

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 地球科學科

最佳團隊合作獎

040505

春季長江淡水對台灣海峽北部溫鹽之影響

學校名稱：高雄市立瑞祥高級中學

作者： 高三 張簡健均 高三 許珈銘 高二 謝承志	指導老師： 莊福泰 陳 陽
------------------------------------	---------------------

關鍵詞：台灣海峽、溫鹽特性、長江沖淡水

春季長江淡水對台灣海峽北部溫鹽之影響

摘要

本研究透過國科會海洋學門資料庫取得緯度 25N~26.6N 經度 119.4E~120.6E，2002~2005 年海洋研究船獲得之實測海水溫鹽資料，研究長江淡水對台灣海峽溫鹽之影響，並透過溫鹽圖了解台灣海峽北部之水團溫鹽特性，考量長江大壩於 2003 年蓄水，且冬季航次極少，因此取用之樣本分別為 2002 年春季、2004 年春季、2005 年春季，研究發現在春季有一明顯之海水鋒面位於東經 120~121 度之間，東側溫鹽均高，西側則為低溫低鹽，應是長江淡水進入海峽的影響，此外，台灣海峽西側海流的年際變化較大，尤其是表層海水受中國沿岸流帶來東海陸棚水影響非常明顯，在垂直方向上，海峽西側在水深 22~25 公尺左右均有一明顯鹽度分界線，應是表層低鹽低溫的長江淡水和南方的海水的交界面。

壹、研究動機

2008 年時中國東南方十餘省遭受前所未見的雪災，此次雪災融化的雪水，匯入長江後，最終流入東海，隨著中國沿岸流帶入台灣海峽，造成海水溫度及鹽度遽降。新聞報導(聯合報 2008/3/26)這股低溫低鹽的海水隨海流至澎湖，造成澎湖群島大量魚群死亡，經濟損失高達一億八千餘萬，嚴重影響漁業產值，報導引述多名學者談話，認為長江三峽大壩可能扮演重要因素，但原因仍需進一步研究，台灣四面環海，漁業為我國經濟資源裡不可或缺之要角。這個件事的發生令我們大感好奇，長江淡水對台灣海峽究竟有哪些影響？

貳、研究目的

1. 台灣海峽內春季海水鋒面兩側海水有何特性和差異？
2. 長江淡水對台灣海峽水團的影響為何？

參、研究設備及器材

1 取得台灣海峽溫鹽觀測資料

1.1 為研究長江淡水對台灣海峽的影響，本研究先由國家科學委員會海洋學門資料庫取得 2002 年到 2005 年在台灣海峽緯度 25N~26.6N 經度 119.4E~120.6E 所有海洋研究船獲得之實測海水溫鹽資料，該區域位於台灣北部海域，比較容易受長江淡水的影響。

1.2 透過美國太空總署 mynasadata 釋出之海面溫度衛星觀測資料，預估海水鋒面位置，評估資料樣本點位置。

2 個人電腦及 Microsoft excel 2010 處理資料和圖形。

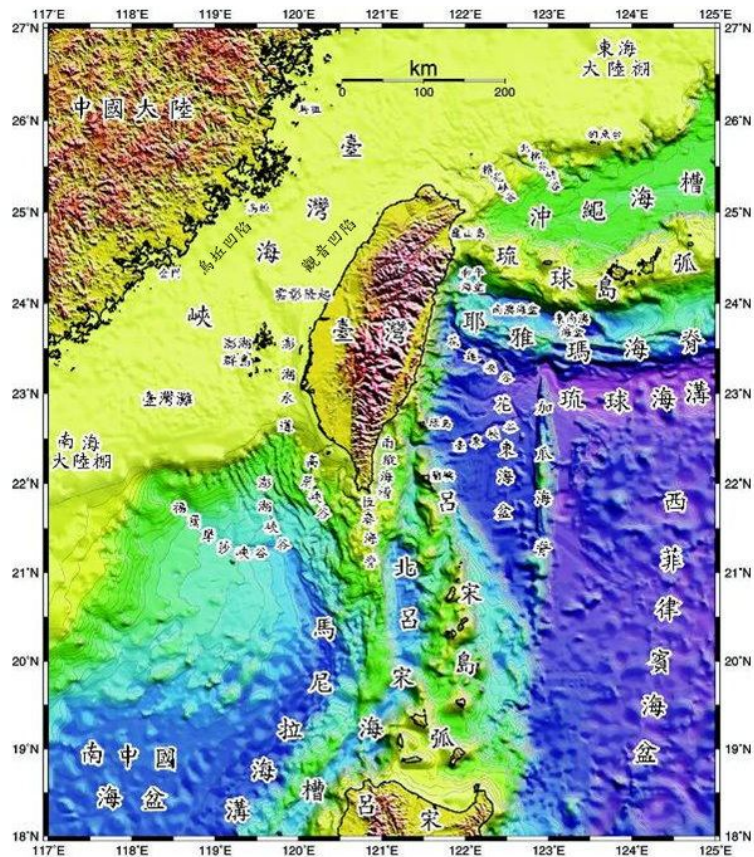
肆、研究過程或方法

一、 文獻分析

台灣海峽位於台灣和大陸之間，平均長約 300 公里，寬度約 180 公里，水深約 60 公尺，北方通東海，南方接南海，是海水物質交換的重要通道。台灣海峽的特性和風場、海底地形有密切的關係。我們先進行地形、風場、洋流之基本了解，以便於確認海洋觀測資料之選用。

(一)台灣海峽之地形

由國科會海洋學門資料庫所提供的台灣附近海域地形圖(如圖一)，可以清楚看出台灣近海的複雜地形構造。崎嶇的海底地形，是引導台灣海峽洋流、影響潮汐特性的一大主因。台灣海峽平均水深約 60 公尺，靠近大陸的西半部為大陸棚為主的地形，地勢較為平緩，東半部則因冰河時期為大陸沿海河川侵蝕之處，故地形起伏頗大。北半部主要有靠近大陸海岸的「烏坵凹陷」，水深較淺，靠近台灣的「觀音凹陷」，最深處水深超過 80 公尺，兩個凹陷均和海峽東北 - 西南走向一致。海峽中間靠台灣這邊東西向的地形隆起稱為「雲彰隆起」，由彰化、雲林海岸向西北外海伸展約 5、60 公里，水深僅有 40 公尺，由於此處水深較淺形成海流的阻礙，對台灣海峽的海流造成極大的影響(參考資料 2)。

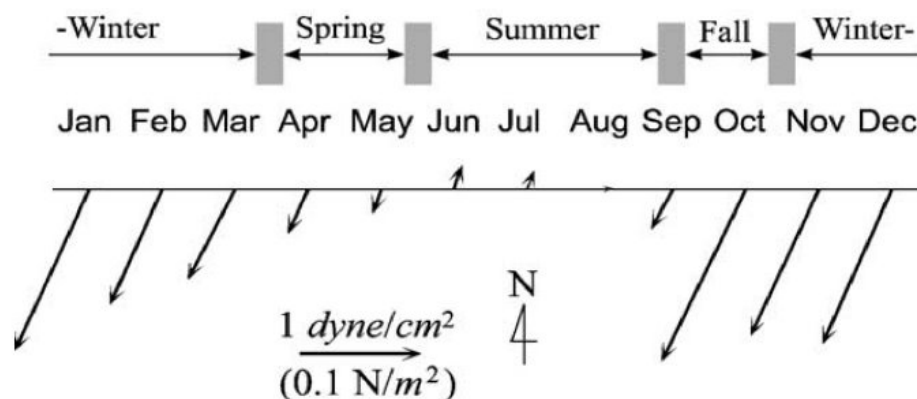


圖一：台灣近海海底地形圖【國科會海洋學門資料庫提供】

(二)台灣海峽的主要風向

我們發現許多研究都引用澎湖南方東吉島的資料作為台灣海峽風向的主要代表測站（參考資料 2 及 4），選用東吉島資料是因為東吉島地勢平坦且孤懸海上不會受到山丘或建築物的影響，因此頗能代表海峽風場的變化。

圖二為 1986 至 1995 年東吉島氣象站月平均風速資料(Jan 等，2002)，由紀錄顯示，東北季風約自每年 9 月開始，10、11、12 月平均風力增強，翌年 1 月風力達到高峰，此後逐月減小，5、6 月間冬、夏季風開始轉換，夏季 6、7 月時以西南風為主，但強度比東北季風小很多，8 月則幾乎無優勢風向，平均風力也是全年最弱的時候，接著 9 月又是另一循環的開始（參考資料 2）。

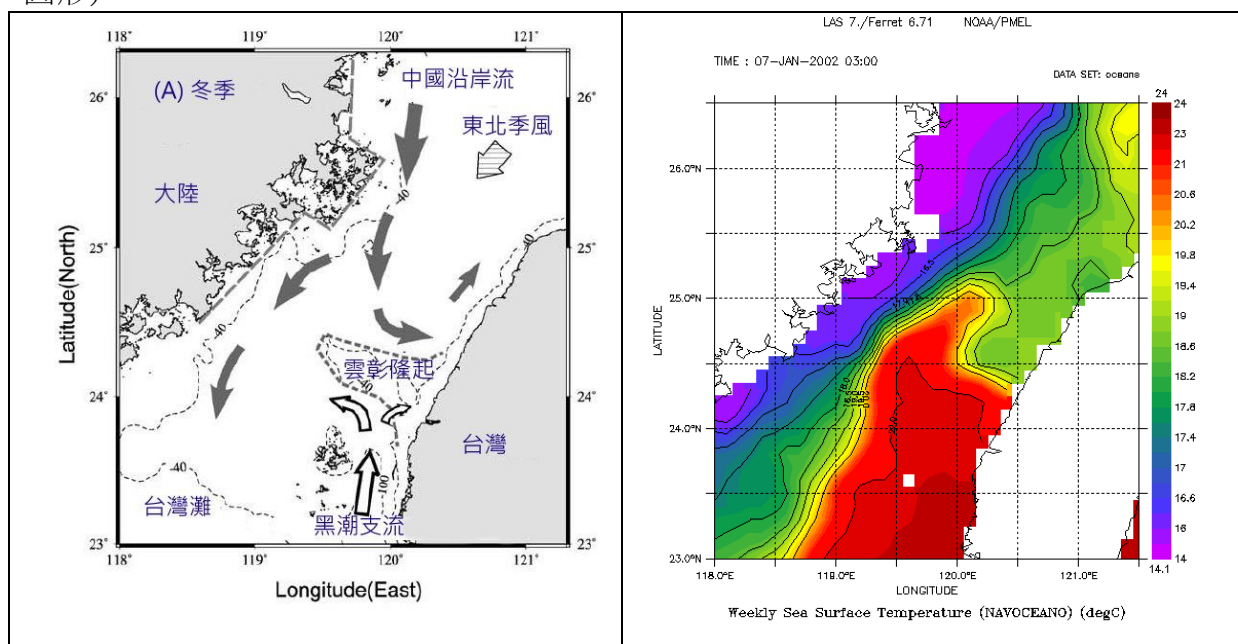


圖二：1986 至 1995 年東吉島氣象站月平均風速資料(取自 Jan 等，2002)

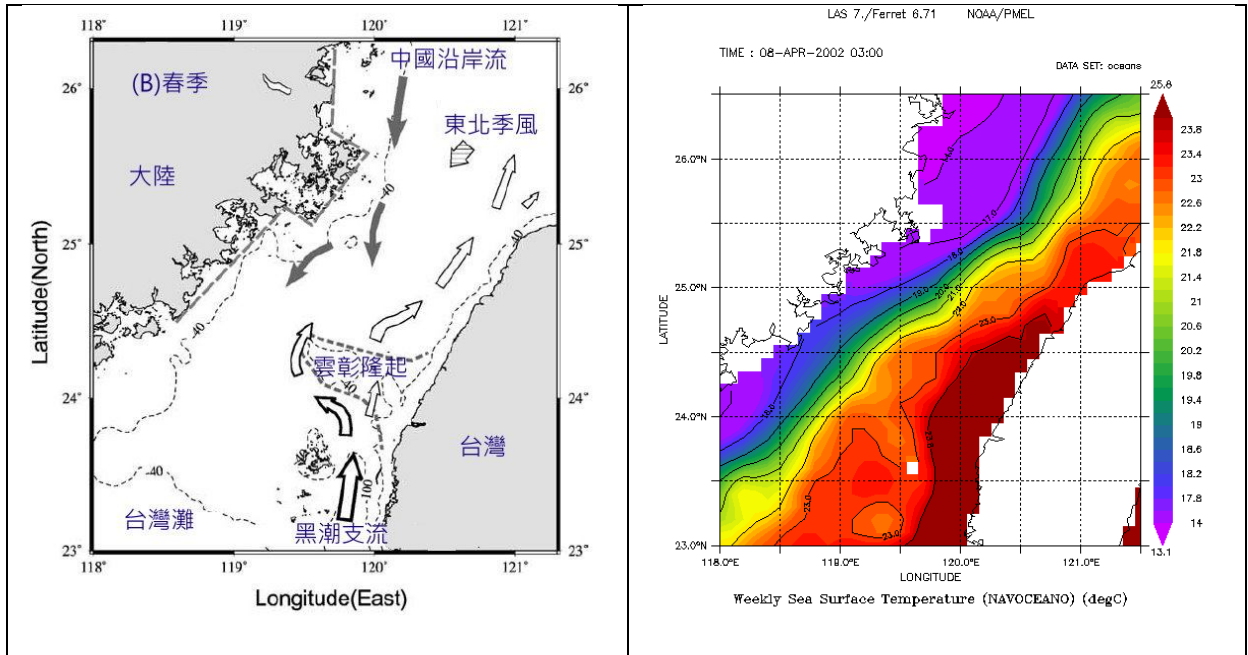
(三)台灣海峽的海流環境

台灣海峽內的水團來源包含：(1)長江淡水(低溫、低鹽、高營養鹽)，(2)南海東北部上層流（高溫、高鹽），流經呂宋海峽的(3)黑潮上層流（最高溫、最高鹽）及(4)西菲律賓海水（Chen(2003),參考資料 6）。

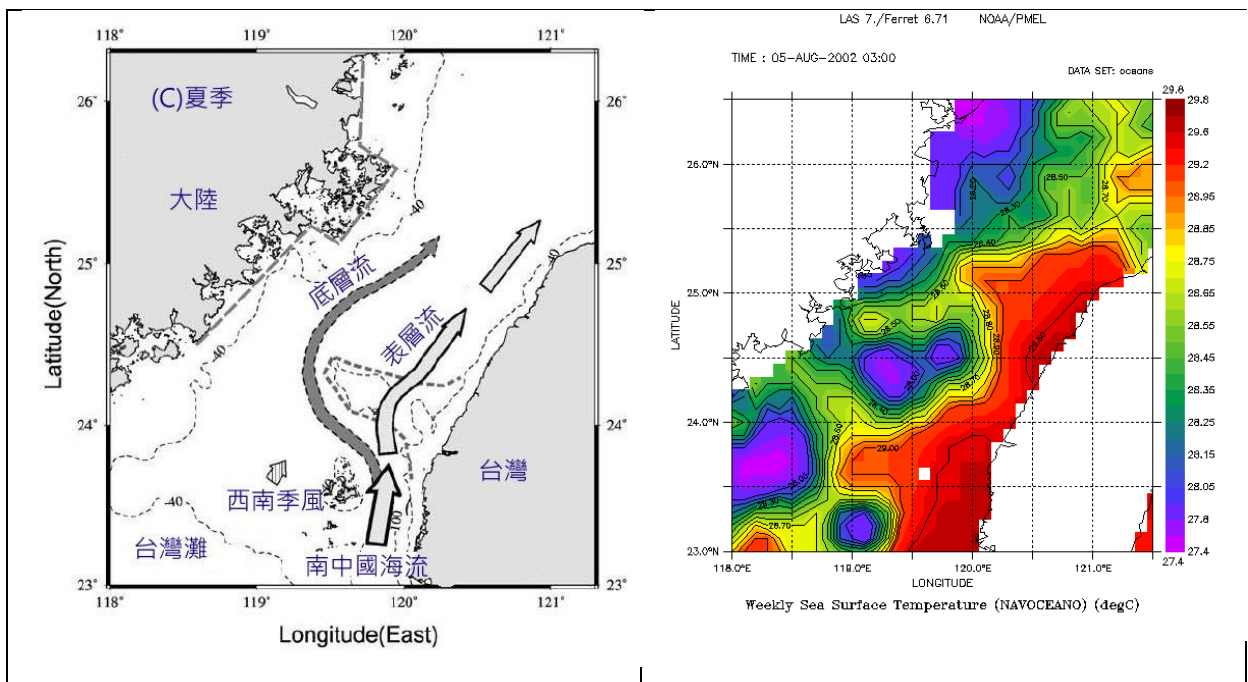
台灣附近洋流受東亞季風系統影響而成季節性變化，冬季時(如圖三)，台灣海峽吹起強勁的東北季風，此時北上的黑潮支流被強勁的東北季風所阻，停滯於雲彰隆起以南之澎湖水道中，大陸沿岸流則擴張至台灣海峽北部海域，台灣海峽裡的海水由大陸沿岸的低溫低鹽水和由黑潮分支來的高溫高鹽水分別盤據於海峽之北部和南部，兩股水團對峙於雲彰隆起附近而形成海洋鋒面，海水的溫、鹽度由上到下大致是混合均勻的，而南部的黑潮支流水受制於季風和雲彰隆起的阻擋，不易向北擴張。到了春季(如圖四)，東北季風減弱後，大陸沿岸流往北退縮，南方暖水開始翻越雲彰隆起向北前進。夏季時(如圖五)，隨著西南季風的吹起，由南海來的表面流漸增，並逐漸取代黑潮支流進入台灣海峽，這時候經由澎湖水道北上的海水上層較輕、下層較重，受到雲彰隆起阻擋時，發生表層水越過、底層水沿著等深線繞過地形障礙的現象。接著東北季風逐漸增強，時序進入秋季(如圖六)，大陸沿岸的冷水又來到海峽西北部，並隨著季風增強逐步入侵台灣海峽，另一方面南來暖水的水流量則是逐漸減小，形成冬季水文型態之始（參考資料 2 及 8）。我們由美國太空總署 mynasadata 資料庫擷取一系列衛星遙測之海面溫度影像來看，表層水溫在各個季節中呈現的分佈型態和詹森等人所提出的模式極為一致(如圖三、四、五、六之右側圖形)。



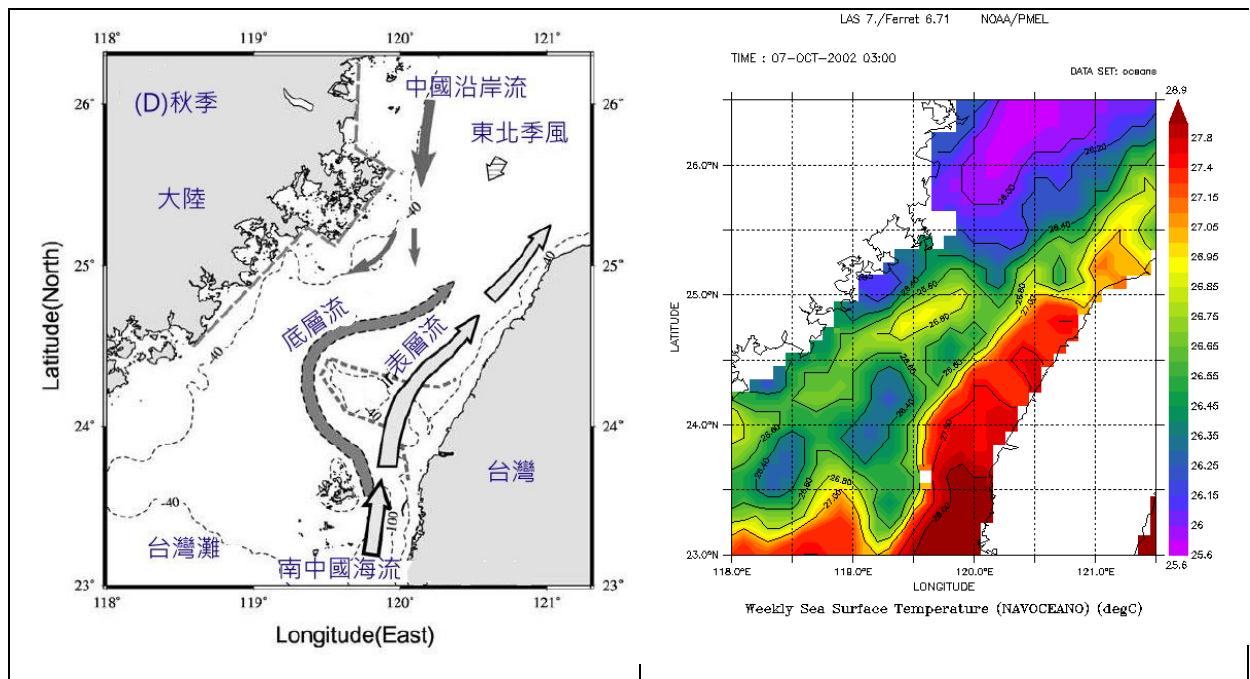
圖三：(左)台灣海峽冬季的海流情況(參考資料 8)和(右)台灣海峽 2002 元月(冬季)的海溫(取自 mynasadata 網站)



圖四：(左)台灣海峽春季的海流情況(參考資料 8)和(右)台灣海峽 2002 年 4 月(春季)的海溫(取自 mynasadata 網站)



圖五：(左)台灣海峽夏季的海流情況(參考資料 8)和(右)台灣海峽 2002 年 8 月(夏季)的海溫(取自 mynasadata 網站)



圖六：(左)台灣海峽秋季的海流情況(參考資料 8)和(右)台灣海峽秋季的海溫(取自 mynasadata 網站)

二、 數據分析

(一)檢視各季節實際的觀測航點數量和長江水南下的季節，及考慮 2003 年 6 月長江三峽大壩開始蓄水，本研究選擇 2002 年春季、2004 年春季、2005 年春季相互比較，進行溫鹽資料的統計和對比。

(二)比較海水鋒面兩側資料

1. 鑒於春季和冬季台灣海峽因不同海水進入會形成海水鋒面，本研究利用美國太空總署 mynasadata 資料庫之海表面溫度資料，觀察不同水團的交界鋒面，選擇鋒面兩側的觀測點進行溫鹽圖繪製。
2. 繪製封面兩側之鹽度隨深度分布圖和溫鹽圖，並比較鋒面兩側的水團資料。

伍、研究結果

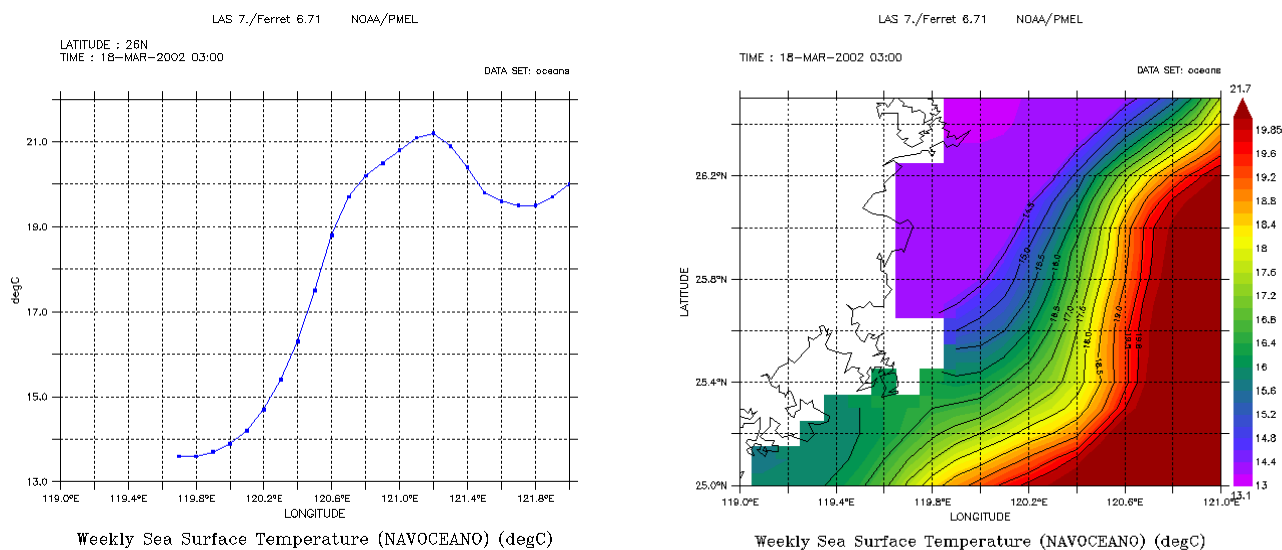
一、2002 年三月，海水鋒面兩側溫鹽特性之比較：

(一)由圖八和圖九可以得知，鋒面西側靠近大陸海域，表層海水鹽度較低，應為長江沖淡水，6~20 公尺身處海水混和，23 公尺以下鹽度較高，應為另一種海水，可能為西菲律賓水。

(二)鋒面東側靠近台灣海域，由表層到 30 公尺深，海水鹽度變化不大，可能為同一水團海水，比較不受長江沖淡水之影響。

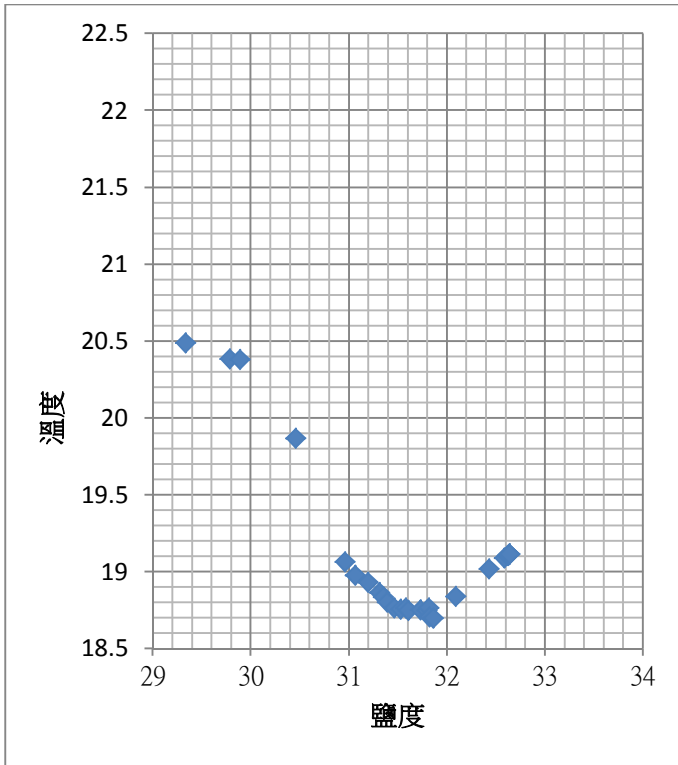
表一: 2002 年三月海水鋒面兩側溫鹽資料之比較

	測站位置	溫度範圍	鹽度範圍	平均溫度	平均鹽度
鋒面西側	120.05E 26.17N	18.70~20.49	29.33~32.64	19.10	31.64
鋒面東側	120.46E 25.82N	19.35~22.21	32.62~33.54	20.09	32.95

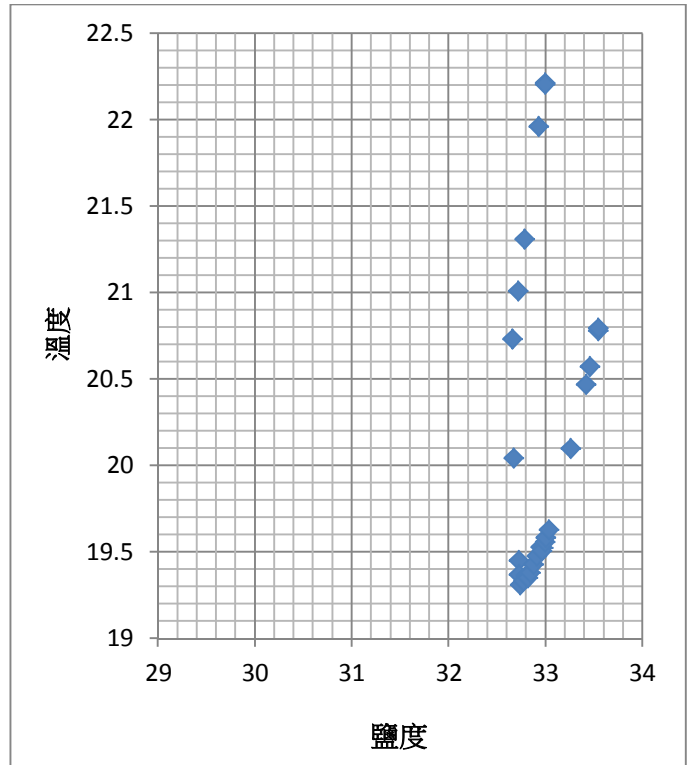


圖七：2002 年春季，台灣海峽緯度 26 度溫度隨經度之變化(左圖)及表面海溫分布圖(右圖)

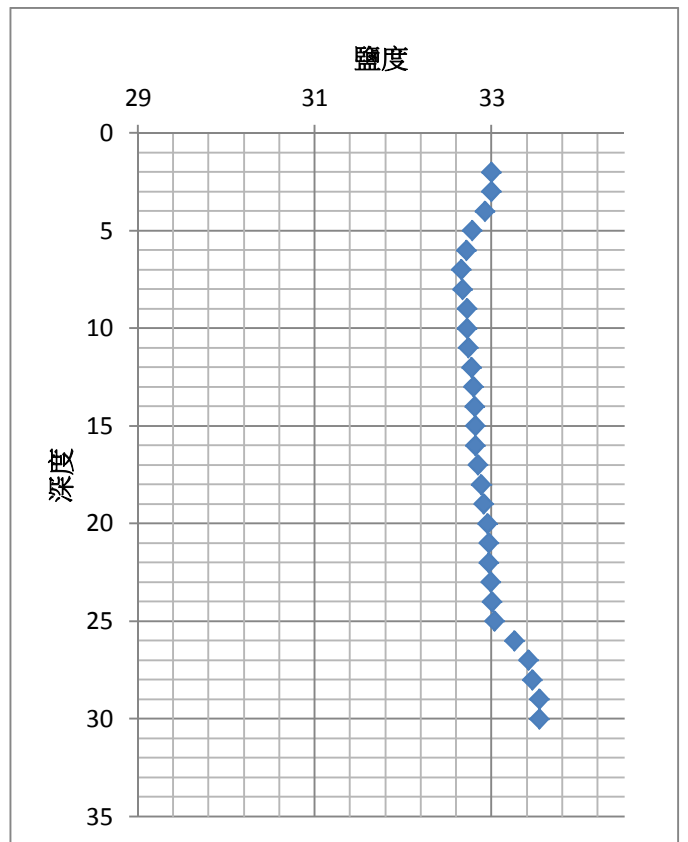
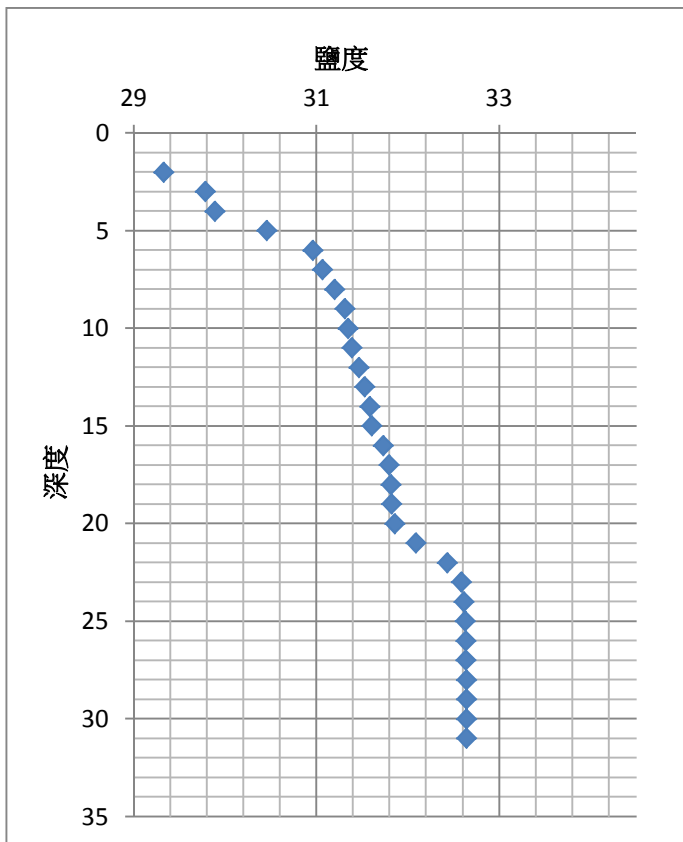
鋒面西側



鋒面東側



圖八：2002 年春季，海水鋒面東西兩側溫鹽圖之比較



圖九：2002 年春季，海水鋒面東西兩側鹽度隨深度變化之比較

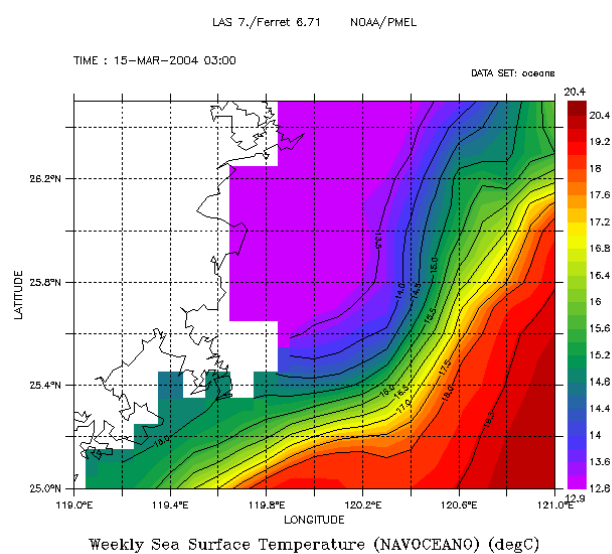
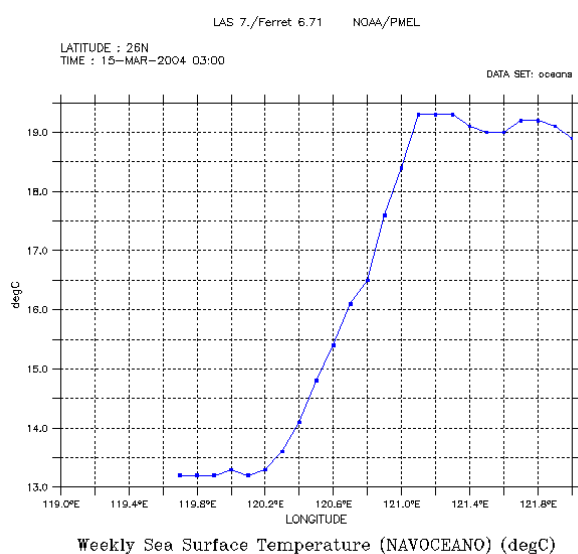
二、2004 年三月，海水鋒面兩側溫鹽特性之比較：

(一)由圖十一和圖十二觀察，鋒面兩側之溫鹽曲線上半部非常類似，但東側較缺乏低鹽低溫水，再由深度和鹽度變化圖判斷，西側靠大陸海域表層海水鹽度較低，應含有較多河川出海的水，在深度 25 公尺處具有明顯分界，下方為較南方來的高鹽度海水。

(二)西側靠台灣海域，表層海水鹽度雖然稍低，但上下水層變化不明顯，混和比較均勻，一直到 36~38 公尺左右深度，才出現明顯變化。

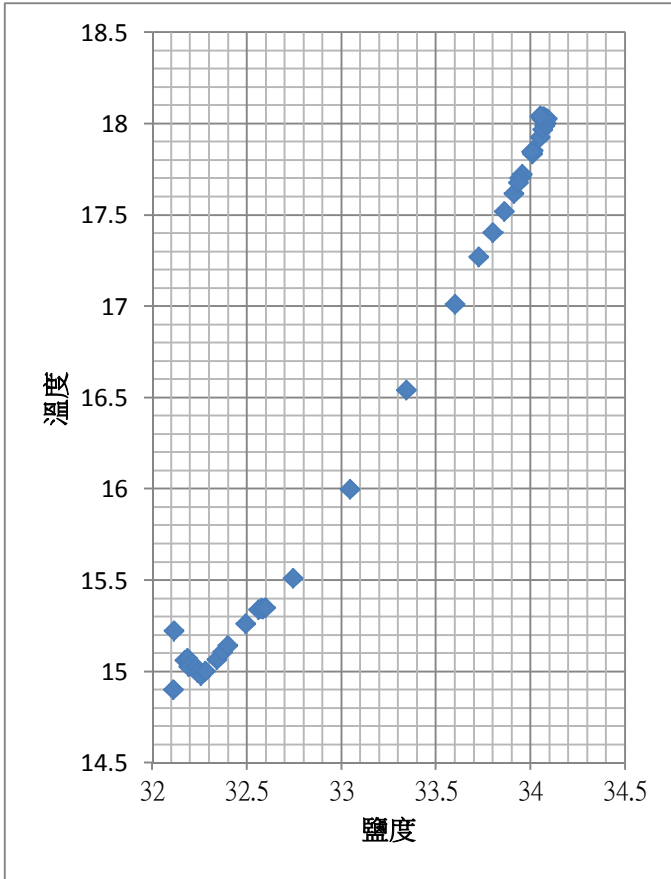
表二: 2004 年三月海水鋒面兩側溫鹽資料之比較

	測站位置	溫度範圍	鹽度範圍	平均溫度	平均鹽度
鋒面西側	120.06E 25.46N	14.98~18.04	32.11~34.08	15.75	32.75
鋒面東側	120.48E 25.29N	15.94~16.24	32.76~33.07	16.04	32.89

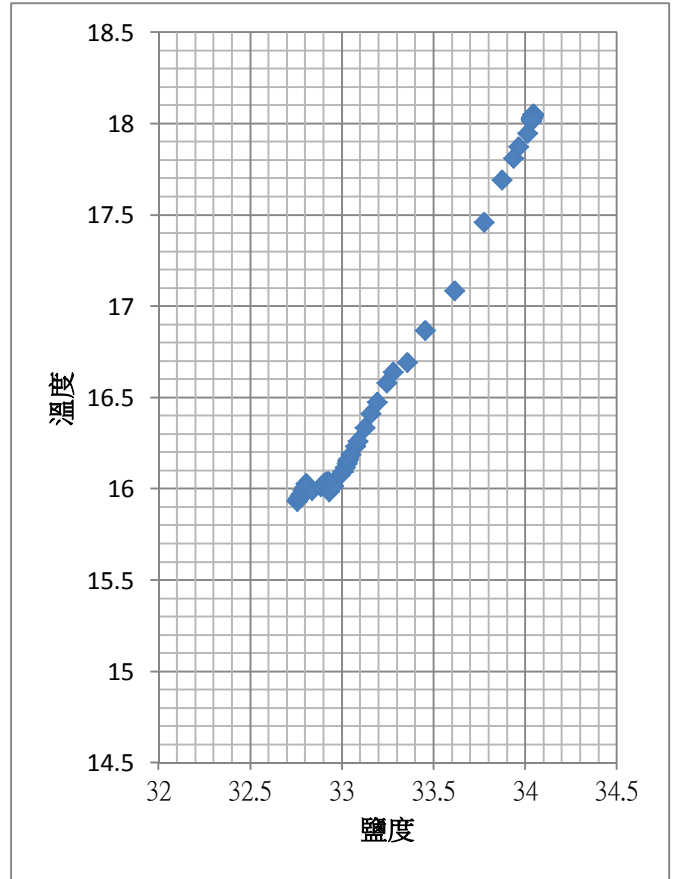


圖十：2002 年春季，台灣海峽緯度 26 度溫度隨經度之變化(左圖)及表面海溫分布圖(右圖)

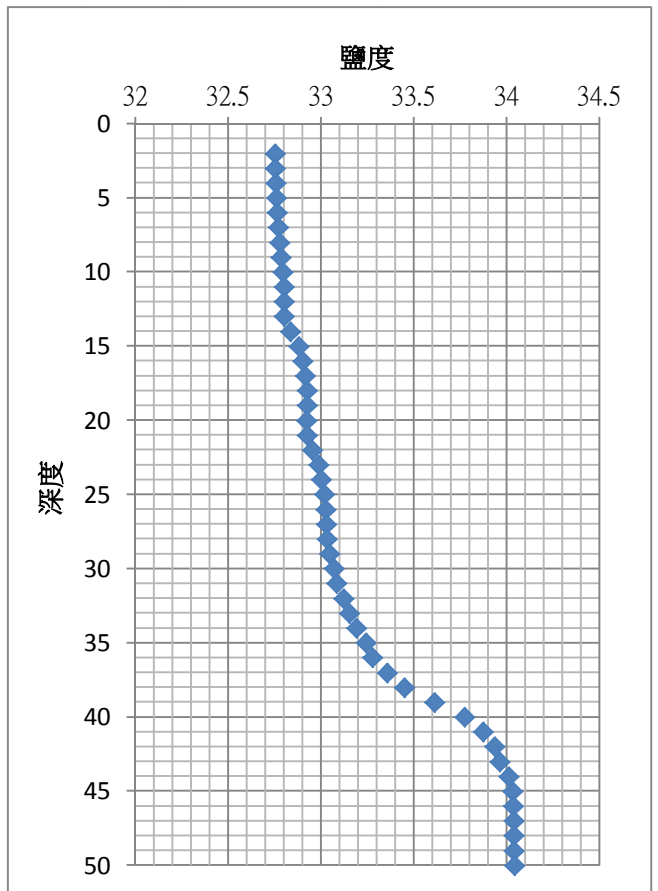
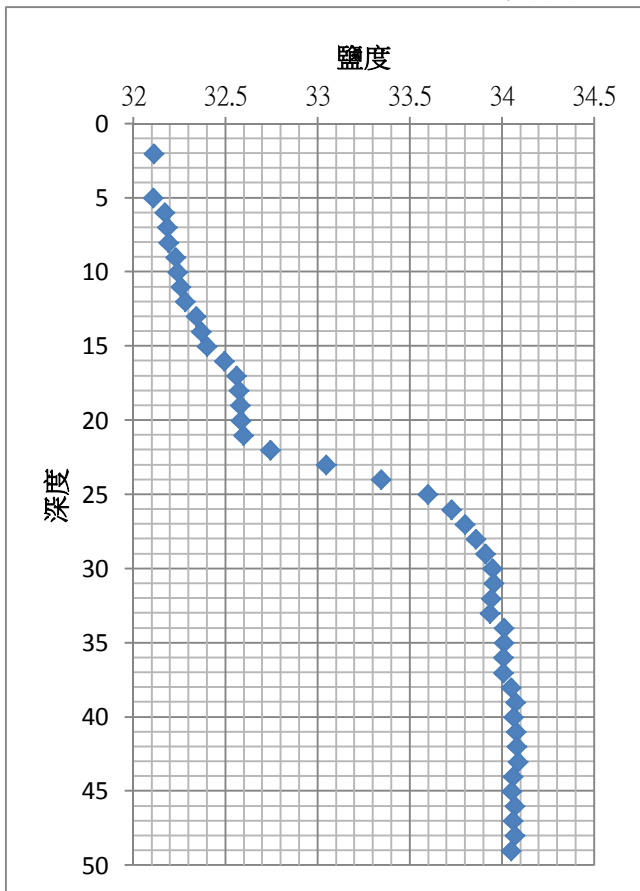
鋒面西側



鋒面東側



圖十一：2004年春季，海水鋒面東西兩側溫鹽圖之比較



圖十二：2004年春季，海水鋒面東西兩側鹽度隨深度變化之比較

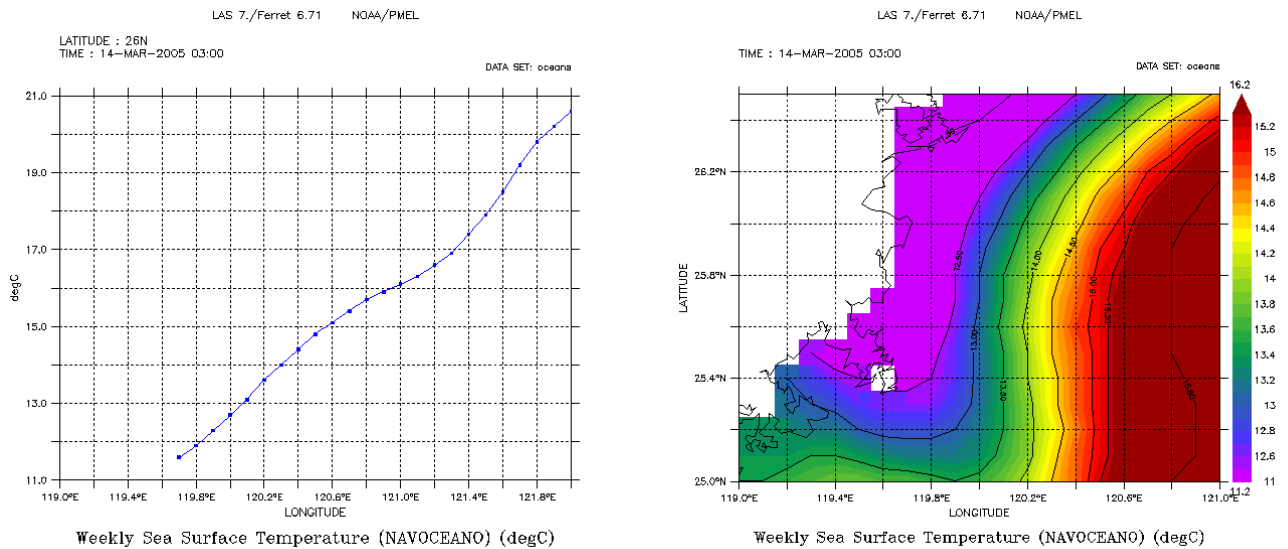
三、2005 年春季，海水鋒面兩側溫鹽特性之比較：

(一)由圖十四和圖十五觀察，鋒面兩側之溫鹽曲線非常類似，但西側較缺乏高鹽高溫海水，再由深度和鹽度變化圖判斷，西側靠大陸海域表層低鹽度海水厚度較厚，表面布滿河川出海的水，在深度 25 公尺處有明顯分界，下方為較高鹽度海水。

(二)西側靠台灣海域，表層海水鹽度較低，鹽度隨深度增加而增加，上下水層變化不明顯，混和比較均勻。

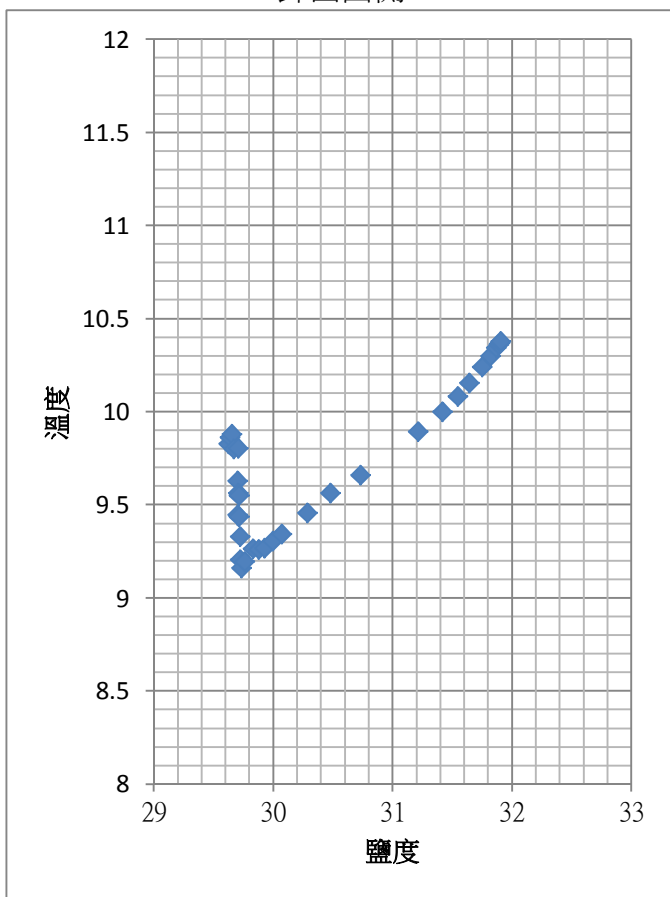
表三: 2005 年三月海水鋒面兩側溫鹽資料之比較

	測站位置	溫度範圍	鹽度範圍	平均溫度	平均鹽度
鋒面西側	120.04E 26.15N	9.16~10.30	29.62~31.82	9.63	30.22
鋒面東側	120.35E 26.25N	9.52~10.69	29.46~31.97	10.02	30.66

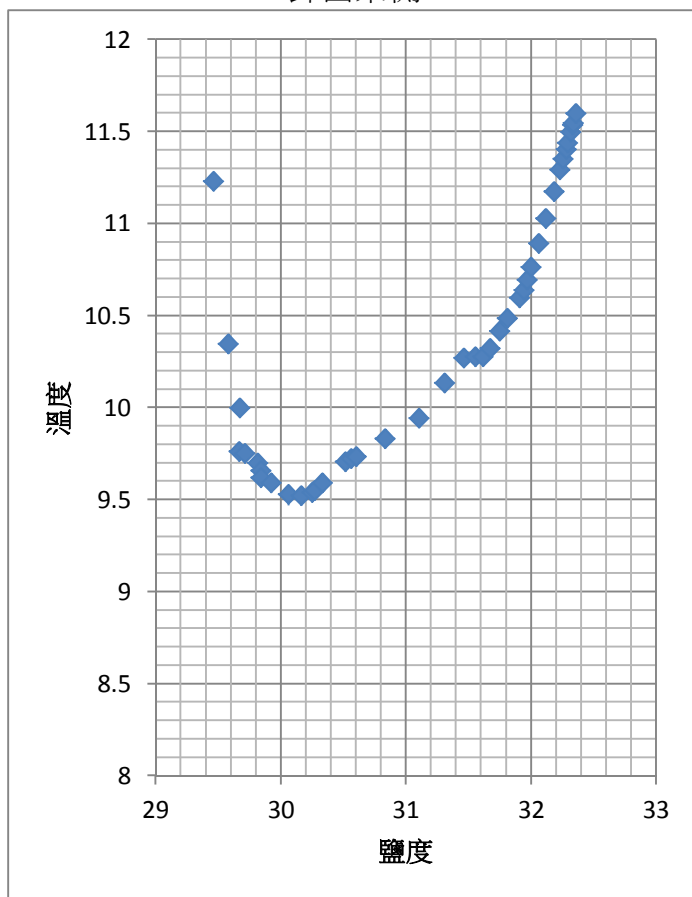


圖十三：2005 年春季，台灣海峽緯度 26 度溫度隨經度之變化(左圖)及表面海溫分布圖(右圖)

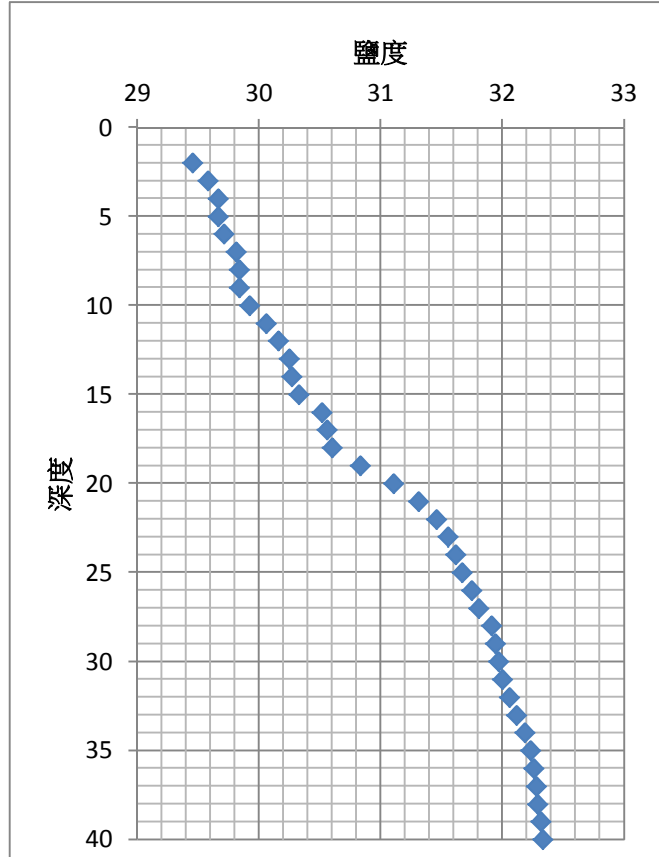
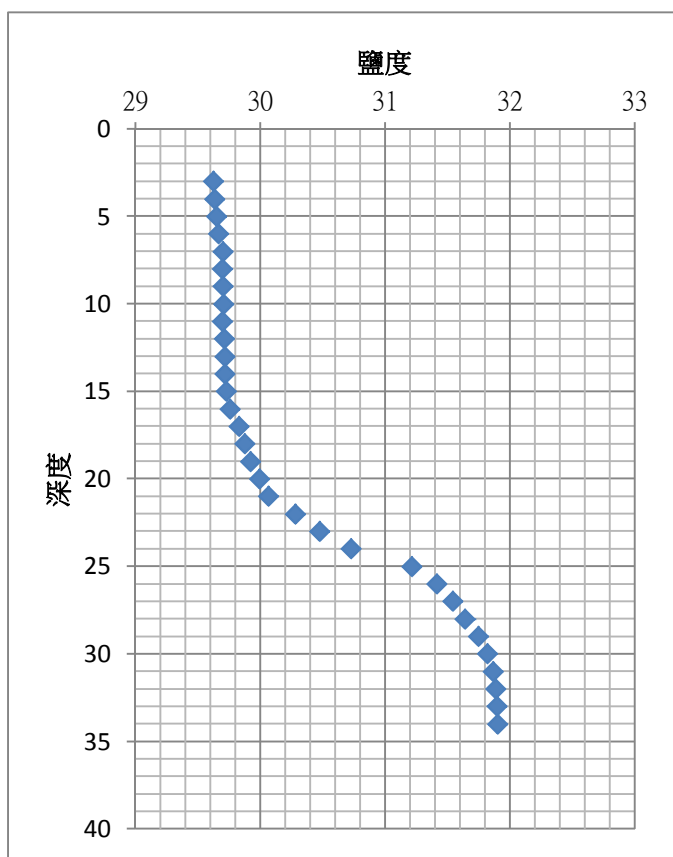
鋒面西側



鋒面東側



圖十四：2005 年春季，海水鋒面東西兩側溫鹽圖之比較



圖十五：2002 年春季，海水鋒面東西兩側鹽度隨深度變化之比較

四、2002、2004、2005 三年春季，台灣海峽北部海水鋒面兩側溫鹽特性之比較：

(一)西側之平均鹽度在 2004 年較高，但無法判定是否因長江水量減少所造成。東側之平均鹽度三峽大壩興建前後變化不明顯。

(二)由圖十五和圖十六比較，在鋒面西側 2002 和 2005 年均有長江淡水進入台灣海峽的情況，但 2004 年較不明顯，而 2005 年春季長江淡水進入較多。

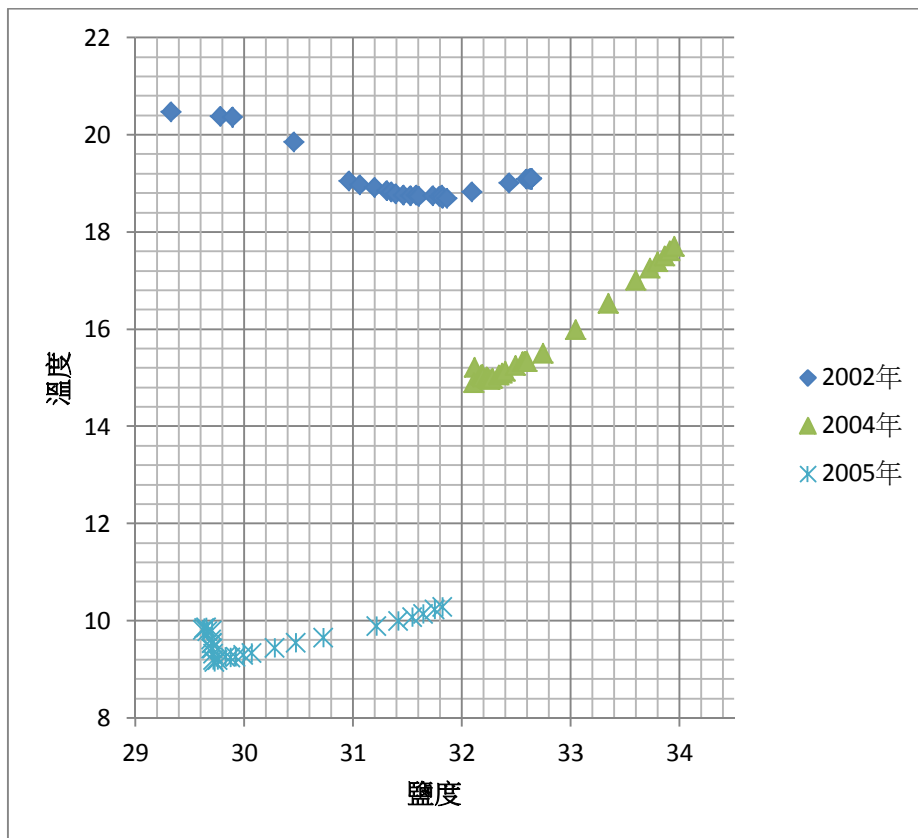
(三)由圖十七和圖十八比較，春季在海峽西側 22~25 公尺有一明顯的海水界面，但東側界面不明顯。

表四:2002、2004、2005 台灣海峽北部經度 120.3 度以西海域所有觀測點 30 米深以上之標準深度平均溫鹽比較

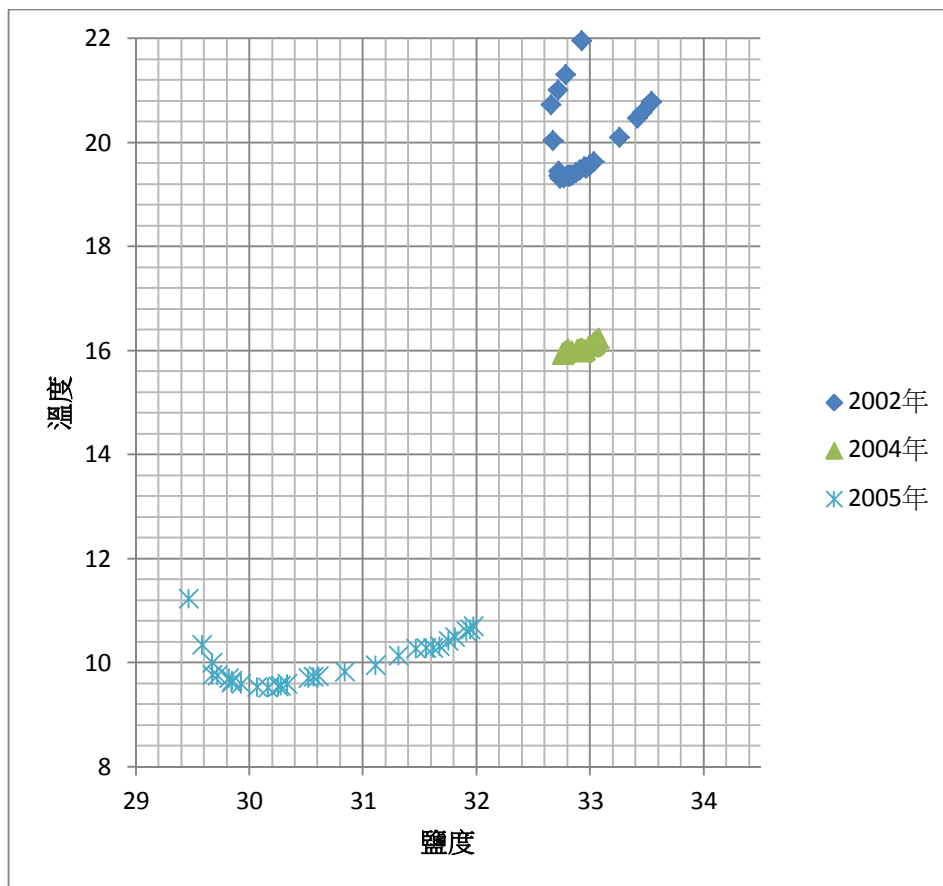
西側	觀測水域範圍	溫度範圍	鹽度範圍	平均溫度	平均鹽度
2002 春	119.98E~120.27E 25.28N~26.19N	22.96~18.56	29.34~34.26	19.84	32.15
2004 春	119.92E~120.27E 25.52N~26.17N	13.37~23.58	30.65~34.54	17.00	32.71
2005 春	120.04E~120.10E 25.98N~26.17N	9.31~18.92	29.65~33.75	15.52	32.11

表五:2002、2004、2005 台灣海峽北部經度 120.3 度以東海域所有觀測點 30 米深以上之標準深度平均溫鹽比較

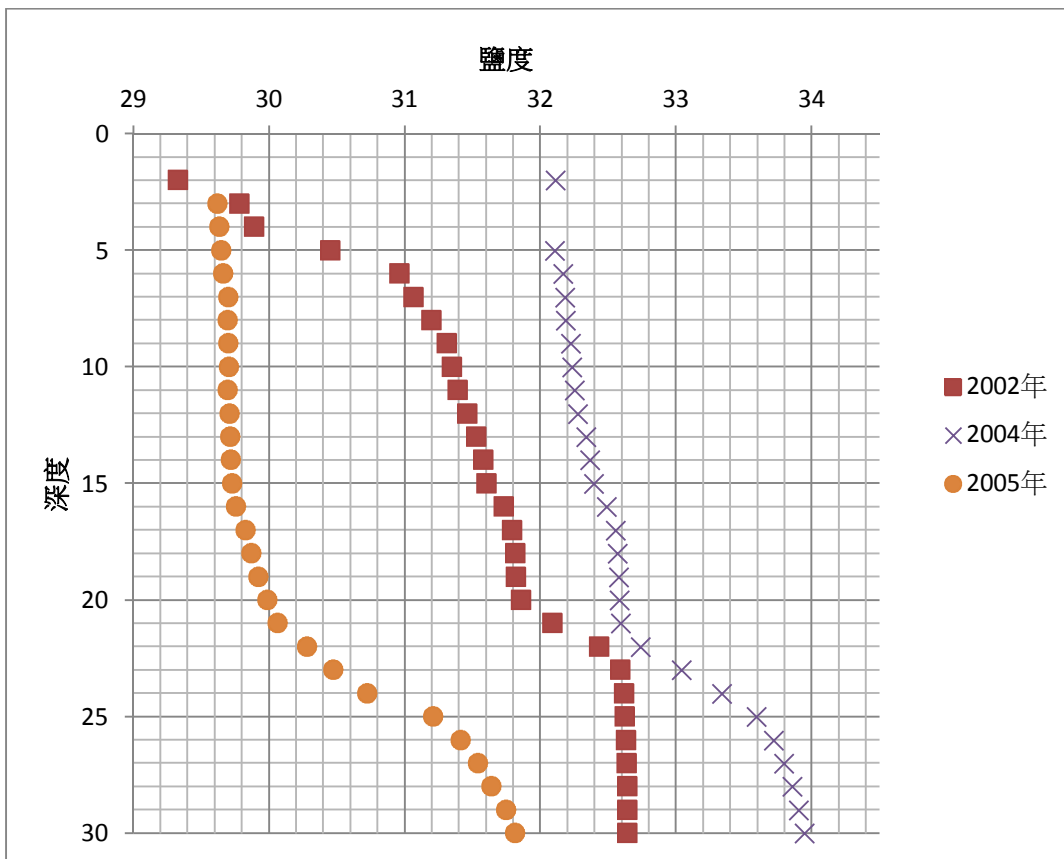
東側	觀測水域範圍	溫度範圍	鹽度範圍	平均溫度	平均鹽度
2002 春	120.31E~120.46E 25.53N~25.82N	19.37~21.24	31.55~33.54	20.38	32.75
2004 春	120.34E~120.48E 25.35N~25.88N	13.80~23.99	31.63~34.48	17.50	32.92
2005 春	120.31E~120.46E 25.82N~26.26N	9.59~21.30	29.67~34.41	16.00	32.74



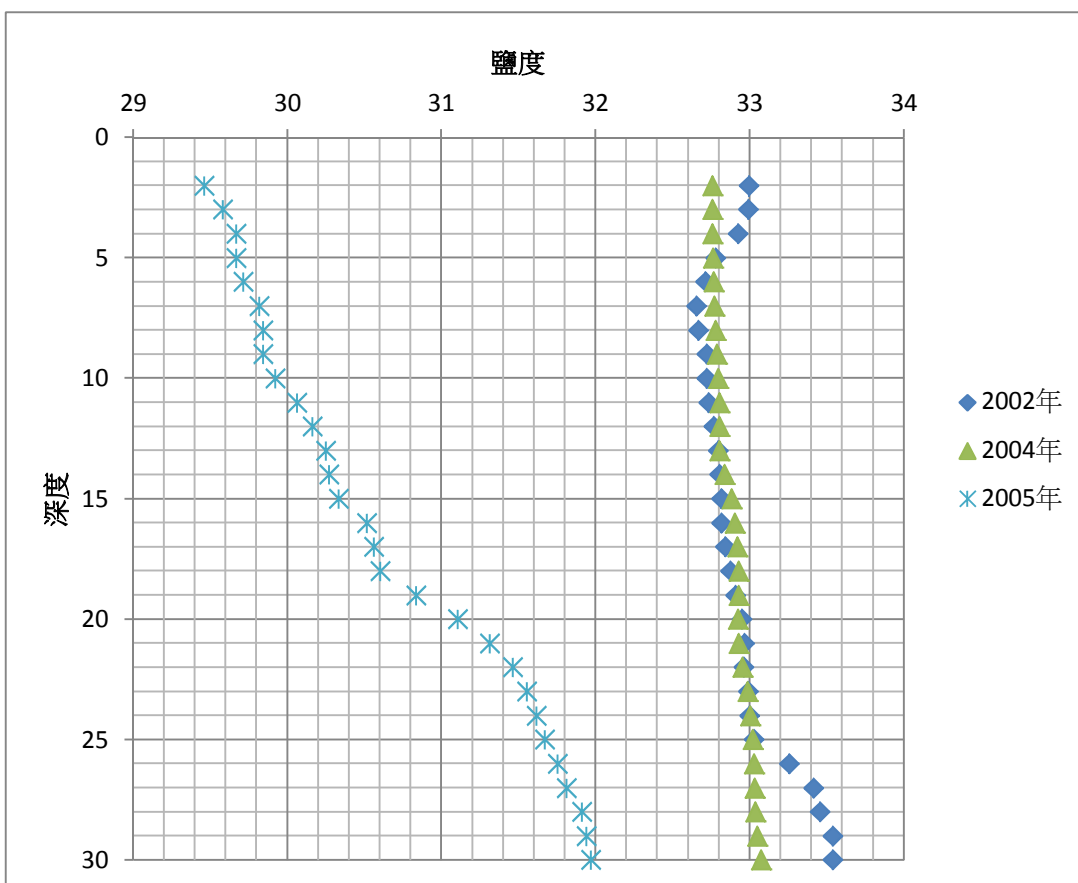
圖十六:2002、2004、2005 春季，海水鋒面西側溫鹽圖比較



圖十七:2002、2004、2005 春季，海水鋒面東側溫鹽圖比較



圖十八:2002、2004、2005 春季，海水鋒面西側鹽度隨身度變化之比較



圖十九:2002、2004、2005 春季，海水鋒面東側鹽度隨身度變化之比較

陸、討論

1. 整體而言，在春季時因為東北季風對於海峽洋流流向的影響，大陸沿岸水會到達海峽北部，但南方來的黑潮支流已經可以越過雲彰高區到達海峽北部，在約束經 120.3 度之間間形成一道海水鋒面，鋒面以西的測站海表水溫度較低，有較大量較冷的長江淡水進入台灣海峽北部，東側則比較少。
2. 由 2002、2004、2005 春季海水觀測資料來看，台灣海峽西側海流的年際變化較大，尤其是表層海水受中國沿岸流影響非常明顯，2002 和 2004 年東側的海水性質極為相似，但 2005 年卻又變化很大，主要因為強烈寒流使得春季大量長江淡水進入台灣海峽。
3. 海峽西側在水深 22~25 公尺左右均有一明顯鹽度分界線，應是表層低鹽低溫的長江淡水和南方的海水的交界面，建議日後研究採取更深的水樣和更寬闊範圍樣本進行溫鹽資料的對比，以了解這些水體的來源。
4. 以目前取得的有限觀測資料，對於長江三峽大壩是否影響台灣北部海域的海水仍然無法觀察，主因是冬季長江沖淡水在東北季風下比較容易進入台灣海峽，但此時海洋研究船實際觀測資料很少，建議日後冬季航次可以增加。

捌、參考資料及其他

1. 詹森：〈台灣海峽之波浪、潮汐、洋流、水團暨流量〉，《基礎地球科學學科中心》網站 http://w3.kghs.kh.edu.tw/~kghs_earth/DownloadFiles/E31-5.doc（2011/4/30 上網）
2. 詹森：〈台灣海峽的水文環境〉，《基礎地球科學學科中心》網站，
http://w3.kghs.kh.edu.tw/~kghs_earth/DownloadFiles/E30-5.doc（2011/4/30 上網）
3. 陳亭予：「聖嬰年間長江沖淡水在台灣海峽之消長及台灣週遭水域之 N_2O 分佈研究」（國立中山大學海洋地質及化學研究所,2004），頁
4. 呂婉慈：「夏季東海與台灣海峽溶解態有機物質之分布與光學特性」（國立中山大學海洋地質及化學研究所,2009），頁 11
5. 曾宗凡：「2007 年夏季東海表水碳化學參數之空間分佈特徵及其控制因子」（國立中山大學海洋地質及化學研究所,2008），頁 3
6. Chen, C. T. A., 2003. Rare northward flow in the Taiwan Strait in winter: a note. *Continental Shelf Research*, 23, 387-391
7. <http://mynasadata.larc.nasa.gov> 網站（2011/10/30 上網）
8. Jan, Sen; Wang, Joe; Chern, Ching-Sheng; Chao, Shenn-Yu(2002). Seasonal variation of the circulation in the Taiwan Strait. *Journal of Marine Systems*.(35),249 - 268.
9. 長江水利網：<http://www.cjw.gov.cn/>（2011/10/30 上網）
10. 國科會海洋學門資料庫
11. 楊正敏：〈海水怎麼變冷？〉，《聯合報》，2008 年 3 月 8 日。

【評語】 040505

利用現有海洋船測資料加值去分析長江淡水對台灣海峽北部溫鹽結構之影響，問題會很有趣很值得研究，唯海洋溫度鋒面的定義以及採樣點時空分布之影響應再仔細探討。要確認長江淡水如何影響台灣海峽，最好沿途多設測站比較 T-S 圖。主題有意義，使用海洋中心觀測數據，做加值處理，可幫助對台灣海峽海流的認識，海報製作美觀，觀察數據略不足，鋒面位置的決定太主觀，是需要改進之處。本課題鄉土性高。