

行政院國家科學委員會專題研究計畫進度報告

台灣變質岩區之變形構造型態分佈(3/3)

Structural Style of Deformation in the Metamorphic Belt of Taiwan

計畫編號：NSC 91-2116-M-002-021

執行期限：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

主持人：盧佳遇 台灣大學地質科學系

一、中文摘要

本研究計畫為中美合作研究台灣地區碰撞造山帶之一部分，計畫之主要目的是研究記錄台灣造山帶內變質岩區之韌脆性變形構造的型態與分佈。研究巨觀及微觀的變形構造之型態與分佈可提供認識造山帶生成之重要資訊。利用這方面的研究，一些大尺度的造山帶構造成因可獲得確認，例如岩幕堆疊造山構造，地塊脫逃構造，拉分盆地以及轉移變形帶等構造。台灣中央山脈的構造成因，目前已出現多組理論解釋，為了進一步確認正確的造山理論，在構造資料不全的中央山脈中，展開全面性的變形構造型態及分佈的研究調查，是目前不可或缺的研究重點。因此本計畫擬對台灣中央山脈中之構造型態及其分佈詳細研究，並期以更完整的構造型態資料，有效推論台灣中央山脈之造山歷史。進一步地，本計畫將配合前陸地帶(西部麓山帶及海岸平原)目前已建立的應力與應變分析，來整合台灣自上新世以來碰撞造山之模式，以及各地質區域構造之演化過程。台灣之碰撞帶由北向南延伸，供應了一個研究造山帶構造事件之演化時間與空間分布關係的極佳環境。

關鍵詞：台灣造山帶，構造型態，葉理，線理，斷層，應變歷史，糜嶺岩

Abstract

This research proposal is one of the counter-part projects of the Sino-American cooperation in studying the tectonic evolution of the collisional mountain belt in Taiwan.

The primary purpose of the proposed

study is to document in detail the structural styles of deformation and their spatial distribution within the metamorphic rocks in the Taiwan Mountain Belt. Such research efforts have provided critical structural information in understanding the processes of building spectacular mountains in many orogenic belts. For example, large-scale structures are recognized within the orogenic belts, such as nappe stacking structures, tectonic escape, pull-apart structures, and the transfer zone. In the past years, many geologic theories have been proposed to interpret the uplifting of the Central Range in Taiwan. In order to support or refute current theories more effectively, an integrated structural study to better document the structural styles and their distribution becomes very necessary within the Central Range of Taiwan. This is because only limited structural data are available in these areas.

Keywords: Taiwan Mountain Belt, Structural Style, Foliation, Lineation, Strain History, Fault, Mylonite l

二、緣由與目的

在造山帶中，前陸地帶與腹地帶代表著兩個在流體力學上基本不同之端成分。前者為由區域性覆瓦狀逆衝斷層伴隨著褶曲作用之褶曲斷層帶。其中組成的岩石一般之變質度均未達到綠色片岩相。因此這些地區之構造及地熱演化，均早為石油工業機構詳細研究，且有相當的成果。相對來說，腹地帶則以較韌性以及複雜的變形作用及變質史為其特徵。對腹地帶之研究則應著重在各種韌性構造之定性和相互關係以及在溫度、壓力與時間之定量化研究上，以便更進一步瞭解造山運動中溫度及構造之

演化。綜合言之，以上在研究前陸地區與腹地帶之構造上，我們極需瞭解此二端成分在構造及流體力學上之過渡關係。

針對以上的問題，本研究所採取的對策之一為詳細研究腹地帶及過渡帶岩石之變形歷史，並與前陸地區之構造事件對。在世界造山帶中，過渡帶之岩石多為中度變質之板岩系列，而腹地帶則為中至高度之變質岩。雖然在世界造山帶中，腹地帶、過渡帶、及前陸地區之關係均有相當的研究，但對於一個像台灣地區這樣是現生的，而且正在進行之造山運動帶，有完整的連續構造演變的地區，則尚未被完整地研究記錄。此外，對台灣地區造山帶變形作用之研究，更可將前人所做有關造山運動之理論加以驗證。因此我們提出一個構造與運動學的研究，以更完整記錄台灣造山帶中二度至三度空間岩石露頭之構造型態分佈的資料。

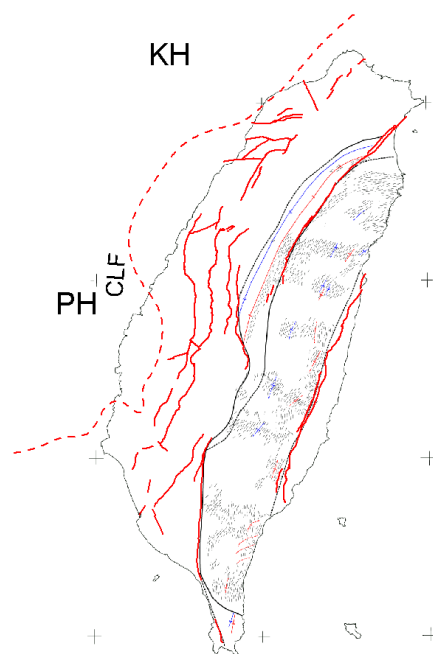
三、結果與討論

本計畫自 1990 年八月執行至今已促成五篇學術論文之發表。分別為：

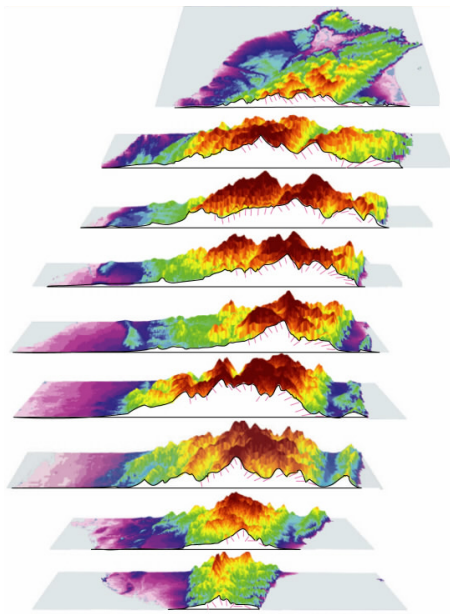
1. Lu, C.Y., 2001. The paradox of an ocean-dipping benioff zone-example from Taiwan, Paradox in modern geology, 77-101. Elsevier.
2. Lu, C.Y., Chang, K.-J., Malavieille, J., Chan, Y.C., Chang, C.P., and Lee, J.C., 2001. Structural Evolution in the southeastern Central Range, Taiwan. Western Pacific Earth Sciences, 1(2), 213-226.
3. Lu, C.Y., Chan, Y.C., Lee, J.C., Chu, H.T., and Malavieille, J., 2002. Active Continental Growth Under Transpressional Tectonics - Example from Southeastern Taiwan. Western Pacific Earth Sciences, 2(1), 37-46.
4. Fisher, D.M., Lu, C.Y. and Chu, H.T., 2002. The Taiwan slate belt: insights into the ductile interior of an arc-continent collision. GSA Special Paper 358: 93-106
5. Malavieille, J., Lallemand, S. E., Dominguez, S., Deschamps, A., Lu, C. Y., Liu, C. -S., Schnurle, P., Angelier, J., Collot, J. Y., Deffontaines, B., Fournier, M., Hsu, S. K., Le Formal, J. P., Liu, S. Y., Sibuet, J. C., Thureau, N., Wang, F. 2002. Geology of arc-continent collision in Taiwan: Marine observation and geodynamic model. GSA special paper 358: 187-211.

第一篇主要探討台灣變質岩區之生成環境，變形過程及其在大地構造上的意義。結論為：古生代至中生代之基盤可視為一個從中國大陸東南海岸飄移過來之陸塊。脊梁山脈帶與墾丁混同層可解釋為中

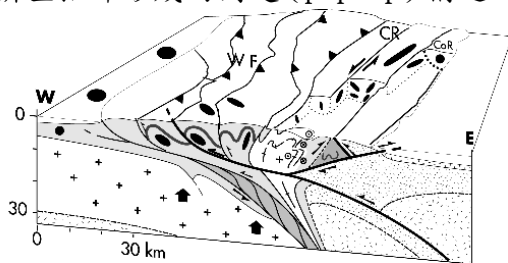
新世增積楔狀體之一部分。梨山斷層則為菲律賓板塊與歐亞板塊之分界。第二篇與第三篇探討台灣中央山脈東南變質岩區之變形構造與其在大地構造上的意義。結論為：台灣中央山脈東南變質岩區現今主要處於橫移壓縮的大地構造環境下，海岸山脈南端每年以約八公分的速度向南增長，造成台灣部分的大陸增生，同時造成中央山脈東南變質岩區內之新期變形構造。第四篇綜合討論台灣變質岩區變形過程與大地構造之關係。第五篇利用海洋地球物理與地質資料描述台灣島周圍之大地構造環境並闡述中央山脈東南變質岩區抬升掘起之可能過程。另外，本研究同時整理台灣中央山脈變質岩區葉理面之分佈，其初步結果如圖一，詳細之資料及解釋將於期末報告繳交。



圖一：台灣中央山脈變質岩區褶皺軸，葉理面之走向與伸張線理分佈。紅色粗線代表活動斷層。PH：北港高區，KH：觀音高區，CLF：車龍埔斷層；顯示中央山脈的變質構造在地表的分佈受到歐亞大陸前緣基盤形狀影響，隨著基盤前緣有彎曲的現象。



圖二：台灣中央山脈區葉理面之傾斜分佈呈現普遍性的扇狀構造，顯示變質岩受到板塊擠壓抬升形成的衝起（pop-up）構造。



圖三：台灣造山帶剖面的三維應變分佈呈現逆衝與橫移相互交錯的現象，顯示變質岩受到板塊斜聚合特有的應變分配構造。

四、計畫成果自評

由台灣造山的模式可以預測台灣中央山脈變質岩區前緣的構造形成與發展。這個造山的模式同樣可以應用來分析世界上有類似條件的山脈。

五、參考文獻

Biq, Chingchang (1971) A fossil subduction-zone in Taiwan. *Proc. Geol. Soc. China*, 14: 146-154.
 Biq, Chingchang (1972) Dual-trench structure in the Taiwan-Luzon region. *Proc. Geol. Soc. China*, 15: 65-75.
 Biq, Chingchang, Shyu, C.T., Chen, J.C. and Boggs, S. (1985) Taiwan: geology, geophysics and marine sediments. In: A.E.M. Nairn, F.G. Stehli and S. Uyeda (Editors), *The Ocean Basins and Margins*, 7A, The Pacific Ocean. Plenum Press, New York and London, pp. 530-550.

Chai, B.H.T. (1972) Structural and tectonic evolution of Taiwan. *Am. J. Sci.*, 272: 389-422.
 Chen, C.H., Chu, H.T., Liou, J.G. and Ernst, W.G. (1983) Explanatory notes for the metamorphic facies Map of Taiwan. *Spec. Publ. Cent. Geol. Surv.* 2: 1-3.
 Fisher, D.M. (1999) Orogen-parallel extension in the eastern Central Range of Taiwan. *Jour. Geol. Soc. China*, 42(1), 41-58
 Fisher, D.M., Lu, C.Y. and Chu, H.T. (2001) The Taiwan slate belt: insights into the ductile interior of an arc-continent collision. *GSA Special Paper*: in press.
 Hsü, K.J. (1994) Tectonic facies in an archipelago model of intra-plate orogenesis. *GSA Today*, 4(12): 289-290, 292-293.
 Lu, C.Y. and Hsü, K.J. (1992) Tectonic evolution of the Taiwan Mountain Belt. *Petrol. Geol. Taiwan*, (27): 21-46.
 Lu, C.Y., 2001. The paradox of an ocean-dipping benioff zone-example from Taiwan, *Paradox in modern geology*, 77-101. Elsevier.
 Lu, C.Y., Chang, K.-J., Malavieille, J., Chan, Y.C., Chang, C.P., and Lee, J.C., 2001. Structural Evolution in the southeastern Central Range, Taiwan. *Western Pacific Earth Sciences*, 1(2), 213-226.
 Lu, C.Y., Chan, Y.C., Lee, J.C., Chu, H.T., and Malavieille, J., 2002. Active Continental Growth Under Transpressional Tectonics - Example from Southeastern Taiwan. *Western Pacific Earth Sciences*, 2(1), 37-46.
 Malavieille, J., Lallemand, S. E., Dominguez, S., Deschamps, A., Lu, C. Y., Liu, C. -S., Schnurle, P., Angelier, J., Collot, J. Y., Deffontaines, B., Fournier, M., Hsu, S. K., Le Formal, J. P., Liu, S. Y., Sibuet, J. C., Thureau, N., Wang, F. (2001) Geology of arc-continent collision in Taiwan: Marine observation and geodynamic model. *GSA special paper*: in press.
 Pelletier, B. and Hu, H.N. (1984) New structural data along two transects across the southern half of the Central Range of Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, 6: 1-19.
 Suppe, J. (1981) Mechanics of mountain building in Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, 4: 67-89.
 Wessel, P. and Smith, W.H.F. (1998) New, improved version of Generic Mapping Tools released, *EOS Trans. Amer. Geophys. U.*, 79(47): 579.
 Yu, S.B., Chen, H.Y., and Kuo, L.C. (1997) Velocity field of GPS stations in the Taiwan area: *Tectonophysics*, 274, 41-49.
 Yu, S.B., Kuo, L.C. (2000) GPS measurements of present-day crustal deformation in the Taiwan area. The symposium on Taiwan Quaternary & workshop of the Asia paleoenvironmental change project, Taipei: 2.
 Yui, T.-F. and Chu, H.-T. (2000) 'Overturned' marble layers: evidence for upward extrusion of the Backbone Range of Taiwan. *EPSL*, 179, 351-361.

