



EJ095200135085

師大地理研究報告  
第35期 民國90年11月  
Geographical Research  
No. 35, November, 2001

# 臺灣中部活斷層的分布與地形特徵

## Distribution and geomorphic characteristics of active fault in central Taiwan

張瑞津<sup>\*1</sup>                      楊貴三<sup>\*2</sup>  
Jui-Chin Chang              Guey-San Yang

### Abstract

Using aerial photograph interpretation and field investigation, the active faults are recognized in central Taiwan. They distributed in western foothill between Ta-an river and Cho-shui river and late Pleistocene tablelands including Ho-li, Ta-tu, Pa-kua and Hsin-she. The faults are striking north to south mainly and thrusting over from east to west. The morphology of active fault such as fault scarp, flexural scarp, range-facing scarp are significant. Most of faults have I and II in certainty level. The amount of deformation on old terraces are larger than that of the new ones. It shows the accumulation of faulting since Pleistocene. Under the effect of Che-lung-pu fault, the Tai-chung basin have subsided and asymmetrical anticline occurred on the Ta-tu and Pa-kua tablelands which produced the channel diversion in the lower drainage system, such as Ta-chia River diverted to Wu River. According to the faults truncating through lower terraces and flooding plain in Chi-chi earthquake, the faults along the foothill of central Taiwan are still active up to recent time.

Keywords: active fault, geomorphic characteristics Chi-chi earthquake, aerial photography interpretation, Taiwan

---

<sup>\*1</sup> 國立台灣師範大學地理系教授

<sup>\*2</sup> 國立彰化師範大學地理系教授

## 中文摘要

利用航空判讀及野外調查探討，台灣中部活斷層的分布與地形特徵。中部活斷層分布於大安溪與濁水溪之間之山麓帶，以及后里、大肚、八卦、新社台地。這些斷層以南北向的逆斷層為主，斷層崖、撓曲崖、反斜崖等斷層地形明顯，斷層確實度多屬 I 或 II 級。較老階地有較高的變化量，證明活動斷層具有累積性。受到車籠埔斷層影響。台中盆地下沉，大肚、八卦台地隆起，引起河川改道，如大甲溪改向烏溪。根據斷層切過低位河階及氾濫平原，中部沿山麓的斷層活動持續至今。

關鍵詞：活斷層、地形特徵、集集地震、航照判釋、台灣。

## 一、緒論

臺灣位在環太平洋地震帶上，地震頻繁，常造成不同程度的災害，尤以1935年關刀山地震最為嚴重。1999年9月21日集集地震，再度使臺灣中部重創。引發地震的斷層活動，造成土地的變位、變形，在地表上留下一些地形的痕跡，如斷裂、撓曲或錯移(offset)，因此藉由航照判讀變位地形確認活斷層的位置，分析其確實度，研判活斷層與地形面之關係，並推論其河道變遷。其成果可提供地質、地球物理進一步研究的基礎，對地震減災的工作具有實際的效益。

### (一)活斷層的認定與確實度

活斷層的認定方式，可運用地質與地形的理論與技術，以及遙測、地震、地球物理、考古學與歷史資料等來比對，其中最簡便者乃利用航照判讀辨認地表形態特徵。而活斷層的地形特徵，重要者包括下列數種(日本活斷層研究會，1980、1992)：

1. 線狀構造(Lineament)
2. 造構崖(Tectonic scarp)：包括斷層崖(Fault scarp)、撓曲崖(Flexure scarp)、斷層小崖(Fault scarplet)、反斜斷層小崖(Antithetic fault scarplet) 及三角切面(Triangular facet)等。
3. 造構窪地(Tectonic depression)：包括斷層谷(Fault valley)、地塹(Graben)、裂谷(Rift valley)、斷層溝(Fault trench)、斷層池(Fault sag)、斷層鞍部(Fault saddle)、斷層角盆地(Fault-angle basin)、斷側窪(Kerncol)等。
4. 造構隆起(Tectonic bulge)：包括地壘(Horst)、斷塊脊(Fault slice ridge)、壓力脊(Pressure ridge)、拱丘(Bulge)、斷塊山(Fault-block mountain)及傾動地塊山(Tilt-block mountain)、斷側丘(Kernbut)。

5. 水平斷錯地形(Laterally offset landform)：包括斷錯河(Offset stream)、斷錯河階(Offset river terrace)、斷錯山腳(Offset spur)、閉塞丘(Shutter ridge)。

依照上述的活斷層地形特徵，日本活斷層研究會(1980, 1992)建立了確實度(certainty)作為確認活斷層存在的準則。本文及中央地質調查所均以此作為調查的依據(中央地質調查所, 2000)。確實度分為三級：

確實度I：具有下列一項明確的斷層變位性質及位置者：

- (1)數條山稜及河谷呈現有系統之橫移。
- (2)一個延續且確定之同時代地形面為一斷層崖所截切。
- (3)數個時代不同之地形面為一斷層崖所截切，並顯示變位的累積性。
- (4)同一地形面有顯著之撓曲、反斜、傾動等。
- (5)有錯斷第四紀地層的斷層露頭。

確實度II：可推知斷層之變位性質及位置，但仍缺乏做為確實度I的資料者：

- (1)僅2~3條以下的山稜及河谷有橫移現象者。
- (2)疑為斷層崖地形之兩側地形面時代不同。
- (3)無明顯之基準地形面(如山坡無基準地形面者)。

確實度III：斷層變位之性質不明，可能沿著斷層發生河蝕、海蝕或差別侵蝕而造成線形者。

## (二)研究方法

本研究針對台灣中部17條活斷層加以調查，研究的方法包括下列各項：

1. 航照判讀：利用立體鏡觀察並判讀集集地震前之航照(比例尺約為1：17,000)，先找出活斷層存在的地形特徵和相關的地形面，對照1：25,000地形圖以及1：5,000的像片基本圖，描繪活斷層分布草圖。
2. 地形計測：根據1：5,000之像片基本圖計測地形面高度、斷層崖高差與測繪斷層剖線。
3. 野外實察：先辨認幾個地層為鍵層(key bed)，幾個地形面為鍵面(key surface)，再利用這些鍵層和鍵面確定活斷層的存在。現地核查航照判讀與地形計測的結果。
4. 資料分析：根據上述各項所得的資料，建立活斷層資料檔，將活斷層的確實度(certainty)分為三級，分析活斷層地形特徵，活斷層與地形面之關係，繪製活斷層分布與主要地形面圖，並分區加以比較，以推論河道變遷的概況。

## 二、活斷層的分布、確實度及其地形特徵

臺灣中部的活斷層主要分布於西部山麓帶、后里台地、大肚台地、八卦台地及新社

河階群(圖1)。山麓帶東側主要由上新世至更新世的錦水頁岩、卓蘭層和頭嵙山層所組成，西側下盤則由第四紀的頭嵙山層、紅土台地堆積層或沖積層所構成(圖2)。台地及河階群多為第四紀晚期紅土礫石台地，紅土厚數公尺，其下有數十公尺厚之礫石層，更下為頭嵙山層包括礫岩為主的火炎山相及砂頁岩為主的香山相。以下就各區斷層之分布、確實度及其地形特徵分述如下：

### (一)車籠埔斷層帶

車籠埔斷層原指北自豐原，南至名間，介於大甲溪及濁水溪之間，大致沿台中盆地東側豐原丘陵及南投丘陵山麓之南北向斷層，長約80公里。1999年9月21日車籠埔斷層的再活動引發了芮氏規模7.3的地震，但本次地震活動所造成地表變位的範圍比原有的車籠埔斷層更大，向北跨越大甲溪、大安溪斜向東北東延伸至卓蘭，向南則越過濁水溪，經竹山至桶頭與大尖山斷層相接，長達100多公里，稱為廣義的車籠埔斷層。車籠埔斷層大部分沿台中盆地與西部山麓丘陵邊界而發展，當其切過河階，造成明確的斷層崖。由南而北，各段的變位地形及確實度敘述於後：

#### 1. 山坪頂

山坪頂位於瑞竹東北方約2公里處，其地形面主要分布於山坪頂林道至加走寮溪間，有FT(低位河階)面3段。根據航照判讀及野外觀測發現，斷層切過加走寮溪的第3階，形成一條東北—西南走向，長約0.3公里的斷層小崖，東側上升4m，相當明顯，確實度I級(圖3-1)。集集地震時造成垂直變位約0.3公尺，右移變位1.7公尺；而西南沿山麓處則有明顯直線崖，確實度為II級。

#### 2. 大坑

竹山鎮南方約3公里的地方，大坑的中心崙林道附近。大坑圳有二階低位河階，其中較高一階，為車籠埔斷層截切，形成20公尺高、平整的斷層崖，長約300公尺，確實度為I級(圖3-1)。集集地震時，沿著斷層崖底再度斷裂活動，垂直變位量約10~50公分。

#### 3. 延平

延平河階群位於竹山市區東方約3公里處，由東埔蚋溪遷移下切所成，共有FT面4段，階地由南向北逐漸降低。車籠埔斷層位於河階群西側，根據航照判讀及野外觀測發現，4段低位河階西緣有明顯的撓曲崖，崖高分別為35、25、10、5公尺，顯示斷層活動的累積性。牛埔頭子FT2面西緣之反斜崖、初鄉FT1面東部60公尺高的撓曲崖以及藤湖階地(FT4)東傾的現象，均為斷層所造成的變位地形，確實度均為I級(圖3-2)。集集地震時斷層變位主要以垂直變位為主，沿FT1、FT2、FT3、FT4河階及FP面變位，變位量約1~3公尺左右。在東埔蚋溪下游河床隆起約1.5公尺，使得河水受阻積水成潭。竹山延平加油站附近，東側地面則抬升約2公尺。陳文山等(2000)則認為除了車籠埔斷層外，

該處還有一條斷層位於FT1面與FT2面之間，但後者之斷層崖呈緩坡，斷層地形不明顯。

#### 4. 水底寮

水底寮地區位於名竹大橋南邊約1公里處，其階地分布在濁水溪南側，水底寮附近，共有3段，是由濁水溪流路向北遷移下切所形成。根據航照判讀及野外觀測發現，水底寮附近的FT3階地有明顯的東北傾，並有10公尺高的斷層小崖和古濁水溪流向呈直交，確實度為I級。其西北延部分為一條長約0.4公里的撓曲崖，崖高1~8公尺，確實度為I級(圖3-2)。他里溫地區則有階地與山麓共同所形成的直線崖，分界相當明顯，確實度為II級。集集地震時，斷層變位經過FT3，隆起變位量由數十公分至3公尺不等。在水底寮西北方茶園附近，地表隆起量約1.5—3.5公尺，東側上升，破裂形態以撓曲崖為主，而水底寮附近隆起量約為1公尺。水底寮地區在集集地震時，不僅有垂直的變位，而且同時有左、右移水平變位發生，左移變位量約10~170公分，右移變位量約130~500公分，可視為偽水平位移現象(李錫堤等，2000)。

#### 5. 千秋斗

千秋斗河階位於平林溪谷口，共有2段，由平林溪下切所形成，階地由南向北逐漸降低。2段低位階地為車籠埔斷層截切，產生8公尺及15公尺之撓曲崖，確實度I級(圖3-3)。集集地震時，斷層變位主要切過FT面及氾濫平原。野外觀測名間鄉第六公墓FT1露頭，土壤顏色以黃色為主，礫石組成以中礫為主夾帶大礫，覆瓦方向為北偏西27度。礫石具有石英脈，原岩為石英岩和變質砂岩，推知此處沉積物質來自濁水溪。

#### 6. 樟平溪谷口

樟平溪谷口位於中興新村東南方約2.5公里處，其階地共2段，主要由樟平溪下切所形成。階地西緣有兩條南北平行斷層，與河道直交，兩者東側均上升約8公尺。西斷層具撓曲崖，確實度為I級，東斷層則斷崖較不明顯，確實度為II級(圖3-3)。集集地震時，西斷層主要切過FT2面及沖積平原，同時產生30~50公分垂直變位量，並在東山路造成50公分垂直變位量。野外觀測發現在南投酒廠東北側FT2河階之露頭，土壤顏色以灰黃色為主，礫石組成以中礫為主夾帶少許大礫，覆瓦方向約南偏西30度，礫石的原岩以石英岩、砂岩和變質砂岩為主。東斷層在集集地震時，產生3—10公分寬的張裂現象，導致擋土牆破裂，露出砂岩為主的底岩，上覆有黃色的土壤及1.5公尺厚的礫石，覆瓦方向大致為南偏西45度。由上述兩地的覆瓦方向和原岩，可推測當地沉積物的來源主要為水里地區的濁水溪。

#### 7. 草屯、隘寮

由烏溪所形成的草屯河階共有四段低位河階，而切過此河階群的斷層共有四條，包括草屯斷層、隘寮斷層、培英斷層及草屯支斷層(圖3-3，圖4剖線7、8)。草屯斷層由烏

溪橋西南方，經草屯中山公園與草屯工商之間向南延伸，長3.3公里。Ku, C.C.(古兆禎)(1963)圖示此斷層，但以問號表示。石再添等(1985)以其有直線狀斷層小崖，隘寮溪在隆起側的河床露出底岩，而定其確實度為I級，並認為此斷層可視為車籠埔斷層的一段，為本區之主斷層，而隘寮斷層為其副斷層。中央地質調查所(1999)提及此斷層在集集大地震時，於原地再度活動，垂直位移1至3公尺，隘寮溪河床在斷層上盤(隆起側)露出錦水頁岩。Ota et al(2001)發現草屯斷層南段有明顯的撓曲崖，由挖溝得知其為逆斷層，斷層面切過礫石層，而在疏鬆細堆積物上則因塑性較大而有倒轉皺曲；上下盤地層縮短約1~1.4公尺，與此地的垂直變位量相等；由最老沈積物的變形推知，此斷層上次的活動不老於300~500年前。本研究發現本斷層東側的富寮、南開、御史等地形面東傾，以及中山公園東北側的斷層帶小斷層露頭。

隘寮斷層由雷公山面西端向北延伸，經隘寮、北勢湍至烏溪北岸的象鼻橋，長5.0公里。石再添等(1985)發現其有明顯的反斜斷層小崖切過數個地形面，隘寮附近崖緣露出礫層撓曲構造，北勢湍北側沿斷層線侵蝕成300公尺長的直線谷，隆起側的富寮面向西傾動，故定其確實度為I級。中央地質調查所(1999)提及集集大地震時，隘寮、宅內、下炭仔、北勢湍一線之隘寮斷層再度活動，並向北切過堤防與河床沖積層，造成西高東低的變位，於北勢湍溪底附近垂直位移約數十公分至1.2公尺，為一背衝斷層。此外，本研究發現烏溪北岸象鼻橋的階地西高東低，為隘寮斷層所經。

培英斷層為培英面西側崖線，走向南北，長1.6公里，與烏溪流向直交，其北段於集集大地震時亦有活動，南段具撓曲崖，確實度為I級。

草屯支斷層由隘寮溪向西南沿草屯中山公園西側，轉向東南至草屯中正路與中興路口處，呈向西凸出之弧形，長0.7公里，具斷層小崖。因其切斷南開面，故確實度為I級。集集大地震時在原地活動，垂直位移小於50公分。

由上所述，集集地震前，草屯斷層切過3段階地，形成斷層小崖，隆起側的地形面由老到新依次為FT2面的富寮面，FT3面的莊內面和南開面，FT4面的御史面，其變位量分別為15、10、5公尺。隘寮斷層亦切過3段階地，形成反斜斷層小崖，下游側隆起，隆起側的地形面由老到新依次為FT2面的雷公山面和富寮面，FT3面的莊內面，FT4面的御史面，其變位量分別為10、6、4公尺。總之，草屯斷層和隘寮斷層均切過數段地形面，在愈舊地形面上的變位量愈大，顯示其活動的累積性。

## 8. 冬瓜山

車籠埔河階群位於車籠埔的東北方，頭汴坑溪南岸，為頭汴坑溪曲流發生頸切斷所形成，大致呈半圓形。冬瓜山斷層呈北北西—南南東走向，長約1.2公里，切斷上下兩段曲流河階，成15公尺及6公尺之直線狀小崖，確實度為I級(圖3-4，圖4-剖面9)(石再添等、

1985, 楊貴三、1986)。西側 FT2河階與頭汴坑溪沖積扇之交接處, 存有直線崖及撓曲崖, 崖高5m, 確實度為I級, 為車籠埔斷層之一段。集集地震時, 主要沿冬瓜山斷層變位, 其變位量可能如其北方一江橋附近者, 達3公尺。

#### 9. 大里溪谷口

台中市區東方約5公里處的大里溪谷口南岸有兩段低位階地, 其西緣有10公尺及15公尺之崖, 可能為階崖再受斷層抬升, 確實度為II級(圖3-5, 圖4-剖線10)。此斷層崖向北延伸至軍功國小西側, 則有2公尺斷層小崖, 與河流直交, 確實度為I級。集集地震時, 則在此產生垂直變位量約3.5公尺。

#### 10. 龍虎斗(潭子東方)

軍功寮以北至豐原部分, 發現有兩條明顯構造線, 一條位於山麓沖積扇與平原交界處, 另一條則位於山麓沖積扇與丘陵交界處, 兩條走向均為南北。山麓沖積扇群上有背斜及向斜, 扇端均有撓曲崖如日月山莊一帶, 部分地區如龍虎斗, 有明顯的斷層小崖(圖3-5, 圖4-剖線11、12)。由於旱溪西岸無對應的階崖, 故判定為斷層所成, 確實度為I級。沖積扇群與丘陵之間的直線山麓線, 則有兩條左移的斷錯河, 確實度為II級。集集地震在此段變位量約1~4.5公尺, 同時產生山崩及5~30公尺變形帶。

#### 11. 翁社(豐原東北)

中等學校教師研習會位於豐原市東北方約2.3公里處, 在教師研習會附近有明顯的階崖, 高約10m, 與大甲溪古流路一致, 故推定為河階崖與斷層崖共同作用生成, 確實度為II級(圖3-5, 圖4-剖線13)。集集地震時, 形成3~6公尺的變位量, 東側較西側高。影響的變形帶寬達35公尺。

#### 12. 埤頭

埤頭位於大甲溪埤豐橋的南端, 石岡西方約1公里處。附近發現一條東北—西南走向, 長約0.4公里、高約2公尺的崖線與流向直交。同時在埤頭至石岡第一公墓則有一條長1.5公里東西向、高約2公尺的斷層小崖(圖3-6, 圖4-剖線13), 李元希等(2000)指出此崖在豐勢橋以西最明顯, 向兩側則遞減。Hsieh et al(謝孟龍等, 2001)則發現此崖地層傾角, 南北有異, 南側小於20度, 北側高達70度, 且有0.7公尺厚的斷層泥。其崖向南, 背對大甲溪河岸, 為車籠埔斷層之背衝斷層, 其確實度均為I級。橋東北方頂埔至石岡壩北端之反斜崖, 高約1公尺, 確實度為I級。集集地震時, 此處為地震斷層轉彎地區, 由於能量的釋放, 使得石岡壩北端產生最大的垂直變位量, 高達9.8公尺, 地形變形帶寬達80公尺, 同時產生一些較小的東西向斷層及地壘構造。

#### 13. 卓蘭—內灣

位於卓蘭東南東方約2公里處內灣、上新之階地, 由大安溪下切所形成。在內灣村

東北方發現一條約0.7公里南北走向的反斜斷層小崖，截斷兩段高位河階，確實度I級(圖3-6，圖4-剖線15)。在上新低位河階則發現有1公尺高的直線反斜小崖，西側上升，確實度為I級。北延至卓蘭高中東北側，斷層西側之FT1階地東傾。此斷層東側之FT3階地東緣和丘陵交界處則有直線崖，確實度為II級。向北延伸的直線谷，確實度則為III級。集集地震時，不僅造成地表隆起量0.5~6公尺高，同時還在老莊溪及大安溪河床上，產生堰塞湖、山崩及地壘構造等地形。

## (二)后里台地

本台地的活斷層有西部的大甲、大甲東、頂店東、鐵砧山等4段，及東部的屯子腳、三義兩段(圖5，圖6-剖線1)。

### 1. 大甲斷層

大甲斷層經過大甲聚落東緣，沿后里台地西緣分布，林朝榮(1957)稱之為大甲斷層，為中國石油公司地質圖(1971)彰化斷層之一段。石再添等(1984)及楊貴三(1986)指出大甲斷層在后里台地全長5.7公里，東北走向，且直線狀撓曲崖穿過6個地形面，崖高25~145公尺，為后里台地西部的主斷層，確實度I級。而且其北端在大安溪南岸鐵砧山北側之頭崙山層由水平排列至本斷層附近轉為近乎直立，亦為一良好佐證。

### 2. 大甲東斷層

大甲東斷層經過大甲東聚落西緣，林朝榮(1957)稱之為大甲東斷層，古兆禎(1963)及中國石油公司地質圖(1971)均有圖示，其為4~20公尺高的直線狀反斜斷層小崖，切過四個地形面，西側有背斜隆起。陳平護(1990)依地電測勘結果，證實其在外水尾東面為向西傾斜約 $30^{\circ}$ 之逆斷層，淺部地層中之落差約20公尺。依此評定確實度為I級。

### 3. 頂店東斷層

頂店東斷層位於頂店東方1公里處，走向東北，全長1公里，有高1.5~5公尺的反斜直線狀崖，切過兩個地形面，確實度II級。

### 4. 鐵砧山斷層

鐵砧山斷層全長2.4公里，經大甲高工東側，有明顯高約2公尺的反斜斷層小崖，確實度I級。

大甲斷層切過6段地形面，由舊到新依次為鐵砧山面(LH)、國姓廟面(LT1)、尾山面(LT2)、內水尾西面(LT4)、外水尾東面(LT5)和頂店東面(FT2)，其與海岸平原(FT2)之間的撓曲崖高，分別約為145、120、100、60、40、25公尺。大甲東斷層切過4段地形面，由舊到新依次為尾山面(LT2)、內水尾西面(LT4)、外水尾東面(LT5)和頂店東面(FT2)，其崖高分別約為20、15、10、4公尺。顯示越老地形面的斷層崖有越高的趨勢，表示斷層在此活動好幾次，充分顯示斷層活動的累積特性。



## 5. 屯子腳斷層

屯子腳斷層由后里台地東北方1公里處向西南西延伸，經屯子腳，至大肚台地清泉崗附近。全長約14公里，為1935年4月21日規模7.1的關刀山大地震所產生的地震斷層(大江二郎，1936)。斷層走向呈 $N60^{\circ} E$ ，縱移量0.6公尺，右移量2公尺(大江二郎，1936；張憲卿，1976)。大塚彌之助(1936)認為本斷層除了東北端1公里長的部份為西北側上升外，其餘皆以東南側為升側，最大縱移量1公尺，最大右移量1.5公尺，沿此斷層帶出現一些略呈東西走向且成雁行排列的裂隙或小斷層。葉義雄等(1983)以微震及重力方法得知此斷層目前仍有相當顯著的微震活動，並估算此斷層之變位量為72公尺。林敏一(1985)分析地磁資料得知此斷層為高角度正斷層，西北側為下盤，落差達數十公尺以上。潘國樑(1985)利用水平電探，發現在神岡地區呈北60至70度東之線性低電阻異常分布，並認為是屯子腳斷層所經之處。石再添等(1985)及楊貴三(1986)指出屯子腳斷層除后里車站東北方1公里處的屯子腳沖積扇頂部份保留半公里長，3公尺高的反斜斷層小崖外，其餘部份經過數十年的侵蝕，加上人為的開墾，已經難覓其痕跡。

## 6. 三義斷層

位於本台地東緣，向北延伸至三義，孟昭彝(1963)稱之為三義斷層。邱華燈(1962)依震波測勘結果解釋三義斷層在后里台地東緣的部分，為斷層面向東傾斜 $20^{\circ}$ 之低角度逆掩斷層。此斷層在本台地的部分長約4公里，走向南北。石再添等(1984)及楊貴三(1986)提及后里東方毗盧寺面西緣的崖可能為此斷層之斷層線崖。此斷層為本台地東部的主斷層，確實度屬於I級。黃鑑水、張憲卿(1994)指出后里東南方大甲溪右岸所出露之三義斷層露頭，顯示三義斷層由上盤之關刀山砂岩與下盤之頭崙山層礫岩相互接觸所組成，斷層帶寬約一百公尺，由擠壓碎裂之泥岩所構成，在主斷層之西側緊接著是前鋒褶曲及逆斷層，並將頭崙山層礫岩向西逆衝於紅土台地之上。由於紅土台地堆積層為第四紀晚期極新之地層，可見本地之三義斷層在第四紀晚期仍有活動。李錦發(1994)則謂三義斷層下盤具拖曳構造並有三條低角度前鋒逆衝小斷層切穿頭崙山層。陳文山等(2000)稱上述之前鋒逆斷層為車籠埔斷層或三義斷層，該斷層未載切紅土礫石層，因此推論其在紅土礫石層沉積之時已不再活動。本研究認為三義斷層在大甲溪右岸之露頭為包括東側主斷層及西側前鋒斷層之斷層帶，由其向北延伸至毗盧寺面西緣之直線崖推知本斷層在紅土階地形成後曾有活動，確實度I級。

### (三)大肚台地

本台地的活斷層主要為確實度I級的清水斷層及橫山斷層，確實度II級的南勢斷層及龍井斷層(圖7，圖8剖面1、2)，屯子腳斷層則併入后里臺地中說明之。

#### 1. 清水斷層

清水斷層位於大肚台地西緣，經清水聚落東側。林朝榮(1957)稱之為清水斷層，向北延伸接后里台地西緣的大甲斷層，向南延伸至八卦台地西緣。古兆禎(1963)、中國石油公司地質圖(1971)及潘國樑等(1983)曾指出其位置。石再添等(1985)及楊貴三(1986)找出清水斷層在大肚台地長約22公里，甲南至沙鹿一段，呈東北走向，沙鹿以南為北北東，龍井以南為北北西，走向大致為弧形，並依其附生的斷層地形，判定為東側隆起的逆斷層。潘玉生(1967)依重力異常與震測結果的比較，推論大肚台地西緣有降側在東南方的正斷層存在。蕭寶宗(1968)依震測研究，認為本台地西緣有兩段呈雁行排列的正斷層。由清水東南方的鹿峰到沙鹿南方3公里的鷺山之間，有明顯的斷層小崖，其餘部分多呈明顯的撓曲崖。在鹿峰國小附近有清楚的撓曲構造剖面，可資辨認為活斷層。此斷層甚且切過一些全新世形成的地形面，如清水、鹿峰及南勢等沖積扇，造成斷層小崖，崖高2公尺餘。山陽扇階群位於大肚台地西緣，大肚聚落東北方1公里處，有LT和FT各一階，主要因大肚台地北勢坑面隆起，順向河在其西麓堆積沖積扇之後再下切所形成。清水斷層截斷扇階，其與海岸平原間的撓曲崖高度，上段扇階為60公尺，下段扇階為15公尺，確實度I級。由撓曲崖高度變化，可以看出斷層在此處活動具有累積特性(石再添等，1985；楊貴三，1986)，是本台地西緣的主斷層。

## 2. 橫山斷層

橫山斷層平行於清水斷層東方0.5公里處，從甲南東方的客莊至沙鹿東北方的竹林里，走向東北，為清水斷層的副斷層。林朝榮(1957)稱之為橫山斷層，為后里台地西部大甲東斷層南方之延伸。古兆禎(1963)及中國石油公司地質圖(1971)以圖示方法表示出斷層位置所在。孫習之(1965)認為本斷層屬於逆斷層，西側為上盤，頂面紅土層的最大變位量為20公尺。石再添等(1985)及楊貴三(1986)則在清水第一公墓以南至竹林里間，發現斷層西側因推擠隆起造成背斜狀壓力脊，東翼成為反斜斷層小崖，崖高9~17公尺，崖緣的礫石覆瓦角度較大，約40°。在清水第一公墓以北則沿斷層線侵蝕擴寬，形成斷層線谷，斷層線谷北端，吳厝面西北隅未受切割處有反斜斷層小崖，高約11公尺。斷層線谷南端的清水扇階(FT)，則有3公尺高的反斜斷層小崖，確實度I級。

清水斷層有明顯的撓曲崖和斷層小崖，其與海岸平原間的撓曲崖高甚大，吳厝面(LH)為65-110公尺，清水扇階面(FT)為40公尺；其斷層小崖的高度，清水、鹿峰和南勢沖積扇(FT)均為2公尺餘。由撓曲崖和斷層小崖的高度，已可看出此斷層活動的累積性。較新的南勢沖積扇和其北側相鄰較老的北勢坑面之西緣，同受清水斷層影響而隆起東傾，上位者東傾較下位者顯著，亦可為斷層變位累積性之佐證。橫山斷層在較舊的地形面，如LH和LT1面的崖高為9~17公尺，而在較新的地形面，如清水扇階(FT)的斷層小崖高度僅為3公尺。

### 3. 南勢斷層

南勢斷層位於沙鹿東南方，經過南勢里，以北北東的走向平行於清水斷層，長4.8公里，距清水斷層約200公尺，可能與橫山斷層同屬清水斷層的副斷層。本斷層為東側隆起，而橫山斷層為西側隆起，因此不是橫山斷層之延長，雖然其崖面被侵蝕而較參差，但東側伴有背斜，有可能為活斷層，故其確實度列為II級。

### 4. 龍井斷層

位於龍井東南方1.5公里處，有數個鞍部可連接成直線，鞍部的西側排列著5個小丘，呈北北東走向，長約1.5公里。林朝榮(1957)視其為斷側丘和斷側窪地形，石再添等(1984)在斷側窪附近尋出其逆斷層帶的變位，西側隆起2.6公尺，其確實度為II級。此斷層向北連接北勢坑向斜軸部，可能為橫山斷層向南延伸的部分。

## (四)八卦台地

本台地之活斷層主要為彰化、員林、田中三段，次要者為豆周寮斷層及赤水線形(圖9，圖10剖線1-3)。

### 1. 彰化斷層

彰化斷層由彰化至花壇東方的橋仔頭，走向南北，長約5.8公里。張錫齡(1971)分析八卦台地北端之震波資料，指出其為東側下降的正斷層，向東傾斜 $65^\circ$ ，並經鑽井得知東側卓蘭層頂部較西側低100公尺，錦水頁岩頂部較西側低300公尺。陳瑞祥(Chen, 1978)由震測之對比研究推論逆斷層位在正斷層之上，前者截切淺部上新、更新世地層，斷層面向東傾斜 $18^\circ \sim 45^\circ$ ，其上形成八卦山背斜；後者為轉樞線斷層(Hinge line fault)，向東傾斜 $70^\circ$ 。周瑞燾(Chou, 1971)於八卦山PKS-1井的地質構造剖面圖，亦顯示彰化斷層為東側上升之逆斷層。本斷層有崖高20~50公尺的直線狀斷層崖，待人坑沖積扇上有斷層小崖，舊扇面的崖高為6公尺，新扇面的崖高為3公尺，顯示此斷層活動具有累積性，確實度I級(石再添等，1985；楊貴三，1986)。目前受到社區開發的影響，斷層小崖已經消失。

### 2. 員林斷層

員林斷層分布於三家村至員林東方的百果山間，走向西北，長約8.2公里，沿線有20多個三角切面，對應其下均有聯合沖積錐。位在埤仔頭東方700公尺處的三角切面因磚廠採土而出現露頭，可見到上方較新的台地礫層西傾 $11^\circ \sim 15^\circ$ ，而下方較舊的頭料山層香山相亦西傾 $19 \sim 23^\circ$ 。由地層之傾斜，顯示此斷層活動具有累積性，確實度II級(石再添等，1985；楊貴三，1986)。

### 3. 田中斷層

田中斷層分布在百果山東南方的出水至田中東方的東源里，走向北北東，長約10.8

公里，有20多個完整的三角切面，對應其下均有聯合沖積錐，確實度II級(石再添等，1985；楊貴三，1986)。孫習之(1965)根據傾斜陡峻的地層推論田中東方有一條長約4公里斷層，位置相當於此段。赤水線形長約3.4公里，平行田中斷層東方約500公尺處。富田芳郎(1932)在赤水西方發現斷層的露頭。石再添等(1985)及楊貴三(1986)則在清水岩露營地東南方200公尺，找到西傾 $65^{\circ}$ 的頭料山層。而在枕頭坪本線形西側的頭料山層則東傾 $30^{\circ}$ 。同時有連續的斷側澗及十餘個斷側丘，及枕頭坪有200公尺長的直線谷，因此判斷屬於田中斷層的副斷層，確實度III級。

### (五)新社河階群

新社河階群由大甲溪向東北遷移下切所形成，共包括了9段的地形面，LH面1段、LT面5段及FT面3段。本河階群上之斷層有新社斷層及公荖坪斷層(圖11，圖12剖線)(石再添等、1985，楊貴三、1986)。新社斷層全長6.5公里。古兆禎(1963)認為其南段沿水井子台地東崖，北段沿食水料溪谷，走向北北東；同時推定斷層向南延伸至草屯河階群。石再添等(1985)及楊貴三(1986)認為上坑溪為一直線谷，且西側的階地高度高於東側，而食水料溪較為彎曲，又無變位地形，因此判定此斷層北部是沿上坑溪谷。蔡衡等(2000)及Hsieh et al(2000)則依階地之對比，認為此斷層沿食水料溪。本研究認為食水料溪東西兩側的地形面下游側反而高於上游側，如仙糖坪面(LT5)高於水底寮面(LT5)、水底寮面西北端及石岡國中面東端均具有反斜崖特徵。故新社斷層北段確實度為I級。斷層南段由於東西兩側階地的對比尚未十分確定，而且永源面南側二百公尺長的地層剖面幾呈水平，未被擾動，故暫定其確實度為II級。公荖坪斷層位於公荖坪階地西部，長0.9公里，有10公尺高南北走向的斷層小崖。崖線以東受擠壓力影響呈背斜狀隆起，崖緣的礫石覆瓦方向與崖線直交，斷定為斷層崖，確實度為I級。新社斷層及公荖坪斷層，二者可能為車籠埔斷層之副斷層。

## 三、活斷層與河道變遷

綜合台灣中部活斷層與地形面的關係，推論台灣中部的河道變遷如下：(1)數十萬年前，大安、大甲、烏、濁水等四溪在其下游(雪山山脈西側山麓的雙冬斷層崖下)，分別以雙崎、馬鞍寮、雙冬、集集為扇頂，共同造成南北並排的廣大聯合沖積扇，其扇端分別至今日的大甲、清水、彰化、二水等地。(2)數萬年之後(LT1面形成之後)，車籠埔斷層活動，其西側下盤的相對陷落，以及大肚山、八卦山兩背斜的隆起為台地，因而形成台中盆地。由於台中盆地的地勢低窪，以及其西側台地的阻擋，使大安溪一分流南流匯合大甲溪，更南流注入烏溪。濁水溪一分流亦北流注入烏溪，烏溪匯合上述諸溪之後，

向西切穿台地，流入台灣海峽，大肚台地與八卦台地因而分開。(3)車籠埔斷層東側上盤相對隆起為台地，這些台地長期受大甲、烏、濁水等主流支流的切割而成為今日的豐原、南投、斗六等丘陵。隨著車籠埔斷層的間歇活動，使大甲、烏、東埔蚋等溪發生河道的遷移下切而形成新社、草屯、延平等河階群。(4)約在一萬年前(FT2面形成後)，大甲溪以豐原翁社為扇頂的古沖積扇，在神岡附近扇端的堆積高度超過其西側台地的高度，大甲溪乃下切沖積扇北部並切開大肚台地與后里台地，恢復數十萬年前直接向西入海。大安溪在LT4面形成後，全部流路都往西流，并在后里台地西北部逐漸北移下切成磁窯河階群。濁水溪則在LT5面形成後，由八卦台地南部南移至竹山附近，並與其支流清水溪共同形成竹山附近的河階群。而在FT3面形成後，濁水溪北流入烏溪的分流也全部西流。(5)后里、大肚、八卦等台地西緣斷層的形成，使其東側的台地加速切割，也使其西側下盤形成大安、大甲、烏、濁水等最新期的沖積扇。

#### 四、結論

綜觀台灣中部的活斷層，以南北向的逆斷層為主，斷層崖、撓曲崖、反斜崖、三角切面等斷層地形明顯，斷層確實度多屬 I 或 II 級。斷層切過不同地形面，較老的地形面有較高的變位量，證明活斷層具有累積性。受到斷層之影響，台中盆地陷，大肚、八卦台地形成，改變了大安、大甲、大肚與濁水諸溪的流路系統。由集集地震車籠埔斷層切過低位階地或氾濫原面，斷層作用仍持續活動至今。

#### 謝辭

本研究係國科會90年度「活斷層地形之航照判釋研究—台灣中部地區」計畫編號(NSC89-2116-M003-015)之成果，研究期間研究助理劉明錡、劉永傳參與考察、討論，同仁林雪美、沈淑敏提供寶貴意見，同學尤淑芳、蘇惠貞等協助繪圖、整理資料，使研究工作得以順利完成，謹此一併致謝。

#### 參考文獻

##### 《中文部份》

- 中國石油股份有限公司台灣油礦探勘處地質組(1971)，台灣西部地質圖。  
 中央地質調查所(1999)：九二一地震地質調查報告，經濟部中央地質調查所，315。  
 中央地質調查所(2000)：九二一集集大地震專輯，經濟部中央地質調查所特刊，12:255。

- 中央地質調查所(2000)：台灣活動斷層概論，經濟部中央地質調查所特刊，13號，122。
- 石再添、張瑞津(1982)：活斷層研究的簡介，師大地理教育，8：11-18。
- 石再添、張瑞津、楊貴三(1982)：活斷層的研究概觀，中國地理學會會刊，10：50-57。
- 石再添、張瑞津(1983)：活斷層挖溝及其意義，師大地理教育，9：4-6。
- 石再添、張瑞津、楊貴三(1983)：后里台地的活斷層與地形面，中國地理學會會刊，11：46-55。
- 石再添、鄧國雄、張瑞津、石慶得、楊貴三、許民陽(1984)：台灣西部與南部活斷層的地形學研究，地理研究報告，台灣師大地理研究所，10：49-94。
- 石再添、鄧國雄、楊貴三(1984)：大肚台地的活斷層與地形面，中國地理學會會刊，12：9-21。
- 石再添、張瑞津、楊貴三、許民陽(1985)：草屯與車籠埔河階群的活斷層與地形面，中國地理學會會刊，13：1-12。
- 石再添、楊貴三(1985)：八卦台地的活斷層與地形面，地理研究報告，台灣師大地理研究所，11：173-186。
- 石再添、鄧國雄、張瑞津、石慶得、楊貴三(1986)：台灣活斷層的地形學研究，地理研究報告，台灣師大地理研究所，12：1-44。
- 石再添、鄧國雄、楊貴三、許民陽(1986)：新社河階群的活斷層與地形面，地學彙刊，5：29-39。
- 李元希、吳維毓、石同生、盧詩丁、謝孟龍、張徽正(2000)：九二一集集地震地表變形特性—埤豐橋以東，經濟部中央地質調查所特刊，12：19-40。
- 李錦發(1994)：三義斷層及其在新構造上的意義，地質，1(14)：73-96。
- 李錦發、林朝宗、賴典章、劉昭宏(2000)：集集大地震地表破裂機制之探討，經濟部中央地質調查所特刊，12：155-170。
- 李建成、陳于高、謝凱瑞、朱傲祖、詹瑜璋、陳文山(2001)：車籠埔斷層構造與古地震研究：霧峰車平營附近槽溝開挖分析研究，中國地質學會九十年年會暨學術研討會，6-8。
- 李錫堤、康耿豪、鄭錦桐、廖啓雯(2000)：921集集大地震之地表破裂及地盤變形現象，地工技術，81：5-16。
- 林朝榮(1957)：台灣地形，台灣省文獻委員會，424頁。
- 林敏一(1985)：利用地磁資料分析一九三五年地震斷層，一九三五年大地震紀念研討會論文集，93-102。
- 林啓文、盧詩丁、黃文正、石同生、張徽正(2000)：台灣中部濁水溪以南地區的集集地

震斷層與構造分析，經濟部中央地質調查所特刊，12：89-112。

邱華燈(1962)：台中縣大安背斜震波測勘之結果及其解釋，中國地質學會專刊，1：187-188。

黃金來(1968)：台中車籠埔地區震測解釋報告，中國石油公司未發表報告。

黃鑑水、張憲卿(1994)：台中縣大甲溪右岸之三義斷層露頭，地質，14(1)：248-249。

黃文正、陳致言、劉思妤、林燕慧、林啓文、張徽正(2000)：台灣中部大甲溪至頭汴坑溪九二一集集地震地表變形模式，經濟部中央地質調查所特刊，12：63-88。

張徽正、林啓文、陳勉銘、盧詩丁(1998)台灣活動斷層概論－五十萬分之一台灣地區活動斷層分佈圖說明書，經濟部中央地質調查所，103頁。

張瑞津、楊貴三、劉永傳(2001)：車籠埔活斷層之航照判釋研究，中國地質學會九十年年會暨學術研討會，12-14。

陳文山、陳于高、劉聰桂、黃能偉、林清正、宋時驊、李昆杰(2000)：九二一集集大地震的地震斷層特性與構造意義，經濟部中央地質調查所特刊，12：139-154。

陳文山、黃能偉、李昆杰、陳于高、宋國城、張徽正、李元希、石瑞詮、楊志成、宋時驊、林清正、李龍昇(2001)：集集地震斷層與鄰近地區斷層的特性，中國地質學會九十年年會暨學術研討會，39-41。

陳文山、李昆杰、李龍昇、陳于高、宋國城、張徽正、李元希(2001)：921地震的地表變形與古地震斷層之研究：車籠埔－大尖山斷層的槽溝挖掘研究，中國地質學會九十年年會暨學術研討會，205-207。

陳晟、方中權、侯秉承(1996)：車籠埔斷層之衛星遙測影像處理與判釋，台灣之第四紀第六次研討會論文集，234-239。

陳勉銘、何信昌(2000)：九二一集集地震斷層與車籠埔斷層之關連，經濟部中央地質調查所特刊，2：113-138。

葉義雄、顏宏元、蔡義本(1983)：以微震及重力方法勘察活動斷層可行性之研究，國科會防災科技研究報告，72-30：45頁。

楊貴三(1986)：台灣活斷層的地形學研究－特論活斷層與地形面的關係，中國文化大學地學研究所博士論文，178頁。

蔡衡、宋國城、齊士崢(2001)：由河流下切過程探討新社河階之對比，第五屆台灣地理學術研討會論文集，92-100。

劉永傳、楊貴三(2000)：車籠埔斷層的河階地形變位，台灣之第四紀第八次研討會暨亞洲古環境變遷計畫成果發表會論文集，21-22。

潘國樑、王文龍、胡國興、顏滄波(1983)：台灣中部 1935 年地震斷層之航照地質研究，

國科會防災科技研究報告，72-20：48 頁。

賴典章等(1997)：車籠埔斷層調查研究－台中都會區捷運路網細部規劃，經濟部中央地質調查所，170 頁。

#### 《日文部份》

大江二郎(1936)：大安溪地震調查報告，礦物及地質調查報告第四號，臺灣總督府殖產局。

大塚彌之助(1936)：昭和十年四月二一日臺灣中部地方之地震所伴生之地震斷層，附地震斷層之諸特徵，東京大學地震研究所彙報別冊，3：22-74。

日本活斷層研究會(1980)：日本の活斷層－分布圖と資料，東京大學出版會，363。

日本活斷層研究會(1992)：日本の活斷層圖，東京大學出版會，73。

富田芳郎(1932)：八卦丘陵南部の地形，地學記事，3(4)：43-48。

#### 《西文部份》

Bonilla, M.G.(1975)：A review of recently active faults in Taiwan, United States Geological Survey, Menlo Park, U.S.A.58pp..

Bonilla, M.G.(1977)：Summary of Quaternary faulting and elevation changes in Taiwan, Memoir of the Geological Society of China, 2:43~55.

Chang, S.L.(張錫齡，1971)：Subsurface geological study of the Taichung Basin, Petroleum Geology of Taiwan, 8:21~45.

Chen, W.S, Chen, Y. G, Chang, H. C, Lee, Y. H. and Lee, J. C.(2001)：Paleoseismic study of the Chelungpu Fault in the Wanfung Area, Western Pacific Earth Sciences, 1(4):499~206.

Cheng, P.H.(陳平護，1990)：Electrostratigraphic Study of the Quaternary Formations In Houli Tableland, proceedings of The Geological Society of China, 33(2):127~142.

Chen, J.S.(陳瑞祥，1978) A comparative study of the refraction and reflection seismic data obtained on the Changhua Plain to the Peikang Shelf, Taiwan, Petrol. Geol. Taiwan, 15:199-217.

Chou, J.T.(周瑞燉，1971) A sedimentologic and paleogeographic study of the Neogene formations in the Taichung region, western Taiwan, Petrol. Geol. Taiwan, 9:43-66.

Hsiao, P.T.(蕭寶宗，1968)：Seismic study of the Taichung area, Taiwan, Petroleum



Geology of Taiwan, 6:209~218.

Hsieh, M.L, Lee, Y.H, Shih, T.S, Lu, S.T and Wu, W.Y(謝孟龍等, 2001): Could we have Pre-located the northeastern portion of the 1999 Chi-Chi earthquake rupture using geological and geomorphic data ? TAO, 12(3):461-484.

Ku, C.C.(古兆禎, 1963) : Photogeologic study of terraces in northwestern Taiwan, Proceedings of the Geological Society of China, 6:51~60.

Meng, C.Y.(孟昭彝, 1963) : The San-I Overthrust, Petroleum Geology of Taiwan, 2:1~20.

Ota, Y., Huang, C.Y., Yuan, P. B., Sugiyama, Y., Lee, Y., Watanabe, M., Sawa, H. , Yanagida, M., Sasaki, S., Suzuki, Y., Hirouchi, D. and Taniguchi, K.(太田陽子等, 2001) : Trenching study at the Tsaotun site in the central part of the Chelungpu Fault, Taiwan, Western Pacific Earth Sciences, 1(4):487~498.

Pan, Y. S.(潘玉生, 1967) : Interpretation and seismic coordination of the Bouguer gravity over west—central Taiwan, Petroleum Geology of Taiwan, 5:99~115.

Sun, S. C.(孫習之, 1965) : Geology and petroleum potentialities of the Chingshui—Yuanlin area, Taiwan, Petroleum Geology of Taiwan, 4:161~173.

收稿日期：90年10月5日

修正日期：90年11月6日

接受日期：90年11月15日

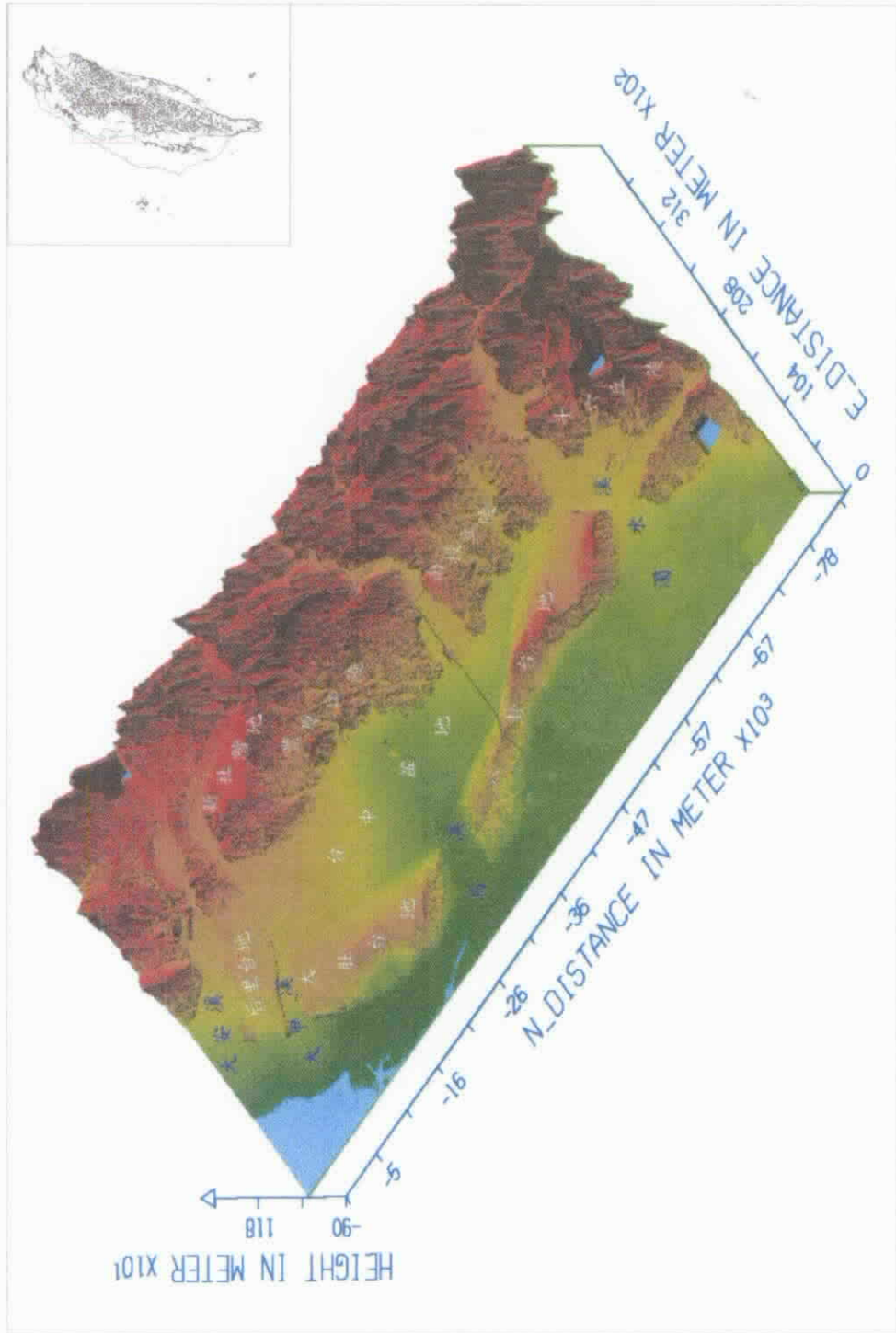
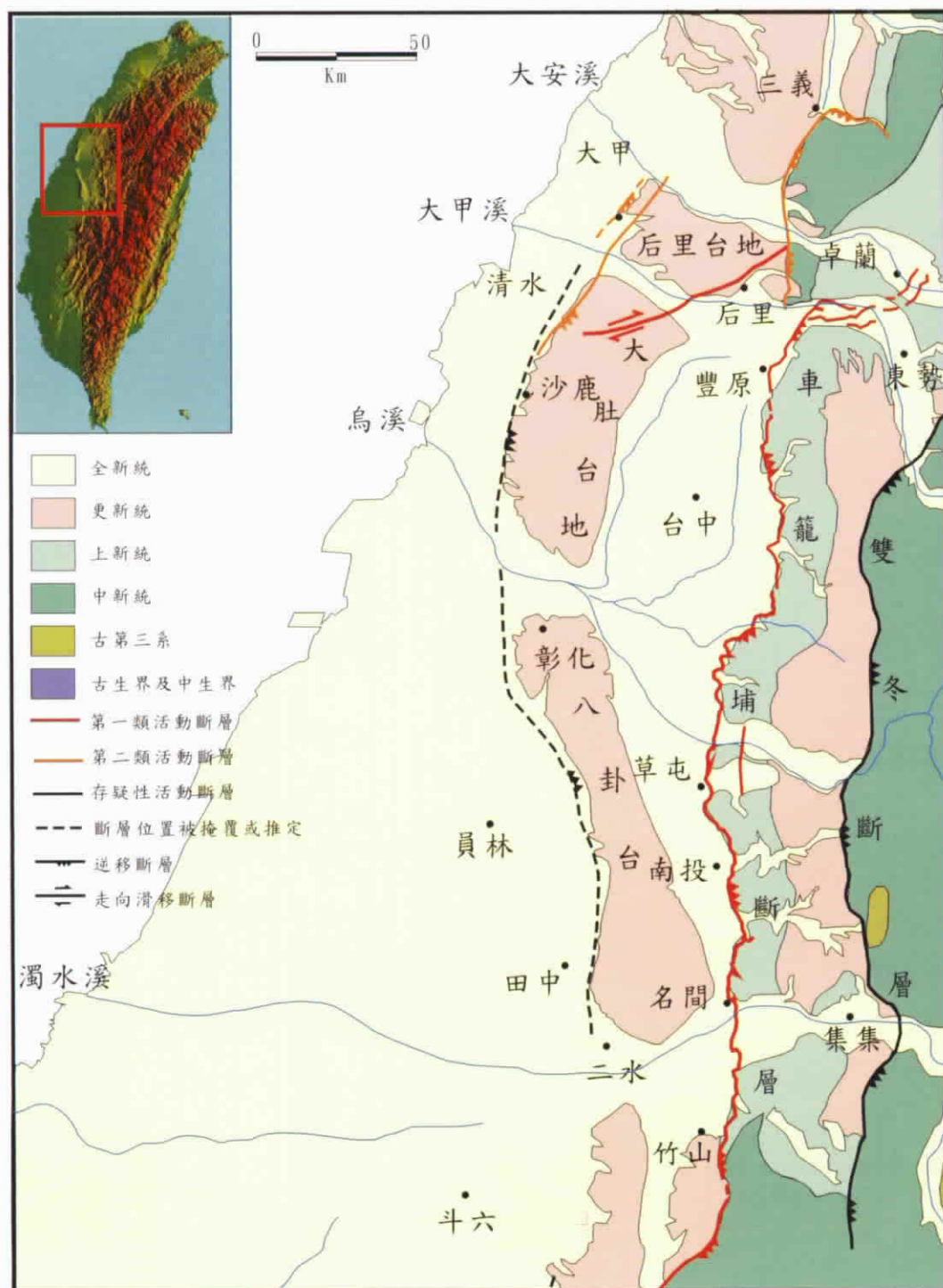


圖 1 研究區範圍圖



第一類活動斷層(全新世活動斷層) (根據中央地質調查所 台灣活動斷層分布圖, 2000)  
 第二類活動斷層(更新世晚期活動斷層)  
 存疑性活動斷層(有可能為活動斷層之斷層)

圖2 台灣中部地區地質圖

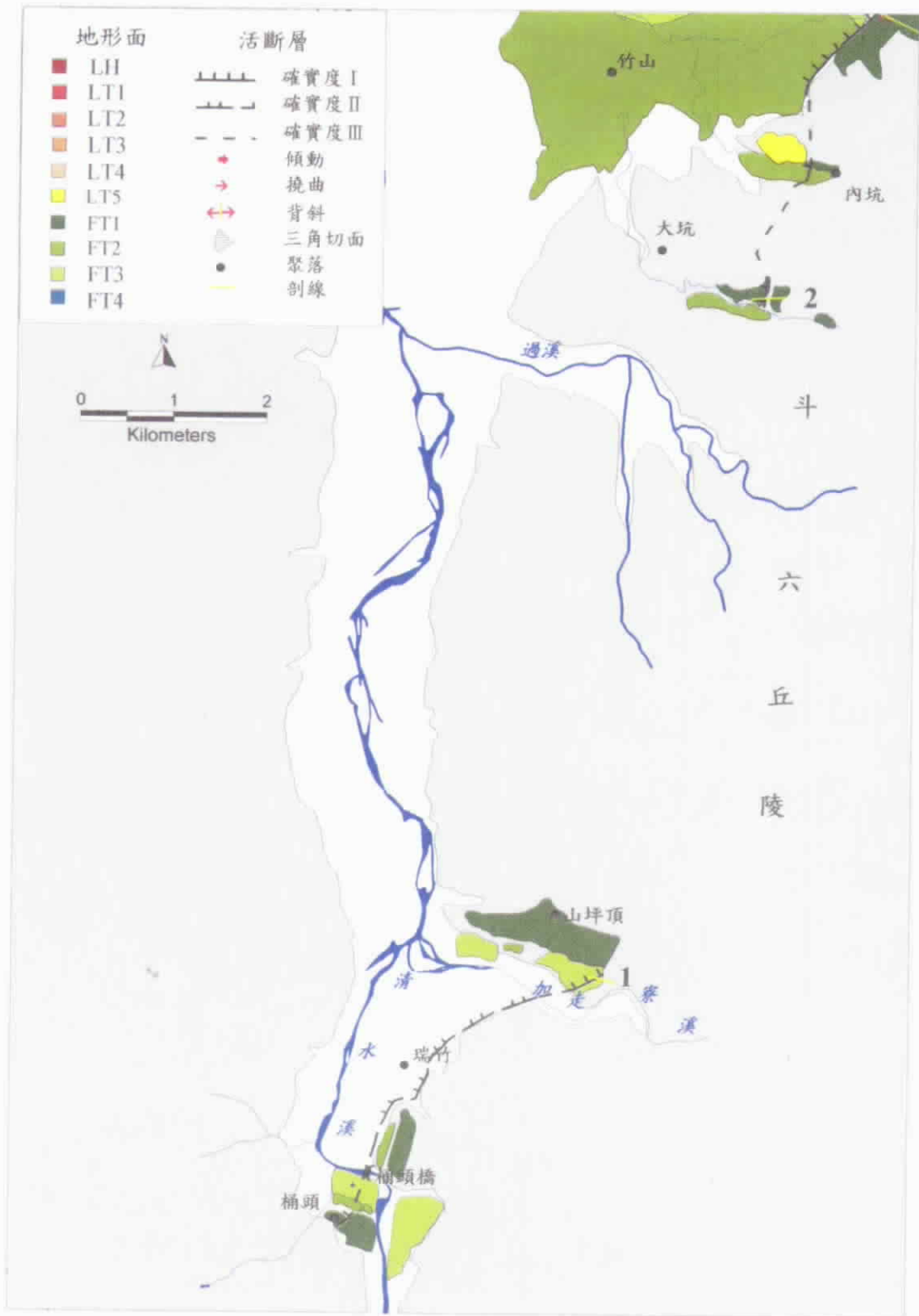


圖 3-1 車籠埔斷層分布圖 (桶頭-竹山)







圖 3-4 車籠埔斷層分布圖 (霧峰-太平)

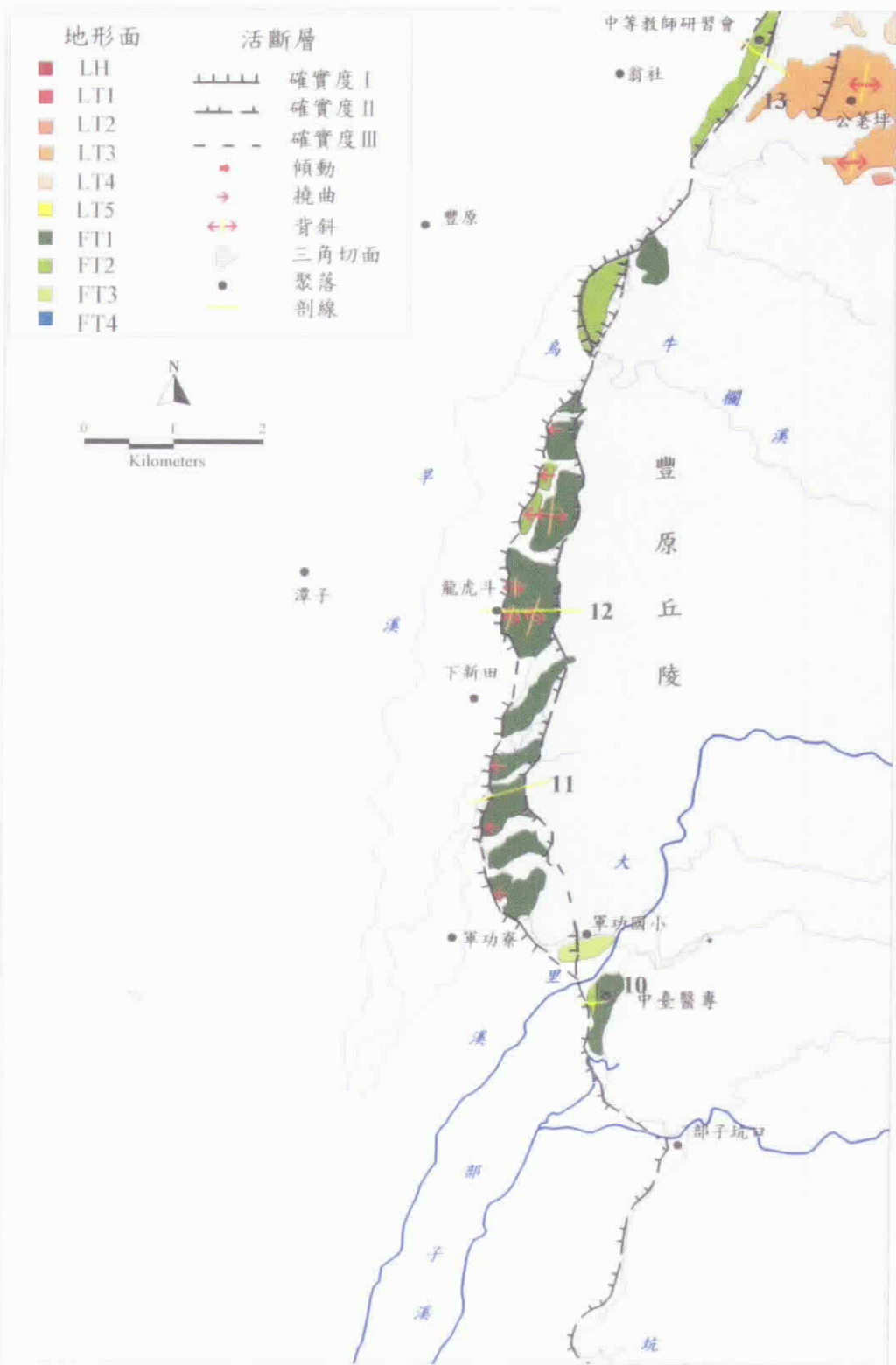


圖 3-5 車籠埔斷層分布圖 (太平-豐原)



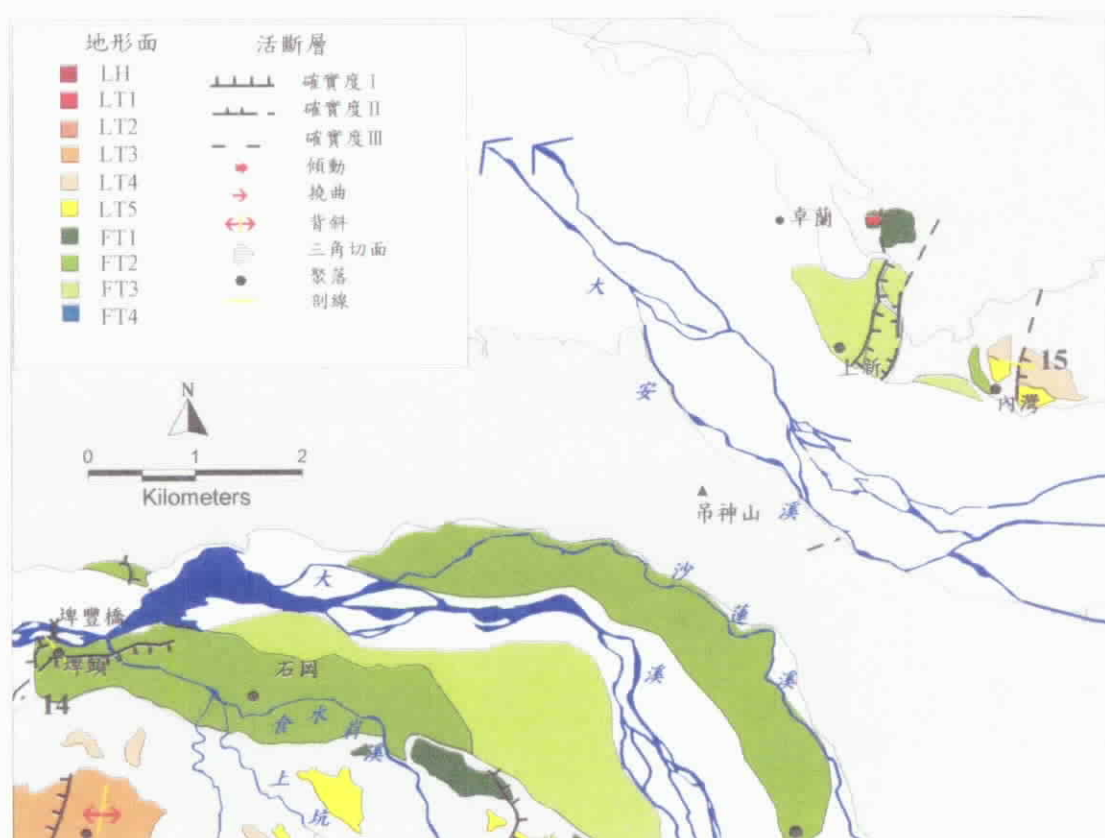


圖 3-6 車籠埔斷層分布圖(石岡-卓蘭)

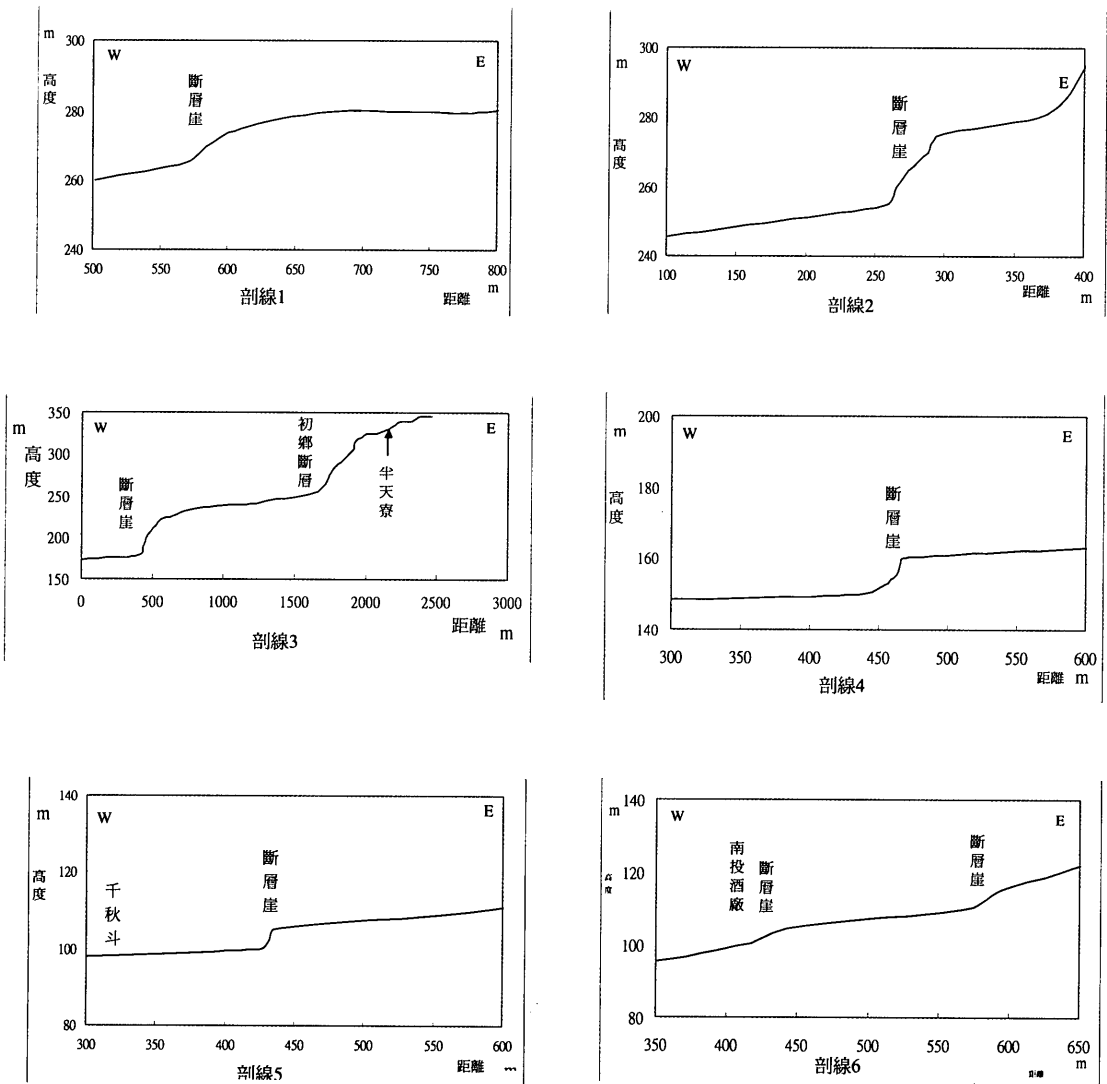


圖 4 車籠埔斷層之地形剖面圖

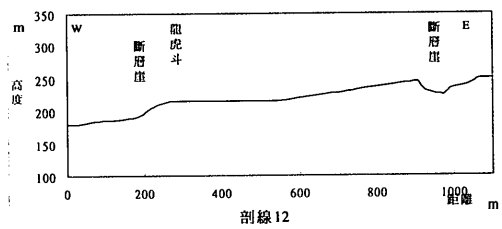
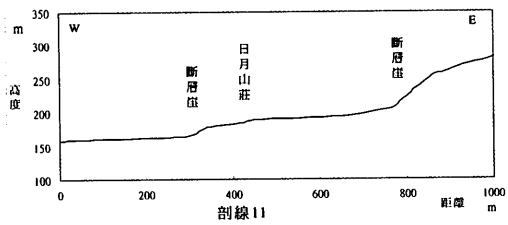
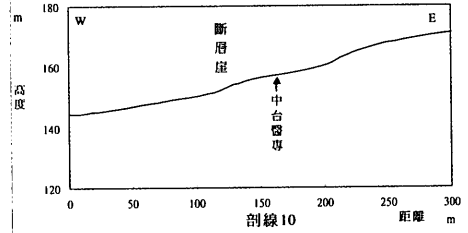
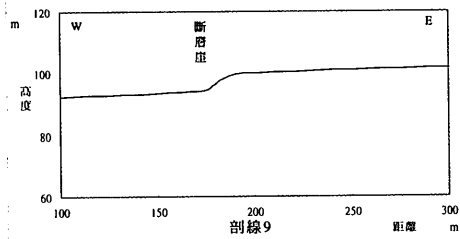
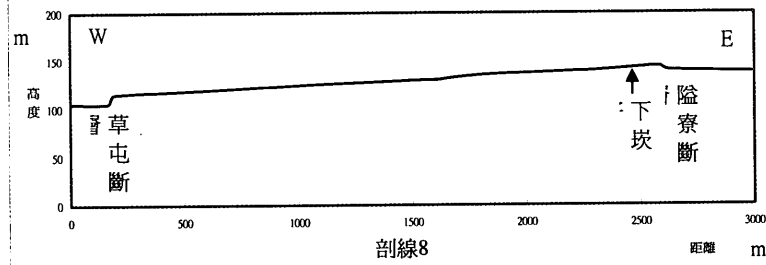
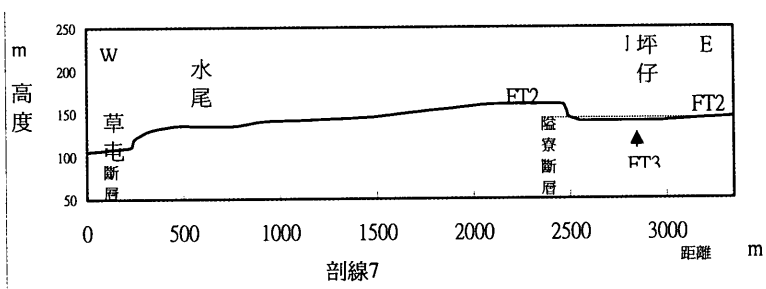


圖 4 車籠埔斷層之地形剖面圖 (續)

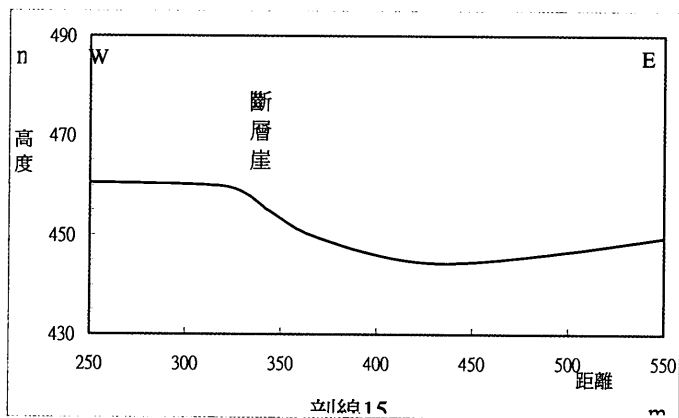
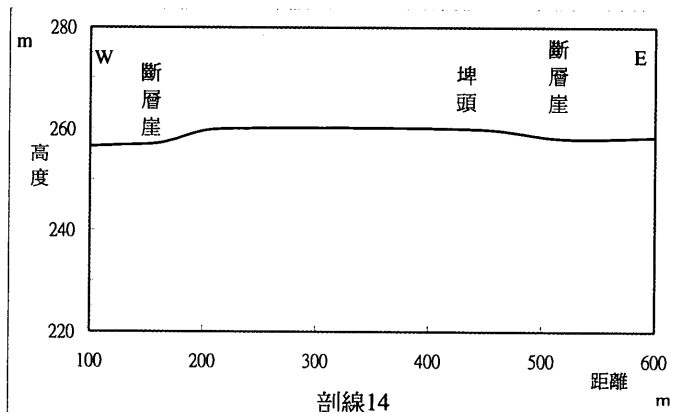
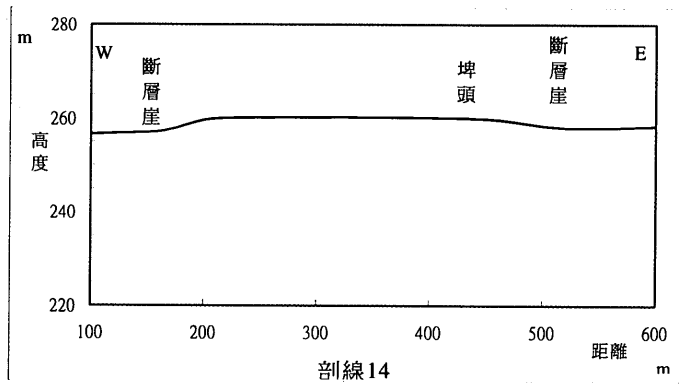


圖 4 車籠埔斷層之地形剖面圖 (續)

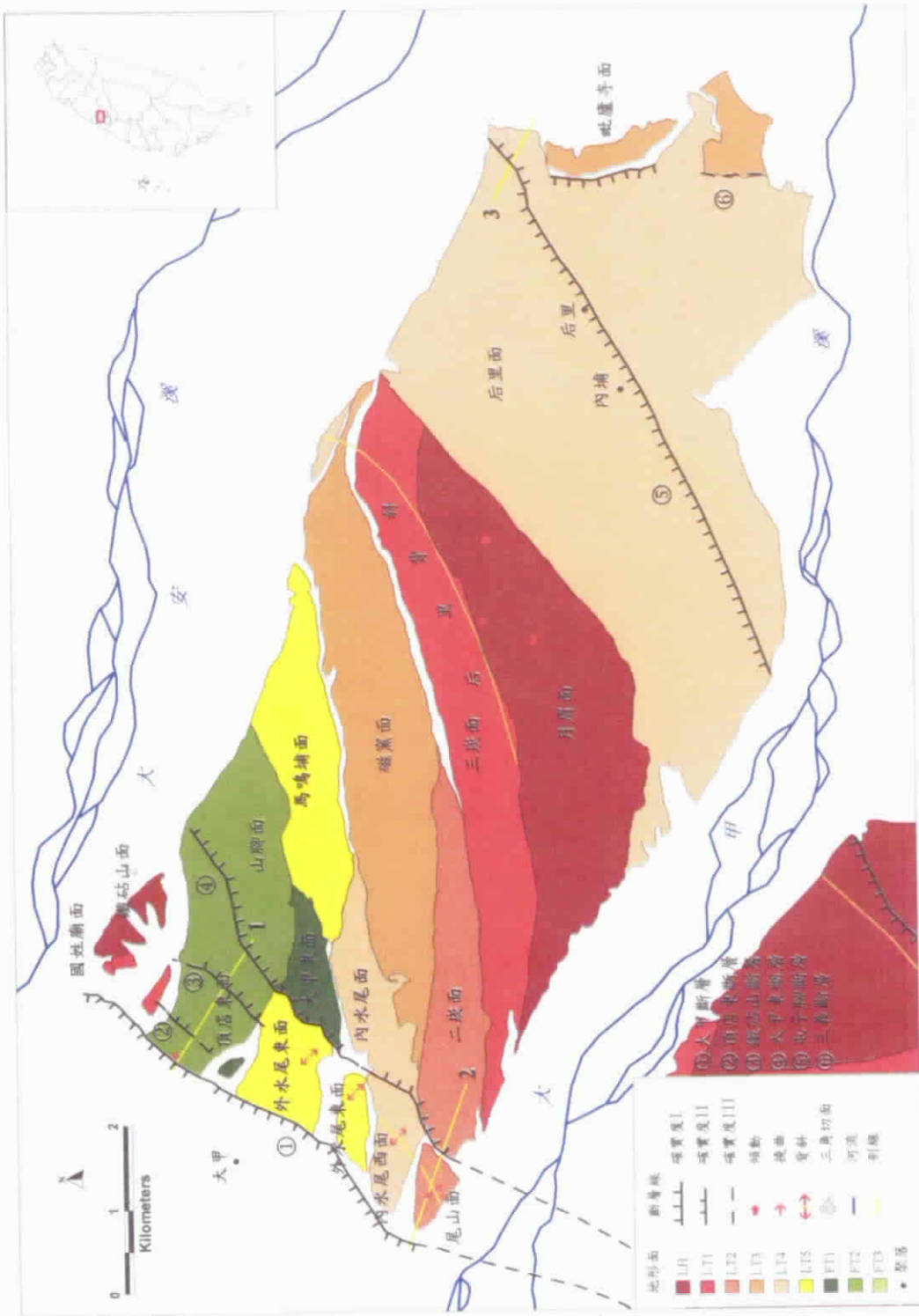


圖 5 后里台地斷層分布圖

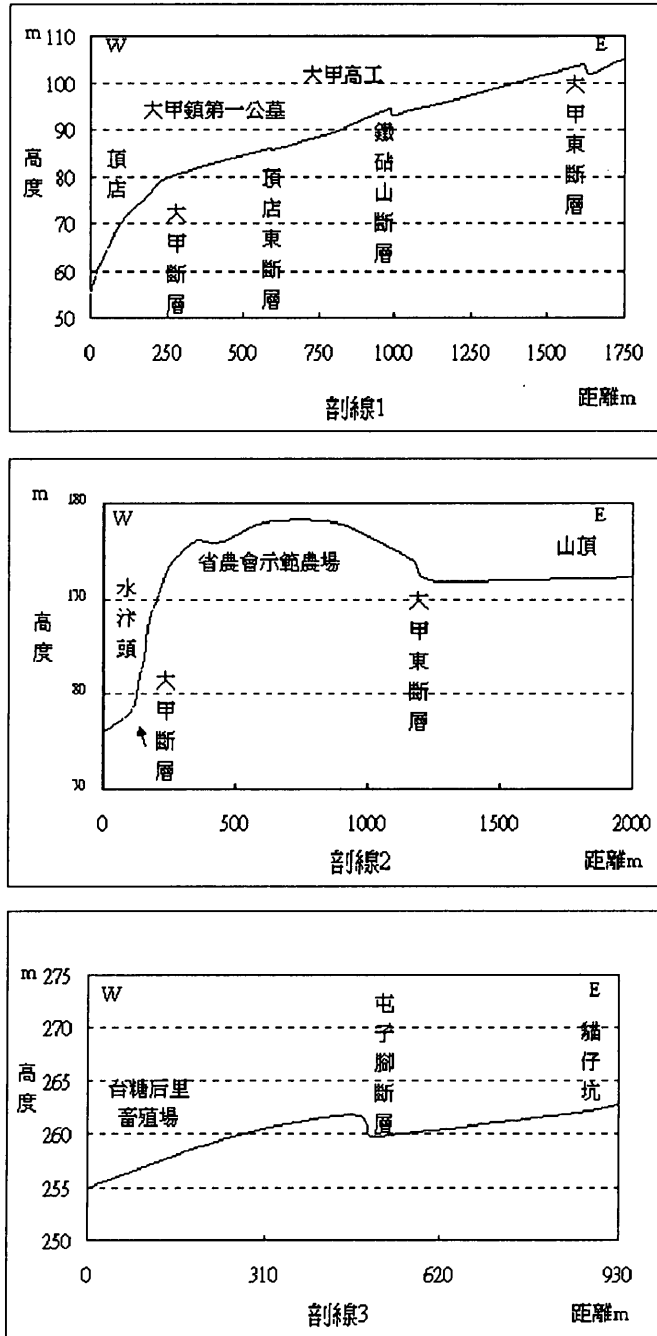


圖 6 后里台地主要斷層之地形剖面圖

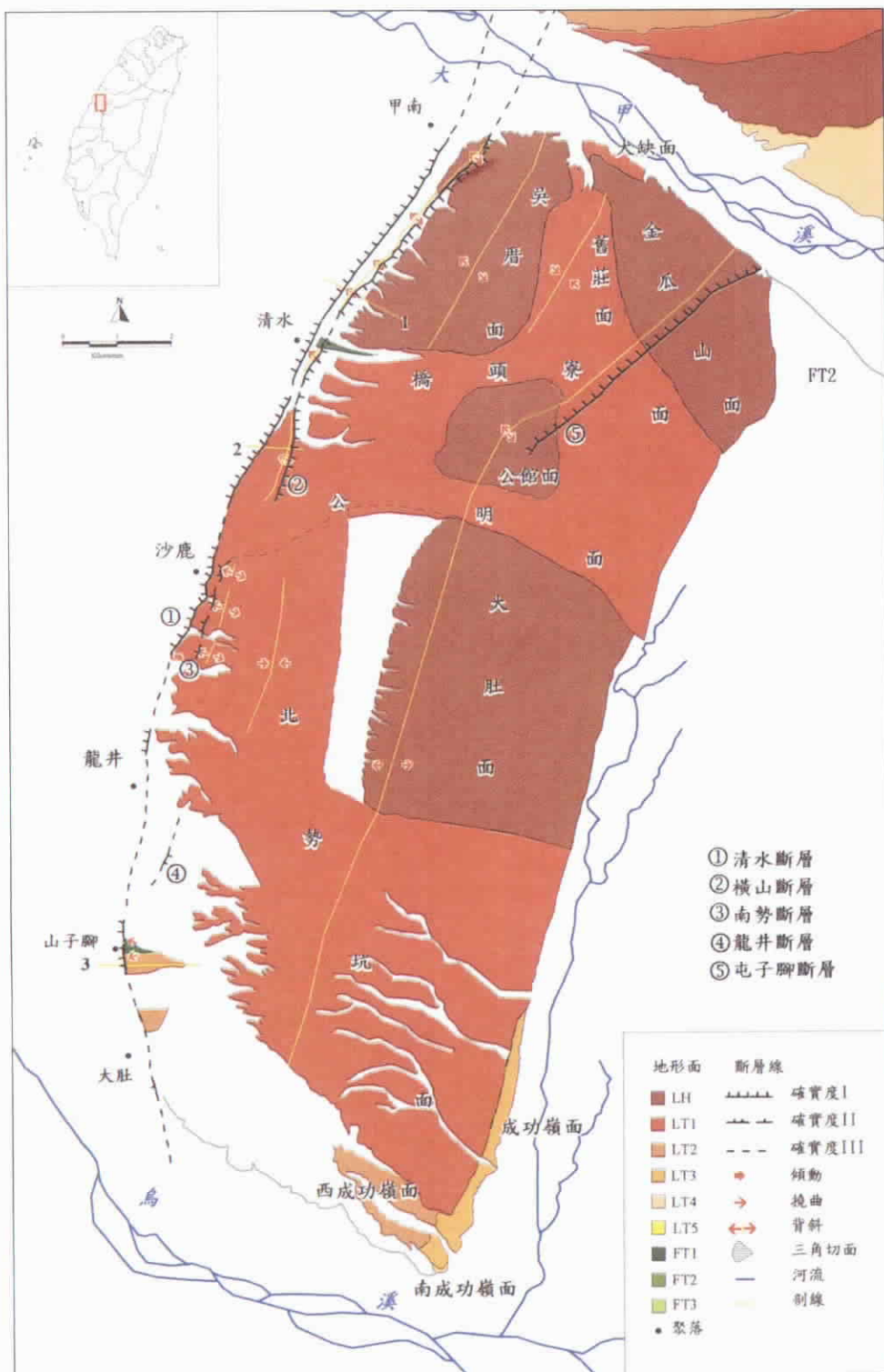


圖 7 大肚台地斷層分布圖

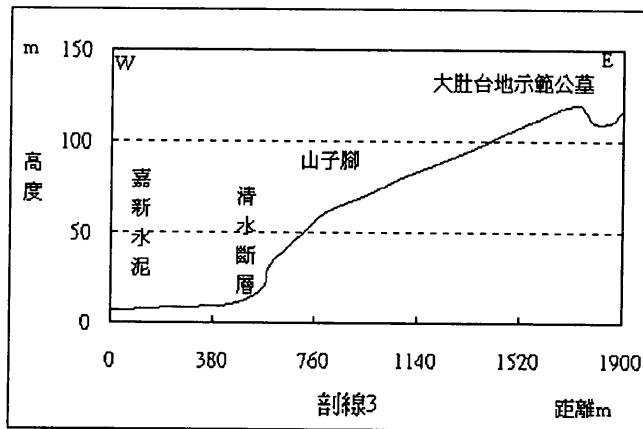
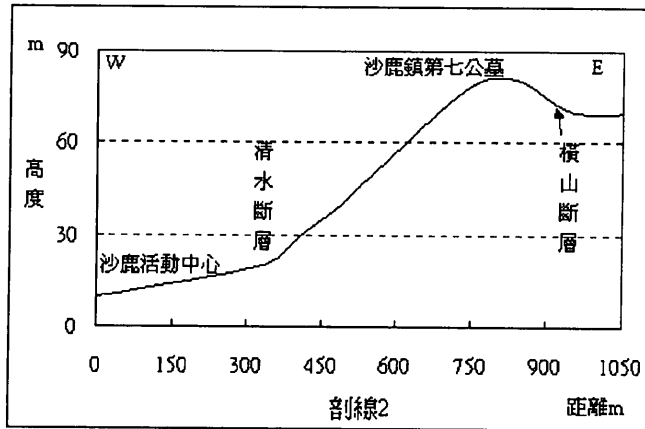
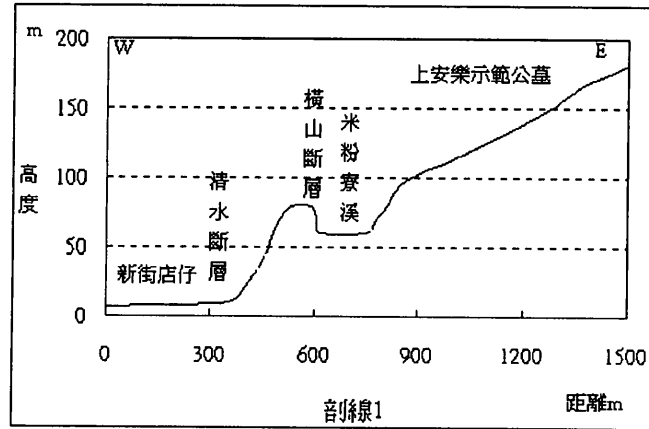


圖 8 大肚台地主要斷層之地形剖面圖



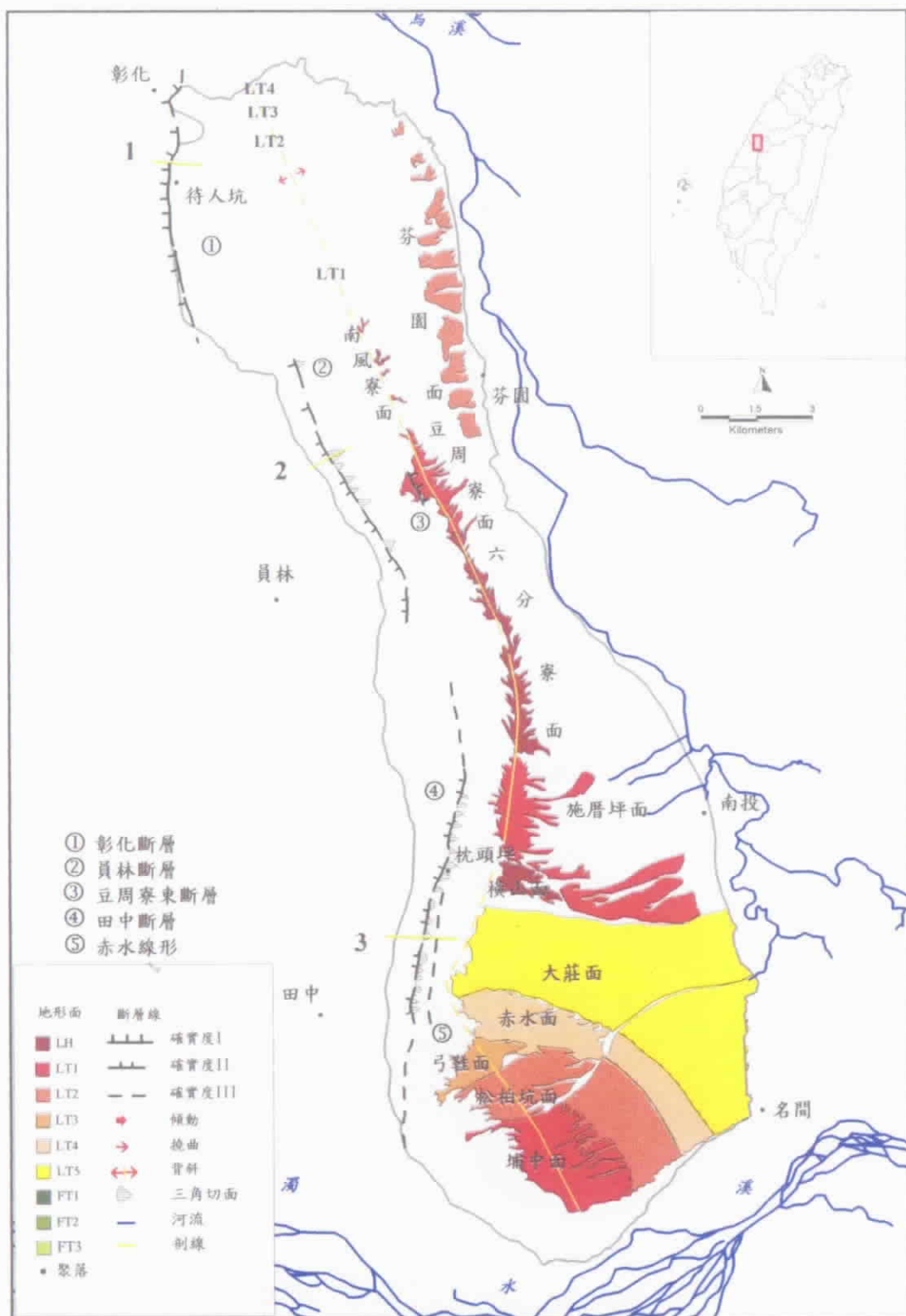


圖9 八卦台地斷層分布圖

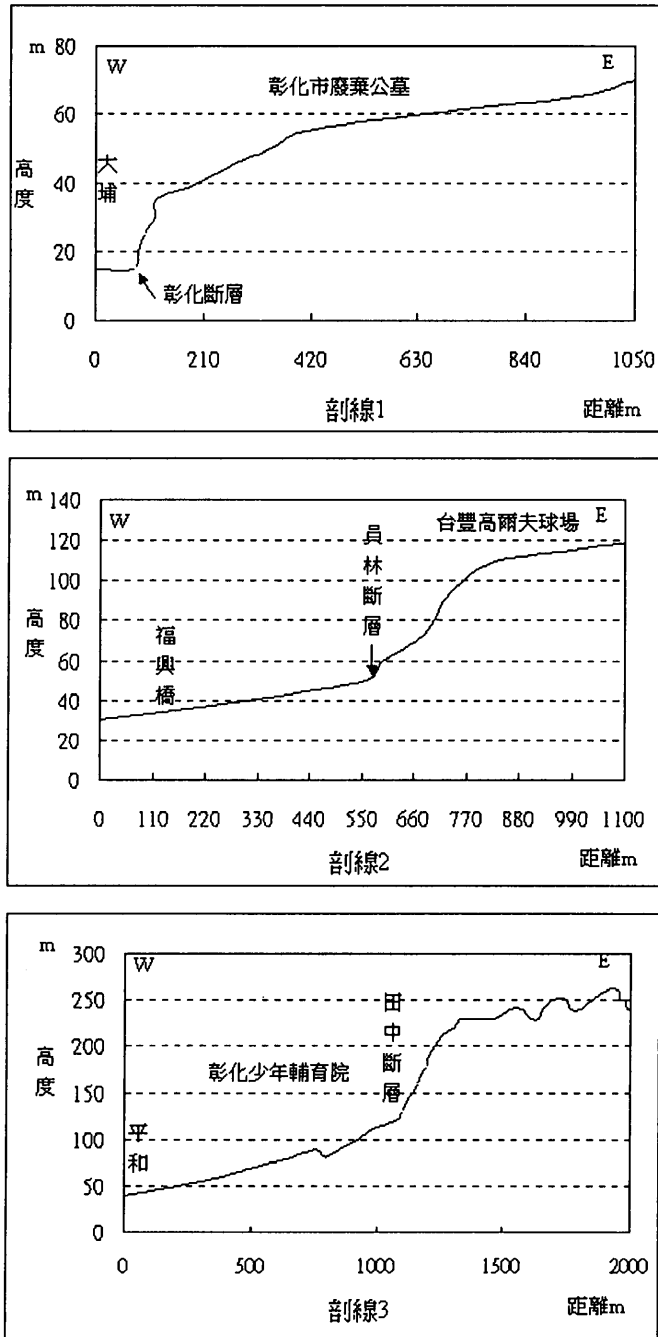


圖 10 八卦台地主要斷層之地形剖面圖



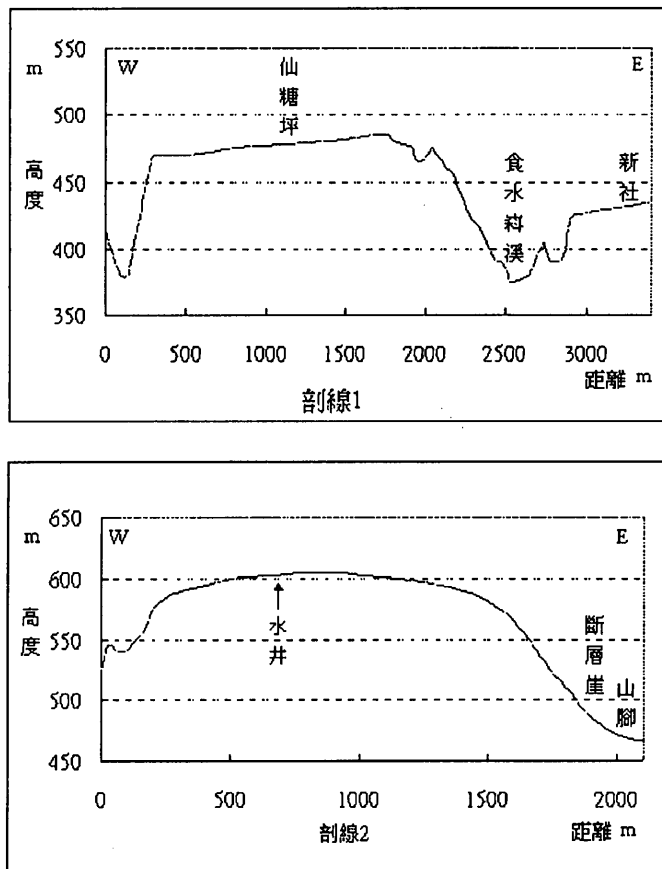


圖 12 新社斷層之地形剖面圖