

科技研究

衛星遙測及地理資訊系統應用於烏魚漁海況速報之研究

曾振德、林志遠、陳世欽

水產試驗所企劃資訊組

目前利用衛星遙測及地理資訊系統於漁海況資料分析及速預報之研究與應用已相當普遍。其中中國東海海域漁海況速預報系統已建置完成，並應用於重要漁撈作業，該系統即整合衛星遙測、海洋漁業地理資訊系統及利用案例式推理為基礎之漁海況分析系統所構成。Solanki (2001) 等利用衛星遙測水溫水色影像，輔助印度西北沿岸海域之刺網漁撈作業，結果顯示可增加 2~4 倍之漁獲效率。此外，澳洲氣象局亦曾利用衛星遙測資料協助於東澳洲海流海域作業之漁民業者，快速解析廣大海域之海況變化。再者，Laurs 及 Fiedler (1985) 指出，衛星遙測技術在美國漁業上之應用，主要係運用不同衛星觀測海面水溫、水色、海面高度及海流分佈等，並例行性將觀測結果轉繪成漁民可判讀之等溫線圖，以速報方式發佈供漁民業者參考。Fiedler 及 Bernard (1987) 則利用 AVHRR 水溫影像及 CZCS 水色影像資料，成功地找出南加州灣北方鯷魚產卵場之南北邊界，並發現美國西海岸長鰭鮪之棲息分佈及漁獲位置，與該海域形成之海洋鋒面有密切相關，結果顯示長鰭鮪魚群通常分佈於沿岸水與外洋水交匯形成之溫度鋒面靠近較暖一側。此外，為利用海水表面衛星熱紅外線影像觀察北海道東側海域，親潮與黑潮鋒面之消長和暖水團之完整形成消滅過程，發現這些海象均與該海域多種漁業資源之漁獲豐歉有密切相關。

每年冬至前後 10 天，隨著中國北方冷高壓南下，形成強烈之東北季風寒潮，迫使大量烏魚群由中國沿岸海域往南洄游進入台灣海峽西南海域。根據研

究報告顯示，往南洄游進入台灣海峽之烏魚群，其棲息產卵之最適水溫為攝氏 21~22℃ 之間。因此，漁民經常利用台灣海峽附近海域之海面水溫分佈狀況，作為烏魚群分佈位置之判斷指標與依據。配合每年烏魚汛期，水產試驗所同步發佈烏魚漁海況速報，報導最新烏魚捕獲位置、漁獲數量及沿近海域之衛星遙測海面水溫與標本船之觀測水溫值等，提供漁民研判烏魚群之動態。本研究處理分析 2001 年之烏魚期之 NOAA 衛星遙測海面水溫影像及其等溫線圖，並蒐集該年度之烏魚漁海況資料，利用 ArcView 地理資訊系統整合分析台灣海峽附近海域烏魚漁汛期間之漁海況動態變化。

一、建立衛星海面水溫影像及其等溫線圖處理流程

建立衛星遙測海面水溫影像及其等溫線圖之資料處理流程，可加速水溫速報圖之處理及繪製速度，亦可藉由標準化之資料處理程序，獲得格式化之產出，可確保海面水溫影像及其等溫線圖之品質控管。

圖 1 為整個 NOAA 衛星遙測海面水溫資料處理作業流程，首先 NOAA 衛星遙測針對研究海域進行觀測，獲得之 AVHRR 極精密高解析輻射計各波段資料，利用多波段海面水溫(MCSST)處理方法，推算出台灣海峽之海面水溫彩色影像，同時經轉換輸出成含經緯度座標及海面水溫之數值檔(文字檔案格式)，再利用匯入功能轉入 MS-Access 資料庫系統，建立衛星遙測海面水溫基礎資料庫。經由 SQL-query 方式，載入 ArcView 地理資訊系統中成為一個 Table 檔案，再利用 ArcView 地理資訊系統系統中之增加事件圖層功能，建立 NOAA 衛星遙測海面水溫基本圖層。由於受雲層遮蔽作用，產生部分海域之海面水溫無法觀測，或因雜訊訊號產生部分海域之水溫資料不足，此時利用 IDW 差補方式，進行水溫資料網格化分析，進而獲得較佳之海面水溫空間圖層及其等溫線圖。

利用本研究建置完成之標準化衛星海面水溫資料處理流程，處理獲得之 NOAA 衛星海面水溫圖層及等溫線圖，亦可經由重要水文特徵(如水溫鋒面及冷

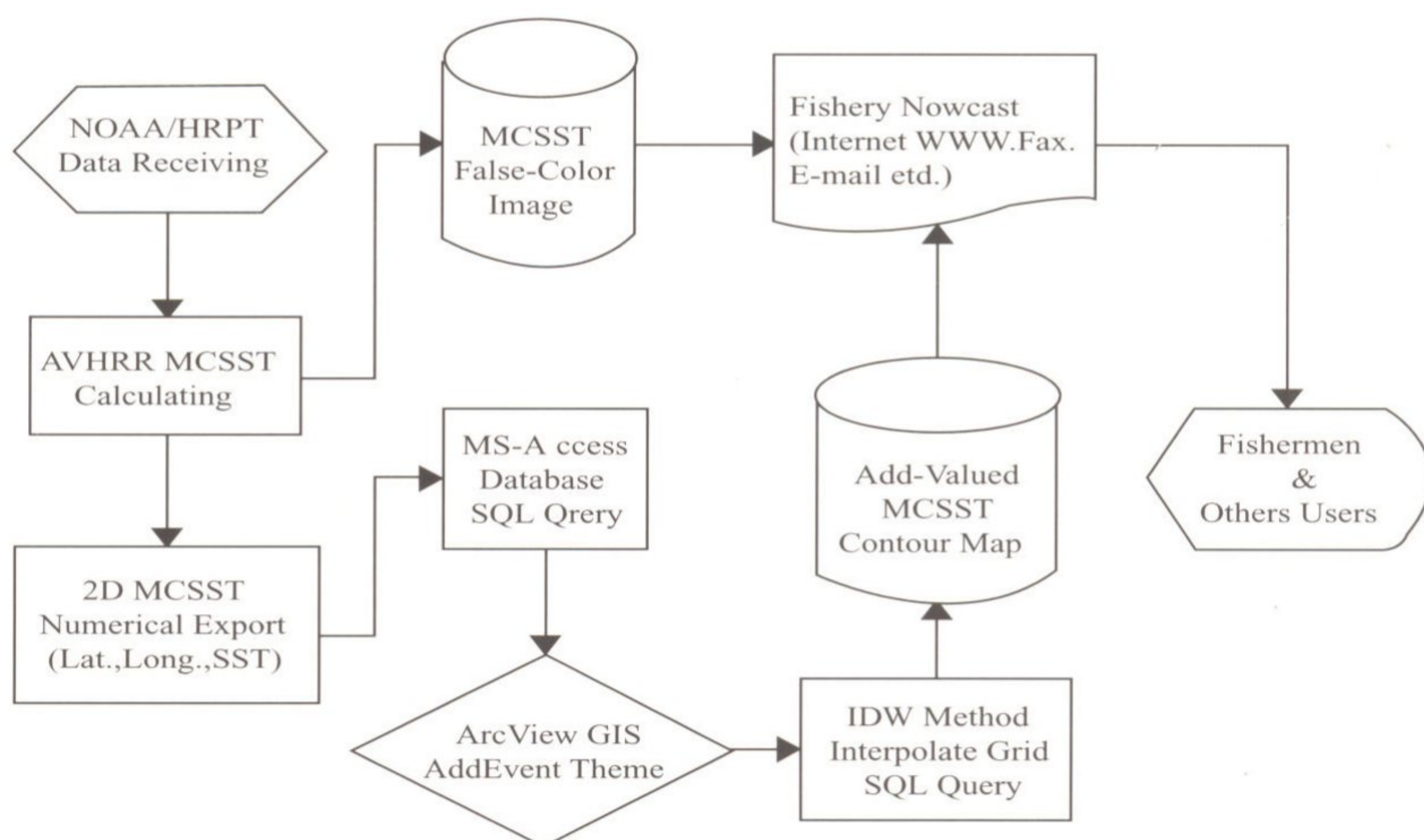


圖 1 NOAA 衛星遙測海面水溫影像及其等溫線處理流程

渦等) 萃取及加值處理，提供更豐富漁場資訊之水溫速報。另外，處理獲得之衛星海面水溫影像及其登溫線圖，亦可經由網際網路、電話傳真及電子信箱等方式，提供給漁民業者參考使用。

二、2001 年烏魚漁況分析

處理 2001 年烏魚漁海況速報每日烏魚漁獲尾數，建立烏魚漁獲量基礎資料庫。因此本研究為建置烏魚汛期漁海況動態地理資訊系統，故將烏魚漁獲海域之空間分佈位置，依據烏魚速報中報導之漁獲海域，以地理資訊系統中點圖層之空間分佈，分別設定主要漁獲位置之代表經緯度 (如表 1)，其中除東引沿海及宜蘭沿海外，台灣海峽由北往南共分成淡水沿海、桃園及新竹沿海、竹南及後龍沿海、大安及梧棲沿海、王功及芳苑沿海、台西及三條崙沿海、東石及布袋沿海、北門及尖仔尾沿海、安平及台南沿海、茄萣沿海及岡山沿海等 11 個烏魚漁獲海域分區位置，而部分岡山以南之烏魚漁獲報導則列入岡山沿海分區，以

表 1 2001 年烏魚漁況動態地理資訊系統之各烏魚捕獲海域之代表點圖層經緯度位置

圖層型態	分 佈 海 域	緯度(N)	經度(E)
Point	東引沿海	25.7	120.2
Point	宜蘭沿海	24.9	122.2
Point	淡水沿海	25.3	121.1
Point	桃園及新竹沿海	25.0	120.7
Point	竹南及後龍沿海	24.6	120.4
Point	大安及梧棲沿海	24.3	120.2
Point	王功及芳苑沿海	24.0	120.0
Point	台西及三條崙沿海	23.7	119.9
Point	東石及布袋沿海	23.5	119.8
Point	北門及尖仔尾沿海	23.1	119.7
Point	安平及台南沿海	22.9	119.8
Point	茄萣沿海	22.7	120.0
Point	岡山沿海	22.4	120.1

方便統計分析。將各烏魚漁獲海域以點圖層建置基礎資料庫後，轉入 ArcView 地理資訊系統，獲得各烏魚漁獲分區分佈圖層如圖 2 所示。

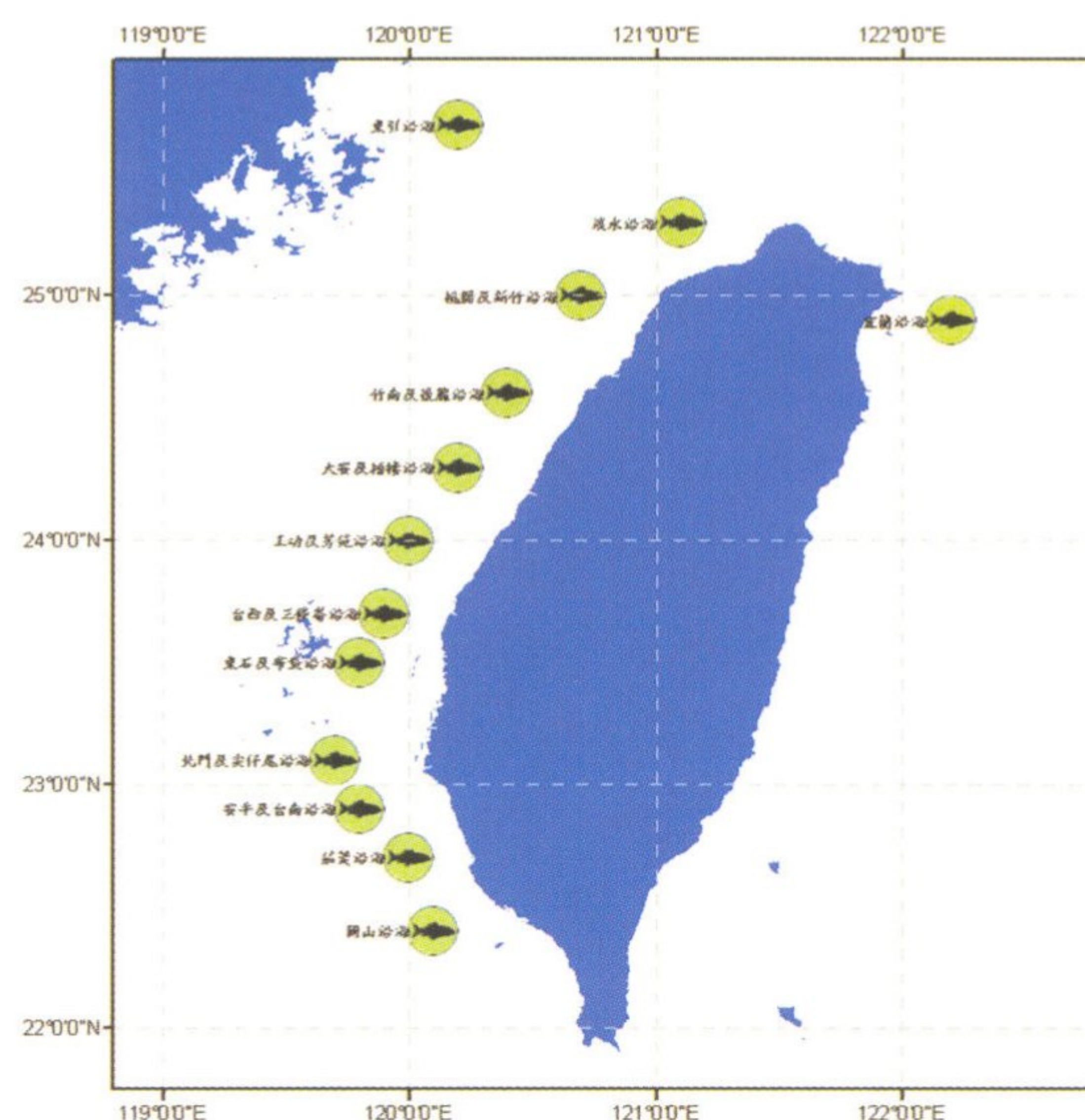


圖 2 2001 年烏魚漁況動態地理資訊系統中共 13 個主要漁獲海域分區圖層

另以各海域捕獲之烏魚漁獲尾數總和加以分級，建立 ArcView 地理資訊系統點圖層分佈，其空間統計分析結果如圖 3。各海域捕獲之烏魚總數量約 367,000 尾，較 2000 年度漁獲之 260,000 尾，增加約 100,000 尾，由圖 3、4 顯示，以台灣海峽中段之大安及梧棲沿海漁獲最豐，捕獲約 105,000 尾，佔總漁獲尾數 29%，其次為淡水沿海，約捕獲 43,000 尾，佔總漁獲尾數 12%，再其次為台灣西南海域，即一般研究報告指出為烏魚產卵海域，在北門及尖仔尾沿海、安平及台南沿海及茄萣沿海三個海域，分別捕獲約 38,000、32,000 及 26,000 尾，佔總漁獲尾數之 10%、9% 及 7%。

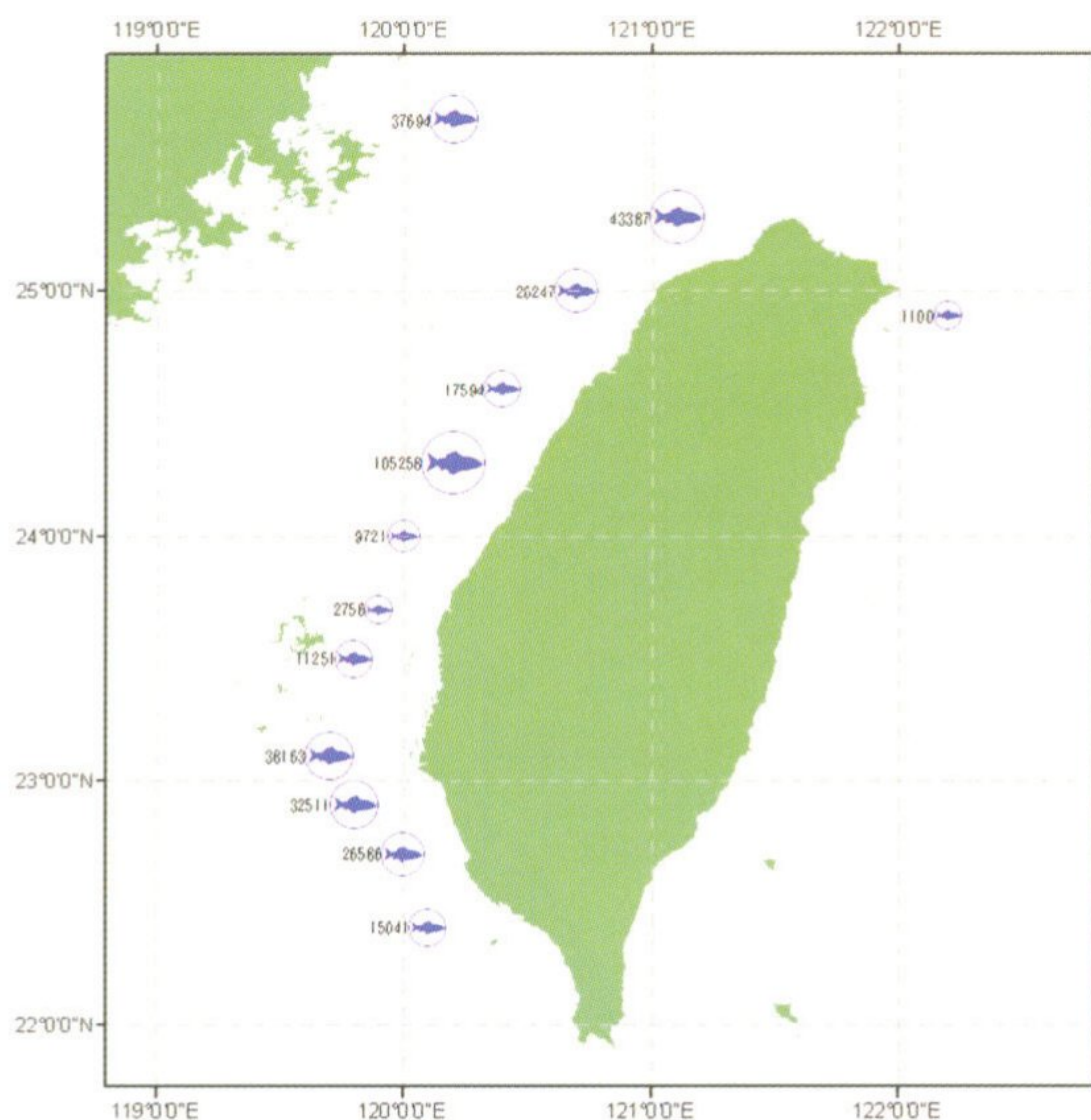


圖 3 2001 年 13 個主要漁獲分區海域之烏魚捕獲尾數總和圖層

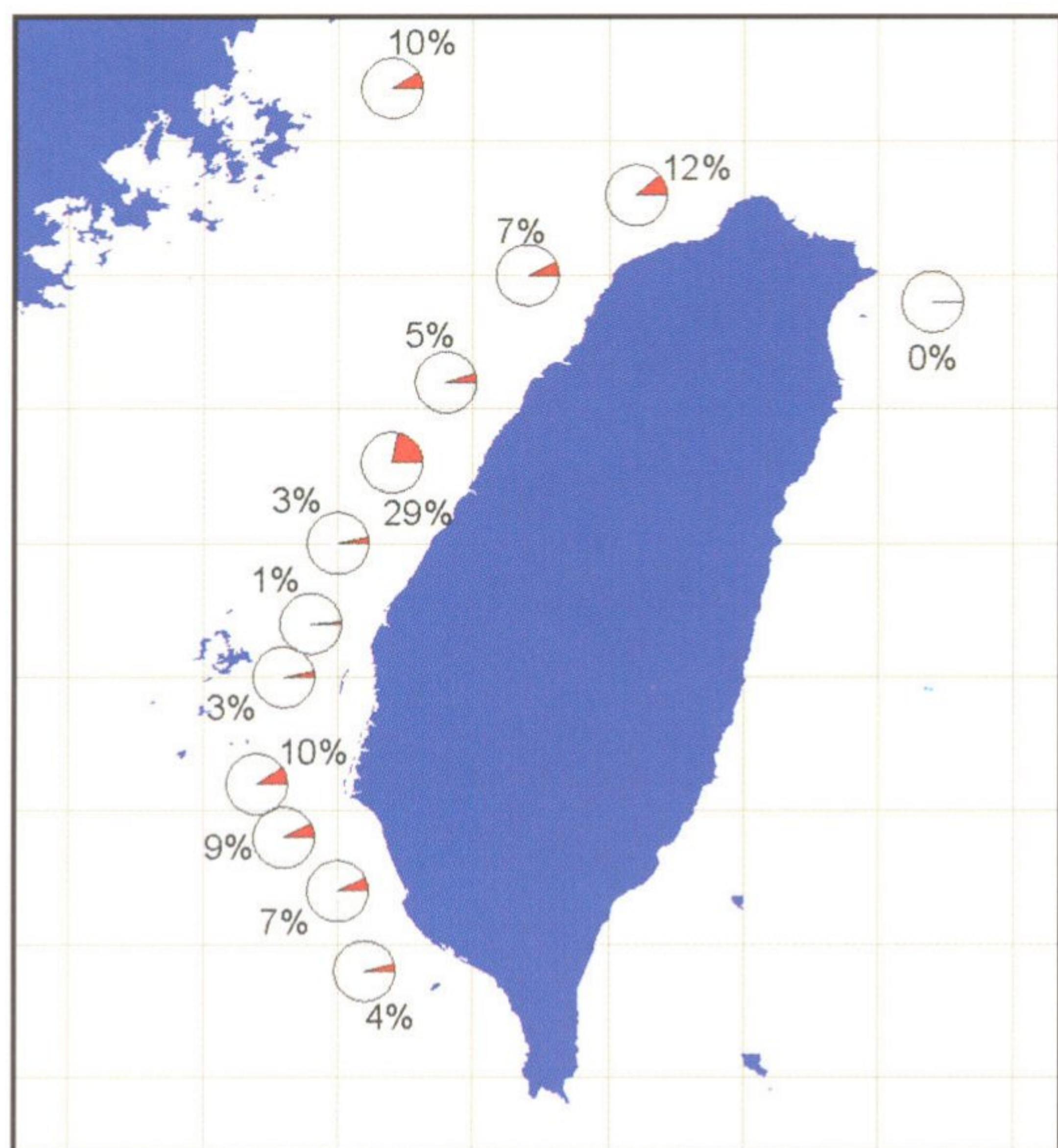


圖 4 2001 年 13 個主要漁獲分區海域之烏魚漁獲尾數佔總捕獲尾數之比例圖

雖然 2001 年之烏魚總捕獲尾數達 367,000 多尾，比 2000 年成長約 41%，但根據 2001 年烏魚汛期末之烏魚漁海況速報 (第 007 號) 報導指出，與往年烏魚漁獲數量比較，2001 年烏魚捕獲不佳之可能原因有二：第一為烏魚漁汛期初

期 (11 月中旬至 12 月上旬)，即受中國漁民利用中層拖網於馬祖北方海域，將南下洄游之大量烏魚群加以捕撈，總數約達 1100,000 尾，致使洄游至台灣沿近海之烏魚量銳減，造成烏魚歉漁現象。第二為天候因素，根據速報報導指出，2001 年為暖冬年，氣溫較往年偏高，導致茄荳沿海以南海域之水溫均高達 24°C 以上，因而烏魚群無法南下適水溫洄游，加上烏魚群受中國漁民以中層拖網捕撈時驚嚇效應，烏魚群較為分散，不利巾著網船 (烏魚汛期主要漁撈作業方式) 作業，因此無法大量捕獲烏魚群。

圖 5、6 係顯示 2001 年主要烏魚漁汛期，12 月份之衛星遙測海面水溫值與過去 10 年來 (1990~1999) 同月份 (即 12 月份) 月平均海面水溫之比較差異值影像及其等溫線分佈情形，結果顯示 2001 年 12 月份台灣週邊海域之衛星遙測海面水溫異常值均呈現正值分佈，平均水溫比歷年正常值約高 $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。其中發現黑潮暖流主流軸海域及其支流海域，即台灣東部海域、台灣東北海域及澎湖水道以南之台灣西南海域，其海面水溫異常值等溫線分佈以 0°C 為主，表示該海域之海面水溫時空分佈均屬正常範圍。相反地，台灣海峽海域之衛星遙測海面水溫異常值等溫線分佈以 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 為主，特別是烏魚群主要產卵之台灣沿近海域，從台灣海峽北部海域之淡水沿海至台灣海峽南部海域之茄荳及岡山沿海，其海面水溫值均有較往年偏高現象，平均可達約 2°C ，顯示 2001 年 12 月份之台灣海峽海面水溫確有偏高現象，導致 2001 年烏魚捕獲不佳原因之一。

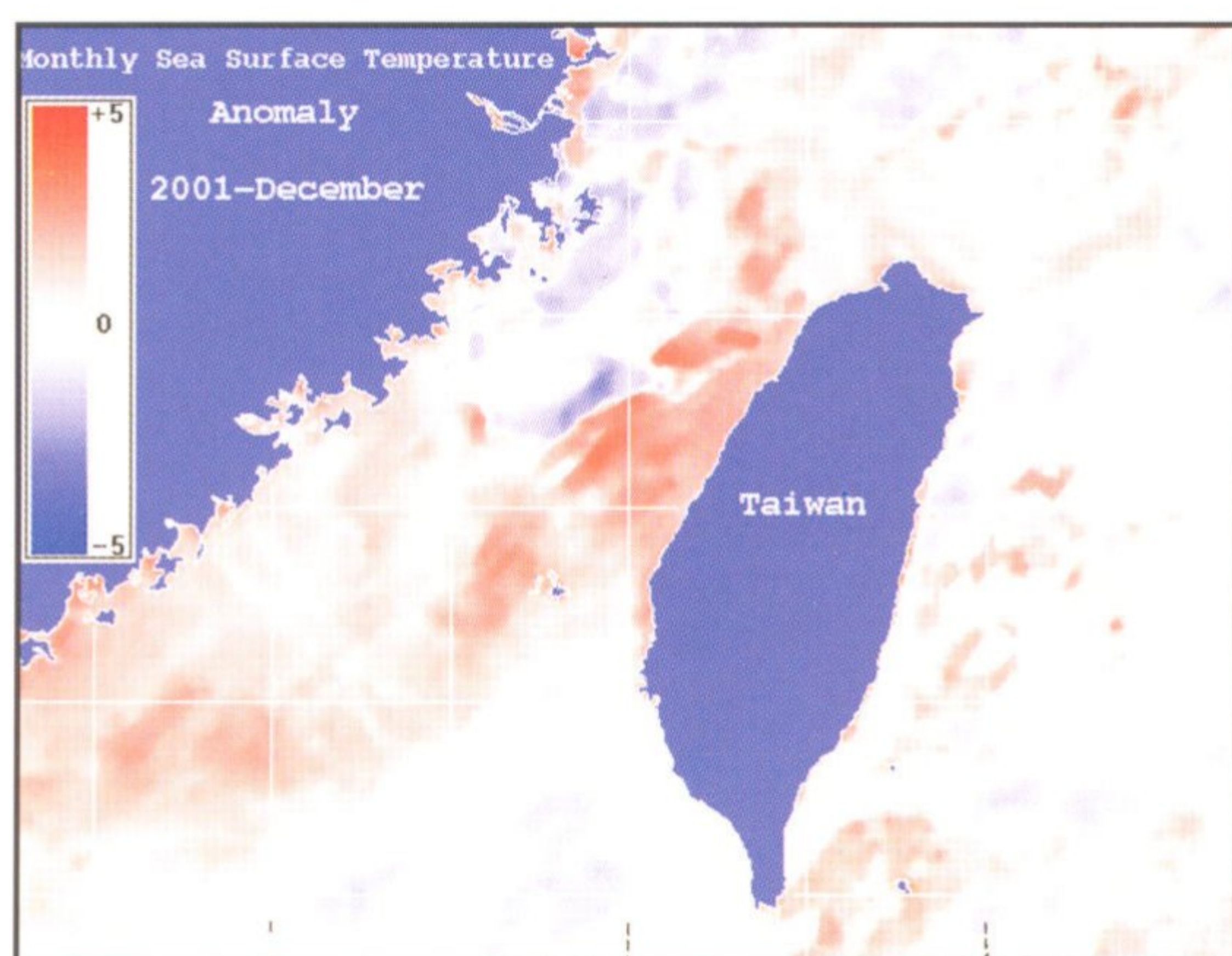


圖 5 2001 年 12 月份之衛星遙測海面水溫與過去 10 年 (1990~1999) 同月份平均海面水溫之比較差異值影像

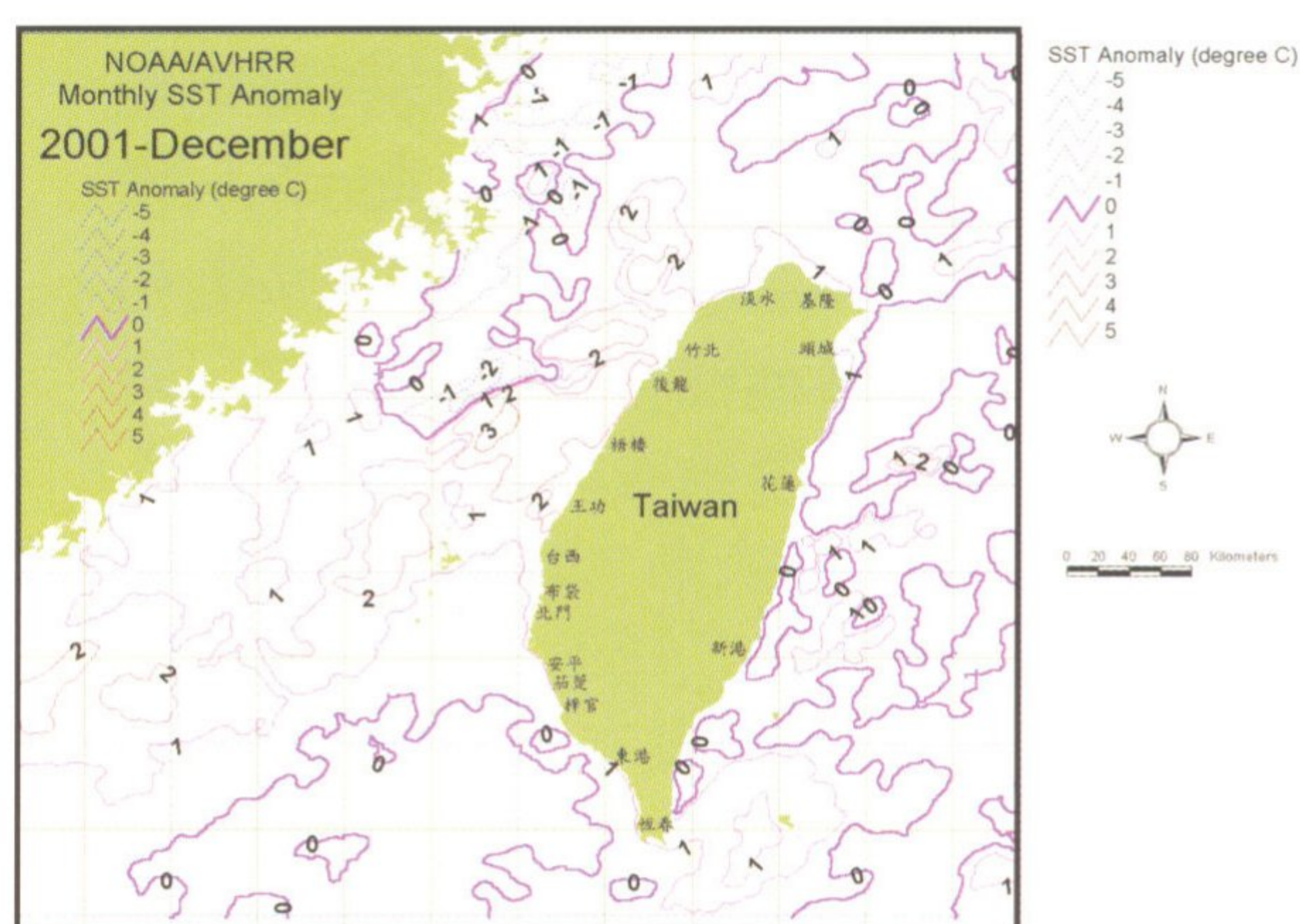


圖 6 2001 年 12 月份之衛星遙測海面水溫與過去 10 年 (1990~1999) 同月份平均海面水溫之比較差異值等溫線圖

三、烏魚漁海況地理資訊系統之建立與整合分析

本研究處理漁汛期間之 NOAA 衛星遙測海面水溫影像，並將其含經緯度空間座標位置之海面水溫數值檔，轉入 ArcView 地理資訊系統，配合當日台灣沿近海域烏魚漁獲尾數，建置烏魚漁海況地理資訊系統圖層，除有利於烏魚漁海況動態整合分析與應用外，未來可作為烏魚漁海況速報重要參考。因此，整合衛星海面水溫等溫線圖及當日烏魚漁獲量累計分佈，選定 2001 年 12 月 24~30 日 (共 6 天)，進行逐日之烏魚漁海況綜合分析。

(一) 2001 年 12 月 24 日

圖 7 顯示，沿著中國沿岸南下之低溫海水，由馬祖附近海域明顯侵入至台灣海峽中段海域，冷水舌前緣之 19°C 等溫線突入至大安及梧棲沿近海域，而漏斗狀冷水舌則沿著台灣西部海岸，往南

擴展至台南北門附近海域。另外， 20°C 等溫線於台灣西南海域，大致沿 200 米等深線，環繞澎湖周邊海域分佈，同時台灣西北部海域，從淡水沿海至基隆沿海，平均水溫亦約為 $20\sim 21^{\circ}\text{C}$ 。當日烏魚漁獲尾數最多海域為桃園及新竹沿海，該海域之海面水溫約為 $20\sim 21^{\circ}\text{C}$ 。

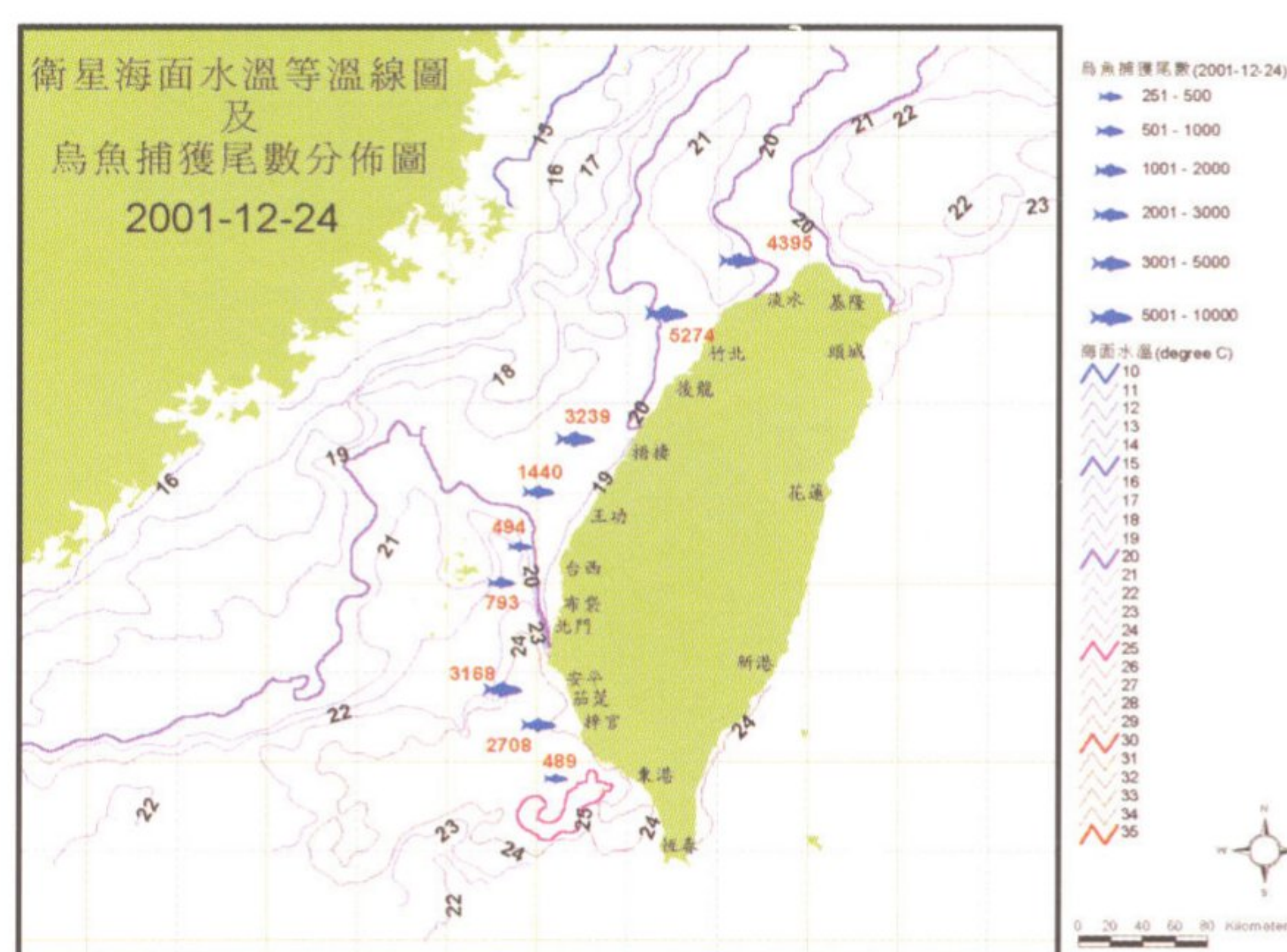


圖 7 2001 年 12 月 24 日衛星遙測海面水溫等溫線及當日各海域烏魚捕獲尾數之分佈圖

此外，根據當日之烏魚漁海況速報顯示，台灣西部各海域幾乎均有烏魚漁獲，西南海域總漁獲尾數約 6,000 尾，漁獲海域之海面水溫約 23~24℃。大安及梧棲以北沿岸海域則捕獲近 13,000 尾，漁獲海域之海面水溫約 20~21℃。

(二)2001 年 12 月 25 日

圖 8 顯示，中國沿岸海域南下之冷水勢力繼續發展，15℃ 低水溫等值線，由前一日仍分佈於馬祖北方海域，至當日已往南擴展接近金門北方附近海域，由於中國沿岸冷水之勢力南侵，導致黑潮支流為主之台灣西南海域，20℃ 等溫線較前一日往南退縮至澎湖水道附近海域，而漏斗狀低溫冷水舌則仍分佈於台南北門附近海域。當日烏魚主要漁獲位置分佈於淡水沿海，漁獲尾數約 5,000 尾，漁獲海域之海面水溫約 20~21℃。另外，台灣西南海域之烏魚漁獲量則較前一日少，僅於茄萣附近海域捕獲約四千餘尾，該海域之海面水溫約為 23~25℃。本日之烏魚總漁獲尾數約 13,000 尾，比 12 月 24 日之 22,000 尾少了近 8,000 尾。



圖 8 2001 年 12 月 25 日衛星遙測海面水溫等溫線及當日各海域烏魚捕獲尾數之分佈圖

(三)2001 年 12 月 26 日

圖 9 顯示中國沿岸冷水南下勢力仍維持不變，但台灣西南海域之黑潮支流勢力則稍微增強，20℃ 等溫線再度往北擴展，超過北緯 24 度。由圖 9 之等溫線分佈，亦顯示澎湖水道往西北方向延伸，存在等溫線密集分佈之水溫鋒面，該海域水溫梯度變化劇烈。水溫鋒面分佈位置之南方海域，約在台南北門及尖仔尾沿海，當日之烏魚漁獲尾數高達 28,000 尾，該海域之海面水溫約 23~24℃。較前二日均高之大量烏魚漁獲，是否與黑潮支流暖水與中國沿岸冷水交匯作用，形成之水溫鋒面有關，則有待蒐集更多資料進一步研究分析。

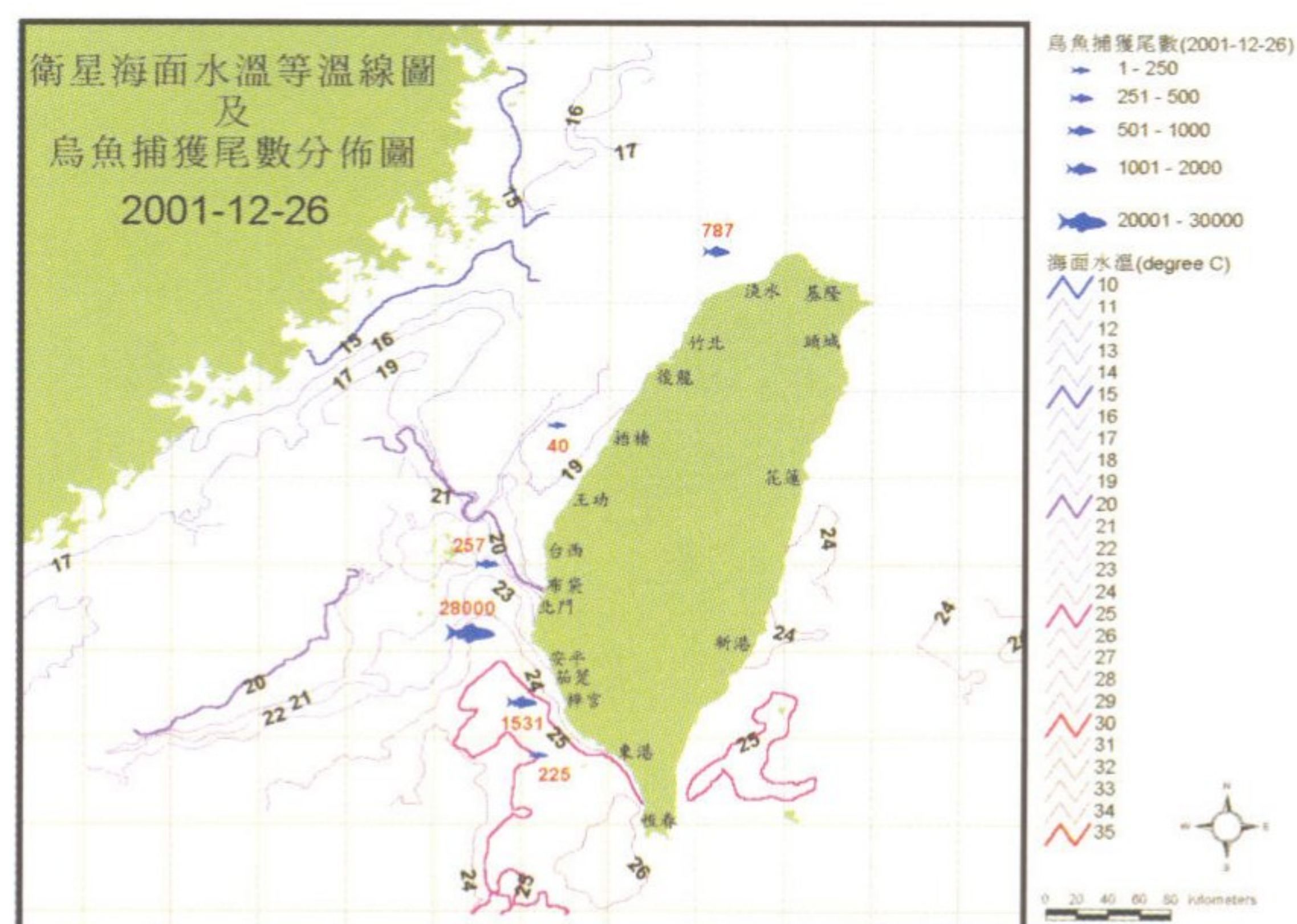


圖 9 2001 年 12 月 26 日衛星遙測海面水溫等溫線及當日各海域烏魚捕獲尾數之分佈圖

(四)2001 年 12 月 28 日

圖 10 顯示，黑潮支流勢力似乎又往南退縮至澎湖以南水域，18~19℃ 等溫線已擴展至澎湖附近海域，此時前日未被捕獲之烏魚群，繼續往南洄游，由北門附近海域至岡山沿海，當日之烏魚捕獲尾數約 5,600 尾。由於當日台灣西南海域雲層量多，衛星遙測受雲層遮蔽效應，

無法獲取該海域之海面水溫，無法判定烏魚漁獲位置之水溫分佈。

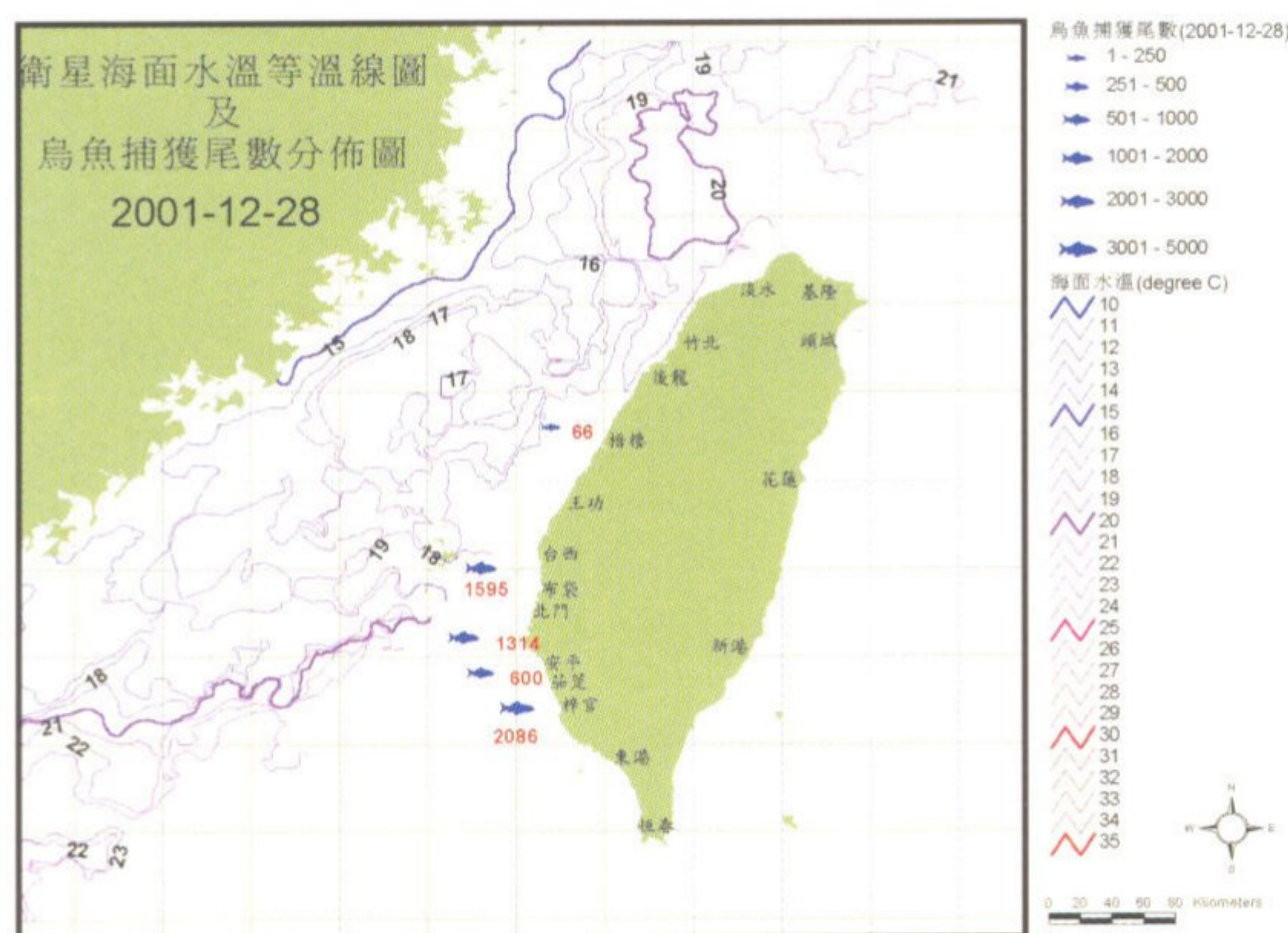


圖 10 2001 年 12 月 28 日衛星遙測海面水溫等溫線及當日各海域烏魚捕獲尾數之分佈圖

(五)2001 年 12 月 29 日

圖 11 顯示，台灣西南海域之黑潮支流勢力再度增強， 20°C 等溫線越過澎湖水道，亦超過北緯 24 度往北延伸，此時北方之中國冷水勢力並未退縮，仍佔據台灣海峽中段以北海域。此時高溫之 25°C 等溫線亦佔據台灣西南海域，大約台南北門以南之沿岸海域，造成澎湖附近海域被 20 、 25°C 等溫線包圍，形成澎湖附近海域等溫線密集分佈。由當日之烏魚漁獲尾數顯示，高漁獲海域分佈於澎湖水道南方海域，海面水溫值約為 $23\sim 24^{\circ}\text{C}$ 。另外，在高達 25°C 以上海面水溫分佈之茄苳沿海亦有零星漁獲，漁獲尾數約 1,500 尾。

(六)2001 年 12 月 30 日

圖 12 顯示，相對於中國沿岸冷水，具較高水溫特性之黑潮支流勢力繼續增強， 20°C 等溫線通過澎湖水道後，順著等深線往西北方向擴展，幾乎接近北緯 25 度，但此時中國沿岸冷水勢力仍佔據

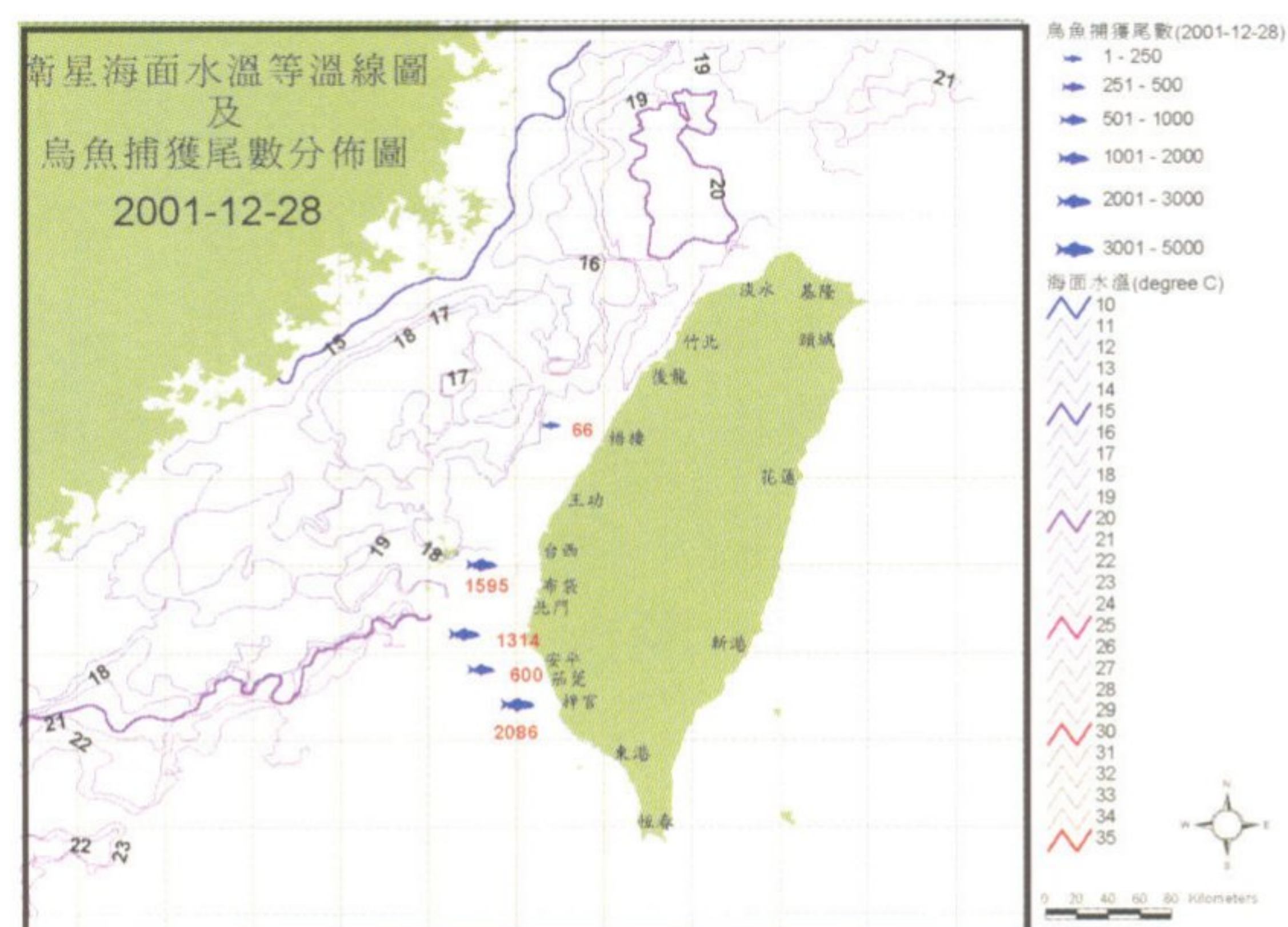


圖 11 2001 年 12 月 29 日衛星遙測海面水溫等溫線及當日各海域烏魚捕獲尾數之分佈圖

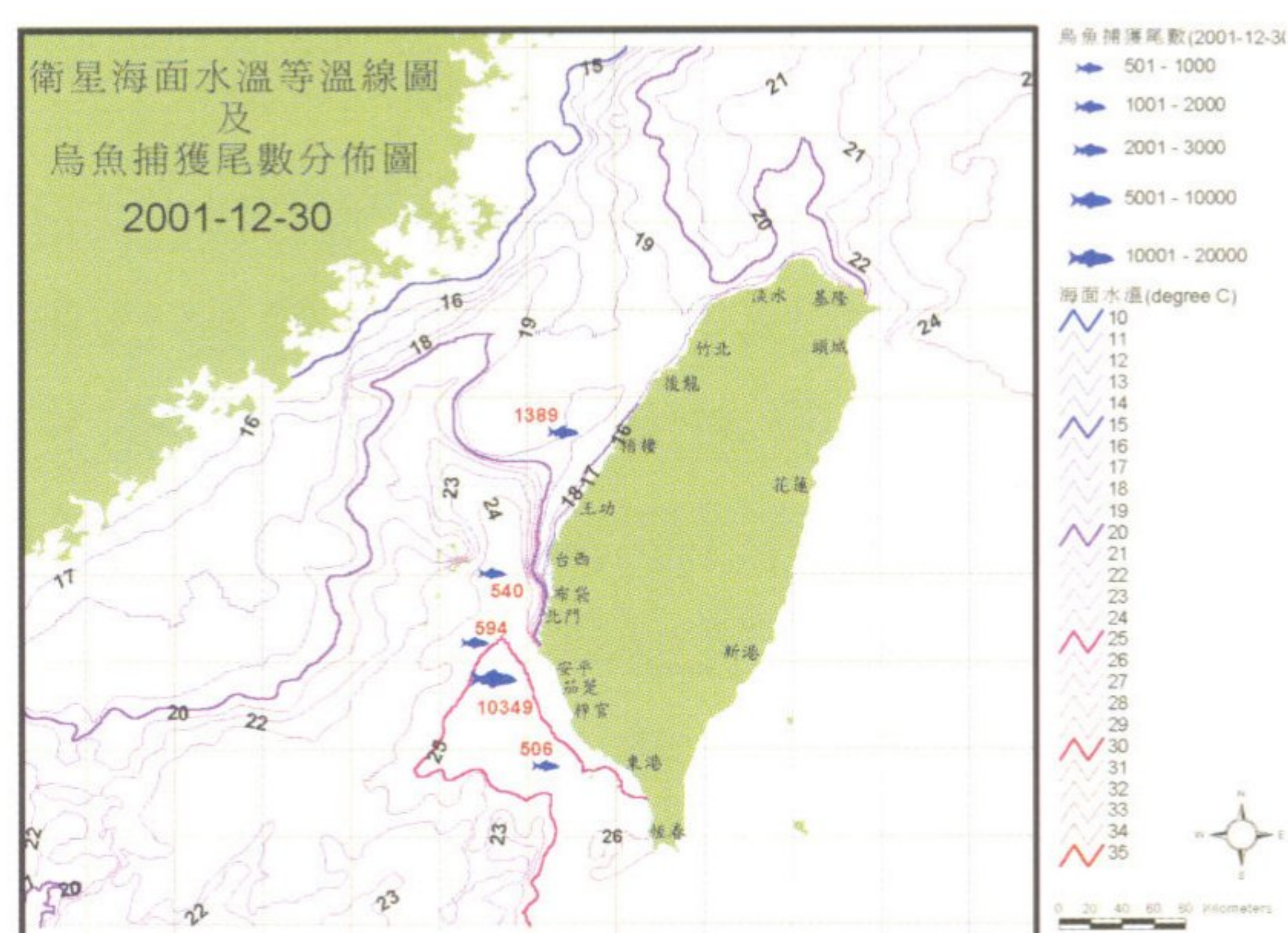


圖 12 2001 年 12 月 30 日衛星遙測海面水溫等溫線及當日各海域烏魚捕獲尾數之分佈圖

整個沿岸海域，其勢力幾乎維持不變，此時，在黑潮支流靠近台灣西海岸一側，同樣發生水溫鋒面分佈，此時 25°C 等溫線與前一日比較，仍佔據台南北門以南海域。然而根據當日之烏魚漁海況速報，顯示於安平及台南沿海，出現大量烏魚群，被捕獲約 10,000 尾，表示其捕獲海域海面水溫高達 25°C 以上。

綜合分析發現 2001 年 12 月 26 日以後，烏魚群幾乎不再出現於大安及梧棲沿海以北海域，顯示烏魚群已越過海面水溫 20°C 等溫線往南洄游，主要漁獲海

域之海面水溫均高達 23~25 °C。同時由大量烏魚群被漁獲時之海面水溫等溫線分佈圖顯示，此時之黑潮水勢力增強，與中國沿岸南下入侵之冷水交匯作用，形成明顯之水溫鋒面，此時鋒面南方偏黑潮支流一側水域內，即可捕獲大量烏魚群。相反地，當台灣西南海域之黑潮支流勢力減弱退縮時，該海域之烏魚捕獲數量銳減。主要烏魚群洄游分佈海域與黑潮水勢力消長之關係，有待進一步研究分析。

四、結論與建議

利用 ArcView 地理資訊系統建置衛星遙測海面水溫及烏魚漁況基礎資料庫，並進一步處理獲得海面水溫等溫線圖層及烏魚漁況日別漁獲動態圖層，再利用地理資訊系統優異之空間圖層套疊整合分析，可快速獲得更多漁海況綜合分析結果，並進行逐日之漁海況動態分析。未來將繼續蒐集歷年的水文或漁況時空分布資料，經整合分析建立烏魚漁海況地理資訊系統，作為烏魚漁海況速報之重要參考及發展工具，以提供漁民業者更多漁場資訊，協助判斷烏魚漁場分佈位置，提高漁撈作業效率，增進漁民收益。