

以海面水溫圖為基礎於 「烏魚漁海況速報服務」之研究

張致銓¹、賴繼昌¹、黃建智¹、黃星翰¹、曾振德²、翁進興¹

¹ 水產試驗所沿近海漁業生物研究中心、² 水產試驗所

前言

鯔魚 (*Mugil cephalus*) 俗稱烏魚，為臺灣沿海冬季重要經濟魚種，每年冬季 11 月下旬至翌年 1 月下旬期間，隨著中國沿岸流洄游至臺灣沿近海域產卵，在冬至前後 10 天為主要漁期。自 1960 年起，本所致力於烏魚漁海況調查，對於烏魚種類、年齡成長、生殖、資源狀態 (Su et al., 1995)、漁場形成機制及漁況變動環境因子等相關研究已有初步瞭解。烏魚主要漁獲位置從 1980 年代開始有明顯向北推移的情形 (Lan et al., 2014)，與每年冬季中國沿岸流指標 20°C 等溫線之空間分布變動特性一致，且漁獲量與表水溫長期變動特性呈現同步反向之變動趨勢 (王，2012)。此外，每年最高漁獲量出現時間主要集中在冬至前後，且與表水溫變動呈現一線性關係 (王，2012)。然而，近年全臺洄游烏魚捕獲量開始下滑到每年不到 50 萬尾，其中 2021—2023 年汛期漁獲量幾乎為近十年低點，皆僅約 30 萬尾 (圖 1、表 1)。

長期以來水試所致力於海洋漁業漁海況預報之建立與應用，並配合漁場資訊系統獲取臺灣海峽全面之水溫資料及其分布模式 (曾，2003)。直至 2020 年起，本團隊重新恢復烏魚漁海況速報服務。本研究目標針對烏

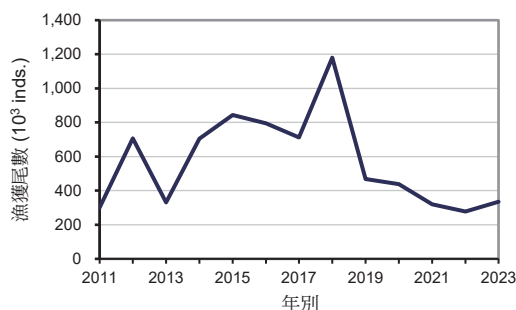


圖 1 2011-2023 年間烏魚之漁獲尾數逐年變化圖

魚漁業提供「烏魚漁海況速報服務」，於每年烏魚汛期即時發布短期動態速報等，主要內容包含漁海況速報表文字訊息、每日衛星水溫圖、未來 3 日水溫預測圖，同時即時整合海氣象動態、水溫資訊、長期預報、烏魚漁獲位置、漁獲數量等重要動態訊息，並針對未來短期漁況與漁場變動預測分析，彙整為即時速報資訊，以提供漁民作為烏魚群洄游動態判斷依據，並提供產業快速掌握烏魚漁海況動態。

衛星海面水溫模式與漁獲資料

烏魚汛期年度定義為每年冬季 11 月下旬至翌年 1 月下旬，橫跨不同年別，故年度定義以前一年度為主，例如，2023 年烏魚汛期時間為 2023 年 11 月下旬至 2024 年 1 月下旬。烏魚汛期之即時漁況與漁獲動態訊息，

表 1 2019-2023 年全臺各海域烏魚漁獲量 (尾數) 與汛期

海 域	2019	2020	2021	2022	2023
馬祖東引	160,912	72,895	110,687	46,051	32,156
宜蘭	27,364	192,613	13,896	116	30,254
新北(東北角)	67,635	95,674	22,336	2,606	48,665
基隆	3,188	153	3,825	8,314	969
新北(北海岸)	54,615	34,629	16,917	7,091	26,051
桃園	34,206	15,107	8,313	8,843	23,932
新竹	2,466	7,538	18,814	9,429	4,569
苗栗	5,726	451	9,537	4,473	3,366
臺中	89,883	19,354	94,922	121,501	114,959
彰化	13,815	-	3,948	6,256	24,131
雲林	2,313	-	3,672	6,844	11,297
嘉義	584	437	82	344	108
臺南	4,260	78	477	33,859	3,047
高屏	555	30	11,885	21,964	11,000
合計	467,522	438,959	319,311	277,691	334,504

近 5 年汛期時間：

2019 年：2019.12.01 至 2020.1.22，共計 53 日
 2021 年：2021.11.27 至 2022.1.22，共計 57 日
 2023 年：2023.12.06 至 2024.1.19，共計 45 日

2020 年：2020.12.07 至 2021.1.13，共計 38 日
 2022 年：2022.11.28 至 2023.1.14，共計 48 日
 統計單位：漁業署、水試所沿近海中心

主要來自合作標本船船戶、漁民及產業界之即時訊息，並結合各區漁會速報員合作蒐集漁汛期間即時漁況漁獲資料。本研究主要合作漁會由北自南包含蘇澳、貢寮、基隆、金山、淡水、桃園、中壢、南龍、臺中、彰化 (王功/線西辦事處)、雲林、嘉義、南縣 (將軍港辦事處) 等漁會及所屬辦事處。

本研究衛星遙測水溫等溫線圖資料來自 Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSSST) 海面水溫遙測分析，使用之資料時間區段為 2013—2023 年之逐日 SST 資料。另一方面，水溫預測圖環境資料主要來自 HYCOM 高解析海洋數值模式，全球混合座標海洋模式 HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model, <https://hycom.org/>) 之三維立體數值模式，解析度約 8.5 km，資料取得來自美國夏威夷大學 APDRC (<http://apdrc.soest.hawaii.edu/>)。運用 APDRC 每日資料時空間布變化，繪製未來 3 日水溫預測圖。

烏魚漁海況速報－速報內容

本研究自 2020 年起重新建立烏魚漁海況速報服務制度，包含重新規劃新的速報架構、內容、功能屬性及層次之速報發布模式，逐年提升發布頻率與內容品質，主要服務頁面架設於水試所官方網站之下。烏魚漁海況速報發布作業流程如圖 2 所示，速報運作模式說明如下：(1)漁海況速報前置作業：每年 11 月烏魚汛期前，統整漁海況資料來源 (如標本船、漁獲、長期氣象、水溫等資料)，並確認該年度預計發布對象與發布管道。(2)漁

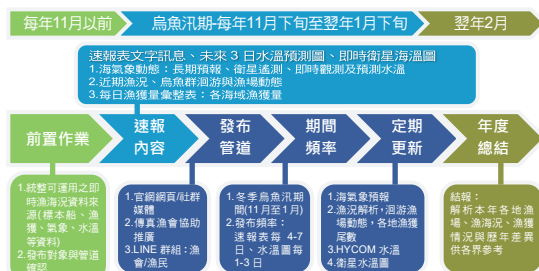


圖 2 烏魚漁海況速報發布流程圖

海況速報發布內容：包含速報表文字訊息、即時衛星水溫圖、未來 3 日水溫預測圖。(3) 漁海況速報表：主要提供重要漁海況資訊內容，包括：(a)海氣象動態 (包含長期預報、近期動態預報)；(b)水溫動態 (包含沿近海衛星遙測海面水溫、實際觀測水溫值)；(c)漁況、烏魚魚群動態與漁場動態解析；(d)漁況與漁場變動預測；(e)漁獲量彙整表 (最新各地烏魚捕獲位置、漁獲數量)。(4)漁況速報發布管道：漁汛期開始後，漁海況速報表、衛星圖、水溫預測圖等即時訊息，以官網網頁、社群媒體、傳真漁會公告或即時通訊軟體 (LINE) 傳送發布與推播。(5)發布期間：洄游烏魚汛期期間，時間為每年冬季 11 月中旬至翌年 1 月下旬。(6)發布更新頻率：漁海況速報表文字，每 4—7 日更新；衛星水溫圖每日更新；HYCOM 水溫預測圖，每 3 日更新。(7)烏魚漁海況年度總結—結報：每年 2 月烏魚汛期結束後，綜整該年度漁海況為「年度烏魚漁海況速報結報」，解析該年度漁獲變動與歷年差異之原因，提供各界參考。

烏魚漁海況速報—水溫圖

過去研究指出，烏魚在西北太平洋海域有三種隱蔽種，運用微衛星 DNA 可區分為 NWP1 (溫帶型)、NWP2 (黑潮型) 及 NWP3 (熱帶型)，其中冬季洄游至臺灣沿近海最主要的系群即為 NWP1 (Shen et al., 2011)。而近年本所運用海面水溫資料進行每年逐月之烏魚作業漁場網格化分布動態分析結果顯示，在 2014—2018 年間各年 12 月，臺灣西部偏北之海域有之 20—22°C 等溫線，受到中國沿

岸流影響形成相對適合的漁場分布，尤其在此海面水溫為樣本船主要捕獲烏魚群漁場之水溫區間，可作為臺灣冬季烏魚汛期海流強弱及其魚群洄游之先期指標 (張，2021)。海面水溫變動可推估烏魚群洄游分布位置，是故水溫圖可充分作為烏魚漁場位置判斷應用。

本研究提供水溫圖共有兩種類型，第一種為衛星海面水溫圖，本所自 1989 年起即提供 NOAA/AVHRR 衛星海面水溫影像 (黃，1989)，並自 2004 年起長期推廣發布於本所官網提供產官學界應用。而近年本所衛星水溫圖資料主要來自 GHRSSST 海面水溫遙測分析，全年提供每日臺灣周邊海域衛星海面水溫影像圖 (圖 3a)，以及衛星海面水溫等溫線圖 (圖 3b) 等服務，可作為判斷過去幾天以來的實際海面水溫變化情形。

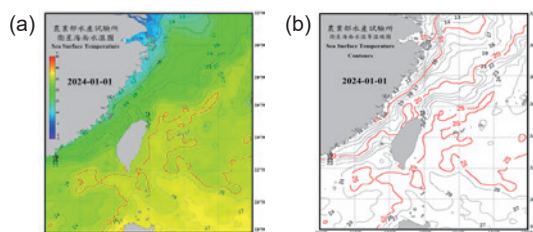


圖 3 衛星海面水溫 (a) 及等溫線圖 (b)

第二種為於烏魚汛期期間之 HYCOM 水溫預測圖 (圖 4)，發布時間為每年 11 月中旬至翌年 1 月下；發布頻率為每 3 天發布 1 次，發布內容為未來 3 日 HYCOM 預測水溫圖，共分為大中小三種尺度類型，目的為不同時空尺度變化下，推估未來水溫走勢動態。

由於冬季不同汛期所需的水溫圖細緻程度不同，因此本研究提供三種空間尺度的水溫圖，分別於烏魚汛期前中後發布，第一種大空間尺度水溫圖為「東海及南海」(圖 4a)，

座標為 20–38°N, 115–130°E; 第二種為中尺度之「臺灣周邊海域」(圖 4b), 座標為 22–28°N, 118–123°E; 第三種為小尺度之「臺灣海峽」(圖 4c), 座標為經度範圍 22–26°N, 119–122.5°E。

冬季烏魚漁場海面水溫受到季風影響會隨著時間而逐步變動, 由於 NWP1 烏魚群自中國沿岸由北往南洄游至臺灣海峽北部的時間為汛期初期之 11 月初至 12 月上旬, 在汛期初期需要掌握自渤海與黃海沿岸一直延伸至東海大陸沿岸海域之水溫變動, 因此初期需要大尺度範圍的「東海及南海」(圖 4a) 以及中尺度之「臺灣周邊海域」(圖 4b) 兩種水溫預測圖, 以判斷洄游魚群南下大致動向。12 月上旬至中旬魚群大多已靠近馬祖海域, 此時以三種空間尺度預測水溫圖, 判斷烏魚群自馬祖海域到臺灣海峽之短時間洄游動態。進入靠近臺灣的關鍵主要漁期—冬至前後 10 天之 12 月中旬至 1 月上旬, 此時主要洄游魚群往往已經靠近北部、西部海域, 持續發布中小尺度兩種類型的水溫圖 (圖 4b、4c) 作為漁場判斷, 最終持續發布至 1 月底汛期結束。

近 5 年漁法與漁場變動

近 5 年作業漁法變動如圖 5 所示, 其中 2023 年主要作業漁法以刺網類最多, 佔總漁獲量 77%, 扒網、巾著網各佔 12%、11%, 漁法組成與 2022 年差異甚大, 卻與 2019 及 2021 年情況類似, 2019 及 2021 年以刺網類 (78%) 為主, 扒網 (15–17%) 次之, 巾著網佔 2–5%。其中 2020 年情形相對特殊, 因該年主要漁場集中在 12 月 26–27 日前後之基隆、東北角至龜山島一帶, 且幾乎都由扒網船組大量捕獲, 其中兩組為扒網漁船改用巾著網漁法作業 (統計為巾著網捕獲), 故扒網船組該兩日總計捕獲約 27 萬尾 (約 44 萬公斤), 約佔該年六成的漁獲量。另一方面, 2023 年汛期由於烏魚群洄游至東北部時十分近岸, 部分扒網漁船亦改用巾著網漁法作業,

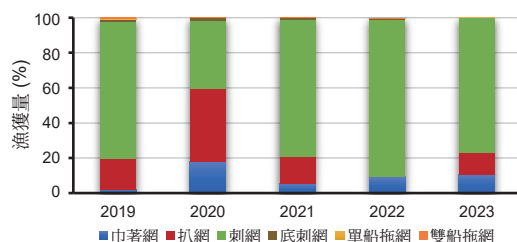


圖 5 2019-2023 年烏魚作業漁法比例變化圖

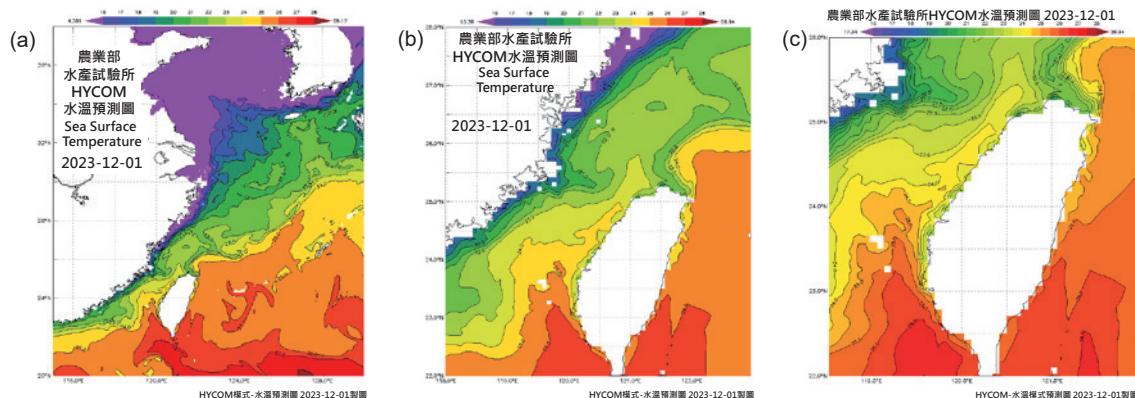


圖 4 不同空間尺度之 HYCOM 水溫預測圖

a: 東海及南海(大尺度); b: 臺灣周邊海域(中尺度); c: 臺灣海峽(小尺度)

故近 5 年大部分東北部之巾著網漁獲皆來自扒網船組所貢獻。

2023 年漁場分布與 2019 及 2021 年相似，漁場以中部以北為主（圖 6、7），然而總漁獲量相較 2022 年同期漁獲量增加 14%。比較近 5 年漁場位置分布有極大的差異，2019 年漁場分布以馬祖為主佔 34.7%，其次為東北角（20.3%）及中彰（22.2%），主要洄游群僅洄游至中部以北海域；2020 年漁場以馬祖、北部東北部為主佔 93.4%，顯示洄游群多洄游至東北部海域；2021 年漁場以馬祖為主佔 34.7%，其次為中部佔 31%，顯示洄游群僅洄游至中部海域為主；而 2022 年漁場以臺中以南為主佔 70.3%，顯示洄游群集中至西南部海域；而 2023 年馬祖漁獲量下降（9.6%），主要漁場仍以中彰海域為主（41.6%），其次為東北角（23.6%），顯示洄游群僅洄游至中部以北及東北部海域。

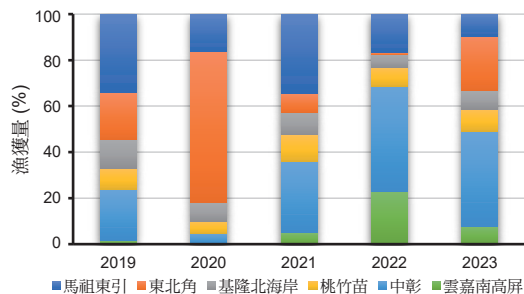


圖 6 2019-2023 年烏魚漁獲海域比例變化圖

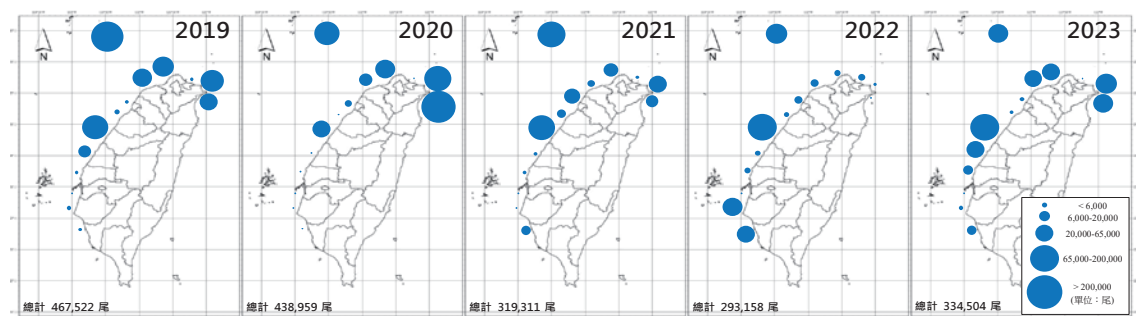


圖 7 2019-2023 年烏魚漁場分布圖

近年速報服務

烏魚漁海況速報服務之發布頻率，由服務初始 2020 年汛期之每 15 天 1 報次（共發布 4 報次）持續逐年改善；在 2021 年烏魚汛期間，發布 8 筆速報表以及每日衛星水溫圖，並新增「HYCOM 水溫預測圖」（圖 4）服務共發布 10 筆。2022 年烏魚汛期間，頻率為每 4—7 日 1 報次，共發布 12 報次，以及每日衛星水溫圖，以及 HYCOM 水溫預測圖服務共發布 39 筆。2023 年服務頻率由服務初始之每 15 天 1 報次，提升至約每 5 天 1 報次，以及每日衛星水溫圖，而 HYCOM 水溫預測圖服務共發布 50 筆。

有關近年漁海況速報服務與海面水溫預報之成效與檢討分析，各年主要漁場位置預測推估，尚都符合實際高漁獲量海域，逐年漁場分布如圖 7 所示。

在 2020 年汛期之漁場分布，受到強反聖嬰年影響，推測為 11 月下旬至 12 月上旬始於馬祖海域，12 月中旬於中部以北海域，12 月下旬評估主洄游群於東北部海域，而 1 月因整體水溫過低已不適合。該年度實際主要漁獲海域為 12 月中下旬之東北部海域捕獲將近 30 萬尾，總計捕獲 43 萬尾。

而 2021 年汛期之漁場分布，同樣仍受到反聖嬰年影響，推測 11 月下旬至 12 月上旬於馬祖海域，12 月中旬於中部海域，12 月下旬評估主洄游群於中部及東北部海域，翌年 1 月中旬以前評估仍於中部及東北部，但漸漸將轉為回頭烏為主，不適合捕撈。而該年度實際主要漁獲海域為 12 月上中旬馬祖海域約 11 萬尾，12 月中下旬之中部海域捕獲約 9 萬尾以及東北部捕獲 3 萬尾，然而總量約 32 萬相較前一年大幅減少。

2022 年烏魚汛期之漁場分布，連三年受到反聖嬰年影響，推測 11 月下旬至 12 月上旬於馬祖海域，12 月中旬於中部海域，12 月下旬評估主洄游群於中南部海域，翌年 1 月中旬以前評估仍於中南部。實際上該 (2022) 年度實際捕獲海域為 12 月上中旬馬祖海域約 4.5 萬尾，12 月中下旬之中部海域約 13 萬尾，以及 12 月下旬至 1 月上旬之雲嘉南海域約 5 萬尾，總量 29 萬尾又較前一年略減。由於冷氣團較往年更強，東北部幾乎無適合作業之天氣，北部捕獲量銳減。

2023 年漁海況速報服務成效與漁場水溫變動解析

2023 年烏魚漁汛期自 2023 年 12 月 6 日起至 2024 年 1 月 19 日，共 45 天，比 2022 年延後 1 週以上。整體漁獲量為 334,504 尾，比前一年增加 14%，但仍處於近 10 年相對低點 (圖 1)。

2023 年烏魚漁海況速報預估，汛期時間會較過去延後，漁期始於 12 月中旬馬祖海域，主漁期預估延後至 12 月中下旬才接近中

北部海域，並持續至翌年 1 月中旬。本研究使用衛星水溫解析了實際烏魚漁場變動 (圖 8)，並彙整各海域逐週漁獲變化，整體結果符合 2023 年漁海況速報預估結果。

受到 2023 年聖嬰現象暖冬影響，冬季寒流與大陸冷氣團一直延遲到 12 月中旬冷水團才南下臺灣海峽，使得漁汛期開始時間相對延後 7—10 天。衛星水溫圖顯示在漁汛期初期，中國沿岸流的冷水團前沿 20°C 等溫線直到 12 月 15 日 (圖 8a) 才開始明顯於往南至臺灣海峽中線一帶，這時馬祖東引海域捕獲到首波烏魚漁獲約 2.6 萬尾。

然而，直到冬至後，隨著強烈大陸冷氣團向南推移，20—21°C 等溫線才將洄游魚群帶入臺灣沿近海。自 12 月 25 日開始於桃園至富貴角間 (圖 8b)，12 月 26—27 日 (圖 8c、8d) 於北部與中部海域。在 12 月 28—31 日間 (圖 8e、8f、8g、8h)，冷水舌狀的 20°C 等溫線將洄游魚群分為兩個方向，北部富貴角以東和中部海域，整個 12 月下旬主要以刺網漁船捕獲為主，總計捕獲量約 13 萬尾。

在 12 月 31 日至 1 月 2 日之東北季風過後，出現了第 2 波漁獲高峰。在 1 月 2—3 日期間 (圖 8i、8j)，東北部海域以及中部海域於之 20°C 等溫線形成良好魚場，東北部扒網漁船以及中部刺網漁船，分別捕獲了約 6.5 萬尾和 3.1 萬尾的烏魚漁獲。而 1 月上旬東北部及中部仍有零星漁獲 (圖 8k、8l)，本年度漁汛期在 1 月第 3 週結束。

整體而言，2023 年烏魚漁汛期受到聖嬰年影響，較晚也較短。主要漁獲期在 12 月下旬冬至後才開始，僅 12 月下旬至 1 月上旬受到 2—3 波冷氣團影響在東北部及中部海域

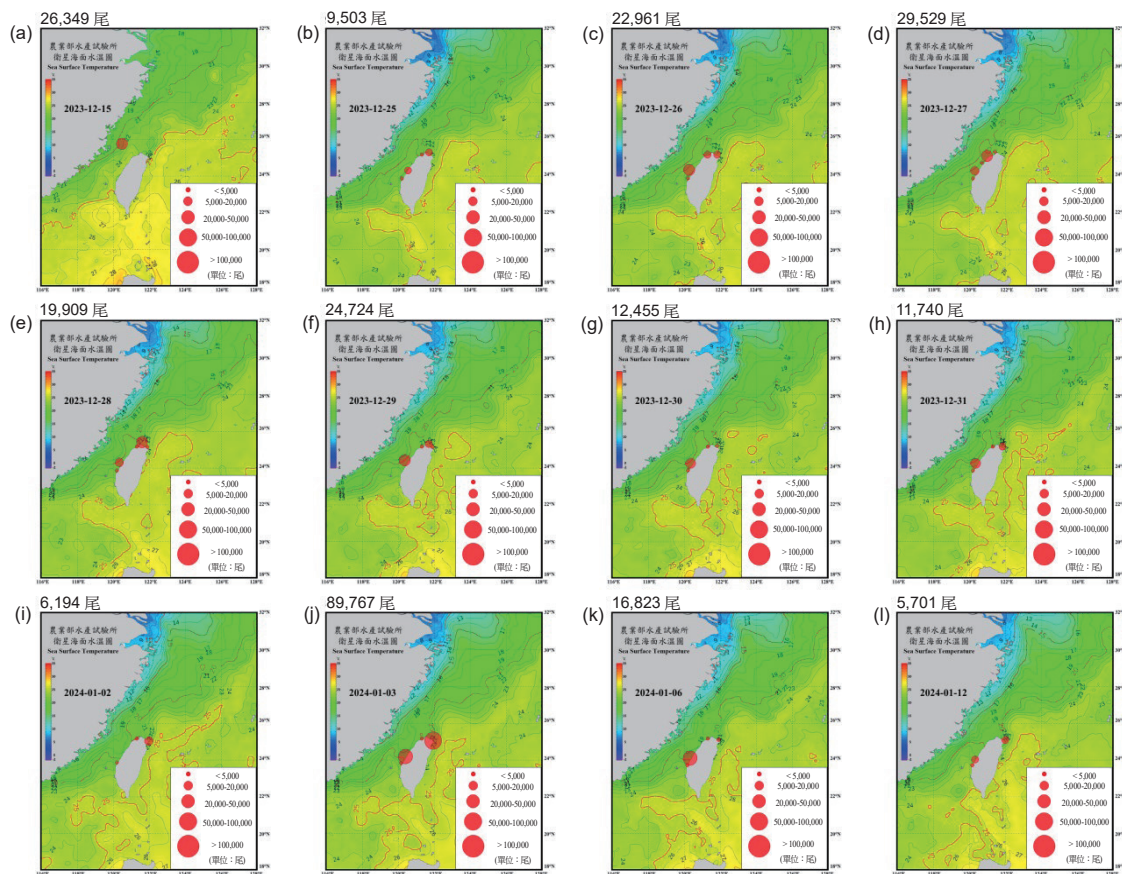


圖 8 2023 年烏魚漁場水溫分布 (2023 年 12 月 15 日至 2024 年 1 月 12 日)

形成適合的漁場環境。其中 92% 漁場位於中部以北，尤其以刺網（中北部）與扒網（東北部）有較佳漁獲，然而西南部海域水溫仍高，因此魚群未南下形成漁場。此外 2023 年冬季冷氣團與寒流天數較少，持續低溫時間較短，洄游至近岸的魚群多沉底，魚群也相對不夠集結，因此整體漁獲情形普遍不佳。

結語

烏魚漁海況速報對於烏魚捕撈漁業有相當程度的重要性，然而，烏魚速報服務之頻度與內容，仍有很大的空間需要強化，方能

符合漁民與產業需求。整體而言，烏魚資源量受到全球氣候變遷影響，近 20 年之臺灣海域的漁獲並不穩定，此外海況因素左右魚群來游路徑，進而影響整體漁況，是故漁海況資料收集、監測與推廣服務仍須持續執行，俾能掌握烏魚魚群整體洄游動態。

未來，本研究將持續運用長期漁獲、航跡、衛星與海氣象環境等相關資料，進一步強化速報內容與改善發布頻率，逐年持續優化速報模式以符合產業需求。同時，未來預期結合漁場氣象變動關連模式來進行解析，並朝向發展多元海洋環境因子預報，提供漁民和烏魚產業界參考應用。