經濟部

20220917 關山地震、0918 池上地震
地質調查報告



經濟部中央地質調查所

中華民國 111 年 11 月 11 日

地質調查：林啟文、劉彥求、陳盈璇、梁勝雄、周稟珊、黃志遠、李忠勳、林揚閔、石同生、林燕慧、鄭智仁、王怡方

報告撰寫：劉彥求、林燕慧、梁勝雄、周稟珊、陳盈璇、李忠勳、陳建良、石同生、王怡方

責任審閱：林啟文

封面照片：918 池上地震時玉里斷層活動，造成玉里市區圓環街道的地表破裂。

20220917 關山地震、0918 池上地震
地質調查報告

第一部分：地質調查

摘　　要

民國111年9月17日晚上9點41分，在臺東關山發生芮氏規模6.4的地震，震源深度7.3公里，隔天9月18日下午2點44分在臺東縣池上發生芮氏規模6.8的地震，震源深度7公里。一般將917關山地震視為前震，918池上地震為主震，這兩個地震是歐亞板塊與菲律賓海板塊擠壓所引起的。經濟部中央地質調查所(下稱本所)動員構造與地震地質組人力針對周遭地區進行野外調查與大地測量工作，地質調查重點在地表破裂分布範圍與活動斷層的相關性，並評估陸上活動斷層是否為此次地震的發震構造，大地測量的目的在了解地表變動的範圍與程度。調查範圍涵蓋花蓮縣瑞穗鄉、玉里鎮、富里鄉、臺東縣池上鄉、關山鎮與鹿野鄉等破壞較密集分布的區域。「20220917關山地震、0918池上地震地質調查報告」(下稱本報告)以地質調查為主，並簡述大地測量與地質資料比對，大地測量詳細資料請見第二部分說明。

由前震、主震及餘震分布的斷層面解等資料，研判917關山地震、918池上地震的發震構造與歐亞板塊、菲律賓海板塊擠壓有關，是由一個呈北北東走向且向西高角度傾斜的左移斷層活動所致，模擬可能的斷層面走向為 015 度，深度約 0 至 15 km，斷層面向西傾斜，傾角約 80 度。

地質調查結果顯示，玉里斷層與池上斷層沿線均有地表破裂與噴沙現象。玉里斷層方面，玉里鎮至源城溪之間有集中且連續的地表破裂分布，呈左移運動且西側抬升；玉里鎮以北至大禹里，地表破裂零星分布，並逐漸尖滅；客城至長富大橋之間，地表破裂分為數條，範圍寬約數百公尺至1公里。整體而言，玉里斷層為左移運動兼具向東逆衝性質，地表破裂位置與1951年的地表破裂幾乎一致，但此次更增加長良地區的地表破裂，其左移量最大達1公尺，西側抬升30-100公分。由於本次的地震之震源機制、震源深度及主、餘震分布與玉里斷層性質一致，因此研判918池上地震的

發震斷層往北延伸，出露地表的部分為玉里斷層，其餘則可能位於秀姑巒溪而不易發現。

池上破裂北起玉里鎮春日，南迄鹿野鄉二層坪，地表破裂長度約67公里，依現象大致可分為四段，特性與延續性不同：1.春日至東里，地表破裂跡大致連續，但在松浦地區分散為數道，街道的地表破裂以向西逆衝為主，兼具左移分量，稻田則是西側抬升並產生向東逆衝的破裂現象；在松浦以南經高寮到玉里大橋之間，部分破裂較為分散，不易追蹤，另則進入秀姑巒溪河道，於沙洲上見到連續裂隙與噴沙現象。2.東里至富里，地表破裂大致連續：除了主斷層上向西逆衝的地表破裂外，另在學校園等數道平行斷層走向的壓力脊東側，產生向東逆衝的破壞現象，造成破裂西側抬升並向東逆衝。3.富里至電光：錦園以北有連續的地表破裂，東側抬升，地表的變形特徵是以逆衝為主，兼具左移性質；錦園至電光間，局部地區可見水渠、堤防與道路等工結構物受擠壓的破裂現象，大致維持一定線性，與龍仔尾一帶的線形崖相近，但在稻田未見明確連續破裂。4.電光以南至二層坪，地表破裂現象在寶華大橋與二層坪附近連續分布，但兩者間相接的位置位在卑南大溪水域，無法觀察。由調查與訪談可確認多數地表破裂為918池上地震時產生，而關山以南至二層坪之間的地表破裂則為917關山地震時產生，部分地表破裂在震後仍持續潛移至今，導致道路等設施在緊急修補後仍繼續破裂。

觀測結果顯示：917 關山地震最大同震位移量發生在震央的關山測站，同震位移的水平分量出現在池上斷層西側，朝南方位移並抬升，池上斷層以東則無顯著水平向與垂直向位移，結果與上述調查符合。

918 池上地震則造成大範圍地殼變形，同震位移大致呈以花東縱谷為界，東側的海岸山脈地區朝西北方向位移且下陷；西側的中央山脈地區朝西南方向位移並抬升，後者顯然與玉里斷層的活動明顯相關。同震位移量較大的範圍，分布在玉里至池上之間，最大水平位移為震央鄰近的臺東池

上鄉福原國小，最大垂直位移為震央東北側的花蓮卓溪古風國小。

DInSAR 干涉結果顯示，這兩次地震在花東縱谷造成的地表變形，南北長約 80 公里，範圍北起瑞穗，南抵鹿野及卑南地區，均有顯著的地表變形位移量，大於有明確地表破裂範圍，但與出現人工結構物破壞的範圍則相符。

整體而言，池上斷層沿線的地表破裂多數位在池上斷層活動斷層地質敏感區（F0002）內，且常見分支或跳階等現象，部分位於地質敏感區外，後續將檢討是否進行其劃定變更；此外，在松浦地區，緊鄰於池上斷層，但位於其下盤的向東逆衝地表破裂，是否為池上斷層活動所致，或為其它向西傾斜的斷層活動造成，在無進一步資料之前不遽以定論，僅先予描述供參考分析。

本次地震由板塊擠壓作用所引發，並造成跨越或鄰近斷層帶的建物損毀，橋梁如高寮大橋與崙天大橋倒塌，或如寶華大橋受損；鐵路在富里至東里之間鐵軌扭曲、列車出軌或月台倒塌；春日國小等學校與玉里醫院建築也因而受損；玉里、富里、卓溪與關山的民房更是多達數百戶受損；震後山區土石鬆動，六十石山隨即因坍方而造成交通中斷，隨後又因為豪雨而造成周圍山區產生多處坡地崩壞。花東縱谷為臺灣陸上地震最為頻繁與平原區活動斷層最密集之區域，且近年因運輸需求大幅提高，多項大眾交通運輸改善工程正規劃與進行，因此，建議本區域重要設施需檢討安全設計係數，並視需要進行結構物補強以提高耐震能力。未來針對此區域的發震構造，必須持續地進行地震地質與地表變形觀測等工作，以作為防災與應變的參據。

此次地震地質調查結果，將更新玉里斷層與池上斷層的條帶地質圖，展開玉里斷層地質敏感區的劃定，並評估池上斷層地質敏感區範圍的變更，以提供國土建設與建築規範的運用。此外，政府已啟動耐震安檢、建築物耐震補強、加速都市更新等措施，本所會配合政策推動，提供基礎地質資

料與專業意見。

目　　錄

摘要 I
目錄 V
圖目錄 VII
附錄 XII
引言 XIII
誌謝 XV
壹、區域概況 1
1-1 地質背景 1
1-1-1 區域地質 1
1-1-2 活動斷層分布 4
1-2 地震活動 12
1-3 小結 13
貳、玉里斷層地質調查 19
2-1 玉里斷層同震地表變形 19
2-2 小結 19
參、池上斷層地質調查 33
3-1 春日-東里地區 33
3-1-1 同震地表變形 33
3-1-2 小結 34
3-2 東里-富里地區 44
3-2-1 同震地表變形 44
3-2-2 小結 45
3-3 富里-電光地區 51
3-3-1 同震地表變形 51
3-3-2 小結 51
3-4 電光-二層坪 58

3-4-1 同震地表變形 58
3-4-2 小結 58
肆、鹿野地區地質調查 65
4-1 鹿野地區 65
4-2 小結 65
伍、結論與建議 69
5-1 結論 69
5-2 建議 70
參考文獻 71
附錄 74

圖　目　錄

圖 1-1-1、臺灣的地體構造圖，本次地震發生區域位於歐亞板塊與菲律賓海板塊的碰撞位置，黃色星號為震央位置（修改自鄧屬予，2002）.....2
圖 1-1-2、臺灣地質分區圖（陳文山，2016）。.....2
圖 1-1-3、海岸山脈地質圖（陳文山，2016）。.....3
圖 1-1-4、玉里斷層條帶地質圖北幅（引自林啟文等，2022）。.....7
圖 1-1-5、玉里斷層條帶地質圖南幅（引自林啟文等，2022）。.....8
圖 1-1-6、池上斷層北段條帶地質圖（引自林啟文等，2009）。.....9
圖 1-1-7、池上斷層南段條帶地質圖（引自林啟文等，2009）。.....10
圖 1-1-8、「活動斷層地質敏感區（F0002 池上斷層）」位置圖（經濟部，2014）。.....11
圖 1-2-1、臺灣地區 1900-2009 年的地震分布圖。黃色星號為 917 關山地震與 918 池上地震的位置（修改自林哲民等，2010）。.....14
圖 1-2-2、中央氣象局發布的 917 關山地震、918 池上地震的地震報告與等震度圖（中央氣象局網頁）。.....15
圖 1-2-3、917 關山地震(前震)、918 池上地震（主震）與餘震統計，右為地震序列逐時地震個數分布統計（中央氣象局，2022）。.....15
圖 1-2-4、0917 關山地震與 0918 池上地震歷時紀錄分析圖（郭陳澔，2022）。.....16
圖 1-2-5、中央研究院與美國地質調查所（USGS）發布的 917 關山地震、918 池上地震機制解（中央氣象局網頁）。.....17
圖 1-2-6、0917 關山地震與 0918 池上地震之地震個數統計圖，統計時間自 9 月 1 日至 9 月 25 日止（郭陳澔，2022）。.....17
圖 1-2-7、917 關山地震與 918 池上地震野外調查圖。.....18
圖 2-1-1、玉里斷層地表破裂調查分布圖。.....21
圖 2-1-2、高寮大橋西側砂石分選廠有 1 組裂隙 N18°W-N24°W 走向，為一條裂隙走向 N10°E，裂隙兩側沒有明顯高差（周稟珊攝）。...22
圖 2-1-3、高寮大橋橋面傾倒，橋頭西側高堤柏油路面有平行裂隙路面的階梯式裂隙。研判為基礎沉陷，本處沒有斷層通過（周稟珊攝）。

.....22
圖 2-1-4、純柑南方加油站南側馬路上有一組裂隙，走向 N6°E，另一組裂隙走向 N14°E；裂隙兩側均沒有明顯高差（周稟珊攝）。.....23
圖 2-1-5、卓溪北方水泥預拌廠與西瓜田之間的農路上，有一組 N25°W 走向的裂隙，兩側沒有明顯高差，外形似左剪壓力脊（林啟文攝）。.....23
圖 2-1-6、玉里醫院旁卓溪南岸河堤防汛道路上有 1 組裂隙，走向 N20°W-N24°W，西側上升（照片左）。河堤上有一組裂隙 N20°W，西側上升，堤面上的裂隙指示有左移分量（照片右）（林啟文攝）。.24
圖 2-1-7、玉里高中科學館旁草地，有一組雁行排列裂隙，走向 N22°W（林啟文攝）。裂隙組邊界為 N10°E 走向，向南延伸直接穿過科學館旁教室（周稟珊攝）。.....24
圖 2-1-8、玉里高中棒球場外野草皮一組雁行排列裂隙延伸數公尺寬，裂隙走向 N24°W。西高東低（周稟珊攝）。.....25
圖 2-1-9、棒球場三壘（紅土）附近裂隙已清除，裂隙為 NNE 走向，呈雁行排列（周稟珊攝）。.....25
圖 2-1-10、客城農路有一組雁行排列裂縫，N10°W 走向，西側上升（林啟文攝）。.....26
圖 2-1-11、客城堤防外防汛道路上一組鋸齒狀（Zigzag）裂隙，主裂隙走向 N55°W，呈現左移形式，並南北方向壓縮（周稟珊攝）。....26
圖 2-1-12、玉長大橋南側橋墩剪力破壞，玉長大橋北側客城堤防前橋墩亦為剪力破壞。和斷層無關。照片（上）周稟珊攝、照片（下）林啟文攝。.....27
圖 2-1-13、玉長大橋東側南岸河堤內防汛道路有 2 條裂隙，1 條 N15°E 走向，西側上升，另一條走向 N25°W，無明顯起伏。.....28
圖 2-1-14、樂樂溪河床的破裂。西側上升，朝 NNE-SSW 走向延伸一組雁行裂隙與其斜交約 30 度（劉彥求攝）。.....28
圖 2-1-15、樂樂溪南岸河堤有一組 N24°W 走向裂隙，西側上升，另一組左移裂隙 N65°W（周稟珊攝）。.....29
圖 2-1-16、長良北村西瓜園。斷層左移，向東逆衝斷層。斷層崖高約 30-100 公分，左移 80-100 公分（周稟珊攝）。.....29
圖 2-1-17、長良北村西瓜園南側。一組 N20°W 走向裂隙（周稟珊攝）。.30
圖 2-1-18、長良北村防汛道路北側農田，田邊農路上有 2 組裂隙，均為

西高東低，一組走向 N20°W，另一組 N18°E 走向，有視左移分量（周稟珊攝）。.....30
圖 2-1-19、長良北村防汛道路北側農田，水稻田產生撓曲崖，西高東低，走向 N15°E，高差約 30-50 公分（周稟珊攝）。.....31
圖 2-1-20、長良北村、秀姑巒溪堤防防汛道路一組雁行排列裂縫，走向 N18°W-N24°W，左側抬升，另一條裂隙 N15°E（周稟珊攝）。.....31
圖 2-1-21、長良北村，空拍生產 DSM，經造影處理為灰階，北方朝上，玉里斷層地表破裂相當明顯，本所謝有忠技正拍攝提供。.....32
圖 3-1-1、池上斷層春日-東里地表破裂調查分布圖。.....35
圖 3-1-2、松浦地區街道的地表破裂，NNE 走向，向北拍攝，東（右）側抬昇（劉彥求攝）。.....36
圖 3-1-3、呂範溪北岸稻田向西逆衝的地表隆起現象，N55°E 走向，向南拍攝（陳盈璇攝）。.....36
圖 3-1-4、呂範溪至埤尾北側田間，2 階向東逆衝及左移現象，約呈 N-S 走向，向南拍攝（陳盈璇攝）。.....37
圖 3-1-5、呂範溪至埤尾北側田間的雁行排列破裂向東逆衝，N5°E 走向，向北拍攝（陳盈璇攝）。.....37
圖 3-1-6、埤尾地區秀姑巒溪南岸稻田及道路，向東逆衝，西側抬升，N10°E 走向，向北拍攝（陳盈璇攝）。.....38
圖 3-1-7、埤尾地區稻田及田埂隆起，西側抬升，約 N-S 走向，向南拍攝（陳盈璇攝）。.....38
圖 3-1-8、埤尾地區道路向東逆衝，西側抬升破裂，向南拍攝（陳盈璇攝）。.....39
圖 3-1-9、埤尾地區溝渠位移、抬升及破裂（陳盈璇攝）。.....39
圖 3-1-10、埤尾-松浦間壓力脊東側，西側抬升破裂，N55°E 走向，向北拍攝（陳盈璇攝）。.....40
圖 3-1-11、松浦地區稻田隆起向東逆衝，朝 N5°E 走向延伸，田埂隆起左移（陳盈璇攝）。.....40
圖 3-1-12、松浦地區稻田西側隆起向東逆衝，約呈 NNE 走向（陳盈璇攝）。.....41
圖 3-1-13、松浦地區稻田隆起向東逆衝，地表破裂朝 N25°E 走向延伸，西側抬升量約 1 公尺（陳盈璇攝）。.....41

圖 3-1-14、玉里舊鐵道南側呈近約 NNW 走向的地表破裂，向南拍攝（劉彥求攝）。.....42
圖 3-1-15、船仔山西側，至少 3 階的地表破裂，走向 N60°E，東側抬升（陳盈璇攝）。.....42
圖 3-1-16、東里車站北側，跨於池上斷層帶上的橋墩受到向西北推擠，均輕微移位與受損，其上鐵軌扭曲變形，向北拍攝（劉彥求攝）。43
圖 3-2-1、池上斷層東里-富里地表破裂調查分布圖。.....46
圖 3-2-2、萬寧村地表向東逆移抬升，並具左移雁行排列（李忠勳攝）。.47
圖 3-2-3、萬寧村稻田階段式連續抬升（李忠勳攝）。.....47
圖 3-2-4、富北國中教師宿舍前開裂，結構向東南傾斜（李忠勳攝）。.....48
圖 3-2-5、螺仔溪南岸稻田破裂（李忠勳攝）。.....48
圖 3-2-6、崙天大橋東側農舍地面隆起（石同生攝）。.....49
圖 3-2-7、鱉溪富池橋池上斷層露頭西側，地表破裂約朝 N30E 延伸，東側抬升，向東拍攝（劉彥求攝）。.....49
圖 3-2-8、台 9 線拓寬工程檔土牆外傾位移、路基下陷張裂（李忠勳攝）。.....50
圖 3-2-9、崙天大橋橋墩及橋面板倒塌（李忠勳攝）。.....50
圖 3-3-1、池上斷層富里-電光地表破裂調查分布圖。.....52
圖 3-3-2、地表破裂在此斜切台 9 線道路，並呈現左移雁行排列，朝 N10E 延伸，東側抬高 10-20 公分（劉彥求攝）。.....53
圖 3-3-3、從慈顯宮以南經慶豐到池上地牛館之間為連續地表破裂，朝 N10E 延伸（劉彥求攝）。.....53
圖 3-3-4、建安宮後方，池上地牛館以南，地表破裂位坡面上，朝 N20E 延伸，因量小且受植生遮蔽而不易發現（劉彥求攝）。.....54
圖 3-3-5、大坡國小北側，線形崖上道路與農地地表破裂，東側推擠隆起，向西逆衝（劉彥求攝）。.....54
圖 3-3-6、大坡社區附近線形崖，其上盤伴隨之張力裂隙（劉彥求攝）。.55
圖 3-3-7、法林寺北側，壓力脊地形頂部的張力裂隙群，約為 N30°E 走向（劉彥求攝）。.....55
圖 3-3-8、東 9 鄉道靈公祠附近破裂現象，約為 N45°E 走向（劉彥求攝）。.....56
圖 3-3-9、東 9 鄉道民家附近破裂現象，約為 N45°E 走向（劉彥求攝）。56

圖 3-3-10、大坡池東側線形崖，崖腳有結構物向外推出的破裂現象，持續見到線形崖上的建物受到擠壓與抬升破裂，此處破裂最高約抬升 30 公分（劉彥求攝）。.....57
圖 3-3-11、佛光禪寺擋土牆裂隙（黃志遠攝）。.....57
圖 3-4-1、池上斷層電光-二層坪地表破裂調查分布圖。.....59
圖 3-4-2、建物結構破壞呈南北走向，東側微拱（梁勝雄攝）。.....60
圖 3-4-3、邊坡圍牆呈東西向擠壓抬升現象（梁勝雄攝）。.....60
圖 3-4-4、邊坡圍牆呈左移破壞（梁勝雄攝）。.....61
圖 3-4-5、電光社區因地震力造成水管破裂（梁勝雄攝）。.....61
圖 3-4-6、電光社區西側地形崖灌溉溝渠，因地震關係，破壞加劇（梁勝雄攝）。.....62
圖 3-4-7、寶華大橋橋面錯移，呈左移現象，因已修補而無法得知是否有擠壓現象（黃志遠攝）。.....62
圖 3-4-8、寶華大橋南側河床地表破裂與偶見噴沙現象（黃志遠攝）。.....63
圖 3-4-9、納骨塔附近溝渠破裂拱起（梁勝雄攝）。.....63
圖 3-4-10、溝渠破裂呈左移現象（黃志遠攝）。.....64
圖 3-4-11、二層坪產業道路地表破裂呈左移雁行排列現象（梁勝雄攝）。.....64
圖 4-1-1、鹿野地區地表破裂調查分布圖。.....66
圖 4-1-2、鹿野斷層西側地形崖，崖前推移而導致輕微地表變形現象（黃志遠攝）。.....67
圖 4-1-3、鹿野斷層西側地形崖，崖前推移，部分破裂具有左移分量變形（黃志遠攝）。.....67
圖 4-1-4、鹿寮溪河床零星噴沙，但不具連續性（黃志遠攝）。.....68
圖 4-1-5、鹿寮溪自行車道舊鐵橋輕微毀損（黃志遠攝）。.....68

附　　錄

附表 1、調查照片點位位置表 74
附圖 A-1、調查照片點位分佈圖-玉里斷層。 76
附圖 A-2、調查照片點位分佈圖-池上斷層。 77
附圖 A-3、調查照片點位分佈圖-池上斷層與鹿野斷層。 78

引　言

根據中央氣象局的地震測報，民國 111 年 9 月 17 日晚上 9 點 41 分，在臺東關山發生芮氏規模 6.4 的地震，震源深度 7.3 公里（圖 1-2-2），隔天 9 月 18 日下午 2 點 44 分在臺東縣關池上發生芮氏規模 6.8 的地震，震源深度 7 公里（圖 1-2-2），本報告以地震發生時間加上地名作為地震的名稱，因此以「20220917 關山地震」與「20220918 池上地震」作為兩次地震之稱呼，簡稱為「917 關山地震」與「918 池上地震」以便描述。

這是繼今年 3 月 23 日規模 6.2 長濱地震（編號 024）與 6 月 20 日規模 6.0 光復地震（編號 059）後，花東地區再次發生規模 6 以上的災害性地震，於花東地區造成房屋傾倒、道路破壞、橋梁損毀等嚴重災情，受到各界重視。在 917 關山地震中，臺東縣池上的震度達 6 強，而花蓮縣的富里、臺東市及高雄市楠梓的多處地震站均可觀測到震度 5 弱~5 強，當時僅臺東縣部分橋樑破壞。而 918 池上地震，臺東縣池上的震度仍是達到 6 強，而花蓮縣的玉里、南投縣玉山的多處地震站也觀測到震度 5 弱~6 弱，台灣本島各地區都可觀測到 3 級以上的震度，造成多數建物、橋梁、道路的破壞，進而產生重大傷亡。

中央災害應變中心「0918 池上地震情資報告」災情彙整（截至 9 月 21 日 12 時止），地震災情集中在花蓮縣玉里鎮、臺東縣池上鄉、關山鎮等地，除造成 66 件建物建築物損壞傾斜、1 人罹難與 171 人受傷外，同時也造成多處校園、道路與橋樑受損。亦造成一些地區的噴沙與沉陷的現象，以及部分道路和橋樑的破壞。

一般將 917 關山地震視為前震，918 池上地震為主震。震央皆位於玉里斷層南側與池上斷層西側，在玉里斷層與池上斷層沿線有明顯的地表破裂現象，引發各界對於本次地震是否為玉里斷層、池上斷層或學界所謂「中央山脈斷層」活動所引致的討論。同時，於 917 關山地震發生後，有密集的群震現象，918 池上地震後 2 天亦有密集的餘震分布。

依照目前的地震資料，918 池上地震乃是一條北北東走向、向西高角度傾斜約 70 度的走向滑移斷層，具逆衝性質，震央位於花東縱谷西側、靠近中央山脈，這兩次地震接發生於淺部約深 7 公里處，屬板塊碰撞帶(縫合帶)內的斷層錯動引起，並造成玉里斷層與池上斷層沿線有顯著的地表破裂與變形現象，常伴隨裂隙與噴沙。由於 918 池上地震的震源機制解及其餘震位置與玉里斷層位置及其地表變形行為相符，因此研判玉里斷層為其的地震斷層出露地表的部分；另由變形現象與部分餘震分部位置，顯示池上斷層是受到這一地震斷層引發活動或向東推擠的作用而產生地表破裂。

在調查與撰寫報告過程中，動員了構造與地震地質組全組大部分的人力，同時亦有相關組室同仁協助進行空拍調查，參與的同仁有林啟文（組長）、石同生（科長）、陳建良（科長）、林燕慧、劉彥求、陳盈璇、梁勝雄、周稟珊、范力仁、梁均合、黃志遠、鄭智仁、李忠勳、林揚閔、潘乙喬、王怡方，以及謝有忠技正提供空拍支援。總計投入超過 110 人日的調查人力與時間，留守同仁亦不斷協助資料收集彙整與報告整編，方於 11 月初完成本次地震地質調查報告。

本次地質調查重點在花蓮縣的瑞穗鄉、玉里鎮、富里鄉與臺東縣池上鄉、關山鎮、鹿野鄉、卑南鄉等地區的斷層沿線普查與地表破裂分布調查，同時也紀錄調查區域內，同於此次地震發生的噴沙、地表沉陷或是部分建物、橋樑受損之現象。此外，本所也在地震後進行花東地區大範圍的 GPS 測量工作，瞭解地表變形的分布情形，並委託進行玉里斷層與池上斷層地表破裂部分區域的空中拍攝作業。活動斷層觀測資料分析部分，也同步進行 GPS 連續站、水準測量等觀測資料的檢視與研判，將另文說明。以下分別就區域概況、地質調查以及結論與建議等內容以不同章節加以描述。

誌　　謝

本報告為中央地質調查所於 917 關山地震與 918 池上地震後，短時間內進行現地調查及彙整許多資料撰寫而成，調查及撰寫期間承蒙下列單位及專家學者提供資料與協助，本所敬致謝忱。

地質調查：顏一勤技師、衣德成技師、黃敏郎技師、台灣世曦工程顧問公司（葉家志技師與葉佳鴻技師支援調查）。

地變動觀測分析：顏君毅教授、張中白教授、景國恩教授、張午龍教授、莊昀叡教授、陳宏宇博士、盧志恆博士、童忻博士、陳江鑫先生。

GPS 資料提供與同震測量：中研院地科所、中央氣象局、內政部地政司、內政部國土測繪中心、經濟部水利署、中興測量公司。

壹、 區域概況

1-1 地質背景

1-1-1 區域地質

臺灣位處環太平洋地震帶，位於歐亞板塊和菲律賓海板塊的斜向聚合處，菲律賓海板塊以每年平均約 8 公分的速度朝西北碰撞歐亞板塊，於臺灣東部向北隱沒至歐亞板塊之下，花東縱谷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花東縱谷的中段，位置偏西側靠近中央山脈，因此在大地構造的背景上相對複雜（圖 1-1-1）。

依陳文山（2016）的臺灣地質構造區分類，此次地震影響範圍主要位於脊樑山脈地質區（IV）與海岸山脈地質區（VI）的交接地帶；西側屬於脊樑山脈地質區的廬山板岩帶（V）。地形上，自西向東由高達上千公尺的中央山脈，下降到略高於海平面的縱谷平原，再向東上升到丘陵地至局部數百公尺的山脊，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的特徵。以下分別簡述地質分區與花東縱谷平原的基本組成與特徵（圖 1-1-2、圖 1-1-3）：

此次地震影響範圍主要位於脊樑山脈地質區（IV、V）與海岸山脈地質區（VI）的交接地帶（圖 1-1-2）；西側屬於脊樑山脈地質區的廬山板岩帶（V），主要由片岩與板岩所構成。東側海岸山脈地質區（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的縱谷斷層走向，顯然板塊擠壓具有密切關係。脊樑山脈與海岸山脈間為寬度介於 3~6 公里之臺東縱谷平原，主要是未膠結的沖積扇與沖積層，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，局部受到臺東縱谷的斷層系統影響，而有褶皺或斷層（圖 1-1-3）。

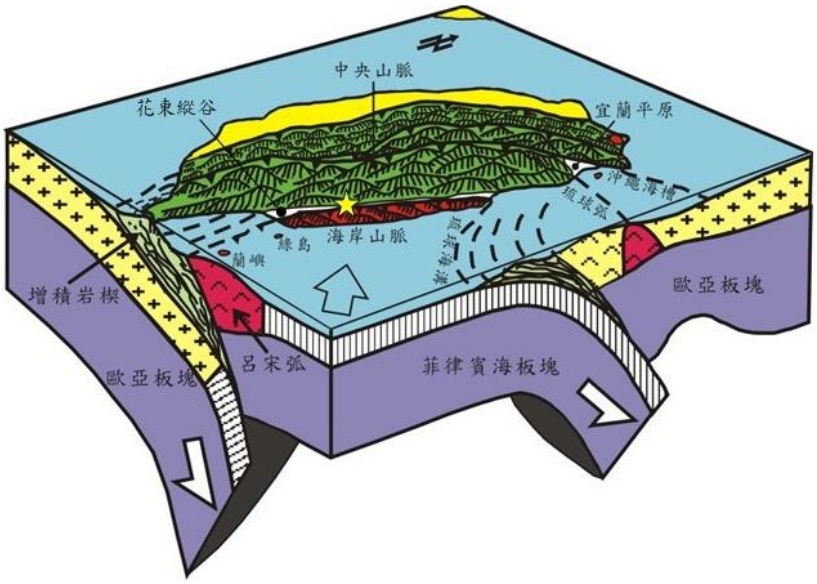


圖 1-1-1、臺灣的地體構造圖，本次地震發生區域位於歐亞板塊與菲律賓海板塊的碰撞位置，黃色星號為震央位置（修改自鄧屬予，2002）

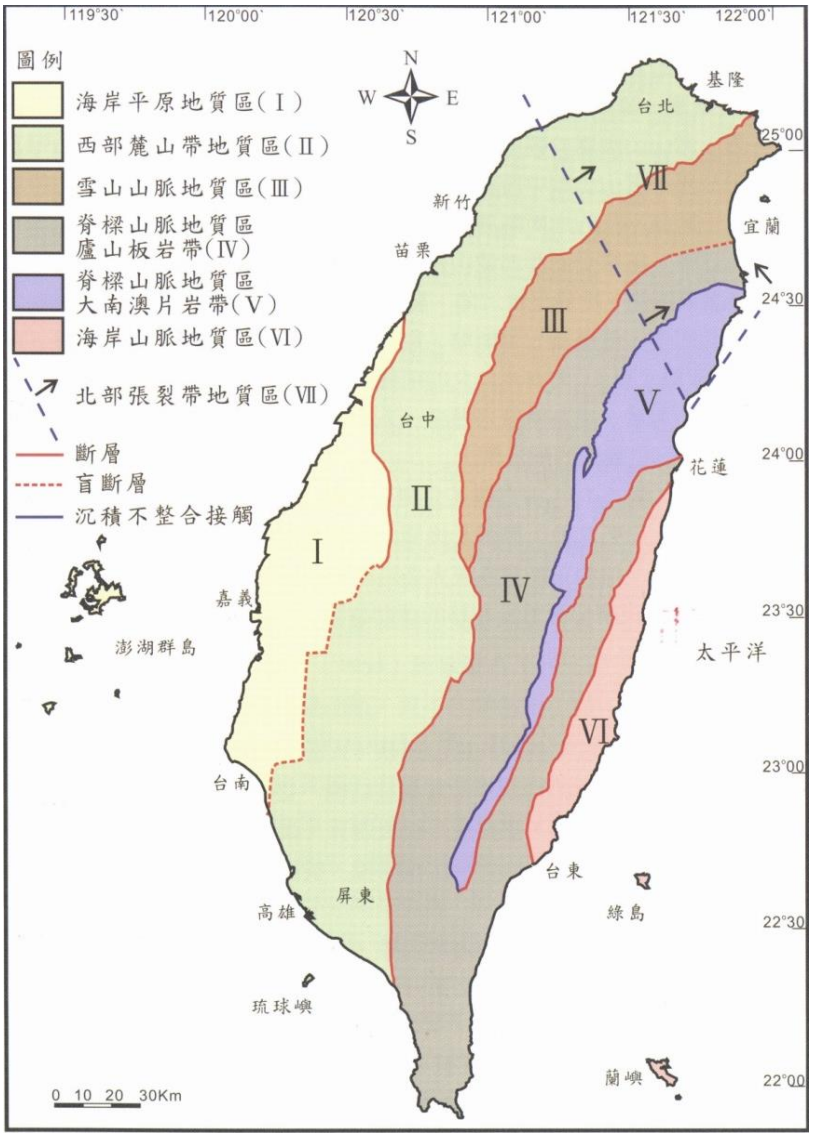


圖 1-1-2、臺灣地質分區圖（陳文山，2016）。

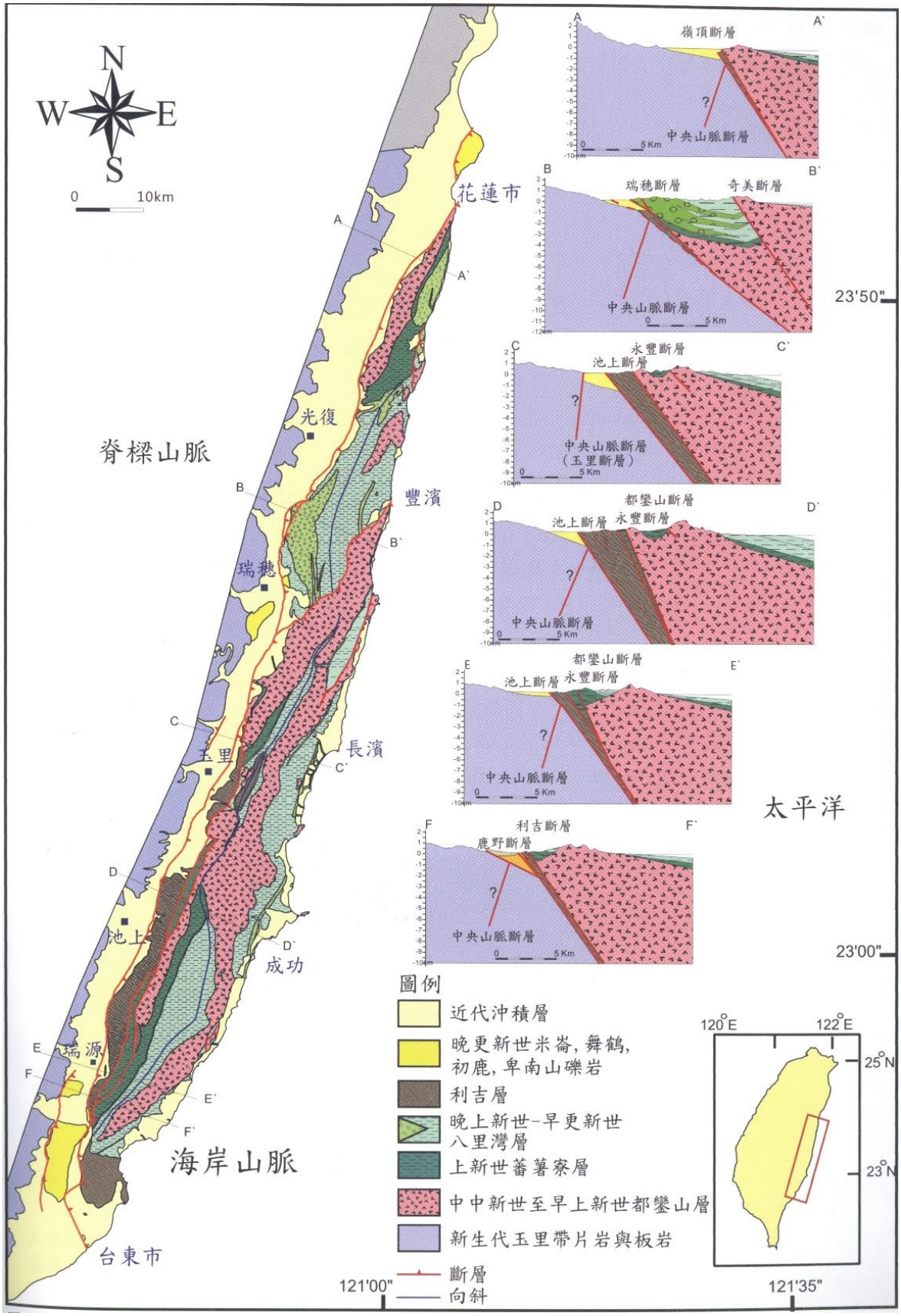


圖 1-1-3、海岸山脈地質圖（陳文山，2016）。

1-1-2 活動斷層分布

有關 917 關山地震、918 池上地震與活動斷層的空間關係方面，此次地震的震央位於玉里斷層南側與池上斷層西側，也就是花東縱谷西側的位置。地震災情密集的分布在玉里斷層與池上斷層沿線。地震發生時，依據震央位置，有相當多學者提出可能與中央山脈斷層有關，由於中央山脈斷層並非清楚定義的斷層名稱，乃一學術概念性或系統化的名稱。經本所地表破裂調查與隨後的大地測量資料結果顯示，玉里斷層與池上斷層有明確的地表破裂與位移，因此，玉里斷層與池上斷層在此次地震中所扮演的角色，則成為各界探討的重點之一。為釐清上述活動斷層與此地震的關係，並分析震後相關破壞的可能原因，以下便針對這些活動斷層略作簡述，詳細的活動斷層資料內容請參閱本所出版之兩萬五千分之一活動斷層條帶地質圖說明書，以及於 2014 年公告的池上斷層活動斷層地質敏感區（F0002）劃定計畫書等資料，以下簡要說明玉里斷層與池上斷層性質，使參照後續調查成果更為方便。

玉里斷層：

玉里斷層為左移斷層兼具逆移分量，呈北北東走向，由花蓮縣瑞穗鄉瑞良村向南延伸至玉里鎮客城里（圖 1-1-4、圖 1-1-5），長約 26 公里（徐鐵良，1962）。

1951 年 11 月 25 日 2 時 47 分與 2 時 50 分的 2 次強震，造成走向與縱谷平行的地表破裂，東側抬升並略向北移動（台灣省氣象所，1952）。1951 年地震造成的地表破裂共有 2 條（楊蔭清，1953），其中一條地表破裂位於縱谷的西側，由玉里鎮三民里向南延伸經舊玉里國小、玉里鎮圓環、客城里，本段的地表破裂為斷續出現。在三民（三笠）地區秀姑巒溪河床上有 N25°E 的地裂與一系列的噴沙，舊玉里國小內斷層東側的花壇上升 10 至 30 公分，東側教室向北移動 40 公分，地表破裂呈 N40°W 雁行排列。玉里國小南側地表破裂以 N10°E 方向延伸(林, 1997)，途經中山堂、關帝廟（今協天宮）、中正路排水溝遭嚴重破壞，切過圓環、蝴蝶餐廳與客城里。鄭世楠等（Cheng et al., 1996）對地震重新定位後，顯示 2 時 47 分的地震震央位於卑南主山東南方，震源深度 16 公里，規模（Ms）6.8（池上地震）；2 時 50 分的地震震央位於成功東北東方外海，震源深度 36 公里，規模（Ms）7.0（玉里地震），震源機制解顯示後者為是帶左移分量的高角度逆斷層。徐鐵良（1962）指出玉里斷層是 1951 年 11 月 25 日的地震斷層。由於當時的地表破裂均位於花東縱谷的西側沖積層或秀姑巒溪沙洲，難以留下明確斷層露頭，所以斷層部分位置與性質迄今仍不明確。

依據 2022 年 918 池上地震後的調查結果，紅葉溪（瑞穗）至豐坪溪（三民南側）之間，未發現明確地表破裂現象，僅有極零星的人工結構物損壞；豐坪溪至卓溪北岸之間，地表破裂零星分布且較不連續；卓溪南岸經玉里鎮至源城溪附近，有集中且連續的地表破裂分布；源城溪至長富大橋之間，地

表破裂分為數條，範圍寬約數百公尺至 1 公里。整體而言，地表破裂位置多數與 1951 年的地表破裂一致，左移量最大達 1 公尺，西側抬升 30-100 公分。由於本次的地震之震源機制、震源深度及主、餘震分布與玉里斷層性質及地表變形特徵一致，因此研判玉里斷層是 918 池上地震的發震斷層，且往北延伸且出露地表的部分，其餘部分則可能受秀姑巒溪河水掩蓋而不易發現，僅局部顯現在沙洲上的破裂。

池上斷層：

池上斷層，為逆移兼具左移分量之斷層，由花蓮縣玉里鎮春日里向南南西方向經臺東縣池上鄉萬安，再向南延伸至鹿野鄉瑞隆村，長約 67 公里（圖 1-1-6、圖 1-1-7）（林啟文等，2009），1951 年臺東地震與 2003 年成功地震皆造成池上斷層沿線部分地區地表破裂現象。1951 年 11 月 25 的 2 次強震，造成走向與縱谷平行的地表破裂，東側抬升並略向北移動（台灣省氣象所，1952）。1951 年地震造成的地表破裂中共有 2 條（楊蔭清，1953），其中一條地表破裂位於縱谷的東側，由光復鄉大富村向南延伸，經過富興村、鶴岡村、瑞美村、麻汝、東里、東竹、新興及富里國校，池上鄉之慶豐村、錦園村至鹿野鄉之巒山村。

由池上斷層的古地震研究結果顯示，過去 800 年以來至少有 5 次地震事件造成沉積層錯移，每次事件造成沉積層垂直位移數十公分，最大位移量約 60 公分，推估斷層的活動週期約 50–160 年。依調查資料而顯示，多數的地表破裂都沿者同一位置或相近位置的既有斷層面再度活動，除了斷層位置位於秀姑巒溪或卑南大溪的溪床上外，池上斷層沿線在多次重複的斷層作用下，形成明顯的地形特徵。現地可以觀察到之地表破裂直接影響之地區，依前人研究（姜彥麟等，2012；梁勝雄等，2011；Lee et al., 2003, 2006,2009；Mu et al.,2011）及補充地質調查成果（顏一勤，2014）均指出於池上斷層帶中，可以觀察到部分具地形變化特徵處，人工結構物因受斷層作用的擠壓，造成結構物或地表破裂，此破裂部分位於主斷層位置，部分則位於分支斷層的位置。池上斷層於 2014 年公告劃定活動斷層地質敏感區（F0002）（圖 1-1-8）

依據 918 池上地震之調查結果，池上斷層沿線有分布廣泛的地表破裂，部分地點有噴沙現象，這些地表破裂大多位於前述的「活動斷層地質敏感區（F0002 池上斷層）」範圍內，部分位於範圍外。地表破裂範圍從花蓮縣玉里鎮春日至臺東縣鹿野鄉二層坪，多數區域為連續的地表破裂分布，僅局部可能因變形量過小，或位於植生茂密坡面或河床而不易確認。在春日至松浦地區，破裂雖連續，但分散為數道；高寮至東里間的地表破裂，多位於秀姑巒溪河道中，以裂隙與噴沙現象為主；東里至崙天大橋間的地表破裂，多位於壓力脊東側；崙天大橋以南經富里到池上間地表破裂相當連續；池上至鹿野鄉瑞隆村之間，地表破裂則是斷續分布，且規模比池上以北小。由本次的

地震之震源機制、震源深度及主、餘震分布，917 關山地震的發震斷層造成池上斷層沿線在寶華大橋以南的地表破裂與噴沙的現象，但破壞程度與範圍遠小於 918 池上地震後來在池上以北造成的破壞。917 關山地震、918 池上地震的震源機制、震源深度及主、餘震分布與池上斷層的位置及構造特性無法比對，研判池上斷層並非上述地震的發震斷層；但是，後續的部分餘震位於池上斷層面附近，且斷層面解則為逆斷層形式，推測池上斷層受上述地震觸發而產生活動。

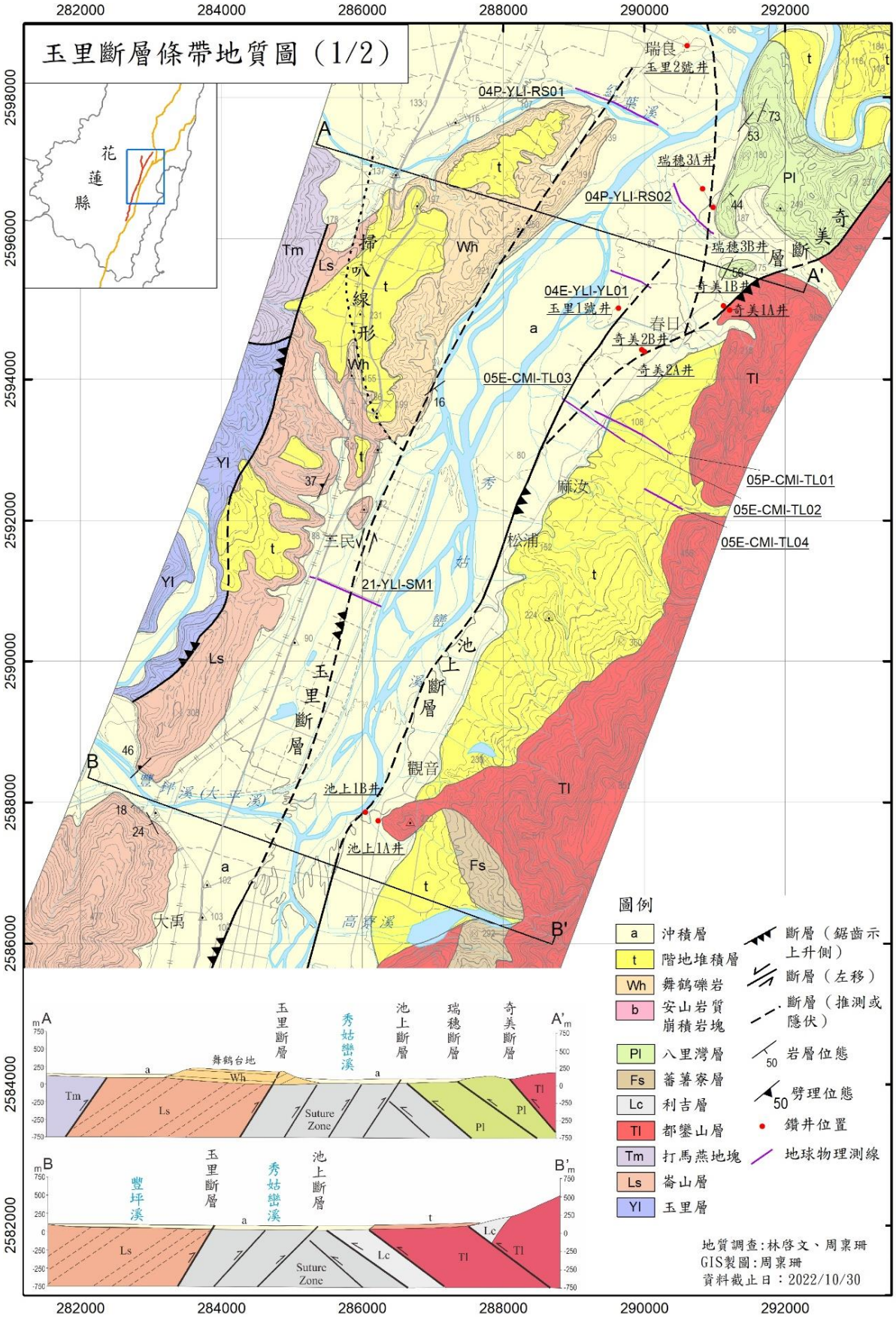


圖 1-1-4、玉里斷層條帶地質圖北幅（引自林啟文等，2022）。

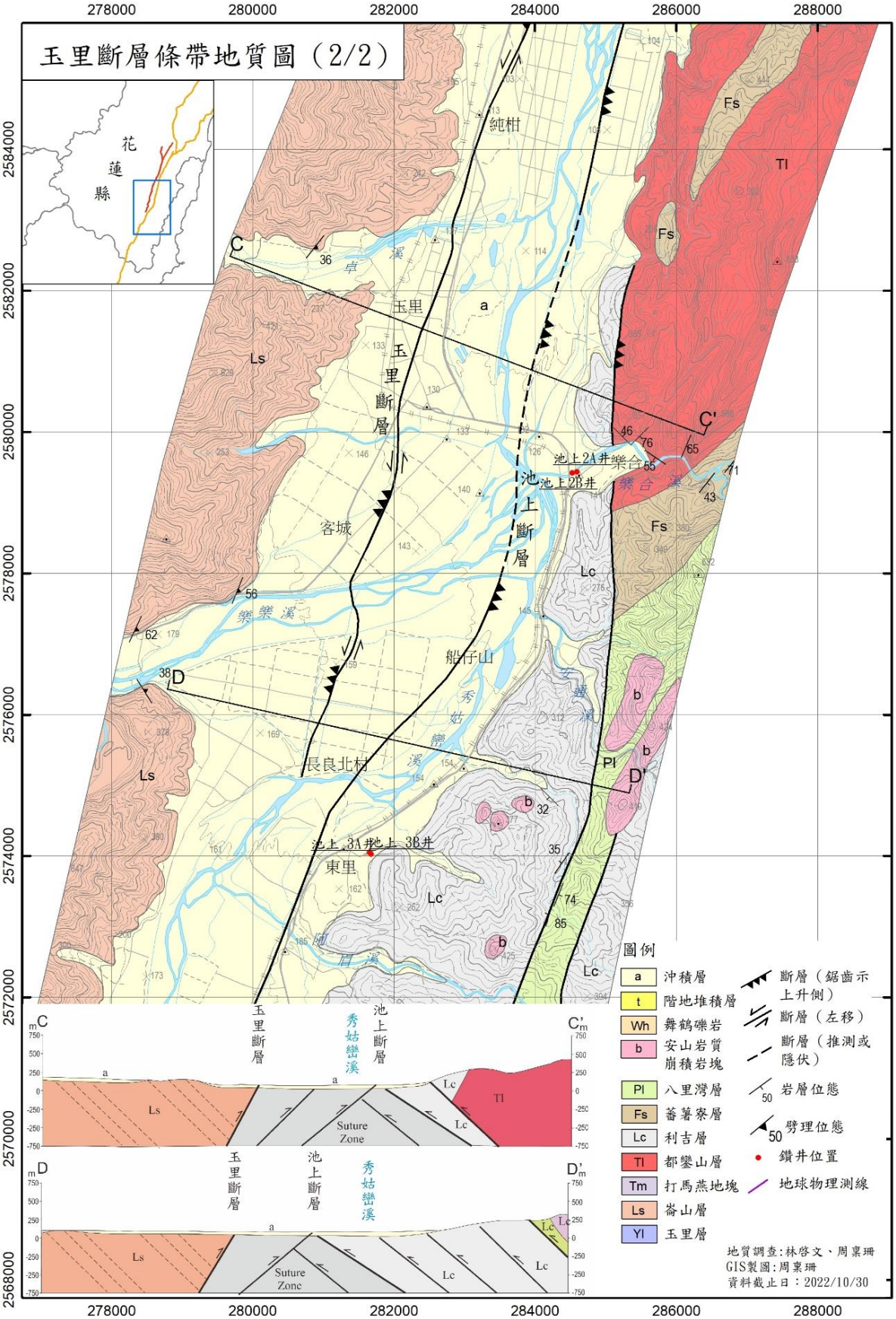


圖 1-1-5、玉里斷層條帶地質圖南幅（引自林啟文等，2022）。

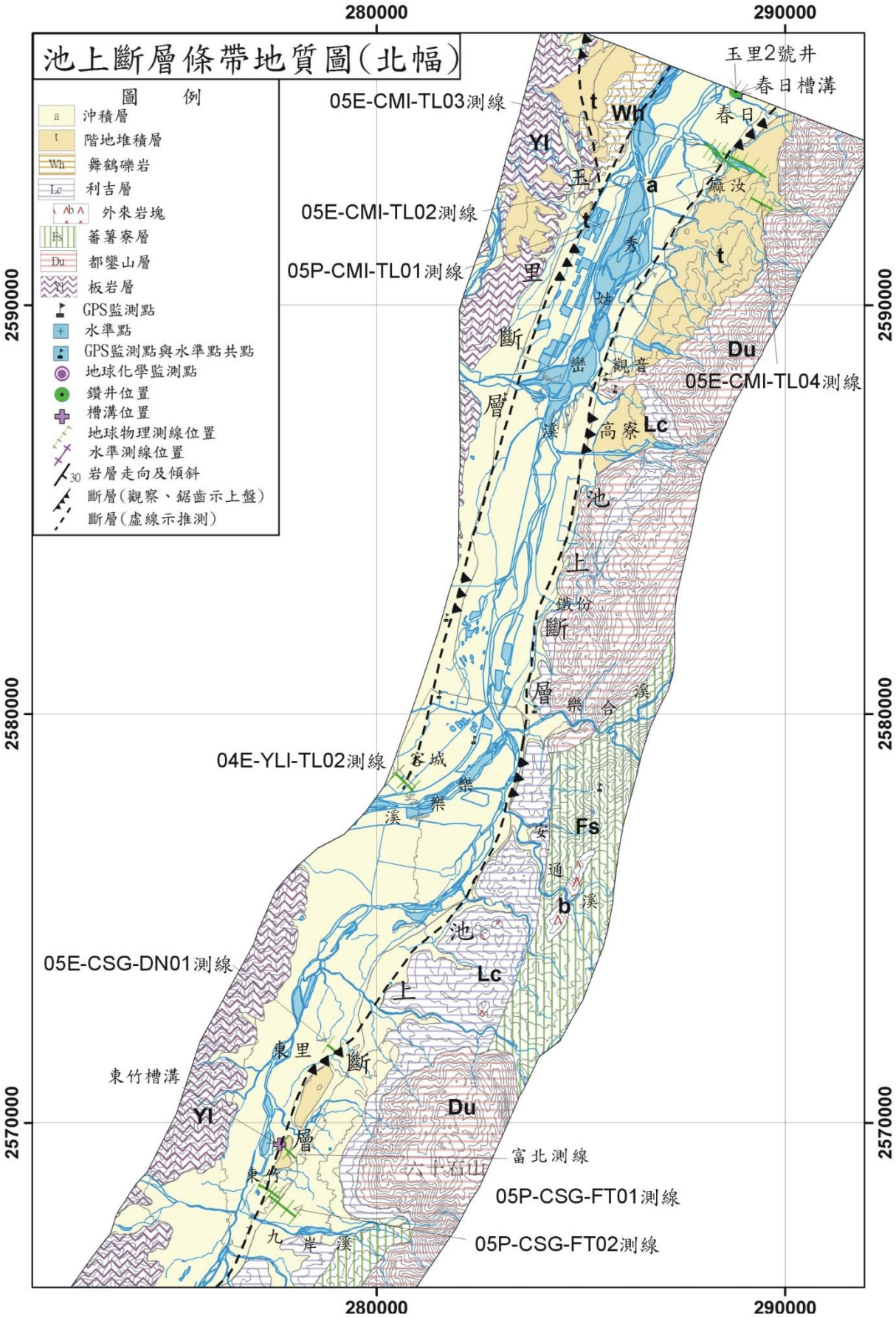


圖 1-1-6、池上斷層北段條帶地質圖（引自林啟文等，2009）。

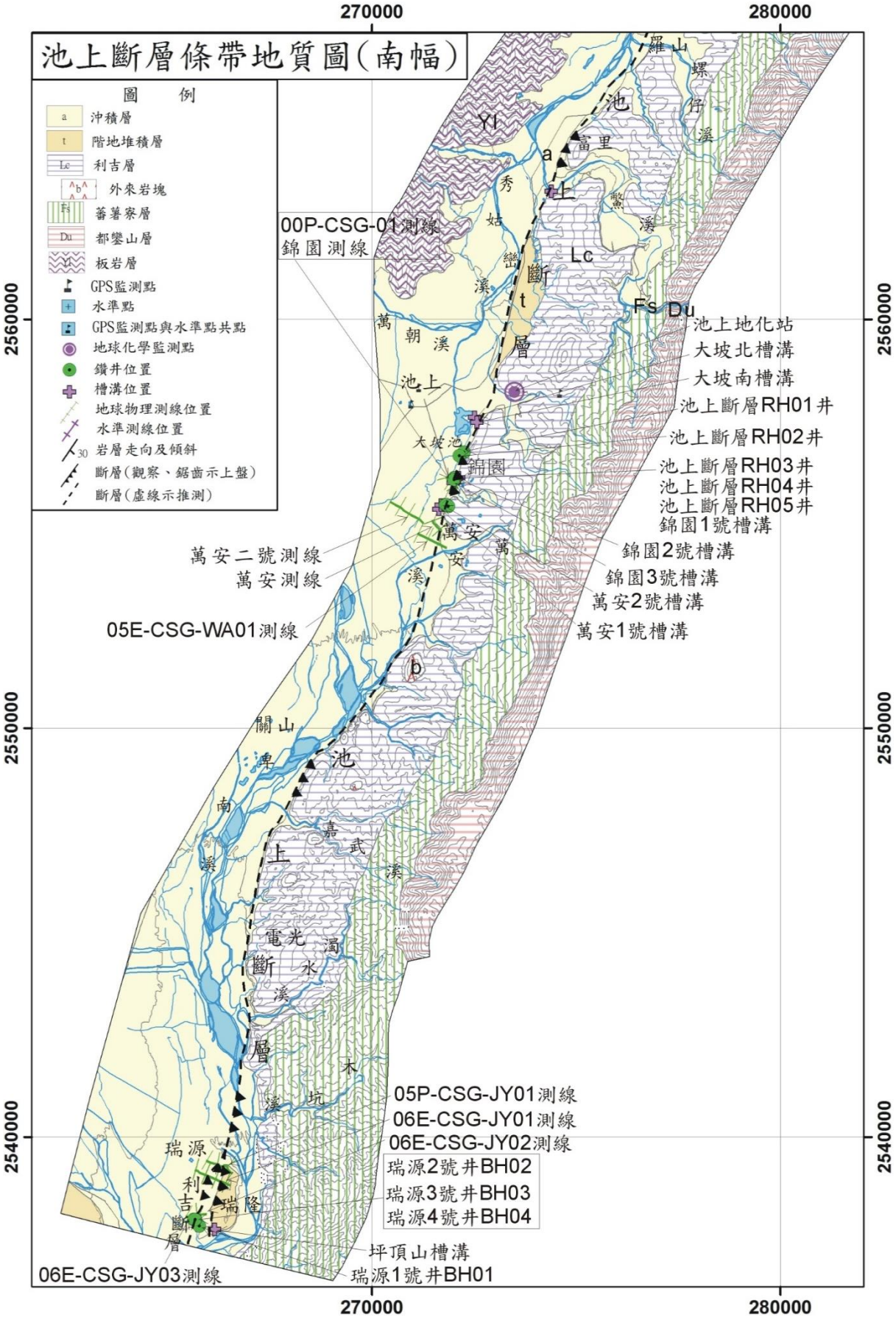


圖 1-1-7、池上斷層南段條帶地質圖（引自林啟文等，2009）。

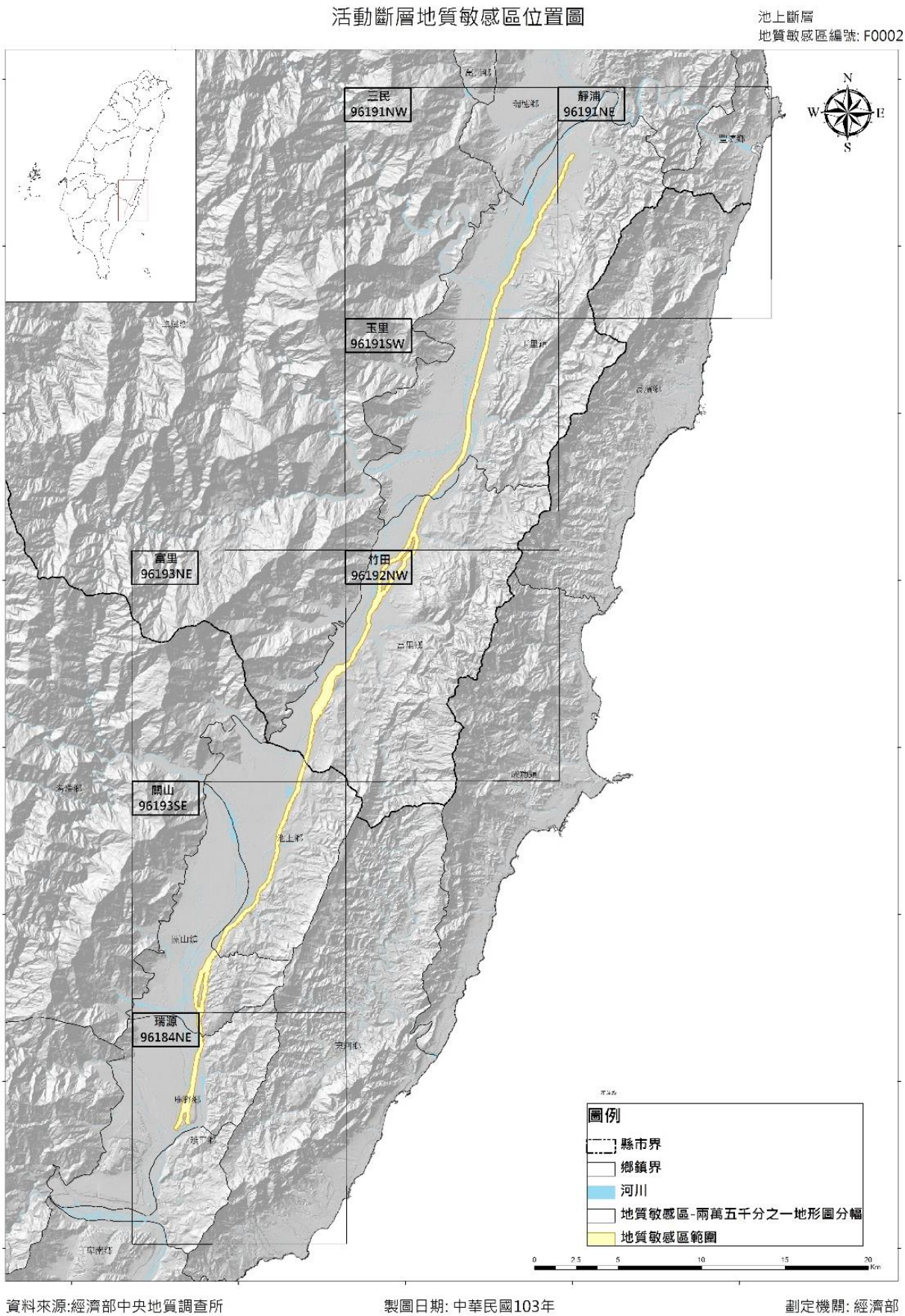


圖 1-1-8、「活動斷層地質敏感區（F0002 池上斷層）」位置圖（經濟部，2014）。

1-2 地震活動

臺灣位處環太平洋地震帶上，地震發生頻繁，且常有強烈的地震發生，花東區域更是如此，但在花東縱谷中段西側的地震卻明顯偏少，而 917 關山與 918 池上地震就發生在此一區域（圖 1-2-1）。依據中央氣象局 1994 年至 2021 年資料，臺灣地區每年觀測到的地震大約 20,000~40,000 次，其中大約 700~2,000 多次為有感地震。地震發生次數最多的是在 1999 年，主要是受到 921 地震之影響，該年共計發生了 49,928 次地震，其中有感地震達 3,233 次之多；就災害性地震資料統計分析，從 1901 年至 2021 年底共計發生了百次以上之災害性地震。

依據氣象局地震觀測資料（圖 1-2-2）， 917 關山地震發生於 111 年 9 月 17 日晚上 9 點 41 分，芮氏地震規模為 6.4（美國地調所地震矩規模 Mw=6.5），震央位置位在東經 121.16 度，北緯 23.08 度的位置，震源深度 7.3 公里；臺東縣池上的震度達 6 強，而花蓮縣的富里、臺東市及高雄市楠梓的多處地震站均可觀測到 5 弱－5 強的震度。918 池上地震發生於 9 月 18 日下午 2 點 44 分，芮氏地震規模為 6.8（中研院與美國地調所的地震矩規模 Mw=6.9-7.0），震央位置在 917 關山地震北北東方約 7-8 公里處，震源深度 7.0 公里；全島均有感受到本次地震的搖晃，震度以臺東縣池上的地震站達 6 強最高，除此之外，花蓮縣的玉里、南投縣玉山的多處地震站則觀測到 5 弱－6 弱的震度，臺灣本島各地區都可觀測到 3 級以上的震度。

一般將 917 關山地震視為前震，918 池上地震為主震。前震至主震發生期間共發生超過 70 次的有感前震，餘震至 9 月 21 日後已快速減少；主震發生後至 9 月 21 日止，累計有感地震次數超過 170 次，其中規模 5 以上（含）的地震，在前震、餘震中共有 9 次（圖 1-2-3）。依據氣象局資料，本次 917 關山地震後、至 918 池上地震前的地震活動主要分布於臺東縣關山鎮至池上鄉之間，在時間序列上有發生位置逐漸向北、深度逐漸較淺的特徵；另有一群地震發生於海岸山脈地區，深度較縱谷西側的深，約在 15－25 公里深（圖 1-2-4）。918 池上地震後相關的餘震活動分布於光復鄉至鹿野鄉之間，在時間序列上有發生由震央位置逐漸向南北兩端延伸、並向海岸山脈擴張的分布特徵（圖 1-2-4），根據震源機制解與餘震活動等資訊研判，應與板塊擠壓作用有關。

在震源機制方面，依據氣象局寬頻 CMT 資料，917 關山地震與 918 池上地震震源深約 7 公里，震源機制解皆顯示為北北東-南南西走向，斷層面為高角度向西傾斜約 70-80 度，以左移運動為主（圖 1-2-5），918 池上地震尚略帶逆衝分量。本報告係引用氣象局速報系統公布的地震報告內容，部分內容可能會在人工修正後更新，因此本報告係依截稿時（111 年 11 月 11 日）所能取得的最新資料撰擬。

917 關山地震前，台大地質科學系郭陳澔教授與中央研究院已在池上區域架設五個寬頻測站，完整記錄到前震、主震到餘震的資料；地震後，也加密佈設 46 個觀測站組成臨時地震網。依其人工智慧地震處理系統解算資料顯示，9 月 4 日主震區已開始有零星的小地震活動，數量約在數十個；至 9 月 17 日當天，則偵測到超過 6,000 筆地震紀錄(每分鐘約有 3 筆地震)；9 月 18 日，快速增加到超過 10,000 筆資料；9 月 25 日一周後減少到 1,000 筆（圖 1-2-6）。地震分布資料顯示，縱谷西側大約以花蓮縣玉里鄉樂樂溪為界，分為南北兩群，深度在 15 公里以上；海岸山脈另有一群東北-西南向的地震分布，深度在 15－25 公里。

災情方面，依中央災害應變中心「0918 池上地震情資報告」(截至 9 月 21 日 21 時止彙整)，地震災情集中在花蓮縣玉里鎮、臺東縣池上鄉、關山鎮...等地，除造成 66 件建物建築物損壞傾斜、1 人罹難與 171 人受傷外，同時也造成多處校園、道路與橋樑受損。亦造成一些地區的噴沙與沉陷的現象，以及部分道路和橋樑的破壞。

1-3 小結

1. 透過主震與餘震震央位置分布、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後研判，此次 918 池上地震的發震斷層往北延伸，出露地表的部分為玉里斷層，其餘則位於秀姑巒溪而不易發現。除玉里斷層外，池上斷層沿線也有地表破裂與噴沙的現象（圖 1-2-7）。

2. 由主震震源機制解與餘震震央分布顯示，此地震之發震構造是一個約呈北北東走向、向西高角度傾斜 70-80 度的左移斷層，震源深度約 7 公里。

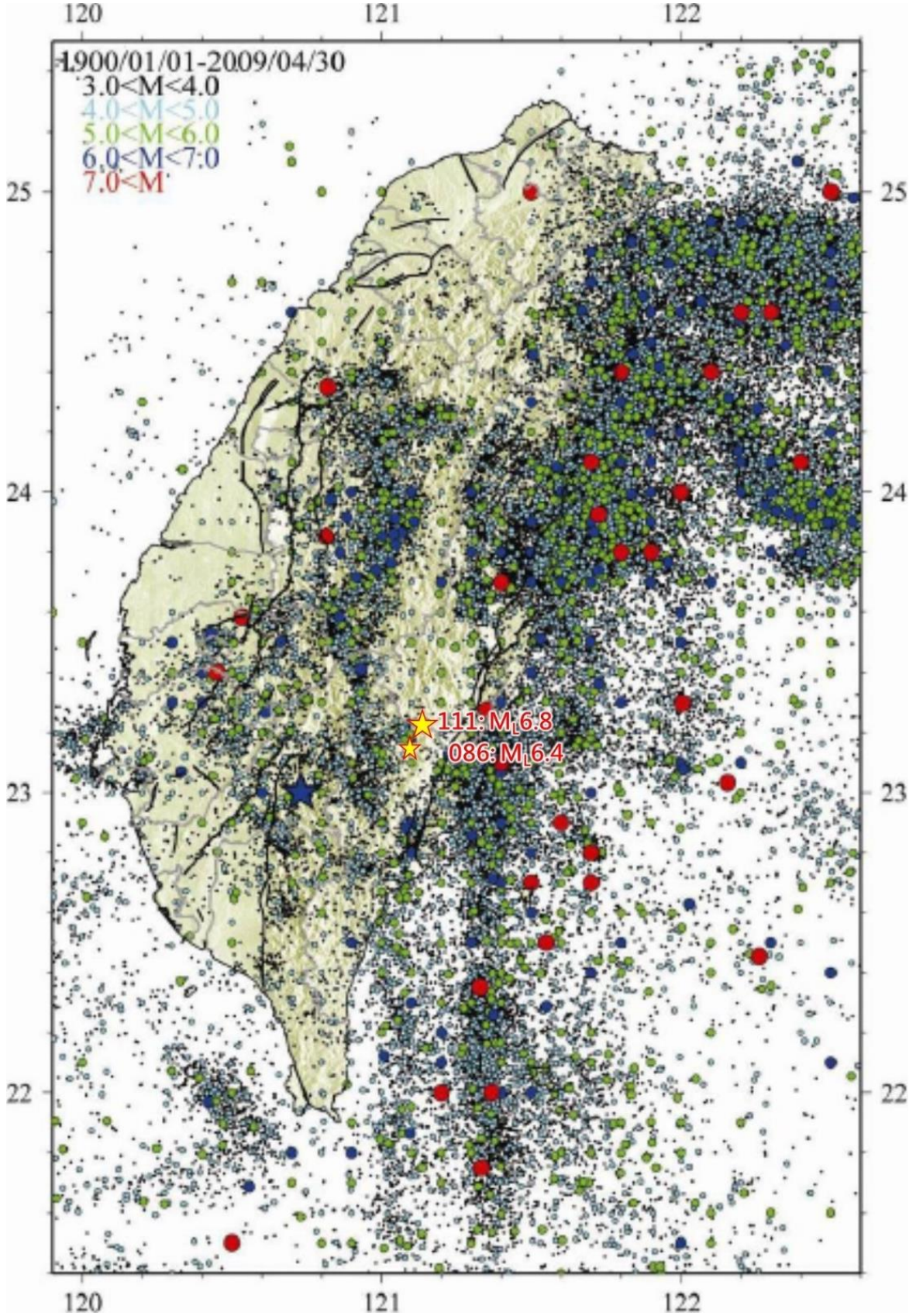


圖 1-2-1、臺灣地區 1900-2009 年的地震分布圖。黃色星號為 917 關山地震與 918 池上地震的位置（修改自林哲民等，2010）。

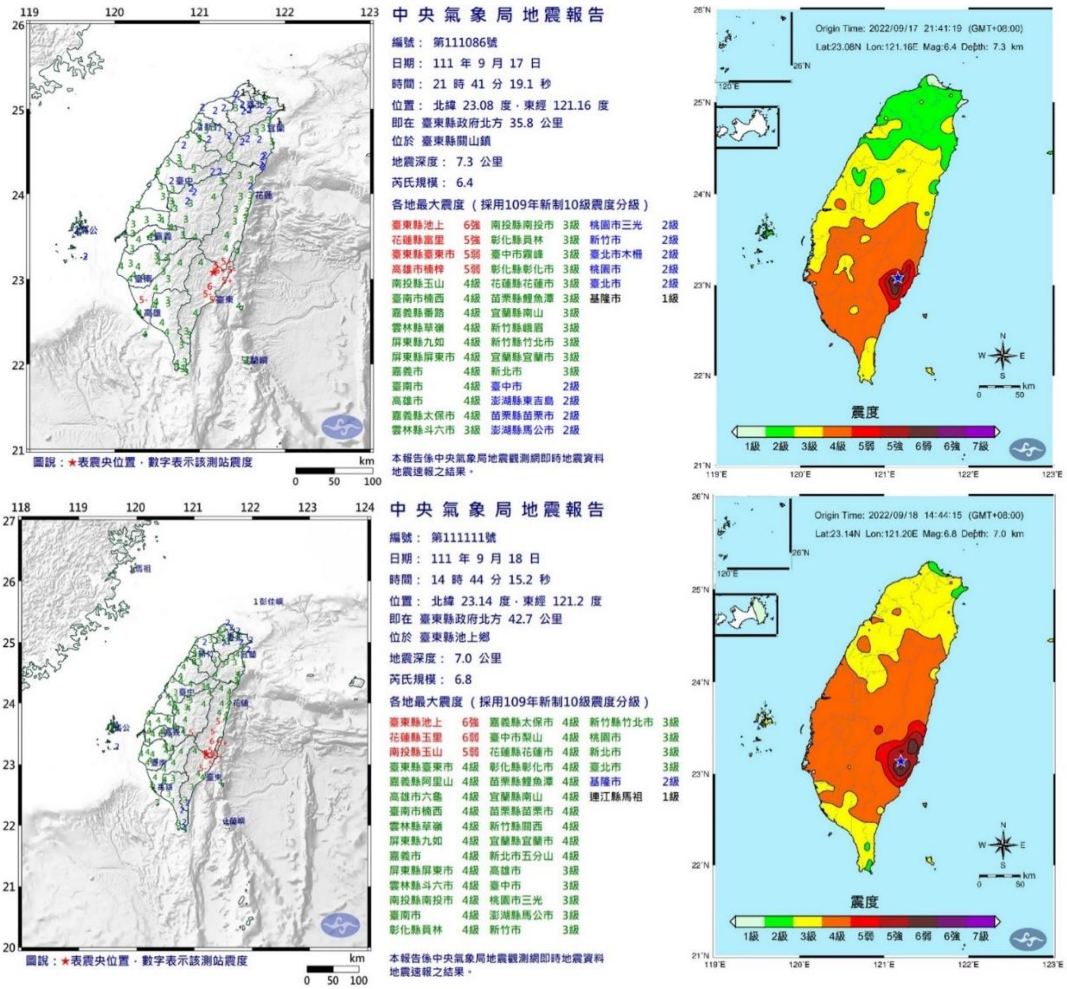


圖 1-2-2、中央氣象局發布的 917 關山地震、918 池上地震的地震報告與等震度圖（中央氣象局網頁）。

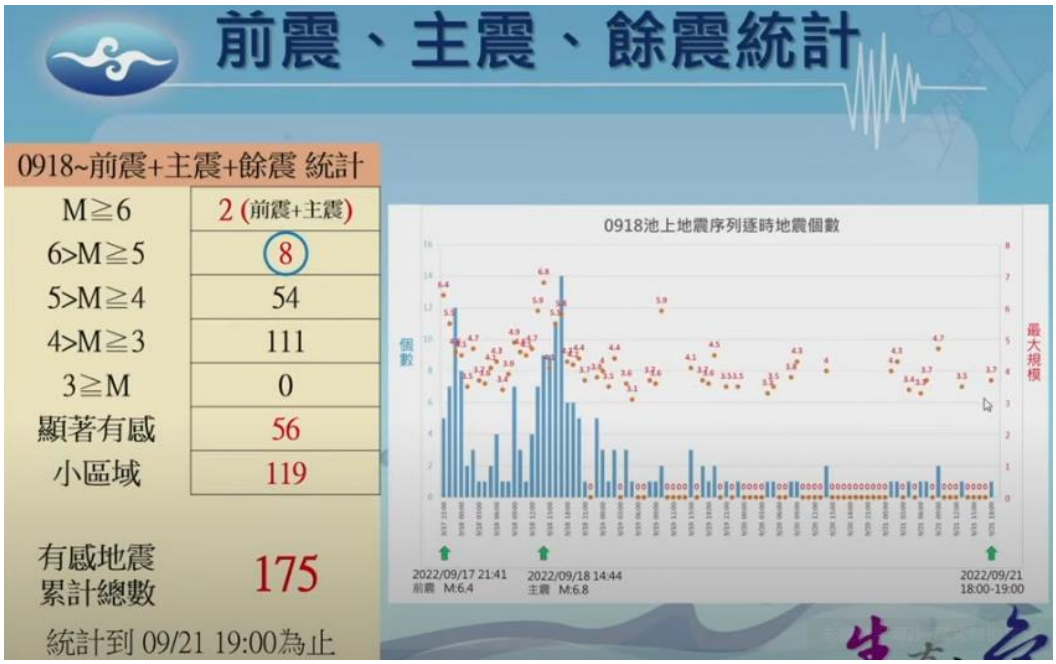


圖 1-2-3、917 關山地震(前震)、918 池上地震（主震）與餘震統計，右為地震序列逐時地震個數分布統計（中央氣象局，2022）。

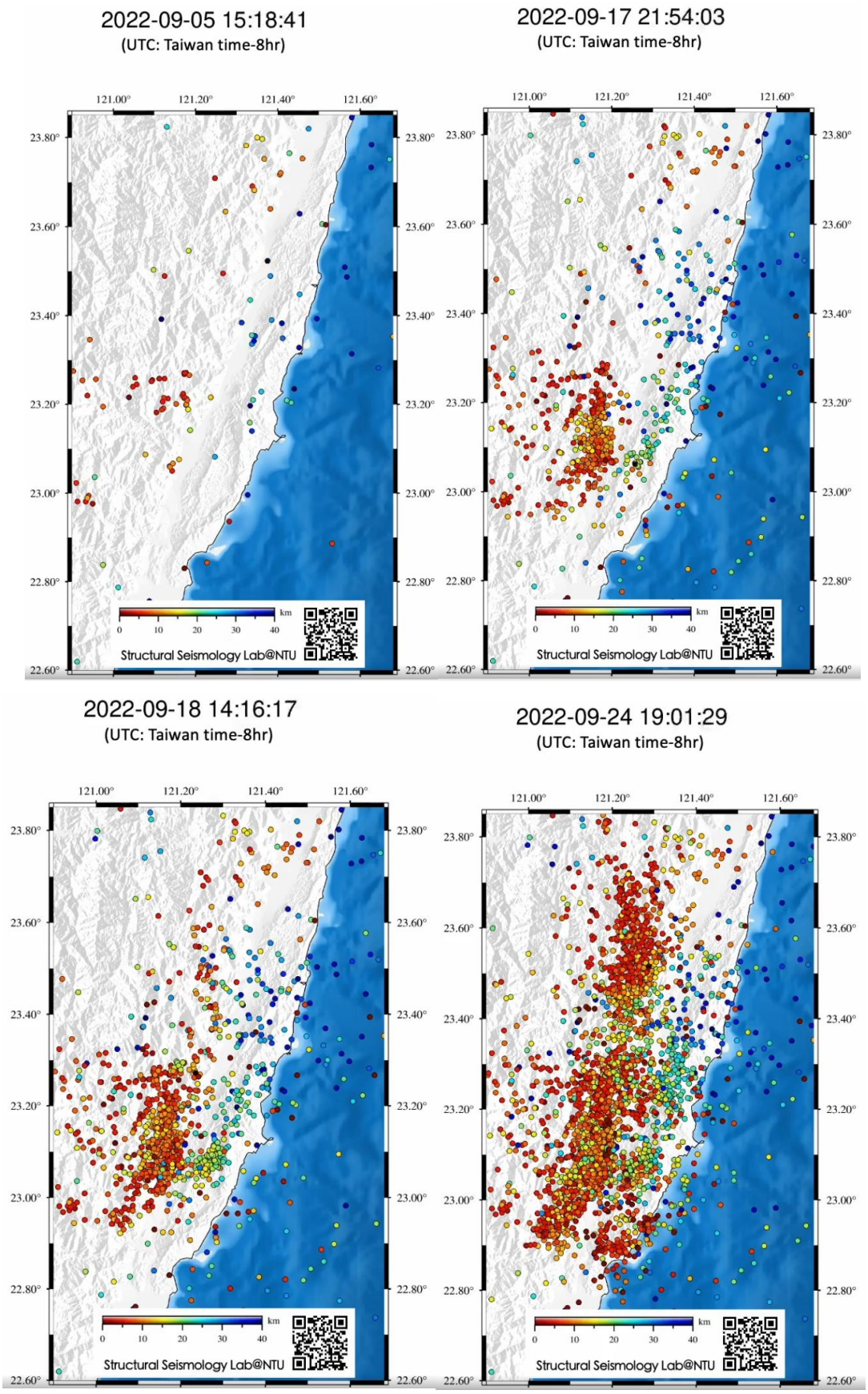


圖 1-2-4、0917 關山地震與 0918 池上地震歷時紀錄分析圖（郭陳澔，2022）。

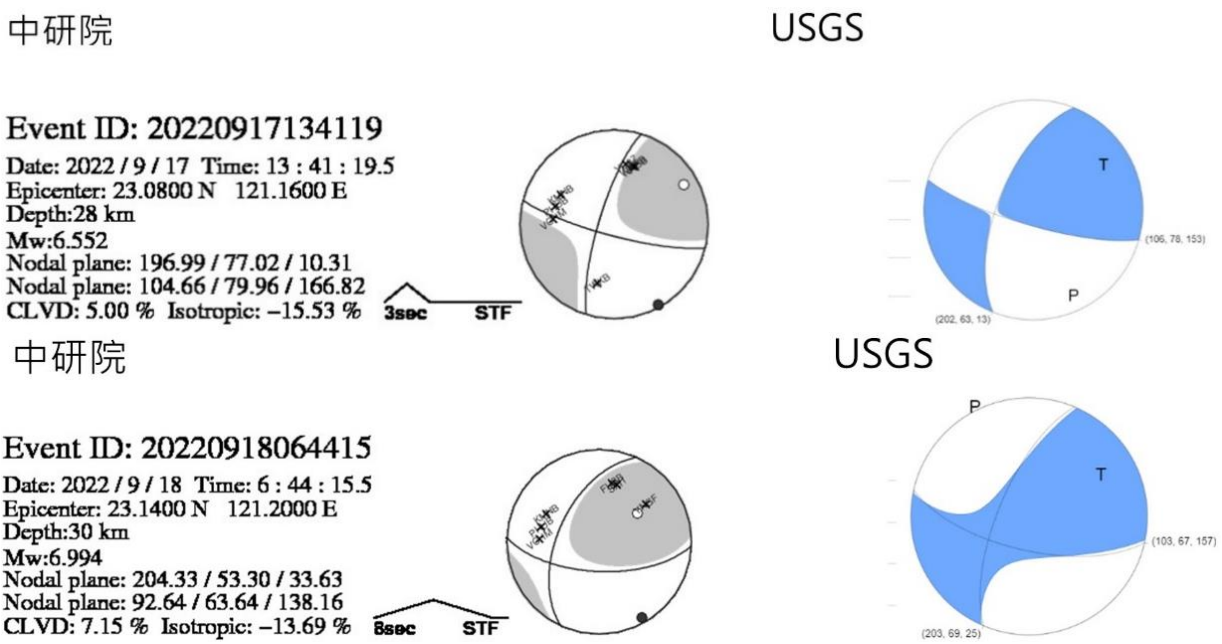


圖 1-2-5、中央研究院與美國地質調查所（USGS）發布的 917 關山地震、918 池上地震機制解（中央氣象局網頁）。

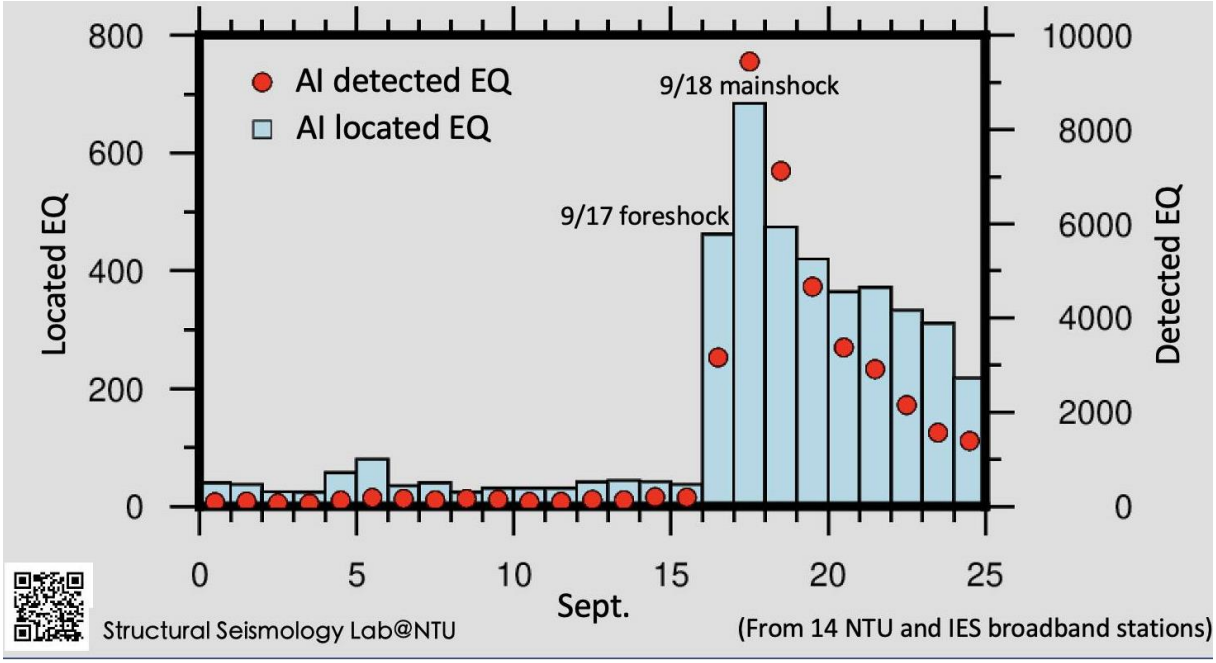


圖 1-2-6、917 關山地震與 918 池上地震之地震個數統計圖，統計時間自 9 月 1 日至 9 月 25 日止（郭陳澔，2022）。

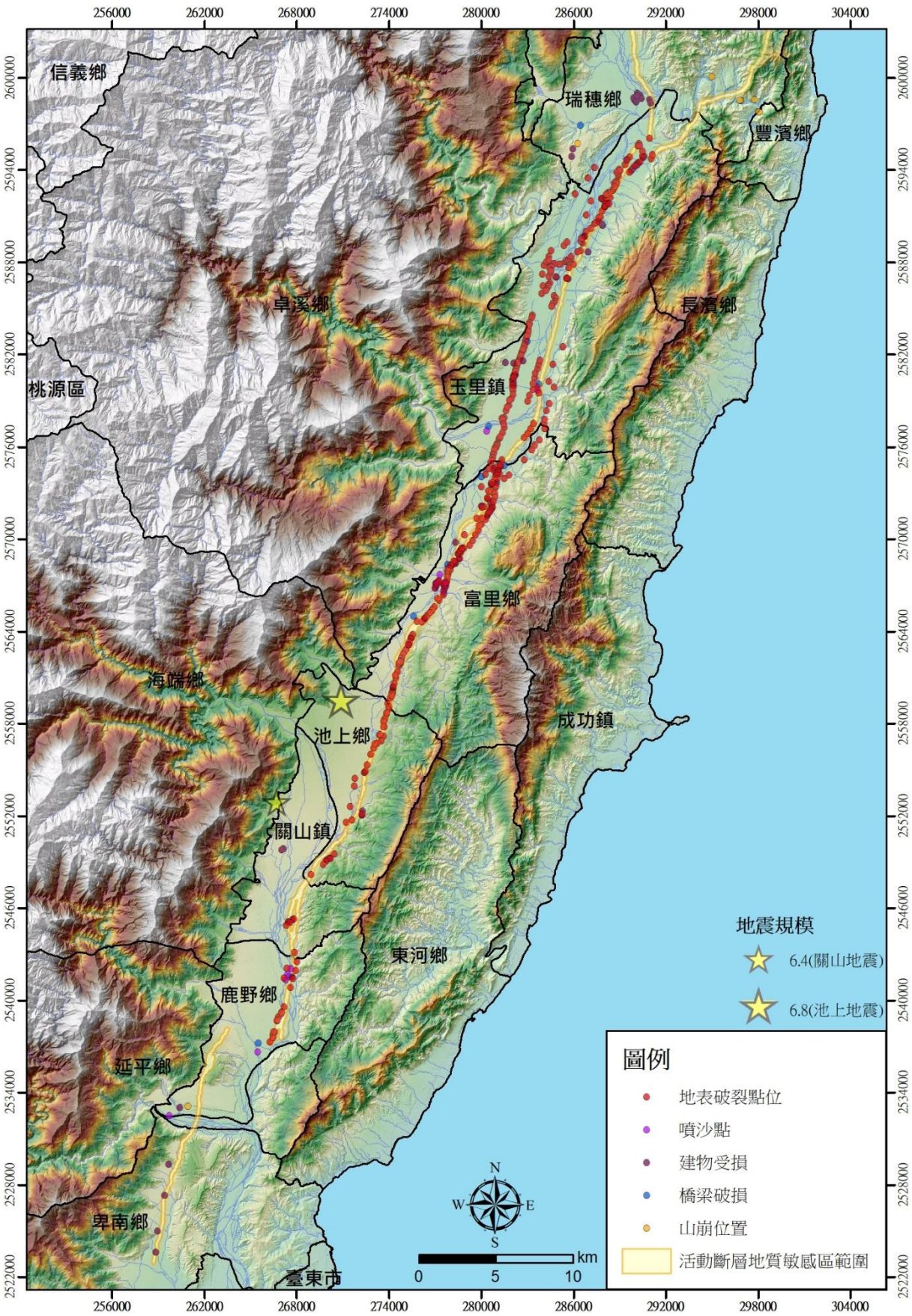


圖 1-2-7、917 關山地震與 918 池上地震野外調查圖。

貳、玉里斷層地質調查

918 池上地震發生後彙整媒體報導與網路所傳災情，災損點集中於玉里斷層沿線，顯示玉里斷層活動產生地表破裂，調查發現地表破裂南從長良北村秀姑巒溪的河堤開始，向北延伸至豐坪溪北岸的三民開發區，地表破裂已不明顯，破裂長度約 14 公里（圖 2-1-1），以下分別對玉里斷層沿線地表破裂現象與位置進行詳述。

2-1 玉里斷層同震地表變形

卓溪以北：

地表破裂數量明顯減少，純柑地區僅零星裂隙較明顯的系統性破裂，位於高寮大橋溪南的選石廠有明顯的 2 組 NNE-NNW 裂隙（圖 2-1-2~圖 2-1-5）。

玉里市區至源城溪：

主要破裂現象相當集中，位於以往所繪製的玉里斷層跡西側約 200 公尺內。人工結構路面所量測的破裂位置仍集中 NNE-NNW 走向，破裂現象向北延伸至卓溪南側的玉里高中棒球場及科學館前草地（圖 2-1-6~圖 2-1-9），玉里醫院與玉里高中房舍也因而受損。

客城至樂樂溪：

樂樂溪河床內有地表破裂，西高東低，破裂現象向北延伸進入客城至源城溪的水稻田，此區域破裂分散，範圍東西寬約 1 公里，主要有一組 NNW 走向破裂，另一組為北北東（NNE）走向裂隙，但仍集中於玉里斷層跡附近（圖 2-1-10~圖 2-1-15）。

長良地區：

長良北村的農田內形成明顯的撓曲崖，西高東低，向北至西瓜田內斷層崖亦為西高東低，左移分量極為明顯約 50-100 公分，抬升量約 30-100 公分。此斷層崖一直延伸至樂樂溪南岸堤防內。由地表斷層崖顯示，玉里斷層為左移兼具向東逆衝分量的斷層，斷層走向約 N10°E-N15°E（圖 2-1-16~圖 2-1-20）。

2-2 小結

玉里斷層在此次地震中造成的地表破裂與以往所繪的玉里斷層跡接近，地表變形現象延伸約 14 公里。其中位於樂樂溪與秀姑巒溪之間的長良里，

玉里斷層新增 3 公里長的地表破裂跡；卓溪以北裂隙較少，在玉里市區內較為集中，中段在客城水稻田區的破裂較分散，南段的斷層崖走向為 NNE。至於原先所繪的玉里斷層在豐坪溪至紅葉溪一段，此次地震事件中，尚未發現地表破裂現象，研判此次地震地表變形及變形較劇烈的區域在玉里斷層南端，破裂與變形逐漸向北傳遞，因此愈向北方變形愈不明顯。

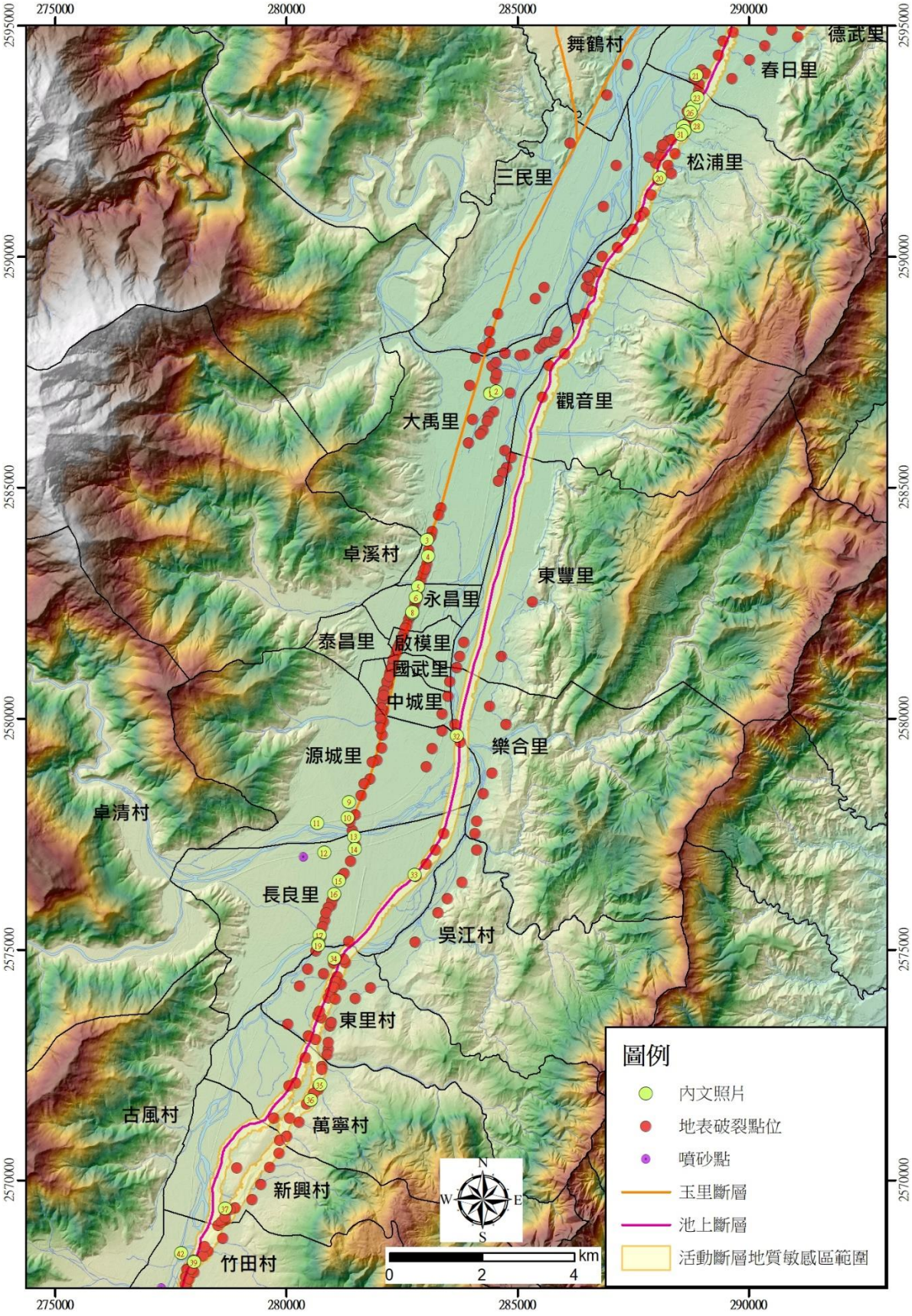


圖 2-1-1、玉里斷層地表破裂調查分布圖。



圖 2-1-2、高寮大橋西側砂石分選廠有 1 組裂隙 N18°W-N24°W 走向，為一條裂隙走向 N10°E，裂隙兩側沒有明顯高差（周稟珊攝）。





圖 2-1-3、高寮大橋橋面傾倒，橋頭西側高堤柏油路面有平行裂隙路面的階梯式裂隙。研判為基礎沉陷，本處沒有斷層通過（周稟珊攝）。



圖 2-1-4、純柑南方加油站南側馬路上有一組裂隙，走向 N6°E，另一組裂隙走向 N14°E；裂隙兩側均沒有明顯高差（周稟珊攝）。



圖 2-1-5、卓溪北方水泥預拌廠與西瓜田之間的農路上，有一組 N25°W 走向的裂隙，兩側沒有明顯高差，外形似左剪壓力脊（林啟文攝）。



圖 2-1-6、玉里醫院旁卓溪南岸河堤防汛道路上有 1 組裂隙，走向 N20°W-N24°W，西側上升（照片左）。河堤上有一組裂隙 N20°W，西側上升，堤面上的裂隙指示有左移分量（照片右）(林啟文攝)。



圖 2-1-7、玉里高中科學館旁草地，有一組雁行排列裂隙，走向 N22°W（林啟文攝）。裂隙組邊界為 N10°E 走向，向南延伸直接穿過科學館旁教室（周稟珊攝）。



圖 2-1-8、玉里高中棒球場外野草皮一組雁行排列裂隙延伸數公尺寬，裂隙走向 N24°W。西高東低（周稟珊攝）。



圖 2-1-9、棒球場三壘（紅土）附近裂隙已清除，裂隙為 NNE 走向，呈雁行排列（周稟珊攝）。



圖 2-1-10、客城農路有一組雁行排列裂縫，N10°W 走向，西側上升（林啟文攝）。



圖 2-1-11、客城堤防外防汛道路上一組鋸齒狀（Zigzag）裂隙，主裂隙走向 N55°W，呈現左移形式，並南北方向壓縮（周稟珊攝）。





圖 2-1-12、玉長大橋南側橋墩剪力破壞，玉長大橋北側客城堤防前橋墩亦為剪力破壞。和斷層無關。照片（上）周稟珊攝、照片（下）林啟文攝。



圖 2-1-13、玉長大橋東側南岸河堤內防汛道路有 2 條裂隙，1 條 N15°E 走向，西側上升，另一條走向 N25°W，無明顯起伏。

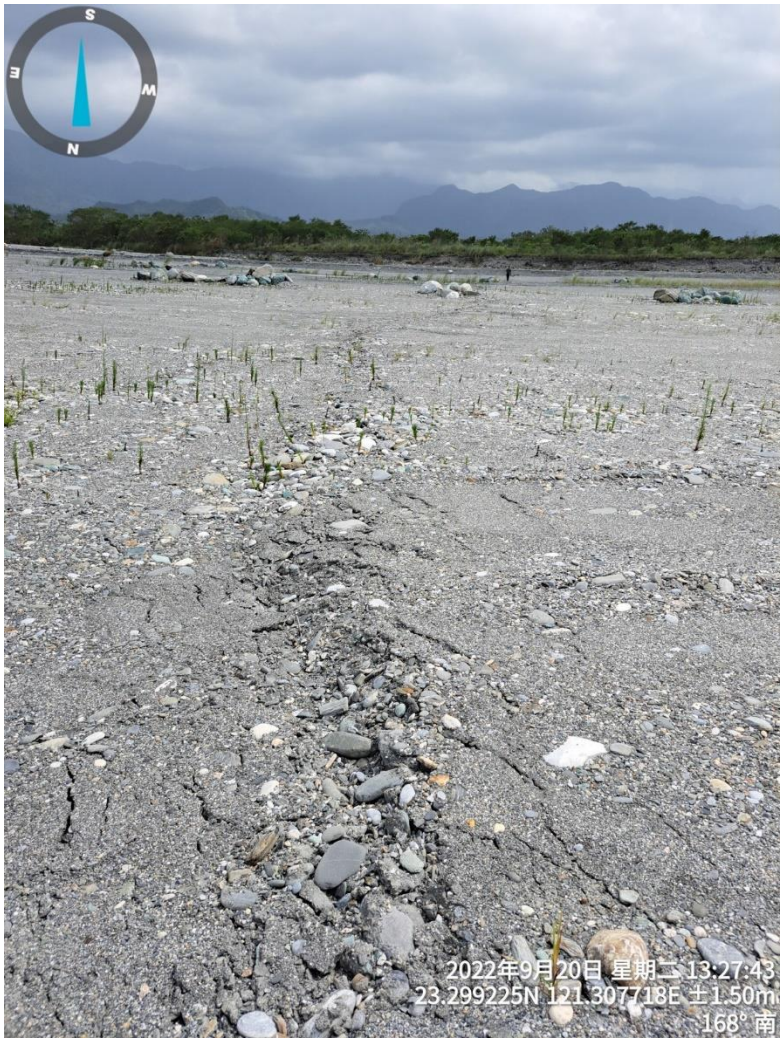


圖 2-1-14、樂樂溪河床的破裂。西側上升，朝 NNE-SSW 走向延伸一組雁行裂隙與其斜交約 30 度（劉彥求攝）。



圖 2-1-15、樂樂溪南岸河堤有一組 N24°W 走向裂隙，西側上升，另一組左移裂隙 N65°W（周稟珊攝）。



圖 2-1-16、長良北村西瓜園。斷層左移，向東逆衝斷層。斷層崖高約 30-100 公分，左移 80-100 公分（周稟珊攝）。



圖 2-1-17、長良北村西瓜園南側。一組 N20°W 走向裂隙（周稟珊攝）。



圖 2-1-18、長良北村防汛道路北側農田，田邊農路上有 2 組裂隙，均為西高東低，一組走向 N20°W，另一組 N18°E 走向，有視左移分量（周稟珊攝）。



圖 2-1-19、長良北村防汛道路北側農田，水稻田產生撓曲崖，西高東低，走向 N15°E，高差約 30-50 公分（周稟珊攝）。



圖 2-1-20、長良北村、秀姑巒溪堤防防汛道路一組雁行排列裂縫，走向 N18°W-N24°W，左側抬升，另一條裂隙 N15°E（周稟珊攝）。

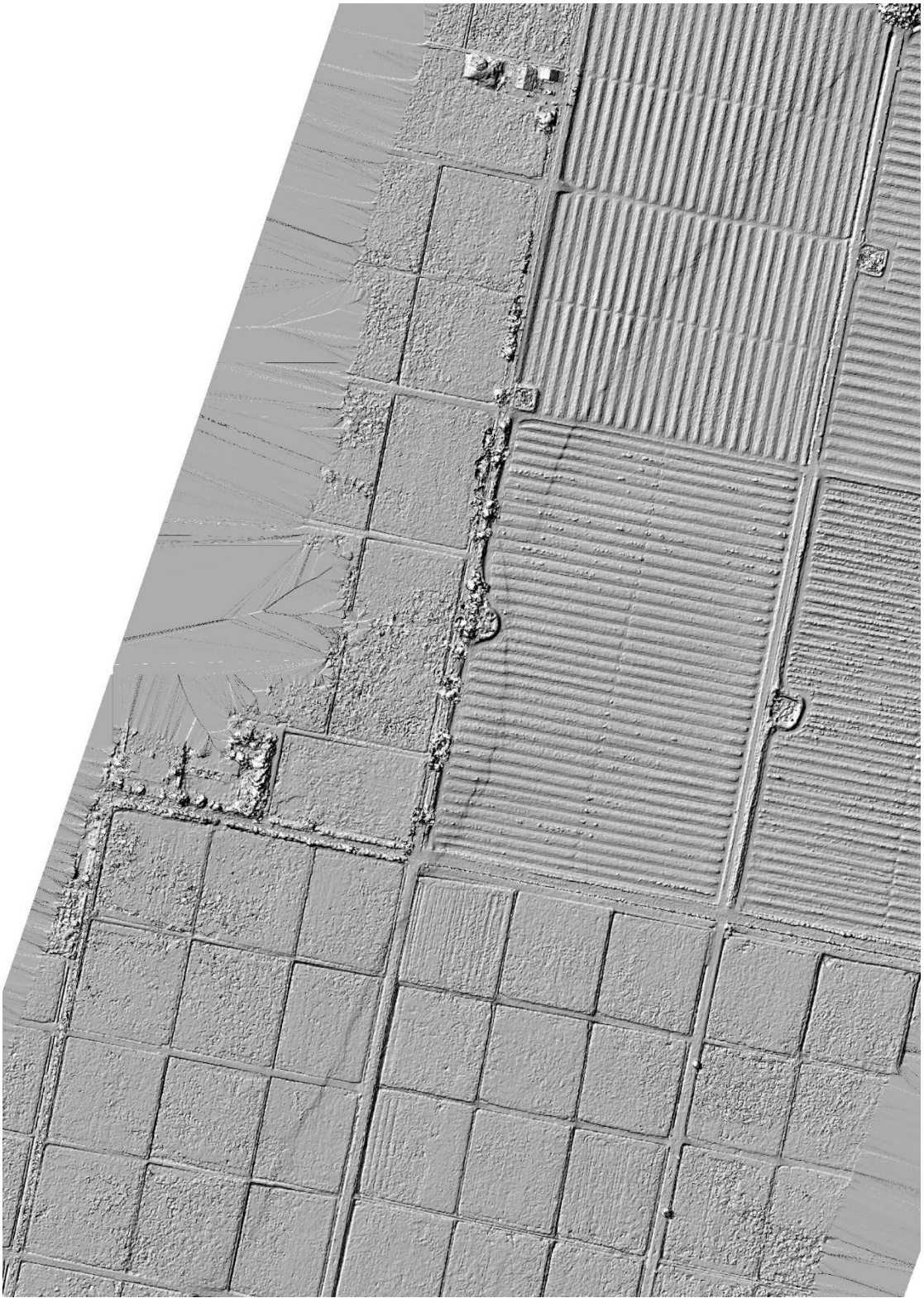


圖 2-1-21、長良北村，空拍生產 DSM，經造影處理為灰階，北方朝上，玉里斷層地表破裂相當明顯，本所謝有忠技正拍攝提供。

參、池上斷層地質調查

918 池上地震發生後彙整媒體報導與網路所傳災情，災損點由北而南皆有分布，最北有春日國小建物嚴重受損，玉里鎮松浦地區道路與稻田隆起，高寮大橋與崙天大橋倒塌、東里車站至富里車站受創與鐵軌扭曲、寶華大橋受損等等。調查結果顯示，池上斷層沿線產生大範圍地表破裂，地表破裂北起花蓮縣玉里鎮松浦地區，南到台東縣鹿野鄉瑞隆村二層坪，破裂範圍長度約 67 公里，破裂範圍雖長，但並不完全連續，且形貌複雜，遂將池上斷層由北而南分為春日-東里、東里-富里、富里-電光及電光-鹿野等 4 段加以描述，在不同區段所觀察到的地表破壞現象各有不同，以下將分別進行說明。

3-1 春日-東里地區

此段破裂形貌複雜，最寬可達 600 公尺，地表破裂跡與以往調查的構造地形特徵吻合，除了池上斷層向西逆衝造成破裂，池上斷層下盤與玉里斷層間的壓力脊東側也產生向東逆衝的地表破裂，在秀姑巒溪河床中出現至少 2 道以上的地表破裂，這破裂為連接池上斷層與玉里斷層之間的構造，地表破裂通過處造成高寮大橋倒塌，以及東里車站北側橋墩受損的重要因素。以下由北而南分別對此區域地表破裂現象與位置進行詳述（圖 3-1-1）。

3-1-1 同震地表變形

松浦街道：

此處以向西逆衝的地表破裂為主，破裂跡大致與本池上斷層跡相近，部分則位在「活動斷層地質敏感區（F0002 池上斷層）」範圍內，大致北起泰林大橋（呂範溪），南至杜風溪附近，長約 1 公里，約朝 NNE 延伸，東側抬昇約 10-50 公分，造成主要街道與兩側建築推擠傾斜損壞（圖 3-1-1-2）。

鍋蓋樑以北地區：

地表破裂現象分散且變形量減小至難以直接追蹤，顯示已近消失，僅於部分人工建物與鍋蓋樑西側局部稻田中可發現走向略呈 N45°W，東側抬升約 1-2 公分的破裂，延續性不佳（圖 3-1-3）。

煙仔間至松浦地區：

此段地表破裂連續且現象明顯，在呂範溪北岸稻田中可觀察到總長約 1 公里，向東逆衝的地表隆起現象，抬升量約 20-30 公分，走向約為 N18°-45°E，伴隨有左移分量（圖 3-1-4~5）。呂範溪南岸至松浦天堂路火龍果園以南出現

向東逆衝的地表隆起現象，長度約 2 公里，延續性佳，走向約為 N30°-55°E，田埂、溝渠、道路及結構物均可發現擠壓、破裂、抬升及錯移現象。

此外，呂範溪至埤尾北側田間可觀察到至少 2 道向東逆衝伴隨左移現象，應力較分散，抬升量約 20-30 公分；埤尾以南至松浦間應力較集中，向東逆衝變形現象明顯，壓力脊東側可發現地表破裂現象，抬升量最高可達 1 公尺，至松浦天堂路附近變形現象已不明顯，在阿眉溪南側堤防附近尖滅（圖 3-1-6~13）。

小松菸周邊（阿眉溪至杜風溪）：

在秀姑巒溪東岸堤防路面有擠壓破裂現象，堤防本體無損壞，推測主要變形帶已進入秀姑巒溪。

玉里大橋至船仔山：

地表破裂由玉里舊鐵道附近可向南延伸約 800 公尺，主要破裂帶約呈 N10°W 走向，寬約 250 公尺，尚有 1 組近東西向拉張破裂伴隨噴沙現象及另 1 組 N10°-30°E 走向地表破裂，破裂帶呈雁行排列構造（圖 3-1-14）。往南可能進入河道後繼續延伸至船仔山西側，其中約 1.7 公里受河水阻隔無法調查。船仔山西側，有至少 3 階的地表破裂（圖 3-1-15），寬約 48 公尺，東側抬升，落差約在 10-20 公分，單一左移約 30 公分，走向約 N10°-20°E，船仔山以南到堤防之間未見明確破裂現象。由於此處地形皆為向東緩傾斜的扇尾，未見到東高西低的線形崖，推測地表破裂可能進入秀姑巒溪河床，再往南延伸到東里車站附近，並造成北側跨越池上斷層帶的部分橋墩移位與損壞（圖 3-1-16）。

3-1-2 小結

此段地表破裂以向西逆衝的地表破裂為主，大致分布於本所池上斷層跡位置，部分則位在「活動斷層地質敏感區（F0002 池上斷層）」範圍內。埤尾至松浦之間是此區域地表破裂變形複雜與最大區域，地表破裂連續長約 2 公里（圖 3-1-1），約朝北北東（NNE）走向延伸，向西逆衝抬升約 10-50 公分，造成街道與兩側建築推擠傾斜損壞；破裂程度與變形量向北逐漸減小，顯示池上斷層由南往北破裂。舊田西側至東里間，地表破裂分成數段、斷斷續續分布於秀姑巒溪中，每段長約 700 多公尺至 1.5 公里。

此外，池上斷層的下盤到玉里大橋之間，過去曾存在 7 個呈北北東(NNE)走向分布的長條狀小丘，此為構造活動產生的壓力脊，經多年人為剷平後，現存較大而顯著者，位於鍋蓋樑與松浦北側。此次地震在壓力脊東側產生一系列向東逆衝的地表破裂與抬升現象，範圍北起鍋蓋樑南側，南至阿眉溪北側堤防，約朝北北東（NNE）走向延伸近 2.7 公里。

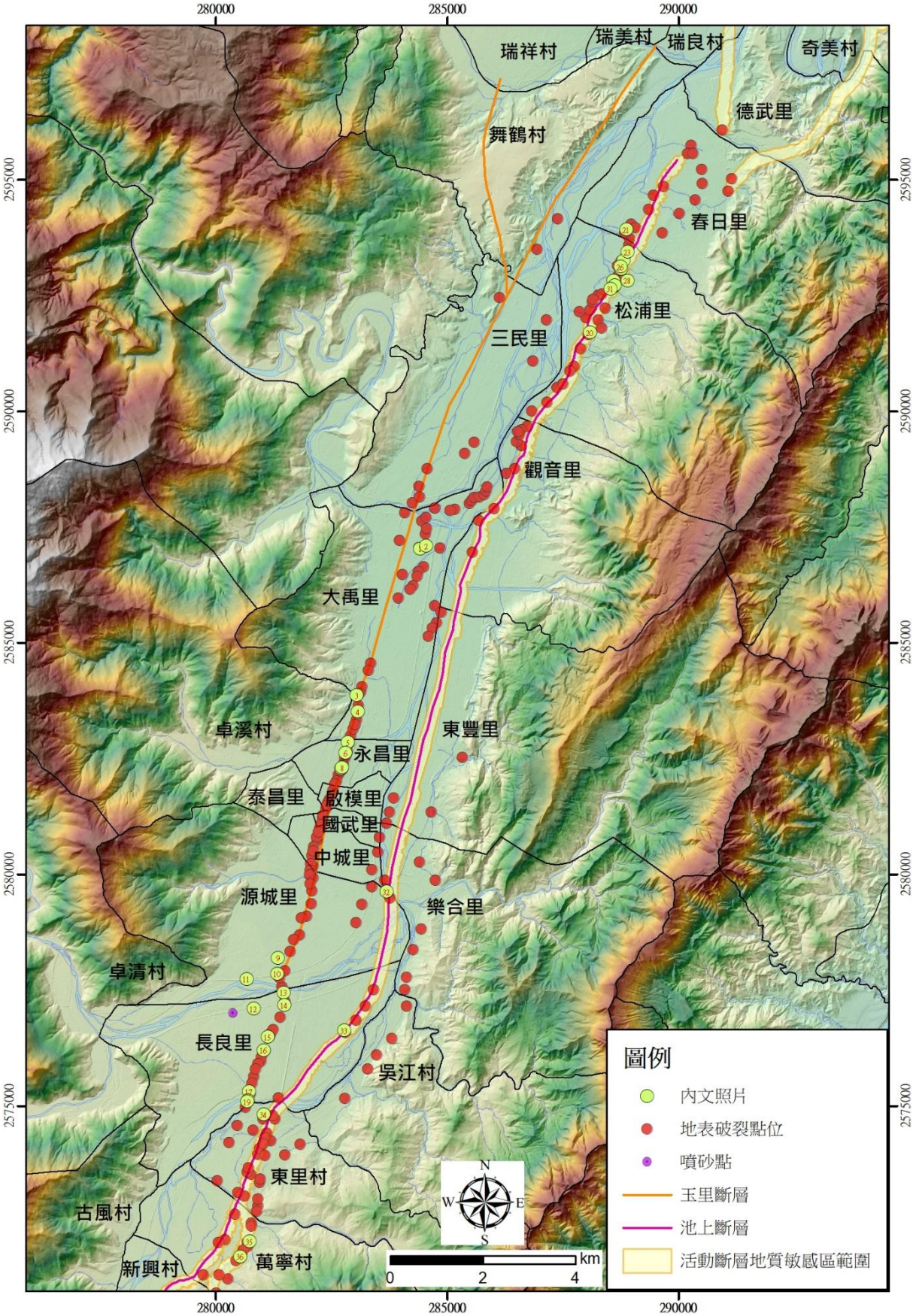


圖 3-1-1、池上斷層春日-東里地表破裂調查分布圖。



圖 3-1-2、松浦地區街道的地表破裂，NNE 走向，向北拍攝，東（右）側抬昇（劉彥求攝）。



圖 3-1-3、呂範溪北岸稻田向西逆衝的地表隆起現象，N55°E 走向，向南拍攝（陳盈璇攝）。



圖 3-1-4、呂範溪至埤尾北側田間，2 階向東逆衝及左移現象，約呈 N-S 走向，向南拍攝（陳盈璇攝）。



圖 3-1-5、呂範溪至埤尾北側田間的雁行排列破裂向東逆衝，N5°E 走向，向北拍攝（陳盈璇攝）。



圖 3-1-6、埤尾地區秀姑巒溪南岸稻田及道路，向東逆衝，西側抬升，N10°E 走向，向北拍攝（陳盈璇攝）。



圖 3-1-7、埤尾地區稻田及田埂隆起，西側抬升，約 N-S 走向，向南拍攝（陳盈璇攝）。



圖 3-1-8、埤尾地區道路向東逆衝，西側抬升破裂，向南拍攝（陳盈璇攝）。



圖 3-1-9、埤尾地區溝渠位移、抬升及破裂（陳盈璇攝）。



圖 3-1-10、埤尾-松浦間壓力脊東側，西側抬升破裂，N55˚E 走向，向北拍攝（陳盈璇攝）。



圖 3-1-11、松浦地區稻田隆起向東逆衝，朝 N5˚E 走向延伸，田埂隆起左移（陳盈璇攝）。



圖 3-1-12、松浦地區稻田西側隆起向東逆衝，約呈 NNE 走向（陳盈璇攝）。



圖 3-1-13、松浦地區稻田隆起向東逆衝，地表破裂朝 N25°E 走向延伸，西側抬升量約 1 公尺（陳盈璇攝）。



圖 3-1-14、玉里舊鐵道南側呈近約 NNW 走向的地表破裂，向南拍攝（劉彥求攝）。



圖 3-1-15、船仔山西側，至少 3 階的地表破裂，走向 N60°E，東側抬升（陳盈璇攝）。



圖 3-1-16、東里車站北側，跨於池上斷層帶上的橋墩受到向西北推擠，均輕微移位與受損，其上鐵軌扭曲變形，向北拍攝（劉彥求攝）。

3-2 東里-富里地區

池上斷層於本區段之活動，以東里至東竹一系列脊狀獨立小丘東緣地表變形徵象最明顯，地表破裂主要為向東逆衝兼具左移分量，向南沿伸至崙天大橋後，轉變為向西逆衝兼左移。池上斷層於本區活動造成多處稻田、道路及人工結構物損壞及地表破裂，呈一可連續追蹤之破裂線形（圖 3-2-1）。

3-2-1 同震地表變形

東里至萬寧：

由東里堤防往南延伸，經過東里車站、東里國中至萬寧，地表破裂連續長度約 2.7 公里，範圍東西寬約 200-400 公尺，大致呈 NNE 走向，東側抬升量約 5-10 公分，顯示池上斷層為向西逆衝兼具左移性質。

萬寧至東竹：

沿學校園壓力脊東側向東逆衝地表破裂，連續破裂長度達 4.2 公里，走向大致呈 N35°E，地表破裂向東衝，西側抬升量約 10-15 公分，部分道路破裂處可見左移雁行排列，具左移分量（圖 3-2-2、圖 3-2-3）。從萬寧埔往南到馬加祿西側之間為連續破裂，馬加祿以南到富北國中南側呈點線接續，但在稻田往往無法見到明確抬升與破裂，部分破裂跳階至坡面與壓力脊頂部。

富北國中及其東北方新興村建築多處開裂、傾斜，其操場有連續隆起破裂，該處地表抬升位置約位於壓力脊東緣之坡地上，推斷其校舍損毀受斷層抬升及地震共同影響，導致其災損情形嚴重（圖 3-2-4）。在學校園西側未見到明顯地地表破裂變形。地表破裂向南延伸至崙天大橋後，破裂位置轉成位於池上斷層前緣，以向西逆衝的破裂為主。

崙天大橋至富里：

崙天大橋位於壓力脊南側末端，橋梁受劇烈搖晃而倒塌，地表破裂分布在東側橋台附近，可分為東西兩道，西道的地表破裂造成東側橋台附近線形崖受擠壓隆起，一幢磚造民宅受同地表破裂抬升影響導致倒塌，此道地表破裂向南延伸至富里；東道的地表破裂為向北延伸連接學校園壓力脊東側破裂，向東逆衝。

崙天大橋以南至花蓮縣富里鄉及台東縣池上鄉錦園村以北，地表破裂相當連續，長度約 13.4 公里，走向為 N22°E，地表破裂呈現向西逆衝具左移分量（圖 3-2-5）。地表破裂於北段切穿崙天大橋橋台、路堤以及鄰近農舍，造成地面隆起破裂（圖 3-2-6），並延伸至稻田及河床當中。石牌以南，道路兩側常可見地表破裂，於富里市區一帶，破裂向南穿越永安街，沿線人工構造物皆可有傾斜、開裂與錯移情形，並於富池橋東南側鱉溪右岸水田至勝安

宮處有連續且明顯地表抬升變形（圖 3-2-7），垂直抬升超過 50 公分，視左移約 20 公分，勝安宮受地表抬升影響，地板及梁柱結構傾斜開裂。

鱉溪以南破裂位移分散到 2 個線形崖範圍內，地表破裂一路延伸至富南一帶，與台 9 線道路大致平行，該路段施工中道路拓寬工程之下邊坡擋土牆向外傾翻，並可觀察到趾部擠壓隆起、路基下陷開裂之情形（圖 3-2-8）。

崙天大橋近西岸橋墩斷裂及落橋（圖 3-2-9），橋梁下無發現明顯地表抬升跡象，推測其損毀之主因應為強震造成墩柱底部破壞後傾倒，進一步導致橋面板翻垮至河床。

此外，秀姑巒溪西岸明里二號堤防及明星三號堤防之河岸農田處朝秀姑巒溪發生沉陷，其破裂長度約延續 1.2 公里，造成堤防崩垮、農用道路產生拉張裂隙，並於稻田中觀察到較連續之噴沙現象。由於此區域之張力裂隙與玉里斷層間無地表破裂可延伸追蹤，推測為一系列緊鄰河岸階地沉陷破壞。

3-2-2 小結

綜合本段調查結果，地表破裂沿著學校園等數個壓力脊東側發育，以向東逆衝為主；壓力脊西側的地表破裂現象則相當不顯著，壓力脊頂部則常出現雁行排列的伸張破裂。該現象指出壓力脊受本次斷層活動擠壓抬升，其東翼斷層分支於本次事件活躍，並隨壓力脊收斂，因而於學校園至東竹之一系列小丘東側出現與其南北斷層系統相異之逆移方向。本段池上斷層沿線雖未見明顯液化及地層下陷，但人工結構物受地震及地表變形影響毀損情況明顯，造成崙天大橋倒塌、多處橋梁結構、房屋以及道路損毀。

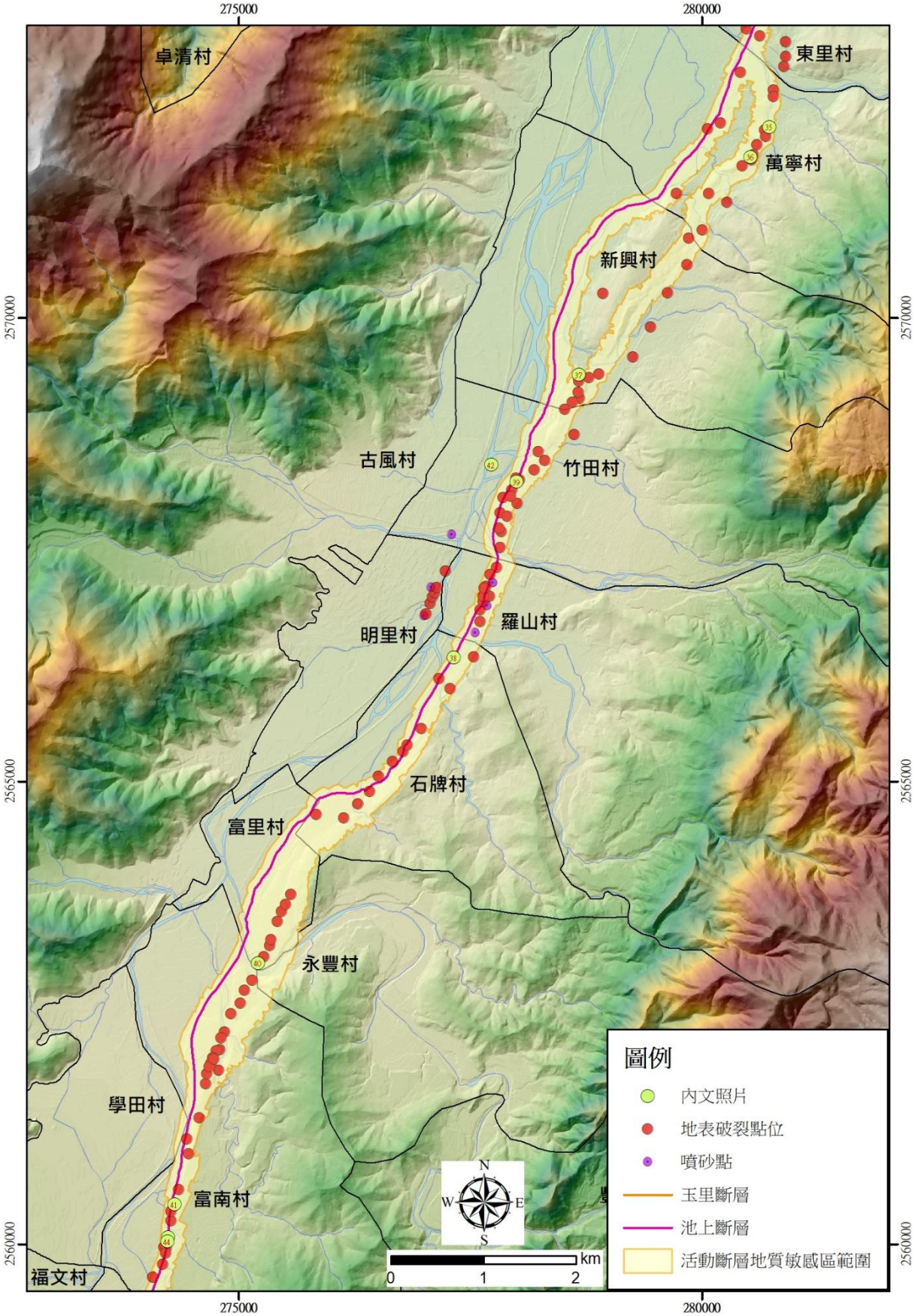


圖 3-2-1、池上斷層東里-富里地表破裂調查分布圖。



圖 3-2-2、萬寧村地表向東逆移抬升，並具左移雁行排列（李忠勳攝）。



圖 3-2-3、萬寧村稻田階段式連續抬升（李忠勳攝）。

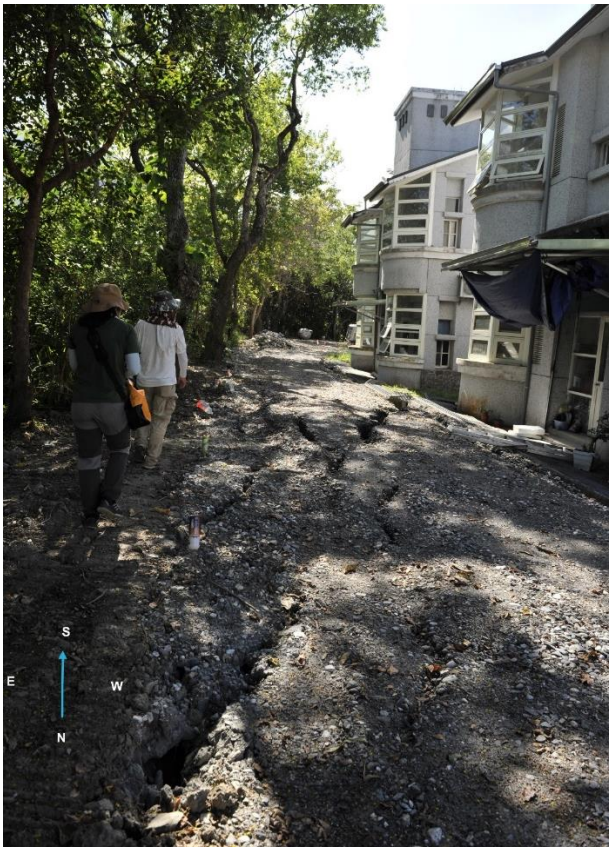


圖 3-2-4、富北國中教師宿舍前開裂，結構向東南傾斜（李忠勳攝）。



圖 3-2-5、螺仔溪南岸稻田破裂（李忠勳攝）。



圖 3-2-6、崙天大橋東側農舍地面隆起（石同生攝）。



圖 3-2-7、鱉溪富池橋池上斷層露頭西側，地表破裂約朝 N30E 延伸，東側抬升，向東拍攝（劉彥求攝）。



圖 3-2-8、台 9 線拓寬工程檔土牆外傾位移、路基下陷張裂（李忠勳攝）。



圖 3-2-9、崙天大橋橋墩及橋面板倒塌（李忠勳攝）。

3-3 富里-電光地區

富里北側東竹地區到電光地區為池上斷層中南段，構造較複雜地區為東竹，其為壓力脊東側向東逆衝地表破裂，且地表破裂現象較為連續，容易追跡；其他地區構造特性與過去調查之構造地形特徵吻合，主要以池上斷層向西逆衝，並帶左移現象，造成地表破裂或是人工建物毀損，較難在稻田等柔塑性材料觀察到明確地表破裂現象，本段調查長度約 16 公里，以下分別對池上斷層（富里-電光）進行詳述。

3-3-1 同震地表變形

富里到富南：

富里市區北側到富南之間可見連續破裂，造成沙洲、稻田、道路，以及人工結構物抬升錯移與毀損，其餘區域狀況為位在池上斷層與活動斷層地質敏感區（F0002 池上斷層）範圍內呈線形分布的點線結構物破裂，稻田與沙洲等柔性材料未見明確位移現象（圖 3-3-2~圖 3-3-4）。

富南到慶豐：

台 9 線拓寬工程恰位於池上斷層線形崖抬升區域，夯土區的擋土牆下抬升，夯土區產生連續圓弧狀破壞，在拓寬工程夯土擋土牆下方地表破裂斜切台 9 線道路，並呈左移雁行排列，東側抬高 10 至 20 公分；鄰近池上斷層或跨越池上斷層的鐵軌受擠壓變形，或因橋墩位移而受損；池上地牛故事館以南，地表破裂位在線形崖上方坡面，因量小且受植生遮蔽而不易發現（圖 3-3-5~圖 3-3-10）。

錦園到萬安：

未見明確地表破裂現象，甚至連結構裂隙也不多，僅在到佛光禪寺擋土牆裂隙（圖 3-3-11），推測此段缺乏地表破裂，往南至電光地區地表破裂主要沿線形崖建構之人工建物破壞或毀損。

3-3-2 小結

富里市區北側到慶豐間為連續地表破裂，造成沙洲、稻田、道路，以及人工結構物抬升錯移與毀損，富南到慶豐間台 9 線道路拓寬工程夯土擋土牆下方東側抬高 10 至 20 公分；錦園到萬安未見明確地表破裂，僅見零星人工建物破壞或毀損。

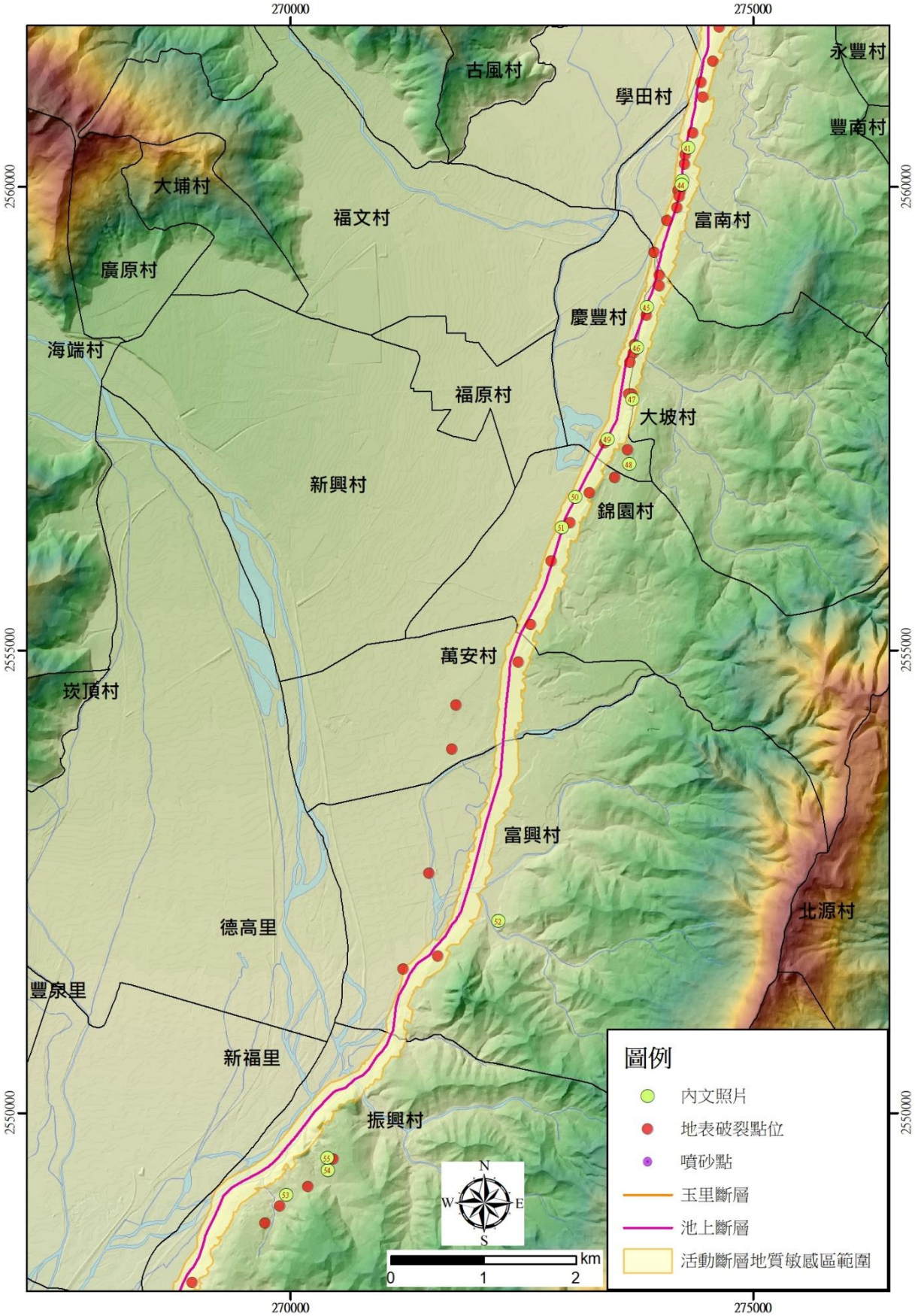


圖 3-3-1、池上斷層富里-電光地表破裂調查分布圖。



圖 3-3-2、地表破裂在此斜切台 9 線道路，並呈現左移雁行排列，朝 N10E 延伸，東側抬高 10-20 公分（劉彥求攝）。



圖 3-3-3、從慈顯宮以南經慶豐到池上地牛館之間為連續地表破裂，朝 N10E 延伸（劉彥求攝）。



圖 3-3-4、建安宮後方，池上地牛館以南，地表破裂位坡面上，朝 N20E 延伸，因量小且受植生遮蔽而不易發現（劉彥求攝）。



圖 3-3-5、大坡國小北側，線形崖上道路與農地地表破裂，東側推擠隆起，向西逆衝（劉彥求攝）。



圖 3-3-6、大坡社區附近線形崖，其上盤伴隨之張力裂隙（劉彥求攝）。



圖 3-3-7、法林寺北側，壓力脊地形頂部的張力裂隙群，約為 N30°E 走向（劉彥求攝）。



圖 3-3-8、東 9 鄉道靈公祠附近破裂現象，約為 N45°E 走向（劉彥求攝）。



圖 3-3-9、東 9 鄉道民家附近破裂現象，約為 N45°E 走向（劉彥求攝）。



圖 3-3-10、大坡池東側線形崖，崖腳有結構物向外推出的破裂現象，持續見到線形崖上的建物受到擠壓與抬升破裂，此處破裂最高約抬升30公分（劉彥求攝）。



圖 3-3-11、佛光禪寺擋土牆裂隙（黃志遠攝）。

3-4 電光-二層坪

0918 池上地震發生後，彙整新聞頻道與網路社群媒體等報導，除了玉里斷層沿線產生地表破裂現象外，池上斷層亦傳出部分災情，調查從電光至二層坪一帶，其主要為建物或結構物弱面擠壓破壞，且零星與分散，主要為寶華大橋與東側坡面道路或民宅受損，至二層坪地區北側破裂跡已不甚明顯。本段調查區域長度近 7 公里，破壞處範圍多位於池上斷層活動斷層地質敏感區內，以下分別對池上斷層（電光-二層坪）進行詳述。

3-4-1 同震地表變形

縣道 197：

臺東關山電光地區以北之縣道 197，其地表破裂跡不連續，主要沿舊有結構弱面破裂，如堤防、溝渠、邊坡圍牆等，皆位於池上斷層活動斷層地質敏感區內（圖 3-4-2~圖 3-4-4）。

電光社區：

在臺東關山電光地區多處房屋結構物破壞，地表破裂跡不明顯，難以追跡，研判毀損現象應為振動造成，此外村鎮內因振動造成水管破裂，已搶修完畢（圖 3-4-5）。而在電光社區西側農田灌溉溝渠，地表破裂沿舊有地形崖前緣之潛移溝渠破裂，更為嚴重（圖 3-4-6）。

寶華大橋周邊：

寶華大橋為鹿野巴伊拉善部落對外重要東西向聯外道路，橫跨卑南溪，因本次地震而受損，受損區域主要為東側，橋面能觀察到受壓，橋板沿相對錯動現象，而附近河床具地表破裂與偶見噴沙現象（圖 3-4-7~圖 3-4-8）。

二層坪地區：

納骨塔附近溝渠破裂拱起伴隨左移現象，道路破裂跡略呈左移雁行排列形式，局部有較明顯的道路與稻田東側抬升，大致沿二層坪西側線形崖分布，也是持續進行潛移變型位置（圖 3-4-9~圖 3-4-11）。

3-4-2 小結

池上斷層（電光-二層坪段）在縣道 197 主要沿建物結構弱面破裂或是在道路轉彎處破裂，其走向略呈東北西南向；在電光社區內地表破裂現象不明顯，社區西側農田則沿舊有潛移破裂處加大其破壞；寶華大橋東側橋面能觀察到呈左移現象，而附近河床偶見噴沙現象成南北走向，二層坪地區地表破裂沿西側線形崖分布。整體而言，多屬人工建物破壞，地表破裂跡不甚明顯。

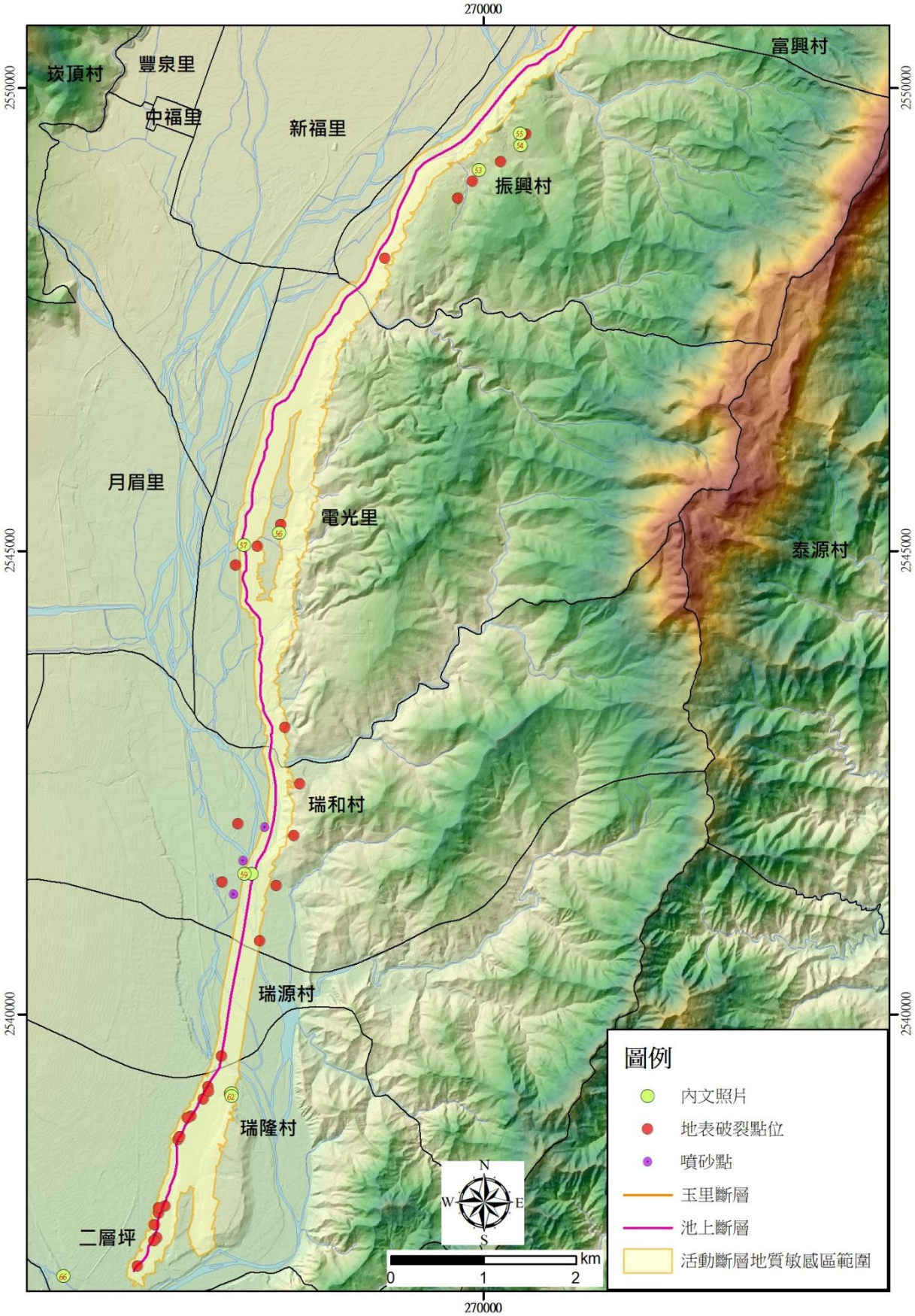


圖 3-4-1、池上斷層電光-二層坪地表破裂調查分布圖。



圖 3-4-2、地面結構破壞，破裂走向略呈南北走向，東側微拱（梁勝雄攝）。



圖 3-4-3、邊坡排水溝渠呈南北走向，邊坡向西滑移側傾，邊坡拉伸寬約 10 公分，過去水泥邊坡就有南北向共軛拱起破裂現象，而此次地震後，破裂現象更為明顯且延伸更為廣泛（梁勝雄攝）。



圖 3-4-4、邊坡排水溝渠呈南北走向，邊坡向西滑移側傾，結構沿弱面破壞，東西向截切排水溝渠，並呈左移拉張現象，拉張約 10 公分（梁勝雄攝）。



圖 3-4-5、電光社區因地震力造成水管破裂（梁勝雄攝）。



圖 3-4-6、電光社區西側地形崖與灌溉溝渠舊有拱起破裂現象。灌溉溝渠牆面呈東西走向，因地震導致破壞加劇。



圖 3-4-7、東西向的寶華大橋，其東側橋面由東向西拱起錯移約 10 公分（黃志遠攝）。



圖 3-4-8、在寶華大橋上遠眺南側河床略呈南寶走向之地表破裂現象與偶見噴砂現象（黃志遠攝）。



圖 3-4-9、二層坪納骨塔附近新建灌溉溝渠沿弱面向西破裂拱起，走向為 317 度（梁勝雄攝）。



圖 3-4-10、二層坪納骨塔附近灌溉溝渠呈東西走向，灌溉溝渠沿弱面破裂約，橫切灌溉溝渠（黃志遠攝）。



圖 3-4-11、二層坪附近產業道路地表破裂呈左移雁形排列現象，走向為 333 度，暗示最大主應力方向為東西向，拉張方向略為南北向（梁勝雄攝）。

肆、鹿野地區地質調查

本次地震主要地表破裂集中在玉里斷層及池上斷層兩側外，在鹿野地區靠近中央山脈前緣地形崖，發現零星地表破裂或建物損壞等災情，惟並不連續，無法追跡（圖 4-1-1），以下就鹿野地區進行詳述。

4-1 鹿野地區

沿著鹿野斷層沿線周邊調查，發現在鹿野斷層西側有零星輕微地表變形現象，地表破列方式主要呈現西側微拱起，部份破裂帶有左移分量變形，此零星地表變形主要分布於鹿野斷層西側（圖 4-1-2、圖 4-1-3）。

在鹿野溪及鹿寮溪河床上，發現零星噴沙及河床側潰現象，但數量不多且連續性較差。本區鹿野大橋輕微受損，鹿寮溪自行車道舊鐵橋有多處輕微毀損、一些寺廟地面有微抬拱起現象，花東公路周圍部分建物輕微受損、臺 9 縣鹿野段 339.4K 處崖壁有落石崩塌及部分道路受損(圖 4-1-4、圖 4-1-5)。

4-2 小結

小結：鹿野地區地表與人工建物受損零星，主要分布在鹿野斷層西側中央山脈地形崖，其地表破裂略呈現西拱偏左移形式，然其位移量也僅有數公分，顯示此次地震，鹿野斷層未有明顯活動現象。

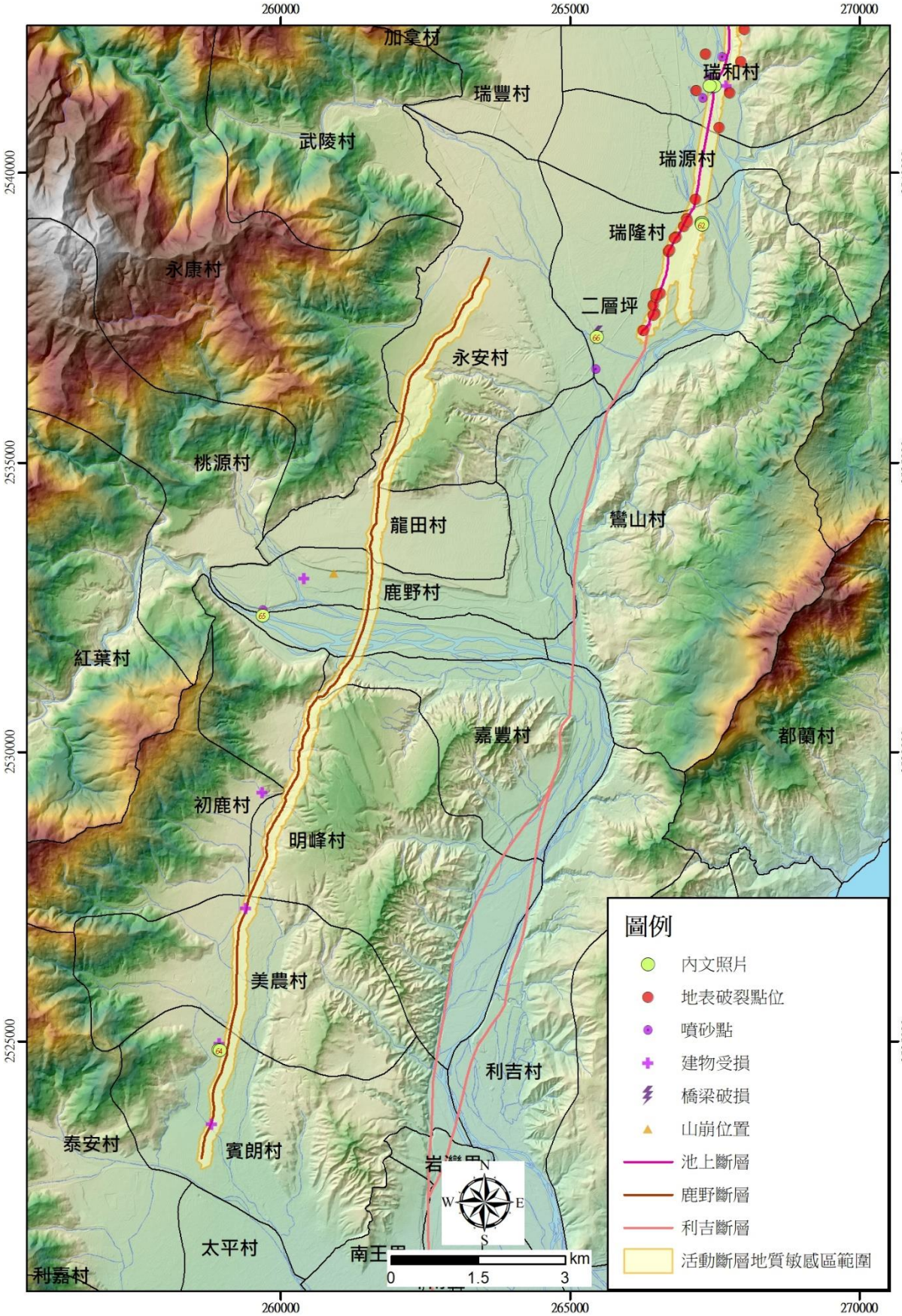


圖 4-1-1、鹿野地區地表破裂調查分布圖。



圖 4-1-2、鹿野斷層西側地形崖，崖前推移而導致輕微地表變形現象（黃志遠攝）。



圖 4-1-3、鹿野斷層西側地形崖，崖前推移，部分破裂具有左移分量變形（黃志遠攝）。



圖 4-1-4、鹿寮溪河床零星噴沙，但不具連續性（黃志遠攝）。



圖 4-1-5、鹿寮溪自行車道舊鐵橋輕微毀損（黃志遠攝）。

伍、結論與建議

5-1 結論

1. 由 918 池上地震的前震、主震資料與餘震分布，及震源深度、震源機制等地震資訊，綜合鄰近地區的活動斷層特性研判，此次地震是由北北東走向且向西傾斜約 70-80 度的地震斷層所造成，震源深度約 7 公里。
2. 玉里斷層為上述地震斷層向北延伸且出露地表的部分，此次池上斷層的活動為上述地震斷層所引發，917 關山地震引起池上斷層在電光以南到二層坪之間產生地表破裂；918 池上地震則造成玉里斷層活動與引發池上斷層在春日以南到錦園之間活動，在此兩條斷層沿線，以及兩條斷層之間均發現了地表破裂的現象，但是兩條斷層的地表破裂特性不同。
3. 玉里斷層地表變形以左移運動為主，可觀察到西側抬升的情況，大致與 1951 年的地表破裂位置一致。卓溪以北，地表破裂斷續出現，位移量不顯著。玉里鎮至長良之間，地表破裂集中且為位移量大；局部地區如在客城至拉庫拉庫溪間稻田分散為數道破裂；長良地區西瓜田與稻田內破裂現象最為顯著，往南延伸進入秀姑巒溪至長富大橋間破裂現象分散，已不易追蹤。
4. 池上破裂北起春日，南迄二層坪，地表破裂現象分為四段，各段特性不同。春日至東里，地表破裂跡連續，但在松浦地區分散為數道，西側稻田內地表破裂以向西逆衝為主，兼具左移分量；東側街道上以向西逆衝為主；高寮以南，因池上斷層進入秀姑巒溪河道，地表破裂侷限見於沙洲上的連續裂隙與噴沙。東里至富里，地表破裂連續，除了向西逆衝的地表破裂外，另在數道平行斷層走向的壓力脊東側，如萬寧到學校園之間，產生向東逆衝的破壞現象，造成破裂西側抬升。富里至電光，局部地區有連續的地表破裂，東側抬升。電光以南，地表破裂僅局部分布，且延續性較差。
5. 池上斷層絕大多數地表破裂位在池上斷層活動斷層地質敏感區（F0002）內，部分位於地質敏感區外，後續將分析評估以進行其劃定變更。

5-2 建議

1. 臺灣東部位於兩個板塊擠壓的交界，本次地震即由板塊隱沒作用所誘發，東部區域為臺灣陸上地震最為頻繁與平原區活動斷層最密集之區域，因此，建議本區的重要設施須檢討安全設計係數，並視需要進行補強提高耐震能力。
2. 針對此區的發震構造，要持續加強地震地質調查工作以及地表變形觀測與分析能力，並期望能適時提出預警訊息，作為防災與應變之參據。
3. 此次地震地質調查結果，將納入未來池上斷層活動斷層地質敏感區範圍的修正，提供國土建設與建築規範的運用。政府已全面啟動耐震安檢，進行補強建築物的耐震能力、加速都市更新等措施，地調所會配合提供地質資料與專業意見，做為政策推動的基礎資料。
4. 本次地震絕大多數的地表破裂位在玉里斷層沿線，明年本所將著手「玉里斷層活動斷層地質敏感區」的劃定工作。大地測量結果也顯示持續的觀測有助於釐清地表變形的分布位置，並評估斷層的活動潛勢，此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。希望決策部門能持續支持地質調查所持續進行的地殼變形觀測與地質調查工作。

參 考 文 獻

臺灣省氣象所（1952）中華民國 41 年地震報告。臺北，共 83 頁。

何春蓀（1986）臺灣地質概論：臺灣地質圖說明書，經濟部中央地質調查所出版，共 164 頁。

李建成、安朔葉、朱傚主、胡植慶（2003）1998-2001 年池上活斷層潛變儀紀錄之斷層活動變化及地震地體構造含意。中國地質學會九十二年年會暨學術研討會;九十二年度, 第 50 頁。

林哲民、張道明、張毓文、簡文郁、溫國樑（2010）2010 年 3 月 4 日高雄甲仙地震地震震源特性與發生機制。2010 年 0304 高雄甲仙地震勘災說明會簡報資料。

林啟文、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分布圖說明，第二版。經濟部中央地質調查所特刊，第 13 號，共 122 頁。

林啟文、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。

林朝棨（1957）臺灣地形，臺灣省通志稿，第一卷，第一冊。臺灣文獻委員會出版，共 424 頁。

林朝棨（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。

姜彥麟、李建成、李通藝（2006）臺東縱谷南段近斷層地表變形分析。中國地質學會九十五年年會暨學術研討會大會手冊及論文摘要，第 263 頁。

姜彥麟、朱傚祖、李建成、黃志遠 （2012） 台灣東部池上斷層全段之地表破裂與變形帶調查及構造特性分析。經濟部中央地質調查所特刊，第 26 號，第 1-15 頁。

徐鐵良（1955）臺灣之地震。臺灣銀行季刊，第 7 卷，第 2 期，第 148-164 頁。

張徽正、林啟文、陳勉銘、盧詩丁（1998）臺灣活動斷層概論，五十萬分之一臺灣活動斷層圖說明書。經濟部中央地質調查所特刊，第 10 號，共 103 頁。

許晉瑋、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。

梁勝雄、朱傚祖、李建成（2011）池上「活」斷層的活動徵兆。地質 30 卷，第 4 期，第 76-81 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

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、王源（1996）臺灣東部海岸山脈地質。臺灣地質之七，經濟部中央地質調查所出版，共 101 頁。

陳文山、林益正、顏一勤、楊志成、紀權宥、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。

陳俊甫（2013）臺灣東部縱谷北端區域的地震構造特性，國立臺灣大學理學院地質科學研究所碩士論文，共 111 頁。

游明聖、鄭世楠、葉永田（1996）1951 年 10 月 22 日花蓮地震的再探討。經濟部中央地質調查所年報，八十四年度年報，第 36-42 頁。

景國恩、胡植慶、陳宏宇、鄭凱謙、莊昀叡，斷層活動性觀測研究第四階段-地表變形觀測資料處理分析與斷層反演評估（1/4）。經濟部中央地質調查所 106 年度委辦計畫執行期末報告書，共 235 頁。

溫怡瑛、温士忠、李元希、景國恩（2018）Imaging the 2018 ML 6 Hualien earthquake with teleseismicbody waves，2018 年花蓮地震學術研討會簡報資料。

楊蔭清（1953）四十一年來之花蓮地震。台灣文獻，創刊號，第 67-71 頁。

經濟部（2014）活動斷層地質敏感區劃定計畫書－F0002 池上斷層，共 31 頁。

劉啟清（1988）臺灣地區地殼變動對驗潮記錄之影響。第二屆臺灣地區地球物理研討會論文集，第 27 頁。

蕭謙麗、林明聖、朱傚祖(1997) 玉里－池上地區的非同震破裂。東台灣研究：2 期，P81 – 97。

顏一勤、陳文山、宋時驊、黃能偉、楊志成、劉彥求、林啟文（2014）臺灣東部池上斷層於錦園至萬安地區間的古地震學研究。經濟部中央地質調查所特刊，第 28 號，第 43-70 頁。

Biq, C. (1965) The east Taiwan rift. Petrol. Geol. Taiwan, no.4, p.93-106.

Biq, C. (1972) Dual-trench structure in the Taiwan-Luzon region. J. Geol. Soc.

China, no.15, p.65-75.

Hsu, T.L. (1962) Recent faulting in the Longitudinal Valley of eastern Taiwan. Mem. Geol. Soc. China, no.1, p.95-102.

J. Bruce H. Shyu, Chun-Fu Chen, Yih-MinWu(2018)Seismotectonic characteristics of the northernmost Longitudinal Valley, eastern Taiwan：Structural development of a vanishing suture, Tectonophysics, vol. 692, 295-308.

Lee, J.C., Chu, H.T., Angelier, J., Hu, J.C., Chen, H.Y. and Yu, S.B. (2006) Quantitative analysis of surface coseismic faulting and postseismic creep accompanying the 2003, Mw = 6.5, Chengkung earthquake in eastern Taiwan: J. Geophys. Res., 111, B02405, doi:10.1029/2005JB003612.

Mu, C.-H., Angelier, J., Lee, J.-C., Chu, H.-T. and Dong, J.-J., Structure and Holocene evolution of an active creeping thrust fault: The Chihshang fault at Chinyuan (Taiwan). Journal of Structural Geology, 33(4): 743-755, doi:10.1016/j.jsg.2011.01.015, 2011.

Yu, S.B., and H.Y. Chen (1994) Global Positioning System measurements of crustal deformation in the Taiwan arc-continent collision zone： TAO, 5, 477-498.

Yu, S.B., Chen, H.Y. and Kuo, L.C. (1997) Velocity field of GPS stations in the Taiwan area. Tectonophysics, vol.274, 41-59.

Yu, S.B., L.C. Kuo, R.S. Punongbayan and E.G. Ramos (1999) GPS observation of crustal motion in the Taiwan-Luzon region：Geophys. Res. Lett., 26(7), 923-926.

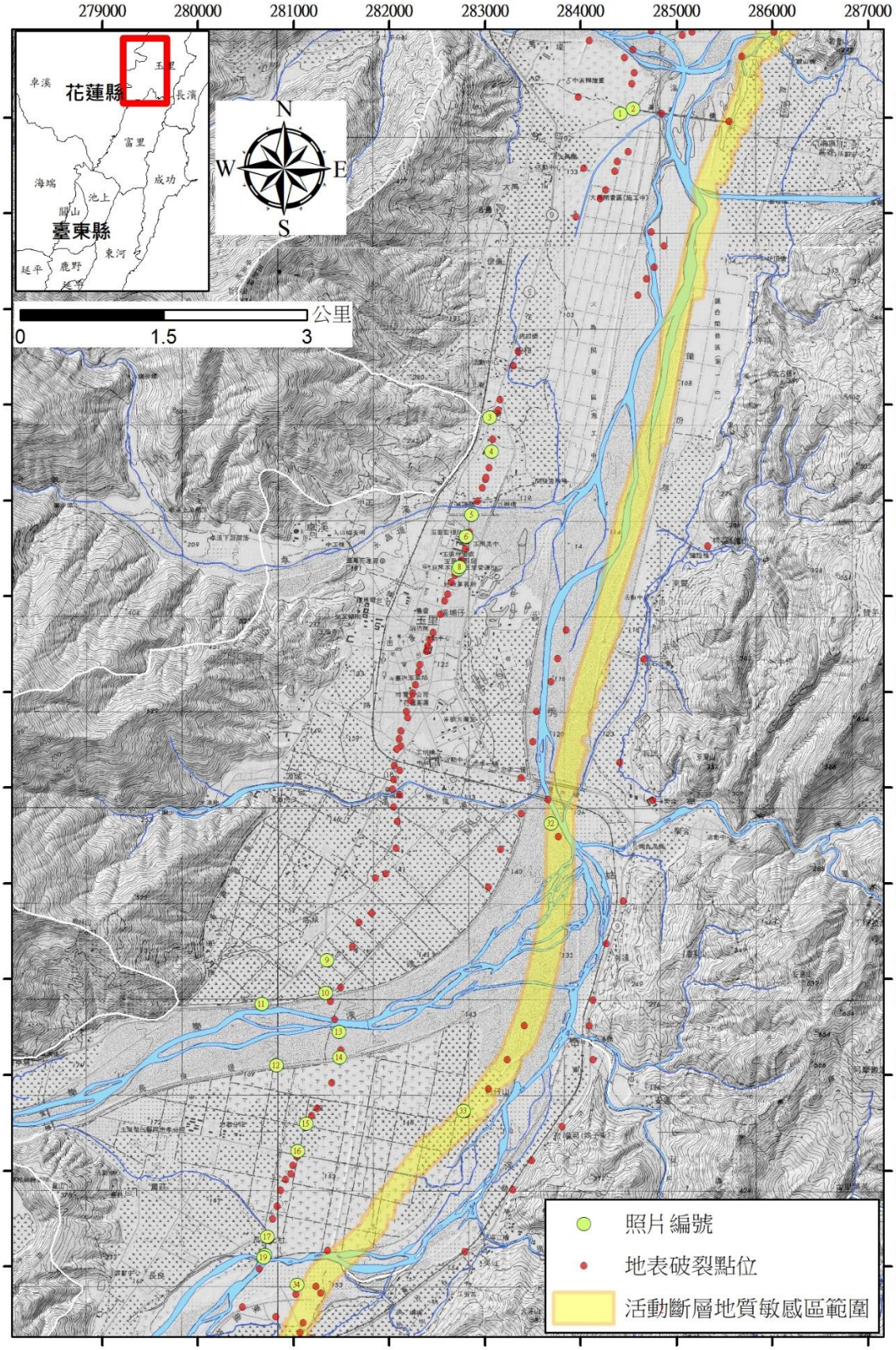
附　　錄

附表 1、調查照片點位位置表

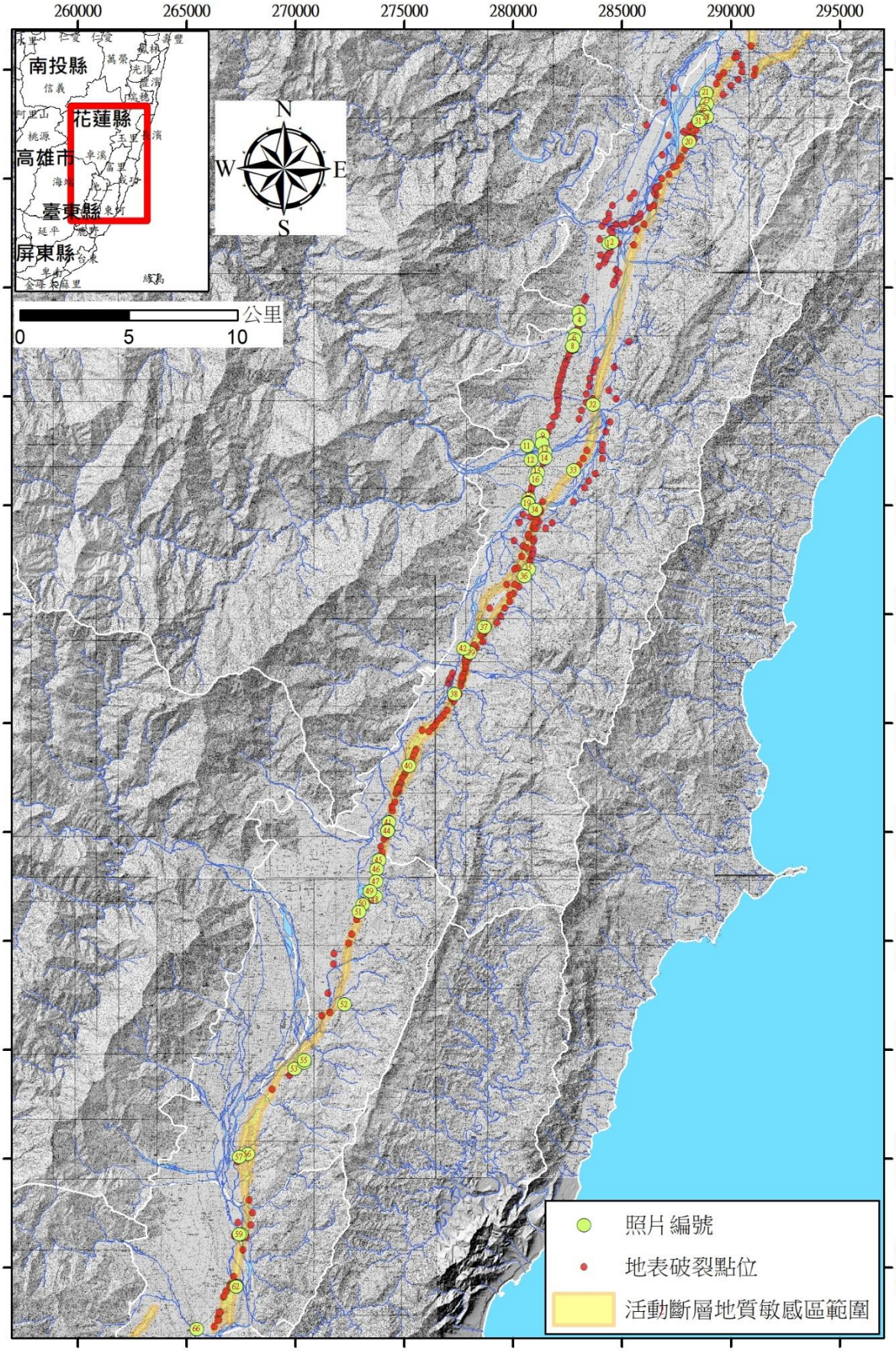
編號	圖號	經度	緯度	TWD97_X	TWD97_Y
1	圖 2-1-2	121.336718	23.385781	284419	2587043
2	圖 2-1-3	121.33802	23.386248	284552	2587095
3	圖 2-1-4	121.323285	23.357139	283053	2583868
4	圖 2-1-5	121.323454	23.353969	283071	2583517
5	圖 2-1-6	121.321395	23.348013	282862	2582857
6	圖 2-1-7	121.320842	23.345919	282806	2582625
7	圖 2-1-8	121.320033	23.342805	282724	2582280
8	圖 2-1-9	121.320112	23.343076	282732	2582310
9	圖 2-1-10	121.306531	23.305989	281352	2578200
10	圖 2-1-11	121.306357	23.302874	281335	2577855
11	圖 2-1-12	121.299834	23.301866	280668	2577742
12	圖 2-1-13	121.301307	23.296057	280820	2577099
13	圖 2-1-14	121.307718	23.299223	281475	2577451
14	圖 2-1-15	121.307761	23.296775	281480	2577180
15	圖 2-1-16	121.304374	23.290542	281135	2576489
16	圖 2-1-17	121.303479	23.287961	281044	2576203
17	圖 2-1-18	121.300352	23.279867	280726	2575306
18	圖 2-1-19	121.300104	23.278197	280701	2575121
19	圖 2-1-20	121.300005	23.277962	280691	2575095
20	圖 3-1-2	121.372734	23.4278728	288089	2591713
21	圖 3-1-3	121.3805694	23.4479	288883	2593933
22	圖 3-1-4	121.379929	23.441839	288820	2593262
23	圖 3-1-5	121.38082	23.443549	288910	2593451
24	圖 3-1-6	121.3794417	23.4403	288770	2593091
25	圖 3-1-7	121.3778539	23.4377204	288609	2592805
26	圖 3-1-8	121.3792639	23.44070833	288752	2593136
27	圖 3-1-9	121.3777989	23.4379908	288603	2592835
28	圖 3-1-10	121.3807833	23.43800278	288908	2592837
29	圖 3-1-11	121.3777797	23.4367704	288602	2592700
30	圖 3-1-12	121.377963	23.437057	288620	2592732
31	圖 3-1-13	121.377197	23.43639	288542	2592658
32	圖 3-1-14	121.3294633	23.318832	283694	2579627

附表 1、調查照片點位位置表（續）

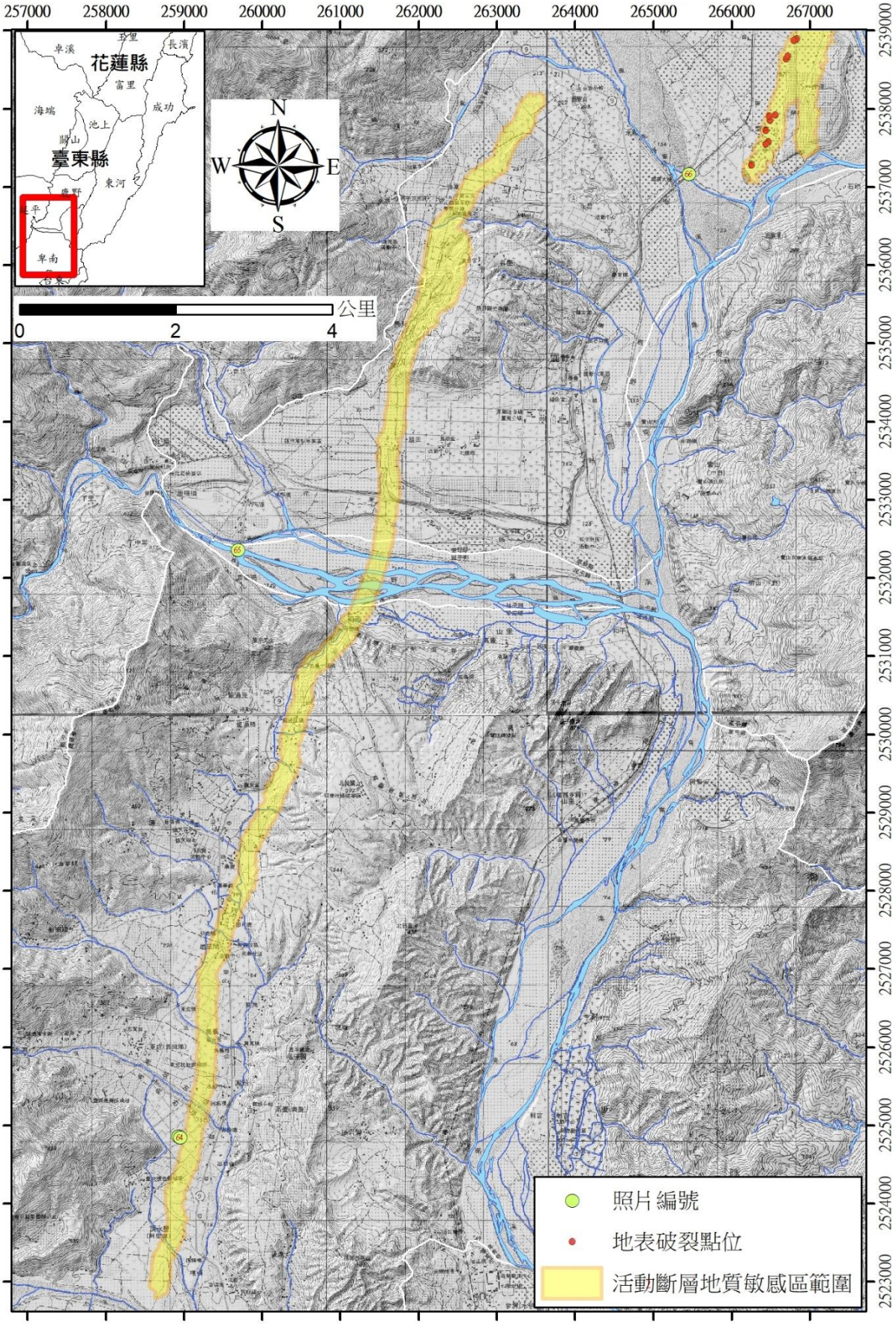
編號	圖號	經度	緯度	TWD97_X	TWD97_Y
33	圖 3-1-15	121.320455	23.291751	282780	2576626
34	圖 3-1-16	121.3033953	23.27537211	281038	2574809
35	圖 3-2-2	121.3003611	23.25065556	280734	2572071
36	圖 3-2-3	121.2983861	23.24773333	280532	2571747
37	圖 3-2-4	121.2801667	23.22648889	278672	2569391
38	圖 3-2-5	121.2668833	23.19893333	277319	2566337
39	圖 3-2-6	121.273597	23.216068	278001	2568243
40	圖 3-2-7	121.2462181	23.16916491	275209	2563037
41	圖 3-2-8	121.2373111	23.14561944	274301	2560428
42	圖 3-2-9	121.2709278	23.21774444	277729	2568421
43	圖 3-3-2	121.2366653	23.14243833	274236	2560076
44	圖 3-3-3	121.2365944	23.14202472	274228	2560030
45	圖 3-3-4	121.2329369	23.13009972	273856	2558709
46	圖 3-3-5	121.2318665	23.1261533	273747	2558271
47	圖 3-3-6	121.2313383	23.12111611	273694	2557714
48	圖 3-3-7	121.2310553	23.1148025	273666	2557014
49	圖 3-3-8	121.2287828	23.11721306	273433	2557281
50	圖 3-3-9	121.2253692	23.11161028	273084	2556660
51	圖 3-3-10	121.2239089	23.10861528	272935	2556328
52	圖 3-3-11	121.2171639	23.07022778	272250	2552076
53	圖 3-4-2	121.1947111	23.04355	269954	2549119
54	圖 3-4-3	121.1991194	23.04595556	270405	2549386
55	圖 3-4-4	121.1990806	23.04711944	270401	2549515
56	圖 3-4-5	121.1736222	23.00817778	267797	2545199
57	圖 3-4-6	121.1698778	23.00698611	267414	2545067
58	圖 3-4-7	121.1706472	22.97488056	267497	2541512
59	圖 3-4-8	121.1698778	22.97491389	267418	2541515
60	圖 3-4-9	121.1684417	22.95347222	267273	2539141
61	圖 3-4-10	121.1685333	22.95353056	267283	2539147
62	圖 3-4-11	121.1685333	22.95320556	267283	2539111
63	圖 4-1-1	121.0870056	22.82455	258931	2524858
64	圖 4-1-2	121.0872583	22.82440556	258957	2524842
65	圖 4-1-3	121.0944667	22.89226944	259692	2532357
66	圖 4-1-4	121.1507861	22.93569444	265465	2537170



附圖 A-1、調查照片點位分佈圖-玉里斷層。



附圖 A-2、調查照片點位分佈圖-池上斷層。



附圖 A-3、調查照片點位分佈圖-池上斷層與鹿野斷層。