

黑潮與南海暖流

計畫主持人：劉倬騰

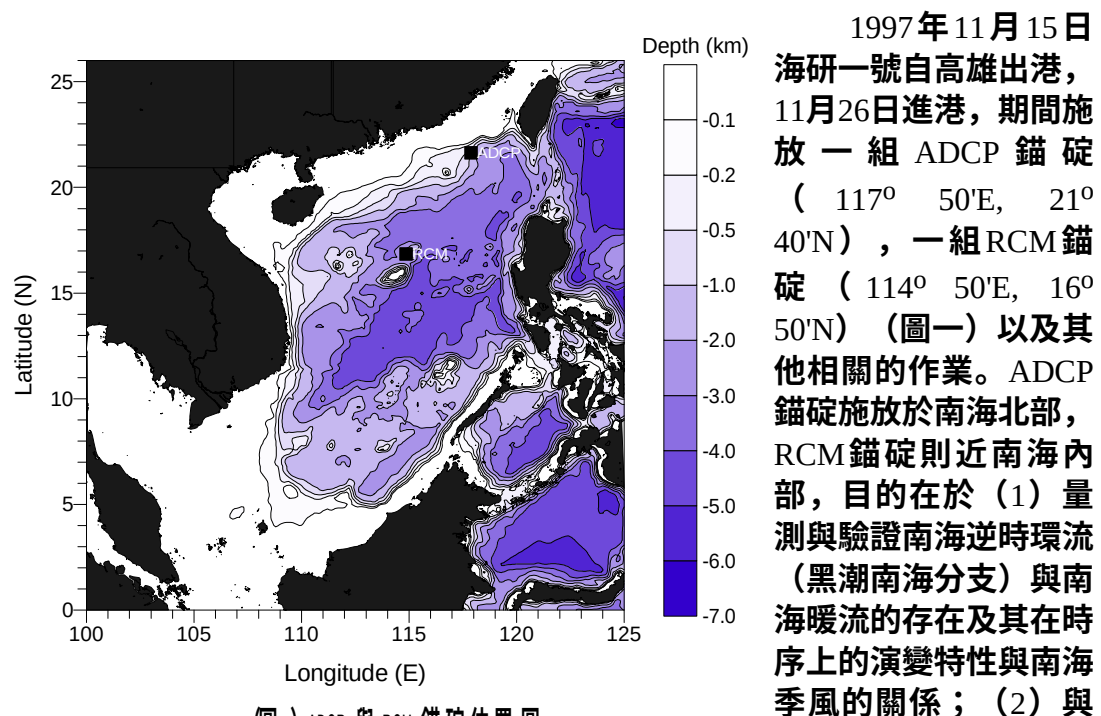
單位：台灣大學海洋研究所

參與研究人員：劉倬騰，楊益

國科會計畫編號：NSC87-2611-M-002A-011-AP7

核定金額：1,015,800

南海位居亞洲大陸東南隅，為東南亞最大的邊緣海，其最大深度超過5000公尺，周邊被深度淺於100公尺的大陸棚所圍繞，為一相當廣大但呈半封閉的系統，北方藉由台灣海峽與東海水相通，東北方經由呂宋海峽與太平洋海水交換，南方則為廣大且淺的大陸棚，其他另有少許狹窄的缺口與外界海水相通。其內部的環流及其與周邊海域的海水交換速率，決定了南海的水質，尤其是南海的深海水質。水深200米以下的南海水，在水平方向上只能經由呂宋海峽與太平洋或民多羅海峽（Mindoro Strait）與蘇祿海（Sulu Sea）的海水交換，深層水更僅能由狹窄的巴士海峽與太平洋的海水交換。計畫的名稱為【南海季風實驗（II）-（子計畫九）南海與蘇祿海的海水季節性交換】，原擬於菲律賓民多羅海峽及蘇祿海做流速儀錨碇及溫度計串觀測，以瞭解南海表層及深層海水與蘇祿海之間的交換過程。因為蘇祿海的面積約為南海的1/6，且其經由民多羅海峽與南海水的交換速率將影響南海表層水的厚度、其海氣交互作用的速率、以及初級生產力等。1997年初時菲律賓外交部口頭同意菲律賓大學與台灣大學的此項合作計畫，但是在1997/11/15航次出發前，菲律賓外交部以中菲雙方沒有合作海洋研究之協議為由，突然停止對此一合作計畫的支持。在未能取得菲律賓官方的同意下，本計畫臨時更改作業範圍至南海北部，探測與研究經由呂宋海峽入侵南海北部的黑潮與南海季風對slope current的影響。



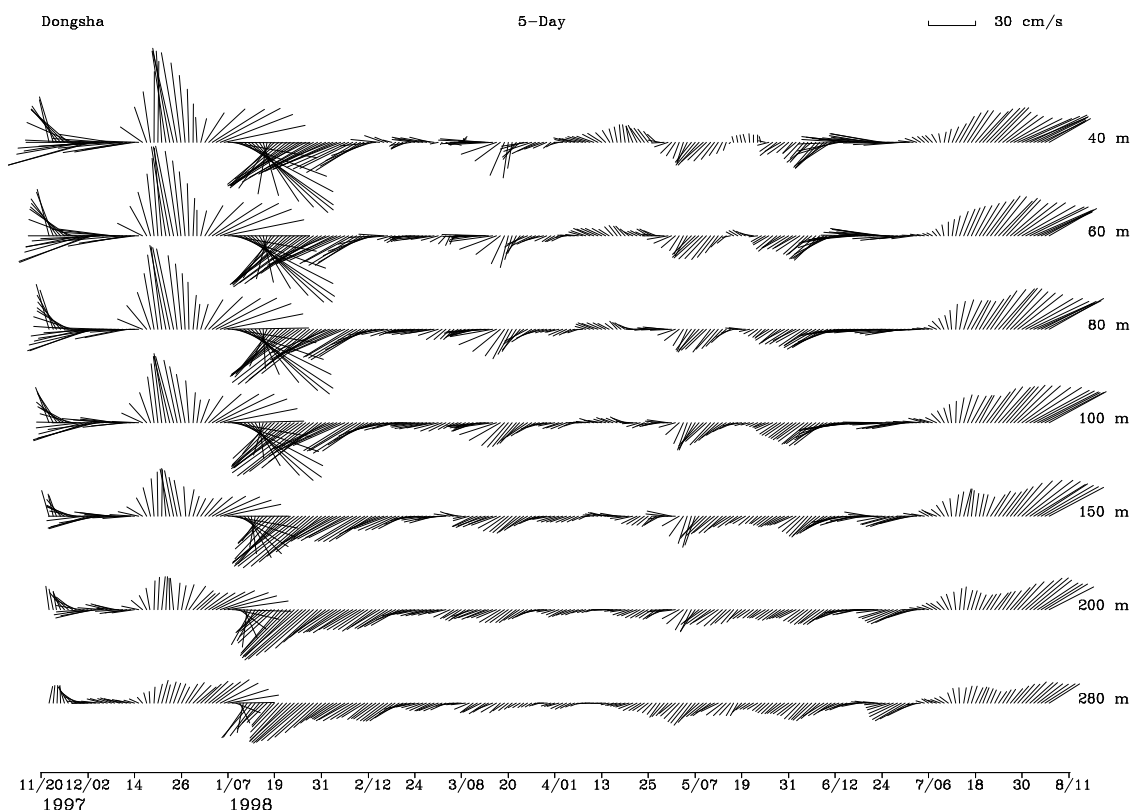
南海中部的ATLAS Buoy及巴士海峽的ADCP錨碇等觀測站相互配合，以期對南海內部的環流能有一較全面的觀測與瞭解。其中東沙島東北方的ADCP錨碇因腐蝕問題致使ADCP剖流儀在海面漂流多時，為往來船隻拾獲，流速資料尚稱完整。另一RCM錨碇本應可於1998年10月回收，然因海上作業進度與船期等因素至今仍未能回收。

源自北赤道洋流的黑潮自菲律賓東方流向台灣的途中，在經過南海東北部的呂宋海峽此一模糊地帶後，越過台灣東部的宜蘭海脊，沿東海大陸棚朝日本方向流去（Nitani, 1972）。關於黑潮流經呂宋海峽時與南海水之間的交互作用，以及對南海內部環流的影響，到目前為止仍難有一定論。早期的水文探測均指出黑潮於隆冬時節有較明顯的入侵南海現象，於夏季入侵的現象不明確或者反而是南海水由呂宋海峽流出南海（Chu, 1972; Nitani, 1972）。近期的水文探測及數值模式同樣的獲得類似的結論（王與陳, 1987; Shaw, 1989, 1991; Shaw and Chao, 1994; Chen, 1996）。南海北部的水團擁有黑潮水的特徵是無庸置疑的，但對於黑潮入侵的途徑與過程以及其入侵後的發展則是眾說紛紜。季風是本區最顯著的大氣現象，同時也是南海環流最主要的驅動力。Shaw（1991）認為黑潮於冬季時自台灣南端沿南海北部的大陸棚進入南海，夏季時則無入侵而僅有蜿蜒的現象。同樣的在冬季，Farris and Wimbush（1996）認為當東北季風的風應力大小超過某一數值時，黑潮在呂宋海峽會發展出所謂的流套（Loop Current），亦即黑潮在呂宋海峽打個彎後自台灣南端流出，並不進入南海，同樣的流套現象在李與伍（1989）及劉等（1996）的文章中多所論述。至於在南海內部，Shaw and Chao（1994）依據模式的結果，發現在東北季風開始時，東南亞大陸沿岸有一明顯的南向流，其範圍可一直延伸至越南沿岸，此南向流的現象在海面浮子與衛星測高儀等資料中亦可略見一二（Soong et al., 1995）。在夏季時，此沿岸南向流則轉為北向流，但並未一直沿著大陸沿岸北上，而是在北緯11至14度左右離開大陸沿岸，轉向東北進入南海內部。此一經由呂宋海峽入侵南海北部的黑潮，或可稱為「黑潮南海分支」。

大陸方面的學者早在1960年代即開始對南海的中、北部做水文調查，對陸棚區的環流系統則有另一見解。就南海北部而言，無論是表層流或環流，早期認為其流向基本上與盛行季風的方向趨於一致。除了黑潮南海分支外，管秉賢（1978, 1985）同時認為在南海北部大陸棚邊緣，冬季存在一支東北流向、狹窄而呈帶狀分佈且流速強勁的逆風流，此即「南海暖流」。更有學者認為此一海流終年存在於南海西北部的大陸坡折處（仇等, 1984; 郭等, 1985; 南海海區綜合調查研究報告（二），1985; 蘇與劉, 1992; 袁與鄧, 1996）。Ye（1994）和葉（1995, 1996）利用數值模式，支持了「在南海北部陡峭的陸棚區，終年存在著兩支反平行的海流」的說法，且認為南海大部份的表層環流主要是受正壓的季風風應力所控制，而南海北部的環流卻主要是由斜壓的熱力學效應所引起的密度流。其與Shaw（1991）及Shaw and Chao（1994）有類似的論點，即黑潮在進入南海後沿著南海北部的大陸棚，先向西北，再轉向西南，形成所謂的黑潮南海分支，但在此黑潮南海分支的近岸側，則存在著一支流向東北的南海暖流，在冬季東北季風盛行期，此南海暖流不但逆風流動，反而變得更強。

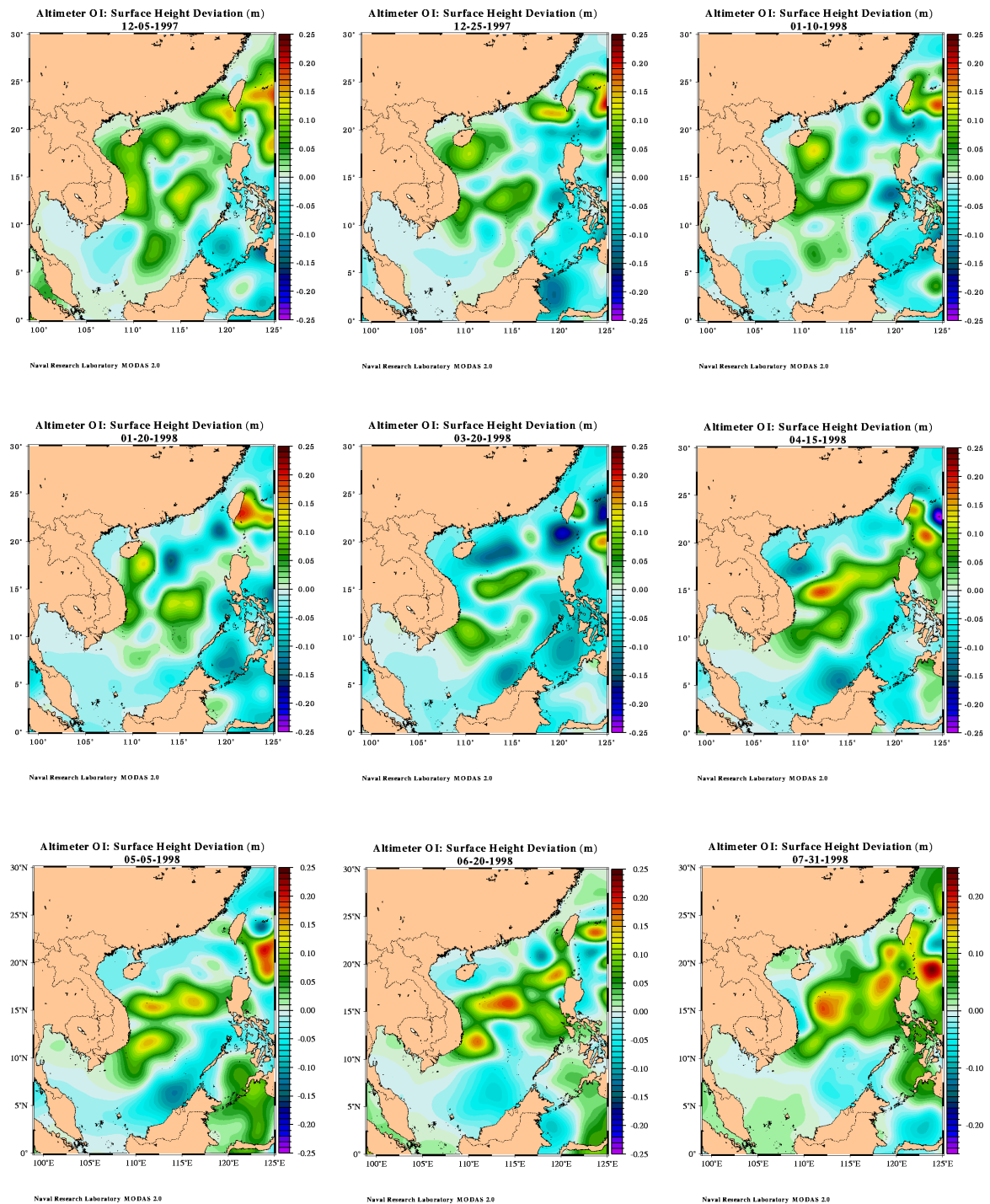
由於黑潮在流經呂宋海峽時，常有暖水入侵南海北部，此現象尤以冬季最

為常見。POCM (Parallel Ocean Climate Model) 數值模式顯示此入侵暖水或形成流套或以渦漩的形式進入南海。錨碇於東沙島東北方的ADCP資料顯示，於觀測時間內（1997年11月至1998年8月）此地的平均流基本上為順應地形的西南流，冬季常有類似順鐘向的渦漩通過（圖二）。冬季南海北部，表層環流為一沿大陸棚邊緣向西南流動的基本流場（Shaw and Chao, 1994），若有一向西行進的順鐘向渦漩與此基本場相互作用，則於流速與流向的時間序列上，當可見到如圖二所示的流場特徵。



（圖二）東沙群島東北方ADCP 5天平均流速棍棒圖。由上至下分別為水深40、60、80、100、150、200、280公尺處的流速及流向，向上為正北。

圖三所示為美國海軍研究實驗室（NRL）MODAS（Modular Ocean Data Assimilation System）系統整合GFO、TOPEX/POSEIDON、ERS-2等海面測高儀資料並予以最佳化所推算的海面高度異常。由ADCP錨碇所量測的流速資料中（圖二），可以很清楚的看出流場幾乎與渦漩相對應，顯然進入南海的渦漩對陸棚邊緣的流場有相當大的影響。對於南海暖流，雖然大陸方面的學者普遍相信其為一常年性存在的東北流，並於冬季時有增強的趨勢，但其所根據的資料主要是水文場，流速儀直接量測的資料非常欠缺，且觀測時間相當的短，絕大部份少於3天。在此我們提出南海暖流是由黑潮流域經呂宋海峽間歇性進入南海北部的渦漩所導致的說法。由於自黑潮流域入侵的渦漩為暖渦且常見於冬季，在其沿大陸棚向西南方移動的途中，陸棚區為一東北向的流場，此很可能即為所謂的南海暖流。



(圖三) 多衛星測高儀整合之海面高度異常。

參考文獻：

- Chen, C. T. A., (1996) A mid-depth front separating the South China Sea Water and the Philippine Sea Water. J. Oceanogr., 52, 17-25.
- Chu, T. Y. (1972) A study on the water exchange between Pacific Ocean and the South China Sea. ACTA Oceanogr. Taiwan., 2, 11-24.
- Farris, A., and M. Wimbush (1996) Wind-induced Kuroshio intrusion into the South China Sea. J. Oceanogr., 52, 771-784.

- Nitani, H. (1972) Beginning of the Kuroshio. In Kuroshio: Its Physical Aspects. ed. by H. Stommel and K. Yoshida, Univ. of Tokyo Press, Tokyo, 129-163.
- Shaw, P. T. (1989) The intrusion of water masses into the sea southwest of Taiwan. J. Geophys. Res., 94, 18213-18226.
- (1991) The seasonal variation of the intrusion of the Philippine Sea Water into the South China Sea. J. Geophys. Res., 96, 821-827.
- and S. Y. Chao (1994) Surface circulation in the South China Sea. Deep-Sea Res., 41, 1663-1683.
- Soong, Y. S., J. H. Hu, C. R. Ho, and P. P. Miller (1995) Cold-core eddy detected in South China Sea. EOS, 76, No. 35.
- Ye, L. (1994) On the mechanism of South China Sea Warm Current and Kuroshio Branch in winter - Preliminary results of 3-D baroclinic experiments. TAO, 5, 597-610.
- 王胃、陳慶生 (1987) 南海北部之暖心渦流 (一) 對南海暖渦之初步觀測。台灣大學海洋學刊, 18, 92-103。
- 仇德忠、楊天鴻、郭忠信 (1984) 夏季南海北部一支向西流動的海流。熱帶海洋, 3, 65-73。
- 李立、伍伯瑜 (1989) 黑潮的南海流套? 南海東北部環流結構探討。台灣海峽, 89-95。
- 郭忠信、楊天鴻、仇德忠 (1985) 冬季南海暖流及其右側的西南向海流。熱帶海洋, 4, 1-9。
- 南海海區綜合調查研究報告 (1985) 中國科學院南海海洋研究所, 科學出版社, 北京。
- 袁叔堯、鄧九仔 (1996) 南海北部季風逆風流。南海研究與開發, 第2期, 1-11。
- 葉龍飛 (1995) 試論南海暖流和黑潮南海分支的形成機制。南海研究與開發, 第3期, 12-21。
- (1996) 試論夏季南海北部環流的形成機制。南海研究與開發, 第4期, 9-12。
- 管秉賢 (1978) 南海暖流-廣東外海一支冬季逆風流動的海流。海洋與湖沼, 9, 117-127。
- (1985) 南海北部冬季逆風海流的一些時空分佈特徵。海洋與湖沼, 16, 429-438。
- 劉秦玉、劉倬騰、鄭世培、徐啟春、李薇 (1996) 黑潮在呂宋海峽的形變及動力機制。青島海洋大學學報, 26, 413-420。
- 蘇紀蘭、劉先炳 (1992) 南海環流的數值模擬。見: 海洋環流研討會論文選集, 曾慶存, 袁重光, 趙劍平, 余宙文等主編, 海洋出版社, 北京。206-215。