計畫編號：B11128

110—111年活動斷層地下地質探查（2/2）

成果報告書
（定稿本）

全程計畫：自 110 年 3 月至 111 年 12 月止
本年度計畫：自 111 年 2 月至 111 年 12 月止

計畫主持人：童煜翔
協同計畫主持人：顏呈仰、尤芊翔
研究員：謝承恩、李旺儒、邱子軒
執行單位：黎明工程顧問股份有限公司

中 華 民 國 111 年 12 月

（本報告內容為階段性之區域地質調查成果，內容包括依據現階段資料之假設與推論，參考時請注意相關基本條件及其限制）

目錄

目錄.....I
表目錄.....III
圖目錄.....IV
摘要.....IX
Abstract.....X
一、計畫概述.....1
(一)計畫背景.....1
(二)計畫目的.....1
二、計畫內容.....3
(一)工作項目.....3
(二)工作方法與步驟.....4
(三)工作完成數量.....8
三、利吉斷層調查成果.....11
(一)基本資料及過去研究.....11
(二)地表地質調查成果.....42
(三)地球物理探查成果.....44
(四)地質鑽探成果.....50
(五)地下地質探查成果討論.....54
四、初鄉斷層調查成果.....58
(一)基本資料及過去研究.....58
(二)地表地質調查成果.....71

(三)地質鑽探成果 82
(四)地下地質探查成果討論 95
五、車瓜林斷層調查成果 100
(一)基本資料及過去研究 100
(二)地表地質調查成果 108
(三)地質鑽探成果 114
(四)地下地質探查成果討論 122
六、結論 125
七、參考文獻 126
八、成果報告審查意見辦理情形 129

附錄

附錄一、岩心柱狀圖
附錄二、岩心照片
附錄三、C-14 定年報告
附錄四、利吉斷層地質敏感區劃定草案

表目錄

表 2-1　本計年度畫標的斷層主要工作項目及說明 3
表 2-2　本計畫年度成果繳交項目 4
表 2-3　本計畫年度鑽探深度及編號表 8
表 2-4　本計畫 C-14 定年標本編號及定年成果 9
表 2-5　本計畫年度測線 22P-LC-SP1 施測幾何參數 10
表 5-1　車瓜林斷層鄰近區域地層比對表 101

圖目錄

圖 1-1　本計畫年度標的斷層位置分布圖 2
圖 2-1　本計畫年度工作流程示意圖 7
圖 3-1　台東縱谷地形水系圖 13
圖 3-2　台東縱谷階地分布圖 14
圖 3-3　利吉斷層沿線河階地分布圖(1/2) 15
圖 3-4　利吉斷層沿線河階地分布圖(2/2) 16
圖 3-5　利吉斷層條帶地質圖 20
圖 3-6　新良階地南側階崖剖面 21
圖 3-7　鸞山地區溪谷利吉斷層露頭 21
圖 3-8　鸞山地區卑南溪東岸利吉斷層露頭 22
圖 3-9　鸞山地區卑南溪東岸利吉斷層露頭 22
圖 3-10　山里地區北側利吉斷層露頭及山里扇階上的地形崖 23
圖 3-11　利吉地區受剪切的卑南山礫岩露頭 23
圖 3-12　岩灣地區河階北側利吉斷層露頭 24
圖 3-13　新良階地地球物理測線分布 26
圖 3-14　05P-CSG-JY03 測線地電阻影像剖面 26
圖 3-15　06E-CSG-JY01 測線地電阻影像剖面 27
圖 3-16　06E-CSG-JY02 測線地電阻影像剖面 27
圖 3-17　06E-CSG-JY03 測線地電阻影像剖面 28
圖 3-18　臺東縱谷南端大地電磁測勘 20 測點及地電阻測線分布平面圖 ..29
圖 3-19　臺東縱谷南端大地電磁測勘經逆推處理電阻剖面 29

圖 3-20　臺東縱谷南端利吉斷層周遭地電阻測線(貓山、卑南測線)分布平面圖 30
圖 3-21　貓山測線地電阻影像剖面 30
圖 3-22　卑南測線地電阻影像剖面 31
圖 3-23　新良階地地質鑽探剖面及鑽孔平面分布 33
圖 3-24　山里 P1 剖面分布平面圖 33
圖 3-25　山里 P2 剖面分布平面圖 34
圖 3-26　山里 P1 地質剖面 35
圖 3-27　山里 P2 地質剖面 36
圖 3-28　岩灣地區及臺東火車站鄰近鑽井與利吉斷層分布平面圖 37
圖 3-29　利吉斷層於岩灣地區鑽井剖面(PN-01、PN-02、PN-03) 37
圖 3-30　臺東監獄岩灣技能訓練所剖面(d-d') 38
圖 3-31　岩灣國小剖面(c-c') 38
圖 3-32　臺東火車站北側剖面(b-b') 39
圖 3-33　臺東火車站南側剖面(a-a') 40
圖 3-34　鯉魚山剖面分布平面圖 40
圖 3-35　鯉魚山地質剖面圖 41
圖 3-36　利吉斷層卑南地區地形陰影及調查位置圖 43
圖 3-37　利吉斷層於臺東卑南地區地質調查點 44
圖 3-38　利吉斷層地電阻測線 22P-LC-SP1 平面位置圖 46
圖 3-39　22P-LC-SP1-1 地電阻探查成果 47
圖 3-40　22P-LC-SP1-2 地電阻探查成果 47
圖 3-41　22P-LC-SP1-3 地電阻探查成果 48

圖 3-42　22P-LC-SP1-4 地電阻探查成果.....48
圖 3-43　22P-LC-SP1 地電阻探查成果及對應地質解釋.....49
圖 3-44　利吉斷層卑南鑽探井位分布 50
圖 3-45　利吉斷層鑽探岩心近照 53
圖 3-46　利吉斷層卑南 P1 地質剖面 56
圖 3-47　利吉斷層卑南 P2 地質剖面 57
圖 4-1　初鄉斷層分布位置與地質圖(中油).....58
圖 4-2　初鄉斷層分布位置與地形圖 60
圖 4-3　初鄉斷層分布位置與地質圖(1/2).....63
圖 4-4　初鄉斷層分布位置與地質圖(2/2).....64
圖 4-5　初鄉斷層集集至民間區域地質圖 66
圖 4-6　初鄉斷層集集至民間區域地質剖面圖 67
圖 4-7　濁水溪集集攔河堰下游處頂溪洲背斜正射影像及構造判釋圖 68
圖 4-8　初鄉斷層(初鄉底區域)探查成果.....69
圖 4-9　初鄉斷層與東埔蚋溪河階圖 70
圖 4-10　初鄉斷層東埔蚋溪階地沉積物探坑挖掘位置 70
圖 4-11　初鄉斷層下城地區地形陰影及調查位置圖 73
圖 4-12　調查點 1，中寮鄉下城，初鄉斷層上盤前緣地表露頭(1/2) 74
圖 4-13　調查點 1，中寮鄉下城，初鄉斷層上盤前緣地表露頭(2/2) 75
圖 4-14　初鄉斷層中寮鄉下城地區調查點(1/2).....76
圖 4-15　初鄉斷層中寮鄉下城地區調查點(2/2).....77
圖 4-16　初鄉斷層筍子林尾地區地形陰影及調查位置圖 79
圖 4-17　初鄉斷層筍子林尾地區調查點(1/2).....80

圖 4-18　初鄉斷層筍子林尾地區調查點(2/2)..... 81
圖 4-19　初鄉斷層下城鑽探井位分布 82
圖 4-20　初鄉斷層筍子林尾鑽探井位分布 83
圖 4-21　初鄉斷層鑽探岩心近照(1/6)..... 85
圖 4-22　初鄉斷層鑽探岩心近照(2/6)..... 87
圖 4-23　初鄉斷層鑽探岩心近照(3/6)..... 89
圖 4-24　初鄉斷層鑽探岩心近照(4/6)..... 90
圖 4-25　初鄉斷層鑽探岩心近照(5/6)..... 92
圖 4-26　初鄉斷層鑽探岩心近照(6/6)..... 94
圖 4-27　初鄉斷層下城地質剖面 98
圖 4-28　初鄉斷層筍子林尾地質剖面 99
圖 5-1　車瓜林斷層鄰近區域平面地質圖 102
圖 5-2　車瓜林斷層鄰近區域地形與水系分布圖 103
圖 5-3　車瓜林斷層與旗山斷層之三維地下構造剖面示意圖(2.5D 圖)..... 106
圖 5-4　燕巢與橋頭地區鄰近車瓜林斷層鑽井分布 107
圖 5-5　車瓜林 P1 地質剖面 107
圖 5-6　燕巢平原區推測地質剖面 F-F’ 108
圖 5-7　車瓜林斷層中崎地區地形陰影及調查位置圖 110
圖 5-8　車瓜林斷層中崎地區日治時期五萬分之一地形圖及調查位置圖 111
圖 5-9　調查點 1，滾水坪至國道一號橋頭科學園區，斷層地形崖 112
圖 5-10　調查點 2，高雄中崎，斷層地形崖 112
圖 5-11　調查點 3，高雄中崎，斷層地形崖..... 113
圖 5-12　車瓜林斷層中崎鑽探井位分布 114

圖 5-13　車瓜林斷層鑽探岩心近照(1/3)..... 117
圖 5-14　車瓜林斷層鑽探岩心近照(2/3)..... 119
圖 5-15　車瓜林斷層鑽探岩心近照(3/3)..... 121
圖 5-16　車瓜林斷層中崎地質剖面 124

摘要

本計畫目的為對利吉斷層、初鄉斷層、車瓜林斷層進行地質調查工作，工作期程自民國 111 年 2 月 19 日至 111 年 12 月 31 日止。

工作項目依序為蒐集前人資料，藉由地形判釋及地表地質調查後，分析斷層可能的分布位置作為調查選址之參考，依此規劃鑽探及地球物理探勘作業。地質鑽探調查部分，完成利吉斷層 4 孔、初鄉斷層 6 孔、車瓜林斷層 3 孔，共計 13 孔地質鑽探工作，總鑽探長度共計 1,230 公尺，並完成 20 組碳十四定年作業，產製 5 條地質構造剖面。另針對利吉斷層進行總長 1,100 公尺之地球物理探測作業，並產製 1 條地電阻剖面。鑽探成果顯示，利吉斷層向南延伸至卑南，斷層上盤側海相沉積層發現剪切帶，惟上覆的全新世沖積扇礫石層逐漸增厚，斷層線向南追跡不易；初鄉斷層北端在下城鑽遇少量剪切帶但未發現主斷層，推測斷層在此可能錯距不大或未發育至地表，初鄉斷層南端在筍子林尾鑽遇剪切帶，斷層上、下盤兩側分別為桂竹林層、卓蘭層，斷層南端發育至此後逐漸併入車籠埔斷層；車瓜林斷層在橋頭中崎鑽遇斷層上盤古亭坑層剪切帶，證實斷層南端延伸至此。

另外，本計畫針對利吉斷層蒐集過去整體調查資料，完成利吉斷層的地質環境、斷層性質、斷層參考點位置後，納入本計畫的斷層調查成果及地質剖面。繪製利吉斷層跡分布圖及地質敏感區範圍圖，地質敏感區範圍自北由台東縣鹿野鄉新良，向南劃設至臺東車站南側，因臺東車站以南現階段無確切地表地質證據，因此未劃入敏感區，並綜合所有成果編寫「活動斷層地質敏感區(利吉斷層)劃定草案」。

關鍵詞：活動斷層、斷層特性、活動斷層地質敏感區、利吉斷層、初鄉斷層、車瓜林斷層

The underground geological survey of active faults (2/2), 2021-2022

Abstract

This project provides the fault characteristics of the active faults, located in eastern and southwestern Taiwan which are Lichi Fault, Chuhsiang Fault and Chekualin Fault. The complement of geological investigation schedule of this project was held in Feb.19th , and ended in Dec.31st, 2022.

The investigation procedure of this project can be divided into several parts: (1) previous research data collection; (2) topography analysis; (3) surface geological survey. According to the documentation and investigation mentioned, deciding the possible site where located the active fault traces of target faults to do the geophysical exploration and drilling survey.

The drilling survey in this project has done 1,230-meter-long depth amount 4 boreholes of Lichi Fault; 6 boreholes of Chuhsiang Fault; 3 boreholes of Chekualin Fault. There are also 20 sets of C-14 dating results selected in this project, and 1,100-meter-long RIP survey line for the Lichi fault in eastern Taiwan. Based on the documented data sets, 5 geological profiles and several possible active fault traces are delineated in order to reveal the geological setting and fault characteristics of the 3 target faults mention before.

Base on the drilling data sets and previous research results, it is suggested that the Lichi fault trace should be re-delineated. The extened fault trace could locate the southern Taitung at Beinan area. The shear zone and shear structure on the hanging wall of Lichi fault in Beinan area are developed in the marine deposits layer. The thickness of covered Holocene river deposits(gravels) are gradually increased to south, which is hard to trace the Lichi fault trace in the southern urban of Taitung.

At the northern part of the Chuhsiang Fault(Xiacheng area), it is suggested that the Chuhsiang main fault does not propagate to the subsurface though few shear structures can be found in the rock core. The Chuhsiang Fault in northern part cause only few meters separation through since the keybed can be compared in the boreholes. At the southern part of Chuhsiang fault, the underground shear structures can be found in the borehole located Sun-zi-lin-wei area. It can divide

the strata by the lithology difference in each borehole. The Kueichulin Fm. is found on the hanging wall boreholes; the Cholan Fm. is found on the footwall of the fault. The geological structure interpretation shows that the Chuhsiang Fault trace in the southern part merge into one fault trace with the Chelongpu Fault.

At the Qiaotou area, Kaohsiung, the rock cores show the shear structure developed in the Gutingkeng Fm., which represents the Chekualin fault trace can be extend into the southern Kaohsiung area.

The Active Fault Geological Sensitive Area of Lichi Fault is delineated in this project. It is used the previous research results, borehole data sets, geophysical explorations and other topography analysis results. Therefore, the suggested fault traces, active fault geological sensitive area are plotted in the Active Fault Geological Sensitive Area of Lichi Active Fault Delineation draft. The distribution of the Lichi active fault and the geological sensitive area zone spread from Xinliang, Luye Township northern Taitung to the Taitung train station of the south. However, lacking geological fault activity evidence, the Lichi active fault trace on the southern part of the Taitung train station is not suggested in the delineation draft of the geological sensitive area.

Key words: active faults, fault characteristics, geological sensitive area of active fault, Lichi Fault, Chuhsiang Fault, Chekualin Fault

一、計畫概述

(一)計畫背景

臺灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊的碰撞帶，地震頻繁，引致本島斷層活動造成地表破裂、建築物倒塌與土壤液化等災情，往往造成嚴重傷亡與災損。經濟部中央地質調查所則依地質法規範，陸續進行活動斷層地質敏感區的劃定與公告，提供活動斷層相關的地質資訊，作為國土規劃、土地開發以及災害防治的參考。目前中央地質調查所已劃定與公告共 20 處活動斷層地質敏感區。

然而，現階段尚未劃定地質敏感區的活動斷層，大多受限於位置精度、參考點不足或缺乏活動性證據等原因，需進一步提升斷層位置精度或尋找可定年的材料判釋活動性。

此外，因近年來學界持續發現有活動證據的斷層，但足以判定斷層位置的控制點仍屬不足，導致整體斷層跡無法有效追縱，因而無法列入已公開的臺灣活動斷層分布圖中及劃設公告地質敏感區；已劃設為地質敏感區的斷層，因有部分區域之斷層跡尚缺乏可靠的控制點，而未能劃入地質敏感區範圍內，本計畫即針對上述斷層缺乏之參數資訊為目的，進行相關之地下地質探查。

(二)計畫目的

本案分 2 年調查活動斷層，第 1 年（110 年）鑽探為小崗山斷層、車瓜林斷層、口宵里斷層為優先，或中央地質調查所另指定其他斷層為次之；地球物理探勘以玉里斷層為優先（其他斷層次之），以作為次年度鑽探選址的參考(圖 1-1)。第 2 年（111 年）以利吉斷層、初鄉斷層以及上一年度（110 年）尚需再補充調查的斷層為優先，或由中央地質調查所另指定其他斷層次之。

本計畫將針對本年度 3 條標的斷層，分別為利吉斷層、初鄉斷層、車瓜林斷層(其中車瓜林斷層為上一年度尚需再補充調查的斷層)，對於位置精度不足或缺乏活動性證據部分列為調查的標的；藉由全取樣地質鑽探、地球物理探測以及 C-14 定年等方法，確認斷層跡位置與活動性。

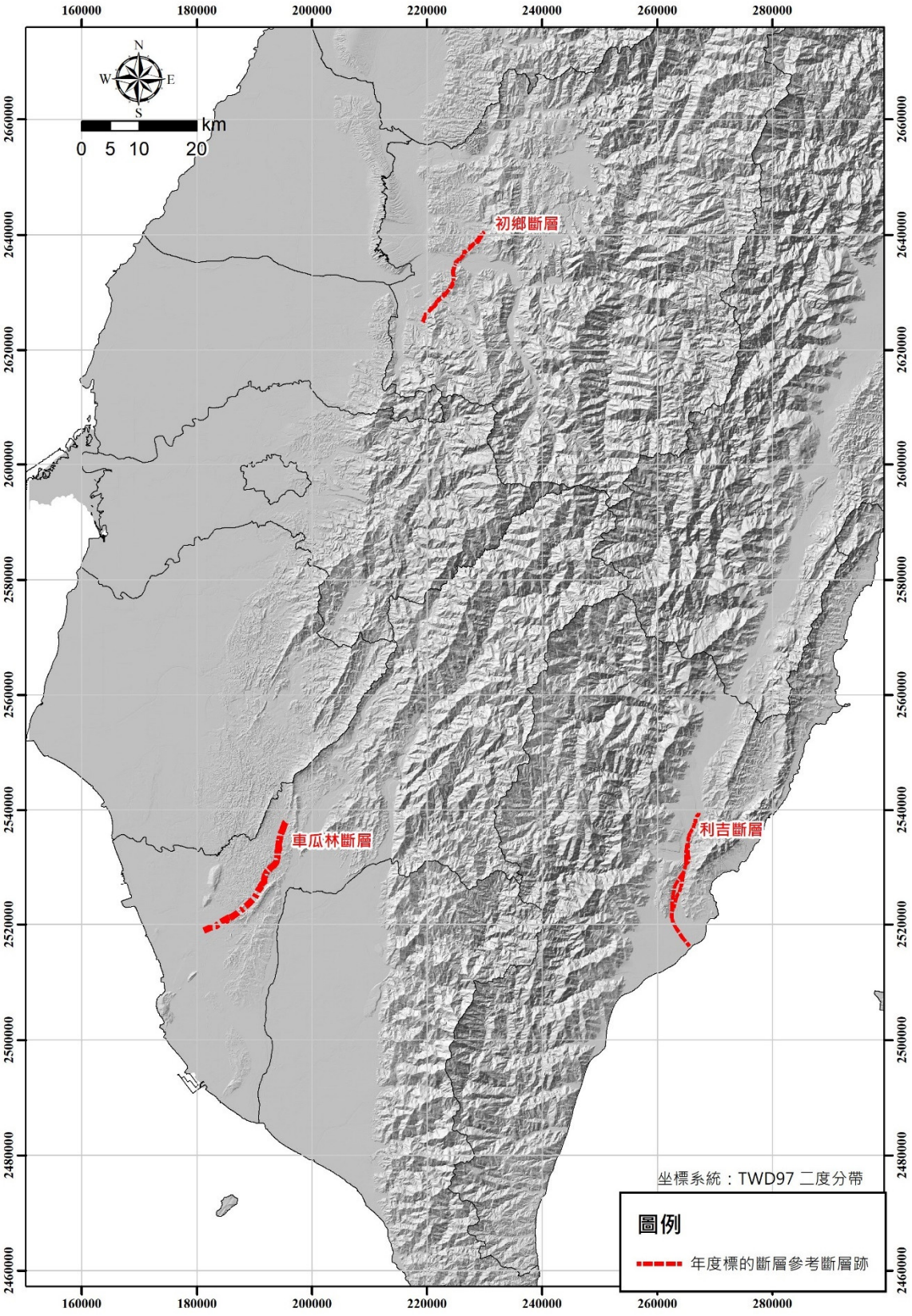


圖 1-1　本計畫年度標的斷層位置分布圖

Fig 1-1　Investigated active faults of this project

二、計畫內容

(一)工作項目

本計畫年度標的斷層為利吉斷層、初鄉斷層、車瓜林斷層，藉由全取樣地質鑽探調查、地球物理探查、C-14 採樣定年等資料，並同時彙整該區域可靠之工程鑽井或是露頭調查成果，依契約數量繪製各斷層之地質剖面(利吉斷層 2 組；初鄉斷層 2 組；車瓜林斷層 1 組)，並編寫地下地質構造探查報告(表 2-1、表 2-2)。

此外，活動斷層地質敏感區(利吉斷層)劃定草案編撰部分，將彙整近代相關之國內外地質文獻資料、工程地質報告、大地測量報告等資訊，並搭配最新探查之成果繪製利吉斷層斷層跡、活動斷層地質敏感區等，完整呈現利吉斷層鄰近區域之地形、水系、區域地質概況、斷層構造特性、斷層活動性、可能影響範圍等重要參數供未來國土利用規劃參考。

表 2-1　本計年度畫標的斷層主要工作項目及說明

Table 2-1　Job description of investigated active fault of the project

項次	本年度標的斷層	主要工作項目與內容		備註
		內業工作內容	外業工作內容	
一	利吉斷層	1.地質鑽探資料彙整與分析 2.C-14 定年校正 3.地球物理探查成果彙整分析(利吉斷層) 4.地質剖面繪製 5.活動斷層地下地質探查報告編撰 6.鑽探成果輸入「工程地質探勘資料庫」 7.活動斷層地質敏感區(利吉斷層)劃定草案編撰	1.地表地質調查 2.岩心紀錄(含岩性紀錄、岩層柱狀圖、岩心影像、微構造影像) 3.C-14 定年採樣 4.全取樣地質鑽探 5.地球物理探勘現地施測(利吉斷層) 6.岩心入庫上架	1.C-14 定年標本由地表地質調查、岩心取樣取得。 2.地質剖面數量，利吉斷層 2 組；初鄉斷層 2 組；車瓜林斷層 1 組。
二	初鄉斷層			
三	車瓜林斷層			

表 2-2　本計畫年度成果繳交項目

Table 2-2　Hand in items of this project

編號	項目	單位	數量
1	地質鑽探岩心取樣	公尺	1,230
2	岩心拍照及紀錄分析	公尺	1,230
3	岩心入庫上架	式	1
4	C-14 定年	組	20
5	鑽探剖面繪製與分析	組	5
6	地球物理探勘(地電阻或震測)	公尺	1,100
7	地下地質探查報告	式	1
8	活動斷層地質敏感區（利吉斷層）劃定草案	式	1
9	成果報告書	份	15
10	光碟片	份	8
11	岩心紀錄*	式	1
12	圖資繳交	式	1

*岩心紀錄包含中央地質調查所「露頭記錄及岩心記錄調查作業行動資訊系統」及「工程地質探勘資料庫」系統

(二)工作方法與步驟

本計畫將透過文獻資料蒐集、地表調查、鑽探、地球物理探勘、定年等方法，調查活動斷層位置與蒐集野外斷層活動性資料，並整合地形、地質與野外資料撰寫調查報告。主要工作項目為地下地質探查報告與活動斷層地質敏感區（利吉斷層）劃定草案。說明如下：

1.文獻資料蒐集及地表地質調查

(1)文獻資料蒐集

本計畫蒐集中央地質調查所出版之五萬分之一地質圖、兩萬五千分之一條帶地質圖、中油十萬分之一地質圖及日治時代油田地質圖等相關地質圖及說明書，了解各活動斷層各參數及地質背景，為求取精確之活動斷層所在及可能受影響之構造地形所在位置，收集過往相關參考文獻，包括像片基本圖、高精度數值地形圖(請中央地質調

查所協助提供)、衛星影像、航空照片與臺灣堡圖古地圖等，並從這些相對應之地形圖及影像圖進行比較。

(2)地表地質調查

由數值地形模型(DEM 或 DSM)進行構造地形等活動構造判釋。構造地形特徵往往是由內營力和外營力共同作用而形成，斷層與構造亦會造成地面斷裂、錯移或撓曲等現象，常留下異於常態的地形特徵。搭配蒐集文獻資料，於活動斷層沿線附近詳加調查，以徒步方式針對地形判釋分析成果得之線形構造為調查重點，其次為線形構造兩側。搭配使用手持式 GPS 配合衛星定位資料，確認露頭位置，以了解活動斷層沿線地層分布與其位態之變化。

地表地質調查重點主要為計畫區域及周邊之地質狀況，調查項目包括各地層之分布及區分、岩性組成、地層位態變化、地表變形特徵、構造線形延伸性、斷層構造証跡等。藉由地表地質調查成果顯示，提出本計畫活動斷層地質鑽探及地球物理探測建議位置。

2.地質鑽探

(1)鑽探作業規劃

鑽探位置與每一剖面實際安排鑽井孔數、深度需經執行本計畫專業地質技師建議，並經貴所同意或現場指定，必要時貴所得視鑽探位置地質條件與施工狀況增減鑽探深度及數量，地質井鑽探每孔最少為 50 公尺，最深 200 公尺長。本次地質鑽探調查，皆採垂直探查孔，並採全程取樣隨即由專業地質技師進行判釋。

(2)鑽探進尺

鑽探進尺全程以鋼纜（wire-line）HQ 岩心全程取樣，使用專用帶鋼絲繩的打撈器，通過孔內鑽桿中心孔將裝有岩心的孔底內管提至地面，獲得岩心，從而減少下鑽次數和昇降鑽具的輔助時間，提高了鑽進效率，並能維持取樣之品質，所取出之岩心試體亦能作為日後斷層剪切面位置之佐證資料。

(3)鑽探取樣

本計畫地質鑽探應全程取樣，岩心取樣方法則按照 ASTM D2113-83 之規定辦理，每次所取樣品長度以不超過 2 公尺為原則。每次取

出岩心後，記錄岩心取樣率。為避免混淆試體，將於岩樣外標示明晰之標籤，註明孔號、岩心箱箱號、樣號、深度及取樣日期。此外，鑽探取樣時將控制鑽機之鑽桿擺動、轉速及水量，以避免岩心因鑽頭過份幌動而破裂或因受磨損沖刷而無法取得。

地質鑽探取樣之岩心應按深度依序存放於岩心箱內，岩心下方均需墊以半圓型塑膠片，岩心缺失部分需以保麗龍填缺空位並書寫缺失深度，岩心箱應標示相關鑽探資訊，並於完工運送、儲藏時堆疊放置塑膠棧板上。

(4)岩心紀錄與分析

本計畫岩心取樣後，由專業地質技師進行判釋，詳細記錄本案地質井岩心，建立地層柱狀圖，以「露頭記錄及岩心記錄調查作業行動資訊系統」建置，並輸入至「工程地質探勘資料庫」系統。

3.地球物理探勘(地電阻影像剖面探測)：

地電阻影像剖面探測法，其原理主要將直流電藉由插於地表或探測孔內之一對電極(電流極)通入地下，電流流經地層造成人工電場，由地表上之另一對電極(電位極)量測此電場之電位差，此電位差因地層之導電性及探測點間異常物質之不同而有異常不均之分布。由通入地下之電流強度、量測得之電位差及電流極間之相對位置，依歐姆定律求出地層之視電阻值及電性地層之構造，進而推估調查區域間異常帶之分布狀況，異常帶之分布即可能斷層位置，可作為斷層延伸研判之依據。

4.C-14 定年分析

C-14 定年法（carbon-14 dating），是利用自然存在的 C-14 同位素的放射性定年法，用以確定原先存活的動物和植物的年齡的一種方法，可測定早至五萬年前含碳有機物質的年代，若樣本年代超過此一限制則不適用於 C-14 定年法。對於考古學與晚第四紀地質研究來講，這是一個準確的定年法技術。

而放射性碳實驗報告所得出之年代(常規放射性碳年齡)並無法直接反映樣本的生成年代，由於現實環境中宇宙射線的通量並不是一個恆定的值，因此每一個時期內大氣中的 C-14 含量並不固定，因此要讓測定年代能準確的對應到樣本的可能生成年代，必須對測定年代使用校準曲線進行校準，以推測其可能形成之時間。C-14 校準曲線是由已

知年代之樣本與測定年代相對應而建立的。對於陸地樣本而言，目前所通用的校準年代係透過現生與化石樹木之樹輪測定而校準的，此經過樹輪校正後之年代才是可供後續分析使用的年代。

本計畫 C-14 定年規劃送往美國 Beta 實驗室進行分析，樣品的全部化學處理和測試均在邁阿密實驗室完成，測試流程嚴格按照 ISO/IEC 17025:2005 標準執行。本計畫為釐清岩層與斷層活動之年代，因此針對地質鑽探岩心進行有機物樣本採樣，以供 C-14 定年分析之用，除採及集漂木及貝殼等大型樣品外，需在地層中仔細尋找焦炭(charcoal)碎片等小型樣品，本計畫採樣 20 組。

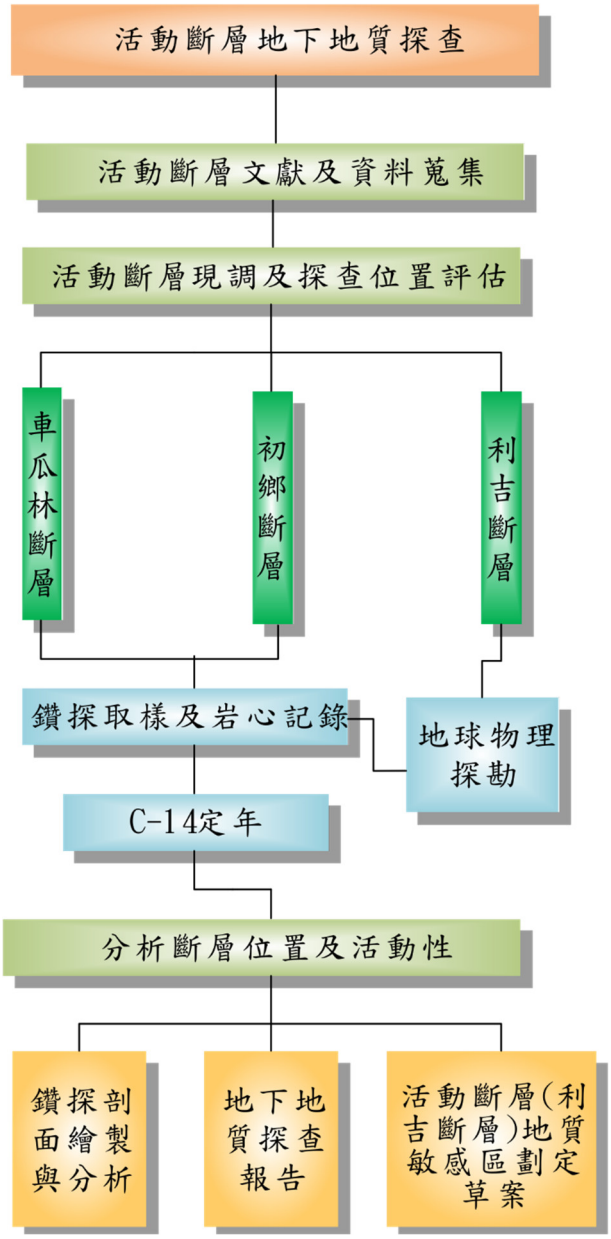


圖 2-1　本計畫年度工作流程示意圖

Fig 2-1　The investigation of active fault work flow of this project

(三)工作完成數量

1.全取樣鑽探

本計畫全取樣岩心深度共達 1,230 公尺。各鑽孔位置及詳細資料請參考表 2-3。

表 2-3　本計畫年度鑽探深度及編號表

Table 2-3　The boreholes detail of this project

編號	孔名	標的斷層	X [m] (TWD97)	Y [m] (TWD97)	X [m] (TWD67)	Y [m] (TWD67)	Elevation (公尺)	實際井深 (公尺)
1	卑南 4 號	利吉斷層	263045.96	2519656.18	262228.82	2519892.98	29.71	100
2	卑南 5 號	利吉斷層	263177.17	2519992.18	262346.27	2520197.95	32.25	100
3	卑南 6 號	利吉斷層	262642.08	2520352.26	261840.04	2520586.97	36.27	100
4	卑南 7 號	利吉斷層	262755.49	2520744.95	261947.42	2520910.75	38.52	100
5	下城 1 號	初鄉斷層	229193.94	2639750.66	228364.58	2639956.28	300.72	100
6	下城 2 號	初鄉斷層	228831.32	2639810.42	228001.95	2640016.04	270.24	70
7	下城 3 號	初鄉斷層	229337.99	2639831.55	228508.64	2640037.17	320.89	100
8	下城 4 號	初鄉斷層	228978.08	2639552.48	228148.71	2639758.10	293.17	60
9	筍子林尾 1 號	初鄉斷層	220349.05	2626889.76	219519.49	2627095.33	235.79	100
10	筍子林尾 2 號	初鄉斷層	220111.31	2626846.01	219281.76	2627051.58	212.06	100
11	中崎 1 號	車瓜林斷層	180696.52	2518423.62	179866.17	2518628.76	9.52	100
12	中崎 2 號	車瓜林斷層	180629.95	2518457.76	179799.59	2518662.90	8.90	100
13	中崎 3 號	車瓜林斷層	180671.99	2518319.63	179841.63	2518524.77	11.25	100
總深度								1,230

坐標系統：TWD67、TWD97 二度分帶

2.C-14 定年

本計畫自取樣之岩心中取得大於 20 組試驗樣體進行定年，刪除部分可測內容物濃度不足之樣體，合計 20 組定年成果，以下詳列已測得之樣本成果(表 2-4)。

表 2-4　本計畫 C-14 定年標本編號及定年成果

Table 2-4　The C-14 dating results of the project

編號	標本編號	標本種類	採集位置	測定年代 (BP)	樹輪校正年代	備註
1	CKL-CC1-13.9	organic sediment	中崎 1 號，13.9 公尺	9730 +/- 40 BP	9291 - 9131 cal BC (11240 - 11080 cal BP)	AMS
2	CKL-CC1-17.25	organic sediment	中崎 1 號，17.25 公尺	22400 +/- 90 BP	25057 - 24456 cal BC (27006 - 26405 cal BP)	AMS
3	CKL-CC1-61.45	organic sediment	中崎 1 號，61.45 公尺	16370 +/- 50 BP	17942 - 17626 cal BC (19891 - 19575 cal BP)	AMS
4	CKL-CC2-16.9	shell	中崎 2 號，16.9 公尺	6450 +/- 30 BP	4936 - 4596 cal BC (6885 - 6545 cal BP)	AMS
5	CKL-CC2-69.8	organic sediment	中崎 2 號，69.8 公尺	19400 +/- 70 BP	21506 - 21142 cal BC (23455 - 23091 cal BP)	AMS
6	CKL-CC2-73.9	organic sediment	中崎 2 號，73.9 公尺	14980 +/- 50 BP	16359 - 16239 cal BC (18308 - 18188 cal BP)	AMS
7	CKL-CC3-38.15	shell	中崎 3 號，38.15 公尺	9610 +/- 30 BP	8618 - 8253 cal BC (10567 - 10202 cal BP)	AMS
8	CS-XC1-5.4	organic sediment	下城 1 號，5.4 公尺	6850 +/- 30 BP	5801 - 5661 cal BC (7750 - 7610 cal BP)	AMS
9	CS-XC1-16.1	organic sediment	下城 1 號，16.1 公尺	34480 +/- 270 BP	38381 - 37211 cal BC (40330 - 39160 cal BP)	AMS
10	CS-XC1-20.6	organic sediment	下城 1 號，20.6 公尺	23120 +/- 110 BP	25715 - 25278 cal BC (27664 - 27227 cal BP)	AMS
11	CS-XC1-27.2	organic sediment	下城 1 號，27.2 公尺	26540 +/- 130 BP	29125 - 28461 cal BC (31074 - 30410 cal BP)	AMS
12	CS-XC2-20.7	organic sediment	下城 2 號，20.7 公尺	13670 +/- 40 BP	14738 - 14398 cal BC (16687 - 16347 cal BP)	AMS
13	CS-XC3-18.85	organic sediment	下城 3 號，18.85 公尺	29990 +/- 170 BP	32775 - 32199 cal BC (34724 - 34148 cal BP)	AMS
14	CS-XC3-20.2	organic sediment	下城 3 號，20.2 公尺	28940 +/- 140 BP	31995 - 31064 cal BC (33944 - 33013 cal BP)	AMS
15	CS-SZLW1-1.5	organic sediment	筍子林尾 1 號，1.5 公尺	3870 +/- 30 BP	2462 - 2282 cal BC (4411 - 4231 cal BP)	AMS
16	CS-SZLW1-1.9	organic sediment	筍子林尾 1 號，1.9 公尺	11080 +/- 30 BP	11143 - 10968 cal BC (13092 - 12917 cal BP)	AMS
17	CS-SZLW1-2.05	organic sediment	筍子林尾 1 號，2.05 公尺	11780 +/- 40 BP	11810 - 11630 cal BC (13759 - 13579 cal BP)	AMS
18	SKS-5C-29.3	charred material	小崗山 5C，29.3 公尺	32400 +/- 240 BP	35332 - 34258 cal BC(37281 - 36207 cal BP)	AMS
19	SKS-5C-53.6	charred material	小崗山 5C，53.6 公尺	9610 +/- 30 BP	9024 - 8828 cal BC(10973 - 10777 cal BP)	AMS
20	SKS-5C-62.35	charred material	小崗山 5C，62.35 公尺	10640 +/- 30 BP	10776 - 10669 cal BC(12725 - 12618 cal BP)	AMS

註:編號 18、19、20 定年樣本取自「110-111 年活動斷層地下地質探查(1/2)」小崗山 5C 井。

3.地球物理探測

本計畫針對年度標的斷層「利吉斷層」進行地球物理探測，根據前人地質調查成果，利吉斷層上盤為利吉層(泥岩為主夾外來岩塊)、下盤為卑南山礫岩(礫岩為主夾砂)，兩者在電阻率上有巨大差異，因此本計畫採用地電阻影像剖面探測(RIP)，規劃一條測線(編號 22P-LC-SP1)，測線總長 1,100 公尺，為避免道路、房舍、地下管路等可能干擾因素，遂將測線分四段配置施作，依序為 22P-LC-SP1-1(長度:360 公尺)、22P-LC-SP1-2(長度:120 公尺)、22P-LC-SP1-3(長度:500 公尺)、22P-LC-SP1-4(長度:160 公尺)，並藉由投影整合為 22P-LC-SP1 測線剖面(長度:1,100 公尺)。本次調查為掌控地層電阻率垂直變化反應的靈敏度，除使用極-偶極陣列(Pole-Dipole array)，並以偶極-偶極陣列(Dipole-Dipole array)輔助探測結果。詳細資料請參考表 2-5。

表 2-5　本計畫年度測線 22P-LC-SP1 施測幾何參數

Table 2-5　The seismic profile line 22P-LC-SP1 details

測區	台東卑南	儀器	SYSCAL PRO 地電阻探測儀
測線名稱	22P-LC-SP1	陣列形式	Pole-Dipole array 為主，Dipole-Dipole array 輔助
測線方向	東北-西南向	測線長度	1,100 公尺
測線起點 (TWD97)	(262811.956933, 2519275.37198)		
測線終點 (TWD97)	(263623.035761, 2520032.21937)		

測線分段	測線起點(TWD97)	測線終點(TWD97)	長度
22P-LC-SP1-1	(262825.79, 2519246.34)	(263123.57, 2519475.21)	360 公尺
22P-LC-SP1-2	(262940.21, 2519727.35)	(263041.47, 2519807.64)	120 公尺
22P-LC-SP1-3	(263144.71, 2519654.23)	(263518.52, 2520015.77)	500 公尺
22P-LC-SP1-4	(263364.83, 2520211.03)	(263513.63, 2520296.76)	160 公尺

三、利吉斷層調查成果

(一)基本資料及過去研究

1.斷層位置與長度

利吉斷層為向東傾斜之高角度逆移斷層，位於台灣東部台東縣境內，斷層走向自北而南由北北東走向轉東南走向，由台東縣延平鄉鸞山(瑞源河階南側)向南延伸至岩灣，再轉東南向延伸至台東市，斷層全長約20 公里(Hsu, 1956；Bonilla, 1977；紀權宥，2007；陳文山等，2008)。

本斷層最早由徐鐵良(1956)依據縱谷兩側地形地質特性差異，推測縱谷存在有一向西逆衝的台東縱谷斷層。Biq (1965)認為縱谷為兩條背向傾斜的高角度逆衝斷層形成，東側為海岸山脈斷層、西側為中央山脈斷層。徐鐵良(1976)由利吉國小附近斷層露頭，發現斷層向西逆衝至水平的河階礫石層上，將此沿著卑南溪東岸發育的斷層命名為利吉斷層；而沿著卑南溪西岸、鄰近初鹿台地的分支斷層則命名為卑南山斷層(徐鐵良，1956)。張徽正等(1998)及林啟文等(2000)則依據不同斷層的活動性及運動差異，將縱谷斷層劃分為位於縱谷東側的利吉斷層及縱谷西側的卑南山斷層，並將利吉斷層歸類為第二類活動斷層。

2.地形與地表地質特性

(1)地形特性

利吉斷層位於花東縱谷南端，縱谷西側為中央山脈、東側為海岸山脈(圖 3-1)。利吉斷層位於縱谷東側，大致沿著卑南溪分布，利吉斷層東側與海岸山脈、利吉階地相鄰，海岸山脈主要為低矮山脈及丘陵構成，山脈西翼利吉地區呈現惡地形貌夾雜巨型外來岩塊，這些岩塊常凸出於丘陵之上，而海岸山脈沖蝕而下的土石向西搬運堆積於卑南溪東岸形成數階河階地，其中利吉階地群為規模最大之階地。利吉斷層西側與鹿野高臺、卑南山台地相鄰，這些台地與階地為中央山脈沖蝕搬運後所堆積形成的一系列段丘及沖積扇，其中鹿野高臺紅土面是高位段丘面(林朝棨，1957)，海拔介於 350~400 公尺；初鹿台地(卑南山台地)是紅土緩起伏面，海拔介於 300~400 公尺，此台地東側靠卑南溪也發育另一系列沖積扇。

利吉斷層發育大致與卑南溪水系分布位置雷同，卑南溪流向為由

北向南，從鹿野到利吉地區卑南溪主流分布與利吉斷層相同，本區支流有鹿寮溪及鹿野溪。利吉地區以南卑南溪流向轉為東南向出海與利吉斷層分開，利吉斷層則轉往台東市區延伸。本計畫參考紀權宥(2007)地表地形調查成果(圖 3-2)，以下分區域說明利吉斷層各段地形特徵(圖 3-3、圖 3-4):

a.新良(圖 3-3，A):新良階地位於鹿野鄉瑞源村東方、卑南溪西側，分為三段的侵蝕型階地出現在鹿寮溪沖積扇的末端，分別為 FTf、FT5、FT3。三段階地邊緣的隆起皆為斷層崖，斷層崖沿線可發現建物、護岸受破壞現象。

b.鸞山(圖 3-3，B):鸞山階地河階共有四階，分別為 FT2、FT3、FT5、FT6，階地最高被抬升到高於卑南溪河床 40 公尺以上，顯示位於卑南溪東岸的鸞山階地受利吉斷層活動影響而抬升。

c.山里(圖 3-3，C):山里可清楚辨認的河階地共有三階，分別為 FA3、FT6、FTe，而山里車站東北方 1 公里處形成朝東傾斜的反斜崖，位於 FA3 階地的利吉斷層東側。

d.利吉(圖 3-3，D):利吉階地可辨識共四階，分別為 FT1、FT2、FT4、FT5，利吉斷層或分支斷層通過 FT4、FT5 階地之間。

e.岩灣(圖 3-4，E):岩灣階地可辨識出兩階階地，分別為 FA1(沖積扇階地)及 FT5(侵蝕型階地)，利吉斷層通過處位於 FT5 階地，斷層兩側屬於同一階地不易辨識出斷層崖。

f.岩灣以南至台東市:岩灣以南 FT5 階地面及階崖逐漸不明顯，階面呈現 7.5‰的坡度向南傾斜逐漸沒入沖積平原，至台東市區多人為開發，整體來看已無法辨識出斷層崖或地形起伏。

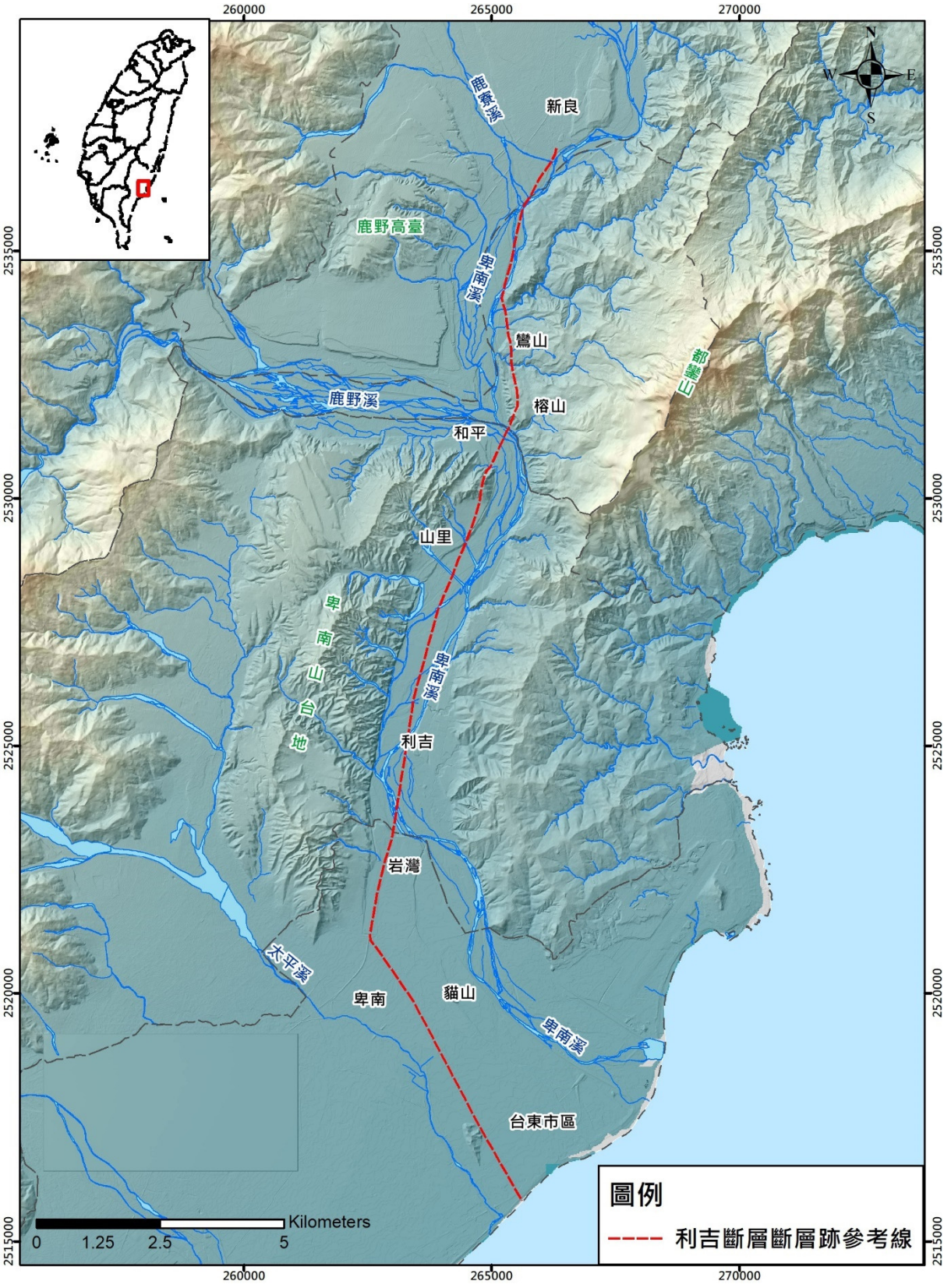
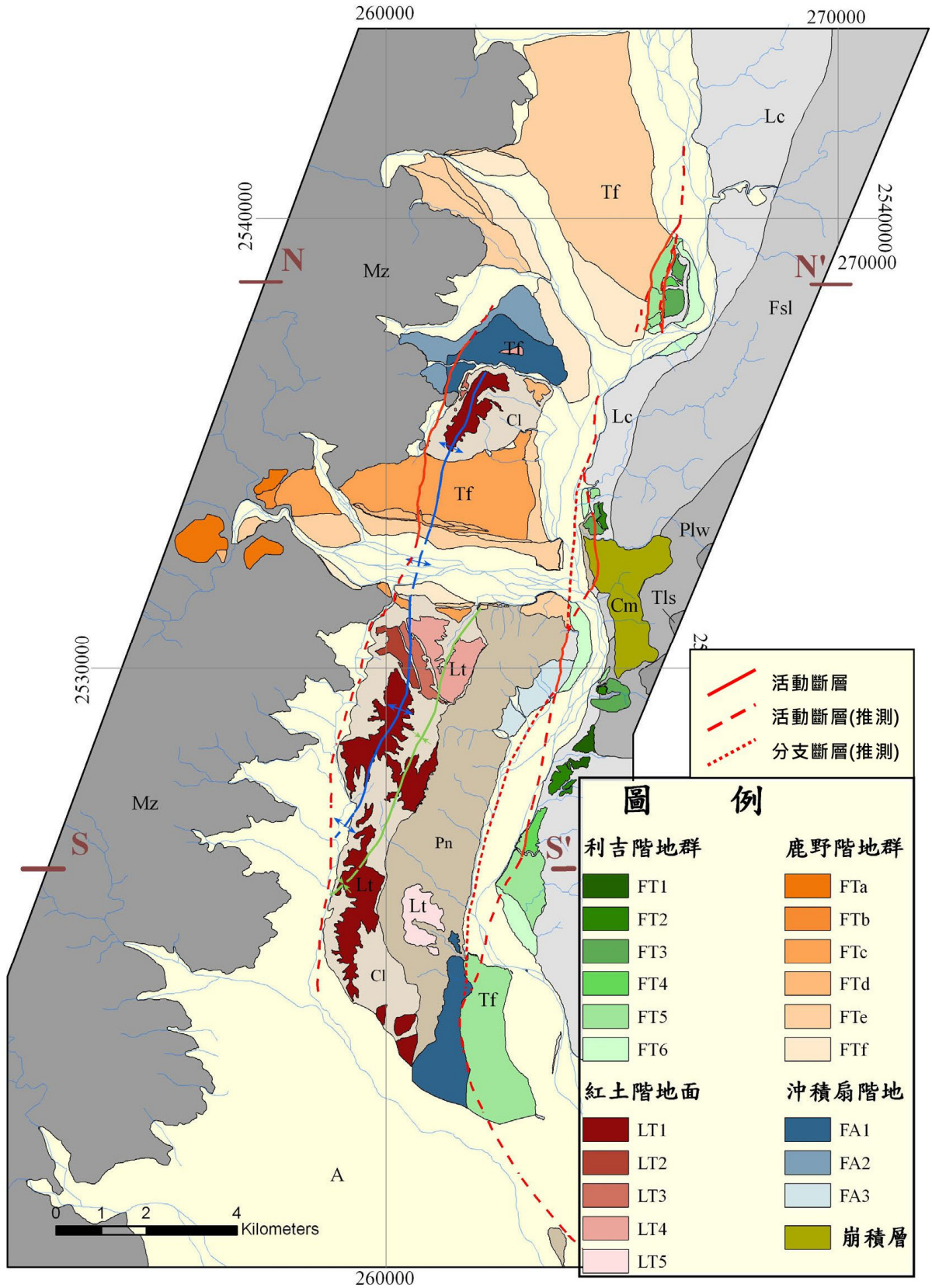


圖 3-1　台東縱谷地形水系圖

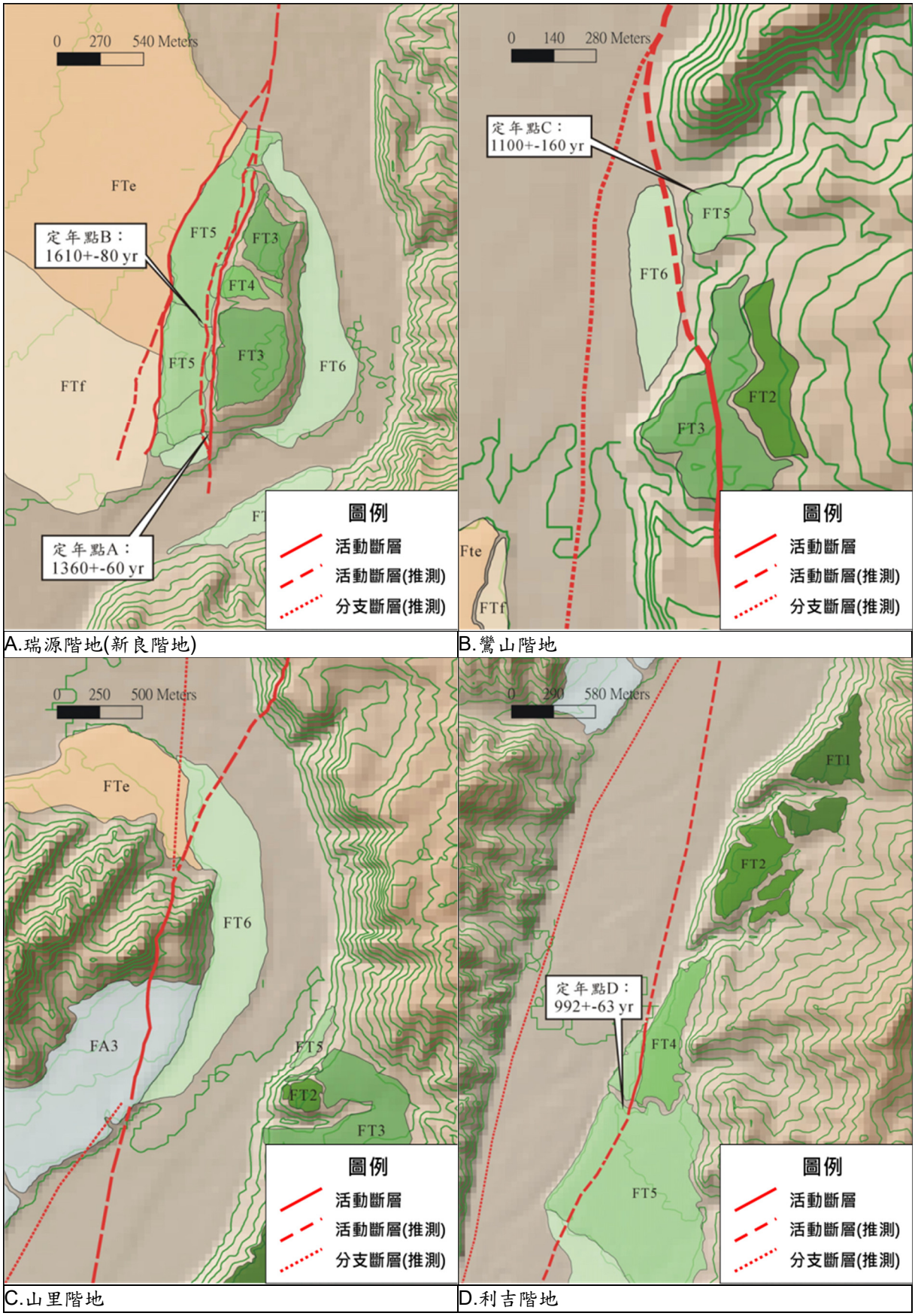
Fig 3-1　Topography and drainage map of Taitung vally



資料來源:紀權宜(2007)

圖 3-2　台東縱谷階地分布圖

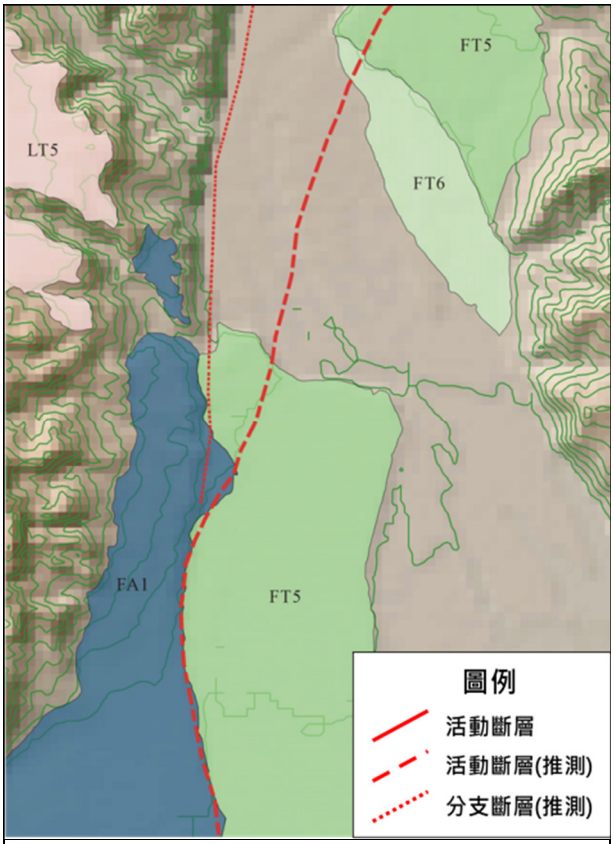
Fig 3-2　Terraces of Taitung vally



資料來源:紀權宥(2007)

圖 3-3　利吉斷層沿線河階地分布圖(1/2)

Fig 3-3　Terrace distrbution of Lichi fault(1/2)



E.岩灣階地

資料來源:紀權宜(2007)

圖 3-4　利吉斷層沿線河階地分布圖(2/2)

Fig 3-4　Terrace distrbution of Lichi fault(2/2)

(2)地表地質特性

由利吉斷層條帶地質圖可見(圖 3-5)，以鹿野斷層與利吉斷層為界，鹿野斷層西側為中央山脈板岩層，又稱紅葉層，岩性為黑色板岩偶夾紋層砂岩或厚層變質砂岩，岩層年代可能為始新世或更早以前。鹿野斷層與利吉斷層之間為卑南山礫岩及紅土礫石層，卑南山礫岩主要由變質岩礫岩組成，偶夾薄層砂岩和泥岩，本層主要分布在初鹿台地(卑南山台地)，在卑南溪兩岸也有分布；紅土礫石層主要分布在鹿野高臺、初鹿台地，礫岩源岩主要由板岩、變質砂岩組成，以交角不整合覆蓋於下方卑南山礫岩之上，本層已呈現紅土化跡象，可與卑南山礫岩區分。利吉斷層以東地層包括都鑾山層、蕃薯寮層、八里灣層、利吉層、階地堆積層，都鑾山層岩性包含火山角礫岩、凝灰岩和熔岩流，蕃薯寮層以泥岩為主偶夾薄層砂岩，八里灣層主要為薄層砂岩及頁岩互層，利吉層又稱利吉混同層，為海岸山脈中夾有各種岩石角礫岩塊的泥岩層，岩層受強烈剪動呈現鱗片狀葉理，可能由構造剪

動作用形成的產物，由於具有斷層帶的特性，本層視為構造單位而不是沉積層。

利吉斷層過去的野外調查成果，自北往南針對不同地區，依序由新良、鸞山、山里、利吉、岩灣、台東市區詳述如下:

a.新良至鸞山

根據紀權宥(2007)調查成果，新良階地具有兩條走向約北北東的斷層崖，位於斷層崖南側的階崖剖面，可以清楚觀察到利吉層向西逆衝至河階礫石之上，斷層下盤的礫石層受到斷層作用產生變形(圖 3-6)，主要的斷層位態為 N13°E/43°E。露頭下側另一剪切面，位態為 N10°E/66°E，剪切面上盤為受剪切強烈的蛇綠岩岩塊，下盤為塊狀泥岩，剪切帶沿泥岩層頂部切入礫石層中，造成斷層尖端的礫石層褶皺變形。根據碳十四定年結果，礫石層中的砂層年代為 1360±60 cal yr BP。

b.鸞山

紀權宥(2007)從鸞山村旁野溪中發現利吉層逆衝至卑南山礫岩之上(圖 3-7)，斷層位態為 N50°E/74°W，利吉層的組成為剪碎強烈的泥岩、砂岩與蛇綠岩塊，卑南山礫岩的岩層位態為 N30°E/70°W。此露頭上部沉積一水平河階礫石層，不整合覆蓋於利吉層與卑南山礫岩之上。露頭顯示斷層尖端並未截切此水平礫石層，顯示礫石層沉積之後斷層未再有活動現象。

而在鸞山南側卑南溪東岸階崖亦可以清楚的觀察到利吉層逆衝至卑南山礫岩之上(圖 3-8)，斷層面的位態為 N50˚E/70˚SE (游，1997)，近斷層處卑南山礫岩因受到擾動，岩層位態呈現東傾。利吉層和卑南山礫岩的上方亦有一層水平的河階礫石層以不整合覆蓋於其上，河階礫石層同樣沒有被斷層截切的現象。

林啟文等(2009)在同樣的鸞山階崖(圖 3-9)，發現斷層西北側卑南山礫岩層向西北傾斜，東南側礫岩層向東南傾斜，由於斷層東南側礫岩層中夾有約 10 公尺榕山厚的砂質泥岩，與西北側礫岩層在岩層層序、岩性組合均不同，兩者之間可應為斷層接觸而非呈背斜構造；同樣在此露頭中，利吉層中剪動劇烈的泥岩層，逆衝於層態向東南傾斜的卑南山礫岩之上，而前緣斷層未截穿上覆

的階地堆積層，在斷層上盤亦發現泥質岩層以低角度逆衝於礫岩層之上，顯示該地具寬廣的斷層帶。在上述露頭的最東側，利吉層逆衝至卑南山礫岩之上，水平層態的階地礫石層同時覆於兩者之上，斷層並未截切此礫石層，顯示礫石層沉積之後斷層沒有活動跡象。

c.山里

山里位於卑南山台地東北方，此處利吉層中的石灰岩塊與卑南山礫岩呈斷層接觸，此斷層向南延伸至山里扇階北端，形成一高 1.5 公尺的反斜崖(圖 3-10；陳文山等，2014)，在地表延伸約 600 公尺，為 N-S 走向，可能為斷層活動所形成。

d.利吉

利吉村位於卑南溪東岸，利吉斷層於利吉國小附近出露，利吉層逆衝至河階礫石層之上，斷層面傾角為 65°E，斷層兩側沖積層的斷距可達 12 公尺(石再添等，1983)。利吉國小南邊 FT4 與 FT5 階面間有一斷層崖，崖的西側出露卑南山礫岩，東側為利吉層，延伸約 1 公里，崖高由北從 15 公尺往南逐漸減小。斷層下盤出露的卑南山礫岩局部受到強烈的剪切作用，礫岩的位態 N25°E/51°E (圖 3-11)，與卑南溪西岸卑南山礫岩 60-80°W 的岩層位態有所差異。由於在卑南溪東岸的堤防上仍可觀察到卑南山礫岩的出露，因此研判利吉斷層應由北側的斷層崖持續向南延伸，並且通過利吉村所在的 FT5 階面(圖 3-2)。

以往所稱的利吉斷層是根據卑南溪東岸利吉村的地表露頭(徐鐵良，1976a；紀權宥，2007)，後續調查發現該露頭斷層僅為利吉層中的其中一條斷層，而該露頭所在的利吉層受中新世晚期至更新世的構造作用持續剪動，形成現代具有鱗片狀葉理夾雜外來岩塊的利吉層，故利吉層具有斷層帶的特性。林啟文等(2009)重新定義卑南溪東岸利吉村的斷層為利吉斷層分支，而以往定義的卑南山斷層-利吉斷層的分支斷層為花東縱谷內分隔利吉層與卑南山礫岩的主要斷層。

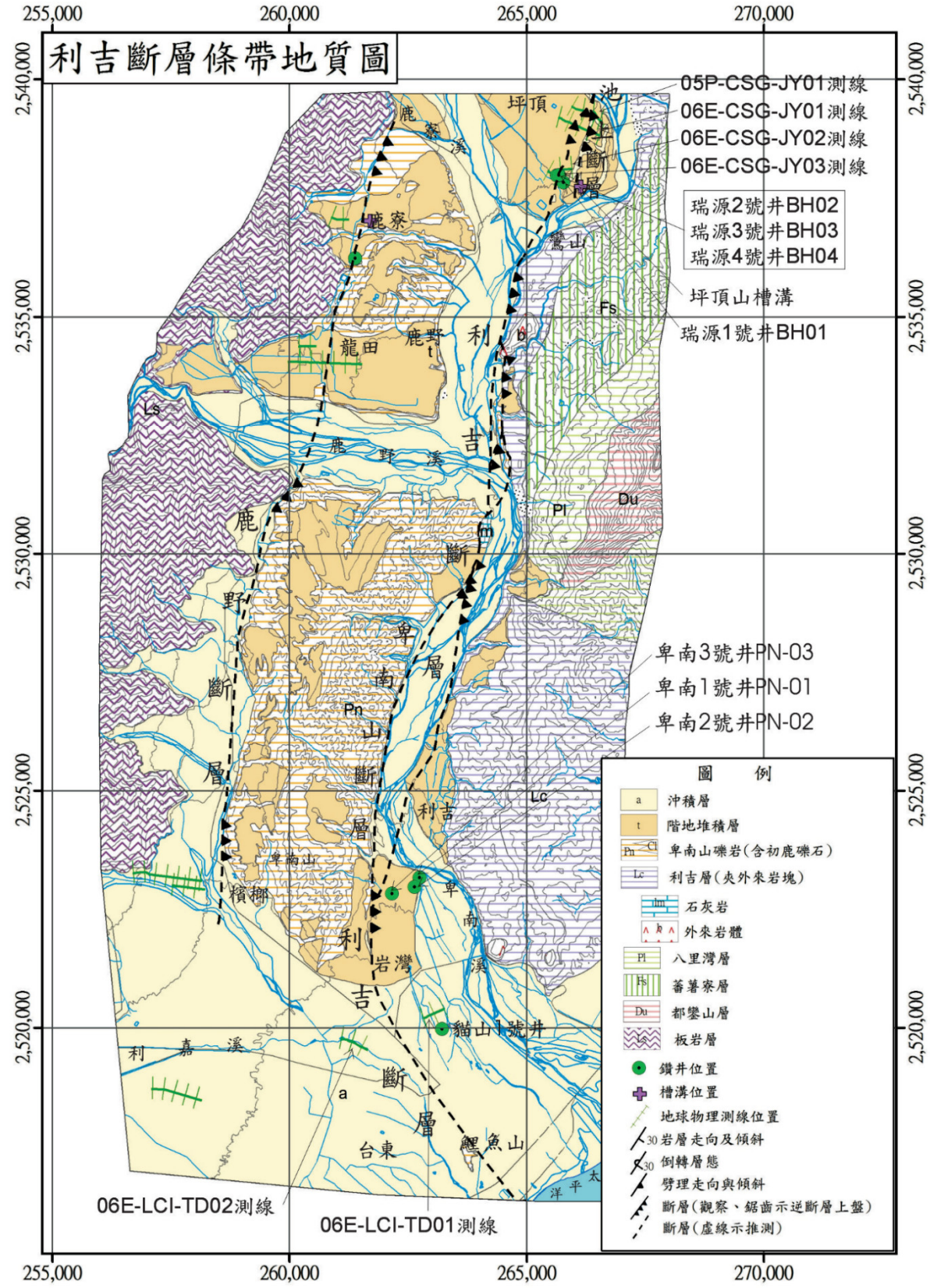
e.岩灣(台東車站)

岩灣位於卑南溪西岸，利吉斷層向南延伸到此處後斷層地表

線形已不明顯且無露頭出露。由岩灣北側河岸出露的卑南山礫岩與東北側的卑南大圳公園開挖出利吉層，推測斷層跡應通過岩灣所在的階面下方。更往南的貓山岩性為石灰岩，應屬於利吉層中的岩塊，露頭顯示利吉斷層應通過貓山西側。

f.台東市區

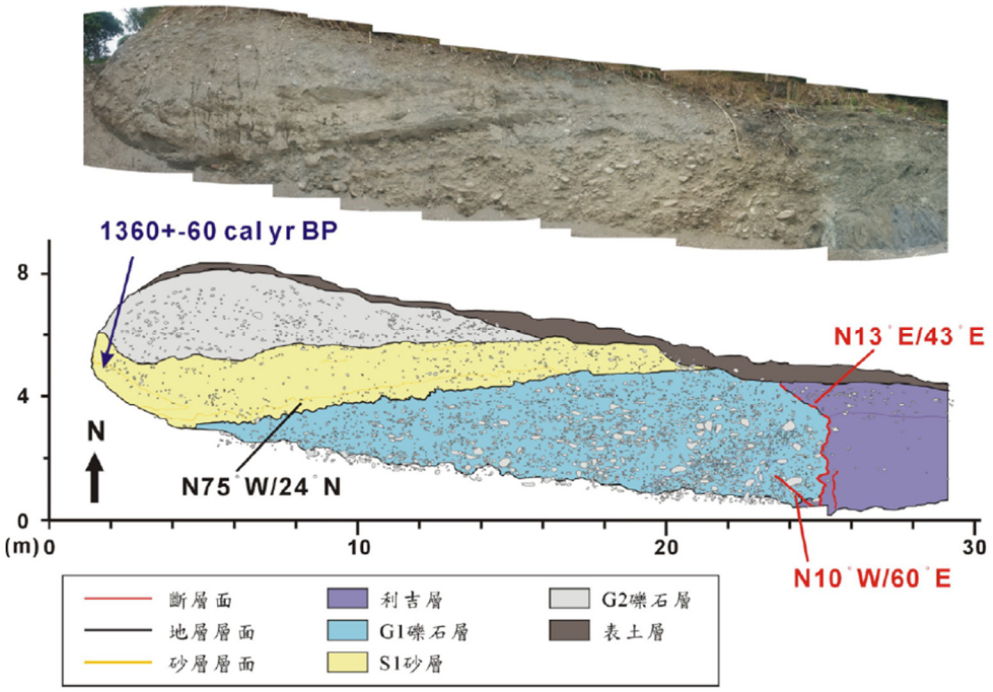
臺東市區地表堆積現代沖積層，利吉斷層在此區無明顯的地形特徵，一旁的鯉魚山出露卑南山礫岩，地層朝西南傾斜，推測利吉斷層應通過鯉魚山東側。



資料來源：林啟文等(2009)

圖 3-5　利吉斷層條帶地質圖

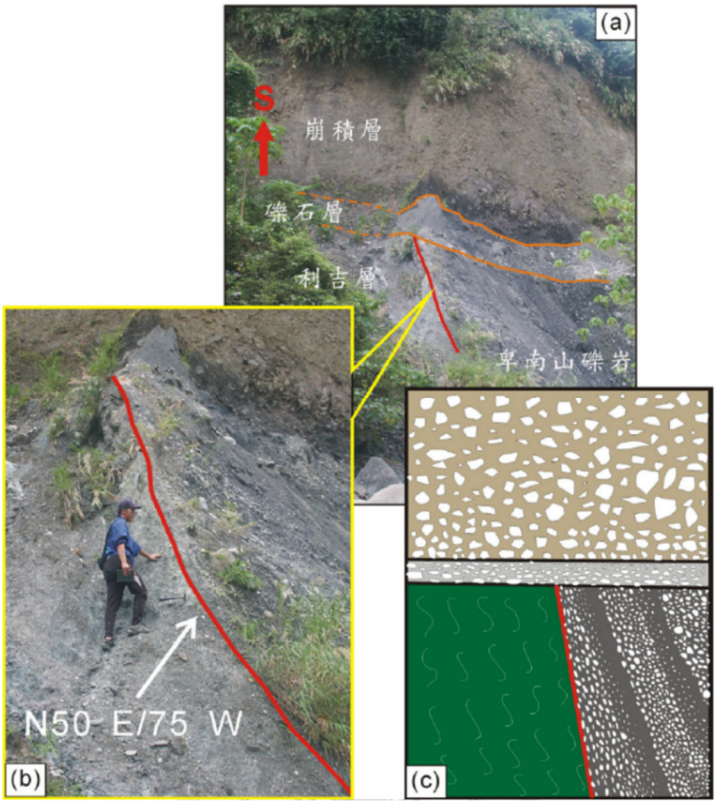
Fig 3-5　The geological zone map of Hsiaokangshan active fault



資料來源:陳文山等(2006)、紀權宥(2007)

圖 3-6　新良階地南側階崖剖面

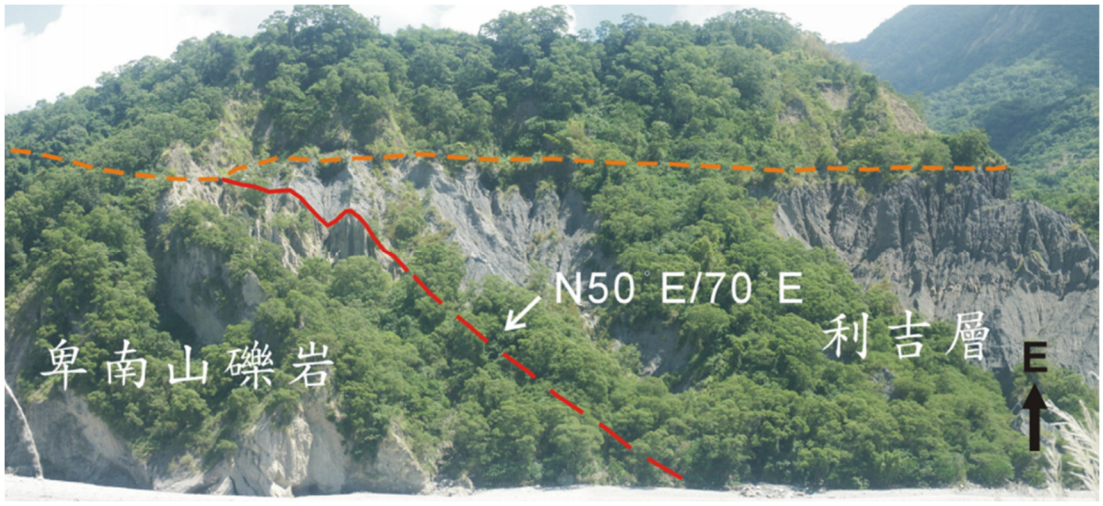
Fig 3-6　The geological profile of Lichi fault in Xinliang(Taitung)



資料來源:紀權宥(2007)

圖 3-7　鸞山地區溪谷利吉斷層露頭

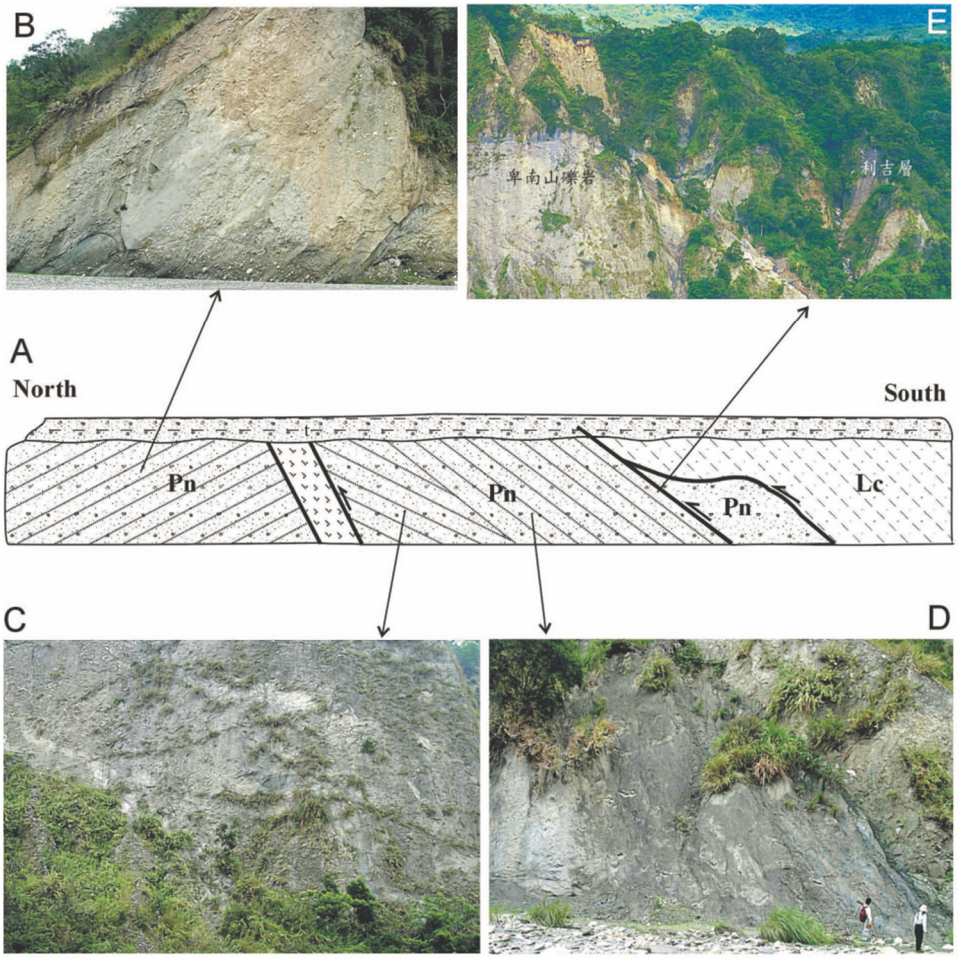
Fig 3-7　The outcrop images with geological sketch of Lichi fault in Luanshan area, Taitung



資料來源:紀權宥(2007)

圖 3-8　鸞山地區卑南溪東岸利吉斷層露頭

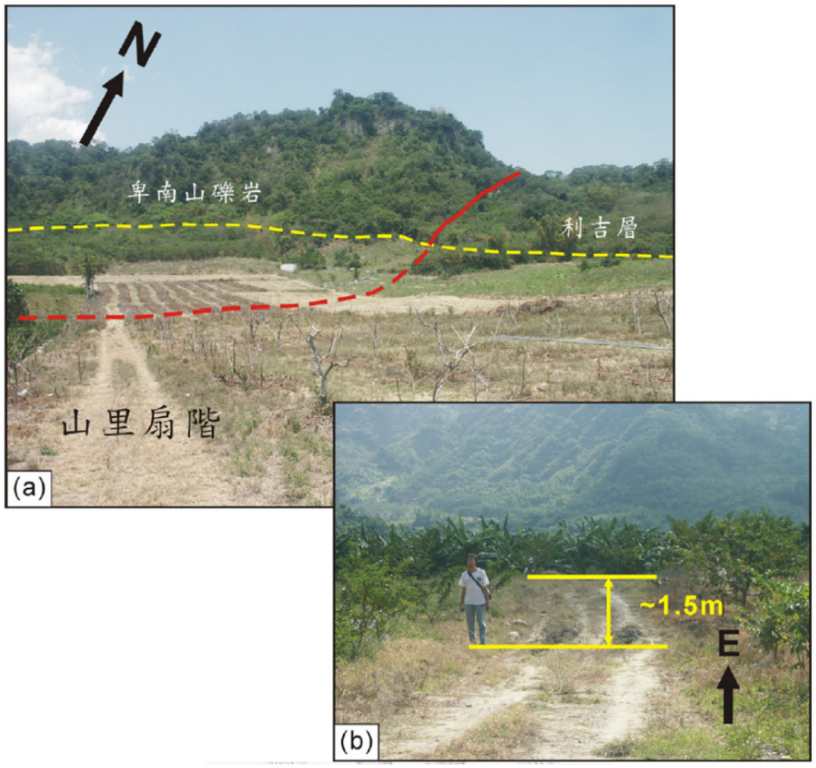
Fig 3-8　The outcrop images of Lichi fault on east bank of Beinan River in Luanshan area, Taitung



資料來源:林啟文等(2009)

圖 3-9　鸞山地區卑南溪東岸利吉斷層露頭

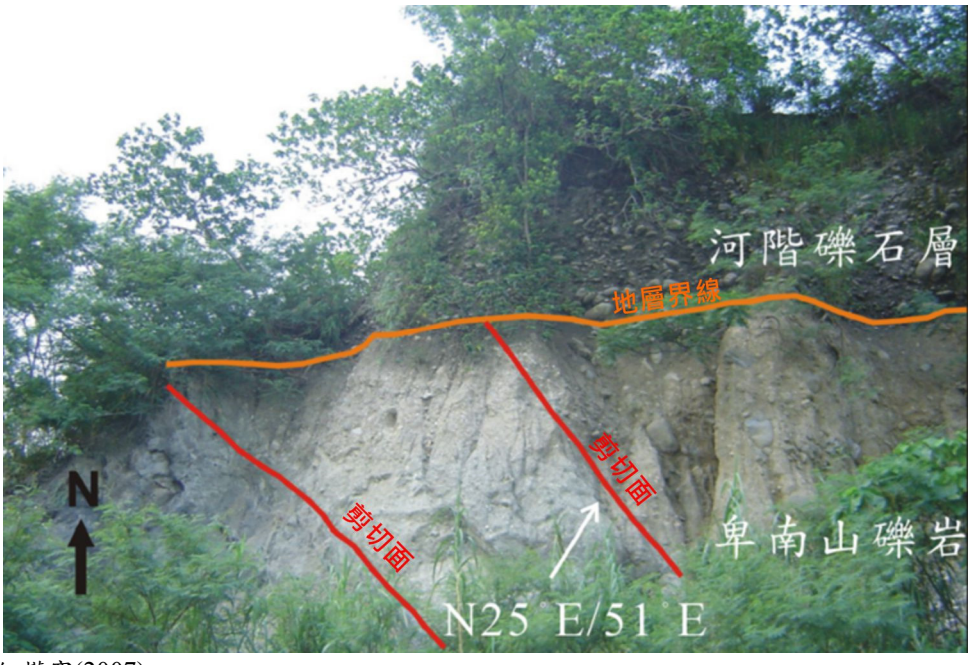
Fig 3-9　The outcrop on the east bank of Beinan River in Luanshan area, Taitung



資料來源:紀權宥(2007)

圖 3-10　山里地區北側利吉斷層露頭及山里扇階上的地形崖

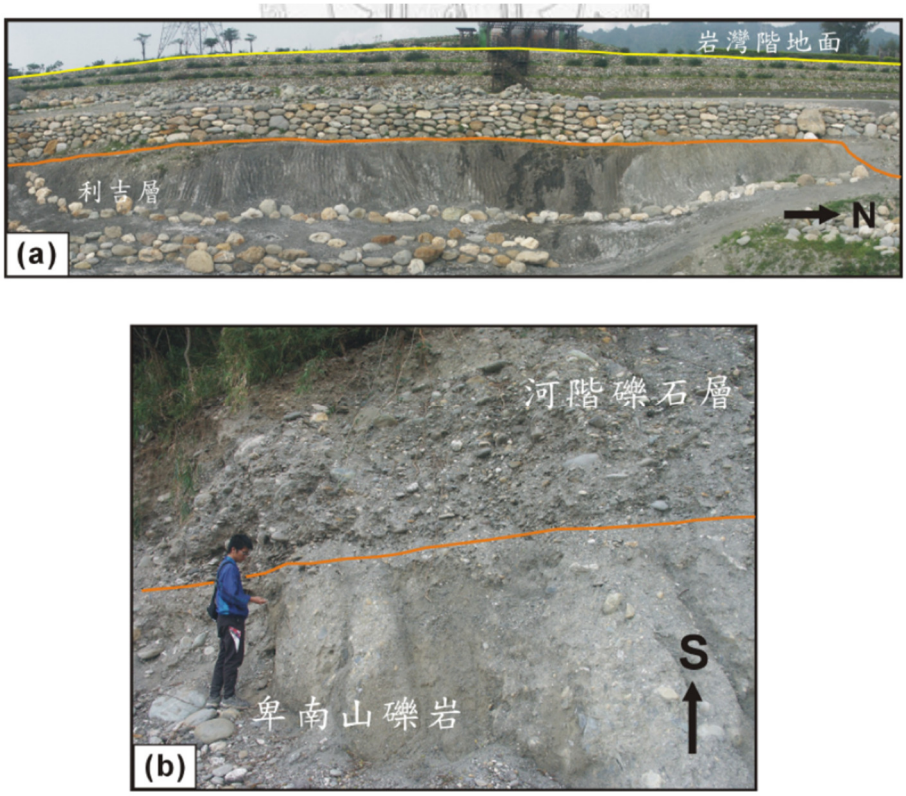
Fig 3-10　The outcrop and the escarpment of northern Lichi fault in Shanli area, Taitung



資料來源:紀權宥(2007)

圖 3-11　利吉地區受剪切的卑南山礫岩露頭

Fig 3-11　The outcrop of shearing Peinanshen conglomerate in Lichi area, Taitung



資料來源:紀權宥(2007)

圖 3-12　岩灣地區河階北側利吉斷層露頭

Fig 3-12　The outcrop of Lichi fault on the northern terrace of Yanwan area

3.地下地質特性

利吉斷層為向東傾斜的逆移斷層，走向為北北東轉東南走向，斷層面上盤為利吉層、下盤為卑南山礫岩，斷層沿線的地下地質特性以下分地球物理調查及鑽探調查兩部分進行描述。

(1)地球物理調查

在利吉斷層最北端的新良階地群，董倫道等在 2005~2006 年布置 1 條反射震測測線及 3 條地電阻測線(圖 3-13)，目的為探測池上斷層南端。05P-CSG-JY01 為位於新良階地北側的反射震測剖面(圖 3-14)，在剖面位置 360 公尺以西為一系列水平之反射層(沖積層)，以東則無明顯反射訊號(利吉層)，認為剖面東側之利吉層向西逆衝至沖積層之上，該逆衝介面為池上斷層。06E-CSC-JY01、06E-CSC-JY02、06E-CSC-JY03 為地電阻剖面(圖 3-15、圖 3-16、圖 3-17)，三道剖面東側皆出現電阻率約 10 Ohm-m 可對應至利吉層的電阻率，西側則為代表沖積層的電阻率，皆為利吉層向西逆衝至沖積層之上，但參考紀權宥(2007)的地形判識成果 05P-CSG-JY01、06E-CSC-JY01 剖面的逆衝介面屬於同一斷

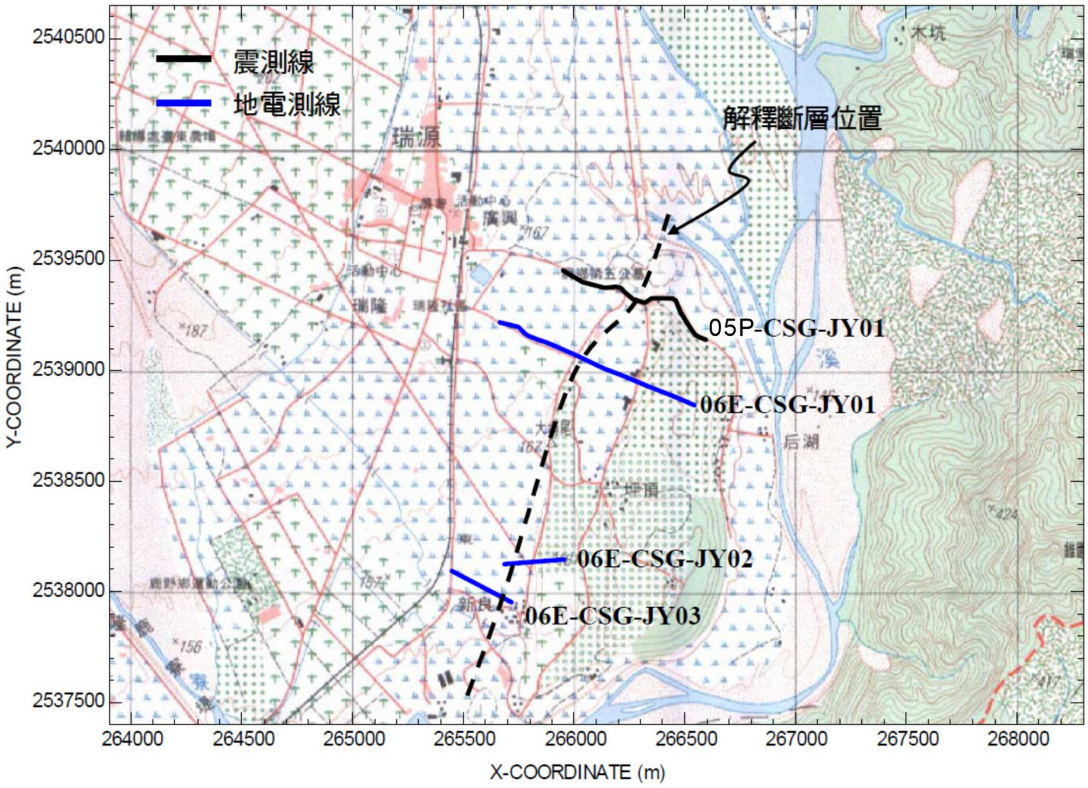
層崖線形(FT5、FTe 階面的交界)，推測為池上斷層；而 06E-CSC-JY02、06E-CSC-JY03 剖面的逆衝介面卻屬於另一道斷層崖線形(都在 FTf 階地內)，推測可能為利吉斷層。

在卑南及臺東市區，董倫道等(2006)使用大地電磁及地電阻法調查縱谷南端地下地質構造分布(圖 3-18)，大地電磁測勘由中央山脈跨越縱谷南端、海岸山脈南端至太平洋，沿線測勘完成 20 個測點，並於測點 13 以東發現低電阻區(圖 3-19)，利吉斷層可能位於測點 13 鄰近處。

地電阻測勘部分，分別於測點 13 以東、測點 11 以西布設貓山測線、卑南測線(圖 3-20)，經逆推處理後，測線剖面解釋如下:

a.貓山測線(圖 3-21):本剖面電阻率等值線接近水平，地表至地下 50 公尺處為高電阻區，根據鄰近南側貓山 1 號井鑽探成果，研判本層為礫石層。地下 50 公尺以下皆為低電阻層(小於 15 Ohm-m)，研判為利吉層，顯示本剖面位於利吉斷層上盤側，利吉斷層應位於貓山測線以東、測點 13 附近。

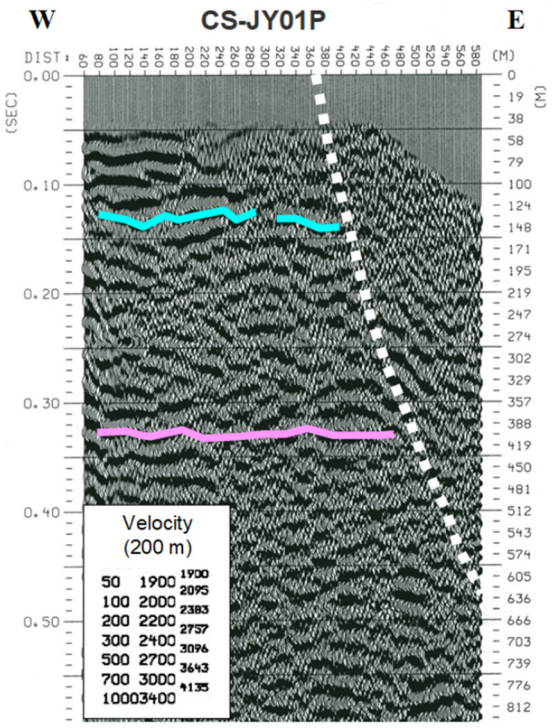
b.卑南測線(圖 3-22):剖面中未發現如貓山測線深處一樣低電阻率(15 Ohm-m)的低電阻層，研判下方皆為礫石層。董倫道等(2006)認為剖面中相對低電阻區域(圖中綠色及藍色區域)可能為局部黏土質含量較高或礫石顆粒較小所致。本計畫研判後認為本剖面電阻率等值線較不規律，研判可能受到地表建築或人為活動等干擾，但電阻率仍可參考，整個剖面的電阻率皆大於 30 Ohm-m，皆屬與於礫石層，本剖面位於利吉斷層下盤側，斷層應位於卑南測線以東。



資料來源:董倫道(2005)

圖 3-13　新良階地地球物理測線分布

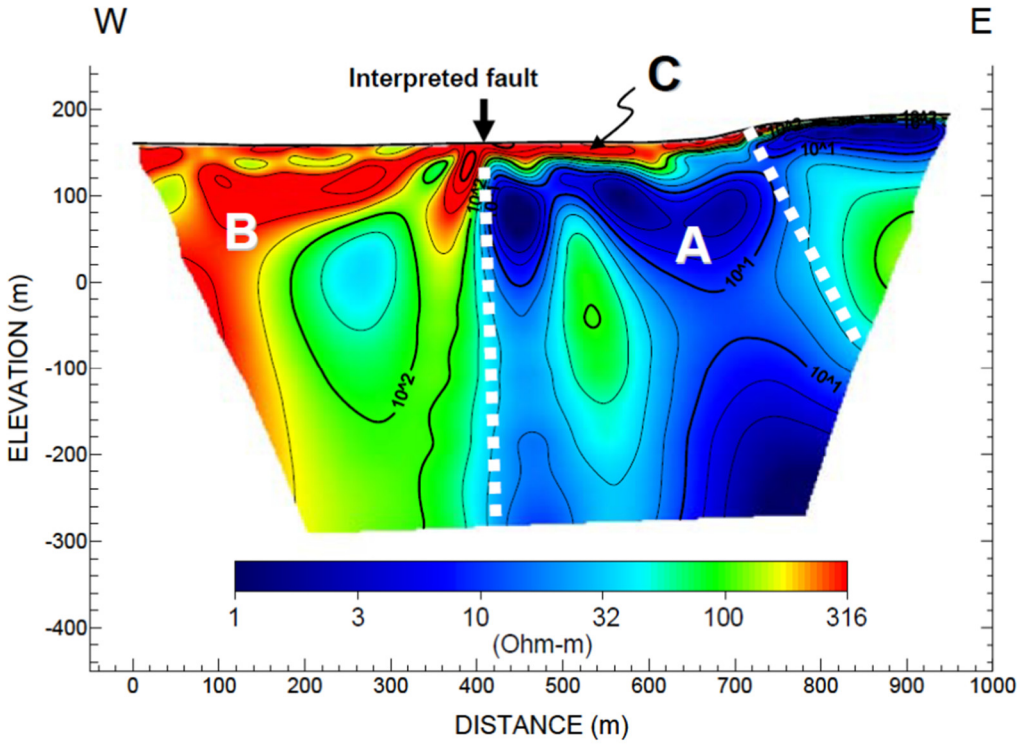
Fig 3-13　The geophysical survey lines distribution of terrace in Xinliang area, Taitung



資料來源:董倫道(2005)

圖 3-14　05P-CSG-JY03 測線地電阻影像剖面

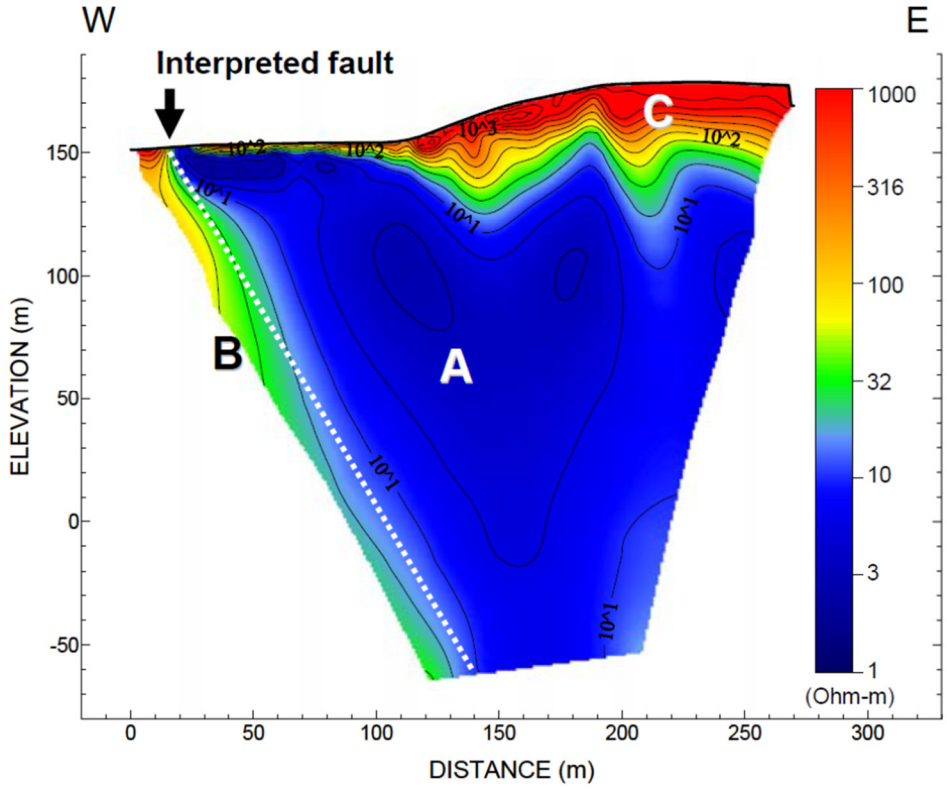
Fig 3-14　The seismic profile (05P-CSG-JY03) in Xinliang area



資料來源:董倫道(2006)

圖 3-15　06E-CSG-JY01 測線地電阻影像剖面

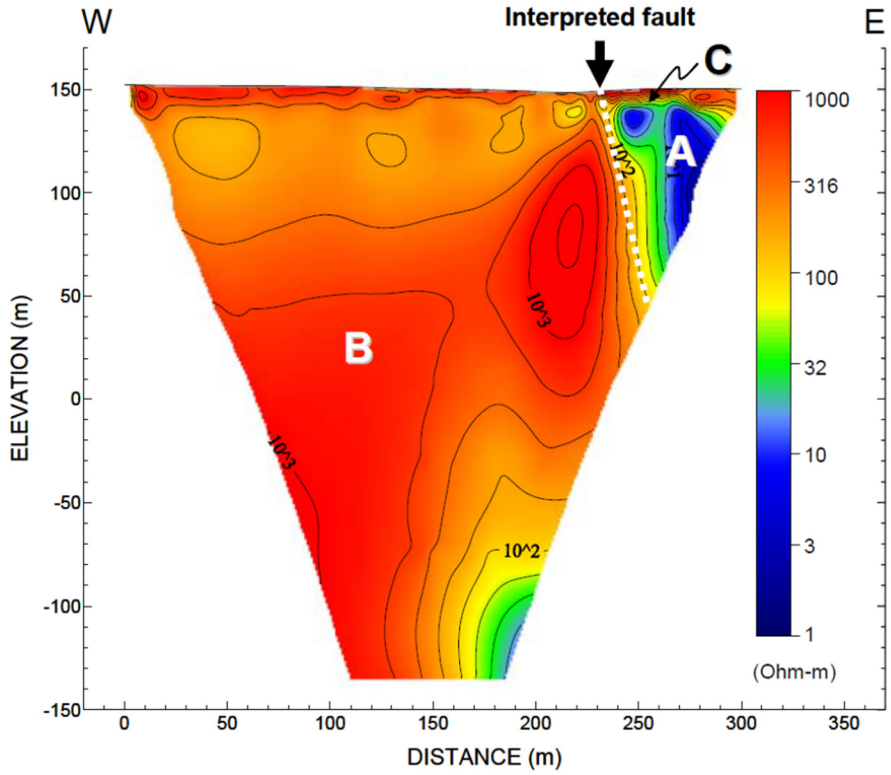
Fig 3-15　The resistivity profile(06E-CSG-JY01) in Xinliang area



資料來源:董倫道(2006)

圖 3-16　06E-CSG-JY02 測線地電阻影像剖面

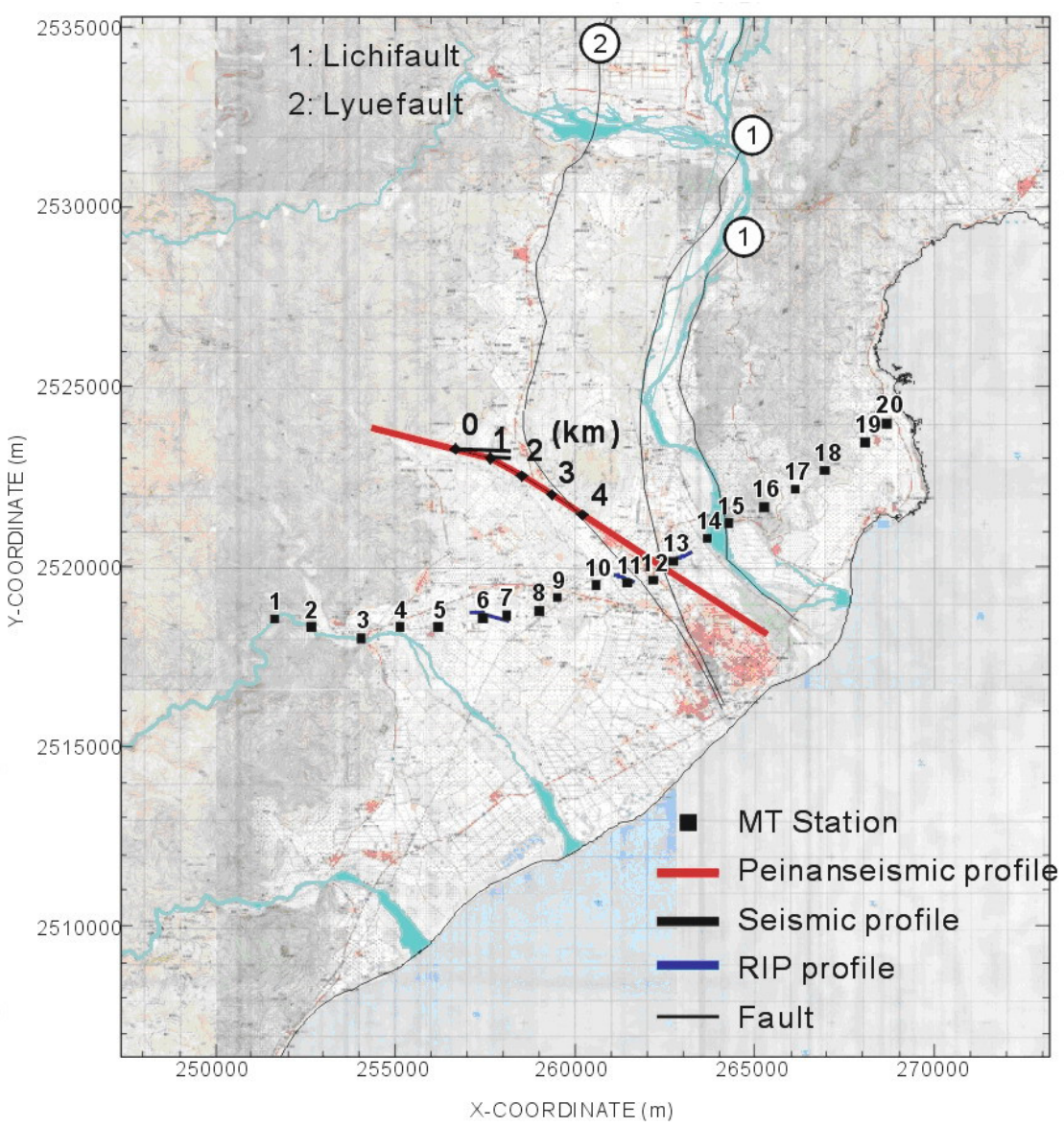
Fig 3-16　The resistivity profile(06E-CSG-JY02) in Xinliang area



資料來源:董倫道(2006)

圖 3-17　06E-CSG-JY03 測線地電阻影像剖面

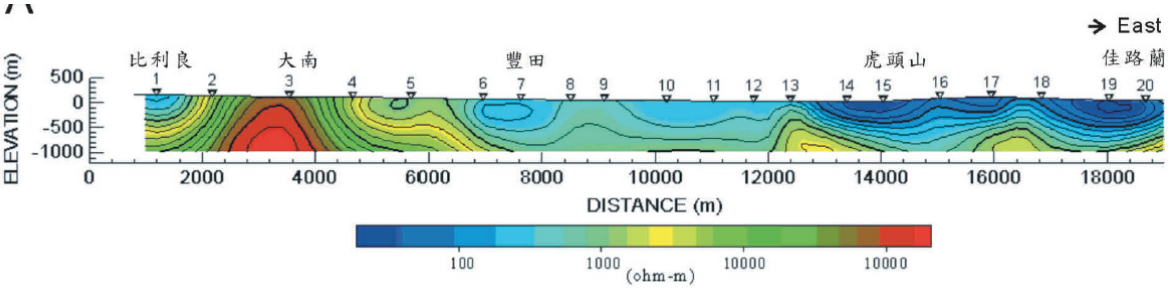
Fig 3-17　The resistivity profile(06E-CSG-JY03) in Xinliang area



資料來源:董倫道(2006)

圖 3-18　臺東縱谷南端大地電磁測勘 20 測點及地電阻測線分布平面圖

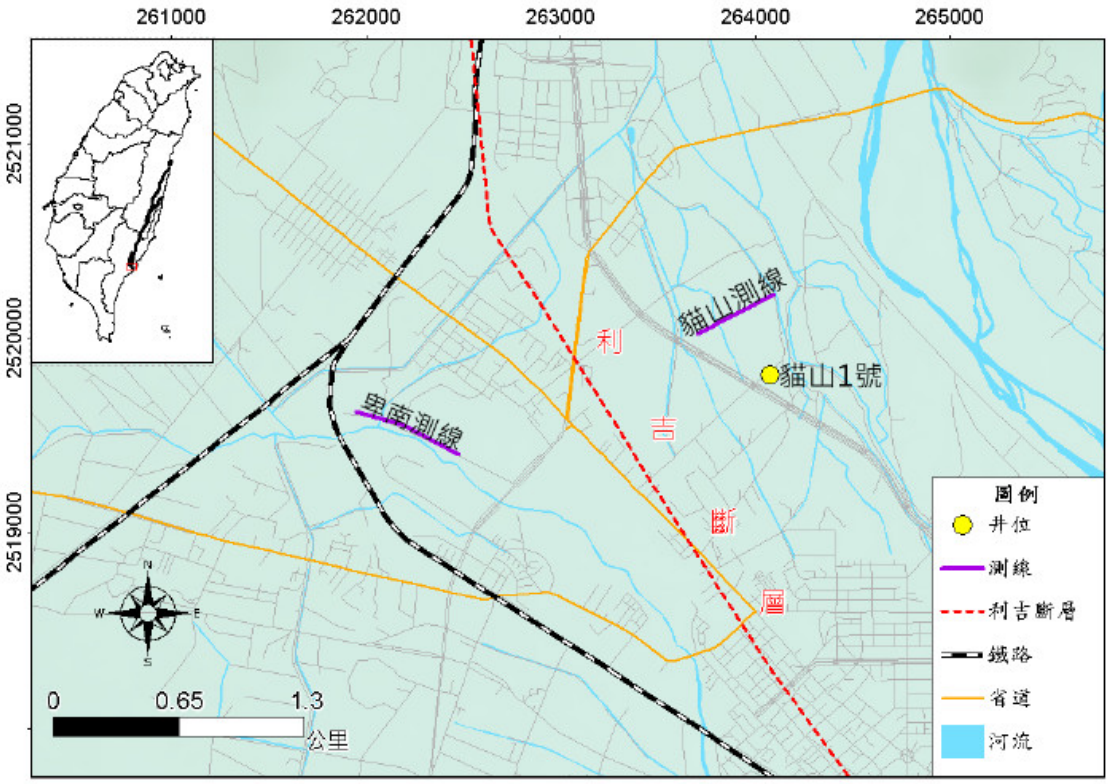
Fig 3-18　The magnetotelluric method survey spots distribution map in Taitung valley



資料來源:董倫道(2006)

圖 3-19　臺東縱谷南端大地電磁測勘經逆推處理電阻剖面

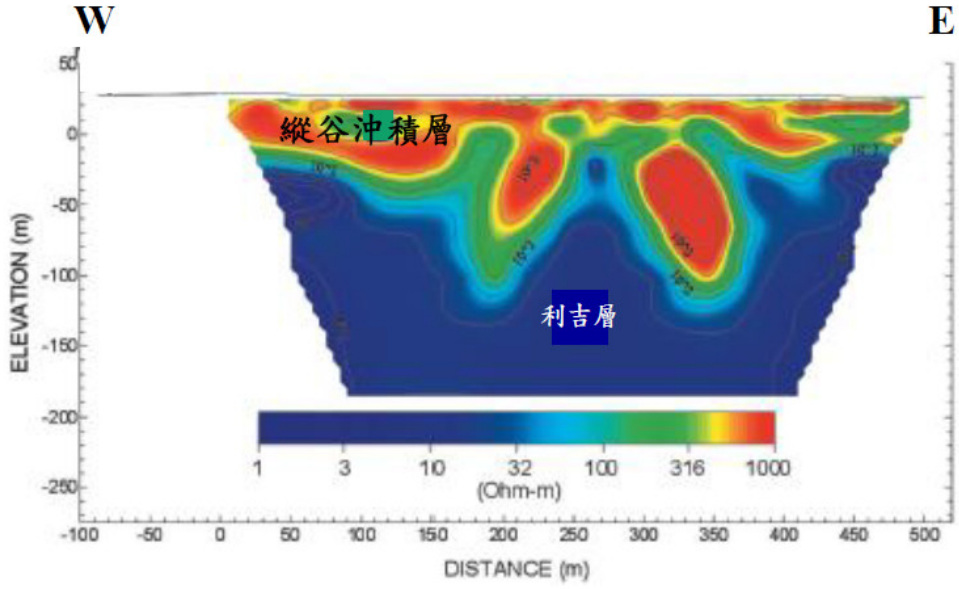
Fig 3-19　The magnetotellurical resistivity profile in the southern Taitung valley



資料來源:董倫道等(2006)，簡立凱(2015)重繪

圖 3-20　臺東縱谷南端利吉斷層周遭地電阻測線(貓山、卑南測線)分布平面圖

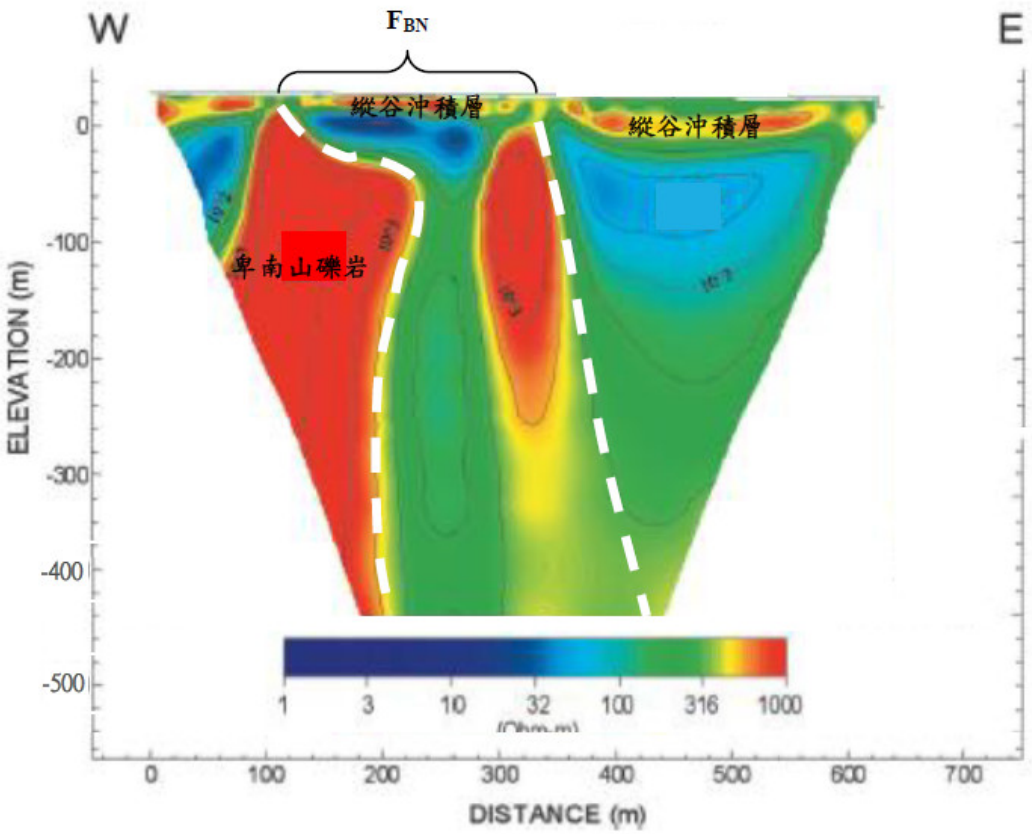
Fig 3-20　The resistivity survey line distribution map in the southern Taitung valley



資料來源:董倫道等(2006)，簡立凱(2015)重繪

圖 3-21　貓山測線地電阻影像剖面

Fig 3-21　The Shanmou resistivity profile image



資料來源:董倫道等(2006)，簡立凱(2015)重繪

圖 3-22　卑南測線地電阻影像剖面

Fig 3-22　The Beinan resistivity profile image

(2)地質鑽探調查

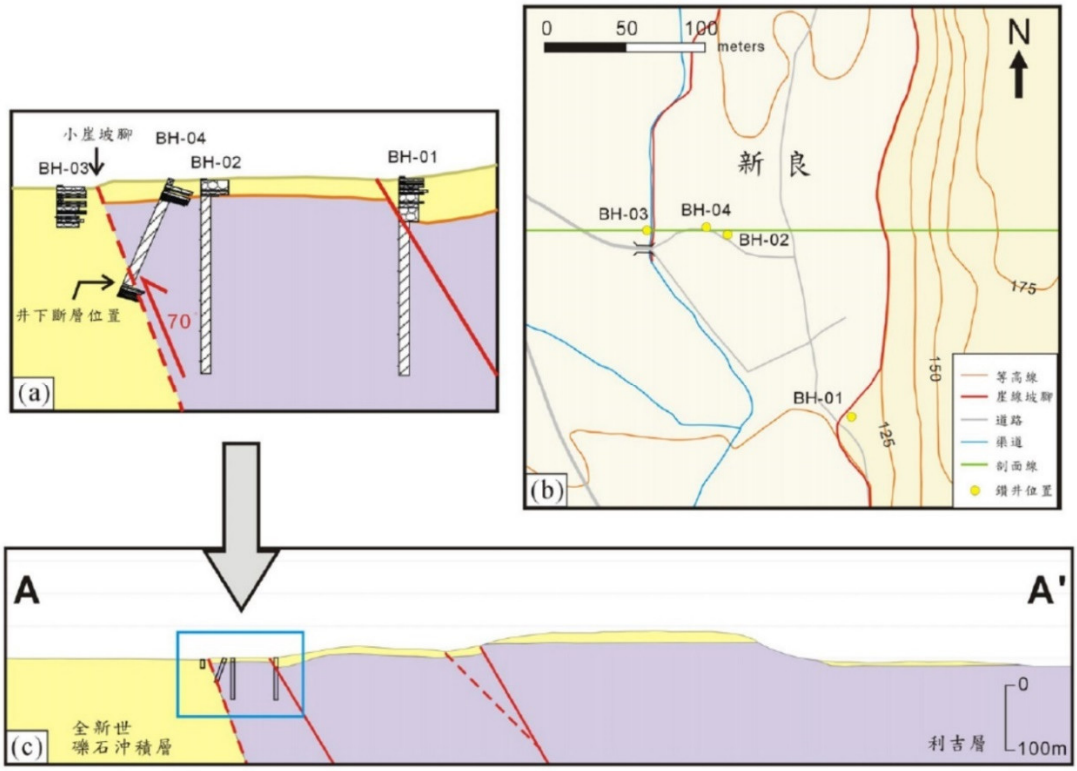
在利吉斷層最北端的新良階地群，紀權宥(2007)於新良階地西側兩組斷層崖完成 4 孔鑽探(BH-1~BH-4)，剖面詳見圖 3-23，BH-1、BH-2 位於利吉斷層上盤的利吉層，皆鑽遇剪切帶但未鑽穿斷層，BH-3 鑽遇利吉斷層下盤全新世沖積層，BH-4 由利吉斷層上盤利吉層鑽穿遭遇下盤沖積層，位於利吉斷層通過處，證實利吉斷層確通過新良皆地最西側小崖。

往南至山里車站附近，本計畫彙整台鐵沿線工程鑽井繪製山里 P1、山里 p2 剖面，剖面位置圖詳見圖 3-24、圖 3-25，剖面詳見圖 3-26、圖 3-27。山里 P1 剖面位於山里北側臨近鹿野溪的河階地，兩道地形崖分別位於剖面里程 470、570 公尺，推測應為河道侵蝕所形成，DB-145-05、DB-145-06 位於利吉斷層上盤，並發現具有剪切構造的利吉層，其餘西側鑽井皆鑽遇卑南山礫岩，屬於利吉斷層下盤，推測利吉斷層應穿越 DB-145-04、DB-145-05 之間，另外 DB-145-04、DB-145-02、DBA-

144-10、DBA-144-09、DBA-144-06、DBA-144-05、DBA-144-03(由東至西排列)，發現卑南山礫岩局部出現帶有剪切帶的泥層，可能為利吉斷層下盤的局部剪切帶。山里 P2 剖面位於山里車站東北側 450 公尺處，紀權宥(2007)所發現的朝東傾斜反斜崖位於剖面里程的 620 公尺處，BH-T06-1~BH-T06-3、BH-N88、DBA-146-05、DBA-146-09 位於利吉斷層上盤，並發現具有剪切構造的利吉層，其中在 BH-T06-1~BH-T06-3、BH-N88 具有密集的剪切構造及剪裂泥夾角礫，推測已相當接近利吉斷層，西側的鑽井 DB-147-01、DB-147-02 為卑南山礫岩，推測利吉斷層應穿越 TB-T06-3 西側。

在岩灣至臺東車站(圖 3-28)，陳文山等(2006)在岩灣地區 3 孔淺井鑽探分別為卑南 1 號井(PN-01)至卑南 3 號井(PN-03)，地質剖面顯示皆鑽遇利吉層(圖 3-29)，推測利吉斷層穿過岩灣階地的西側。陳文山等(2014)根據過去三孔淺井成果，在岩灣地區西側選擇 4 處場址鑽探，分別為臺東監獄岩灣技能訓練所(LZ3-1、LZ3-2、LZ3-3，圖 3-30)、岩灣國小(LZ2-1、LZ2-2，圖 3-31)、臺東火車站北側(LZ1-4、LZ1-5，圖 3-32)、臺東火車站南側(LZ1-1、LZ1-2、LZ1-3，圖 3-33)，並繪製四組鑽井剖面，修正岩灣至臺東火車站的利吉斷層分布，大致通過臺東火車站及鐵路東側。

在臺東市區，本計畫彙整地調所水文地質鑽井、活動斷層鑽井，繪製鯉魚山剖面，剖面位置圖詳見圖 3-34，剖面詳見圖 3-35。本剖面位於臺東市鯉魚山，鯉魚山位於剖面里程 250 至 650 公尺處，出露地層為卑南山礫岩，西側鯉魚山 1 號井(鑽深 300 公尺)皆為卑南山礫岩，部分礫石具有星芒狀破裂，推測與利吉斷層活動造成擠壓相關，在 220.25~222.90 公尺處出現泥層，傾角約 60 度，在鑽深 294.40~296.40 公尺出現另一道砂層，傾角約 55 度。復興井(鑽深 121 公尺)在鑽深 85 公尺以上為現代沖積層，以卵礫石夾砂或粉土為主，85 公尺以下為海相沉積層，岩性為泥岩，發現疑似有剪切帶分布。臺東井(鑽深 300 公尺)在鑽深 104 公尺以上為現代沖積層，以卵礫石夾砂或粉土為主，104 公尺以下為海相沉積層，岩性為泥岩夾砂岩。綜合前述，利吉斷層可能通過復興井至鯉魚山東側之間。



資料來源:陳文山等(2006)

圖 3-23　新良階地地質鑽探剖面及鑽孔平面分布

Fig 3-23　The geological interpretation profile of Xinliang terrace with boreholes

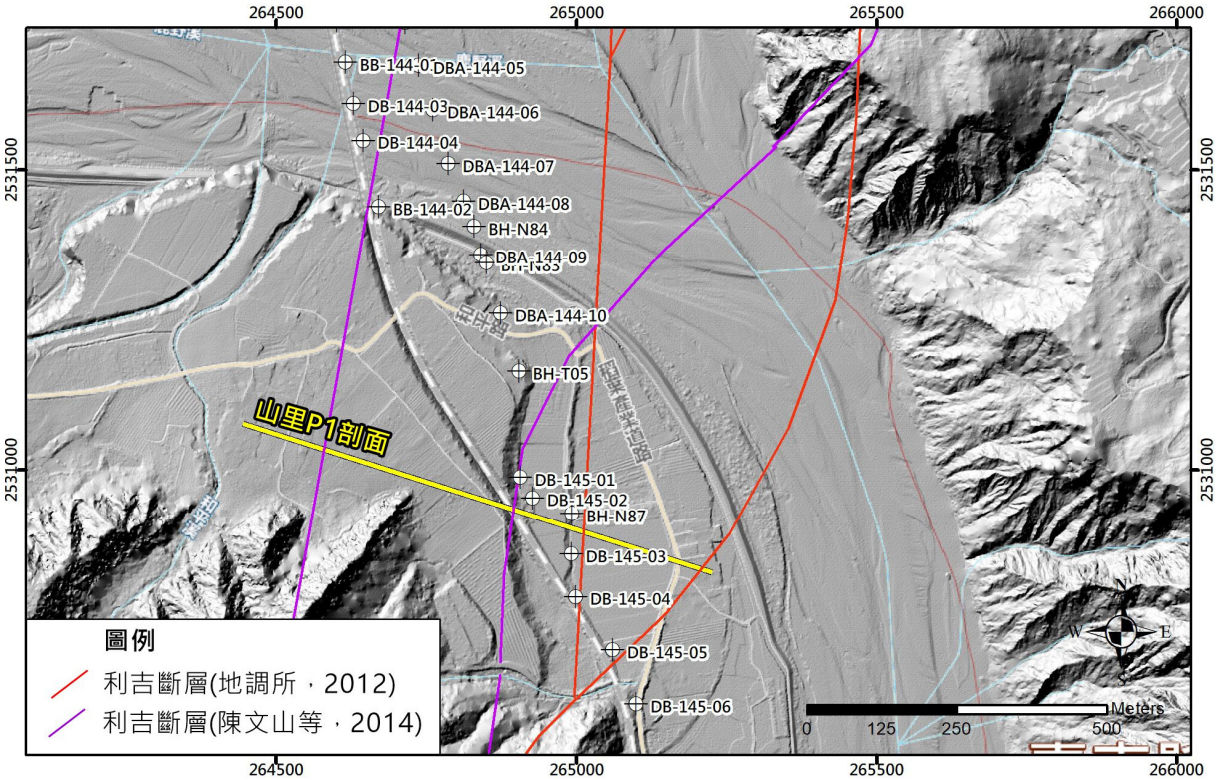


圖 3-24　山里 P1 剖面分布平面圖

Fig 3-24　Profile Shanli (P1) and Lichi fault traces map

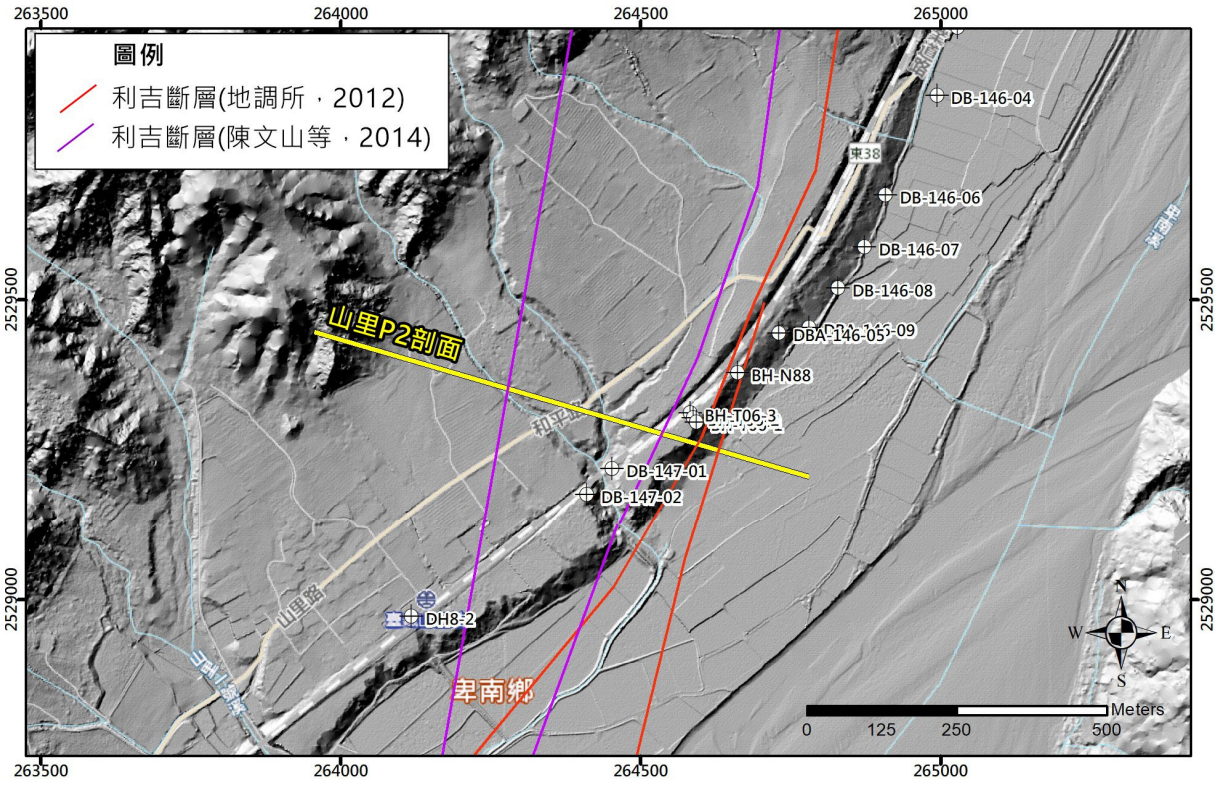


圖 3-25　山里 P2 剖面分布平面圖

Fig 3-25　Profile Shanli (P2) and Lichi fault traces map

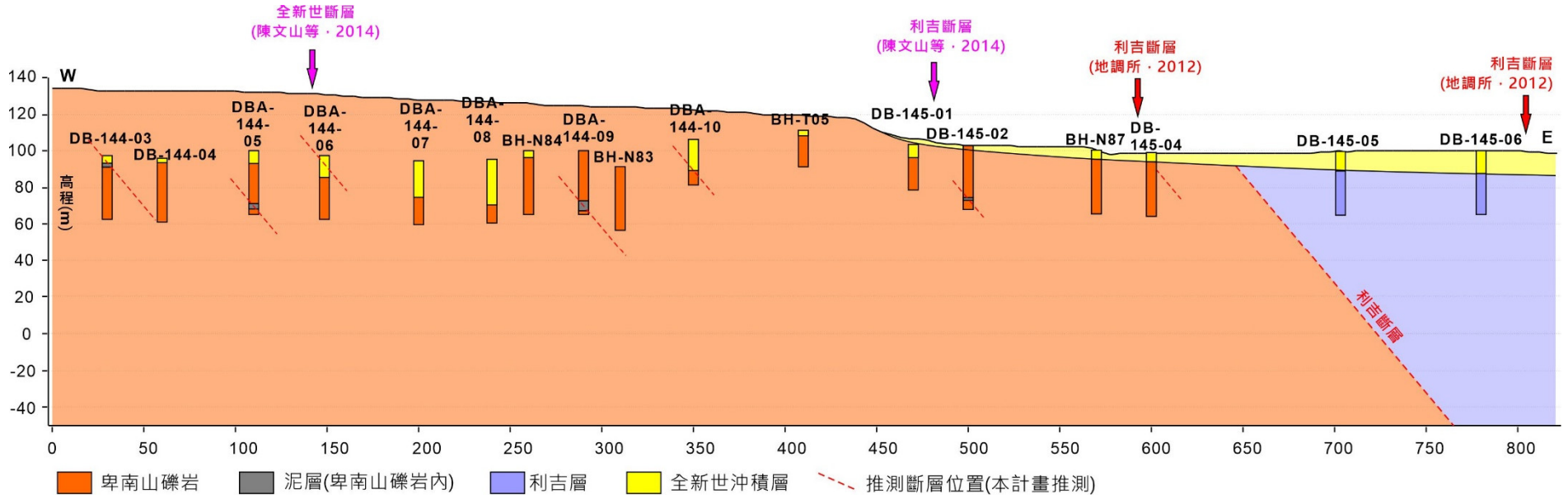


圖 3-26　山里 P1 地質剖面

Fig 3-26　Profile Shanli (P1) geological interpretation map with borehole data sets

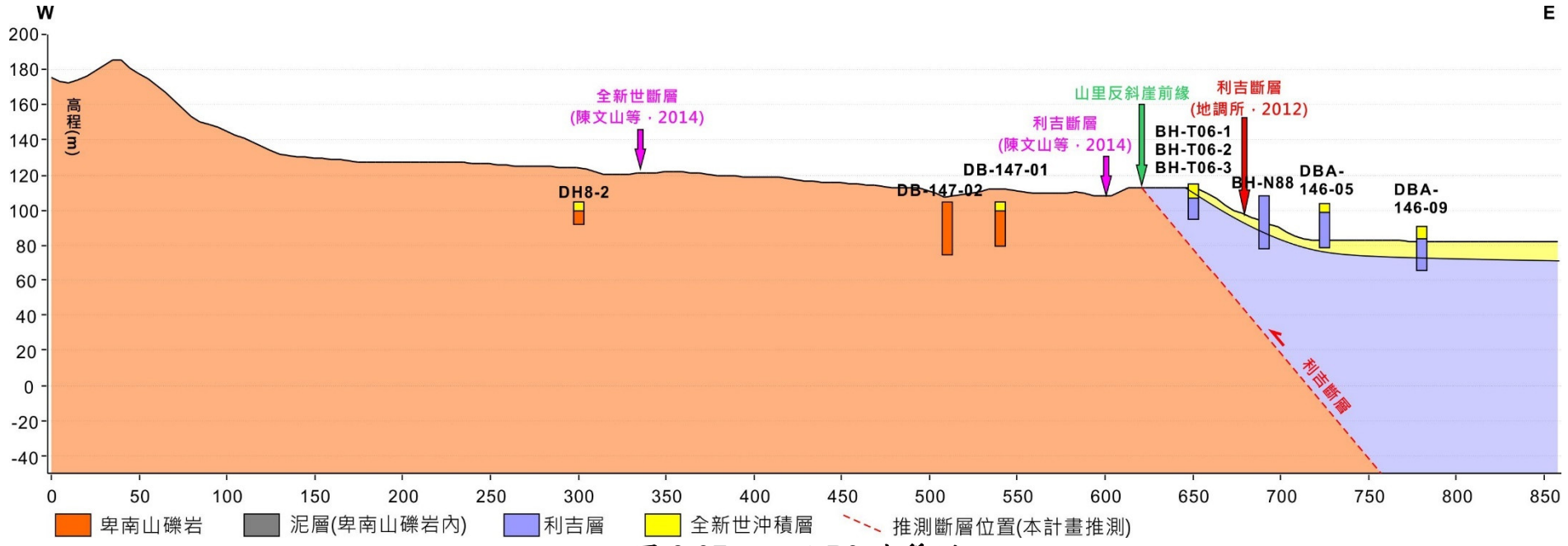
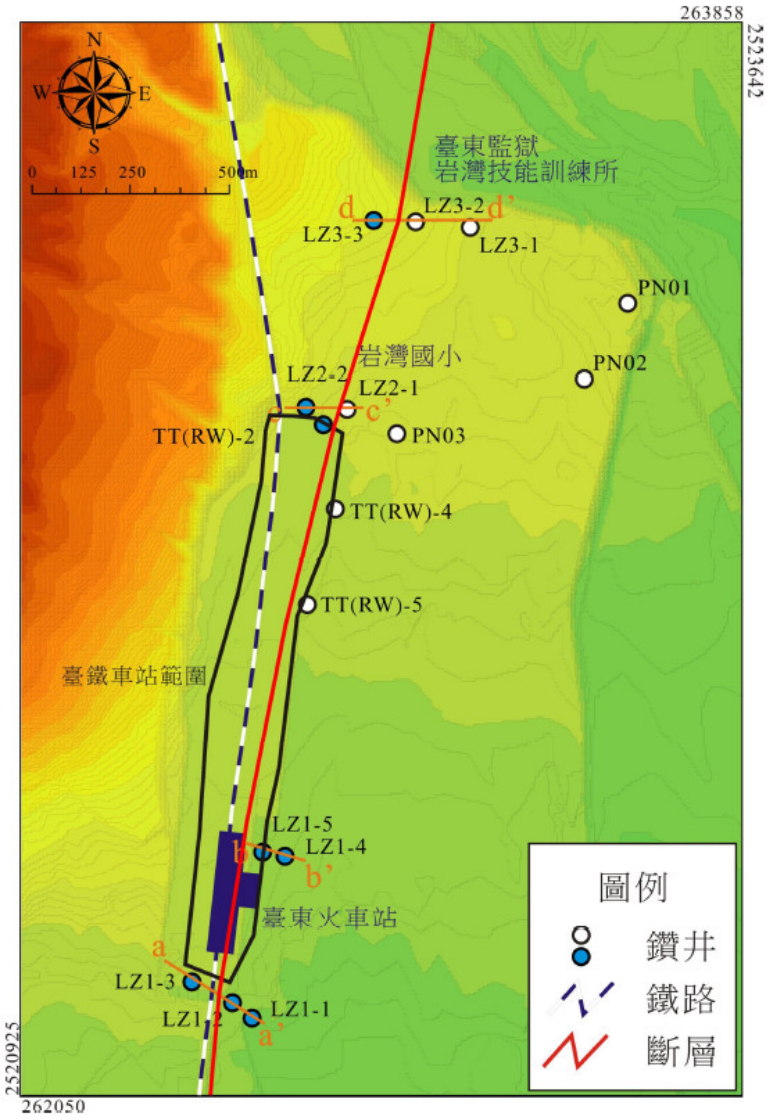


圖 3-27　山里 P2 地質剖面

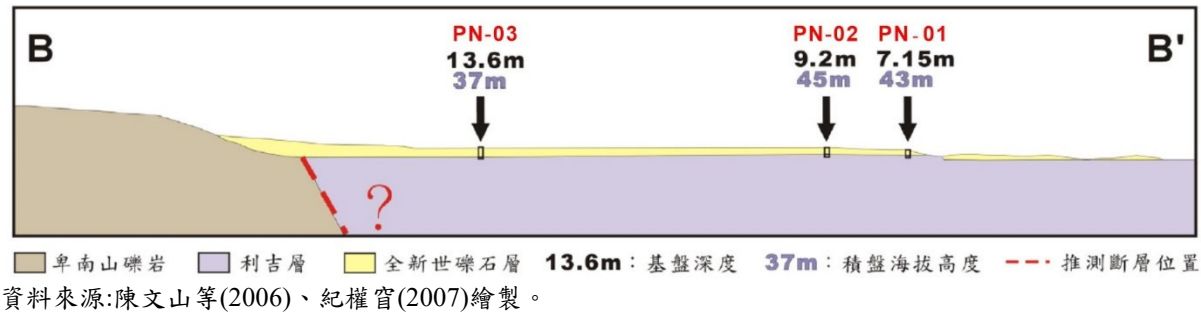
Fig 3-27　Profile Shanli (P2) geological interpretation map with borehole data sets



註：包含剖面 a-a'、b-b'、c-c'、d-d'。

圖 3-28　岩灣地區及臺東火車站鄰近鑽井與利吉斷層分布平面圖

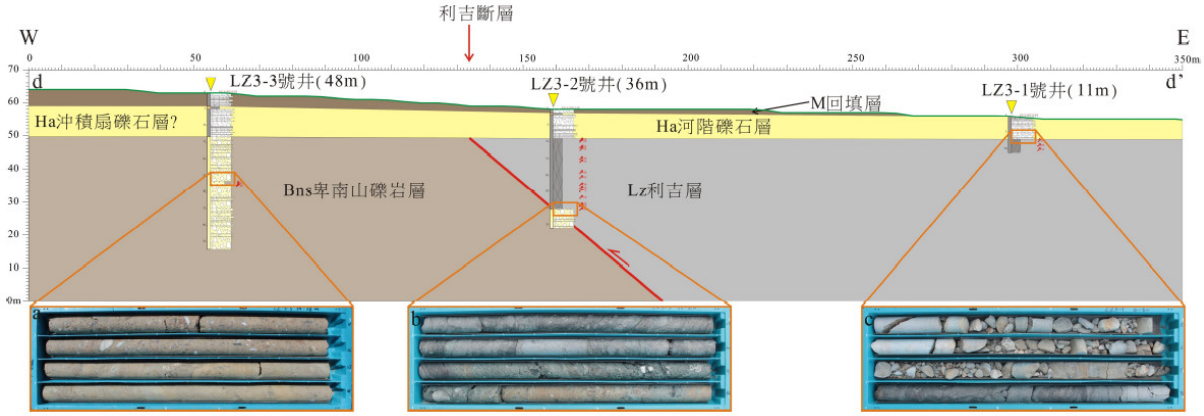
Fig 3-28　The borehole distribution and the Lichi fault trace near the Taitung train station, Yanwan area, Taitung



資料來源:陳文山等(2006)、紀權宥(2007)繪製。

圖 3-29　利吉斷層於岩灣地區鑽井剖面(PN-01、PN-02、PN-03)

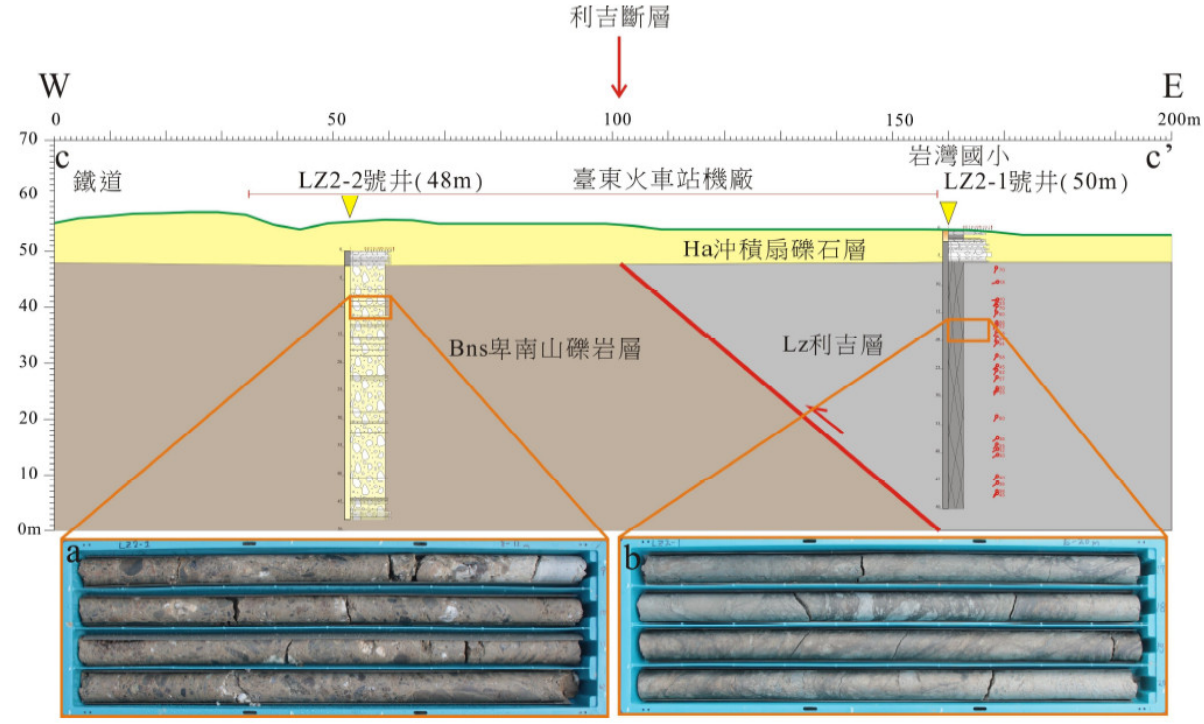
Fig 3-29　The geological profile with interpretation of Lichi fault and the boreholes(PN-01, PN-02, PN-03)



資料來源:陳文山等(2014)

圖 3-30　臺東監獄岩灣技能訓練所剖面(d-d')

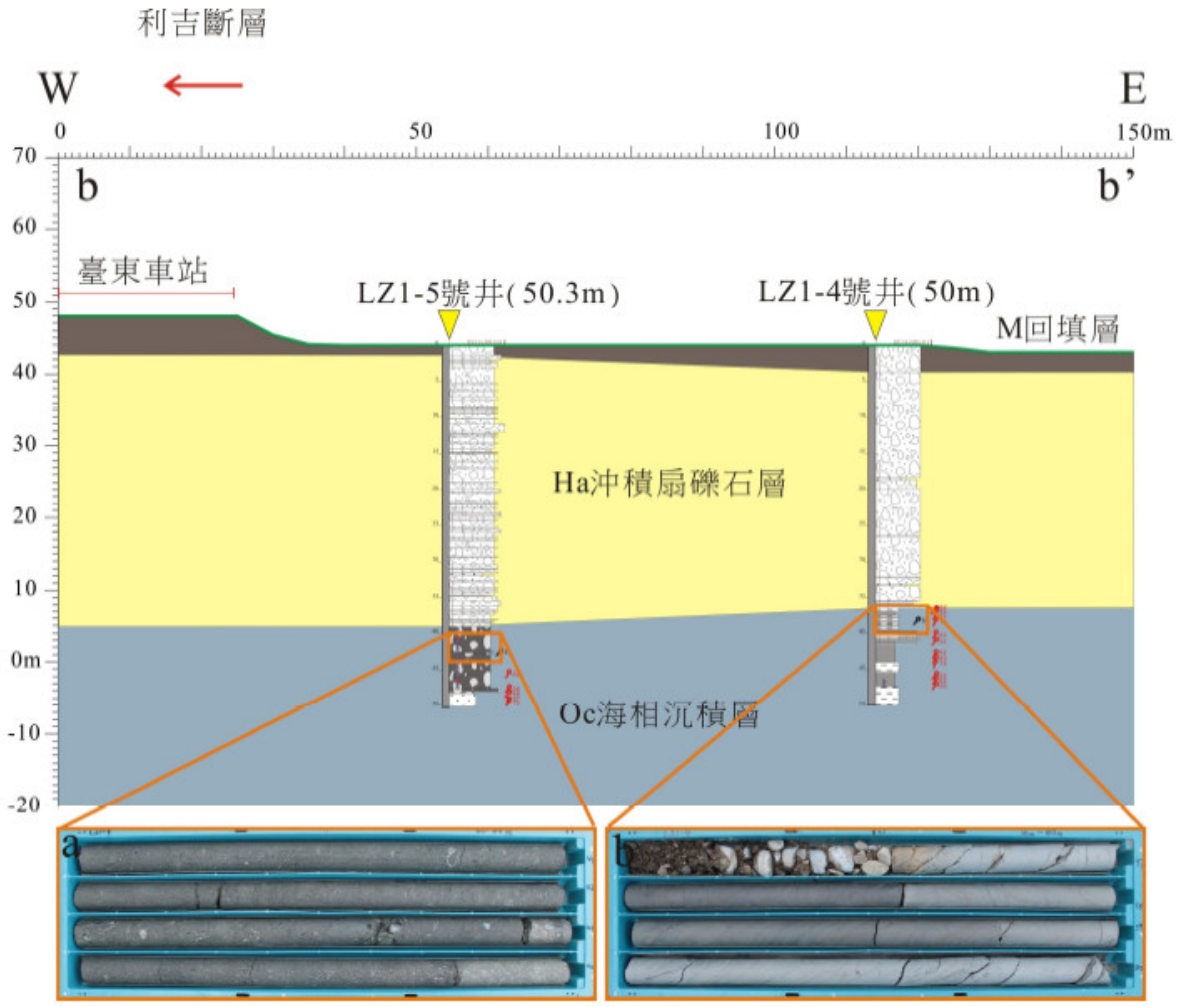
Fig 3-30　The geological profile d-d' of the interpretation of Lichi fault



資料來源:陳文山等(2014)

圖 3-31　岩灣國小剖面(c-c')

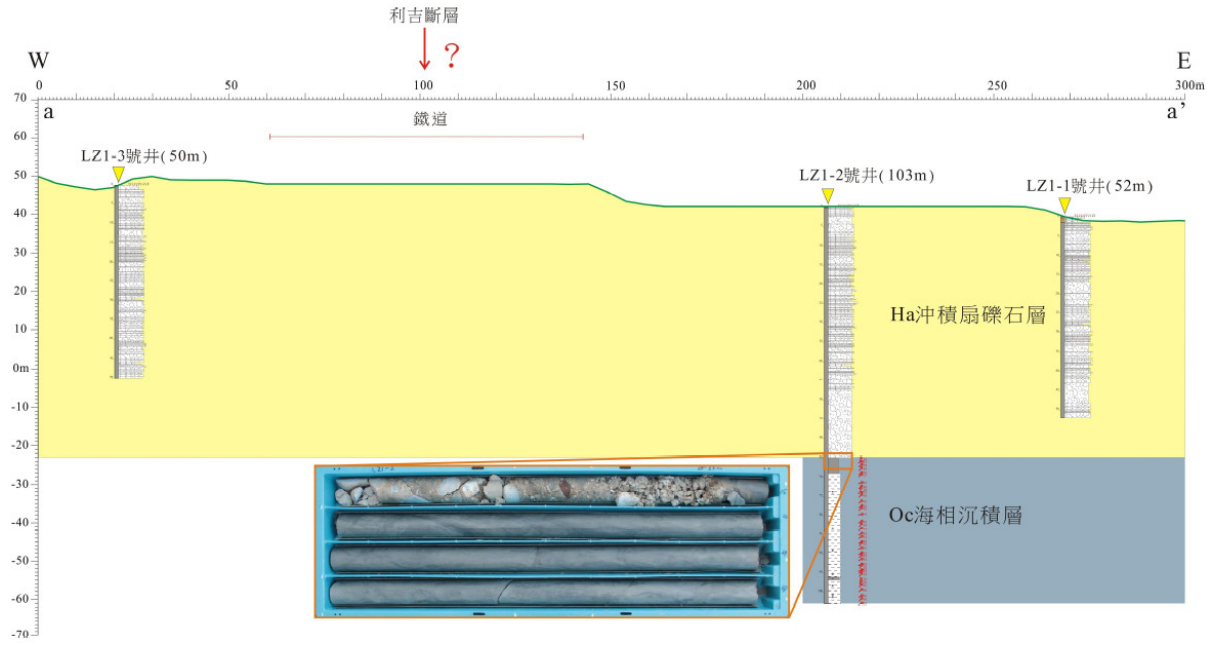
Fig 3-31　The geological profile c-c' of the interpretation of Lichi fault in Yanwan elementary school



資料來源:陳文山等(2014)

圖 3-32　臺東火車站北側剖面(b-b')

Fig 3-32　The geological profile b-b' of the interpretation of Lichi fault in northern Taitung train station



資料來源:陳文山等(2014)

圖 3-33　臺東火車站南側剖面(a-a')

Fig 3-33　The geological profile a-a' of the interpretation of Lichi fault in southern Taitung train station

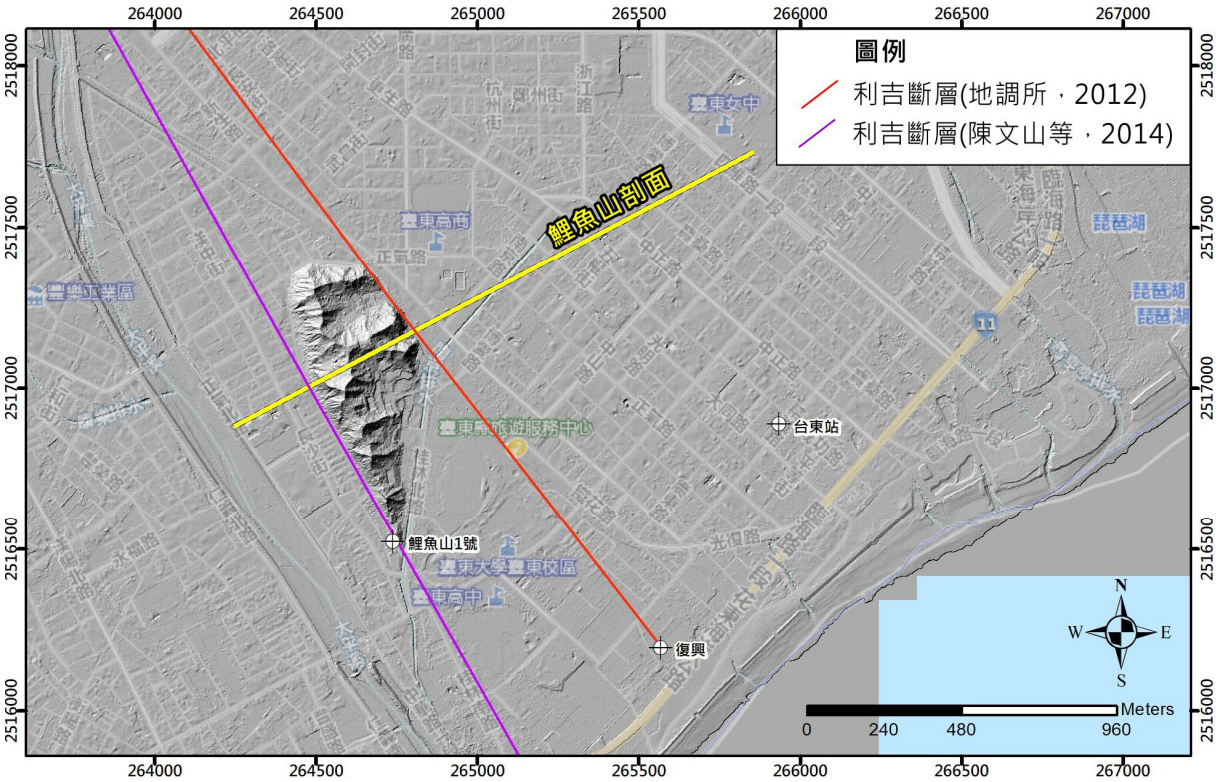


圖 3-34　鯉魚山剖面分布平面圖

Fig 3-34　The Liyushan profile distribution map

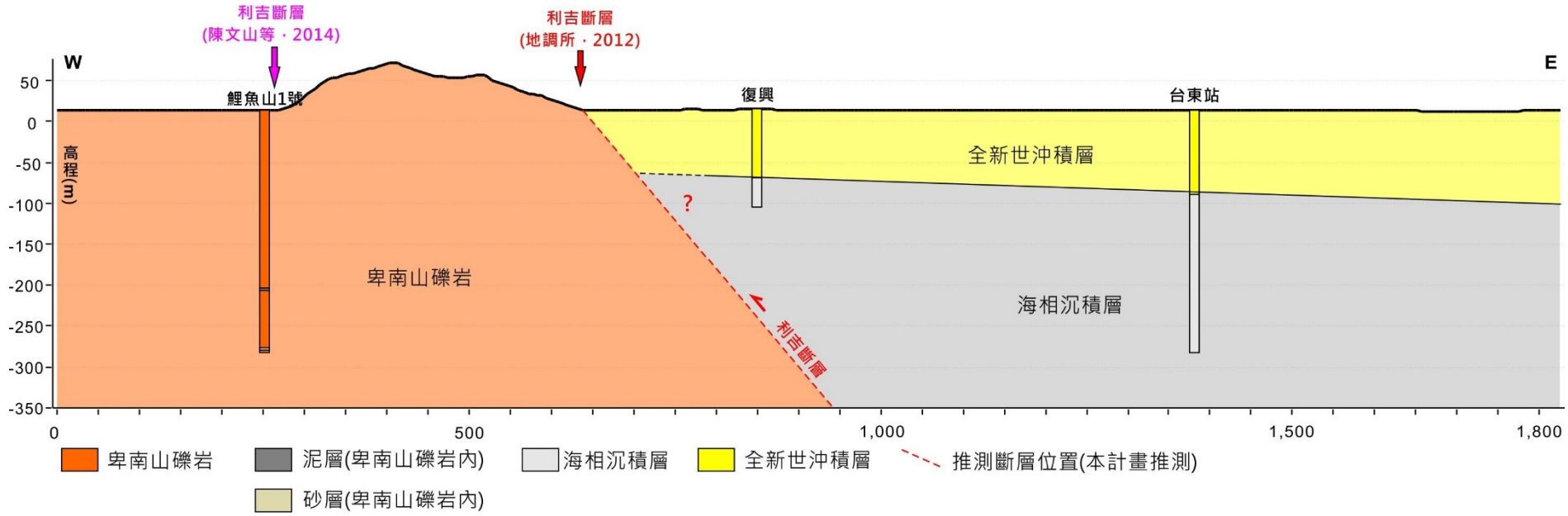


圖 3-35　鯉魚山地質剖面圖

Fig 3-35　The Liyushan geological profile

4.斷層活動特性

依據 Yu and Lee(1986)在臺東地區的三角測量成果，發現海岸山脈相對於卑南山為向北移動，因此利吉斷層可能為逆移兼具左移分量之斷層。Yu and Kuo(2001)藉由 1992 至 1999 年間的 GPS 資料，分析跨利吉斷層兩側水平位移速率為 8.7 mm/yr。陳文山等(2008)利用 GPS 觀測資料分析池上斷層震間變形特性，發現利吉斷層兩側水平位移速率為 13 mm/yr。

5.綜合評估與本次調查重點

利吉斷層為帶左移分量的逆移斷層，走向為北北東轉東南、斷層面向東傾斜，斷層全長約 20 公里(林啟文等，2009)，在瑞源、鸞山、山里、岩灣等地區由於斷層露頭及地質鑽探證據具有明確斷層分布，其餘斷層線段由於分布在卑南溪河道，以及南端通過臺東市區等密集開發區，除了地形線形不明確不易判別，地表堆積的巨厚現代沖積層亦不利鑽探調查。本計畫調查重點將針對臺東車站至卑南之間現代沖積層掩覆區域進行調查，該區域利吉斷層上盤側的現代沖積層厚度初估應在 50 公尺附近，仍可進行鑽探調查，規劃先進行地電阻探查研判斷層可能位置後，進行鑽探調查。

(二)地表地質調查成果

本計畫調查重點範圍為利吉斷層在臺東車站至卑南地區缺乏明確地形特徵及斷層露頭區域，依據 1 公尺網格地形陰影圖，配合現場地形及地質調查，判釋利吉斷層及地形崖可能通過位置。

由地形陰影圖來看，調查區域由於位於平原區、人為開發因素未能判別出地形線形，地表地質調查部分，本計畫在卑南地區利吉斷層沿線未發現與斷層關聯的地形隆起，需藉由地球物理及鑽探等手段進行探查來釐清下方利吉斷層的可能位置，調查點位置詳圖 3-36，現況照片詳圖 3-37。

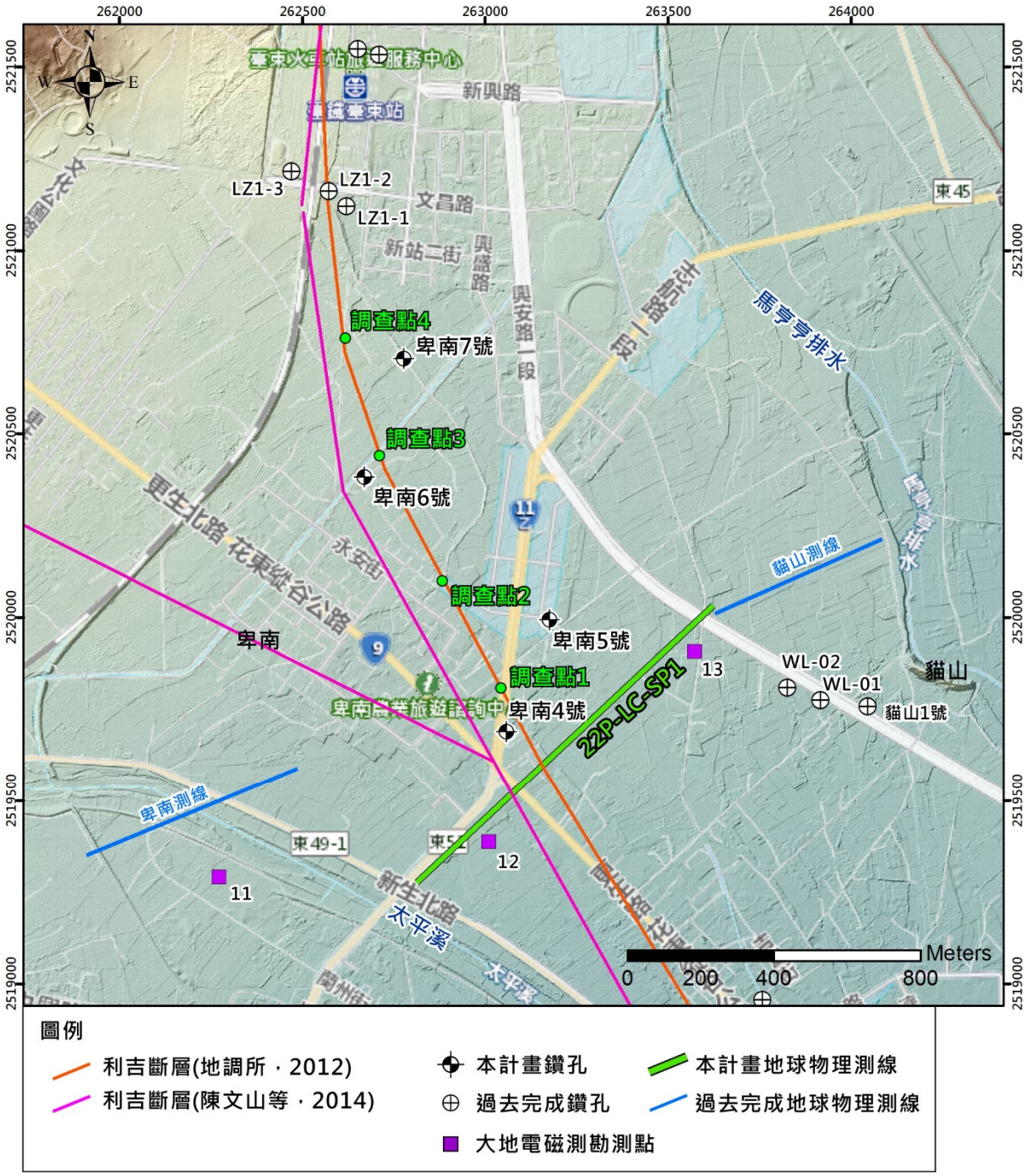


圖 3-36　利吉斷層卑南地區地形陰影及調查位置圖

Fig 3-36　The survey spots of Lichi fault in Beinan area, Taitung



調查點 1，利吉斷層於志航路地表現況，無明顯地形崖(紅色虛線為斷層推測通過位置)	調查點 2，利吉斷層於永安街地表現況，無明顯地形崖(紅色虛線為斷層推測通過位置)
調查點 3，利吉斷層於永安街地表現況，無明顯地形崖(紅色虛線為斷層推測通過位置)	調查點 4，利吉斷層於臺東車站南側農用道路地表現況，無明顯地形崖(紅色虛線為斷層推測通過位置)

圖 3-37　利吉斷層於臺東卑南地區地質調查點

Fig 3-37　The survey spot images of Lichi fault in Beinan area, Taitung

(三)地球物理探查成果

本計畫探查位置在臺東卑南，為掌控地層電阻率垂直變化反應的靈敏度，除使用極-偶極陣列(Pole-Dipole array)，並以偶極-偶極陣列(Dipole-Dipole array)輔助探測結果。為避免道路、房舍等可能干擾因素，遂將測線分四段配置施作，依序為 22P-LC-SP1-1(長度:360 公尺)、22P-LC-SP1-2(長度:120 公尺)、22P-LC-SP1-3(長度:500 公尺)、22P-LC-SP1-4(長度:160 公尺)，並藉由投影整合為 22P-LC-SP1 測線剖面(長度:1,100 公尺)。本次探測使用法國 IRIS 公司製造的 SYSCAL PRO 地電阻探測儀施測。該儀器輸出最大電壓為 1000 V 交替式直流電，最大電流 2.5 A，最大功率 250W，訊號靈敏度達 1μV，並具訊號疊加功能，可將不良資料去除。

測線剖面 22P-LC-SP1 起訖點座標分別為(262811.96, 2519275.37)、(263623.04, 2520032.22)，坐標系統為 TWD97，測線平面位置參見圖 3-38。

各測線分段(22P-LC-SP1-1~22P-LC-SP1-4)成果剖面詳圖 3-39~圖 3-42 所示，探查成果剖面(22P-LC-SP1)及對應地質解釋如圖 3-43 所示，由電性地層推估的主要電性地層界面描繪如圖中虛線，本剖面依序由電阻率高低及分布說明解釋成果。

1.電阻率高低所對應的地質材料

本剖面電阻率高低所對應的地質材料，依據本剖面所在地質背景條件以及過去前人的地球物理探查剖面成果，來解釋剖面中可能存在的地質材料。本剖面根據鑽探紀錄，下方無地下水存在，根據董倫道等(2006)完成的貓山測線及卑南測線、新良階地 JY01 至 JY03 測線，本剖面電阻率越高表示礫石比例越高或越乾燥，電阻率越低表示礫石層的基質或砂質比例越高或越潮濕，趨勢上 30 ohm-m 以上的電阻率皆屬於礫石夾砂層，而利吉層或泥層平均電阻率在 10 ohm-m 附近或 20 ohm-m 以下。在本剖面絕大部分區域電阻率都在 30 ohm-m 以上。

2.本剖面電阻率分布及對應的地質解釋

本剖面電阻率等值線大多呈現水平，顯示這些水平區域訊號良好未受干擾，剖面中絕大部分區域電阻率大於 30 ohm-m，研判皆為礫石層。測線水平里程約 600 至 800 公尺近地表處有異常高電阻區，推測可能為近地表干擾鋼筋混凝土建物的干擾，該干擾區不納入後續地質解釋。在水平里程 700 公尺處深處可能有電阻率 20 ohm-m 以下的訊號，對應的地質材料可能為粉砂層或泥層，惟該深度已逼近探測最大深度無法很肯定其正確性或是否受到干擾。

整體來看測線 22P-LC-SP1 剖面地層的側向延續大致良好，剖面下方絕大部分為礫石層，未發現明確斷層存在的跡象，在測線水平里程 700 公尺深處可能存在有疑似屬於利吉斷層上盤的粉砂或泥層的訊號，惟確實度不高。

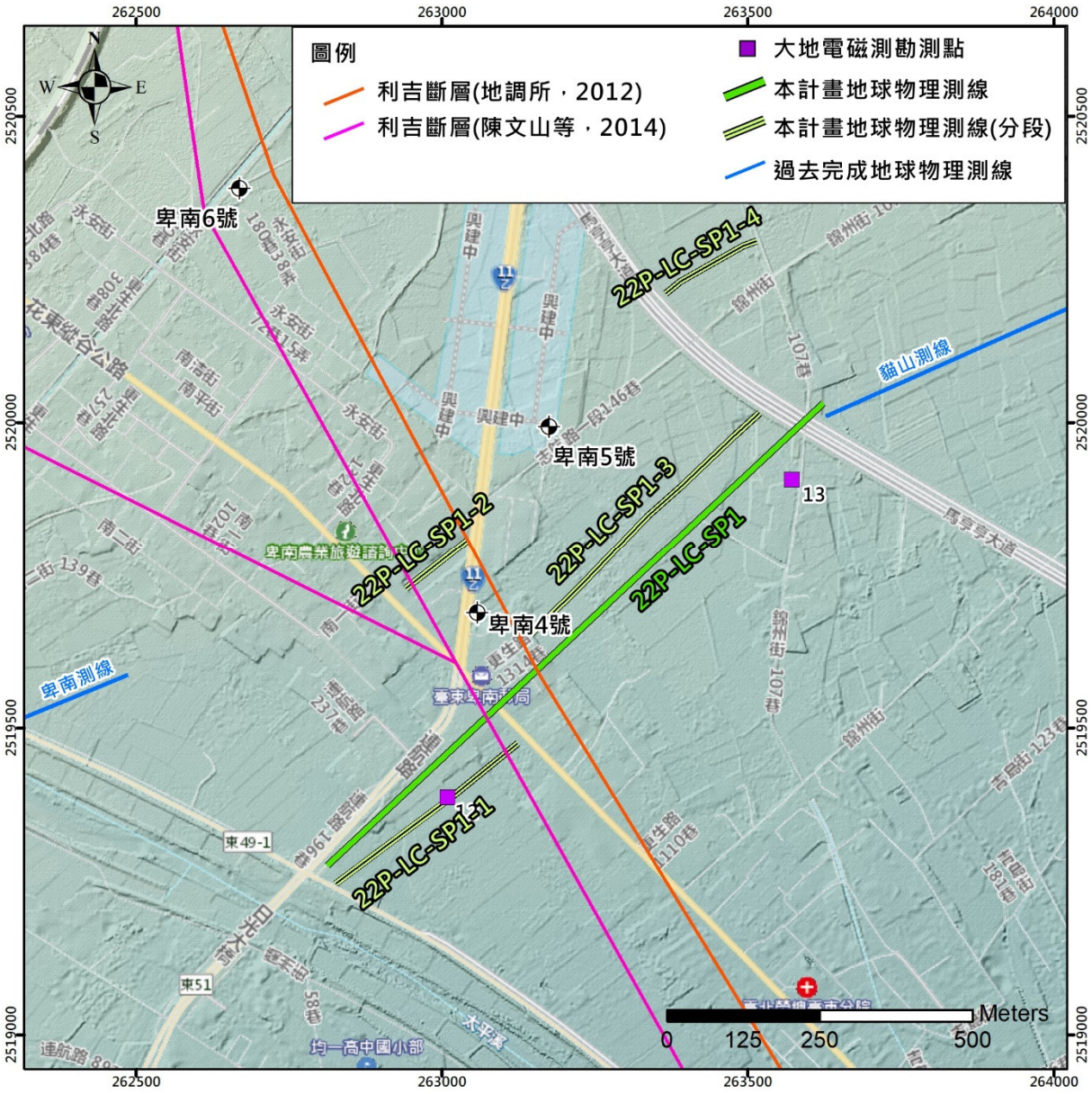


圖 3-38　利吉斷層地電阻測線 22P-LC-SP1 平面位置圖

Fig 3-38　The resistivity survey line(22P-LC-SP1) map of Lichi fault in Beinan area, Taitung

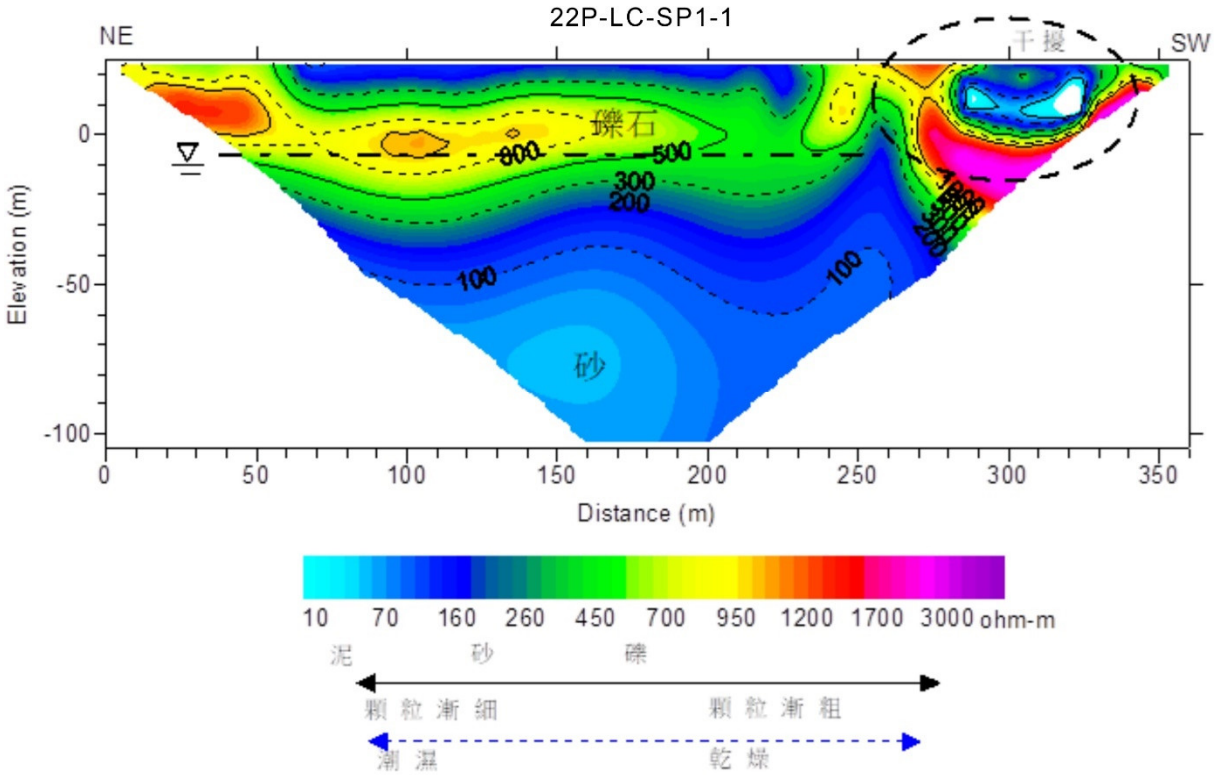


圖 3-39　22P-LC-SP1-1 地電阻探查成果

Fig 3-39　The resistivity survey profile image(22P-LC-SP1-1)

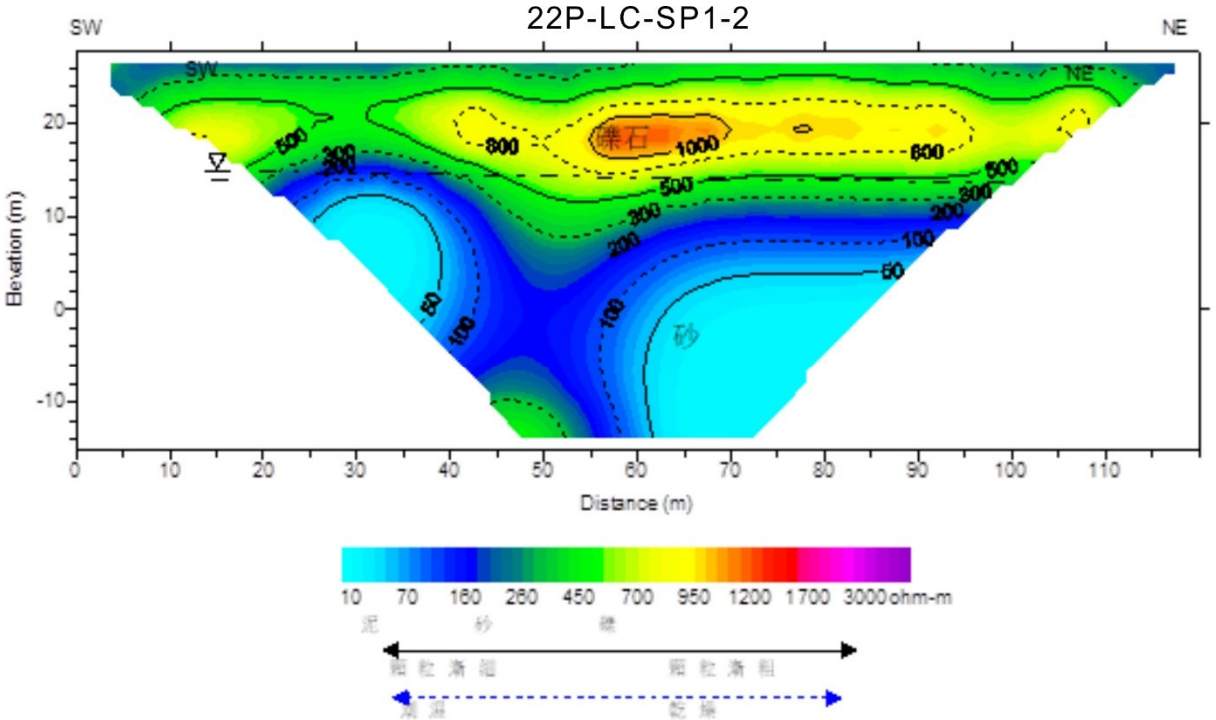


圖 3-40　22P-LC-SP1-2 地電阻探查成果

Fig 3-40　The resistivity survey profile image(22P-LC-SP1-2)

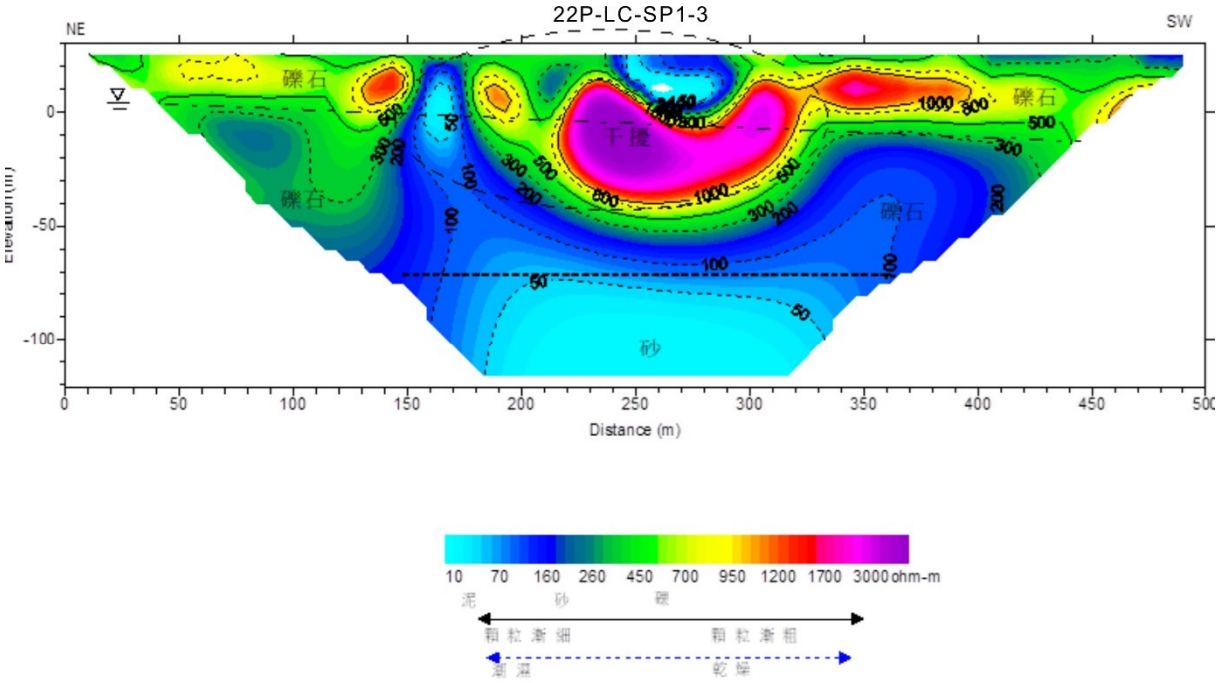


圖 3-41　22P-LC-SP1-3 地電阻探查成果

Fig 3-41　The resistivity survey profile image(22P-LC-SP1-3)

22P-LC-SP1-4

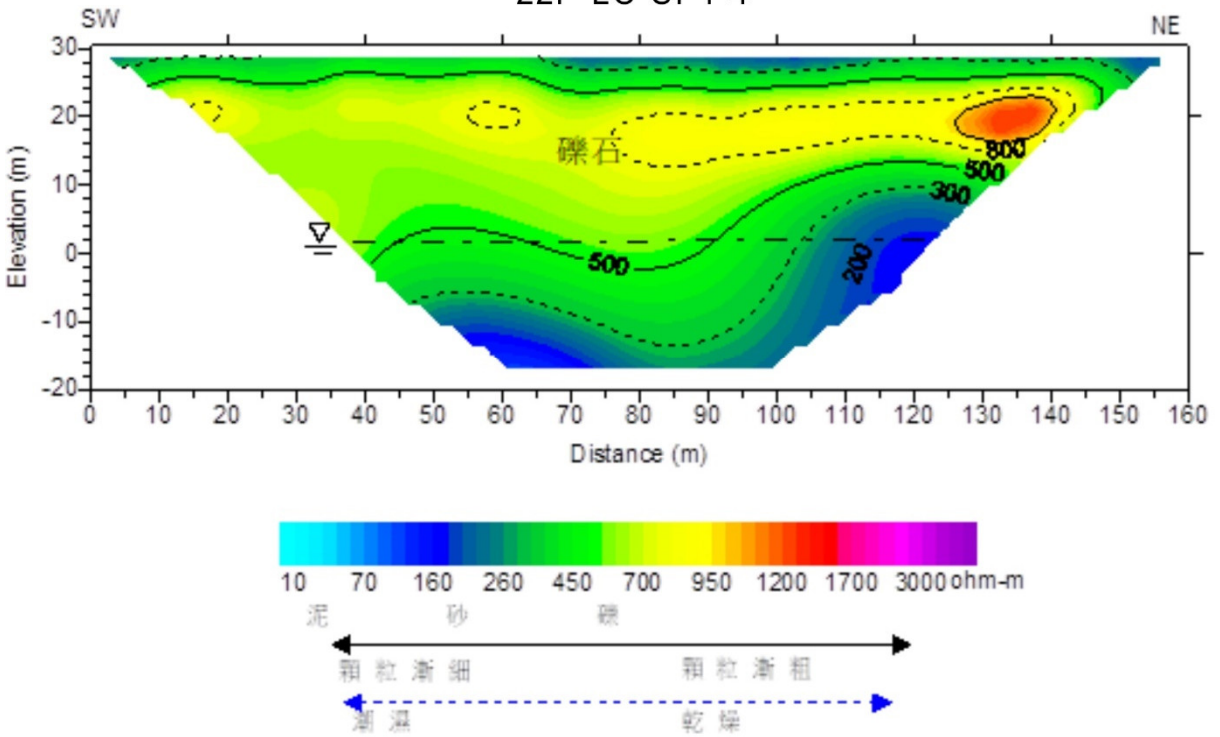


圖 3-42　22P-LC-SP1-4 地電阻探查成果

Fig 3-42　The resistivity survey profile image(22P-LC-SP1-4)

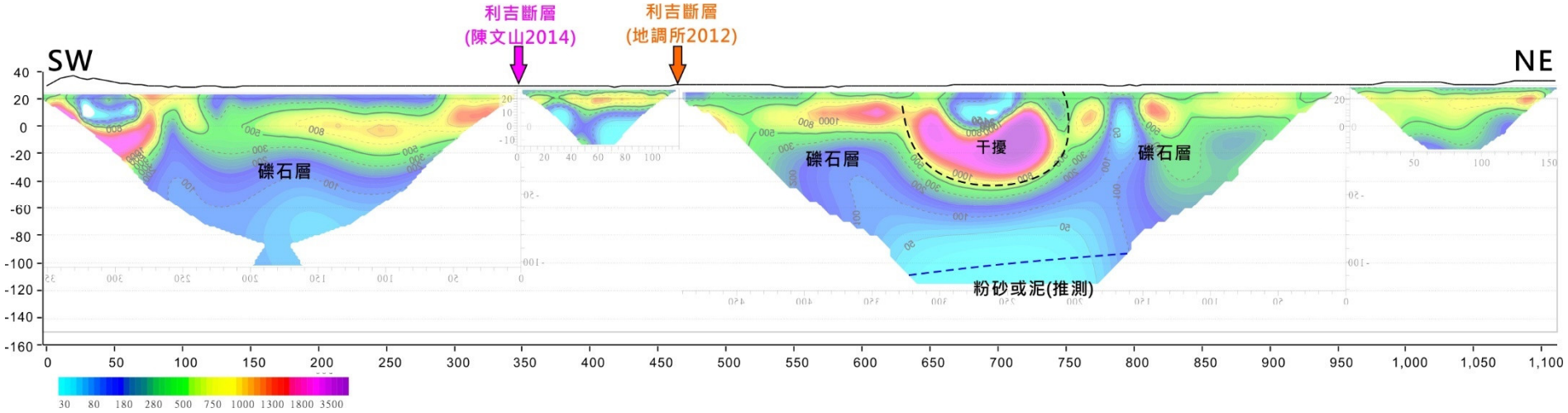


圖 3-43　22P-LC-SP1 地電阻探查成果及對應地質解釋

Fig 3-43　The resistivity survey profile image(22P-LC-SP1) of Lichi fault with geological interpretation in Beinan area, Taitung

(四)地質鑽探成果

本計畫經由文獻蒐集、地形判釋及地表地質調查後，於利吉斷層南段臺東車站南側至卑南規劃 4 孔地質鑽探卑南 4 號(100 公尺深)、卑南 5 號(100 公尺深)、卑南 6 號(100 公尺深)、卑南 7 號(100 公尺深)；井位坐標及高程詳見表 2-3，岩心紀錄及岩心照片詳見附錄一及附錄二。鑽探孔位分布如圖 3-44。



圖 3-44　利吉斷層卑南鑽探井位分布

Fig 3-44　The survey boreholes distribution map of Lichi fault in Beinan area, Taitung

鑽探成果描述如下:

1.卑南 4 號

位於臺東縣臺東市志航路一段旁，鄰近卑南郵局，TWD97 坐標為(263045.96, 2519656.18)，孔口高程為 29.71 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，本孔岩心在 0~100.0 公尺皆為全新世沖積層，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.50 公尺:回填

0.50~0.90 公尺:深棕色礫石，顆粒支持，基質為粉砂質泥

0.90~2.40 公尺:深棕色粉土

2.40~41.00 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

41.00~41.70 公尺:棕色礫質砂，基質支持，基質為淺棕色粗砂

41.70~46.00 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

46.00~46.60 公尺:棕色粗砂

46.60~100.00 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

2.卑南 5 號

位於臺東縣臺東市志航路一段旁，TWD97 坐標為(263177.17, 2519992.18)，孔口高程為 32.25 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，本孔岩心在 0~100.0 公尺皆為全新世沖積層，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~25.40 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

25.40~26.10 公尺:棕色礫質砂，基質支持

26.10~34.00 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

34.00~34.50 公尺:棕色礫質砂，基質支持

34.50~71.80 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

71.80~72.30 公尺:棕色礫質砂，基質支持

72.30~86.25:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

86.25~87.00 公尺:棕色礫質砂，基質支持

87.00~100.00 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

3.卑南 6 號

位於臺東縣臺東市永安街 182 巷旁，TWD97 坐標為(262642.08, 2520352.26)，孔口高程為 36.27 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，本孔岩心在 0~100.0 公尺皆為全新世沖積層，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.45:回填

0.45~6.10 公尺:棕色粉土質砂

6.10~6.35:灰白色礫石，顆粒支持，基質為砂

6.35~7.40 公尺:棕色粉土質砂

7.40~18.20 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

18.20~19.00 公尺:棕色粉土質砂，偶夾礫石

19.00~100.00 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

4.卑南 7 號

位於臺東縣卑南鄉永安街 182 巷旁，TWD97 坐標為(262755.49, 2520744.95)，孔口高程為 38.52 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，本孔岩心在 0~78.9 公尺為全新世沖積層，以礫石夾砂層為主，78.9 公尺至 100.0 公尺為海相沉積層，與陳文山等(2014)位於臺東車站的鑽井 Lz1-2、Lz1-4、Lz1-5 鑽遇的海相沉積層類似，本層以膠結良好的粉砂質泥為主，偶夾少數貝殼碎屑，分布有大量剪切面，寬度小於 0.5 公分、黑色泥質填充，傾角以 65 至 80 度為主，另有一組傾角 25 度的剪切面存在(圖 3-45)，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.30 公尺:回填

0.30~2.20 公尺:棕色粉砂

2.20~11.40 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

11.40~12.00 公尺:棕色礫質砂偶夾礫石

12.00~78.90 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為砂

78.90~100.00 公尺:深灰色海相沉積層，以粉砂質泥為主，局部夾有貝

類碎片



卑南 7 號井 87.2 公尺，剪切面	卑南 7 號井 91.1 公尺，剪切面	卑南 7 號井 94.4 公尺，剪切面

註:朝上側為地層年輕方向

圖 3-45　利吉斷層鑽探岩心近照

Fig 3-45　Photos of rock core, Lichi fault

(五)地下地質探查成果討論

本計畫於利吉斷層沿線規劃 4 孔鑽探孔位(卑南 4 號、卑南 5 號、卑南 6 號、卑南 7 號)、2 組地質剖面(卑南 P1 剖面、卑南 P2 剖面)，用以推測利吉斷層分布位置、斷層變形帶範圍。各剖面討論如下:

1.卑南 P1 剖面

本剖面位於中油卑南站附近，剖面為東北走向，橫跨馬亨亨大道及台 9 線，剖面起點坐標為(262783.23, 2519248.99，TWD97)，終點坐標為(263623.04, 2520032.22，TWD97)，剖面鑽井分別為卑南 4 號(100 公尺)、卑南 5 號(100 公尺)，剖面平面位置圖及地質剖面圖詳見圖 3-44、圖 3-46。

本剖面無明顯地表地形崖分布，卑南 4 號井、卑南 5 號井皆鑽遇沖積扇礫石層，未鑽利吉層或海相沉積層。從 22P-LC-SP1 測線的視電阻率剖面來看，本剖面下方的電阻率大部分區域皆大於 30 ohm-m，僅有卑南 5 號井下方出現有疑似小於 30 ohm-m 的訊號，對比本剖面東側的貓山地電阻測線，該剖面下方為利吉層(泥岩)或海相沉積層(粉砂質泥)，視電阻率為 15 ohm-m(本計畫推測利吉層或海相沉積層的視電阻率應為 20 ohm-m 以下)，由視電阻率的分布情形推測，本剖面下方大部分區域為沖積扇礫石層，僅有卑南 5 號井下方海拔-100 公尺處可能會出現海相沉積層，然而已超出卑南 5 號井鑽深，缺乏實際鑽探證據佐證卑南 5 號井下方為海相沉積層，並且證明卑南 5 號井位於利吉斷層上盤側。

綜合前面調查描述，本計畫認為卑南 5 號井下方存在海相沉積層(位於利吉斷層上盤)的原因，除了在 22P-LC-SP1 測線看到疑似代表海相沉積層的電阻率訊號，另根據陳文山等(2014)鑽井與本計畫卑南 7 號井，發現在臺東車站以南，海相沉積層頂部高程越往南越急遽下掉，Lz1-4 井為 7 公尺、Lz1-2 為-23 公尺、卑南 7 號井為-42 公尺，至卑南 5 號井高程很可能低於-70 公尺導致無法鑽遇海相沉積層，而誤認為卑南 5 號井位於利吉斷層下盤，但也由於缺乏實際證據佐證，本剖面為現階段最可能之地質解釋。綜合前述，本剖面利吉斷層可能位於卑南 5 號井西側下方。

2.卑南 P2 剖面

本剖面位於臺東車站南側 800 公尺處農業用地，剖面為東北東走向，剖面起點坐標為(262536.32, 2520595.09，TWD97)，終點坐標為(262881.33, 2520717.85，TWD97)，剖面鑽井分別為卑南 6 號(100 公尺)、卑南 7 號(100 公尺)，剖面平面位置圖及地質剖面圖詳見圖 3-44、圖 3-47。

本剖面無明顯地表地形崖分布，卑南 6 號井為沖積扇礫石層，位於利吉斷層下盤側，卑南 7 號井 78.9 公尺以上為沖積扇礫石層，78.9 以下為海相沉積層，以粉砂質泥為主，同時進入海相沉積層後即開始出現剪切面，傾角以 65 至 80 度為主，另有一組次要傾角 25 度的剪切面存在，屬於利吉斷層上盤擾動帶。綜合前述，利吉斷層可能位於卑南 7 號井西側。

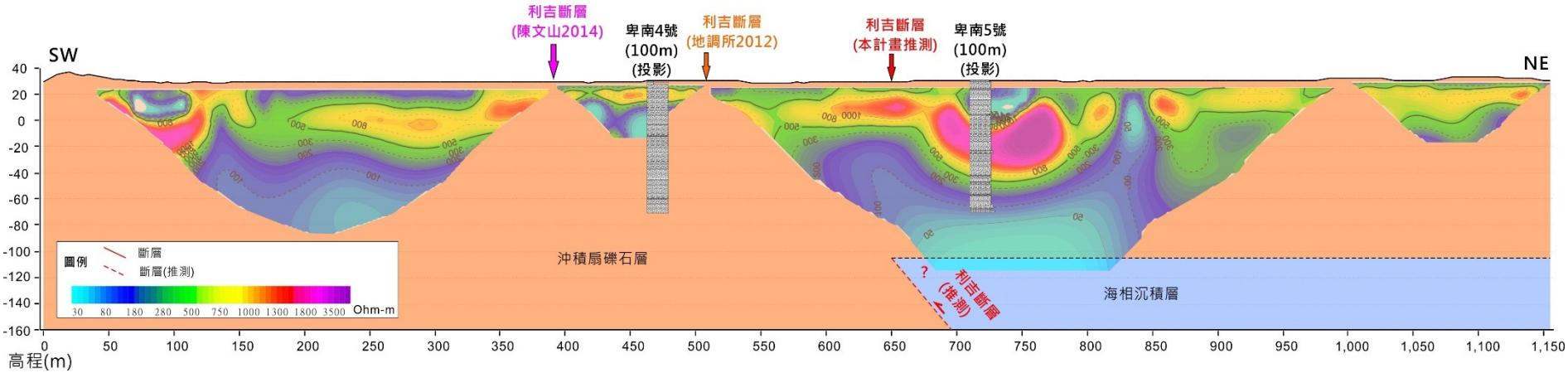


圖 3-46　利吉斷層卑南 P1 地質剖面

Fig 3-46　The geological structure profile 1 of Lichi fault, Beinan

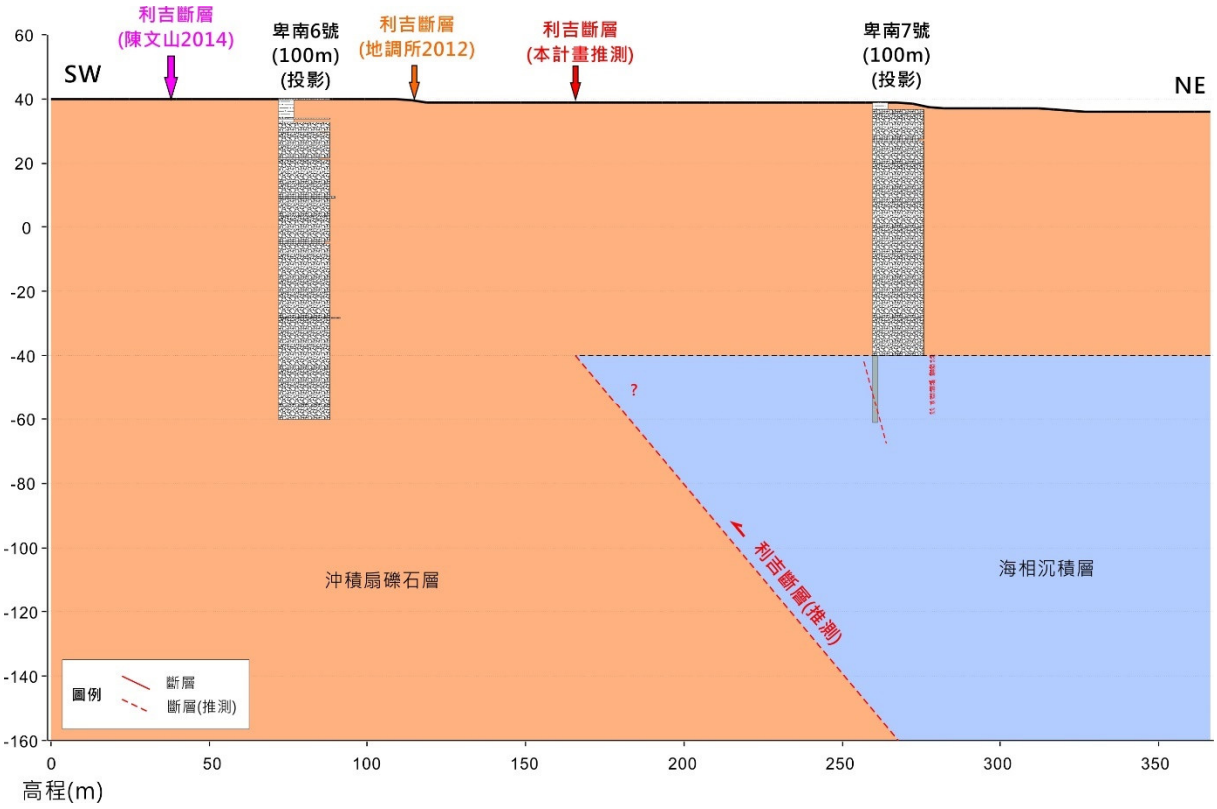


圖 3-47　利吉斷層卑南 P2 地質剖面

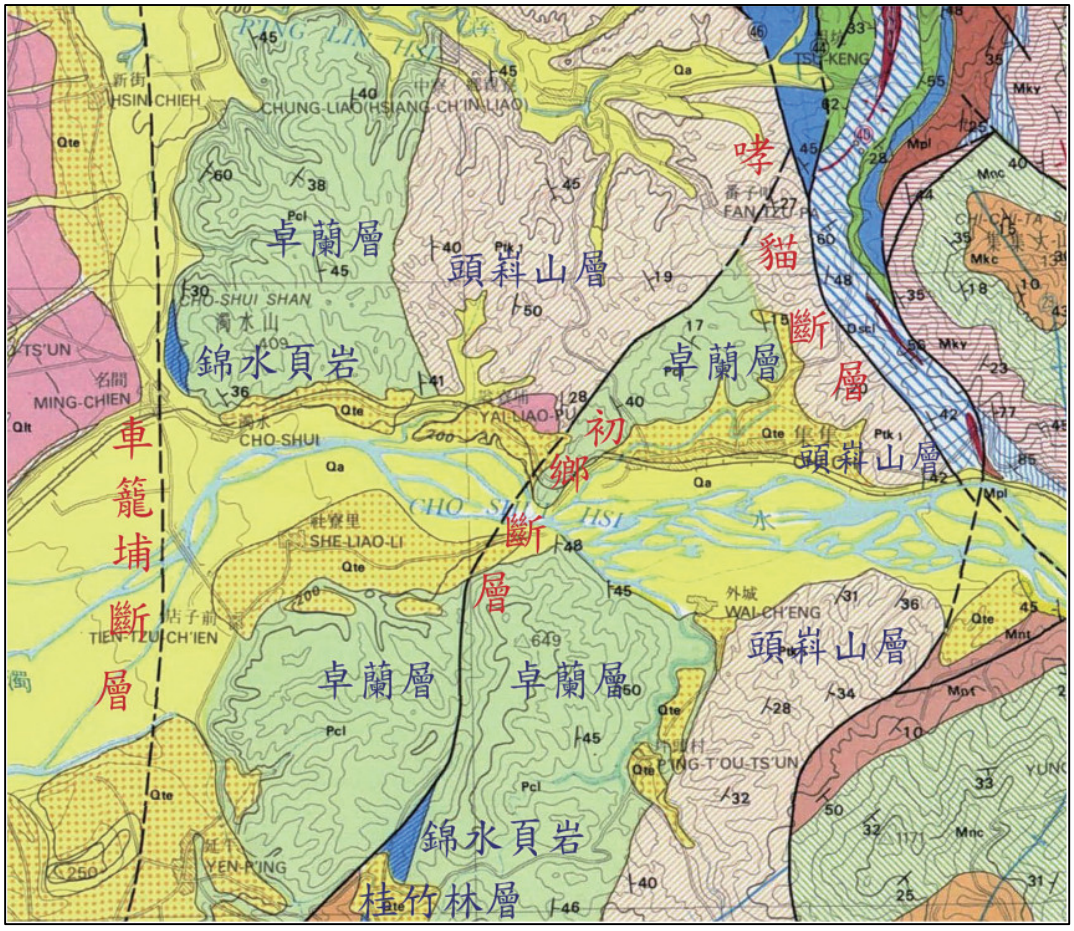
Fig 3-47　The geological structure profile 2 of Lichi fault, Beinan

四、初鄉斷層調查成果

(一)基本資料及過去研究

1.斷層位置與長度

初鄉斷層之斷層跡走向為東北-西南走向，北由南投縣中寮鄉廣興，緊鄰雙冬斷層，向南延伸經濁水溪、東埔蚋溪至竹山南方，最後併入車籠埔斷層，斷層面為向東南傾沒，屬於逆移斷層。本斷層紀錄於中國石油公司(1982)之台中地質圖，為當時劃設於車籠埔斷層上盤之斷層(圖4-1)；而後因其特性及位置等資料較為齊全，命名為初鄉斷層(劉桓吉與李錦發，1998；林啟文等，2000)。根據現有之地質圖出版品以及歷年相關研究成果(劉桓吉與李錦發，1998；林啟文等，2000；陳華玟等，2002；黃文正等，2019；王廷瑜，2021；林啟文等，2021；圖 4-3、圖 4-4)，初鄉斷層之總長度約 19.8 公里長。



資料來源：摘自林啟文等(2019)；中國石油股份有限公司(1982)。

圖 4-1　初鄉斷層分布位置與地質圖(中油)

Fig 4-1　The geological map near the Chuhsiang Fault(CPC version)

2.地形與地質特性

初鄉斷層位於西部麓山帶之前緣，其斷層跡大致為東北西南走向，北起南投縣中寮鄉廣興、南至竹山北側；由於本斷層各段之地形特性差異，根據黃文正等(2019)、王廷瑜(2021)、林啟文等(2021)研究結果，可將本斷層之地形特性分 5 段(1)濁水溪以北；(2)濁水溪南北岸；(3)初鄉底以南至東埔蚋溪北側山地；(4)東埔蚋溪南北兩側階地；(5)東埔蚋溪以南，詳述如下(引自黃文正等，2019；王廷瑜，2021) (圖 4-2)：

(1)濁水溪以北地區

初鄉斷層兩側皆為山地地形（高程約海拔 200~300 公尺）。其間有一大致呈東北-西南向的凹谷，坡度坡向圖顯示西側 1 公里範圍內岩層約呈西北西-東南東走向，岩體大致完整；而東側岩層走向則較無特定方向性。

(2)濁水溪南北岸

濁水溪北岸，河階地與山坡地的地形特徵變化明顯，且高程變化最大處垂直高差約 140 公尺。

濁水溪南岸至初鄉底以北，斷層東側山地高程約為 550~650 公尺，斷層西側高程海拔約 200~300 公尺，兩側高程差至少 200 公尺，東側與西側坡地變化最顯著處，地形特徵呈明顯南-北向的線形崖。

(3)初鄉底以南至東埔蚋溪北側

山地中間存在一東北-西南向延伸約 3 公里的凹谷，凹谷的東西兩側山地地形陡峭，且東側的山坡約略高於西側，地形高程約在 300~500 公尺，凹谷沿線兩側的坡地。

(4)東埔蚋溪南北兩側的階地

本區明顯地形線形崖約 800 公尺長。東埔蚋溪南側河階地以南至初鄉斷層南端與車籠埔斷層相接處，為高程約 300~500 公尺的坡地，呈東側較高、西側較低的趨勢。

(5)東埔蚋溪以南

本區在東埔蚋溪南岸河階地有明顯東高西低隆起趨勢，並呈現明顯線形。往南進入丘陵後隆起趨勢消失，由於斷層上、下盤分別為桂竹林層、卓蘭層，在岩性及岩盤強弱程度上有明顯差異，仍可在斷層

兩側看出地形特徵不同，在斷層西側溪溝多呈現北北東走向分布，斷層以東溪溝則無明顯趨勢，以樹枝狀水系為主。



資料來源：王廷瑜(2021)。

圖 4-2　初鄉斷層分布位置與地形圖

Fig 4-2　The distribution of Chuhsiang Fault with topography map

初鄉斷層沿線出露之岩層(圖 4-3、圖 4-4)屬西部麓山帶之碎屑沉積岩，年代由老(中新世)至新(全新世)依序為，桂竹林層、錦水頁岩、卓蘭層、頭嵙山層、階地堆積層與沖積層，茲分述如下:

(1)桂竹林層(Kc)

本層可依岩性細分為關刀山砂岩段、十六份頁岩段以及魚藤坪砂岩，岩性分別為塊狀泥質砂岩與砂頁互層夾厚層頁岩、暗灰至青灰色厚層頁岩夾薄層砂岩，以及青灰色厚層泥質砂岩夾砂頁互層。本區因為初鄉斷層截切，僅出露上部與中下部地層，而其真實厚度不確定，出露部分之厚度超過 600 公尺（陳華玟等，2004）。

(2)錦水頁岩(Cs)

整合於卓蘭層之下，岩性以厚層深灰色砂頁岩薄互層為主，偶夾數十公分粉砂岩或細砂岩層，並具崩移構造（陳華玟等，2004）。本層厚度約為 100 公尺，出露於東埔蚋溪以南初鄉斷層上盤區域。

(3)卓蘭層(Cl)

出露於臺灣中北部，整合於錦水頁岩之上、頭嵙山層香山段砂岩之下。岩性以砂頁互層為主，本區出露以砂岩、粉砂岩、泥岩和頁岩互層為主。砂岩為細粒至粗粒混濁砂岩及類混濁砂岩為主，顏色呈青灰色至褐灰色。

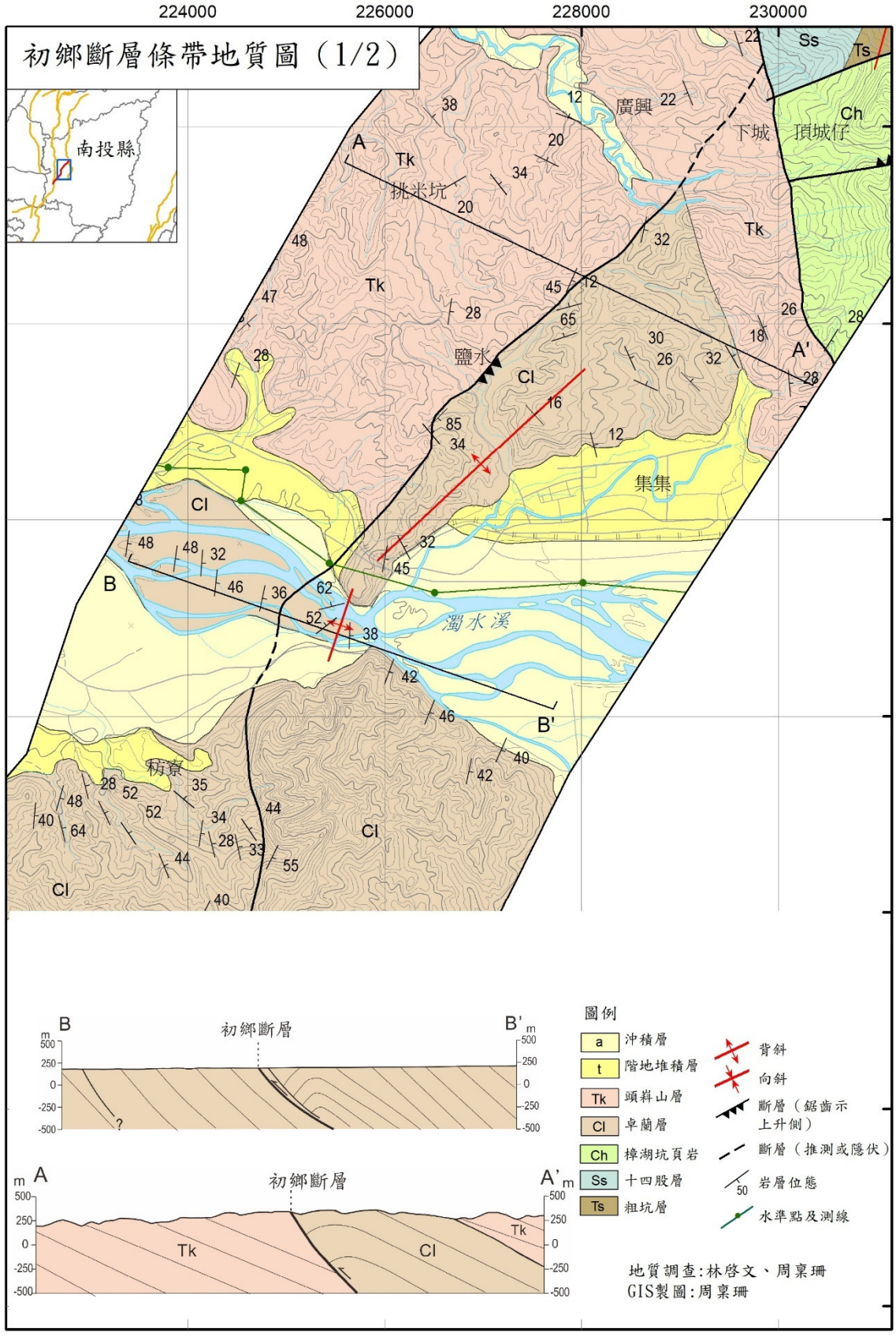
(4)頭嵙山層(Tk)

依岩性分為香山段與火炎山段，本區主要出露為下部之香山段，岩性主要為厚砂岩夾砂頁岩互層或頁岩層或粉砂岩層（陳華玟等，2004），其分布於麓山帶東側，未有完整之連續剖面出露，覆於卓蘭層之上，以一含板岩屑之灰黑色厚砂岩層為層界。而本層上部之火炎山段於麓山帶僅出露於靠近雙冬斷層下盤處，岩性為厚層礫岩夾透鏡狀砂岩與砂頁互層 。

(5)階地堆積層(t)與沖積層(a)

本區階地堆積層主要分布於各河流兩岸、八卦丘陵北段東翼及江西林台地，岩性主要為礫石、砂與黏土。其中於東埔蚋溪兩岸低位河階堆積層中漂木碳十四定年結果為一萬多年（陳于高等，2002）。本層分別與桂竹林層、卓蘭層及頭嵙山層呈交角不整合接觸（陳華玟等，

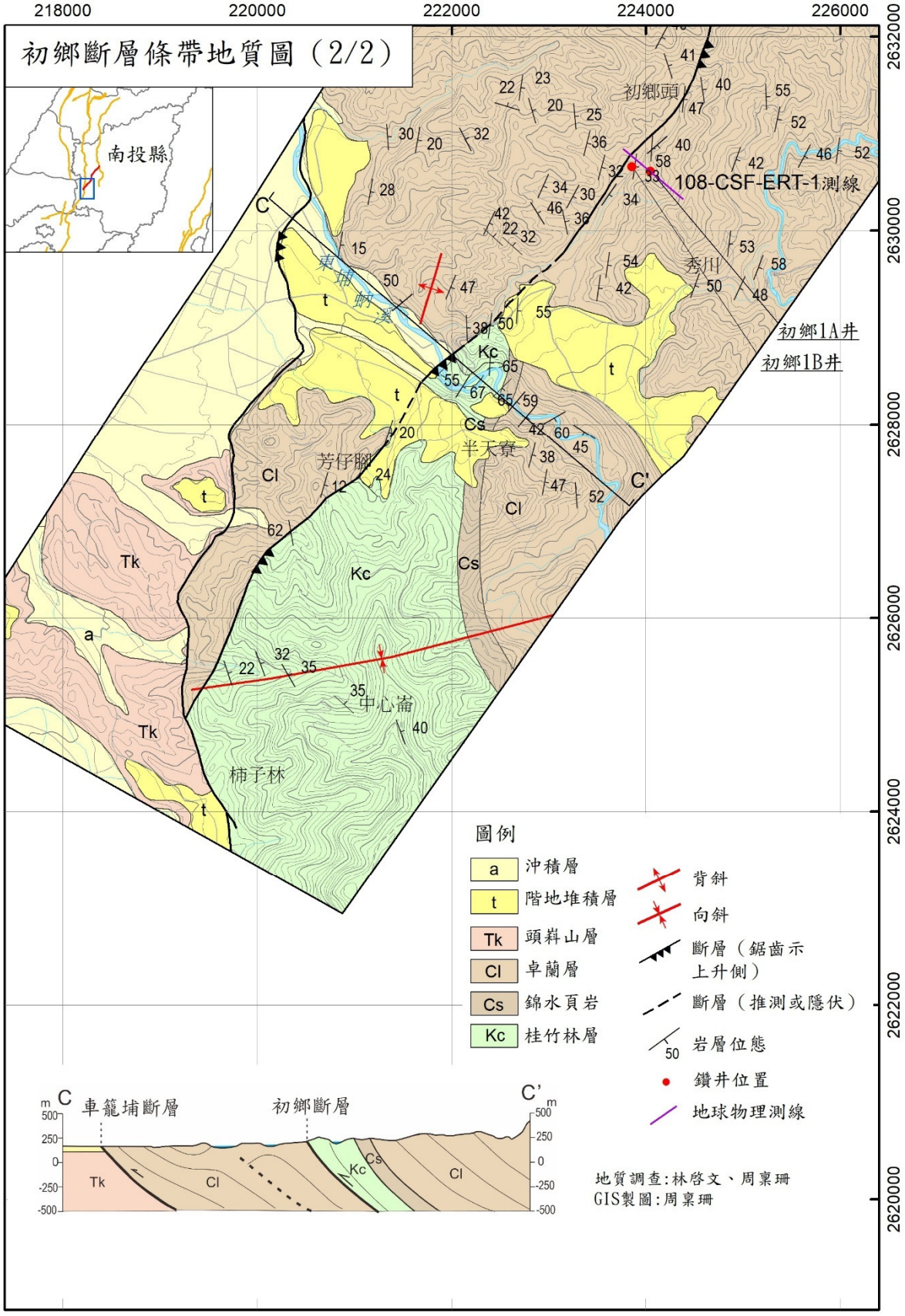
2004)。而沖積層則為砂、泥質沉積物組成，分布於現生河流的河床、盆地與沖積平原。



資料來源: 林啟文等(2021)。

圖 4-3　初鄉斷層分布位置與地質圖(1/2)

Fig 4-3　The geological map with large scale of Chuhsiang Fault(1/2)



資料來源: 林啟文等(2021)。

圖 4-4　初鄉斷層分布位置與地質圖(2/2)

Fig 4-4　The geological map with large scale of Chuhsiang Fault(2/2)

3.地下地質特性

分 5 段(1)濁水溪以北至斷層北端；(2)濁水溪南北岸；(3)初鄉底至東埔蚋溪北側山地；(4)東埔蚋溪南北兩側階地；(5)東埔蚋溪以南至斷層南端。斷層沿線地質圖及地質剖面(剖面 AA’、BB’、CC’)參見圖 4-5 及圖 4-6。

(1)濁水溪以北至斷層北端

本區因缺少近地表露頭或明顯之地形線形等證據，中國石油公司(1982)將本段之斷層跡繪為虛線狀，表示為推測。

然而本段(A-A’剖面)根據近地表地層分類與地質構造等模式推演，顯示本區初鄉斷層上盤為卓蘭層，下盤為頭嵙山層香山相砂岩。

(2)濁水溪南北岸(集集攔河堰下游)

本區因濁水溪之河道侵蝕，於河道南北岸之露頭狀況甚佳，為多數前人著重研究之區域(林啟文等，2019；黃文正等，2019；圖 4-7)。

林啟文等(2019)以地表地質調查方式，判釋濁水溪剖面 B-B’初鄉斷層下盤有許多小型斷層；初鄉斷層上盤則缺少露頭，無法確認小型斷層存在。而由於小型斷層截切岩層，使得本區之地層真厚度無法估計。

初鄉主斷層為北北東走向，向東傾斜約 60 度，3 條斷層構成初鄉斷層上盤變形帶。斷層兩側均出露卓蘭層，最東側斷層的上盤鄰接頂溪洲背斜西翼。頂溪洲背斜位於集集攔河堰下池西側(林啟文等，2019)。兩翼夾角約 80 度，褶皺軸向東北傾沒，背斜軸位態經測量統計分析後，為 34°，N59°E(林啟文等，2019；黃文正等，2019)。背斜西翼岩層逐漸轉為東西走向，最西側鄰接初鄉斷層。

(3)初鄉底至東埔蚋溪北側山地

本區位於較深處之山麓區域，斷層跡概略位於山谷地之間，同時因植被茂密及缺乏明確之地形線形，顏一勤(2019)以地質鑽探於溪流之東岸布設 2 孔地質井；黃文正等(2019)則以跨溪流之區域範圍，以直流地電阻探勘(ERT)探查地下地質構造，並整合判釋該區之地質構造模式(圖 4-8)。王廷瑜(2021)以上述資料，整合判釋該剖面 CC’之分支斷層為 4 條，且初鄉主斷層應位於初鄉 1A 井之西側，整體初鄉斷層斷層帶寬度可達至少 400 公尺寬。

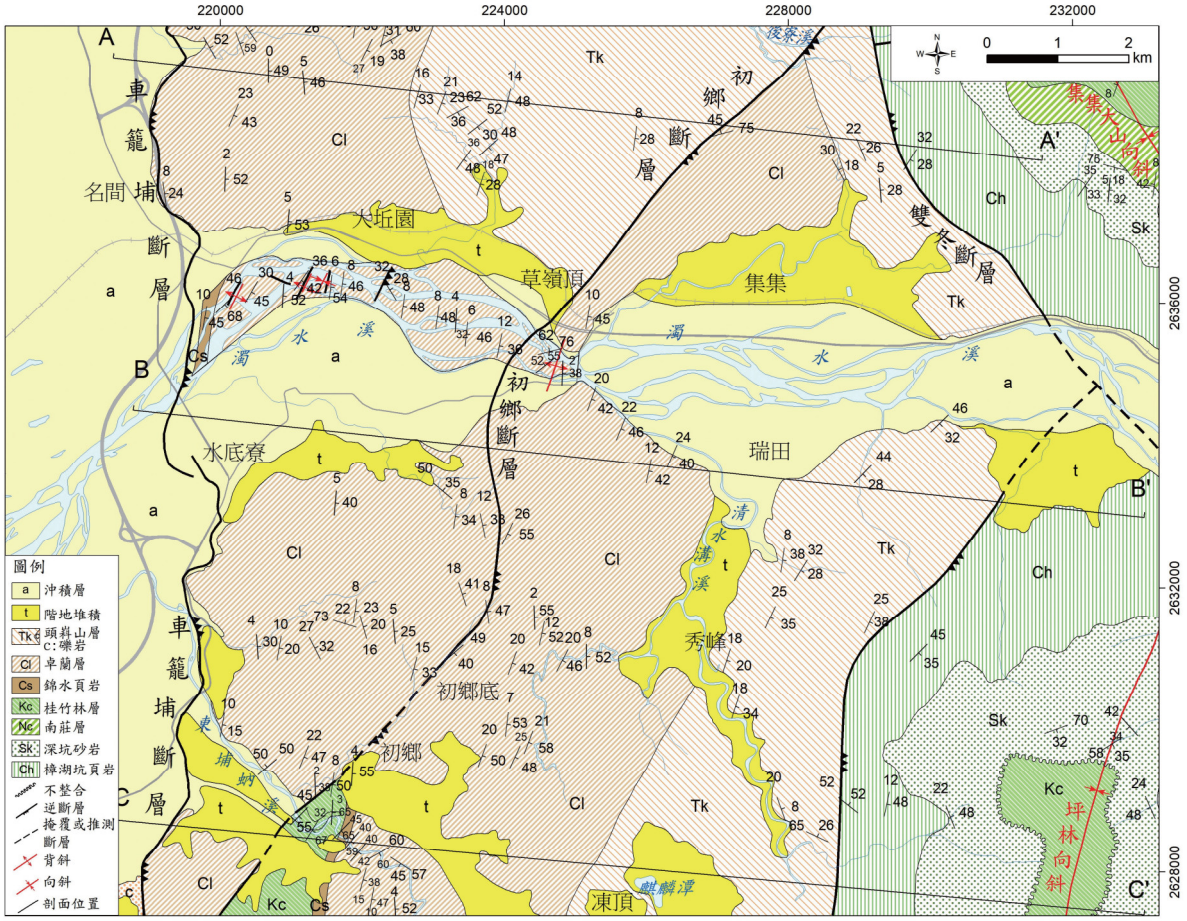
(4)東埔蚋溪南北兩側階地

陳于高等(2002)，於東埔蚋溪河階地，將主要階地分為 FT(I)、FT(II)、FT(III)；其中 FT(III)受初鄉斷層(當時命名為粗坑底河谷斷層)截切，且該階地定年結果顯示為 13~14ka，顯示該斷層至少於晚更新世有活動。

黃文正等(2019)針對東埔蚋溪河階地，共分為 4 階(圖 4-9)，由老至年輕為，$T_{DP}1$ 至 $T_{DP}4$。其中 $T_{DP}2$ 存在明顯之線狀崖(圖 4-10)，其定年結果多過於年輕(2000 年內)顯見並未取得真實階地沉積之年代。

(5)東埔蚋溪以南至斷層南端終點

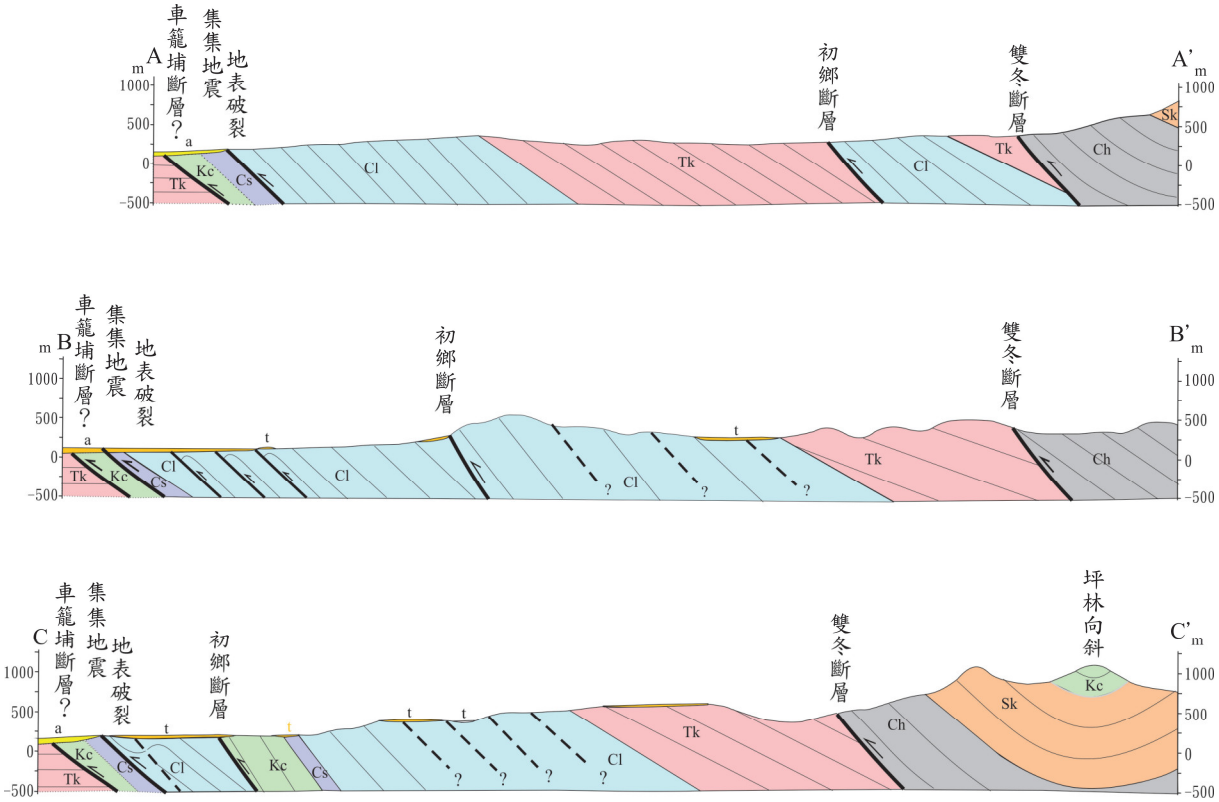
東埔蚋溪以南並未發現斷層露頭，僅在筍子林尾發現局部剪切帶分布，由於斷層上盤地層為桂竹林層、下盤為卓蘭層，在岩性及岩體強度差異，斷層兩側地形特徵有明顯差異。



資料來源：林啟文等(2019)。

圖 4-5　初鄉斷層集集至民間區域地質圖

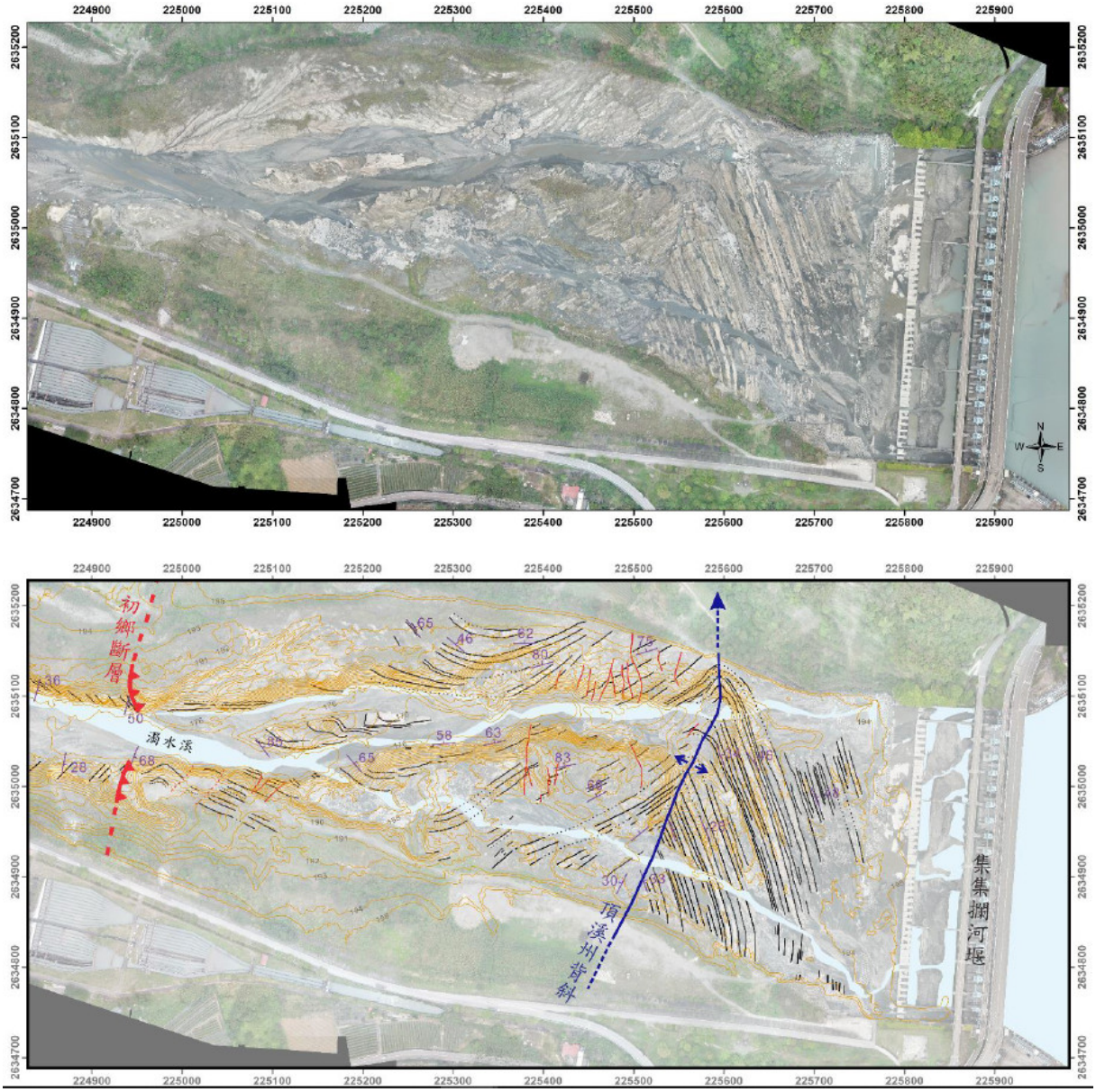
Fig 4-5　The geological map of Chuhsiang Fault in Chi-Chi and Mingjian area, Nantou



資料來源：林啟文等(2019)。

圖 4-6　初鄉斷層集集至民間區域地質剖面圖

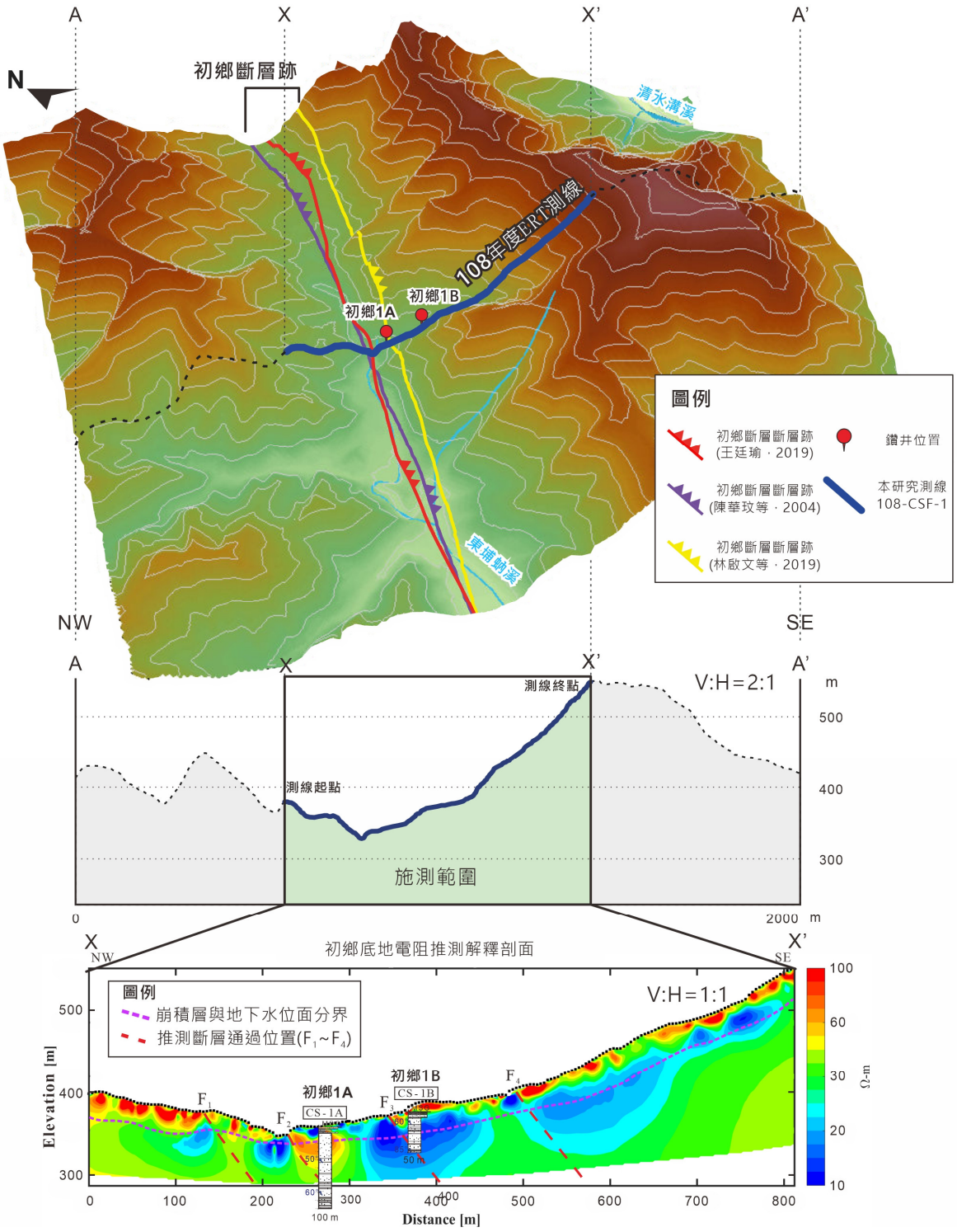
Fig 4-6　The Chuhsiang fault geological profiles of Chuhsiang Fault in Chi-Chi and Mingjian



資料來源：黃文正等(2019)。

圖 4-7　濁水溪集集攔河堰下游處頂溪洲背斜正射影像及構造判釋圖

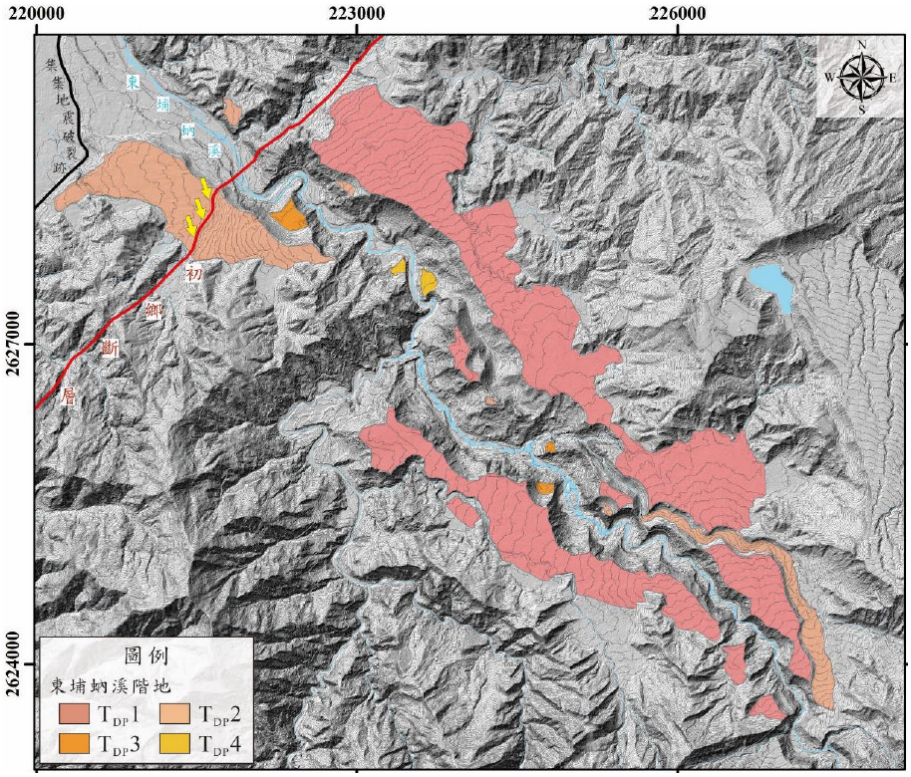
Fig 4-7　The geological structure map at Chi-Chi weir with ortho-image



資料來源：黃文正等(2019)；鑽探位置參考顏一勤(2019)；地質構造解釋摘自王廷瑜(2021)

圖 4-8　初鄉斷層(初鄉底區域)探查成果

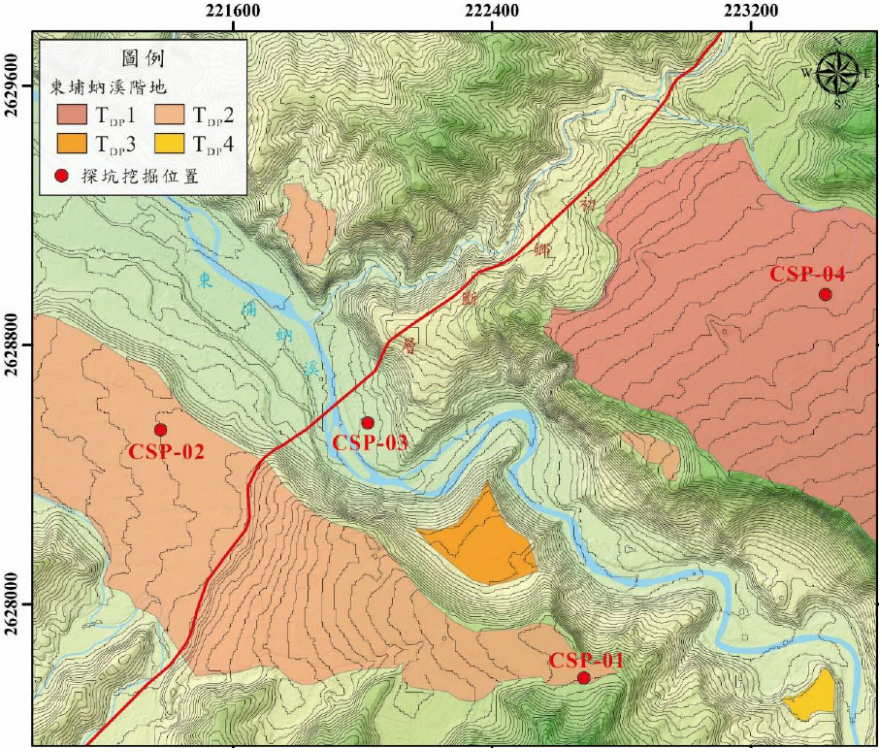
Fig 4-8　The survey results of Chuhsiang fault



資料來源：黃文正等(2019)

圖 4-9　初鄉斷層與東埔蚋溪河階圖

Fig 4-9　Terrace distribution map of Chuhsiang fault along the Dongpuna river



資料來源：黃文正等(2019)

圖 4-10　初鄉斷層東埔蚋溪階地沉積物探坑挖掘位置

Fig 4-10　The trench site map for river deposit sampling of Chuhsiang fault along the Dongpuna river

4.斷層活動特性

東埔蚋溪發育 4-5 階的河階地，初鄉斷層與車籠埔斷層截切最低 2 個階地，被截切的階地礫石層定年結果為 13585±265 cal BP（陳于高等，2003），顯示初鄉斷層於晚更新世至全新世有活動紀錄，目前列為第二類活動斷層。

5.綜合評估與本次調查重點

初鄉斷層北端由中寮鄉廣興向南延伸，向南延伸經濁水溪、東埔蚋溪，在竹山鎮附近併入車籠埔斷層。根據先期有關初鄉斷層之相關研究(林啟文等，2000；林啟文等，2019；黃文正等，2019；顏一勤，2019)，以濁水溪南北岸露頭(林啟文等，2000；林啟文等，2019)、東埔蚋溪南岸階地線形(陳于高等，2003)、初鄉底鑽探岩心(顏一勤，2019)，存在證據佐證初鄉斷層之斷層跡位置。

初鄉斷層在下城至斷層北端連接雙冬斷層(中國石油股份有限公司，1982)為推測之虛線，無明顯地形崖及斷層露頭作為追跡之依據；初鄉斷層在東埔蚋溪階地以南至斷層南端，初鄉斷層連接大尖山斷層，該段亦無明顯地形崖及斷層露頭作為追跡之佐證，為此本次調查重點將針對初鄉斷層北端中寮鄉下城及南端竹山鎮筍子林尾進行調查。

(二)地表地質調查成果

本計畫調查重點範圍為初鄉斷層北端中寮鄉下城及南端竹山鎮筍子林尾缺乏明確地形特徵及斷層露頭區域，依據 1 公尺網格地形陰影圖，配合現場地形及地質調查，判釋初鄉斷層及地形崖可能通過位置。

1.下城地區

本區域位於南投縣中寮鄉頂城巷(投 27 鄉道)，調查成果平面圖詳圖 4-11 所示，鑽探共規劃 4 處，分別為下城 1 號至 4 號。本區為後寮溪水系堆積形成的河階地，地勢呈現東高西低，鄰近水系為粗坑溪，位於頂城巷南側，也屬於後寮溪水系。在河階地大略可判識出 3 道地形崖線，最東側地形崖線為黃文正等(2019)繪製初鄉斷層線。

地表地質調查部分，在頂城巷北側高位河階面與低位河階面交界，調查點 1 位於初鄉斷層上盤前緣(圖 4-12、圖 4-13)，屬於頭嵙山層香山相，岩性以砂岩夾頁岩為主，岩層褶曲處伴隨破裂面並產生錯移，尚

不能釐清該褶皺是否為層間剪裂或高傾角剪切帶錯動導致。調查點 2、調查點 3、調查點 4(圖 4-14)地層屬於頭嵙山層香山段，岩性為砂岩夾頁岩層為主，偶見砂頁岩互層，調查點 2 岩層位態為 N42°E/38°E、調查點 3 岩層位態為 N8°W/39°E，岩層層面平直延續良好，僅部分薄砂岩層分布斜向節理組，可能位於初鄉斷層下盤，未受斷層擾動影響。

在頂城巷附近，調查點 5(圖 4-15)為地形崖通過處，崖高差可達 10 公尺，位於黃文正等(2019)繪製初鄉斷層線西側。調查點 6(圖 4-15)為黃文正等(2019)繪製初鄉斷層線往南延伸處，地形崖高差 4 公尺。調查點 7(圖 4-15)位於初鄉斷層下盤，屬於頭嵙山層香山相，岩性為砂頁岩互層，岩層位態為 N35°W/70°W，岩層傾向及傾角異於鄰近露頭，但未發現剪切帶，本計畫於調查點 7 西側規劃下城 2 號井用以驗證下方是否有其他構造。調查點 8 位於初鄉斷層下盤側，呈現向西傾斜和緩坡面，未發現異常隆起。

本計畫沿頂城巷兩側河階地，規劃 4 處鑽探，分別為下城 1 號井(100 公尺深)、下城 2 號井(70 公尺深)、下城 3 號井(100 公尺深)、下城 4 號井(60 公尺深)，釐清下方初鄉斷層通過位置。各鑽井位置及鑽探目的如下:

(1)下城 1 號井:位於崖高差(10 公尺)最大的地形崖趾部，目的為探查初鄉斷層前緣。

(2)下城 2 號井:位於最西緣，為驗證調查點 7 岩層位態及釐清下方是否還有初鄉斷層的前緣剪切帶。

(3)下城 3 號井:位於黃文正等(2019)繪製初鄉斷層線上，斷層線兩側高差約 5 公尺，為驗證井。

(4)下城 4 號井:位於下城 1 號井西側，目的為探查下城 1 號井西側是否遭遇初鄉斷層前緣。

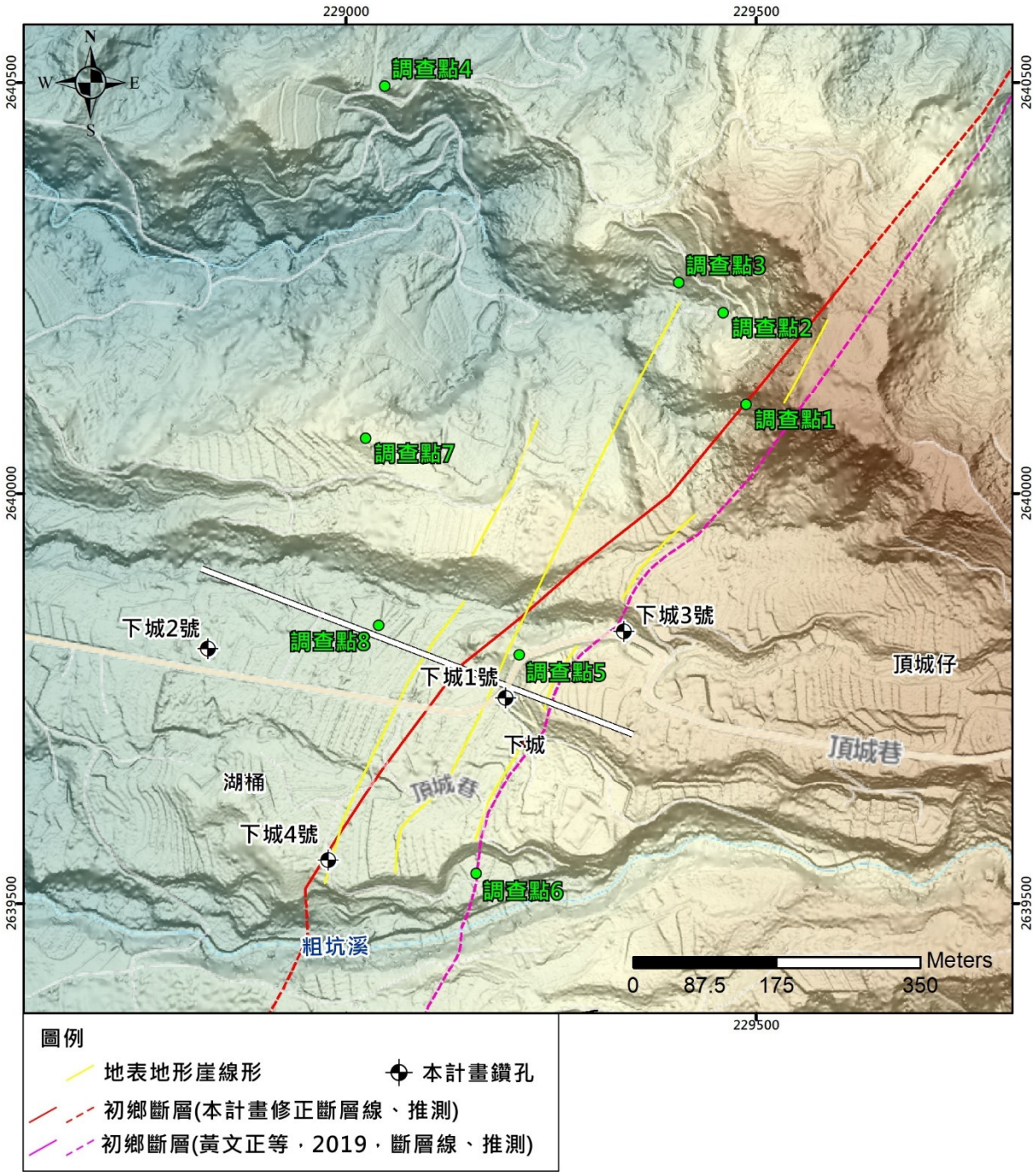


圖 4-11　初鄉斷層下城地區地形陰影及調查位置圖

Fig 4-11　The hillshaded map with investigated location of Chuhsiang Fault in Nantou



上圖，初鄉斷層上盤前緣，未繪製解釋參考線



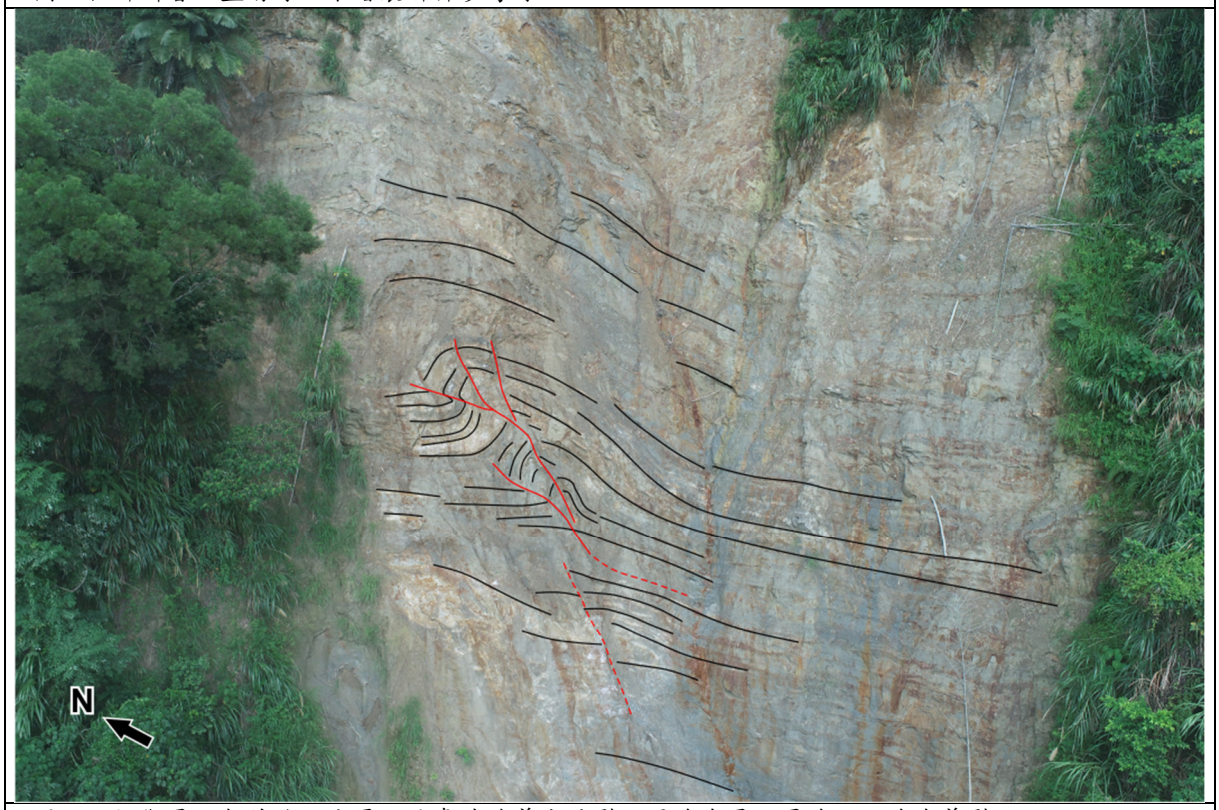
下圖，初鄉斷層上盤前緣，岩層褶曲處伴隨剪力破裂。黑線為層面界線、紅線為剪裂面。

圖 4-12　調查點 1，中寮鄉下城，初鄉斷層上盤前緣地表露頭(1/2)

Fig 4-12　The survey spot 1at Zhongliao Township, Nantou, nearing the subsurface of the Chuhsiang fault with geolgical interpretation(1/2)



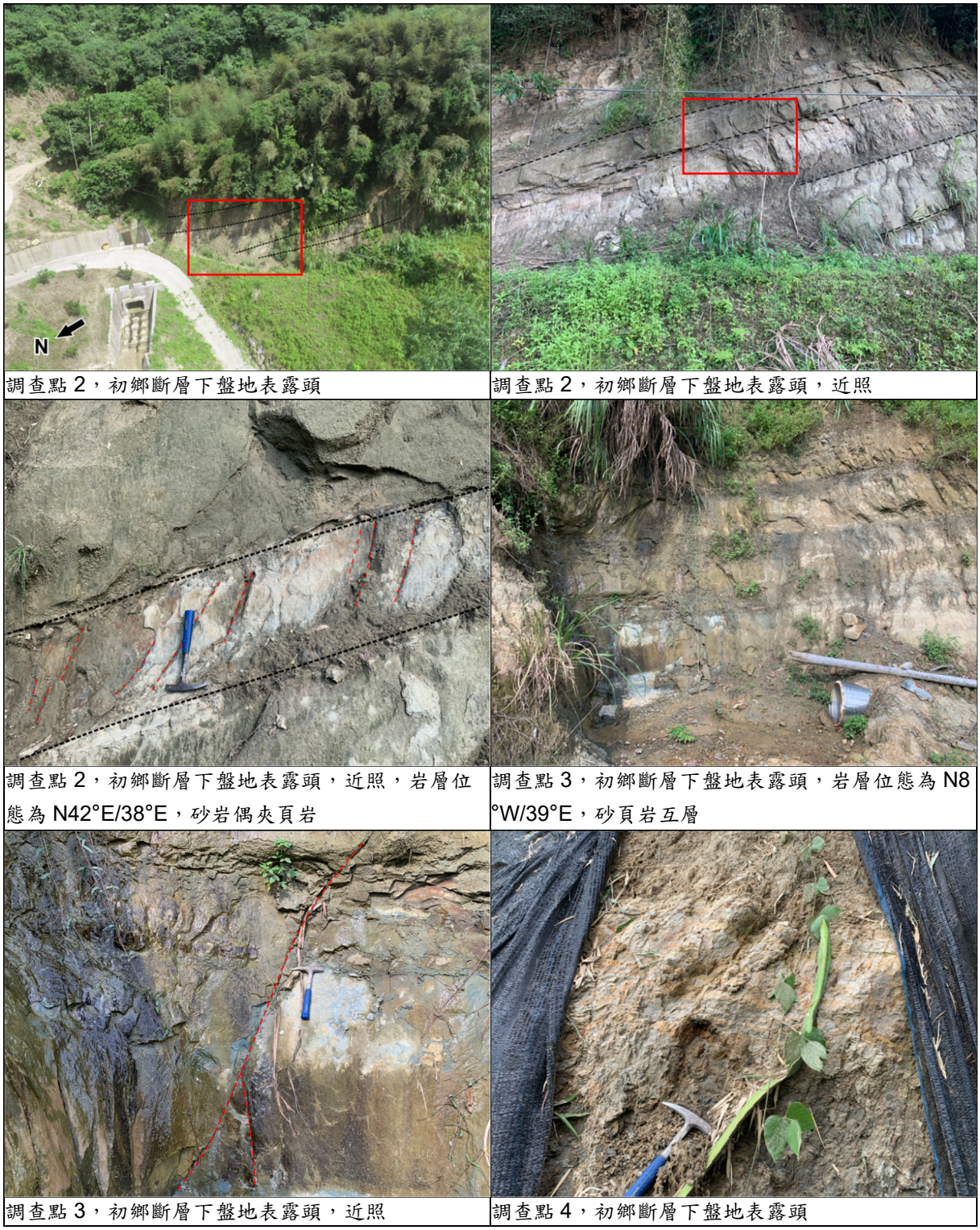
上圖，初鄉斷層上盤前緣，未繪製解釋參考線



下圖，初鄉斷層上盤前緣，岩層褶曲處伴隨剪力破裂。黑線為層面界線、紅線為剪裂面。

圖 4-13　調查點 1，中寮鄉下城，初鄉斷層上盤前緣地表露頭(2/2)

Fig 4-13　The survey spot 1at Zhongliao Township, Nantou, nearing the subsurface of the Chuhsiang fault with geolgical interpretation(2/2)



調查點 2，初鄉斷層下盤地表露頭	調查點 2，初鄉斷層下盤地表露頭，近照
調查點 2，初鄉斷層下盤地表露頭，近照，岩層位態為 N42°E/38°E，砂岩偶夾頁岩	調查點 3，初鄉斷層下盤地表露頭，岩層位態為 N8°W/39°E，砂頁岩互層
調查點 3，初鄉斷層下盤地表露頭，近照	調查點 4，初鄉斷層下盤地表露頭

圖 4-14　初鄉斷層中寮鄉下城地區調查點(1/2)

Fig 4-14　The survey spot 3 images at Zhongliao Township(1/2)



調查點 5，下城 1 號井旁地形崖線	調查點 6，黃文正等(2019)繪製初鄉斷層線通過處之地形崖
調查點 7，初鄉斷層下盤地表露頭	調查點 8，初鄉斷層下盤側階地地形現況

圖 4-15　初鄉斷層中寮鄉下城地區調查點(2/2)

Fig 4-15　The survey spot 3 images at Zhongliao Township(2/2)

2.筍子林尾地區

本區域位於南投縣竹山鎮中山路及鹿山路產業道路,調查成果平面圖詳圖 4-16 所示，鑽探共規劃 2 處，分別為筍子林尾 1 號及 2 號。本區地形為丘陵及河階，鄰近水系為湖子厝圳，屬於濁水溪支流大坑溪水系。本區地形崖線形自北由東埔蚋溪南側階地地形崖往南延伸至芳仔腳仍屬明確,到鹿山路由於人為整地,線形較不明確,往南至中山路地形崖線形則再次明確，且路側湖子厝圳於通過地形崖時流路出現轉向，整體來看地形崖分布與初鄉斷層線略同(黃文正等，2019)，由中山路再往南至併入車籠埔斷層為止地形崖不易判識。

地表地質調查部分，在中山路一帶調查點 1(圖 4-17)位於初鄉斷層上盤，地層為桂竹林層，岩性為泥質砂岩，位態 N2°E/48°E，鄰近岩層由於初鄉斷層上盤岩層褶曲使傾角並不一致,傾角介於 45°~70°之間，可能由於風化不易辨認，未發現剪切帶。調查點 2、調查點 3(圖 4-17)位於初鄉斷層線上(黃文正等，2019)，地層同樣屬於桂竹林層，岩層傾角在 60°左右，地形崖兩側高差約 5~10 公尺(沿湖仔厝圳河岸階地)。調查點 4(圖 4-17)位於湖子厝圳轉彎處的地形崖，崖高差約 2 公尺，而位於湖子厝圳旁的階地調查點 5(圖 4-17)則未發現地形崖，推測該處地形可能由於近年河道沖積或人為開發被抹平。在鹿山路一帶，調查點 6、7(圖 4-18)鄰近初鄉斷層線，現況為露營區開發有挖填行為，地形崖並不明確，僅有調查點 6 有些微特徵。

本計畫沿中山路於初鄉斷層地形崖上下盤兩側規劃 2 處鑽探，分別為筍子林尾 1 號井(100 公尺深)、筍子林尾 2 號井(100 公尺深)，釐清下方初鄉斷層通過位置，各鑽井位置及鑽探目的如下:

(1)筍子林尾 1 號井:位於初鄉斷層線上(黃文正等，2019)以及地形崖頂部，目的為探查初鄉斷層是否在下方通過。

(2)筍子林尾 2 號井:位於初鄉斷層下盤側，目的為探查初鄉斷層下盤側的剪切帶。

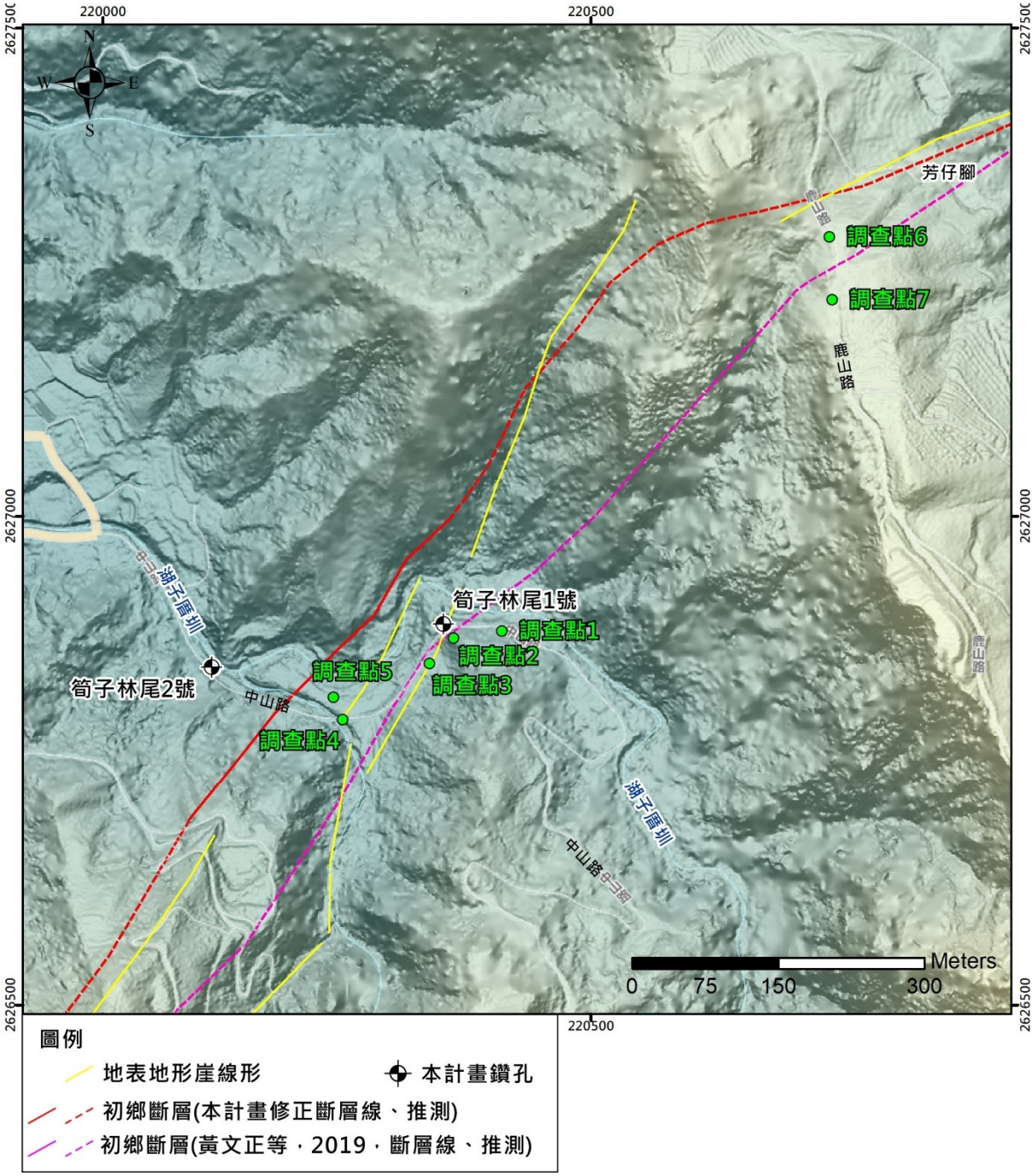


圖 4-16　初鄉斷層筍子林尾地區地形陰影及調查位置圖

Fig 4-16　The survey spots of Chuhsiang fault in Sun-zi-lin-wei area



調查點 1，初鄉斷層上盤地表露頭，屬於桂竹林層的泥質砂岩，岩層位態為 N2°E/48°E	調查點 1，稍往東側的露頭，岩層有變陡跡象，傾角轉變為 70°
調查點 2，初鄉斷層上盤地表露頭，屬於桂竹林層的泥質砂岩	調查點 3，位於初鄉斷層線(黃文正等，2019)上地形崖，兩側高差 5~10 公尺
調查點 4，位於湖子厝圳轉彎處地形崖，兩側高差約 2 公尺	調查點 5，位於湖子厝圳轉彎處河階地現況，未發現地形崖，整體呈現向西緩斜面

圖 4-17　初鄉斷層筍子林尾地區調查點(1/2)

Fig 4-17　The survey spot images of Chuhsiang fault in Sun-zi-lin-wei area (1/2)



調查點 6，南投縣竹山鎮鹿山路疑似地形崖



調查點 7，南投縣竹山鎮鹿山路坡面現況，地形崖不明顯

圖 4-18　初鄉斷層筍子林尾地區調查點(2/2)

Fig 4-18　The survey spot images of Chuhsiang fault in Sun-zi-lin-wei area (2/2)

(三)地質鑽探成果

本計畫經由文獻蒐集、地形判釋及地表地質調查後，於初鄉斷層北端中寮鄉下城規劃 4 孔地質鑽探下城 1 號(100 公尺深)、下城 2 號(70 公尺深)、下城 3 號(100 公尺深)、下城 4 號(60 公尺深)；初鄉斷層南端竹山鎮筍子林尾規劃 2 孔地質鑽探筍子林尾 1 號(100 公尺深)、筍子林尾 2 號(100 公尺深)，井位坐標及高程詳見表 2-3，岩心紀錄及岩心照片詳見附錄一及附錄二。鑽探孔位分布如圖 4-19、圖 4-20。

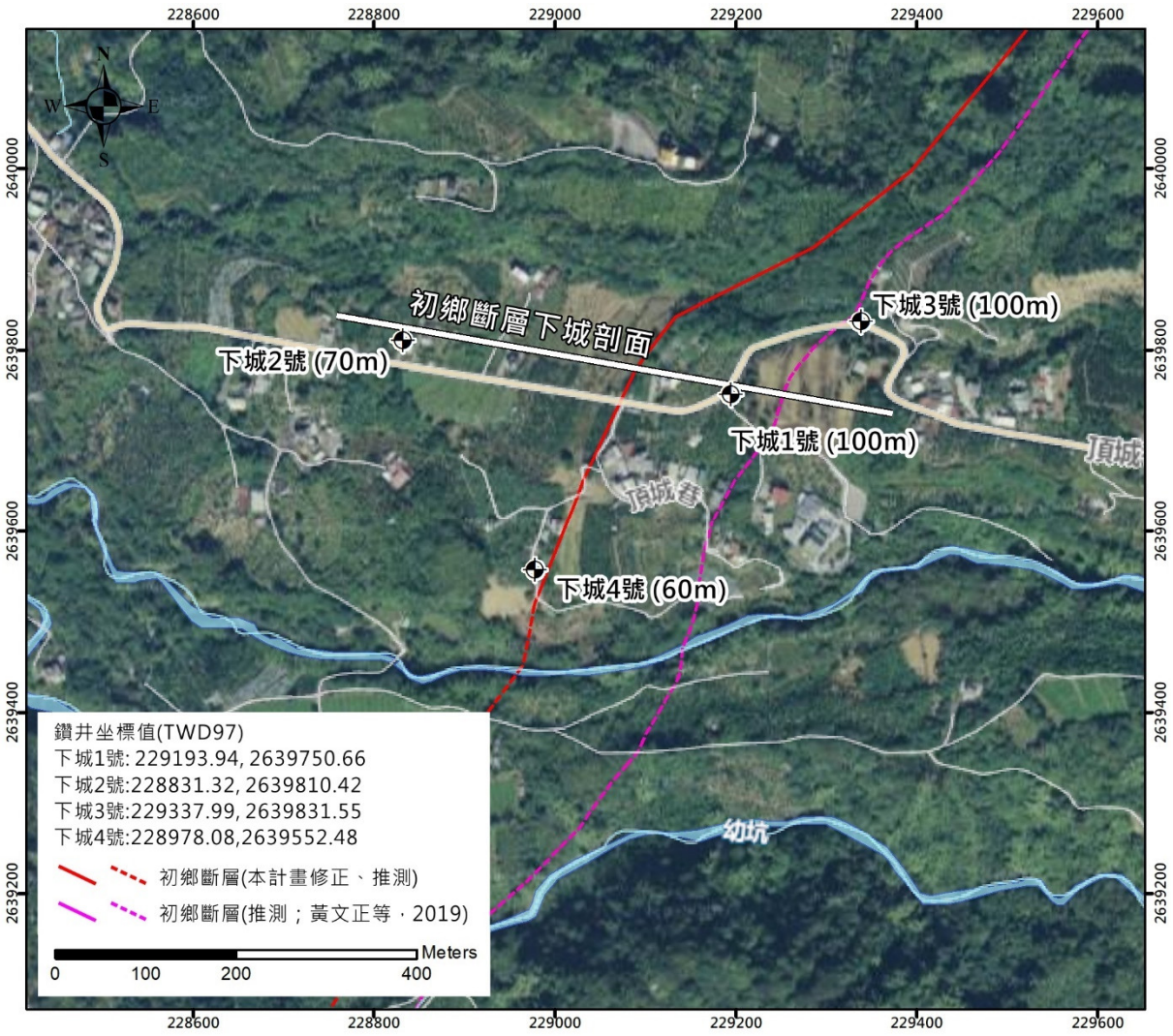


圖 4-19　初鄉斷層下城鑽探井位分布

Fig 4-19　The borehole distribution of Chuhsiang fault at Xia-Cheng area, Nantou



圖 4-20　初鄉斷層筍子林尾鑽探井位分布

Fig 4-20　The borehole distribution of Chuhsiang fault at Sun-zi-lin-wei area, Nantou

鑽探成果描述如下:

1.下城 1 號

位於南投縣中寮鄉頂城巷道路旁，TWD97 坐標為(229193.94, 2639750.66)，孔口高程為 300.76 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~1.00 公尺:表土層

1.00~2.25 公尺:棕色粉土質砂

2.25~5.00 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為細砂

5.00~6.30 公尺:棕灰色黏土夾粉砂

6.30~16.85 公尺:棕灰色砂岩，粒徑介於極細砂至粉砂，夾薄層碳屑

16.85~28.50 公尺:深灰色小礫石層夾砂岩,礫石粒徑多介於 0.2 至 1cm,礫石層堆積呈現向上變細

28.50~34.70 公尺:灰色細粒砂岩與頁岩互層

34.70~37.30 公尺:灰色細粒至中粒砂岩，夾薄層碳屑

37.30~51.80 公尺:灰色細粒砂岩夾頁岩，38.3~38.4 公尺出現剪切帶

51.80~54.10 公尺:深灰色頁岩偶夾粉砂岩，53.6~53.8 公尺出現剪切帶

54.10~77.15 公尺:深灰色粉砂岩及頁岩互層,55.3~55.45 公尺、71.0~71.2 公尺出現剪切帶

77.15~79.60 公尺:深灰色頁岩夾粉砂岩，77.7~78 公尺、79~79.4 公尺出現剪切帶

79.60~88.30 公尺:灰色細粒砂岩夾頁岩

88.30~91.80 公尺:深灰色頁岩，90.4~90.8 公尺出現剪切帶

91.80~100.00 公尺:灰黑色泥質砂岩夾頁岩

本孔岩心在 0~2.25 公尺為全新世沖積層，2.25~6.3 公尺為全新世階地堆積層,於深度 6.25 公尺出現疑似傾角 30 度之剪切帶,該處沉積泥層可能受斷層活動影響導致傾斜;6.3 公尺以後可能進入晚更新世階地堆積層，岩性主要為砂岩夾頁岩或砂頁岩互層，岩層傾角介於 5~15 度，未出現劇烈傾斜，其中 16.85~28.50 公尺為小礫石層夾砂岩，可以

沿層面側向追跡至下城 3 號井 78.3~81.7 公尺的粗砂夾小礫石層，為不錯的指準層，於 38.3~38.4、53.6~53.8、55.3~55.45、70.0~71.2、77.7~78、79~79.4、90.4~90.8 公尺出現剪切帶，這些剪切帶相當細微且大略與層面平行，可能為初鄉斷層上盤的層間剪切，其中 70.0~71.2、77.7~78.0、79.0~79.4、90.4~90.8 公尺剪切較為劇烈。

本孔岩心於深度 5.4、16.1、20.6、27.2 公尺處提取有機物進行碳十四定年，結果依序為 6850±30 BP (樹輪校正後為 7750-7610 cal BP)、34480±270 BP (40330-39160 cal BP)、23120±110 BP (27664-27227 cal BP)、26540±130 BP (31074-30410 cal BP)，定年結果套繪至下城剖面，詳見圖 4-27。其中 5.4 公尺深的樣本位於階地堆積層(礫石層)底部，目的為確認階地堆積層的堆積年代。16.1、20.6、27.2 公尺的樣本皆位於小礫石夾砂岩層，目的為確認岩層中礫石的堆積年代。



下城 1 號井 28.5 公尺，礫石層底部，接觸面傾角 25 度	下城 1 號井 70.4 公尺，剪切帶	下城 1 號井 90.6 公尺，剪切帶

圖 4-21　初鄉斷層鑽探岩心近照(1/6)

Fig 4-21　Photos of rock core, Chuhsiang fault(1/6)

2.下城 2 號

位於南投縣中寮鄉頂城巷道路旁，TWD97 坐標為(228831.32, 2639810.42)，孔口高程為 270.24 公尺，井深為 70 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.60 公尺:回填層

0.60~27.75:棕灰色礫石層，以巨礫為主

27.75~32.80 公尺:灰色細粒砂岩

32.80~35.90 公尺:灰色砂岩與頁岩互層

35.90~38.20 公尺:深灰色頁岩

38.20~40.30 公尺:淺灰色粉砂岩

40.30~47.50 公尺:深灰色頁岩夾粉砂岩，40.4~41.8、43.75~44、45~45.5 公尺出現剪切帶

47.50~50.10 公尺:灰色粉砂岩

50.10~55.00 公尺:青灰色細粒砂岩，岩質疏鬆

55.00~63.40 公尺:灰色砂岩與頁岩互層，59.4~59.6 公尺出現剪切帶

63.40~70.00 公尺:青灰色細粒砂岩夾頁岩

本孔岩心在 0~0.6 公尺為全新世沖積層，0.6~27.75 公尺為全新世階地堆積層，27.75 公尺以後可能進入晚更新世階地堆積層，主要岩性為砂頁岩互層，岩層傾角介於 0~5 度，接近水平地層，未出現劇烈傾斜，於 40.4~41.8、43.75~44、45~45.5、59.4~59.6 公尺出現剪切帶，這些剪切帶相當細微且大略與層面平行，可能為初鄉斷層下盤的層間剪切。

本孔岩心於深度 20.7 公尺處提取有機物進行碳十四定年，結果為 13670±40 (16687-16347 cal BP)，定年結果套繪至下城剖面，詳見圖 4-27。其中 20.7 公尺深的樣本位於階地堆積層(礫石層)底部，目的為確認階地堆積層的堆積年代。



下城 2 號井 41.2 公尺，剪切帶，地層略為傾斜	下城 2 號井 43.9 公尺，剪切帶，地層略為傾斜	下城 2 號井 45.3 公尺，剪切帶，地層略為傾斜

圖 4-22　初鄉斷層鑽探岩心近照(2/6)

Fig 4-22　Photos of rock core, Chuhsiang fault(2/6)

3.下城 3 號

位於南投縣中寮鄉頂城巷道路旁，TWD97 坐標為(229337.99, 2639831.55)，孔口高程為 320.89 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.30 公尺:回填

0.30~1.50 公尺:黃棕色粉土夾礫石

1.50~20.65 公尺:灰棕色礫石，礫石介於中礫至巨礫，基質支撐，基質為粉土質砂

20.65~29.45 公尺:青灰色細粒砂岩，偶夾薄層泥岩及碳屑，偶見小礫石(粒徑不超過 10mm)

29.45~32.70 公尺:灰黑色頁岩，偶夾薄層粉砂岩

32.70~36.70 公尺:灰色細粒砂岩，偶夾碳質，35.9m 夾厚 2cm 木炭

36.70~52.85 公尺:青灰色砂岩夾薄層頁岩，偶夾炭屑，砂層呈現劇烈擾動，可見泥球，44.7~44.8 公尺出現剪切帶

52.85~55.10 公尺:灰黑色頁岩，54.2~54.4 公尺出現剪切帶

55.10~59.60 公尺:灰色粉砂岩夾薄層頁岩

59.60~69.20 公尺:深灰色砂岩頁岩互層，66.8~67.0 公尺出現剪切帶

69.20~74.45 公尺:灰色粉砂岩，偶夾薄層頁岩

74.45~76.60 公尺:灰色細粒砂岩，夾炭屑

76.60~78.30 公尺:灰色中粒砂岩

78.30~81.70 公尺:灰色粗粒砂岩夾小礫石，小礫石粒徑介於 2~10mm

81.70~85.80 公尺:深灰色中粒至粗粒砂岩

85.80~86.20 公尺:灰色礫岩

86.20~92.70 公尺:灰色粉砂岩夾頁岩

92.70~93.50 公尺:淺灰色細粒砂岩

93.50~93.80 公尺:灰色礫岩，基質支撐

93.80~98.00 公尺:灰色砂岩頁岩互層

98.00~100.00 公尺:青灰色粉砂岩

本孔岩心在 0~1.5 公尺為全新世沖積層，1.5~20.65 公尺為全新世階地礫石層，20.65 公尺以後可能進入晚更新世階地堆積層，岩性主要為砂岩夾頁岩或砂頁岩互層，岩層傾角介於 5~15 度，未出現劇烈傾斜，其中 78.3~81.7 公尺為粗砂層夾小礫石層，可以沿層面側向向東追跡至下城 1 號井 16.85~28.50 公尺的小礫石層夾砂岩層，為不錯的指準層。於 29.9~30.0、32.05~32.15、44.7~44.8、54.2~54.4、66.8~67.0 公尺出現剪切帶，這些剪切帶相當細微且大略與層面平行，可能為初鄉斷層上盤的層間剪切。

本孔岩心於深度 18.85、20.2 公尺處提取有機物進行碳十四定年，結果依序為 29990±170BP (34724-34148 cal BP)、28940±140 BP (33944-33013 cal BP)，定年結果套繪至下城剖面，詳見圖 4-27。其中 18.85、20.2 公尺深的樣本位於階地堆積層(礫石層)底部，目的為確認階地堆積層的堆積年代。



下城 3 號井 27.3 公尺，砂岩層內變形條帶	下城 3 號井 78.75 公尺，礫岩層與砂岩層交界，地層略為傾斜	下城 3 號井 86.4 公尺，剪切帶，地層略為傾斜

圖 4-23　初鄉斷層鑽探岩心近照(3/6)

Fig 4-23　Photos of rock core, Chuhsiang fault(3/6)

4.下城 4 號

位於南投縣中寮鄉頂城巷道路旁，TWD97 坐標為(228978.08, 2639552.48)，孔口高程為 293.17 公尺，井深為 60 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.85 公尺:棕色回填土

0.85~7.20 公尺:紅棕色卵礫石，中礫為主，顆粒支持，基質為粉土

7.20~14.55 公尺:灰色卵礫石，巨礫為主，顆粒支持，基質為粉土

14.55~16.40 公尺:灰色黏土層

16.40~16.80 公尺:灰色砂層

16.80~21.40 公尺:深灰色泥岩

21.40~23.20 公尺:灰色粉砂岩

23.20~26.30 灰色細粒砂岩，夾炭屑

26.30~30.25 公尺:深灰色砂岩夾礫岩層，粒徑以粗砂至極粗砂為主，礫

石介於細礫至中礫

30.25~31.15 公尺:深灰色礫岩，礫石介於中礫至巨礫

31.15~34.20 公尺:深灰色泥岩

34.20~55.70 公尺:灰色粉砂岩為主，偶夾薄層砂岩

55.70~57.50 公尺:灰色細粒砂岩

57.50~60.00 公尺:灰色粉砂岩為主，偶夾薄層砂岩

本孔岩心在 0~0.85 公尺為全新世沖積層，0.85~14.55 公尺為全新世階地堆積層，主要以礫石層為主，14.55~16.80 公尺可能為晚更新世黏土層及砂層，本層位於階地礫石層下方，於下城 1 號、下城 3 號未發現本層(階地礫石層直接堆積於頭嵙山層上)。16.80 公尺以後可能進入晚更新世階地堆積層，主要岩性為砂頁岩互層，岩層傾角介於 0~10 度，接近水平地層，未出現劇烈傾斜，於 32.2~32.4、55.1~55.4 公尺出現剪切帶，其中以 55.1~55.4 公尺較為劇烈，該處剪切帶夾有斷層泥，剪切帶大致與層面接近。



下城 4 號井 31.15 公尺，礫岩層底部與砂岩層交界，交界面略呈水平	下城 4 號井 32.4 公尺，粉砂岩層內剪切面	下城 4 號井 55.3 公尺，粉砂岩層內剪切帶，剪切面夾有剪裂泥

圖 4-24　初鄉斷層鑽探岩心近照(4/6)

Fig 4-24　Photos of rock core, Chuhsiang fault(4/6)

5.筍子林尾 1 號

位於南投縣竹山鎮筍子林尾中山路產業道路旁，鄰近竹子厝圳，TWD97 坐標為(220349.05, 2626889.76)，孔口高程為 235.79 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.10 公尺:回填

0.10~2.10 公尺:棕色礫石，顆粒支持，基質為粉土

2.10~36.55 公尺:灰色粉砂岩

36.55~48.50 公尺:淺灰色砂岩，41.35 公尺處夾方解石脈

48.50~52.40 公尺:灰色砂岩夾灰黑色砂質頁岩

52.40~56.15 公尺:灰色砂質頁岩

56.15~66.30 公尺:灰色砂岩夾灰黑色砂質頁岩

66.30~67.30 公尺:灰色斷層泥，夾角礫

67.30~73.50 公尺:灰色砂岩

73.50~75.90 公尺:灰色砂岩夾灰黑色砂質頁岩，73.65 公尺夾厚度 3 公分小礫石層

75.90~84.10 公尺:灰色砂岩

84.10~96.00 公尺:灰色砂岩夾灰黑色砂質頁岩

96.00~100.00 公尺:灰黑色砂質頁岩

本孔岩心在 0~0.1 公尺為回填層，0.1~2.1 公尺為晚更新世或全新世階地堆積層，2.1 公尺後進入桂竹林層，主要岩性為泥質砂岩或砂頁岩互層，岩層傾角介於 65~75 度，整體岩層以淺灰色為主，在砂岩層中可見石灰質砂岩結核。剪切帶廣泛分布於本鑽井岩層，於 2.1~10.8、13.5~15.3、20.8~37.3、38.9~39.4、53.6~54.0、63.2~65.1、65.7~66.2、66.4~67.2、71.8~73.0、77.0~78.2、81.8~82.8、87.5~90.3、92.9~93.4 公尺出現剪切帶，其中較為劇烈的剪切帶分布於 63.2~65.1、65.7~66.2、66.4~67.2、92.9~93.4 公尺，66.4~67.2 公尺剪切最為劇烈並夾剪裂泥，剪切帶傾角介於 50~70 度，推測為分支斷層。本孔應位於初鄉斷層上盤。

本孔岩心於深度 1.5、1.9、2.05 公尺處提取有機物進行碳十四定年，結果依序為 3870±30 BP (4411-4231 cal BP)、11080±30 BP (13092-12917 cal BP)、11780±40 BP (13759-13579 cal BP)，定年結果套繪至筍子林尾剖面，詳見圖 4-28。其中 1.5、1.9、2.05 公尺深的樣本位於階地堆積層(礫石層)底部，目的為確認階地堆積層的堆積年代。



筍子林尾 1 號井 2.1 公尺，進入岩層後即出現剪切帶	筍子林尾 1 號井 4.7 公尺，受剪切帶擾動之粉砂岩層，夾有受剪動方解石脈	筍子林尾 1 號井 66.9 公尺，粉砂岩層內剪切帶，剪切面夾有剪裂泥，帶寬 90 公分

圖 4-25　初鄉斷層鑽探岩心近照(5/6)

Fig 4-25　Photos of rock core, Chuhsiang fault(5/6)

6.筍子林尾 2 號

位於南投縣竹山鎮筍子林尾中山路產業道路旁，鄰近竹子厝圳，TWD97 坐標為(220111.31, 2626846.01)，孔口高程為 212.06 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.40 公尺:回填

0.40~2.60 公尺:棕灰色礫石夾粉土

2.60~13.40 公尺:深灰色粉砂岩

13.40~13.60 公尺:灰黑色斷層泥

13.60~16.70 公尺:灰色砂岩夾頁岩

16.70~19.80 公尺:灰色砂岩

19.80~27.70 公尺:灰色砂頁岩互層

27.70~60.20 公尺:灰色砂岩

60.20~62.80 公尺:灰色砂岩夾頁岩

62.80~76.60 公尺:灰色砂岩

76.60~80.10 公尺:灰色粉砂岩

80.10~90.60 公尺:灰色砂岩

90.60~100.00 公尺:灰色粉砂岩

本孔岩心在 0~0.4 公尺為回填層，0.4~2.6 公尺為晚更新世或全新世階地堆積層，2.6 公尺後進入卓蘭層，主要岩性為砂質頁岩夾砂岩，岩層傾角介於 35~45 度，整體岩層以淺灰色為主。剪切帶廣泛分布於本鑽井岩層，於 10.3~11.3、13.4~13.6、56.85~75.0、98.2~98.3 公尺出現剪切帶，其中 13.4~13.6 公尺剪切最為劇烈並夾剪裂泥，本孔應位於初鄉斷層下盤。



筍子林尾 2 號井 10.5 公尺，剪切帶夾角礫	筍子林尾 2 號井 13.5 公尺，剪切帶夾泥，帶寬 15 公分	筍子林尾 2 號井 98.25 公尺，剪切帶夾泥，帶寬 4 公分

圖 4-26　初鄉斷層鑽探岩心近照(6/6)

Fig 4-26　Photos of rock core, Chuhsiang fault(6/6)

(四)地下地質探查成果討論

本計畫於初鄉斷層沿線進行 6 處鑽探(下城 1 號、下城 2 號、下城 3 號、下城 4 號、筍子林尾 1 號、筍子林尾 2 號)、2 組地質剖面(下城剖面、筍子林尾剖面)，用以推測初鄉斷層分布位置、斷層變形帶範圍。各剖面討論如下:

1.下城剖面

本剖面位於南投縣中寮鄉頂城巷道路，剖面起點坐標為(228823.31, 2639908.17，TWD97)，終點坐標為(229349.17, 2639706.43，TWD97)，剖面鑽井分別為下城 1 號(100 公尺)、下城 2 號(70 公尺)、下城 3 號(100 公尺)、下城 4 號(60 公尺)，剖面平面位置圖及地質剖面圖詳見圖 4-19、圖 4-27。

本剖面地表地形崖趾部及頂部分別位於剖面里程 370 公尺、505 公尺，地形崖兩側高差約 35 公尺。本剖面地層由淺至深分為全新世階地堆積層、晚更新世階地堆積層或頭嵙山層香山段，全新世階地堆積層以礫石為主，層厚度介於 2.75~27.15 公尺，越往下盤側厚度逐漸增加，晚更新世階地堆積層或頭嵙山層香山段主要為砂岩夾頁岩或砂頁岩互層，夾有礫岩層。在下城 1、3 號井岩盤內發現有一薄礫岩層分布，厚度介於 4.85~11.65 公尺，兩鑽井礫岩層可以沿著該區層面的趨勢位態(南北走向、向東傾斜 20 度)互相投影對照，推測屬於同一層礫岩層。下城 4 號井雖也有發現礫岩層，但跟下城 1、3 號井礫岩層未在同一平面上，可能由於受斷層錯動或地層褶曲所導致，也有可能該礫岩層本來就屬於不同層位。下城 1、3 號井岩盤內礫岩層經碳 14 定年介於 23010 至 34750 BP yr，推測沉積年代位於晚更新世，故判釋本剖面下方岩盤為頭嵙山層香山相在年代上並不合理，故暫時判為晚更新世階地堆積層。

地質構造上，下城 1 至 4 號井皆發現剪切帶，剪切帶傾角主要介於 10 至 20 度，大致平行層面或與層面夾低角度，整體來看剪切帶分布不甚密集，以下城 1、3 號剪切帶較為活躍。下城 1 號井主要的剪切帶集中出現在 70 公尺以下深度，夾有些微角礫及剪裂泥，下城 3 號井近地表砂岩層分布些微變形條帶惟錯距不大，整體來看下城 1 號井的錯動較 3 號井劇烈。下城 2、4 號井剪切帶分布數量較為稀少，下城 2 號井

在 45.0~45.5、59.4~59.6 公尺分布少數細微剪切帶，屬於斷層下盤，下城 4 號井僅有 55.1~55.4 公尺分布夾有斷層泥的剪切帶，推測屬於斷層下盤。

綜合前述，下城 1、3、4 號井鑽遇含斷層泥剪切帶但未發現主斷層、下城 1、3 號井則發現可對比的礫岩層，但無法與下城 4 號井的礫岩層對照，結合北側調查點 1 的斷層露頭調查，初鄉斷層可能未發育到鄰近地表的本剖面，本剖面所在位置可能為為斷層擴展前緣的褶皺。初鄉斷層延伸至地表的位置應位於下城 1 號井及 4 號井之間，位於剖面里程 370 公尺處。

2.筍子林尾剖面

本剖面位於南投縣竹山鎮筍子林尾中山路產業道路，剖面起點坐標為(220057.81, 2626871.09，TWD97)，終點坐標為(220368.48, 2626710.34，TWD97)，剖面鑽井分別為筍子林尾 1 號(100 公尺)、筍子林尾 2 號(100 公尺)，剖面平面位置圖及地質剖面圖詳見圖 4-20、圖 4-28。本剖面筍子林尾 1 號井孔口突出於地表，是由於鑽井不在剖面線上之緣故，且該區地形起伏較大筍子林尾 1 號井位於地勢較高處，因此鑽井沿著斷層線的平均走向投影至剖面中導致孔口高程大於剖面高程。

本剖面地表地形崖計有兩道，位於剖面里程 250 公尺處，位於黃文正等(2019)繪製的初鄉斷層線上，地形崖兩側高差約 5~10 公尺，於剖面里程 185 公尺則有另一道高差 2 公尺地形崖，但在剖面中不甚清楚。

本剖面地層根據五萬分之一臺灣地質圖南投、雲林圖幅以及圖幅說明書(2004)，在筍子林尾剖面初鄉斷層上、下盤兩側地層分別為桂竹林層大窩砂岩段、卓蘭層，地表則覆蓋階地堆積層。桂竹林層大窩砂岩段岩性為泥質砂岩為主夾砂頁岩互層，分布於斷層上盤，卓蘭層岩性則為砂岩、泥岩及頁岩互層，分布於斷層下盤，階地堆積層在本剖面不厚，主要由礫石夾粉土組成，分布於地表至地下 2 公尺(根據本計畫鑽探成果)。

本計畫筍子林尾 1、2 號井分別位於初鄉斷層上下盤兩側，筍子林尾 1 號井岩層岩性以砂岩為主，偶見砂岩及頁岩互層；筍子林尾 2 號井岩層岩性以砂岩或粉砂岩為主，偶夾薄層頁岩，兩鑽井的岩性相當類似，單就岩性來看不易分辨。主要由於本剖面上盤側桂竹林層大窩砂岩段及下盤側卓蘭層在層位上兩者之間僅夾了一層厚度 100 公尺厚

的錦水頁岩，在層位及深埋條件上兩地層差異不算巨大，因此岩性比對上兩者相當接近。

若要區分比較筍子林尾 1 號、2 號井的差異及判釋所屬地層，本計畫提供數個判釋準則，分別由岩層位態、沉積組構來區分，由岩層位態來看，前者岩層傾角介於 65~75 度、後者岩層傾角介於 35~45 度；岩性差異部分，前者主要以砂岩為主且膠結較佳，夾有層理清晰的頁岩以及方解石脈、粗粒石英，後者以砂岩及粉砂岩為主且膠結較差，徒手即可輕易捏碎，夾有少量薄層層理不甚清晰之頁岩層；沉積組構部分，前者夾有大型的砂質結核(位於 1 號井 12.4、45.6、52.3 公尺，結核達到 40 公分)，後者則無結核，且砂岩層面多受擾動不易辨認。綜合前述，筍子林尾 1 號井地層應為桂竹林層大窩砂岩段、筍子林尾 2 號井地層應為卓蘭層。

地質構造上，初鄉斷層兩側岩層傾角呈現差異，筍子林尾 1 號井為桂竹林層大窩砂岩段，岩層傾角介於 65~75 度；筍子林尾 2 號井為卓蘭層，岩層傾角介於 35~45 度。筍子林尾 1、2 號井進入岩層後即開始出現剪切帶，以筍子林尾 1 號井的下段剪切情形較為劇烈，63.2~67.2 公尺、92.9~93.4 公尺分別出現夾斷層泥與斷層角礫的剪切帶，剪切帶傾角分別為 60、25 度。其中最劇烈的剪切帶位於 63.2~67.2 公尺，剪切帶寬 0.9 公尺，並夾剪碎角礫及斷層泥，剪裂帶兩側岩層有明顯錯移，但未有明確如由桂竹林層鑽遇卓蘭層等證據顯示該剪切帶為主斷層，故推測為初鄉斷層上盤的分支斷層。筍子林尾 2 號井僅有淺部有少數較劇烈的剪切帶分布，13.4~13.6 公尺出現夾斷層泥的剪切帶，傾角 30 度。

綜合前述，筍子林尾 1、2 號井未發現由桂竹林層大窩砂岩段鑽至卓蘭層之跡象，推測兩鑽井皆未鑽遇主斷層，初鄉斷層應通過兩鑽井之間，斷層傾角為 60 度(由筍子林尾 1 號井及濁水溪剖面估算)，推測在地表出露位置應位於剖面里程 160 公尺處出露。

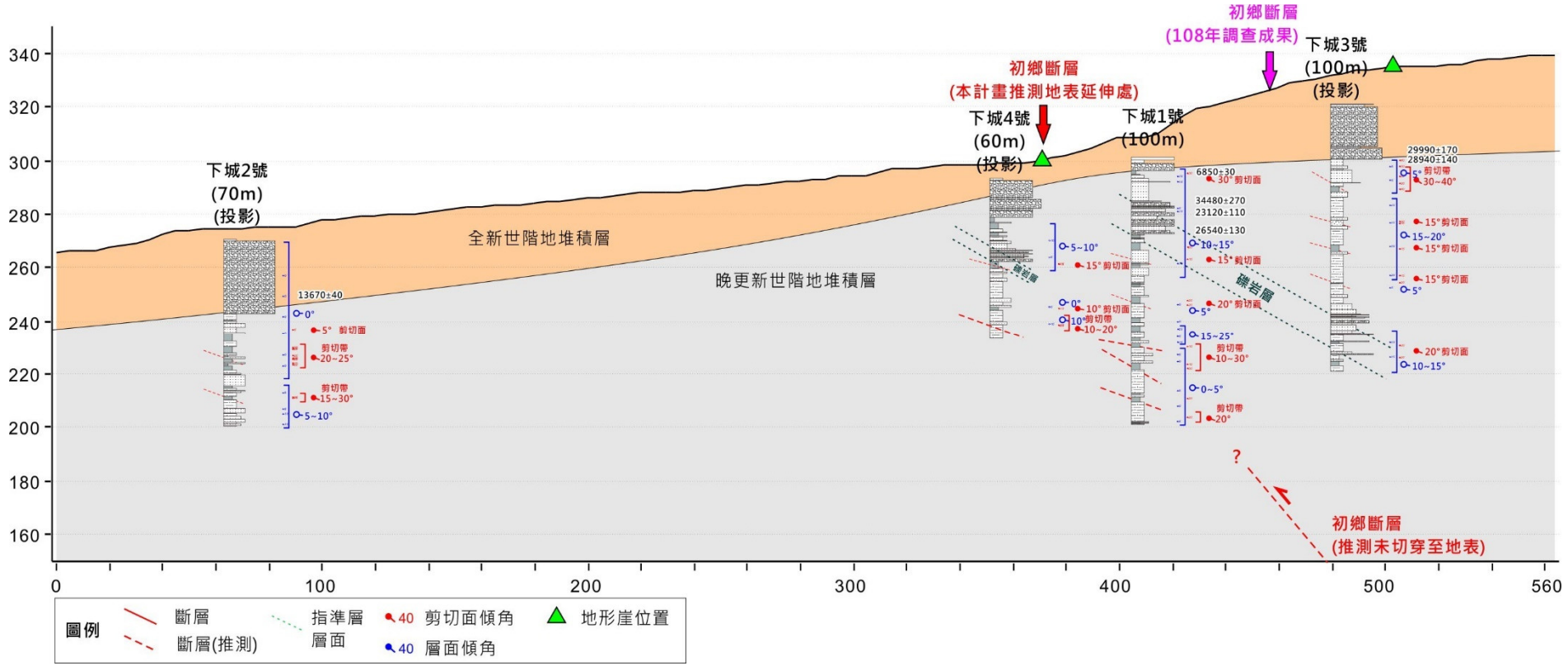


圖 4-27　初鄉斷層下城地質剖面

Fig 4-27　The geological structure profile of Chuhsiang Fault at Xia-Cheng area, Nantou

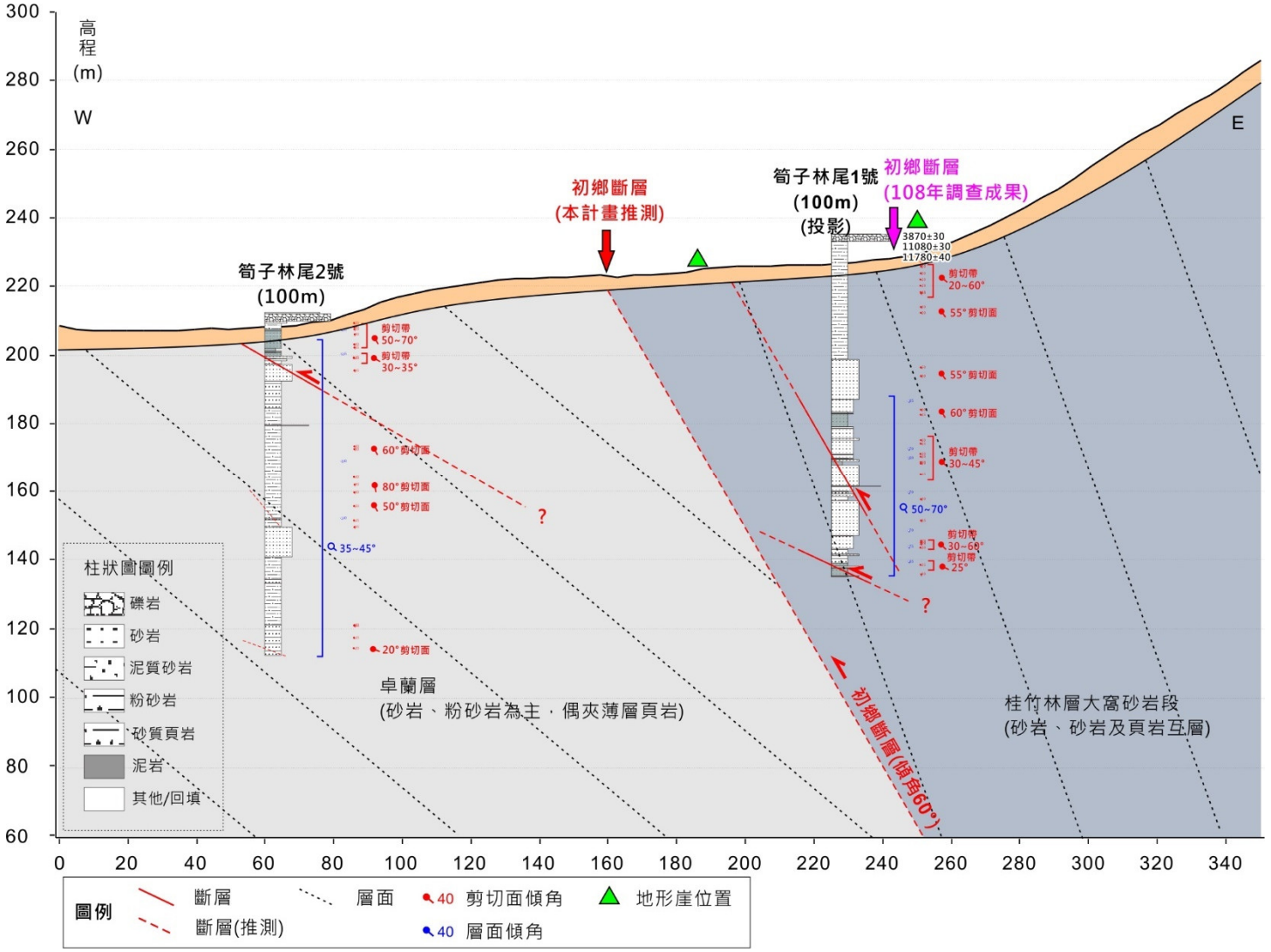


圖 4-28　初鄉斷層筍子林尾地質剖面

Fig 4-28　The geological structure profile of Chuhsiang Fault at Sun-zi-lin-wei area, Nantou

五、車瓜林斷層調查成果

(一)基本資料及過去研究

1.斷層位置與長度

車瓜林斷層跨經高雄市內門區、田寮區及燕巢區，斷層跡總長度約22公里長(林啟文，2013；劉彥求與林啟文，2019；黃文正等，2019)。其斷層跡走向大致為東北-西南走向，車瓜林斷層西南段於燕巢區為沖積層掩覆，延伸至橋頭區存疑(林啟文，2013；劉彥求與林啟文，2019)。本斷層之斷層跡沿線尚存多處狀況良好之露頭得以作為控制點追蹤，其斷層帶寬度約數10公尺至130公尺，且顯見髮辮狀斷層泥條帶交織形成之斷層帶(劉彥求與林啟文，2019)，至燕巢以南由於受沖積層掩覆，延伸性尚未釐清(圖5-1)。

2.地形與地質特性

本斷層所經之區域，地形約為北東走向且為長條狀之丘陵地形，北段內門區地勢較高；西南段燕巢區域地勢較低，整體而言地形高程由東北向西南漸低(圖5-2)。

因位於木柵斷層以西(古亭坑斷層以東)，且旗山斷層以北，又近地表出露之岩層以厚層泥岩為主，根據林啟文(2013)旗山圖幅之分類，由老至新地層可分為古亭坑層、崎頂層、大崗山石灰岩、階地堆積層、沖積層等，沉積年代可自晚中新世至全新世，地層之比對表請參考表5-1。

其中，古亭坑層標準地點之岩性以厚層暗灰色泥岩為主，偶夾薄層砂岩；然而其於不同區域之岩性稍有變化，於內門地區，為暗灰色泥岩偶夾薄層砂岩；阿蓮地區，以暗灰色泥岩為主；田寮至燕巢區域以厚層泥岩為主偶夾薄層砂岩；崎溜山區域，砂泥岩互層、泥岩、砂岩與礫岩為主之層序，於林啟文(2013)旗山圖幅說明書中稱「雞南山透鏡體」。本層之厚度因不同區域而異，龍崎與左鎮地區厚約2,280公尺；旗山地區厚約3,616公尺；燕巢地區厚約1,640公尺。

崎頂層分為上、下段，下段以暗灰色泥岩與砂岩互層為主，夾有石灰岩；上段以厚層至塊狀細粒砂岩為主，偶夾暗灰色泥岩。本層之下段與古亭坑層整合接觸。車瓜林斷層之南端燕巢區域，出露本層之下段，

以厚層泥岩與厚層砂岩為主，亦出露雞冠山石灰岩，岩體延伸約 900 公尺，整體厚度約 7 公尺。

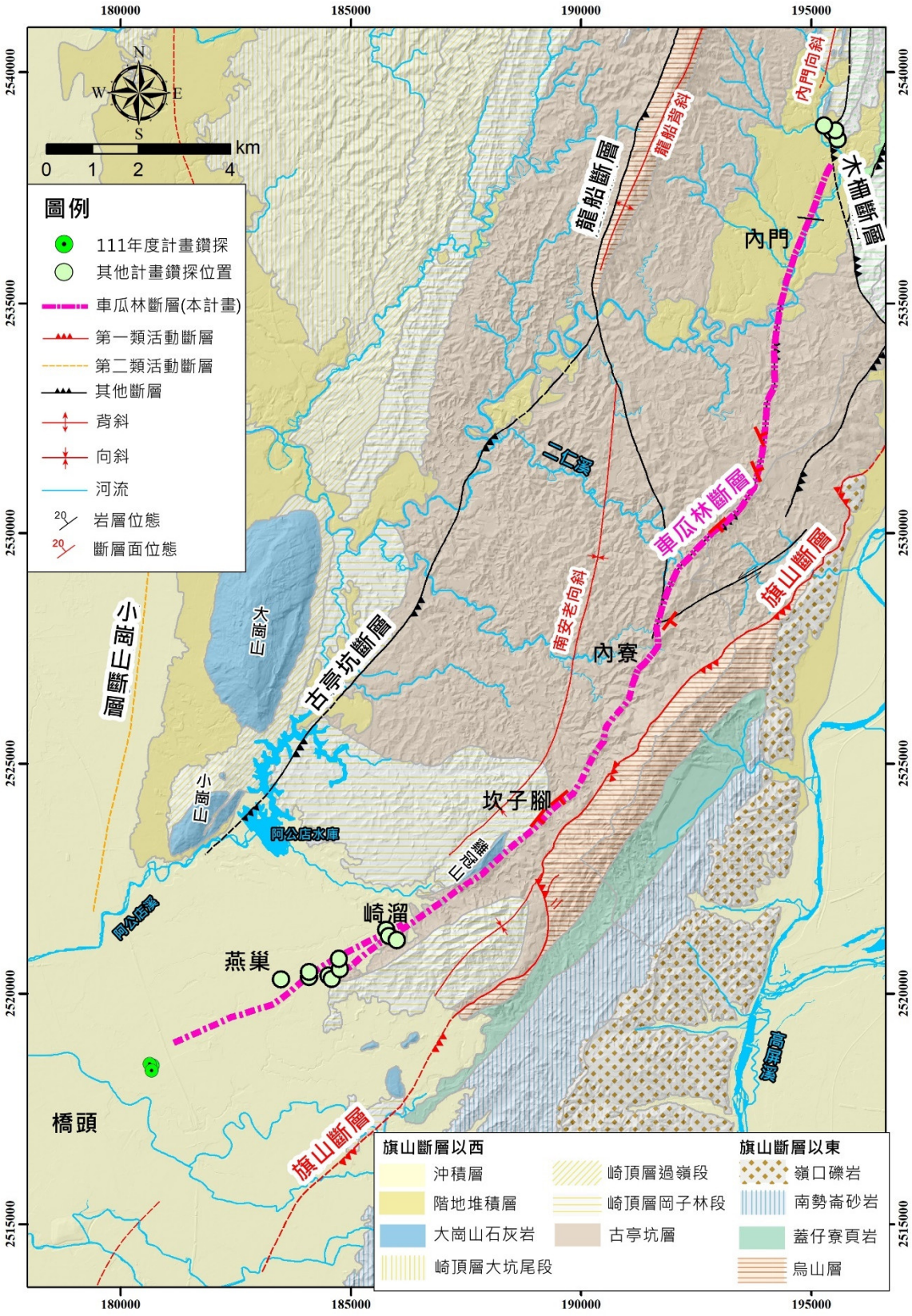
綜觀近期之車瓜林斷層精細調查成果，斷層帶位於泥岩層中，並無明顯之層位落差。根據劉彥求與林啟文(2019)，於橋子頭至崎溜，車瓜林斷層多以高角度由東向西逆衝，且可以泥岩層中出露之剪裂帶位置沿線追跡其位置，然而至崎溜以南燕巢區域，近地表為沖積層覆蓋，無明顯露頭得以做為斷層跡延伸之控制點。

表 5-1　車瓜林斷層鄰近區域地層比對表

Table 5-1　The stratigraphy table located in Chekualin Fault

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">吉田要
(1932)</td><td colspan="2" rowspan="2">鳥居敬造
(1932，1933)</td><td rowspan="2">耿文溥
(1981)</td><td colspan="3" rowspan="2">中國石油公司
(1989)</td><td colspan3="3">本(旗山)圖幅</td></tr>
<tr><td colspan="2">木柵斷層以西
旗山斷層以北</td><td>旗山斷層
以東</td><td>木柵斷層
以東</td></tr>
<tr><td colspan="2">大岡山石灰岩</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2">大岡山石灰岩</td><td></td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">崎頂層</td><td>砂岩層</td><td rowspan="3">崎頂層</td><td>砂岩層</td><td rowspan="2">嶺口礫岩</td><td rowspan="2">六雙層</td><td rowspan="3">嶺口礫岩</td><td rowspan="3" colspan="2">崎頂層</td><td rowspan="5">嶺口礫岩</td></tr>
<tr><td>石灰岩</td><td rowspan="2">頁岩質砂岩</td><td rowspan="2">關廟層</td></tr>
<tr><td>頁岩質砂岩</td><td>二重溪層</td></tr>
<tr><td rowspan="2">古亭坑層</td><td>砂質頁岩層</td><td rowspan="2">古亭坑層</td><td rowspan="2">砂質頁岩層</td><td rowspan="2">南化泥岩</td><td rowspan="4">古亭坑層</td><td rowspan="2">古亭坑層</td><td rowspan="4">古亭坑層</td><td>泥岩</td><td rowspan="4">大社層</td></tr>
<tr><td>砂岩層</td><td>砂岩層</td></tr>
<tr><td rowspan="4">木柵層</td><td>砂頁岩互層</td><td rowspan="4">木柵層</td><td>頁岩層</td><td>八張犁層</td><td>南勢崙砂岩</td><td>雞南山透鏡體</td><td>南勢崙砂岩</td><td>隘寮腳層</td></tr>
<tr><td rowspan="2">砂岩層</td><td rowspan="3">砂頁岩互層
(含石灰岩、玄武岩)</td><td>十六份頁岩</td><td rowspan="2">蓋仔寮頁岩</td><td>泥岩</td><td rowspan="2">蓋仔寮頁岩</td><td rowspan="2">鹽水坑頁岩</td></tr>
<tr><td>南勢坑層</td><td>龍船透鏡體</td></tr>
<tr><td>礫岩層</td><td>石內層</td><td>烏山層</td><td>泥岩</td><td>烏山層</td><td>糖恩山砂岩</td></tr>
<tr><td>砂頁岩互層</td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td>長枝坑層</td></tr>
</table>

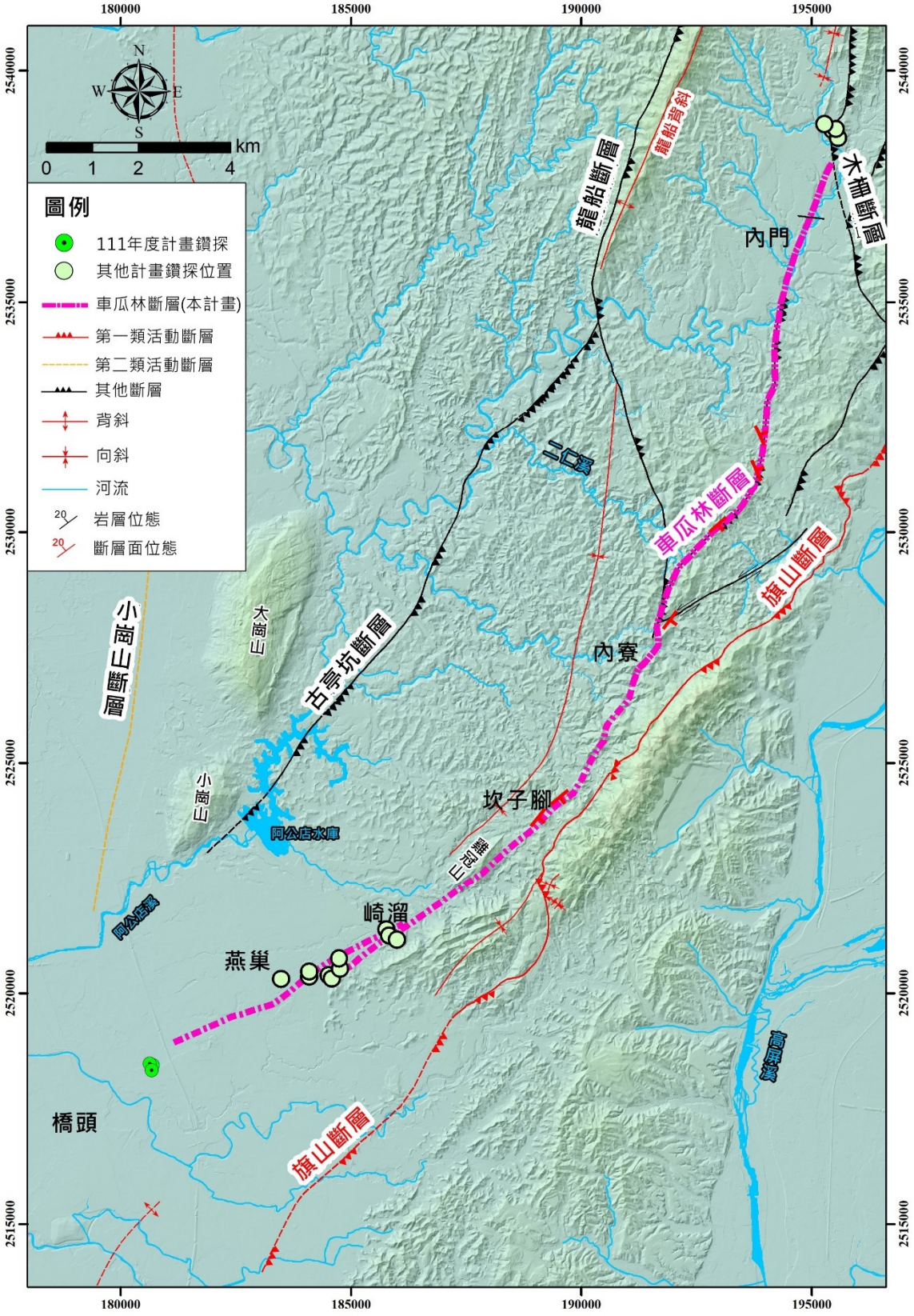
資料來源：林啟文(2013)



資料來源：改自林啟文(2013)；車瓜林斷層斷層跡改繪自黃文正等(2019)

圖 5-1　車瓜林斷層鄰近區域平面地質圖

Fig 5-1　The geological map of Chekualin Fault



資料來源：林啟文(2013)；車瓜林斷層斷層跡參考劉彥求與林啟文(2019)；斷層跡改繪自黃文正等(2019)

圖 5-2　車瓜林斷層鄰近區域地形與水系分布圖

Table 5-2　The stream and topography map of Chekualin Fault

3.地下地質特性

(1)內門地區

車瓜林斷層北端通過內門地區，本區地勢平坦，近地表覆蓋沖積層或階地堆積層等晚更新世至全新世尚未成岩固化之地質材料。以工程地質探勘資料庫查詢，本區並無鄰近優選之工程深鑽得以參考岩盤深度或剪裂帶位置；然而以二仁溪露頭及其他鄰近區域如內門區北側及田寮區公路沿線之鑽探成果推測，本區之沖積層厚度可概略估計厚約 10 公尺以內，甚至部分鑽孔顯示僅 2 公尺即鑽遇岩盤(暗灰色泥岩)。又根據林啟文(2013)、劉彥求與林啟文(2019)及黃文正等人(2020)等研究結果，顯示內門至崎溜地區之車瓜林斷層之剪裂帶發育特性，為古亭坑層(泥岩層)間之層間剪裂。

(2)內門地區以南至崎溜地區

本段近地表顯見出露之暗灰色泥岩層，而車瓜林斷層帶之剪裂構造亦可由地表露頭進行追跡，其寬度為 30 至 130 公尺不等(劉彥求與林啟文，2019；黃文正等人，2020)。本斷層之特性屬高角度逆衝斷層，且為層間滑動，僅部分區域出露明顯之線形崖(興勝宮以南至燕巢)。劉彥求與林啟文(2019)則將本區之地表地質調查成果依各區段不同之地質資訊繪製各區剖面。車瓜林斷層沿線與各地質剖面之空間關係，以三維示意圖(或 2.5D 圖)繪製於圖 5-3，示意圖中各剖面說明如下：

a. A-A’地質剖面

地質構造剖面 A-A’為內門區竹筏寮區域，鄰斷層上盤存在約 50 公尺寬擾動帶，且為層間滑動之形式。斷層帶中之砂岩明顯受剪裂之影響而形成斷層角礫；斷層泥條帶寬度至多 1 公尺厚。

b. B-B’地質剖面

地質構造剖面 B-B’為內寮鄰近區域，下盤受剪裂作用影響，岩層呈現灰黑色且為髮辮狀交織斷層泥條帶；上盤之砂岩受擠壓形成緊密之小型褶皺型態，且存在 1 至 3 公尺寬之斷層角礫，且部分夾剪裂泥。

c. C-C’地質剖面

本區車瓜林斷層上盤存在數條與主斷層跡走向平行的分支斷層；而車瓜林主斷層截切一向東傾斜斷層，下盤岩層向西傾斜(高角度)，同時發育一組低角度向東南傾斜之斷層帶。

d. D-D’地質剖面

本區車瓜林斷層帶寬度約 60 至 130 公尺，主斷層跡之位置位於崩塌地泥岩與雞冠山石灰岩之間。

e. E-E’地質剖面

本區因受沖積層覆蓋，但觀地形顯見隆起之線形崖連續，得以作為主斷層跡追跡之根據。於崎溜、興聖宮區域可見斷層帶露頭。

(3)燕巢與橋頭地區

本計畫回顧平原地區燕巢、橋頭地區之鑽探孔位(超過 50 公尺)評估該區域之近地表地下地質構造分布，作為後續地質鑽探作業選址參考，各鑽探孔位請參考圖 5-4。

a. 本案第一年度鑽井(車瓜林 7A、車瓜林 7B、車瓜林 7C)

110 年 3 孔鑽井探查位置介於高雄燕巢至滾水坪之間，車瓜林 7A 井於深度 20.55 公尺進入晚更新世泥層後出現剪切面，至 65 公尺以下剪切面較為劇烈並夾雜剪碎角礫；車瓜林 7B 井位於車瓜林 7A 井東南側，於深度 21.5 公尺後進入晚更新世泥層後出現剪切面，整體來說車瓜林 7B 井剪切面較車瓜林 7A 井不發達，推測車瓜林 7A、7B 井位於斷層上盤。車瓜林 7C 井位於車瓜林 7A 井西側，僅在深度 60 至 80 公尺間發現零星剪切面，傾角介於 30 至 70 度，岩層傾角介於 10 至 30 度，推測本鑽井位於車瓜林斷層下盤。整體來看，車瓜林斷層通過車瓜林 7A 井、車瓜林 7C 井之間，詳見剖面圖 5-5。

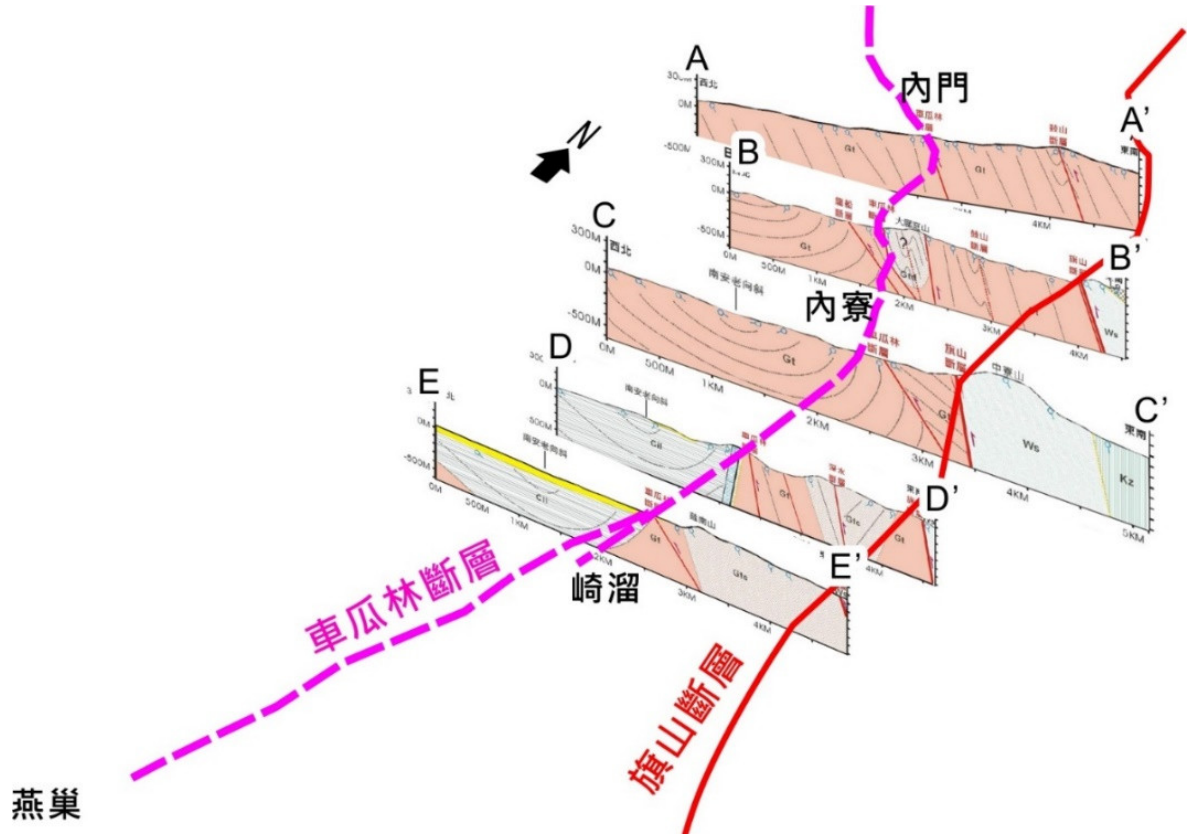
b. 高鐵沿線鑽井(KH331+764、KH331+420)

KH331+764 與 KH331+420 位於滾水坪，兩鑽井僅相鄰約 300 公尺，KH331-420 總深度 70 公尺皆無鑽遇岩盤，其井錄顯示該處自地表至 70 公尺深處應為沖積層之砂、泥、礫石等尚未固結成岩之地質材料；而鑽孔 KH331+764 則顯示於地下 36.8 公尺鑽遇石灰岩層岩盤，若以此二鑽孔井錄資訊繪製地質剖面圖(圖 5-6)，則

顯示鄰近 300 公尺內岩盤之高程有甚大之落差，二孔位之間可能為斷層通過。

c. 橋頭科學園區鑽井(QTB-1~QTB-13、QTB-A1~QTB-A6)

位於滾水坪至國道一號，QTB-6 於深度 30 公尺鑽遇高角度剪切帶，QTB-7 於深度 35.6 公尺鑽遇低角度剪切帶，QTB-8 於深度 9.5 公尺鑽遇疑似低角度剪切面，QTB-11 於深度 48.6 公尺以下疑似出現略受剪切的泥質砂岩，QTB-13 於深度 43 公尺以下出現剪切帶。這些有鑽遇剪切帶之鑽孔推測位於車瓜林斷層上盤側。



資料來源：改自劉彥求與林啟文(2019)

圖 5-3　車瓜林斷層與旗山斷層之三維地下構造剖面示意圖(2.5D 圖)

Fig 5-3　The 3D geological structure map of Chekualin Fault (2.5 diagram)

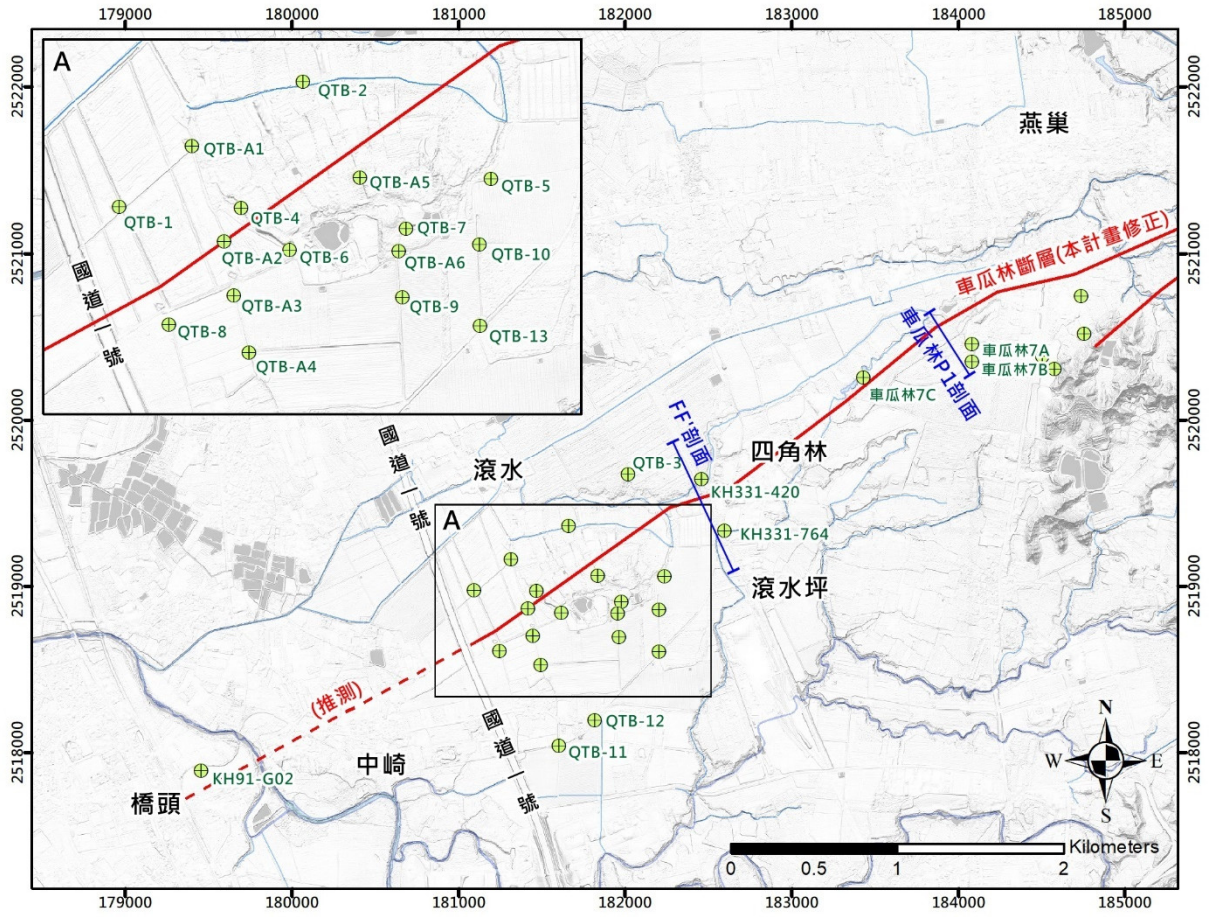


圖 5-4　燕巢與橋頭地區鄰近車瓜林斷層鑽井分布

Fig 5-4　The borehole distribution map of Chekualin fault in Yanchao-Qiaotou area, Kaohsiung

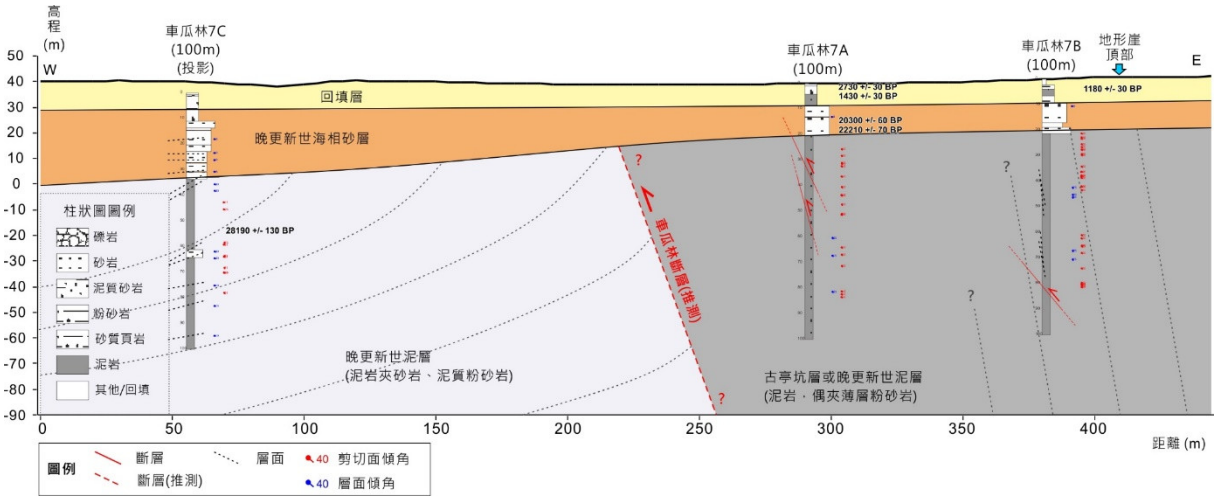


圖 5-5　車瓜林 P1 地質剖面

Fig 5-5　The geological profile (P1) of Chekualin fault with interpretation

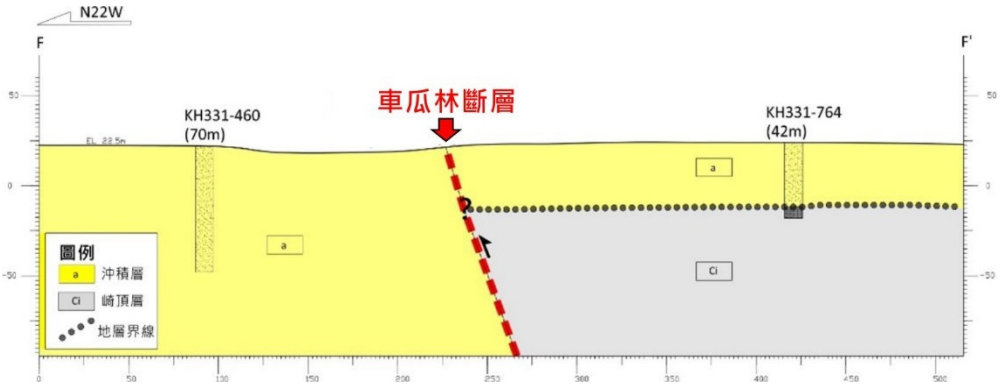


圖 5-6　燕巢平原區推測地質剖面 F-F'

Fig 5-6　The geological profile (F-F')of Chekualin fault with interpretation at Yanchao area, Kaohsiung

4.斷層活動特性

劉彥求與林啟文(2019)以車瓜林斷層南端之排鑽成果，車瓜林 1B 井之 50.1 公尺處之碳質物定年，判定該處之斷層面傾角約 50 度，且於 49.8 公尺處見疏鬆砂岩層(崎頂層)逆衝至年代為 32730±240BP 沖積層之上。林啟文等(2021)從車瓜林斷層現狀崖排鑽取樣定年，車瓜林斷層距今 7500 年以來曾經活動過、小於 1 萬年內，該斷層至少屬於第一類活動斷層。

5.綜合評估與本次調查重點

車瓜林斷層進入燕巢以南，由於位於平原區及人為開發地形特徵較不明顯，地形線形崖可約略追蹤至滾水坪，近地表被階地堆積層及現代沖積層所覆蓋，無可供追跡之露頭。過去鑽探調查成果顯示，位於燕巢至滾水坪之間的車瓜林 7A、車瓜林 7B 鑽遇剪切帶；位於滾水坪的 KH331+764 與 KH331+420 之間岩盤高程存在落差，推測斷層通過兩孔之間；位於滾水坪至國道一號之間橋頭科學園區 QTB-6、QTB-7、QTB-8、QTB-11、QTB-13 鑽遇剪切帶，車瓜斷層南端至少可以由燕巢持續追跡至國道一號，而在國道一號以西尚待確認斷層的延伸性，故本次調查重點將著重在國道一號西側中崎地區。

(二)地表地質調查成果

本計畫調查重點範圍為車瓜林斷層沿線燕巢以南至橋頭過去未補充鑽探地區，依據 1 公尺網格地形陰影圖，結合現場地形地質調查，判釋車瓜林斷層活動可能造成的地形崖(詳圖 5-7)。本計畫重點調查區由

於接近斷層端點位移量可能減緩，以及長期人為開發及整地行為，從陰影圖僅能略微看出地形特徵地形崖特徵，需由現地調查輔助判釋。

在滾水坪至國道一號地區，橋頭科學園區鑽井 QTB-1 至 QTB-13 已大致收斂範圍，車瓜林斷層通過鑽井 QTB-4 和 QTB-6 之間，以及 QTB-1 至 QTB-8 之間，該區土地現況為農作或雜草地，農用土地有明顯人為整平痕跡，部分地形崖可能已遭抹平。由調查點 1(圖 5-9)可見向西北傾斜之地形崖，崖高差介於 1 至 2 公尺，呈和緩斜面，位置坐落於 QTB-4 和 QTB-6 之間，接近與車瓜林斷層推測通過處。

在國道一號西側中崎地區，地形崖分為兩道，走向約略與車瓜林斷層平行，土地現況農田依崖線而建，經套疊 1924 年五萬分之一日治時期地形圖，該地形崖在日治時期以前就已存在且農田依崖線而建(圖 5-8)。東南側地形崖較為明顯，由調查點 2(圖 5-10)可見地形崖高差 2 至 3 公尺，該地形崖在 1924 年日治時期地形圖可見，並向東北延伸至滾水坪。西北側地形崖崖高較低，由調查點 3(圖 5-11)可見地形崖高差約在 2 公尺以內，推測可能是車瓜林斷層較前緣的地形崖。

本計畫於中崎兩階地形崖上下兩側，規劃中崎 1 號井(100 公尺深)、中崎 2 號井(100 公尺深)、中崎 3 號井(100 公尺深)，釐清下方車瓜林斷層通過位置。

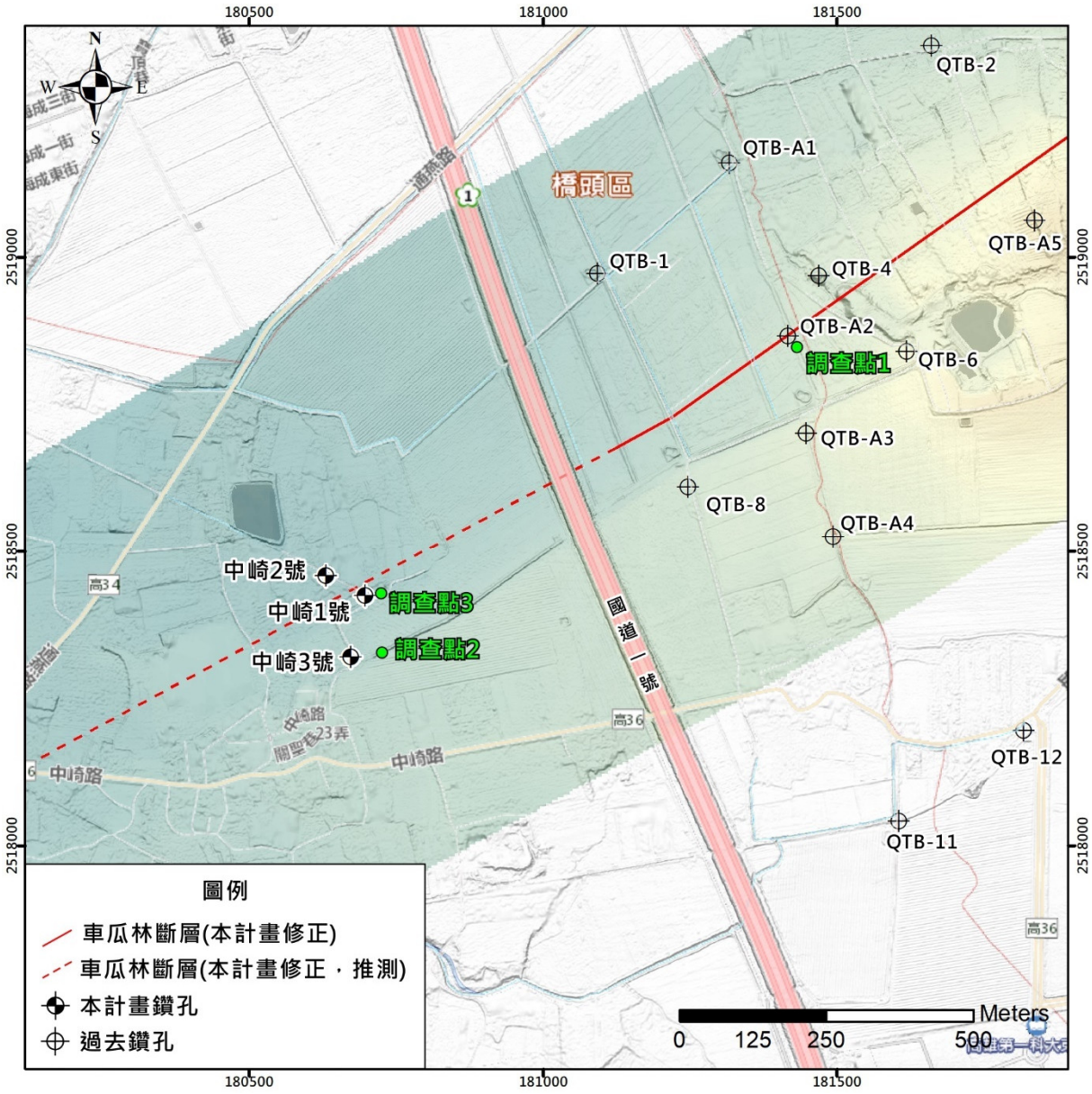


圖 5-7　車瓜林斷層中崎地區地形陰影及調查位置圖

Fig 5-7　The hillshaded map with investigated location of Chekualin Fault in Zhongqi, Kaohsiung



圖 5-8　車瓜林斷層中崎地區日治時期五萬分之一地形圖及調查位置圖

Fig 5-8　The 1:50000 geological map(Archives of Taiwan Under Japanese Colonial Rule) with investigated location of Chekualin Fault in Zhongqi, Kaohsiung



圖 5-9　調查點 1，滾水坪至國道一號橋頭科學園區，斷層地形崖

Fig 5-9　The survey spot 1at Gunshuiping with fault scarp



圖 5-10　調查點 2，高雄中崎，斷層地形崖

Fig 5-10　The survey spot 2 at Zhongqi with fault scarp



圖 5-11　調查點 3，高雄中崎，斷層地形崖

Fig 5-11　The survey spot 3 at Zhongqi with fault scarp

(三)地質鑽探成果

本計畫經由前人文獻蒐集、地形判釋及地表地質調查後，於車瓜林斷層南端高雄中崎地形崖兩側，規劃 3 孔地質鑽探井位中崎 1 號(100 公尺深)、中崎 2 號(100 公尺深)、中崎 3 號(100 公尺深)，井位坐標及高程詳見表 2-3，岩心紀錄及岩心照片詳見附錄一及附錄二。鑽探孔位分布如圖 5-12。

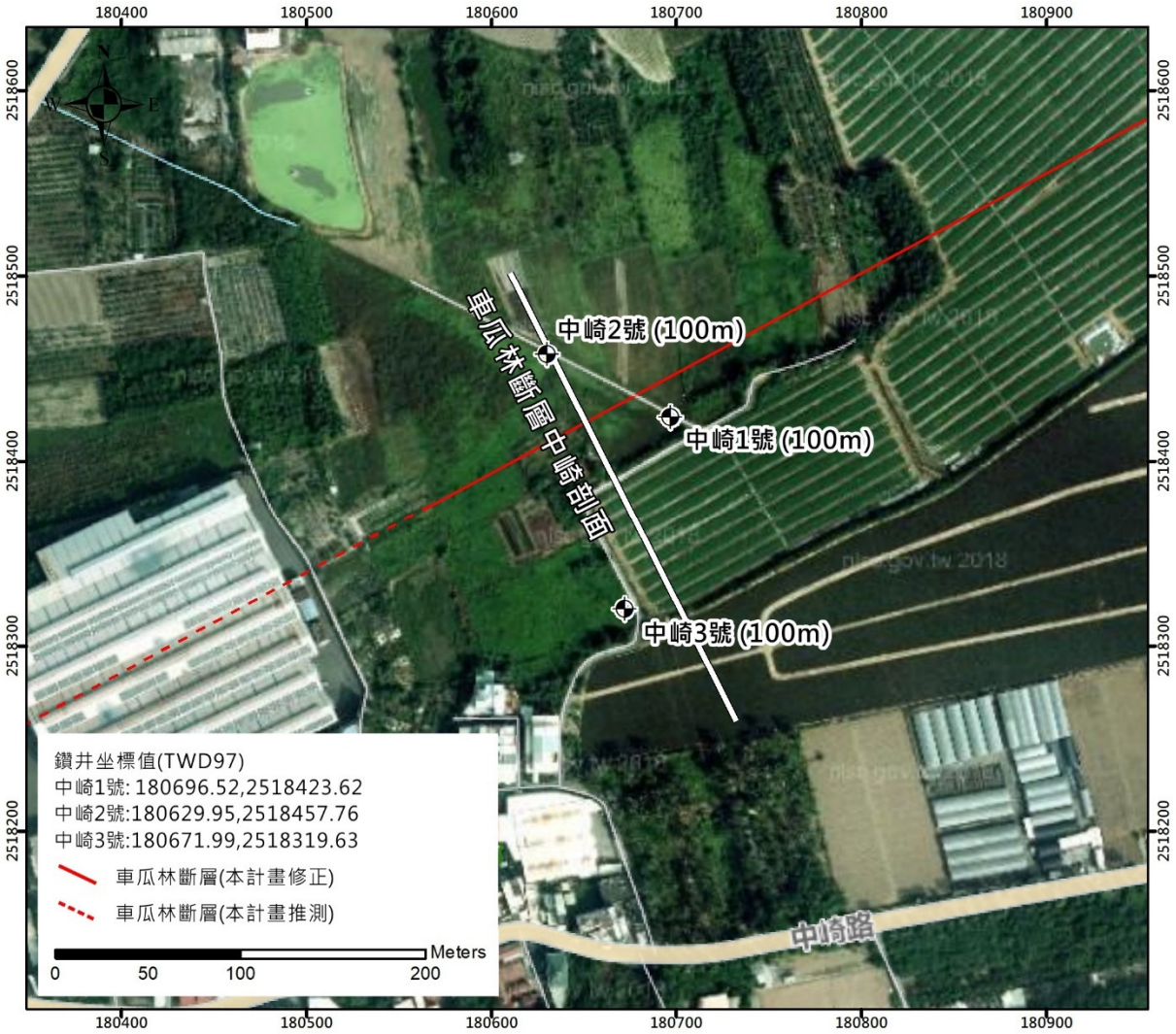


圖 5-12　車瓜林斷層中崎鑽探井位分布

Fig 5-12　The survey borehole distribution of Chekualin fault at Zhongqi area, Kaohsiung

鑽探成果描述如下:

1.中崎 1 號

位於高雄市橋頭區中崎、中崎路旁產業道路內，TWD97 坐標為(180696.5248, 2518423.6173)，孔口高程為 9.5192 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.50 公尺:回填土

0.50~2.05 公尺:棕灰色粉砂質黏土

2.05~5.70 公尺:灰色中砂，推測為全新世濱海相砂層

5.70~11.40 公尺:深灰色粗砂

11.40~12.60 公尺:灰色中砂

12.60~12.80 公尺:灰色極粗砂夾泥，層底堆積小礫石，粒徑 0.1~0.5 公分，本層底部介面傾角接近水平

12.80~13.85 公尺:灰色粉砂，偶夾細小貝屑，層理大致水平，推測為晚更新世至全新世濱海相泥層

13.85~17.30 公尺:灰色泥夾粉砂

17.30~17.70 公尺:灰色細砂至極細砂，粒徑向上變細，層理發育良好，細砂層內常堆積貝屑，在 28.2 公尺、29.6 公尺砂層內出現高傾角變形條帶

17.70~19.10 公尺:灰色泥質粉砂夾極細砂

19.10~24.00 公尺:灰色細砂，夾貝屑

24.00~24.90 公尺:灰色極細砂

24.90~25.50 公尺:灰色粉砂

25.50~28.60 公尺:灰色細砂至極細砂

28.60~29.30 公尺:灰色粉砂

29.30~29.75 公尺:灰色細砂

29.75~32.25 公尺:灰色泥質粉砂

32.25~32.50 公尺:灰色細砂，夾貝屑

32.50~53.90 公尺:灰色泥夾極細砂

53.90~63.45 公尺:灰色細砂，偶夾泥並包含數個向上變細層序，60.7、61.0 公尺出現細微變形條帶

63.45~80.95 公尺:灰色泥質砂岩與泥岩互層

80.95~83.00 公尺:灰黑色泥岩

83.00~93.00 公尺:灰色泥質砂岩泥岩互層

93.00~97.60 公尺:灰色泥岩夾泥質砂岩

97.60~98.50 公尺:灰色泥質砂，夾細礫石及卵石，礫石多堆積在本層層底，淘選度略差，有受構造作用擾動跡象

98.50~98.90 公尺:灰色細砂，層理明顯，似有受構造擾動跡象，層面傾角約在 50 度

98.90~99.00 公尺:灰色礫石，粒徑約 10 公分

99.00~100.00 公尺:灰色泥質砂岩與泥岩互層，夾雜斷層剪切帶

本孔岩心在 0.00~12.08 公尺為全新世沖積層，12.8~63.45 公尺為晚更新世至全新世堆積層，於 17.2、28.2、29.6、60.7、61.0 公尺出現高傾角變形條帶。63.45~97.6 公尺進入古亭坑層，岩性主要為泥岩夾泥質砂岩，於 63.4~66.3、66.7~69.3、72.1~72.5、75.9~76.6、77.2~77.4、79.4~79.6 公尺出現大量剪切帶，剪切帶傾角大多分布在 40~70 度，夾有斷層泥以及剪切紋理，大致上進入古亭坑層後都相當劇烈。97.6~99.0 公尺回到晚更新世全新世堆積層，並夾雜礫石，推測為分支斷層的下盤，97.6 公尺處可能為分支斷層介面。99.0~100.0 公尺再回到古亭坑層，岩性主要為灰色泥質砂岩與泥岩互層。

本孔岩心於深度 13.9、17.5、61.45 公尺處提取有機物進行碳十四定年，結果依序為 9730±40 BP (11240-11080 cal BP)、22400±90 BP (27006-26405 cal BP)、16370±50 BP (19891-19575 cal BP)，定年結果套繪至中崎剖面，詳見圖 5-16。其中 13.9、17.5 公尺深的樣本位於沖積層(砂層為主)底部，推測該深度可能位於全新世沖積層底部，故藉由定年驗證。61.45 公尺深的樣本位於晚更新世至全新世堆積層底部、岩盤頂部，目的為該堆積層的堆積年代。



中崎 1 號井 12.8 公尺，全新世沖積層底部粗砂層與泥層交界	中崎 1 號井 17.2 公尺，砂層中變形條帶	中崎 1 號井 64.8 公尺，剪切帶

圖 5-13　車瓜林斷層鑽探岩心近照(1/3)

Fig 5-13　Photos of rock core, Chekualin fault(1/3)

2.中崎 2 號

位於高雄市橋頭區中崎、中崎路旁產業道路內，TWD97 坐標為(180629.9489, 2518457.7552)，孔口高程為 8.9042 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.10 公尺:回填土

0.10~1.30 公尺:淺棕灰粉砂質黏土

1.30~2.50 公尺:棕灰色泥

2.50~3.90 公尺:灰棕色粉砂

3.90~4.65 公尺:棕灰色泥

4.65~5.05 公尺:灰棕色極細砂

5.05~6.50 公尺:深棕色中砂，推測為全新世濱海相砂層

6.50~8.90 公尺:深棕色細砂

8.90~13.55 公尺:灰黑色中砂，偶夾細砂層

13.55~16.60 公尺:灰黑色細砂

16.60~16.90 公尺:灰黑色中砂

16.90~17.55 公尺:灰色泥夾礫石及砂，淘選度差，礫石及貝屑堆積於本層層底，礫石層以基質支撐為主，礫石粒徑最大達 2 公分

17.55~22.80 公尺:灰色泥，偶夾薄層粉砂，偶夾薄層粉砂，層理大致水平，推測為晚更新世至全新世濱海相泥層

22.80~23.40 公尺:灰色極細砂至細砂，砂層粒徑介於極細砂至細砂，土層大致維持水平，推測為晚更新世至全新世濱海相泥層，貝屑多堆積在砂層內

23.40~46.90 公尺:灰色砂泥互層

46.90~56.05 公尺:灰色泥，偶夾薄層粉砂

56.05~60.75 公尺:灰色砂泥互層

60.75~64.00 公尺:深灰色細砂，含泥質

64.00~70.30 公尺:灰色砂泥互層

70.30~74.70 公尺:黃棕色泥

74.70~83.70 公尺:淺棕色粉砂，層理不明顯，

83.70~83.90 公尺:棕色細砂

83.90~86.45 公尺:灰棕色粉砂

86.45~87.70 公尺:棕色極細砂至細砂

87.70~89.70 公尺:棕色粉砂，88.7~89.0 似夾有傾斜粉砂層夾炭屑堆積，層面傾角 40 度

89.70~100.00 公尺:棕色細砂

本孔岩心在 0.00~100.00 公尺為晚更新世全新世堆積，未發現剪切帶，僅在 95.9 公尺處發現一細微高傾角變形條帶，整孔土層大致維持近水平沉積。

本孔岩心於深度 16.9、69.8、73.9 公尺處提取有機物進行碳十四定年，結果依序為 6450±30 BP (6885-6545 cal BP)、19400±70 BP (23455-23091 cal BP)、14980±50 BP (18308-18188 cal BP)，定年結果套繪至中崎剖面，詳見圖 5-14。其中 16.9 公尺深的樣本位於沖積層(砂層為主)

底部，推測該深度可能位於全新世沖積層底部，故藉由定年驗證。69.8、73.9 公尺深的樣本位於晚更新世至全新世堆積層內，目的為確認該深度是否能與中崎 1 號井沖積層底部對照。



中崎 2 號井 17.5 公尺，全新世沖積層底部粗砂層與泥層界線	中崎 2 號井 70.3 公尺，砂層與黃棕色泥層界線	中崎 2 號井 70.7 公尺，剪切帶

圖 5-14　車瓜林斷層鑽探岩心近照(2/3)

Fig 5-14　Photos of rock core, Chekualin fault(2/3)

3.中崎 3 號

位於高雄市橋頭區中崎、中崎路旁產業道路內，TWD97 坐標為(180671.9877, 2518319.6327)，孔口高程為 11.2545 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽，鑽探岩心成果描述如下。

0.00~0.70 公尺:回填土

0.70~3.80 公尺:棕灰色粉砂質泥

3.80~5.75 公尺:棕色細砂。3.80~12.20 公尺粒徑介於細砂至粗砂，層序有向上變細趨勢

5.75~7.40 公尺:深棕色中砂

7.40~8.90 公尺:深棕色粗砂

8.90~12.20 公尺:深灰色粗砂

12.20~12.80 公尺:深灰色粗砂夾礫石，淘選度差，礫石混雜在砂層中無層序規律，礫石粒徑約 2 公分，本層底部傾角 30 度

12.80~16.25 公尺:灰色黏土

16.25~17.00 公尺:灰色細砂

17.00~17.40 公尺:灰色黏土

17.40~22.40 公尺:灰色細砂，偶夾貝屑

22.40~22.85 公尺:灰色粉砂質泥

22.85~24.80 公尺:灰色極細砂夾泥

24.80~28.25 公尺:灰色粉砂，27.4~27.6 公尺出現傾角 40 度剪切帶

28.25~28.80 公尺:灰色黏土

28.80~31.50 公尺:灰色砂泥互層

31.50~35.40 公尺:灰色泥，偶夾砂層

35.40~39.50 公尺:灰色細砂，偶夾貝屑，本層夾雜斷層剪切帶，主要集中在 51.6 公尺以下土層至孔底

39.50~59.20 公尺:灰色泥質砂岩與泥岩互層,42.2 公尺處土層傾角為 10 度

59.20~63.90 公尺:灰黑色泥岩

63.90~74.80 公尺:灰色泥質砂岩與泥岩互層

74.80~79.10 公尺:深灰色泥岩夾泥質砂岩

79.10~87.30 公尺:灰色泥質砂岩夾泥岩，79.3 公尺處土層傾角為 40 度

87.30~100.00 公尺:灰色泥質砂岩與泥岩互層

本孔岩心在 0.00~39.50 公尺為晚更新世至全新世堆積層，土層大致維持近水平沉積，於 20.0 公尺後出現零星傾角 40 度細微剪切 39.50 公尺以後進入古亭坑層,岩性主要為泥岩與泥質砂岩互層,於 51.6~52、76.8~77.2、77.4~78.8、79.3~79.8、81.6~81.8、82.1~82.5、82.6~82.8、83.7~84.3、87.5~90.8、91.5~91.7、95.8~96.6 公尺出現大量剪切帶，剪切帶傾角大多分布在 40~70 度，其中以 87.5~96.6 公尺這段最為劇烈，並夾有斷層泥以及剪切紋理。

本孔岩心於深度 38.15 公尺處提取有機物貝殼進行碳十四定年，結

果為 9610±30 BP (10567-10202 cal BP)，定年結果套繪至中崎剖面，詳見圖 5-14。其中 38.15 公尺深的樣本位於晚更新世至全新世堆積層底部，故藉由定年驗證。



中崎 3 號井 12.8 公尺，全新世沖積層底部粗砂層與泥層界線	中崎 3 號井 23.9 公尺，砂層內剪切面	中崎 3 號井 91.6 公尺，剪切帶夾泥，帶寬約 5 公分

圖 5-15　車瓜林斷層鑽探岩心近照(3/3)

Fig 5-15　Photos of rock core, Chekualin fault(3/3)

(四)地下地質探查成果討論

本計畫於高雄市橋頭區中崎，於車瓜林斷層地形崖兩側規劃 3 孔鑽探孔位(中崎 1 號、中崎 2 號、中崎 3 號)、1 組地質剖面(車瓜林中崎剖面)，用以推估車瓜林斷層分布位置、斷層變形帶範圍。車瓜林中崎剖面說明如下:

本剖面位於高雄市橋頭區中崎、中崎路北側產業道路內，剖面起點坐標為(180609.84, 2518501.69，TWD97)、終點坐標為(180732.13, 2518259.49，TWD97)，剖面鑽井分別為中崎 1 號(100 公尺)、中崎 2 號(100 公尺)、中崎 3 號(100 公尺)，剖面平面位置圖及地質剖面圖詳見圖 5-12、圖 5-16。

本剖面兩道地表地形崖分別位於剖面水平里程 137、225 公尺處，崖高分別為 2、3 公尺。本剖面地層主要共可分為 3 層，由淺至深分別為全新世沖積層、晚更新世至全新世堆積層、古亭坑層，全新世沖積層分布於剖面地表至海拔-8 公尺之間，本層近地表處為泥質粉砂層或黏土層，以下則分布厚層疏鬆砂層，推測為濱海相砂層，本層底部堆積小礫石層，礫石粒徑小於 2 公分；晚更新世至全新世堆積層頂部分布於海拔-8，底部在車瓜林斷層上、下盤有不同分布深度，上盤側分布深度介於海拔-30 至-80 公尺，下盤側未知其層底深度，本層為細砂層、粉砂層、泥層互層或交替出現，本層在上盤側砂層分布有變形條帶，推測為本層沉積後由於車瓜林斷層活動所產生的錯動所形成；古亭坑層分布於車瓜林上盤側高程在-30 至-80 公尺以下區域，岩性為泥岩夾泥質砂岩，在中崎 1、3 號井發現大量剪切帶。

地質構造部分，中崎 1、3 號井鑽遇剪切帶，中崎 1 號井於深度 12.08 公尺進入晚更新世至全新世堆積層後出現零星高傾角變形條帶，於深度 63.45 公尺進入古亭坑層後鑽遇大量剪切帶；中崎 3 號井於進入深度 39.5 公尺的古亭坑層前幾乎無剪切帶出現，進入古亭坑層後出現大量剪切帶，其中以 87.5 公尺以後的剪切較為劇烈，該剪切帶往地表延伸正好落在西側地形崖上(水平里程 137 公尺處)。由地質剖面來看，中崎 1、3 號井皆位於斷層上盤，且土層可以側向追跡，從中崎 1 號井晚更新世至全新世堆積層出現變形條帶、中崎 3 號井深度 87.5 公尺以下的劇烈剪切帶，車瓜林斷層應位在剖面西側地形崖的前緣、中崎 1 號井西側。中崎 2 號井未鑽遇古亭坑層，也未鑽遇較劇烈的剪切帶，土層堆積層序也和中崎

1、3 號井不同，推測位於車瓜林斷層下盤，但仍有分支剪切帶通過該井。

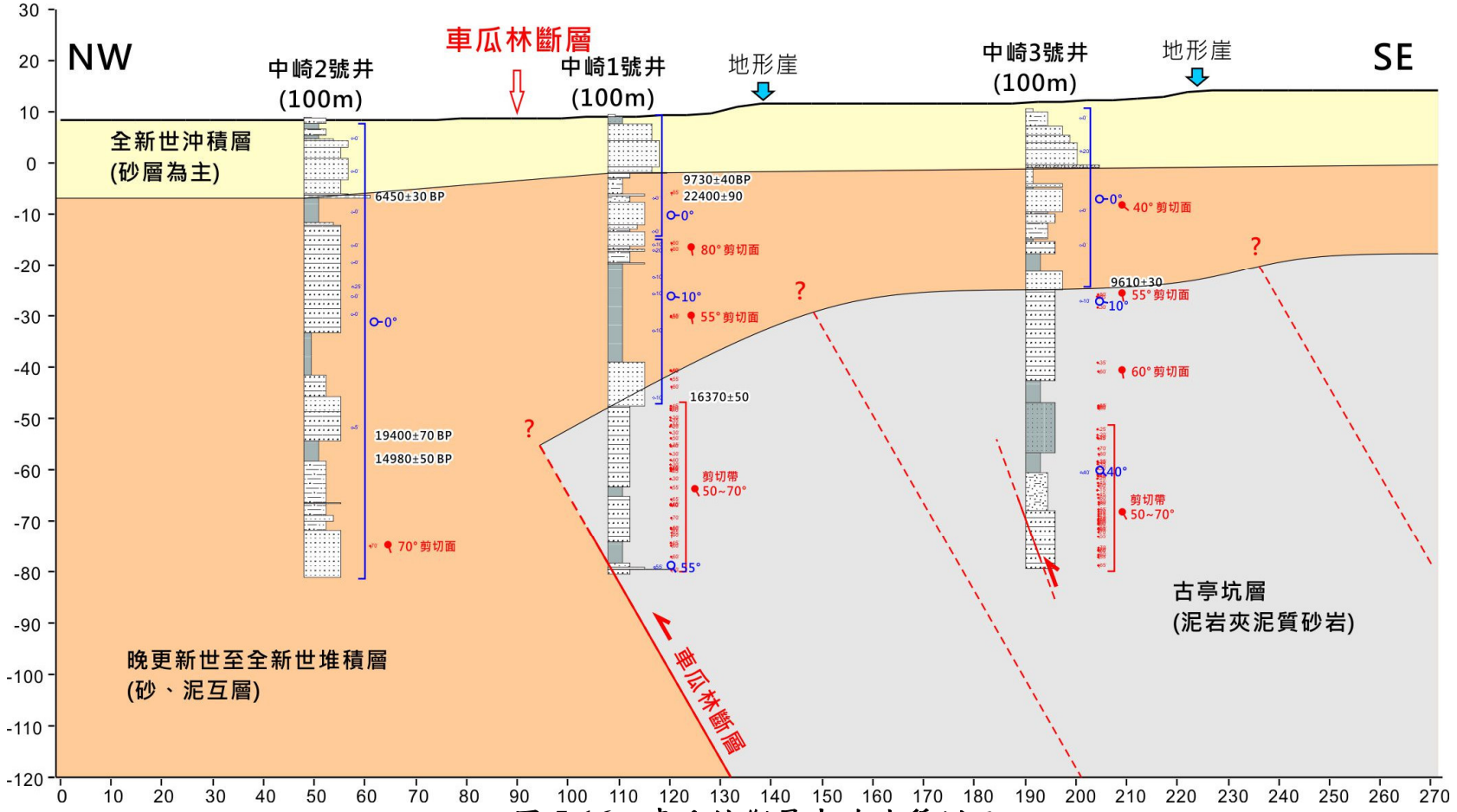


圖 5-16　車瓜林斷層中崎地質剖面

Fig 5-16　The geological structure profile of Chekualin Fault at Zhongqi area, Kaohsiung

六、結論

本計畫於利吉斷層、初鄉斷層與車瓜林斷層進行野外地質調查工作，並於斷層沿線規劃 13 孔地質鑽井，鑽探總長 1,230 公尺，並完成 5 組地下地質構造剖面,於利吉斷層進行地電阻探測作業,產製 1,100 公尺視電阻剖面。另外本計畫整合前人研究與野外調查工作，修正利吉斷層斷層跡位置並撰寫利吉斷層地質敏感區劃定草案。本計畫調查成果總結如下:

(一)本計畫於利吉斷層補充地質調查完成卑南 P1 及 P2 地質剖面。卑南 P1 剖面中卑南 4、5 號井鑽遇卑南山礫岩,根據地電阻 22P-LC-SP1 剖面，斷層推測在卑南 4 號及卑南 5 號井之間通過。卑南 P2 剖面中卑南 6 號井為卑南山礫岩、7 號井鑽遇海相沉積層，斷層在卑南 6 號及卑南 7 號井之間通過。本計畫彙整過去調查成果劃定利吉斷層參考點及斷層跡，撰寫利吉斷層地質敏感區劃定草案。

(二)本計畫於初鄉斷層補充地質調查完成下城及筍子林尾地質剖面。下城剖面中下城 1、3、4 號井雖發現夾斷層泥的剪切帶，但未發現主斷層，可能本剖面位於斷層擴展褶皺的前緣,初鄉斷層未發育至地表。筍子林尾剖面中，筍子林尾 1 號井下半部鑽遇較多剪切帶，初鄉斷層應通過筍子林尾 1、2 號井之間。

(三)本計畫於車瓜林斷層補充地質調查完成中崎地質剖面。於中崎 1、3 號井鑽遇古亭坑層並發現劇烈剪切帶，而中崎 2 號井則未鑽遇古亭坑層且僅有少量剪切帶，車瓜林斷層應通過中崎 1、2 號井之間。

七、參考文獻

Biq, C. (1965) The east Taiwan rift. Petrol. Geol. Taiwan, no.4, p.93-106.

Bonilla, M.G. (1977) Summary of Quaternary faulting and elevation changes in Taiwan. Mem.Geol. Soc. China, no. 2, p.43-56.

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

Cheng, S. N., Yeh, Y. T. and Yu, M. S. (1996) The 1951 Taitung Earthquake in Taiwan. Jour. Geol. Soc. China, 39(3), 267-285.

Hsieh, M.L. and Peter, L.K. (2002) Synchroneity and morphology of Holocene river terraces in the southern Western Foothills, Taiwan: A guide to interpreting and correlating erosional river terraces across growing anticlines. Geological Society of America. Special Paper 358.

Hsu, T.L. (1956) Geology of the Coastal Range, eastern Taiwan. Bull. Geol. Surv. Taiwan, no.8, p.39-64.

Hsu, T.L. (1976) The Lichi melange in the Coastal Range framework. Bull. Geol. Surv. Taiwan, no.25, p.87-96

Hsu, T.L. and Chang, H.C. （1979） Quaternary faulting in Taiwan: Mem. Geol. Soc. China, no.3, 155-165.

Sun, S. C. （1964） Photogeologic study of the Tainan-Kaohsiung Coastal plain area, Taiwan. Petrol. Geol. Taiwan, no.3, 39-51.

Teng, L.S. (1979) Petrographical study of the Neogene sandstones of the Fanshuliao Formation, northern Coastal Range, eastern Taiwan, (I. Norhern Part). Acta Geol. Taiwanica, 20,129-155

York, J.E. (1976) Quaternary faulting in eastern Taiwan. Bull. Geol. Surv. Taiwan 25, p.63-75.

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

Yu, S.B. and Lee, C.C. (1986) Geodetic measurement of horizontal crustal deformation in eastern Taiwan. Tectonophysics, vol.125, p.73-85.

大江二郎 (1939) 臺東圖幅及說明書 (十萬分之一)。臺灣總督府殖產局，第 861 號。(日文)

中國石油公司 (1982) 臺中地質圖，比例尺十萬分之一。中國石油公司臺灣油礦探勘總處。

中興工程顧問股份有限（2012）高雄市金屬扣件物流倉儲產業園區申請設置計畫委託技術服務-活動斷層地質安全評估成果報告。高雄市政府經濟發展局。

王廷瑜 (2021) 利用地電阻影像法與室內電阻率試驗探討地下構造特性-以臺灣中部初鄉斷層為例。國立中央大學，碩士論文，共 135 頁。

石再添、張瑞津、黃朝恩、石慶得、楊貴三、孫林耀明 (1983) 台灣北部及東部活斷層的地形學研究。國立台灣師範大學地理學研究報告，第九期，21-72 頁。

石瑞銓、王維豪、李元希（2008）地震地質與地變動潛勢分析－斷層帶地下構造調查研究（2/4）。經濟部中央地質調查所報告，共 127 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庫建置：淺層地球物理探勘（3/5）。經濟部中央地質調查所研究報告。

宇佐美衛 (1939) 花蓮圖幅說明書 (五萬分之一)。臺灣總督府殖產局，第 863 號。(日文)

何春蓀 (1986) 臺灣地質概論(第二版)。經濟部中央地質調查所，共 164 頁。

林啟文 (2013) 旗山臺灣地質圖說明書 (五萬分之一)。經濟部中央地質調查所，圖幅第五十六號。

林啟文、周稟珊、張育仁 (2019) 臺灣中部濁水溪地區卓蘭層的構造特性及其意義。經濟部中央地質調查所特刊，第 34 號，第 1-23 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，五十萬分之一臺灣活動斷層分布圖說明，第二版。經濟部中央地質調查所特刊，第 13 號，共 122 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。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 13 號。

林啟文、陳文山、劉彥求、陳柏村（2009）台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、陳文山、饒瑞鈞 (2007) 臺灣活動斷層調查的近期發展。經濟部中央地質調查所特刊，第十八號，第 85-110 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，第二十六號，第 1-30 頁。

林啟文、盧詩丁、黃文正、石同生和張徽正 (2000) 臺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，第 12 號，第 89-111 頁。

林朝棨（1957）臺灣地形，臺灣省通志稿，第一卷，第一冊。臺灣文獻委員會，共 424 頁。

紀權宥 (2007) 南段花東縱谷之新期構造研究-利吉斷層與鹿野斷層的活動特性。國立臺灣大學，博士論文，共 84 頁

徐鐵良 (1955) 臺灣之地震。台灣銀行季刊，第 7 卷，第 2 期，第 148-164 頁。

徐鐵良 (1956) 臺灣東部海岸山脈地質。臺灣省地質調查所彙刊，8 號，15-41 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報告，共 329 頁。

張瑞津、石再添、沈淑敏、張政亮 (1992) 花東縱谷北段河階的地形學研究。國立臺灣師範大學地理研究報告。第 18 期，第 241-292 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圖說明書。經濟部中央地質調查所特刊，第 10 號，共 103 頁。

陳于高、徐澔德、賴光胤、王昱、莊昀叡、陳文山 (2002) 階地變形和活動構造：以南投東埔蚋溪為例。中國地質學會九十一年年會論文集，第 12-14 頁。

陳文山、王源 (1996) 臺灣東部海岸山脈地質。經濟部中央地質調查所，臺灣地質之七，共 101 頁。

陳文山、林益正、顏一勤、楊志成、紀權宥、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。

陳文山、陳于高、楊小青(2006)地震地質調查及活動斷層資料庫建置-鑿溝開挖與古地震研究計畫(5/5)。經濟部中央地質調查所報告第 95-08-1 號，共 146 頁。

陳文山、游能悌、楊小青(2014)重要活動斷層構造造特性調查研究計畫 斷層活動性特性分析與評估(4/4)。經濟部中央地質調查所，共 87 頁。

陳華玟、紹屏華、石同生 (2004) 五萬分之一台灣地質圖說明書，南投地質圖說明書。經濟部中央地質調查所。

黃文正（2019）活動斷層特性精細調查（1/4）成果報告書。經濟部中央地質調查所報告，共 104 頁。

黃文正（2020）活動斷層特性精細調查（2/4）成果報告書。經濟部中央地質調查所報告，共 107 頁。

黃文正、陳建志、波玫琳、顏一勤 (2019) 活動斷層特性精細調查(1/4)。經濟部中央地質調查所報告，共 115 頁。

楊昭男(Yang, Chao-Nan),王源(Wang, Yuan) (1985). Petrotectonic Study On The Yuli Belt Of The Tananao Schist In The Juisui Area, Eastern Taiwan. (Science Reports of the National Taiwan University ACTA Geologica Taiwanica.)國立臺灣大學理學院地質學系研究報告，第 23 期, 第 153-180 頁。

楊蔭清 (1953) 四十一年來之花蓮地震。花蓮文獻，創刊號，67-71 頁。

經濟部中央地質調查所 (2015) 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(1/4)。經濟部中央地質調查所報告，第 104-6 號，共 211 頁。

董倫道、陳文山、李奕亨(2006)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(5/5)，經濟部中央地質調查所報告第 95-09 號，共 221 頁。

劉彥求、林啓文 (2019) 車瓜林斷層的構造特性研究。經濟部中央地質調查所特刊，第 34 號，第 53-82 頁，共 30 頁。

劉桓吉和李錦發 (1998) 雲林圖幅及說明書(五萬分之一)。經濟部中央地質調查所。

簡立凱 (2015) 花東縱谷斷層之地電研究。國立中央大學地球科學學系博士論文，共 81 頁。

八、成果報告審查意見辦理情形

審查意見	辦理情形
一、所有引用的圖請標示來源。	一、遵照辦理，已修正。
二、碳 14 資料請再補充解釋，並加註哪些圖使用。	二、遵照辦理，已補充解釋於地質鑽探成果章節之岩心描述部分，並說明套繪於哪些剖面。
三、岩心所觀察到的部分 shear zone，可放大岩心照片輔助說明。	三、遵照辦理，已補充放大岩心照片於地質鑽探成果章節之岩心描述部分，針對主要剪切帶、不整合面的岩心照片進行放大。
四、報告中有關岩石名稱建議符合地質學名詞，例如細砂岩並不適合，以及泥質砂岩、岩心柱狀圖的砂質頁岩等。	四、感謝建議，本計畫岩石名稱主要依據鑽探岩心的岩性描述而得。不同於地表地質調查的岩性描述，本計畫岩石名稱主要依據地質鑽探資料圖元符號用例標準而得，該系統有一套針對鑽探岩心的岩石命名標準。另外，細砂岩名稱用詞有誤，已修正為細粒砂岩較為恰當。
五、報告書中岩心照片不易判斷岩性，顏色或亮度請再調整。未來岩心拍照時，建議擺色卡校正顏色。	五、遵照辦理，已修正附錄二岩心照片之顏色與亮度。感謝建議。
六、各剖面圖中岩心柱狀圖旁的文字太小，例如層面傾角、剪切面角度。	六、遵照辦理，已修正並重繪報告書剖面圖中岩心柱狀圖的文字顯示。
七、未來除了參考地形外，也可參考已發表的遙測資料。	七、感謝建議。
八、是否能由三孔井的資料確定斷層的位態?	八、若三孔井皆有鑽穿斷層，能藉由三孔井的資料來確定斷層的位態。而本計畫主要目的為釐清或收斂斷層可能分布位置，各剖面大多僅安排兩孔鑽井，無法依此確定斷層位態。
九、利吉斷層地電阻測線分 4 段施作，建議另外補充原始施作的位置於圖上。	九、遵照辦理，已補充原始施作位置、起終點座標、測線描述、剖面成果於表 2-5、圖 3-38 至圖 3-42。
十、地電剖面圖建議做詳細的地質解釋。而地電阻差異不必然代表岩性之差別。	十、遵照辦理，已補充地電剖面圖之地質解釋於報告書中貓山測線、卑南測線(董倫道等，2006)之描述，以及地球物理探查成果章節(利吉斷層)。感謝建議，已修正地電剖面圖中針對地電阻差異的描述。
十一、圖 3-2、3-3、3-4 圖中，各種紅線請加註說明。圖 3-11 請釐清利吉	十一、遵照辦理，已增加圖例來說明圖面中各種紅線差異，詳見圖 3-2 至圖 3-4。感

審查意見	辦理情形
斷層的露頭。	謝提點，圖 3-11 之描述為誤植，該露頭為受利吉斷層剪切影響的卑南山礫岩露頭。
十二、第 35 頁及第 89 頁，地層柱超出地表，建議說明原因。	十二、本計畫地質剖面中高於地表的地層柱係因投影緣故導致高程有所差異。
十三、第 40 頁，圖 3-35，圖例中利吉層與海相沖積層建議分開。	十三、遵照辦理，已將利吉層與海相沖積層分別用不同圖例表示以避免誤解。
十四、第 68、69 頁照片請類似第 71 頁有描述說明。	十四、遵照辦理，已補充照片描述說明，詳見圖 4-12、圖 4-13。
十五、第 87 頁，請說明如何由鑽井資料得知主斷層或分支斷層，判斷依據為何?	十五、遵照辦理，已補充說明如何由鑽井資料得知主斷層或分支斷層。在筍子林尾剖面，筍子林尾 1 號井並未發現剪切帶兩側有明顯地層變化(由桂竹林層轉為卓蘭層)或岩層傾角變化，因此推測還未鑽遇到主斷層。
十六、第 88、97、110 頁，岩盤的岩性請仔細說明與解釋。其中圖 4-21，晚更新世階地堆積層太厚，是否為岩盤?斷層位置請再釐清。圖 5-13 的解釋請再修正。	十六、遵照辦理，已補充岩盤的岩性說明及解釋。
十七、第 96 頁圖 5-3 示意圖建議增加說明。	十七、圖 5-3 為三維示意圖(或稱 2.5D 圖)，目的為呈現車瓜林斷層沿線各剖面與斷層線的空間分布關係，已增加圖片敘述於內文以避免被誤解為平面分布圖。
十八、第 98 頁，建議更新車瓜林斷層屬於第一類活動斷層。圖 5-6 標示「車瓜林斷層（推測）」以及第 111 頁圖 5-13，使用推測是否必要？	十八、遵照辦理，已更新敘述車瓜林斷層屬於第一類活動斷層。感謝提點，圖 5-6、圖 5-13 剖面已收斂車瓜林斷層的可能分布範圍且鑽遇剪切帶，因此修正移除「推測」字眼。