

池上斷層近地表斷層帶的岩石特性：
斷層活動行爲及機制之探討
**Rock properties of fault zone at surface level along the
Chihshang fault in eastern Taiwan:
implications for behaviors of active fault**

李建成¹、朱倣祖²、胡植慶³、董家鈞⁴、陳宏宇¹、張國楨¹
Jian-Cheng Lee¹, Hao-Tsu Chu², Jyr-Ching Hu³, Jia-Jyun Dong⁴, Horng-Yue Chen¹,
Kuo-Jen Chang¹

¹ 中央研究院地球科學研究所

¹ Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei

² 經濟部中央地質調查所

² Central Geological Survey, MOEA, Taipei

³ 國立台灣大學地質科學系

³ Institute of Geosciences, National Taiwan University, Taipei

² 國立中央大學應用地質研究所

² Institute of Applied Geology, National Central University, Chungli

摘要

斷層的活動行爲的分析，包括滑移速率的大小、其在地震週期間的變化、及其在地表到地殼較深處的變化等，對於瞭解一個活斷層的間震及同震特性、發展歷史、及地震災害評估，有著相當關鍵的幫助。台灣東部花東縱谷，為正在聚合中之菲律賓海板塊及歐亞大陸板塊交界的縫合帶。而花東縱谷斷層，正是在此縫合帶上，主要的斷層系統。受到兩板塊以每年約八公分的水平速率聚合影響，花東縱谷斷層成為台灣造山帶中一個主要的應力集中及能量釋放的重要地質構造。過去二、三十年的研究，也顯示出花東縱谷斷層中南段，包括玉里斷層、池上斷層、鹿野斷層、利吉斷層等，有非常快速的斷層滑移速率。同時也發現到地表的斷層滑移速率與雨水或地下水，有非常密切的關連。近年來的監測與分析，發現到斷層滑移速率等活動行爲，也隨著地震週期的演進（例如 2003 年規模 6.5 成功地震），在同震時期有不同的斷層滑移特性。我們逐漸發現，活斷層行爲的模式及特性，與斷層帶岩石的物理及力學性質，有相當程度的關連性。本研究利用斷層帶地表變形的監測（建築物破裂量測、潛變儀、大地測量密集網）、斷層岩石力學的數值模擬、斷層摩擦力學的數值模擬，來探討池上斷層的斷層帶之岩石物理、力學等特性，及其對斷層活動行爲所造成的影響。

從十五年來（1990-2006）的持續監測來看，池上斷層的近地表的平均水平

滑移速率為每年 2-3 公分。此速率持續至成功地震前約四年（2000-2003），速率減慢了 30-40%。2003 年成功地震，池上斷層地表同震位移約 1-2 公分。震後地表速率急速增加（在震後 6-8 個月，可達每年 15-30 公分），後隨即呈對數比例逐漸減慢，預計將逐漸恢復至長期平均滑移速率每年 2-3 公分。以目前至 2006 年底的資料來看，恢復期超過三年。與大區域 GPS 連續站記錄比較，我們發現斷層滑移，隨離斷層的遠近有不同的行為。特別是震後的滑移，在近斷層特別明顯，我們解釋為與斷層近地表的斷層帶岩石物理及力學性質有關。

從同震及震後位移的量測資料，我們利用摩擦力學的定律來數值模擬。我們發現過去在美國加州斷層研究所提出之「滑移速率增加—近地表斷層帶岩石力學強化」(velocity strengthening) 之效應，同樣似乎可以應用在池上斷層的滑移行為上。我們也利用彈性摩擦之力學模擬斷層地表位移，來求得近地表岩石力學參數。結果顯示，在錦園村地區，池上斷層在近地表約 15-20 公尺淺之斷層面正在發展，還並沒有產生明顯之位移；而 20 公尺以下之斷層面顯示，有很弱的岩石力學性質：摩擦角小於 12 度、內聚力小於 80KPa。

另外由潛變儀的資料，我們也發現在近斷層（或近地表），斷層有明顯乾季鎖定的效應。我們的解釋是乾季時斷層帶近地表處之孔隙水壓變低，可能造成有效正應力增加，斷層摩擦力因此變大。相反，當雨季來時，雨水造成孔隙水壓增加，有效正應力減少，斷層摩擦力變小到一定的程度，斷層開始滑移。我們透過現場抽注水之水力實驗，希望能得到斷層帶的水力係數，進而推導及數值模擬雨水、孔隙水壓變化、及斷層之滑移、及地表之變形量等彼此間之關係。