

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 中橫公路崩山災害研究(III) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 95-2116-M-002-014-  
執行期間：95年08月01日至96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

計畫參與人員：碩士級-專任助理：鄭宏祺

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96年10月31日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

中橫公路崩山災害研究(III)

計畫編號：NSC 95-2116-M-002-014

執行期限：95年8月1日至96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

中橫公路自1999年921地震以來，至今尚無法全線通車，除了本身地質條件較為破碎外，每當颱風豪雨常常造成當地發生嚴重崩塌及土石流，如2001年桃芝颱風及2004年敏督利颱風，對中橫公路造成嚴重的災情。

中橫公路在九二一集集地震經過八年後，本研究追蹤崩山災害的變遷，主要的方法是透過歷年的航空影像資料以及相關的水文、輸沙等資料，配合野外的觀測，瞭解其變遷。另外，中橫的土沙搬運的模擬實驗，也於柏林自由大學完成。

研究區內，以四個主要的崩塌地區持續追蹤的個案顯示：

1. 中橫地區原有許多崩塌地，但由於九二一地震前，沒有太多的颱風衝擊本區。因此過去的崩塌地已經漸漸有許多植生分佈。
2. 中橫地區的植生，有些在崩塌地發生後五年，就因為植生的發育，不容易看出崩塌地的判釋，但是主要崩塌地的部分，受到颱風豪雨影響，仍有擴大的趨勢。
3. 受到地震的影響，土沙仍然留在邊坡上，但是颱風豪雨扮演著沖刷、搬運的角色。谷關水庫庫區迅速被颱風帶來的泥沙填滿。德基到谷關一帶的水庫，雖然都躲過地震一劫，但都難逃隨後的颱風、豪雨所帶來的破壞。
4. 大甲溪河床的淤積現象明顯。在敏督歷颱風後，更破壞谷關壩，造成河道淤積現象明顯，原有的水壩功能消失。
5. 河床埋積現象明顯，航照上還可看到許多的沖積物堆於河床。埋積河谷的高程變

遷，說明目前的淤積現象仍進行中。但從谷關剖面來看，仍有許多物質已經被搬運離開河道。顯示本區的高度動態環境，非常值得繼續追蹤。

**關鍵詞：**中橫公路、地震、颱風、崩塌、集水區輸沙、地形作用

## Abstract :

The geomorphological processes are main proceed in shaping landscape in the high mountains of Taiwan. Sediments transportation, soil creeps and landslides result landscape changing dramatically in Central Taiwan especially after Chi-Chi earthquake and several typhoons and heavy rainfalls. The purpose of this study is to monitor the evolution of such geomorphological processes at Central Cross Island High Way.

A series of archive aerial photos and satellite images between 1999 and 2006 for land use and landslides identification and interpretation have carried out. A flume experiment was also tested in Free University Berlin to simulate the sediment transportation of Hohuan Shan.

The results show that although there are eight years after Chi-Chi earthquake in 1999, the Geomorphological processes are still very active and dynamic.

There are several landslides still expanding, however some landslides have been

covered with grass according to the aerial photo interpretation. A series of dams on Tachia river between Techu and Kukang were also destroyed by the typhoons although those dams were survived during Chi-Chi earthquake.

Keywords : Landslide, Sediment transportation, Morphological processes.

## 二、緣由與目的

中部橫貫公路在九二一地震產生許多大規模崩塌，將原本的道路損壞。中橫公路的崩坍問題是由於地震造成的土石鬆動，尤其是在大甲溪上游地區，不但遇雨即崩，有許多的土石還會被帶入水庫，造成水庫壽命的急速減少，也勢必造成大甲溪的水質因為含泥沙量過大而無法取用，必須停水進行搶修工程。過去一段時間內，由於許多的九二一地震的餘震，都在此區域發生，因此更造成公路修復的困難度。中橫公路不斷造成落石、崩坍、土石流等問題，的確凸顯了這個問題的存在。因此本研究希望將焦點放在中橫公路谷關至德基水庫路段，以數值地形模型配合正射化航空像片影像，研究其崩塌地的特性，以及後來的颱風和豪雨所造成的崩塌地演育。

在崩塌地的研究方面，莊善傑（2004）從崩塌判釋的結果發現，921地震誘發的山崩新生率為 88 %，桃芝與敏督利颱風後的山崩新生率分別為 47 %與 49 %，表示 921地震後地層的完整性受到了破壞，而加大了山崩的延伸範圍。另外，921地震的山崩重現率為 51 %，桃芝與敏督利颱風後之山崩重現率分別為 59 %與 66 %，此意義顯示本研究區域之地層因受到地震破壞的影響，在後續豪雨事件中，發生再崩塌的機率相當高。

本研究過去觀察 921 地震後河川搬運沈積物的效率有明顯提升，流量為  $100 \text{ (m}^3/\text{s)}$  時河川懸移質濃度由地震前的每公升 75 公克

大幅提昇至 750 公克。在地震前原本大甲流域是屬於沈積物供應限制的狀況，集集大地震增加沈積物的供應量，也將原本的沈積物平衡改變，轉移為搬運限制。莊善傑（2004）研究大甲溪輸砂量的估算資料中發現，賀伯颱風之降雨量與總逕流量為桃芝颱風的 1.8 倍，但是輸砂量卻遠不及桃芝颱風的一半。此結果顯示 921 地震後單位輸砂量大於地震前。

集集大地震後大甲溪河道在德基水庫以下發生明顯的埋積現象，有些河段甚至埋積超過30公尺以上，這是由於大量崩塌碎屑物質進入河道所產生的結果，大規模的崩塌對下游數十公里的河道產生影響，也使得由颱風與豪雨所形成的洪水被限縮在較小的河道中流動，即使在河川流量沒有明顯增加的情形下也會造成嚴重的災害。

從過去的觀察研究發現，崩塌地的產生對整個大甲河流域產生重大的影響，全區域的崩塌地統計雖然可以瞭解整個集水區的崩塌模式，然而局部地區的崩塌型態、發育模式及發生的機制可能略有不同。因此，本研究為了探討小區域間崩塌地發育的型態是否有差異，以谷關到德基地區間，選定四處主要具有代表性的崩塌地（圖1），追蹤探討崩塌地發育的過程。

本研究採用農航所歷年的正射影像，包括1999年地震前、2001年桃芝颱風後、2004年敏督利颱風後及2005年影像資料，以及陶林數值測量公司產出的1999年地震後谷關到德基間的正射影像，進行套疊比較，觀察崩塌地發育的變化，並以經建版第二版（1994年）25000分之一地形圖為底圖，觀察這些崩塌地在地震後是否為新生成的崩塌地或為舊崩塌地。

本研究過程中，並前往德國柏林自由大學，將大甲溪的泥沙模擬颱風時期的沖刷現象，結果發現研究區內的泥沙，在坡度五度以上的河床，就有很大的影響搬運的功能。



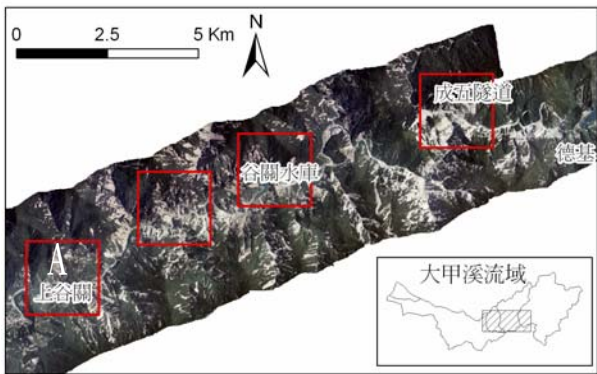


圖1 研究區範圍圖

### 三、研究成果

本研究蒐集並校正5個時期的航空照片以GIS軟體加以套疊後，觀察崩塌地改變的型態（圖2-圖5）。將四處崩塌地(圖1由左至右分成A、B、C、D四區)發育的型態加以說明。

整體而言，從經建二版地形圖（1994）上所記錄的舊崩塌地，在地震後至2005年四區從航照影像上都看到持續發生崩塌的現象，而颱風使得在邊坡上鬆散的土石帶入河床中，造成河道嚴重淤積的現象。

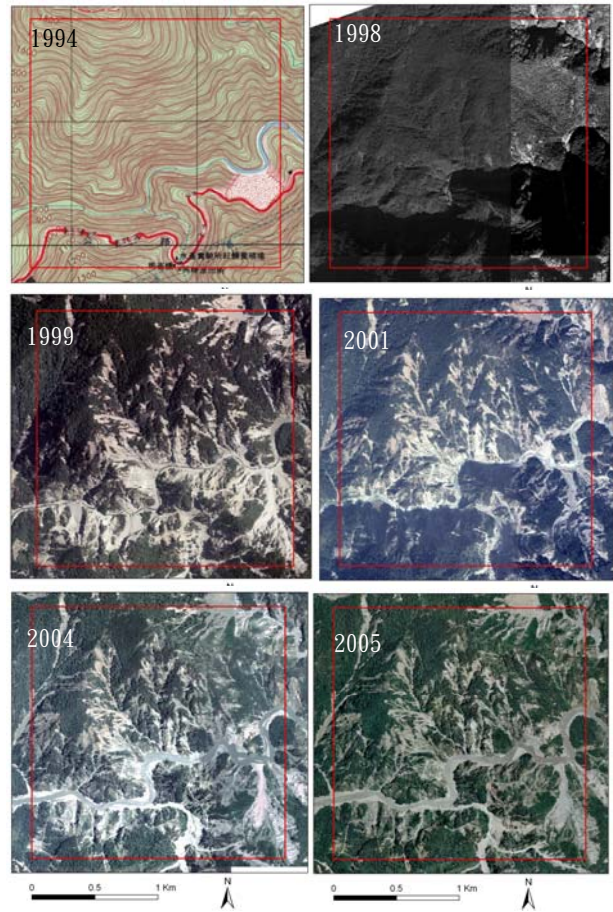


圖3 B區歷年航照影像比較圖

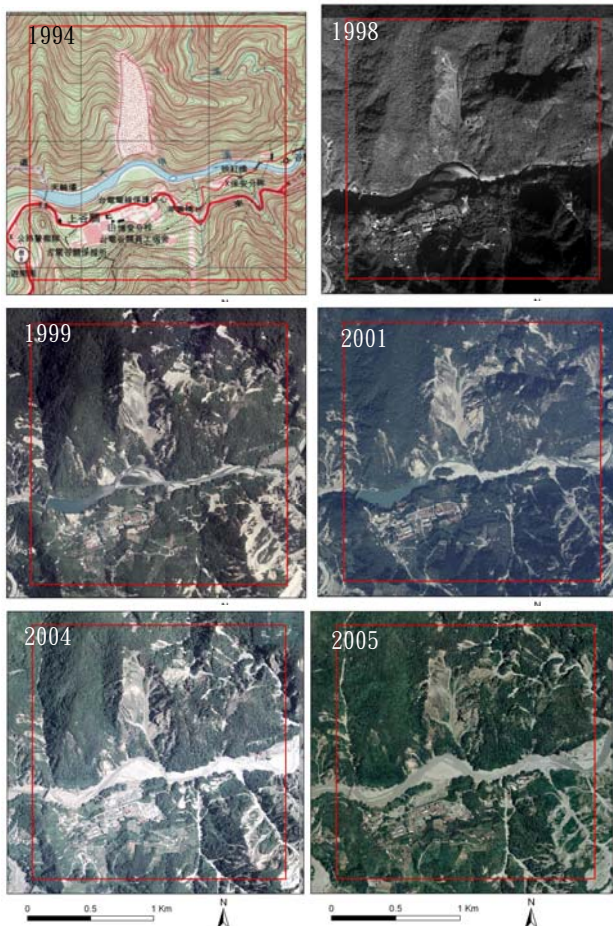


圖2 A區歷年航照影像比較圖

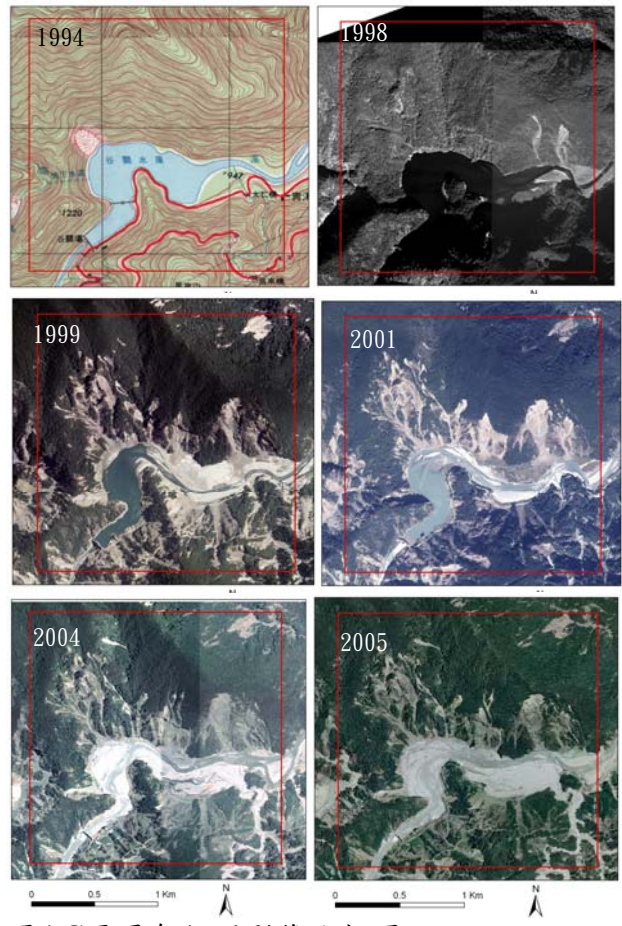


圖4 C區歷年航照影像比較圖



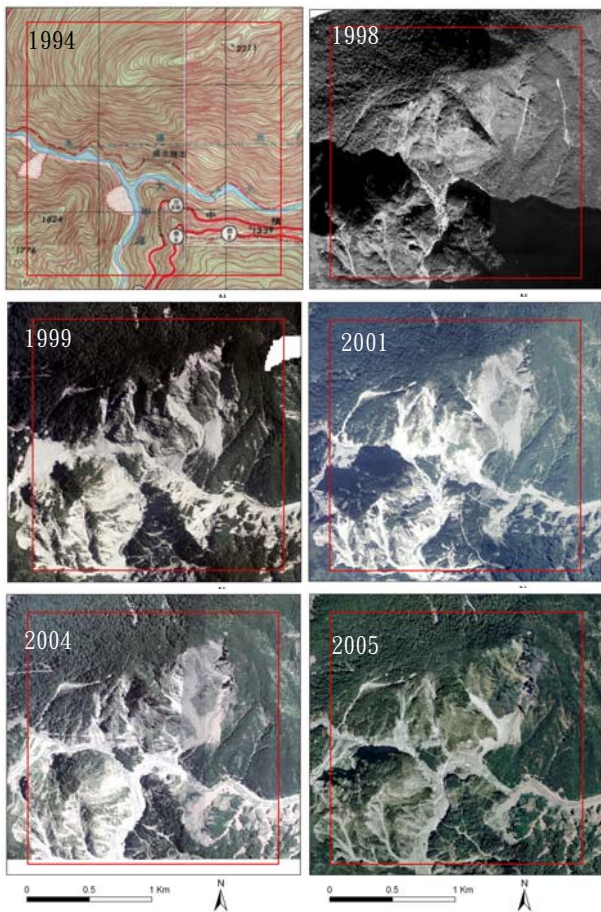


圖5 D區歷年航照影像比較圖

#### 四、討論

1. 河床的堆積物的量，可以由航照看出增加的趨勢。然而總量並不容易量測。主要原因沖積物呈現動態的變化。不容易量出總量。
2. 由 1994 年的地形圖上的崩塌地而言，經過地震、颱風的衝擊，都會繼續發生崩塌，甚至有擴大的趨勢。老崩塌地的位置與範圍，應該繼續整理，作為日後判釋的參考。
3. 由現有航照判釋，可以看出如果颱風豪雨持續對本區沖蝕，崩塌地並還沒有穩定的趨勢。
4. 崩塌地的範圍，看來還沒有穩定。但是崩塌的面積與數量，並沒有大幅增加。但是從沖積物的供應源而言，應有一個限制量，不應該無限制的供應。因此，日後如何瞭解供應量的來源，或許是下個階段應該關注的焦點。

#### 五、結論

1. 本年度對中橫地區的崩山災害研究，主要是以個案追蹤為主。從 1994 年賀伯颱風前的地形圖到 2006 年的資料，選出具有代表性的區域，並配合地勢分析與地質資料，希望能對地震、颱風因子的影響，加以釐定。
2. 研究成果顯示，中橫地區經過集集地震八年來，幾乎每隔一兩年就受到颱風的沖蝕，造成本區一直無法穩定。但是由面積分佈看來，也沒有更大規模的擴張。因此往後是否能慢慢穩定下來，有待更長期的觀測。
3. 有幾個個案看來，谷關到德基之間的崩塌，可以看出崩塌對公路的威脅仍然存在。而德基到梨山地區，則呈現比較穩定的狀態。梨山地區的土地超限利用，仍然持續進行，並沒有因為中橫崩塌封路而慢慢減小開發面積。相關的土地利用變遷，應該是另一個非常重要的研究課題。

#### 六、研究者自評

1. 目前航照正射影像對於崩塌地細部的觀察研究，可以得到很好判釋成果，但由於山區地形起伏較大，在位於稜線上的誤差較大，增加判釋上的困難。
2. 由於研究區範圍大，不易抵達，因此航照、衛星影像的判讀相對重要。但是如果配合現場的核對，應該可以更清楚崩塌地的變化趨勢。

#### 七、參考文獻

1. 王文能、尹承遠、陳志清、李木青 (2000) 九二一地震崩塌地現況與災害防治，九二一震後中日土砂災害調查及治理研討會，9-90。
2. 沖村孝 (1996) 六甲山地における面的崩壊，兵庫縣南部地震と地形災害。古今書院，110-126。
3. 李三畏 (1984) 臺灣崩坍問題研討，土工

- 技術雜誌，7，43-49。
4. 李錦發、蘇泰維等（2004） 敏督利颱風山崩、土石流災害—大甲溪流域，地質，23（3），1-6。
  5. 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，地工技術，81：97-104。
  6. 林美聆、陳榮河（2000）坡地破壞探討，九二一集集大地震大地工程震災調查報告。國家地震工程研究中心，1-33。
  7. 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。
  8. 張政亮、張瑞津、紀宗吉（2005），遙測與地理資訊系統應用於坡地災害調查分析—以大甲溪中上游為例，師大地理研究報告，no.43，101-121。
  9. 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，台灣師大地理研究報告，34，63-83。
  10. 莊善傑（2004）大甲溪流域的山崩在颱風與地震事件中與地質環境之對應關係，台灣大學地質系碩士論文，共 124 頁。
  11. 張政亮、張瑞津、紀宗吉(2006)遙測與地理資訊系統應用於大甲溪流域之崩塌災害的調查與分析，國立臺灣師範大學地理研究報告，43：101-121。
  12. 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。
  13. Harp, E.L., Schmidt K., Wilson, R., Jeefer, D.K., Jipson, R.W. (1991) Effects of landslides coseismic ractures trigged by the 17 October 1989 Loma Prieta, California, Earthquake, *Landslide News*, No.5, 18-22.
  14. Harp, E.L., Jipson, R.W. (1995) Inventory of landslides trigged by the 1994 Northridge, California, Earthquake, U.S. Geol. Survey Open-File Report 95-213, 1-17.
  15. 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 Occueence of Landslides and Debris Flow: Example for the Chenyulan River Watershed, Nantou, Taiwan," *Engineering Geology*.
  16. Simon J. Dadson, Niels Hovius, Hongey Chen, W. Brian Dsde, 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 mpuntain belt, *Geology*, v. 32: no 8: p. 733-736.
  17. Schuster, R.L., Nieto, A.S., O'ouke, T.D., Crespo, E., Plaza-Nieto, G. (1996) Mass wasting triggered by the 5 March 1987 Ecuador earthquakes, *Engineering Geology*, 42, 1-23.
  18. Tibaldi, A., Ferrari, L., and Pasquare, G. (1995) Landslides triggered by earthquakes and their elations with fault and mountain slope geometry: an example from Ecuador, *Geomorphology*, 11, 215-226.
  19. VanDine, D. F.(1985), "Debris flows and debris torrents in the Southern Canadian Cordillera," *Can. Eeotech. Journal*, 22:44-62.