

內政部營建署雪霸國家公園管理處研究報告

雪霸國家公園九二一震災後衛星影像  
變遷偵測與分析

內政部營建署雪霸國家公園管理處

中華民國八十九年一月

# 目錄

一、前 言 .....	2
二、研究說明 .....	2
三、研究成果 .....	7
四、結論 .....	19
五、參考文獻 .....	19

## 一、前 言

由於九二一地震災變的影響，整個園區內在地貌及生態上必然產生相當之變化，因此原有園區內之生態保育工作與設施景點的配置可能必須進行適當之調整，如何獲得災變後整個園區內之土地覆蓋變遷情況與調查實為其當務之急。對於目前在進行大規模之現場調查工作前，應用衛星影像來進行土地變遷判識應是最為快速並有效之方法。除可有效分析未變遷區域而節省不必要之消耗，更可對於變遷區域進行初步的災害評估，以提供決策人員分析之參考。

## 二、研究說明

傳統上，使用之現場調查來完成土地利用變遷之工作雖可達到相當高之精密度，但其成本也相對非常之高，並且須花費較長之時間。而利用衛星影像來進行時，則可有效改進此一缺點，尤其是調查範圍很大時。本研究案結合遙測衛星影像處理技術與地理資訊系統，以中央大學太空及遙測中心所接收之衛星資料為主，蒐集民國88年9月21日地震災變前後雪霸國家公園管理處管轄範圍內之衛星遙測影像並進行變遷偵測，以達到評估地震災變造成園區損害程度之目的。

在研究案中主要使用 SPOT 4 衛星多光譜影像進行地表物之變遷偵測。SPOT 4 衛星除了過去 SPOT 1 ~ SPOT 3 號衛星所提供之綠光段、紅光段與紅外光段之資料外，它最大的特點在於新增的短波紅外線波段 (SWIR, short-wave infrared band)。新的 SWIR 波段有助於對地物景觀進行較以往更深入的分析判讀，SWIR 波段比原有 SPOT 衛星的波段(綠光 / 紅光 / 紅外光)，具備更強的大氣穿透能力，因此可使得衛星影像上的地物地貌更加清晰。藉由 SWIR 波段更高的亮度對比特性，地表的水線和湖泊等均可以鮮明銳利地呈現出來。此外，土壤與植物的溼度亦能從此波段之灰階亮度中分析出，可以更容易地達成有關土壤種類判識和植被農作物生長階段的監控。圖 1 為本研究之流程。



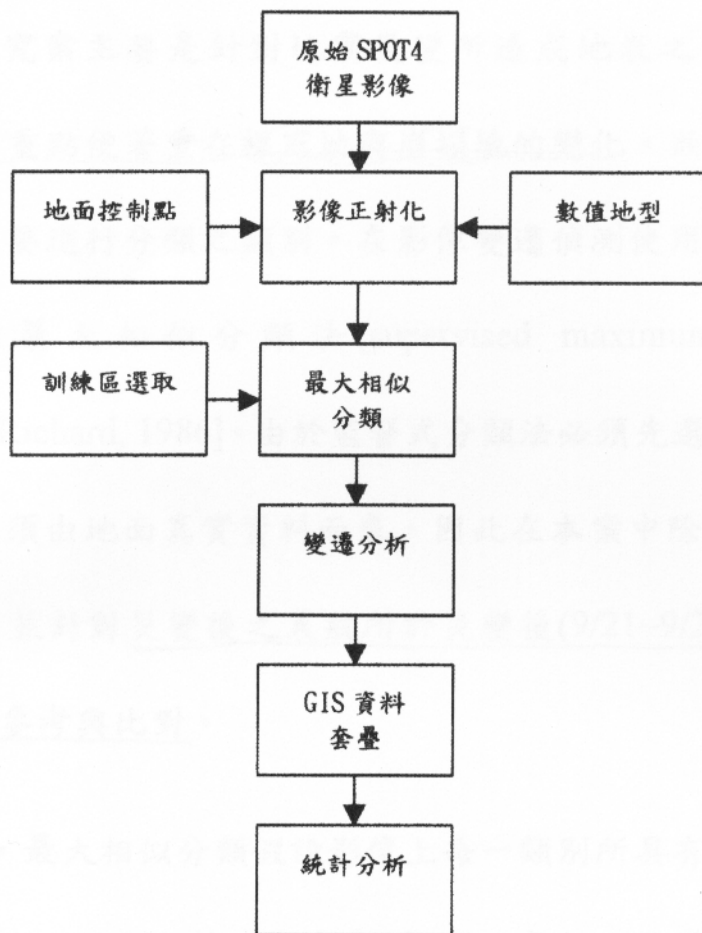


圖 1、本研究之流程

SPOT 4 影像在接收後必須進行影像正射化之工作，由於 SPOT 4 之正射影像截至目前為止並非太空遙測中心之標準產品，因此在本研究案中以影像處理軟體 ERDAS Imagine 8.3 進行影像正射化 [ERDAS, 1994] 之工作，在校正過程中所需之 控制點資料 則由 一萬分之一 的相片基本圖與 過去已經正射化之衛星影像測量 所得。數值地形資料則用雪霸國家公園管理處所提供 5 公尺間距等高線 所製作之 5 公尺解析度網格 數值地形數位資料。

解析度較高?

DEM: 40m 網格 .4

由於本研究案主要是針對地震災變所造成地表之變遷進行偵測，故偵測的重點便著重在裸露地與崩塌地的變化。而在分類上則以裸露地為須要進行分類之類別。在影像變遷偵測使用的分類法則為監督式的最大相似分類法 (supervised maximum likelihood classification)[Richard, 1986]。由於監督式分類法必須先選取訓練區，而訓練區通常須由地面真實資料而來，因此在本案中除參考林務局的林相圖外，並針對災變後之農航所於災變後(9/21~9/26)所拍攝之航空照片進行參考與比對。

參考圖 2，最大相似分類假設影像上每一類別所具有之灰度值分布為一高斯分布。因此，某一灰度值  $G$  對於每個訓練樣本均有相對機率密度  $P(C/X)$  存在，可由下式表示：

$$P\left(\frac{X}{C}\right) = \frac{1}{\sqrt{|\Sigma_C|}} \exp\left[-\frac{(X - M_C)^T \Sigma_C^{-1} (X - M_C)}{2}\right] \quad (1)$$

$$P\left(\frac{C}{X}\right) \times P(X) = P\left(\frac{X}{C}\right) \times P(C) \quad (2)$$

$$P\left(\frac{C}{X}\right) = P\left(\frac{X}{C}\right) \times \frac{P(C)}{P(X)} \quad (3)$$

其中：

$X$ : 像元  $G$  灰度向量

$P_C$ : 對於訓練區類別  $C$  的相對機率密度

$M_C$ : 訓練區類別 C 的平均值向量

$\Sigma_C$ : 訓練區類別 C 的協變方矩陣

$P(X/C)$ : 在訓練區類別 C 出現時灰度向量 X 的相對機率

$P(C/X)$ : 在灰度向量 X 出現時訓練區類別 C 的相對機率

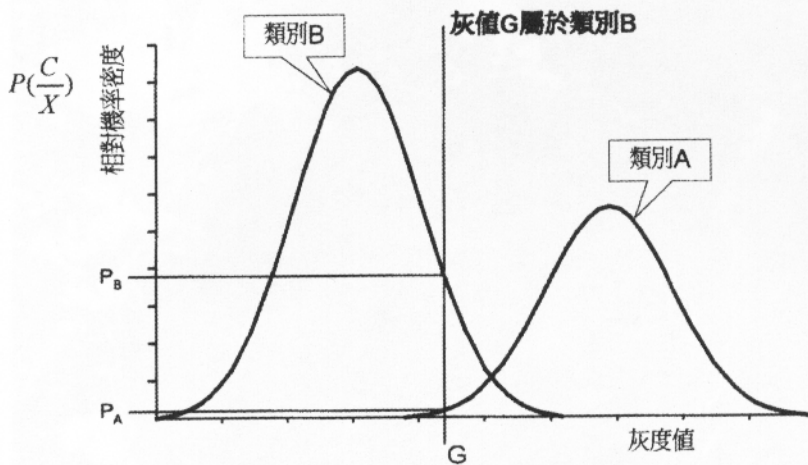


圖 2、最大相似分類法，對像元 G 而言

$P_B > P_A$ ，故像元 G 被歸類為類別 B。

在訓練區選擇完成後，各類別的協變方矩陣與平均值向量均可得到，因此影像上每個像元對每個類別均可得到一相對機率密度值。  
此時則以相對機率密度值最大之類別為此像元之歸屬類別。

在分別對兩張不同時期之衛星影像進行分類後，即可得到在不同時期裸露地之分布位置。最後在比較兩時期之裸露地變化可推斷因地震所造成之變遷。

### 三、研究成果

本研究採用兩幅 921 震災前後的 SPOT 4 衛星多光譜影像進行變遷分析，其日期為 1999/05/12 與 1999/10/15，如圖 3 與圖 4 所示。

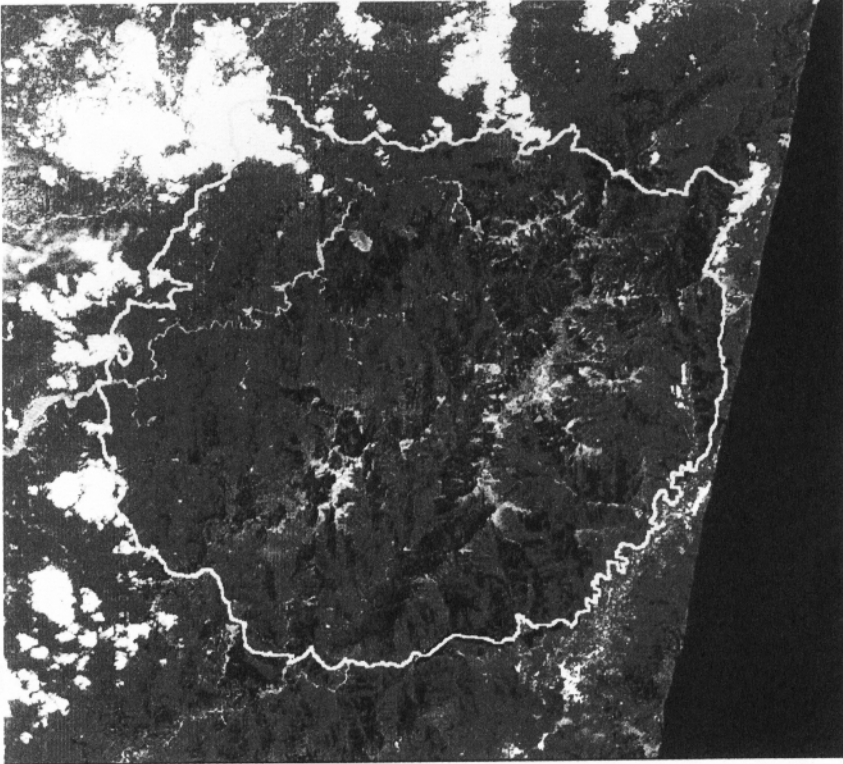


圖 3、SPOT 4 多光譜衛星影像(99/05/12)



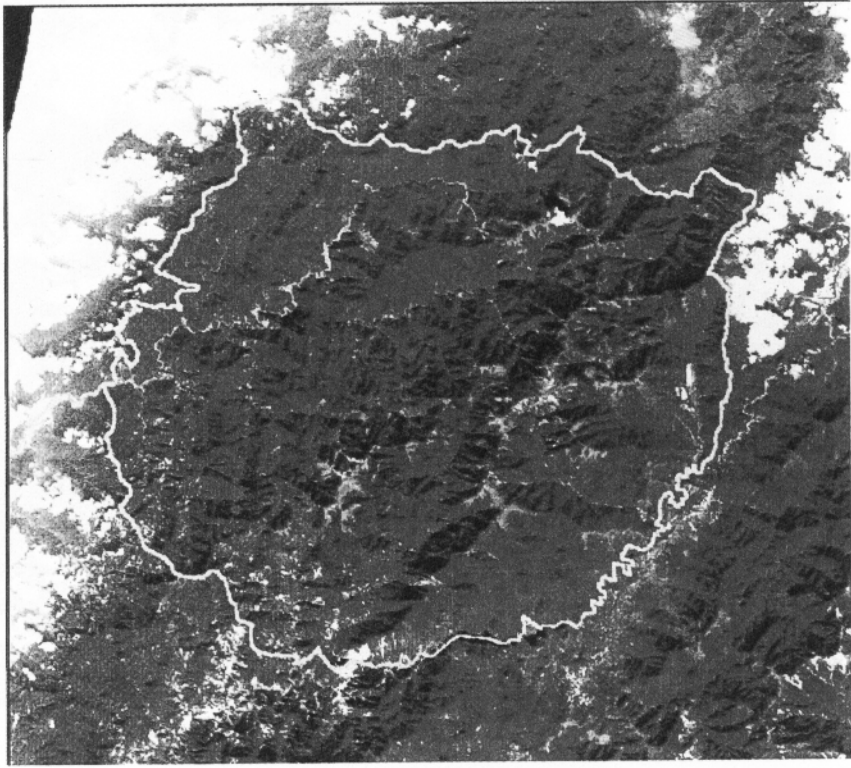


圖 4、SPOT 4 多光譜衛星影像(99/10/15)

同時為配合人工訓練區選取與提供一般使用者進行觀察之用，  
研究中製作同時段之高解析合成自然色衛星影像，如圖 5 及圖 6 所  
示。

圖 5、高解析合成自然色衛星影像(99/10/15)

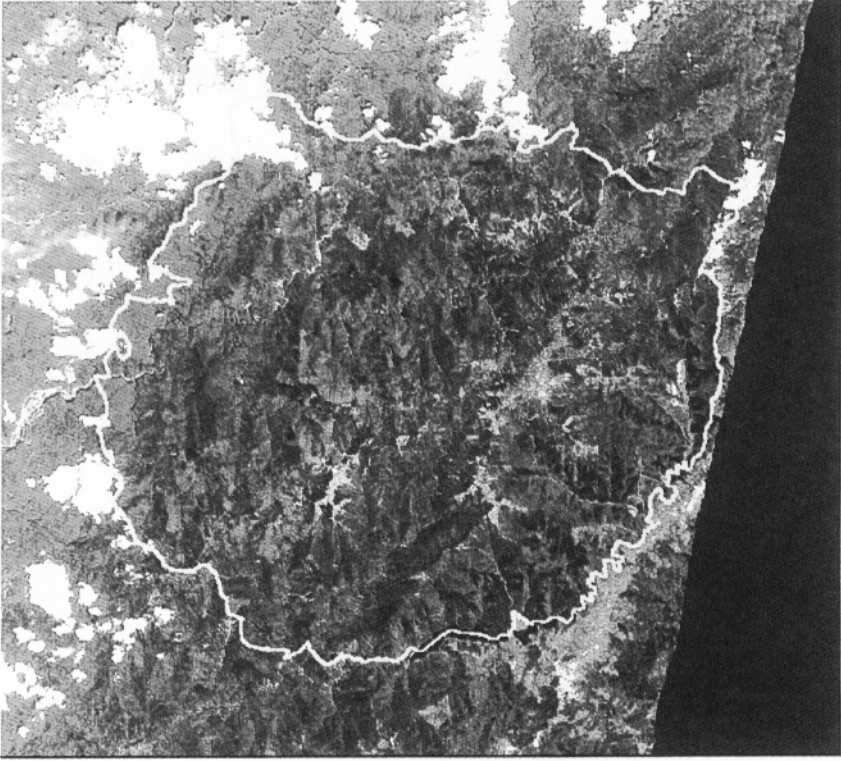


圖 5、高解析合成自然色衛星影像(99/05/12)

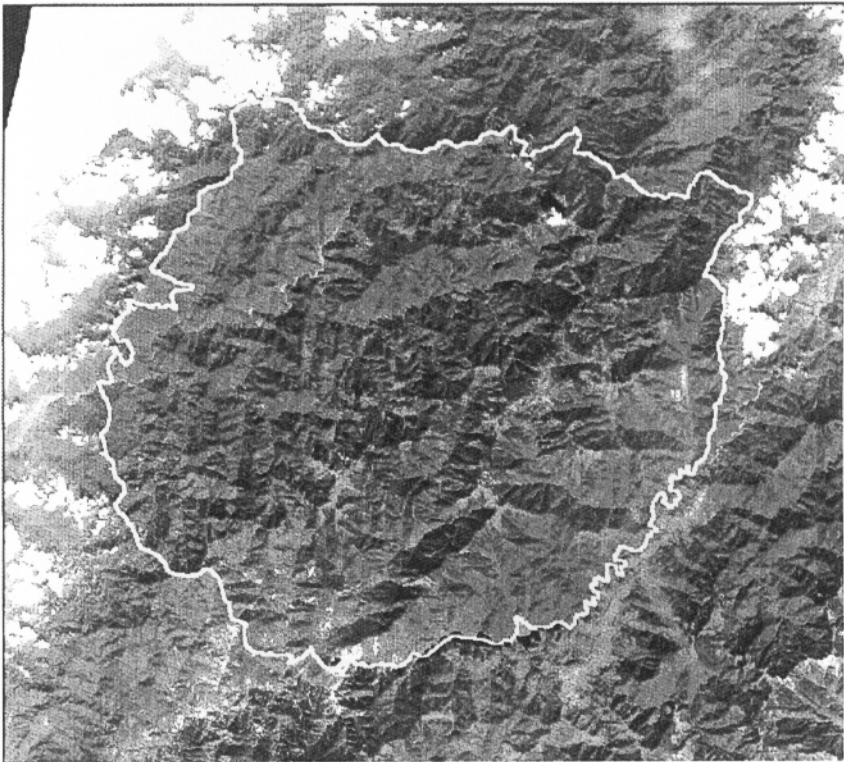


圖 6、高解析合成自然色衛星影像(99/10/15)



在研究中進行訓練區選取的過程，參考了農航所在 9/21~9/26 所使用之航照資料。由於其航照品質受天候與環境之影響，研究中選了谷關水庫附近兩幅航照如圖 7 與圖 8 所示。在進行正射化後，用作於訓練區選取時之參考，其相關位置如圖 9 所示。

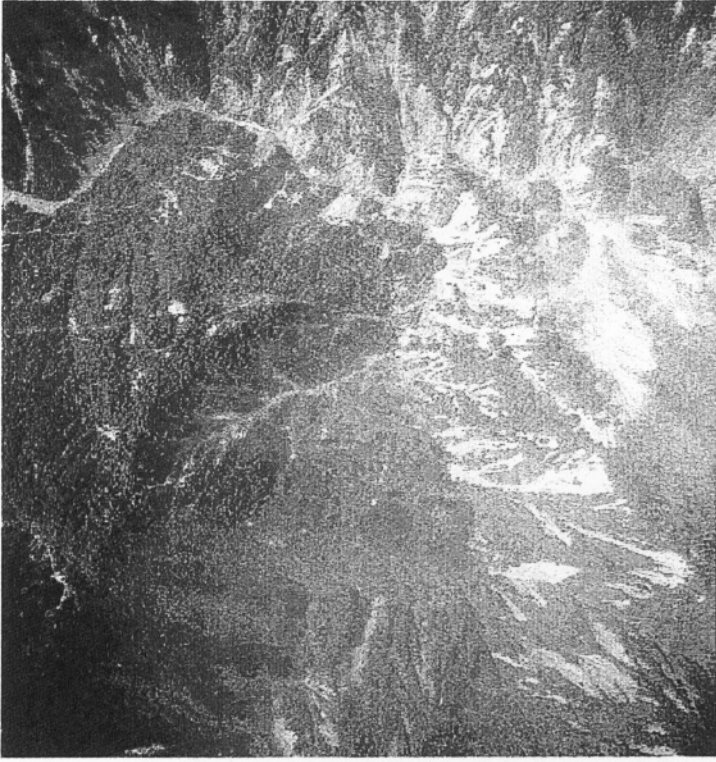


圖 7、九二一震災後谷關水庫附近航照



圖 8、九二一震災後谷關水庫附近航照

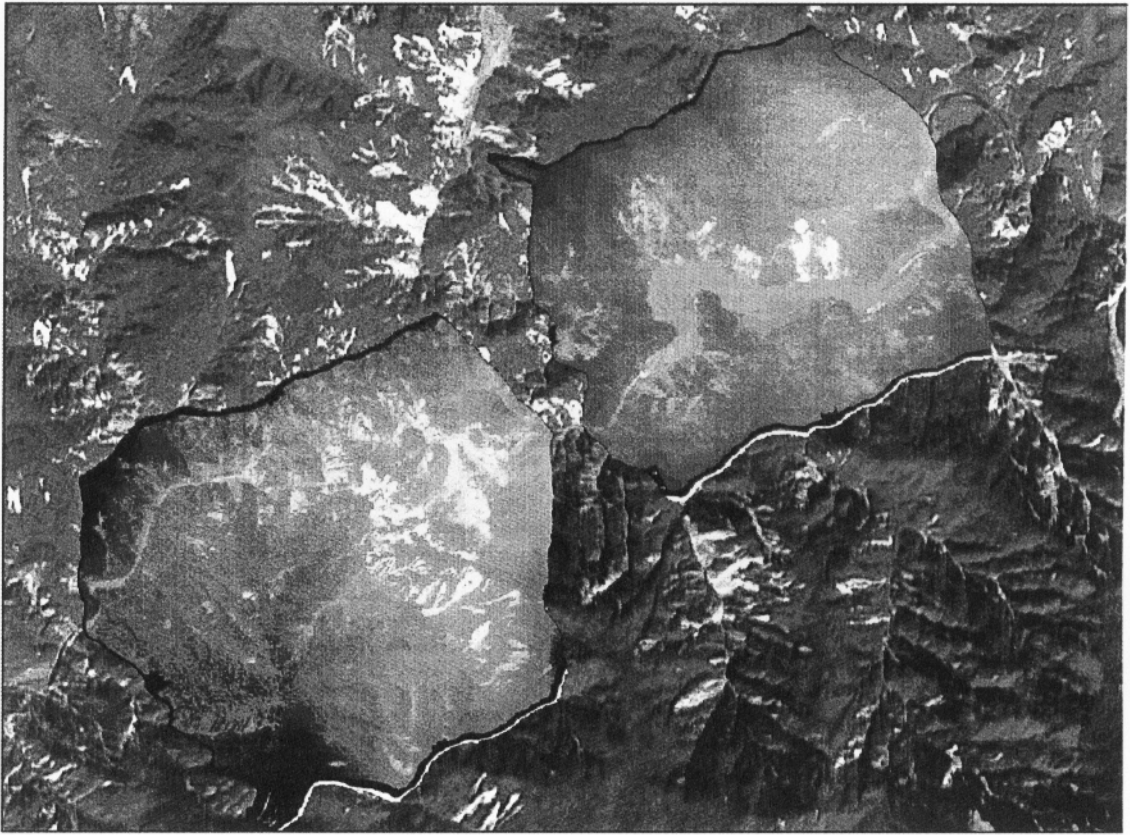


圖 9、用於訓練區參考之谷關水庫附近兩幅航照正射後相關位置

為了更進一步了解衛星影像與實際地表上的的對應關係，研究中分別將衛星影像與航照製作三維視覺模擬影像，並加以比較，如圖 11 至 14 所示，其中可看出崩塌的嚴重性。



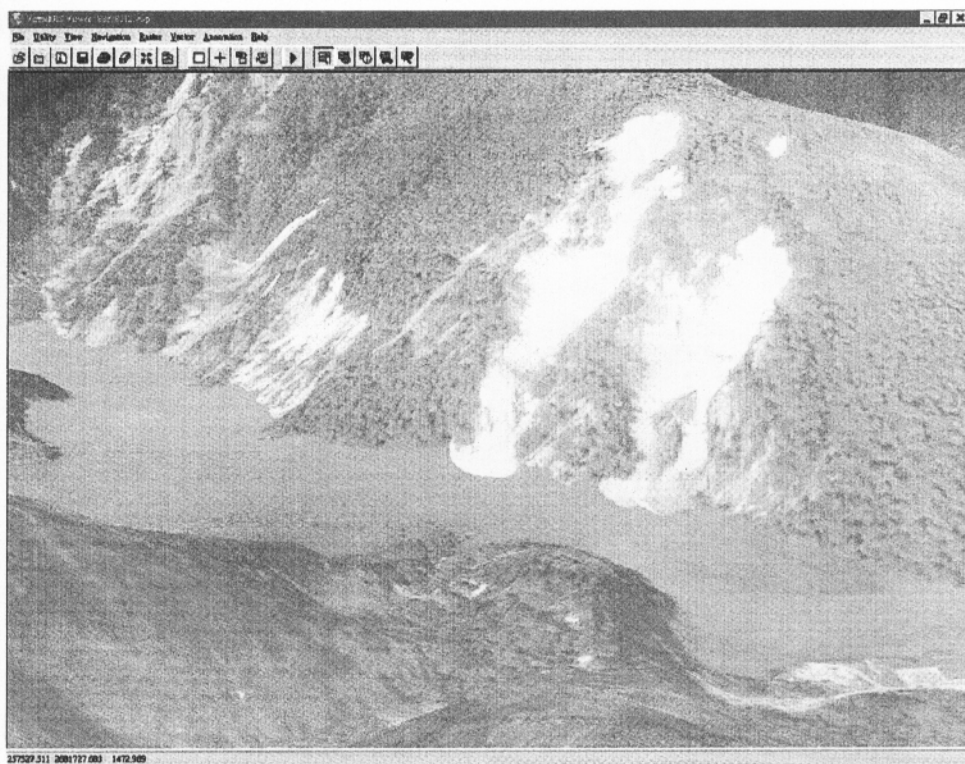


圖 11、利用正射航照所產生之三維視覺模擬影像



圖 12、利用 SPOT 4 自然色模擬影像所產生之三維視覺模擬影像

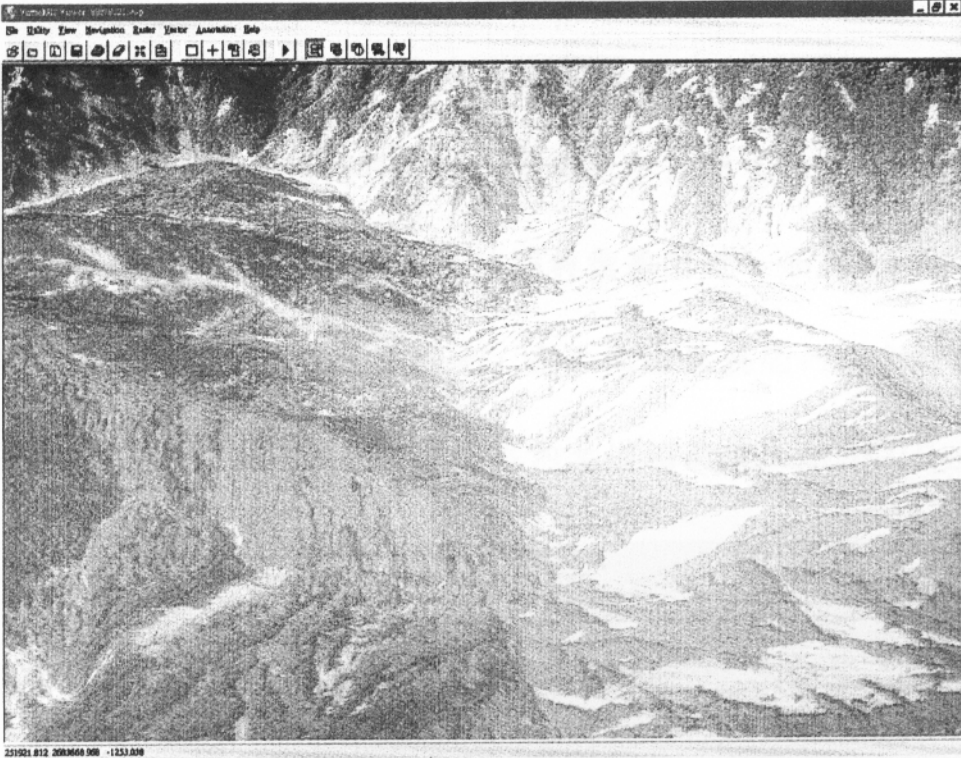


圖 13、利用正射航照所產生之三維視覺模擬影像

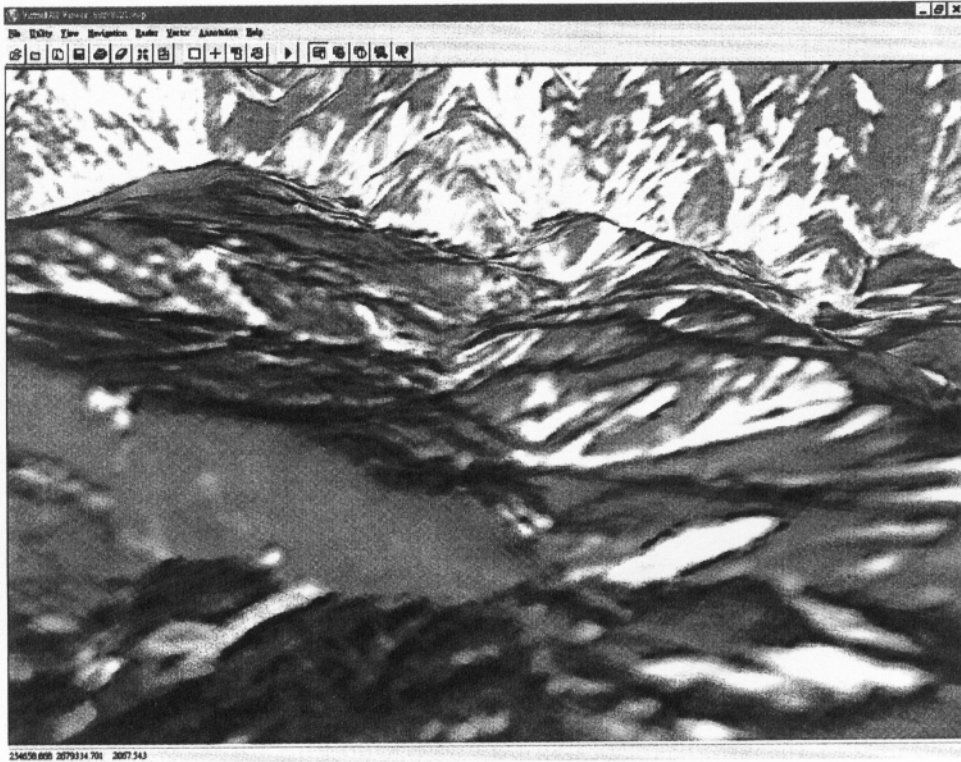


圖 14、利用 SPOT 4 自然色模擬影像所產生之三維視覺模擬影像

在分類過兩張不同時期的多光譜影像後，將新生之裸露地區選出，此即經由衛星影像判釋之新生崩塌地，如圖 15 所示。由崩塌的位置看來，大多分布在中橫公路谷關與德基附近，如圖 16 所示，而園區內部則較少有新生之崩塌地，在本幅影像範圍內所判釋的總崩塌面積為 1041 公頃。若僅計算園區內之崩塌面積，為 312 公頃。

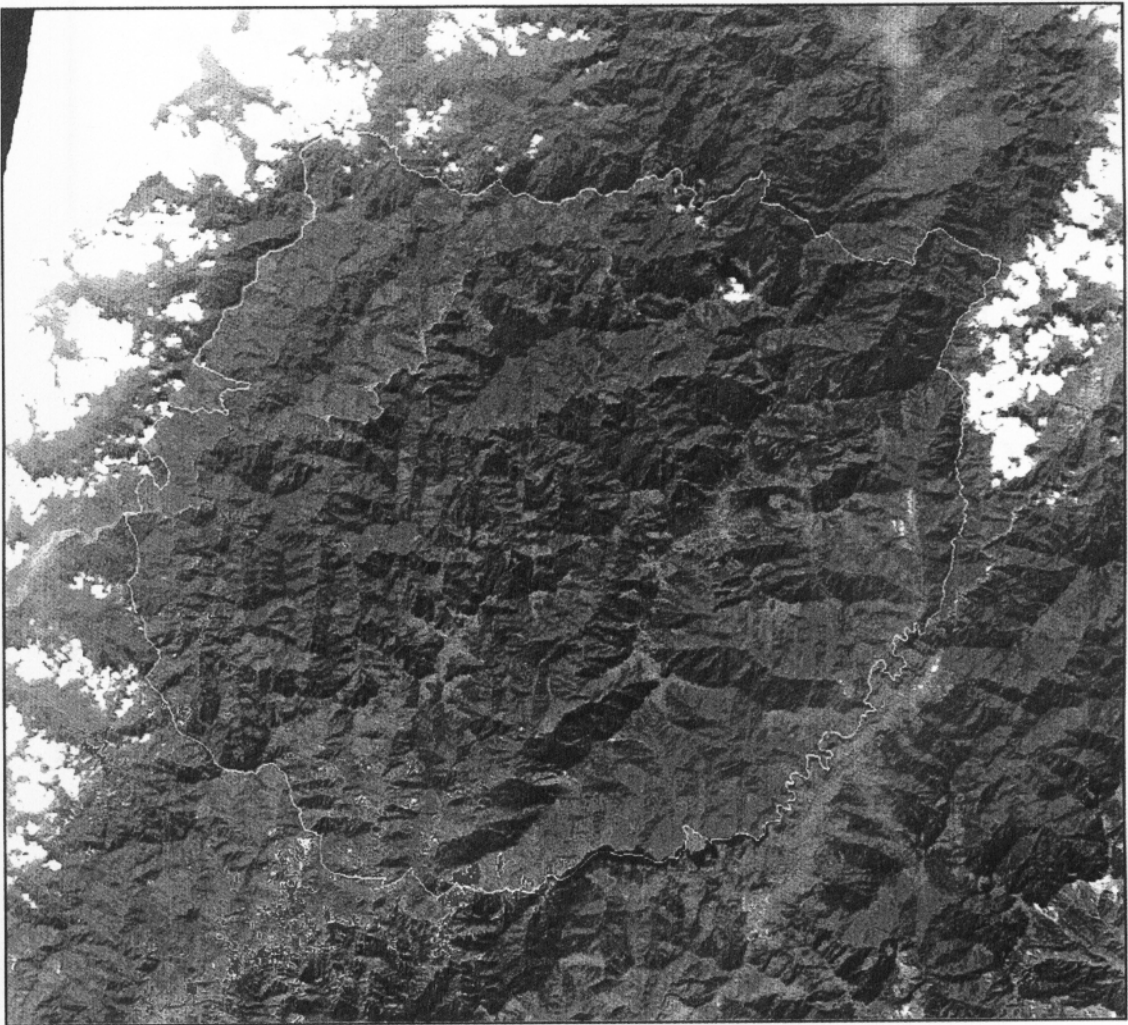


圖 15、經變遷判釋後有崩塌的地區（紅色區塊）



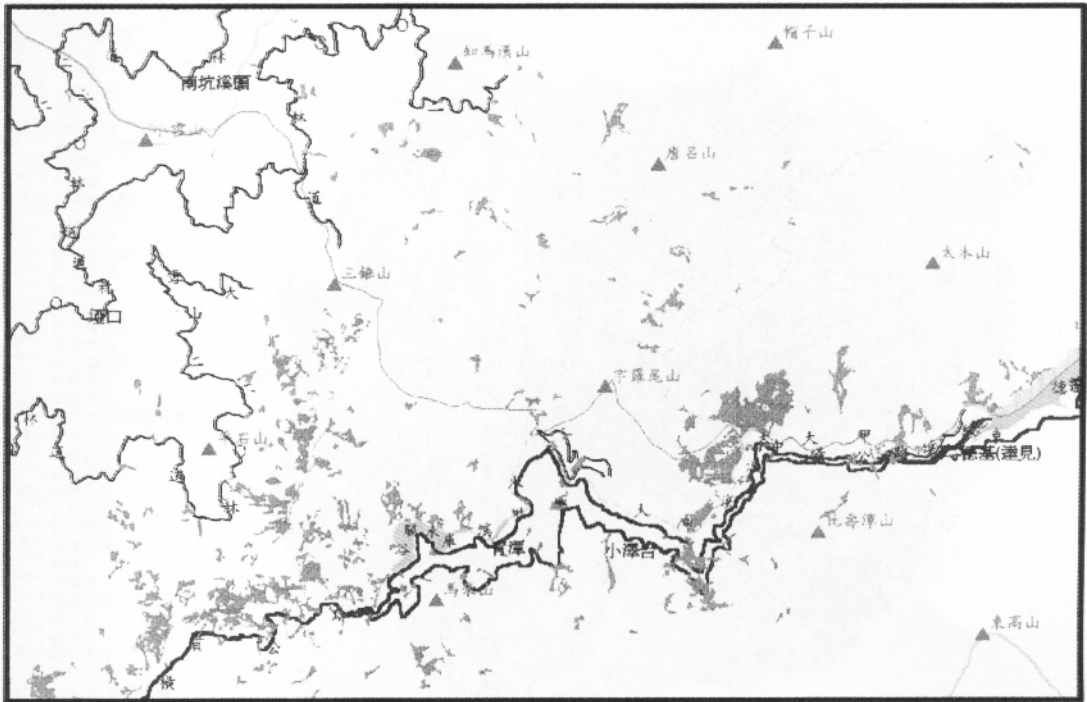


圖 16、崩塌的位置大多分布在中橫公路谷關與德基附近（棕色區塊）

應用林務局所製作之林相圖（83 年度航照判釋之成果），如圖 17 所示，可進一步了解各種林地之破壞情形。表 1 為根據土地利用型分類統計因崩塌受損之面積，表 2 為按照材積量分級進行統計之結果，表 3 為按照樹冠密度區分分級進行統計之結果，表 4 為按照地形坡度分級進行統計之結果。

- 土地利用型
- 人竹闊針混
  - 人針混
  - 人闊混
  - 工礦用地
  - 天針混
  - 天針闊混
  - 天然草生地
  - 天闊混
  - 天闊混
  - 台灣杉造林
  - 台灣樟造林
  - 冷杉天針
  - 杉木順造林
  - 青剛造林
  - 防火線
  - 其他天針
  - 其他針造林
  - 其他闊地
  - 其他闊造林
  - 松栎天針
  - 松栎造林
  - 河床、溪流、池沼水面
  - 建築用地
  - 柳杉造林
  - 苗圃用地
  - 徑竹造林
  - 區內的區外
  - 雲杉天針
  - 闊葉造林
  - 道路
  - 裸地
  - 樟樹造林
  - 闊竹地
  - 農茶地
  - 檜木天針
  - 檜木造林
  - 蘋果、梨、水蜜桃園
  - 灌木林
  - 鐵杉天針

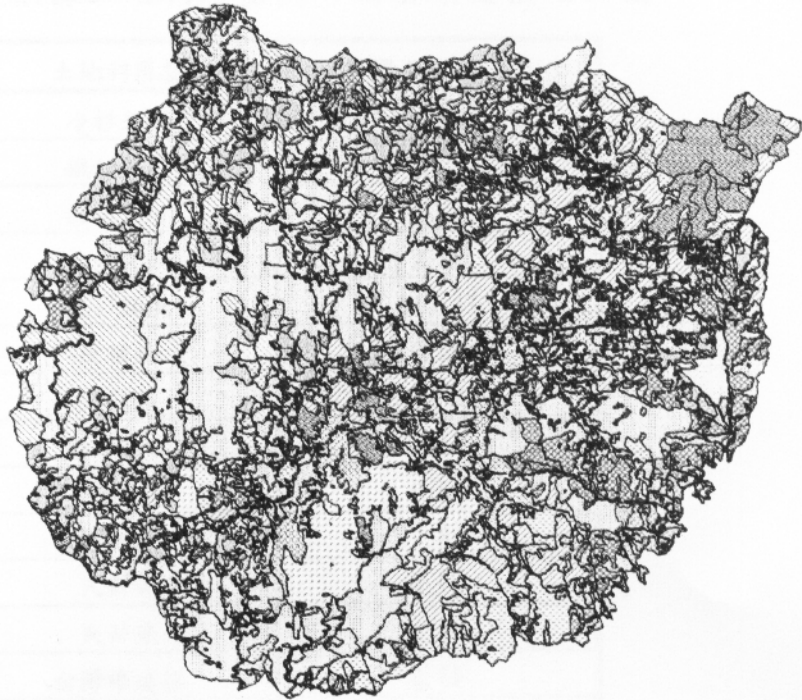


圖 17、林務局所製作之林相圖 (83 年度航照判釋之成果)

表 1、根據土地利用型統計因崩塌受損之面積

土地利用型	崩塌面積(公頃)
冷杉天針	0.69
鐵杉天針	0.39
松類天針	71.20
其他天針	2.95
天針闊混	110.47
天闊純	0.55
天闊混	17.25
檜木造林	1.14
松類造林	0.94
台灣杉造林	7.88
人針混	4.53
天針混	1.28
台灣櫟造林	0.05
灌木林	0.89
天然草生地	2.66
箭竹地	2.20
裸露地	75.39
河床、溪流、池沼水面	6.03
其他	6.15

表 2、按照材積量分級進行統計之結果

材積量分級	崩塌面積(公頃)
0-49 立方公尺	24.92
50-99 立方公尺	69.95
100-199 立方公尺	43.39
200-399 立方公尺	63.20
>=400 立方公尺	17.84

表 3、按照樹冠密度區分分級進行統計之結果

樹冠密度區分	樹冠密度百分比	崩塌面積(公頃)
非林地或幼齡地	0%-10%	87.17
散生	11%-30%	2.50
疏生	31%-50%	16.41
中密度	51%-80%	79.31
密生	>80%	121.09

表 4、按照地形坡度分級進行統計之結果

地形坡度	崩塌面積(公頃)
<5%	4.42
5%-15%	1.78
15%-30%	2.88
30%-45%	2.36
45%-55%	10.81
>55%	290.39

#### 四、結論

由本研究案所推估之成果，雪霸國家公園及其附近地區因 921 地震災變所造成之地表崩塌主要分布在中橫公路谷關至德基段附近區域，至於園區內部雖不如此區域嚴重，但亦有崩塌之區塊出現。

#### 五、參考文獻

1. ERDAS, 1994, *ERDAS Field Guide*, ERDAS Inc.

2. Richard John A., 1986, *Remote Sensing Digital Image Analysis*,  
Spring-Verlag.