

執行期間：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

共同主持人：

☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

中 華 民 國 91 年 12 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

沖繩海槽西南端之熱流探測

Heat Flow of the Southwestern Okinawa Trough

計畫編號： NSC 90-2611-M-002-022-ODP

執行期限：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

主持人：徐春田 國立台灣大學海洋研究所

計畫參與人員：陳育鍾、王紹培、顏甄 國立台灣大學海洋研究所

一、中文摘要

將所開發之海底熱探針經由海上現場資料的測試後發現其解析度可達萬分之一度 ($0.1\text{m}^{\circ}\text{C}$)，這一驚人的結果實際上比文獻上所引述的千分之一度足足提高了十倍。目前量測海床的熱流值，大多採用利氏 (Lister-type) 海底熱探針，此法的好處是可同時測得當時當地的海床溫度及沉積物的導熱係數，然而由於粗重之探針插入海床時會磨擦生熱，理論上要等待很久的時間 (數日) 才能量測到原來未受干擾時的穩定溫度，因此我們提出了一種資料處理的方法，利用短時間 (數分鐘) 受磨擦上升的溫度記錄去推求長時間的溫度變化，基本原理是以圓形針受熱後的溫度衰減函數 (Carslaw and Jaeger, 1959) 對原來未受干擾之穩定溫度、磨擦上升之溫度、熱導係數及沉積物密度與比熱之乘積等參數做回歸求解，我們發現雖然所求得的參數除沉積物之穩定溫度外，其餘參數之解均不甚準確，但卻可以準確的推估受磨擦後長時間之溫度變化及沉積物最終之穩定溫度，經由數值模擬及海上高解析度現場資料的配合亦可準確的 ($\pm 0.1\text{m}^{\circ}\text{C}$) 推算出海底沉積物的穩定溫度。我們將此一方法配合所設計的海底熱探針，建立了一套熱流資料的處理步驟，並將此一處理方法應用於過去數年來在南沖海槽所收集到的地熱資料，繪製成熱流等值線圖並標示出熱流的極高與極低的異常區。

關鍵詞：高解析度熱探針、資料處理、沖繩海槽西南端、熱流

Abstract :

During field-testing, we found the data resolution of the marine heat probe developed by us could reach the stunning $0.1\text{m}^{\circ}\text{C}$, which is much better than the $1\text{m}^{\circ}\text{C}$ resolution indicated in the related scientific literature. Today's heat flow data are mostly produced by Lister-type marine heat probe. The advantage of this method is the capability of measuring both temperature and thermal conductivity of ocean floor sediments in situ. However, due to the

friction heat produced during the probe insertion process, it is required to wait infinitely (often days) until the temperature returning to its original undisturbed state. Due to the much higher data resolution produced by our new heat probe, we have developed an improved data processing technique. That is to utilize the short-term (12 minutes) recordings of the temperatures raised by frictional heat to predict the temperatures in the long term. The principle is to regress the temperature decay function of a heated cylindrical (Carslaw and Jaeger, 1959) with respect to variables of the original undisturbed temperature, temperature raised by frictional heat, thermal conductivity, and product of density and specific heat of the sediments. We found all the variables are not quite accurate except the undisturbed temperature of the sediments. But we are able to accurately predict the long-term temperature changes caused by frictional heat and the final undisturbed temperature of the sediments. Through the numerical and field test we have found that the undisturbed temperature can be accurately calculated ($\pm 0.1\text{m}^{\circ}\text{C}$). In order to incorporate the data processing method to the high-resolution heat probe data, we therefore established a heat flow data processing routine. We applied the process on the data collected from southwestern Okinawa Trough and compiled an iso-heat flow chart, which also indicates the abnormal high and low heat flow zones..

Keywords : High Resolution Heat Probe, Data Processing, Southwestern Okinawa Trough, Heat Flow

二、緣由與目的

在台灣的東北方，由於菲律賓海板塊向西北隱沒於歐亞大陸板塊之下，而在琉球弧後產生了弧後盆地即沖繩海槽，海槽之西南端與台灣之間有一道往西北方向的強勁海流稱之為黑潮，這一效應對太平洋西岸的氣候變遷影響甚大，因此深海鑽探計畫 (ODP) 之鑽井船已在 2001 年 4 月底在沖繩海槽西南端處鑿一約為 450 公尺深之井，期能從沉積狀況了解海流、大氣及海水邊界條件變化的相互關係，井下熱

流亦為例行量測的項目之一，何況南沖海槽本身的張裂作用、岩漿入侵與火山活動等更是吸引人。為配合此一鑽點的開挖，主持人去年已在此收集了 26 個測站的熱流值，已整理出初步的成果。本年度仍循此方向進行探測研究，主要的工作項目和目的是：

1. 改進收集熱流資料的技術與提升對熱流資料處理的準確度。
2. 繼續從 ODP 鑽點往東延伸收集熱流資料尤其是在火成活動活躍的地區，將來可提供欲利用潛水車從事潛水研究者非常有用的資料(如中法合作計畫)。
3. 根據熱流資料推估沖繩海槽西南端的熱作用模型。

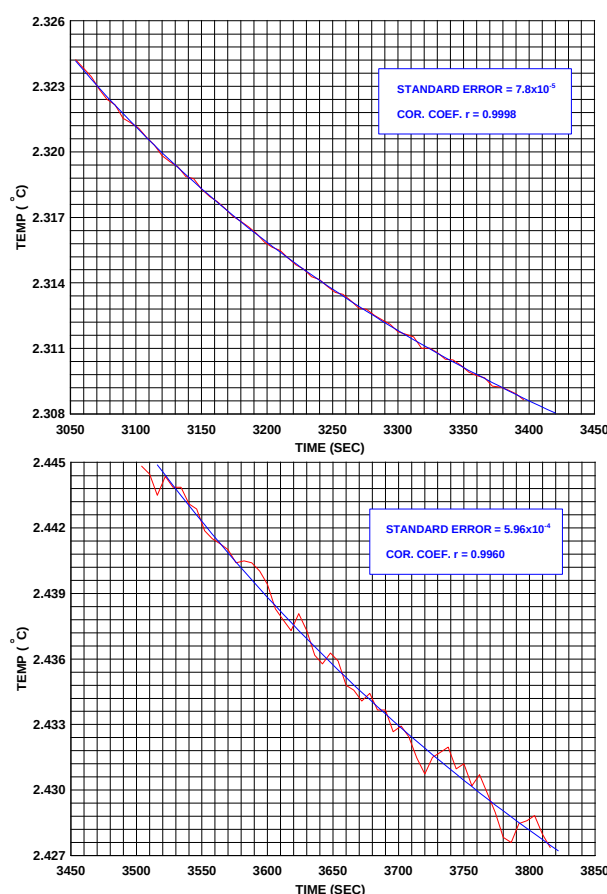
三、結果與討論

1. 提高海底熱探針的解析度方面：

從圖一上可知新設計的探針所量測的溫度資料大大的提高了解析度 ($0.1\text{m}^\circ\text{C}$)，圖一下為一般探針所量測到的溫度解析度 ($0.1\text{m}^\circ\text{C}$)。

2. 海床沉積物的穩定溫度推算方面：

從實際例子可知能利用極短的高解析度 ($0.1\text{m}^\circ\text{C}$) 溫度記錄資料推算出沉積物在穩定平衡時的



圖一、新設計探針（上）與一般探針（下）所量測到的溫度解析度比較。

溫度，準確度在數個萬分之一度以內（圖二）。

3. 沖繩海槽西南端之熱流量測結果：

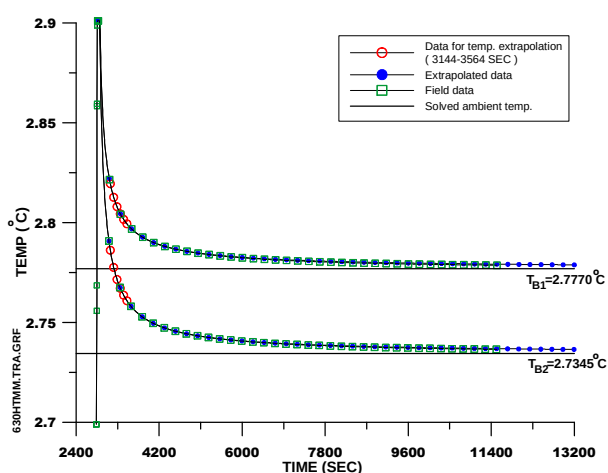
將量測的熱流資料經上述方法處理後繪製於圖三，可藉此推估沖繩海槽西南端之熱作用模型。

四、計畫成果自評

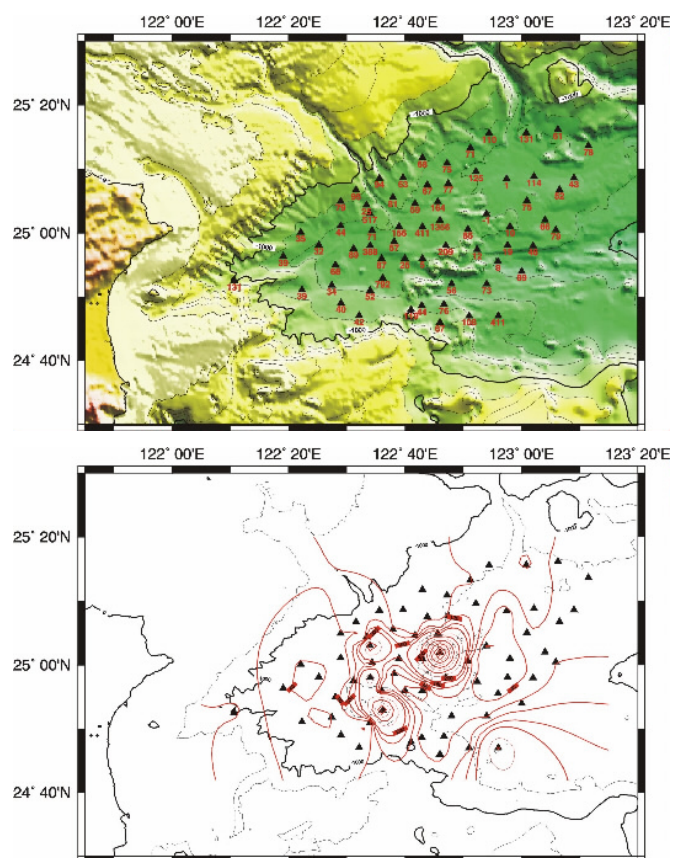
1. 硬體上設計製造完成了高解析度 ($0.1\text{m}^\circ\text{C}$) 的海底熱探針，比目前市面上所使用的 ($1\text{m}^\circ\text{C}$) 高出十倍。
2. 軟體上也配合設計了能推算海底沉積物穩定平衡溫度的計算方法，準確度在數個萬分之一度以內，遠超過文獻上已發表之準確度。
3. 完成沖繩海槽西南端之熱流探測。

五、參考文獻

Carslaw, H. S., and Jaeger, J. C., 1959. Conduction of Heat in Solids, 2nd ed., Oxford University Press, London, 510pp.



圖二、利用極短的高解析度 ($0.1\text{m}^\circ\text{C}$) 溫度記錄資料 (○) 推算出沉積物在穩定平衡時的溫度 (●)，並與實測之資料 (□) 比對，準確度在數個萬分之一度以內)。



圖三 沖繩海槽西南端之熱流值 (mW/m^2)。

赴大陸地區出差心得報告

說明：

由於海峽兩岸已在台灣大學於 2002 年 5 月 14~16 日召開了「台灣鄰近海域海洋科學研討會」，有關互動事項均有了充分的溝通，本計畫執行期間內主持人已無訪問大陸之必要，因此已于取消。