

1990—1999 年台灣周邊海域月平均 衛星遙測海面水溫之分析(1)

曾振德、陳世欽

水產試驗所企劃資訊組

二十世紀末，衛星遙測技術之發展已達成熟階段，在海洋漁業上儼然成為強有力之探測工具，可有效應用於海洋環境監測及漁場探勘等研究。特別是近年來各種不同衛星遙測提供更多可靠之不同海洋參數之探測資料，加上電腦軟硬體技術之蓬勃發展，可將大量取得及已儲存之衛星遙測觀測資料，再處理或分析，獲得更多具附加價值及科學應用之重要資訊，例如海面水溫、海洋水色及海面高度等影像資料及其衍生之附加產品。

本所 NOAA/HRPT 氣象衛星資料處理接收站 (位置：25°08'N；121°44'E；標高：25 m) 於 1989 年啟用，主要接收 NOAA 系列繞極軌道 (polar orbit) 氣象衛星 AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) 資料，每顆 NOAA 衛星每日至少會經過台灣上空 2 次，一旦進入地面接收站天線可追蹤範圍內，NOAA/HRPT 系統即可即時接收其本體上酬載之 AVHRR 極精密高解析輻射計之各頻道觀測資料。AVHRR 輻射計共包含一個可見光 (Channel 1)、一個近紅外光 (Channel 2) 及三個紅外光波段 (包含 Channel 3、4 及 5)，其各頻道觀測資料可分別應用於陸地上之雲圖監測、地表溫度探測及植被分布狀況等。在海洋漁業方面，則主要用來作為海面水溫 (Sea Surface Temperature, SST) 影像觀測，可據以分析表層海況變動及監測漁場環境，並提供海面水溫分布型態給海上漁民作業時參考。利用被

動式遙測方式進行觀測之 AVHRR 感測器係以接收到之海面輻射量值，經轉換計算獲得海面水溫影像，然而 AVHRR 所獲得之總輻射量，除海面向上之輻射值外，尚包含大氣作用產生之反射及散射輻射量等，故需先經大氣修正，以獲得真實海面水溫資料。經過大氣校正後之 AVHRR 可見光及近紅外光波段輻射量可轉換為海面反照率，而紅外光波段輻射值可轉換為海面亮度溫度值。最後採用 McClain et al. (1985) 所發展之多波段海面水溫計算法 (Multi-Channel Sea Surface Temperature, MCSST)，求得海面絕對溫度值。

本研究利用 1990—1999 年共 10 年之 AVHRR 海面水溫影像，處理獲得之月平均海面水溫影像及其等溫線分布圖，藉以分析台灣周邊海域各月份之海面水溫與重要水文分布型態及其時空變化。

1 月

每年 1 月通常仍是東北季風持續增強之季節，由 NOAA 衛星遙測資料處理獲得之 1990—1999 年 1 月平均海面水溫影像，顯示黑潮暖流勢力在台灣東北海域逐漸由深海區向東海陸棚區擴展，而台灣西南海域黑潮支流則因受制於強勁之東北季風，有往南退縮之現象。整體而言，黑潮暖流之左邊界大致呈東北—西南走向 (即靠近陸棚一側，約 24°C 等溫線)，主要分布於 200 米等深線之大

陸棚邊緣海域。其次，台灣東側海域之黑潮暖流受東北季風持續吹拂，整個黑潮主流軸沿著東部海岸線北上，至東北部海域受蘇澳海脊地形作用，黑潮暖水左邊界才逐漸由蘇澳附近海域離岸轉向外洋側，通過龜山島東方海域向東北方繼續延伸。同時，黑潮暖流於宜蘭灣外側海域，其高溫高鹽水與灣內低溫鹽海水交互作用，形成顯著而強烈的水溫梯度變化之海洋鋒面系統，亦即黑潮水溫鋒面分布現象。1 月的黑潮暖流通過宜蘭灣外側海域進入台灣東北部海域後，受東北陸棚海底地形效應及強勁東北季風持續吹拂，黑潮左邊界會以逆時針方向突向東海陸棚區，即為著名之黑潮表層及次表層水入侵現象，同時於台灣北部海域形成顯著之黑潮水溫鋒面。另外，1 月之台灣西南海域平均海面水溫分布狀況，顯現黑潮支流之表層勢力受到冬季東北季風影響，其最北端僅擴及澎湖水道南方海域，未能跨越 200 米等深線進入台灣海峽陸棚海域。不過，黑潮前緣海水則通過澎湖水道進入台灣海峽中段，並於通過澎湖群島東側海域後分成兩支，一支流沿台灣西海岸近岸往北流；另一支流則往西北方延伸。此外，衛星影像亦顯示 1 月的台灣西南

海域，位於 200 米等深線附近之大陸棚邊緣有明顯之溫度鋒面存在，研判該鋒面係由南方黑潮支流及南海北上暖流之高溫海水與北方冬季時沿大陸沿岸南下之低溫沿岸水交匯作用而形成，而該鋒面形成之密集等溫線則大致與 200 米等深線平行分布 (圖 1)。

2 月

由 2 月 NOAA 衛星海面水溫影像，顯示台灣周邊海域 200 米等深線以深海域，海面水溫分布型態大致與 1 月相類似。至於 200 米等深線以淺大陸棚海域，特別是台灣海峽靠近大陸一側之沿岸海域，海面水溫明顯比 1 月低，海面水溫為全年度最低之月份。其中，海面水溫 15°C 等溫線，可沿大陸沿岸往南擴展至金門附近海域。同時大陸沿岸低溫海水受地形效應經由兩處突入台灣海峽，一處位於海峽北方海域，大約由馬祖東方海域往東南方延伸，其勢力可達台灣西北部沿岸海域；另一處則於金門南方海域往東南方突入，這股勢力正是冬季時期台灣海峽南方海面水溫鋒面形成之重要原因 (圖 2)。

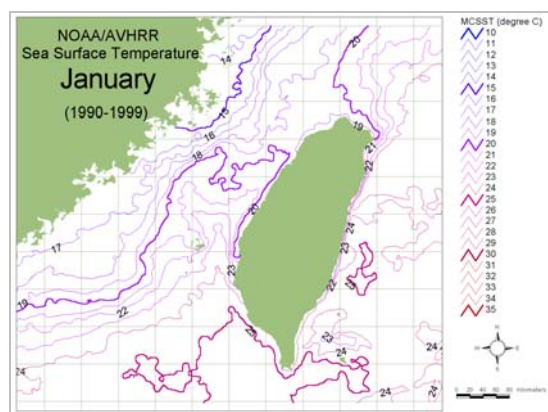
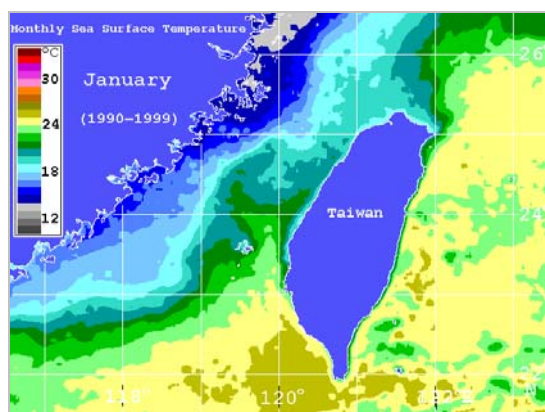


圖 1 1990-1999 年台灣周邊海域之 1 月平均 NOAA 衛星 AVHRR 海面水溫影像(左)及等溫線(右)

3 月

每年 3 月進入初春時節，隨著東北季風勢力逐漸減弱，大陸沿岸冷水往南入侵之勢力，亦開始減弱，此時 15°C 等溫線已向北退縮至馬祖附近海域，台灣海峽等溫線主要分布型態大致與 2 月相類似，不過同一海域 3 月之平均海面水溫約比 2 月上升 2°C 左右。同時台灣西南海域高溫黑潮水舌勢力逐漸增強， 24°C 等溫線穿越澎湖水道進入台灣西側海域。此時，台灣南方海面水溫亦慢慢升高。東部海域黑潮主流區之海面水溫，亦隨著進入初春季節逐漸升高，而台灣東北部海域黑

潮表層及次表層水順時針入侵，東海陸棚區之現象仍然相當明顯 (圖 3)。

4 月

4 月之台灣周邊海面水溫分布狀況，明顯與冬季時期 (1-3 月) 之水溫分布結構有所不同。整體而言，台灣周邊海域 4 月平均海面水溫較 1 月提高了 $3-4^{\circ}\text{C}$ ，同時黑潮暖流勢力逐漸增強，幾乎影響了整個台灣周邊海面水溫分布狀況。其次，台灣海峽靠近台灣西部沿岸海域一側，黑潮支流由南往北可擴展至淡水河口附近海域，通過澎湖水道之

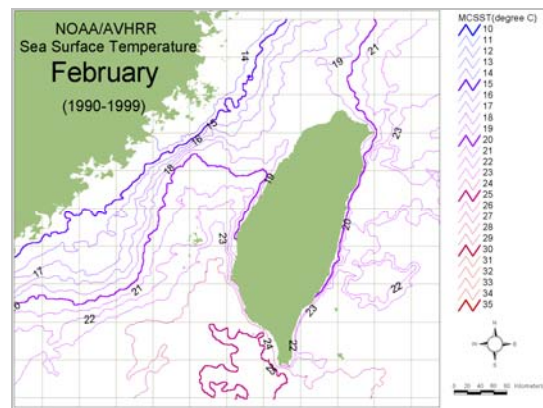
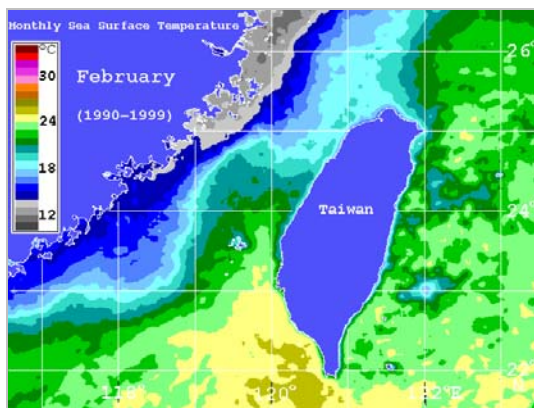


圖 2 1990-1999 年台灣周邊海域之 2 月平均 NOAA 衛星 AVHRR 海面水溫影像(左)及等溫線(右)

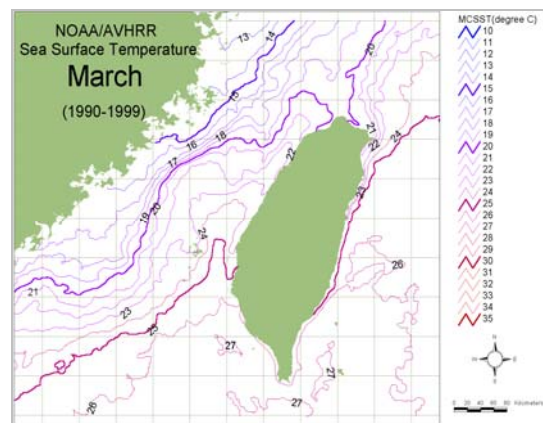
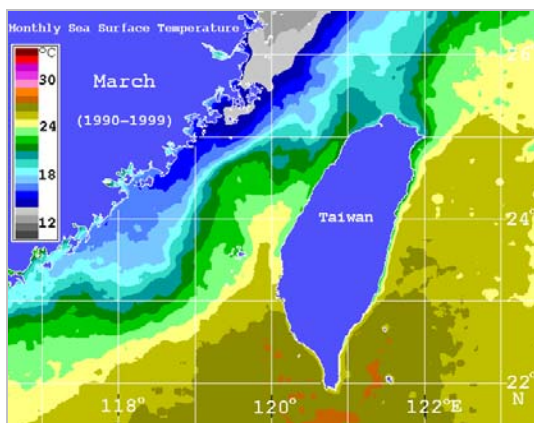


圖 3 1990-1999 年台灣周邊海域之 3 月平均 NOAA 衛星 AVHRR 海面水溫影像(左)及等溫線(右)

黑潮支流，形成另一股暖水舌向西擴展，以逆時針方向環繞澎湖群島四周海域。冬季時期形成於 200 米等深線附近之明顯水溫鋒面，亦隨黑潮勢力增強，由南向北推移，更接近大陸沿岸海域。此時台灣南方海域已被 26°C 以上高溫海水所覆蓋，而台灣東北海域黑潮水入侵陸棚區現象已不再顯著，由蘇澳沿岸離岸分布之黑潮鋒面溫度梯度變化亦逐漸趨緩（圖 4）。

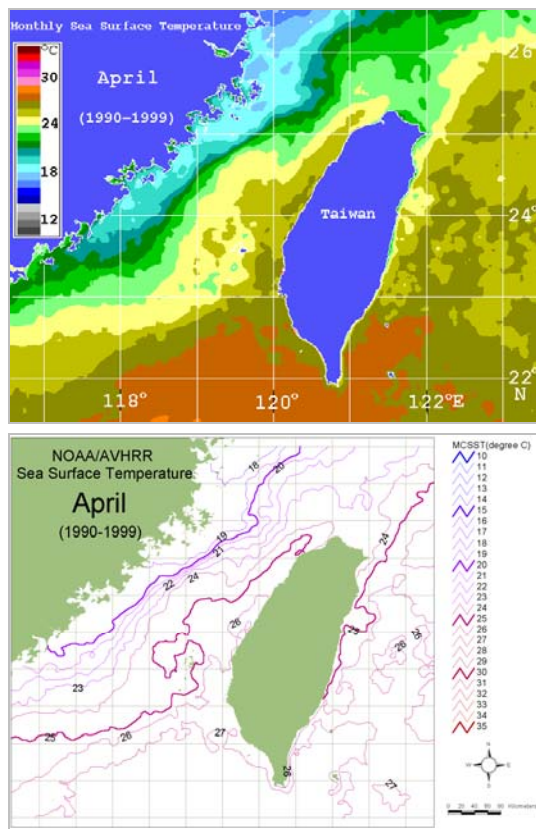


圖 4 1990-1999 年台灣周邊海域之 4 月平均 NOAA 衛星 AVHRR 海面水溫影像(上)及等溫線(下)

5 月

每年大約 5 月開始，台灣地區進入季節風轉換時期，此時台灣四周海面風向逐漸由

冬季之東北季風轉換成夏季之西南季風。其中，台灣西南海域黑潮支流受西南季風持續吹拂，溫暖海水順著西海岸向北擴展，同時溫暖的黑潮支流水通過澎湖水道後，西側分支流以逆時針方向，呈現顯著的溫暖水舌，環繞澎湖群島。此外，台灣海峽南側大陸棚邊緣接近 200 米等深線處，開始出現明顯冷水塊分布。由 5 月之衛星海面水溫影像，同時發現另一處冷水塊分布於台灣東北海域，研判該兩處冷水塊分布均與黑潮水入侵陸棚區，形成湧昇性冷水塊現象有關。此外，由 5 月之衛星海面水溫影像顯示，台灣東部及南部海域已經幾乎被高溫黑潮水所覆蓋且無明顯水文分布特徵（圖 5）。

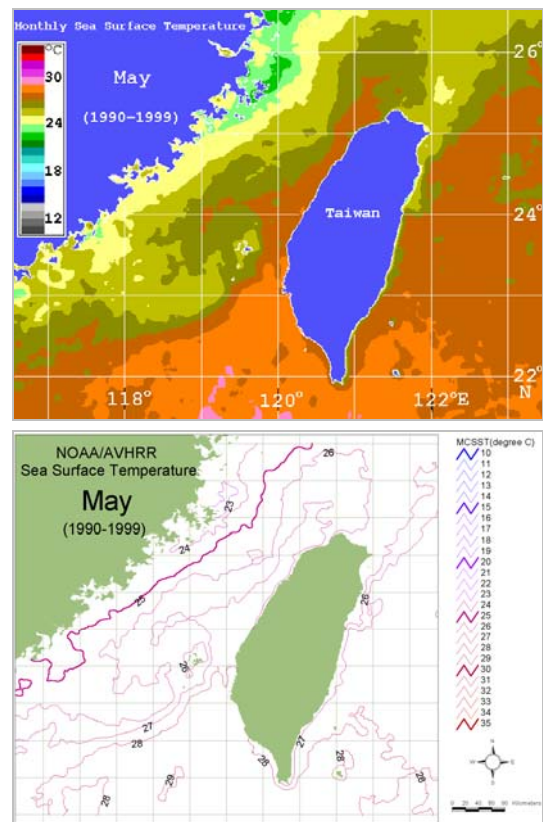


圖 5 1990-1999 年台灣周邊海域之 5 月平均 NOAA 衛星 AVHRR 海面水溫影像(上)及等溫線(下)

6 月

台灣周邊海域於每年 6 月之海面水溫分布型態大致可以 200 米等深線為分界線。其中，200 米等深線以深海域，包含台灣東部、南部及西南海域，主要是黑潮水覆蓋區，海面水溫偏高且分布均勻，平均水溫約 29℃ 以上，由水溫影像顯示無明顯水文特徵分布。相反的，200 米等深線以淺之大陸棚海域，海面水溫變化為 26–29℃，其中四處海域有明顯之冷水塊分布現象，包括台灣海峽接近大陸沿岸之東山島附近、平潭附近以北沿岸、澎湖列島南方及台灣東北部海域等。東山島海域發生之冷水塊分布，主要係偏南季風持續吹拂大陸沿岸，致使沿岸水受艾克曼效應產生離岸流現象，導致較深層之冷水，受地形湧昇作用產生補償效應，湧昇至表層形成冷水塊分布，此時之冷水塊內外水溫梯度差變化仍小，中心水溫比周邊水溫低 1–2℃ 左右。平潭以北沿岸海域之冷水塊分布，則是冬季時期從北方往南擴展之大陸沿岸冷

水，其勢力隨東北季風轉成西南季風而逐漸減弱，因而沿岸冷水有逐漸往北退縮之現象，其平均海面水溫約 26℃。至於台灣東北部海域之冷水塊分布，則是黑潮主流經過台灣東北海域時，黑潮表層及次表層水受地形作用侵入東海陸棚區，產生湧昇性冷水塊分布現象，不過受到逐漸進入夏季時期影響，表面海水易受太陽輻射增溫效應而產生均值化現象，因此衛星海面水溫影像較難顯示出該冷水塊之分布，然而實際上，台灣東北海域之黑潮水入侵湧昇現象仍持續發生於次表層水以深海域。綜合分析，上述四處冷水塊分布中，以澎湖列島南方海域之冷水塊分布最顯著，且內外水溫梯度差變化最大，其形成原因係黑潮支流及南海暖流北上之次表層水受澎湖列島西南方之陸棚斜坡地形作用，產生湧昇性冷水塊分布，大約呈下弦月型態，分布於陸棚邊緣接近 200 米等深線處，該冷水塊之內外溫差最高可達 3℃ 左右，為夏季中台灣周邊海域冷水塊分布最顯著之海域 (圖 6)。

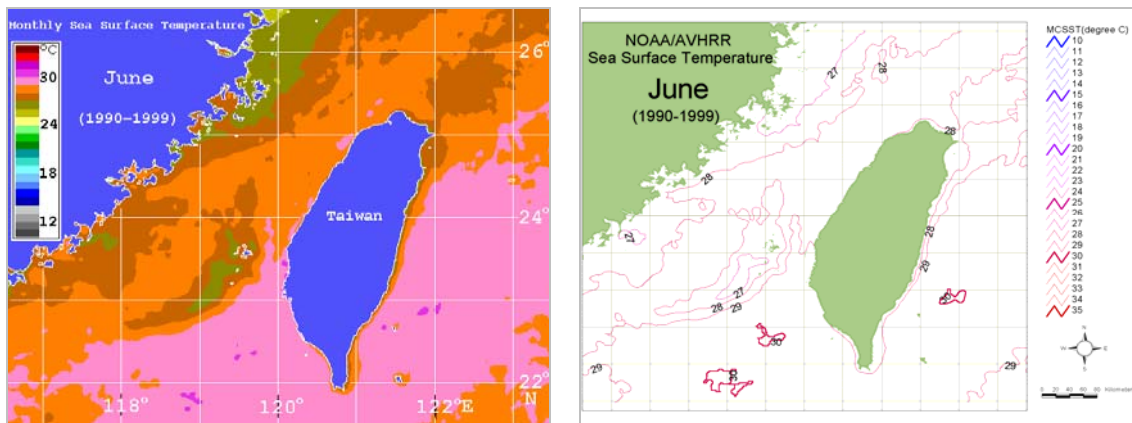


圖 6 1990-1999 年台灣周邊海域之 6 月平均 NOAA 衛星 AVHRR 海面水溫影像(左)及等溫線(右)