

[研究成果報導]

台灣海峽之觀測研究

中山大學海洋地質及化學研究所 陳鎮東

一、前言

台灣海峽聯結東海與南海，夏季南海及黑潮分支源源不絕地輸送熱量、水、鹽及營養鹽到東海，冬季雖然黑潮分支更易入侵，但北向之流量則較小，甚至閩浙沿岸流會輸送冷水及營養鹽到南海北部，對海洋熱流、水平衡及生態造成重大影響。近年來更發現，聖嬰—南方濤動(El Niño—Southern Oscillation; ENSO)現象對東海、南海均有影響，值得加以深究。且台灣海峽自從 1960 年代以來，就已遭受過度的漁撈以及日益嚴重的環境污染。它不但使得沿岸漁業資源枯竭，也導致沿岸居民對任何濱海工業區、電廠或港口開發的抗爭。現在海峽彼岸也重複我國二十年前經濟發展的景象，大量開發海埔新生地，並將大量的農業、家庭與工業廢水排入台灣海峽。在兩岸如此地「合作」下，台灣海峽的海洋環境與生態系統正遭受到空前加速的破壞；海洋學界的每一分子都應該發揮所長來關心我們的海洋，追蹤海域環境之改變、海洋環境污染之來源、以及研判海域環境所將遭受之衝擊。

不過雖然經過國內海洋學界，如台灣大學、海洋大學及中山大學學者的多年努力，由於資料尚不周全，海洋學界目前對台灣海峽的瞭解依然十分有限，尤其對冬季時的流量、甚至連流向都有不同的看法；對閩浙沿海之高營養鹽來源，亦有河川輸送、近岸湧升及閩浙沿岸流帶來之三種不同說法。台灣海峽是否提供大量營養鹽至東海，以提高其基礎生產力及漁獲量亦屬未知，亟待結合學術界的力量，系統性地收集資料，以求釐清這許多困擾學術界多年的問題。

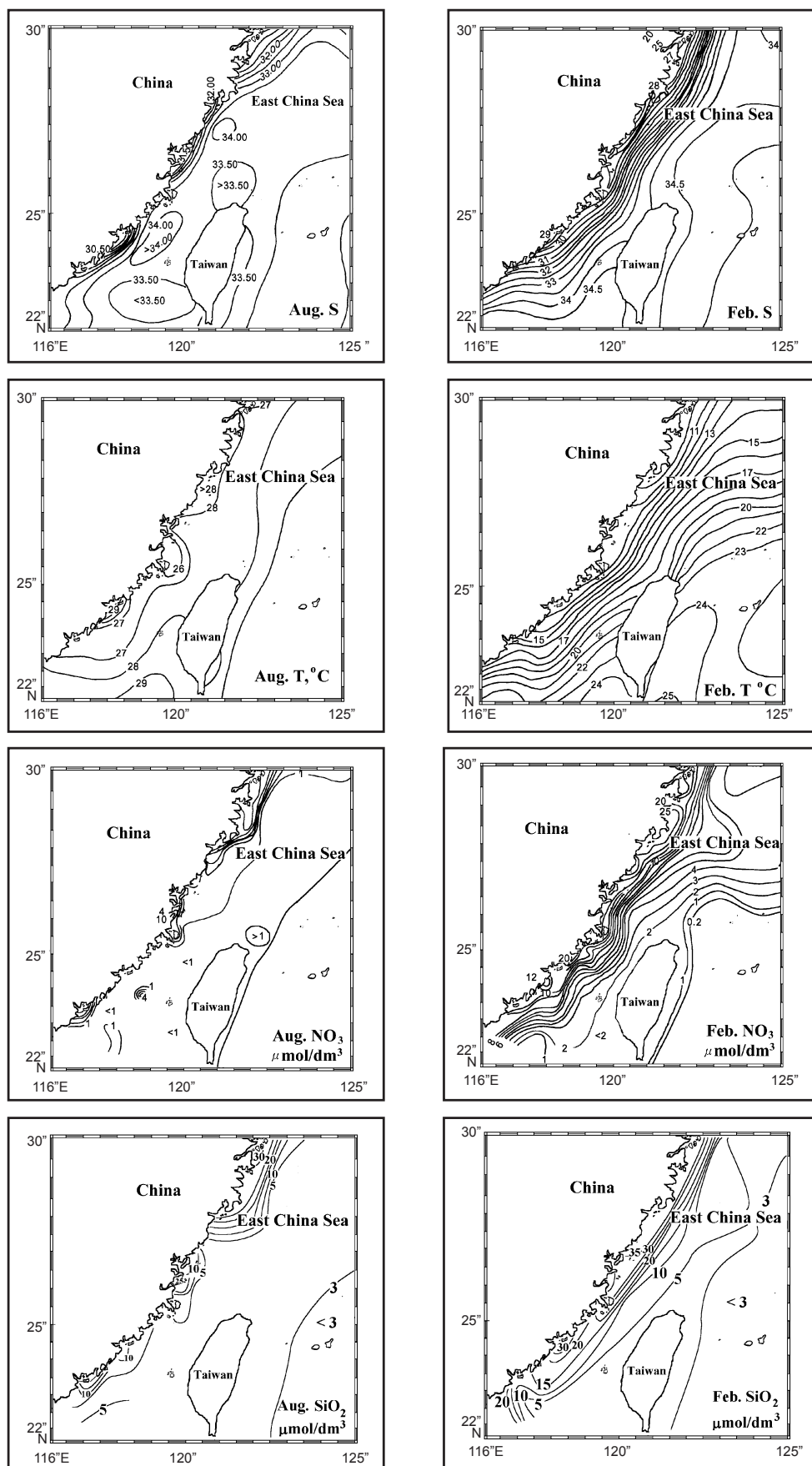
由於台灣海峽相關資料及研究人員散處各地，且多年來少有橫跨海峽南北兩端剖面上之探測，因此「瞭望台灣海峽環境與生態」整合型計畫，即進行了三年調查、填補了部份資料空缺，並配合衛星資料、數值模擬及箱型模式(box

model, 或稱盒子模式)，提供了營養鹽輸送量，基礎生產力，海氣 CO₂ 交換量，污染物之擴散方向、速度與範圍，以及大型海洋生物如綠蠵龜之洄游路徑等資訊。

二、研究成果

本計畫之基本假設為台灣海峽夏季海流流向為由南到北，將高鹽度、高溫、高 pCO₂、低營養鹽、低葉綠素及基礎生產力的南海水及黑潮分支由南海輸送到東海，海峽兩岸所排入之陸源污染及海峽中船隻所產生之油污染，亦由南往北輸送。此部份除流量大小較有爭議之外，學界之看法相當一致。圖一所顯示之鹽度、溫度、硝酸鹽及矽酸鹽分佈圖，亦支持這種說法。而冬季情況則大有不同：海峽西側為夏季所無之低鹽、低溫、低 pCO₂、但含高營養鹽及葉綠素之海水，有助於提升海峽西側及南海西北部之基礎生產力及吸收大氣中之二氧化碳，但卻將長江口以南之污染物帶向台灣海峽及南海。海峽東側鹽度、溫度、pCO₂ 較高，但營養鹽及葉綠素較低。與夏季相比，東側之鹽度、營養鹽及葉綠素則較高、但溫度較低。

冬季閩浙沿岸之所以有高營養鹽，可以歸因為河川輸入，湧升流及南向之閩浙沿岸流帶來。但由於冬季河川流量遠小於夏季，而湧升流一方面不會降低鹽度，且不足以提供如此大量之營養鹽，因此本計畫主要成果之一[1]即認定此低鹽、高營養鹽之沿岸水乃源自南下之閩浙沿岸流。然而到底冬季通過海峽之通量有多少，至今仍有極大爭議。Liu[2]，Liang[3]及 Wang[4]算出甚至高達 $2.74 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$ 之北向通量，Hu[5-7]及 Chen[8]認為北向值很小，P. Hsueh (personal communication)認為接近 0，Nitani [9]，Fan [10]，Chao [11,12]則認為有部份南向流，甚至通量為朝南。本計畫結果顯示，冬季吹南風時，北向流甚大。但北風強勁時，研究船無法出海，並



圖一 台灣海峽及臨近地區夏、冬二季之表水鹽度、溫度、硝酸鹽及矽酸鹽分佈圖(taken from Chen, 2003)

未能取得流速資料（註：唐存勇教授之錨定數據及吳朝榮助理教授之模式，均顯示北風強時，台灣海峽海水往南流）。本計畫之另一項成果[13]亦顯示，夏季當颱風吹過台灣北部時，亦引發短暫之南向流。

本計畫之其它結果，正陸續撰寫中，重點如下：

1. 夏季透過台灣海峽往東海輸送之水量約為 $2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$ ，來源為南海水及黑潮分支， pCO_2 較高；營養鹽、葉綠素，以及油脂等污染物亦為由南海往東海輸送。
2. 冬季台灣海峽西側流向往南，水源為沿岸水及長江沖淡水；水量較大之海峽東側流向則為往北，水源為黑潮分支及南海水，總流量小於 $0.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$ （朝北）；由於南向水含高營養鹽、葉綠素及陸源污染物，因此冬季可能有少量營養鹽、葉綠素及陸源污染物由東海往南海輸送。
3. 正常年及反聖嬰年時南海湧升流強，表水營養鹽及葉綠素濃度較高，透過台灣海峽往東海輸送之水量、營養鹽及葉綠素較多，台灣海峽水溫較低，但鹽度、生產力及漁獲較高。
4. 聖嬰年時南海湧升流弱，表水營養鹽及葉綠素濃度較低，透過台灣海峽往東海輸送之水量及營養鹽及葉綠素較少，台灣海峽水溫較高但鹽度、生產力及漁獲較低。
5. 正常年及反聖嬰年時由於透過台灣海峽往東海輸送之水量較大，有利於在閩南—台灣淺灘南側及澎湖水道北端形成湧升流，提高生產力及漁獲。
6. 聖嬰年時由於透過台灣海峽往東海輸送之水量較小，不利於在閩南—台灣淺灘南側及澎湖水道北端形成湧升流，減少生產力及漁獲。
7. 正常年時及反聖嬰年大陸沿岸湧升流少、河川流量、表水營養鹽及水溫均正常，赤潮發生率低。
8. 聖嬰年時大陸沿岸湧升流強、河川流量、表水營養鹽及水溫高，赤潮發生率高。
9. 海洋生態之變遷與大型海洋生物，如綠蠵龜之迴游受洋流及聖嬰—南方濤動之影響。

10. 南灣處於黑潮水及南海水進出之處，但湧升水之來源變化複雜。目前已可用 Degree of Nutrient Consumption 協助判斷湧升水老化程度[14]。

參考文獻

- [1] C.T.A. Chen Rare northward flow in the Taiwan Strait in winter: A note., *Continental Shelf Research*, **23**, 387 (2003).
- [2] K.-K. Liu, T.Y. Tang, G.C. Gong, L.-Y. Chen and F.-K. Shiah, *Continental Shelf Research*, **20**, 493 (2000).
- [3] W.-D. Liang, T.Y. Tang, Y.J. Yang, M.T. Ko and W.-S. Chuang, *Deep-Sea Research II*, **50**, 1085 (2003).
- [4] Y.-H. Wang, S. Jan and D.-P. Wang, *Estuarine coastal and shelf science*, **75**, 193 (2003).
- [5] J.Y. Hu, H.X. Liang and X.B. Zhang, *Acta Oceanologica Sinica*, **18**, 225 (1999).
- [6] J.Y. Hu, H.X. Liang, and X.B. Zhang, *Acta Oceanologica Sinica*, **18**, 237 (1999).
- [7] J.Y. Hu, H.S. Hong, Z.Z. Chen, Z.G. He, J.S. Hong and H.X. Liang, *Marine Science Bulletin*, **18**, 11 (in Chinese with English abstract) (1999).
- [8] C.T.A. Chen and S.L. Wang, *Journal of Geophysical Research*, **104**, 20675 (1999).
- [9] H. Nitani, *The beginning of the Kuroshio*, In: Stommel, H. Yoshida, K. (Eds.), *Kuroshio*. University of Tokyo Press, Tokyo, pp. 129 (1972).
- [10] K.L. Fan, *Acta Oceanographica Taiwanica*, **9**, 50 (1979).
- [11] S.Y. Chao, *Journal of Oceanographic Society of Japan*, **46**, 273 (1991).
- [12] S.Y. Chao, P.T. Shaw and J. Wang, *Journal of Oceanography*, **51**, 111 (1995).
- [13] C.T.A. Chen, C.T. Liu, W.S. Chuang, Y.J. Yang, F.K. Shiah, T.Y. Tang and S.W. Chung, *Journal of Marine System*, **42**, 65 (2003).
- [14] C.T.A. Chen, L.Y. Hsing, C.L. Liu and S.L. Wang, *Marine Chemistry*, **87**, 73 (2004).