

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

台灣東南海域黑潮與其鄰近水體之互動() 黑潮上游海區海洋動力學實驗-子計畫三)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫
計畫編號：NSC90 - 2611 - M - 002 - 017 - OP2
執行期間：90 年 8 月 1 日至 91 年 10 月 31 日

計畫主持人：王 胄
共同主持人：

本成果報告包括以下應繳交之附件：
 赴國外出差或研習心得報告一份
 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學海洋研究所

中 華 民 國 91 年 12 月 27 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

台灣東南海域黑潮與其鄰近水體之互動()

黑潮上游海區海洋動力學實驗-子計畫三

Interactions between the Kuroshio and its adjacent waters southeast of Taiwan ()

計畫編號：NSC 90-2611-M-002-017-OP2

執行期限：90 年 8 月 1 日至 90 年 10 月 31 日

主持人：王 胄 國立台灣大學海洋研究所

一、中文摘要

這幾年來我們分別在恆春海脊、恆春半島東側、高台石海脊等處設置了海流、水位等的長期錨碇觀測站，另外也藉航次之便順道執行了網狀水文觀測。歷年觀測資料顯示恆春半島東側海域下層海流多為向南，而上層海流在東北風作用後往往亦由北轉為向南，ADCP 錨碇觀測資料則顯示：在蘭嶼與屏東間黑潮流動海域之低頻海流會隨著深度增加其流向呈反鐘向迴轉趨勢，表示中、下層海流具有向岸(恆春半島東側)分量。這些觀測事實說明沿著台灣東南陸棚上存有南向之反流，反流東側則為北上之黑潮支流，故在台灣與蘭嶼、綠島間的南縱海槽內海洋上層會呈現氣旋型環流，而由呂宋海峽北上之黑潮支流中、下層海水則在接近海槽南側時向東偏轉，再沿蘭嶼、綠島間海脊東側北上。這種流況是經由海流與地形交互作用所造成的，中、下層海流在南縱海槽內發生流線分離，而上層海流仍沿台灣東南海岸北上，後項海流西側之氣旋型流速水平切變則對本地中、下層海水透過 Ekman pumping 造成拉升效應，促成南縱海槽內形成持續性之低壓型環流。此機制可以合理解釋台東外海為何會出現持續性的反流。

關鍵詞：黑潮、反流、低壓環流

Abstract

During past years, we have deployed current-meters and water level recorders at several prescribed strategic locations, such as Heng-Chuen Ridge, east of Heng-Chuen, and Gordi Rock. In addition to these works, extensive CTD surveys had been conducted in the region too. These data show that the principal direction of flows at the lower layer offshore the eastern Heng-Chuen peninsula is mainly southward, same behavior was found for flows at the upper layer under prevailing northeasterly winds. Aside from this, measurements from ADCP moorings, between Lan-Yu and Ping-Tung, show sub-inertial flows deflecting counter clockwise with the increment of depth, this characteristic implies the lower currents possessing an on-shore component which should induce upwelling motions in the adjacent of continental margin. All of these suggest flow-topographic interactions are principal mechanisms to the flow pattern. The basin between Taiwan, Lan-Yu and Lu-Tao, blocking the lower northward flows, forms a flow-separation region to the inflow waters, which deflects to the east when approach to the basin. Upper layer flows could pass the basin and the cyclonically horizontal current shear associated with the current favors the emergence of a cyclonic circulation pattern along the southeast coast of Taiwan. The mechanism can interpret the occurrence of a steady counter current offshore Taitung coast, readily.

Keywords: current-meters, flow-topographic interactions, counter current, cyclonic circulation

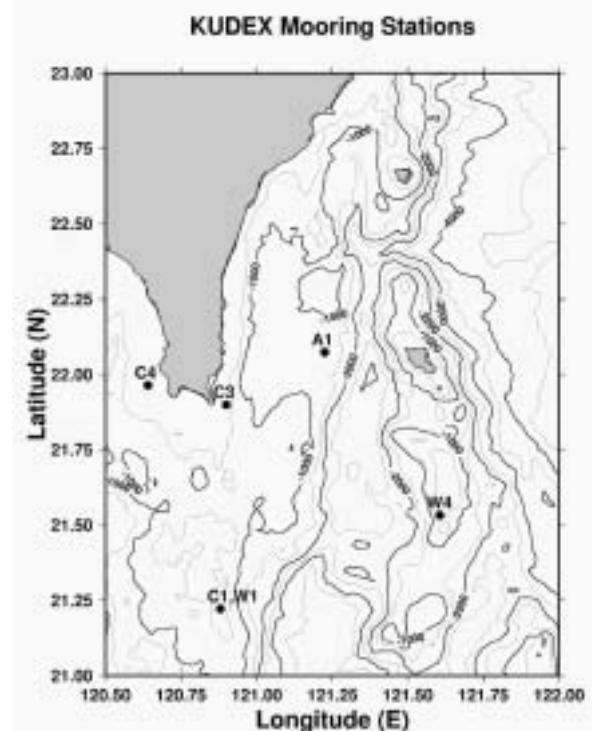
二、緣由與目的

本計畫係「黑潮上游海區海洋動力學實驗」(Kuroshio Upstream Dynamics Experiment, KUDEX) 整合型計畫之子計畫，所擔負之任務有二，分別是(一)部份海流儀錨碇作業與水位觀測作業。在上年度內我們繼續維持蘭嶼與台灣之間的一組 ADCP 錨碇串(A₁)，另外在恆春半島東西兩側陸棚邊緣也各維持了一組傳統式的海流儀錨碇串(C₃與 C₄)。此外，在台灣南端之恆春海脊上則維持了一組海流儀與水位計錨碇站(C₁與 W₁)；而在蘭嶼、恆春、高台石上方(W₄)等處亦分別佈放了水位計(測站位置參見圖一)，此項觀測作業之目的在於累積長期的觀測記錄，然後便可以利用流量觀測結果來校驗流量與不同點間水位差值之關係式，將來則可再運用水位記錄作為估算(蘭嶼與台灣間)黑潮支流流量變化的根據。此外，亦可從流速記錄了解到本海域之流況變化行為，再經由相關研究從而探討本海域流況演變之機制。(二)配合性的大面積水文調查作業，水文調查所獲得的海水溫、鹽構造數據是 KUDEX 計畫中數值模式組建立初始場時必要的資料，另外從水文資料亦可間接推估出流況以及水團的分佈態勢，因此也是必要的基礎觀測任務。

三、觀測結果

由於受到海研一號航次作業天數的限制，本年度之現場工作仍然只能以錨碇收放作業為主，大範圍之水文調查工作則視剩餘之作業天數儘可能去執行。根據目前所收集到的資料組可看出一些有意義的現象，值得深入研究。例如每年東北季風啟

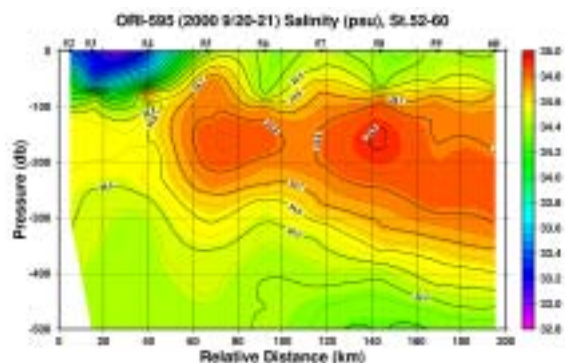
動後，恆春半島西側之 C₄ 站隨即會出現顯著且持續的東南向海流，此流可一直維持到 12 月初，然後間斷一陣於次年初又再次出現而於春季達到最強。至於恆春半島東側之 C₃ 站，其上層海流在冬季期間也呈現類似的流速變化趨勢，但其下層則為持續的偏南向海流(黑潮西側反流)。至於蘭嶼與台灣之間的 A₁ 上層海流則在冬季期間仍能保持相當持續的偏北向海流(黑潮支流)，但其垂直剖面結構並不單調，會隨著深度遞增而呈逐漸反鐘向偏轉的趨勢。



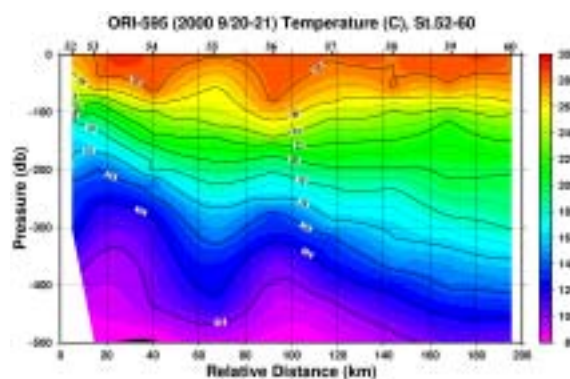
圖一、本計畫所負責之海流儀與水位計錨碇站位置分佈圖。其中 A 為 ADCP 測站，C 傳統式海流儀測站，W 水位計測站。

海水溫、鹽分佈資料除了可以計算動力高度從而推估海流外，利用鹽度剖面極大值(S_{max})與極小值(S_{min})的大小分佈特徵亦可觀察出水團之配置情形，圖二即為沿台灣南端(圖左側)向蘭嶼方向之西東測線上一個典型的海水鹽度斷面分佈，圖三則為對應之海水溫度斷面分佈情形，看出海水等溫線向著台灣海岸會呈現先上揚而後(接近海岸)下降之分佈趨勢(圖三)，上揚區之 S_{max} 數值高而下降區則偏低(圖二)，

前者正好反映上述台灣東南岸海水中層為冷心之低壓環流。



圖二、台灣南端(左)向蘭嶼方向之西東測線上一個典型的海水鹽度斷面分佈。



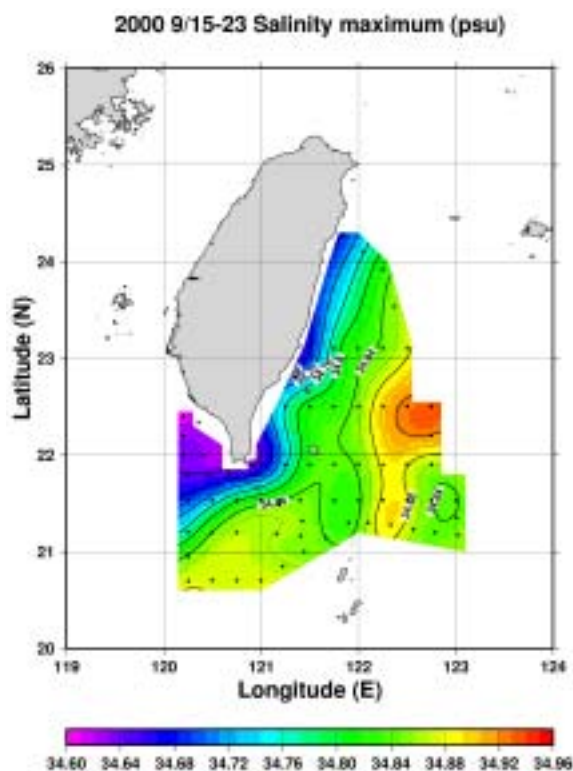
圖三、上圖同測線上海水溫度斷面分佈。

四、討論與初步結論

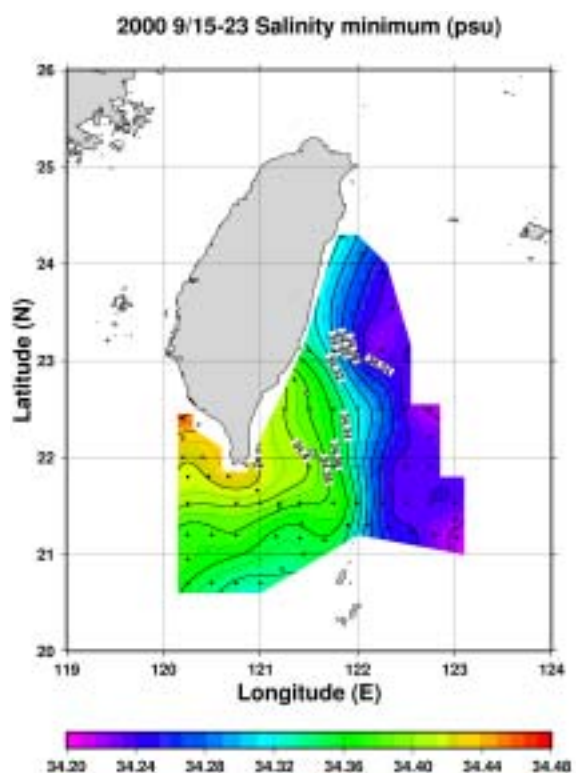
從前述知，在蘭嶼、綠島與恆春半島間的南縱海槽內應有一冷心的氣旋型流況存在，當 C_4 站之東南流增強時此氣旋亦增強而範圍則擴大，此時黑潮主軸應會稍向東偏。然而究竟是什麼樣的機制促使這樣一個冷心低壓渦能夠近似持續存在呢？這就是本計畫本年度所關注的研究重點。

我們從本地區海水 S_{max} 以及 S_{min} 之水平分佈(圖四 五)可以看出南縱海槽內之中、下層海水和位於其東、南側之海水在特性上有很大的差異。如果由呂宋海峽北上的黑潮中、下層海水能夠長驅直入流進來，那麼就不可能產生很大的差異。換言之，水文特性分佈暗示我們南縱海槽對位於其南方上游的黑潮中、下層海水而言，

其實根本就是一個孤立的流線分離區，但對上層海水則不然，由呂宋海峽北上的黑潮支流上層海水仍然可以沿著台灣東南海岸，穿越台東、綠島間海脊(台東海脊)後繼續北上，圖四之 S_{max} 分佈即為証據。



圖四、KUDEX 海域 S_{max} 典型分佈情形。



圖五、KUDEX 海域 S_{min} 典型分佈情形。

根據近年的海流觀測事實，我們了解到南縱海槽上層(約 0-300m)終年均為持續之北向海流(黑潮支流)，但在中層(約 400 - 1000m)則為流線分離區中的孤立水體，而下層(1000m 以深)是由西菲律賓通過巴坦、蘭嶼、綠島連線之海脊間各隘口流入南海海盆之深層海水。我們可以想見上層海流是以噴流型態的西方邊界流呈現，因而在上層海流西側部份便會呈現氣旋型的水平流速切變，上、中水層間經由界面摩擦作用，由於 Ekman 搬運分佈的不均勻因而產生 pumping，促使中層水柱拉昇因此就讓氣旋型環流能夠持續發展起來。此外， A_1 之海流剖面資料顯示平均海流隨深度增加其流向有逐漸呈反鐘向偏轉的趨勢。由於海流測站之西側即為恆春半島，是以實測海流資料所顯示上層海流流向隨深度增加後慢慢偏向正北，也就是說較深層海流流向會較偏向著海岸流，因此海水在趨岸時必將循地形漸淺而逐漸向上爬昇，使得台灣東南外海之黑潮西側水溫能

夠經常維持在較冷的狀態，同時呈現出冷丘式的隆起態勢。這種流況和前述之冷心構造以及推論出之低壓型環流型態是相當一致的。

五、計畫自評

綜合而言，本計畫是 KUDEX 整合型計畫中的一環，在本年度作業期內順利完成了所有被指派之水文調查以及海流錨碇觀測等任務，此外，我們亦根據歷年所累積之觀測資料確定了南縱海槽內存有一持續性的冷心低壓環流，而沿台灣東南側海岸之南向反流則是此低壓之西側迴流。關於上述之黑潮反流以及低壓環流均為台灣海域內重要的海洋現象，在未執行本計畫之前亦均不為人知，這些年來經由本計畫之持續投入才逐漸被揭露出來，因此就此點而言，本計畫之執行成果對增進我國區域性海洋學知識之累積應當有一定的貢獻。