

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

台灣及鄰近地區之變形模式

Deformation Mechanism of

Collisional Mountain Belt around Taiwan

計畫編號：NSC 87-2116-M-002-003

執行期限：86 年 8 月 1 日至 87 年 7 月 31 日

主持人：盧佳遇 國立台灣大學地質學系

基磐高區對台灣西部新構造運動之影響 -
砂箱模型分析的啟示

IMPACT OF BASEMENT HIGH ON THE
STRUCTURE AND KINEMATICS OF THE
WESTERN TAIWAN THRUST WEDGE :
INSIGHTS FROM SANDBOX MODELS

一、中文摘要

台灣的中央山脈是一個彎曲的造山帶。造成山脈彎曲的現象，主要是因為板塊的斜聚合或是有剛性地塊嵌入的結果。在板塊斜聚合或是有剛性地塊嵌入的過程中，首先會在板塊的前緣造成許多衝上斷層的堆疊，使地殼加厚造成擠壓的阻力增大。部分的岩石因此不能向前堆疊，而藉由平移斷層和正斷層向兩旁旋轉或推移造成逃脫構造)。逃脫構造主要的特徵有：1，地殼向兩旁拉張造成的拉張盆地。2，非常密集的平移斷層使山脈有分節錯動的現象。3，局部擠壓的構造，伴隨著兩旁下沉的前陸盆地等。台灣西部許多大型構造即顯示了擠壓構造與逃脫構造的特徵。

關鍵詞：新構造運動，西部前陸衝撞帶，
砂箱模型

Abstract

Experimental modeling allows description of the development and kinematics of structures in mountain belts formed during oblique convergence. In the collision geometry of the Taiwan mountain belt, the Chinese continental margin is oriented about N60°, whereas the N16 Philippine Sea plate backstop is moving toward the Eurasian plate in a N55° direction. In addition to this oblique convergence mechanism, most of the foreland structures are strongly influenced by the shape of the backstop and structural highs. Sandbox experiments have been conducted to simulate the neotectonics of western Taiwan.

The kinematics of deformation comprises a combination of compression and rotation, which results in a local partitioning between thrusting and strike-slip movements. The results of specific analog models demonstrated that: (1) most of the tableland structures in the western Taiwan, such as the Tatu, Pakua, Chungchou and Chia-Yi tablelands can be interpreted as a hinge part of drag anticline formed by fault-propagating fold process; (2) most of the basin and plain structures in the western Taiwan, such as Taichung and Chianan basins, can be interpreted as a part of piggy back basins; (3) the frontal thrust may have the first appearance of rupture in front of and between the Peikang high and the Kuanyin high; (4) NW trending link faults may be developing within the transfer zones; and (5) an escape structure formed to the south of the Peikang high can be correlated with bathymetric map and models.

Keywords: neotectonics, western Taiwan, and sandbox

二、計劃緣由與目的

a. 緣由

斷層的摩擦是不穩定的，當一個斷裂在斷層面上動態傳播時滑動會快速的產生。這種突然的運動會產生地震波，這也就是最普遍且重要的地震型態之機制。地質學家 G.K. Gilbert (1884) 首先將地震與動力斷層互相關連並描述他們與大地構造作用間的關係。他注意到在山脈的前緣總是有新出露的斷層崖，因此推論山脈的抬升是經由這些斷層重複的突然斷裂而造

成。因此他表示：上衝逆斷層在地殼中造成區域應變，其中包括適量的壓縮與扭曲，這些應變一直增加到它足以克服破裂表面的初始摩擦力。突然的，幾乎是瞬間的，有一個的動量足以釋放應變，然後是一段長時間的寧靜，應變在這段時間再漸漸累積(Scholz, 1990)。

在地球上許多變形的構造如褶皺和斷層以及大型的構造如隱沒帶構造，轉形斷層構造，地函對流之構造，以至剪切帶構造等。由於受到連續變形的影響，只能看到一部分現階段呈現在地表的狀況，如果想要瞭解他們的變形過程和機制往往須要經由模型分析的輔助。

b. 目的

本計劃之研究將以補充活動造山構造演化及瞭解腹地帶過渡帶與前陸地帶間關係的地質資料。並利用遙測地質分析，沙盒模型及數值模型分析處理量化的構造資料加以驗證台灣造山的變形機制為主要目的。

三、結果與討論

a. 結果

台灣西部的新構造運動，主要由歐亞大陸板塊及菲律賓海板塊的斜向聚合現象所控制：海岸山脈與中央山脈組成的後座體(Backstop)可視為剛性地塊，它的走向是北 16 度東，隨著菲律賓海板塊以每年約七公分的速度及北 55 度西的方向，向歐亞大陸板塊靠攏。而中國大陸邊緣的走向是北 60 度東以致造成斜聚合及剛性地塊嵌入的效果，除了這個斜聚合及剛性地塊嵌入的機制以外，台灣大部分的前陸構造，亦強烈的受到北港及觀音兩個構造高區所影響。在這些構造高區旁，

台灣西部第四紀的台地亦開始發展及變形。

於是我們可利用以上的組合來發展台灣的造山模型。經由多次實驗的結果對台灣造山帶的新構造運動有了初步的了解 (Lu and Malavieille, 1994, Lu et al., 1996)。在 Lu et al., (1996) 中模型的初始狀態如圖一所示。基磐的三度空間型態則根據 Bosum, (1970); 周瑞燊, 楊建一 (1986); Chiu (1973); 及 Tang (1964) 等文獻建構。在壓縮約 30 公分後模型的幾何型態與台灣西部的巨觀構造非常相似。經過翻拓成石膏模型後, 描繪其中構造, 可與台灣西部的巨觀構造對比。經由多次的重複實驗, 均可獲得類似的結果。主要的結論陳述如下:

1. 台灣西部主要的台地與丘陵如: 大肚台地、八卦台地、中洲台地、嘉義丘陵等, 皆可解釋為斷層傳播褶皺 (fault propagate fold) 的拖曳背斜 (drag anticline) 部份, 也就是逆斷層前緣傳播時造成拖曳所形成的背斜構造, 由於較周圍的地形高以至形成台地地形 (見圖二及圖三)。

2. 台灣西部主要的盆地與平原如: 台中盆地、埔里盆地、嘉南平原、屏東平原等, 皆可解釋為揹負盆地構造 (piggyback basin), 也就是夾負在兩組逆斷層間的凹陷盆地及平原 (見圖二及圖三)。

3. 北港高區與觀音高區之間的基磐較低, 沈積物較厚。在造山的初期過程中, 逆衝斷層的前緣首先會在這個區域形成斷裂, 以至引起大型的地震 (Lu, et al., 1997) 這個現象可能與 1935 年台灣中部大地震有關。

4. 相對的在北港高區與觀音高區以東之前端, 沈積物較薄。在造山的初期過程中, 逆衝斷層的前緣則發育在較東邊, 這個前緣與以上所提的逆衝斷層前緣之間則

會經由一條橫移的連結斷層來連結, 由於逆衝斷層前緣持續的向西推進, 而連結斷層的方位保持不變, 因此會在此連結斷層上累積大量的能量, 以至引起大量的地震。

5. 在北港高區之南邊, 由於是歐亞大陸邊緣大陸坡的位置, 基磐較低, 沈積物較厚, 逆衝斷層前緣向西推進較北邊為遠, 而形成逃脫構造 (Lu, 1994), 並伴隨著大量的地震 (見圖七)。由實驗模型的幾何型態與實際測量的海底地形非常類似, 顯示了台灣西部的新構造運動受到基磐幾何形狀的影響。

b. 討論與結論

經由進一步砂箱模型分析模擬實驗的結果顯示北港高區之嵌入作用是造成台灣西南部逃脫構造的主要原因。台灣西部的新構造運動受到基磐幾何形狀的強烈影響。在斷層的運動學方面, 可觀察到斷裂的初現與傳播, 並可與台灣西部的地震分布互相對照。

四、計劃成果自評

本研究的初步報告分別發表於地球科學集刊 (TAO, 1998, v.9, n.3, 533-550), 自然科學簡訊, 1997, 第九卷第三期, 79 - 83 頁)。對於上列之成果本人雖不滿意, 但已盡力而為。

五、參考文獻

- Chai, B.H.T., 1972: Structural and tectonic evolution of Taiwan: Am. J. Sci., 272, 389-422.
- Chiu, H.T., 1973: Basement rocks under the Neogene formations of west central Taiwan: Proc. Geol. Soc. China, 16, 51-58.

Chou, J.T. and Yang, J.Y., 1986: (in Chinese):
The characteristics and the total oil-gas
potential of the sedimentary basins in
western Taiwan: *Petroleum*, 22, 2-25.

Gilbert, G.K., 1884: A theory of the
earthquakes of Great Basin, with a practical
application: *Am. J. Sci.*, XXVII, 49-54.

Hsu, M.T., 1978: *Seismology* (in Chinese):
National Institute for Compilation and
Translation, Taipei.

Lu, C.Y., Yu, S.B. and Chu, H.T., 1997:
Neotectonics of the Taiwan mountain belt:
AGU Geodynamics 27, Volume Editors:
Martin F. J. Flower, Sun-Lin Chung, Ching-
Hua Lo, Tung-Yi Lee and Seiya
Uyeda. Volume Topic: Mantle dynamics and
plate interaction in East Asia, 301-315.

Lu, C.Y. and Malavieille, J., 1994: Oblique
convergence, indentation and rotation
tectonics in the Taiwan Mountain Belt:
Insights from experimental modeling: *Earth
and Planetary Sciences Letters*, 121, 477-
494.

Lu, C.Y., 1994: Neotectonics in the foreland
thrust belt of Taiwan: *Petrol. Geol. Taiwan*,
29, 1-26.

Scholz, C.H., 1990: *The mechanics of
earthquakes and faulting*: Cambridge
University Press, Cambridge, pp.

Shin, T. and Chang, Z., 1992: Earthquakes in
1992: *Proceeding of Meteorology*, 38, 218-
232.

Tang, C.H., 1964: Subsurface geology and
oil possibilities of the Taoyuan district: *Petrol.
Geol. Taiwan*, 3, 53-73.