



# 地質敏感區劃定的規劃與研究-以車籠埔斷層帶及新竹斷層為例

陳柏村、盧詩丁、江婉綺

中央地質調查所



# 簡報流程

- 什麼是活動斷層！
- 何為活動斷層地質敏感區！
- 車籠埔斷層與新竹斷層
  - 車籠埔斷層之評估
  - 新竹斷層之評估
- 評估結果與建議

# 活動斷層-大家可能最先想到這個

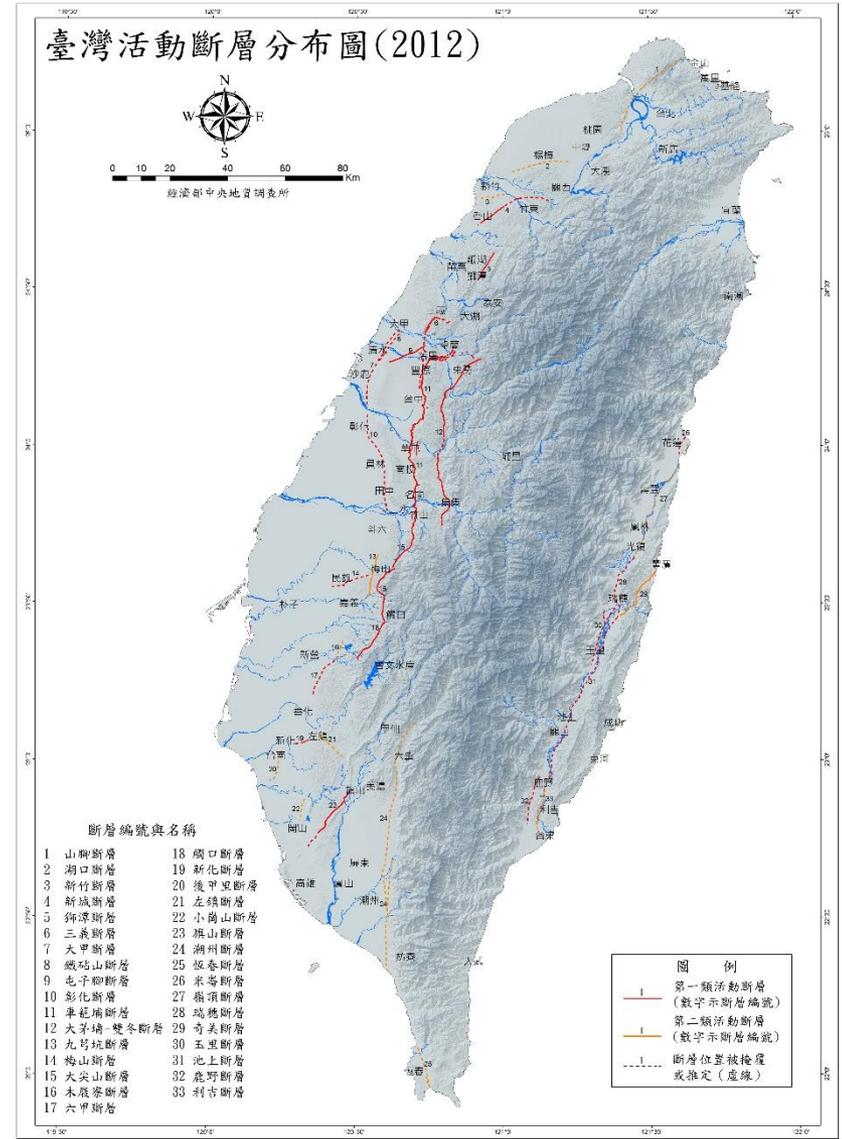
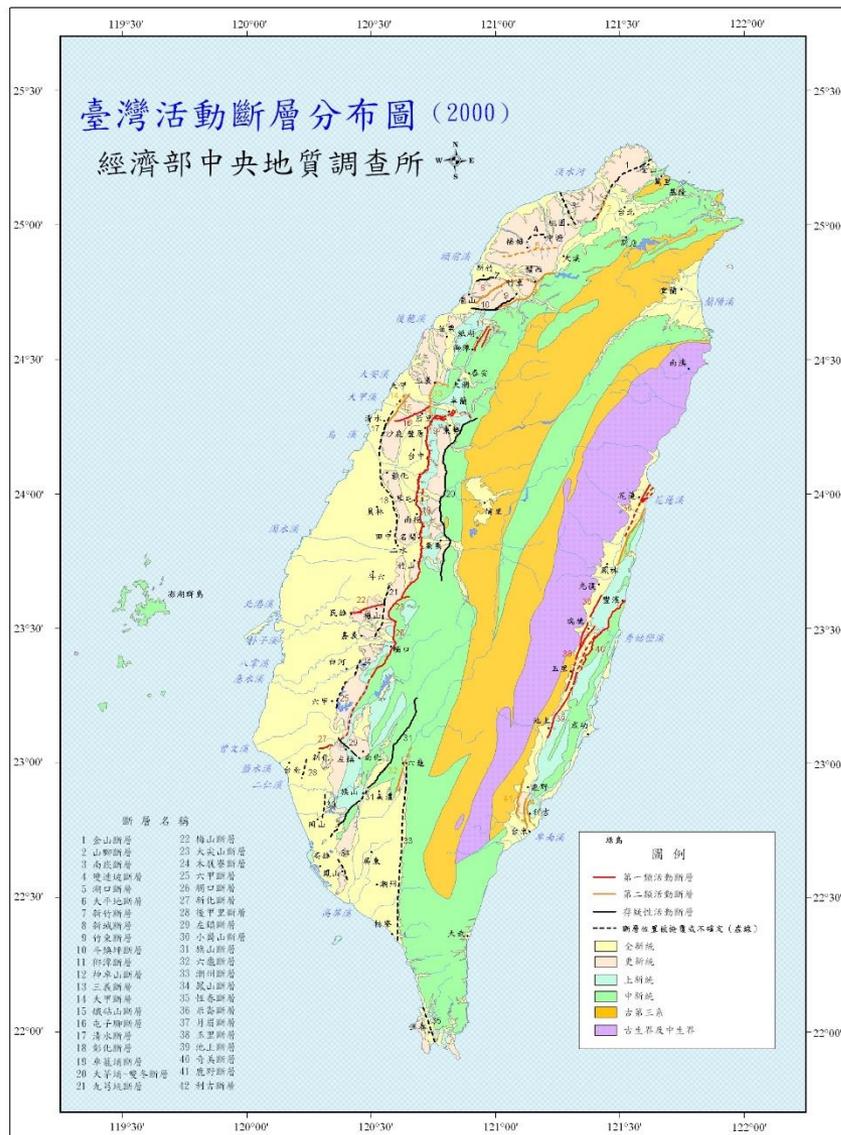
921地震石岡壩



霧峰光復國中運動場隆起的跑道(921震災)



# 還是先想到這個!! 活動斷層分布圖

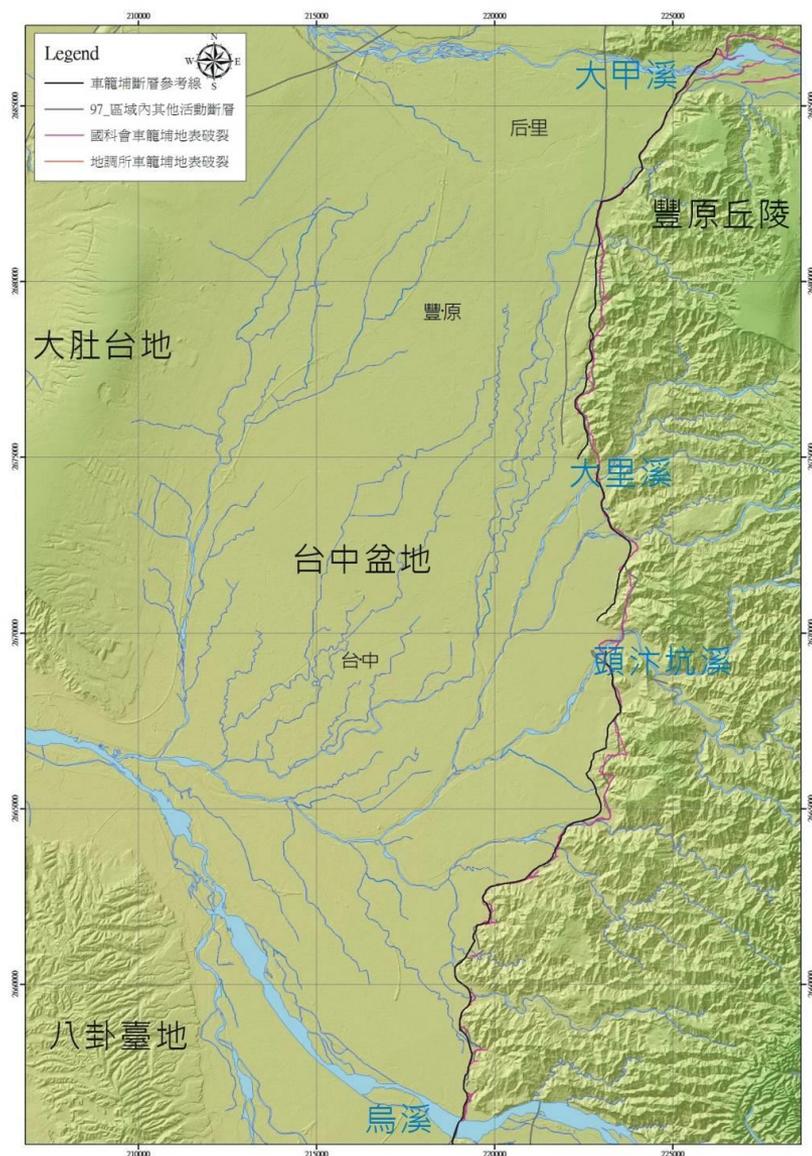
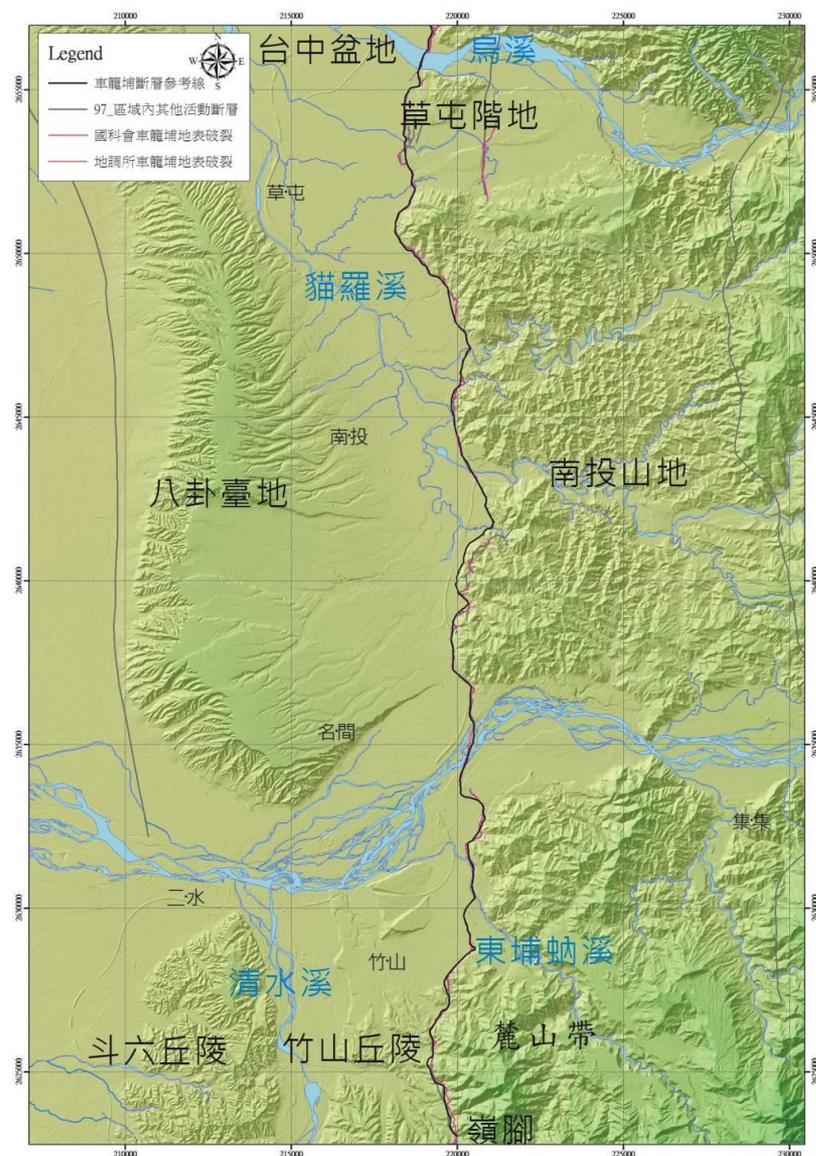


可能也會想到這個!!

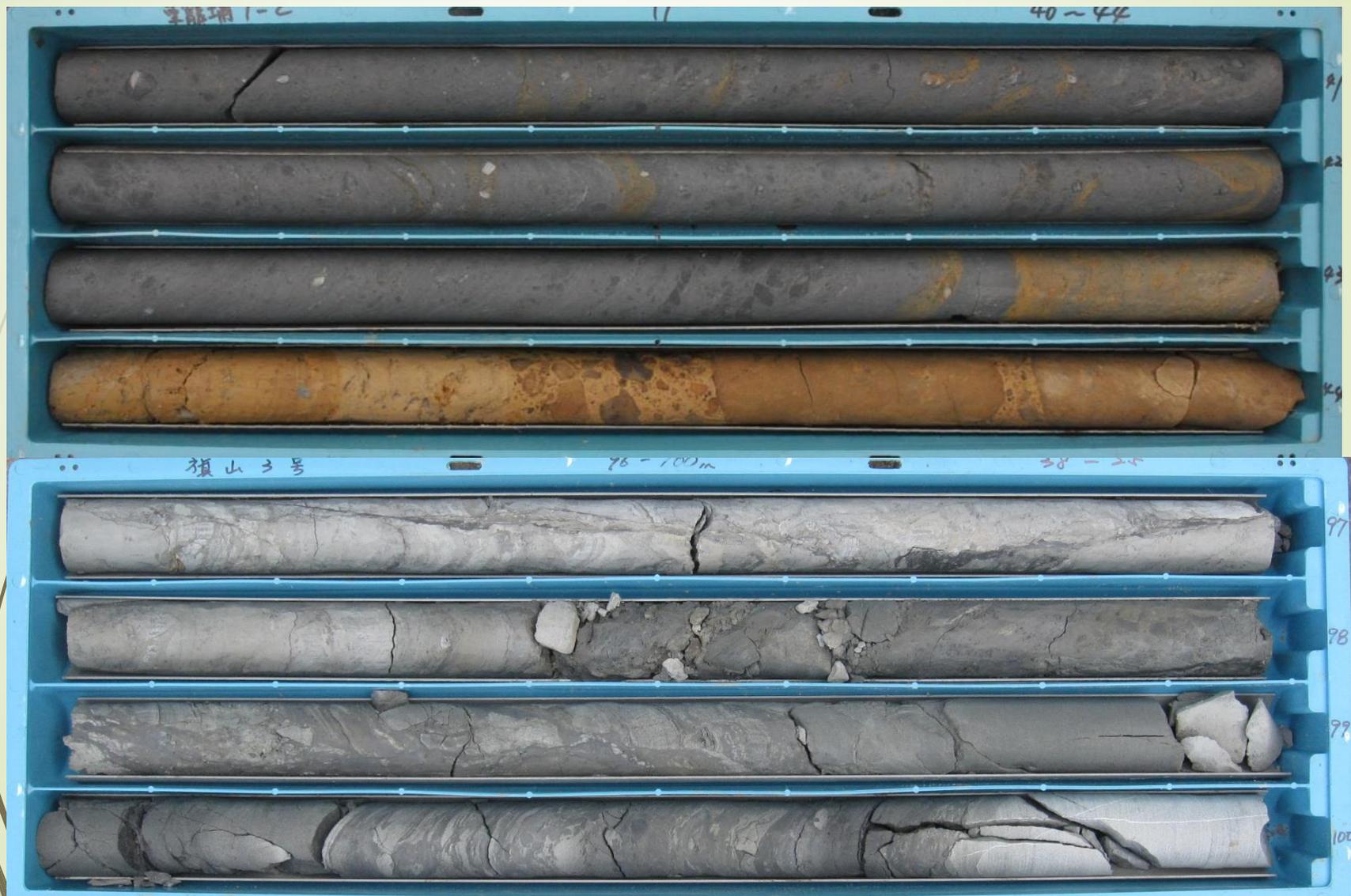


九份二山 921震爆點

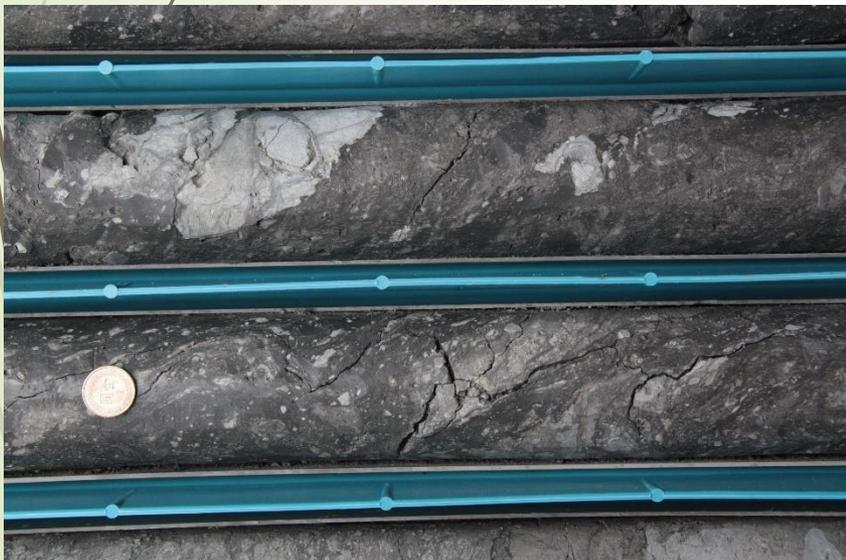
# 在地形上它長得像這樣



在地底下它長得像這個-岩芯



# 近看它長得像這樣



# 長得像這樣



草湖溪車籠埔斷層的斷層帶



A. 九二一集集大地震前  
竹仔坑地區健民橋下  
一處斜移斷層露頭，  
西側錦水頁岩朝東北  
方上衝至階地礫石之  
上。斷層面走向為北  
45度西，向西南傾角  
52度，由該區錦水頁  
岩厚度高於合理層厚  
推斷該斷層具右移逆  
衝性質。



B. 草湖溪健民橋的地表  
斷裂，仍沿著先前調  
查的橫移斷層位置發  
生，且仍具右斜逆衝  
的性質。

草湖溪



頭汴坑溪





逢甲橋 550m



大里溪車籠埔斷層的斷層帶

# 旗山斷層的斷層帶



# 斷層

- ▶ 斷層(Fault)是指岩層破裂後，兩側的岩層發生顯著的相對位移，位移之界面稱為斷層面或斷層滑動面。由於較大的斷層通常都不僅只具有一個單純的滑動面，而是一系列斷面的集合，各細微間之岩體受斷層作用而破碎，因此這個破碎的地帶稱為斷層帶(Fault Zone)、斷層變形帶或斷層擾動帶。此外，大規模的斷層帶中，常有數個主要破裂與位移位置，通常將其中最主要者稱為主斷層，而將次要、規模較小者稱為分支斷層。
- ▶ 斷層線是指斷層面與地面的交線，但因斷層帶常為一個範圍，常無一處明顯的界線，因此學者常將之定義為單一斷層的斷層帶最前緣位置，但亦有人將之定為斷層帶中滑移量最大之位置。
- ▶ 斷層面兩側的斷塊岩盤稱為斷層盤。位於斷層面上方的稱為上盤，下方的稱為下盤；相對上升的一盤稱為上升盤，相對下降的一盤稱為下降盤，如斷層面為垂直之斷層，則稱斷層兩側之岩盤為左、右側地盤。

# 活動斷層

- ▶ 活動斷層是指仍在活動之斷層，或是未來會再活動之斷層。可惜的是地質時間的尺度動輒數千、數萬年，"未來"一詞須考量的是，多久的未來，以地質尺度而言，數千、數萬年不過是轉瞬之間，而以人類而言數十、數百年就已經是相當長的時間了。
- ▶ 依目前的學術進展，卻又無法準確地確定特定斷層是否未來多久時間內，一定會再活動，因此活動斷層之定義多屬於人為定性定義，一般都以一定的時間內該斷層曾經活動過做為判斷活動斷層之定義，並視之未來可能會再活動，本研究依據地質敏感區劃定變更及廢止辦法第五條之條文，將本研究所指的活動斷層定義為「過去十萬年內有活動證據，且未來可能再度活動之斷層」。=>「活動斷層指過去十萬年內有活動證據之斷層」

# 國外針對鄰近活動斷層的法規1

- ▶ 日本：建築法84條規定政府可在地震災區發布禁限建令，但實際上僅針對核電廠、學校及公共建築物作嚴格限制，對一般建築物僅要求提高耐震標準來減低地震災害。
- ▶ 日本案例：1995年阪神地震後，橫須賀市市長將北武斷層通過之野比東公園劃設為斷層公園，設定兩側寬25公尺、長度600公尺範圍內限制建築行為。



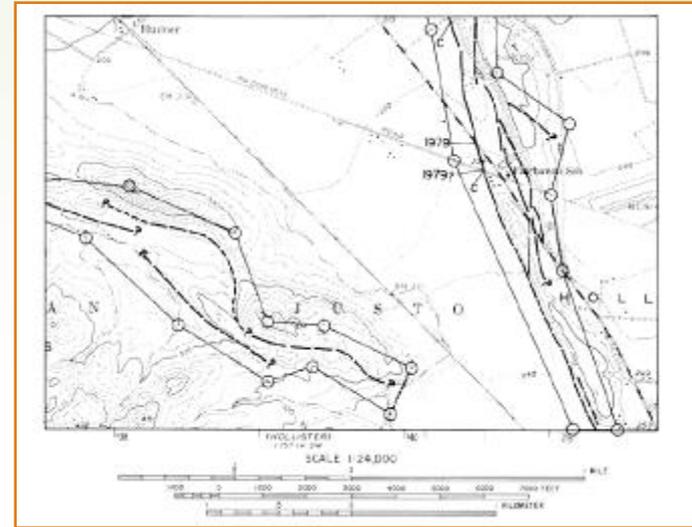
1891年日本濃尾地震斷層崖



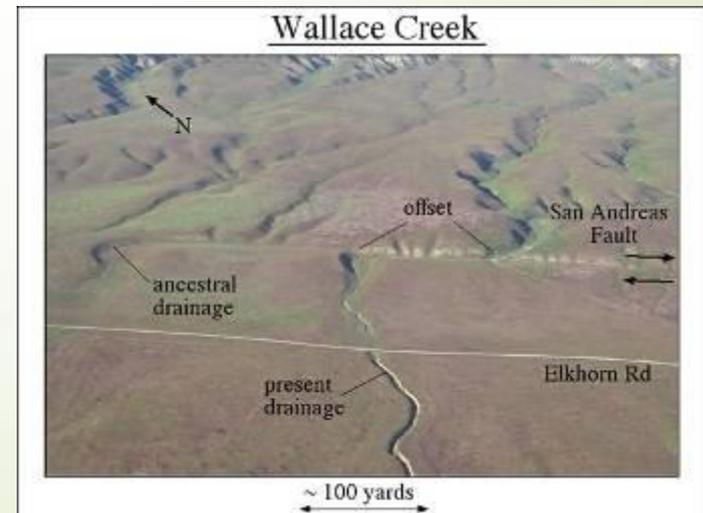
橫須賀市野比東公園

# 國外針對鄰近活動斷層的法規2

- 美國：加州地震斷層法規定州政府公布劃定斷層二側總寬度約1/4哩(約400公尺)之地震斷層帶(加強調查帶)，土地開發若經技師調查，位於斷層二側50呎(約15公尺)範圍內禁止興建住屋。
- 該法同時規定位於地震斷層帶的房屋，在買賣確定之前，賣主或其經紀人必須告知買主該棟房屋位於地震斷層帶內。



美國加州加強調查帶



美國加州San Andreas 斷層



# 活動斷層地質敏感區

# 「地質法」上路了

19

第4屆立委任期

1996.7.31

1996.11

1997.8.18

1999.9.20

1999.9.21

高雄城隍廟法

賀  
丘  
土

1999.10.18

1999.10.21

1999.11.16

立法院審議方法委

2000.5.6

2001.9.3

第5屆立委任期

# 99年12月8日公布制定

2007.10.2

2002.3.15

2004.1.6

2003.1.15

2004.1.7

第6屆立委任期

第7屆立委任期

# 100年12月1日施行

2007.10.5

2007.2.4-2007.5.2

2007.10.23

2008.2.29

2008.2.29

2008.9.25

2008.11.19

2009.4.6

2009.4.9-2010.5.24

立法院經濟委員會審本(2009.4.22)方法委

2009.8.8

莫拉克颱風引發  
順向坡滑動造成  
小林村滅村慘劇

2010.4.25

無風無雨無地震下卻  
發生國道3號順向坡走  
山的災變

2010.10.21

梅姬颱風造成蘇花  
公路崩坍悲劇

2010.11.16

立法院第7屆第6會  
期第8次院會二、  
三讀通過(5章22  
條)

2010.12.8

總統公布制定地質法

## 土地管理 邁向新紀元

# 地質法

- ▶ 第1條「為健全地質調查制度，有效管理國土地質資料，建立國土環境變遷及土地資源管理之**基本地質資訊**，特制定本法。」

法規定位	國土基礎資料地質基本法規
地質審查機制	納入相關法令審查
土地開發許可否 決權機制	無

- 中華民國99年12月8日總統華總一義字第09900331501號令制定公布全文 22條；施行日期由行政院定之
- 中華民國100年11月17日行政院院臺經字第 1000056389號令發布定自100年12月1日施行

# 何為活動斷層地質敏感區(I)

## 地質法

[HTTP://WWW.MOEACGS.GOV.TW/LAW/INDEX.JSP](http://www.moeacgs.gov.tw/law/index.jsp)

- ▶ 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。=>地質敏感區劃定變更及廢止辦法

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。」



# 何為活動斷層地質敏感區(II)

## ▶ 地質敏感區劃定變更及廢止辦法

中華民國101年3月6日經濟部經地字第10104600660號令訂定發布全文16條；並自發布日施行

- ▶ 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」，其中第3類為「活動斷層地質敏感區」。
- ▶ 第五條「活動斷層係指過去十萬年內有活動證據，且未來可能再度活動之斷層。活動斷層及其兩側易受斷層錯動或地表破裂直接影響之地區，得劃定為活動斷層地質敏感區。」
- ▶ 第九條「地質敏感區之劃定、變更或廢止，應由主管機關研提計畫書，經地質敏感區審議會審查通過，由中央主管機關核定公告。主管機關研提之計畫書於提送中央主管機關前，應於地質敏感區所在地之直轄市政府或縣(市)政府，公開展示三十日。地質敏感區所在地土地權利利害關係人，得於公開展示期間內，以書面載明姓名及地址，並附具理由及證據，向主管機關提出意見，由主管機關一併提送中央主管機關，提供地質敏感區審議會審查計畫書之參考。

# 位在地質敏感區中的應對措施(I)

## ▶ 地質法

- ▶ 第六條「各目的事業主管機關應將地質敏感區相關資料，納入土地利用計畫、土地開發審查、災害防治、環境保育及資源開發之參據。各目的事業主管機關依其主管法令進行前項作業，致使地質敏感區內現有土地受管制時，其補償規定從其法令規定辦理」

- ▶ 第八條「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。

前項以外地區土地之開發行為，應依相關法令規定辦理地質調查。」

- ▶ 第九條「依前條第一項規定進行基地地質調查及地質安全評估者，應視情況就下列方法擇一行之：

一、由現有資料檢核，並評估地質安全。

二、進行現地調查，並評估地質安全。

前項基地地質調查與地質安全評估方法之認定、項目、內容及作業應遵行事項之準則，由中央主管機關會商相關主管機關定之。」 => 地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則

# 位在地質敏感區中的應對措施(II)

## ▶ 地質法

- ▶ 第十條「依第八條第一項規定進行之基地地質調查及地質安全評估，應由依法登記執業之應用地質技師、大地工程技師、土木工程技師、採礦工程技師、水利工程技師、水土保持技師或依技師法規定得執行地質業務之技師辦理並簽證。

前項基地地質調查及地質安全評估，由目的事業主管機關、公營事業機構及公法人自行興辦者，得由該機關、機構或法人內依法取得相當類科技師證書者為之。

- ▶ 第十一條「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。

審查機關應邀請地質專家學者或前條第一項規定之執業技師參與審查，或委託專業團體辦理審查。但具有自行審查能力者，不在此限。



# 地質敏感區機制

地質法§5

地質敏感區  
劃定變更及  
廢止辦法

中央或地方  
研提計畫書

於地方公開  
展示30日

地質敏感區  
審議會審查

中央主管機  
關核定公告

地質敏感區  
審議會組織  
及運作辦法

地質法§6

土地利  
用計畫

土地開  
發審查

資源  
開發

災害  
防治

環境  
保育

地質法§8- §11

相關法令主管  
機關應審查調  
查及評估結果

申請土地開發前  
應基地地質調查  
及地質安全評估

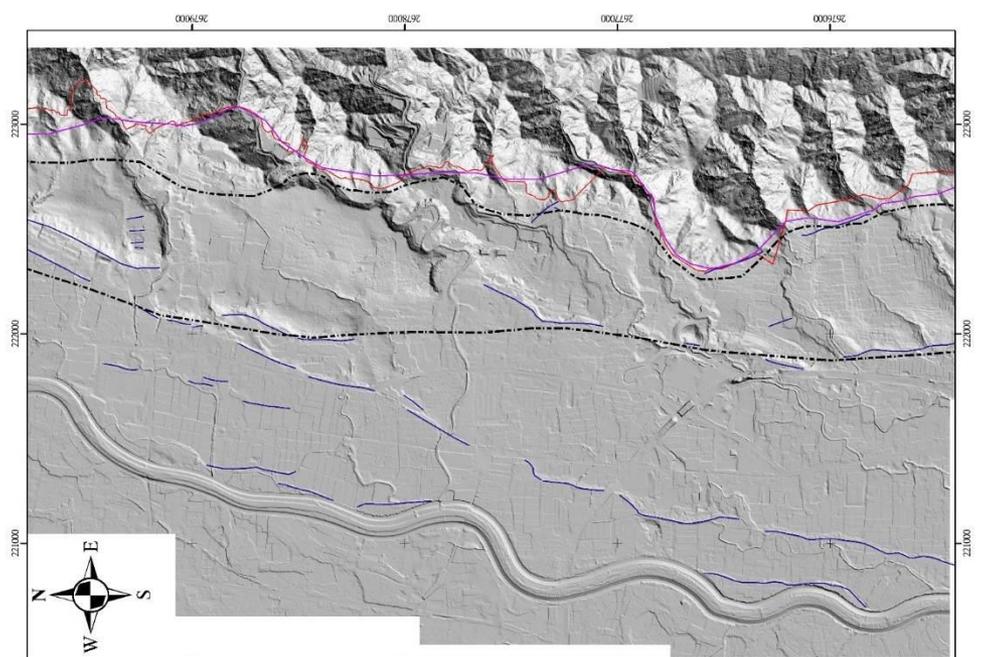
地質敏感區  
基地地質調查及  
地質安全評估  
作業準則

# 車籠埔斷層與新竹斷層

	車籠埔斷層	新竹斷層
運動種類	逆斷層	逆斷層
地震事件	1999集集地震	無歷史紀錄
斷層長度	地表破裂跡總長約100公里 斷層長度約80公里	約16公里
野外露頭報導	有	無
地形資料	Lidar	5m DTM

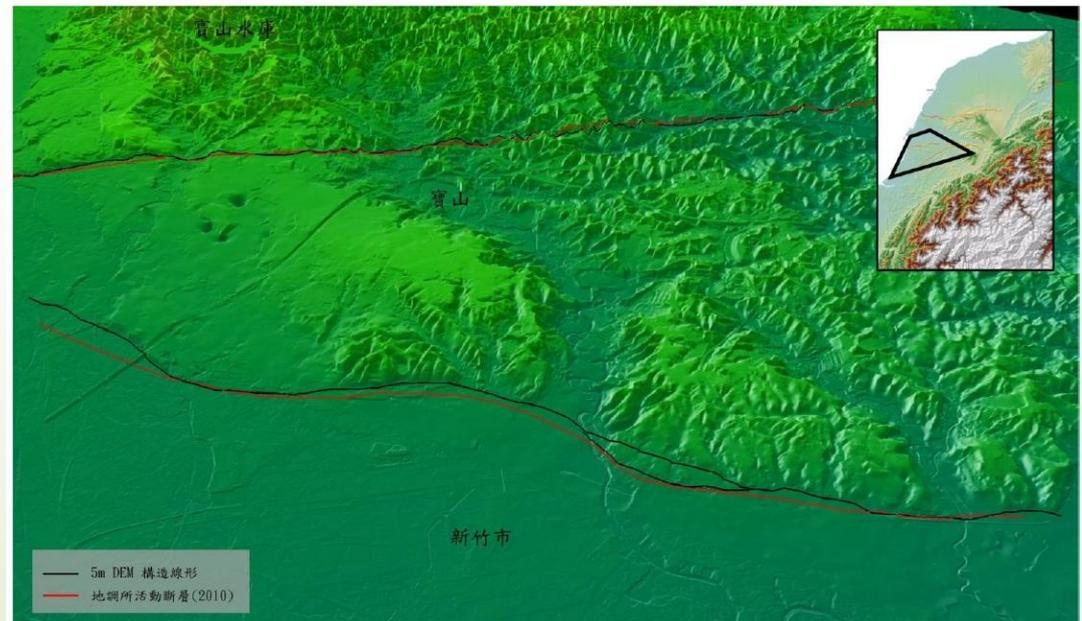
# 車籠埔斷層

- ▶ 車籠埔斷層，為1999年引發芮氏地震規模7.3的集集地震（921集集地震，921地震）的主要活動斷層由車籠埔斷層的古地震研究結果。
- ▶ 過去3,000年以來至少觀察到7次地震事件造成地層錯移，可能還有許多次的古地震事件未被發現，為我國目前發現近期活動次數最多的活動斷層。
- ▶ 車籠埔斷層屬於一條具高度活動性，且發生位置具有高度重複性。



# 新竹斷層

- ▶ 新竹斷層最早為鍾振東(Chung, 1963)標示於新竹地區地質圖中。潘玉生(Pan, 1965)利用地下重力異常資料結合震測，證實新竹斷層之存在。湯振輝與徐兆祥(Tang and Hsu, 1970)與邱華燈(Chiu, 1970)由鑽井資料得知新竹斷層層位落差約200至750公尺。新竹斷層位於竹東丘陵北緣，為近東北東走向之逆衝斷層，被掩覆於沖積層下，可依客雅溪分為東西兩段(江婉綺及劉桓吉，2011)。

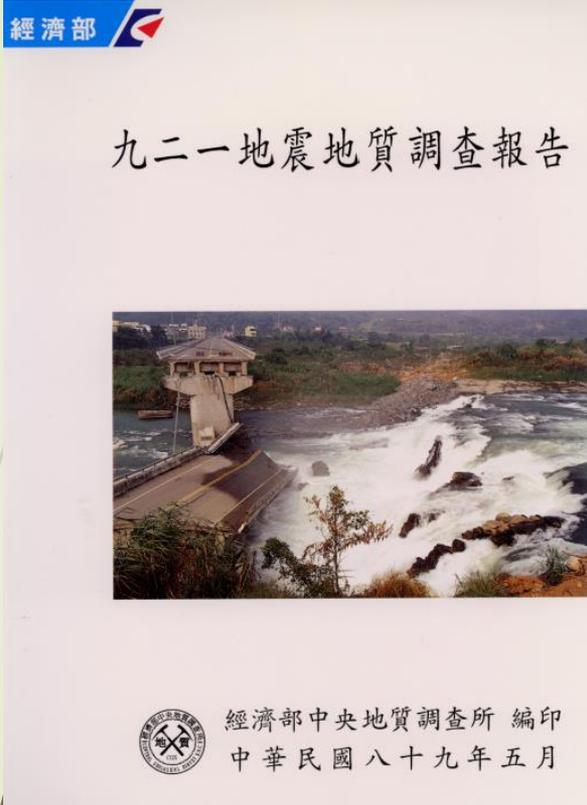


(張國禎等，2011)



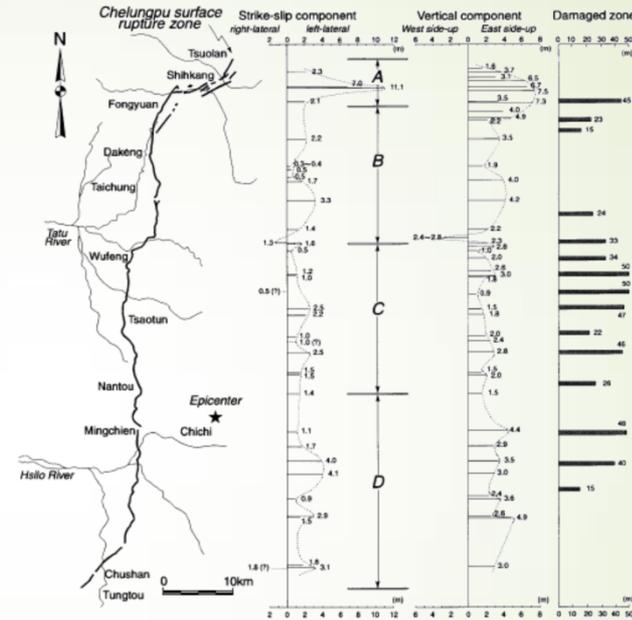
# 車籠埔斷層之評估

# 地震地表破裂直接影響區域

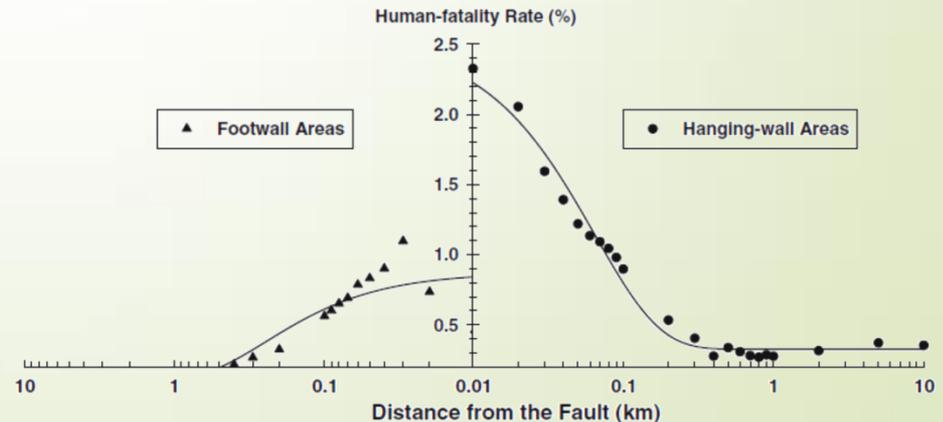


## (2) 斷層測量點編號

由於該斷層破裂線之成果攸關政府災後重建、區域計畫、土地重新規劃及牽涉政府政策性限建、禁建問題，更為了地方機關土地地權處理之方便，遂決定以鄉、鎮、市作為斷層測量點編號之劃分依據，以鄉、鎮、市英文代碼兩碼為首，再續以斷層破裂線編號，之後加 S 表示 GPS 實測點，之後則為測量點編號；測量點編號原則由東而西，由北至南順序編號，斷層跨越鄉鎮市，測量點編號則延續上一點順序繼續編號；另因大部分斷層破裂點均有相當程度（50 公分至 7 公尺）之落差，故幾乎每個測量點（斷面）均測其上盤（0）（照片 5-3）、下盤（2）（照片 5-4），如因地表已整地平滑者，亦以整地後之近似上盤（1）、下盤（3）為區別。

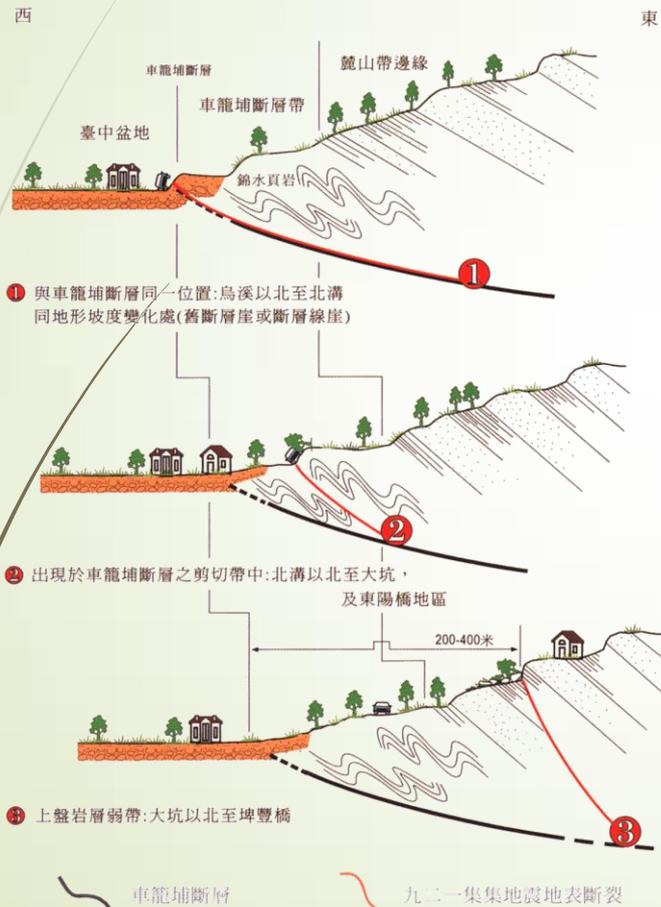


Ouchi et al., 2001

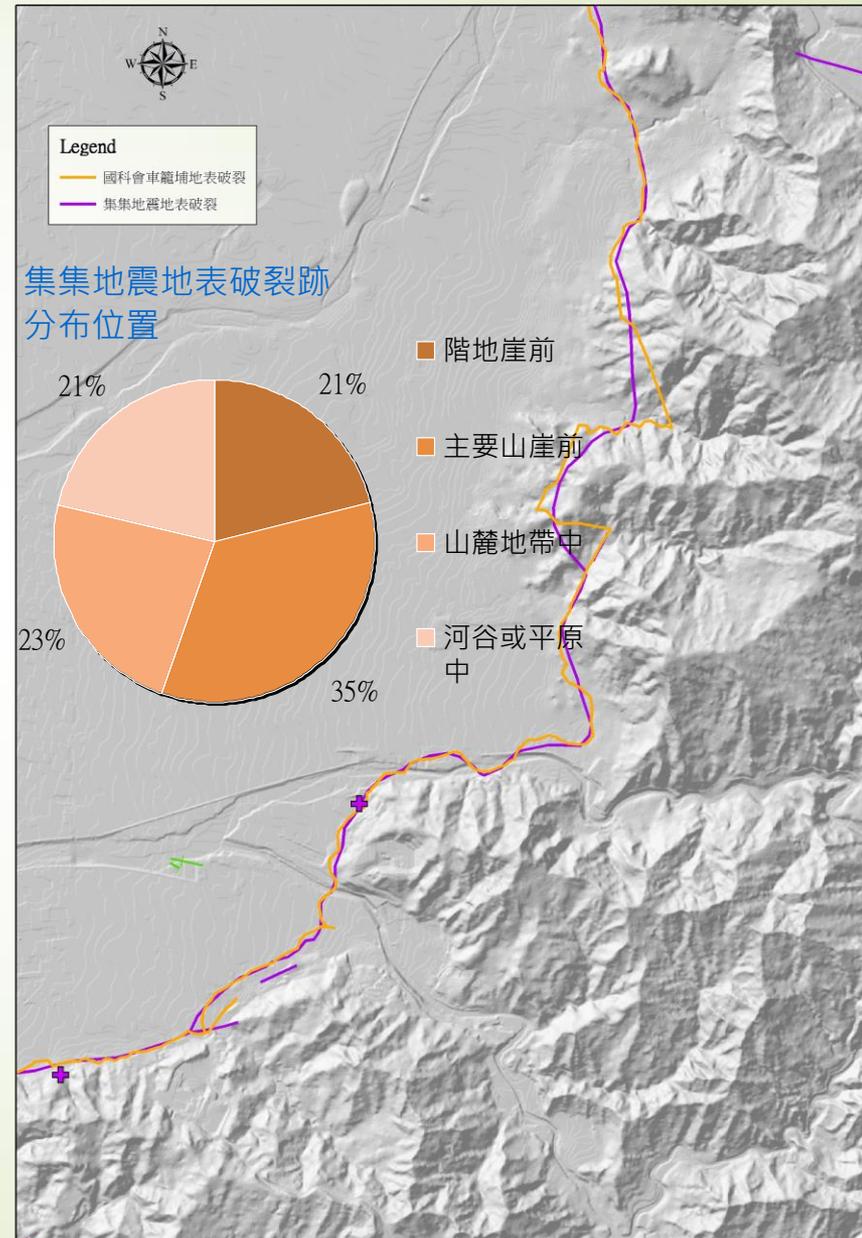


Pai et al., 2007

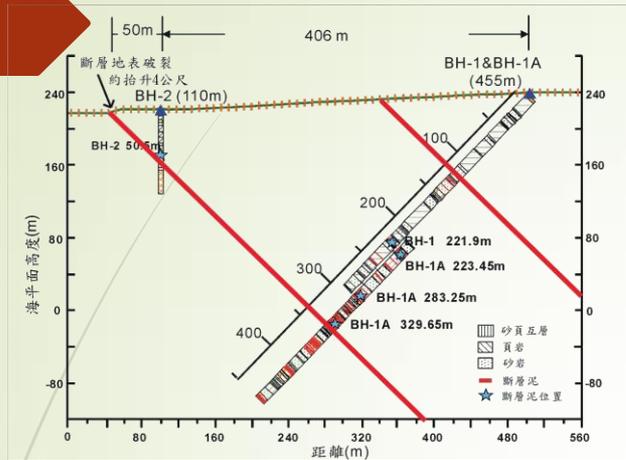
# 易受斷層錯動範圍之評估=>>斷層帶



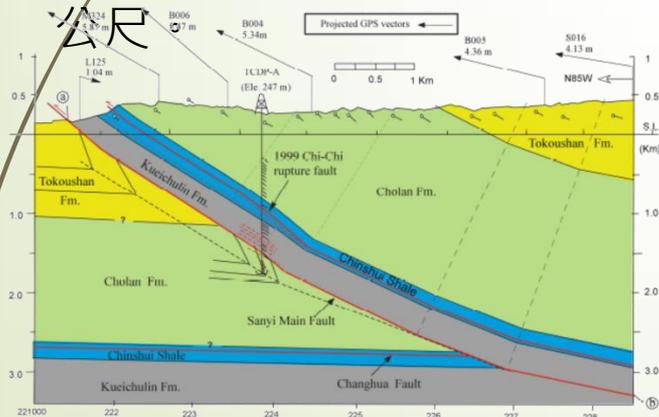
( 陳勉銘與何信昌, 2000 )



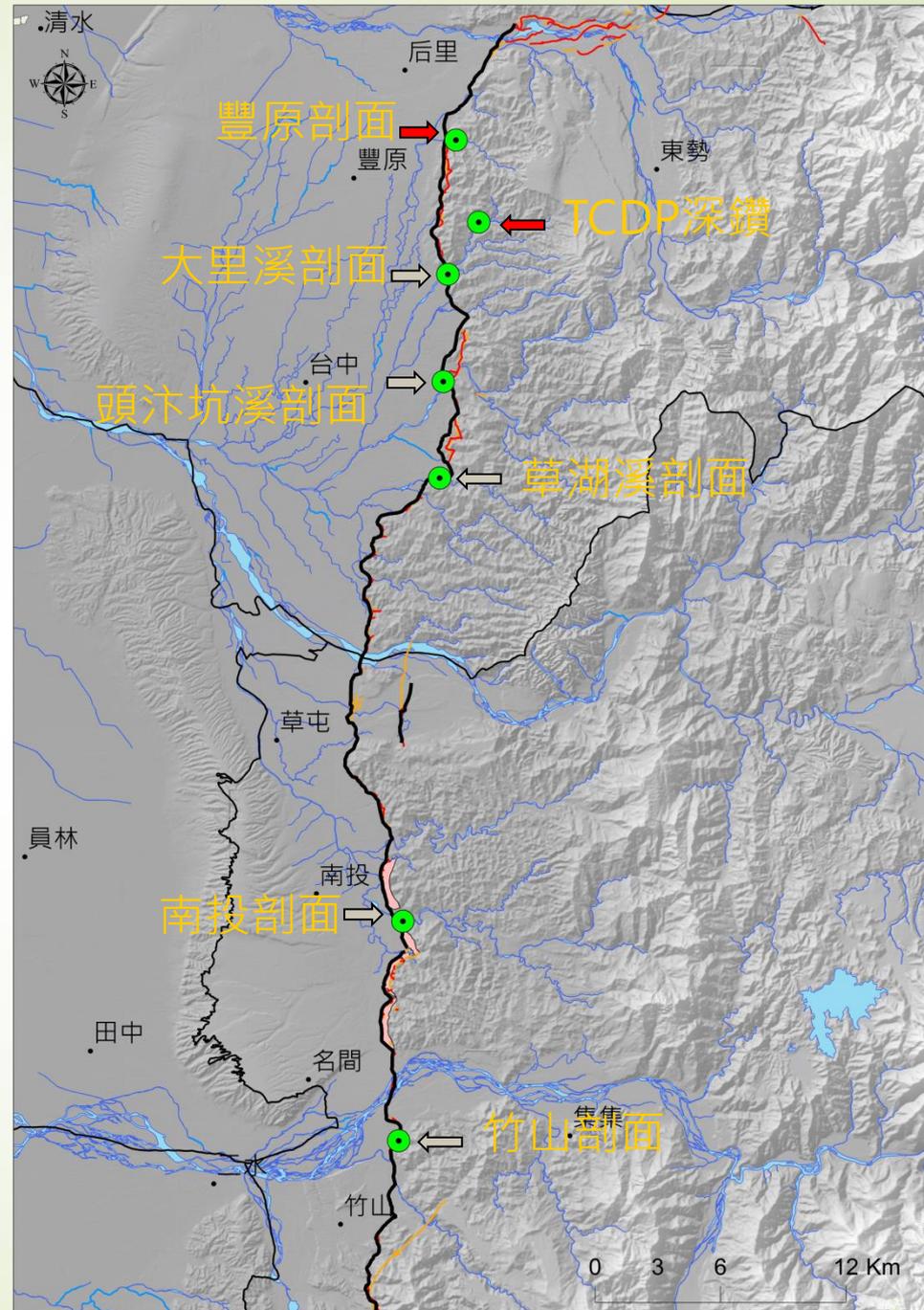
# 斷層帶範圍之評估



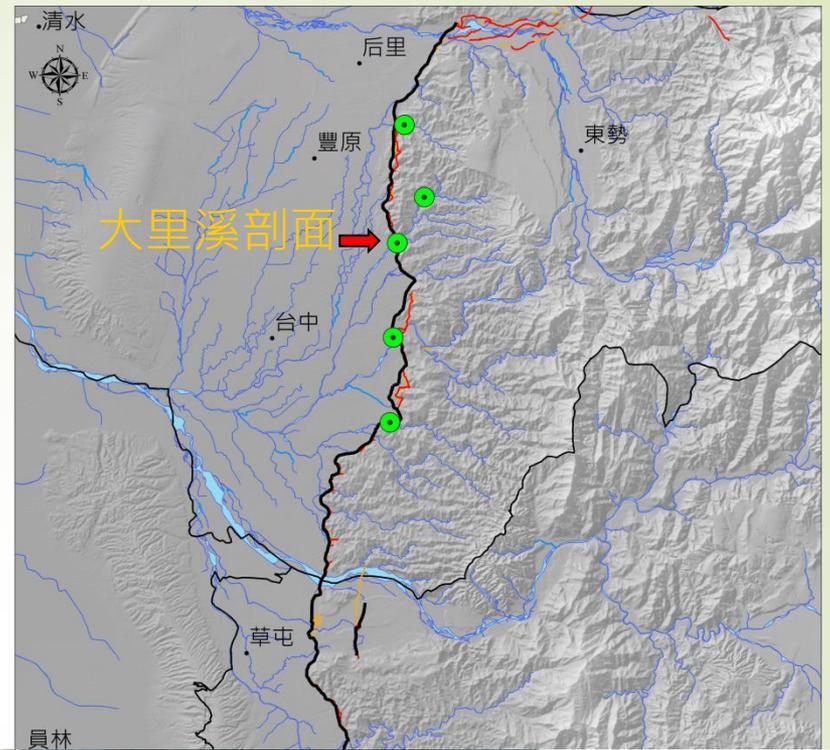
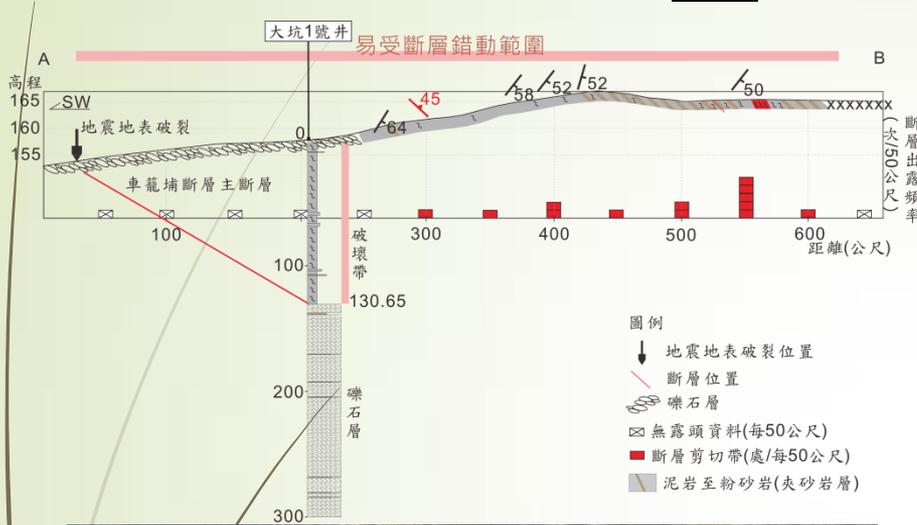
豐原剖面：  
井下斷層帶斜寬約190公尺  
斷層帶投影至平面之寬度約270公尺



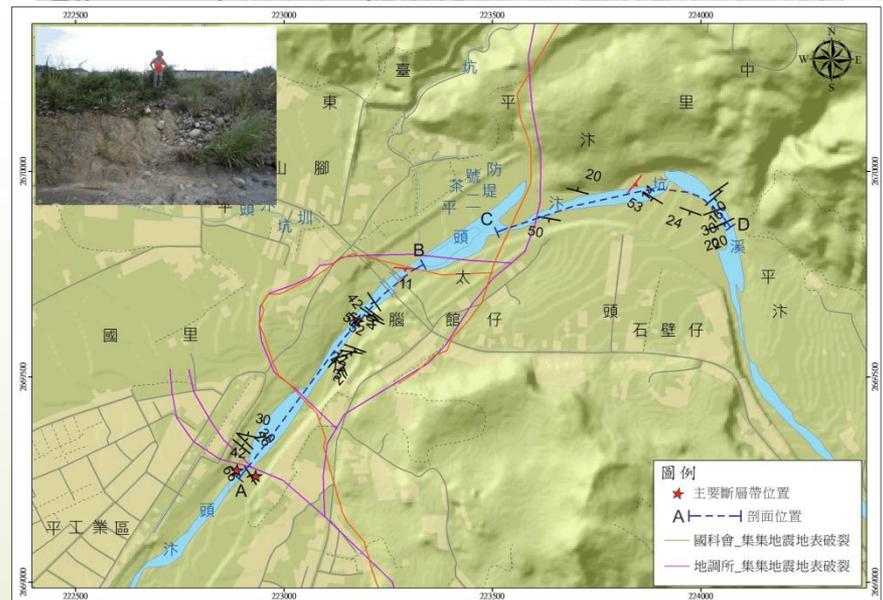
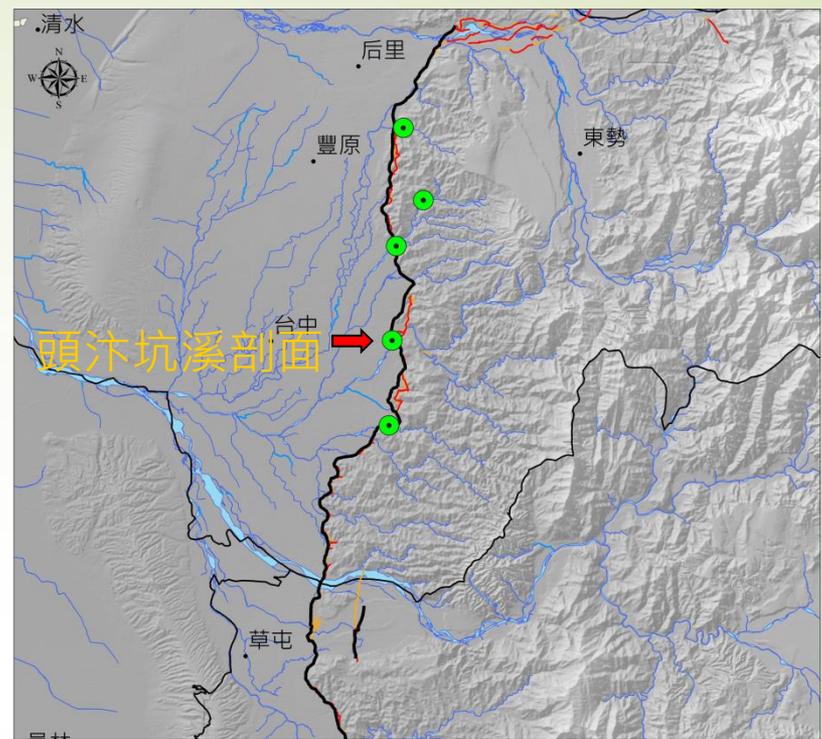
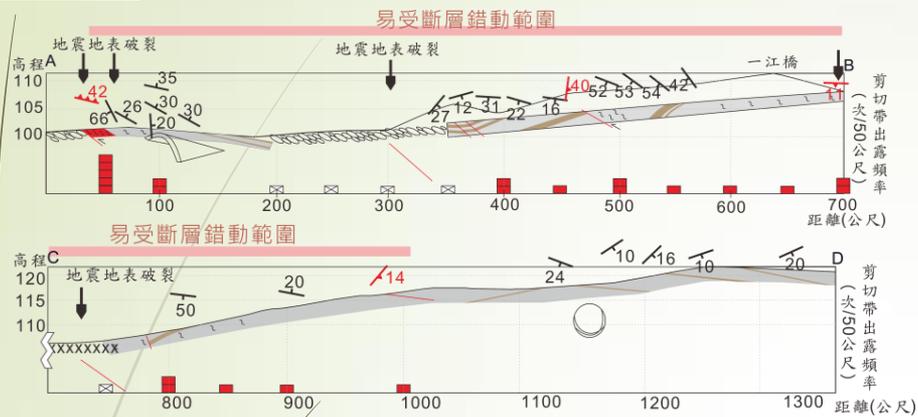
TCDP：井下斷層帶寬約290公尺  
斷層帶投影至平面之寬度約500公尺。



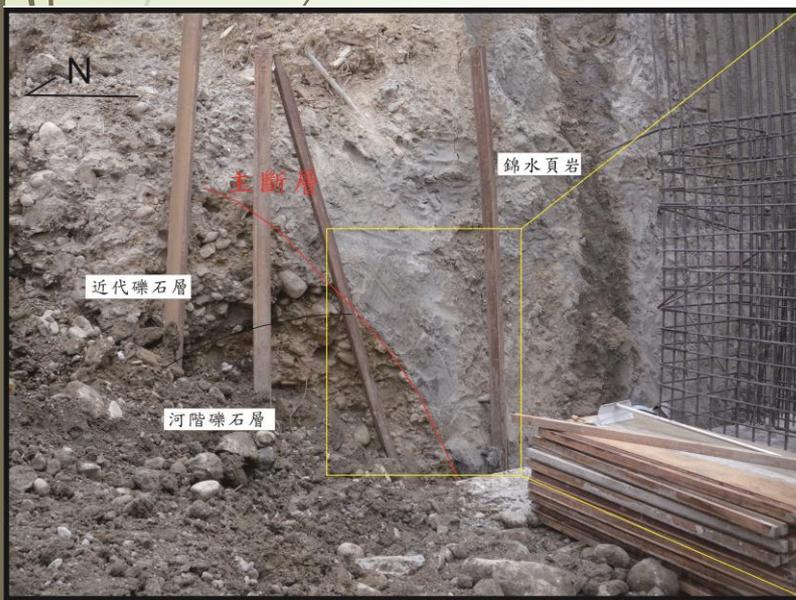
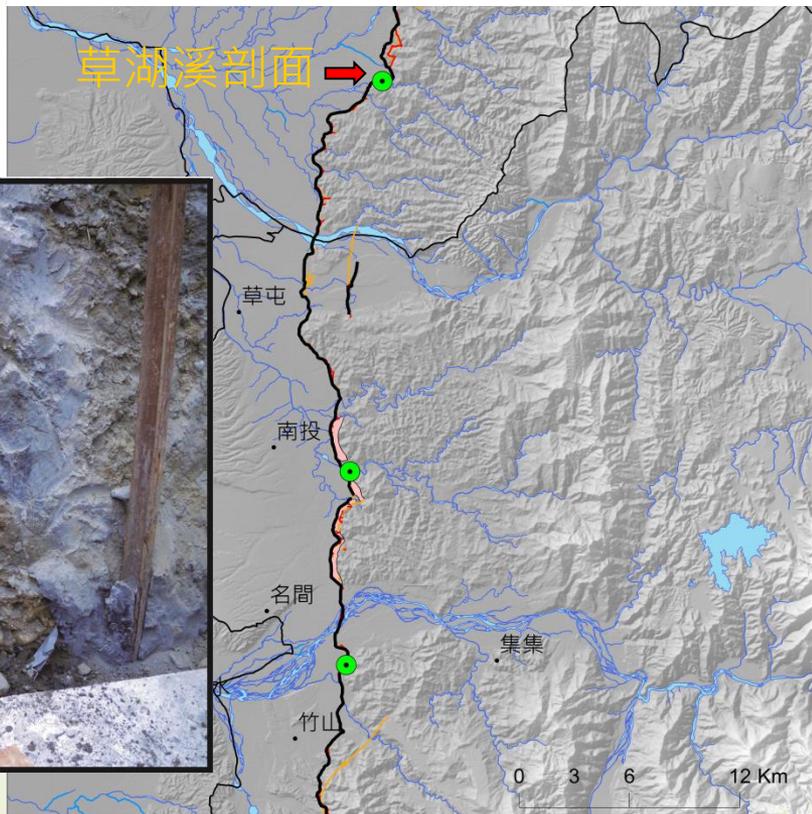
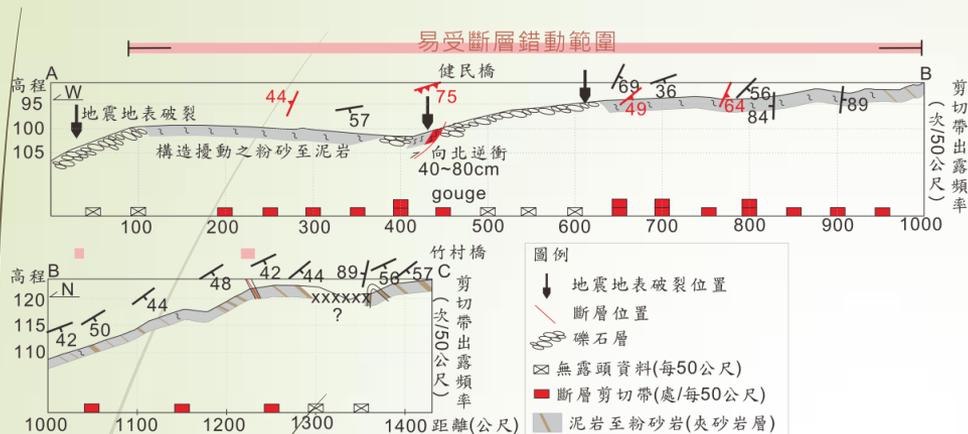
# 大里溪剖面：大坑井井下與地表 露頭合計斷層帶大於440公尺



# 頭汴坑溪剖面：由3-4處的斷層帶共組，總計寬度約850公尺



# 草湖溪剖面：斷層帶的寬度在400-450公尺之間。





# 車籠埔斷層地質敏感區範圍評估

- 車籠埔斷層活動斷層地質敏感區之「地表破裂直接影響之地區」，範圍應為90公尺或略大於90公尺以上較為合宜。
- 評估斷層在活動時易受斷層錯動之區域時，是以1.斷層帶範圍以及斷層跡之位置，2.斷層帶之岩性組成與幾何形貌，3.斷層活動的規模，來進行評估，在地質資料方面又以斷層帶及斷層跡之資訊為主要評估資料。
- 由北而南6處鑽井與野外地質剖面及南投至名間地區間之斷層帶分布資料，評估其中斷層帶影響範圍水平投影寬度約在270-850公尺之間，最大者為頭汴坑溪剖面，影響範圍約為850公尺；斷層帶影響範圍最小者為豐原剖面，影響範圍寬度水平投影約為270公尺。
- 此外，在豐原以東、草屯一帶，集集地震之地表破裂均不沿車籠埔斷層之斷層帶發生，而是沿其他的斷層構造所造成，包括李元希等(2000)所稱之頂埔背衝斷層、石岡壩斷層、石岡斷層、石圍橋斷層、九房厝斷層、梅子斷層、興隆橋斷層、吊神山斷層、上新斷層、內灣斷層及活動中心斷層，草屯地區的隘寮斷層等...

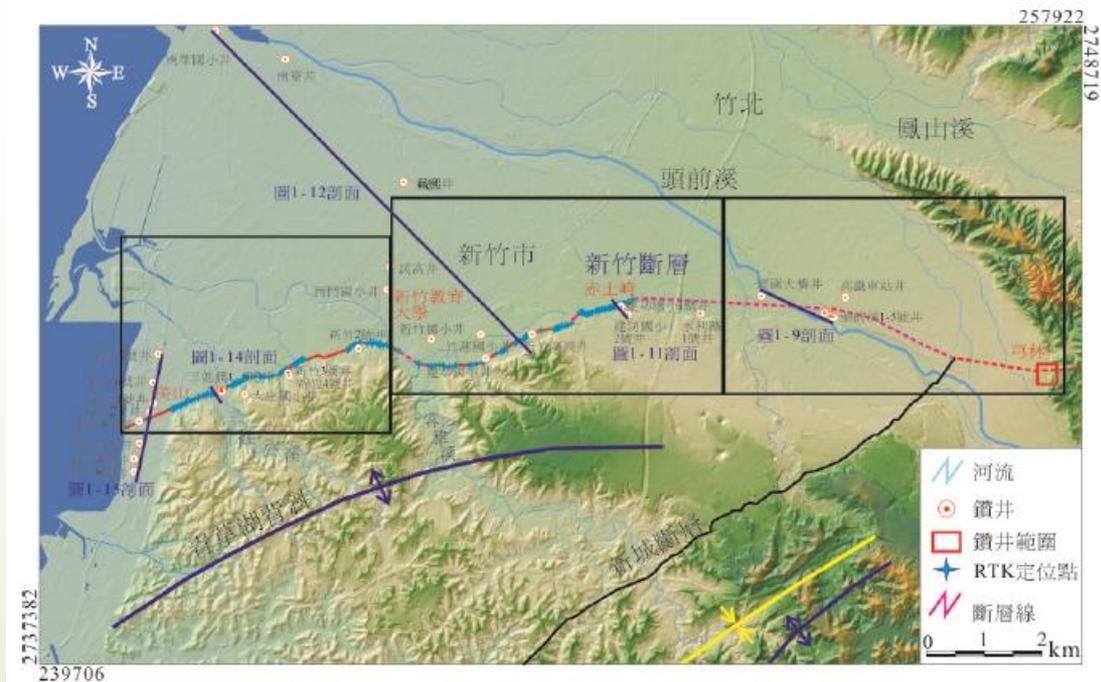


# 新竹斷層之評估

- 無地震地表破裂直接影響區域
- 易受斷層錯動範圍之評估

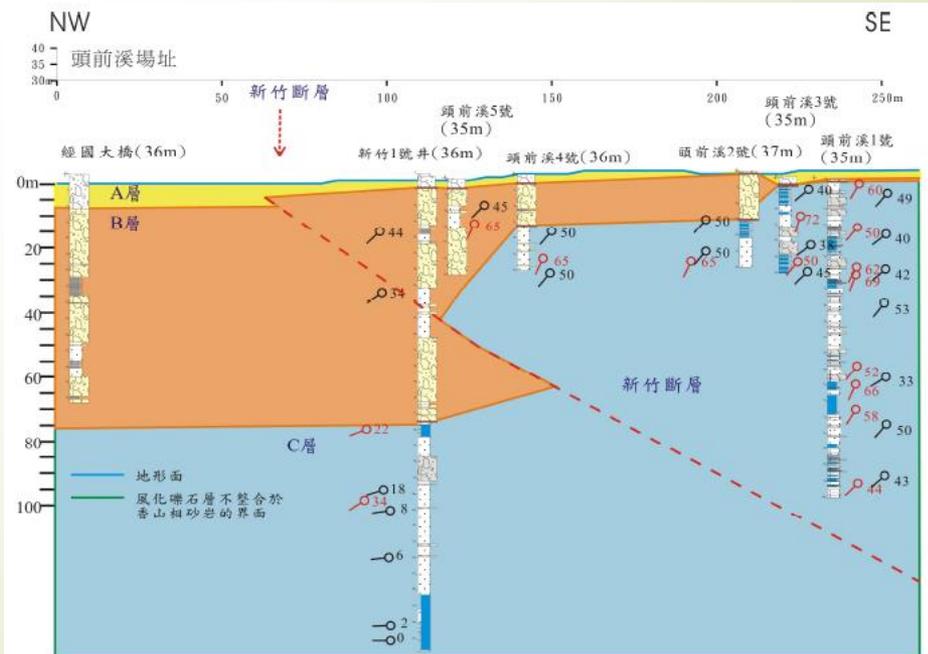
# 新竹斷層斷層位置評估

陳文山等(2012)評估，新竹斷層沿線的地形特性，可劃分為三個區域討論，(1)頭前溪河床，由芎林至赤土崎區段斷層跡位置的誤差範圍可達兩側共100公尺以上。(2)頭前溪以西，由赤土崎經新竹市區，至新竹教育大學。此區段斷層跡位置誤差範圍在斷層兩側共20公尺以內。(3)由新竹教育大學至美山海岸，此區域量測的斷層跡位置誤差範圍可以在兩側共20公尺以內。



# 新竹斷層斷層位置評估

- 新竹斷層斷層跡位置之掌握程度不佳，僅有兩處鑽井剖面(三姓橋1至5號、新竹3至4號)，此原因如下：(1)新竹斷層位置隱伏過深，鑽井不易鑽遇；(2)地形崖已受侵蝕後退，學者不易由地形準確判斷斷層跡位置，導致無法鑽遇斷層；(3)斷層尖端位於礫石層之中，由於礫石層中，斷層導致之變形行為較難發現，因此未能發現斷層存在。其餘地區之斷層位置雖可透過構造地形之初判，但並未能確定。





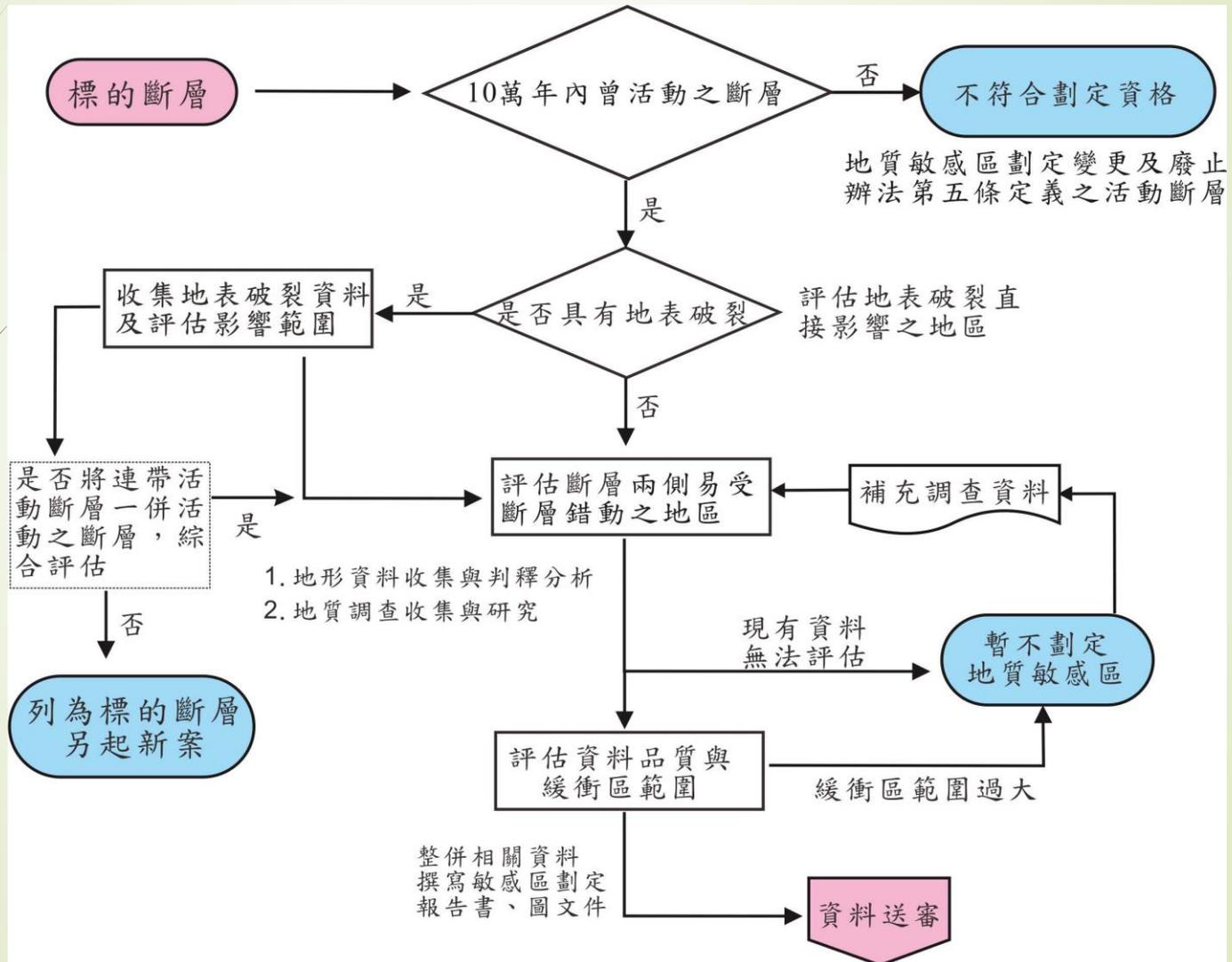
# 新竹斷層地質敏感區範圍評估

- 考慮新竹斷層活動斷層地質敏感區之範圍時，考慮斷層帶之資料，則地質敏感區之範圍應該在100公尺左右較為合理，但是若加上斷層跡位置不確定性的考量(兩側20-200公尺)，則地質敏感區的範圍將變大至140-500公尺，地質敏感區範圍將大幅擴大。
- 加強調查區概念？

# 評估結果與建議-

- ▶ 在評估「活動斷層地質敏感區」時，須了解斷層位置，斷層帶資訊等斷層特性，斷層位置方面須將構造地形與地質資料、斷層帶資料納入考量，甚至引為劃定主要資料。
- ▶ 但是劃定同時須考量地質資料的品質、不確定性，在資料品質過差時，應採區段劃設，放棄資料不足的部分區段，待資料充足在加以探討；並在劃定收集資料同時，註記資料的精準程度，必要時增加緩衝區域，以免發生評估範圍過小、致災的缺憾。
- ▶ 但在既有的其他相關法令中，並無對於相關活動斷層有明確之資料品質控制。

# 活動斷層地質敏感區之劃定評估流程





報告完畢  
敬請指正