

應用 H.O.S.T 地圖判釋土石流潛勢溪流影響範圍地形特徵

—以南投縣神木村 DF199 潛勢溪流為例

Interpretation Terrain Features of Potential Debris Flow Torrent Influence Zone Using H.O.S.T Map—A Case of Potential Debris Flow DF199 in Shenmue Village, Nantou.

陳昭岑^{1、2*}、陳振宇²、黃奉琦³、高百毅²、白佩鑫²、林宥伯^{2、3}

Chao-Tsen Chen^{1、2*}、Chen-Yu Chen²、Feng-Chi Huang³、Bai-Yi Kao²、
Pei-Hsin Pai²、Yu-Po Lin^{2、3}

1.財團法人農業科技研究院

2.行政院農業委員會水土保持局技術研究發展小組
(通訊作者 Email:wji4xo6@mail.swcb.gov.tw)

3.財團法人臺灣營建研究院

1. Agricultural Technology Research Institute

2. Research and Technology Development Team, Soil & Water Conservation Bureau,
Council of Agriculture

3. Taiwan Construction Research Institute, New Taipei City 231, Taiwan

摘要

因受極端氣候影響，如崩塌、地滑及土石流等土砂災害發生頻率與規模增加，且多具有重複性，若能掌握土石流潛勢溪流地形特徵，準確劃定其影響範圍及其保全對象，將能提升後續防減災工作之效能。近年來，國內外許多學者應用高精度、高解析度的數值地形模型產製的圖資於判釋及分析地形地貌，已能掌握各種地形特徵。然而傳統地形圖資受限於判讀者主觀視覺影響，致使各地圖使用者判讀地形特徵時，容易產生落差，且對於一般未經訓練的人而言，不容易直接判讀出地形地貌，並於腦海中無法自動轉換成三維地形。

本研究運用具有極佳立體感及可呈現微地形特徵之H.O.S.T地圖進行地形地貌特徵判釋，相較於傳統地形圖資，H.O.S.T地圖更能凸顯豐富的微地形特徵，且讓地圖使用者在室內透過圖資，即可掌握該地區的地形、土石流潛勢溪流之溢流點、影響範圍以及災害型態等資訊，大幅縮減野外調查所耗費的時間。

關鍵字：H.O.S.T地圖、投縣DF199、地形特徵判釋

Abstract

Due to the influence of extreme weather, the occurrence frequency and scale of the sediment disasters such as slope failure, landslides, debris flows have increased, and are mostly repetitive. If the topographic characteristics of the potential debris flow torrent can be grasped, the scope of their



influence can be accurately delimited and determined. It will enhance the effectiveness of subsequent disaster prevention and mitigation work. In recent years, many researchers have used the maps produced by high-precision, high-resolution digital terrain models to interpret and analyze the topography and geomorphology, and they had been able to grasp various topographic features. However, traditional topographic maps are limited by the subjective visual influence of the readers. It is easy to produce a disparity when the map user interprets the topographical features. For the general untrained person, it is not easy to directly command the topographical features and also can't be automatically converted to 3D terrain.

H.O.S.T maps with excellent terrain rendering effects are used to interpret topographic characteristics. The results show that compared with traditional topographic maps, H.O.S.T maps can highlight rich micro-topographic features and allow map users to use maps indoors to grasp the topography of the area, the overflow point of the potential debris flow torrent, the influence zone, and the type of disaster, etc., which greatly reduces the time spent on the field.

Key Word : H.O.S.T Maps 、 Nantou DF199 、 Interpretation of Terrain Features

一、緒言與研究目的

土石流災害的發生對於區域環境造成的危害極為嚴重，依據「土石流潛勢溪流劃設作業要點」(水土保持局，2019a)及「土石流潛勢溪流劃設作業手冊」(水土保持局，2019b)，利用地形圖等圖資判釋土石流潛勢溪流，並劃設其影響範圍及至溪流現場調查確認，可事前有效評估災害潛勢，預先規劃防減災工作，並作為防災整備與疏散避難規劃之參據。

隨著航遙測技術之提升與地理圖資系統科技的輔助，國內外已發展多種圖資可應用於判讀地形、地貌，如等高線圖、分層設色圖及日照陰影圖等，然各式圖資表現方法上仍有其不足之處，亦可能因主觀判釋因素，而遺漏重要的地形地貌資訊，因此，本研究運用具有極佳立體感及可呈現微地形特徵之H.O.S.T地圖，進行土石流潛勢溪流影響範圍之地形特徵判釋，並進行野外現地查核，以驗證數值地形圖所判讀之地形特徵是否吻合。

二、研究區域概述

2.1 土石流潛勢溪流基本資料

本研究區域位於南投縣信義鄉神木村境內，編號為投縣DF199。於2000年，由水土保持局劃設為土石流潛勢溪流(編號：南投076)，後於2009年，整合全臺土石流潛勢溪流編碼及相關資訊，如表1所述。

2.2 水文概況

投縣DF199土石流潛勢溪流，位處鹿林子集水區內，鄰接神木子集水區，屬濁水溪水系支流陳有蘭溪上游。溪流長度為5.856公里，集水區總面積約866公頃，災害類型屬於溪流型土石流，災害潛勢為高風險等級。

2.3 地質概況

研究區域為中新世晚期之南莊層、深坑砂岩及現代沖積層(圖1)。南莊層之岩性為砂岩、頁岩與砂頁岩薄互層為主。深坑砂岩以塊狀砂岩夾薄層砂岩為主。在地質構造方面，鄰近沙里仙溪斷層、神木斷層及霍薩溪斷層，



亦有東北－西南走向之向斜及背斜軸通過，致使該地區地層多為破碎的岩層，易受風化與侵蝕作用影響而發生崩塌，為土石流潛勢溪流帶來大量的土砂料源。

2.4 災害紀錄敘述

自1996年起歷年災害事件影像紀錄及災害發生情況，相關彙整如表2、圖2所述。

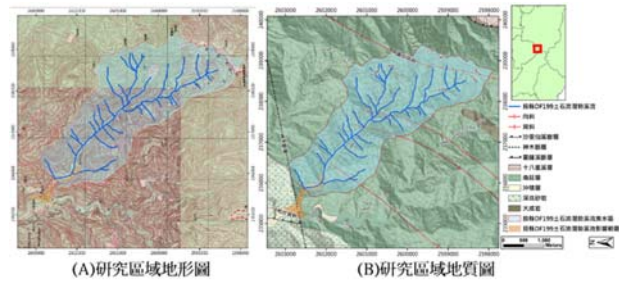


圖1 研究區域地形與地質圖

表1 投縣DF199土石流潛勢溪流基本資料表

溪流編號	溪流長度 (公里)	溪流平均 坡度(度) ^註	集水區 面積 (公頃)	溪流名稱	溪流所屬 子集水區	重要地標	鄰近道路
投縣 DF199	5.856	11.8	866	出水溪	南平坑	神木國小	神木巷

註：溪流平均坡度係由前期調查資料及本次調查套疊內政部5公尺等高線求得。

表2 投縣DF199土石流潛勢溪流歷年災害彙整表(水土保持局，2009及2017)

時間	災害事件	災害描述紀錄
1996 年	賀伯颱風	大量土砂沿出水溪流出，匯集至和社溪匯流口，將神木橋拱起並隨土石流下移，造成道路中斷，神木國小、入山檢查哨及神和橋等均遭土石流沖毀、掩埋。
1998 年	0509 豪雨	出水溪發生土石流，神木國小前之霍薩溪橋遭土石破壞，致交通中斷及 39 戶居民受困。
1999 年	0528 梅雨季豪雨	霍薩溪橋再度遭土石流沖毀，神木村百餘人受困。
2001 年	桃芝颱風	出水溪發生土石流溢流災害
2006 年	0608 豪大雨	豪雨引發出水溪上游崩塌，大量土石崩落，將設置於該溪沿岸多項觀測儀器掩埋，並危及下游地區。
2007 年	0809 豪雨	土石流致使出水溪上游觀測點鋼索斷裂，並對下游保全對象造成嚴重威脅。
2008 年	0716 至 0723 降雨	出水溪上游坡地受沖蝕，造成約 2 公頃的崩塌，鄰近保全戶受到威脅，那瑪嘎班橋亦遭崩塌滑落之土石掩埋。
2009 年	莫拉克颱風	土石流導致神木樟樹公及鄰近設施、觀測儀器皆遭土石損壞、掩埋，對外連絡道－神木巷遭土石沖毀而中斷。
2012 年	0610 豪雨	靠近溪流之道路受土石沖刷，造成毀損。
2014 年	0521 豪雨	神木巷遭土石沖毀，導致交通中斷。
2017 年	0601 豪雨	土石流造成多處民宅沖毀，連外道路全數中斷。



圖2 投縣DF199土石流災害影像(摘錄自水保局歷史影像平台)

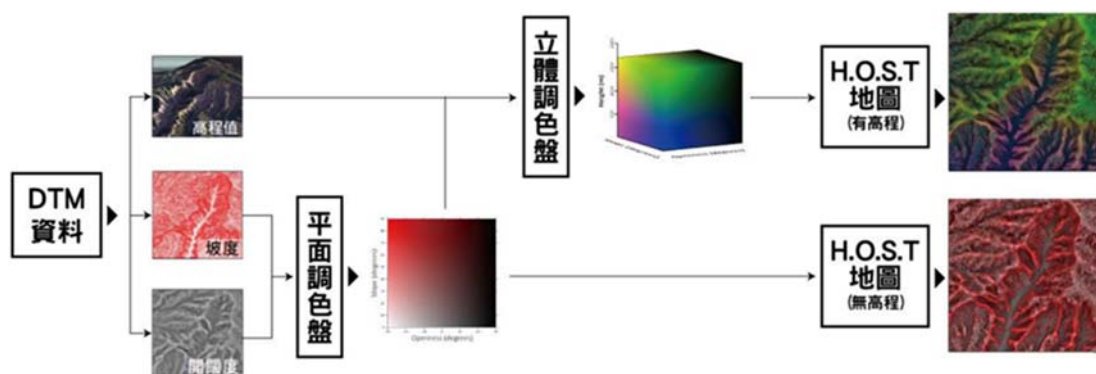


圖3 H.O.S.T地圖製作原理

三、研究方法

3.1 H.O.S.T 地圖

H.O.S.T地圖為水土保持局於2017年創新研究計畫補助，結合地形高程(Height)、地形開闊度(Openness)及地形坡度(Slope)所開

發之三維視覺化地形圖(Terrain Map)，其製作原理如圖3所述(郭耀駿，2016；蕭宇伸，2017)。

H.O.S.T地圖能有較好的地形呈現效果，主要係藉由不同的地形開闊度與地形坡度計算方法，調整合適的彩度色階來表現地形的

傾斜程度，提供視覺上更佳的立體呈現效果，讓地圖使用者能輕易的判讀出豐富且詳細的地表資訊。

本研究利用內政部於2011年8月以空載光達所產製之1m數值高程模型(DEM)及2021年5月透過無人機空拍影像所製成的0.5m數值地表模型(DSM)，製作研究樣區之H.O.S.T地圖，並以此圖資判讀「投縣DF199」土石流潛勢溪流之影響範圍與微地形特徵。

3.2 野外查核

本研究針對室內判釋之影響範圍與微地形特徵，進行野外查核作業，查核方式為沿投縣DF199溢流點2(OFP02)至下游匯流口，查核點位置圖如圖4所示，同時，填寫「土石流潛勢溪流基本資料現地調查表」(水土保持局，2019b)，將調查表單內要求之查核位置，蒐錄現地影像、進行GPS定位與查核河道土砂沖淤情形，且依現地地形及歷史災害紀錄檢核潛勢溪流現況與溢流點位置。

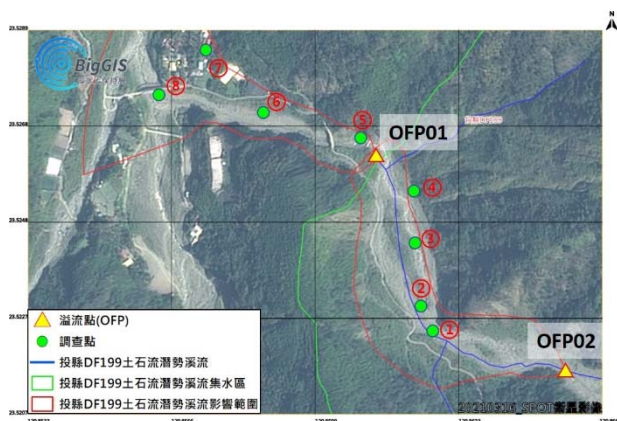


圖4 現地查核點位圖
(拍攝時間2021/03/16 SPOT衛星)

四、綜合結果與討論

4.1 H.O.S.T 地圖微地形特徵判釋

本研究以2011年內政部1m DEM所製成

之H.O.S.T地圖，如圖5所示，同時，為瞭解投縣DF199潛勢溪流土砂淤積現況，亦以2021年5月UAV空拍產製之0.5m DSM製作成H.O.S.T地圖，如圖5至圖8所示。

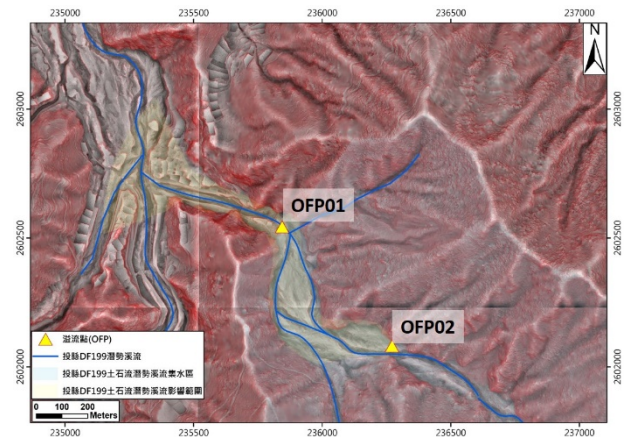


圖5 投縣DF199影響範圍全景H.O.S.T圖
(2011年DEM產製)

在地形特徵方面，H.O.S.T地圖可清楚看出河道上明顯土砂堆積地形，且由沖積扇地形邊界可見不只一期的土砂堆積，若同一集水區在谷口處多次堆積不同時期沖淤者，稱為複成沖積扇(周憲德，2020)。判讀H.O.S.T地圖發現，投縣DF199影響範圍內有2處複成沖積扇地形特徵。其一，位於溢流點1及溢流點2間，支流所構築的沖積扇(圖6)，該支流可觀察到完整的發生段、流動段及淤積段，且具有明顯溪谷地形，但因集水區範圍較小，所產生之沖積扇範圍不大，而此沖積扇因受出水溪主河道沖刷，沖積扇以狹長型分布於主河道攻擊坡。

另一複成沖積扇位於出水溪與那瑪嘎班溪匯流口(圖7)，受地形限制，土砂多堆積於匯流口右岸，且此沖積扇正好位處出水溪、和社溪及那瑪嘎班溪三溪匯流口，沖積扇地形同時受三條溪流塑形，並由河階數量及歷史災例可知沖積扇不只一期的土砂堆積。

判讀土石流潛勢溪流河道特徵，發現仍有大量土砂淤積於河道(圖8)，且明顯可見多道側積堤與多條河水流路，顯示溪水會因應水流大小而在不同時期有不同路徑。

然而舊有河階旁的河道，清楚判讀出因水流冲刷河道兩側，所形成之下切河道地形，且發現出水溪與那瑪嘎班溪匯流口有明顯冲刷與堆積的交叉點(圖9)。

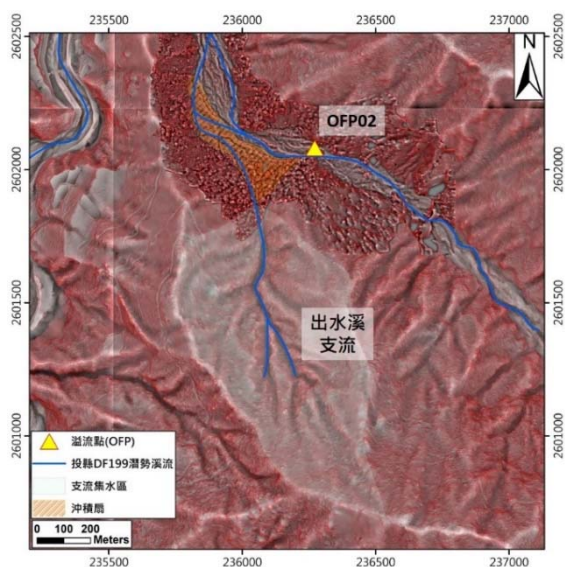


圖6 投縣DF199土石流支流之沖積扇

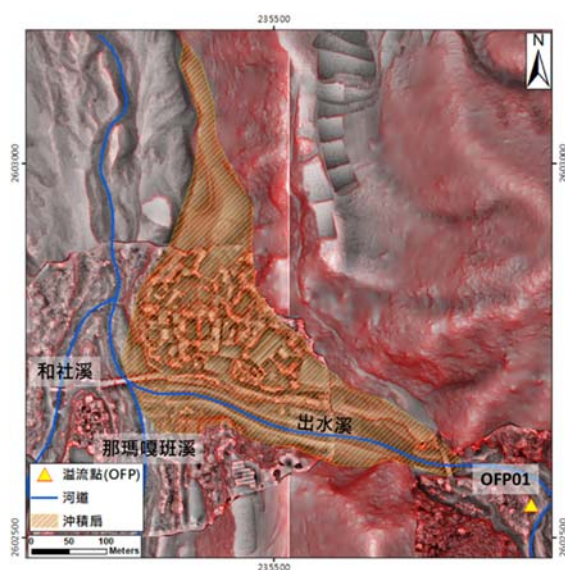


圖7 投縣DF199匯流口之複成沖積扇

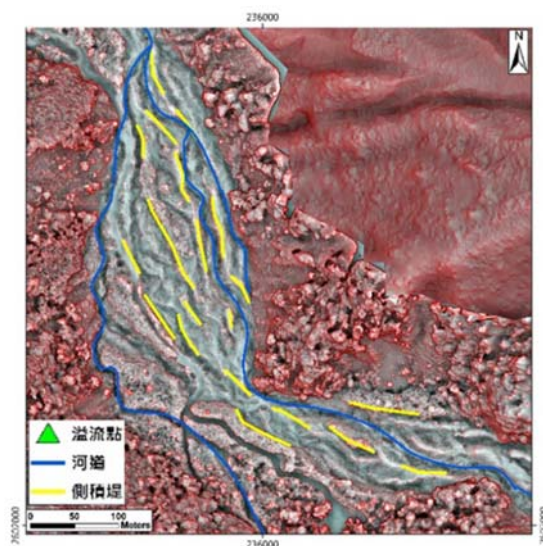


圖8 河道土砂堆積情形與側積堤分布

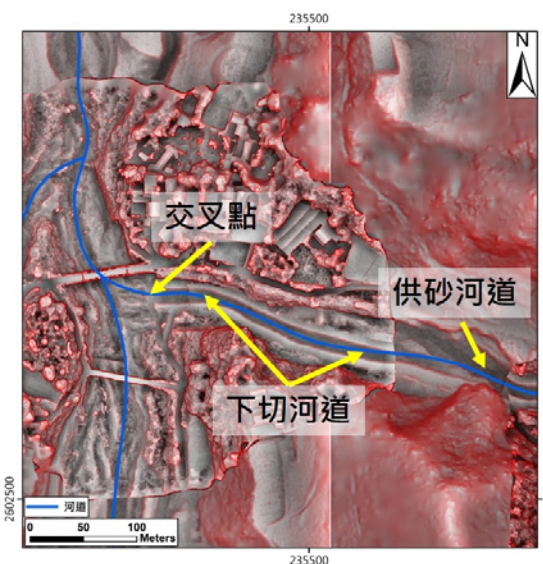


圖9 沖積扇微地形特徵

4.2 野外查核成果

土石流潛勢溪流之野外查核目的，藉由實地走訪土石流潛勢溪流瞭解現地狀況，同時，針對室內作業之圖資判釋結果進行驗證。檢核工作有(1)確認溢流點位置；(2)影響範圍地形特徵檢核；(3)保全對象的分布調查；(4)填寫土石流潛勢溪流基本資料現地調查表。

如圖4所示自溢流點2（OFP02）至下游匯流口，共計8項查核點位置將其地貌特徵分述如下：

- 1.查核點1為溢流點1與2間支流之沖積扇地形，經現場量測土砂堆積高差約1-2公尺，並明顯看出至少2階之土石堤(圖10)。
- 2.查核點2為進一步觀察土石堤，發現其縱剖面顆粒無大小規則分布及無明顯粒徑分層(圖11)，此與一般河川沖淤所形成之自然堤特徵(水流粒徑大小分層淤積)不同，因此推測為土石流堆積所形成之沖積扇。



圖10 查核點①支流之沖積扇土石堤



圖11 查核點②土石堤縱剖面



圖12 查核點③河道淤積大量土砂石塊



圖13 查核點④河道旁邊坡現況

- 3.查核點3位於溢流點1與2間的河道，河道內有大量土石材料堆積，多為粒徑大小不等之砂、頁岩塊(圖12)，且表面未見青苔，亦可發現不同期土石流事件所堆積之側積堤。
- 4.查核點4為河道右側邊坡(圖13)，坡面多為崩積土石，雖可見禾本科植被生長，然仍有侵蝕溝地形發育，且坡面可提供下移之土方材料，整體植生屬中等稀疏。
- 5.查核點5為位於溢流點1處，所設之兩座長約30公尺、高度約2公尺潛壩，前方的潛壩壩體已遭土石掩埋，只能看出壩翼位置；後方之潛壩有部分壩體遭磨蝕的痕跡(圖14)。
- 6.查核點6為溪流下游沿岸，發現已有大量土砂堆積，且河道已形成下切河道的地形特徵(圖15)，目前土砂雖未溢出河道對道路造成影響，然未來若再有土石下移可能溢出河道，對保全對象及道路將造成危險。
- 7.查核點7為出水溪與那瑪嘎班溪匯流口，河道中有大量大小不一的巨礫、礫石及土砂堆積，且溪床有堆高的現象(圖16)。
- 8.查核點8為匯流口之沖積扇(圖17)，投縣DF199影響範圍之保全對象，主要集中於沖

積扇上(河道右岸)，其與溪流高差小於10公尺，目前仍有民眾實際居住的情形。

進行現地勘查時，可依據在室內圖資判讀作業及整理的相關資料，綜整出現地勘查所需的路線圖或關注區域相關應用之圖資，並於現地勘查時，填寫各項土石流潛勢溪流基本資料現地調查表單，本次現地勘查填寫表單如附表所示。



圖14 查核點⑤潛壩現狀



圖15 查核點⑥河道明顯下切河道地形



圖16 查核點⑦匯流口河道有巨礫堆積



圖17 查核點⑧保全對象
多集中於河岸右側之沖積扇

五、結論與建議

由於土石流的發生常具有重複性，且利用現地的地形與災害遺址，有助於推估未來該地區可能面臨的災害規模，並據以擬定相關軟硬體防災計畫或減災工程，因此土石流潛勢溪流影響範圍判釋及保全對象調查，係防減災規劃時之重要基礎工作。以往許多研究或調查雖已能應用各式圖資判釋土石流潛勢溪流地形特徵，但這些圖資常受限於地形呈現效果或受植生遮蔽影響，難以有效判讀出準確的土石流潛勢溪流微地形特徵。

H.O.S.T地圖的優勢，因其提供視覺上更佳且易讀的立體效果，就連一般未受過訓練的地圖使用者，亦能輕易的判別豐富且詳細的地表資訊，使用者在室內即可有效掌握土石流潛勢溪流地形特徵，並提升辨識土石流潛勢溪流影響範圍微地形特徵之效，後續再結合現地勘查，便可大幅降低外業所需耗費之時間，也能確認影響範圍是否正確，以免發生誤判的情形。

土石流潛勢溪流基本資料現地調查表

填表人： 陳昭岑 填表日期： 2021/5/5 天氣： 晴

一、基本資料

土石流潛勢溪流基本資料現地調查表-基本資料

行政區域	南投縣	縣(市)	信義鄉	鄉(鎮市區)	神木村	村(里)
溪流編號	投縣 DF199	溪流名稱	出水溪			
溪流定位*1	坐標系統：TWD97 X： 235939.357 Y： 2602344.759		原評定風險等級*2		☒ 高 ☐ 中 ☐ 低 ☐ 持續觀察	
災害類型*3	☒ 土石流 ☐ 侵蝕溝 ☐ 溪溝堵塞 ☐ 洪水溢淹 ☐ 河岸侵蝕 ☐ 岩屑崩滑 ☐ 淺層滑動 ☐ 道路上邊坡崩塌 ☐ 道路下邊坡崩塌 ☐ 其他【請加描述】					
土石流災害歷史 (致災原因與時間)	1.有無歷史災害發生：		☒ 有 ☐ 無			
	2.發生原因		☐ 颱風 ☒ 豪雨 ☐ 其它【請加描述】			
	3.發生時間		● 106 年 6 月 1 日 時 分 事件名稱： 0601 豪雨			
	4.災害敘述		土石流造成多處民宅沖毀，連外道路全數中斷			
保全對象所在 行政區域說明	同行政區域： ☒ 是 ☐ 否(_____縣(市))_____鄉(鎮市區)_____村(里))					

註 1：溪流定位採用 TWD97 坐標系統，選擇溪流與道路交會處，如橋梁等。

註 2：如現勘溪流不屬於既有公開溪流編號，則毋須勾選。

註 3：災害類型為單選，勾選主要之災害類型，如為土石流災害或有明確溪谷地形者，則續填以下表單；如為其他災害類型，則免填以下表單。

二、溪流現況描述

土石流潛勢溪流基本資料現地調查表-溪流現況描述

集水區面積(公頃)*4	是否達 3 公頃以上(計算至整數)： ☒ 是(866 公頃) ☐ 否(_____ 公頃)					
發生區坡度	☐ ≥50 度 ☒ 30 度~50 度間 ☐ ≤30 度					
集水區內崩塌率*5	☒ 有(_____ %) ☐ 無					
流動區土石粒徑*6	☒ 土石材料平均粒徑 ≥ 30 公分 ☐ 土石材料平均粒徑 8~30 公分 ☐ 土石材料平均粒徑 ≤ 8 公分 ☐ 無明顯堆積材料					
集水區內主要植生 種類(可複選)	☐ 裸露地 ☐ 草地 ☐ 人造林【請加說明】 ☒ 自然林					
集水區內 主要植生生長狀況	☐ 植被密集：植被面積 ≥ 80% ☒ 植被中等稀疏：30% ≤ 植被面積 < 80% ☐ 植被稀疏：10% ≤ 植被面積 < 30% ☐ 裸岩 ☐ 落石堆積(無植被，或植被面積 < 10%)					
保全對象可能受危 害方式(可複選)	☒ 淤埋 ☒ 撞擊 ☐ 漫流改道 ☐ 擠壓主河道 ☐ 其它【請加描述】					
現場初估 發生潛勢等級	☒ 高 ☐ 中 ☐ 低	現場初估 保全對象等級	☒ 高 ☐ 中 ☐ 低	現場初估 風險等級	☒ 高 ☐ 中 ☐ 低	☐ 持續觀察



溪流照片	位置	照片編碼	位置	照片編碼	位置	照片編碼
	1.發生區	崩塌_上邊坡 IMG_1087.JPG	2.流動區	河道 IMG_1176.JPG	3.堆積區	河道 IMG_1208.JPG
現場初估發生潛勢等級說明：						
岩性以白色砂岩、暗灰色頁岩及薄互層為主，發生區坡度介於 30~50 度、集水區內崩塌規模屬明顯大面積崩塌、流動區土石材料平均粒徑大於 30 公分、集水區植生生長狀況屬植被中等稀疏。						
現場初估保全對象等級說明：						
建物至少 5 戶以上，交通因子有道路及橋梁，現地整治之工程設施成效屬待改進。						
現場初估風險等級說明：現場初估發生潛勢等級高、保全對象等級高，風險等級高。						

註 4：採用現地判定之流路終點進行繪製集水區圖層，並經面積計算後填寫至整數(公頃)。

註 5：採用現地勘查與遙測影像判釋之集水區崩塌地，經計算總崩塌面積與集水區面積之比值。

註 6：以現地勘查流動區主要土石粒徑加以記錄。

三、影響範圍修正

土石流潛勢溪流基本資料現地調查表-影響範圍修正

鄰近溢流點之保全對象：☐無，可免填「影響範圍修正」與「保全對象及防治設施」表單
☒有，須填寫「影響範圍修正」與「保全對象及防治設施」表單

溢流點位數量	☐ 1 點 ☒ 多於 1 點*7		含保全對象之溢流點總數	共 1 處
溢流點位置	☐ 發生區 ☐ 流動區 ☒ 堆積區		溢流點編號	OFP01
溢流點定位坐標系統： TWD97	X：235830.018 Y：2602580.189	溢流點之 照片編號	UAV DJI_0106.JPG	
溢流點之地形位置(可複選) ☐ 無	☐ 坡度陡變處 ☐ 地形開闊處起點 ☐ 谷口 ☒ 障礙物處 ☒ 河道轉彎處 ☐ 其他位置【請加描述_____】			
堆積位置坐標*8	坐標系統： X： Y：	堆積高度推估*9	(公尺)	
堆積面積推估*8	(平方公尺)	堆積量體推估*9	(立方公尺)	
鄰近保全對象之修正影響範圍簡圖*9	☒ 無 ☐ 見附圖(以具坐標之彩色航照圖或黑白相片基本圖為底圖之附圖)			

註 7：須重覆填寫「影響範圍修正」以及「保全對象及防治設施」，每處溢流點位填寫一份。

註 8：如現勘時有土石流堆積情形，須填列此部分資料；若無，則不須填寫。

註 9：如現勘之溪流均不屬於既有公開之土石流潛勢溪流，毋須附圖並且請勾選「無」。



土石流潛勢溪流基本資料現地調查表--保全對象及防治設施

保全對象說明	1.建物	1.住戶 ☐ 無 ☐ 1~4 戶 ☒ 5 戶以上		
	2.交通設施	2.與防災相關之公共建築 ☒ 無 ☐ 學校 ☐ 醫院 ☐ 活動中心		
保全對象照片編號	☐ 無 UAV_DJI_0139.JPG			
保全對象住戶地址	☐ 無 信義鄉神木村 9 鄰神木巷 52、54 號、10 鄰神木巷 59、62、64、65、68-4、76-1、80 號，共 9 戶			
鄰近保全對象之工程設施(可複選)	☐ 上游 ☐ 中游 ☒ 下游	GPS 定位坐標系統： ☐ 67 ☒ 97	☐ 無 X：235817 Y：2602580	工程設施照片編號 ☐ 無 潛霸構造物 IMG_1189.JPG
	☐ 無整治設施 ☐ 防砂壩 ☒ 潛壩 ☐ 固床工 ☐ 護坡工程 ☐ 擋土牆 ☐ 沉砂池 ☒ 整流工 ☐ 其他()			
其他位置之工程設施(可複選)	☐ 上游 ☐ 中游 ☐ 下游	GPS 定位坐標系統： ☐ 67 ☐ 97	☒ 無 X： Y：	工程設施照片編號 ☒ 無
	☒ 無整治設施 ☐ 防砂壩 ☐ 潛壩 ☐ 固床工 ☐ 護坡工程 ☐ 擋土牆 ☐ 沉砂池 ☐ 整流工 ☐ 其他()			
現地整治成效評估	☐ 暫不須整治 ☐ 良好 ☐ 尚可 ☒ 待改進			
警告標誌設置位置評估	GPS 定位坐標系統： ☐ 67 ☒ 97	☐ 無 X：235370 Y：2602726	設置照片位置	☒ 無
警告標誌設置位置簡述	☒ 合適 ☐ 不合適 ☐ 暫不須設置 ☐ 編號錯誤、牌面毀損【待改進情形說明：】			
危險聚落評估(住戶≥5 戶)	☐ 無 ☒ 有	建議處置設施(可複選)	☐ 無 ☐ 遷住 ☐ 加強治理 ☒ 臨時避難 ☐ 暫不須處理	
危險聚落照片編號(說明)	☐ 無	GPS 定位坐標系統： ☐ 67 ☒ 97 (建置 GIS 圖)	☐ 無 X：235387 Y：2602768	
建議處置設施說明欄	☒ 無			



六、參考文獻

- 1.鄭錦桐與林柏勛(2009)，南投縣信義鄉神木地區土砂災害機制歷程調查及潛勢評估分析，行政院農業委員會水土保持局。
- 2.曹鼎志、張玉璘、鄭錦桐、李璟芳與許志豪(2017)，106年土石流潛勢溪流調查評估與資料更新，行政院農業委員會水土保持局。
- 3.水土保持局(2017)，水土保持手冊-土石流篇。
- 4.水土保持局(2019a)，土石流潛勢溪流劃設作業要點。
- 5.水土保持局(2019b)，土石流潛勢溪流劃設作業手冊。
- 6.水土保持局(2020)，立體地形圖HOST MAP及CS MAP判釋參考指引。
- 7.周憲德、曹鼎志與李璟芳(2020)，堆積扇地貌特性與土砂災害類型之探討，行政院農業委員會水土保持局。
- 8.郭耀駿(2016)，以自製紅色地圖輔助地形判識。國立中興大學水土保持學系所碩士論文。
- 9.蕭宇伸(2017)，以嶄新 3D 地形表現技術(H.O.S.T.地圖)輔助地形判釋。行政院農業委員會水土保持局。
- 10.水土保持局，2017，歷史影像平台，<https://photo.swcb.gov.tw/Repository/Databse>，(2021/5/5)。