

以物件式分類於航攝正射影像崩塌地快速自動分類判釋之成效

文／圖 ■ 黃宗仁 ■ 林務局農林航空測量所資源調查課技士（通訊作者）

葉堃生 ■ 林務局農林航空測量所資源調查課課長

一、前言

臺灣在汛期常受到颱風的侵襲，又加上位處地震帶，地質較為脆弱，如有颱風來襲，常因颱風所帶來的豪雨造成土石流與洪水，山區崩塌災害更是頻頻發生，從 97 年卡玫基與辛樂克颱風、98 年莫拉克與芭瑪颱風，至近年的 104 年蘇迪勒颱風與杜鵑颱風、105 年尼伯特颱風等，都可以發現颱風帶來快速累積的大量降雨，對於地表環境以及人類活動的影響十分嚴重。且近幾年全球氣候異常的影響，臺灣地區近 10 年來在非颱風季節出現極端性暴雨的機會也逐漸增加，亦引發重大災情。

農林航空測量所（以下簡稱農航所）為行政院災害防救辦公室空間情報任務小組之一員，除配合中央災害應變中心之開設，進行緊急區域之航攝影像蒐集、處理與提供外，並就林務局所轄林地可能受災之區域執行航空攝影，同時就所產製之圖資進行災情判釋，

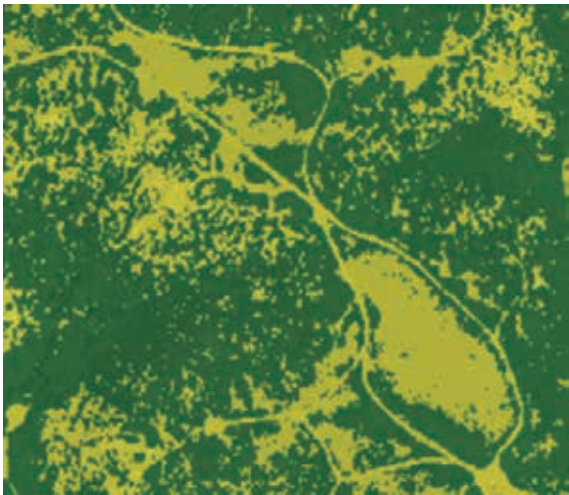
提供應變所需之重要空間情資與圖資，其中以重大颱風或豪雨事件所造成之崩塌地情資圖資為大宗。以往農航所進行判釋災區崩塌地作業，係使用災區正射影像以人工數化方式進行，此工作頗為耗時，以蘇迪勒颱風緊急災害期間為例，以人工數化一幅正射影像所需時間平均約 39.9 分鐘，而為爭取時效採多人同時參與判釋數化作業，則難以避免判釋標準不一致之情形。

農航所為提升判釋崩塌地資訊之效率，並強化判釋崩塌地之成果一致性，遂參考 101 ~ 103 年農航所委託辦理之「高解析度航遙測影像於崩塌地多維資訊自動萃取與資料庫建置」研究計畫，研擬一套以物件式影像分類軟體輔助快速萃取航攝正射影像崩塌地資訊之標準作業流程，協助農航所提升緊急災害應變期間崩塌地情資提供之效能。

二、影像分類方法之探討

(一) 椒鹽效應 (Salt and Pepper Effect)

影像分類技術傳統的作法是以像元式 (Pixel-Based) 的方法為主，即影像分類最小單元即為該影像之像元，其大小依相應之空間解析度而定，此法通常應用於衛星影像，因單一像元之光譜反射值無法直接代表地面上單一地物之特性，過小的資料當成為分析時之雜訊，會造成地物之不連續而形成破碎區塊，此即所謂椒鹽效應 (Salt and Pepper Effect) 的現象，若應用於超高解析度的航攝影像時，地表特徵被解析為更細緻之單元，則此效應將更為顯著而不易處理，而進行影響成果之可行性。



▲圖1、椒鹽效應(Salt and Pepper Effect)示意圖

(二) 物件式 (object-based) 分類方法

為了解決上述問題，現多改以物件式 (object-based) 分類方法進行影像分類。物件式的分類方法不以像元為分析單元，而是先將影像依光譜一致性進行影像分割 (image segmentation)，以每個分割出來的區塊 (物

件) 當作影像分類的最小單元，同時並統計每個區塊 (物件) 內的特徵值 (面積、形狀、光譜、紋理)，藉以提升分類的精度 (Jensen, 2006)。相關研究結果顯示，物件導向方法比像元式的影像分類方法所獲得的分類準確度更高 (孔繁恩等人, 2014)，本案使用之 eCognition 影像分類軟體，即為物件式分類工具的代表之一。

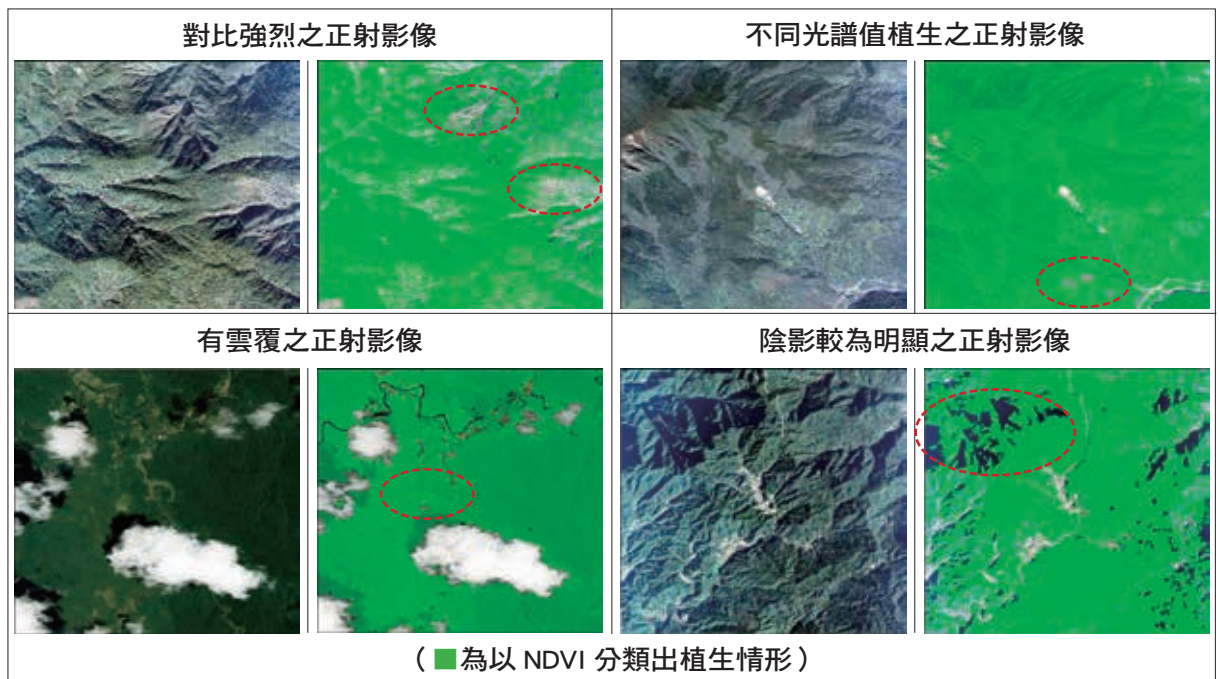


▲圖2、以物件式(object-based)分類方法進行影像分類

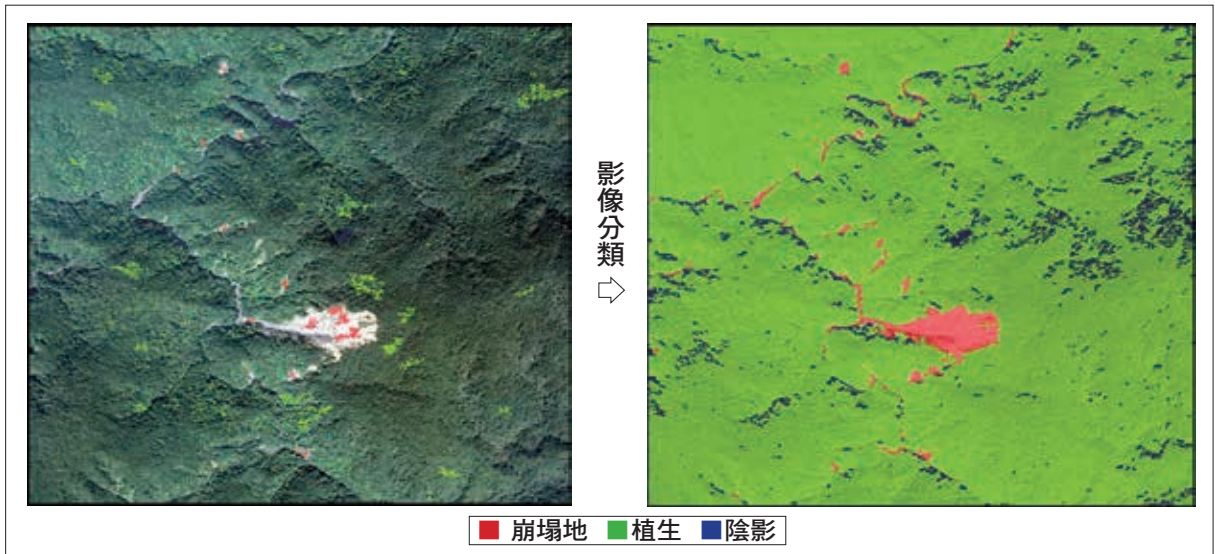
(三) 監督式分類

不同航攝任務所拍攝之影像光譜資訊不盡相同，加上雲覆遮蔽及陰影等影響，若僅使用同一門檻標準進行影像分類，常會造成萃取之崩場地資訊不一致或受到干擾。下圖 3 為

測試以不同航攝任務所產製正射影像，使用 NDVI 分類準則並以相同門檻值進行影像分類，分類結果發現光譜值反差較大（過亮、變色、陰影等）的植生會無法正確被判釋。



▲圖3、不同航攝任務之正射影像萃取植生之情形



▲圖4、以訓練樣區求得之參數進行影像分類（左：訓練樣區、右：影像分類成果）

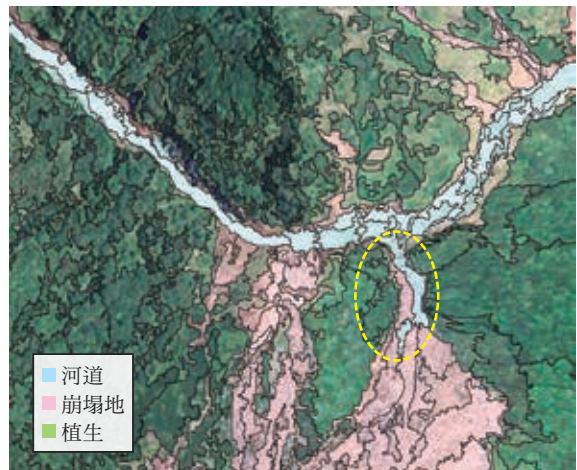
監督式分類則可針對同一航攝任務所產製之正射影像，先擇其中一幅正射影像，事先就欲區分之植生、陰影、崩塌地等類別，於影像上進行類別區塊之指認，並當作訓練樣區藉以就可用之分類變數進行分析，以建立其分類模式並取得適合於該航攝任務之各類別門檻值（如圖4），故可降低因不同航攝任務光譜強度差異所引起之分類偏差。

三、以坡度資訊輔助影像之物件分割

（一）影像分割

影像分割的目的是將影像依照其同質性分割成不同區塊，各區塊內之像元同質性高，而各區塊間則異質性高。由於影像分割的成果會直接影響分類的結果，影像分割之技術便成為物件式分類法之重要的議題 (Xiao et al., 2010)。經實作發現，河道、裸露地與崩塌地

因影像上的光譜資訊相近，無法以光譜更為準確區別其中之差異（下圖5黃色框選處所示），所萃取出崩塌地需經更多人工編修，反而無法有效提升處理效率。



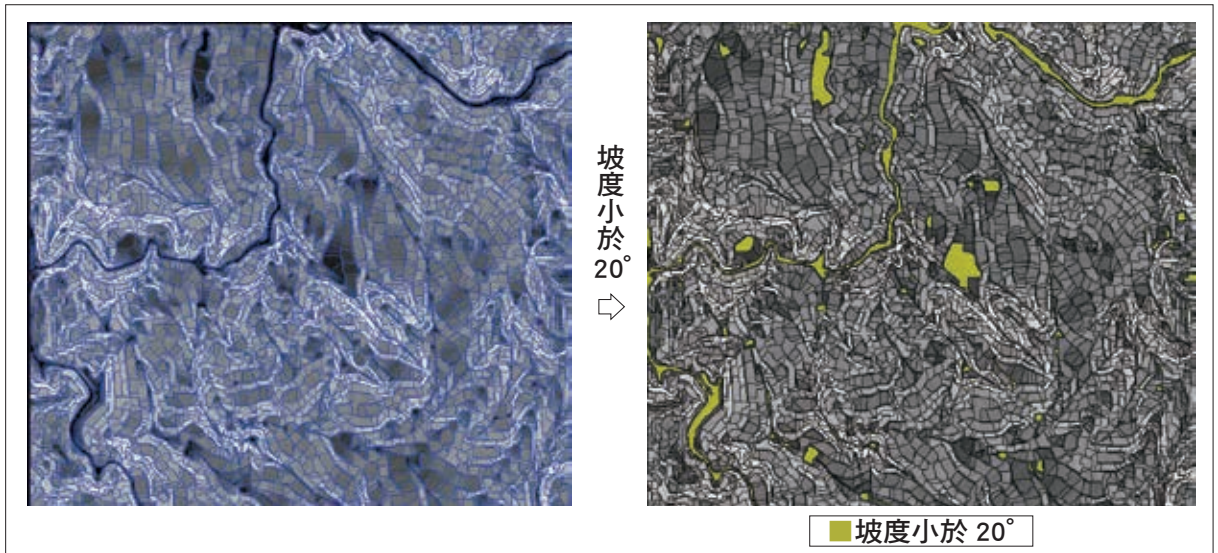
▲圖5、無法準確區分出河道與崩塌地之情形

（二）以坡度資訊輔助影像分割

由於面積、形狀或是光譜、紋理等資訊之特徵，並無法區分出河道、裸露地與崩塌

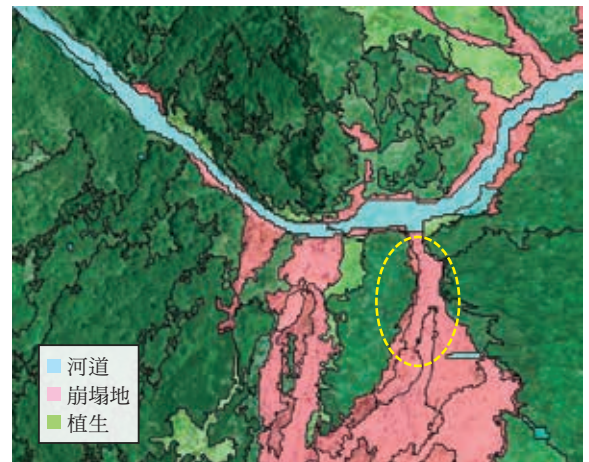
地之間差異；為能準確區別出河道、崩塌地，研析崩塌地自動分類之相關判釋規則，經研究討論後，認為崩塌地與河道最大之差異在於坡

度，若將坡度資訊引入分類準則，將有機會提升崩塌地之識別正確性，減少人工編修屬性之比重。下圖 6 為以坡度進行影像分類之成果。



▲圖6、過濾出平坦之河道或裸露地（左：以坡度進行影像分割、右：過濾出河道及裸露地）

本案亦發現，在物件分割階段即引入坡度因子，比起將坡度當作分類變數，其後續分類效果與準確度皆可大幅增加。在物件分割階段事先濾除坡度小於 20 度之物件後，再以監督式分類方式由訓練樣區求得之門檻值，進行植生、陰影、裸露地及崩塌地等類別之分類運算，結果可發現原無法區分河道與崩塌地的部分，已能準確區別，確實提升崩塌地識別之正確性（比較上圖 5 與下圖 7 中黃色虛線框選處）。

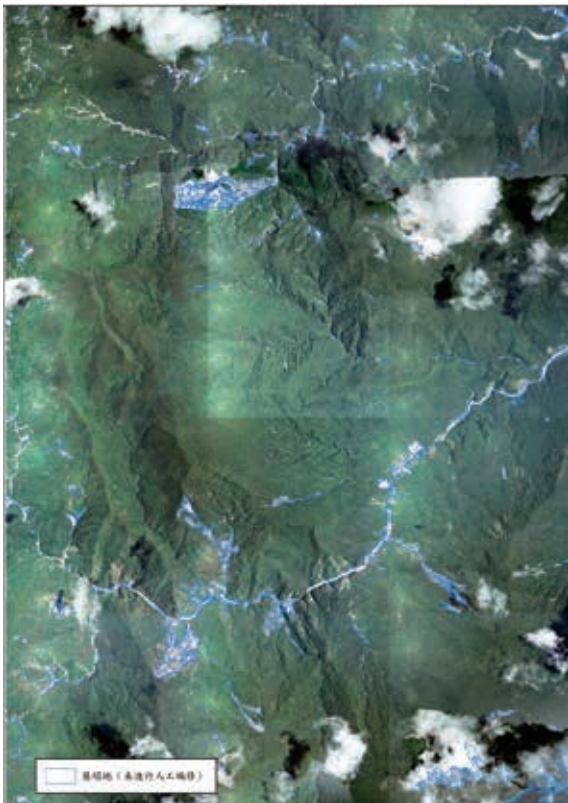


▲圖7、將坡度分類成果納入後，進行監督式影像分類

四、批次進行影像分類萃取崩塌地，並以人工檢視及編修其成果

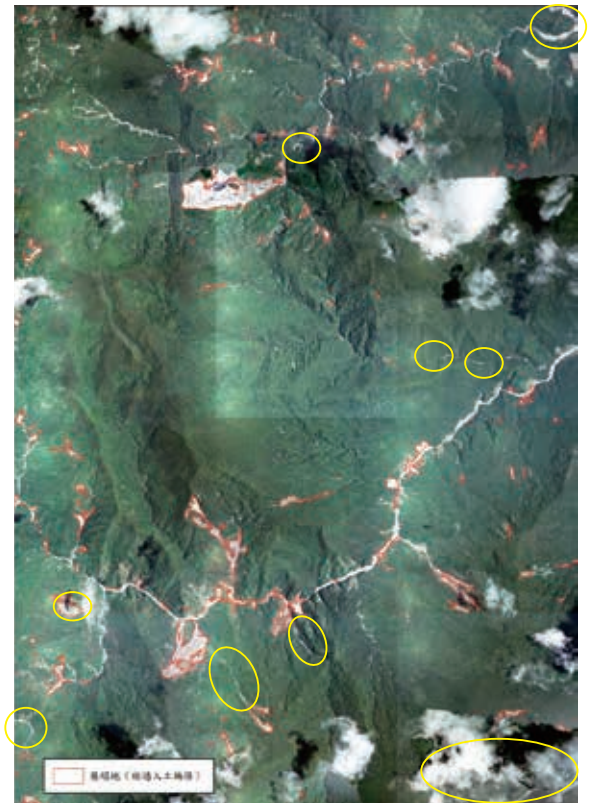
經上述測試，確認該分類演算程序可有效區分河道及崩塌地，便可將所有分割、變數產生、變數引入、門檻設定、資料輸出等程序編寫為分類演算準則檔，並導入 eCognition 影像分類軟體 Server 版本，即能就該批正射影像

進行崩塌地自動萃取批次化作業。本次實驗影像為 12 幅 1 / 5000 災後正射影像（8bit、4 個波段之 2 公尺地面解析度正射影像），以及由內政部 5 公尺解析度數值地形模型產生之坡度圖，相關自動萃取經後續人工檢視、編修後，成果如下：圖 8 為自動萃取崩塌地成果，圖 9 為人工再檢視並編修成果（黃色虛線框選為人工編修處）。



▲圖8、以eCognition影像分類軟體自動萃取崩塌地（未進行人工檢視編修）

本次實驗影像以人工數化崩塌地，作業時間每幅正射影像平均所需時間約 18.6 分鐘；而改以 eCognition 影像分類軟體自動萃取崩塌地後，因正確度及圖形吻合度皆較以往像元式分類為高，降低人工再編修之作業時間，故



▲圖9、人工檢視eCognition影像分類軟體自動萃取崩塌地之成果

平均每幅正射影像僅需耗時 4.2 分鐘，縮短約 14.4 分鐘，處理作業時間成效十分顯著。12 幅影像之崩塌地萃取成果，及各階段處理（包括自動萃取、後續人工檢視、編修）之時間紀錄如下表 1。

表 1、人工數化崩塌地與以 eCognition 影像分類軟體自動萃取崩塌地之作業時間比較

工作項目		處理時間		崩塌地成果	
				數量 (筆)	面積(m ²)
人工數化崩塌地		3小時43分 (18.6分/幅)		195	2,154,330
eCognition影像分類軟體自動萃取崩塌地	自動萃取崩塌地	5.2分 (26秒/幅)	合計50.2分 (4.2分/幅)	547	3,466,936
	人工檢視編修	45分 (3.75分/幅)		190	2,072,159

註：數量之不一致，乃單純人工數化崩塌地時，對轉折細緻度之掌握無法一致，以及邊界辨識誤差所致，故難以達到完全相同。

另檢視 eCognition 影像分類軟體自動萃取崩塌地與人工數化崩塌地之成果，兩者萃取之崩塌地大致上吻合。

五、自動萃取崩塌地及人工編修流程

上述測試結果，建置 eCognition 萃取崩塌地相關作業流程如下：



六、結論

以影像自動分類方式進行自動化崩塌地資訊萃取，為目前提升分類作業效率之主要概念，惟若萃取出之資訊含有過多錯誤資訊，或過於破碎，則反而增加除錯及後續處理時間，未能收自動化之效。

農航所以物件式影像分類之概念，藉由撰寫分類準則檔作為自動化分類之依據，並將坡度因子作為物件分割之變數之一，搭配商業軟體運作，事先濾除坡度較為平緩之河道及裸露地，再輔以監督式分類方式，先由訓練樣區求得適合該期航攝任務正射影像之門檻值後進行分類，確實可提升崩塌地識別之正確性，同時減少人為主觀判斷，並使萃取之崩塌地成果更具一致性，並可有效分類出崩塌地、植生、陰影等類別，大幅降低作業時間，處理成效明顯提升，將可加速未來緊急災害應變之崩塌地圖資萃取作業，對崩塌地災害情資之研判提供作業量能有實質上之助益。📍