

九九峰崩塌區位植生復育影響因子之研究

林昭遠⁽¹⁾ 劉祐如⁽²⁾ 林文賜⁽³⁾

摘 要

集集大地震造成臺灣中部多處山區崩塌，震災崩塌地後續之植生復育及防災工作極為重要，而植生復育之監測可做為坡地災害即時評估與水土保持設施規劃設計之用。鑑於崩塌區位分布遼闊且零散，利用遙測衛星影像能快速地監測、評估大範圍崩塌區位之植生復育情形。本研究以九九峰為對象，利用地震前後期 SPOT 衛星影像進行崩塌區位判釋，再以地震五年後（七二水災後）之衛星影像進行崩塌區位植生復育率（Vegetation Recovery Rate, VRR）分析，並利用 SPSS 多變量統計分析軟體，分析影響植生復育率之地文因子。結果顯示，高程、土地利用、泥砂遞移率（Sediment Delivery Ratio, SDR）及土壤等四項地文因子，對於植生復育情形有較為顯著之影響，所選用之地文因子對植生復育率分類之準確度可達 73.7%。

（**關鍵詞：**植生復育、崩塌地萃取、判別分析、地理資訊系統）

A Study of Factors on the Vegetation Recovery for the Ninety-nine Peaks Landslides

Chao-Yuan Lin⁽¹⁾, Yu-Ju Liu⁽²⁾

Professor and Graduate Student, Department of Soil and Water Conservation,
National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402, R.O.C.

Wen-Tzu Lin⁽³⁾

Graduate Institute of Environmental Planning and Design,
Ming Dao University, Changhua, Taiwan 523, R.O.C.

ABSTRACT

Large-scale landslides caused by the catastrophic Chichi earthquake occurred in Central Taiwan. The monitoring of the vegetation recovery could be used for disaster mitigation. Due to scattered distribution of the landslides, satellite images were applied to rapidly monitor and evaluate vegetation recovery for the large-scale landslides. The SPOT images of the Ninety-nine Peaks area located at Wu River were chosen to identify the spatial distribution of the landslides. Normalized Difference

(1) 國立中興大學水土保持學系教授

(2) 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

(3) 明道管理學院環境規劃暨設計研究所助理教授

Vegetation Index (NDVI) of the images was used to calculate vegetation recovery rate (VRR) of the landslides. Altitude, landuse, SDR (Sediment Delivery Ratio) and soil are the major factors which adapt to evaluate the vegetation recovery efficiency in this study. Discriminant analysis shows that 73.7% of original groups can be correctly classified.

(**Keywords:** Vegetation recovery, Landslide extraction, Discriminant analysis, Geographic information systems.)

壹、前言

921 集集大地震為台灣中部地區帶來強烈的衝擊，除造成人員大量傷亡與許多房屋毀損之外，亦導致該區多處山坡地發生山崩，崩塌地植生復育之監測與評估是刻不容緩的工作。

由於崩塌區位分布遼闊且零散，若採用現地調查或航照判釋不但費時費力，且難以監測及評估大範圍崩塌區位之植生復育率。而衛星影像具有多時攝像、大面積涵蓋及快速分析等優點，並可與舊有影像比對，進而得知其變遷過程（蕭國鑫等，1994）。因此，利用遙測衛星影像能快速地監測、評估大範圍崩塌區位之植生復育情形。

本研究以崩塌較為嚴重之九九峰為對象，利用 921 地震前後期 SPOT 衛星影像進行崩塌區位判釋，再以七二水災後之 SPOT 衛星影像進行崩塌區位植生復育率分析，並利用 DEM 及各項圖資，找出該崩塌區位之高程、坡度、坡向、地質、土壤、土地利用、河道凹岸及泥砂遞移率等可能影響植生復育率之因子，進而將這些因子以多變量統計分析做檢測，評估影響植生復育率最鉅之因子。

貳、研究試區概況

本研究試區選定九九峰（圖 1），位於烏溪北岸，地處南投縣與台中縣之交界，與三義火炎山、六龜十八羅漢山並稱台灣三大火炎山地形，其行政區域分屬南投縣草屯鎮、國姓鄉及台中縣霧峰鄉、太平市，山區南側有省道台 14 線公路經過。受到地形陡峭乾燥影響，植物社會組成簡單，以台灣蘆竹為主，

只有在坡度較緩、稜線或坡腳處，才有台灣二葉松及五葉松等木本植物出現（林昭遠，2001）。

九九峰區域面積達 1751 公頃；主要高程分布於 300~600 公尺之間，占試區約 80%；依山坡地土地可利用限度分類標準，坡度以六級坡分布居多，占試區 41.73%；坡向分布主要以東、南兩個坡向為主；地質以頭嵙山層 1269.76 公頃為最多，占試區 72.51%；土壤包含紅壤、崩積土及雜地三種，以紅壤所占整體面積居多，高達 91.52%；各項地文因子分布詳圖 2~6。

參、研究材料與方法

一.分析流程

採用農航所製作之數值高程模型 (DEM) 40m×40m 之網格資訊和購自中央大學太空及遙測中心之法國 SPOT 衛星 level10 影像，透過崩塌地判釋理論、植生復育率分析和泥砂遞移率估算，配合中央地調所之地質圖，及水土保持局之土壤和土地利用等圖資，並利用衛星影像所圈選出河道凹岸，將求出之因子以 SPSS 多變量統計分析軟體進行分析，評估各因子與植生復育率間之關聯性，研究流程如圖 7 所示。

二.分析方法

（一）崩塌區位萃取及精度評估

Belda and Melia (2000)指出 NDVI 用來評估植群長期之總變化量是有幫助的。NDVI 具有常態化效果，可減低地區間及季節間因光能量不同所造成之波譜反射差異，故為植物生長狀態及植被空間分布密度之最佳指標

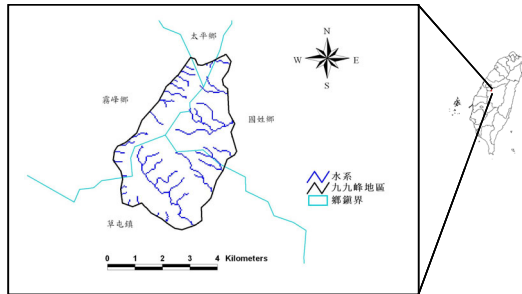


圖 1. 研究地區位置圖
Figure 1. Site of the study area.

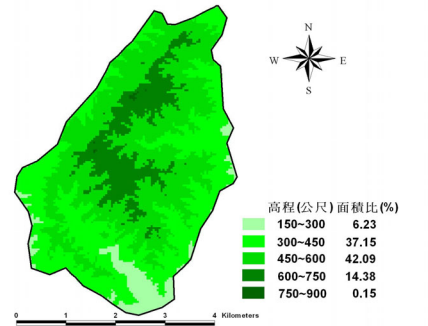


圖 2. 高程分布圖
Figure 2. The spatial distribution of elevation.

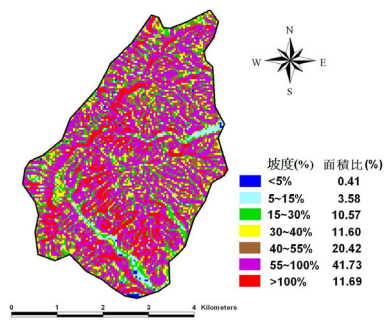


圖 3. 坡度分布圖
Figure 3. The spatial distribution of slope.

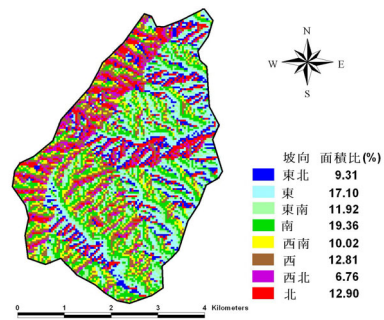


圖 4. 坡向分布圖
Figure 4. The spatial distribution of aspect.

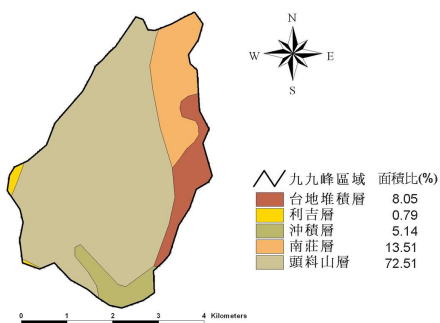


圖 5. 地質分布圖
Figure 5. The spatial distribution of geology.

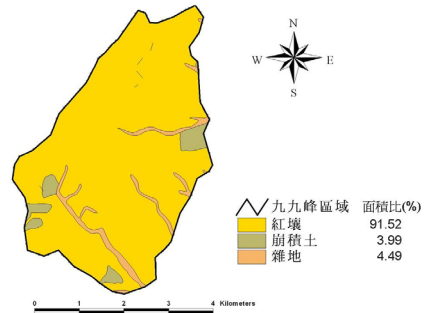


圖 6. 土壤分布圖
Figure 6. The spatial distribution of soil.

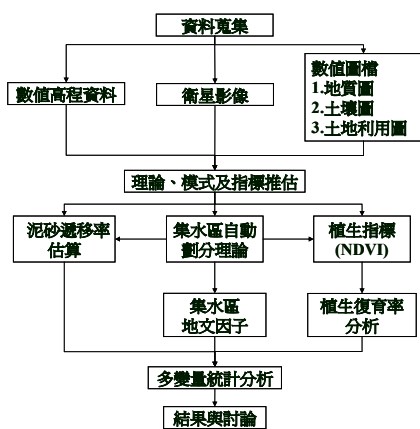


圖 7. 研究流程圖

Figure 7. Flow chart of the study.

(陳朝圳 1999)。綠色植物因有吸收藍光、紅光及強烈反射近紅外光之特性，使用可見光與近紅外光之比值或差值可做為植生指標，應用於草生地植物量之探測 (Pearson and Miller, 1972)。

本研究採用影像相減法 (Image Differencing Method) 配合變遷門檻值 (Change Threshold) 方式進行崩場地之迅速萃取，選定 921 地震前(1999/4/1)及 921 地震後(1999/9/27)所拍攝之九九峰地區 SPOT 衛星影像 (圖 8) 進行常態化差異植生指標 (NDVI) 轉換，並利用 Kappa 作為影像分類後之準確度評估，應用於崩場地自動萃取分析流程中 (圖 9)，並以最大辨識精度

(Kappamax) 作為萃取門檻值。各別計算公式如下：

1. 常態化差異植生指標

$$NDVI = \frac{(IR - R)}{(IR + R)}$$

式中之 IR 為近紅外光波段，R 為紅光波段，利用 NDVI 公式所求得之指標值愈大顯示地表植物生育愈旺盛、植被覆蓋佳。並計算各期之 NDVI 影像差值，其公式如下：

$$DIF = \overline{NDVI}_2 - \overline{NDVI}_1$$

式中 DIF 為前後期影像顯揚 NDVI 之差值， $\overline{NDVI}_1$ 為前期影像顯揚後之 NDVI 值， $\overline{NDVI}_2$ 為後期影像顯揚後之 NDVI 值。計算影像之變遷百分比，其公式如下：

$$C(\%) = \frac{DIF}{\max(DIF) - \min(DIF)} \times 100\%$$

式中 C 為影像變遷之百分比。

2. Kappa 準確度評估

$$Kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}$$

式中 r 為分類矩陣之列數， x_{ii} 為分類矩陣中欄列對角之樣點數目， x_{i+} 、 x_{+i} 為分類矩陣中各列及各行之樣點數目，N 為全部樣點數目。

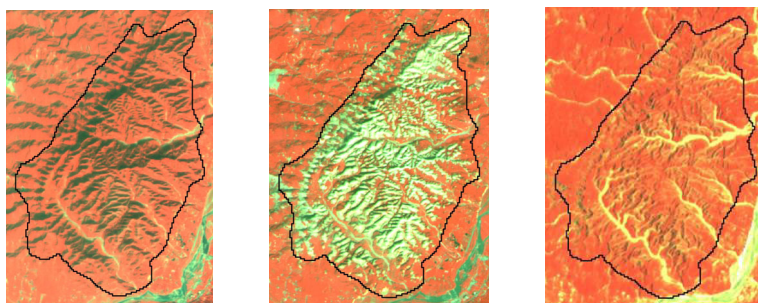


圖 8. 研究地區 SPOT 衛星影像(1999/4/1)、(1999/9/27)、(2004/7/12)

Figure 8. SPOT image of the study area. (1999/4/1), (1999/9/27), (2004/7/12)

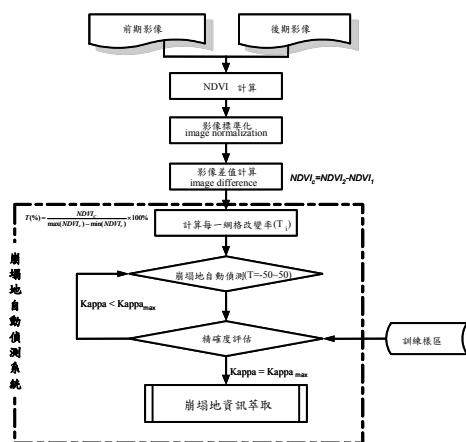


圖 9. 崩塌地自動萃取流程 (林昭遠, 2005)
Figure 9. Flow chart of automated extraction for landslides after Lin. (2005)

(二) 植生復育率分析

經 921 地震一年半後，九九峰植生復育率平均值約達 36%，其植生復育率小於 0% 者約僅佔崩塌面積之 11%，顯示其植被有逐漸生長恢復之趨勢 (胡婷雅, 2002)。為探討後續植生復育情形，選定七二水災後 (2004/7/12) 為本研究之評估期，進行植生復育率分析。

植生復育率 (Vegetative Recovery Rate, VRR) 係以崩塌區位地震前之 $NDVI_0$ 為參考值，計算任一評估期之 $NDVI_2$ 恢復至地震前之百分比，其計算式如下 (林昭遠等, 2001)：

$$VRR(\%) = \frac{NDVI_2 - NDVI_1}{NDVI_0 - NDVI_1} \times 100\%$$

式中： $NDVI_0$ 為地震崩塌前之植生指標；

$NDVI_1$ 為崩塌初期之植生指標；

$NDVI_2$ 為評估期之植生指標。

(三) 多變量統計分析

多變量統計分析為一良好工具，能將環境系統中錯綜複雜之因素關係，尋覓出其規

律性，將複雜之現象簡化，抽提出其中之主要信息，對數據之結果進行分析及判斷，配合地理資訊系統在空間上之展現能力，能將複雜問題或現象做有效之整理、判斷與臆測 (林昭遠, 2000)。Johnson and Wichern(1982)認為判別分析能夠建立區分(separation)函數去分類已知，又能對未知重新配置(allocation)達到分類之目的。Pratsinis et al.(1988)認為凡特徵向量之絕對值大於 0.7 者，表示相關顯著，可以成為篩選同一主成分變數內之原變數依據。本研究利用地文因子及衛星影像資訊，以 SPSS 多變量統計分析軟體，分析崩塌地植生復育率之影響因子。

區別分析是要找出一個自變數的線性組合做為觀察值分組之基礎。即找出一組線性區別方程式，可將觀察值做最佳的分組。Fisher's 線性區別函數的通式為：

$$F_i = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_PX_P$$

$$(i=1, 2, 3 \dots k)$$

其中 k 是區別組數， F 是區別分數或區別值 (discriminant scores)， $X_1, X_2, X_3, \dots, X_P$ 是自變數 (independent variable)， $B_0, B_1, B_2, B_3, \dots, B_P$ 是分類函數係數 (classification function coefficient)。若線性區別函數可將觀察值加以區別為不同的組別，則不同組別的 F 值會不相同。求出區別係數後，即可根據區別函數求取每一個觀察值的區別分數 (F)。

分類函數係數類似多元迴歸係數，因為變數間彼此有相關，所以不能評估個別變數的重要性，每一個變數其區別係數的值均因其他係數的係數值而不同。可用標準化區別函數係數 (standardized canonical discriminant function coefficients) 及結構矩陣 (structure matrix)，來判斷變數對區別函數之影響力。

肆、結果與討論

一. 崩塌區位萃取

以九二一地震前後 (1999/4/1、

1999/9/27)SPOT 衛星影像進行試區內崩塌地之判釋及計算，首先判定崩塌種子點，再以人工進行崩場地判釋，萃取九九峰地區崩場地（表 1 及圖 10），求得崩塌變遷門檻值為 -18%，崩場地之判釋面積為 807.20ha，精確度（Kappa 指標）達 0.81。

表 1. 九二一崩場地資料分析
Table 1. Analytic information of the landslides on 921 earthquake.

試區	崩塌種子點 (%)	崩塌變遷門檻值 (%)	整體準確度	Kappa	崩塌面積(ha)
九九峰	-14	-18	0.90	0.81	807.20

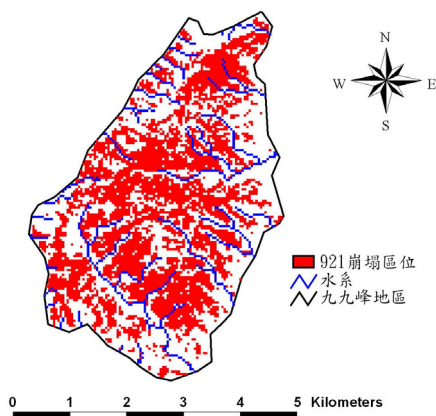


圖 10. 九九峰崩塌區位分布圖
Figure 10. Spatial distribution of the landslides at the Ninety-nine Peaks area.

為瞭解崩塌區位之崩塌率與地文因子之相關性，分別依高程、坡度、坡向、地質、土壤與土地利用對崩塌區位進行分析，分析結果說明如表 2，說明如下。

就高程而言，九九峰地區高程 600m 以上之崩塌率均達七成左右，崩塌情形較為嚴重；隨著坡度的增加，崩塌率也越來越高；在南、西及西南坡向，其崩塌率達五成，呈現崩塌較嚴重的趨勢；地質而言，以含礫岩為主之頭料山層其崩塌率達五成，由於礫石

層的透水性良好，乾燥時膠結緊密堅硬，雨季則易受雨水侵蝕下切，造成許多尖銳的山峰與深溝；土壤而言，以紅壤地區崩塌率達 48.36% 最為嚴重；九九峰地區主要為林班地，因此崩塌大都分布於此區位；依泥砂遞移率分析結果，九九峰靠近嶺線之區位 ($SDR < 0.2$) 崩塌率達 52.44% 較嚴重。綜合高程、坡度及泥砂遞移率可得知，九九峰屬於嶺線型崩塌，因坡度陡峭造成坡面不穩定性所致。

二. 植生復育率評估

經地震前、後及七二水災後等三個時期衛星影像分析，結果顯示九九峰地區崩塌區位之植被已逐漸生長恢復，其植生復育率平均值達 88.7%。將植生復育率分為極差 ($< 0\%$)、差 ($0 \sim 50\%$)、普通 ($50 \sim 100\%$) 及優 ($> 100\%$) 四個等級（圖 11 及表 3），其中，植生復育率「普通」以上區位占總崩塌面積 70.73%，顯示整體植生復育情況良好，於七二水災後，僅少數崩塌區位有惡化情形（復育率 $< 0\%$ ）。

為瞭解崩塌區位之植生復育情形，以高程、坡度、坡向、地質、土壤、土地利用及泥砂遞移率，另新增河道凹岸為因子，進行分析（圖 12）。其中，河道凹岸處，乃為探討凹岸是否因水流沖擊淘刷，對其上邊坡崩塌區位植生復育率造成影響。分析成果說明如下：

（一）高程：於高程 450~600m 之植生復育率大多為「普通」，占此區間 45.7%；在高程大於 600m，植生復育率多為「普通」以上，復育情形較好；高程低於 450m 復育率「極差」占 15.3%，較為顯著，因此復育情形較差。

（二）坡度：在坡度大於 55%，植生復育率「優」所占比例較多，於 55~100% 及大於 100% 分別占 28.2% 及 32.4%，整體復育狀況良好；在坡度 55% 以下，隨著植生復育率「極差」之比例增加，復育狀況也相對較差。

表 2. 研究地區崩塌率分布表
Table 2. Percentage of landslide rate at the study area.

高程(m)	150~300	300~450	450~600	600~750	750~900
總面積(ha)	109.12	650.56	736.96	251.84	2.56
崩塌面積(ha)	18.24	207.20	404.96	174.88	1.92
崩塌率(%)	16.72	31.85	54.95	69.44	75.00

坡度(%)	<5%	5~15%	15~30%	30~40%	40~55%	55~100%	>100%
總面積(ha)	7.20	62.72	185.12	203.04	357.60	730.72	204.64
崩塌面積(ha)	1.12	16.00	66.56	66.88	133.76	381.44	141.44
崩塌率(%)	15.56	25.51	35.96	32.94	37.40	52.20	69.12

坡向(m)	東北	東	東南	南	西南	西	西北	北
總面積(ha)	159.84	299.36	208.64	339.04	175.52	224.32	118.40	225.92
崩塌面積(ha)	59.36	119.68	94.56	181.92	89.28	115.04	54.24	93.12
崩塌率(%)	37.14	39.98	45.32	53.66	50.87	51.28	45.81	41.22

地質	台地堆積層	頭料山層	沖積層	南庄層	利吉層
總面積(ha)	140.96	1269.76	89.92	236.64	13.76
崩塌面積(ha)	22.56	663.52	19.36	100.00	1.76
崩塌率(%)	16.00	52.26	21.53	42.26	12.79

土壤	紅壤	崩積土	雜地
總面積(ha)	1602.56	69.92	78.56
崩塌面積(ha)	775.04	16.32	15.84
崩塌率(%)	48.36	23.34	20.16

土地利用	未調查區	林班地	河川區	風景區	森林區
總面積(ha)	588.96	1112.80	5.12	2.40	37.12
崩塌面積(ha)	288.16	502.88	1.44	0.00	10.08
崩塌率(%)	48.93	45.19	28.13	0.00	27.16

泥砂遞移率	<0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	>0.8
總面積(ha)	1223.68	92.96	70.40	65.76	298.24
崩塌面積(ha)	641.44	36.32	25.44	24.64	79.36
崩塌率(%)	52.42	39.07	36.14	37.47	26.61

(三) 坡向：植生復育情形不佳區域主要分布於南坡向，植生復育率「差」所占比例為 42.7%；北坡向植生復育率「優」所占比例極高，達 62.7%，復育情形良好。

(四) 地質：崩塌地多位於頭料山層，

植生復育率「普通」及「優」共占 71.3%，植生復育狀況普遍良好。

(五) 土壤：雜地雖較紅壤崩塌地少，但植生復育率「極差」所占比例甚高，達 61.6%，復育情形較紅壤差。

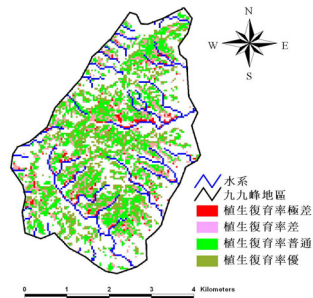


圖 11.九九峰崩塌區位植生復育率等級分布圖
Figure 11. Spatial distribution of vegetation recovery rate for the landslides at the Ninety-nine Peaks area.

(六) 土地利用：九九峰地區崩塌地多集中於林班地，植生復育狀況良好，但土地利用有多數屬未調查區，各類土地利用之植生復育等級如圖 12 所示。

(七) 泥砂遞移率：各分析區位之植生復育狀況如圖 12，鄰近嶺線等級($SDR < 0.2$)之區位，植生復育良好，但在靠近水域($SDR > 0.8$)之區位，明顯呈現出植生復育率較差。

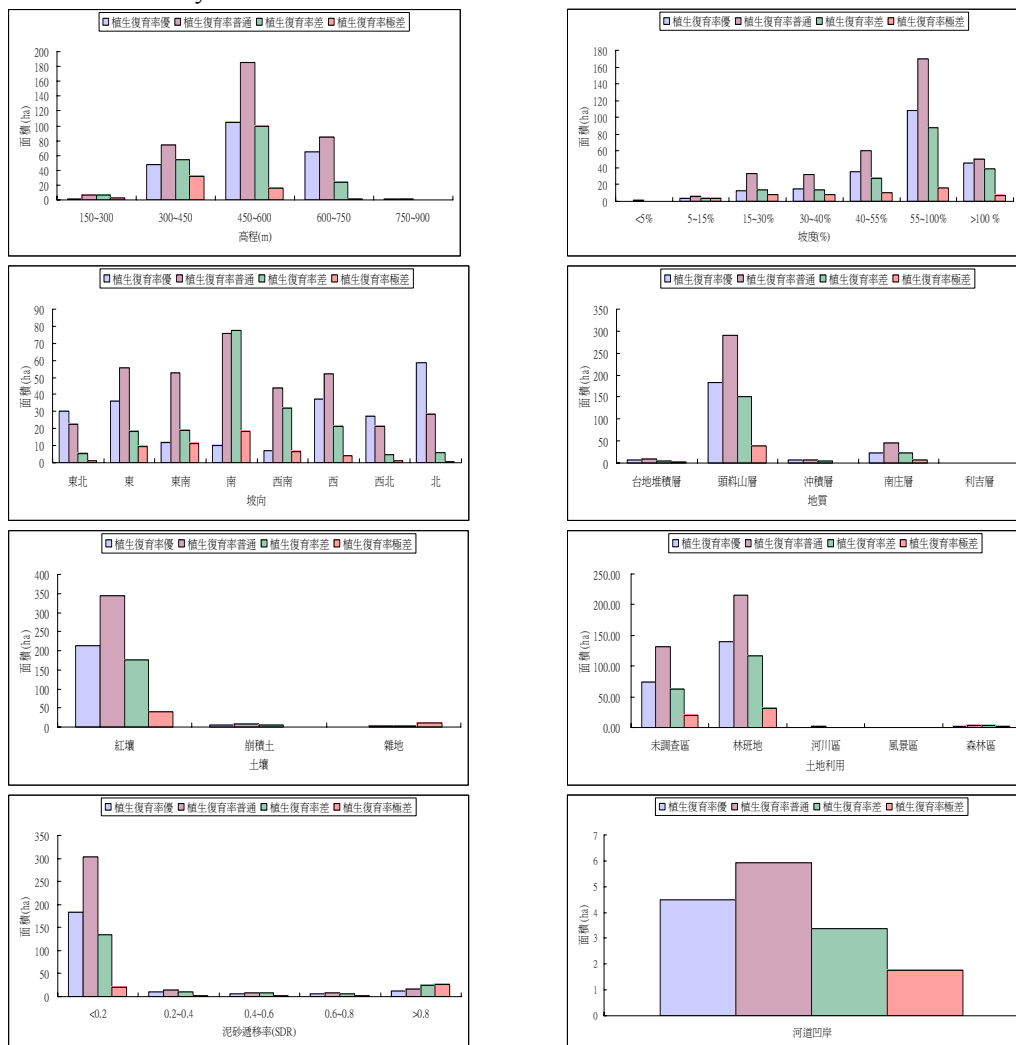


圖 12. 植生復育率評估圖
Figure 12. Illustrations of vegetation recovery rate at different topographic factors.

(八)河道凹岸：位於河道凹岸處之崩塌地占 15.52 公頃，植生復育率「普通」及「優」共占 67%，植生復育狀況良好。

表 3. 植生復育率分布表
Table 3. Percentage of vegetation recovery rate for the different grades.

植生復育率	極差	差	普通	優
面積(ha)	52.16	184.16	351.84	219.04
面積百分比(%)	6.46	22.81	43.59	27.14

三.多變量統計分析

以高程、坡度、坡向、地質、土壤、土地利用、泥砂遞移率及河道凹岸等因子，進行多變量分析，評估植生復育情形與影響因子之相關性。將高程、坡度、坡向…等八項因子為自變項，以植生復育率為分群變項 (grouping variable)，經典型判別分析後所得之函數特徵值及函數結構矩陣 (表 4 及表 5)。九九峰地區之第一函數軸主要解釋之變項為高程，第二函數軸主要解釋土地利用、泥砂遞移率及土壤，第三函數解釋變項為坡度、坡向、地質及河道凹岸。相關係數的絕對值愈大，表示此變數對此函數的影響力愈大。此結構矩陣，若係數的絕對值 > 0.3 ，則表示該自變數才有區別能力；係數的絕對值 > 0.45 則表示區別能力「強」。在此矩陣中可看出，變數 X_1 對第一區別函數影響較大，變數 X_5 、 X_6 和 X_7 對第二區別函數影響較大，與標準化區別函數係數有相同的結果。

表 4. 典型判別分析之函數特徵值
Table 4. Eigenvalue of canonical discriminant function.

函數	特徵值	變異數的%	累積%	典型相關
1	1.257	53.9	53.9	0.746
2	0.909	39.0	92.9	0.690
3	0.167	7.1	100.0	0.378

表 6 為分類函數係數，即 Fisher's 線性判別函數係數。每一個分組均有一組係數，各組分類函數為

F_1 (植生復育率極差)

$$=0.197X_1+0.0892X_2+0.00178X_3+12.967X_4+15.214X_5+13.121X_6+16.182X_7-4.944X_8-94.086$$

F_2 (植生復育率差)

$$=0.195X_1+0.114X_2+0.00549X_3+12.707X_4+14.151X_5+18.686X_6+13.171X_7-2.045X_8-100.364$$

F_3 (植生復育率普通)

$$=0.217X_1+0.073X_2+0.0143X_3+12.776X_4+14.133X_5+16.676X_6+13.721X_7-3.666X_8-104.129$$

F_4 (植生復育率優)

$$=0.233X_1+0.0896X_2+0.0362X_3+14.04X_4+14.665X_5+15.241X_6+15.314X_7-3.731X_8-117.027$$

屬性分類：

地質：台地堆積層 (1)、頭料山層 (2)、沖積層 (3)、南庄層 (4)、利吉層 (5)。

土壤：紅壤 (2)、崩積土 (3)、雜地 (4)。

土地利用：未調查區 (1)、林班地 (2)、河川區 (3)、風景區 (4)、森林區 (5)。

河道凹岸：凹岸 (1)。

分類函數可直接將觀測值分類，即將每一筆觀察值代入四組分類函數中，最後求得判別分數 (F 值) 最大者，則觀測值分於該組。

表 7 列出此三個典型判別函數的標準化係數。

$$D_1=0.892X_1-0.248X_2+0.379X_3+0.25X_4-0.047X_5-0.187X_6+0.1X_7-0.036X_8$$

$$D_2=0.144X_1+0.170X_2+0.105X_3-0.015X_4-0.176X_5+0.818X_6-0.4X_7+0.14X_8$$

$$D_3=0.1X_1+0.804X_2+0.337X_3+0.474X_4+0.25X_5-0.069X_6+0.27X_7+0.077X_8$$

表 5. 典型判別分析之函數結構矩陣

Table 5. Structure matrix of canonical discriminant function.

變項	函數		
	1	2	3
高程 (X ₁)	0.829(*)	0.313	-0.091
土地利用 (X ₆)	-0.345	0.764(*)	-0.104
泥砂遞移率 (X ₇)	-0.330	-0.420(*)	0.131
土壤 (X ₅)	-0.235	-0.325(*)	0.141
坡度 (X ₂)	-0.162	0.362	0.743(*)
坡向 (X ₃)	0.382	0.130	0.393(*)
地質 (X ₄)	0.115	-0.263	0.390(*)
河道凹岸 (X ₈)	-0.125	0.110	0.200(*)

表 6. 典型判別分析之分類函數係數

Table 6. Classification function coefficients of canonical discriminant function.

變項	VRR			
	極差	差	普通	優
高程 (X ₁)	0.197	0.195	0.217	0.233
坡度 (X ₂)	8.921E-02	0.114	7.298E-02	8.961E-02
坡向 (X ₃)	1.781E-03	5.492E-03	1.426E-02	3.615E-02
地質 (X ₄)	12.967	12.707	12.776	14.040
土壤 (X ₅)	15.214	14.515	14.133	14.665
土地利用 (X ₆)	13.121	18.686	16.676	15.241
泥砂遞移率 (X ₇)	16.182	13.171	13.721	15.314
河道凹岸 (X ₈)	-4.944	-2.045	-3.666	-3.731
(常數)	-94.086	-100.364	-104.129	-117.027

根據判別分數可將觀測值予以分類。由圖 13 可明顯看出，在第一及第二判別函數均得較低分數者，可分類為植生復育率極差；在第一及第二判別函數均得較高分數者，可分類為植生復育率普通。

判別分析結果由表 8 可知，應用地文因子能有效判釋九九峰崩塌區位植生復育率之情形，各分類準確度依序為植生復育極差 (79.1%)、差 (77.5%)、普通 (64.6%)、優 (74.6%)。整體而言，地文因子對植生復育等級之判識準確度達 73.7%。由於災後之植生復育情形乃一整治之重要參考，因此植生復育之監測極為重要。試區崩塌地之區位分析及植生復育評估，可供長期監測九份二山地區

崩塌地之植生復育情形，分析影響崩塌地植生復育之主要地文因子，作為坡地災害即時評估與水土保持設施規劃設計之用。

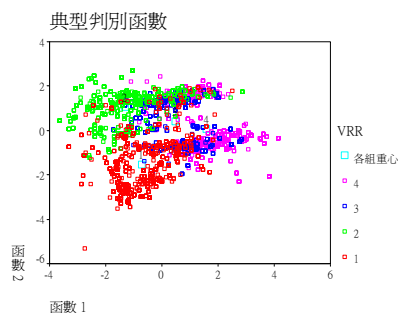


圖 13. 觀測值之分群位置

Figure 13. Distribution of cluster number of case.

表 7. 標準化典型判別函數係數

Table 7. Standardized canonical discriminant coefficients.

變項	函數		
	1	2	3
高程(X ₁)	0.892	0.144	0.100
坡度(X ₂)	-0.248	0.170	0.804
坡向(X ₃)	0.379	0.105	0.337
地質(X ₄)	0.250	-0.015	0.474
土壤(X ₅)	-0.047	-0.176	0.253
土地利用(X ₆)	-0.187	0.818	-0.069
泥沙遞移率(X ₇)	0.100	-0.400	0.273
河道凹岸(X ₈)	-0.036	0.140	0.077

表 8. 判別分析分類結果

Table 8. Classification results of discriminant analysis.

		預測各組的成員					總和
原	個	植生	極差	差	普通	優	
		極差	642	42	86	42	812
		差	37	635	133	14	819
		普通	37	106	521	142	806
		優	3	37	175	598	813
	%	極差	79.1	5.2	10.6	5.2	100.0
		差	4.5	77.5	16.2	1.7	100.0
		普通	4.6	13.2	64.6	17.6	100.0
		優	0.4	4.6	21.5	73.6	100.0
a. 73.7%個原始組別觀察值已正確分類。							

伍、結論

藉由判別分析得知，高程、土地利用、泥沙遞移率及土壤等四項地文因子，對於九九峰之植生復育情形有較為顯著之影響，第一函數與第二函數相加便可解釋 92.9%的變異數，植生復育率之判釋準確度達 73.7%。常態化差異植生指標可反映地表植生狀況，配合 SPOT 衛星影像及相關地文圖資，即可有效迅速地對災區進行植生復育進行判釋。不同區域，亦可應用本研究方法，得知該地區影響崩場地植生復育之地文因子，針對該因子進行監測，做出事前防災及事後補救措施。

參考文獻

1. 林昭遠(2000)，「集水區地型因子自動萃取之研究-土石流危險溪流判釋之用」，中華水土保持學報，31(1):81-91。
2. 林昭遠(2001)，「集水區崩場地植生復育監測與評估」，水土保持植生工程研討會論文集，pp.50-58。
3. 林昭遠、吳瑞鵬、林文賜(2001)，「921 震災崩場地植生復育監測與評估」，中華水土保持學報，32(1):59-66。
4. 林昭遠(2005)，「應用生態指數探討九份二山、華山及草嶺地區植生復育之空間分布與調查分析」，成果報告，pp.42。
5. 胡婷雅(2001)，「921 地震崩場地植生復育與波面泥沙產量之研究」，國立中興大學水土保持研究所碩士論文，pp.45-51。
6. 陳朝圳(1999)，「南仁山森林生態系植生綠度之季節性變化」，中華林學季刊，32(1)：53-66。
7. 蕭國鑫、劉治中、李惠容、李元炎(1944)，「SPOT 衛星資料應用於集水區土地利用/覆蓋變遷分析—以有勝溪及七家灣溪流域為例」，一九九四年國際遙測技術研討會論文集，pp. 393~404。
8. Belda, F. and J. Melia (2000), "Relationships between climatic parameters and forest vegetation : application to burned area in Alicante(Spain)," *Forest Ecology and Management*, 135, pp.195-204.
9. Johnson, R. A. and D. W. Wichern (1982), "Applied Multivariate Statistical Analysis,"

水土保持學報 38(3) : 267-278 (2006)

Journal of Soil and Water Conservation, 38(3) : 267-278 (2006)

Prentice-Hall, Inc.

10. Pearson, R. L. and K. P. Miller (1972),
“Remote Mapping of Staring Crop
Biomass for Estimation of the Productivity
of Shortgrass Prasirie,” *Proceedings of the
8th International Sumposium on Remote
Sensing of Environment* ,pp. 1357-1381.

11. Pratisnis, S. E., M. D. Zeldin and E. C.

Ellis (1988), “Source resolution of the fine
carbonaceous aerosol by principal
component -stepwise regression analysis,”
Environ Sci. Technol., 22:212-216.

95 年 07 月 10 日 收稿

95 年 08 月 01 日 修改

95 年 08 月 24 日 接受