

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-子計畫五)

計畫類別：☐ 個別型計畫 ☒ 整合型計畫

計畫編號：NS89 - 2611 - M - 002 - 020 - OP2

執行期間：88 年 8 月 1 日至 89 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 89 年 12 月 7 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-子計畫五

Interactions between the Kuroshio and its adjacent waters southeast of Taiwan

計畫編號：NSC 89-2611-M-002-020-OP2

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 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

黑潮與南海環流之互動過程一直深受我國海洋學界所關注。過去的一些觀測結果確實顯示冬季時黑潮會經由呂宋海峽南段入侵南海，但夏季時則並未發現過在南海內呈現有類似冬季之黑潮入侵現象，反倒是在呂宋海峽附近常見南海流系範圍擴展而黑潮水流則被侷限僅從海峽東側流過，造成這種差異之原因和本地區之季風變化、海水層化狀況、入流條件、地形構造分佈等等因素均有密切的關係，有關詳情便是本計畫預定探討之目標方向。在第一年的執行期內，我們按照預定進度，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兩次網狀水文觀測作業。在這些觀測數據中，位於恆春半島東側的海流資料最饒富趣味，它顯示出了許多過去未知的現象，例如下層海流之流向多為向南，與其外海側之黑潮北向流相比，此即呈現反流形態；又上層海流在東北風作用後其流向亦由北轉而向南，此種趨勢如與恆春半島西側以及恆春海脊上的海流資料整體分析，似乎可推測恆春半島東南側外海在冬季期間會呈現一個局部性的氣旋型低壓環流，這些現象均是值得進一步研究的方向。

關鍵詞：黑潮、入侵、呂宋海峽、南海、反流、低壓環流

Abstract

The interaction between the Kuroshio and the South China Sea (SCS) circulation has drawn many attentions for years. Previous investigations evidence that the Kuroshio intrudes the SCS during winter and backs to its normal path in the Luzon Strait during summer. The oscillatory behavior has been speculated to be associated with the following parameters, namely the variation of the monsoon, stratification of sea water, the inflow condition of Kuroshio and the local topography. During the first year of the project, according to the original plan and schedule, we have conducted several moored observations by deploying current-meters and water level recorders at some prescribed strategic locations, such as Heng-Chuen Ridge, east of Heng-Chuen, Gordi Rock, etc.. Aside of these works, two extensive CTD surveys had been conducted in the KUDEX region too. The moored observations show many interesting features, which are unknown in the past. The first is a quite persistent, near bottom counter current occurring on the narrow continental shelf east of Heng-Chuen. The second is the surface currents around the Heng-Chuen peninsula, their directions are either southward or southeastward during winter. Considering the facts that there are eastward flows on the ridge south of Heng-Chuen and the northward flows of the Kuroshio itself at far offshore, all foregoing features then suggests a cyclonic flow pattern emerges southeast of Taiwan during winter.

Keywords: Kuroshio, Intrusion, Luzon Strait,

二、緣由與目的

多年以來，黑潮、南海環流、以及二者之間的互動過程一直是我國海洋學界所持續關注的研究課題。過去的一些觀測結果確實顯示冬季時黑潮會經由呂宋海峽南段入侵南海，但夏季時則並未發現過黑潮在南海內呈現有類似冬季之顯著入侵現象，反倒是在呂宋海峽附近常見南海流系之範圍大為擴展而黑潮水流則被侷限僅從海峽東側流過，造成這種差異之原因和本地區之季風變化、海水層化狀況、入流條件、地形構造分佈等等因素均有密切的關係，有關詳情便是本計畫預定探討之目標方向。為了闡明這些問題，本計畫預定以三年的時間從兩個方向來著手，其一是希望能建立一個可以描述台灣東南海域黑潮西側分支的代表性指標參數，亦即希望利用四個不同站(恆春海脊南端、高台石海脊、蘭嶼以及屏東恆春後壁湖等地)之觀測水位差值來校驗黑潮西側分支之流量。另外，則希望同步觀測通過蘭嶼至恆春半島連線斷面間的海流流量，以及在恆春海脊中段維持兩組海流計錨碇，如此當可有效掌握黑潮與南海出流在台灣東南海域之變化行為。這些工作擬由三年完成，其中第一年部份所預定之儀器初次佈放作業已於88年9月6-15日海研一號561航次順利完成，並於89年4月上旬回收了這批錨碇資料，回收同時亦在蘭嶼至恆春半島間另施放了一組ADCP，後述這一組儀器則又於89年10月上旬回收保養後再繼續施放。此外，89年9月中旬本計畫亦使用海研一號595航次第二次重新施放了前述之傳統式海流儀錨碇系統。本年度內由本計畫擔任領隊任務所負責之海研一號作業航次共計二次，雖然這些航次之任務均以佈放或回收儀器為主，但在航次期間也同時完

成了兩次較全面性的水文調查作業，這些水文資料對協助解釋流況在較大範圍內之分佈情形甚有幫助。

三、觀測結果

在上述已成功回收的觀測數據裡，其中最有趣味的應屬位於恆春半島東側的海流資料。這組資料顯示出了許多過去未知的現象，例如下層海流之流向多為向南，如與其外海側之黑潮北向流相比，此種南流即為反流，那麼陸棚邊緣為何會出現反流形態的流況呢？又如上層海流在夏末仍為北流，但在入秋東北風作用後其流向即由北轉而向南，此種趨勢如再結合位於恆春半島西側以及位於恆春海脊上諸測站在相同季節的海流資料整體來分析，那麼從這些資料似乎可推測恆春半島東南側外海在冬季期間會呈現一個局部性的氣旋型低壓環流，這些流況都是我們過去所未知的，因此都是值得進一步研究的方向，以下我們特別提出這一組觀測資料來初步討論其所隱涵之意義。

圖一與圖二即分別為位於恆春半島東側陸棚邊緣之C4站上、下二層海流之錨碇觀測記錄，觀測點之水深為239m，而儀器深度則各為75m與205m。由圖一可見1999年冬季，自10月中旬起至翌年2月中下旬止，C4站之上層海流便以南向流為主，至於除此之外的其它時段內則是以北向海流為主。根據水文資料，例如觀察1999年9月上、中旬期間海水動力高度分佈情形(限於篇幅此圖形省略)，我們可看出在台灣東部由蘭嶼至恆春半島間海域均為北上的海流(黑潮之呂宋海峽分支)，水文場所顯示之流況和圖一陸棚區上層實測的流況是相當一致的，然而圖二所示之下層海流觀測資料卻指出在陸棚區下層所呈現的是一股相當持續且穩定的南向反流，造成此反流之形成機制為何？這倒是一個十分引人著迷的研究題材。

目前我們所收集的觀測數據僅跨越了七個月左右的時間，尚不足以就該處海流之季節性演變行為提出什麼具體性的看法，不過前述之觀測期間倒是涵括了整個冬季，因此至少我們對東北風作用下海流場之反應情形或許還是可以提出一些初步性的觀察。實測結果顯示，在冬季風作用下，恆春半島東側窄陸棚上的海流不論上、下層均轉為以南向海流為主。至於理論上，如果將台灣東岸視為一堵直立高牆，那麼東北風之沿岸分量將促使海水向岸堆積，再經由地轉效應便會形成沿岸南下的海流，因此這種簡單的動力機制似乎和觀測結果是一致的。然而，在恆春半島西側窄陸棚上的海流觀測就有些不同了。如果前述之理論正確，那麼就該適用於恆春半島西側，可是後者的海流資料卻顯示在秋季發生黑潮入侵事件之前，強烈東北風往往伴隨西北向的海流，但在發生黑潮入侵事件之後該處流況則轉變為呈現強勁且持續的東南向海流，這種流況變化是很有意思的，顯示在不同的季節時段內控制海流變化的動力機制可能有很大的差異，其中前者所反映的很可能是簡單的海水沿東岸堆積，而沿西岸則減水，如此一來恆春半島東西兩側形成水位差，因此造成西側之西北向海流。至於後者，應與黑潮入侵後在南海東北部形成反氣旋型環流有關，但恆春半島西側之東南向海流配合東側之南向流，再加上恆春海脊上之偏東向海流以及更東方海域之北上黑潮海流，從運動學觀點來看，這就表示在恆春半島、蘭嶼、高台石海脊以及恆春海脊之間的海域，冬季期間應當會出現一個低壓氣旋型環流，而春季後這個氣旋型環流則應會消失。雖然這只是地區性的現象，但當其出現時必定會影響到呂宋海峽北段黑潮支流之流徑，當其消失時又可能再次影響到下游的流況，因此有關此環流系統之進一步了解是值得推動的研究方向。

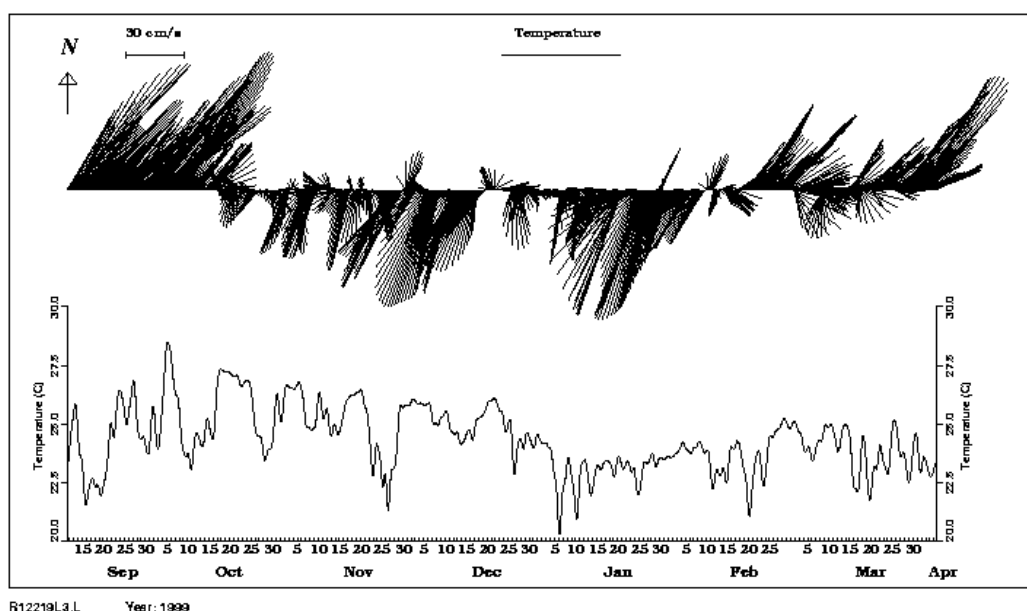
四、計畫成果自評

以上所報告的是本計畫在第一年度內所執行一些觀測工作的初步性結果，未來我們希望水文調查工作能夠涵括更大範圍的海域內。水文觀測之目的方面固然是為了提供 KUDEX 整合計畫各子計畫解釋海況或進行數值計算、模擬之用，另一方面也是為了未來校驗衛星高度計測值之用，我們希望能以實測之相對動力高度值作為參考基準來校正高度計測值，導出校正關係後未來即可利用衛星高度計測值來了解本海域大範圍流況隨時空的變化情形，從而探討造成黑潮變動的具體物理機制，這是一個長遠的發展目標，只要腳踏實地一步步地慢慢累積觀測數據，假以時日一定會成功的。

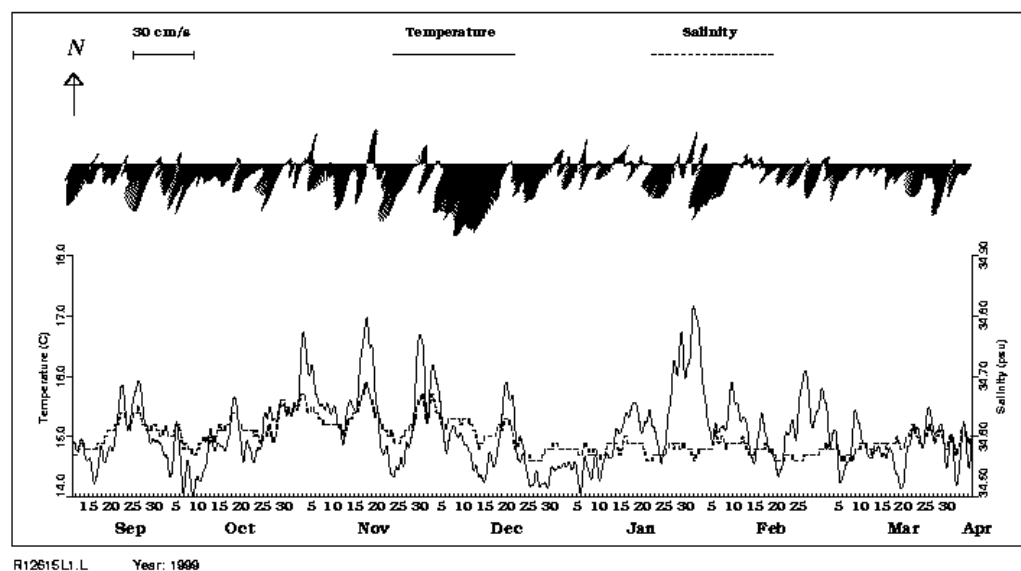
綜合而言，本計畫所擬定之第一年度作業基本上已按照進度實施，所有預定儀器之初次佈放作業均於 88 年 9 月 6-15 日海研一號 561 航次順利完成。89 年 4 月上旬藉 582 航次之便，所有錨碇裝備，除恆春海脊上之水位計未能回收外，其他儀器則順利收回，同時亦在蘭嶼至恆春半島間另行施放了一組 ADCP，後述這一組儀器則亦已於 89 年 10 月上旬回收保養後再繼續施放。此外，89 年 9 月中旬本計畫亦使用了海研一號 595 航次，第二次重新施放了前述之傳統式海流儀錨碇系統。在 561 與 595 航次期間本計畫亦順道在台灣東南海域執行了二次比較全面的水文觀測作業。目前，我們針對深海水位錨碇系統回收失敗一事已進行過多次的討論與檢討，並重新改良底座之設計，希望在下年度能有更高的成功率。各站錨碇觀測資料對探討黑潮支流在呂宋海峽北段之變化行為提供了許多重要資訊，其中又以恆春半島東側之海流觀測所提供之新訊息最具吸引力。該組觀測資料顯示該處上層海流在夏

末仍為北流，但在入秋東北風作用後其流向即由北轉而向南，此種趨勢如再結合位於恆春半島西側以及位於恆春海脊上諸測站在相同季節的海流資料整體來看，那麼從這些資料似乎可推測恆春半島東南側外海在冬季期間會呈現一個局部性的氣旋型低壓環流，此氣旋型環流之出現與消失與黑潮支流之行為變化有何關聯？對周圍流況有何種影響效應？以上這些問題均是本

計畫主要之研究目標。此外，本年度之觀測資料亦顯示恆春半島東側陸棚緣之下層海流主要流向為向南，為何在黑潮支流之西側會出現持續性的反流？強流西側出現反流是否是普世性(universal)的現象？此反流之生成機制為何？種種問題目前尚無答案，有待在後續年度內逐一釐清。



圖一、恆春半島東側陸棚邊緣 C4 站上層海流錨碇觀測記錄，觀測點水深 239m，儀器深度 75m。



圖二、恆春半島東側陸棚邊緣 C4 站下層海流錨碇觀測記錄，觀測點水深 239m，儀器深度 205m。