



目錄

- 1 前言、儀器服務平台、近期消息
- 2 日本東北仙台外海石卷斜坡水道的組構、成因與意涵
- 4 印尼蘇拉威西島的地震地體構造
- 6 南沙群島海域陸洋過渡帶之地質演化和地殼構造
- 8 近期活動
- 9 本季成員發表文章 (2023.01~)、致謝

前言

郭陳濤 國立臺灣大學地質科學系 教授
台灣地震科學中心 執行秘書

除了台灣本島地體構造的研究，有許多學者經由國際合作進行不同區域的地球構造調查，本期有針對日本東北與南海區域的反射震測調查了解該區的地殼與斷層結構，與印尼蘇拉威西島的地震地體構造。感謝台大海研所張日新、中央地科系陳伯飛與成大地科系張頌平教授分享相關研究成果。

儀器服務平台

- 地震儀器中心儀器庫存查詢 <https://tecip.earth.sinica.edu.tw/>，若您有儀器使用之需求請與儀器中心聯絡。
- TEC 支援各大專院校相關科系之地球物理實習課程。歡迎有需求的授課教師於線上系統提出申請，申請網頁為：<https://tec.earth.sinica.edu.tw/geoclass/>

近期消息

- 112 年 3 月 13 日至 17 日於台南國立成功大學舉辦「2023 Slow-to-Fast Earthquake Workshop」及 112 年 3 月 20 日至 21 日於中央研究院環境變遷研究中心舉辦「2023 Round-Table Workshop: On Leveraging Low-Cost Seismic Networks In Building Resilient Cities & Infrastructures」已圓滿結束，感謝各位成員的參與。
- 中華民國地球物理學會與中華民國地質學會 112 年年會暨學術研討會將於 112 年 5 月 17 日至 18 日假桃園龍潭渴望會館舉辦，會議相關資訊請參考：<https://cgs.gst.org.tw/Geosciences2023>，歡迎踴躍參加。
- 第七屆台灣地震科學中心年會預計於 9 月初在墾丁青年活動中心舉辦，會議相關資訊將盡快公告，歡迎踴躍參加。

日本東北仙台外海石卷斜坡水道的組構、成因與意涵

張日新 國立臺灣大學海洋研究所

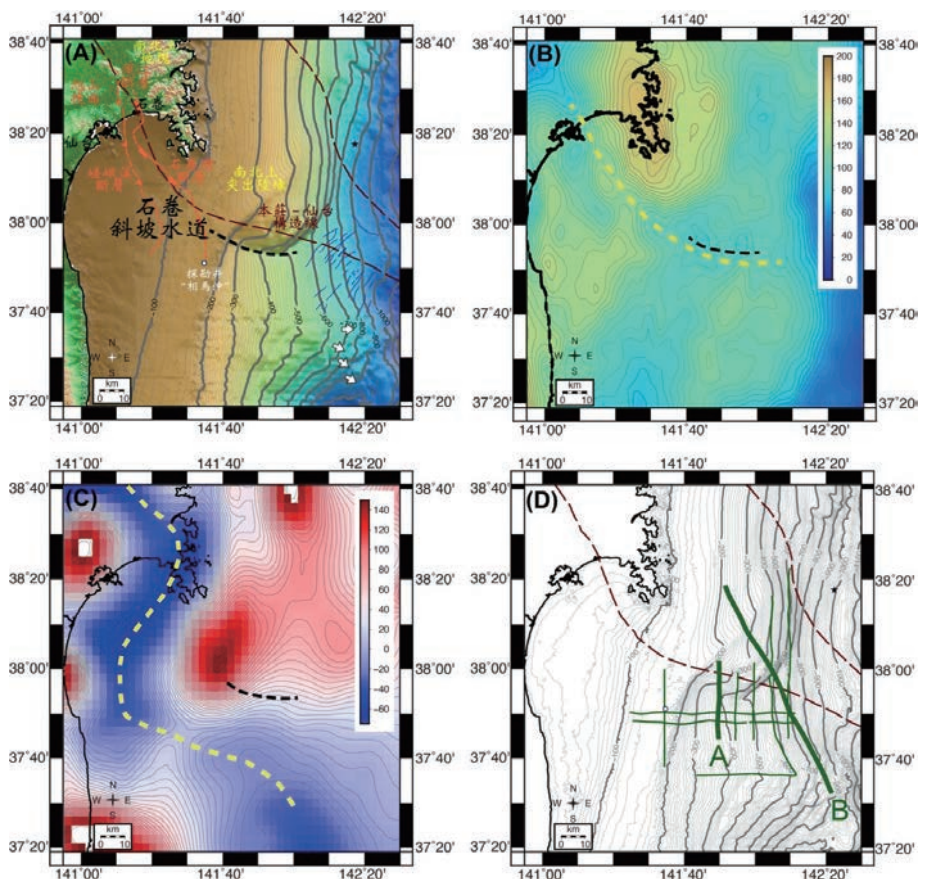
doi: 10.30067/TECNL.202303_(39).0001

海底峽谷與斜坡水道 (slope channel) 是常見的海洋地質特徵，他們常接連著陸地與深海，扮演著將陸源沈積物輸送到海洋盆地的重要管道。除了沈積物的輸送之外，海底峽谷與斜坡水道的形貌常為構造活動所控制與影響，致使他們的流徑受到改變。則藉由海底峽谷與斜坡水道細微的特徵改變，我們可以了解該地區的構造活動的紀錄。

2011 年的 311 東日本大地震事件可謂近十年日本最重要的研究議題。筆者與日本地調所的同仁戮力進行在日本東北仙台地區、近鄰大地震震央地區的調查。利用海域震測資料，調查分析位於水深 200-800 公尺處的石卷斜坡水道 (圖一) (按：石卷為距離最近、也是震災最為慘重的城市之一)。進一步深究，我們發斜坡水道下為水道複合體 (channel complex) 的堆積，有著高振幅反射 (High-amplitude reflectors, HARs) 與側向加積體 (Lateral accretion packages, LAPs) 的特徵 (圖二)。藉由這些特徵的分析，我們了解

到此斜坡水道早先在較南側發育，隨即才慢慢向北側遷移。然而石卷斜坡水道為什麼會向北側遷移呢？

非常有意思的是，在水道複合體的南北兩側，我們都發現了構造的痕跡 (圖三)：北側的構造為一基盤高區，而南側的構造不但是高區，更有著非常多的出露海床的斷層所形成的斷層崖，說明了有非常活躍、正在活躍的斷層活動。則我們可以斷定水道在形成

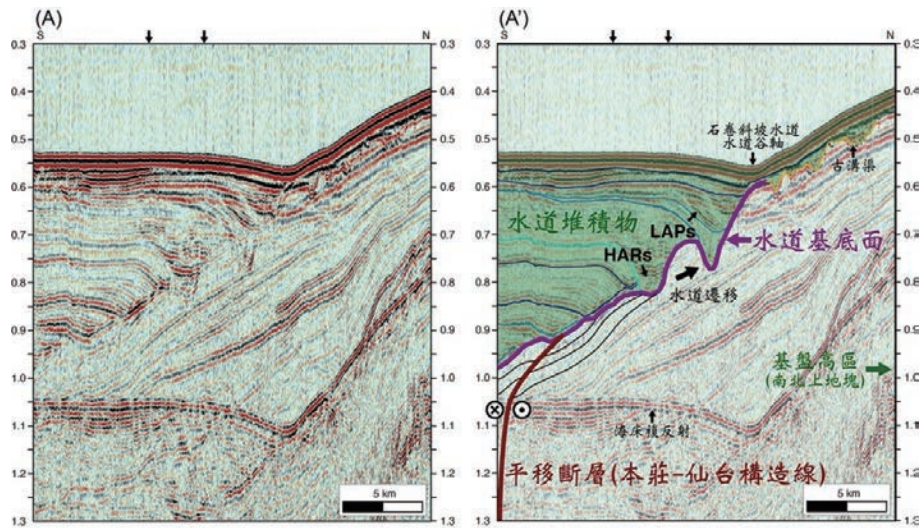


圖一、研究區域與資料分佈。(A) 地形水深與地質構造分佈圖；(B) 與 (C) 為重力異常與磁力異常分佈圖，黑色虛線為石卷斜坡水道之位置，黃色虛線為重力異常與磁力異常值之低區；(D) 資料分佈與剖面 A 與 B 之位置圖。

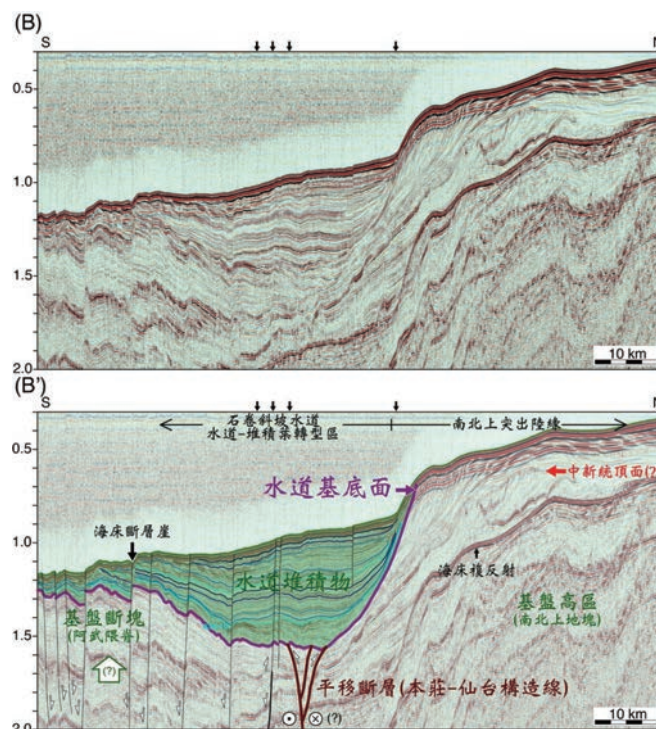
之後向北遷移到現今之流徑，應與這活躍的斷層活動有關。進一步地，根據斜坡水道的走向、水道複合體的分佈以及地下構造的比對，我們認為水道的發育反應了日本陸上常見大規模的平移斷層系統、即所謂構造線 (Tectonic Lines) 的發展。然而活躍的構造線，與大地震有怎樣的關係、能否指示未來大地震的發生？我們希望未來能有進一步的地震學分析。

參考文獻

Chang, J.-H., Inoue, T., Misawa, A., & Arai, K. (2022). Architecture, formation and implication of active structure - controlled intraslope channel system southeast offshore Sendai, Tohoku, Japan. *Basin Research*, 35(2), 802–824. <https://doi.org/10.1111/bre.12736>



圖二、震測剖面 A 與解釋。



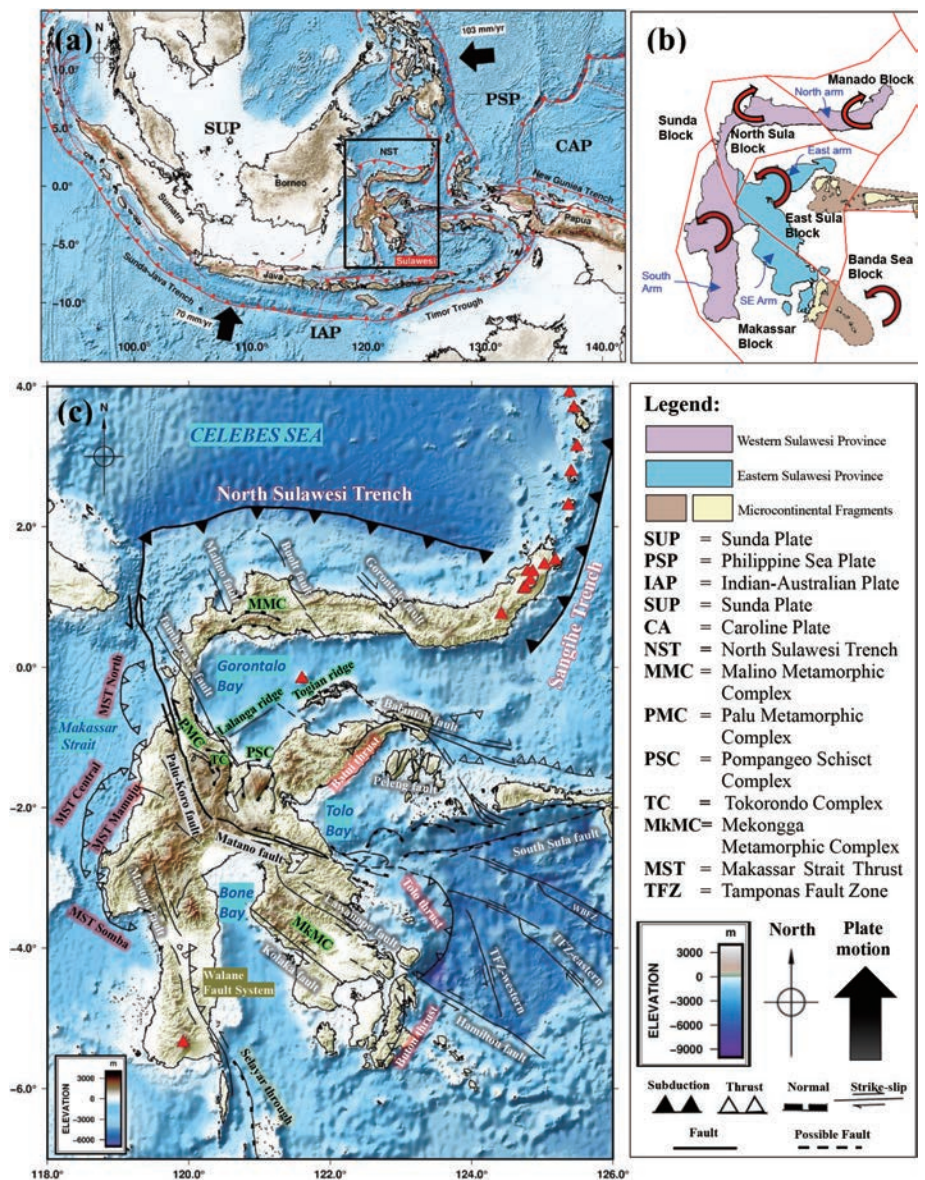
圖三、震測剖面 B 與解釋。

印尼蘇拉威西島的地震地體構造

游平、陳伯飛 國立中央大學地球科學系
doi: 10.30067/TECNL.202303_(39).0002

印尼東部的蘇拉威西島 (Sulawesi, 以下簡稱蘇島) 位處巽他、印澳和菲律賓海板塊的交界 (圖一 a), 蘇島本身是由南、北、東和東南四個方向的區塊, 經由各自的地質演化, 聚合而成今日蘇島特有的 K 字形外觀, 伴隨複雜的地體構造與活躍的地震活動 (圖一 b)。簡單的說, 蘇島西部以深成火成爲主的基岩主要形成於 Paleogene 時期印澳板塊向西北的隱沒作用; 此隱沒作用在早中新世, 由於澳洲大陸的逼近開始弧陸碰撞作用, 形成蘇島東部蛇綠岩套與變質岩帶爲主的基岩。現今蘇島地體構造特徵主要是受到晚中新世微大陸地塊與東區塊的碰撞所控制, 包括北蘇島塊體的順時針和南蘇島塊體的逆時針旋轉、Celebes 海洋板塊的向南隱沒、貫穿蘇島 Palu-Koro 左移斷層的發育 (圖一 b、c)。本研究彙整地震目錄資料 (the ISC-EHB catalogue, the GCMT catalogue) 探討蘇島的地震地體構造, 以 60 公里深度爲界分爲淺部與深部。淺部依地震特徵分成五個區域, 應變釋放模式大致

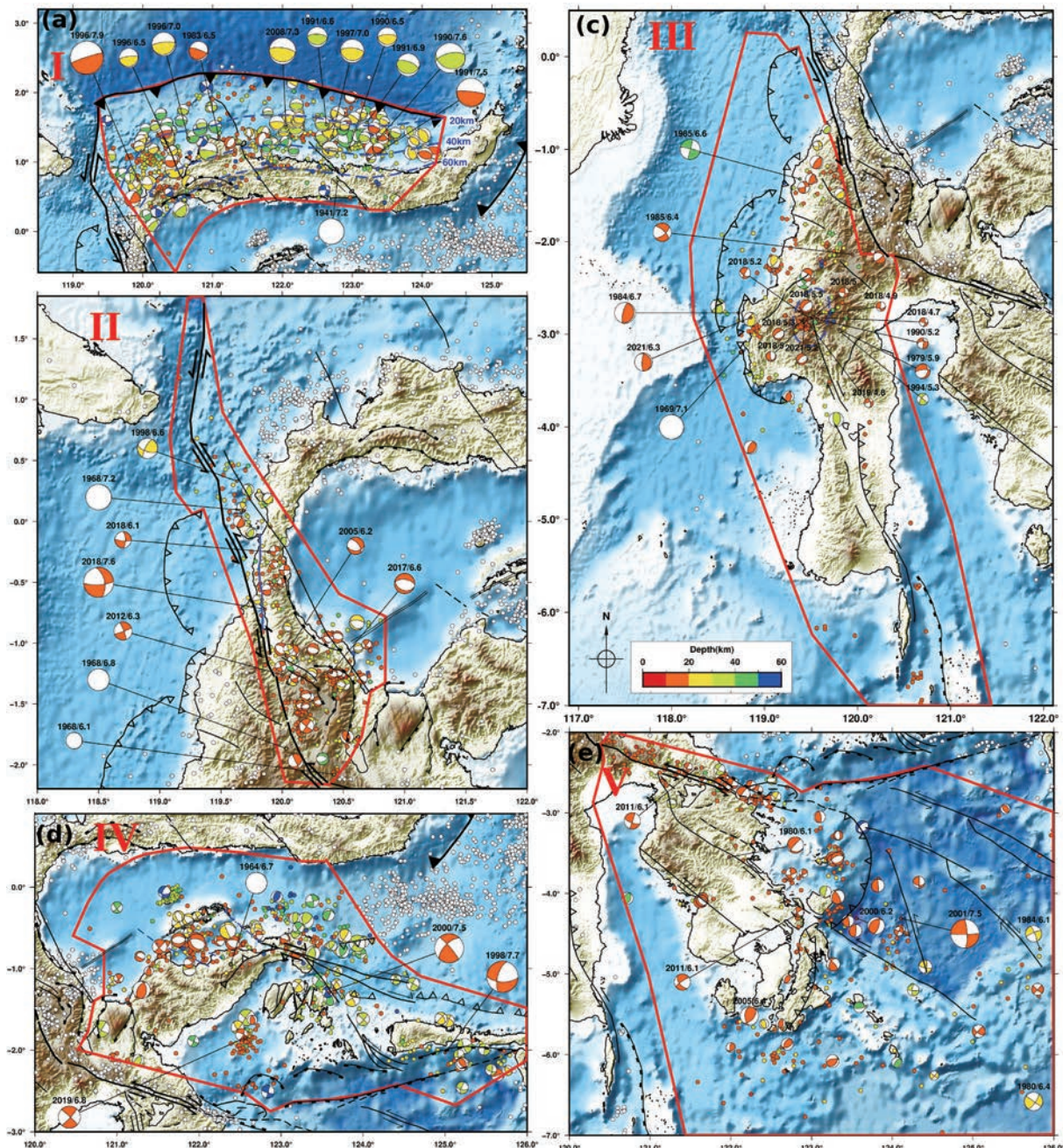
與不同區塊間的相對運動一致 (圖二), 值得一提的是 Celebes 隱沒帶地震在 121°E-122°E 間的低活動性 (圖二 l), 還有造成 2018/09/28 Mw7.6 Palu 地震的左移錯動在外海的最北端並不顯著



圖一、(a) 印尼地體構造, 黑框即蘇拉威西島, 黑箭頭是相對於巽他板塊的運動、(b) 蘇島區塊劃分與相對於巽他板塊的運動方向、(c) 蘇島地體構造圖。

(圖二 II)。深部地震則表現出向南隱沒的 Celebes 板塊，深度愈深，而有隱沒角度愈陡、張力軸愈接近隱沒方向的觀測；向北隱沒的 Sula 板塊則表

現出一致的隱沒角度與沿著隱沒方向的張力軸。由於篇幅限制，更詳盡的介紹請參考 <https://doi.org/10.22541/essoar.167458063.37633079/v1>。



圖二、地震分布與斷層機制解在劃分成五個區域所呈現的特徵及其與地體構造的關聯。

南沙群島海域陸洋過渡帶之地質演化和地殼構造

張頌平 國立成功大學地球科學系

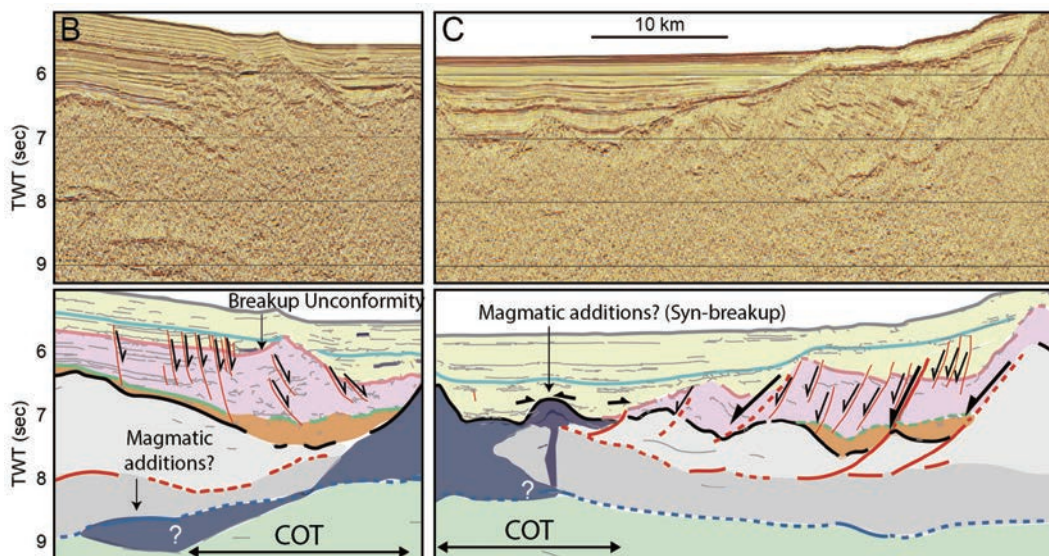
doi: 10.30067/TECNL.202303_(39).0003

南中國海大陸地殼自新生代裂谷作用產生許多張裂盆地，並在海底擴張時期形成三個次海盆，過去數十年許多研究團隊對陸洋過渡帶提出不同地質模式。本研究利用南沙群島周圍海域的長支距反射震測資料，分析共軛大陸邊緣的陸洋過渡帶，欲了解南海分離作用 (breakup) 的演化和地殼構造。對於台灣造山前的演化歷史，可提供陸域出露地層的類比，有助於了解台灣古近紀的地質演化。

在南沙群島西側的震測剖面中顯示，減薄的大陸地殼基盤上覆蓋的同張裂沉積層可分為兩時期。在下部同張裂地層往正斷層變厚呈現半地塹的震測特徵 (圖一橘色)，而晚期的同張裂地層產生

一系列斷層面傾向張裂中心的正斷層 (圖一粉紅色)，未發育明顯半地塹的特徵。從地殼構造的尺度顯示半地塹的正斷層主要減少上部地殼的厚度，並延伸至上部和下部地殼的邊界成為張裂型滑脫斷層 (detachment fault)。隱示下部地殼流變性質不同，在減薄下部地殼時以純剪和塑性變形為主，對應到上部同張裂地層的震測相特徵。隨後海洋地殼的岩漿入侵減薄的大陸地殼並加積在地殼底部和頂部，開始海底擴張。

在南沙群島北側的區域同張裂地層較薄，顯示前述的張裂盆地分布範圍小。在板塊重建下，顯示此同張裂盆地僅局部分布在東西向狹長型的盆地內，盆地兩側由走向滑移斷層接觸，推測為兩



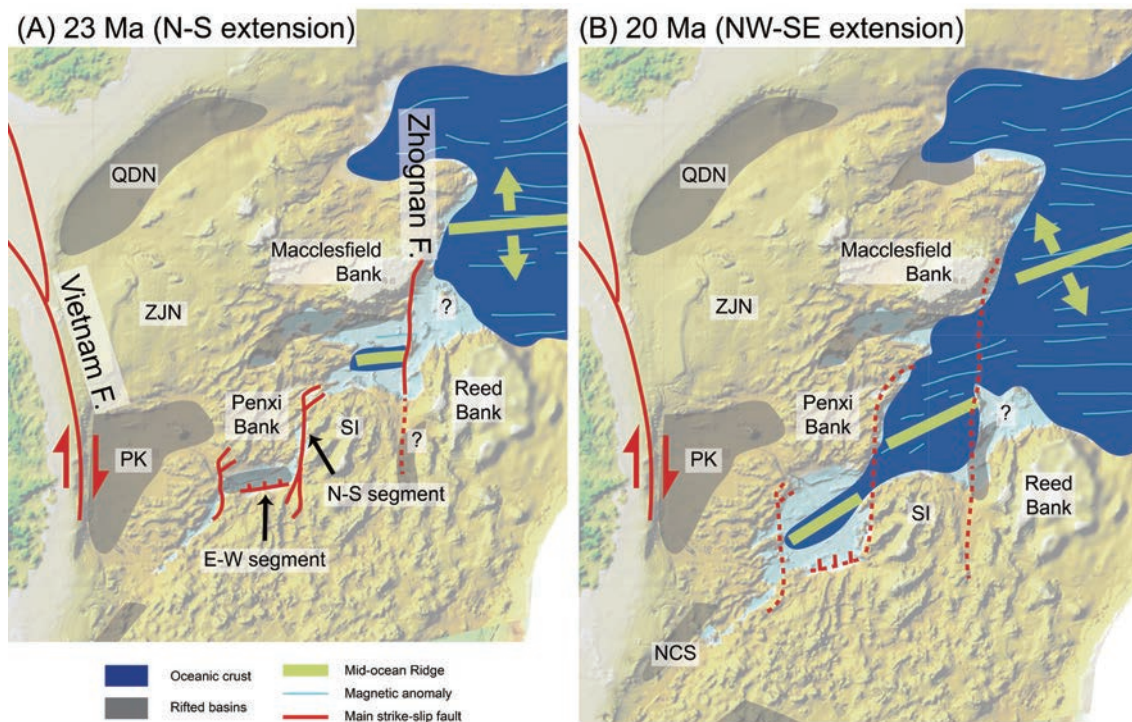
圖一、南沙群島西側和共軛邊緣的反射震測剖面以及剖面解釋圖。

右移斷層系統之間形成的拉張盆地 (pull-apart basin)。其南北的伸張方向可對應至第一期海洋地殼形成時的擴張方向 (圖二)。

參考文獻

Chang, S.-P., Pubellier, M., Delescluse, M., Qiu, Y.,

Nirrengarten, M., Mohn, G., Chamot-Rooke, N., & Liang, Y. (2022). Crustal architecture and evolution of the southwestern South China Sea: Implications to continental breakup. *Marine and Petroleum Geology*, 136, 105450. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105450>



圖二、南海板塊重建示意圖，顯示南沙群島海域的大陸地殼分離時期與東次海盆的南北向擴張方向一致，隨後則見變成爲西北 - 東南向擴張方向。

近期活動

- 2023 Slow-to-Fast Earthquake Workshop 於 112 年 3 月 13 日至 14 日在成大國際會議中心舉辦，除了三項科學議題，還特別加入了「促進台日雙邊合作」之議題媒合與討論。112 年 3 月 15 日至 17 日則安排了兩天半的野外，針對泥火山、縱谷與中央山脈斷層、米崙斷層的鑽井場址進行參訪。本次研討會吸引了日方共 40 人、台方共 87 人次前來參與，而分天野外參與者則為 30~52 人不等。更多資訊請參考：<https://youb1707.wixsite.com/2023-sf-eq-tw>。



- 2023 Round-Table Workshop: On Leveraging Low-Cost Seismic Networks In Building Resilient Cities & Infrastructures





本季成員發表文章 (2023.01~)

PUBLISHED

- Bushenkova, N., Koulakov, I., Bergal-Kuvikas, O., Shapiro, N., Gordeev, E. I., Chebrov, D. V., Abkadyrov, I., Jakovlev, A., Stupina, T., Novgorodova, A., Droznina, S., & **Huang, H.-H.** (2023). Connections between arc volcanoes in Central Kamchatka and the subducting slab inferred from local earthquake seismic tomography. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 435, 107768. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2023.107768>
- Calvet, M., Margerin, L., & **Hung, S.-H.** (2023). Anomalous Attenuation of High - Frequency Seismic Waves in Taiwan: Observation, Model and Interpretation. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 128(3), e2022JB025211. <https://doi.org/10.1029/2022jb025211>
- Chen, K. H.**, Chiu, H.-Y., Obara, K., & Liu, Y.-H. (2023). Segmentation characteristics of deep, low-frequency tremors in Shikoku, Japan using machine learning approaches. *Earth, Planets and Space*, 75(1). <https://doi.org/10.1186/s40623-023-01776-w>
- Huang, T.-C., & **Wu, Y.-M.** (2023). Revisiting the Initial Peak P-Wave Displacement and the Ground Motion Characteristic Period with Signal-To-Noise Ratios: A Case Study Using a Low-Cost Sensor Network in Taiwan. *Journal of Earthquake Engineering*. <https://doi.org/10.1080/13632469.2023.2190416>
- Lee, S.-J.**, Liu, T.-Y., & Lin, T.-C. (2023). The role of the west-dipping collision boundary fault in the Taiwan 2022 Chihshang earthquake sequence. *Scientific Reports*, 13, 3552. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30361-0>
- Shih, M.-H., Lai, Y.-C., & **Lin, C.-H.** (2022). Remote Seismoacoustic Constraints on the January 2022 VEI 4 Eruption in Tonga. *Seismological Research Letters*, 94(2A), 617–625. <https://doi.org/10.1785/0220220233>
- Shih, M.-H., Lai, Y.-C., & **Lin, C.-H.** (2023). Large variations of crustal thickness across the Taiwan orogeny constrained by Moho-refraction recorded by the Formosa Array. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences*, 34(1). <https://doi.org/10.1007/s44195-023-00035-5>

致謝

本季刊由 TEC 辦公室成員許雅儒主任、馬國鳳特聘研究員、郭陳濤教授、楊詠寧、黃淑真及吳美芳協助編輯，第三十九期內容感謝國立臺灣大學海洋研究所張日新助理教授、國立中央大學地球科學系游平及陳伯飛教授、國立成功大學地球科學系張頌平助理教授提供。