



# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 台灣西南海域之地熱與地磁研究 (II)

Heat Flow and Magnetic Study off Southwestern Taiwan (II)

計劃編號：NSC 89-2611-M-002-045-ODP

執行期間：89年8月1日至90年7月31日

主持人：徐春田 國立台灣大學海洋研究所

計劃參與人員：林嘉惠、陳育鍾 台灣大學海洋研究所

### 一、中文摘要

在過去一年中，為了配合深海鑽探計畫(ODP)之鑽探船「JOIDS Resolution」在沖繩海槽南端即龜山島東方約50公里處鑽井，所以安排的地熱出海探測航次大部份均在鑽井點附近，其結果已趕在今年(2001年)5月在TAO發表過了，因此實際在西南海域的熱流量測作業反而較少。

在西南海域於震測剖面發現有海底仿擬反射層(BSR)的地區(Shyu et al., 1998)，除了以往既有之3站熱流資料外，另外又於去年收集了四站的熱流值。從文獻中找出較適合於台灣西南海域形成甲烷水合物的穩定曲線，並進而利用溫度梯度線推估這些地區甲烷水合物的深度，並比較討論甲烷水合物的百分比含量。在分析資料的過程中，我們提出一種想法，就是可以根據震測剖面出現BSR的位置與溫度梯度線推估的深度做一比較，然後便可以估計出沉積物中含有甲烷水合物的最大值及其底下甲烷氣的最小值。

**關鍵詞：** 台灣西南海域熱流(II)；甲烷水合物

### Abstract

During the past year, the drilling ship 「JOIDS Resolution」 was used by the Ocean Drilling Program (ODP) to drill at the site KS-1 (24° 48' N, 122° 30' E) located on the southwestern end of the Okinawa Trough. In order to provide the heat flow information on or in the vicinity of the site, most of the ship time for heat flow measurements was spent around the drilling site area. Therefore only a few heat flow

measurements off southwestern Taiwan were taken.

In addition to the 3 heat flow measurements collected previously, we took 4 heat flow measurements above BSRs on the seismic profiles in the southwestern Taiwan offshore. Adopting a proper hydrate stability curve from the literature and the measured geotherm for each site, we estimated the base of hydrate stability zone (HSZ) and calculate the possible percentage of hydrate contents. It is possible to predict the maximum depth of HSZ or the minimum amount of hydrate and methane from our geotherms and BSRs analysis.

**Keywords :** Heat Flow off Southwestern Taiwan (II); Gas Hydrate

### 二、緣由及目的

由於歐亞大陸板塊之南海向東擴張並隱沒於菲律賓海板塊之下而產生了呂宋弧系統，兩板塊擠壓的作用在馬尼拉海溝與北呂宋海槽間形成了增積岩體(增積楔)，通常增積楔內含有超壓的液體，這種液體一旦釋出便會在海側面的變形前緣區產生泥火山或泥貫入體構造，而在與增積楔相連的斜坡及隆堆的區域往往是最容易發現甲烷水合物的地方。所以本計畫的目的是：

- 1.主持人在過去多年來已研發成高解析度及可去除磨擦熱(經由軟體處理後)的熱流探針，如今正可利用它來量取海底之溫度、海床以下沉積物之溫度梯度、及熱導係數等，逐一對國內已發現BSR之震測剖面(大部份為台大海研所及中油已發表之資料)做比對的工作，並進一步確定其相對應甲烷水合物的厚度。

2. 從甲烷水合物底部之溫度推估該甲烷水合物之深度是天然氣賦存量的上限還是下限。
3. 配合震測資料重新調查可能有甲烷水合物處之地溫資料，若發現震測資料 BSR 的厚度與從溫度資料所估計的厚度有所不同時，找出其不一致的原因，並加以改進以做為將來推估甲烷水合物厚度的參考。

### 三、結果與討論

根據文獻收集有關能形成甲烷水合物的溫度與壓力的穩定曲線 (Dickens and Quinby-Hunt, 1997)，並藉以分析各測站甲烷水合物之深度。

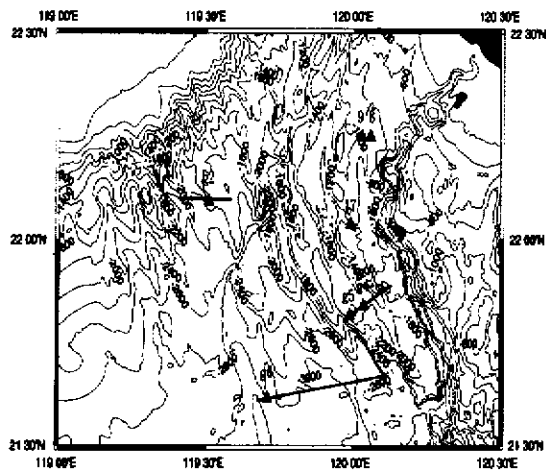
1. 今以 g5 站 (圖一、圖二、表一) 為例，說明地溫梯度預測得出的 BSR 深度 (圖二中地溫梯度線與甲烷水合物穩定曲線之交點)，表示在該深度時氣水包合物正轉變為氣態甲烷的臨界面，在其下的甲烷是以氣態的存在。但若實際 BSR 出現深度比地溫梯度預測的深度淺時 (圖二中較淺處之綠色虛線處)，表示沉積層中的甲烷的含量，「最多」就僅止於此了，即在此 BSR 的深度以下，已無甲烷的存在。但如果預測的 BSR 深度與實際的一致時 (圖二中較深處之綠色虛線處，即 g5 測站之實際結果)，表示在該深度以上的甲烷均已形成甲烷水合物，故其甲烷的含量「最少」也有從海床至此深度的厚度，且其下可能還有氣態的甲烷存在。當然造成這一深度不吻合的原因也有可能是震波波速的錯誤估計以及沉積物中的毛細現象 (Henry et al., 1999) 等影響了形成甲烷水合物所需的溫度條件，這些因素等都值得進一步的研究。
2. 利用甲烷水合物的穩定生成曲線及地溫梯度推求得台灣西南海域 g2、g4、g5 及

g6 四個測站生成 BSR 的平均深度約為 347m 左右。

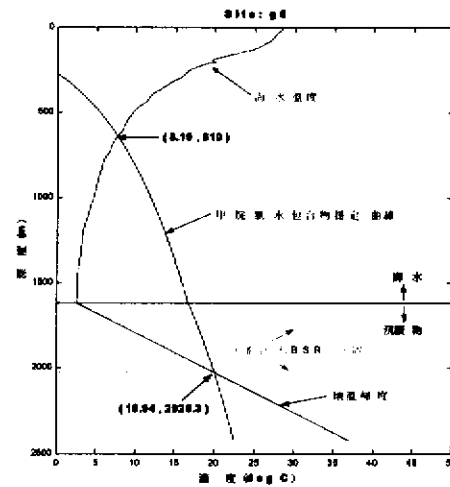
3. 如能利用前述所得知之深度並參考震測剖面 BSR 的出現時間，並有沉積層之波速資料與其中成分的比例關係式便可以推求出各測站中甲烷水合物於沉積層中所佔的百分比。
4. 造成地溫梯度推測甲烷水合物的生成深度產生誤差的原因，在水深較淺的地區造成梯度偏差較大的情形，其原因可能有：沉積物較深海鬆散、孔隙中含水量較高、沉積物中含氣態甲烷的量及水層溫度變化較大等。
5. 以熱導係數推算甲烷氣水包合物生成比例的方式，可以提供另一方式來推估甲烷氣水包合物的生成比例。但地熱探勘的深度仍需增加並針對無甲烷水合物的沉積層量測其熱導係數，以利估算更正確的生成比例。
6. 迄今針對台灣海域甲烷氣水包合物地熱探勘的測站僅止於本研究中之七站而已，希冀將來能增加測站的數目並加強資料的收集，以求能評估更大片區域甲烷水合物的含量以利將來開採之用。

### 四、計畫成果自評

1. 為了配合深海鑽探計畫 (ODP) 之鑽井位置，臨時決定在沖繩海槽西南端多量了許多熱流測站，以致在西南海域的熱流量測作業反而少了許多，與原來計畫的規劃不甚吻合。
2. 在所有的熱流量測過程裡，證明主持人所設計之海底熱探針不僅準確、快速有效率而且非常耐用。
3. 從分析資料的過程中，確實可以感受到海床熱流的量測，對海底甲烷水合物蘊藏量的評估是一種非常重要的方法。



圖一 「海研一號」584 航次在西南海域可能有海底仿擬反射層 (BSR) 處，施測熱流之測點 (g2、g4、g5、g6)，圖中各色線段為前人收集之震測剖面(資料由台大海洋研究所劉家瑄教授提供)；8、9及17 測點資料為摘自 Shyu et al. (1998)。



圖二 震測 BSR 如出現在較淺之綠虛線處表示在此之下已沒有甲烷了，如出現在較深之綠線處則表示在此之下可能還有甲烷氣。

表一 西南海域有 BSR 反應之地熱站資料及所推估之 BSR 深度

地熱站 Site	緯度 °N	經度 °E	水深 m	K W/m <sup>2</sup> °K	海床溫度 T <sub>0</sub>	G °K/m	Q mW/m <sup>2</sup>	BSR m
8	22.2520	120.0615	840	0.955	5.164	0.067	64	99
9	22.2522	120.0320	956	0.980	4.356	0.057	56	164
17	22.0392	119.9937	1219	1.013	3.452	0.065	66	192
g2	22.09577	119.51157	2107	0.698	2.343	0.059	41.2	324
g4	21.84017	120.03854	1805	1.002	2.446	0.049	49.1	368
g5	21.81591	119.99238	1621	0.755	2.509	0.043	32.5	405
g6	21.61702	119.71325	3057	0.827	2.248	0.076	62.9	294

K：熱導係數；G：地溫梯度；Q：熱流值

## 五、參考文獻

- Dickens, G.R., and M.S. Quinby-Hunt (1997) Methane hydrate stability in pore water: A simple theoretical approach for geophysical applications, J. Geophys. Res., 102: 773-783.
- Henry, P., M. Thomas, and M. Ben Clennel (1999) Formation of natural gas hydrates in marine sediments 2. Thermodynamic calculations of stability conditions in porous sediments, J. Geophys. Res., 104: 23005-23022.
- Shyu, C. -T., S. -K. Hsu, and C. -S. Liu (1998) Heat flows off Southwest Taiwan: Measurements over mud diapirs and estimated from bottom simulating reflectors, TAO, 9: 795-812.