

數量變遷法

於土地覆蓋型變遷之研究

焦國模／國立台灣大學森林學系教授、黃國楨／林務局技士

壹、前言

過去常用遙測資料做變遷研究，其方法可分為影像差異法、影像比率法、改變向量分析法、視覺觀測變遷法等 (Jensen 1986)。影像差異法、影像比率法，即利用兩期之影像相減或相除，以產生一個差異影像，再利用此差異影像，界定其變遷之臨界值，以突顯其有變化的部份，達到變遷探測之目的。不過依照統計常態理論分佈模式特性，沒有變遷之值應該有一個範圍，此等範圍臨界值可有兩種表示方式直方圖法與樣區法等兩種。改變向量分析法，是將一維空間展延到多維空間尺度上面。我們利用一個像元於二個時期多向維度資料間的差異情形觀念，可用歐幾里德距離來表示，而且該像元二個時期的向量方向，也可用角度表示出來。視覺觀測變遷探測法，是將兩期之影像組合成複合影像後，用肉眼觀測其變遷之區域。此方法雖然便利，但人之肉眼所能觀測之差異有限，且侷限在大範圍之區域。上述幾種方法都有主觀性判斷，本文研究主要目的，是試找出

一種數量變遷模式，以自動監測探討大面積植生變化，以排除人為判斷。

貳、研究材料與方法

一、研究區域

本研究區域位於南投縣鹿谷鄉，台灣大學溪頭營林區第二、第三、與六林班，全試區面積約為1,500公頃，其中柳杉人工林為主要分佈林相。海拔高度由960公尺至1930公尺。大致而言，全區南高北低，東面為鳳凰山脊，柳杉分佈區大致形成由一個北向之緩坡。全區除了停車場、苗圃、林道、大學池及溪頭遊樂區之人工建築物外，於東面及東南面之陡坡有天然闊葉林分佈外，其餘幾為人工造林所覆蓋。土壤類型屬於砂質壤土，地位一級。不同造林地號的作業，以柳杉純林為主且為試區中最大之人工林，某些造林地號則夾有泡桐、赤楊木之針闊葉樹混交林及山木杉木、台灣杉、肖楠、紅檜之針闊葉樹。(國立台灣大學實驗林計劃)

二、研究材料

1. SPOT 衛星資料與性質

表 1.SPOT 影像資料

Table1. SPOT image data

影像	掃描日期	方位角	太陽高度	影像品質	像元大小
第一期影像	12/10/1986	159 度	40.09 度	1A	20m
第二期影像	04/07/1994	193 度	66.55 度	10	12.5m

(1A: 未幾何糾正和輻射糾正; 10: 已幾何糾正和輻射糾正)

2. 輔助資訊

民國77年台大實驗林林相圖、航照圖、相片基本圖

參、研究方法

本研究方法可分為五個步驟，包括影像幾何糾正、圖層資訊粹取、計算 NDVI 值、地理資訊圖層製作與套合、數量變遷法與變遷像元值準確性評估。其處理方式詳述如下：

一、第一期影像幾何糾正

本研究取得二張 SPOT 衛星影像，第一期 1986 年影像需做幾何糾正和重新取樣為 12.5 公尺解析力像元，以配合 1994 年掃描第二期影像。方法是使用 ERDAS 軟體，選取地面控制點 50 點，最後保留 26 點控制點之五階非線性糾正式， $RMS=0.501$ 像元，平均誤差小於 10 公尺，屬於像元範圍內（謝漢欽 1992）。接著由 ERDAS 提供近鄰指派法，進行影像之再取樣工作，使第一期影像與第二期影像像元解析力相同。透過再取樣之方法，可使本研究所使用之兩期影像像元大小一致，因而可分析其植生指標值。

二、圖層資訊粹取

由 ARC/INFO 提供 POLYGRID 數化程式處理，以數化器在數化板數化所需研究區域之臺灣大學實驗林，形成向量資料模式，利

用 ERDAS 軟體 ARC VECTOR/ERDAS CONVERSION 模組，將圖層轉成 ERDAS 之 DIG，再使用 CUTTER 指令將所衛星影像資料粹取下來以做本研究使用。

三、NDVI 值之計算：

$$NDVI = (XS3 - XS2) / (XS3 + XS2) + 100$$

XS3: SPOT 影像第三波段

XS2: SPOT 影像第二波段

將兩期之 SPOT 影像，在 ERDAS 軟體中之 ALGEBRA 指令，依上式計算每一期影像 NDVI 值。

四、地理資訊圖層製作與套合

利用 ARC/INFO 軟體數化民國七十七年溪頭營林區二、三、六林班之部份林相圖，並加以分析此部份之林相，來與第二期影像做分析比較。

五、數量變遷法

數量變遷法首先在 SAS 軟體中求出第一期影像與第二期影像直線迴歸關係式，設 X 為自變數（第一期影像 NDVI 值），Y 為因變數（第二期影像 NDVI 值）。設定 T test 選擇 0.05 顯著水準以取得 95% 觀測值信賴區間做

為檢定，並畫出其區間界限圖，如圖 1。Y 實際觀測值若落在上下

$$\hat{y} \pm t_{\alpha/2} s \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{SS_x}} \quad (SS_x = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1},)$$

95% 信賴區間內則沒有發生變遷，反之如落在區間外則屬於有變遷。

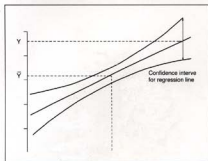


圖 1 95% 觀測值信賴區間

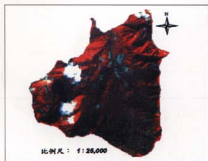


圖 2 1986 SPOT 影像

步驟是將先前計算結果之二期影像之 NDVI 值做成迴歸分析式，以 X (第一期影像) 值為自變數，以 Y (第二期影像) 值為因變數，利用 SAS 軟體求出直線迴歸式，並以軟體提供 CLI 指令計算 95% 信賴區間與預測值及殘差值。再則以 QBASIC 語言撰寫程式將變遷像元轉成圖檔。

六、變遷像元值準確性評估

將變遷像元轉成圖檔，再以 EDRAS 軟體提供 RANDCAT 指令隨機選取 400 像元點，參考像片基本圖與航照圖做變遷檢核。

肆、結果

一、圖層資訊粹取結果

由 ARC/INFO 數化研究區域粹取二期影像圖層如圖 4



圖 3 1994 SPOT 影像

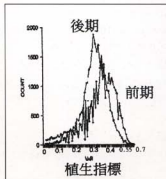


圖 4 兩期影像 NDVI 值之分布

二、NDVI 值計算結果

由此圖可知後期影像之 NDVI 值較前期影像之 NDVI 值有減少之現象。

將求出之植生指標之影像，以間距 0.1 於以分級，得圖 5、圖 6 兩張影像。

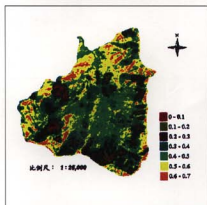


圖 5 1986 年影像植生指標分佈

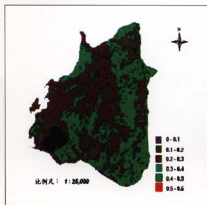


圖 6 1994 年影像植生指標分佈

三、地理資訊圖層製作與套合結果

數位化林相圖其中溪頭營林區二、三、六林班之部份，並加以分析此部份包含之林相為人工針葉樹林 (共佔 61.9%)、天然闊葉樹林 (共佔 26.18%)、竹林 (共佔 11.41%) 及合作造林地、茶園、果園 (佔 0.51%)，如圖 7。

由於林相圖與第一期影像之時間相距較短，因此利用第一期影像之 NDVI 值與林相圖來作比較分析，找出其中之關聯，結果得下表 2 各林相分布統計值。

表 2 各林相圖 NDVI 值

Table 2 Foresty of NDVI values

林相 \ NDVI 之統計值	像元點數	最小值	最大值	平均值	標準差
人工針葉樹林	19534	0.01	0.69	0.446786	11.4237
天然闊葉樹林	8272	0.08	0.71	0.434349	12.6897
竹林	3589	0.04	0.68	0.498052	10.2782
合作造林地 茶園 果園	161	0.09	0.60	0.430559	11.4773

四、數量變遷法之分析

1. 以第一期影像 NDVI 值 (X) 為自變數，第二期影像 NDVI 值 (Y) 為因變數，以最小平方法推估其直線迴歸式之截距與斜率：計算結果截距為 2.324，斜率為 0.5459。
2. 第一期影像 NDVI 值與第二期影像 NDVI 值相關係數
將第一期影像之 NDVI 值與第二期影像之 NDVI 做相關係數分析，結果兩期植生相關性達到 0.745。
3. 衛星影像植生變遷圖



圖 7 1988 年溪頭營林區林相圖



圖 8 1986 與 1994 年影像植生變遷圖

五、變遷像元評估

將植生變遷圖隨機選取 400 點像元值，對照參考航照圖與相片基本圖比對，結果植生變遷準確評估其準確度為 96%，如表 3：

表 3 變遷像元評估

Table 3 pixel of ndvi change

參考資料			
植生變遷之組類	未變遷	變遷	準確度 (%)
未變遷	328	7	97.3
變遷	9	56	88.9
總計	337	63	96

伍、討論

本研究對溪頭營林區第二、三及六林班利用SPOT影像作植生指標探討，影像雲層在研究上是無法克服，因此在變遷檢測時若選取雲層部分則將其去除，以避免資料失真。第一期影像NDVI植生與第二期NDVI植生相關係數達到0.745，若扣掉雲層部分所計算NDVI像元值，其相關係數應更高，可見兩期植生變化非常小。再者吾人研究使用統計理論直線迴歸式推估兩期直線迴歸式得到直線迴歸式並以95%關測值信賴區間檢定第二期影像是否落在區間內。結果由植生變遷主題圖上除了雲層部分變遷不多。另外，吾人用隨機選取400點像元做檢測評估，準確度達96%。

影像變遷方法非常多，各有其依據理論，利用NDVI植生指標來代表地表植生分布情況。本文排除了主觀判斷人為方式，而使用統計理論觀測值信賴區間迴歸式檢定植生變遷，研究結果顯示此種方法作植生變遷檢測是可行的。

陸、引用文獻

1. 何培基 1990 商用統計學與 SAS/PC 應用 長諾資訊圖書公司 .p195-242。
2. 國立台灣大學農學院實驗林經營計畫 77 年 -87 年
3. 謝漢欽 1984 多譜掃描資訊於柳杉林分樹冠鬱閉度及材積推估功效上之研究 台灣大學森林研究所博士論文 .p11-12。
4. 戴久永 1991 統計概念與方法 三民書局 p437-514。
5. John R.J. 1986 Introductory Digital Image Processing.p234-252。

