

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 神木村南側出水溪上游土石流發生部之地質特性探討 ( )

The geological characteristics in originated section of debris flow at Chushui river, south part of Shenmu village ( )

計畫編號：NSC 89-2625-Z-002-020

計畫主持人：陳宏宇 計畫參與人員：陳智豪

執行機構及單位名稱：台灣大學地質科學研究所

### 中文摘要

由航空照片判釋的結果顯示，出水溪在民國85年賀伯颱風發生之前，其主河道就已存在了大量堆積地質材料，這些堆積地質材料的來源不僅來自上游發生部的大型山崩所產生。每年颱風豪雨所造成河道兩側谷壁崩塌現象，也是提供河道階地堆積地質材料的來源之一。而從現場GPS的量測資料可以發現，出水溪主河道階地的地形變化是持續不斷的在進行，此意義顯示，河道中水流的侵蝕、沖刷現象在每一年間仍然相當嚴重。從剖面分析資料中可以得知，目前堆積於河道上之地質材料仍然有340萬立方公尺的堆積量存在，而兩側谷壁的不穩定狀況也仍然存在。大抵上，岩坡中頁岩的摩擦角為介於 $30^{\circ}$ 至 $33^{\circ}$ 之間，砂岩之摩擦角為介於 $30^{\circ}$ 至 $35^{\circ}$ 之間。

關鍵詞：航空照片、山崩、不穩定

### Abstract

The observation from the aerial photo tell that the great volume of deposition had existed on the main river before the hazard of Herb typhoon. These deposited materials were offered from the upper part of main river by big landsliding. Both slope sides of main river also offered a great mass deposited materials to the channel after typhoon and heavy rainy in every year. The results of GPS measures demonstrated that the river terrace had changed very often. It is

means that the erosion and washing off very serious in main river every year. Total volume of deposition is around 3.4 million cubic meters. Both slope sides of main river are still instability condition. In general, the friction angle of shale ranges from  $30^{\circ}$  to  $33^{\circ}$ , the sandstone ranges from  $30^{\circ}$  to  $35^{\circ}$ .

Key words: Aerial photo, landslide, instability

從第一年的研究成果中可以發現，本研究區—出水溪，由下游往上游之兩側谷壁的地層因受到褶皺的影響，不僅其岩層間之不連續面相當發達，擦痕以及破裂面的發育更是多處可見。大抵上，谷壁兩側岩坡間之地質材料主要為和社層及南莊層之砂岩、頁岩及砂頁岩互層所組成。和社層地層分布於出水溪之中下游，南莊層地層則分布於出水溪之中上游，兩側谷壁之坡度分布於 $45^{\circ}$ 至 $60^{\circ}$ 之間。堆積於溝谷中之地質材料則主要為兩側谷壁崩落下來之崩積層以及上游沖蝕及搬運下來之堆積材料，包括了岩塊、土壤及植生等，彼此混雜一起，其在河道中堆積之厚度，從上游發生部至中游流動部大約介於2公尺至15公尺之間，中游至下游堆積部則大約介於15公尺至20公尺之間。

另外，從初步階段的不連續面調查工作中得知，不連續面位態受到褶皺的影響，位於樟樹神木鄰近100公尺處，大抵上有兩組節理的分布，一組節理位態之走向為 $N30^{\circ}E$ 至 $N70^{\circ}E$ ，向北傾斜，傾角介

於34°至68°之間；另一組節理位態之走向為N20°W至75°W，向南傾斜，傾角介於72°至87°之間。層面走向為N10°E至60°E，向南傾斜，傾角介於30°至50°之間。溝谷兩側坡面則受到地形分布及出水溪流冲刷的影響，其走向由下游的N75°W轉向偏南側為N30°W，兩側坡面南北傾向之傾角則分布在45°至70°之間。

第二年的研究則依照第一年的研究方法持續進行更詳實的調查工作，各項內容包括了：(1)航照判釋，(2)現場地貌，(3)剖面分析，以及(4)力學試驗等四項工作。

### (1)航照判釋

航照判釋的工作主要是依據1980年（民國69年）、1985年（民國74年）、1991年（民國80年）、1993年（民國82年）以及賀伯颱風在1996年（民國85年）災害發生後之不同時期的航空照片，觀察土石流災害前、後之地形、地貌的變化情形。

### 1980年（民國69年）

由航空照片的觀察結果顯示，本研究區上游發生部區域已有將近6處崩塌地出現，中游流動部4處舊的崩塌地，表面已有植生覆蓋，下游亦有兩處規模較小之崩塌地。這些崩塌地當中，以河流源頭處的規模最大，狹長的凹地上堆積了上邊坡破壞所掉落的土石。此源頭處南北兩側的植生狀況尚稱良好，支流發育不甚清楚，也即並無水流冲刷狀況出現。由航照圖也發現，在出水溪河道中已有大量崩積地質材料堆積於溝谷中，這些由兩側邊坡所崩落之地質材料正是提供溝谷中主要的土石來源。越往下游，土石堆積於溝谷的寬度越大，尤其以樟樹神木以下至神木國小處，其堆積的寬度大約為上游的兩倍。大抵而言，出水溪主河道兩側坡體上之植生良好，並無任何人為開發之破壞現象。

### 1985年（民國74年）

本研究區之上游發生部之源頭處產生

了一個大型的山崩區域，大量崩落的土石形成一個上寬下窄漏斗狀的堆積台地，在外貌上為一窪地（hollow）之特殊地形特徵。此大型山崩所組成之窪地源頭處的北側及南側的兩條支流也同時清楚的顯示其溝谷中之堆積材料有大量增加的趨勢，此兩支流之河道有出現變寬的現象。與民國69年相比，雖然舊有崩場地變化不大，而且多處已有植生覆蓋，看不出崩塌之原貌，但在出水溪中游區域則有2處新崩場地的出現。河道寬度除了在下游出口處有稍加變寬外，其餘部份則變化不大。

### 1991年（民國80年）

在發生部源頭處之大型山崩處並無擴大跡象，但其南北兩側支流處卻出現9處崩塌的現象，崩塌的範圍包括了新中橫公路上、下邊坡，崩塌的土石分布於出水溪主河道南北兩側的支流，而主河道的水流流向位置在航照圖中也清楚的顯示與1985年（民國74年）不同的分布。原來中游流動部區域北側之崩場地多半已有植生覆蓋，在河道中間堆積之河階地上也局部覆蓋著植生。在樟樹神木以下之下游處，其舊有河道堆積則開始出現多處農地開墾的區域，使得下游河道寬度呈現變窄的趨勢。

### 1993年（民國82年）

本研究區在發生部源頭處之崩場地有擴大的狀況，此源頭處南北兩側之支流也有非常明顯的崩塌現象，而且範圍延伸廣泛，包括了新中橫公路的上、下邊坡。原來中游流動部區域河道北側之邊坡，則出現了近10處口袋狀（lobe）之崩塌表徵，而分布於流動部區域南北兩側支流之溝谷寬度幾乎都有加寬的現象。唯樟樹神木以下之下游處，舊有河道堆積之農地開墾區域仍舊存在，但是開墾範圍則有擴大的現象。主河道在中游流動部的水流流向位置與1991年又有不同的分布。這些航照判釋上出現之特徵與1991年（民國80年）相比，顯示在上游發生部之源頭處或中游流動部之支流處，其崩塌範圍及區域都有增加的趨勢。而位於樟樹神木以下之開墾農

地面積也有增大的現象，但整個出水溪之主河道的寬度似乎並沒有多大的變化。

### 1996年（民國85年）

本航空照片是在民國85年8月18日賀伯颱風後所拍攝，由航空照片的觀察結果顯示，整個研究區域之地形、地貌變化相當大，除原有之舊崩落地擴大外，出水溪河道兩側又增加5處以上大小不等的新崩落地，原來留存於主河道上堆積的植生多半已被沖刷，主河道中游流動部區域之寬度比原來（1993年）河道增加一倍。在樟樹神木下游已開墾之農地則被主河道的土石淹蓋而消失在航空照片中，也因此使得河道寬度增加到3倍左右。水流流向位置在中游流動部至下游堆積部間則有明顯的改變，與1993年又有不同的分布。位於主河道中、下游南北兩側山坡上之植生則大多仍維持現況，顯示溝谷兩側茂密的林木植生對於河道沿線的坡體發揮了相當的保護作用。在航照判釋上，新中橫公路上、下邊坡則沒有發現有大規模崩落的現象。

### 1999年（民國88年）

從11月6日航空照片資料（9月21日地震後）中顯示，本研究區在發生部源頭處的崩落地並無擴大跡象，但位於此源頭處北側支流之坡體則產生了大規模的山崩，崩塌的範圍相當廣泛，延伸至新中橫公路之上、下邊坡。發生部源頭處與流動部交界處之北側邊坡則產生了大量的崩塌，在上游流動部區域中可以顯而易見觀察到主河道兩側邊坡有多處崩塌的現象，崩塌的土石大量的堆積於河道中，很清楚的顯示水流位置與階地間之高低落差。在流動部的下游靠近樟樹神木的區域，多處的堆積階地又出現了幾處農地開墾的區域。在下游堆積部的地方則有5處人為施作之攔砂壩座落於河道中間。

#### (2)現場地貌

從現場GPS量測的資料顯示，出水溪主河道之水流位置經常有所變化。本研究工作在樟樹神木鄰近區域從民國88年6月起設置了14個位移觀測點（表1）。從民

國88年6月29日起至89年10月1日止，在一年的觀測工作中，發現出水溪主河道在100公尺的量測資料中顯示，南岸階地平均退縮約4公尺左右（圖1），也即在這一年內這一段階地受到土石流的侵蝕、沖刷情形仍舊持續相當嚴重。在這個選取量測之100公尺河段內若以河岸階地平均退縮4公尺，階地落差12公尺來計算，其土石方量，可以得知在一年內本階地區域在短短100公尺之距離有將近4800立方公尺的土石受到沖刷、搬運並往下游移動，流向了堆積部。從現場調查的資料中顯示，災前及災後主河道中之坡度有減少的跡象存在，唯發生部之V型谷及流動部、堆積部之U型谷的分布則並無顯著的變化（表2）。唯河道兩側的邊坡受到沖刷、侵蝕的影響，部份區域與地層面及不連續面構織成局部順向坡之地質構造，則發生了多處崩塌的現象。

#### (3)剖面分析

從發生部、流動部至堆積部間每隔10公尺選取一剖面以分析災前、災後之土石堆積量的變化情況（圖2）。從災前（民國69年）迄災後（民國88年）之地形剖面比較中可發現，16年來的主河道堆積量總共達到3,423,750立方公尺。在賀伯颱風後，從那馬嘎班溪橋至神木國小間的350公尺河道階地的堆積量測發現，本段的堆積量在15萬立方公尺左右。

#### (4)力學試驗

從現場採取之岩層樣品，所進行之剪力試驗結果顯示，頁岩之摩擦角為 $30^{\circ}$ 至 $33^{\circ}$ 之間，凝聚力為0。砂岩之摩擦角為 $30^{\circ}$ 至 $35^{\circ}$ 之間，凝聚力為0。

#### 參考文獻

- 陳宏宇、陳榮河等（1995）南投縣信義鄉神木村台大實驗林和社營林區地層滑動勘查小組報告，國立台灣大學，台北，65頁。
- Vandine, D. F. (1985) Debris Flow and Tungshing Debris Flow Hazard in Hualien, J. Geol. Society.

表1 GPS量測之編號及測點數

日期	GPS測點數	編號	ps
88.6.29	14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	點10至14被沖走
88.8.3	9	1,2,3,4,5,6,7,8,9	點7被沖走
88.9.8	8	1,2,3,4,5,6,8,9	點7被沖走
88.10.29	6	1,3,4,5,8,9	
88.1.9	6	1,3,4,5,8,9	
89.4.21	6	1,3,4,5,8,9	
89.8.13	6	1,3,4,5,8,9	
89.10.1	5	1,4,5,8,9	

表2 現場谷型及坡度變化狀況

位置	事件	高程 (公尺)	平均坡度	谷型	現場狀況
堆積部	災前	1165 1350	8.1°	U	堆積
	災後		7.4°		
流動部	災前	1350 1660	9.9°	U	沖刷、侵蝕
	災後		9.5°		
發生部	災前	1660 2430	22.8°	V	大型山崩
	災後		20.3°		
谷壁源頭	災前	2210 2430	48°	窪地	大型山崩
	災後		60°		

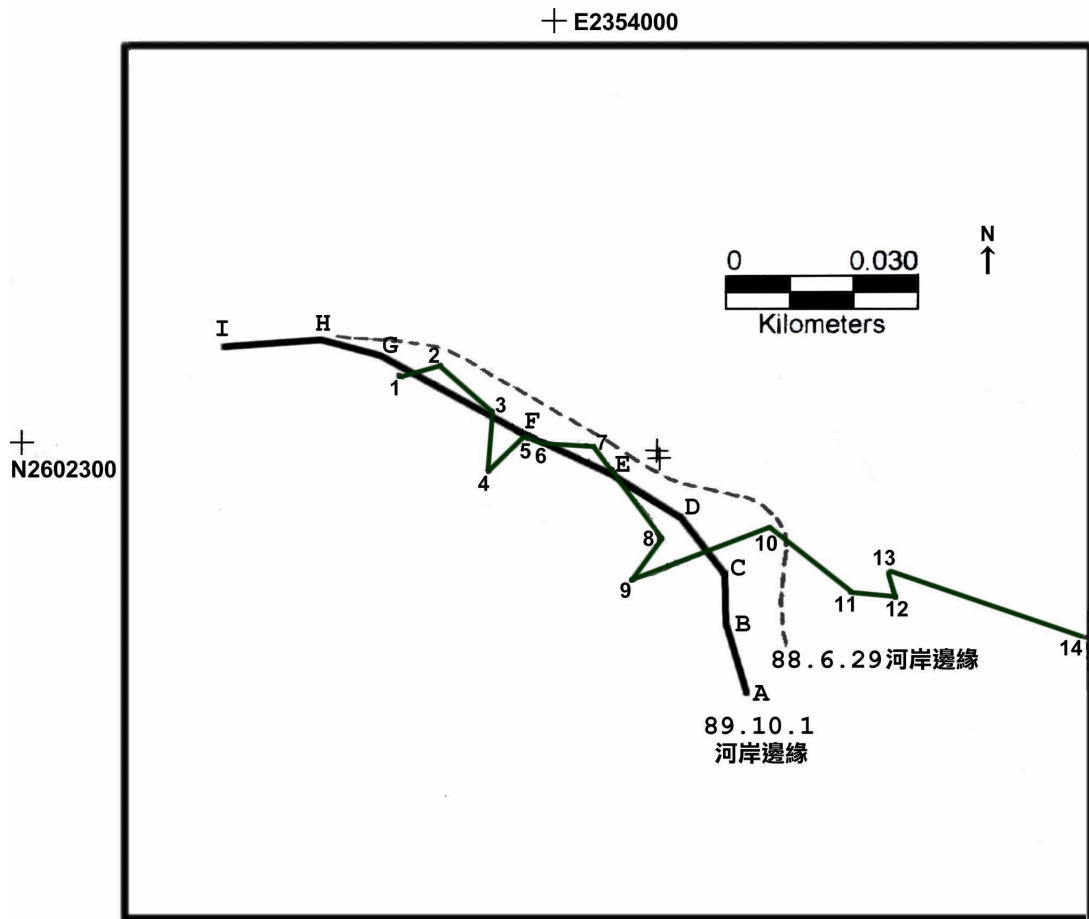


圖1 出水溪下游GPS量測資料

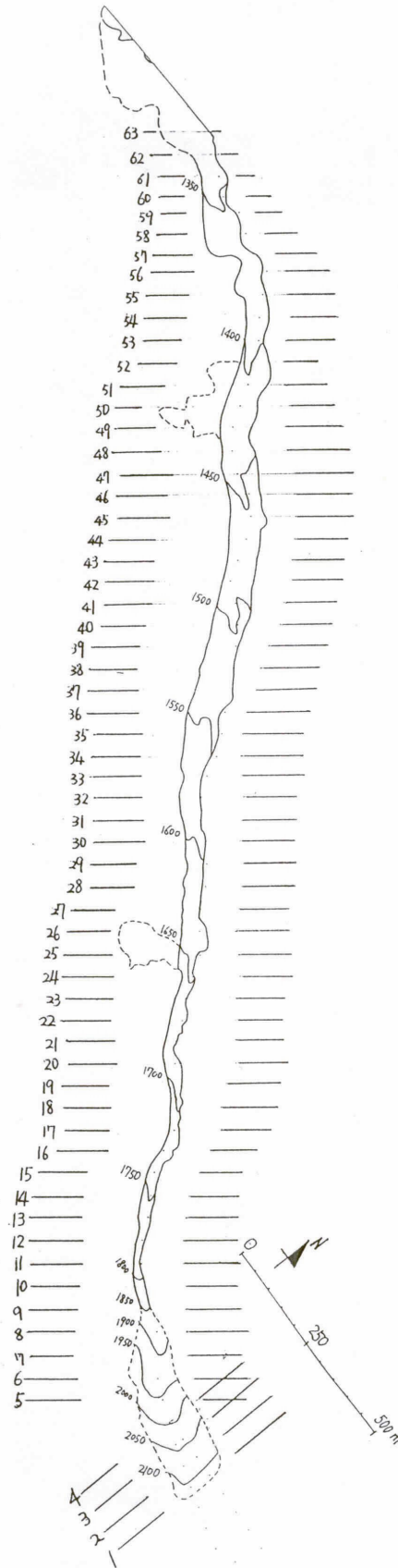


圖2 面分析位置分布編號