

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

崩山災害模式之研究(I)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2116-M-002-011-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立臺灣大學地理環境資源學系暨研究所

計畫主持人：林俊全

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 1 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

臺灣中部山崩及土石流地區的地質環境特性- 崩山災害模式之研究 (I)

計畫編號：92-2116-M-002-011-

執行期限：92年8月1日至93年7月31日

主持人：林俊全 執行機構及單位名稱：台大地理環境資源學系

一、 中文摘要

台灣中部地區地質環境相當複雜，加上地震及颱風相當頻繁，造成當地常常發生山崩及土石流災害。陳有蘭溪地區自賀伯颱風發生土石流災情以來，歷經921地震、桃芝颱風及多次的豪雨，在當地已經形成數條土石流危險溪流。本研究主要針對陳有蘭溪流域中十五條高危險土石流的集水區，進行地形及地質方面的分析，探討土石流發生的機制以及土石流集水區的山崩特性。研究方法是以前GIS軟體來進行集水區的地形分析，包括集水區的面積及河道的平均坡度等地形特徵，並比較不同地質區的土石流集水區特性；同時利用921地震後及桃芝颱風後的山崩資料來探討山崩對土石流的影響。研究結果顯示在不同地質區，土石流發生的型態也可能不同。集水區因地震及颱風作用造成不同的崩塌面積，對土石流的發育會有不同程度的影響。

關鍵詞：土石流、山崩、陳有蘭溪、颱風

Abstract：

Taiwan middle area geology environment quite complex, in addition earthquake and the typhoon are quite frequent, creates the locality frequently to have the landslide and the Debris flow. Since Herb typhoon result to Debris flow in Chenyoulan watershed, has had the Lanxi area to celebrate the primary typhoon to have the disaster situation, through repeatedly 921 earthquakes, the

peach irises typhoon and the many times torrential rain, already the shape round number Debris flows the dangerous brook in the locality. This research mainly aims is Analysis 15 high dangerous debris flow in Chenyoulan watershed, carries on the terrain and the geological analysis, which the discussion debris flow has the mechanism and landslide characteristic. The research technique is carries on by the GIS software the terrain analysis, including watershed area and average slope of gully bed characteristic, and Compared with Debris flow in the different geological area. We use 921 earthquakes and Toraji typhoon landslide data discusses the influence to Debris flow. The results of this research show in the different geological area, debris flow class occurs condition is maybe different. Debris flow because the earthquake and the typhoon function creates the different landslide area, can have the varying degree influence to the debris flow.

Keywords：Debris flow, Landslides, Typhoon, Chenyoulan river

二、 緣由與目的

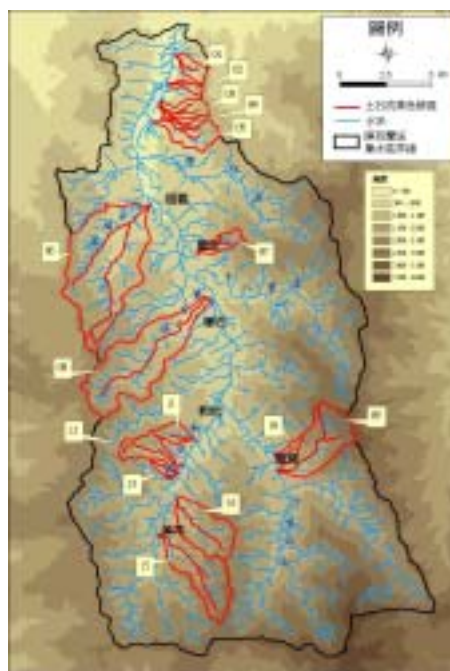
台灣位於板塊的交界處，由於受到斷層活動的作用，地質構造複雜，地震頻繁；又由於常有颱風及豪雨的侵襲，造成台灣地常常有山崩及土石流災害的產生。陳有蘭溪位於濁水溪南岸，賀伯颱風時曾經

發生土石流災害，桃芝颱風更爆發大規模土石流，造成多人死傷的慘劇。土石流的成因主要基本要件包括豐富的鬆散土石、充份的水份及足夠大之坡度(詹錢登, 2000)。九二一地震當時在此地造成許多山崩，使得河道上堆積了相當多的土石，更容易引發土石流。土石流災情的發生都是在降雨量相當大的時候，如賀伯颱風及桃芝颱風，其單日降雨量都超過 400 公釐以上，根據土石流與降雨量的關係研究(詹錢登, 1998, 2000)，台灣發生土石流的降雨量約在 115 mm 546mm，在 921 地震後降雨量在 17mm 116 mm 即可能發生。坡度也是影響土石流發生的重要因子，謝正倫教授等(1992)現場調查花蓮地區的土石流，發生的坡度在 10 到 25 度之間，游繁結等(1987)研究南投縣信義鄉豐丘土石流，顯示該區民國 74 年之土石流，發生在坡度 23 度的地方。另外，尹承遠等(1993)、張瑞津(1997)、張長義(1999)林美聆等(2000)、張瑞津等(2001)、陳天健等(2001)、陳宏宇(2001)、林俊全(2001)、邱創益(1996)、Y. C. Shieh. et al.(2003)及 Simon J. Dadson. et al.(2004)對於土石流災害都有相關的研究。

從以上資料顯示不同地區土石流發生的條件會不相同，同時也會造成不同程度的災害。根據成功大學防災研究中心在 921 地震後調查研究，依據有效集水面積、集水區內岩體之岩性、通過集水區內之斷層長度、溪流上游之崩塌面積及保全對象危害度評估指標，訂出土石流危險度的分級，在陳有蘭溪流域共有 33 條危險土石流，其中 15 條為高危險土石流(圖一)。然而這種危險溪流的區分方法，僅適用於大區域概略的分析，由於台灣地形起伏相當的大，地質構造複雜，集水區的降雨量、地質地形特徵都不相同，若進行整體的分

析會增加研究的複雜性與不確定性，因此本研究選定陳有蘭溪集水區為研究區，瞭解這些高危險土石流的地形地質特徵，並分析這些影響土石流因子之間的關係。

本研究利用中央大學所提供台灣 40 公尺 DTM 以 ArcGIS 軟體來分析高危險土石流集水區的地形特性，並參考中油及中央地質調查所的地質圖，分析地質與坡度之間的關係；除此之外，本研究利用 921 地震後及桃芝颱風後所數化的山崩資料，來分析地震及颱風所造成的山崩對這些高危險土石流集水區的影響，以及山崩產生與地質、地形之間的關係，希望透過本研究能夠進一步瞭解土石流發生的原因以及災害區的地形特性。



圖一 陳有蘭溪高危險土石流分佈圖

三、初步研究成果

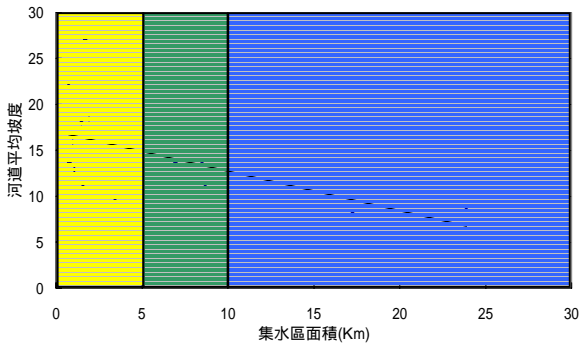
本研究分析共 15 條高危險土石流，從研究結果顯示大部分的土石流集水區的坡度都相當陡峭，在坡度百分比 55 以上的佔大多數；集水區面積分佈在 1 24 Km²，且以面積小的居多；河道平均坡度在 10 20 度為最多。

除了分析陳有蘭溪土石流的地形地質

特徵，並探討這些因子之間的關係，分析結果如下：

(一) 集水區面積與平均坡度的關係

分析陳有蘭溪15條高危險土石流集水區面積與河道平均坡度之間的關係，顯示土石流集水區面積與河道平均坡度大致成反比的關係(圖二)。研究結果與VanDine, D. F. (1985)及陳晉琪等(2004)一致。



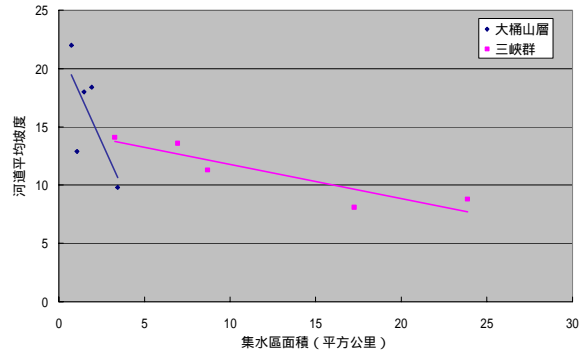
圖二 土石流集水區面積與河道平均坡度關係

陳有蘭溪的土石流以小集水區為最多，本研究將這些分佈的土石流當中依面積大小分為三類，分別是面積小於5 Km²，5~10Km²及大於10Km²(表一)，從三種分類可以發現面積較大的集水區其土石流河流平均坡度分佈在較緩的區域，約在8-9度，小集水區則分佈較為零散，約在10-27度之間。而小集水區變化較大，可能是受到不同的地質地形因素影響的結果。

表一 土石流集水區面積分類表

集水區面積	0-5km	5-10km	10以上
土石流個數	9	4	2
河道平均坡度	10-27°	12-16°	8-9°

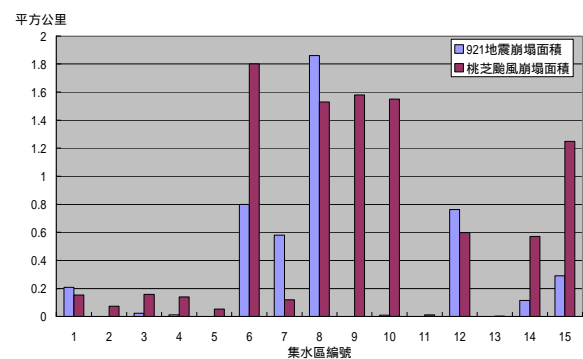
本研究將這些土石流集水區分成不同的地質區來進行觀察，這些集水區主要分佈在大桶山層及三峽群兩種地質區。大桶山層主要為漸新世的硬頁岩、板岩及變質石英砂岩，三峽群為中新世的砂頁互層。比較兩種不同地層的土石流集水區大小與面積的關係(圖三)，結果顯示兩種地層的關係式有明顯的差異。因此，可以說明在不同地質區，土石流發生的型態也可能不同。



圖三 不同地質區的土石流集水區面積與河流平均坡度關係

(二) 山崩與地質因子的關係

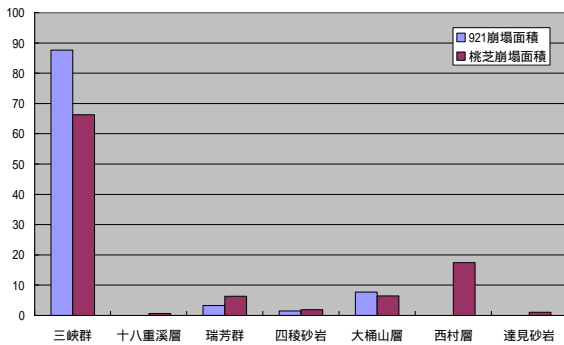
陳有蘭溪在地形上是為一顯著的斷層線谷(李錫堤, 1996)，斷層的西側為中新世的沈積岩地層，東側則為古第三紀之板岩層。本研究計算這些土石流在921地震後及桃芝颱風後的崩塌面積(圖四)，地震後的崩塌面積分佈在0-1.86 Km²，桃芝颱風後崩塌面積分佈在0.003-1.58 Km²。比較地震後及颱風後崩塌地的變化，大部分的集水區在颱風後都有增加，編號1、7、8及12的集水區反而是在地震時產生較多的崩塌地，意即這些集水區是受到地震作用影響所引發的土石流災害；反之，其他集水區是明顯受到豪雨作用所引發的土石流災害。



圖四 土石流集水區崩塌面積統計圖

從不同地質區來觀察崩塌地的特性，陳有蘭溪流域的西側沈積岩區以三峽群分佈的崩塌個數最多且面積最廣，在東側變質岩區山崩面積以西村層及大桶山層分佈最廣。因此，在不同的地質區所產生崩塌

量，也會造成不同程度的土石災害。



圖五 921地震及桃芝颱風後土石流集水區地層與崩塌面積百分比統計圖

從衛星影像及航照所判釋出的921地震後及桃芝颱風後的崩場地，在颱風後所有地層的崩場地都有明顯的增加。根據本研究數化的資料，921地震在此集水區共產生16.67 Km²，桃芝後則約30.18 Km²，遠超過賀伯颱風所造成的崩塌面積1.22 Km² (李錫堤, 1996)。很明顯的陳有蘭溪流域受到地震的影響，使得當地的地質更加破碎，這些比賀伯颱風多將近30倍的土石量堆積在河道上，更容易觸發土石流的產生。

四、結論

(一) 本研究分析的十五條高危險土石流，在坡度百分比55以上的佔大多數，集水區面積分佈在1 24 Km²，且以面積小的居多；河流平均坡度在10 20度為最多。

(二) 土石流集水區面積與河道平均坡度大致成反比的關係。在小的集水區中，平均坡度變化比較大，約在10 27度；大的集水區則集中在8 9度，這種差異推測受到不同的地質地形條件影響所致。

(三) 比較地震後及颱風後的崩場地變化，四個集水區在颱風後的崩場地比在地震後的少，表示這四個集水區是受到地震作用的影響較大，其他集水區則受到豪雨的影響較大。

(四) 15條高危險土石流中集水區的地層主要為三峽群及大桶山層，比較兩種不同

地層的土石流集水區大小與面積的關係，可以發現它們的關係式有明顯的差異。表示在不同地質區的土石流地形特徵也會有所不同。因此以不同的地質區來討論土石流的特徵，有助於深入瞭解土石流發生的機制。

(五) 從賀伯颱風、921地震及桃芝颱風所造成的崩塌面積一次比一次更多，將近有30倍的差距，也是引起土石流重大災害的原因。本研究比較不同地質區所引起的崩塌問題，陳有蘭溪集水區以三峽群崩塌面積最多。

五、研究者自評

從土石流的地質地形資料瞭解到，發生土石流的因子間都有明顯的差異性，要訂出土石流發生的臨界標準有其困難度，同時由於台灣地區地形地質條件相當複雜，也是造成土石流災害不容易掌控的因素。然而本研究以集水區來探討土石流的特性，目的在降低研究的複雜度，同時在研究中也發現不同因子之間的相關性。

陳有蘭溪從賀伯颱風發生土石流至今將近八年，其間每當有豪雨就有土石流的災情產生，顯示這個地區處於相當的不穩定狀態，因此要對土石流有更清楚的瞭解，應持續監測當地地形及崩場地的變化，才能有效的防治土石流的災害。

六、參考文獻

1. 尹承遠、翁勳政、吳仁明、歐陽湘 (1993)，台灣土石流之特性，工程地質技術應用研討會 (V) 論文集，70-90。
2. 李錫堤 (1996)，從地形學的觀點看陳有蘭溪的賀伯風災，土工技術，57:17-24。
3. 林美聆、游繁結、林炳森、范正成、王國隆 (2000)，集集震後土石流二次災害危險性之評估，土工技術，81：

- 97-104。
4. 林俊全 (2001), 溪頭地區桃芝颱風水土災害特徵之探討, 中華水土保持學報, 32(4): 261-270。
 5. 張瑞津 (1997), 陳有蘭溪流的地形環境與自然災害之關係, 中國地理學會會刊, 25: 43-64。
 6. 張瑞津、沈淑敏、劉盈劭 (2001), 陳有蘭溪四個小流域崩塌與土石流發生頻率之研究, 國立臺灣師範大學地理研究報告, 34: 63-84。
 7. 陳天健、王國隆、洪鳳儀、劉東京、蔡修毓、林美聆 (2001), 桃芝颱風土石流災害特性與災因檢討, 中華水土保持學報, 32(4): 279-288。
 8. 陳文福 (1992), 集水區環境與水文之關係, 水土保持學報, 24(1): 113-129。
 9. 陳宏宇 (2001) 東埔蚋溪及出水溪之土石流的地質特性, 中華水土保持學報 32(4): 289-296。
 10. 邱創益 (1996), 賀伯颱風對阿里山公路山區路段造成崩塌之調查分析, 賀伯颱風災害調查研討會論文集, 國科會工程處工程科技推展中心, 1-15。
 11. 張長義 (1999), 土地利用與環境災害關係之探討—以南投縣信義鄉為例, 35-39。
 12. 詹錢登 (2000), 土石流概論, 科技圖書股份有限公司出版。
 13. 詹錢登 (1998), 土石流的發生與運動, 土木技術第一卷第一期, 第 132-144 頁。
 14. 陳晉琪、謝正倫、林慶偉 (2004), 台灣中部地區土石流災害溪流之地形特性, 中華水土保持學報, 35(1): 25-34。
 15. 游繁結、陳重光 (1987) 豐丘土石流災害之探討, 中華水土保持學報, 18(1): 76-92。
 16. 國立成功大學防災研究中心 (2000), 九二一震災系列調查(二)-土石流危險溪流調查計畫, 行政院農業委員會水土保持局委託計畫。
 17. Lin, C. W., C. L. Shieh, B. D. Yuan, Y. C. Shieh, S. H. Liou, S. Y. Lee (2003), "Impact of Chi-Chi Earthquake on the Occurrence of Landslides and Debris Flow: Example for the Chenyulan River Watershed, Nantou, Taiwan," *Engineering Geology*.
 18. Simon J. Dadson, Niels Hovius, Hongey Chen, W. Brian Dade, Jiun-Chuan Lin, Mei-Ling Hsu, Ching-Weei Lin, Ming-Jame Horng, Tien-Chien Chen, John Milliman, Colin P. Stark (2004) Earthquake-triggered increase in sediment delivery from an active mountain belt, *Geology*, v. 32: no 8: p. 733-736.
 19. VanDine, D. F. (1985), "Debris flows and debris torrents in the Southern Canadian Cordillera," *Can. Geotech. Journal*, 22: 44-62.