



# 活動斷層地質敏感區劃定計畫書

## F0013 九芎坑斷層

劃定機關：經濟部

中華民國 105 年 12 月

# 活動斷層地質敏感區劃定計畫書

## F0013 九芎坑斷層

### 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.....	15
伍、參考資料.....	19
附件一：九芎坑斷層活動斷層地質敏感區位置圖	
附件二：九芎坑斷層活動斷層地質敏感區範圍圖 2 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-九芎坑斷層（詳附件一，原圖比例尺為十萬分之一）。.....	10
圖 4-1 九芎坑斷層活動斷層地質敏感區沿線之地形。.....	12
圖 4-2 九芎坑斷層區域地層（紅線框出區域）年代對比圖。修改自謝凱旋與洪崇勝（2010）。.....	13
圖 4-3 九芎坑斷層條帶地質圖（坐標系統：TWD67）。修改自林啟文等（2007），黑框部分為新增之調查資料。.....	14
圖 4-4 九芎坑斷層鄰近地區的主要構造（陳文山等，2003b）。.....	16
圖 4-5 石牛溪剖面九芎坑斷層主斷層露頭，卓蘭層逆衝至河階礫石層之上（劉彥求攝）。.....	16
圖 4-6 大湖口溪北岸剖面的 3 條分支斷層都截切下盤的晚更新世—全新世的紅土階地砂礫層與階地礫石層，顯示近期曾有活動（陳文山等，2003a）。.....	16
圖 4-7 劍湖山北側丘陵，九芎坑斷層上盤受到拖曳形成背斜（劉彥求攝）。.....	17
圖 4-8 2002 – 2013 年中部地區相對於澎湖白沙站（S01R）之 GPS 水平方向速度場（胡植慶等，2013）。.....	18
圖 4-9 中部地區應變率場分布圖。黑色箭頭顯示地表為壓縮或是伸張變形模式，色階反映地表變形情形，暖色系為壓縮、冷色系為伸張（胡植慶等，2013）。.....	18

## 表 目

表 3-1 本地質敏感區套繪之二萬五千分一地形圖一覽表.....	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

九芎坑斷層為逆移斷層，為臺灣西南部主要的活動斷層之一，由九芎坑斷層截切的階地礫石層的定年結果，距今 18,540 年前以來曾經活動過；由於標本採自低位的河階礫石層，研判九芎坑斷層最晚的活動時間可能更年輕，本部中央地質調查所將之列為第二類活動斷層。

本斷層之活動斷層地質敏感區係依據地質法第 5 條第 1 項「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」及地質敏感區劃定變更及廢止辦法第 2 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」，其中第三類為「活動斷層地質敏感區」。

另依據地質敏感區劃定變更及廢止辦法第 5 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」，由於九芎坑斷層的野外露頭研究結果顯示其由九芎坑斷層截切的階地礫石層的定年結果，距今 18,540 年前以來曾經活動過，符合前述條文規定，故針對九芎坑斷層進行活動斷層地質敏感區之劃定工作。並依據「地質敏感區劃定變更及廢止辦法」第 5 條第 2 項進行劃定地質敏感區。

本地質敏感區之載明內容及格式，依據「地質敏感區劃定變更及廢止辦法」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，自西元 1900 年以來臺灣地區共發生過近百次災害性地震，總計造成近八千人死亡，而臺灣陸地上斷層的再度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相當高，但對於一般的土地開發與建築物興建是否應受到限制，則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之土地利用管制係分散在不同的法規中，土地開發行為之審查亦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之疑慮；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，卻不需要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，應可大幅降低斷層活動所帶來的災害，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，可大幅減低現行法令的缺失與疑義，也可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，且未來發生災害的潛勢較高，土地開發行為所需要承擔的風險也較高。因此，土地開發行為基地位於活動斷層地質敏感區者，應依地質法第 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」，故除緊急救災者外，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完全被禁止使用，但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，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。

## 參、範圍說明

### 一、劃定原則

本活動斷層地質敏感區之劃定方式主要參考自美國加州地質調查局 1972 年推動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）之方式，並採取適當管理，以減少因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之基礎資料為依據，在斷層跡位置明確或小規模斷層之兩側，劃定約 200~300 英尺（約 60~90 公尺）之地震斷層區；在斷層跡位置較不明確之斷層兩側各劃定約 500 英尺（約 150 公尺）之地震斷層區，實際上地震斷層區的寬度沒有一定的規定，平均約為四分之一英哩寬（約 400 公尺），再透過轉折點標示地震斷層區之範圍，並公告相關圖件。

由於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，以及古地震研究，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 公尺圈繪易受斷層影響之範圍（經濟部，2014）。上述範圍經參考國土測繪中心提供參考之地籍資料並經必要編修後，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。

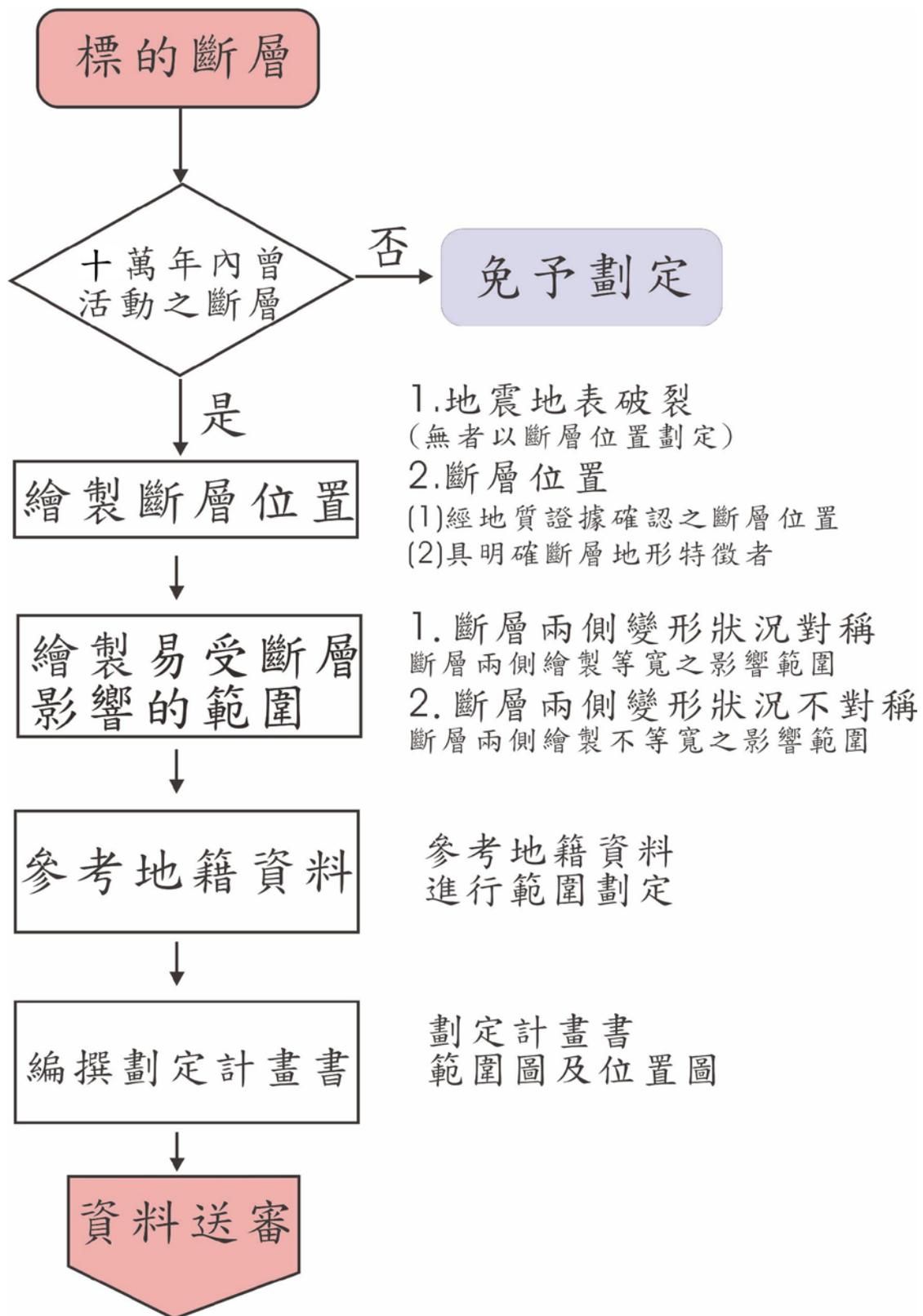


圖 3-1 活動斷層地質敏感區劃定流程圖。

### （一）標的斷層之選定

九芎坑斷層為逆移斷層，約呈南北走向，由雲林縣古坑鄉向南延伸至嘉義縣竹崎鄉，長約 17 公里，許晉耀（2003）於石牛溪剖面的野外露頭研究結果顯示，九芎坑斷層截切距今 18,540 年前的階地礫石層，故針對九芎坑斷層劃定活動斷層地質敏感區。

### （二）判斷是否符合十萬年內曾經活動之斷層

根據九芎坑斷層截切的階地礫石層定年結果，距今 18,540 年前以來曾經活動過；由於標本採自低位的河階礫石層，研判九芎坑斷層最晚的活動時間可能更年輕，符合法規之劃定條件，因此研提九芎坑斷層活動斷層地質敏感區劃定計畫書。

### （三）繪製斷層位置

九芎坑斷層之斷層跡位置過去曾經有許多調查，中央地質調查所與多位地質專家均曾測繪其斷層跡位置，近 10 年來中央地質調查所持續進行九芎坑斷層之野外調查、地質槽溝挖掘、鑽井調查、地球物理調查與地形判釋等多種調查，本地質敏感區之參考線即依前人相關研究，配合中央地質調查所現階段研究調查成果（石瑞銓等，2003；陳文山等，2003b，2008；沈淑敏等，2006；林啟文等，2007，2012；張國楨等，2014），將具地質證據可判別斷層跡位置及具明確斷層地形特徵之參考點，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事證相連接為斷層線段。其中構造地形特徵為由航遙測影像、地形圖、數值地形資料等方式所判讀而來，並經現地查核前述判釋結果一致且連續者。

九芎坑斷層活動斷層地質敏感區斷層跡位置參考線位於雲林縣古坑鄉至嘉義縣竹崎鄉，全長約 17 公里，與現今九芎坑斷層條帶地質圖（林啟文等，2007）範圍相似。

### （四）繪製易受斷層影響範圍

九芎坑斷層屬於逆斷層，約呈南北走向，依據地質調查資料，該斷層之變形狀況不對稱，上盤為主要變形側，下盤則為非主要變形

側。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，其範圍為上盤 200 公尺、下盤 100 公尺。在石牛溪剖面，斷層帶寬度約 850 公尺，最西側為主斷層位置，主斷層東側另有 3 條分支斷層，但分支斷層南北方向無法追蹤，故僅繪製最西側主斷層位置上盤 200 公尺、下盤 100 公尺為敏感區範圍。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，環域的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，而活動斷層地質敏感區鄰近地區，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，本項流程為將前述之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，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

本地質敏感區之劃定計畫書除劃定計畫書本文外，尚包括九芎坑斷層活動斷層地質敏感區位置圖、九芎坑斷層活動斷層地質敏感區範圍圖等附件資料。

### 二、位置圖

九芎坑斷層活動斷層地質敏感區位於臺灣西南部，由雲林縣古坑鄉向南延伸，經過嘉義縣梅山鄉後向南延伸至竹崎鄉，全長約 17 公里。九芎坑斷層活動斷層地質敏感區通過之河流包含：石牛溪、大湖口溪、倒孔山溪、九芎坑溪、三疊溪及牛稠溪，位置分布於雲林縣古坑鄉及嘉義縣梅山鄉、竹崎鄉等 2 個縣市、3 處行政區 (圖 3-2，附件一：九芎坑斷層活動斷層地質敏感區位置圖)。

### 三、範圍圖

九芎坑斷層活動斷層地質敏感區位於雲林縣及嘉義縣，北起雲林縣古坑鄉古坑地區，向南延伸至嘉義縣竹崎鄉竹崎社區，總長約 17 公里，總面積約 5 平方公里，採比例尺二萬五千分之一經建版地形圖為底圖，繪製九芎坑斷層活動斷層地質敏感區範圍圖，共 2 分幅（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，請參照附件二：九芎坑斷層活動斷層地質敏感區範圍圖。

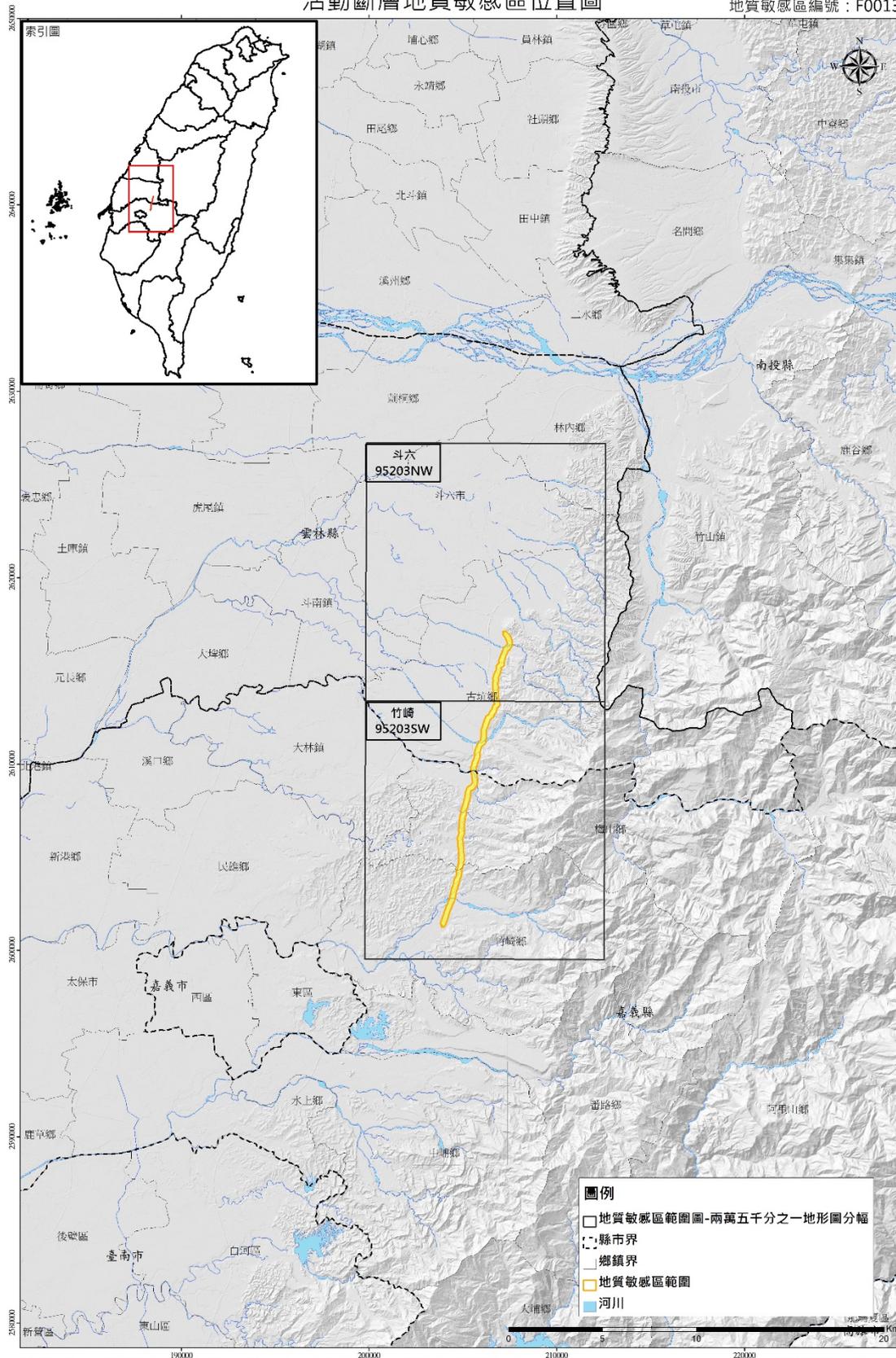
本地質敏感區之地形底圖為灰階化的原始地形圖，地質敏感區採半透明淺黃底色、橘色為邊界之圖徵繪於地形底圖之上。地質敏感區範圍圖之圖版左下方標示本範圍圖之圖例、製圖年份等基本資訊，圖版右上方標示地形圖之圖號與圖名，左下角標示原始地形圖版本資訊，圖版右下角則標示範圍圖之位置索引圖，左幅索引圖為地質敏感區所在縣、市行政區之相對位置圖；中幅為本範圍圖分幅內之行政區界線；右幅則為本範圍圖分幅與鄰幅之相對位置關係。

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
95203NW	斗六
95203SW	竹崎

### 活動斷層地質敏感區位置圖

九芎坑斷層  
地質敏感區編號：F0013



資料來源：經濟部中央地質調查所 製圖日期：中華民國105年 劃定機關：經濟部

圖 3-2 活動斷層地質敏感區位置圖-九芎坑斷層（詳附件一，原圖比例尺為十萬分之一）。

## 肆、地質環境

臺灣受到菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞作用的影響，使得臺灣成為相當活躍的造山地帶，本島上具有許多現今仍活躍的活動斷層存在。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，其中位於臺灣西南部的九芎坑斷層被歸類為第二類活動斷層（林啟文等，2012）。

九芎坑斷層為斷面向東傾斜的逆移斷層；在數個剖面可以觀察斷層帶特性，由北而南包括石牛溪、劍湖山北側、大湖口溪、倒孔山溪與永興社區等地點。以下分述其地形、地層、斷層性質。

### 一、地形

九芎坑斷層位於嘉南平原與嘉義丘陵的交界，斷層西側有一系列的階地分布，是古沖積扇的遺跡。河流由東向西流，主要河流計有石牛溪、大湖口溪、倒孔山溪、三疊溪與牛稠溪；石牛溪、大湖口溪、倒孔山溪與三疊溪屬於北港溪上游區段的支流，牛稠溪為朴子溪的上游（圖4-1）。

張國楨等（2014）透過光達資料判釋九芎坑斷層沿線構造地形，研究成果認為九芎坑斷層沿線之斷層線形崖的分佈大致清楚，斷層帶的寬度往南逐漸減小，地形特徵則漸不明顯，向南止於竹崎斷層。

楊貴三與馮鈺棋（2005）由航照判釋發現在永興社區、隘寮與竹崎等地，九芎坑斷層截切低位河階與沖積層，斷層上盤局部形成壓力脊使河流轉向。沈淑敏等（2006）由航照判釋發現九芎坑溪南岸有4段低位河階，其中較低的2段為九芎坑斷層截切；三疊溪上游南靖溪北岸有4段河階，其中FT3面為斷層截切。

陳文山等（2003a）指出九芎坑斷層上盤地勢較高且地形坡度較大，約在15-35度，而下盤隆起臺地區的坡度在20度以下。從河床坡度分析發現，九芎坑斷層上盤河段坡降為每公里140公尺，下盤坡降為每公里小於10公尺；上述結果顯示九芎坑斷層屬於活動的逆斷層，上盤地塊長期持續抬升造成兩側地形的變異。

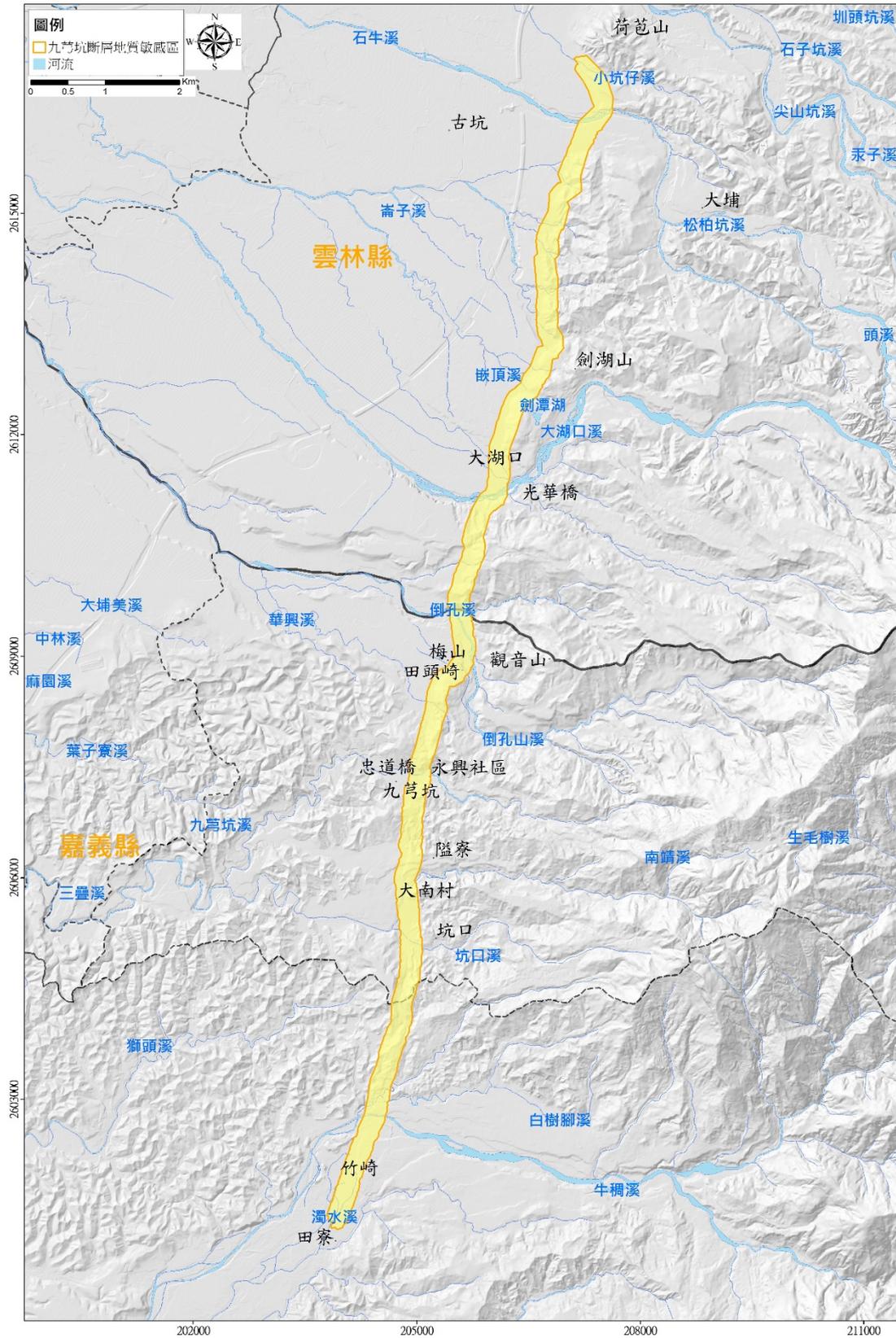


圖 4-1 九芎坑斷層活動斷層地質敏感區沿線之地形。

## 二、地層

本地質敏感區中出露的地層包括卓蘭層、頭嵙山層、紅土臺地堆積層、階地堆積層與沖積層（圖 4-2、圖 4-3）。卓蘭層主要岩性為砂岩與頁岩，僅分布於斷層的上盤。頭嵙山層的下段主要為粉砂岩與砂頁岩的互層，主要位於九芎坑斷層上盤以東至柴土地公廟附近，但隨著岩性東西向的漸變，其西側部分地層之岩性為厚層的粉砂岩或砂頁互層，與柴土地公廟附近所見之香山相厚層夾小礫或透鏡狀礫石層砂岩有相當差異，部分研究將之訂定為卓蘭層（謝清正等，1988；劉桓吉與李錦發，1998）；頭嵙山層上段主要出露礫岩與砂岩，分佈於石牛溪北岸的荷苞山及觀音山，以及更東側的大尖山斷層下盤附近。陳文山等（2003b）研究本區的地層特性結果，將斷層上盤出露的卓蘭層對比沅水溪層與六重溪層，頭嵙山層則對比崁下寮層與二重溪層；而下盤出露的頭嵙山層則對比六雙層。紅土礫石層與階地礫石層，都是由未膠結的礫石、砂與粉砂所組成，但前者已有紅壤化現象；沖積層主要由泥、粉砂、砂和礫石所組成。

時間 (距今 百萬年)	時代	製圖單位 Map unit	西部麓山帶 Western Foothills						
			基隆台北桃園 Chilung Taipei Taoyuan	新竹 Hsinchu	苗栗 Miaoli	台中 Taichung	南投 Nantou	雲林 Yunlin	嘉義 Chiayi
0.46	第四紀 更新世	Q <sub>0</sub>	林口層 Linkou Formation	大茅埔礫岩 Tamaopu Conglomerate	頭嵙山層 Toukoshan Formation	頭嵙山層 Toukoshan Formation	頭嵙山層 Toukoshan Formation	六雙層 Liu-shuang Formation	
1.77			大南灣層 Tanawan Formation	楊梅層 Yangmei Formation	(通霄層) (Tunghsiao Formation)	頭嵙山層 Toukoshan Formation	頭嵙山層 Toukoshan Formation	崁下寮層 Kanshialiao Formation	二重溪層 Er-chung-chi Formation
3.58	上新世	Pc	卓蘭層 Cholan Formation	卓蘭層 Cholan Formation	卓蘭層 Cholan Formation	卓蘭層 Cholan Formation	卓蘭層 Cholan Formation	六重溪層 Liuchungchi Formation	玉井頁岩 Yuching Shale
5.30			錦水頁岩 Chinshui Shale	錦水頁岩 Chinshui Shale	錦水頁岩 Chinshui Shale	錦水頁岩 Chinshui Shale	錦水頁岩 Chinshui Shale	錦水頁岩 Chinshui Shale	沅水溪層 Yunshuichi Formation
11.2	晚漸新世	M <sub>3</sub>	二閣層 Erhchui Formation	二閣層 Erhchui Formation	魚藤坪砂岩段 Yutengping Sandstone	桂竹林層 Kueichulin Formation	大窩砂岩 Tawo Sandstone	鳥嘴層 Niactui Formation	茅埔頁岩 Maopu Shale
			大埔層 Tapu Formation	大埔層 Tapu Formation	十六份頁岩段 Shihlufeng Shale	桂竹林層 Kueichulin Formation	十六份頁岩 Shihlufeng Shale	關刀山砂岩 Kuantashan Sandstone	中崙層 Chunglun Formation
	晚漸新世	M <sub>3</sub>	南莊層 (五堵層) Nanchuang Formation (Wutu Formation)	南莊層 Nanchuang Formation	上福基砂岩 Shangfuchi Sandstone		南莊層 Nanchuang Formation		糖恩山砂岩 Tangenshan Sandstone
					東坑層 Tungkeng Formation				

圖 4-2 九芎坑斷層區域地層（紅線框出區域）年代對比圖。修改自謝凱旋與洪崇勝（2010）。

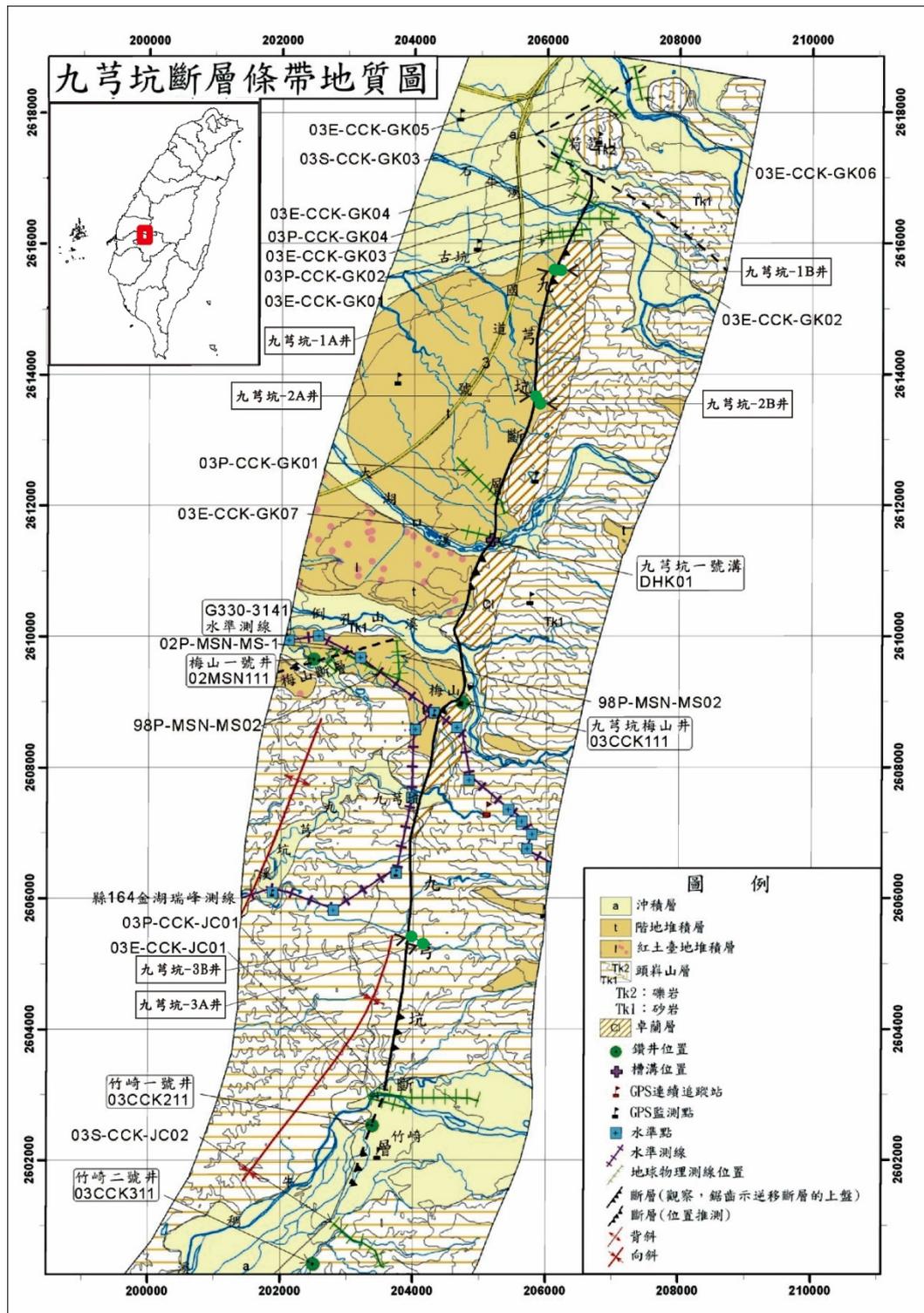


圖 4-3 九芎坑斷層條帶地質圖（坐標系統：TWD67）。修改自林啟文等（2007）。

### 三、斷層性質

九芎坑斷層約呈南北走向，上盤地層主要為卓蘭層或頭嵙山層，下盤地層主要為頭嵙山層、紅土臺地堆積層、階地堆積層與沖積層。

九芎坑斷層鄰近地區的主要構造有觸口斷層、古坑斷層、竹崎斷層、嘉義斷層、梅山斷層以及小梅背斜(圖 4-4)。觸口斷層、九芎坑斷層與嘉義斷層是屬於南北走向向西逆衝的逆斷層，古坑斷層、竹崎斷層與梅山斷層是屬於東西走向的平移斷層。古坑斷層截切桐樹湖斷層與九芎坑斷層(中國石油公司, 1986)，九芎坑斷層的最南側延至竹崎斷層，九芎坑斷層即介於古坑斷層與竹崎斷層之間。

由野外觀察斷層露頭得知，九芎坑斷層為一逆移斷層，在石牛溪剖面北岸的剖面可以見到 4 條規模不同的逆移斷層，總寬度約 850 公尺(劉彥求等, 2003a, 2003b; 陳文山等, 2003a)，斷層走向約為 N26°E/26°E。許晉耀(2003)於石牛溪剖面的野外露頭研究結果顯示，九芎坑斷層截切距今約 18,540 年前的階地礫石層(圖 4-5)。

在大湖口溪剖面，九芎坑斷層的主斷層出露於光華橋西側約 1.1 公里處，斷層帶寬度約 300~400 公尺；斷層上盤出露卓蘭層的粉砂岩，下盤為紅壤化與未紅壤化的階地礫石層。大湖口溪北岸斷層帶中有 3 條分支斷層，三者均截切階地礫石層，顯示近期曾有活動(陳文山等, 2003a)(圖 4-6)。

倒孔山溪上游剖面的斷層露頭位於心慈橋東側約 200 公尺處，剖面寬度約 150 公尺，斷層上盤出露卓蘭層下段的砂頁岩互層，下盤出露頭嵙山層砂岩與階地礫石層。剖面中主要斷層特徵為砂頁岩互層逆衝至黃棕色砂岩之上，但後者並無定年資料可供參考。

劍湖山北側的丘陵，出露一個背斜的軸部與其東翼，並伴隨發達的破裂帶，與石牛溪河床所見拖曳褶皺類似(圖 4-7)(劉彥求等, 2003a)。謝清正等(1988)的調查結果也顯示，九芎坑斷層變形帶的內部存在分支斷層及伴隨的拖曳褶皺。

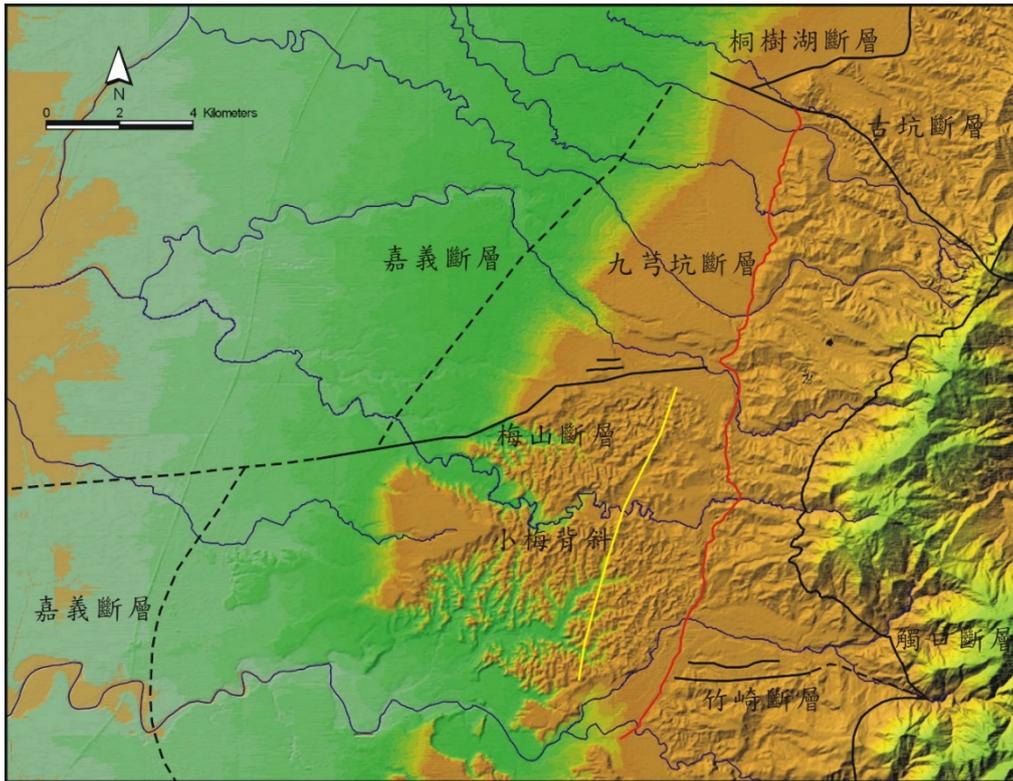


圖 4-4 九芎坑斷層鄰近地區的主要構造，紅線為九芎坑斷層（陳文山等，2003b）。



圖 4-5 石牛溪剖面九芎坑斷層主斷層露頭，卓蘭層逆衝至河階礫石層之上（劉彥求攝）。

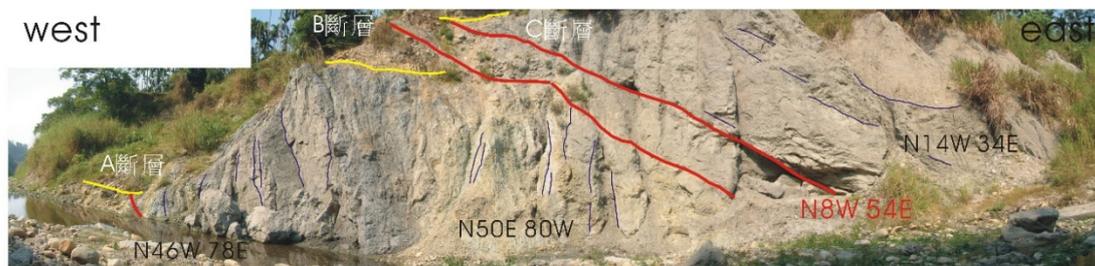


圖 4-6 大湖口溪北岸剖面的 3 條分支斷層都截切下盤的晚更新世—全新世的紅土階地砂礫層與階地礫石層，顯示近期曾有活動（陳文山等，2003a）。



圖 4-7 劍湖山北側丘陵，九芎坑斷層上盤受到拖曳形成背斜（劉彥求攝）。

石瑞銓等（2003）在九芎坑斷層沿線進行數條橫跨斷層的震測探勘，在竹崎鄉往獨立山之縣道嘉 120 的震測重合剖面顯示低角度傾斜的斷層影像，斷層上下盤地層的角度很接近，而斷層上盤的地層有寬廣但斷距很小的逆衝斷層出現，說明九芎坑斷層往南已漸尖滅。

依據中央地質調查所的 GPS 測量結果，1999~2005 年間的平均位移場顯示，九芎坑斷層—木屐寮斷層—六甲斷層系統間有明顯的速度差異，斷層上盤的速度向量為 23 mm/yr，向方位角 267 度，斷層下盤的速度向量為 10 mm/yr，向方位角 269 度，顯示九芎坑—木屐寮—六甲斷層系統吸收約 13 mm/yr 的縮短量（饒瑞鈞等，2006）。近年的觀測資料顯示，由東向西，跨越九芎坑斷層，其水平位移速率由約 16 mm/yr 降至約 8 mm/yr（圖 4-8）；應變率的量值約 -0.5 至 -1.0  $\mu$  strain/yr（圖 4-9）（胡植慶等，2013）。

綜合上述地質調查、地球物理探測與 GPS 觀測結果顯示，九芎坑斷層為一低角度向東傾之逆衝斷層，北起荷苞山南側，向南經梅山到竹崎鄉田寮一帶，愈往南斷層帶的寬度逐漸減小。由九芎坑斷層截切的階地礫石層定年結果，距今 18,540 年以來曾經活動過。

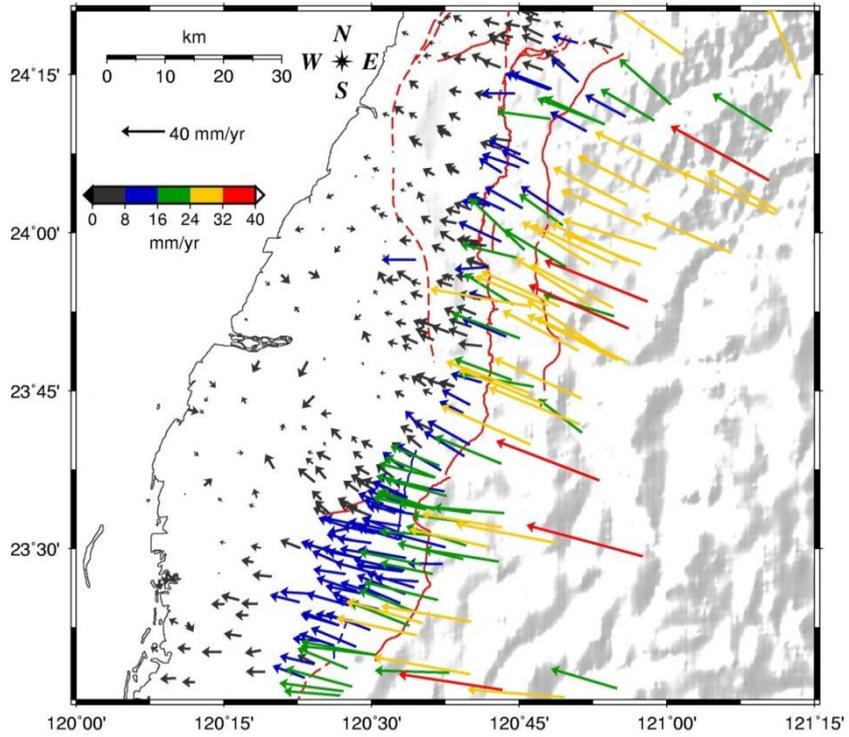


圖 4-8 2002 – 2013 年中部地區相對於澎湖白沙站(S01R)之 GPS 水平方向速度場（胡植慶等，2013）。

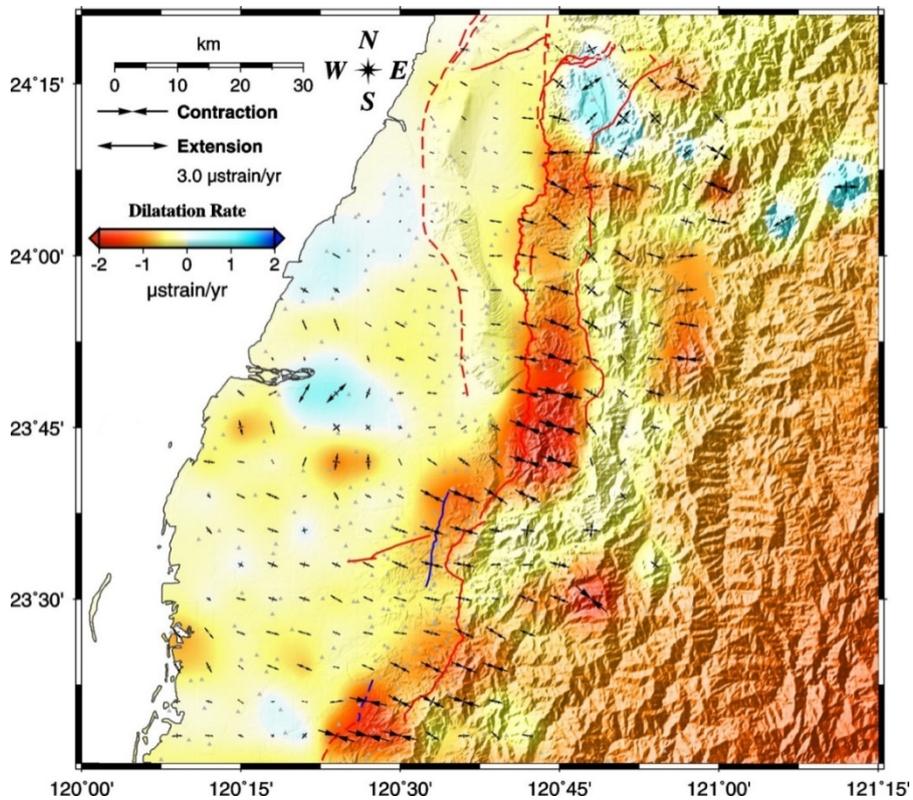


圖 4-9 中部地區應變率場分布圖。黑色箭頭顯示地表為壓縮或是伸張變形模式，色階反映地表變形情形，暖色系為壓縮、冷色系為伸張（胡植慶等，2013）。

## 伍、參考資料

本地質敏感區之標的斷層九芎坑斷層調查資料已多有專書及報告記載，詳請參考中央地質調查所地震地質與活動斷層網頁資料(劉彥求等，2003a)、槽溝開挖與古地震研究計畫(陳文山等，2003b)、斷層長期滑移速率與再現週期研究(1/4)(陳文山等，2008)、地球物理探勘計畫(2/5)(石瑞銓等，2003)、斷層活動性觀測研究第三階段-斷層整合性觀測與潛勢分析(1/4)(胡植慶等，2013)、臺灣西南部的活動斷層：二萬五千分之一活動斷層條帶圖說明(林啟文等，2007)、活動構造地形判釋及資料建置分析(2/2)(沈淑敏等，2006)及近斷層高精度地形資料之判釋與分析計畫總報告(張國楨等，2014)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>

劉彥求、盧詩丁、林啟文、林燕慧(2003a)九芎坑斷層調查。活動斷層精查報告，網路版。

[http://fault.moeacgs.gov.tw/UploadFiles/files/OLD/ATSTR42/active\\_fault/21-3.htm](http://fault.moeacgs.gov.tw/UploadFiles/files/OLD/ATSTR42/active_fault/21-3.htm)

### (二) 中文參考資料

中國石油公司(1986)十萬分之一臺灣地質圖，嘉義分幅。中國石油公司臺探總處出版。

石瑞銓、陳平護、呂明達、陳文山(2003)地震地質調查及活動斷層資料庫建置—地球物理探勘計畫(2/5)。經濟部中央地質調查所研究報告，第92-8號，共218頁。

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—活動構造地形判釋及資料庫建置分析(2/2)。經濟部中央地質調查所研究報告，第95-13號，共174頁。

林啟文、盧詩丁、石同生、劉彥求、林偉雄、林燕慧(2007)臺灣西

- 南部的活動斷層—二萬五千分之一活動斷層條帶地質圖說明書，  
經濟部中央地質調查所特刊，第 17 號，共 141 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。
- 胡植慶、劉啟清、楊燦堯、景國恩、鄭錦桐（2013）斷層活動性觀測  
研究第三階段-斷層整合性觀測與潛勢分析（1/4）。經濟部中央  
地質調查所研究報告，共 413 頁。
- 陳文山、楊志成、石瑞銓、楊小青、顏一勤、陳于高、張徽正、林偉  
雄、李元希、石同生、盧詩丁（2003a）九芎坑斷層的斷層特性  
與活動性研究。經濟部中央地質調查所特刊，第 14 號，第 123-139  
頁。
- 陳文山、楊志成、楊小青、游能悌（2003b）地震地質調查及活動斷  
層資料庫建置：槽溝開挖與古地震研究計畫（2/5）—九芎坑斷  
層槽溝的古地震研究。經濟部中央地質調查所研究報告，第 92-7  
號，共 14 頁。
- 陳文山、游能悌、松多信尚、楊小青（2008）地震地質與地變動潛勢  
分析計畫—斷層長期滑移速率與再現週期研究（1/4）。經濟部  
中央地質調查所研究報告，第 96-10 號，共 86 頁。
- 許晉耀（2003）九芎坑斷層之研究。國立成功大學地球科學研究所碩  
士論文，共 90 頁。
- 張國楨、徐濤德、詹瑜璋、陳柔妃、葉恩肇、賴光胤（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。
- 楊貴三與馮鈺棋（2005）嘉義地區活斷層之地形學研究。臺灣師範大  
學地理研究，第 42 卷，第 1-21 頁。
- 劉彥求、林燕慧、李明書、林啟文（2003b）臺灣西南部石牛溪地區  
九芎坑斷層的構造特性。經濟部中央地質調查所特刊，第 14 號，  
第 101-112 頁。
- 劉桓吉與李錦發（1998）雲林圖幅及說明書，五萬分之一臺灣地質圖，  
第 38 號。經濟部中央地質調查所，共 47 頁。
- 謝清正、余輝龍、彭達糊、羅時財（1988）雲林縣濁水溪至嘉義縣竹

- 崎間重點地質核查報告。臺灣油礦探勘總處，共 12 頁。
- 謝凱旋與洪崇勝（2010）臺灣西南部麓山帶地層與盆地架構：西南部麓山帶的地層系統和對比問題。第 6 屆臺灣地層研討會論文集，第 45-53 頁。
- 饒瑞鈞、余致義、洪日豪、胡植慶、李建成、詹瑜璋（2006）地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫－活動斷層監測系統計畫（5/5）。經濟部中央地質調查所研究報告，第 95-10 號，共 147 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。