



經濟部
Ministry of Economic Affairs

20240403 花蓮地震地質調查報告



經濟部地質調查及礦業管理中心

中華民國 113 年 5 月

20240403 花蓮地震地質調查報告

地質調查：梁勝雄、陳盈璇、范力仁、謝有忠、林錫宏、
黃志遠、鄭智仁、邵昀霆

報告撰寫：梁勝雄、陳盈璇、范力仁、劉彥求、林錫宏

責任審閱：林啓文

目錄

目錄	I
圖目錄	II
表目錄	III
摘要	1
壹、引言	2
貳、區域概況	3
一、區域地質	3
二、地震資料	12
參、地表地質調查	14
一、米崙斷層沿線調查結果	16
二、嶺頂斷層沿線調查結果	18
三、花蓮地區構造線形沿線調查結果	23
四、沿海地區地殼抬升觀測	23
肆、結論與建議	29
一、結論	29
二、建議	29
致謝	30
參考文獻	31

圖目錄

圖 1、交通部中央氣象署發布之地震報告與震央附近等震度圖。	2
圖 2、臺灣地質分區圖。	4
圖 3、本次地震的震央附近的活動斷層分布。	5
圖 4、米崙斷層條帶地質圖。	7
圖 5、米崙斷層活動斷層地質敏感區位置圖。	8
圖 6、嶺頂斷層條帶地質圖。	10
圖 7、嶺頂斷層活動斷層地質敏感區位置圖。	11
圖 8、國內外各單位解算 0403 花蓮地震震源機制解，其中 GRMT 與 CMT 為中央研究院地球科學研究所提供，W-Phase 為美國地質調查所（USGS）提供，GEOSCOPE 為法國全球寬頻地震網提供。	12
圖 9、交通部中央氣象署發布之 4 月 23 日凌晨 2 時 26 分 266 號地震報告與震央附近等震度圖。	13
圖 10、交通部中央氣象署發布之 4 月 23 日凌晨 2 時 32 分 267 號地震報告與震央附近等震度圖。	13
圖 11、0403 花蓮地震野外地質調查分布圖。	15
圖 12、七星潭地區因受地震力搖晃而產生的局部噴沙現象。	16
圖 13、東華大學創新園區操場於 2018 地震時受米崙斷層錯動，此次地震未再發生地表破裂現象。	16
圖 14、GOOGLE Earth 提供之 2024-04-04 衛星影像，紅色圈圈處為噴沙區域。	17
圖 15、忠烈祠附近美崙溪河畔局部噴沙現象。	17
圖 16、噴沙口清楚可見。	17
圖 17、往北拍攝花蓮大橋一帶沙洲側潰現象伴隨噴沙（紅圈處）。	19
圖 18、不同角度鳥瞰花蓮大橋一帶沙洲側潰現象（往北拍攝）。	19
圖 19、箭瑛大橋鳥瞰沙洲側潰與噴沙現象（向西北拍攝）。	20
圖 20、月眉大橋南北兩側的側潰現象，往南約可延伸約 100 公尺（Google Earth 影像，圖像時間 2024/4/4）。	20
圖 21、4 月 23 日地震後，花蓮大橋東側所見噴沙與側潰現象。	21
圖 22、4 月 23 日地震後，花蓮大橋噴沙現象南北延伸約 40 公尺。	22
圖 23、地震力造成柏油路破壞現象，紅色箭頭處（向東北拍攝）。	23

圖 24、花蓮港區藤壺與牡蠣等潮間帶生物被抬離水面。紅線為地震前潮水最高水位線，橘線為地震前潮間帶生物生長最上限，藍線為觀察日（4月17日）滿潮最高水位線。.....	24
圖 25、太平洋公園南濱水閘門附近，向東拍攝，原應位在最低水位以下數十公分的吳郭魚巢穴已被抬離水面。.....	24
圖 26、滿潮時刻藤壺等潮間帶淺海生物仍位於水面下（紅圈處），推測抬升量小於潮汐變化而不易觀察。.....	25
圖 27、花蓮港潮位資料，在2024年4月3日上午8時相對築港高程基準為94公分，在2024年4月3日上午9時相對築港高程基準為45公分。.....	26
圖 28、0403 花蓮地震前後地表同震水平位移圖。.....	27
圖 29、0403 花蓮地震前後地表同震垂直位移圖。.....	28

表目錄

表 1、0403 花蓮地震參數列表：.....	12
-------------------------	----

摘要

民國 113 年 4 月 3 日早晨 7 時 58 分，臺灣東部花蓮縣壽豐近海發生芮氏規模 7.2 (M_L) 的地震，此次地震可能由近海的北北東走向之左移形式斷層錯動所造成，推測屬於菲律賓海板塊向北隱沒到琉球島弧下方的板塊邊界活動所致。野外地質調查結果，在米崙斷層與嶺頂斷層沿線並未產生地表破裂現象，僅部分區域受地震影響而導致噴沙現象。綜合衛星導航系統與雷達衛星觀測資料，地表垂直抬升約為 45 公分，花蓮港驗潮站記錄港灣地表抬升達 49 公分，與地質人員在花蓮海岸沿岸地區現地觀察一致。

本次地震未產生明確地表破裂現象，災情係受到地震波產生的強烈搖動所致，建議位於臺灣東部地區的重要結構物設計時須重新檢討安全係數，並視需要補強結構提高耐震能力，尤其是位於活動斷層敏感區範圍內的結構物，以因應下一次地震的到來。此外，應加強地震地質調查工作與活動斷層觀測網的觀測與分析能力，期望能適時提出相關資訊作為防災與應變之參據，減少地震發生可能帶來的損失與傷害。最後，感謝地震時投入救災的團體，也期望受本次地震影響的所有人事物都能盡快恢復往昔。

壹、引言

依據交通部中央氣象署發布的地震測報，民國 113 年 4 月 3 日早晨 7 時 58 分，臺灣東部發生芮氏規模 7.2 的地震（編號 019），震央在花蓮縣壽豐近海，震源深度 15.5 公里（圖 1），最大震度為 6 強，發生在花蓮和平。由於震央在近海，鄰國日本與菲律賓皆發出海嘯警報；隨即又在 8 時 11 分，上述地震北側發生芮氏規模 6.5 的地震，震源位置相近，深度 5.5 公里，後續並發生一系列規模大於 5.0 的餘震。相隔約 20 日後，4 月 23 日凌晨時分，發生兩起芮氏規模 6.0 與 6.3 之餘震（編號 266、267）；4 月 27 日凌晨時分，又發生芮氏規模 6.1 之餘震（編號 351）。

地震發生時，本中心同仁馬上彙整蒐集地震資料、災情與其它可能相關資訊，研判可能發震構造與可能產生破壞之位置。經彙整國內外相關單位提供地震資料顯示：此次地震可能由近海的北北東走向，斷層面向西傾斜，逆移兼具左移分量的斷層錯動所造成，推測屬於菲律賓海板塊向北隱沒到琉球島弧下方板塊邊界活動所致，與陸地上斷層沒有直接關係。本中心仍進行花蓮地區地表地質調查與同震變形量測等任務，並撰寫本野外地質調查報告，供各界參考。

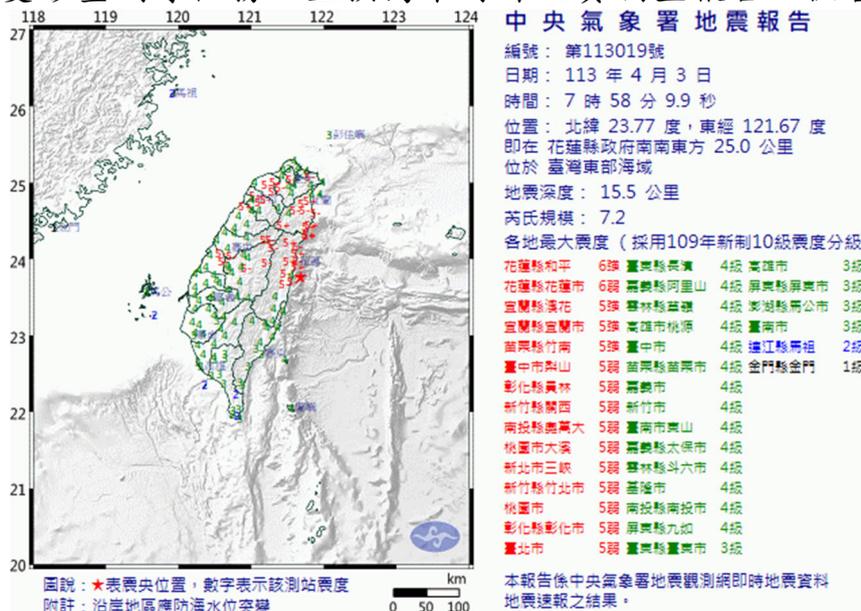


圖 1、交通部中央氣象署發布之地震報告與震央附近等震度圖。
(2024-04-03 檢索)

貳、區域概況

一、區域地質

臺灣位處環太平洋地震帶中，位於歐亞板塊和菲律賓海板塊的聚合處，菲律賓海板塊以每年約7-8公分的速度朝西北方向移動碰撞歐亞板塊，於臺灣東部沿琉球海溝向北隱沒至歐亞板塊之下，在板塊邊界產生逆斷層型態地震的孕震構造（陳文山等，2018）。花東縱谷即為此板塊碰撞的縫合帶，宜蘭外海的沖繩海槽及花蓮外海的琉球海溝與琉球島弧則屬於隱沒系統，本次地震發生區域位於海岸山脈東側壽豐鄉水璉村近海十多公里處。

此次0403花蓮地震主震的震央位置位於花蓮縣壽豐鄉近海，依臺灣地質構造區分類（陳文山，2016），在海岸山脈地質區（VI）之外。震央西側海岸山脈地質區（VI）以火成岩與沉積岩為主要組成，其地形、岩層、斷層與褶皺等主要構造多呈北10度至20度東走向，大致平行於板塊邊界縱谷斷層走向。縱谷西側屬於脊樑山脈地質區的大南澳片岩帶（V），是臺灣陸上最老的地質構造單元，主要由綠色片岩相以上的變質岩構成的變質岩。

脊樑山脈與海岸山脈間為寬度介於3至6公里之縱谷平原，主要是未膠結沖積扇與沖積層，泥沙與礫石所組成的沉積物來源為西側脊樑山脈與東側海岸山脈的岩層，局部受到縱谷的斷層系統影響，而有褶皺或斷層。地形上，自西側高達上千公尺的中央山脈，向東下降到略高於海平面的縱谷平原與米崙台地，再向東上升到丘陵地至局部數百公尺之山脊，再向東快速下降至近海區域，不論在岩石特性、變形與變質程度或地形特徵上，均顯現板塊交界位置特徵。

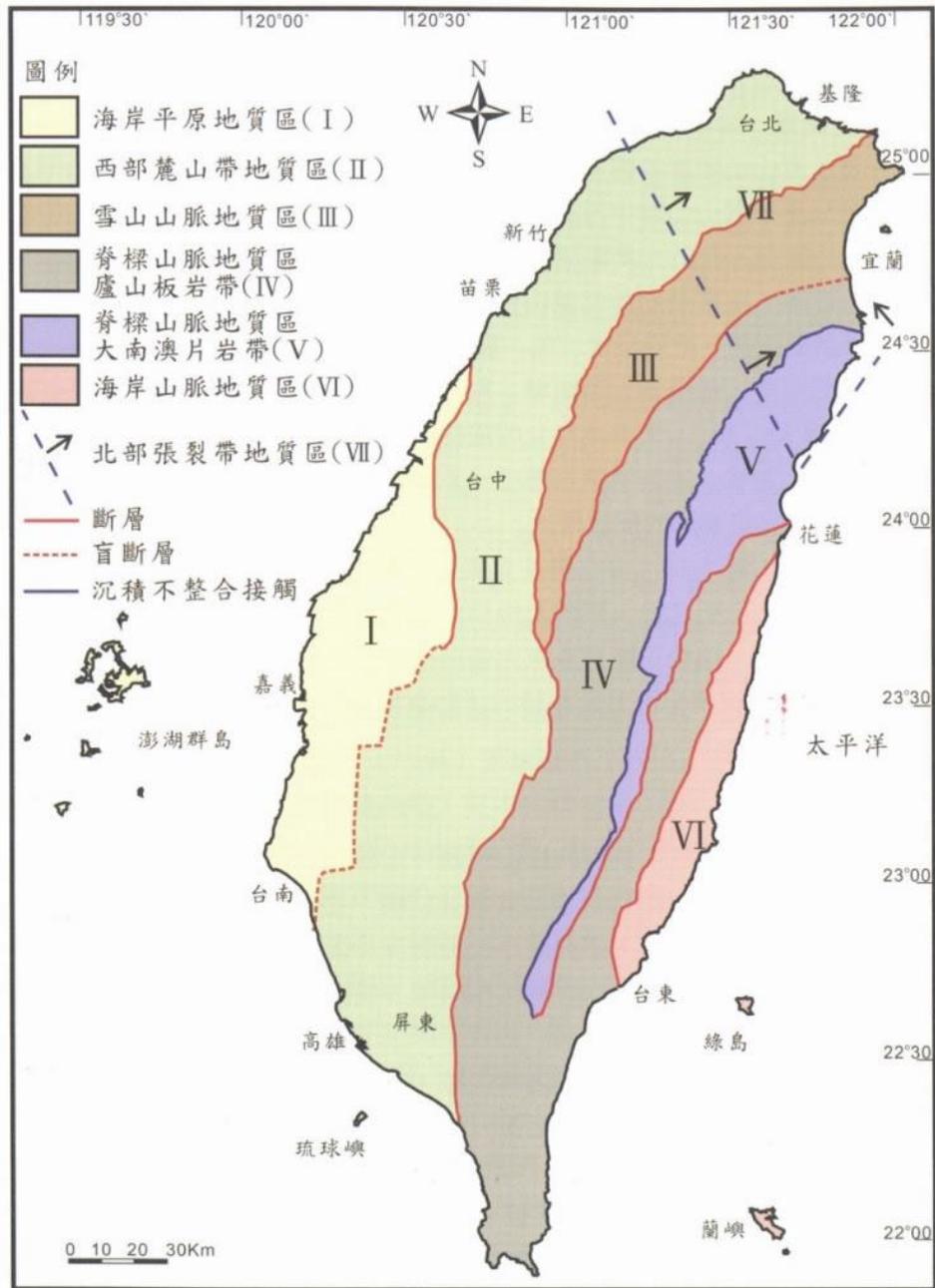


圖 2、臺灣地質分區圖。(陳文山，2016)

以下針對鄰近本次地震震央地區之活動斷層略作簡述，詳細活動斷層資料內容請參閱本中心出版之二萬五千分之一活動斷層條帶地質圖說明書，以及經濟部公告的嶺頂斷層活動斷層地質敏感區 (F0020) 與米崙斷層活動斷層地質敏感區 (F1011) 劃定計畫書等相關資料 (圖 3)。

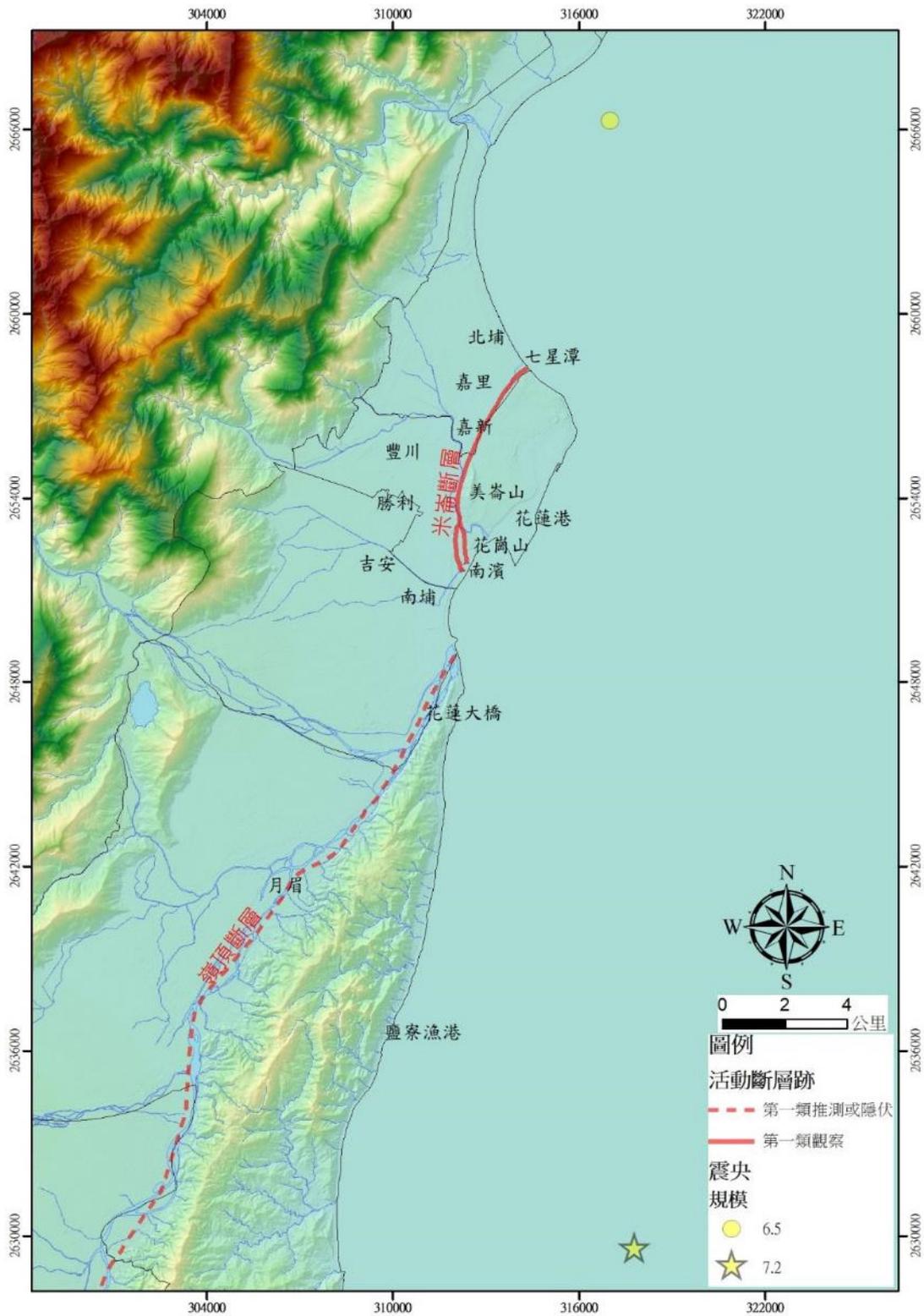


圖 3、本次地震的震央附近的活動斷層分布。

米崙斷層：

米崙斷層為左移斷層兼具逆移分量，約呈南北走向，由花蓮縣七星潭海岸向南延伸至花蓮市美崙山西南側（圖 4），長約 8 公里（Hsu, 1962；林啓文等，2009），透過地表破裂分析與地形分析結果，米崙斷層有多次活動跡象，部分位置有潛移或過去破裂的紀錄（梁勝雄等，2017）。

花蓮地區在 1951 年 10 月 22 日的 5 時 34 分及 11 時 30 分發生 2 次強震（臺灣省氣象所，1952）。將 2 次地震重新定位後，第 1 個地震位於花蓮東方外海，震源深度 9 公里，規模 Ms 7.4，第 2 個地震位於七星潭北部外海，震源深度 30 公里，規模 Ms 7.2，並造成花蓮地區地表破裂（Cheng *et al.*, 1996）。

1951 年地震時花蓮機場東側抬升 50 公分，七星山抬升 120 公分，七星潭東側抬升 40 公分，在加禮彎路基上斷層東側向北移動 40 公分（臺灣省氣象所，1952）。地震時七星潭附近斷層的視左移移距約 2 公尺，東側上升約 1.2 公尺（林朝榮，1962）。地震當時斷層上盤抬升 50 至 60 公分，下降側有斷池（Hsu, 1962）。地震抬升現象一直延伸至海岸，造成花蓮港水位線下降 60 公分（劉啟清，1988）。整個米崙台地可能都受到地震造成的抬升作用，米崙斷層則是該次地震的地震斷層。

2018 年 2 月 6 日 23 點 50 分臺灣東部花蓮地區發生芮氏規模 6.26 地震，震央在花蓮東北方立霧溪口的海上，震源深度 6.3 公里，由主震資料與餘震分布、震源深度及震源機制等地震資訊，以及鄰近地區的活動斷層特性研判，此次地震深度約 6 公里，約呈北東走向、向西北傾斜 60 度的海域發震構造所誘發，研判與琉球海溝的隱沒系統有關。此次地震在米崙斷層與嶺頂斷層沿線產生地表破裂與噴沙現象（盧詩丁等，2018）。

經濟部依據過往資料在 2016 年公告活動斷層地質敏感區（F0011 米崙斷層），並根據 2018 年花蓮地震地質調查資料，在 2020 年進行

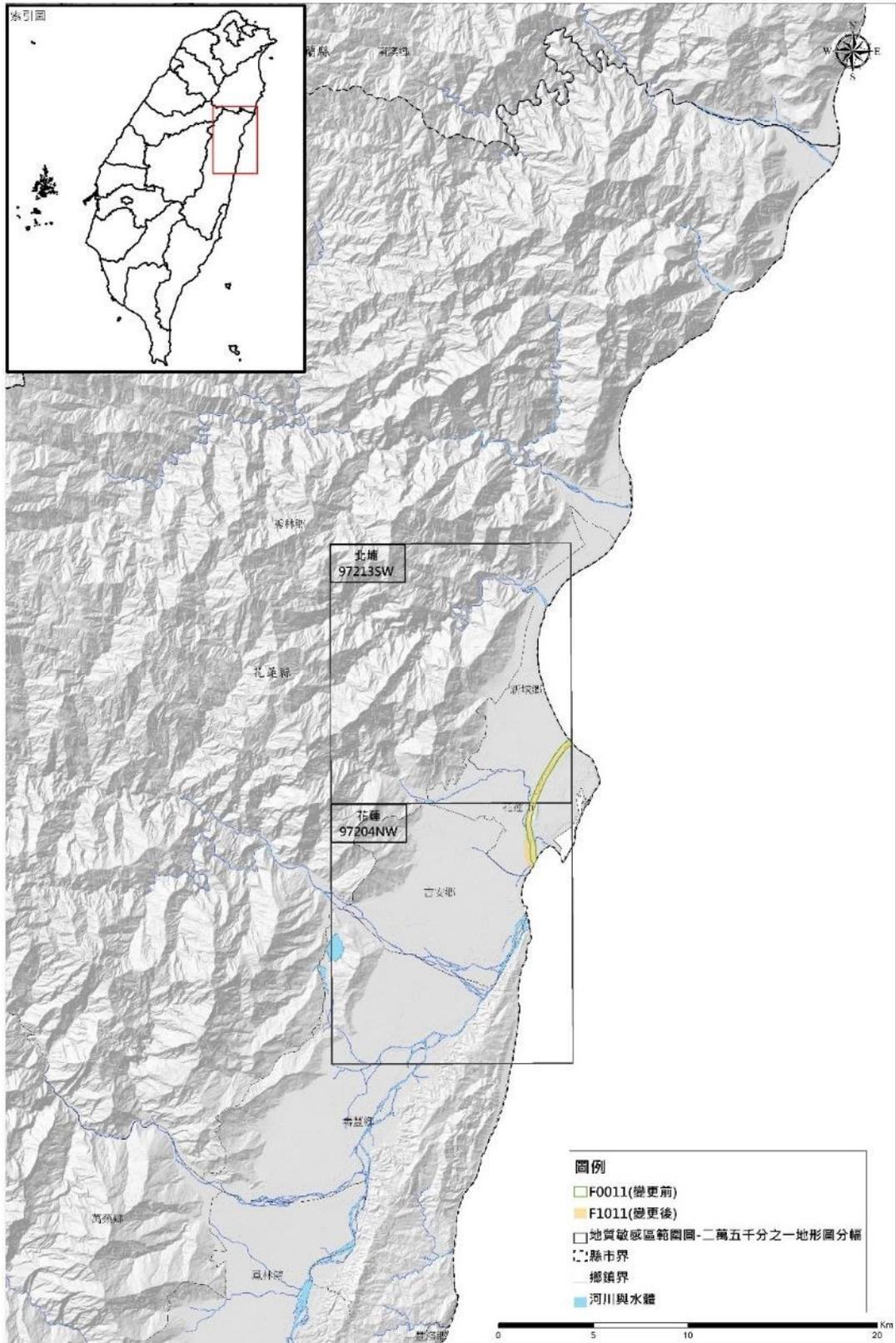
活動斷層地質敏感區變更 (F1011 米崙斷層) (圖 5, 經濟部, 2020)。



圖 4、米崙斷層條帶地質圖。(引自林啓文等, 2009)

活動斷層地質敏感區變更前後位置圖

米崙斷層
地質敏感區編號：F1011



資料來源：經濟部中央地質調查所

製圖日期：中華民國108年

劃定機關：經濟部

圖 5、米崙斷層活動斷層地質敏感區位置圖。(經濟部，2020)

嶺頂斷層：

嶺頂斷層為左移斷層，兼具逆移性質，呈北北東走向，由花蓮溪出海口嶺頂岬向南延伸，經月眉至光復鄉東富村（陳文山等，2008），長約30公里（圖 6）。斷層上盤有斷續出現的一系列線狀崖，原被稱為月眉斷層（林啓文等，2000）。嶺頂斷層可能是海岸山脈向西北運動時形成的前緣斷層，向南延伸至富田一帶，再連接瑞穗斷層。大地觀測結果，嶺頂斷層兩側的垂直與水平速度場均有明顯的變化，透過鑽探分析該斷層曾於10萬年內活動（許晉瑋與劉彥求，2017）。

嶺頂斷層沿線地質鑽探結果，上盤為都鑾山層或八里灣層，下盤為全新世或更新世沉積物（顏一勤，2017；富國技術工程股份有限公司，2016），上盤都鑾山層或八里灣層逆衝至沖積層之上，藉由岩心剪切帶及岩性差異來判定斷層位置。依據岩心中斷層截切沉積層與碳樣定年資料，嶺頂斷層在距今約3萬年內有活動紀錄（富國技術工程股份有限公司，2016）。

2018年2月6日花蓮地震時，嶺頂斷層北段（月眉以北）發生地表破裂（盧詩丁等，2018），地表變形測量呈現斷層上盤向北的左移運動（Wu *et al.*, 2019），地表產生一系列帶狀分布、呈左移形式的破裂及變形，指示斷層跡位置（許晉瑋等，2018）。經濟部於2019年公告嶺頂斷層活動斷層地質敏感區（圖 7，經濟部，2019）。

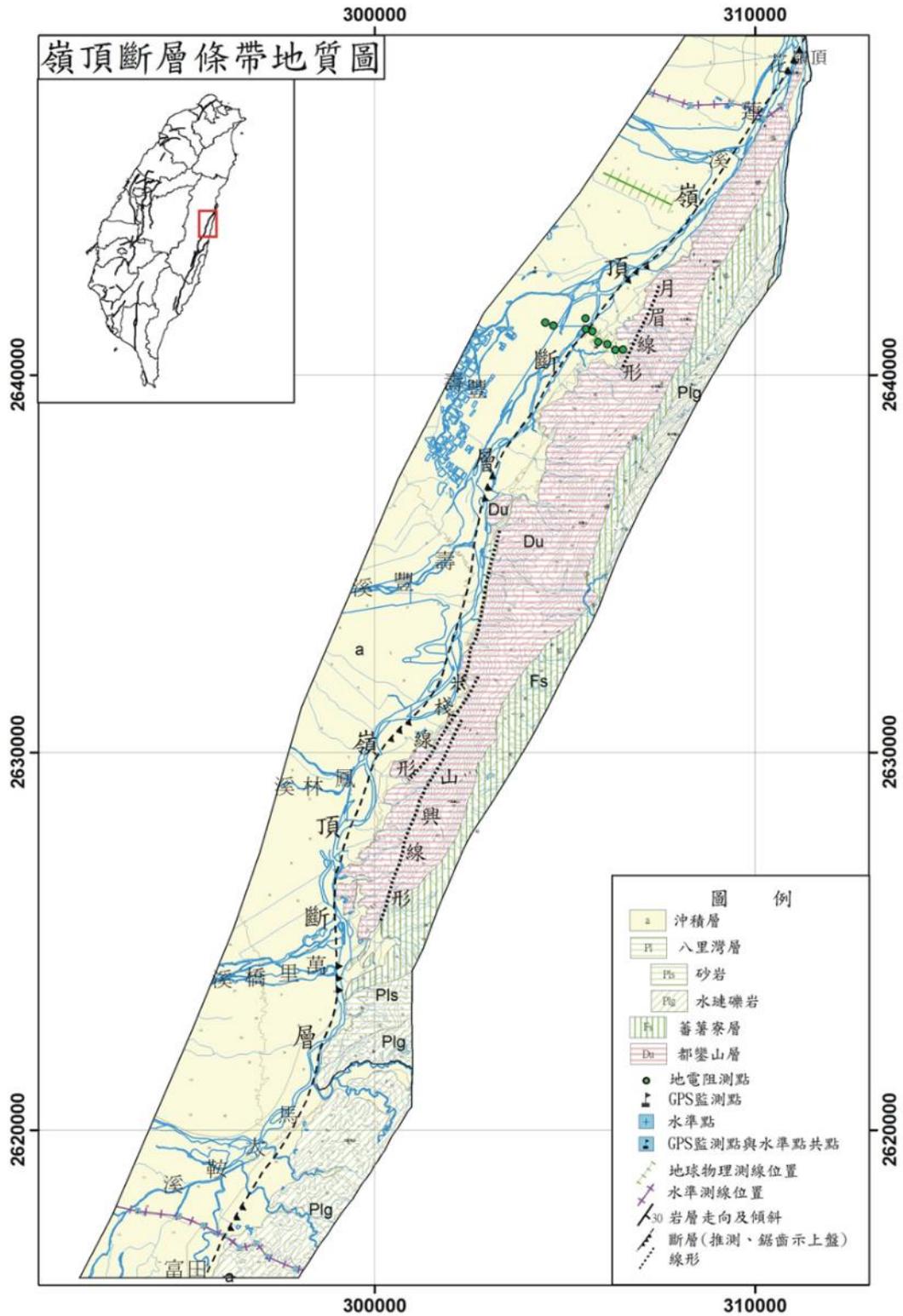


圖 6、嶺頂斷層條帶地質圖。(引自林啓文等，2009)

二、地震資料

113年4月3日7時58分，花蓮縣壽豐近海發生芮氏規模7.2地震，震源深度15.5公里，隨後8時11分，上述地震北側發生深度5.5公里，芮氏規模6.5的地震，震源位置相近，後續並發生一系列規模大於5.0餘震。依中央氣象署地震報告，該次地震震央位置在花蓮縣政府南南東方25.0公里，臺灣東部近海海域，震度以花蓮縣和平震度為6強為最，花蓮市與太魯閣米為6弱，宜蘭縣與苗栗縣最大震度為5強，最大震度達5弱的縣市包括臺中市、彰化縣、新竹縣、南投縣、桃園市、新北市以及臺北市。

經主震及餘震震源投影與震度範圍分析（圖8、表1），此次地震震源深度在15-44公里之間，地震矩規模 M_w 7.3-7.6，可能由近海的北北東走向的左移斷層錯動所造成，推測屬於菲律賓海板塊向北隱沒到琉球島弧下方板塊邊界活動所致。依據目前所收集的資料，研判該次地震和陸地上斷層沒有直接關係。



圖 8、國內外各單位解算 0403 花蓮地震震源機制解，其中 GRMT 與 CMT 為中央研究院地球科學研究所提供，W-Phase 為美國地質調查所（USGS）提供，GEOSCOPE 為法國全球寬頻地震網提供。

表 1、0403 花蓮地震參數列表：

資料來源	深度 (km)	規模
GRMT (IES)	35.5	M_{wc} 7.68
CMT (TESIS)	15.5	M_L 7.2
W-Phase (USGS)	23.5	M_{ww} 7.37
GEOSCOPE	44	M_w 7.4

經過 20 天左右，在 4 月 23 日凌晨 2 時 26 分與 2 時 32 分，在 0403 花蓮地震震央附近，分別產生芮氏規模 6.0 與 6.3 之地震，地震深度分別為 10 公里與 5.5 公里（圖 9 與圖 10）。

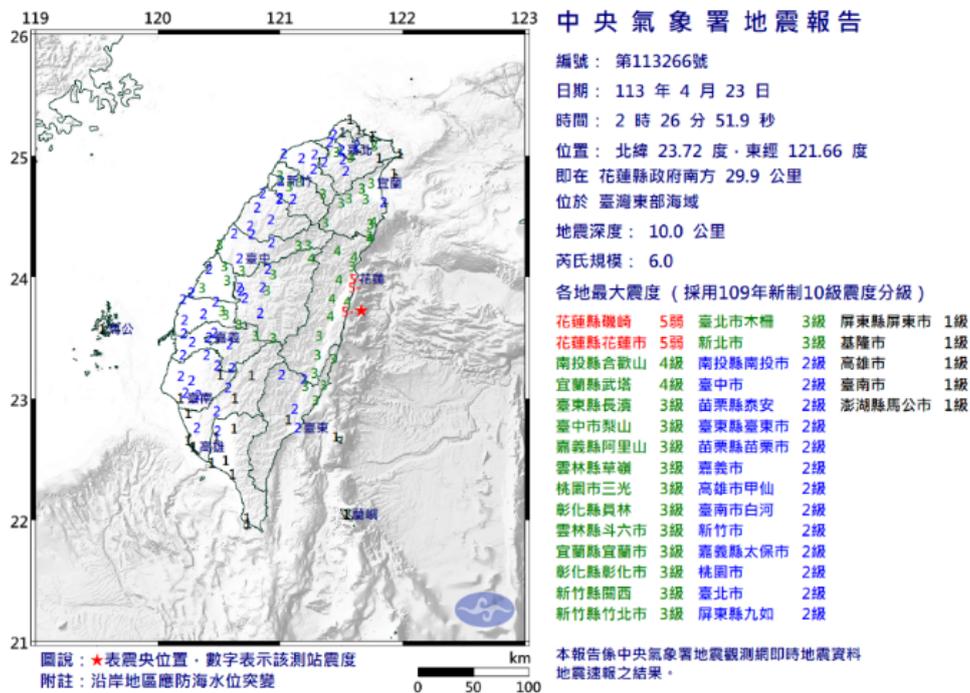


圖 9、交通部中央氣象署發布之 4 月 23 日凌晨 2 時 26 分 266 號地震報告與震央附近等震度圖。（2024-04-24 檢索）

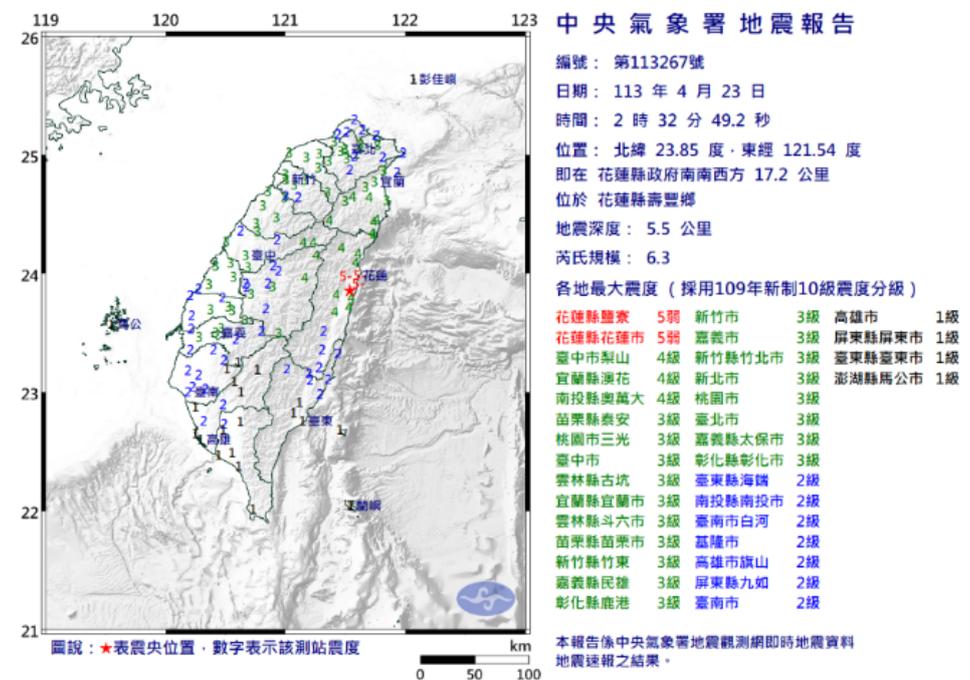


圖 10、交通部中央氣象署發布之 4 月 23 日凌晨 2 時 32 分 267 號地震報告與震央附近等震度圖。（2024-04-24 檢索）

參、地表地質調查

此次地震發生後，本中心同仁即刻著手蒐集地震、災情與其它可能相關資訊，研判可能的發震構造與可能產生破壞位置，同時國立東華大學自然資源與環境學系顏君毅教授也熱心提供地震當下花蓮地區相關地表破壞情形，綜合各資料藉以評估主要調查區域及工作重點。

經主震及餘震震源投影與震度範圍分析，此次地震可能由近海的北北東左移形式斷層錯動所造成，推測屬於菲律賓海板塊向北隱沒到琉球島弧下方的板塊邊界活動所致，研判和陸地上斷層沒有直接關係，但因過往經驗，可能仍然會造成鄰近震央之斷層產生地表破裂現象，故積極蒐集資訊，安排野外地質調查與地表同震變形成果施測。

0403花蓮地震規劃重點調查區域為米崙斷層與嶺頂斷層沿線，輔以進行前人研究指出可能的構造線形進行巡查，以確認是否發生相關地表破裂或相關的變形現象（圖 11）。調查範圍為花蓮縣花蓮市至花蓮縣鳳林鎮，鄰近震源位置鄉鎮與台11線花蓮海岸公路，本報告著重於地表地質現象，人工結構物破壞現象，不在本報告調查撰寫範圍。最後調查結果，以四部分說明：米崙斷層、嶺頂斷層，其他構造線形及花蓮沿海地區地殼抬升觀測。

4月23日凌晨發生規模 $M_L6.0$ 與 $M_L6.3$ 地震時，本中心謝有忠科長等人正在花蓮地區進行野外地質調查任務，立即提供當天地震後野外地質調查相關數據、照片，以及空拍檔案供本報告撰寫使用，相關資料放置於嶺頂斷層一節。

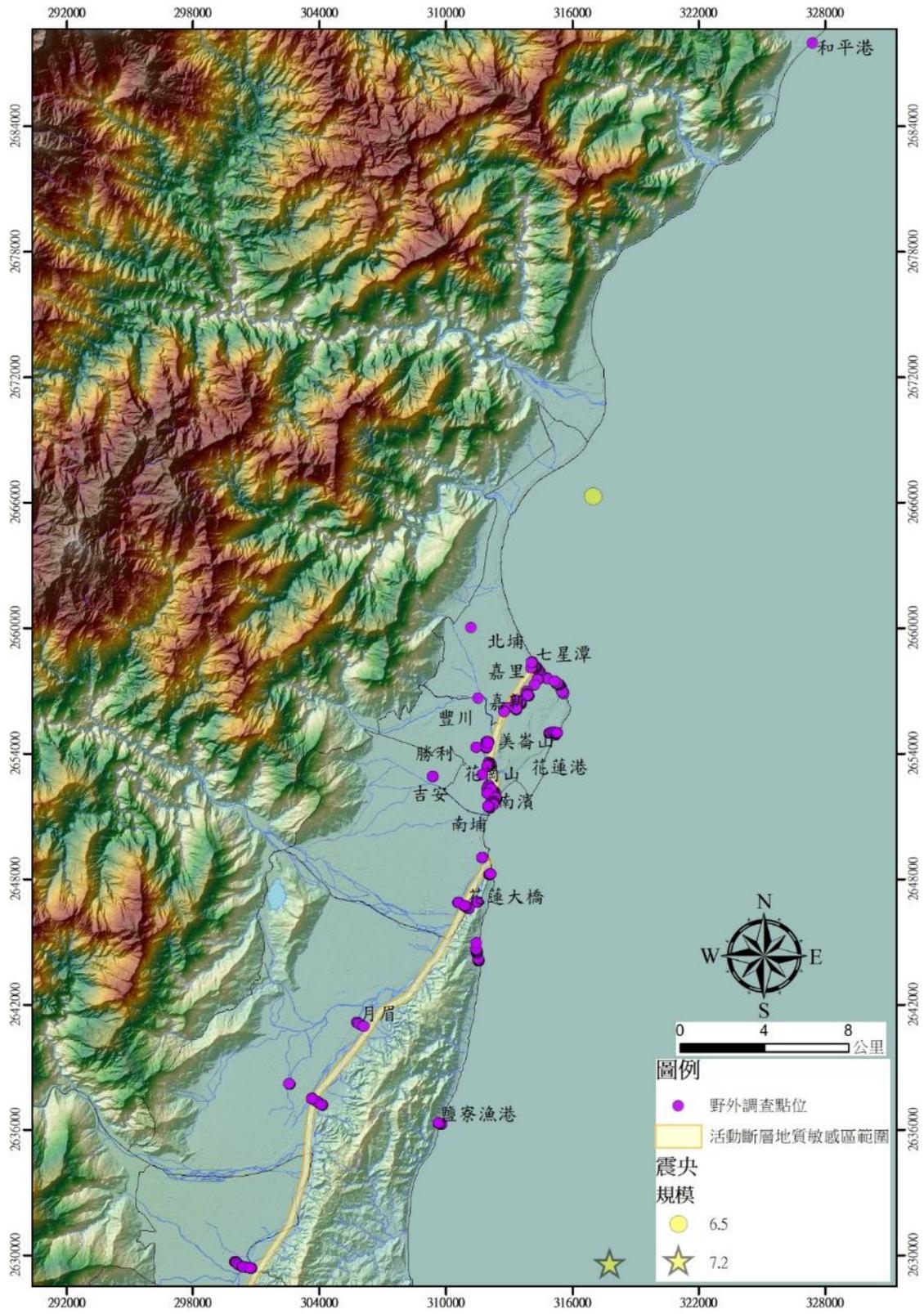


圖 11、0403 花蓮地震野外地質調查分布圖。

一、米崙斷層沿線調查結果

沿過去前人報導米崙斷層地表破裂位置（盧詩丁等，2018），七星潭一帶無明顯地表破裂現象，僅少部分建物受地震力搖晃而受損，部分區域產生局部噴沙現象（圖 12），惟無法進一步追跡；東華大學創新園區無地表破裂現象（圖 13）；忠烈祠附近美崙溪河畔（圖 14），存在局部噴沙現象（圖 15、圖 16），研判為地震力搖晃導致，並無法追跡；東大門夜市一帶及南濱海岸皆無發現地表破裂現象。



圖 12、七星潭地區因受地震力搖晃而產生的局部噴沙現象。（黃志遠拍攝）



圖 13、東華大學創新園區操場於 2018 地震時受米崙斷層錯動，此次地震未再發生地表破裂現象。（黃志遠拍攝）



圖 14、GOOGLE Earth 提供之 2024-04-04 衛星影像，紅色圈圈處為噴沙區域（2024-04-22 檢索）。



圖 15、忠烈祠附近美崙溪河畔局部噴沙現象。（梁勝雄拍攝）



圖 16、噴沙口清楚可見。（梁勝雄拍攝）

二、嶺頂斷層沿線調查結果

依此次主震的震源機制解（圖8），推測造成地震可能的斷層面為北北東走向，逆移形式為主，但其斷層面可能為向東或向西傾；若為向東傾斜，則嶺頂斷層活動可能性甚高；但若為向西傾，則可能是位在海底的斷層錯動所致。因此，沿嶺頂斷層過去曾發生地表破裂位置（盧詩丁等，2018），進行追蹤，確認是否再次發生地表破裂是此次地震調查的重要項目之一。花蓮大橋於20180206花蓮地震中，曾遭嶺頂斷層活動錯移，但此次地震沒有再受錯動跡象，而其它橫跨花蓮溪的幾座橋梁也都沒有受錯移情形，僅新箭瑛大橋與月眉大橋，受搖晃推擠而輕微受損。除橋梁是否受錯移之外，河床是否見到連續地表破裂也是重要觀察現象，花蓮大橋北側至花蓮溪河口間，可觀察到沙洲側潰伴隨噴沙現象（圖17、圖18）；液化現象最遠直到箭瑛大橋南側才消失，皆為沙洲側潰現象伴隨噴沙（圖19），在這些液化區域中，以月眉大橋南北兩側所見液化範圍最廣（圖20）。經分析比對過去的地表破裂現象，此次地震所見的液化等變形現象既不連續，也沒有線狀分布，未呈現雁行排列、斷層崖等構造特徵，也就是說不具斷層活動造成地表破裂的特徵，因此可以排除嶺頂斷層活動的可能性。

另外，4月23日凌晨餘震（267號）發生後，由於震度高達6.3，深度僅5.5公里，且位於陸上接近嶺頂斷層，本中心為確認是否發生地表破裂現象，又再一次立即前往米崙斷層與嶺頂斷層等區域，進行調查與執行空拍任務，但僅於花蓮大橋下產生新的噴沙現象（圖21），延伸約40公尺（圖22），所有區域仍未見地表破裂現象，也再次排除陸上活動斷層活動的可能性。



圖 17、往北拍攝花蓮大橋一帶沙洲側潰現象伴隨噴沙（紅圈處）。
（梁勝雄拍攝）



圖 18、不同角度鳥瞰花蓮大橋一帶沙洲側潰現象（往北拍攝）。
（梁勝雄拍攝）



圖 19、箭瑛大橋鳥瞰沙洲側潰與噴沙現象（向西北拍攝）。（陳盈璇拍攝）

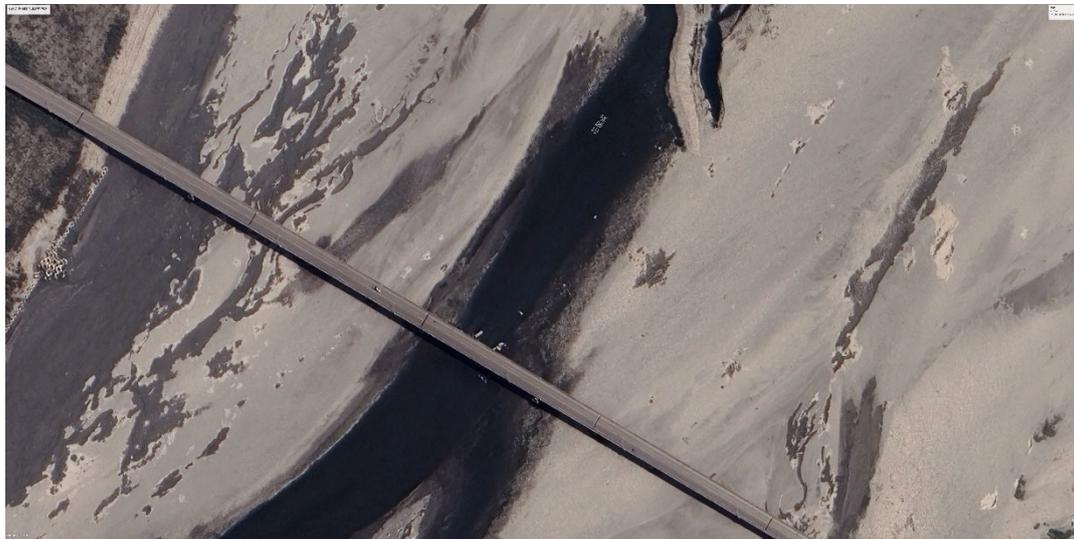


圖 20、月眉大橋南北兩側的側潰現象，往南約可延伸約 100 公尺（Google Earth 影像，圖像時間 2024/4/4）。



圖 21、4 月 23 日地震後，花蓮大橋東側所見噴沙與側潰現象。（謝有忠科長拍攝）

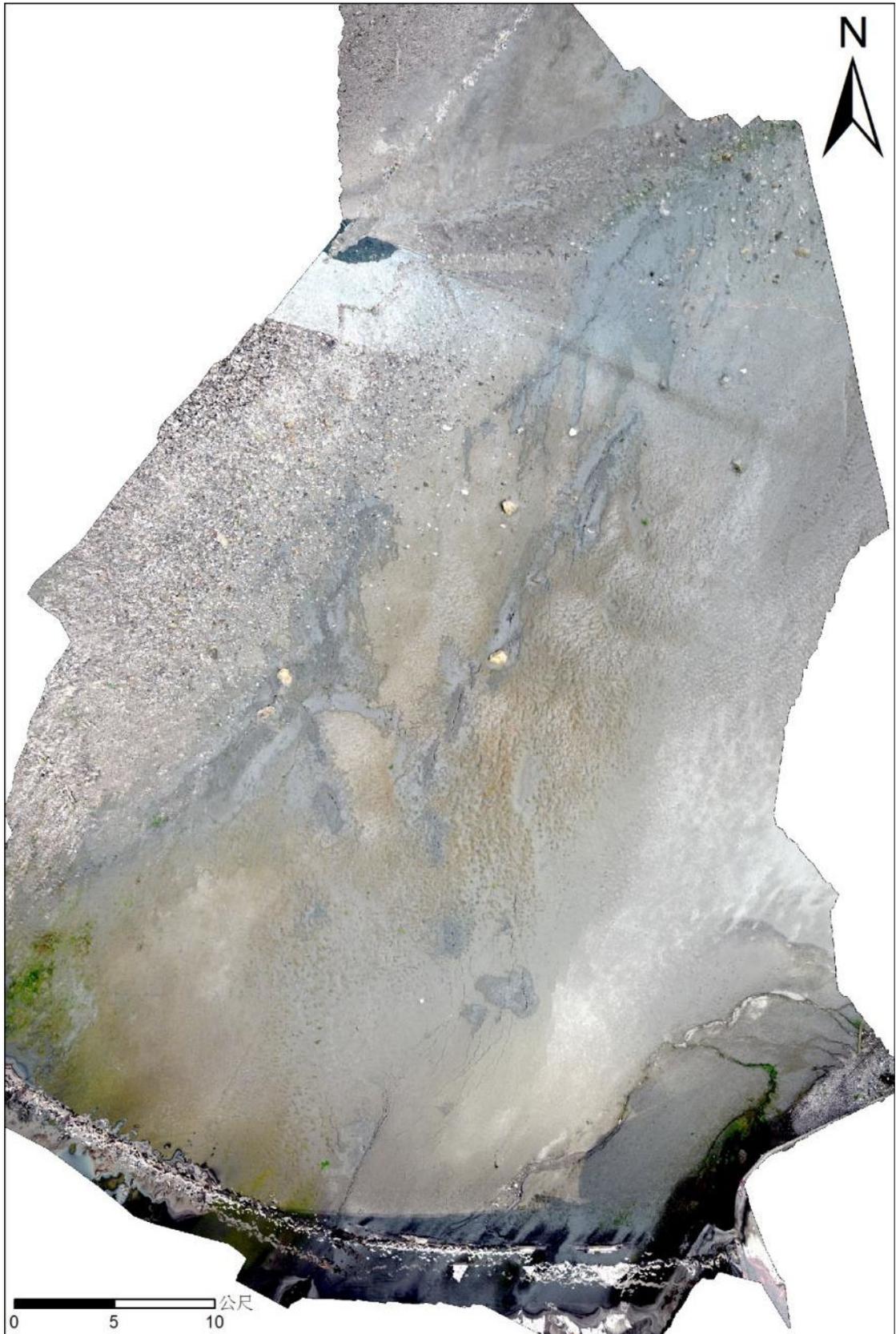


圖 22、4 月 23 日地震後，花蓮大橋噴沙現象南北延伸約 40 公尺。
(謝有忠拍攝)

三、花蓮地區構造線形沿線調查結果

依據同震變形的分布，米崙台地呈現抬升，雖然米崙斷層沒有任何同震變形跡象，但根據前人判釋（沈淑敏等，2006；張國禎，2014），米崙台地上有民意線形，依前人判釋位置，僅於民意線形發現一處因地震力造成柏油路破壞現象（圖 23），惟並不明顯，且難以追跡，不具地表破裂特徵，而其他如月眉與米棧等線形的巡查也沒見到任何地表破裂現象。



圖 23、地震力造成柏油路破壞現象，紅色箭頭處（向東北拍攝）。
（梁勝雄拍攝）

四、沿海地區地殼抬升觀測

生活在潮間帶的藤壺是判釋古海水面的重要指標（Doyle *et al.*, 1996; Hsieh and Rau, 2009）。0403花蓮地震後，花蓮港區能發現藤壺與牡蠣被抬離滿潮時的海水面（圖 24）；慈鯛科魚類繁殖期會在河岸或潮間帶近岸築巢（圖 25），太平洋公園南濱水閘門附近能觀察到慈鯛科魚類的巢穴被抬離水面的現象（圖 26），而在和平工業區專用港（圖 27）與鹽寮漁港因抬升量小於潮汐變化而不易觀察。



圖 24、花蓮港區藤壺與牡蠣等潮間帶生物被抬離水面。紅線為地震前潮水最高水位線，橘線為地震前潮間帶生物生長最上限，藍線為觀察日（4月17日）滿潮最高水位線。（梁勝雄拍攝）

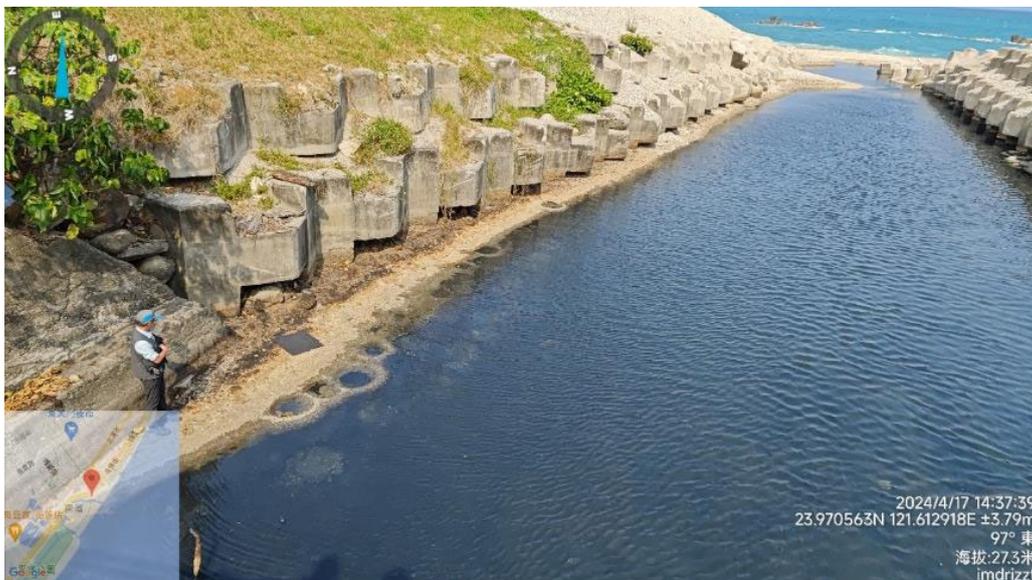


圖 25、太平洋公園南濱水閘門附近，向東拍攝，原應位在最低水位以下數十公分的吳郭魚巢穴已被抬離水面。（黃志遠拍攝）



圖 26、滿潮時刻藤壺等潮間帶淺海生物仍位於水面下（紅圈處），推測抬升量小於潮汐變化而不易觀察。（崔秀國拍攝）

比對交通部運輸研究所運輸技術研究中心「港灣環境資訊網」花蓮港區潮位資料，2024年4月3日上午8時相對築港高程基準為94公分，2024年4月3日上午9時相對築港高程基準為45公分（圖 27），另根據中央氣象署公布之花蓮港區潮汐預估，4月3日滿潮會發生在12時29分，故推得當日上午8時與9時原為潮位緩步上升的狀態，但潮位記錄高度突然減少達49公分，顯示為當時地震造成的地殼抬升所致，即因地震作用導致潮位站相對抬升近49公分。

內政部國土測繪中心發布花蓮地震衛星導航系統（Global Navigation Satellite System, GNSS）地表位移成果資料顯示相對於金門測站（KMMN），測站最大水平地表位移發生在東管處站（YENL），向東南方位移22.2公分（圖 28）；垂直最大抬升量為花蓮站（HUAL），抬升45.1公分（圖 29）。另外，由0403花蓮地震前後「大地2號（だいち2号，ALOS-2）」雷達影像解算地表變形資

料顯示視衛星方向（Line Of Sight, LOS）縮減量為45公分（日本國土地交通省國土地理院，2024），與現地量測接近。

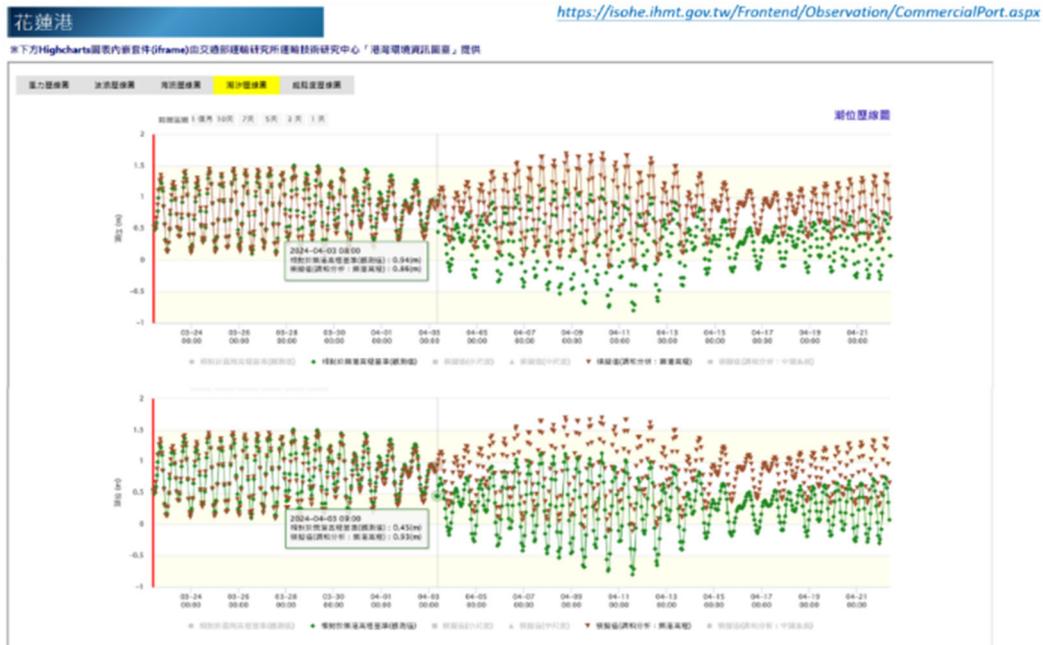


圖 27、花蓮港潮位資料，在 2024 年 4 月 3 日上午 8 時相對築港高程基準為 94 公分，在 2024 年 4 月 3 日上午 9 時相對築港高程基準為 45 公分。（港灣環境資訊網，2024-04-21 檢索）

113年4月3日花蓮地震地表位移圖(橢球高)

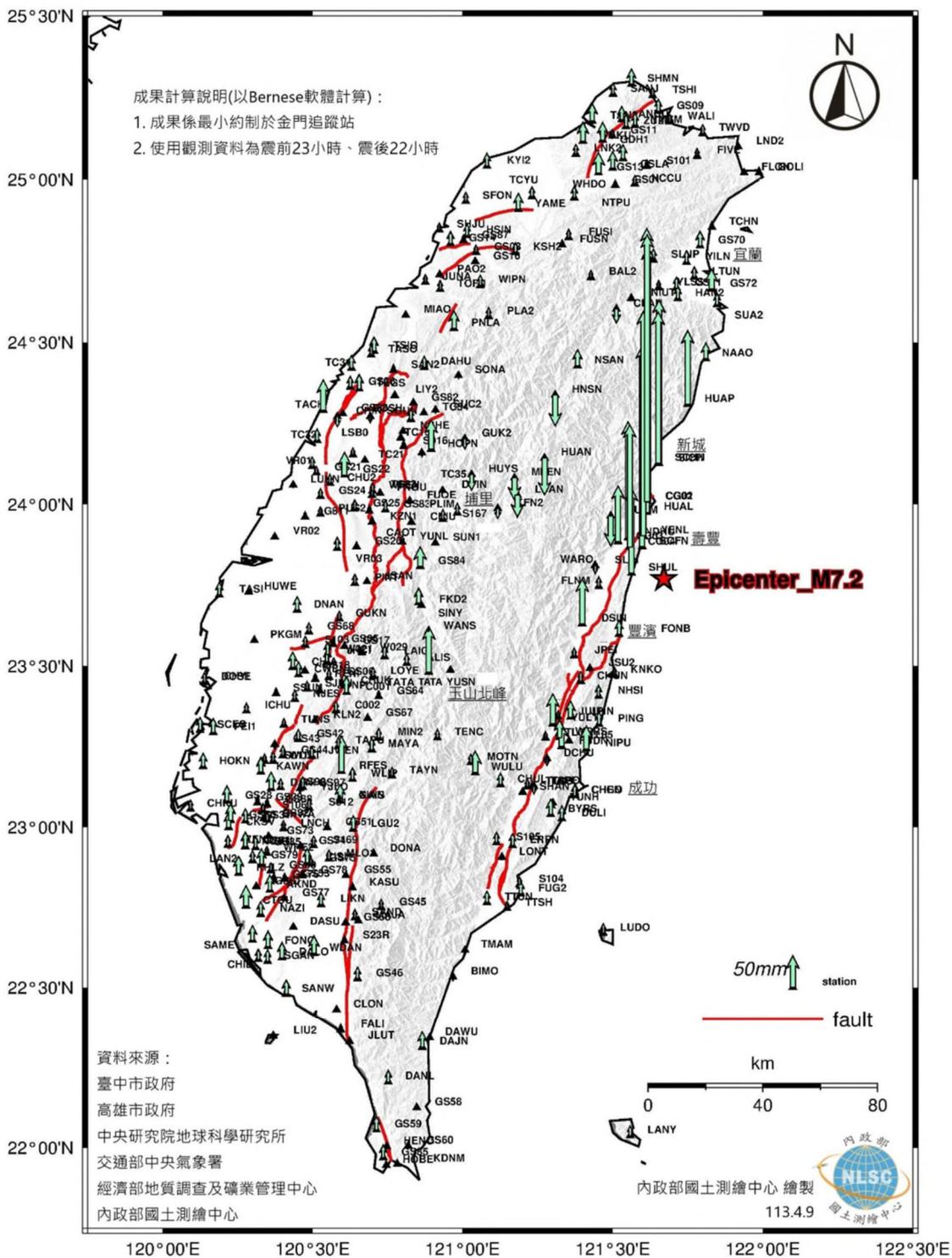


圖 29、0403 花蓮地震前後地表同震垂直位移圖。(內政部國土測繪中心提供)

肆、結論與建議

一、結論

- (一) 本次0403花蓮地震發生的地震震央在花蓮縣壽豐鄉近海，震源深度在15-44公里之間，野外地質調查證據顯示與地表淺部的米崙斷層與嶺頂斷層等活動斷層無直接關聯，研判可能為地下深處的斷層構造所引致，建物破壞或山崩落石係受到震波搖動所造成。
- (二) 米崙斷層沿線於2018年0206花蓮地震曾發生地表破裂之處，本次地震後經現場檢視並未發現新的破裂現象，既有破裂亦無壓縮或擴大等變化，鄰近米崙斷層的美崙溪河道兩側僅靠近忠烈祠附近出現局部噴沙現象。
- (三) 嶺頂斷層沿線亦未發現地表破裂現象，僅於花蓮大橋至箭瑛大橋之間河床發現數處不連續噴沙範圍，單一分布範圍長100至150公尺，且與嶺頂斷層位置有相當差距。由於噴沙現象與河道走向相當一致，為本次地震之強地動致使液化與噴沙現象沿部分鬆軟的河道沉積物而發生。
- (四) 由現地調查發現花蓮港與太平洋公園等沿海地區抬升約40-60公分不等，與地震前後花蓮港驗潮站潮位資料地表抬升約50公分相當，而北至和平港，南迄鹽寮漁港，則因相對抬升量漸小而不易觀察。

二、建議

- (一) 由於引發本次0403花蓮地震的斷層位於海中，故陸上所見災情係地震表面波的強烈搖動所致。雖然依據地震觀測資料，本次地震發生的花蓮壽豐近海在過去地震活動較少，但臺灣東部位於兩個板塊擠壓的交界，為臺灣地震發生最為頻繁與平原區活動斷層最密集之區域，大規模地震之發生機率較高，建議位於臺灣東部地區的重要設施可重新檢討安全係數，並視需要進行

補強結構提高耐震能力，以因應下一次地震的到來。同時建議相關單位多進行宣導教育，增進民眾有關地震避難之知識，方能減少地震發生可能帶來的損失與傷害。

- (二) 此區域的地質構造較過去了解更為複雜，建議應持續加強地殼變形、地震及活動斷層等觀測與分析能力，藉由區域尺度的觀測資料成果進行構造解釋，作為防災與應變之參據。
- (三) 同震地殼變形觀測部分，本報告僅為初步成果，本中心活動斷層觀測網現地觀測已在4月23日完成，刻正進行解算與報告撰寫，相關成果將再整合初稿另行公布。地殼與活動斷層變動需藉長期觀測，瞭解其變動趨勢並評估其安全性，此項工作需充分的人力與經費配合，並且長期持續進行方能竟其功。地礦中心將持續努力，針對全國活動斷層及地殼變動敏感地區進行長期觀測與調查，提供基礎研究資料，以及作為災害防治與預警應變之參考。

致謝

中央研究院地球科學研究所、內政部國土測繪中心、台灣地震科學研究中心、交通部中央氣象署、高雄市政府、臺中市政府（按筆畫順序）等國內外各地震與測量等相關研究單位於本次0403花蓮地震後迅速提供地震報告與相關震源機制資料，以及地殼變形初步成果。

地震發生後不久，國立東華大學自然資源與環境學系顏君毅教授即致電本中心同仁，討論地震相關資料，隨後至現地進行調查及分享調查成果，感謝其熱心協助。最後，感謝地震時投入救災的團體，也期望受本次地震影響的所有人事物都能盡快恢復往昔。

參考文獻

- Cheng, S.N., Yeh, Y.T. and Yu, M.S. (1996) The 1951 Taitung Earthquake in Taiwan. *J. Geol. Soc. China*, no.39 (3), 267-285.
- Doyle, P., Mather, A. E., Bennett, M. R., Bussell, M. A., (1996) Miocene barnacle assemblages from southern Spain and their palaeoenvironmental significance. *Lethaia*, Vol.29, 3, 267-274. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.1996.tb01659.x>
- Hsieh, M.L. and Rau R.J. (2009) Late Holocene coseismic uplift on the Huatung Coast, eastern Taiwan: evidence from mass mortality of intertidal organisms. *Tectonophysics*, 474, 595-609.
- Hsu, T.L. (1956) Geology of the Coastal Range, eastern Taiwan. *Bull. Geol. Surv. Taiwan*, 8, p.39-64.
- Hsu, T.L. (1962) Recent faulting in the Longitudinal Valley of eastern Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, 1, 95-102.
- Wu, B. L., Yen, J. Y., Huang, S. Y., Kuo, Y. T. and Chang, W. Y. (2019) Surface deformation of 0206 Hualien earthquake revealed by the integrated network of RTK GPS. *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 30, 301-310, doi: 10.3319/TAO.2019.05.27.01
- 沈淑敏、張瑞津、楊貴三 (2006) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫—活動構造地形判釋及資料庫建置分析總報告。經濟部中央地質調查所報告，共 105 頁。
- 林啓文、張徽正、盧詩丁、石同生、黃文正 (2000) 臺灣活動斷層概論，五十萬分之一臺灣活動斷層圖說明，第二版。經濟部中央地質調查所特刊，第 13 號，共 122 頁。
- 林啓文、陳文山、劉彥求、陳柏村 (2009) 臺灣東部與南部的活動斷層。經濟部中央地質調查所特刊第 23 號，共 327 頁。
- 林朝榮 (1962) 花蓮地方的第四系—臺灣之第四紀研究 (三)。國家長期發展科學委員會研究報告，共 42 頁。
- 許晉璋、劉彥求 (2017) 臺灣東部縱谷斷層北段及沿線地質調查研究，經濟部中央地質調查所 106 年度自行研究計畫報告，共 70 頁。

- 許晉瑋、顏一勤、劉彥求（2018）臺灣東部嶺頂斷層之斷層跡及地質調查研究。經濟部中央地質調查所特刊，第 33 號，第 77-102 頁。
- 陳文山、林益正、顏一勤、楊志成、紀權宵、黃能偉、林啟文、林偉雄、侯進雄、劉彥求、林燕慧、石同生、盧詩丁（2008）從古地震研究與 GPS 資料探討縱谷斷層的分段意義。經濟部中央地質調查所彙刊，第 20 號，第 165-191 頁。
- 陳文山（2016）臺灣地質概論，中華民國地質學會，第 101-124 頁。
- 陳文山、吳逸民、葉柏逸、賴奕修、柯明淳、柯孝勳、林義凱（2018）臺灣東部碰撞帶孕震構造，經濟部中央地質調查所特刊，第三十三號，第 123-155 頁。
- 張國楨（2014）重要活動斷層調查特性研究—近斷層高精度地形資料之判釋與分析（總報告）。經濟部中央地質調查所委辦計畫成果報告書，共 327 頁。
- 梁勝雄、胡植慶、林依蓉、盧詩丁、許晉瑋、侯進雄、黃意茹、王金安、黃志遠（2017）臺灣東部鄰近米崙斷層北段之地表破裂調查，經濟部中央地質調查所彙刊第 30 號，第 89-118 頁。
- 景國恩、李易叡、張午龍、莊昀叡、顏銀桐、莊怡蓉、邵國士（2021）重要活動斷層地區地表變形觀測與斷層潛勢評估（1/2）。經濟部中央地質調查所 110 年度委託專業服務期末報告書，共 412 頁。
- 經濟部（2019）活動斷層地質敏感區劃定計畫書—F0020 嶺頂斷層，共 24 頁。
- 經濟部（2020）活動斷層地質敏感區劃定計畫書—F1011 米崙斷層，共 19 頁。
- 臺灣省氣象所（1952）中華民國 41 年地震報告。臺北，共 83 頁。
- 劉啟清（1988）臺灣地區地殼變動對驗潮紀錄的影響。第二屆臺灣地區地球物理研討會論文集，第 324-331 頁。
- 顏一勤（2017）106 年度臺灣東部活動構造精進研究案成果報告書。經濟部中央地質調查所研究報告，共 51 頁。
- 盧詩丁、陳建良、陳致言、劉彥求、陳柏村、許晉瑋、莊釗鳴、鄭

智仁、陳思婷、黃志遠、呂貞怡（2018）20180206 花蓮地震地質調查報告，經濟部中央地質調查所告，共 115 頁。

網頁資料（2024-04-24 最後檢索）

1. Broadband Array in Taiwan for Seismology.
<https://bats.earth.sinica.edu.tw/>
2. GEOSCOPE Observatory French Global Network of broad band seismic stations. <http://geoscope.ipgp.fr/index.php/en/>
3. Global Real-Time Moment Tensor Monitoring System.
<https://grmt.earth.sinica.edu.tw/>
4. United States Geological Survey. <https://www.usgs.gov/>
5. GEOSCOPE Observatory French Global Network of broad band seismic stations. <http://geoscope.ipgp.fr/index.php/en/>
6. 內政部
https://www.moi.gov.tw/News_Content.aspx?n=9&s=314685
7. 交通部中央氣象署 <https://www.cwa.gov.tw/V8/C/>
8. 台灣地震科學中心 <https://tec.earth.sinica.edu.tw/>
9. 港灣環境資訊網 - 交通部運輸研究所運輸技術研究中心
<https://isohe.ihmt.gov.tw/Frontend/index.aspx>