

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

海洋鑽探計畫-子計劃九：

南沖繩海槽海洋鑽探計畫井位的震測調查

Seismic Investigation in the Southern Okinawa Trough

計畫編號：NSC 89-2611-M-002-047-ODP

執行期限：89年8月1日至90年12月31日

主持人：劉家瑄 台灣大學海洋所

共同主持人：李昭興 海洋大學應用地球物理研究所

計畫參與人員：Jean-Claude Sibuet, IFREMER, France

Serge Lallemant, CNRS, Univ. Montpellier II

賴國榮 台灣大學海洋研究所

羅正平 台灣大學海洋研究所

一、中文摘要

本計畫是海洋鑽探研究整合型計畫項下的一子計畫，也是中法地球科學合作研究台灣弧陸碰撞與板塊隱沒及弧後擴張系統的合作計劃。計畫之目的在於利用反射震測技術來探討南沖繩海槽地區的構造，並提供在該地區進行鑽探研究所需的反射震測剖面。計畫執行初期即提供相關震測剖面為我國學者提出在南沖繩海槽南端進行鑽井研究之場址調查資料。該井位並獲海洋鑽探計畫(ODP)通過，於2001年4月底成功完成鑽探(ODP1202井位)。另外，為因應我國學者在南沖繩海槽研究重點在於火成岩活動以及熱液噴發作用，本計畫結合震測與磁力異常資料，辨識在南沖繩海槽南端的火成岩體分布及其與構造之關係。

從震測剖面分析，南沖繩海槽南端可分為東海陸棚區、陸棚半地塹區、盆地區、中央火成岩高區、琉球島弧半地塹區、琉球島弧高區等六個構造區。而磁力異常分析結果顯示，磁力資料可協助辨識震測剖面中觀察到的信號混亂區之本質是否為火成岩體。本研究發現火成岩活動幾乎遍佈

南沖繩海槽南端，而以海槽中央的火成岩高區最密集。

關鍵詞：南沖繩海槽、反射震測、磁力異常、火成岩活動。

Abstract

This project is a sub-project of the ODP integrated project, and also is a Taiwan-France cooperative research project. The purpose of this study is to understand the crustal structure and volcanic activities in the Southern Okinawa Trough (SOT). To support the ODP drilling proposal submitted by several scientists (including the author of this report) to drill in the SOT, seismic reflection profiles have been provided to the Site Survey Panel of the ODP. The proposed site has since been successfully drilled in late April of 2001 (ODP site 1202). Due to the strong interests in the volcanic and hydrothermal activities found in the studied area, the focus of this study thus has been shifted to identify the volcanic bodies and their distribution in the SOT.

From seismic reflection profile analyses, we have divided the SOT into six structural provinces, namely the East China Sea shelf, the half graben shelf belt, the basins, the central volcanic high, the Ryukyu arc half graben belt, and the Ryukyu arc high. Magnetic anomaly patterns are used to confirm the volcanic bodies observed on the seismic reflection profiles, while high frequency magnetic anomaly map provides the areal distribution of the volcanic bodies. This study shows that volcanic bodies (both intrusion and extrusion) distribute widely in the SOT, and especially concentrated in the central volcanic high.

Keywords: Southern Okinawa Trough, Seismic Reflection, Magnetic Anomaly, Volcanic Activities.

二、緣由與目的

沖繩海槽在過去一直被認為是一個由隱沒作用所造成的弧後擴張盆地(如 Lee et al., 1980; Kimura, 1985; Letouzey and Kimura, 1986; Sibuet et al., 1987; 1995), 前人研究顯示在北部與中部的沖繩海槽其弧後擴張最早開始於中新世中期, 並至少經歷了兩個擴張時期 (Letouzey and Kimura, 1986; Sibuet et al., 1987; 1995)。然而在南沖繩海槽 (124° E 以西), 沈積構造卻顯示其擴張作用可能在第四紀才發生。在沖繩海槽最南端的地區, 台灣的弧陸碰撞作用對沖繩海槽的構造與張裂活動有著相當大的影響(如 Hsu et al., 1996)。1996 年中法合作的 ACT 航次提供了沖繩海槽南端精密的水深及許多反射震測剖面與重、磁力資料。水深及震測剖面資料清楚顯示目前沖繩海槽南端最新一期的張裂為南-北方

向, 不同於過去的西北-東南方向, 同時海槽之中散佈著許多火山(Sibuet et al., 1998)。其中一些火山相當活躍, 可以觀察到熱液噴發的現象(Lee et al., 1998)。

在台灣東北海域到南沖繩海槽的構造研究方面, 從反射震測資料分析, 蕭力元(1997)指出在沖繩海槽北緣東海大陸斜坡到沖繩海槽中下部地層有褶皺逆衝帶的構造型態, 後期再活化成為正斷層。這種由逆斷層轉變為正斷層的構造演化過程, 應是由較早期台灣造山運動以及碰撞期過後的崩塌作用所造成。劉家瑄等人依據整編出來的台灣海域數值地形資料及反射震測資料, 認為南沖繩海槽北緣的亞洲大陸棚受到碰撞張裂作用的影響, 產生崩塌下陷現象。其大陸棚下陷的程度從釣魚台以南開始向西逐漸遞減, 顯示最新的擴張作用由東向西發展 (Liu et al., 1998)。王正松等人 (Wang et al., 1999) 亦有相同的觀察。

由於火成岩活動可反應南沖繩海槽的張裂活動, 描繪出南沖繩海槽中的海底火成岩體將可幫助我們了解此地區的構造演化及火山活動的情況。本研究即結合反射震測剖面與磁力異常資料來辨認及定位南沖繩海槽中的火成岩體。

三、研究步驟

本研究首先匯整在南沖繩海槽地區所有的震測資料, 加以處理後進行震測資料解釋。首先建立地區性的構造型態, 接著從反射剖面中辨識火成岩體的分布。另外, 本研究亦處理分析了研究地區所有的磁力異常資料。

為了找尋磁力異常變化與火成岩體的關係, 我們移除低頻的磁力異常信號, 再與震測剖面對比(圖一)。一般而言, 震測剖面中顯示的火成岩體均與剩餘磁力異常高值有良好的對應。另外, 我們亦繪製出高頻磁力異常分布圖, 以顯示火成岩體的地

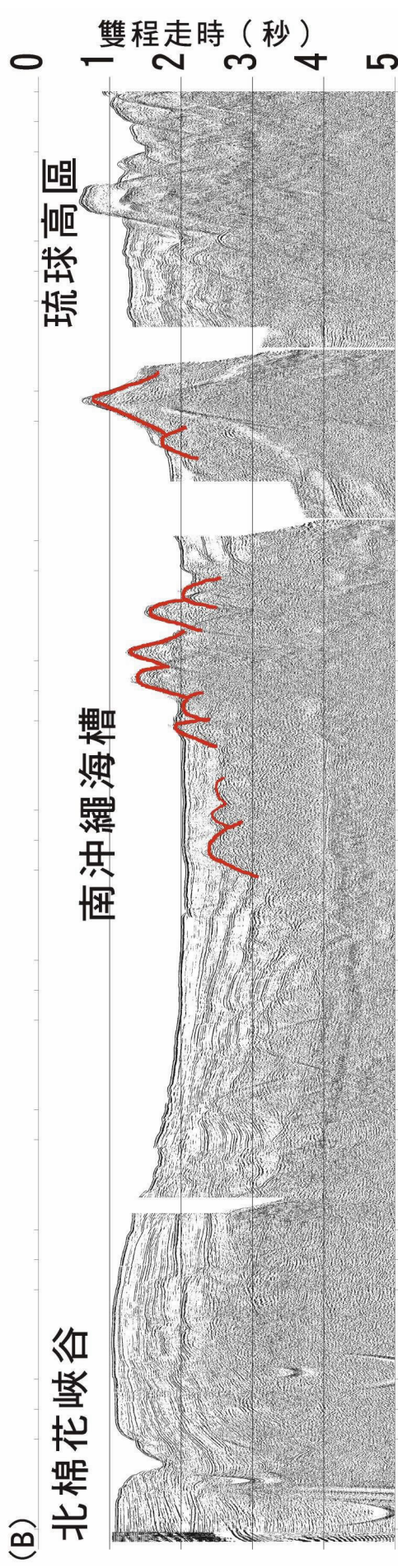
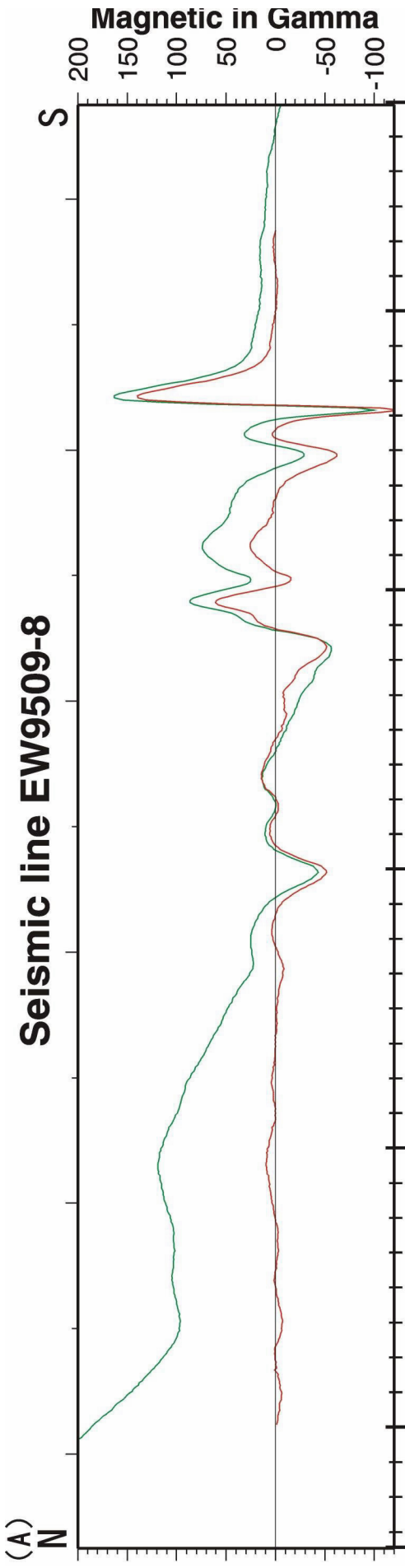
區性分布(圖二)。

四、研究結果

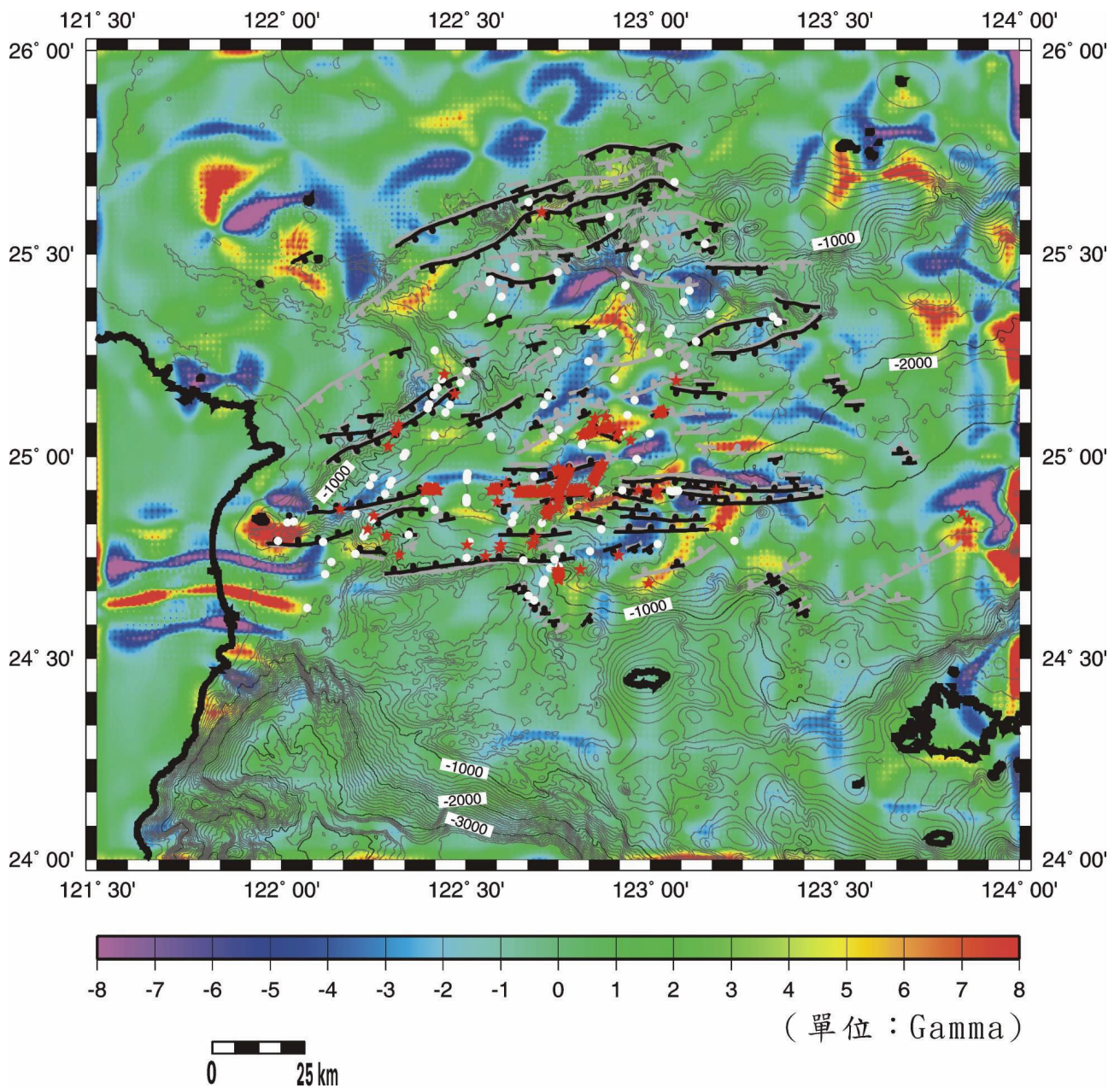
從反射震測剖面上所顯示的構造形態，台灣東北外海的南沖繩海槽可劃分為東海陸棚區、東海陸棚半地塹區、主要盆地區、中央火成岩高區、琉球島弧半地塹區以及琉球島弧高區等六個構造帶。而南沖繩海槽中的火成岩分布大致集中在海槽中央的中央火成岩高區附近。噴出火成岩體的分布位置與東-西走向的活動層位置相當吻合，但侵入火成岩體的分布則非常廣泛，與斷層構造較無對應關係(圖二)。

五、參考文獻

- Hsu, S.-K., J.-C. Sibuet, S. Monti, C.-T. Shyu, and C.-S. Liu, 1996, Transition between the Okinawa Trough backarc extension and the Taiwan collision: New insights on the southernmost Ryukyu subduction zone. *Mar. Geophys. Res.*, 18, 163-187.
- Kimura, M., 1985, Back-arc rifting in the Okinawa Trough. *Mar. Petrol. Geol.*, 2, 222-240.
- Lee, C.-S., G. G. Shor Jr., L. D. Bibee, R. S. Lu, and T. W. C. Hilde, 1980, Okinawa Trough: origin of a back-arc basin. *Mar. Geol.*, 35, 219-241.
- Lee, C. S., S. L. Chung, and SPOT Members, 1998, Southernmost part of the Okinawa Trough (SPOT): An active extension /collision/subduction area. *EOS, Trans. Am. Geophys. Union*, 79, W109.
- Letouzey, J., and M. Kimura, 1986, The Okinawa Trough: genesis of a back-arc basin developing along a continental margin. *Tectonophysics*, 125, 209-230.
- Liu, C.-S., S.Y. Liu, S.E. Lallemand, N. Lundberg, and D. Reed, 1998, Digital elevation model offshore Taiwan and its tectonic implications. *TAO*, 9(4), 705-738.
- Sibuet, J.-C., J. Letouzey, F. Barbier, J. Charvet, J.-P. Foucher, T.W.C., Hilde, M. Kimura., L.-Y Chiao, B. Marsset, C. Muller, and J-F. Stephan, 1987, Back-arc extension in the Okinawa Trough. *J. Geophys. Res.*, 92, B13, 14041-14063,
- Sibuet J.-C., S.-K. Hsu, C.-T. Shyu, and C.-S. Liu, 1995, Structural and kinematic evolution of the Okinawa trough back arc basin. In B. Taylor ed., *Back-Arc Basin: Tectonics and Magmatism*, pp. 343-379. Plenum Press, New York.
- Sibuet, J.-C., B. Deffontaines, S.K. Hsu, N. Thareau, J.-P. Le Formal, C.-S. Liu, and the ACT party, 1998, Okinawa Trough backarc basin: Early tectonic and magmatic evolution. *J. Geophysic. Res.*, 103, 30245-30267.
- Wang, C., M.L. Yang, C.P. Chou, Y.C. Chang, and C.S. Lee, 1999, Westward extension of the Okinawa Trough at its western end: Bathymetric and seismological evidences. *TAO*, in press.
- 蕭力元 (1997) 台灣東北外海的晚新生代地質構造. 國立台灣大學地質研究所碩士論文, 62 頁



圖一：測線 EW9509-8，反射震測剖面與剩餘磁力異常剖面圖。
 (A) 綠線：經IGRF1995校正後之剩餘磁力異常值。
 紅線：濾掉低頻訊號後之剩餘磁力異常值。
 (B) 紅色曲線標示出火成岩體的位置。



圖二：波長小於8公里的高頻2D磁力異常與斷層及火成岩體分佈圖。
 (水深等深線間距為100公尺)
 (黑色 ▬ 標示出切穿海床表面的活斷層。)
 (灰色 ▬ 標示出早期形成之斷層。)
 (紅點 ★ 標示出噴出火成岩體的位置。)
 (白點 ○ 標示出侵入火成岩體之位置。)