

# 大甲溪流域土石流現象之初步研究

## Preliminary study of landslides occurring in the Tachia Hsi catchments

周漢強 (台灣大學地質科學研究所), 胡植慶 (台灣大學地質科學研究所), 蔡幸真 (國立清水高中), 賴典吟 (國立清水高中), 白伊婷 (國立清水高中), 王鐘範 (國立清水高中), 徐梓瑜 (國立清水高中)

Chou Han-Chiang (National Taiwan University, Institute of Geosciences), Hu Jyr-Ching (National Taiwan University, Institute of Geosciences), Tsai Shing-Jen (National Ching-Shuei Senior High School), Lai Dian-Yin (National Ching-Shuei Senior High School), Bai Yi-Ting (National Ching-Shuei Senior High School), Wang Jung-Fan (National Ching-Shuei Senior High School), Shiu Tz-Yu (National Ching-Shuei Senior High School)

關鍵字：土石流，颱風，集集地震

Key words: Landslides, Typhoons, DTM, Chi-Chi Earthquake

### 一、摘要

2004 年七、八月間，兩次夾帶大雨的颱風連續造成大甲溪流域松鶴及天輪兩個村落發生大規模的土石流現象。經過我們實際探查的結果發現，這兩個地方確實存在許多容易造成土石流的因子。我們藉由地質條件、地形變化、大甲溪水文以及氣候因子的分析，完整地檢視大甲溪流域未來繼續發生土石流的可能性以及危險區域的分佈範圍。本次研究主要利用高解析度的 DTM 地形資料進行分析，建立大甲溪流域高解析度地形圖、坡度分佈以及坡向變化趨勢。基本上地勢較高以及坡度較陡的區域是發生土石流的高危險地區，從本次研究區域最東側的谷關開始，往東到白冷之間的平均坡度約都在 40% 以上。其中在去年發生土石流的松鶴和天輪地區，其鄰近地區正好又都是大甲溪支流匯流處，因此豪雨才會夾帶著大量土石沖刷而下。大甲溪流域的地層以白冷層砂岩與板岩互層，以及水長流層與桂竹林層之砂頁岩互層為主，松鶴與天輪地區的土石流組成岩塊中，主要是以白砂岩為主，推測是來自於白冷層之中。在本研究區域的西側，南勢與和平附近，則有數條斷層帶經過，包括水長流斷層在內的四、五條斷層，由於斷層帶經過所造成的土石破碎以及容易有水流經過，因此未來此一地區可能會成為發生土石流的另一危險區域。根據過去二十年來本區域的雨量以及大甲溪水含沙量的資料顯示，每年五到九月是大甲溪流域雨量較高，且溪水中含沙量也較大的時節，發生土石流的危險性也就相對增加。同時在過去十年中，就曾經發生兩次單月雨量高達平均值兩到三倍的現象，危險性更是不言而喻。然而另一項必須注意的現象則是自從集集地震之後，大甲溪水的含沙量都在過去二十年平均值的兩倍以上，顯示集集地震所造成的土石鬆動，至今仍然使得大甲溪水中含有大量土石。

## 二、前言

台灣位於聚合性板塊邊界的造山帶上，由於地表持續性地快速抬升，加上地震、颱風與地質、氣候環境之間的互相影響，使得台灣山區經常發生大規模土石崩落的地質災害。

由於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊之間的碰撞擠壓，使得台灣島除了以每年 5~7 mm 的速度上升之外，並頻繁地發生不同規模大小的地震，造成山區土石鬆動崩落，一旦驟雨急下，這些土石便很容易在大量雨水的帶動下形成土石流，而台灣不僅年平均雨量高達 2500 mm 以上，颱風季節時大量且集中的雨量更是引發土石流最危險的因素。於是每年台灣地區因為土石流所形成的經濟與生命損失均相當慘重。

大甲溪流域位於台灣中部地區，由於過去較少發生土石流現象，因此一直未被重視，然而 2004 年 7 月 2 日以及同年 8 月 24 日，分別在大甲溪沿岸的松鶴及天輪兩個村落，連續兩次大規模的土石流，才讓大家驚覺大甲溪流域同樣危機四伏。

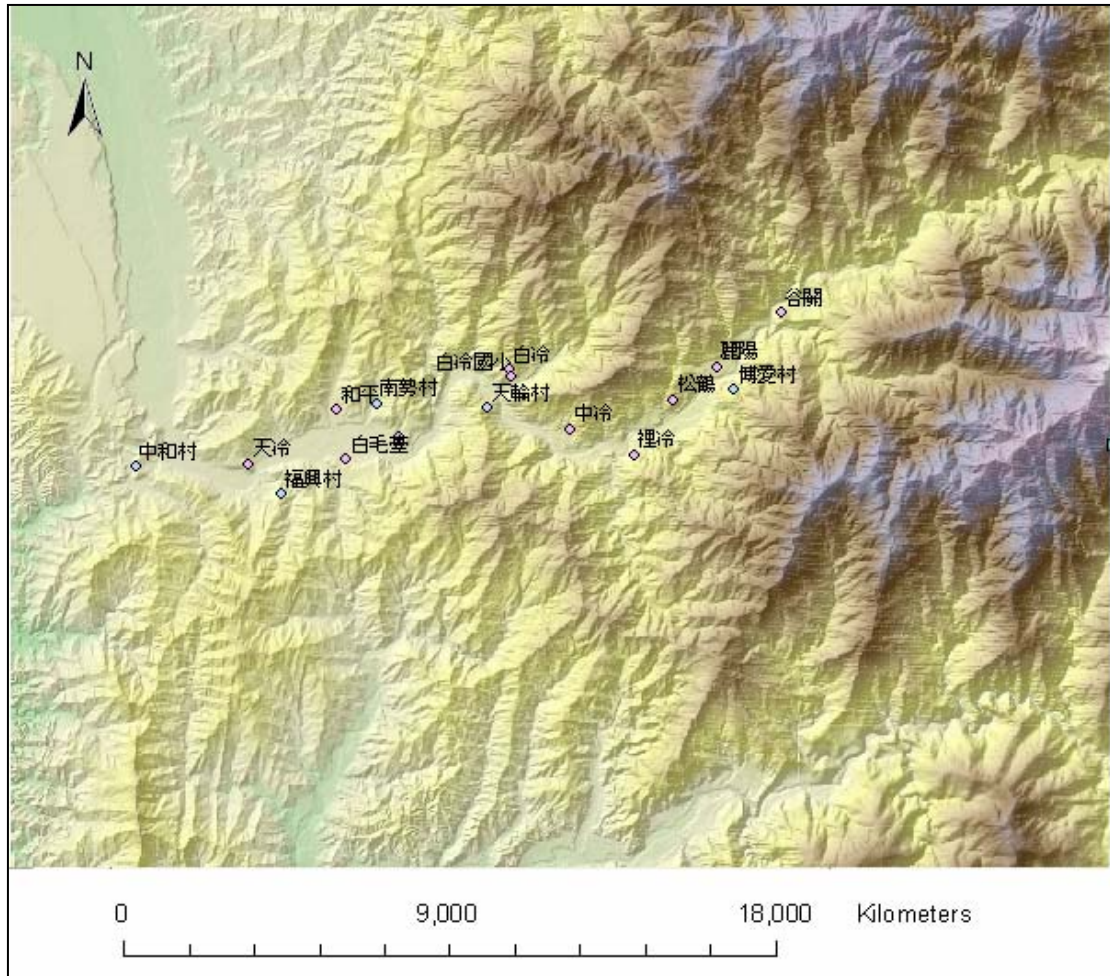
因此本次研究將以大甲溪流域為目標，探討大甲溪流域之地質、地形、水文及氣候等因子對土石流發生之危險性進行評估。

## 三、研究區域及地質背景

本次研究的區域是在大甲溪流域谷關到中和之間（圖一），屬於大甲溪中下游的位置，本段大甲溪水流向由東側的谷關到西側的和平，經過的地層包括谷關到南勢之間的漸新世白冷層，主要以厚層粗顆粒白砂岩與板岩的互層；南勢以西則是中新世的地層，以砂頁岩互層為主，包括水長流層與桂竹林層。

本區的斷層帶主要集中於南勢到和平之間，其中包括馬鞍寮斷層、和平斷層、橫流溪斷層、水長流斷層以及白毛山斷層等，這些斷層均不屬於經濟部地質調查所公布之活動斷層，因此沒有這些斷層活動的歷史記載，只是這些地層的不連續面同樣為土石流材料的主要來源（Chen and Su, 2001）。

就地質材料而言，本區地層中的砂岩、板岩互層，以及砂岩、頁岩互層都屬於比較脆弱的材質，因此在地表抬升的過程中，風化侵蝕與地震的作用常或造成表層岩石破裂（陳宏宇，2004），當大雨傾盆而下的時候，這些土石就有可能成為土石流發生的主要材料，順著大甲溪奔流而下。



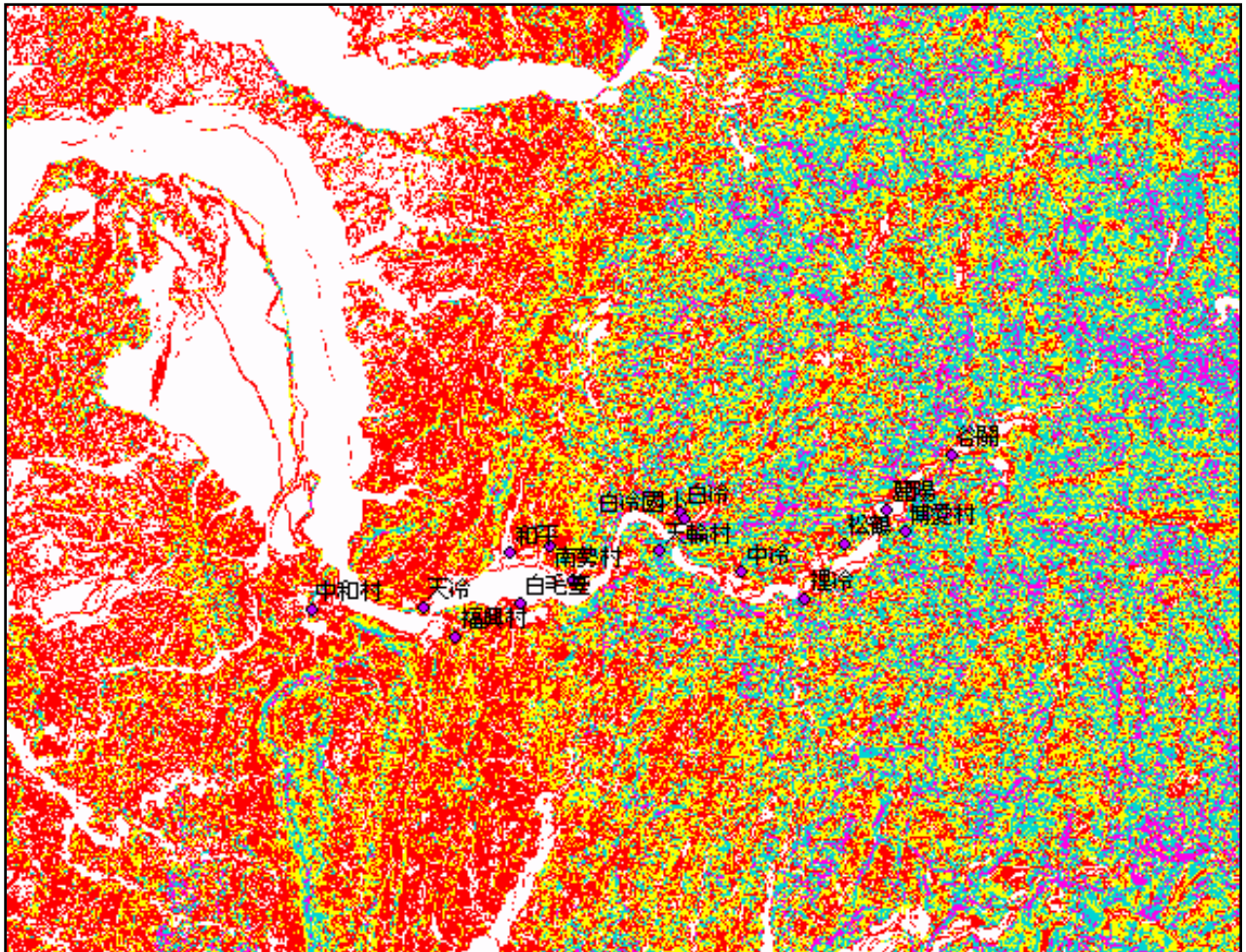
圖一 大甲河流域，谷關—中和間地形圖。

#### 四、地形與坡度

根據中央大學太空及遙測中心所公布之 40 公尺解析度 DTM 資料所繪製本地區高解析度地形影像資料顯示（圖一），大甲溪北岸由上游往下到天輪、白冷，南岸則是到松鶴附近，都還有 2000 公尺左右的地形標高。

大甲溪支流的位置可以從地形圖中的谷地分佈判別出來，其中松鶴以及白冷、天輪地區都是有數條以上支流匯集之處，因此一旦發生較大規模之降雨，這兩個地區就有可能匯聚支流所帶下來的雨水及土石，是相當危險的地區。

就坡度分析的結果（圖二）顯示，松鶴以東地區，地形坡度可以達到 40 度以上，往西到白冷、天輪附近都還有 30 度以上的坡度，由於國內過去發生土石流的地區，很多坡度都未超過 20 度（江英正，1998），因此就地形與坡度的條件來說，本地區確實是發生土石流的可能地區（Vandine, 1985; 游繁結, 1987）。



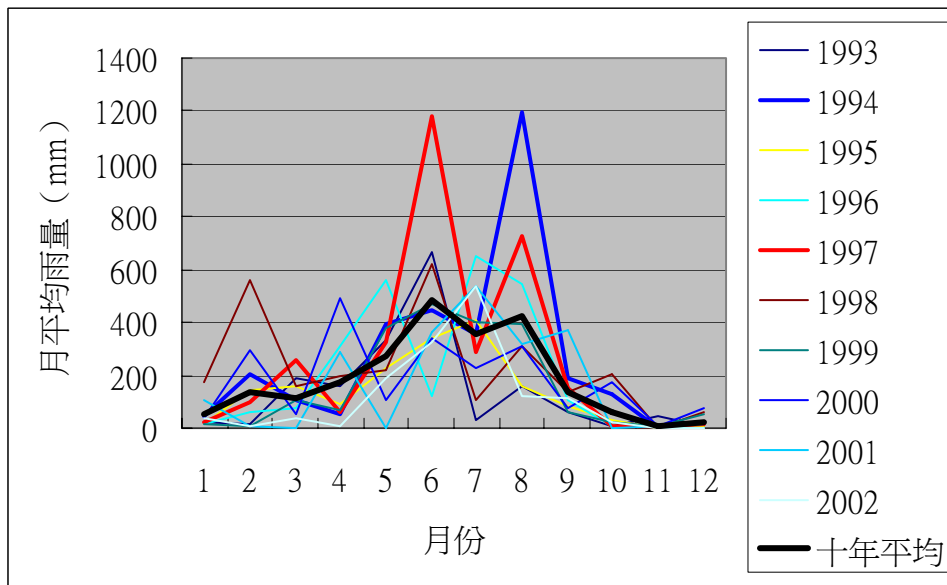
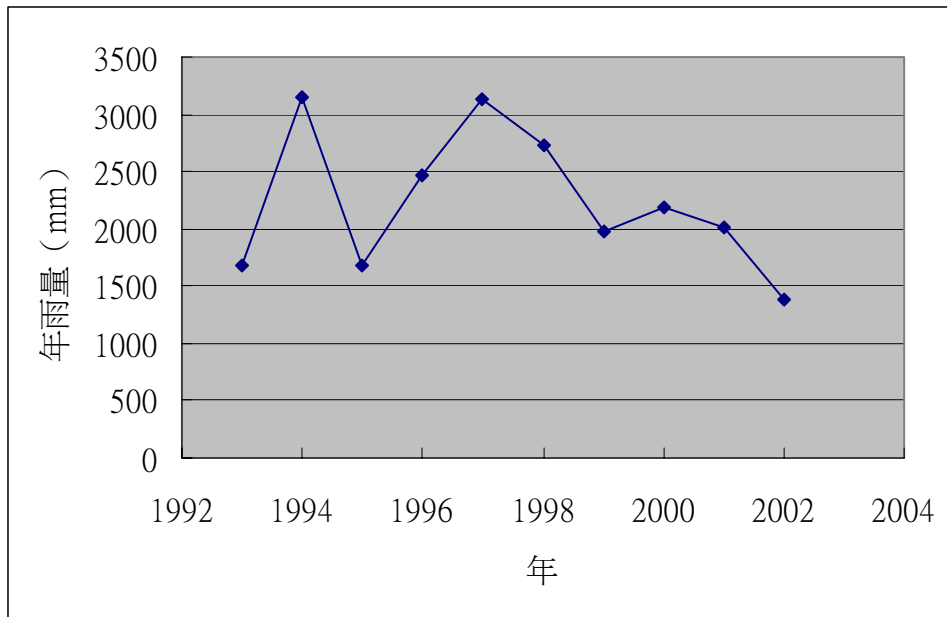
坡度圖例 ■ 15-30 ■ 30-40 ■ 40-50 ■ >50

圖二 大甲溪流域地形坡度變化分佈

### 五、降雨及氣候

本地區過去十年（1993~2002）來的雨量分佈結果（圖三）顯示，年雨量 2200mm 略低於全台灣地區的平均雨量 2500mm，不過雨季集中在五到八月，雨量高過其他月份兩倍以上，相當於一年雨量的 70%，顯示降雨的現象相當集中，這與颱風季節的侵襲有關，而暴雨則相當容易引發土石流的發生(Dadson et al., 2004)。像是 2004 年 7 月及 8 月就在大甲溪流域的松鶴及天輪地區各發生了一次大規模的土石流現象。

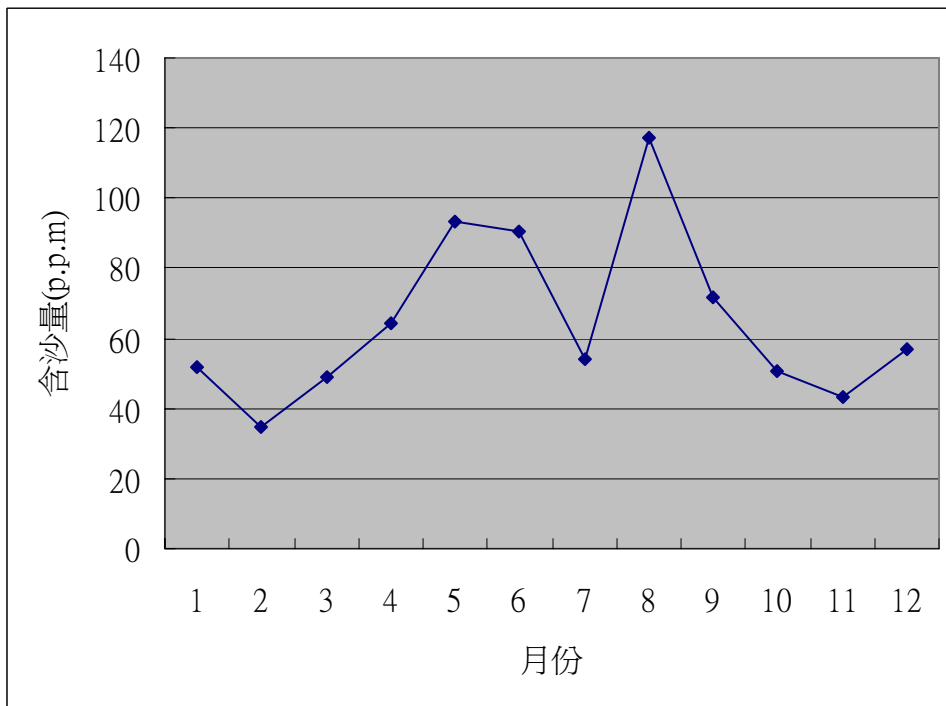
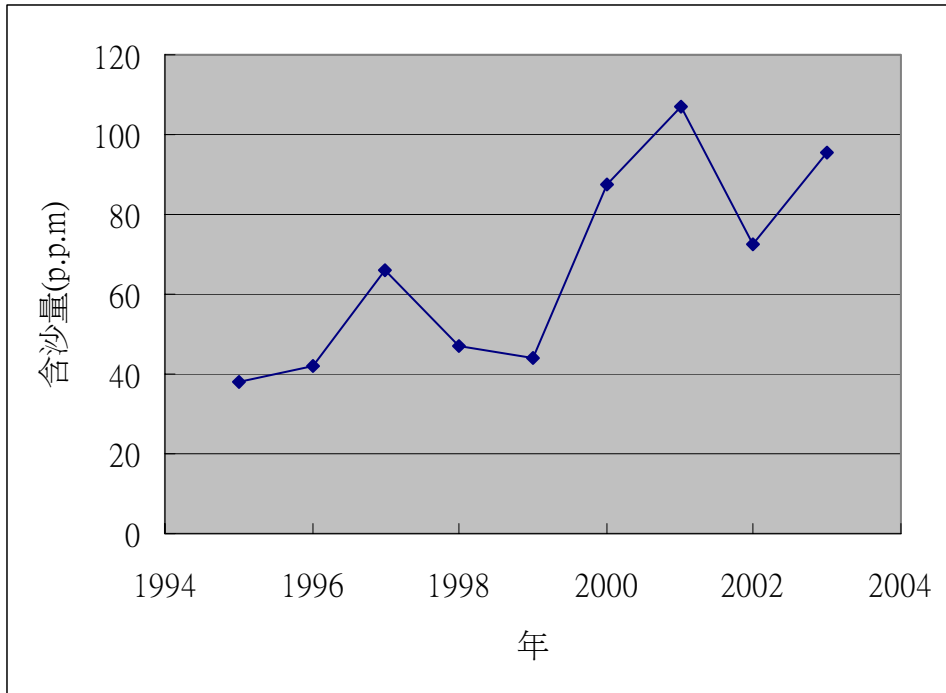
除此之外，在過去十年中曾經發生兩次單月雨量超過平均值兩倍左右的暴雨，分別是 1994 年 8 月以及 1997 年 6 月，不過當時並未有土石流的災情傳出，原因我們將在稍後討論。



圖三 大甲溪流域雨量統計

### 六、溪水中含沙量變化與九二一地震的影響

大甲溪溪水中含沙量在過去十年（1994~2003）的變化（圖四）顯示，含沙量在每年的五到八月為最高，這與每年降雨量較多的時間一致。由於溪水中的含沙量便相當於沖刷來自地層的土石，因此含沙量的高低便直接反映了土石流發生的機率。



圖四 大甲溪水中含沙量統計

而且綜觀這十年來大甲溪溪水的含沙量很明顯在 1999 年發生明顯變化，含沙量在 1999 年之後高了一倍以上，並且一直持續至今。這樣的現象勢必與發生於 1999 年的九二一有關，由於九二一地震所造成的大規模土石崩塌(Lin et al., 2004)，提高了溪水中的含沙量，當然也因此提高了大甲溪流域發生土石流的可能性，更值得注意的一點是，由於九二一地震所升高的含沙量至今仍未降回過去的水準，因此目前仍是屬於發生土石流的高危險期間，應格外加以注意。

## 七、綜合討論

就大甲溪流域的地質環境、地形特徵、水文及降雨特性來看，大甲溪流域都是極有可能發生土石流的危險地區，然而即使像是1994及1997兩次暴雨的情形發生，都沒有造成大甲溪流域的土石流發生，直到九二一地震之後才開始出現土石流，可見大規模地震所引發的土石鬆動主控了本地區土石流現象的發生。

由於土石流一旦發生，將造成地表植被進一步被破壞，而更容易形成土石流的現象，這也是為何九二一之後數年，大甲溪溪水中含沙量仍然未見減低，因此未來還要多久的時間恢復到九二一之前的狀態，目前還是未知的狀態。

## 八、結論

受到九二一地震的影響，大甲溪流域的谷關到和平之間成為發生土石流的高危險地區，而且此一現象迄今仍未有舒緩的徵兆，因此每年五到八月的颱風季節，將是本地區發生土石流的高危險期間。

本研究仍屬於相當初步的分析與探討，未來仍須收集、分析更多相關因素，配合時間與空間的延伸比較，才能更仔細提供大甲溪流域發生土石流機制相關的資訊。

## 九、參考文獻

Chen, H. and Su, D. I. (2001) Geological factors for hazardous debris flows in Hoser, central Taiwan. *Bull. Eng. Geol. Env.* Volume 40, 9, pp. 1114-1124.

Dadson, S. J., Havius, N., Chen, H., Dade, W. B., Lin, J. C., Hsu, M. L., Lin, C. W., Horng, M. J., Chen, T. C., Milliman, J., and Stark, C. (2004) Earthquake-triggered increase in sediment delivery from an active mountain belt, *Geology*, Vol. 32, No. 8, 733-736.

Lin C. W., Shieh, C. L., Yuan, B. D., Shieh, Y. C., Liu, S. H., and Lee, S. Y. (2004) Impact of Chi-Chi earthquake on the occurrence of landslides and debris flows : example from the Chenyulan River watershed, Nantou, Taiwan, *Engineering Geology*, Vol. 71, 49-61.

VanDine, D. F. (1985) Debris flow and debris torrents in the Southern Canadian Cordillera, *Can. Geotech. J.*, Vol. 22, pp. 44-62.

陳宏宇，(2004) 山崩及土石流之地質材料在台灣中部地區之特性，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

江英政(1998) 土石流危險溪流判定之研究，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，共 120 頁。

游繁結(1987) 土石流之基礎研究( I )土石流發生機制之研究，中華水土保持學報，第 18 卷，第 2 期，第 28-40 頁。