

臺灣附近海域流場年際變化之研究

汪佑霖¹ 吳朝榮²

¹ 國立臺灣師範大學地球科學系博士生

² 國立臺灣師範大學地球科學系教授

摘要

本研究藉由分析 1993-2012 年衛星海高資料探討黑潮支流在臺灣南側經由呂宋海峽入侵南海的現象，研究結果觀察到入侵現象在年際週期與趨勢變化上可關聯於太平洋年代際震盪 (PDO)。前人研究認為北赤道流分支點的南移將增強黑潮強度、進而減少黑潮入侵南海的發生頻率。研究結果在年際變化以及趨勢變化上支持這樣的假說：在 PDO 正相位(負相位)時期黑潮入侵現象增強(減少)、黑潮強度較弱(強)且北赤道流分支點位置北移(南移)。

關鍵詞：黑潮、北太平洋年代際震盪、趨勢

Interannual variability in oceanic circulation near Taiwan

You-Lin Wang Chau-Ron Wu*

* Professor, Department of Earth Sciences, National Taiwan Normal University

ABSTRACT

Interannual variability and trend of the Kuroshio intrusion south of Taiwan during 1993-2012 are investigated using satellite altimetry data. The interannual variability of the Kuroshio intrusion is associated with Pacific Decadal Oscillation (PDO). Our results suggested that northward (southward) migration of the North Equatorial Current (NEC) results in a weakened (strengthened) Kuroshio off Luzon which is favorable (unfavorable) for the Kuroshio intrusion into South China Sea during positive (negative) PDO index.

Keywords: Kuroshio; Pacific Decadal Oscillation; Trend

一、前言

黑潮源自於赤道附近向西流動的北赤道流之北向分支，該股海流在菲律賓東側受地形阻擋產生分歧，其中北向分支為黑潮源頭、南向分支則形成民答那峨海流。黑潮形成之後沿著菲律賓東側海域往北流動，流經呂宋海峽區域已知有季節性入侵至南海的現象，普遍而言冬季黑潮入侵南海的現象較明顯(e.g., Centurioni et al., 2004; Hsin et al., 2012; Wu and Hsin, 2012)。

Sheremet (2001) 的理論研究指出，西方邊界流由南往北流經類似呂宋海峽的缺口時，其入侵與否

主要由海流強度決定。因此理論上當黑潮較強時，較不易入侵至南海，這點符合黑潮的季節性入侵特性：冬季(夏季)時，黑潮強度較弱(強)、伴隨容易(不易)入侵至南海的現象發生。而黑潮流經呂宋海峽之前的強度變化已知會受到北赤道流分支點緯度位置 (NECBL, North Equatorial Current Bifurcation Latitude) 的影響。普遍而言，當 NECBL 往南移動時黑潮會較強，反之往北時較弱(Wu, 2013)。因此 NECBL 的位移可以關聯到黑潮入侵南海的發生率，當北赤道流分支的位置往南(北)時、黑潮較強(弱)、較不易(易)入侵至南海。

Qiu and Chen(2010)對 NECBL 的分析顯示有明

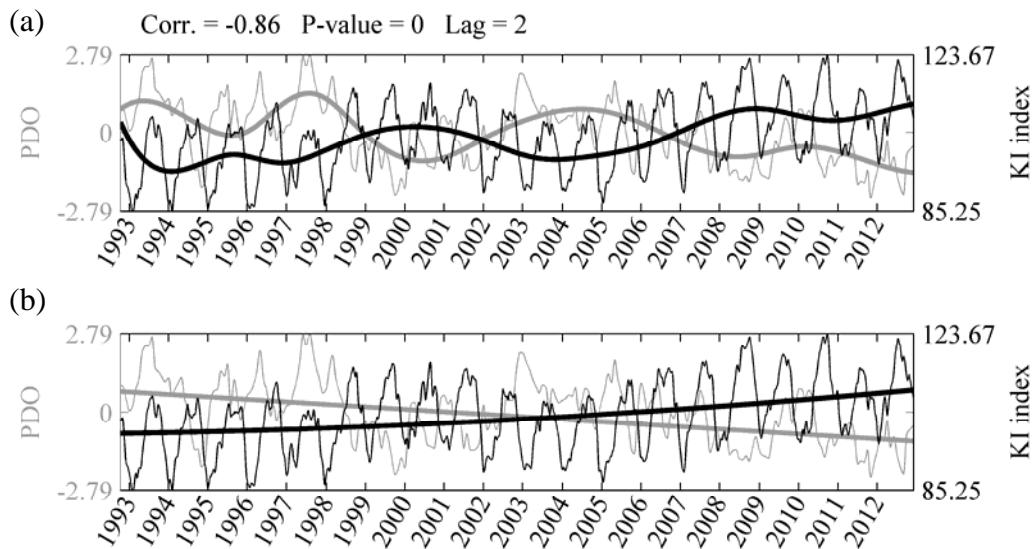


圖 1、北太平洋年代際震盪(PDO)與黑潮入侵指標(KI index)之時間序列。粗線為 6 至 11 的 IMF 總合，主要表示週期三年以上的訊號，兩者的三年以上週期訊號之相關性為-0.86(通過 99%信心水準、延遲 2 個月)。b) 粗線為第 11 個 IMF 的，表示趨勢訊號。細線為原始數據。

顯的年際變化及南移的趨勢。根據 Sheremet (2001) 的假說，我們預期黑潮入侵南海也會有明顯的年際變化並伴隨著入侵程度減弱的趨勢。這是因為當 NECBL 南移(北移)時黑潮較強(弱)而不易(容易)入侵南海。

二、資料與方法

本研究使用的衛星海面高度與地轉流資料取自 AVISO (Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data; <http://www.aviso.oceanobs.com>)。選取的資料種類為每週一筆的 MADT (Maps of Absolute Dynamic Topography)-Reference。太平洋年代際震盪指標 (PDO, Pacific Decadal Oscillation) 取自 <http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest>。黑潮入侵 (KI, Kuroshio intrusion) 指標的定義：115-120°E 與 15-20°N 的海表面高度平均之時間序列。當 KI 指標數值較低(高)時，黑潮容易(不容易)入侵南海。

研究中使用的濾波方法為經驗模態分解 (EMD, Empirical Mode Decomposition) (Huang et al., 1998)。

適用於非線性的時間序列分析，並根據數據本身的性質將其分解成幾個主要的本質模態函數 (IMFs, Intrinsic Mode Functions)，各個 IMF 分別代表原始數據在不同頻率中的訊號，所有 IMF 加總可以反演回原始數據，也能加總特定頻率的 IMF 來表示濾除一定頻率範圍後的數據。

三、結果與討論

3.1 黑潮入侵現象之年際變化

圖 1a 呈現 KI 指標與 PDO 指標的時間序列。經由 EMD 將數據進行分解並保留 3 年以上週期的訊號後，兩者的相關性為-0.85(通過 99%信心水準檢驗、延遲約 7 個月)。表示黑潮入侵現象關聯於 PDO 的相位變化，當 PDO 為正相位(負相位)時黑潮容易(不容易)入侵南海。

3.2 黑潮入侵現象之趨勢變化

圖 1b 呈現 KI 指標與 PDO 指標在趨勢變化上為負相關性，與兩者在年際變化上的關聯性一致。KI 指標的正向趨勢意味著黑潮入侵現象減緩，藉由

Sheremet (2001)的假說可以推測黑潮在同時期應有

增強的趨勢並伴隨著 NECBL 的南移。根據 KI 指標

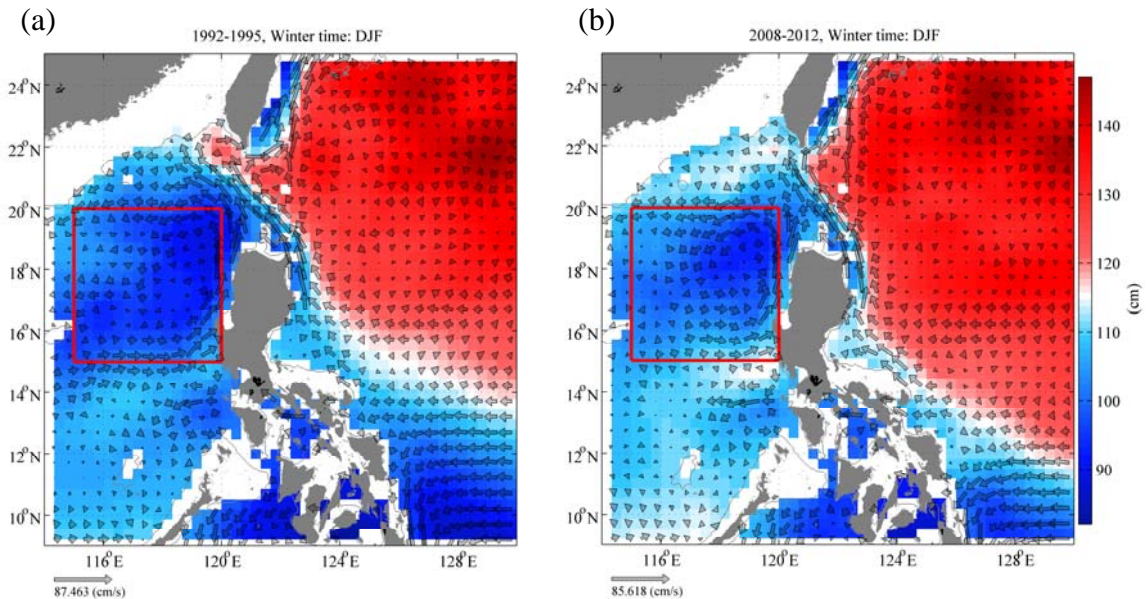


圖 2、冬季(12 月至翌年 2 月)海面高度與地轉流平均分布圖。a)為 1992-1995 年冬季平均, b)為 2008-2012 年冬季平均。箭頭表示地轉流, 顏色表示海面高度, 灰色細線為 200 公尺等深線。

的趨勢我們分別取 1992-1995 年及 2008-2012 年冬季的海面高度與地轉流進行平均(圖 2a 與圖 2b)。結果顯示早期黑潮的入侵現象較為明顯(圖 2a), 在現今則減弱許多(圖 2b), 此外可以觀察到現今北赤道流分支點有往南移動的趨勢(圖 2b)。

響：環流數值模式」(編號 101B0481)之研究成果, 承蒙國科會經費之補助使本研究得以順利完成, 謹致謝忱。

四、結論

參考文獻

我們的研究結果顯示 PDO 的年際變化及趨勢會關聯到黑潮入侵南海的程度。當 PDO 為正相位(負相位)時期時, NECBL 較為北移(南移)伴隨黑潮減弱(增強)以及入侵南海現象減少(增強)。此外當前 PDO 的負向趨勢也關聯至 NECBL 逐漸南移及黑潮入侵現象減緩。

1. Centurioni, L. R., Niiler, P. P., Lee, D. K. (2004) "Observations of inflow of Philippine Sea surface water into the South China Sea through the Luzon Strait," *Journal of physical oceanography*, 34(1), 113-121.
2. Hsin, Y. C., Wu, C. R., Chao, S. Y. (2012) "An updated examination of the Luzon Strait transport," *Journal of Geophysical Research: Oceans* (1978-2012), 117(C3).
3. Huang, N. E., Shen, Z., Long, S. R., Wu, M. C., Shih, H. H., Zheng, Q., Yeh, N.C., Tung, C.C., Liu, H. H. (1998) "The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. Proceedings of the Royal Society of London.

謝誌

本論文係國科會專題研究計畫「全球變遷對西北太平洋臺灣海域海洋生物地球化學與生態系統影響之長期觀測與研究(I)－子計畫：全球變遷因子對東海及西北太平洋黑潮海域環流與渦流變動之影

Series,” *A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 454(1971), 903-995.

4. Qiu, B., & Chen, S. (2010) “Interannual-to-decadal variability in the bifurcation of the North Equatorial Current off the Philippines,” *Journal of Physical Oceanography*, 40(11), 2525-2538.
5. Sheremet, V. A. (2001) “Hysteresis of a Western Boundary Current Leaping across a Gap,” *Journal of physical oceanography*, 31(5), 1247-1259.
6. Wu, C. R., & Hsin, Y. C. (2012) “The forcing mechanism leading to the Kuroshio intrusion into the South China Sea,” *Journal of Geophysical Research: Oceans* (1978–2012), 117(C7).