



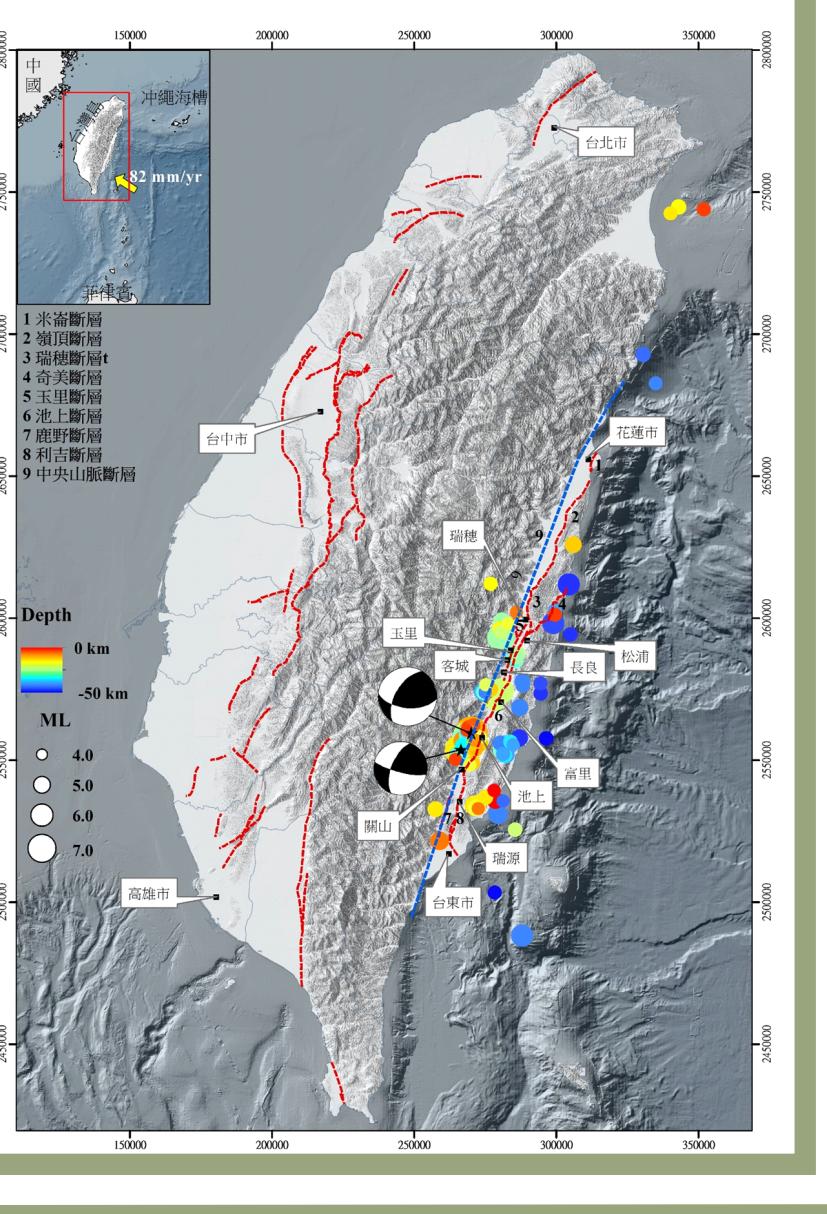
台灣東部花東縱谷2022年關山地震與池上地震 地表破裂帶與其大地構造之涵義



前言

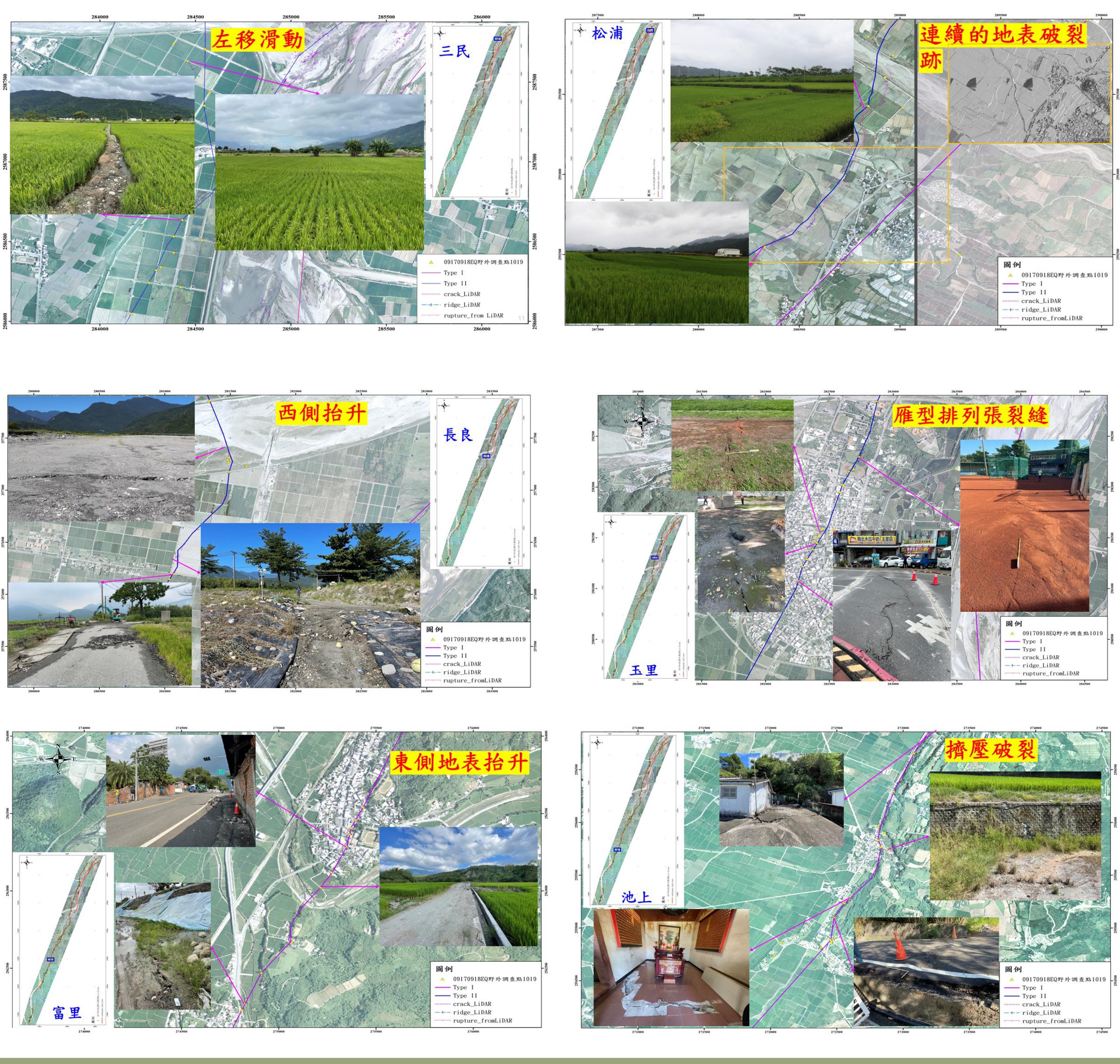
2022年9月17日與9月18日相繼發生芮氏規模(ML)6.6的關山地震及芮氏規模(ML)6.8的池上地震，此次的地震是自1999年9月21日的集集地震後，因斷層活動造成地表破裂規模最大的一次事件，其地表破裂規模大於2018年2月6日的花蓮地震事件。儘管台灣位於地震活動頻繁的地區，但自1999年的集集地震以來，可見的地表破裂相對罕見。

經由我們的調查顯示，斷斷續續的地表破裂帶從南部的瑞源延伸至北部的瑞穗，包括不連續的破裂段在內，所有破裂帶的累計長度超過100公里。這次地震是自1951年縱谷地震序列以來，台灣東部記錄到的最強地震，引發了人們對可能出現與這些歷史地震類似的廣泛地表變形的擔憂。為了進一步瞭解花東縱谷中段地區的地體構造，以做為未來在地震防災上的應用，本文主要利用於地震後所進行的現地調查資料、無人航空載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)空拍光達資料，來探討此次地震地表破裂分布與其大地構造上的涵義。藉以回饋於未來針對花東地區地震防災工作與地質敏感區畫設的參考依據。



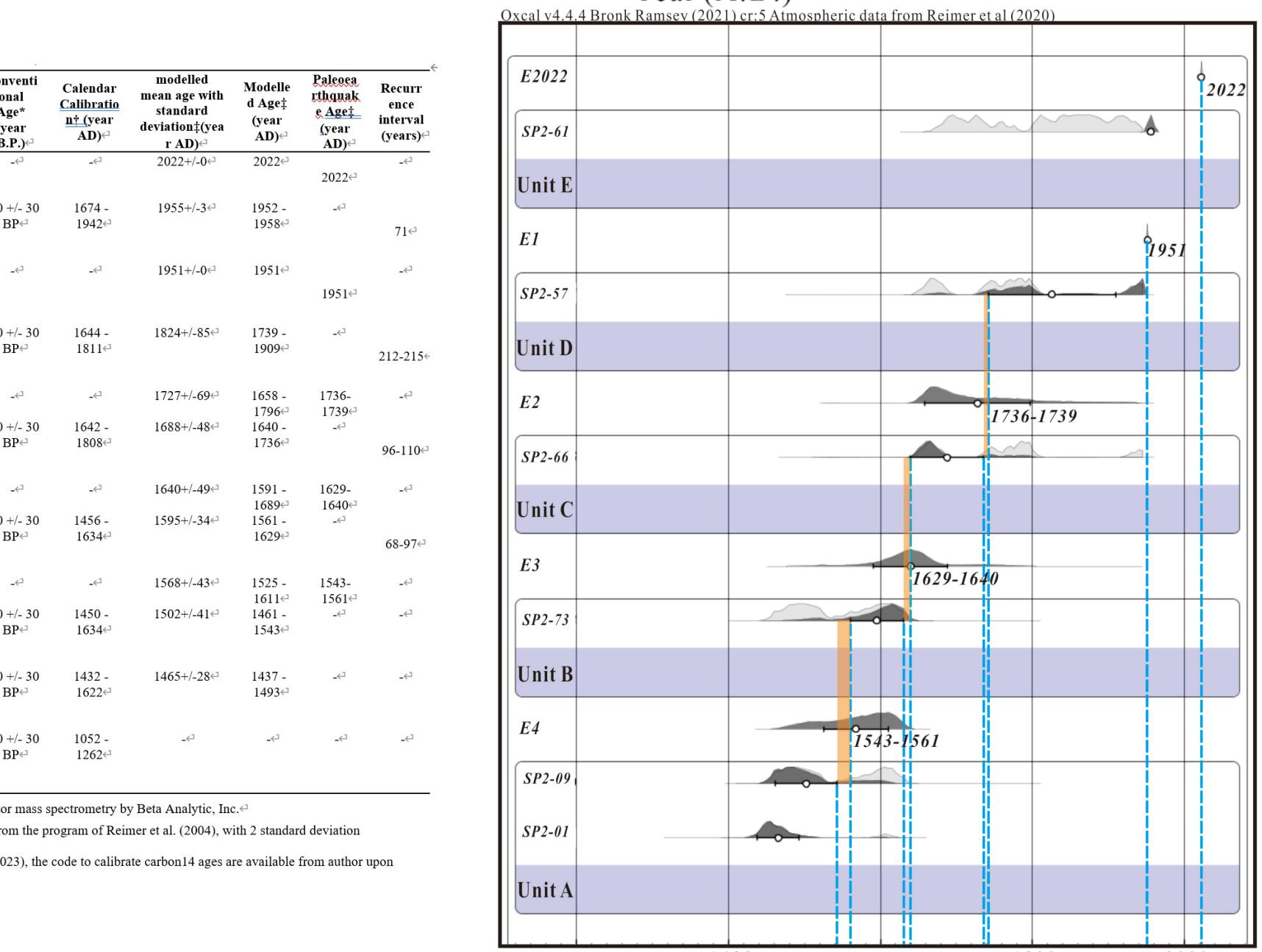
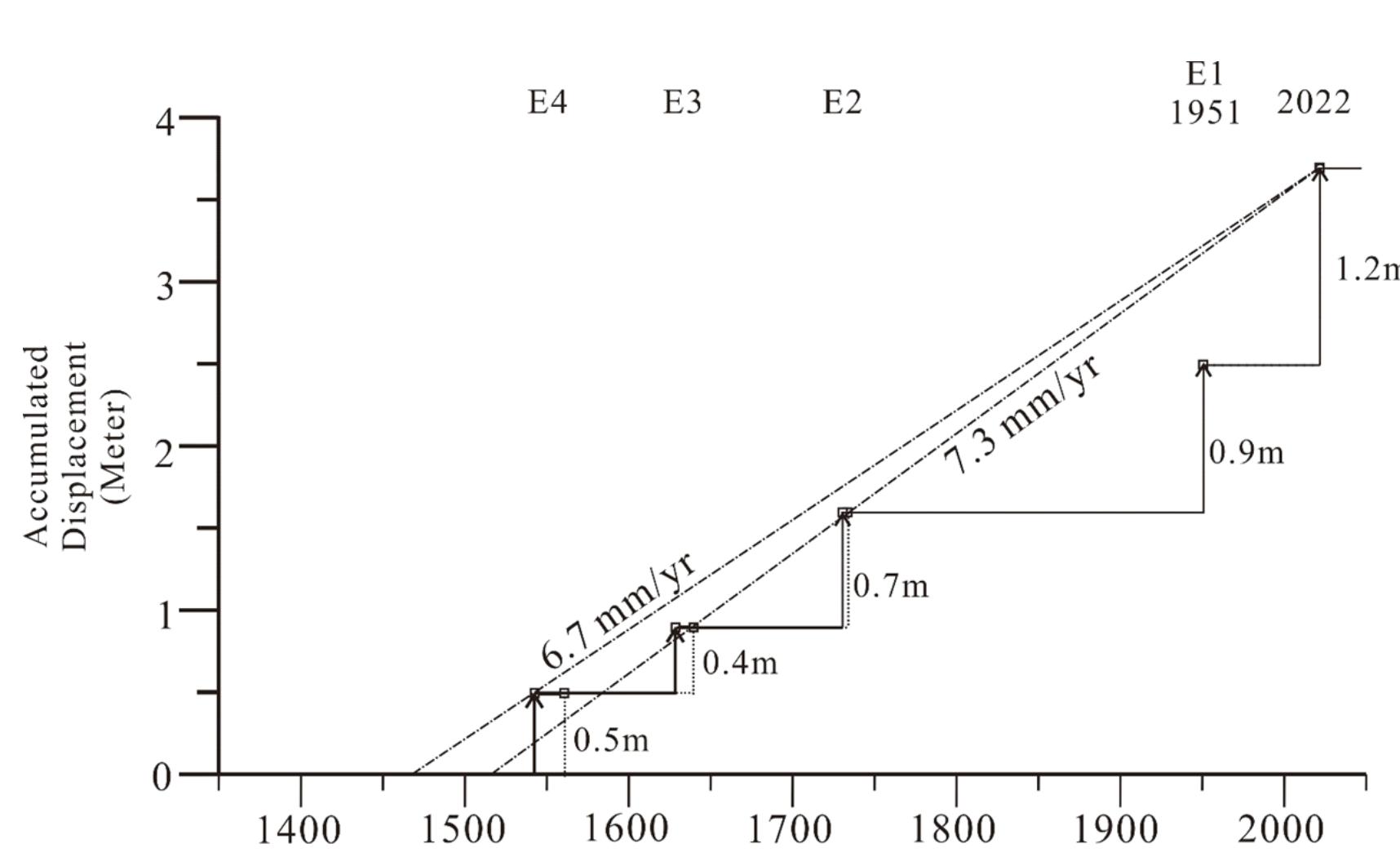
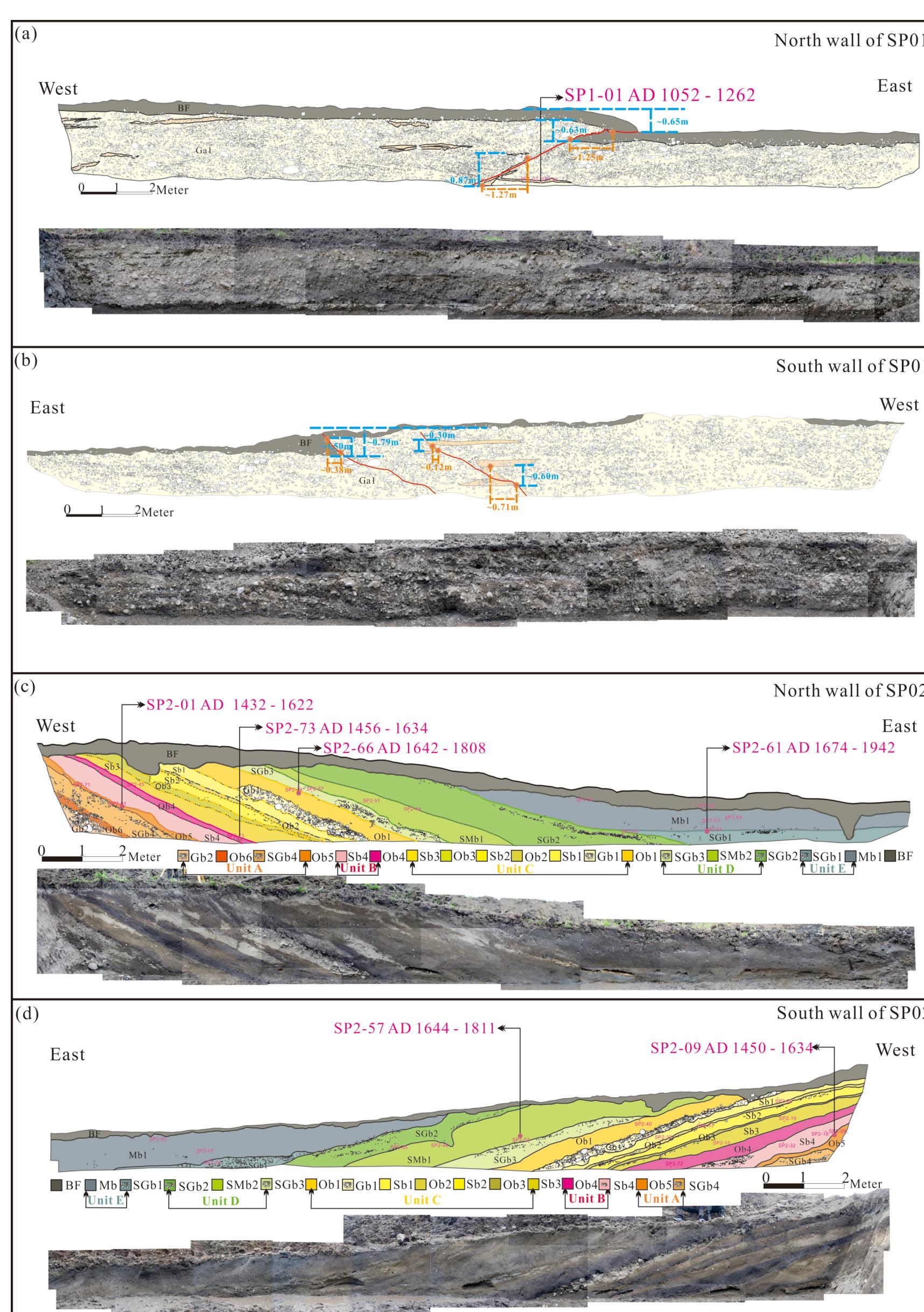
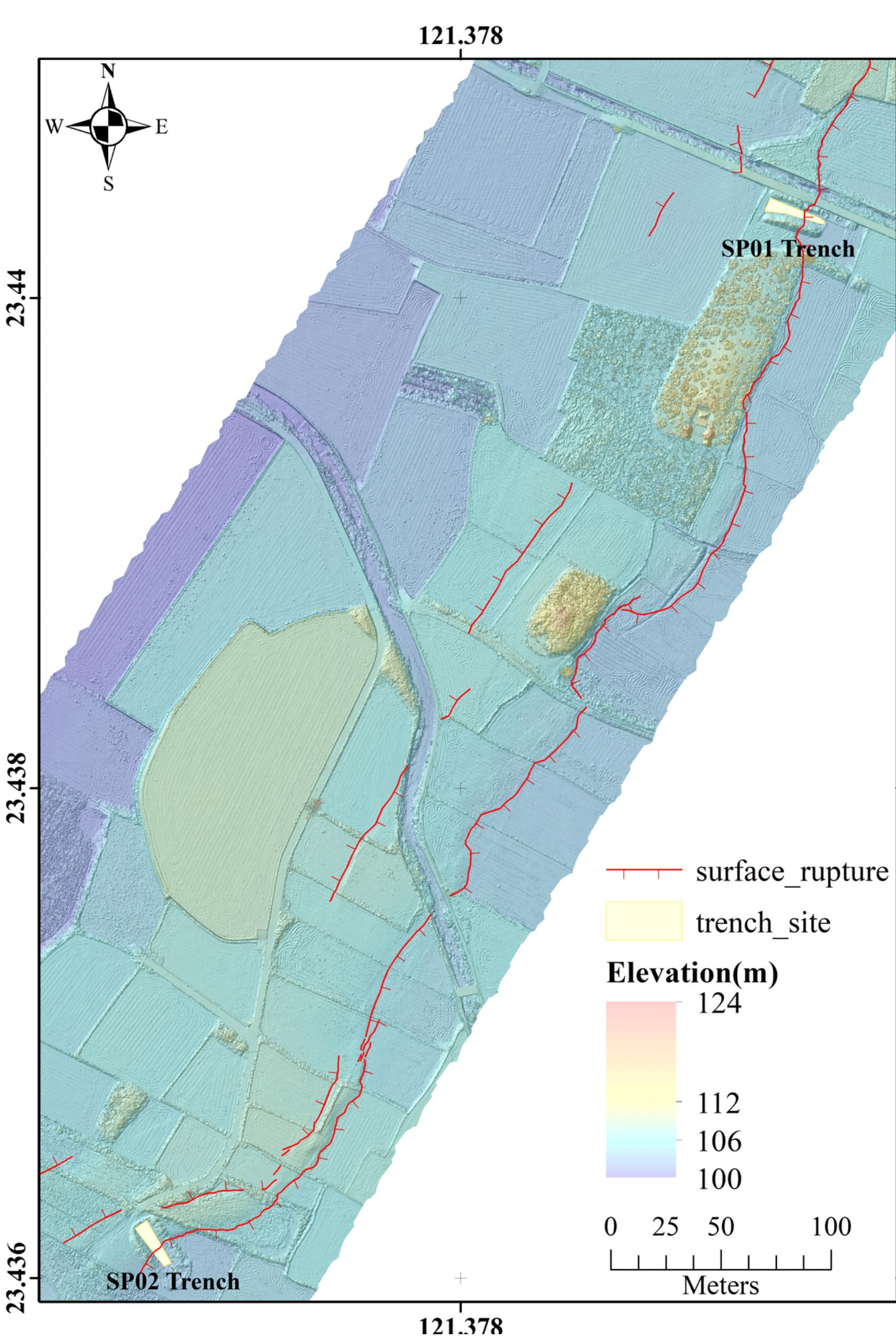
現地調查

本研究於地震後所進行的無人航空載具(UAV)空拍光達資料釋，共可辨釋出噴砂、地裂、地表變位等地形特徵。並記錄關山成了二層坪地區至寶華大橋間的二層坪分支斷層；而池上地震則向北延伸到春日地區，共造成了松浦分支斷層、春日分支斷層、支斷層、竹田分支斷層、東里分支斷層等五段的分支斷層。根據的地表破裂現象，可將地表破裂劃分為以擠壓作用為主，垂直與移量小，僅少數區域具較明顯的位移量，水平位移方向以左移為直位移以東高西低為主的破裂型態I，此類型分布於二層坪分支田分支斷層及春日分支斷層。另外，具明顯左移分量為主的水平向，垂直位移以西高東低為主，常見雁型排列張裂縫並伴隨拱起破裂型態II，則分布於東里分支斷層、松浦分支斷層及三民分支。文依本研究之調查及前人研究之資料，認為2022年關山地震與池應為中央山脈斷層玉里分段活動所引發，並歸納出玉里斷層為中斷層系統其中的一個分段斷層(本文稱中央山脈斷層玉里分段)。



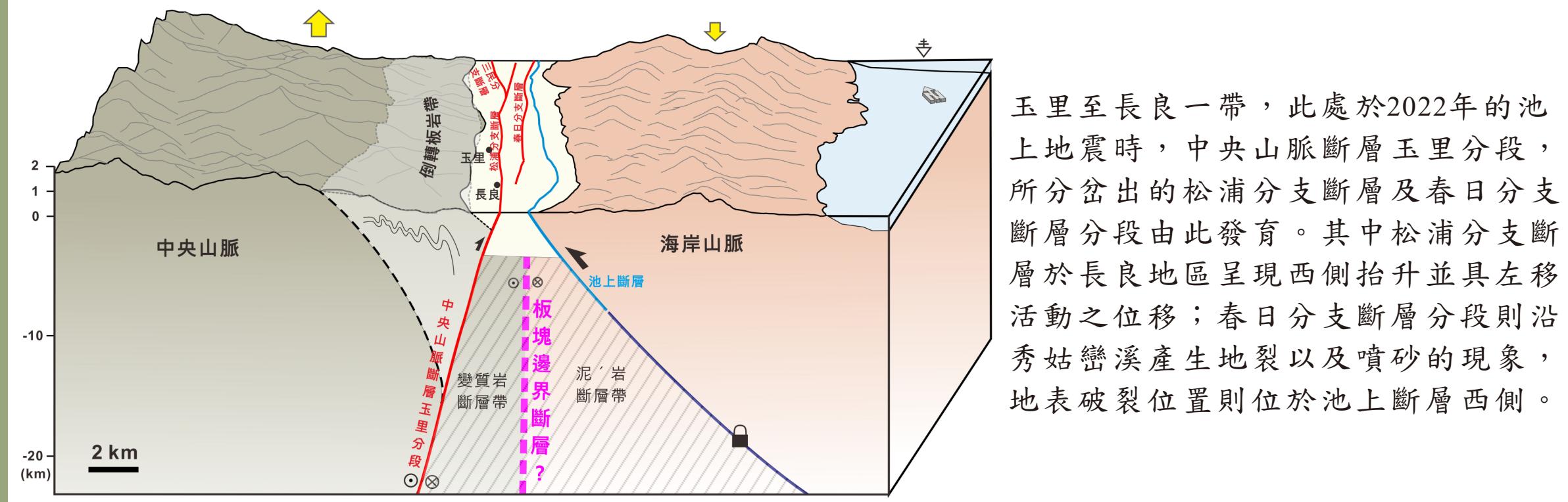
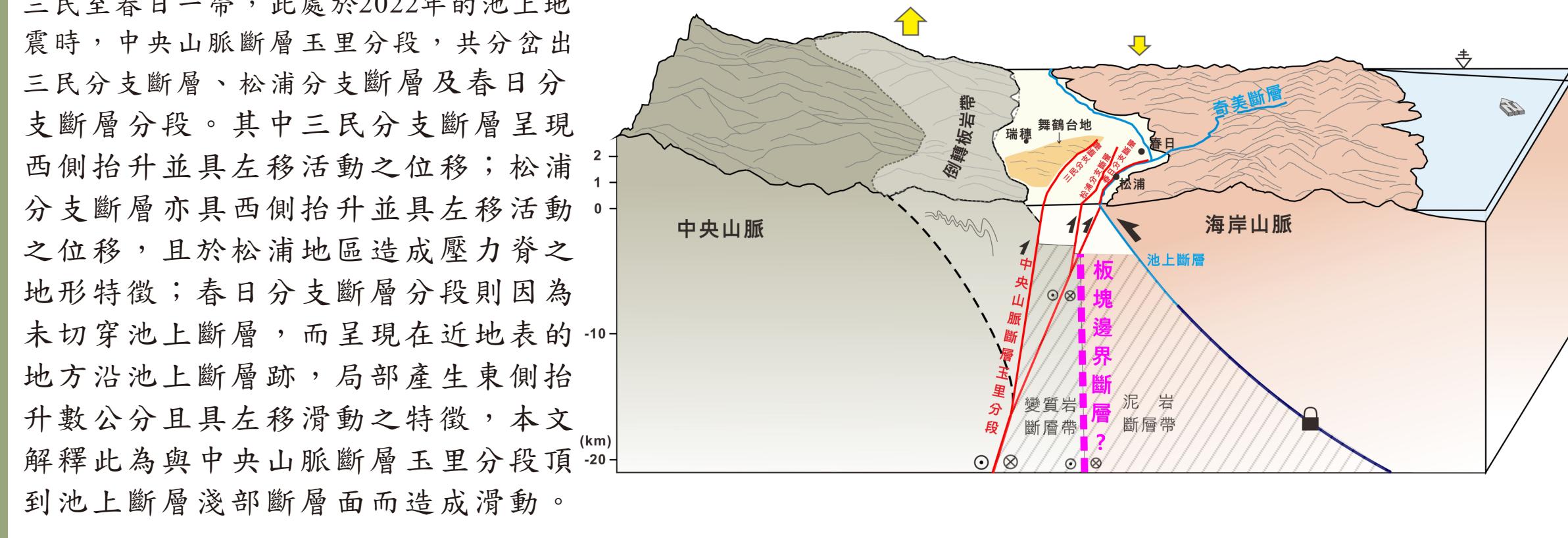
古地震調查

本研究亦藉由古地震槽溝開挖的調查工作，獲得了中央山脈斷層玉里分段在松浦地區於600年來的共紀錄了五次的地震事件(含2022年及1951年事件)，斷層活動的周期約為 140 ± 70 年，並推估其600年來所造成的小平均長期滑移速率約為6.7-11.5 mm/yr。此外，由古地震研究中所獲得的此斷層具有「滑移可預測」(slip-predictable)行為的前提下，提出1951年玉里地震事件可能為花東縱谷中段區域同時受到中央山脈斷層與縱谷斷層交互作用的證據，並提出此區域的地體構造模式。

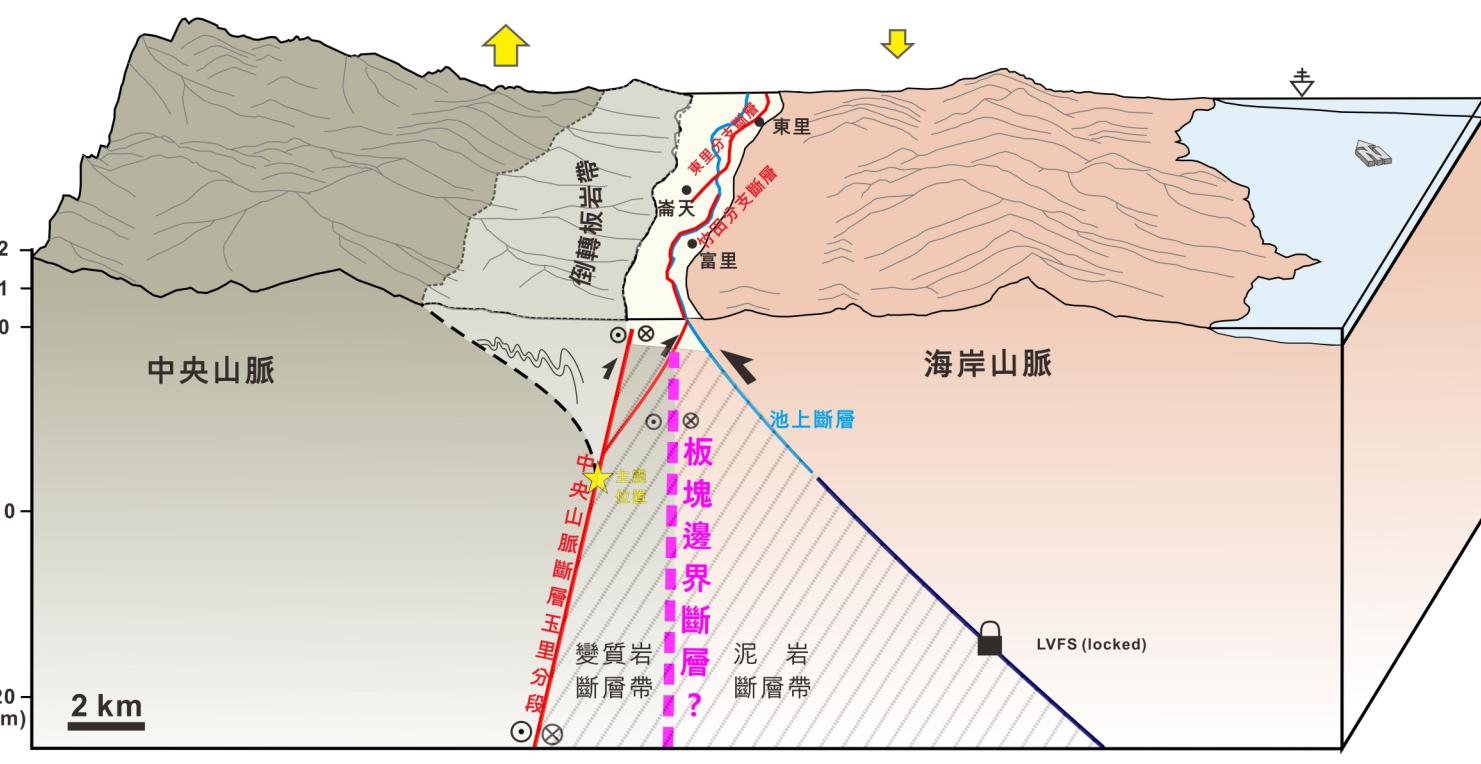


地體構造模式

花東縱谷中段區域地表下1-2公里存在著一個板塊邊界斷層，此板塊邊界斷層與縱谷斷層(池上斷層段)間則為泥岩質的斷層帶(利吉層?)，板塊邊界斷層與中央山脈斷層(玉里斷層段)間則為變質岩質的斷層帶。



池上至富里一帶，此處於2022年的池上地震時，中央山脈斷層玉里分段於此處分岔出東里分支斷層及竹田分支斷層分段。其中東里分支斷層在池上西側尚未初露至地表，直至崙天地區破裂延伸出地表，並呈現西側抬升並具左移活動之位移；竹田分支斷層在此區域局部因為未切穿池上斷層，而呈現在近地表的地方沿池上斷層跡，造成東側抬升數十公分且具左移滑動之特徵，本文解釋此為與中央山脈斷層玉里分段頂到池上斷層淺部斷層面而造成滑動，局部地區則切過池上斷層斷層跡產生左移滑動之特徵。



關山至瑞源二層坪一帶，此處於2022年的關山地震時，僅中央山脈斷層玉里分段中的二層坪分支斷層造成地表破裂。此分支斷層因為未切穿池上斷層，而呈現在近地表的地方沿池上斷層跡，局部產生東側抬升數公分且具左移滑動之特徵，本文解釋此為與中央山脈斷層玉里分段頂到池上斷層淺部斷層互生或遇。

1

本文利用於2022年關山地震與池上地震後所進行的現地調查資料、古地震槽溝開挖工作及UAV空拍光達資料，同時與前人研究資料進行對比與探討，以獲得之結論如下：

- 指充達資料，同時與前人研究資料進行對比與探討，以獲得之結論如下：

 - 根據關山地震後立即展開的現地調查成果顯示，關山地震造成了二層坪地區至寶華大橋間的地表破裂；而池上地震則自電光向北延伸到春日地區，共造成了電光至竹田、崙天至東里、船仔山至春日、長良至松浦、大禹至三民等五段的地表破裂跡。
 - 本文依本研究之調查及前人研究之資料，認為2022年關山地震與池上地震應為中央山脈斷層玉里分段活動所引發，並歸納出玉里斷層為中央山脈斷層系統其中的一個分段斷層(本文稱中央山脈斷層玉里分段)，並依據關山地震與池上地震所造成的破裂跡分布定義出松浦分支斷層、春日分支斷層、三民分支斷層、竹田分支斷層、東里分支斷層、二層坪分支斷層等五小段分支斷層。
 - 根據所調查的地表破裂現象，可將地表破裂劃分為以擠壓作用為主，垂直與水平位移量小，僅少數區域具較明顯的位移量，水平位移方向以左移為主，垂直位移以東高西低為主的破裂型態I，此類型分布於二層坪分支斷層、竹田分支斷層及春日分支斷層。另外，具明顯左移分量為主的水平位移方向，垂直位移以西高東低為主，常見雁型排列張裂縫並伴隨拱起現象的破裂型態II，則分布於東里分支斷層、松浦分支斷層及三民分支斷層。
 - 本文亦藉由古地震槽溝開挖的調查工作，獲得了中央山脈斷層玉里分段在松浦地區於600年來的共紀錄了五次的地震事件(含2022年及1951年事件)，斷層活動的周期約為 140 ± 70 年；並推估其600年來所造成的小平均長期滑移速率約為 $6.7\text{--}11.5\text{ mm/yr}$ 。
 - 本文利用古地震研究中所獲得的此斷層具有「滑移可預測」(slip-predictable)行為模式，推論提出1951年玉里地震事件可能為花東縱谷中段區域同時受到中央山脈斷層與縱谷斷層交互作用的證據，並提出此區域的地體構造模式。
 - 最後，參考1951年玉里地震與2022年池上地震所造成的地表破裂位置，與2022年池上地震所造成地表破裂影響範圍，本研究認為可以依據2022年池上地震所造成的地表破裂作為玉里斷層的斷層位置，並參考此次地表破裂的現象，對於此所造成區割設的範圍的評估，至少應具75公尺的緩衝地帶。