

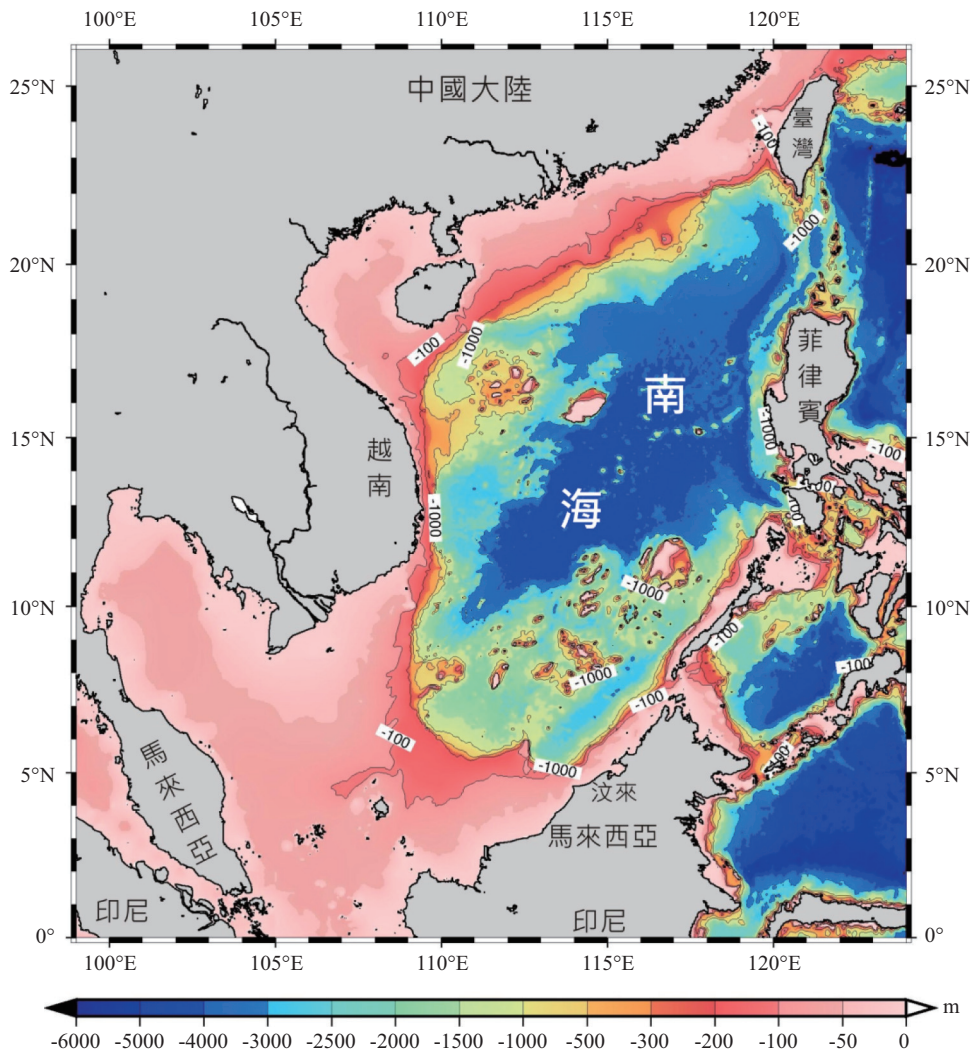
南海國際科學研究： 海洋生態、海洋生地化及水質環境、海洋物理、海洋地質

國立台灣大學海洋研究所 詹森 陳韋仁 蘇志杰
中央研究院環境變遷研究中心 夏復國

南海是緊臨亞洲東部最大的邊緣海（圖一），被我國、菲律賓、馬來西亞、越南、汶萊、印尼以及中國大陸等地海岸所環繞，除了提供豐富的海洋資源，也是東南亞與東北亞之間的重要航運通道。就地理位置上來看，南海位於地球上最大的大陸-歐亞大陸，以及最大的海洋-太平洋之間，它也是印度洋季風和東亞季風帶的交會處，對亞洲地區的氣候觀測上具關鍵地位，這兩種季風的交替對臺灣及周遭區域的天氣、氣候有重要的影響。在海洋環境與生態方面，南海的生物多樣性調查能幫助我們了解人為擾動對生物多樣性及生態系統的衝擊；海洋與大氣交互作用的研究則能幫助我們了解其對南海海水的生物與地球化學特性以及對颱風、季風生成及演變的影響；洋流的研究能幫助我們明瞭由太平洋經過菲律賓、印尼島嶼和南海間的穿越流（Throughflow），提供海洋垃圾、污染物漂流路徑和最終去向的參考。另外，南海海盆的形成與演化不僅提供我們探索地球上海盆形成與演化的參考，也對南海非生物資源的分布提供了重要的線索。這些科學上的研究議題對南海周遭國家人民的生活環境有重要的影響，洋流、生態、水質的觀測與研究關係南海周邊地區民眾的生活、飲食的安全而颱風、地震、海嘯的觀測與研究更直接關係到地區民眾生命、財產的安全。因此南海的海洋與大氣科學研究，兼具有區域和全球的重要性，值得科技部推動成爲下一階段海洋科學研究的重點之一。

南海海洋生物研究方面，印度—西太平洋海域具有全球最高的物種多樣性，此特性不僅使其在全球海洋生物多樣性、生物地理學、生態學與演化學，甚至是醫學研究上，都扮演著非常重要的角色，其豐富的生物資源亦廣爲周

邊國家利用。根據「亞洲開發銀行」的報告[1]（<https://openaccess.adb.org/bitstream/handle/11540/773/regional-state-coral-triangle.pdf?sequence=1>），環繞南海有超過 1.5 億的人口依賴此海洋生態系及其衍生的產品和服務，造就了周邊國家的生產總值（GDP）總貢獻達 1.2 兆美元，以及價值約一百億美元的漁業產值，佔全球市場的 10.5%。然而，我們利用南海資源的同時也對其生態系統造成嚴重的衝擊，包括：過漁、海洋污染、棲地破壞、海洋酸化和氣候變遷等，都威脅著南海生態系統的健全發展及生物多樣性，如何促進南海海洋生物資源的永續利用是非常重要且迫切的議題。而此議題的關鍵在於全盤了解此區域的海洋生物多樣性和生態系現況、自然與人爲活動的衝擊，以及研擬妥適的保育策略。因此海洋生物研究將以「南海海洋生物多樣性研究：現況，衝擊和保育」爲題，以國內外研究船進行詳細探勘、記錄與研究，並以太平島爲生態環境長期監測基地，進行野外調查採集、資料收集及生態長期監測，預期獲得的研究結果將可提出具體可行方案，做爲我國及其他南海周邊國家設立海洋保護區及相關保育工作的基礎，促進南海生物資源的永續利用與生態系健全發展。透過此計畫亦可對所有採獲的生物建立形態分類與生命條碼（DNA barcoding）相互結合的資料庫，以有效減輕分類專家及知識不足的困境，結果將可推展至鄰近海域，甚至整個印度—西太平洋地區，提供精確的資料，以利漁業資源管理及做爲國際自然保護聯盟（IUCN）評估瀕危物種紅色名錄的依據，以確保保育工作的執行。本計畫跨領域合作議題，如海洋酸化、珊瑚白化、生物及非生物(如海洋垃圾)的起源及散播與洋流的關係、生物和區域地質的共演化、天然災害對生態



圖一 南海地理位置及海底地形圖。

系衝擊等，將可增進對南海生態系的通盤了解。

在全球海洋環境議題中，海水酸化的現象一直是個受重視的環境問題，它也會帶給臺灣不可忽視的環境與社會經濟的衝擊。在國際上，海洋酸化的研究正在迅速地發展與擴大中，反觀臺灣，在這國際性議題上的參與度明顯不足。因此海洋生地化學的研究將以「海洋酸化對南海珊瑚礁鍊（南灣—東沙—太平島）水體生態衝擊」為主題，採用比較式研究（comparative approach），在一個相對較酸的海域中（南海）進行比較式的生物地球化學調查，以了解酸化、溫度與營養鹽條件的相互作用對淺水熱帶珊瑚礁生態系統的影響。海洋酸化雖是一個全球現象，但不同的珊瑚礁島卻會因地域的差異而各自擁有不同的“次生長環境”，如墾丁南灣有湧升流及內潮作用

[2]，東沙環礁有內潮及隨之演生的非線性內波影響[3]，這些物理作用，會將低溫但高營養鹽的深層海水輸送至表層。低溫的深層海水會有降溫的作用，高營養鹽的深層海水有助於珊瑚的生長及礁體的正常發育。我們的科學假說（hypothesis）是低溫及高營養鹽應有助於南灣與東沙環礁珊瑚對抗白化（肇因於暖化）及酸化；而太平島附近的海水抬升作用似乎不顯著，該處之珊瑚是否較不能忍受海洋酸化的影響，值得學界深入探討。本項研究擬結合衛星遙測資料、野外觀測資料、實驗室模擬與數值模式對這些假說進行驗證，最終期提供一個國際珊瑚礁研究的合作平臺，建立南海珊瑚礁鍊水體生地化資料庫。

海洋除了受大氣變動的直接影響，也能透過海氣交互作用產生與大氣之間的回饋機制

(feedback), 回過頭來影響大氣環流的變動, 如颱風、季風及區域氣候等; 洋流跟波動 (包括海洋表面及內部) 則帶動海洋裡各種物質 (包括水量、鹽份、營養鹽、海洋垃圾、人為污染及廢棄物)、熱量和動位能的輸送和擴散, 因此海洋不僅提供我們生活中需要的很多資源, 也在調節氣候、全球變遷上扮演了重要的角色。相對說來, 在東亞海域及西北太平洋中, 南海是較少有系統性物理海洋研究的海域之一, 基於南海的特殊氣候與半封閉海盆之條件, 及其對周邊國家甚至全球海洋生物多樣性、漁業資源、航運、氣候的重要性, 物理海洋研究將聚焦在南海環流、中尺度渦旋、海氣交互作用及環境參數變動之長期觀測研究, 同時計畫在太平島科學實驗站進行大氣及海洋聯合觀測, 參與國際海洋大陸區氣候密集觀測計畫, 並在太平島附近建立海洋長期觀測站, 同時發展水下錨碇即時觀測技術。另一方面, 本計畫將構建南海海洋數值模擬模式, 研究多重尺度海洋動力對海洋環境變動的綜合效應, 期增進我國南海海洋預報能力。除了與南海大氣科學研究合作, 觀測工作將與海洋生物採樣、生物地化觀測同步進行。此外我們也希望尋找南海周邊國家之合作, 建立太平島海洋長期觀測站, 進行海洋暖化、酸化等全球關注環境議題的觀測。

海洋地質暨地球物理研究將著重在「南海地體構造演化及古氣候變遷與極端災害事件研究」, 其內容包括下列五大項。(一)、發展水下即時資料傳輸系統, 藉以結合臺大海洋所即時海洋浮標系統 (real-time data buoy) 與寬頻海底地震儀, 並透過與中研院目前已完成或進行之南海周邊地區寬頻地震網系統之連結, 除可進一步針對南海地體構造研究提供必要資料外, 更重要的是提供可能發生於馬尼拉海溝之大規模地震所引發海嘯的預警工作。(二)、在太平島海域進行多頻道反射震測與海底地震儀—島上地震儀聯合震測作業並建立鄭和群礁地質架構, 將可提供未來鑽探規劃所需之基本地質背景資料, 並可透過與未來鑽獲岩心進行比對, 建立南沙群島海域地層、地質架構。(三)、利用太平島上及周邊海域進行岩心採樣, 協助建立過去長時間尺度區域內強烈颱風事件之時序記錄, 再配合古海洋與古氣候研究記錄將可建立地質時間尺度下氣候變遷對於颱風系統形成之頻率與強度之影響, 藉以

拓展現代觀測成果至古地質記錄, 提供建立更為完整、正確的全球環境變遷預測模式所需之基礎資料。再者, 是否位於遠離陸地河流輸出之太平島海域, 海底下水輸出系統成為維繫島礁生態系統的重要因素之一, 而颱風及降雨系統與海底地下水輸出系統間的交互作用為何? 各項條件與議題使得位於受到人為活動衝擊較低的太平島可成為國際相關議題的重要研究位置。(四)、於南海海盆及南沙群島海域進行長岩心採樣作業, 建立南海古氣候變化紀錄及極端事件紀錄, 並且積極加入國際綜合大洋鑽探計畫 (IODP) 2017 年於南海進行之鑽探計畫, 拓展我國國際關係, 擴大南海沈積地層、古氣候變遷與地體構造研究的重要選項。(五)、推動臺法合作, 在南海海域進行長支距多頻道反射震測與海底地震儀聯合震測作業, 建立南海南部, 特別是南沙地區的地質架構。

我國海洋學界本「分區逐年」的研究策略, 五十幾年來已經大致完成臺灣海域的海洋物理、生地化、生物、地質及地球物理之各項探測與研究, 同時也在科技部自然司海洋學門的長期支助下, 建立了完整的海洋探測資料庫, 定期出版資料圖集報告供各界應用 (最近一版見 105 年海洋資料圖集報告[4]), 近年更將三十年來的研究成果編纂成「臺灣區域海洋學」一書做為我國海洋學的教科書之一[5]。如今配合政府「新南向政策」, 恰是最好的時機由科技部主導, 集海洋學界之力推動, 朝向南海進行下一階段的「分區逐年」跨領域的海洋探索, 並以我國南沙太平島為中心, 與周邊國家合作, 共同監測南海環境變遷、海洋酸化、天然災害、人為汙染與資源應用等課題, 保育南海之自然資源, 促進對南海的共同管理與永續發展。

參考文獻

- [1] Asian Development Bank. Regional State of the Coral Triangle - Coral Triangle Marine Resources: Their Status, Economies, and Management. Asian Development Bank. <http://hdl.handle.net/11540/773> (2014)。
- [2] S. Jan and C. T. A. Chen, Potential biogeochemical effects from vigorous internal tides generated in the Luzon Strait: A case

study at the southernmost coast of Taiwan. *J. Geophys. Res.-Oceans*, 114, C04021, doi:10.1029/2008JC004887 (2009)。

- [3] Y.-H. Wang, C.-F. Dai, and Y.-Y. Chen, Physical and ecological processes of internal waves on an isolated reef ecosystem in the South China Sea, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L18609, doi:10.1029/2007GL030658 (2007).
- [4] 中華民國 105 年海洋資料圖集報告, 國立臺灣大學海洋研究所/科技部海洋學門資料庫出版, 臺北市, 臺灣, 中華民國。170 頁 (2016)
- [5] 臺灣區域海洋學, 戴昌鳳主編, 臺大出版中心出版, ISBN: 978-986-350-045-2。臺北市, 臺灣, 中華民國。456 頁 (2014)。