

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

台灣西南海域活斷層的調查與孕震構造研究

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC90-2611-M-002-003-

執行期間：90年08月01日至91年12月31日

執行單位：國立臺灣大學海洋研究所

計畫主持人：劉家瑄

計畫參與人員：Benoit Deffontaines, Serge Lallemand

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文  
國際合作計畫研究心得報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 6 月 16 日



中 華 民 國 92 年 5 月 25 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 地震及活斷層研究(孕震帶構造)－

### 台灣西南海域活斷層調查與孕震構造研究

Investigation of the active faults offshore southwestern Taiwan  
and their seismogenic properties

計畫編號：NSC 90-2611-M-002-003

執行期限：90年8月1日至91年12月31日

主持人：劉家瑄 台灣大學海洋所

計畫參與人員：Benoit Deffontaines, Ecole Pratique des Hautes  
Etudes,

France

Serge Lallemand, CNRS, Univ. Montpellier II

陳之馨 台灣大學海洋研究所

#### 一、中文摘要

本研究擬以兩年的時間分析台灣西南海域的地形與反射震測資料，以調查測繪台灣西南海域斷層分布與活動型態。由於台灣造山帶由北向南發育，從台灣西南海域向北到陸上造山帶，在空間上提供了一個觀察從無震的斷層構造演化為孕震帶斷層構造 (seismogenic fault structure)。本研究的一個重點即在於探討分析在台灣南部海域中的一條主要脫序逆斷層從南往北的構造變化及斷層帶孔隙水的地球化學性質之改變。本報告在此提出計畫執行第一年的初步成果。

在西南海域活斷層的分布與活動型態方面，本研究分析了高解析度的水深資料及反射震測資料，觀察到大陸地殼開始進入隱沒帶時在增積岩體上所形成的特殊構造型態。台灣西南海域增積岩體靠近南海大陸坡的一側發育出許多線性構造，這些線性構造主要受到弧陸碰撞擠壓作用造成的台灣西南地塊向西南方向逃脫(tectonic escape)作用影響，另加上原大陸邊緣基盤形貌的控制。一篇探討這個地區特殊構造的論文即將完成。

在研究主要脫序逆斷層的工作上，本計畫執行期間亦曾利用海研一號與海研三號在震測剖面上顯示斷層露頭處採集岩心

標本，進行孔隙水分析(與游鎮峰、楊燦堯教授合作)。然或許因為採集到之岩心標本太短，或許因為岩心採集器落點偏移斷層露出海床之位置，孔隙水分析結果與海水性質相當接近，未能證實斷層為一活躍的傳導深部流體到海床表面的孔道。但在震測剖面分析上，卻可辨識出這條劃分台灣南部海域增積岩體上部斜坡(upper slope)與下部斜坡(lower slope)兩個構造帶的主要逆斷層有相當清晰的斷層面反射，這通常代表斷層帶中有流體的存在。特別是其中一處震測剖面上可辨識出一深一淺兩個斷層面，而多音束測深資料則顯示該處(高屏峽谷右壁)的海床似有部份崩塌現象。另外，該處震測剖面上亦有BSR的跡象。由於這條主要逆斷層往北可能連接上陸上造山帶前緣的脫序逆斷層，如能在此進行海洋鑽探取樣，將可探討台灣南部海域這條最主要的脫序逆斷層其深度是否向下延伸到增積岩體底部的滑脫面，以及其在弧陸碰撞發展過程中如何由滑動面開始「鎖住」(lock)，到形成能產生像「集集大地震」的孕震構造。本研究第二年的工作，即是要整理、提供更多觀測資料與模式，以爭取日本新造的海洋鑽井船「地球」號前來此處進行鑽探研究。

**關鍵詞：**台灣西南海域、反射震測、脫序逆斷層、孕震構造。

## Abstract

This 2-year research project intends to investigate the active fault systems and their seismogenic properties in the area offshore southwestern Taiwan. The preliminary results from the first year study are reported here.

In the active fault investigation, high-resolution bathymetry map of the study area has been compiled which reveal detailed fault systems distribution. Unique structural pattern has been observed that shows the effect of the continental margin crust to the development of the accretionary wedge near Taiwan. Many topographic lineaments have been developed on the frontal portion of the accretionary wedge off southwestern Taiwan. These lineaments could be developed due to the tectonic escape of the southwestern Taiwan block during the arc-continent collision processes. The different nature of the continental margin crust (from oceanic crust in the south to continental crust in the north) also contributes to the unique structural pattern observed.

Two coring cruises have been conducted to collect pore waters of the sea floor sediments in the hope to find chemical evidence of fluid seepages from deep along active fault planes. However, probably due to inadequate penetration depths of the core samples, or due to the deviation of the coring sites from the active fault outcrops, geochemical signatures of the pore fluid samples are similar to that of seawater. Seismic reflection profiles running across a major out-of-sequence thrust, however,

show strong fault-plane reflections that usually indicate the existence of fluid along fault planes. Further investigation of this major out-of-sequence thrust is planned in the 2<sup>nd</sup> year study of this project. An IODP drilling proposal or letter of intent will be submitted to IODP in the 2<sup>nd</sup> year also for drilling consideration.

**Keywords:** Offshore Southwestern Taiwan, Seismic reflection, Active faults, Seismogenic structures.

## 二、緣由與目的

台灣西南海域是呂宋隱沒系統向北開始接觸到非活動性歐亞大陸邊緣的交接帶，也是呂宋隱沒系統向北轉變為弧陸碰撞系統的過渡帶(Liu et al., 1997)。台灣西南海域的構造延續了呂宋隱沒系統增積岩體前緣的摺皺與斷層構造形態，在地形上表現出受逆衝斷層控制的背斜山脊以及山脊與山脊間的斜坡盆地 (slope basin)。由於受到歐亞大陸棚與大陸坡的影響，承受大量台灣造山帶沖積下來而快速增長的台灣西南海域增積岩體其構造走向由北緯 22 度以南的西北—東南方向向北轉變為南—北方向，再向北則被高屏陸棚與台灣西部海岸平原 (costal plane) 的沉積物所覆蓋。從海域逆衝斷層與摺皺構造的型態與台灣西部麓山帶構造相仿以及從大地構造的架構來看，這些構造應該是相連的(Liu et al., 1997)。然由於高屏陸棚與陸坡上快速沈積物的覆蓋以及澎湖峽谷及其支流的切割，台灣西南海域在接近台灣本島的部份其構造走向並不明確，斷層的分布及其活動特性也不清楚。由於此地區的斷層界於陸上較淺的孕震斷層構造與南部海域深部的孕震構造之間，或能提供觀測斷層的孕震機制從深往淺發育的資訊。因此研究之主要目的在於：

1. 建立台灣西南海域斷層的分布，瞭解各個斷層之型態與活動情形。
2. 觀察與探討台灣西南海域一條主要脫序逆斷層從隱沒帶向北延伸至碰撞帶

其間構造上的改變，並配合地球化學與同位素分析，從此斷層在海床上露頭處以及研究地區中許多海底泥火山處所取得的水體標本之化學成分與性質，來探討台灣隱沒-碰撞系統中從無震構造（海域）演化為孕震構造（陸上）過程中增積岩體內部物理、化學性質以及構造的改變情形。

### 三、研究步驟

本年度在活斷層分布調查研究方面，本研究整編完成了台灣西南海域的高解析度(100 m點格)數值地形模式，並利用不同角度的打光投影，辨識出多組地形線形構造。透過震測剖面的分析與地形的控制，本研究對於台灣西南海域澎湖峽谷流域內變形前緣一帶的構造分布與型態已有相當明確的掌握，並提出一地體動力模式來解釋台灣西南海域斷層的分布。

在斷層構造之孕震演化方面，本計畫曾分別利用海研一號 614 航次與海研三號 767 航次到活動斷層海床露頭處以及海底泥貫入體頂部去採集海床沈積物孔隙水，以進行化學特性分析。然或許因為採集到之岩心標本太短（最長只有一公尺多），又或許因為岩心採集器採樣地點偏離了斷層出露在海床的裂隙口，經由楊燦堯與游鎮峰兩位教授之實驗室協助分析的岩心孔隙水化學特性與海水相仿，未能證實沈積物孔隙水中含有地殼深部液體利用斷層為流通管道而傳遞到海床淺處。要解決採樣不理想的問題，需要一方面加長岩心標本採樣的長度（至少十幾二十公尺），另一方面也要提升採樣位置點的控制（加裝深海攝影機及採樣器定位裝置）。本計畫在採樣技術改善前將暫緩地球化學方面的研究。

為了瞭解台灣西南海域一條主要脫序逆斷層與陸上斷層間之關係，本計畫於2002年6月間海研一號 647 航次收集了一些高解析度震測資料。其資料分析結果將在本計畫第二年度的成果報告中說明。

### 四、研究結果

本研究第一年中整編完成台灣西南海域高解析度(100 m點格)數值地形模式。利用高解析度數值地形資料配合震測剖面的分析、解釋，本研究發現台灣西南海域的增積岩體在開始接觸到南部大陸坡時產生了許多特殊的地形構造型態。變形前緣的構造在此不是一條單純的的構造線，而是由一系列呈覆瓦狀排列的背斜與逆斷層構造所組成。另外在增積岩體的前緣地帶發育出數組線形構造。這些線形構造應是由於台灣西南地塊向西南方逃脫(tectonic escape)作用(Lacombe et al., 2001; Lu et al., 1998)所產生，同時也受到原大陸邊緣機盤構造的控制。

在脫序斷層的孕震構造演化方面，若要從斷層中流體的化學特性來判斷斷層活動的深度以及閉鎖(lock)的發育過程，我們需要更佳的海床岩心標本採集能力（更長的岩心標本以及更精確的採樣點控制）。目前將著重於地球物理技術，特別是震測資料之分析方面。此將為本計畫第二年度工作重點。

### 五、參考文獻

- Lacombe, O., Mouthereau, F., Angelier, J., Deffontaines, B. (2001) Structural, geodetic and seismological evidence for tectonic escape in SW Taiwan. *Tectonophysics*, **333**, 323-345.
- Liu, C.S., Huang, I.L., and Teng, L.S. (1997) Structural features off southwestern Taiwan: *Mar. Geol.*, **137**, 305-319.
- Lu, C.Y., Jeng, F.S., Chang, K.J., and Jian, W.T. (1998) Impact of basement High on the Structure and Kinematics of the Western Taiwan Thrust Wedge: Insights From Sandbox Models: *Terre. Atmos. Oceanic Sci.*, **9**(3), 533-550.