

活動斷層調查現況與展望

林偉雄、盧詩丁、石同生、陳建良、林燕慧
經濟部中央地質調查所

摘要

自2002年起迄今，台灣活動斷層調查歷經五年，「地震地質調查與資料庫建置」計畫已完成第一階段性任務。活動斷層調查從靜態的斷層定位和性質研究，擴充至動態的系統性觀測，而且除了活動斷層外，還清查了所有的活動構造地形。回顧過去的成果，將尚待解決的問題，由今年起新的四年期計畫「地震地質與地變動潛勢分析」計畫接手執行，以便為地震減災防災工作奠下基礎。

前言

臺灣島位於環太平洋區的地震帶，無法避免災害性地震的發生，但是藉由了解可以減輕傷害。臺灣災害性地震肇因於斷層活動，因此瞭解活動斷層有助於地震防災和減災（圖一）。經濟部中央地質調查所自91年起，執行五年「地震地質調查與活動斷層資料庫建置」計畫，地下利用鑽探採樣、槽溝開挖古地震研究、地球物理探勘（董倫道等人，2006）、和微震監測，地表進行地質調查、地形分析判釋、水準和GPS測量，天上則應用雷達側視影像進行大地變形分析（張中白和陳錕山，2006），研究活動斷層的特性。

研究現況

活動斷層網（經濟部中央地質調查，2006）的查詢系統項下「斷層各論」，臺灣42條活動斷層中，除了金山斷層確定不為活動斷層，小岡山和鳳山斷層目前仍無調查資訊外，其他斷層均已繪製成比例尺1/25,000的條帶地質圖。論及活動斷層位置的精度，斷層沿線控制點距離大致超過1公里，因此精度評估約在50公尺以上（石同生等人，2003和2004），然而部份斷層在近地表處為礫石、砂、泥或土覆蓋，或斷層沿線地形地貌遭自然侵蝕改變或人為開發破壞，位置經由學理推論者，位置劃設僅供參考。此外，斷層帶的寬度依各處地下地質條件不同，非經現地探勘或調查，目前此方面資訊仍然匱乏。

斷層活動後需經一段時間的應變累積，始能再造成破壞性的地震，因此古地震事件（陳文山等人，2006；陳于高等人，2006）提供斷層活動週期資訊，目前認為東部斷層活動週期較短約200年左右，而西部活動週期較長，約為數百年至上千年。利用活動斷層監測網資料，東部地區地表位移速率約每年7公分；南部地區約為每年5公分；中西部及北部地區則小於每年1公分（饒瑞鈞等人，2006），假設給定未來斷層活動位移量5公尺，那麼所推估的東部斷層活動週期約70年，南部則為100年，中西部及北部則大於500年。雖然定量上斷層短期滑移速率，與古地震研究結果所得長期速率不同，不過定性上兩者給出相似的區域變化趨勢，期望未來能夠分辨各條斷層的活動差異。

地下斷層活動在地表形成區域性地形崖，然而斷盤慢速潛移活動所致的塑性變形則形成褶皺崖，斷盤快速運動的脆性破壞則表徵成斷層崖。利用線形、構造

崖、構造窪地、構造隆起和水平錯移地形等特徵，目前已完成活動構造地形的清查（沈淑敏等人，2006），然而這些地形的形成機制仍待未來驗證。

爲了掌握斷層活動行爲，除了利用活動斷層監測網外，地震研究也是一環（林正洪等人，2006）。微震觀測在新竹地區持續進行3年，震源分佈富集於低速帶區域，地震機制並不一致顯示構造活動非常複雜。此外，針對新竹、台中、嘉義和台南四個地區，利用氣象局和中研院地科所的地震資料，進行震源分佈和地震機制分析，然而受限震源定位解析度，以及於各地地震規模不大，並未對活動斷層研究產生明顯的助益。

未來展望

活動斷層的位置及性質研究，隨著調查資料的累積而修正，甚至取消或新增，因此活動斷層圖並非固定的圖資。另一方面，都會區鄰近斷層帶的土地開發，面臨如何設計建物以因應地下斷層活動的影響，這牽涉到覆蓋層的厚薄，斷層在不同岩層的作用，斷盤應變累積速率的效應等等，因此斷層帶的地下構造形貌調查，不僅可以協助提高定位精度，而且活動構造地形的形成機制也可以解決。

另一方面，斷層活動性仍然是未來調查的重點，斷層風險隨著時間而變化，近百年來曾發生災害性地震之活動斷層，考量其活動週期，現階段危險性都不高，但再經過幾個世代，危險性則逐日增高，目前暫列爲低風險的活動斷層，風險也將會隨著時間推移愈來愈高，因此，某一斷層的風險歸類會隨時間的遞移而有改變。對台灣大部份的活動斷層而言，斷層最後一次的活動時間和周期都是未知數，因此現階段並無法針對未來發生機率大小，來評估活動斷層引致地震災害之風險性。此外，目前已知斷層活動週期由幾百年至千年，但是建物使用年限往往不到百年，因此土地利用政策以限制或禁止作爲並非最佳策略，即便地質條件的不良，工程設計的因應考量仍有騰挪的空間。因此本所2007-2010年「地震地質與地變動潛勢分析」計畫，目標在確定活動斷層帶的地下構造形貌，分析活動斷層的長期滑移速率與再現週期，監測斷層的短期滑移速率，來評估地表變動潛勢，以達成地震防減災的目的。

參考書目

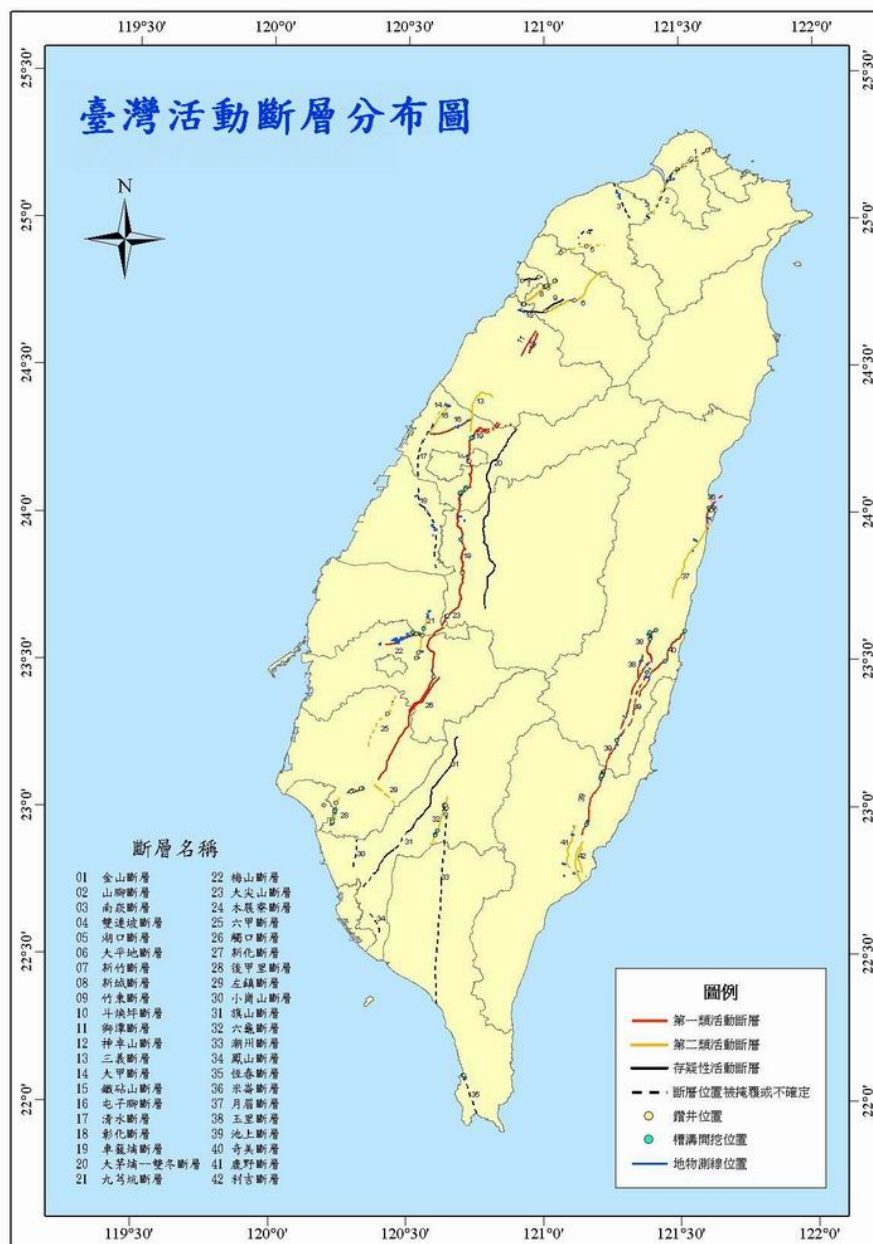
- 石同生、盧詩丁、林偉雄、李元希（2003）：新城斷層定位與斷層活動性研究。經濟部中央地質調查所特刊，第十四號，第35-48頁。
- 石同生、盧詩丁、林燕慧、劉彥求、林偉雄、林啓文（2004）：活動斷層定位現況。第十屆「台灣之第四紀」暨「台北盆地環境變遷」研討會，第224-228頁。
- 沈淑敏、張瑞津、楊貴三、林雪美、林宗儀、林焦美、古念偉、蘇惠真、葉懿嫻和翁毓穗，2006。地震地質調查與活動斷層資料庫建置計畫－活動構造地形判釋及資料庫建置分析總報告，經濟部中央地質調查所，105頁。
- 林正洪、詹瑜璋、陳光榮和張道明，2006。地震地質調查與活動斷層資料庫建置計畫－活動斷層帶之微震研究總報告，經濟部中央地質調查所，110頁。
- 經濟部中央地質調查所，2006。活動斷層網－<http://fault.moeacgs.gov.tw/>。
- 董倫道、陳文山和李奕亨，2006。地震地質調查與活動斷層資料庫建置計畫－地球物理探勘總報告，經濟部中央地質調查所，110頁。

陳于高、陳文山、棉貫拓也、陳雅雯、巫姿萱、林玉儂和王昱，2006. 地震地質調查與活動斷層資料庫建置計畫－槽溝開挖及古地震研究計畫總報告：一、「新期構造、古地震與槽溝開挖研究」，經濟部中央地質調查所，133 頁。

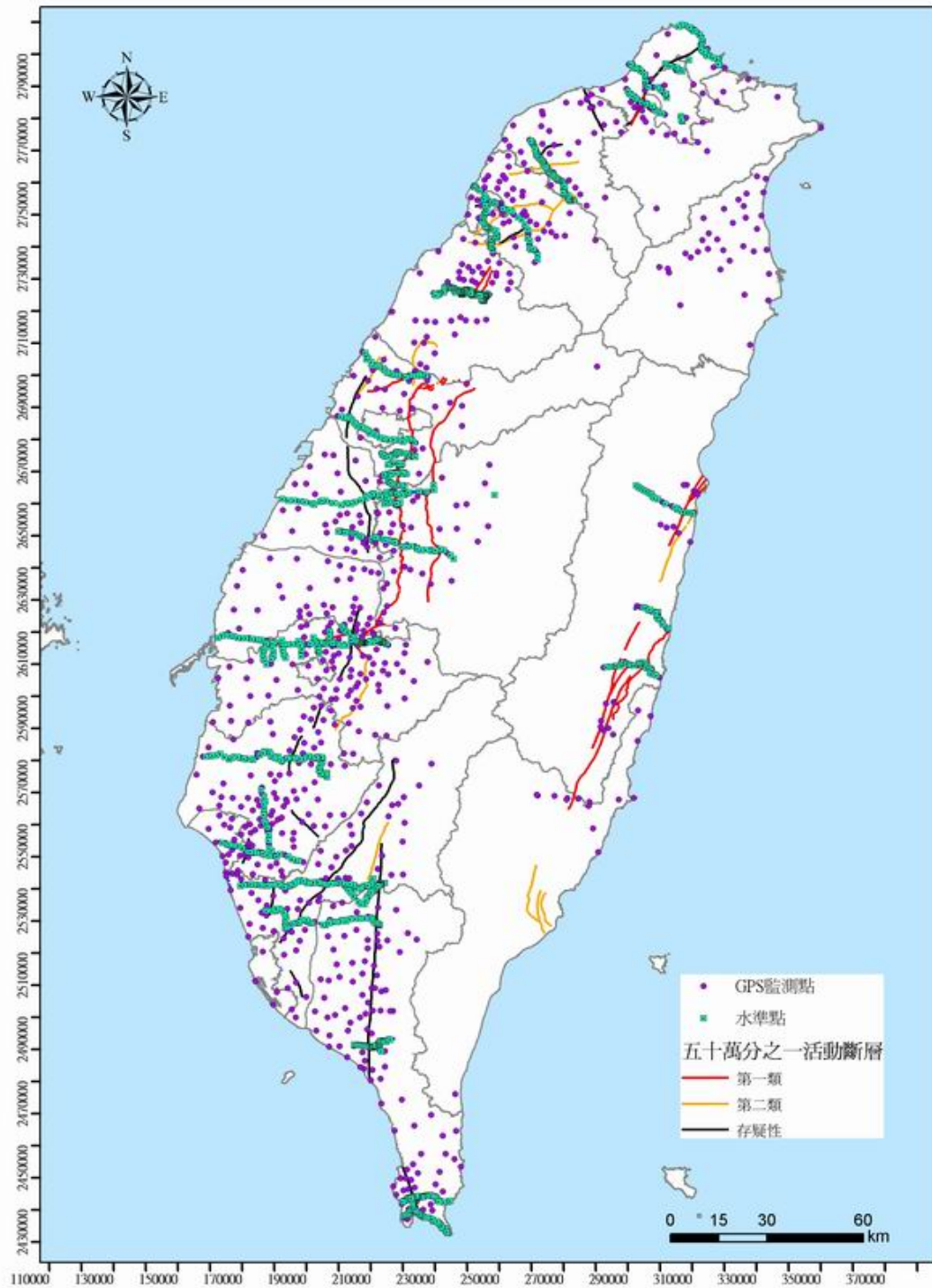
陳于高、陳文山、棉貫拓也、陳雅雯、巫姿萱、林玉儂和王昱，2006. 地震地質調查與活動斷層資料庫建置計畫－槽溝開挖及古地震研究計畫總報告：二、「熱螢光與光螢光定年」，經濟部中央地質調查所，56 頁。

張中白和陳錕山，2006. 地震地質調查與活動斷層資料庫建置計畫－衛星雷達差分干涉量測地殼變形研究計畫總報告，經濟部中央地質調查所，245 頁。

饒瑞鈞、余致義、洪日豪、胡植慶、李建成、詹瑜璋和許麗文，2006. 地震地質調查與活動斷層資料庫建置計畫－活動斷層監測系統計畫總報告，經濟部中央地質調查所，234 頁。



圖一：台灣活動斷層及歷年調查鑽井、槽溝開挖和地球物理探勘測線分佈圖。



圖二：活動斷層監測網。