

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

東亞地函動力及板塊互動研究--藏東、雲南及北越地區構造地形分布、成因與年代之探討 (II) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 95-2116-M-002-020-
執行期間：95年08月01日至96年10月31日
執行單位：國立臺灣大學地質科學系暨研究所

計畫主持人：陳于高

計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：賴光胤、鍾令和
碩士班研究生-兼任助理：郭昱廷、林名璟

報告附件：赴大陸地區研究心得報告
出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 97 年 04 月 23 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☒ 成果報告
☐ 期中進度報告

東亞地函動力及板塊互動研究-藏東、雲南及北越地區構造地
形分布、成因與年代之探討 (II)

計畫類別：☐ 個別型計畫 ☒ 整合型計畫

計畫編號：NSC 95-2116-M-002-020-

執行期間：2006 年 08 月 01 日至 2007 年 10 月 31 日

計畫主持人：陳于高

共同主持人：

計畫參與人員：賴光胤、鍾令和、郭昱廷、林名璟

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☒ 精簡報告 ☐ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

☐ 赴國外出差或研習心得報告一份

☒ 赴大陸地區出差或研習心得報告一份

☒ 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

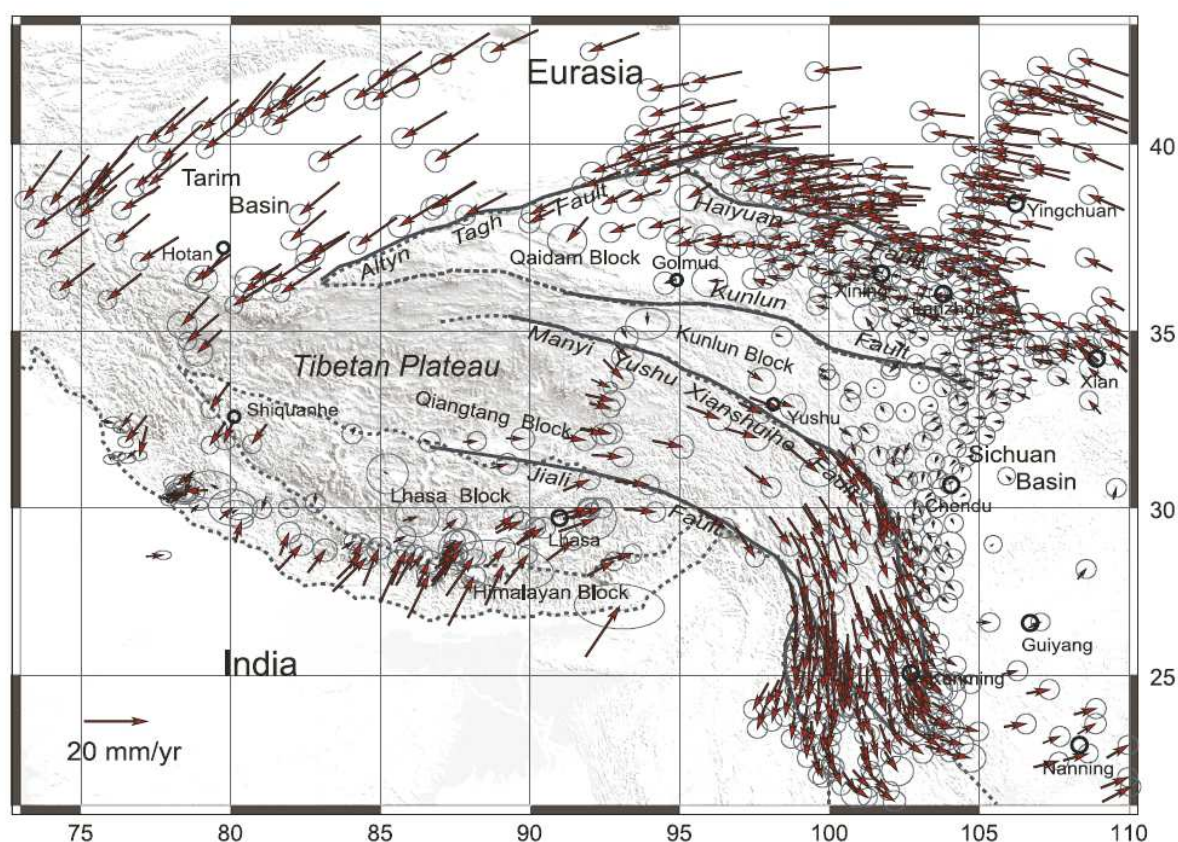
☐ 涉及專利或其他智慧財產權，☐ 一年☐ 二年後可公開查詢

執行單位：國立台灣大學地質科學系

中 華 民 國 九 十 七 年 四 月 十 四 日

前言

青藏高原是印度板塊與歐亞大陸板塊碰撞下的產物，此板塊碰撞發生於55 個百萬年前，至今仍持續不斷的進行中。青藏高原的應變集中在喜馬拉雅山一線，與幾個東西向分布的斷裂帶上，除了南北向有明顯的壓縮之外，部分地殼向東南脫逃，在喜馬拉雅山東側及東南側形成另外一序列南北向與東南向的斷層。然而全球衛星定位系統(GPS)的測量結果顯示，青藏高原東側陸塊向東與向東南脫逸的機制，似乎轉變為以鮮水河斷層系統與莫邊府斷層為東界的順時針旋轉陸塊(圖一)。本計畫配合CREATE 整合型研究計畫工作項目，進行藏東旋轉陸塊構造地形的研究，作為初步工作的目標，(一) 東界的鮮水河斷層系統與莫邊府斷層。(二) 西界的嘉黎斷層。(三) 怒江、瀾滄江、金沙江與紅河。本研究之目標即欲探討階地與其他地形面形成的主因，若其與新構造活動相關，進一步的定年工作將可協助瞭解新構造研究區的活動性。今年為計畫執行之第一年，針對嘉黎斷層與其附屬構造進行影像判釋與野外考察工作。



圖一 現今青藏高原 GPS 速率場 (Gan et al., 2007)。

研究目的

以往受限於地廣人稀，到達不易的青藏地區，現在已有可取得的衛星影像，以及成熟的GIS 分析軟體工具。本計畫即希望利用高解析度SPOT 或ASTER 影像作為第一步分析材料，再利用PCI 軟體正射生產數值高程模型(DEM)的技術，來突破以往野外工作所受的限制，希望能藉此快速明確的掌握目標，有效率的在野外工作展開之前即已有通盤的了解。本計畫為了解Namche Barwa Syntaxis (NBS)的新期構造活動，選擇附近地區地形特徵最顯著，且文獻報導中最活躍的嘉黎斷層開始著手。依據前人研究嘉黎斷層位在喀拉崑崙-嘉黎斷層帶(Karakulum-Jiali fault zone)的最東邊，斷層的活動速率約在10-20mm/yr(Armijo et al., 1989; Taylor et al., 2003)。且在著名的「碰撞-脫逸地體構造運動」理論中(Collision-Extrusion

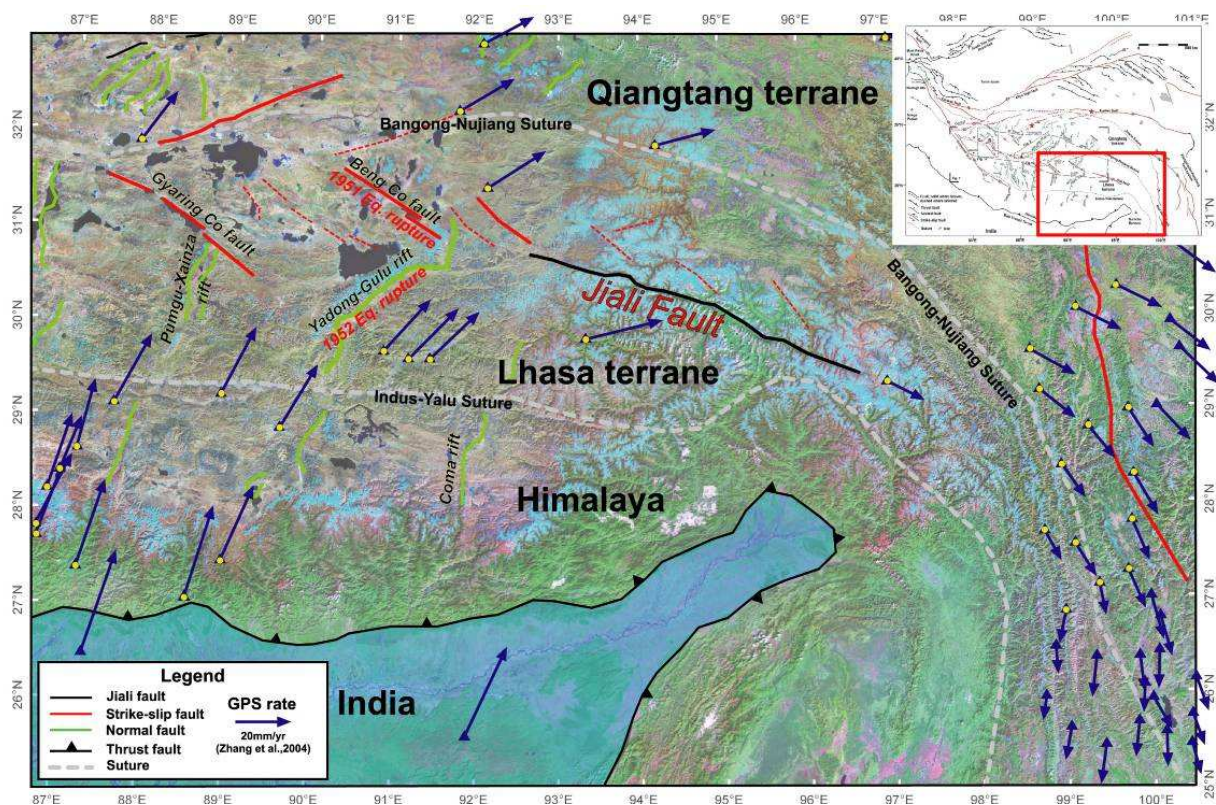
Tectonics), 青藏高原上的幾個大斷裂帶也是應變集中的焦點(Tapponnier et al., 1982, 2001)。而連結紅河斷裂為主要邊界之一的嘉黎斷層, 其重要性不言而喻。多年來, 此一理論已然初步合理地解釋東亞地區新生代地體構造架構的形成及地體運動的發生機制與演化等。但隨著研究資料的增加, 這個理論正在受到挑戰。近期, 任金魏指出嘉黎斷層的活動速率只有~4mm/yr, 但在與張性盆地相鄰的局部地段則表現出較強的活動性(Ren et al., 2000)。這使我們生出了再次調查嘉黎斷層的念頭, 配合CREATE 整合型研究計畫在去年實地調查了嘉黎斷層活動性。

研究方法

本計畫所採用的方法可分為遙測地形判釋、地形面定年等兩方法, 因此就必須進行的方法與步驟如下:

A. 衛星影像判釋:

利用Landsat影像進行Namche Barwa Syntaxis (NBS)周圍大區域的地形判釋, 找出重要的活動地形(圖二)。再藉由更高精度的影像(ex:ASTER,STOP)利用遙測軟體PCI, 將兩張相鄰未正射的衛星影像對產生3-D 的立體影像, 其所表現的地形起伏可助於地形特徵的判釋。例如: 河階的分佈、土石流或崩坍地的範圍與活動構造等等。在本研究的範圍中主要是應用於活動構造的地形判釋與河階分佈與對比的研究之上。



圖二 Namche Barwa Syntaxis (NBS)周圍的新期活動構造圖(修改至 Armijo et al., 1989; Taylor et al., 2003)。紅線: 活動走向斷層; 綠線: 活動正斷層; 灰線: 縫合帶。底圖使用 30m 解析度的 Landsat 衛星影像。GPS 速率依據 Zhang et al., 2004。

B. 生產與應用數值地形模型:

運用衛星或航空照片的立體像對電子檔, 在GIS 專用軟體中生產數值化地形模型。以臺灣40 公尺DEM 為例, 其所能讀出的資訊遠較以往為多, 故於青藏地區若使用10m 級解析度的衛星影像, 如: SPOT, ASTER 等影像, 應可建立局部地區精密的數值地形模型, 相

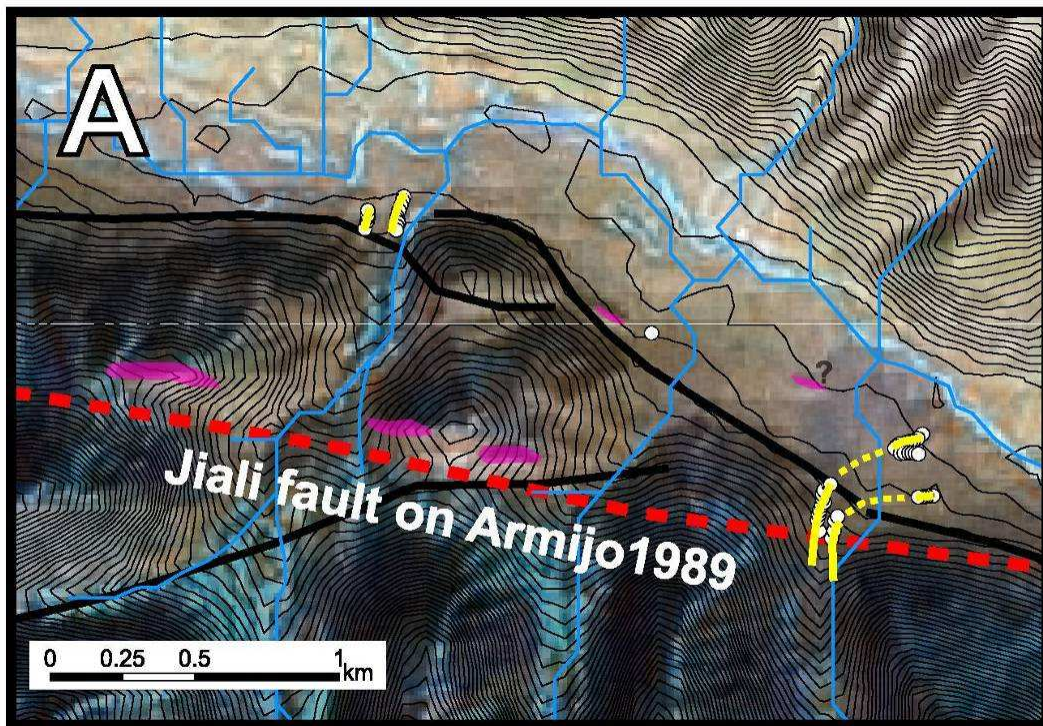
信應與台灣40m DEM 的品質相當。使用數值高程模型最大的好處是可直接在電腦上進行製圖的工作，而且不會有眼睛疲勞、航造品質不佳或有雲遮蔽等現象。此外電腦軟體方面(如 ArcView、Imagine、PCI 等)也提供許多輔助性的功能，如等高線、坡向變化、坡度變化、絕對座標、高程剖面圖的製作。另外相較於傳統立體像對觀測，其最大的優勢在於可隨時變換顯示的比例，同時具有綜觀與精細的特徵性。透過數值高程模型與數位立體衛星影像對的相輔相成，不但能得到高度、距離等資訊，也能取得影像中所擁有的其它資訊。

C.依據室內工作的結果進行野外考察:

已於2007年四月進行嘉黎地區的相關野外考察。(詳細情形請參考附件：赴大陸地區出差心得報告)

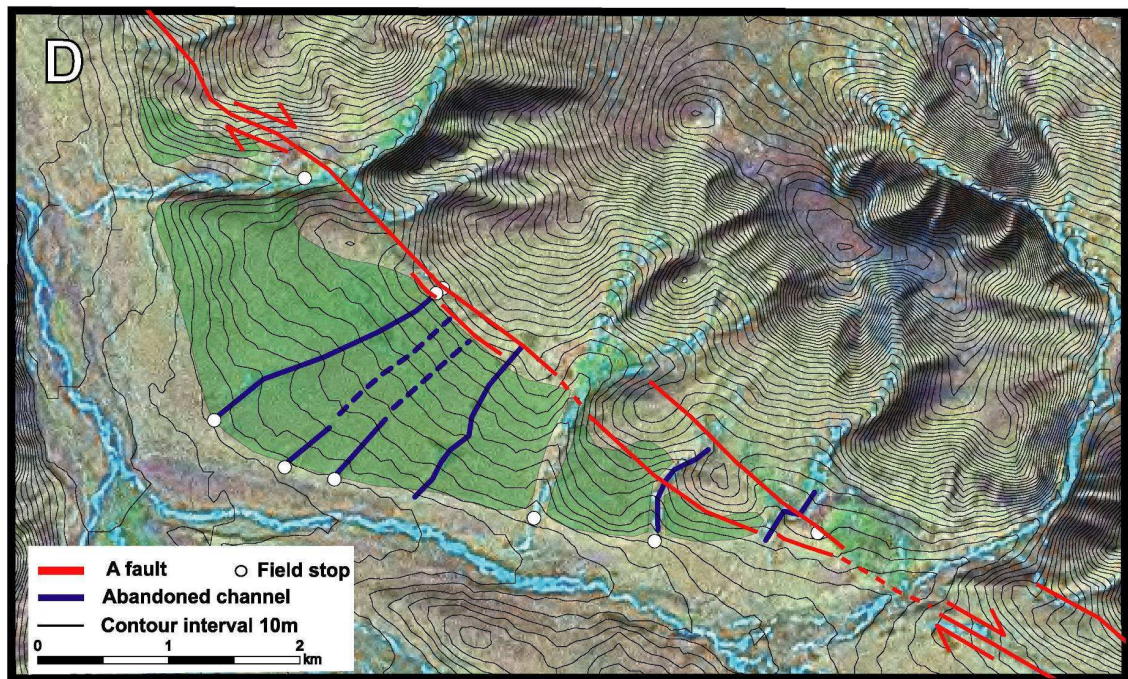
結果與討論

地形判釋與野外證據皆顯示嘉黎斷層主線活動性不高，鄰近斷層線的垂直石灰岩層造成許多看似錯動河系的地形特徵(圖三)，與任金魏等人(2000)對嘉黎斷層不活躍的觀察類似。本次野外調查也針對 Armijo et al.(1989)所提出的活動證據進行考察，不無發現相對應之地形或地質證據。

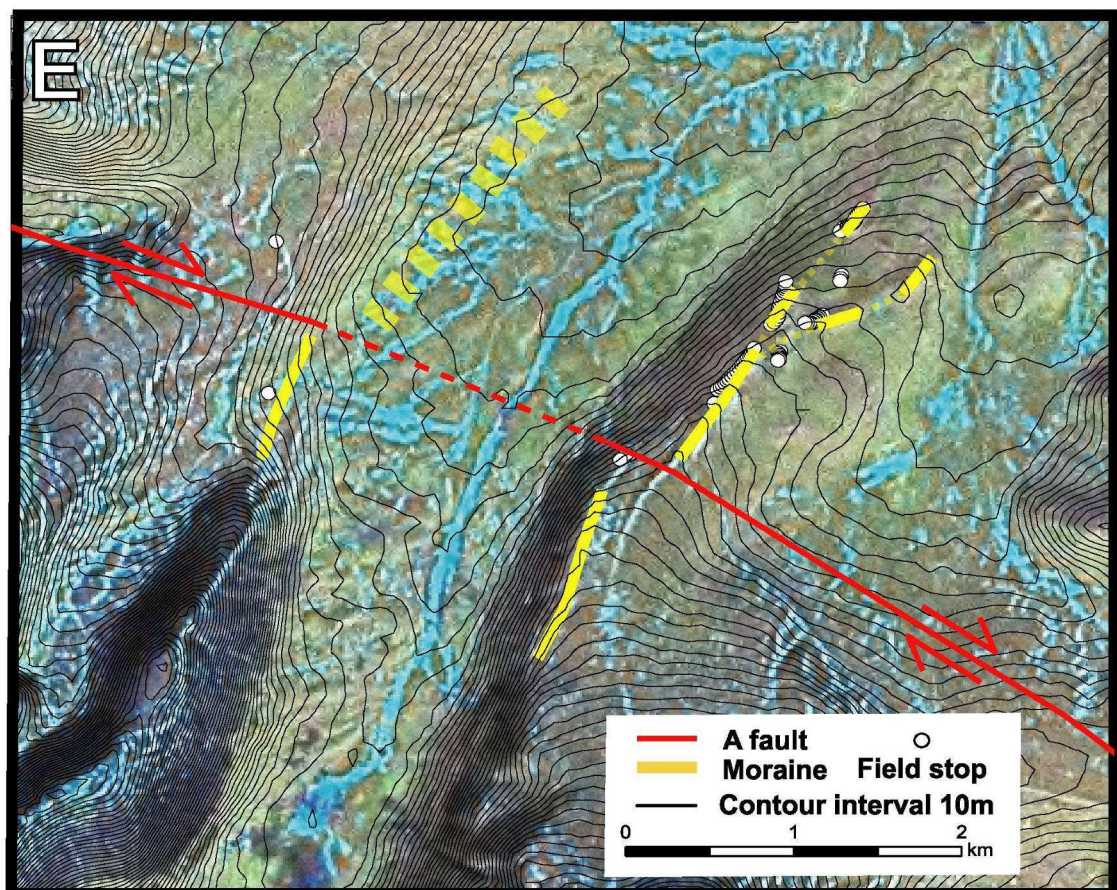


圖三 圖中紅色虛線為嘉黎斷層(Armijo et al., 1989)。粉紅色區塊為垂直的石灰岩地層出露的位置。黃線為冰川側磧，明顯指出嘉黎斷層在最近一次冰川退卻之後並無明顯活動。

但是在分支斷層上的活動性明顯比斷層主線高。地形上在捉弄孔馬河附近觀察4道清晰斷頭河河溝(圖四)，錯距在630m、1030m、1170m與1930m。在任金魏等人(2000)的研究中，在鄰近羅爾瑪弄河的高位階地上有一個TL的定年結果 $34.7 \pm 2.71\text{ka}$ ，顯示階地(或沖積扇)相當年輕。此外，與分支斷層鄰近冰川側磧被斷層截切右移約360m的證據(圖五)，但缺乏定年結果支持，已預定今年暑假前往採集冰磧石進行 ^{10}Be 的宇宙射線定年法以求得年待進行斷層滑移速率估算。



圖四 在捉弄孔馬河附近有 4 條斷頭河河溝指示斷層右移的活動持續進行。最大錯距約有 1930m 左右。除此之外，斷層沿線有許多證據顯示嘉黎斷層支線具有強烈的活動性。



圖五 冰川受嘉黎斷層支線錯移。在最近一次的冰川側碛留下 360m 的錯距。

計畫成果自評

計畫預期完成之工作項目	執行成果
完成遙測衛星影像之判釋、正射，並取得地形數值高程，完成地形解讀分析	已完成Landsat衛星影像的判釋，以購買嘉黎斷層相關地區8對ASTER 衛星影像預計完成更精細的分析工作
了解地形與活動構造之間的關係，鎖定野外調查及採樣的目標	已確定嘉黎地區附近活動性高的斷層位置，預計採集冰跡石（Cosmogenic dating）與沖積扇中的砂樣（OSL dating）
進行野外調查及定年樣本之採集	預計2008年8月前往相關地區進行採集。
定年樣本分析，新構造運動學模型的建立	所採集之定年樣本尚待分析，部分區域之新構造運動學模型已建立
文章撰寫與發表	已發表兩篇研討會論文，文章仍在撰寫中

重要參考文獻

- Armijo, R., Tapponnier, P., and Tonglin, H. (1989) Late cenozoic right-lateral strike-slip faulting in southern Tibet: *Journal of Geophysical Research*, v. 94, p. 2787-2838
- Gan, W., Zhang, P., Shen, Z., Niu, Z., Wang, M., Wan, Y., Zhou, D., and Cheng, J. (2007) Present-day crustal motion within the Tibetan Plateau inferred from GPS measurements: *Journal of Geophysical Research*, v. 112, B08416, doi:10.1029/2005JB004120, 2007
- Ren, J., Shen, J., Cao, Z., and Wang, Y., 2000, Quaternary faulting of Jiali fault, southeast Tibetan plateau: *SEISMOLOGY AND GEOLOGY* v. 22, p. 344-350.
- Tapponnier, P., Peltzer, G., Armijo, R., Le Dain, A.Y., Cobbold, P. (1982) Propagating extrusion tectonics in Asia-new insights from simple experiments with plasticine: *Geology* 10, 611-616.
- Tapponnier, P., Xu, Z., Roger, F., Meyer, B., Arnaud, N., Wittlinger, G., Yang, J. (2001) Oblique stepwise rise and growth of the Tibet plateau: *Science* 294, 1671-1677.
- Taylor, M., Yin, A., Ryerson, F.J., Kapp, P., and Ding, L. (2003) Conjugate strike-slip faulting along the Bangong-Nujiang suture zone accommodates coeval east-west extension and north-south shortening in the interior of the Tibetan Plateau: *TECTONICS*, v. 22, p. 1044.
- Zhang, P.-Z., Shen, Z., Wang, M., Gan, W., Burgmann, R., Molnar, P., Wang, Q., Niu, Z., Sun, J., Wu, J., Hanrong, S., and Xinzhaoy, Y. (2004) Continuous deformation of the Tibetan Plateau from global positioning system data: *Geology*, v. 32, p. 809-812.

赴大陸地區研究心得報告

計畫編號	NSC 95-2116-M-002-020-
計畫名稱	東亞地函動力及板塊互動研究-藏東、雲南及北越地區構造地形分布、成因與年代之探討 (II)
出國人員姓名 服務機關及職稱	陳于高 (教授 台灣大學地質科學系) 賴光胤、鍾令和、黃韶怡 (博士生 台灣大學地質科學系) 林玉儂 (研究助理 台灣大學地質科學系)
出國時間地點	2007/04/18~2007/04/29 西藏自治區
大陸地區 研究機構	中國地震局地質研究所、西藏自治區地震局

工作記要：

本次野外歷時 21 天，約 2200km 的行程。主要野外目的有二：1.了解相關研究人員於 4000 公尺以上環境工作的適應性與體能狀況；2.現地調查嘉黎斷層與其附屬構造的活動特性與預選定年樣本採集位志與種類的選擇。野外路線如圖一與表一所示。

野外證據顯示嘉黎斷層主線活動性不高，鄰近斷層線的垂直石灰岩層造成許多看似錯動河系的地形特徵(圖二)。但是在分支斷層上的活動性明顯比斷層主線高，地形上在捉弄孔馬河附近觀察 4-5 道斷頭河河溝(圖三)，與鄰近冰川側碛被斷層截切右移的證據。

目前後續計劃採取相關訂年樣本，由於高原地區植被甚少，無發現適合 ^{14}C 定年的材料。適合 OSL 定年的表土層厚度約只有 0.3-0.6 公尺，並且有相當多的齧齒類動物穴居的情況；表土層之下皆為冰川沉積物，必無發現適合 OSL 定年的細砂層。為解決目前吳定年資料的問題，傾向利用 ^{10}Be 的宇宙射線定年法進行冰川側跡或冰磧石的年代測定(圖四)。



圖一 西藏野外行程圖。橘線：青藏公路。(圖形擷取自 Google Earth)

表一 西藏行程細目

日期	距離 (公里)	位置	工作內容
4 月 16 日		台北-成都	去程
4 月 17 日		成都-拉薩	適應高原反應
4 月 18 日	450	拉薩-那曲	觀察 1952 年當雄地震地表破裂 行為與活動構造地形特徵
4 月 19 日	138	那曲-加隆-那曲	現地調查室內工作所觀察到的 活動構造
4 月 20 日	154	那曲-加隆-那曲	同上
4 月 21 日	212	那曲-嘉黎	現地調查嘉黎斷層的活動性
4 月 22 日	36	嘉黎	同上
4 月 23 日	215	嘉黎-那曲	同上
4 月 24 日	330	那曲-拉薩	觀察 1952 年當雄地震地表破裂 行為與活動構造地形特徵
4 月 25 日	187	拉薩-乃東	採取雅魯藏布江河砂
4 月 26 日	230	乃東-拉薩	採取雅魯藏布江河砂
4 月 27 日	368	拉薩-羊卓雍-拉薩	採取雅魯藏布江河砂與前往勘 察構造偃塞的羊卓雍湖
4 月 28 日		拉薩	整理樣本與寄送
4 月 29 日		拉薩-成都-台北	回程



圖二 嘉黎斷層主線之野外露頭。圖中垂直岩層指是斷層初露的位置，岩層本身為石灰岩，在嘉黎斷層主線的經常出現。



圖三 在捉弄孔馬河附近的斷頭河河溝。一野外觀察最有可能為原始上游的距離有 1930m 左右，顯示嘉黎斷層支線具有強烈的活動性。



圖四 青藏高原上冰川發育良好，有像當完整的冰川遺跡。圖中巨礫即為冰川遺留下來的冰磧石。利用 ^{10}Be 的宇宙射線定年法進行冰磧石年代測定，我們可以得知冰川退卻的年代。

出席國際學術會議心得報告

計畫編號	NSC 95-2116-M-002-020-
計畫名稱	東亞地函動力及板塊互動研究-藏東、雲南及北越地區構造地形分布、成因與年代之探討 (II)
出國人員姓名	陳于高(教授 台灣大學地質科學系)
服務機關及職稱	鍾令和(博士生 台灣大學地質科學系)
會議時間地點	2007/12/10~2007/12/14 舊金山
會議名稱	美國地球物理聯合會 2007 秋季年會
發表論文題目	1. Is Jiali Fault an active fault in Quaternary? 2. The implication of elevated lacustrine sediments in the middle reach of the Yarlung-Tsangpo and Nyang River, Tibet 3. Implications of river morphology response to Dien Bien Phu fault in NW Vietnam

一、參加會議經過

本次會議共計發表論文海報共三篇，並於前一晚(12/09)深夜即抵達位於開會地點附近的住宿旅館。

此次AGU 2007秋季年會排定五天的議程，包括24個領域，每個領域底下再區分不同的主題。除了會議議程五天內上、下午的海報論文發表，由於各個領域的議程再五天的會議中均有，因此主要參與每天Tectonophysics與Seismology這兩個領域底下的主題，再加上其他領域與本人研究有關的主題。

二、與會心得

每年美國地球物理聯合會的秋季年會(AGU Fall Meeting)是地質學界的一大盛事，主要發表海報論文。與去年相比，此次會議的規模又更形擴大，Moscone Center的空間已嫌不足，部分議程與相關活動移至鄰近的其他場所舉行。

來到這裡以後，發現地質學界的變化也一日千里，以往模糊的影像與粗略的圖片，現在不僅解析度提高許多，甚至可直接提供3D的影像，讓觀眾更能了解作者想表達的內容，而地質學研究的範疇也已從上天下海，進而進入外太空研究其他的行星(ex:火星)。另外，此次由一些觀眾特別踴躍的議程可以了解，現今的地質學已不是解析出某地質事件就足夠，現在的研究必須把地質學中不同領域結合起來做出綜合的結果，甚至做出整個動態改變的過程與模型。所謂坎井之蛙，不知江海之大；參與國際大型會議以及與眾人討論，是了解世界最新發展所必須的，如此才能擠身國際競爭的行列。

本人在此次年會中主要是擔任主持人，從世界各的優秀學者所發表的演說中，更可看出地球科學學門的日新月異，以及各國間的激烈競爭，因此我國乃有必要更進一步加強在地球科學上的研究以及教學，始得跟得上國際腳步。

三、攜回資料名稱及內容

- ⌚ AGU 2007 Fall Meeting Programs
- ⌚ AGU 2007 Fall Meeting Abstracts光碟
- ⌚ 部份與會人士發表之相關資料

四、其他

此次會議時間由於鄰近美國耶誕假期，舊金山至台北直飛班機機票均已售罄，因此取道洛杉磯轉機，增加了不少飛行時間。

附錄：發表論文摘要(共計五篇，與本計劃相關三篇)

Is Jiali Fault an active fault in Quaternary?

Ling-Ho Chung¹, Yue-Gau Chen¹, Kuang-Yin Lai¹, Gong-ming Yin², Zhongquan Cao³

1. Department of Geosciences, National Taiwan University

2. Institute of Geology, China Earthquake Administration

3. Seismological Bureau of Tibet Autonomous Region

Key words: active fault, earthquake, Tibet, crustal flow

The Karakoram-Jiali Fault Zone (KJFZ) is the most important active structure on the Tibet Plateau, and the Jiali fault is the eastern part of KJFZ. In previous study, the Jiali fault has very fast dextral slip rate (15-20mm/yr) with a N100°-105°E strike and the maximum geologic offset is ~1.5km (Armijo et al, 1989). After our geomorphologic and field survey, we found opposite evidence indicated the major part of the Jiali fault almost inactive except the NW branch of the horsetail. The NW branch, N120°-130°E striking, strikes similar to the Beng Co fault, the Gyaring Co fault, the Lamu Co fault, and the Awong Co fault, and all of them are right-lateral strike-slip faults (Armijo et al, 1989, Taylor et al, 2003). Based on TL dating, the slip rate of the NW branch is 15 ± 2 mm/yr. Between the Beng Co fault and Jiali Fault, there are the other several linear faults with strikes similar to the NW branch (~120°-130°E). The faults we mentioned above are almost the similar fault length, discontinuous to each other, located between 31-33°N and more active than the Jiali fault itself. The assembly is not like a major boundary fault, such as SanAndreas fault. Combined with northeast striking left-slip faults between 31-33°N, it's like a channel with the fastest ESE-WNW extension in Middle Tibet. In the other Tibet area, the N-S trend normal fault is the principal active structure show lower extension rate. The GPS measurement (Zhang et al, 2004) indicated the material within the plateau interior moves roughly eastward with speeds that increase toward the east. This material flow drive upper crust can not absorb so fast rate by the the N-S trend normal fault system, instead of the conjugate fault zone in the Middle Tibet. Because the orientation of the Jiali fault is parallel to the material flow, the Jiali fault becomes inactive.

The implication of elevated lacustrine sediments in the middle reach of the Yarlung-Tsangpo and Nyang River, Tibet

Shao-Yi Huang¹, Yu-Nung Lin¹, Jingwei Liu², Yue-Gau Chen¹, Ling-Ho Chung¹, Kuang-Yin Lai¹, Ray Y. Chuang¹, Shujun Zhao², Gongming Yin² and Zhongquan Cao³

1. Department of Geosciences, National Taiwan University
2. State Key Laboratory of Earthquake Dynamics, Institute of Geology, China Earthquake Administration
3. Seismological Bureau of Tibet Autonomous Region

The interaction mechanisms among climate, crustal uplift and related erosion processes in the orogenic belt became one of the popular topics in the past decade, especially in the collisional margin of Eurasian Plate and Indian Plate where stands the most spectacular plateau in the world in terms of elevation and geomorphology. We investigated the outcrops of lacustrine deposits in the lower terraces of the Nyang River and established the stratigraphic column for entire depositional sequence. Woods and charcoals were collected for radiocarbon dating and sands for optical stimulated luminescence (OSL). Based on our observation, the alluvial and lacustrine environments occurred alternatively. Among them two well developed varve layers were identified in the sequence. The occurrence of varve strata and moraine-related delta facies have raised subsequent questions such as did the breakout of the dammed lake strike this drainage repeatedly? What is the mechanism of the dammed lakes, were the paleolakes dammed by monsoon driven valley glacier or tectonic structures? And, the timing of the paleolakes will be crucial as well.

Based on the preliminary radiocarbon and OSL dates from the bottom and the top of the depositional succession, the paleolakes took place no younger than 20ka. The interbedded sand and silt recorded abundant ripple cross beds, parallel lamination, and syndepositional deformation, representing the transition of environments from delta front to beach ridges of the frontal floodplain. Two sections of varve layers indicate two gradational stages of the delta. This coarsening-upwards sequence recorded details of episodic changes of depositional environment from delta front to floodplain and the evolution of this moraine-related delta.

Implications of river morphology response to Dien Bien Phu fault in NW Vietnam

Kuang-Yin Lai¹, Yue-Gau Chen¹, Doan Dinh Lam²

¹*Institute of Geosciences, National Taiwan University, P.O. Box 13-318, Taipei 106, Taiwan*

²*Institute of Geological Sciences, Vietnamese Academy of Science and Technology, Hanoi, Vietnam*

Abstract

In northern Vietnam, most rivers are flowing southeastward sub- or parallel to the valley of Red River and characterized by long but narrow catchments. The Dien Bien Phu fault is associated with the most seismically active zone in Vietnam and situated in the potential eastern boundary of the rotating southeastern Tibetan block. It cuts the Da River, the largest tributary of Red River in northwest Vietnam and has distorted the drainage basin resulting in complex river patterns. To assess the river morphology response to active Dien Bien Phu fault, we use 1/50,000 topographic data and ASTER images to map the precise river courses and digital elevation model data of SRTM to retrieve and analyze the river profiles. From the mapping results, the N-S striking fault results in three conspicuous north-trending river valleys coincided with the different fault segments to facilitate the measurement and reconstruction of the offsets along the fault. Further combining the longitudinal profile analysis we obtain ca. 10 km offsets by deflected river as the largest left-lateral displacement recorded along the active fault. The restored results show the downstream paleochannel of the Da River had been abandoned and becomes two small tributaries in opposite flow directions at present due to differential crustal uplift. Also the present crisscross valley at the junction of the Da River and the fault is resulted from the capture by another river which has been also deflected by the neotectonics. Based on our observations on river response, the Dien Bien Phu fault is a sinistral dominant fault with an uplift occurring in its eastern block. Furthermore the active Dien Bien Phu fault does not cut through the Red River northward indicating the western block of the fault can not be regarded as a single rigid block. There should be possible to find NW-SE trending faults paralleling to Red River to accommodate the deformation of the western block of the fault.

Ground Displacements and Fault-plane Geometry beneath: a case of 1999 Chi-Chi Earthquake (Mw 7.6) at Tsaotun in Central Taiwan

Yu-Ting Kuo¹, Mong-Han Huang¹, Yue-Gau Chen¹, Jean-Philippe Avouac²

¹ Dept. of Geosciences, National Taiwan Univ., Taiwan, R.O.C.

² Division of Geological and Planetary Sciences, Caltech, California, U.S.A.

Abstract

Long-term ground deformation recorded in deformed geomorphic surfaces is supposed to be the cumulative strain produced by associated active structure and certainly related to the subsurface structure geometry. Moreover, by time domain the deformation also can be divided into components: co-, post-, and inter-seismic. A case that may demonstrate the entire process is at Tsaotun in central Taiwan, where widely developed geomorphic surfaces have long been noticed and surface ruptures of 1999 Taiwan Chi-Chi earthquake (Mw 7.6) ran through. Landform investigation, geodetic work, sub-pixel comparison of aerial photos, and D-InSAR analysis are conducted to reconstruct the entire deformation process mentioned above.

In our previous study, we have used sub-pixel correlation on high-resolution aerial photographs to obtain detailed horizontal displacement across the surface ruptures, which has revealed that the fault bends beneath greater and more rapid in the southern segment. Nevertheless, the coseismic ground displacement cannot entirely match the long-term surface deformation recorded in the geomorphic surfaces. However, by the post-seismic ground displacements obtained from InSAR a few other active structures, such as secondary strike-slip faults, may play a role to accommodate the tentative stress accumulation in a large earthquake.

By available co- and post-seismic ground displacements, we successfully rebuild a fault-plane model at Tsaotun. Using this model we can satisfactorily explain the surface deformation in different time domain. The model also describes the details of when, where, and how much the rate of the ground displacements would occur. Our result is undoubtedly valuable to improve the building code and to assist urbanization plan for the purpose of seismic hazard mitigation.

Interseismic modeling in the Taiwan region

Ray Y. Chuang¹, M. Meghan Miller², J. Bruce H. Shyu³, Yue-Gau Chen¹

¹ Department of Geosciences, National Taiwan University, No. 1, Sec. 4, Roosevelt Road, Taipei, 10617, Taiwan

² Department of Geological Sciences, Central Washington University, 400 E. University Way, WA 98926, USA

³ Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität Munich, Luisenstr. 37, 80333 München, Germany

The island of Taiwan lies at the junction of the Eurasian and Philippine Sea plates. The convergence between two plates forms the Longitudinal Valley, which has been long regarded as one of the major collisional suture zones, to the east and a fault-and-thrust belt to the west across the island. Based on recent published geological map and relevant studies, several major active faults are currently acting in Taiwan.

In eastern Taiwan, the Longitudinal Valley fault, the most dominant fault within the suture zone, is locked at the northern section and is creeping at shallow depth but locked at deeper part in the southern section. In western Taiwan, active faults imbricate and propagate to the west above a major Taiwan detachment at depth. Based on ?, most of the active thrust faults and tear faults in western Taiwan are locked. The locking and creeping of the active faults around Taiwan as well as the locking of the subduction zones along the Ryukyu and Manila Trenches constrain the interseismic deformation across the Taiwan region and accumulate strain which may be released during future earthquakes.

In order to characterize interseismic deformation around Taiwan region, we analyze GPS data from 1990-1997 by what?. This time span excludes the effects of large earthquakes in the century, especially the Chi-Chi earthquake. For better understanding interseismic coupling and fault slip, we construct a three-dimensional block model across the Taiwan region to quantify kinematically consistent estimates of block motions and fault slip rates. The model combined elastic half-space and block motions based on the backslip model to describe the GPS velocities and locking faults. The GPS constrained block model provides estimates of present-day fault slip rates and seismic potential within the entire Taiwan region.