



活動斷層地質敏感區劃定計畫書

F0020 嶺頂斷層

劃定機關：經濟部

中華民國 108 年 12 月

活動斷層地質敏感區劃定計畫書

F0020 嶺頂斷層

目 次

壹、劃定依據.....	1
一、法規依據.....	1
二、條件依據.....	2
貳、劃定目的.....	3
參、範圍說明.....	5
一、劃定原則.....	5
二、位置圖.....	8
三、範圍圖.....	9
肆、地質環境.....	11
一、地形.....	11
二、地層.....	13
三、斷層性質.....	16
伍、參考資料.....	20
附件一：嶺頂斷層活動斷層地質敏感區位置圖	
附件二：嶺頂斷層活動斷層地質敏感區範圍圖 4 幅	

圖 目

圖 3-1、活動斷層地質敏感區劃定流程圖。.....	6
圖 3-2、活動斷層地質敏感區位置圖-嶺頂斷層（詳附件一，原圖比例尺為十萬分之一）。.....	10
圖 4-1、嶺頂斷層活動斷層地質敏感區沿線之地形圖。.....	12
圖 4-2、嶺頂斷層沿線出露地層年代及層位圖。.....	14
圖 4-3、嶺頂斷層條帶地質圖（坐標系統：TWD67），原圖比例尺二萬五千分之一，修改自林啟文等（2009）。.....	15
圖 4-4、由花蓮溪口上空俯視位於海岸山脈西緣與花東縱谷交界處的嶺頂斷層沿線地區，照片向南拍攝（劉彥求攝）。.....	17
圖 4-5、東部地區 2013~2018 年相對於澎湖白沙站（S01R）之 GPS 水平方向速度場（景國恩等，2018）。.....	17
圖 4-6、嶺頂斷層地球物理探勘結果。.....	18
圖 4-7、嶺頂斷層地質鑽探剖面圖。.....	19
圖 4-8、2018 年 2 月 6 日花蓮地震嶺頂斷層沿線出現的地表破裂（劉彥求攝）。.....	19

表 目

表 3-1、本地質敏感區套繪之二萬五千分之一地形圖一覽表。.....	9
------------------------------------	---

壹、劃定依據

一、法規依據

地質法

第五條 中央主管機關應將具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地區，公告為地質敏感區。

地質敏感區之劃定、變更及廢止辦法，由中央主管機關定之。

中央主管機關應設地質敏感區審議會，審查地質敏感區之劃定、變更及廢止。

前項審議會之組成，專家學者不得少於審議會總人數二分之一；審議會之組織及運作辦法，由中央主管機關定之。

地質敏感區劃定變更及廢止辦法

第二條 具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地質敏感區，包括以下各類：

- 一、地質遺跡地質敏感區。
- 二、地下水補注地質敏感區。
- 三、活動斷層地質敏感區。
- 四、山崩與地滑地質敏感區。
- 五、其他經中央主管機關認定之地質敏感區。

第五條 活動斷層指過去十萬年內有活動證據之斷層。

活動斷層及其兩側易受活動斷層錯動或地表破裂影響範圍，並經中央主管機關劃定者為活動斷層地質敏感區。

二、條件依據

嶺頂斷層為東部地區活動斷層，屬左移斷層兼具逆移性質，自嶺頂岬向南沿海岸山脈西緣延伸至光復鄉東富村，約呈北北東走向，長度約 36 公里。2018 年 2 月 6 日花蓮地震時月眉以北地區嶺頂斷層發生地表破裂，另外由地質鑽探井岩心中的沉積層與剪裂紋理的截切關係與定年資料，顯示嶺頂斷層在距今 3 萬年內有活動紀錄，因此嶺頂斷層於 10 萬年內發生重複活動。

本活動斷層地質敏感區係依據「地質法」第 5 條第 1 項及「地質敏感區劃定變更及廢止辦法」第 2 條第 1 項第 3 款中第三類「活動斷層地質敏感區」辦理。另因為嶺頂斷層在 10 萬年內重複活動，符合前揭辦法第 5 條規定條件，故辦理活動斷層地質敏感區之劃定工作。並依據前揭辦法第 5 條第 2 項進行劃定程序。

本地質敏感區應載明之內容，係依據前揭辦法第 8 條之規定辦理，並依該辦法第 7 條研提計畫書，送地質敏感區審議會審查。

貳、劃定目的

臺灣位處環太平洋地震帶，地震頻仍，西元1900年至2019年臺灣地區共發生近百次災害性地震，總計造成近8,000人死亡，而陸地上斷層的再活動是災害性地震的主因，因此必須積極面對活動斷層議題。

世界上面臨活動斷層威脅的國家，對於斷層沿線不得興建學校、醫院、機場、車站、發電廠、水庫等重要設施的共識度很高，但是對於一般的土地開發與建築物興建是否應該受到限制，則是依據每個國家的客觀條件及法令限制而有所不同。現行國內有關活動斷層帶附近的土地利用管制係分散在不同的法規中，土地開發行為的審查也分別由各項不同的審查機制把關，不同的法規間對於活動斷層議題缺乏整體相同的判斷標準與作業流程，難免會衍生審查標準不一致的疑慮；同時，現行法令大多未公告活動斷層相關圖件，審查時只能參考現有的調查成果或出版文獻為準，但由於上述資料會隨著調查資料的累積而不時變更，卻未經由嚴謹的法制作業程序公告周知，容易衍生適法性的質疑與審查過程的爭議。

考量臺灣地狹人稠的土地利用情況，全面禁止開發具有活動斷層災害風險的土地可行性不高，但是對於風險較高區域的土地開發行為採取適當管理，是可以大幅降低斷層活動帶來的災害，有效控制地震災害的衝擊。因此藉由地質法制定統一的標準進行活動斷層地質敏感區的劃定與公告，以及辦理基地地質調查與地質安全評估，整體考量活動斷層對於土地開發行為的影響，可以大幅減低現行法令的缺失與疑義，也可以提升國土開發的安全性。

活動斷層地質敏感區劃定的目標區域，包含活動斷層地表位置本身在學理上可接受的變動範圍，再外加斷層錯動可能產生地表破裂或變形等嚴重影響的區域，亦即公告的活動斷層地質敏感區內必定有活動斷層存在，而且未來發生災害的潛勢較高，土地開發行為需要承擔的風險也較高。因此，土地開發行為的基地位於活動斷層地質敏感區者，依地質法第8條「土地開發行為基地有全部或一部位於地質敏感區內者，應於申請土地開發前，進行基地地質調查及地質安全評估。但緊急救災者不在此限」，故除緊急救災目的以外，位

於活動斷層地質敏感區內之土地開發行為應依「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」第 4 章之第 12 條至第 15 條「活動斷層地質敏感區之調查及評估」規定，進行基地地質調查及地質安全評估，並且依地質法第 11 條「依第八條第一項規定應進行基地地質調查及地質安全評估者，應於相關法令規定須送審之書圖文件中，納入調查及評估結果」。因此，位於活動斷層地質敏感區內的土地並非禁止使用，但是需要藉由基地地質調查與地質安全評估來確定土地開發行為的適當性，遠離斷層活動相關災害風險較高區域或因應風險大小調整土地利用強度與密度，因地制宜規劃開發事宜並採取適當的因應措施，以提升土地利用的合理性與安全性，避免未來斷層活動時造成重大災害與損失。

已經公告的活動斷層地質敏感區資訊，可由經濟部中央地質調查所全球資訊網（<https://www.moeacgs.gov.tw>）/地質法專區參閱與下載，包括地質敏感區劃定計畫書、位置圖以及範圍圖等公告文件。

參、範圍說明

一、劃定原則

活動斷層地質敏感區的劃定方式主要參考自美國加州地質調查局 1972 年通過的地震斷層區劃分法案—Alquist-Priolo Earthquake Fault Zoning Act，該法將下次斷層活動時，較易發生錯動區域劃定為地震斷層區（Earthquake Fault Zones），並採取適當管理，以減少因為地表斷層錯動而造成的傷亡（California Department of Conservation，2015）。其劃定原理以劃定當時的基礎資料為依據，在斷層跡位置明確或小規模斷層的兩側，劃定約 60~90 公尺（約 200~300 英呎）的地震斷層區；在斷層跡位置較不明確的斷層兩側各劃定約 150 公尺（約 500 英呎）的地震斷層區，實際上地震斷層區的寬度沒有一定的規定，平均約 400 公尺寬（四分之一英哩），再透過轉折點標示地震斷層區的範圍，並公告相關圖件。

我國土地使用的密度以及斷層特性與美國加州有所不同，依斷層兩側變形狀況可分為二類，若兩側變形狀況對稱，則斷層兩側繪製等寬之影響範圍，即兩側各約 150 公尺寬的區域；若兩側變形狀況不對稱，則斷層兩側繪製不等寬之影響範圍。依據車籠埔斷層於 921 地震時產生的地表變形帶的特性及古地震研究，發現逆斷層錯動時在主要變形側（上盤）影響範圍較大，而在非主要變形側（下盤）影響範圍則較小，因此劃設原則為主要變形側約 200 公尺，非主要變形側約 100 公尺（經濟部，2014），依該原則決定活動斷層地質敏感區之範圍。本地質敏感區劃定之流程詳如圖 3-1。

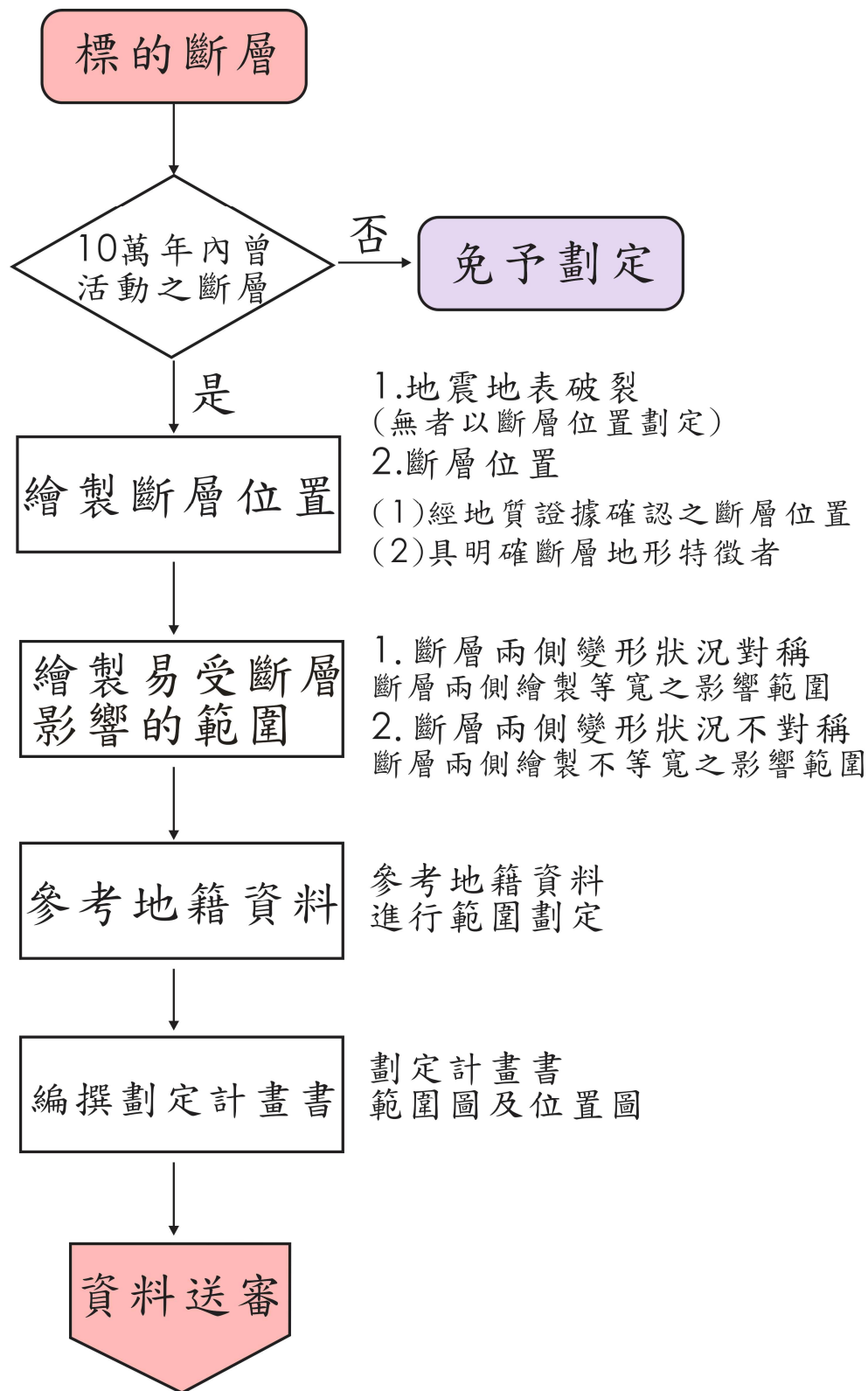


圖 3-1、活動斷層地質敏感區劃定流程圖。

（一）標的斷層之選定：

嶺頂斷層位於臺灣東部花蓮地區，屬於縱谷斷層系統的最北段（陳文山等，2008），2018 年 2 月 6 日花蓮地震時在月眉以北地區嶺頂斷層發生地表破裂，確實為近期錯動且未來可能再活動的斷層，此外其沿線並有多處連絡鄉鎮間之重要橋梁，因此將嶺頂斷層列為標的斷層。

（二）判斷是否符合十萬年內曾經活動之斷層：

除了 2018 年 2 月 6 日花蓮地震產生地表破裂之外，另外由地質鑽探井岩心中沉積層與剪裂紋理的截切關係與定年資料，也指示嶺頂斷層距今約 3 萬年內有活動紀錄，符合法規之劃定條件，故研提嶺頂斷層活動斷層地質敏感區劃定計畫書。

（三）繪製斷層位置：

嶺頂斷層位置除了參考前人相關研究成果（游明聖，1997；陳文山等，2006、2008；鍾令和等，2004；石再添等，1983；張徽正等，1998；林啟文等，2000、2009、2012），並由本部中央地質調查所進行野外調查結果，以及地質鑽探、地球物理調查、地形判釋等委託研究成果（石瑞銓與陳平護，2001；石瑞銓等，2004；沈淑敏等，2006；張國禎等，2014；交通部臺灣區國道新建工程局，2001；富國技術工程股份有限公司，2016；顏一勤，2017；經濟部中央地質調查所，2018；許晉璋等，2018），將具有可判別斷層跡位置及具明確斷層地形特徵之地質證據參考點標示，再透過明確之構造地形證據或相同地形特徵之變化，以及其它合於學理之推論，將參考點相連接為斷層線段。其中構造地形特徵由航測、遙測影像、地形圖、數值地形資料等方式判讀而來，並經現地地質調查查核前述判釋結果一致且連續者。

嶺頂斷層活動斷層地質敏感區位於花蓮縣吉安鄉、壽豐鄉、鳳林鎮及光復鄉，全長約 36 公里。

（四）繪製易受斷層影響範圍：

嶺頂斷層為左移斷層兼具逆移性質，依據地質調查資料，該斷

層之上盤（東側）為抬升側或主要變形側，西側下盤為非主要變形側，兩側變形狀況不對稱。本案依據已知的斷層位置，在斷層的上、下盤圈繪易受斷層影響的範圍。繪製方式為利用地理資訊系統，將前述已知的斷層位置採用環域(BUFFER)方式劃設，範圍為斷層主要變形側 200 公尺及非主要變形側 100 公尺之區域。

本計畫書劃定之地質敏感區以外地區，不代表其安全無虞，僅是其未符合地質敏感區之劃定原則，而鄰近活動斷層地質敏感區的地區，未來亦具有受到斷層活動影響之可能。這些地區若有土地之開發行為，仍應依相關法令規定辦理地質調查。

（五）參考地籍資料進行編修：

考量國土管理與實務操作之需求，本項流程為將前述易受斷層影響範圍與內政部國土測繪中心提供之地籍資料進行套疊，並參考該資料編修活動斷層地質敏感區邊界。其編修方式為在易受斷層影響範圍與地籍資料之數值檔套疊後，以主要變形側 200 公尺及非主要變形側 100 公尺為活動斷層地質敏感區範圍之參考線，基於地質證據並考量地籍資料的完整性與圈繪範圍的合理性後，進行活動斷層地質敏感區範圍之編修。

（六）編撰劃定計畫書：

本地質敏感區除劃定計畫書本文之外，尚包括嶺頂斷層活動斷層地質敏感區範圍圖、嶺頂斷層活動斷層地質敏感區位置圖等附件資料。

二、位置圖

嶺頂斷層活動斷層地質敏感區位於臺灣東部，北起花蓮溪出海口嶺頂附近，以南南西走向沿海岸山脈西緣延伸至光復鄉富田村。地質敏感區之位置分布於花蓮縣吉安鄉、壽豐鄉、鳳林鎮及光復鄉等 1 個縣市，4 處行政區(圖 3-2，附件一：嶺頂斷層活動斷層地質敏感區位置圖)。

三、範圍圖

嶺頂斷層活動斷層地質敏感區位於花蓮縣，由花蓮溪出海口嶺頂附近至光復鄉富田村，其範圍長度約 36 公里，總面積約 11 平方公里。本地質敏感區採比例尺二萬五千分之一經建版地形圖為底圖，繪製地質敏感區範圍圖共 4 幅（圖 3-2，表 3-1），範圍圖標示內容包括地質敏感區之邊界與地形圖基本資訊，請參照附件二：嶺頂斷層活動斷層地質敏感區範圍圖。

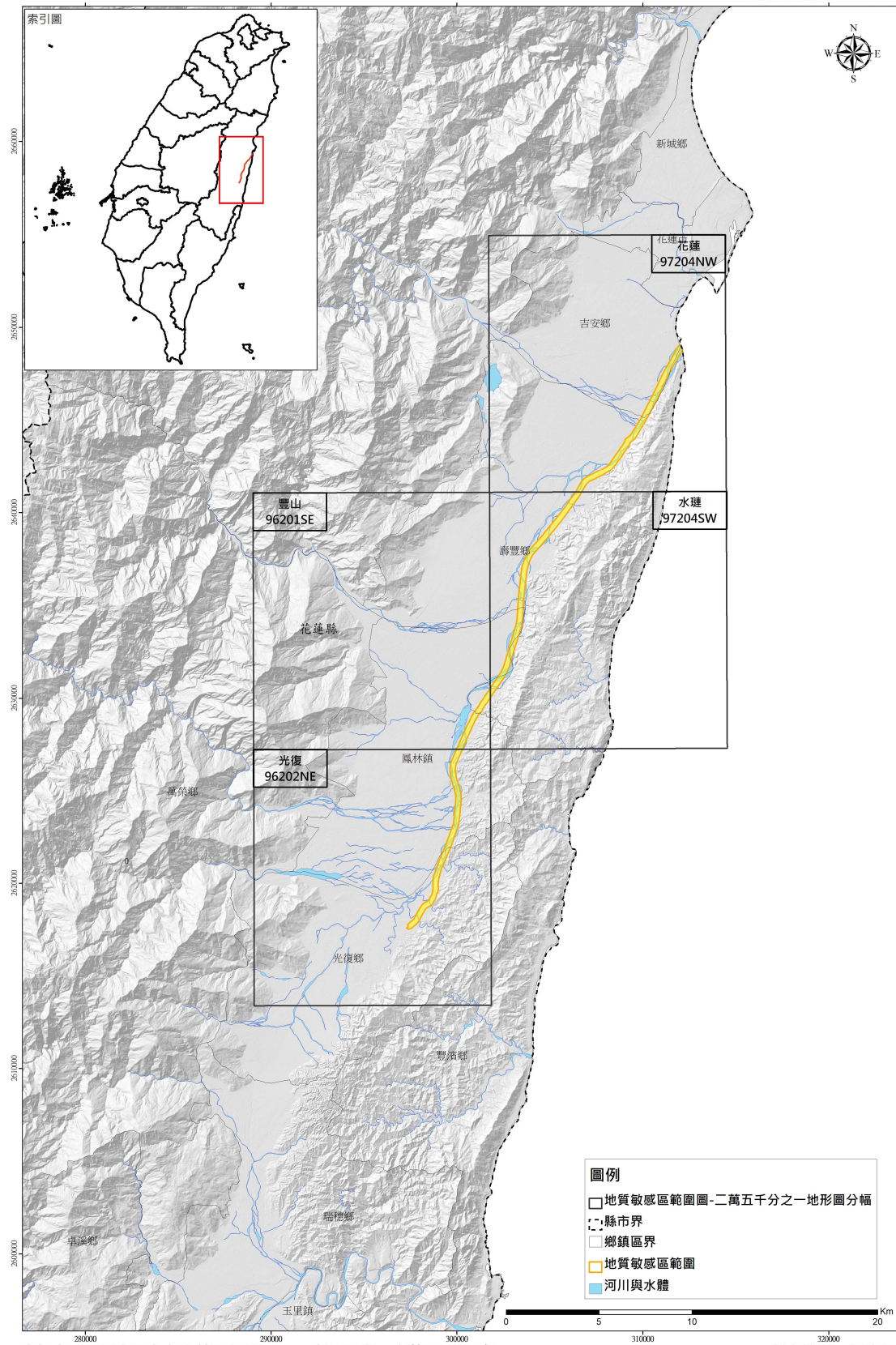
本地質敏感區之地形底圖為灰階化的原始之地形圖，地質敏感區採半透明淺黃底色、橘色為邊界之圖徵繪於地形底圖之上。地質敏感區範圍圖之圖版左下方標示本範圍圖之圖例、製圖年份等基本資訊，圖版右上方標示地形圖之圖號與圖名，左下角標示原始地形圖版本資訊，圖版右下角則標示範圍圖之位置索引圖，左幅索引圖為地質敏感區所在縣、市行政區之相對位置圖；中幅為本範圍圖分幅內之行政區界線；右幅則為本範圍圖分幅與鄰幅之相對位置關係。

表 3-1、本地質敏感區套繪之二萬五千分之一地形圖一覽表。

圖號	圖名
97204NW	花蓮
97204SW	水璉
97201SE	豐山
96202NE	光復

活動斷層地質敏感區位置圖

嶺頂斷層
地質敏感區編號：F0020



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 3-2、活動斷層地質敏感區位置圖-嶺頂斷層（詳附件一，原圖比例尺為十萬分之一）。

肆、地質環境

臺灣島受到菲律賓海板塊及歐亞板塊碰撞的影響，是相當活躍的造山帶，使本島具有許多活動斷層存在。本部中央地質調查所經調查後，列出臺灣本島 33 條活動斷層，位於東部的嶺頂斷層屬於其中之一。以下分述其地形、地層、斷層性質。

一、地形

嶺頂斷層位於海岸山脈西麓與花東縱谷交界處，花東縱谷為中央山脈與海岸山脈間寬度約 4 至 6 公里的低平谷地，海拔高度自花蓮大橋附近的十數公尺，向南緩升至光復南側約 150 公尺。本斷層沿線區域內主要河流為花蓮溪，主流位於海岸山脈西緣，沿縱谷向北流至嶺頂出海。花蓮溪支流由北而南包括木瓜溪、知亞干溪（壽豐溪）、萬里橋溪、馬太鞍溪，均自中央山脈向東流入花東縱谷，匯入花蓮溪前並堆積成寬廣沖積扇。本區域海岸山脈北段地形多為海拔 650 公尺以下的山地，最高山岳為月眉山（614 公尺），其餘主要山峰如六階鼻山（588 公尺）、水林尾山（549 公尺）、北月眉山（429 公尺）、賀田山（441 公尺）等海拔低於 600 公尺。地形受岩性與構造影響，較為堅硬的火山岩與礫岩呈現東北走向的山脈，岩性相對軟弱的泥岩與砂頁岩互層則呈現低矮丘陵與河谷地形（圖 4-1）。

花蓮溪沿線東岸有河階分布，早期花蓮溪的河蝕階地崖線清楚地分布於海岸山脈的西緣。此外，嶺頂斷層東側具月眉線形、大坪線形、米棧線形及山興線形等明顯的線狀崖，以往分別稱為月眉斷層（石再添等，1983）、大平地斷層（石再添等，1983）、米棧斷層（石再添等，1983）及山興斷層（York, 1976）。這一系列的線形約呈北北東走向，地形特徵包含有閉塞丘、斷頭河、三角切面、斷側丘、斷側窪地、斷錯河及直線狀凹谷等（沈淑敏等，2006），指出約 50-100 公尺不等的左移量。

地形判釋方面，本區域利用 LiDAR 影像（張國楨等，2014）以及藉由航照判釋（沈淑敏等，2006）獲得地形線形與構造地形資料。經參考地形判釋位置，再配合野外調查岩層記錄或斷層露頭進行修正，有助於確認斷層位置。

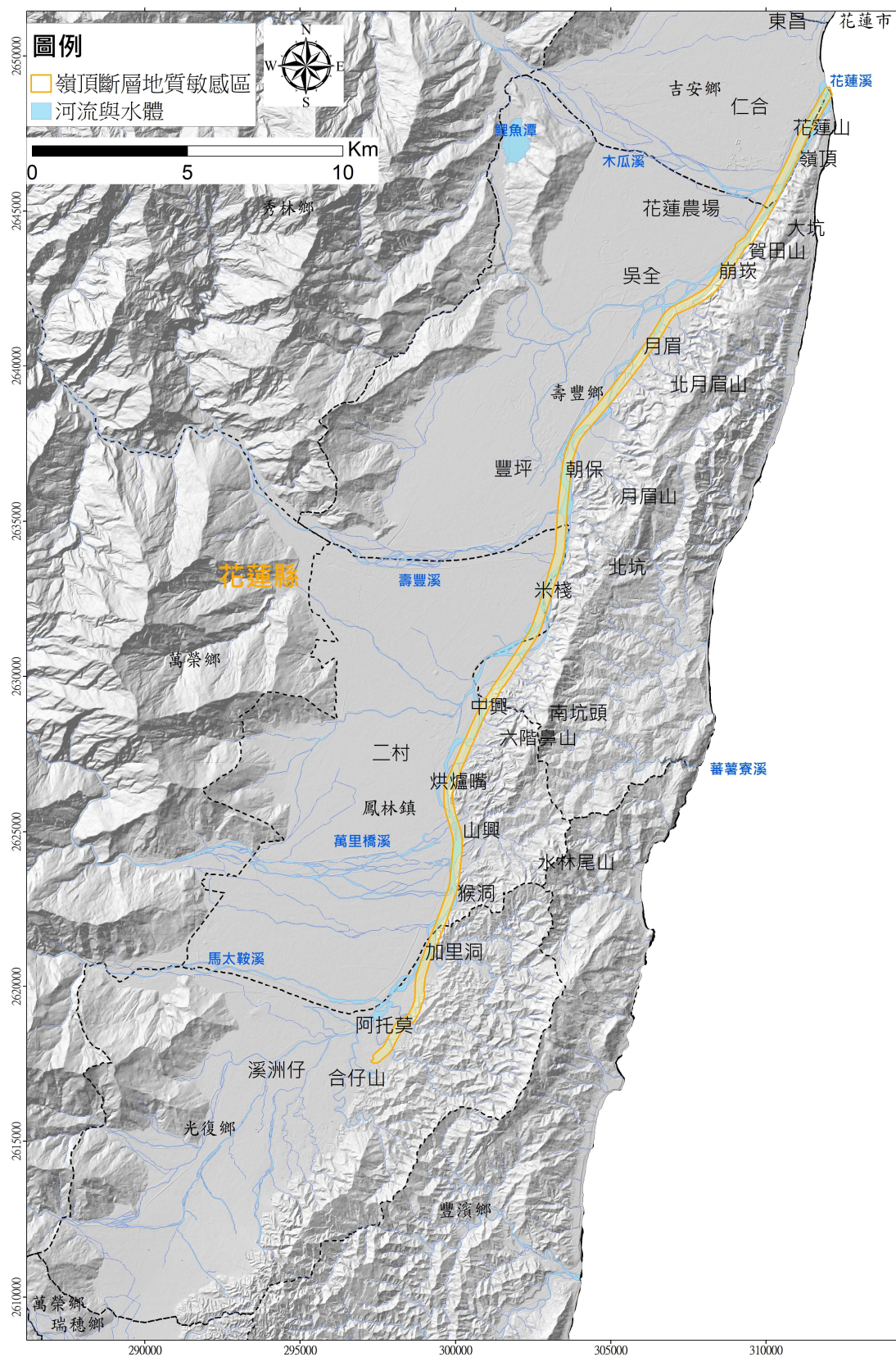


圖 4-1、嶺頂斷層活動斷層地質敏感區沿線之地形圖。

二、地層

本區出露的地層包含都鑾山層、蕃薯寮層、八里灣層及沖積層。嶺頂斷層上盤出露都鑾山層、八里灣層及蕃薯寮層，下盤為沖積層（圖 4-2、4-3），各地層年代及層位如圖 4-2 所示，嶺頂斷層條帶地質圖如圖 4-3，各地層分述如下。

都鑾山層(徐鐵良，1956)以安山岩質集塊岩與凝灰岩為主(Yen, 1968)，另有火山角礫岩、凝灰質砂岩、熔岩流、侵入岩和再積火山碎屑岩等(Chen and Wang, 1988a)。都鑾山層中有火山島嶼的堆積物，包含淺海相的碎屑岩和礁灰岩(Chang, 1967; Chang, 1968; 魏國彥，1978; 陳志雄，1988)，以及深海相的濁流岩，層序由下而上為熔岩流、角礫岩、凝灰岩及石灰岩，反映海底火山噴發、成長與堆積的過程(Hsu, 1956; Song and Lo, 1988)。

蕃薯寮層(Chang, 1968)以泥岩與砂頁岩互層為主，偶夾數公尺的厚層砂岩與崩積層、具鮑馬層序(Bouma sequence)的濁流岩。砂岩以來自西側造山帶的石英碎屑物為主，部分砂岩為來自東側火山島弧的火山與生物碎屑所組成(Teng, 1979; Chen and Wang, 1988b; 陳文山與王源，1996)。

八里灣層(Chang, 1968)由厚層礫岩與砂岩、砂頁岩互層與泥岩組成，分為水璉礫岩段與泰源段(陳文山與王源，1996)。水璉礫岩以厚層礫岩與砂岩為主，偶夾砂頁岩互層與泥岩，礫岩具基質與顆粒支持結構、平行層理與交錯層理。泰源段為砂頁岩互層，由北往南砂岩比率漸減，沉積環境向南變深，屬深海沖積扇沉積(Chen and Wang, 1988b)。八里灣層砂岩屬岩屑質雜砂岩，成分包含板岩岩屑、變質砂岩岩屑、石英及蛇綠岩岩屑(Teng, 1979; Chen and Wang, 1988b)，顯示來源區包含西側古中央山脈板岩層，以及東側火山島弧與混同層(Chen and Wang, 1988b)。

沖積層由未膠結礫石、砂及泥所組成，分布於花東縱谷內。

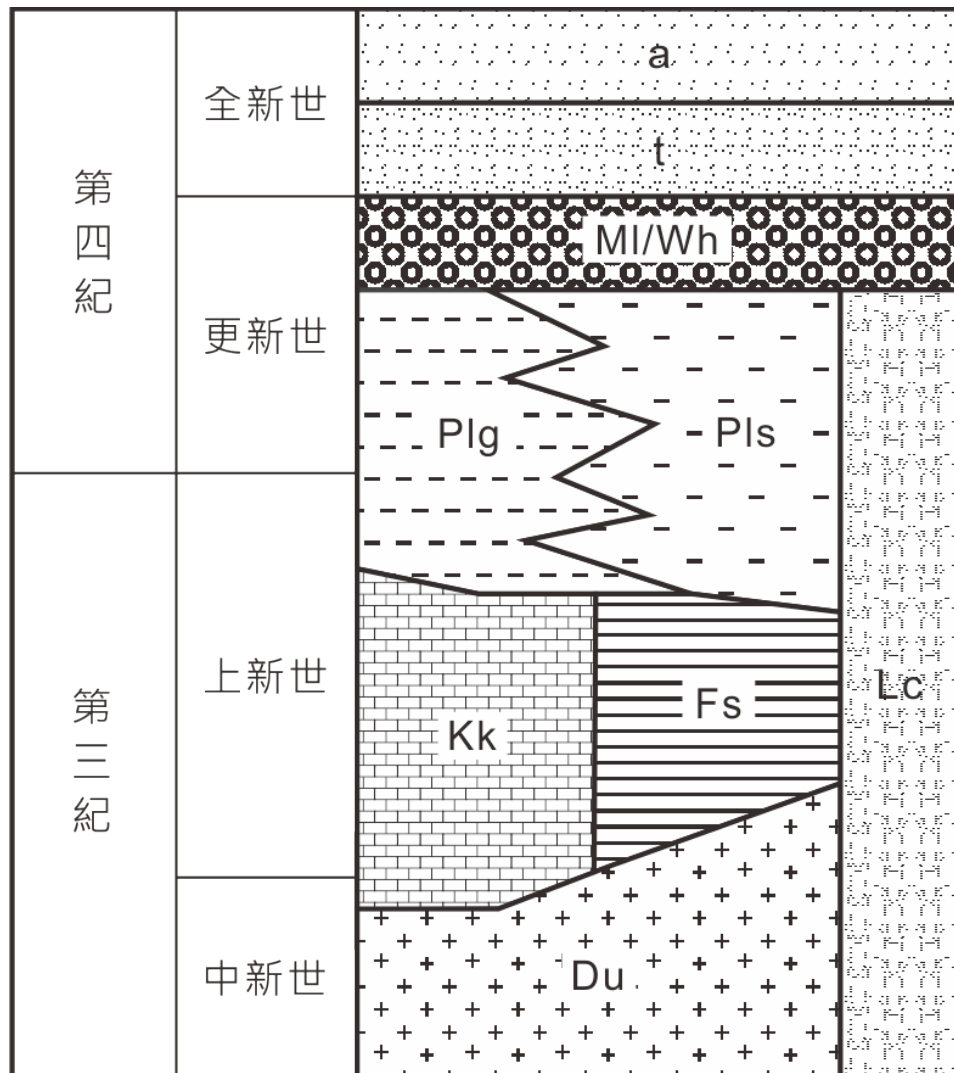


圖 4-2、嶺頂斷層沿線出露地層年代及層位圖。

本圖修改自陳文山與王源(1996)、陳文山(2016)。a：沖積層、t：階地堆積層、MI：米崙礫岩、Wh：舞鶴礫岩、Pl：八里灣層，分為水璉礫岩段(Plg)及泰源段(Pls)、Kk：港口石灰岩、Fs：蕃薯寮層、Du：都鑾山層、Lc：利吉層。

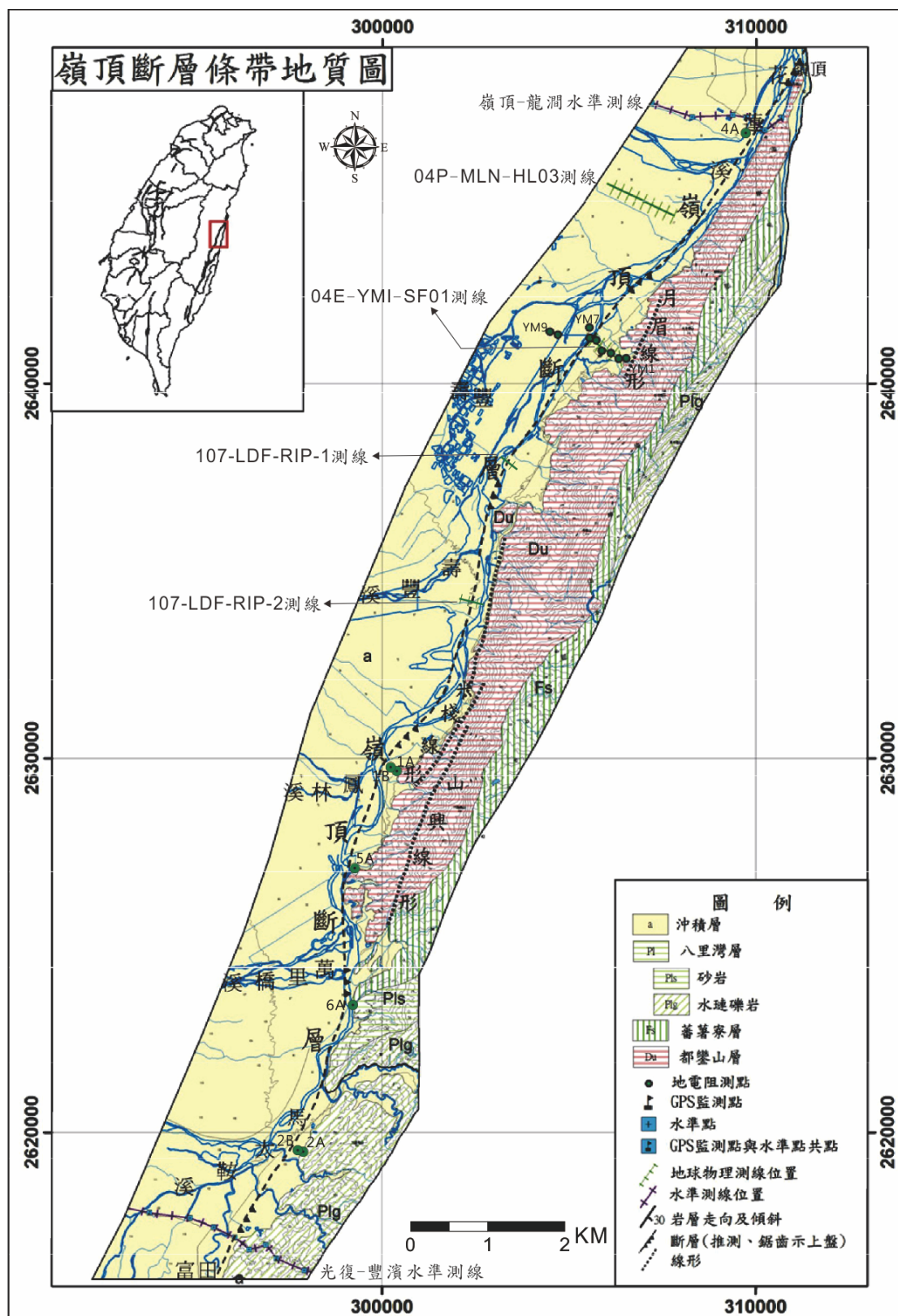


圖 4-3、嶺頂斷層條帶地質圖（坐標系統：TWD67），原圖比例尺二萬五千分之一，修改自林啟文等（2009）。

三、斷層性質

菲律賓海板塊每年約以 8 公分的速率朝西北與歐亞板塊聚合，而東部地區消耗了 40% 之聚合能量(Hsu and Bürgmann, 2006；Yu and Kuo, 2001)，顯示此區域新期構造活動顯著。嶺頂斷層位於海岸山脈西緣與花東縱谷交界處(圖 4-4)，屬於縱谷斷層系統的最北段(陳文山等, 2008)，上盤為都鑾山層火成岩及蕃薯寮層、八里灣層等沉積岩構成，下盤則為沖積層。根據陳佳元(1974)利用 1909 至 1972 年縱谷及海岸山脈北段三角點坐標、陳惠芬(1984)利用 1914 與 1979 年三角點資料、李瓊武與余水倍(1987)利用 1917 及 1978 年的三角點水平位移資料之分析，以及海岸山脈六十年間的位移圖(Biq, 1984)，均顯示在嶺頂斷層鄰近區域，海岸山脈相對於中央山脈為向北偏東方的左移運動。本部中央地質調查所 GPS 移動站及 GPS 連續追蹤站觀測資料顯示，本區域水平速度場跨過縱谷斷層後，位移量減小且方向改變(圖 4-5)。此外，2018 年 2 月 6 日花蓮地震的干涉合成孔徑雷達(InSAR)與全球定位系統(GPS)觀測資料觀察到嶺頂斷層西側有向南位移現象(Yen *et al.*, 2018)，指示嶺頂斷層具左移分量的活動性質。

由海岸山脈海階的年代、高度與古環境深度，與縱谷平原鑽井岩心等資料，估算嶺頂斷層上、下盤的相對垂直抬升變動速率為 7.9 ± 4.5 mm/yr(張竝瑜等, 2016)。此外，藉由海階研究指示東部海岸北段的抬升速率約 2~5 mm/yr(Hsieh *et al.*, 2004；楊清淵, 2018)，以上結果均指示嶺頂斷層上盤長期屬於抬升狀態。

嶺頂斷層地球物理探勘方面，月眉地區地電阻及音頻大地電磁探測結果(石瑞銓等, 2004)，顯示電阻率層呈高傾角狀，存在一低電阻率帶的構造不連續指出斷層破碎帶，而由大地電磁探測結果之電阻率差異(圖 4-6)，顯示斷層位置位於花蓮溪東岸河床邊。此外，壽豐鄉朝保與米棧地區地電阻探測影像剖面(顏一勤, 2018)配合鄰近地區岩層分布等地質資料，可得知嶺頂斷層地表斷層跡位於花蓮溪河谷內。



圖 4-4、由花蓮溪口上空俯視位於海岸山脈西緣與花東縱谷交界處的嶺頂斷層沿線地區，照片向南拍攝（劉彥求攝）。

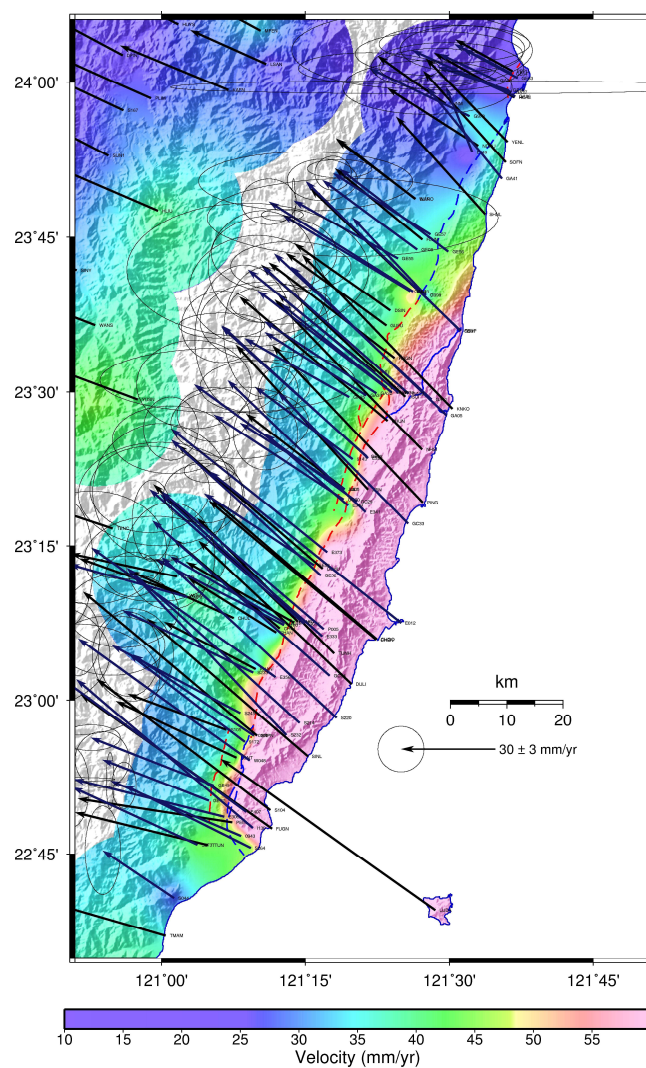


圖 4-5、東部地區 2013~2018 年相對於澎湖白沙站(S01R)之 GPS 水平方向速度場（景國恩等，2018）。

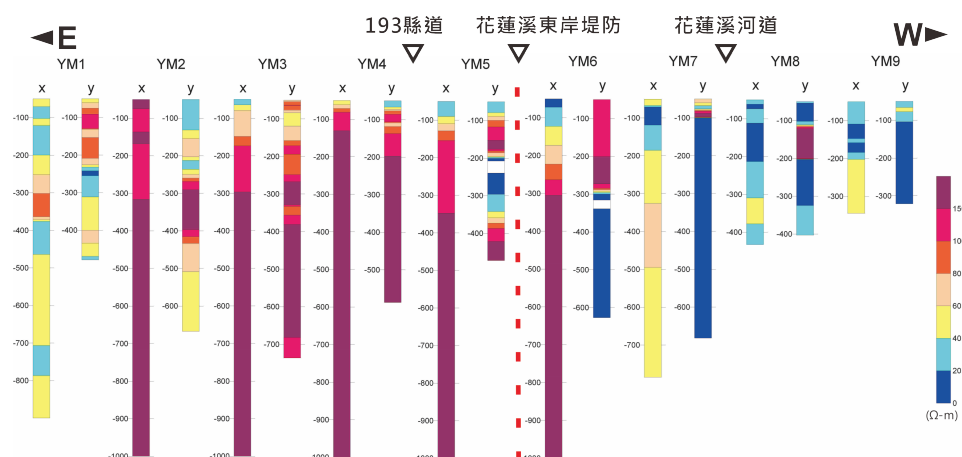


圖 4-6、嶺頂斷層地球物理探勘結果。本圖為月眉地區大地電磁探測結果（修改自石瑞銓等，2004），紅色虛線兩側電阻率差異指出斷層位於花蓮溪東岸。

嶺頂斷層沿線地質鑽探結果顯示，斷層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 及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，並可藉由岩心剪切帶及剖面岩性差異判定斷層位置（圖 4-7）。依據岩心中斷層截切沉積層與碳樣定年資料，顯示嶺頂斷層在距今約 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（經濟部中央地質調查所，2018），地表變形測量呈現斷層東側向北移動的左移運動（Wu *et al.*, 2019），地表產生一系列帶狀分布、呈左移拉張型式的破裂及變形，指示斷層跡位置（圖 4-8、許晉瑋等，2018）。綜合前述各項地形、鑽探、地球物理及大地測量結果，嶺頂斷層屬兼具逆移性質之左移斷層。

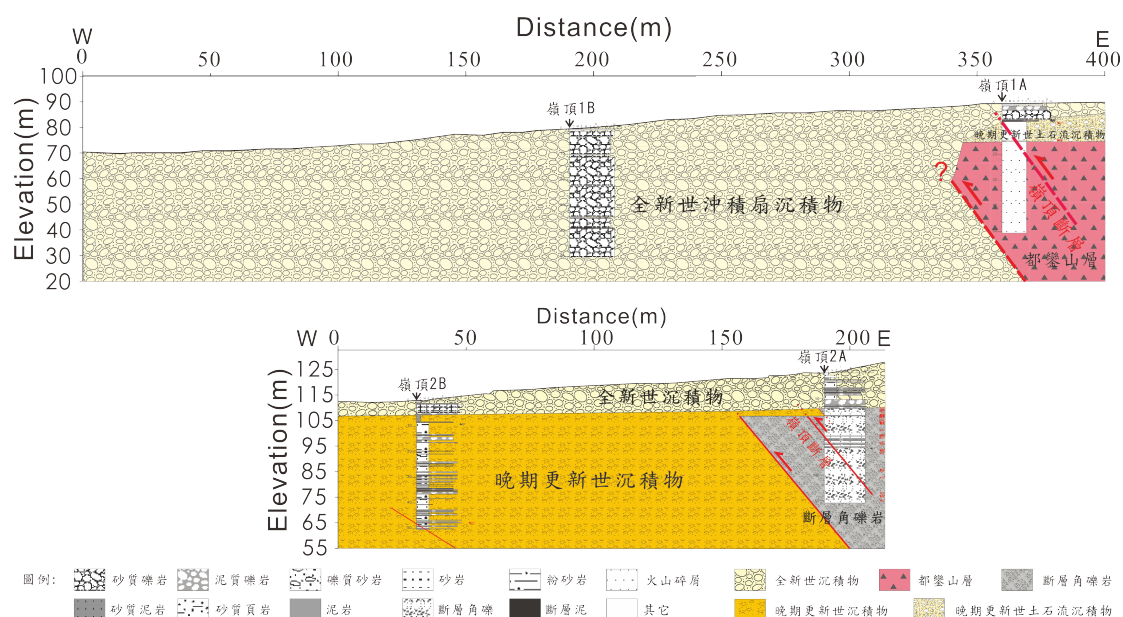


圖 4-7、嶺頂斷層地質鑽探剖面圖。修改自富國技術工程股份有限公司（2016）。上圖為位於鳳林鎮中興之嶺頂 P1 鑽探剖面，下圖為位於光復鄉東富之嶺頂 P2 鑽探剖面。



圖 4-8、2018 年 2 月 6 日花蓮地震嶺頂斷層沿線出現的地表破裂（劉彥求攝）。照片均為向北拍攝，左圖攝於花蓮大橋南側，右圖攝於木瓜溪與花蓮溪匯流處南側。

伍、參考資料

本地質敏感區之標的-嶺頂斷層調查資料已有專書及報告記載，詳請參考本部中央地質調查所活動斷層網頁資料、網路版活動斷層調查報告(鍾令和等，2004)、地震地質調查及活動斷層資料建置計畫：地球物理探勘計畫(石瑞銓等，2004)、臺灣東部與南部的活動斷層二萬五千分之一活動斷層條帶圖說明書(林啟文等，2009)、臺灣活動斷層分布圖 2012 年版說明書(林啟文等，2012)、近斷層高精度地形資料之判釋與分析總報告(張國禎等，2014)以及 20180206 花蓮地震地質調查報告(經濟部中央地質調查所，2018)等相關資料。

(一) 數值及網頁參考資料

California Department of Conservation (2015) The Alquist-Priolo Earthquake Fault Zoning Act.

<http://www.conservation.ca.gov/cgs/rghm/ap/Pages/index.aspx>

鍾令和、謝中敏、石同生(2004)月眉斷層。活動斷層調查報告，網路版。

http://fault.moeacgs.gov.tw/UploadFiles/files/OLD/ATSTR42/active_fault/37-3.htm

(二) 英文參考資料

Biq, C. C. (1984) Present-day manner of movements of the Coastal Range, eastern Taiwan, as reflected by triangulation changes. Mem. Geol. Soc. China, 6, 35-40.

Chang, L. S. (1967) A biostratigraphic study of the Tertiary in the Coastal Range, eastern Taiwan, based on smaller foraminifera. (I. Southern Part). Proc. Geol. Soc. China, 10, 64-76.

Chang, L. S. (1968) A biostratigraphic study of the Tertiary in the Coastal Range, eastern Taiwan, based on smaller foraminifera. (II. Northern Part). Proc. Geol. Soc. China, 11, 19-33.

Chen, W. S. and Wang, Y. (1988a) Volcaniclastic and biogenic sequence of the Tuluanshan Formation, Coastal Range, Taiwan: Symp. on the arc-continent collision and orogenic sedimentation in eastern Taiwan

- and ancient analogs. Jan. Taipei, Taiwan, field guidebook, 1-6.
- Chen, W. S. and Wang, Y. (1988b) The Plio-Pleistocene basin development in the Coastal Range of Taiwan. *Acta Geol. Taiwanica*, 26, 37-56.
- Hsieh, M. L., Liew, P. M. and Hsu, M. Y. (2004) Holocene tectonic uplift on the Hua-tung coast, eastern Taiwan. *Quaternary International*, 115–116, 47–70. doi:10.1016/S1040-6182(03)00096-X
- Hsu, L. and Bürgmann, R. (2006) Surface creep along the Longitudinal Valley fault, Taiwan from InSAR measurements. *Geophysical Research Letters*, 33, L06312.
- Hsu, T. L. (1956) Geology of the Coastal Range, eastern Taiwan : *Bull. Geol. Surv. Taiwan*, 8, 42-64.
- Song, S. R. and Lo, H. J. (1988) Volcanic geology of Fongpin-Takangkou area, Coastal Range of Taiwan. In: *Symposium on the Arc-Continent Collision and Orogenic Sedimentation in Eastern Taiwan and Ancient Analogs*.
- Teng, L. S. (1979) Petrographical study of the Neogene sandstones of the Coastal Range, eastern Taiwan (I. Northern part). *Acta Geologica Taiwanica*, 20, 129-155.
- 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
- Yen, J. Y., Lu, C. H., R. J. Dorsey, Kuo-Chen, H., Chang, C. P., Wang, C. C., Ray Y. Chuang, Kuo, Y. T., Chiu, C. Y., Chang, Y. H., F. Bovenga and Chang, W. Y. (2018) Insights into Seismogenic Deformation during the 2018 Hualien, Taiwan, Earthquake Sequence from InSAR, GPS, and Modeling. *Seismological Research Letters*, 90(1), 78-87.
- Yen, T. P. (1968) Volcanic geology of the Coastal Range, eastern Taiwan. *Proc. Geol. Soc. China*, 11, 74-88.

York, J.E. (1976) Quaternary faulting in eastern Taiwan. Bull. Geol. Surv. Taiwan, 25, 63-72.

Yu, S. B. and Kuo, L. C. (2001) Present-day crustal motion along the Longitudinal Valley fault, eastern Taiwan. Tectonophysics, 333, 199-217.

(三) 中文參考資料

石再添、張瑞津、黃朝恩、石慶得、楊貴三、孫林耀明 (1983) 臺灣北部與東部活斷層的地形學研究。臺灣師範大學地理研究所地理研究報告，第 9 期，20-72 頁。

石瑞銓與陳平護 (2001) 活動斷層地球物理探勘計畫：台灣東部地區活動斷層地球物理探勘 (4/5)。經濟部中央地質調查所，共 103 頁。

石瑞銓、陳平護、呂明達、陳文山 (2004) 地震地質調查及活動斷層資料建置計畫—淺層地球物理探勘 (3/5)。經濟部中央地質調查所研究報告，第 93-7 號，共 185 頁。

交通部台灣區國道新建工程局 (2001) 國道東部公路花蓮台東段工程規劃-大地工程調查地球物理探測調查報告，82 頁。

沈淑敏、張瑞津、楊貴三、林雪美、林宗儀、古念偉、蘇惠貞、葉懿嫻 (2006) 地震地質調查及活動斷層資料建置計畫—活動斷層構造地形判釋及資料建置分析 (2/2)。經濟部中央地質調查所研究報告，第 95-13 號，共 122 頁。

李瓊武與余水倍 (1987) 台灣東部地殼水平變動之研究。第六屆測量學術及運用研討會論文集，127-134 頁。

林啟文、張徽正、盧詩丁、石同生、黃文正 (2000) 臺灣活動斷層概論，臺灣活動斷層分布圖說明書 (五十萬分之一)，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二萬五千分之一活動斷層條帶圖說明書。經濟部中央地質調查所特刊，第 23 號，共 178 頁。

林啟文、盧詩丁、陳文山 (2012) 臺灣活動斷層分布圖 2012 年版說明書。經濟部中央地質調查所特刊，第 26 號，第 1-30 頁。

- 徐鐵良 (1956) 台灣東部海岸山脈地質。臺灣省地質調查所彙刊，第 8 號，第 15-41 頁。
- 張竝瑜、陳文山、郭陳浩、黃文正 (2016) 重要活動斷層構造特性調查二期—活動斷層近地表構造特性調查 (2/4) 中央地質調查所報告第 105-03 號，共 145 頁。
- 張國楨 (2014) 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研究報告，共 329 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分布圖說明書。經濟部中央地質調查所特刊，第 3 號，共 103 頁。
- 許晉璋、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 (2016) 臺灣地質概論。中華民國地質學會，共 204 頁。
- 陳文山與王源 (1996) 台灣東部海岸山脈地質。經濟部中央地質調查所，101 頁。
- 陳文山、陳于高、楊志成、顏一勤、楊小青 (2006) 地震地質與活動斷層資料庫建置—槽溝開挖與古地震研究 (5/5) 與總報告。經濟部中央地質調查所研究報告，第 95-08 號，共 133 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。
- 陳志雄 (1988) 台灣海岸山脈泰源地區上新世至更新世之生物地層研究。國立臺灣大學地質研究所碩士論文，共 57 頁。
- 陳佳元 (1974) 由三角點檢測證實東臺灣海岸山脈向北北東移動。臺灣省地質調查所彙刊，第 24 號，119-123 頁。
- 陳惠芬 (1984) 從三角點檢測成果見到的臺灣的地盤升降。經濟部中央地質調查所特刊，第 3 號，127-140 頁。
- 富國技術工程股份有限公司 (2016) 旗山斷層向南延伸調查暨 105 年度活動斷層調查補充地質調查報告書。經濟部中央地質調查所

- 研究報告，共 93 頁。
- 經濟部(2014) F0001 車籠埔斷層活動斷層地質敏感區劃定計畫書，共 31 頁。
- 經濟部中央地質調查所 (2018) 20180206 花蓮地震地質調查報告，共 115 頁。
- 景國恩、胡植慶、陳宏宇、張午龍、鄭凱謙、莊昀叡 (2018) 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模型反演評估 (2/4)。經濟部中央地質調查所 107 年度委辦計畫執行期末報告書，共 290 頁。
- 楊清淵 (2018) 兩萬年以來花東海岸北段的海階演化。國立臺灣大學地質科學研究所碩士論文，共 171 頁。
- 游明聖 (1997) 台東縱谷活動斷層研究。國立臺灣大學地質學研究所博士論文，共 141 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。
- 顏一勤 (2018) 107 年度活動斷層補充地質調查案成果報告書。經濟部中央地質調查所研究報告，共 88 頁。
- 魏國彥 (1978) 東部海岸山脈港口石灰岩基於古生物學的研究。國立台灣大學地質研究所碩士論文，共 75 頁。