經濟部

經濟部中央地質調查所報告第 100-10 號
委辦計畫編號：100-5226904000-05-02

重要活動斷層調查特性研究－

近斷層高精度地形資料之判釋與分析(1/4)

委託機關：經濟部中央地質調查所
執行單位：國立臺北科技大學

中華民國 100 年 12 月

經濟部中央地質調查所一百年度委辦計畫

成果報告書

重要活動斷層調查特性研究－

近斷層高精度地形資料之判釋與分析(1/4)

(第一年度)

全 程 計 畫：自 100 年 6 月 至 103 年 12 月止

本 年 度 計 畫：自 100 年 6 月 至 100 年 12 月止

執行單位：國立臺北科技大學 土木工程系暨土木與防災研究所

中 華 民 國 100 年 12 月

目　　錄

一、報告摘要 1

二、計畫內容 3

2-1 整體計畫概述 3
2-1-1 研究目的、計畫背景、整體構想 3
2-1-2 工作內容概述 4
2-1-3 計畫成果效益及其應用 8
2-2 各年度計畫概述 9
2-2-1 民國 100 年度計畫 11
2-2-2 民國 101 年度計畫 15
2-2-3 民國 102 年度計畫 18
2-2-4 民國 103 年度計畫 21
2-2-5 本年度(民國 100 年)計畫工作內容及項目 25
2-3 預期成果及具體績效 28
2-4 交付項目 29

三、計畫執行方法及進行步驟 30

3-1 團隊組織 30
3-2 分析方法架構 31
3-3 三維影像製作及呈現 34
3-4 構造地形分析 35
3-5 構造地形之確實度 37
3-6 構造線形繪製 39
3-7 構造線形局部區域野外查核 40
3-8 條帶地質圖檢視及三維呈現 41

四、5 公尺數值地形模型之三維影像建置 42

五、活動斷層之構造線形判釋與分析 52

六、LIDAR DTM 三維影像建置 148

七、空載光達數值地形模型之構造線形判釋與分析 157

八、條帶地質圖三維影像建置 256

九、參考文獻 266

附錄一 全台五公尺數值地形模型構造地形分析數化資料表 274

附錄二 期中簡報會議紀錄與回覆 282

附錄三 期末簡報會議紀錄與回覆 286

圖 目 錄

圖 2-1 本研究四年全程計畫所預計完成之活動斷層區域位置圖 6
圖 2-2 本計畫全程 100 至 103 年度之研究區規劃區域圖 10
圖 2-3 全島 5 公尺 DTM 活動斷層研究區位置及涵蓋範圍 13
圖 2-4 台灣東部地區海岸山脈及縱谷中南段主要活動斷層位置及本研究涵蓋範圍 14
圖 2-5 101 年度 LIDAR 資料之活動斷層分析區域及地質圖 17
圖 2-6 102 年度 LIDAR 資料之活動斷層分析區域及地質圖 20
圖 2-7 103 年度 LIDAR 資料之活動斷層分析之局部區域及地質圖 24
圖 2-8 民國 100 年度活動斷層附近三維地形紅青立體圖製作區域範圍（以東部區域為例） 27
圖 3-1 本計畫之人力工作分配組織圖 30
圖 3-2 三維 LIDAR 地形資料紅青立體影像實例 32
圖 3-3 應用 LIDAR DTM 判釋斷層線及斷層落差實例 32
圖 3-4 應用 LIDAR DTM 以三維影像處理進行構造地形判釋 33
圖 3-5 三維地形資料及現有地質圖紅青立體影像實例 33
圖 3-6 研究計畫之計畫執行流程圖 34
圖 3-7 紅青立體影像製造流程示意及成果圖例 35
圖 3-8 車籠埔斷層草屯附近地表三維斷層線跡示意圖 39
圖 3-9 LIDAR 資料判釋結果野外查核結果，露頭位置如圖 3-3 所示 40
圖 3-10 構造線形局部區域野外查核施行方法流程 41
圖 4-1 五公尺數值地形模型三維紅青立體圖產製區域範圍 43
圖 4-2 濁水溪中游竹山-名間附近地形三維紅青立體圖 44
圖 4-3 濁水溪中游竹山-名間附近地形及構造線形三維紅青立體圖 44
圖 4-4 台中烏日-霧峰附近地形三維紅青立體圖 45
圖 4-5 台中烏日-霧峰附近地形及構造線形三維紅青立體圖 45
圖 4-6 台北盆地西緣附近地形及構造線形三維紅青立體圖 46
圖 4-7 桃園楊梅附近地形及構造線形三維紅青立體圖 46
圖 4-8 新竹市附近地形及構造線形三維紅青立體圖 47
圖 4-9 新竹獅潭附近地形及構造線形三維紅青立體圖 48
圖 4-10 苗栗卓蘭－台中新社附近地形及構造線形三維紅青立體圖 49
圖 4-11 台中后里附近地形及構造線形三維紅青立體圖 50
圖 4-12 玉里-瑞穗附近地形及構造線形三維紅青立體圖 51
圖 4-13 台東鹿野附近地形及構造線形三維紅青立體圖 51
圖 5-1 山腳斷層沿線構造線形平面位置 53
圖 5-2 山腳斷層沿線地形三維側視圖 54
圖 5-3 山腳斷層沿線地形及構造線形套疊 54
圖 5-4 湖口斷層沿線及附近區域構造線形平面位置 55

圖 5-5 湖口斷層沿線地形三維側視圖 55
圖 5-6 湖口斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊 56
圖 5-7 新竹斷層及新城斷層沿線構造線形平面位置 56
圖 5-8 新竹斷層沿線地形三維側視圖 57
圖 5-9 新竹斷層沿線地形及構造線形套疊 57
圖 5-10 新城斷層沿線地形三維側視圖 59
圖 5-11 新城斷層沿線地形及構造線形套疊 59
圖 5-12 獅潭斷層沿線構造線形平面位置 60
圖 5-13 獅潭斷層沿線地形三維側視圖 61
圖 5-14 獅潭斷層沿線地形及構造線形套疊 61
圖 5-15 三義斷層沿線構造線形平面位置 62
圖 5-16 三義斷層沿線地形三維側視圖 63
圖 5-17 三義斷層沿線地形及構造線形套疊 63
圖 5-18 大甲斷層沿線構造線形平面位置 64
圖 5-19 大甲斷層沿線地形三維側視圖 65
圖 5-20 大甲斷層沿線地形及構造線形套疊 65
圖 5-21 鐵鉆山斷層沿線構造線形平面位置 67
圖 5-22 鐵鉆山斷層沿線地形三維側視圖 68
圖 5-23 鐵鉆山斷層沿線地形及構造線形套疊 68
圖 5-24 屯子腳斷層位置平面位置 69
圖 5-25 屯子腳斷層沿線地形三維側視圖 69
圖 5-26 屯子腳斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊 70
圖 5-27 彰化斷層沿線構造線形平面位置 71
圖 5-28 彰化斷層沿線地形三維側視圖 72
圖 5-29 彰化斷層沿線地形及構造線形套疊 72
圖 5-30 彰化斷層中南段區域地形三維側視圖 73
圖 5-31 彰化斷層中南段區域地形及構造線形套疊 73
圖 5-32 車籠埔斷層北段沿線構造線形平面位置 75
圖 5-33 車籠埔斷層中段沿線構造線形平面位置 76
圖 5-34 車籠埔斷層南段沿線構造線形平面位置 77
圖 5-35 車籠埔斷層北段沿線地形三維側視圖 78
圖 5-36 車籠埔斷層北段沿線地形及構造線形套疊 78
圖 5-37 車籠埔斷層中段沿線地形三維側視圖 79
圖 5-38 車籠埔斷層中段沿線地形及構造線形套疊 79
圖 5-39 車籠埔斷層南段沿線地形三維側視圖 80
圖 5-40 車籠埔斷層南段沿線地形及構造線形套疊 80
圖 5-41 大茅埔-雙冬斷層北段沿線構造線形平面位置 81
圖 5-42 大茅埔-雙冬斷層南段沿線構造線形平面位置 82
圖 5-43 大茅埔-雙冬斷層北段沿線地形三維側視圖 83

圖 5-44 大茅埔-雙冬斷層北段沿線地形及構造線形套疊 83
圖 5-45 大茅埔-雙冬斷層北段雙崎附近地形及構造線形套疊 84
圖 5-46 大茅埔-雙冬斷層中段沿線地形三維側視圖 84
圖 5-47 大茅埔-雙冬斷層中段九九峰附近沿線地形及構造線形套疊 85
圖 5-48 大茅埔-雙冬斷層中段集集-雙冬間沿線地形及構造線形套疊 85
圖 5-49 大茅埔-雙冬斷層南段沿線地形及構造線形套疊 86
圖 5-50 九芎坑斷層沿線構造線形平面位置 87
圖 5-51 九芎坑斷層沿線地形三維側視圖 88
圖 5-52 九芎坑斷層沿線地形及構造線形套疊 88
圖 5-53 梅山斷層沿線構造線形平面位置 89
圖 5-54 梅山斷層沿線地形三維側視圖 89
圖 5-55 梅山斷層沿線地形及構造線形套疊 90
圖 5-56 大尖山斷層位置平面位置 92
圖 5-57 大尖山斷層沿線地形三維側視圖 93
圖 5-58 大尖山斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊 93
圖 5-59 木屐寮斷層沿線構造線形平面位置 94
圖 5-60 木屐寮斷層沿線地形三維側視圖 95
圖 5-61 木屐寮斷層沿線地形及構造線形套疊 95
圖 5-62 六甲斷層沿線構造線形平面位置 96
圖 5-63 六甲斷層沿線地形三維側視圖 97
圖 5-64 六甲斷層沿線地形及構造線形套疊 97
圖 5-65 觸口斷層位置平面位置 99
圖 5-66 觸口斷層沿線地形三維側視圖 100
圖 5-67 觸口斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊 100
圖 5-68 新化斷層沿線構造線形平面位置 101
圖 5-69 新化斷層沿線地形三維側視圖 101
圖 5-70 新化斷層沿線地形及構造線形套疊 102
圖 5-71 後甲里斷層沿線構造線形平面位置 103
圖 5-72 後甲里斷層沿線地形三維側視圖 104
圖 5-73 後甲里斷層沿線地形及構造線形套疊 104
圖 5-74 左鎮斷層位置平面位置 105
圖 5-75 左鎮斷層沿線地形三維側視圖 106
圖 5-76 左鎮斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊 106
圖 5-77 小崗山斷層沿線構造線形平面位置 108
圖 5-78 小崗山斷層沿線地形三維側視圖 109
圖 5-79 小崗山斷層沿線地形及構造線形套疊 109
圖 5-80 旗山斷層沿線地形及構造線形套疊 110
圖 5-81 旗山斷層沿線地形三維側視圖 111
圖 5-82 旗山斷層沿線地形及構造線形套疊 111

圖 5-83 旗山斷層高師大燕巢校區附近沿線地形及構造線形套疊 112
圖 5-84 潮州斷層北段位置平面位置 113
圖 5-85 潮州斷層中段位置平面位置 114
圖 5-86 潮州斷層南段位置平面位置 115
圖 5-87 潮州斷層北段沿線地形三維側視圖 116
圖 5-88 潮州斷層北段沿線地形及構造線形套疊 116
圖 5-89 潮州斷層中段沿線地形三維側視圖 117
圖 5-90 潮州斷層中段沿線地形及構造線形套疊 117
圖 5-91 潮州斷層南段沿線地形三維側視圖 118
圖 5-92 潮州斷層南段沿線地形及構造線形套疊 118
圖 5-93 潮州斷層沿線地形三維側視圖 119
圖 5-94 潮州斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊 119
圖 5-95 恆春斷層位置平面位置 120
圖 5-96 恆春斷層沿線地形三維側視圖 121
圖 5-97 恆春斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊 121
圖 5-99 米崙斷層沿線地形三維側視圖 124
圖 5-100 米崙斷層沿線地形及構造線形套疊 124
圖 5-101 嶺頂斷層沿線構造線形平面位置 125
圖 5-102 嶺頂斷層沿線地形三維側視圖 126
圖 5-103 嶺頂斷層沿線地形及構造線形套疊 126
圖 5-104 瑞穗斷層沿線構造線形平面位置 127
圖 5-105 瑞穗斷層沿線地形三維側視圖 128
圖 5-106 瑞穗斷層沿線地形及構造線形套疊 128
圖 5-107 奇美斷層沿線構造線形平面位置 132
圖 5-108 奇美斷層沿線地形三維側視圖 133
圖 5-109 奇美斷層沿線地形及構造線形套疊 133
圖 5-110 玉里斷層沿線構造線形平面位置 134
圖 5-111 玉里斷層沿線地形三維側視圖 135
圖 5-112 玉里斷層沿線地形及構造線形套疊 135
圖 5-113 池上斷層北段沿線構造線形平面位置 136
圖 5-114 池上斷層中段沿線構造線形平面位置 137
圖 5-115 池上斷層南段沿線構造線形平面位置 138
圖 5-116 池上斷層沿線地形及構造線形套疊 139
圖 5-117 池上斷層南段沿線地形三維側視圖 139
圖 5-118 池上斷層南段沿線地形及構造線形套疊 140
圖 5-119 池上斷層中南段沿線地形三維側視圖 140
圖 5-120 池上斷層中南段沿線地形及構造線形套疊 141
圖 5-121 池上斷層中北段沿線地形三維側視圖 141
圖 5-122 池上斷層中北段沿線地形及構造線形套疊 142

圖 5-123 池上斷層北段沿線地形三維側視圖 142
圖 5-124 池上斷層北段沿線地形及構造線形套疊 143
圖 5-125 鹿野斷層沿線構造線形平面位置 144
圖 5-126 鹿野斷層沿線地形三維側視圖 145
圖 5-127 鹿野斷層沿線地形及構造線形套疊 145
圖 5-128 利吉斷層沿線構造線形平面位 146
圖 5-129 利吉斷層沿線地形三維側視圖 147
圖 5-130 利吉斷層沿線地形及構造線形套疊 147
圖 6-1 LIDAR 數值地形模型三維紅青立體圖產製區域範圍示意 150
圖 6-2 縱谷中段區域附近全區三維地形紅青立體圖 151
圖 6-3 縱谷南段區域附近全區三維地形紅青立體圖 151
圖 6-4 縱谷南段鹿野附近地形三維紅青立體圖 152
圖 6-5 縱谷南段卑南山北段附近地形三維紅青立體圖 152
圖 6-6 縱谷南段卑南山南段附近地形三維紅青立體圖 153
圖 6-7 縱谷南段區域鹿野－卑南間地形三維紅青立體圖 154
圖 6-8 縱谷中段六十石山附近地形三維紅青立體圖 154
圖 6-9 縱谷中段玉里附近地形三維紅青立體圖 155
圖 6-10 縱谷中段秀姑巒溪下遊地形三維紅青立體圖 155
圖 6-11 縱谷中段秀姑巒溪下游局部區域 LIDAR 及全台 5M 之數值地形資料對比 156
圖 7-1 山腳斷層及沿線附近構造地形分析及判釋成果 158
圖 7-2 縱谷中北段瑞穗斷層及沿線附近構造地形分析及判釋成果 159
圖 7-3 縱谷中段玉里斷層、部份池上斷層及兩斷層沿線附近構造地形分析及判釋成果 160
圖 7-4 縱谷中南段池上斷層及沿線附近構造地形分析及判釋成果 161
圖 7-5 縱谷南段鹿野及利吉斷層，以及兩斷層沿線附近構造地形分析及判釋成果 162
圖 7-6 山腳斷層東北段金山至竹子湖附近區域構造地形分析及判釋成果 165
圖 7-7 山腳斷層中段大屯山附近區域構造地形分析及判釋成果 165
圖 7-8 山腳斷層西南段關渡至樹林附近區域構造地形分析及判釋成果 166
圖 7-9 七星山東麓山腳斷層沿線附近三維地形特徵 167
圖 7-10 七星山東麓山腳斷層沿線附近三維構造地形判釋成果 167
圖 7-11 大屯山東側山腳斷層沿線附近地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵 168
圖 7-12 七星山、大主峰山腳斷層沿線附近地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵 169
圖 7-13 七星山台北盆地一側山腳斷層沿線附近三維地形特徵 170
圖 7-14 七星山台北盆地一側山腳斷層沿線附近三維構造地形判釋成果 170
圖 7-15 林口台地東緣泰山－丹鳳附近地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵 171
圖 7-16 林口台地邊緣附近山腳斷層沿線鄰近區域三維地形特徵 172
圖 7-17 林口台地邊緣附近山腳斷層沿線鄰近區域三維構造地形判釋成果 172
圖 7-18 瑞穗斷層北段東富至南富附近區域構造地形分析及判釋成果 176
圖 7-19 瑞穗斷層北段南富至加來灣附近區域構造地形分析及判釋成果 177
圖 7-20 南富－農場附近地形高程、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵 178

圖 7-21 加來灣－儡遠附近山麓前緣地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵 179
圖 7-22 瑞穗斷層中段儡遠至大肚滑附近區域構造地形分析及判釋成果 180
圖 7-23 瑞穗斷層南段大肚滑至鶴岡附近區域構造地形分析及判釋成果 181
圖 7-24 瑞穗斷層南段青山至春日附近區域構造地形分析及判釋成果 182
圖 7-25 儡遠至大肚滑附近瑞穗斷層沿線附近三維地形特徵 183
圖 7-26 儡遠至大肚滑附近瑞穗斷層沿線附近三維構造地形判釋成果 183
圖 7-27 儡遠－烏漏附近山麓前緣之地形、判釋所得之構造線形位置，以及地形陰影特徵 184
圖 7-28 烏漏－鶴岡間河流沖積扇前緣之地形、構造線形位置，以及地形陰影特徵 185
圖 7-29 烏漏至鶴岡附近瑞穗斷層沿線附近三維地形特徵 186
圖 7-30 烏漏至鶴岡附近瑞穗斷層沿線附近三維構造地形判釋成果 186
圖 7-31 烏漏至鶴岡間瑞穗斷層沿線附近構造地形剖面示意 187
圖 7-32 安定橋北端附近 1951 地震形成之斷層崖 188
圖 7-33 大肚滑溪溪口附近河流下切出露的傾斜沈積層 188
圖 7-34 春德橋橋下出露的八里灣層與斷層剪動帶 189
圖 7-35 春日鍋蓋樑出露的傾斜礫石層以及小斷層錯動帶 189
圖 7-36 玉里斷層北段瑞美至三塊厝附近區域構造地形分析及判釋成果 191
圖 7-37 玉里斷層南段三塊厝至客城附近區域構造地形分析及判釋成果 192
圖 7-38 玉里斷層北段瑞美村附近構造線形判釋成果 193
圖 7-39 玉里斷層北段瑞美村附近三維地形及構造線形分佈 194
圖 7-40 舞鶴台地上構造地形特徵及判釋成果 195
圖 7-41 舞鶴台地上方掃叭頂附近之地形、構造線形位置，以及地形陰影特徵 196
圖 7-42 玉里斷層北段附近區域構造地形判釋成果三維地形套疊 197
圖 7-43 池上斷層北段春日至麻汝附近區域構造地形分析及判釋成果 201
圖 7-44 池上斷層北段麻汝至觀音附近區域構造地形分析及判釋成果 202
圖 7-45 池上斷層北段觀音至棣芬(鐵份)附近區域構造地形分析及判釋成果 203
圖 7-46 池上斷層中北段東豐至南通附近區域構造地形分析及判釋成果 204
圖 7-47 池上斷層中北段福岡至萬寧附近區域構造地形分析及判釋成果 205
圖 7-48 池上斷層中北段東里至富田附近區域構造地形分析及判釋成果 206
圖 7-49 池上斷層中段竹田至富里附近區域構造地形分析及判釋成果 207
圖 7-50 池上斷層中段富里至慶豐附近區域構造地形分析及判釋成果 208
圖 7-51 池上斷層中南段三台至萬安附近區域構造地形分析及判釋成果 209
圖 7-52 池上斷層南段萬安至振興附近區域構造地形分析及判釋成果 210
圖 7-53 池上斷層南段嘉武至寶華附近區域構造地形分析及判釋成果 211
圖 7-54 池上斷層南段寶華至新良附近區域構造地形分析及判釋成果 212
圖 7-55 春日－麻汝附近地區之地形高程、構造線形位置，以及地形陰影特徵 213
圖 7-56 春日國小前斷層切過公路形成的斷層崖 214
圖 7-57 宮前－觀音附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形判釋結果 215
圖 7-58 池上斷層北段附近區域地形及構造分析結果剖面圖 216
圖 7-59 泰林大橋南邊公路東側的斷層崖 217

圖 7-60 舊田附近斷層上盤的背斜褶皺 217
圖 7-61 池上斷層北段附近區域三維地形特徵 218
圖 7-62 池上斷層北段附近區域構造地形判釋成果三維地形套疊 218
圖 7-63 池上斷層中北段東豐－東里之間附近區域三維地形特徵 219
圖 7-64 池上斷層東豐－東里附近區域構造地形判釋成果三維地形套疊 219
圖 7-65 東里－富田附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形判釋結果 220
圖 7-66 池上斷層中北段附近區域地形剖面及構造分析示意 221
圖 7-67 池上斷層中北段東里－東竹附近區域三維地形特徵 222
圖 7-68 池上斷層中北段東里－東竹附近構造地形判釋成果三維地形套疊 222
圖 7-69 東竹學校園附近 1951 地震可能之斷層崖露頭 223
圖 7-70 池上斷層中及南段附近區域地形剖面及構造分析示意 224
圖 7-71 富里－大坡附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形判釋結果 225
圖 7-72 池上斷層中南段富里－大坡附近區域三維地形特徵 226
圖 7-73 池上斷層中南段富里－大坡附近構造地形判釋成果三維地形套疊 226
圖 7-74 萬安附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形判釋結果 227
圖 7-75 池上斷層中南段大坡－萬安附近區域三維地形特徵 228
圖 7-76 池上斷層中南段大坡－萬安附近構造地形判釋成果三維地形套疊 228
圖 7-77 池上斷層南段嘉武－南興附近區域三維地形特徵 229
圖 7-78 池上斷層南段嘉武－南興附近構造地形判釋成果三維地形套疊 229
圖 7-79 鹿野斷層北段永安至高台附近區域構造地形分析及判釋成果 232
圖 7-80 鹿野斷層北段高台附近區域構造地形分析及判釋成果 233
圖 7-81 鹿野斷層中段稻葉至煙草間附近區域構造地形分析及判釋成果 234
圖 7-82 鹿野斷層南段初鹿至澱粉附近區域構造地形分析及判釋成果 235
圖 7-83 鹿野斷層南段萬萬至下檳榔附近區域構造地形分析及判釋成果 236
圖 7-84 鹿野斷層沿線附近區域地形剖面及構造分析示意 237
圖 7-85 鹿野斷層北段永安玉龍泉附近所見之斷層褶皺崖 238
圖 7-86 鹿野斷層永安玉龍泉附近所見之斷層褶皺崖近照 238
圖 7-87 鹿野斷層北段永安－馬背附近區域三維地形特徵 239
圖 7-88 鹿野斷層北段永安－馬背附近構造地形判釋成果三維地形套疊 239
圖 7-89 鹿野斷層北段高台－龍田附近區域三維地形特徵 240
圖 7-90 鹿野斷層北段高台－龍田附近構造地形判釋成果三維地形套疊 240
圖 7-91 永安－龍田附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形分析成果 241
圖 7-92 初鹿北邊鹿野斷層可能斷層錯動帶之一 242
圖 7-93 初鹿北邊鹿野斷層可能之斷層錯動帶近照 242
圖 7-94 初鹿附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形分析成果 243
圖 7-95 鹿野斷層南段初鹿－萬萬附近區域三維地形特徵 244
圖 7-96 鹿野斷層南段初鹿－萬萬附近構造地形判釋成果三維地形套疊 244
圖 7-97 利吉斷層北段瑞隆附近區域構造地形分析及判釋成果 247
圖 7-98 鹿野斷層北段瑞隆－鸞山附近區域構造地形分析及判釋成果 248

圖 7-99 鹿野斷層中段鸞山－利吉北側附近區域構造地形分析及判釋成果 249
圖 7-100 鹿野斷層南段利吉至岩灣附近區域構造地形分析及判釋成果 250
圖 7-101 瑞隆附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形分析成果 251
圖 7-102 鹿野斷層北段瑞隆附近區域三維地形特徵 252
圖 7-103 鹿野斷層北段瑞隆附近構造地形判釋成果三維地形套疊 252
圖 7-104 鹿野鸞山大橋被斷層活動破壞處 253
圖 7-105 利吉村北方卑南溪側之一斷層剪動帶 253
圖 7-106 鹿野斷層沿線附近區域地形剖面及構造分析示意 254
圖 7-107 利吉斷層之一斷層崖 254
圖 7-108 利吉斷層沿線附近區域三維地形特徵 255
圖 7-109 利吉斷層沿線附近區域構造地形判釋成果三維地形套疊 255
圖 8-1 LIDAR 數值地形模型三維紅青斷層條帶立體地質圖產製區域範圍 258
圖 8-2 大屯山附近山腳斷層及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖 259
圖 8-3 台北盆地西緣山腳斷層及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖 260
圖 8-4 瑞穗斷層及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖 261
圖 8-5 玉里斷層及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖 262
圖 8-6 池上斷層北段及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖 263
圖 8-7 池上斷層南段及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖 264
圖 8-8 鹿野斷層及利吉斷層鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖 265
圖 A-1 本年度全台五公尺數值地形模型構造地形分析數化區域 275

一、報告摘要

關鍵詞：活動斷層、構造地形、活動斷層條帶地質圖、空載光達掃描資料、數值地形模型、三維紅青立體影像

摘要

台灣地震頻繁、活動構造發達，近百年來已發生多次規模超過七以上的強震，並造成生命財產重大損失。活動斷層的精確位置與斷層活動伴生的構造地形是斷層後續研究與活動斷層地質敏感區劃定的重要基礎。經濟部中央地質調查所「**重要活動斷層調查特性研究**」計畫之子計畫「**近斷層高精度地形資料之判釋與分析**」，計畫中將利用目前已有 LiDAR 資料之區域及全台五公尺數值地形模型為基礎進行活動斷層之構造地形分析。本年度(民國 100 年)計畫一方面以全台五公尺數值地形模型為基礎，進行台灣全島活動斷層調查工作，另一方面根據現有之 LiDAR 資料庫，進行山腳、瑞穗、玉里、池上、利吉及鹿野等活動斷層之構造地形分析、構造線形位置數化，並整合於現有地調所活動斷層之條帶地質圖。本年度工作項目，一共完成下列數項工作：(1)運用全台五公尺解析度數值地形模型建置三維紅青立體地形圖。(2)基於五公尺解析度數值地形模型判釋全島 33 條活動斷層及鄰近區域之構造地形分析及線形位置數化。 (3)依據 LiDAR 資料進行山腳、瑞穗、玉里、池上、利吉及鹿野等六條活動斷層沿線兩側各 500 公尺內，三維地形紅青立體影像製作。 (4)依據 LiDAR 資料分析及數化六條活動斷層沿線及鄰近地區構造線形位置。 (5)依據 LiDAR 資料編修六條活動斷層條帶狀地質圖中斷層相對應之地層邊界位置編修。 (6)依據 LiDAR 資料進行活動斷層沿線附近二萬五千分之一局部編修後之條帶地質圖三維紅青立體數值影像圖製作。藉由本計畫之初步研究成果，將提供下個階段其他地區 LiDAR 高精度數值地形模型分析活動斷層構造線形及特性，並提供判釋構造地形特性、繪製 GIS 圖層數化與斷層屬性分析之參考資訊。

KEYWORDS：Active Faults, Morphotectonics, Strip Map of Active Faults, Airborne Light Detection And Ranging (LiDAR), Digital Terrain Model, 3-D Anaglyphimage

ABSTRACT

Taiwan is situated on an active orogenic belt and therefore possesses high seismicity and frequent geological hazards. More than 9 severe inland earthquakes have been recorded since last century. Unfortunately, most of the seismogenic faults pass across dense population areas and cause severe damage. The morphotectonic analysis provides not only the precise location and the activity of the faults, but provides also the fundamental information for geologic hazard assessment. To better constrain the potential threat brought by fault movements, the active faults morphotectonic study is been analyzed by using the existing Digital Terrain Model in 5m resolution and the LiDAR data. This year we focus on analyzing morphtectonic features of the Sanchiao Fault, the Rueysui Fault, the Yuli Fault, the Chihshang Falut, the Luyeh Fault and the Lichi Falut based on LiDAR data. Furthermore, the preliminary analysis of the 33 active faults is also been carried out as well. Based on the analysis of the 5m resolution DEM and the LiDAR data, we reached the following results and conclusions: 1) generate 3D anaglyph images based on 5m resolution and high LiDAR-derived data; 2) 33 active faults fault zone and nearby area morphotectonic analysis, digitize the datasets; 3) analysis the detail structural characteristics and GIS dataset constructed by applying the LiDAR data; 4) evaluate and modify the strip geologic map within the study area; 5) generate near fault 3D geologic anaglyph images. Based on this analysis, the results may suggest some possible sites for field investigation and provide GIS dataset for other further applications.

二、計畫內容

2-1 整體計畫概述

2-1-1 研究目的、計畫背景、整體構想

台灣位處於活動造山帶上，構造活動發達，因此活動斷層不可避免地廣泛分布於人口稠密地區(張徽正等，1998；林啟文等，2000)；近百年來已經發生多次嚴重的地震與地表破裂，造成民眾生命與財產的重大損失。因此長久持續且廣泛的研究方能對活動斷層特性有更深入的了解，也是達成地震防減災的不二法門。過去斷層的研究常受限於地形資料解析度不足或因台灣地區地表植生茂密且地表作用快速、野外露頭出露不易，因而影響研究工作進行，調查資料精度、數量與精細的斷層分析亦隨之受限。

有鑑於這些活動斷層受到植被與人工建築物的遮蔽，其詳細的斷層跡分布與斷層特徵行為，仍有相當討論與臆測的空間。為了改善並增強辨識活動斷層的基本資料(Harding and Berghoff, 2000；Chan et al., 2004; Chang et al., 2010)，並更進一步瞭解構造地形相關的問題與思考其工程應用，我們需要測製更高解析度與精度的數值地形模型(Digital Terrain Model, 簡稱 DTM)，作為未來活動構造地形研究的基礎。

為了精確呈現大地的三維立體形貌，除了需要高解析度的航空照片或衛星影像外，更需要高精度及高解析度之數值地形模型。目前以空載光達測距掃描技術所製成的數值地形，在解析度、精確度、方便性、與不受樹木遮蔽和人工建物影響等方面極為優越，本技術已能充份地運用於各種地質、地形特徵研究應用上 (Haugerud et al., 2003; Carter and Shrestha, 2003；黃鐘等，2004；Chen et al., 2005；Chan et al., 2007; Chang et al., 2010)。

本計畫為經濟部中央地質調查所「**重要活動斷層調查特性研究**」計畫的子計畫「**近斷層高精度地形資料之判釋與分析**」。本計畫將利用現有空載光達掃描技術(Airborne Light Detection and Ranging, 簡稱為 LiDAR)所獲取的高解析度與高精度數值地形模型資料庫，應用於研究台灣中、南、東部，以及北部局部區域之構造地形分析，以判釋研究區域的活動構造之地形特徵，進行斷層所在精細位置之研判，並選取數個可疑性的地點，以進行野外查驗工作。另運用高精度 LiDAR 資料構造地形判釋成果，將活動斷層線形位置整合於地調所現有之 GIS 圖層和屬性表。本計畫研究分析之斷層包含：山腳、瑞穗、玉里、池上、鹿野、利吉、新化、後甲里、左鎮、小崗山、旗山、潮州、木屐寮、六甲、九芎坑、車籠埔、梅山、大尖山、觸口、三義、大甲、鐵砧山、屯子腳、彰化、大茅埔－雙冬、恆春、米崙、嶺頂及奇美等等共計二十九條活動斷層相關之構造地形及構造活動特性等工作，各年度研究區域詳如圖 2-1 所示。

全程四年計畫目標有四項： (1)運用 LiDAR 所呈現之原始地形資料來製作及呈現三維地形影像。(2)運用 LiDAR 資料，以構造地質學與構造地形學之研究經驗與方法論，來研判構造活動產生之線形位置、地形異常與可能存在的活動構造。(3)將過去調查成果、地質圖資料套疊投影於 GIS 層圖上，並將判釋成果整合於地調所現有之活動斷層條帶地質圖與構造線形位置圖。(4)運用三維影像技術，建立相關圖層之三維紅青立體影像圖，以方便後續其他工作的研判及分析。

活動斷層敏感區的劃定需要精準斷層位置方能擁有合理穩固之基礎，高精度的地形資料判釋以獲得活動斷層位置即是快速有效的方法之一，藉由本研究所得之資訊，一方面可提供災害活動特性的了解，可建置防救災之參考；二方面因應未來地質法中針對活動斷層鄰近區域精細地理位置及地質資料建置；三方面更可提供政府未來長期相關土地使用規劃之參考。

2-1-2 工作內容概述

位處於活動造山帶上的台灣地震頻繁、活動構造發達，近百年來已發生多次規模超過七以上的強震，造成民眾生命與財產的重大損失。活動斷層的精確位置與斷層活動伴生的構造地形是斷層後續研究與活動斷層地質敏感區劃定的重要基礎。本計畫將充分利用中央地質調查所目前已有或正規劃飛行之 LiDAR 區域，計畫由 LiDAR 顯現之原始地表地形資料轉為三維立體影像，研判構造活動產生之線形位置、地形異常之處與可能存在的活動構造；另外將過去調查成果、地質圖資料套疊投影 GIS 層圖上，與本研究之判釋成果進行比對分析，最後彙整於地調所現有之活動斷層條帶地質圖與構造線形位置圖。

本研究規劃的時程，將以四年時間進行全島 33 條活動斷層沿線的構造地形分析工作，其中包含南、中、東部等區域之 29 條(或 33 條，視中北部 LiDAR 資料庫之建置情形而定，詳如第四年之年度計畫說明)活動斷層精細資料庫之建置。

第一年度(民國 100 年)首先以台灣全島已有之全台五公尺解析度之數值地形模型為基礎，進行台灣全島活動斷層構造地形之調查工作；另根據現已建置之 LiDAR 資料庫，分析台灣北部山腳斷層、東部之瑞穗、玉里、池上、利吉及鹿野等活動斷層之構造地形分析工作。

第二年度(民國 101 年)依據擬將建置完成之台灣南部區域八八水災後 LiDAR 數值地形模型資料庫，進行台灣南部區域的活動斷層調查工作，預估包含新化、後甲里、左鎮、小崗山、旗山、潮州、木屐寮、六甲及九芎坑等九條活動斷層的精細構造地形分析及地質圖資料庫之建置工作，其中旗山斷層南段因 LiDAR 尚未包含全段斷層區域，故先分析本斷層之北段。

第三年度(民國 102 年)同樣依據 LiDAR 數值地形模型資料庫，進行中南部地區的活動斷層調查工作，預計包含車籠埔、梅山、大尖山、觸口、三義、大甲、鐵砧山、屯子腳及彰化等九條活動斷層的精細構造地形分析及地質圖資料庫之建置工作，三義斷層北段因 LiDAR 尚未包含全區，故先針對本斷層南段加以分析。

第四年度(民國 103 年)則依據擬將建置完成之台灣中部及東部區域八八水災後 LiDAR 數值地形模型資料庫，另外結合擬將建置之海岸山脈北段花蓮地區之 LiDAR 數值地形模型資料庫，進則進行中部地區、東部花蓮地區，以及南部恆春等地區的活動斷層調查工作，預計包含大茅埔－雙冬、恆春、米崙、嶺頂、奇美等活動斷層的精細構造地形分析及地質圖資料庫之建置工作。

此外，因湖口、新竹、新城及獅潭等四條活動斷層，暫時尚未規劃 LiDAR 資料庫之掃描與建置，因此若於計畫結束前本區已取得高精度 LiDAR 地形資訊，預計仍將本四條斷層納入年度之工作內容項目。運用 LiDAR 技術能呈現高精度地表地形的特性，來分析其地質、地形上的特徵，預計針對各研究區內的活動斷層及相關之構造做進一步的瞭解及資料庫建置，各年度之分析範圍如圖 2-1 所示。

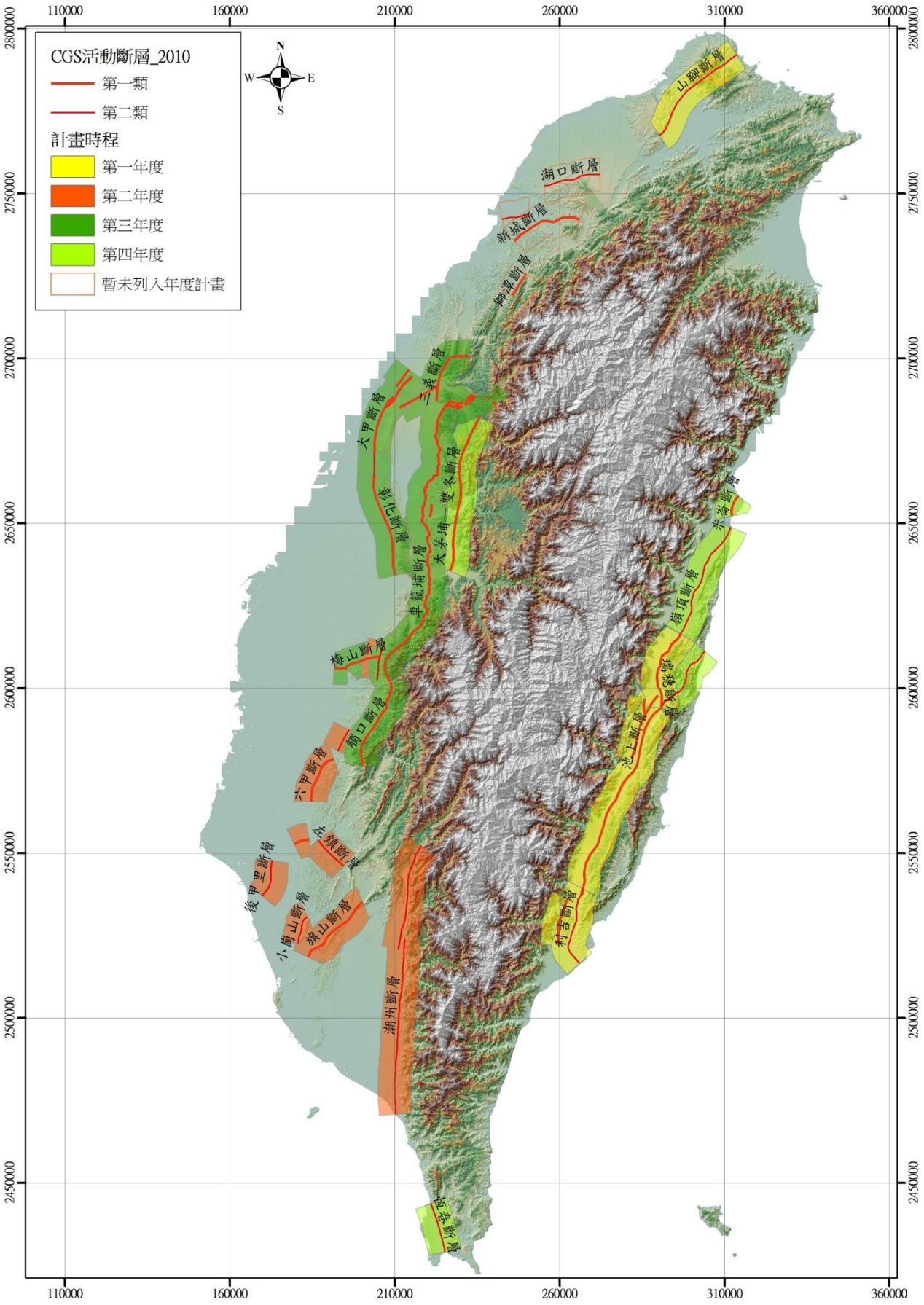


圖 2-1 本研究四年全程計畫所預計完成之活動斷層區域位置圖

本計畫全程四年之工作內容規劃分別為：

一、應用空載光達掃描技術(LiDAR)高解析度數值地形模型及相關之遙測影像相互對比，建立之不同種類及屬性之資料圖，包括：

(1) 活動斷層沿線一公尺解析度(或視研究區域目前具備之 LiDAR 資料最高精度決定)之斷層沿線兩側各 500 公尺內，三維地形紅青立體數值影像呈現。

(2) 以比例尺五千分之一之數值地形圖為底圖，套合斷層兩側之相關精細構造地形單元、構造地形特徵與斷層線形位置，以用來繪製活動斷層沿線地表線形數值資料圖。

(3) 以光達地形資料分析並數值化現有活動斷層位置、活動斷層伴生之構造、伴隨之地表變形範圍與程度。參考中央地質調查所二萬五千分之一活動斷層條帶狀地質圖之斷層位置，將本研究判釋成果中的斷層位置及兩側各 500 公尺範圍，繪製於現有條帶狀地質圖中並修正所相對應之地層邊界位置。

(4) 活動斷層沿線附近二萬五千分之一，局部編修後之條帶地質圖三維紅青立體數值影像圖製作。

(5) 針對所彙整及分析資料，圖資均以 TWD97TM 二度坐標系統為準，向量檔分別以 ESRI 之 shp 格式及 Google Earth 之 kmz（kml）格式進行資料記錄；影像檔則以 JPEG2000 格式（無失真壓縮，具 TWD97 TM 二度坐標系統定位），及轉為 Google Earth 之 kmz 檔進行記錄。針對室內判釋、野外查核等相關成果及圖資 metadata 等說明使用手冊。

(6) 針對構造地形分析成果，對比前人地質、構造等文獻資料，比對兩者異同，針對構造地形判釋後、且已排除初步數值地形模型上人為因素所造成之影響後，線形所在位置仍相異的區域，一方面本計畫將試著指出數值地形模型上所呈現之構造地形特徵；另一方面，在局部較易到達且野外可能出露之區域，建議數個可能進行野外查核之查核地點。

二、應用空載光達掃描數值地形與影像，調查分析活動斷層及鄰近區域構造地形，擬分析之斷層及項目包括如下：

(1) 以五公尺解析度之數值地形模型判釋評估全島活動斷層線形位置。

(2) 以光達地形資料分析山腳、瑞穗、玉里、池上、利吉、鹿野、新化、後甲里、左鎮、小崗山、旗山、潮州、木屐寮、六甲、九芎坑、車籠埔、梅山、大尖山、觸口、三義、大甲、鐵砧山、屯子腳、彰化、大茅埔－雙冬、恆春、米崙、嶺頂、奇美等 29 條活動斷層沿線附近構造線形、斷層線形位置數化，以及活動斷層條帶地質圖局部區域編修。

(3) 若於計畫結束前已掃描取得湖口斷層、新竹斷層、新城斷層，以及獅潭斷層沿線附近周圍附近之高精度 LiDAR 地形資訊，本計畫亦將以光達地形資料分析上述四條活動斷層沿線附近構造線形、斷層線形位置數化，以及活動斷層條帶地質圖局部區域編修。

2-1-3 計畫成果效益及其應用

台灣的活動斷層與活動構造分布廣泛，依據目前中央地質調查所所提出的斷層就有 33 條之多。針對這些斷層的活動特性及當其產生地表錯動時所造成的影響，仍然需要投入非常多的人力、物力去進一步瞭解。因此，斷層線形確實分布位置、斷層的幾何型態、斷層的錯移方向與機制、斷層產生地震的規模、乃至於斷層活動的再現周期及發生頻率等，均是斷層研究的重要而基本的要項。然而，就以上所有的資訊中，最重要的即是斷層的精細位置。

本計畫為因應國內針對八八風災後進行大規模空載 LiDAR 國土地形測繪後資料的加值與應用，本計畫預計全程四年完成基於空載 LiDAR 高解析度、高精度數值高程資料 (DTM、DSM)資料，進行近乎全島新版活動斷層之地表構造線形及鄰近相關構造地形特徵的研判，以及活動斷層地質條帶圖中斷層線形位置編修及數化工作。基於以上資訊，或可繼續加值運用，以適切討論相關地震災害影響範圍與程度，藉此提高國土開發利用之精確度及相關國土規劃之運用。

透過本計畫之執行，預計將達成下列數項成果：(1)建立運用 LiDAR 資料所判釋之活動構造地形特徵判釋，並評估活動斷層微地形所在精細位置；(2)運用 LiDAR 資料數化活動斷層位置及構造地形相關之 GIS 圖層和屬性表；(3)運用 LiDAR 資料製作三維紅青立體數值地形圖及地質圖影像。本計畫可以較精確評估活動斷層位置分布、並提供條帶地質圖等相關資料之編修；(4) 針對構造地形分析成果，對比前人地質、構造等文獻資料，比對兩者異同，並建議數個可能進行野外查核及後續其他，如：斷層挖溝等，斷層研究工作之野外工作地點。本計畫引用最新科學技術，可促進國內學術發展與技術升級，並且結合及培育國內地球科學、遙測科學、與工程應用等跨領域科技人才。此外，本計畫可提供精確地形數值資訊，提升土地利用規畫效益，並可提供政府與民間各層面相關資訊，以達成事先防範災害與環境保育。

2-2 各年度計畫概述

本計畫將充分利用地質調查所目前已有或正規劃飛行之 LiDAR 區域，擬以四年時間進行全島 33 條活動斷層沿線的構造地形分析工作，其中包含南、中、東部等區域之 29 條活動斷層精細資料庫之建置。

第一年度(民國 100 年)首先以台灣全島已有之全台 5 公尺解析度之數值地形模型為基礎，進行台灣全島活動斷層調查工作；另根據現已建置之 LiDAR 資料庫，分析台灣北部山腳斷層、東部之瑞穗、玉里、池上、利吉及鹿野等活動斷層之構造地形分析工作。

第二年度(民國 101 年)依據擬將建置完成之 LiDAR 數值地形模型資料庫，進行台灣南部區域的活動斷層調查工作，預估包含新化、後甲里、左鎮、小崗山、旗山、潮州、木屐寮、六甲及九芎坑等九條活動斷層的精細構造地形分析及地質圖資料庫之建置工作。

第三年度(民國 102 年) 依據 LiDAR 數值地形模型資料庫，進行中部地區的活動斷層調查工作，預計包含車籠埔、梅山、大尖山、觸口、三義、大甲、鐵砧山、屯子腳及彰化等九條活動斷層的精細構造地形分析及地質圖資料庫之建置工作。

第四年度(民國 103 年)則 LiDAR 數值地形模型資料庫，分析中北部地區及東部花蓮地區及南部恆春等地區的活動斷層調查工作，預計包含大茅埔－雙冬、恆春、米崙、嶺頂、奇美等活動斷層的精細構造地形分析及地質圖資料庫之建置工作。

此外，因目前湖口、新竹、新城及獅潭等四條活動斷層附近區域尚無 LiDAR 資料，若於計畫結束前已掃描取得本區之高精度 LiDAR 地形資訊，預計仍將本四條斷層納入本年度之工作內容內。運用 LiDAR 技術能呈現高精度地表地形的特性，來分析其地質、地形上的特徵，預計針對各研究區內的活動斷層及相關之構造做進一步的瞭解及資料庫建置，各年度之分析範圍如圖 2-2 所示。以下將對分年執行計畫重點做一概述。

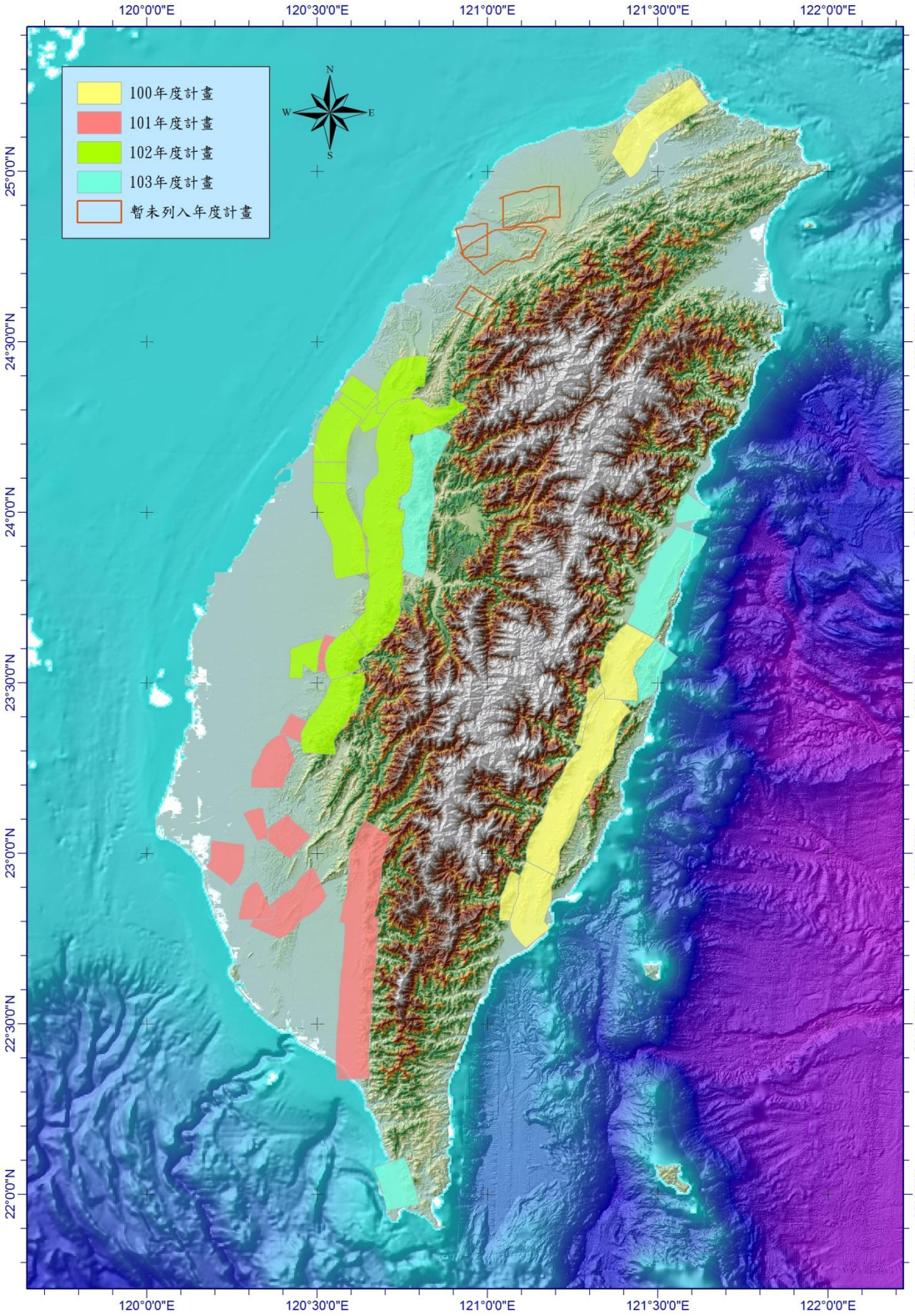


圖 2-2 本計畫全程 100 至 103 年度之研究區規劃區域圖

2-2-1 民國 100 年度計畫：全島活動斷層調查工作、台灣北部及東部地區局部活動斷層調查

民國 100 年度首先以台灣全島已有之全台 5 公尺解析度之數值地形模型為基礎，進行台灣全島活動斷層調查工作。針對現有之 33 條活動斷層，分析斷層兩側各 5 公里寬之範圍內，其斷層線形及可能之活動構造地形，在此精度下之活動斷層調查工作，其總涵蓋面積範圍約 7102 平方公里。因全台 5 公尺解析度之數值地形模型，其地面上之空間解析度較不足，較無法呈現精細之構造地貌，故本計畫先以 5 公尺解析度之數值地形模型為基礎，進行初步之活動斷層普查，藉此提供本計畫後續年度以高精度 LiDAR 數值地形模型所進行相關資料分析之基礎。全島活動斷層分析區域及涵蓋範圍如圖 2-3 所示。

另外根據中央地質調查所現有建置之 LiDAR 資料庫，本研究將分析台灣北部之山腳斷層、東部之瑞穗斷層、玉里斷層、池上斷層、利吉斷層及鹿野斷層等六條活動斷層，精細地表構造線形特徵及資料庫建置工作。以斷層線形所在位置兩側各外擴 5 公里之範圍內，本計畫年度中，針對精細之 LiDAR 數值地形模型活動斷層構造線形位置、活動構造地形分析及條帶地質圖之編修及建置等工作，研究區域總面積約 1559 平方公里，其中主要研究區域位於海岸山脈及花東縱谷之中南段部份。各詳細活動斷層分析區域如圖 2-4 所示，並簡介如下：

山腳斷層：本斷層主位於台北盆地之西緣，北起金山，往西南經北投，止於樹林附近，呈北北東－南南西走向，全長約 35.4 公里。因台北盆地面與西側之林口台地面呈現一相當明顯之地形落差，因此學者提出台北盆地的陷落形成和山腳斷層的活動有關 (林朝棨，1957；王執明等，1978)。林啟文等人(2000)依據前人的描述，指出山腳斷層為一條正移斷層。利用地形特徵的分析結果，林口台地與台北盆地交界處，山腳斷層形成數公尺落差的崖(沈淑敏等，2005；詹瑜璋等，2005)，且其線形通過大屯山與七星山之間的鞍部(陳文山等，2003；詹瑜璋等，2006)。由地質鑽探及地球物理探勘的證據，台北盆地西緣處第三紀基盤落差最大可達約 700 公尺左右，且因關渡斷層的落差仍相當可觀，斷層似乎可再向東北延伸至金山地區(Huang et al., 2007)，經由地質鑽探調查，證實金山地區曾經歷經巨大的構造陷落事件(盧詩丁等，2005)。透過雷達差分干涉量測法(張中白、陳錕山，2003)以及 GPS 和精密水準進行近斷層地表變形量測(饒瑞鈞等, 2006)，顯示目前斷層有下陷趨勢，但水平變化速率不甚明顯。

瑞穗斷層：本斷層主要呈東北－西南走向，為一逆移斷層、並具左移分量。斷層北起光復鄉東富村，南至玉里鎮春日里，並於春日附近和奇美斷層相接，全長約 33 公里。本斷層於 1951 年的地震中，造成地表破裂，破裂位置的範圍是由光復鄉大富村以南，到富源溪與秀姑巒溪交會口為止，即為徐鐵良(Hsu, 1962)所指玉里斷層北段的部分。陳文山等人(2006a)認為此地表破裂是瑞穗斷層所引起。本斷層於大富至富源溪口，以及秀姑巒溪口，兩段附近斷層地形特徵明顯。陳文山等人(2004a)於槽溝開挖結果證實斷層崖存在，且有多次活動跡象。饒瑞鈞等(2008)從水準測量結果，亦指出其活動性。

玉里斷層：本斷層於 1951 年的地震中，造成地表破裂。徐鐵良(Hsu, 1955; 1962)指出玉里斷層為台灣東部活斷層之一。楊貴三(1986)依據地形學的分析結果，將斷層分為四段。結合構造地形、歷史地震、大地測量等資料，鍾令和(2003)和徐澔德等人(Shyu et al., 2007)，將斷層分佈範圍，設定於瑞穗秀姑巒溪以南、東里以北。但因同震地表破裂、震間測量地表變形帶、地形特徵等各觀點的不同，各文獻間仍有不同的看法與疑慮。

池上斷層：池上斷層的地表出露位置，基本上是沿著海岸山脈的山腳與花東縱谷的交接線。大致北起玉里、南至瑞隆；唯南北兩端之位置仍有分歧，且地表斷層露頭不連續(楊貴三，1986；游明聖，1997；Angelier et al., 1997)。發生於2003年12月10日的成功地震 (Mw=6.5)，其主震及大多數餘震都是池上斷層的地震破裂活動，並造成池上斷層沿線地表破裂，位移量可達數公分(朱傚祖等，2004; Lee et al., 2006; Ching et al., 2007)。從微震資料指出斷層傾角由淺至深逐漸變緩(Chen and Rau, 2002)。另1951年發生於縱谷內的花蓮－台東地震序列中，11月25日的池上地震(M=6.2) (Cheng et al., 1996; 鄭世楠等，1997)亦可能指示了本斷層的活動。分析海岸山脈沿著池上斷層的GPS觀測結果(Yu and Kuo, 2001)，海岸山脈相對中央山脈震間的地表變形是集中於池上斷層(陳文山等，2008)，而此變形量與潛變儀量測結果大致相同(Lee et al., 2003)。曾彥祺等(2010)利用淺層反射震測，發現池上斷層的邊界位於海岸山脈西側的縱谷邊緣區，傾角約70度東。

鹿野斷層：本斷層主要呈南北走向，為一逆移斷層。斷層北起鹿寮、南沿著卑南山台地西側至台東，全長約24公里。林朝棨(1957)指出鹿野河階可能受斷層活動而撓曲。另石再添等(1983)、楊貴三(1986)、朱傚祖與游明聖(1995)、張瑞津等(2004)、徐澔德等(Shyu et al., 2008)等人亦指出本斷層分佈於不同斷層段落時所顯示的差異性。依據槽溝挖掘結果，鹿野斷層屬於逆斷層(陳文山等，2009)；而淺層震測影像顯示鹿野斷層切過卑南山礫岩層，為向東傾斜的逆衝斷層，且因為鹿野斷層持續活動，使斷層東側的卑南山礫岩層受到擠壓而形成背斜(王蘭榛等，2010)。

利吉斷層：本斷層為一北北東走向轉東南走向之逆斷層，斷層主要沿著卑南溪發育，全長約 20 公里。不少研究指出本斷層地表線性特徵明顯，斷層線跡切過階地與沖積平原，形成反斜崖與斷層小崖等(Hsu, 1976；Bonilla, 1975；楊貴三 1986)。野外調查結果，利吉層中剪動劇烈的泥岩層逆衝至河階礫石層之上，，顯示利吉斷層具寬廣的斷層帶(林啟文等，2004；紀權宥，2007)。大地測量亦顯示縱谷兩側相對之位移達 30 mm/yr (Yu et al., 1997; Yu and Kuo, 2001) ，但基本上無相對應之地震產生，可能指示斷層呈現潛移活動。

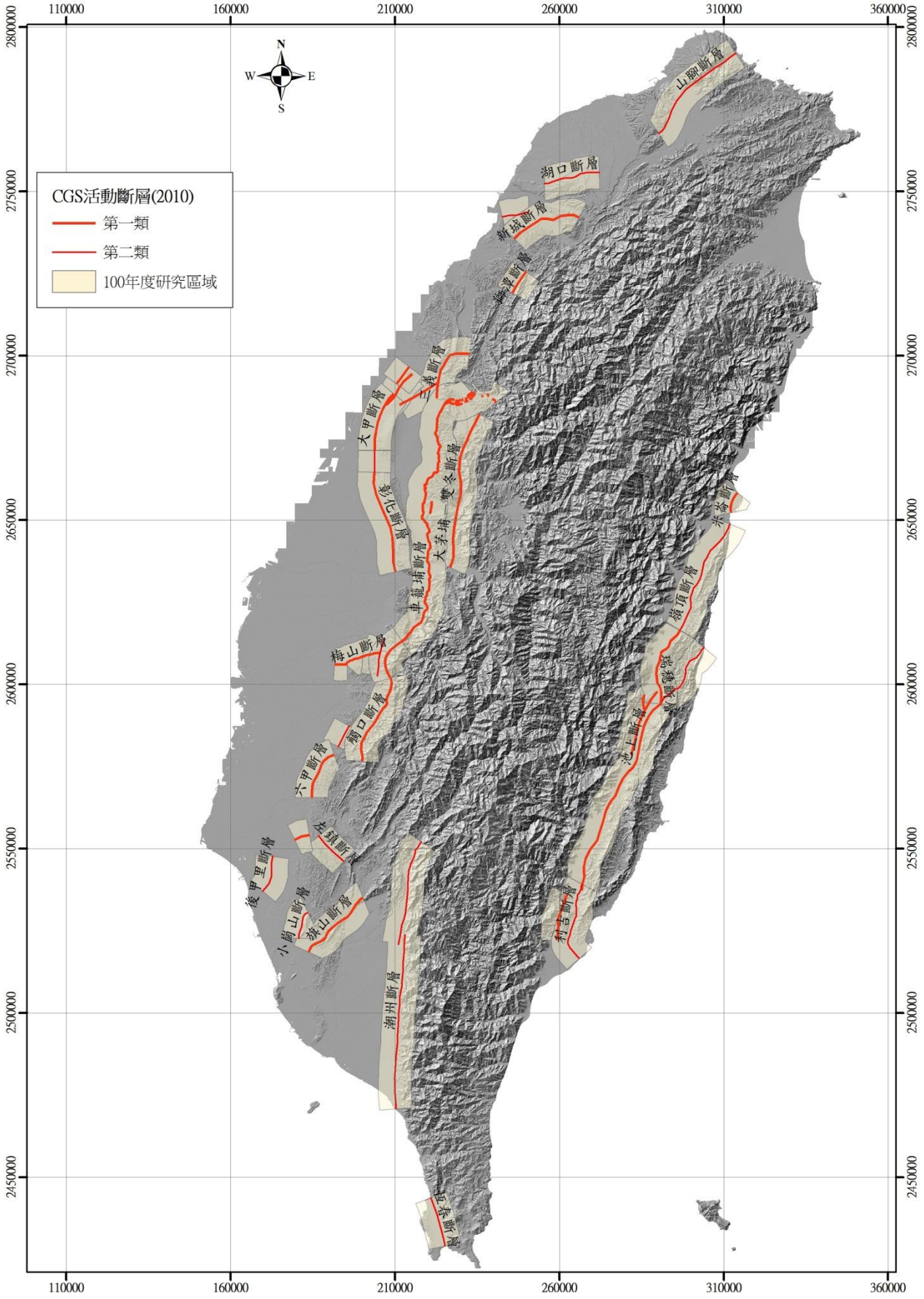


圖 2-3 全島 5 公尺 DTM 活動斷層研究區位置及涵蓋範圍

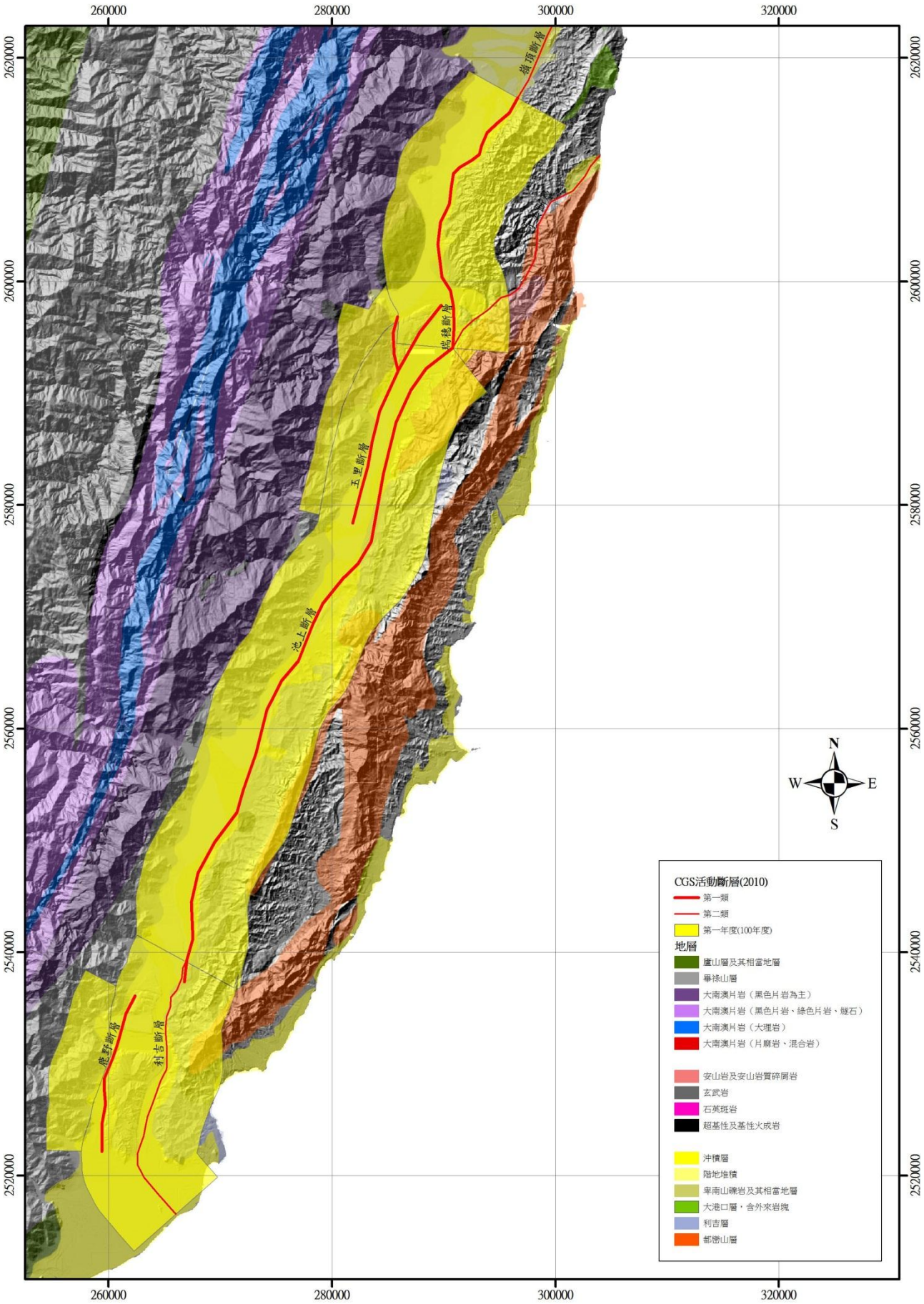


圖 2-4 台灣東部地區海岸山脈及縱谷中南段主要活動斷層位置及本研究涵蓋範圍

2-2-2 民國 101 年度計畫：LiDAR 數值地形模型於台灣南部活動斷層地表線形調查及資料庫建置

民國 101 年度之活動斷層分析，將運用八八水災後已建置之 LiDAR 數值地形模型資料庫，進行台灣南部區域的活動斷層調查工作，預估包含新化、後甲里、左鎮、小崗山、旗山、六龜、潮州、木屐寮、六甲及九芎坑等，一共九條活動斷層的精細構造地形分析及地質圖資料庫之建置工作。針對活動斷層所在位置外擴斷層線形所在位置兩側各 5 公里之範圍，忽略局部小區域內 LiDAR 資料尚有缺失之部份，其研究區域總面積約 1752 平方公里，研究區域位於台灣南部台南、高雄、屏東之丘陵地帶及中央山脈西緣附近。本計畫將進行精細之 LiDAR 數值地形模型活動斷層構造線形位置分析、活動構造地形判釋，並進行條帶地質圖之編修及建置工作；各活動斷層所在之分析區域，詳如圖 2-5 所示，並簡述如下：

新化斷層：本斷層主呈東北東走向，長度約 5 公里，主呈右移形式。本斷層於 1946 發生錯動，造成規模 6.3 之地震，記錄之位移量為右移量 2.0 公尺，傾向移動 0.76 公尺，斜移量 2.14 公尺，東南側為降側(張麗旭等，1947)。李錫堤等人(2000)於槽溝開挖中，指出本斷層為一走向滑移之斷層，伴隨形成花狀構造，另於槽溝內找出四層古土壤面，指示可能有四次古地震事件。跨斷層剖面的速度場變化分析結果顯示，1999-2006 年間，新化斷層呈右移為主兼具壓縮形式(饒瑞鈞等，2006)。本區域內多處植生茂盛，故透過 LiDAR 資料之運用，當可呈現較完整之地表線跡及 1946 年之地表破裂線位置。

後甲里斷層：本構造線形位於台南台地東緣，長度約 12 公里。林朝棨(1957)首先指出台地東緣有一直線狀崖，且其地層向東傾斜 15-30 度，故推測為一高角度正斷層。大部分學者推估斷層面向東傾，為一高角度逆斷層(Hsieh, 1972；陳于高,1993；郭炫佑,1999)，然亦有部分的學者認為屬一為斷面傾向西的逆斷層(Sun, 1964；李錫堤, 2002)；因地表無斷層出露，尚未有定論。近期以來，Fruneau 等人(2001) 利用合成孔徑雷達差分干涉測量法，測量台南台地在 1996 至 1998 年間的地表變位量，發現本區附近呈抬昇。饒瑞鈞(2003)亦從 1999 至 2003 年間之 GPS 與精密水準測量資料求得台地近期的抬升速率為 11 mm/yr，指出本區之活動性。

左鎮斷層：本構造線形位於台南縣新莊至三角潭之間，長度約 11 公里。本斷層最早由衛星影像辨認出線形，因此研判斷層存在之可能性(Wang, 1976)，饒瑞鈞等(2006)的跨斷層剖面速度場變化分析結果顯示，1999-2006 年間左鎮斷層的運動為逆移兼具右移分量。但野外指出之斷層或斷層之擾動帶不甚清晰，且野外地層岩性分辨不易，故斷層之活動性仍存疑；透過 LiDAR 精細之地表特徵，相信更能清楚指出斷層之性質及活動性。

小崗山斷層：本斷層呈北北東走向，北起阿蓮南蓮村南至燕巢瓊林村，全長約 6.5 公里。孫習之(Sun, 1964)依據航照判釋，推論本構造線為一逆斷層。沈淑敏等人(2006)亦從航照判釋，指出六段線形小崖。由地下鑽探結果顯示，小崗山斷層可能屬於盲斷層(林啟文等，2010；

陳文山等，2010)，因斷層尚未出露至地表，故斷層特性尚未有定論。

旗山斷層：本斷層北起杉林、甲仙、向西南經旗山，以至燕巢，長約 46 公里。為一斷層面向東傾之逆斷層，並帶左移分量。其中，由西南段地表線形特徵較清楚，且野外露頭指出，主斷層帶為一寬度約 10 公尺之斷層泥及破碎岩所組成，且在上盤破碎帶甚寬，並伴隨分支斷層；斷層擦痕及剪動顯示該斷層為一逆衝左移斷層；近來大地測量結果顯示本區附近壓縮量達 10 mm/yr 以上，指示本區之活躍性。

潮州斷層：本斷層位於中央山脈及屏東平原交界帶，呈南北走向，長度超過 75 公里，為一逆衝、並具左移分量斷層。石再添(1984)由航照及地形判釋指出一系列地形反斜崖，另陳文山等人(2004b)由線狀崖彎曲度及板岩分佈，研判斷層所在位置位於西側之線狀崖，而非石再添等人所指示之東側線形崖。斷層北段因階地或沖積扇所掩蓋，推論為盲斷層形式，南段則造成沖積層之撓曲，推論晚近可能有活動過之跡象。

木屐寮斷層：本斷層由孫習之(Sun, 1970)利用航照判釋發現，線形呈北北東走向，延伸約 7 公里，具有斷層小崖、三角切面等地形特徵。楊貴三(1986)由地形特徵亦推測斷層存在的可能。沈淑敏等人(2006)指出本斷層線形因位於平原及丘陵交界處，地形落差大。唯斷層可能因未出露至地表，相關論證尚存爭論。

六甲斷層：本斷層位於台南東山至六甲附近的山麓，呈北北東走向，長度約 13 公里(石再添等，1986)。六甲線形的位置恰位於丘陵區與平原地區相接之處，在地形上落差相當大，且岩層位態和構造走向一致，因此無論在地形圖上或航空照片上均呈現出相當明顯的地形線形。林啟文等(2000)指出本斷層可能是沿著向斜軸部發育的逆移斷層，斷層可能尚未穿出地表；另楊志成等(2005)則推論斷層在地下淺部可能截切全新世地層。饒瑞鈞等(2006)亦由大地測量結果，指出六甲斷層上下盤有明顯的壓縮量，並兼具右移分量。然而因缺乏地表的地層錯動證據，斷層之存在及活動性仍存爭議。

九芎坑斷層：本斷層北起古坑、南至嘉義縣竹崎，全長約 16 公里。野外露頭指示斷層面呈北北東走向，傾向東約 30~35 度，斷層擦痕指出呈逆衝、並具有右移的分量(林慶偉等人，1999；許晉耀，2003)。河流剖面分析及近期之大地測量結果，指示了此一構造具相當之活動性(陳柔妃，1999；饒瑞鈞等，2006； Yang et al.,)。

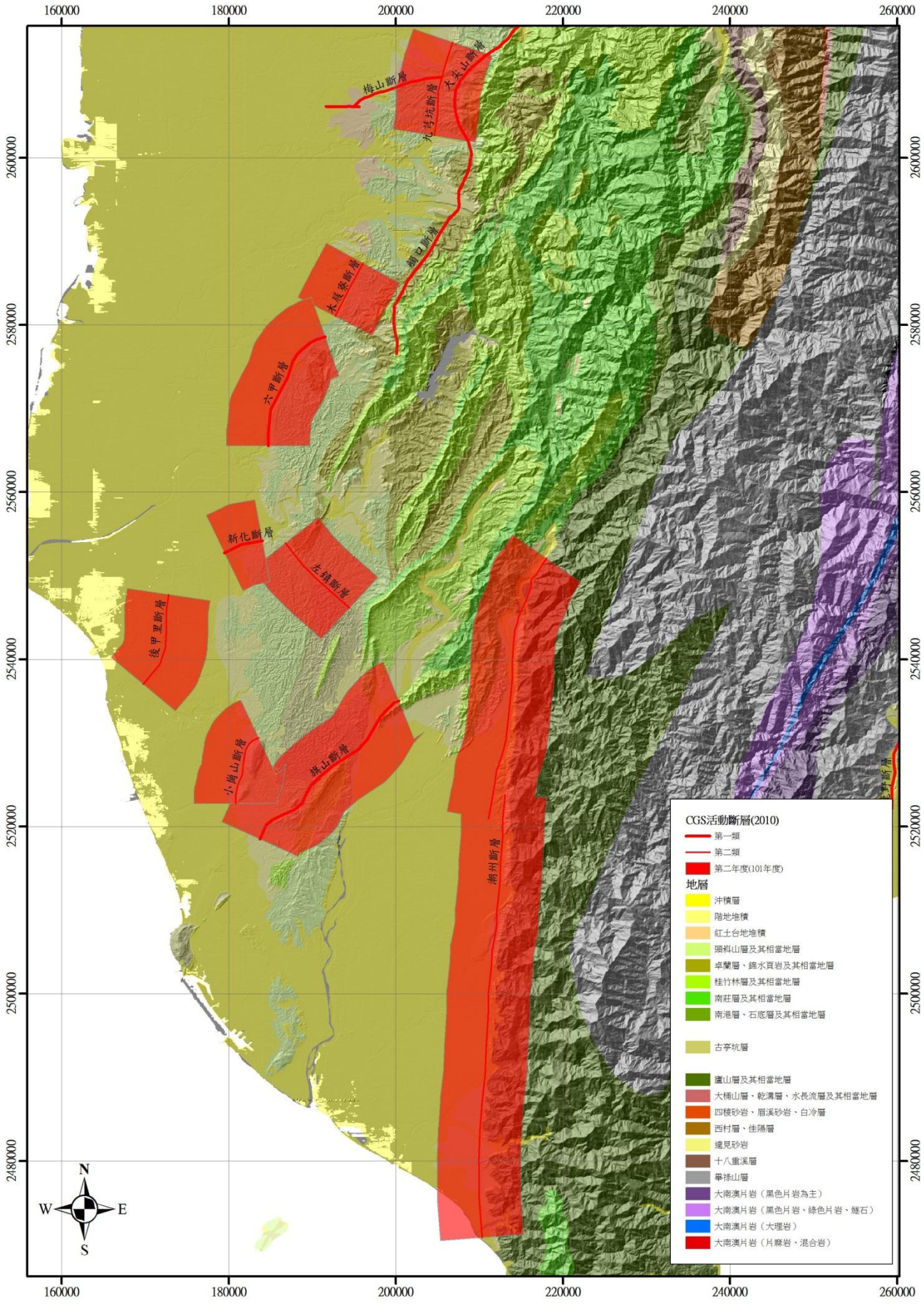


圖 2-5 101 年度 LiDAR 資料之活動斷層分析區域及地質圖

2-2-3 民國 102 年度計畫：LiDAR 數值地形模型於台灣中南部活動斷層地表線形調查及資料庫建置

民國 102 年度之活動斷層分析，將運用八八水災後已建置之 LiDAR 數值地形模型資料庫，進行台灣中部區域的活動斷層調查工作，預計包含車籠埔、梅山、大尖山、觸口、三義、大甲、鐵砧山、屯子腳及彰化等九條活動斷層的精細構造地形分析及地質圖資料庫之建置工作。針對活動斷層所在位置外擴斷層線形位置兩側各 5 公里範圍，忽略局部小區域內 LiDAR 數值地形模型資料尚有缺乏部份，其研究區域總面積約 2301 平方公里，研究區域主位於台灣中部之丘陵地帶及中央山脈西緣附近。本計畫將進行精細之 LiDAR 數值地形模型活動斷層構造線形位置分析、活動構造地形判釋，並進行條帶地質圖之編修及建置工作；各詳細活動斷層分析區域，詳如圖 2-6 所示。

車籠埔斷層：本斷層造成了 1999 年 9 月 21 日芮氏地震規模 7.3 的集集大地震，形成北起內灣雙崎，南至南投桶頭，延伸百餘公里之地表破裂，事後地質界投入了大量的人力，進行活動斷層的研究工作。本斷層為一逆衝斷層(Chang, 1971)。近來由槽溝開挖的古地震研究結果指出車籠埔斷層七次地震事件中，地震再現周期為 200-1200 年(陳文山等人，2006a)。透過大量人、物力的投入，本斷層幾可為台灣地區研究最為透徹之斷層，透過本計畫針對 LiDAR 資料的檢核，對比其他大量資料，可提供 LiDAR 資料於活動斷層分析之依據。

梅山斷層：本地震斷層造成 1906 年，規模為 7.1 的梅山地震。大森房吉(Omori, 1907a, b)曾對此斷層的位置及活動形式作初步的描述。然而，因自然及人為活動等因素影響下，僅保留了局部之斷層地表特徵，斷層露頭已不易於野外觀察到。透過航照判釋(黃明哲等，1985；董德輝，1987；黃鑑水等，1994)及地球物理等間接方法來推估斷層位置(石瑞銓等，1998；石瑞銓等，2002)。但震測資料並未顯示重要斷層訊息(石瑞銓等，1998)。野外調查顯示梅山斷層是呈寬約數百公尺至 2 公里的斷層擾動帶，此範圍內有許多平行的構造崖與線形(陳文山等，2006b)。

大尖山斷層：本斷層可分為兩段：北段北起竹山、南至樟湖山，大致呈北北東走向，北側似和車籠埔斷層相接，為逆移斷層兼具右移性質，且在 1999 年集集地震時有活動(林啟文等，2002)；南段北起樟湖山、南至竹崎，南側與觸口斷層連接，全長約 25 公里。近來由地殼變形的監測結果，大尖山斷層兩側仍有明顯的速度場變化(饒瑞鈞等，2006)。

觸口斷層：本斷層呈北北東走向，北起嘉義竹崎、經番路鄉觸口村、至台南縣白河鎮關嶺里，本斷層南端再於關子嶺附近與崙後斷層相接，斷層線形之地形特徵明顯。另近年來之宇宙核素定年結果顯示了八掌溪之地形抬昇速率，亦相應指出了本構造之活動性。根據地殼變形監測結果，觸口斷層兩側有顯著的位移變化量。近期的大地測量結果顯示，斷層兩側的水平速度差異大，但仍呈現明顯水平壓縮作用，不排除活動性之可能(饒瑞鈞等，2006)。

三義斷層：本斷層由苗栗大窩附近往西，至三義，轉呈南北向，過大安溪，經鯉魚口、

至后里東邊附近為止，全長約 20 公里，基本上屬逆衝斷層。張瑞津等人(1998)及沈淑敏等(2005)指出局部區域地形呈構造壓力脊及引曳崖構造；此外，太田陽子等(Ota et. al., 2006)亦依階地變形的地形證據，認為本構造線上銅鑼斷層及東銅鑼斷層的存在。最近在大安溪南岸的調查結果顯示，三義斷層截切低位河階面，斷層可能在全新世有活動現象。

大甲斷層：本斷層位於大甲地區、后里台地西緣，呈東北－西南走向，全長約 6.5 公里，屬一逆衝斷層(Ku, 1963)。徐鐵良與張憲卿(Hsu and Chang, 1979)認為大甲斷層為一逆斷層，頭嵙山層由東南側向西逆衝而與沖積層接觸。由變形的階地群與構造崖亦顯示本斷層為活動斷層(Chen et al., 2007)。地調所委託工研院於鐵砧山剖面進行測線，其推測大甲斷層上盤地層形成斷層彎曲褶皺（fault-bend folds）之型態，斷層面向東傾 45 度，在深度約 500 公尺下轉為水平向層間滑動。本斷層似可穿過大甲溪而與清水斷層相接。

清水斷層：本斷層，東北起清水菁埔，經清水、沙鹿、龍井，以至大肚，沿大肚台地西緣，由北而南，全長約 18.5 公里，呈北北東走向(林朝棨，1957；楊貴三，1986)。大甲斷層的前緣可能接近地表，或由新期沖積層所掩覆。清水斷層由於僅具斷層地形特徵，野外未發現斷層證據，可能為一向東傾斜的盲斷層。大地測量結果顯示，斷層在近期仍以壓縮作用的逆移形式為主。本斷層於地調所 2010 年版之活動斷層分布圖及說明書內，因線形位置及特徵和大甲斷層一致，已併入大甲斷層。

鐵砧山斷層：本斷層北起鐵砧山，經大甲東、內水尾山，可能穿過大甲溪往南，續經海風庄，沿海風產業道路，以至鹿峰，呈北北東走向，全長約 12.5 公里，為一逆衝斷層(Sun, 1965)，本斷層亦稱為大甲東斷層(林朝棨，1957)。本斷層往南延伸可能入清水斷層，或為清水斷層的分支斷層。近來地球物理探勘中未見鐵砧山斷層錯動岩層證據，因此斷層存在與否，尚待進一步研究。

屯子腳斷層：本斷層為一地震斷層，東北起泰安、經后里、穿大甲溪，再穿清泉崗機場，至鹿寮，呈東北東走向，為一右移斷層(大江二郎，1936；大塚彌之助，1936)。本斷層於 1935 年 4 月 21 日，規模 7.1 的台中－新竹大地震中造成了地表破裂；近來地球物理探勘結果指出斷層帶的寬度約數百公尺，並呈壓縮型棕櫚樹形花狀構造(董倫道等，2005)。

彰化斷層：本斷層北起彰化、經花壇、員林東側、大庄，以至二水，全長約 31 公里，約呈北北東轉南北走向，全線沿八卦台地西緣發育，為一逆衝斷層(林朝棨，1957)。石再添與楊貴三(1985)依地形特徵將「彰化斷層」分為三段，各區段表現出不同類型的地形差異，可能反應各區段不同的活動特性。由航照判釋，沿斷層可見數十個三角切面(沈淑敏等，2005)。基本上斷層僅見地形特徵，地表未見直接地質證據，依地球物理及淺層震測結果，推測本斷層應為一逆衝的盲斷層，斷層面向東傾。另本斷層就線形及地層分佈位置來看，或可與北方之清水斷層連接，若如此，則斷層長度更長，可能伴隨之發震時之地震規模及影響範圍將越大。

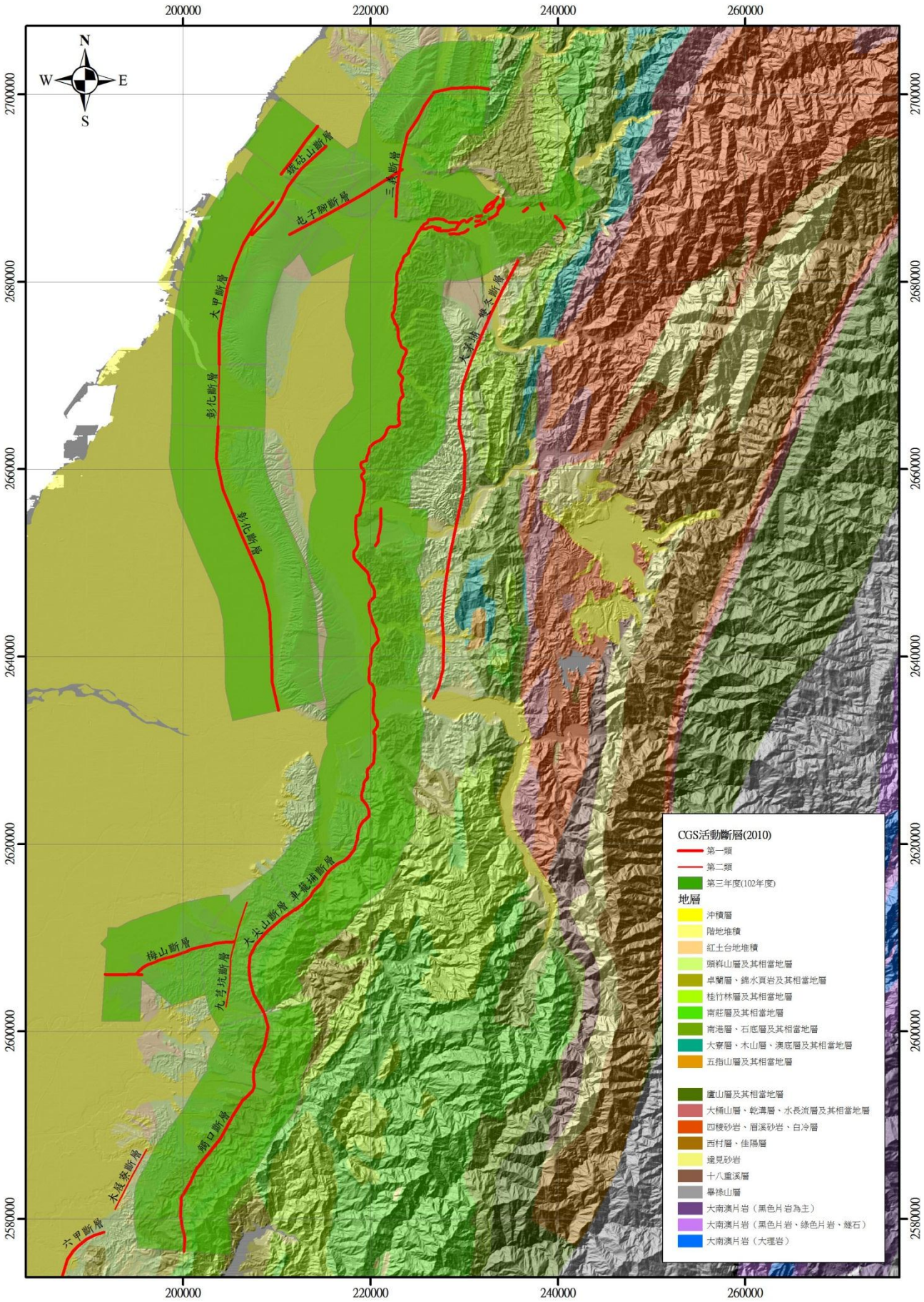


圖 2-6 102 年度 LiDAR 資料之活動斷層分析區域及地質圖

2-2-4 民國 103 年度計畫：LiDAR 數值地形模型於台灣中部、東部及中北部活動斷層地表線形調查及資料庫建置

民國 103 年度之活動斷層分析，將運用八八水災後已建置之 LiDAR 數值地形模型資料庫，進行依據擬將建置完成之台灣中部及東部區域八八水災後 LiDAR 數值地形模型資料庫，以及另外擬將建置之海岸山脈北段花蓮地區之 LiDAR 數值地形模型資料庫，進則進行中部地區及東部花蓮地區及南部恆春等地區的活動斷層調查工作，預計包含大茅埔－雙冬、恆春、米崙、嶺頂及奇美等五條活動斷層的精細構造地形分析及地質圖資料庫之建置工作，針對活動斷層所在位置外擴斷層線形位置兩側各 5 公里之範圍，其研究區域總面積約 1295 平方公里。

此外，因湖口、新竹、新城及獅潭等四條活動斷層附近區域尚無 LiDAR 資料，若於計畫結束前已掃描取得本區之高精度 LiDAR 地形資訊，預計亦將本四條斷層納入本年度之工作內容內。此四條活動斷層附近雖尚無 LiDAR 資料，其研究區域總面積約 521 平方公里。本計畫將進行精細之 LiDAR 數值地形模型活動斷層構造線形位置分析、活動構造地形判釋，並進行條帶地質圖之編修及建置工作；各詳細活動斷層分析區域，詳如圖 2-7 所示，各斷層簡述如下：

大茅埔－雙冬斷層：本斷層北起雙崎，往西南延伸，經東勢南方之大茅埔、田寮、赤崁頭、石灼巷、雙冬、下水寮、哮貓，再至集集附近，全段幾呈南北走向，全長約 48 公里，為一逆衝斷層。以大甲溪為界分為兩段(大江二郎，1936；何春蓀，1959)：北段稱為大茅埔斷層，呈北東走向，由台中縣卓蘭鎮雙崎，向西南延伸至東勢鎮慶東里(大茅埔)；南段稱為雙冬斷層，呈北東走向，由大甲溪南岸新社鄉新六村向南延伸至南投縣雙冬。本斷層兩側岩層岩性及位態明顯不同，並可見數處斷層露頭及斷層線鞍部，為明顯存在的斷層，此外九二一集集地震亦引致地表破裂現象(黃鑑水及陳勉銘，2000)，在地震後也有明顯的抬升現象(饒瑞鈞等，2006)，顯示本斷層之活動潛能。

恆春斷層：本斷層，北從屏東車城海口港，經保力、恆春，至南灣，呈北北西走向，全長約 15 公里，為一逆衝斷層(詹新甫，1974)。前人利用珊瑚或灘相沈積之化石來計算地殼垂直變動速率，並利用碳十四定年法及海階相對海水面之高度推估上升速率，顯示在全新世後期恆春斷層兩側都在上升，因而認為恆春斷層仍十分活躍。但由近期的大地測量資料顯示，恆春斷層兩側位移量並未有明顯差異(陳建良等，2005)；因地表未直接找到恆春斷層露頭，故其斷層性質尚待研究。

米崙斷層：本斷層北起七星潭，經花蓮機場東緣、美崙山西緣，再往南因花蓮地區的人為開發而不明，斷層約呈南北走向，為一左移兼具逆衝斷層(Hsu, 1956)。本斷層又稱花蓮斷層(林朝棨，1962)或美崙斷層(楊貴三，1986)；斷層可能包括民意斷層(楊貴三，1986)與北埔地區的斷層等分支斷層。局部之斷層露頭尚可於七星潭海邊見到。另 1951 年發生於縱谷

內的花蓮－台東地震序列中，本地震斷層亦造成了地表破裂，指示了本斷層的高活動性。

嶺頂斷層：本斷層沿海岸山脈西緣由北而南，北起花蓮大橋、經月眉、朝保、米棧，至鳳林東方之山興，呈北北東走向，總長約 30 公里，可能為一斷面向西傾、兼具左移分量之逆衝斷層(游明聖，1997)。本斷層可分四段，包含所謂之月眉斷層(石再添等，1983)、大坪斷層(石再添等，1983)、米棧斷層(石再添等，1983)與山興斷層(York, 1976)等四條分支斷層，是一些斷續存在的地形崖與一些小斷層的總稱(石再添等，1983)。近來淺層震測資料，地電探層，大地測量等資料，推測月眉斷層的主斷層應位在花蓮溪之中，因此無法精確地指出斷層位置。

奇美斷層：就海岸山脈島弧系統中岩性及構造的分野來看，是一個主要的斷層，同時也是少數橫越整個海岸山脈的斷層(陳文山與王源，1996)。該斷層為一具左移分量的逆斷層，但其特性，如滑移總量、分量與位態等並未清楚報導於文獻之中。Chen et al. (1991)分析豐濱的一個斷層露頭(可能為奇美斷層的一個分支小斷層)，推測此斷層於近五千年來仍有活動。奇美附近秀姑巒溪北岸的階地變動與稜線錯移可能是奇美斷層的影響(張瑞津等，1992；羅偉與楊昭男，2004)。近期的 GPS 等大地測量顯示縱谷兩側其相對之位移為每年數公釐，然而縱谷北段之活動量稍弱於南段(Yu et al., 1997; Yu and Kuo, 2001)，是否暗示縱谷北段之斷層特性與南段不同則有待進一步商榷。

湖口斷層：本斷層東起桃園縣埔心附近，經楊梅、長安，至新竹縣老湖口，呈東北東－西南西走向，長約 21 公里。本斷層主要特徵為地形上呈現一系列向北傾斜的線形崖，向兩端，線形漸不明顯。湖口斷層首先由花井重次(1930)所命名，石再添等(1983)，楊貴三(1986)及孫林耀明(1982)推論本斷層為一逆移斷層，並認為湖口斷層及楊梅北斷層之活動具有累積性。陳建汝(2003)由構造階地的階數及前緣斷層崖坡上肩狀面分布的分析，推斷湖口斷層可能至少有過七次變位活動。王昱(2003)根據在桃園面上的地形實測顯示，湖口背斜在最近三萬年之中似仍有持續的活動。由於皆為地形的證據，有待其他證據輔證以得到斷層的再現週期。近年來 GPS 及精密水準測量的結果，未見斷層明顯的活動跡象(饒瑞鈞等，2006)。

新竹斷層：本斷層位於竹東丘陵的北緣，斷層東起新竹市赤土崎，經新竹市南緣，三姓橋，再往西延伸至新竹市區西南方的美山村附近，線形呈東北東至東西走向，全長約 9 公里(石再添等，1985)。本斷層之構造地形特徵明顯，但仍缺地表出露之證據。在地形上，竹東丘陵的北緣可見有一明顯呈東北東走向的線形，線形位於平原和丘陵的接壤處。古兆禎(Ku, 1963)在新竹市東南方階地上標示一小段存疑的斷層，湯振輝(Tang, 1968)由航照判釋推測新竹斷層是一後退之斷層崖，楊貴三(1986)辨認出頭前溪、客雅溪及三姓公溪的階地上有斷層小崖，斷層東側的十八尖山似因推擠而成的壓力脊；綜合上論，可見本斷層特性仍存不小爭議。近年來地質鑽探結果指示本斷層截斷晚更新世地層，造成淺部岩層高角度傾斜，但微震及大地測量之結果仍不顯著。

新城斷層：本斷層為一逆移斷層，依所在之地層及位置，可分為東西兩段，東段東起關西鎮附近，西至頭前溪邊芎林北方上山村附近，呈東西走向，全段長約 12 公里；西段東起頭前溪南側之員山里附近，經新竹科學園區、寶山、新城，向西南延伸至頭份東北方的頂埔里，主呈東北－西南走向，全長約 16 公里；兩段合計長約 28 公里(Tang, 1968)；石再添等(1985)認為新城斷層為切過數段階面，且越舊地形面其間崖的高差越大；李元希等(2002)的資料顯示斷層錯動頭前溪南岸河階面。詹瑜璋等(Chan et al., 2007)由 LiDAR 地形資料辨識本斷層錯移三個河階面與一條曲流。前人於野外露頭亦發現許多斷層露頭(黃鑑水等，1984；盧詩丁等，2000，以及陳文山等，2002)，指出了斷層局部區域之位置所在及斷層特性。近年來斷層槽溝開挖指出了本斷層之活動性(陳文山等，2003b)。大地變形量測結果則指示本斷層可能呈現鎖定狀態(饒瑞鈞等，2006)。

獅潭斷層：本斷層北起苗栗百壽(紙湖)附近，向西南延伸，經獅潭東側、食水坑、大窩東側，至汶水溪上坪附近，全長約 12 公里(大江二郎，1936)，斷層主呈北北東走向，為一逆移斷層。大塚彌之助(1936)調查 1935 年新竹－台中地震之地表破裂線跡，指出斷層上下盤均為上福基砂岩，斷層面向西傾斜 72-85 度，並延長約 15 公里，最大落差 3 公尺，無明顯的水平位移，並稱之為紙湖地震斷層。學者專家陸續利用不同的方式對獅潭斷層進行調查，其結果顯示該斷層的位置大體上一致，唯其斷層長度差異較大，介於 12-21 公里之間。另根據 1935 年之斷層滑距對比現今之地表特徵來看，指示本斷層可能有多次活動紀綠，另由近期之大地測量結果顯示本斷層可能呈現逆移、並具右移分量(饒瑞鈞等，2006)。

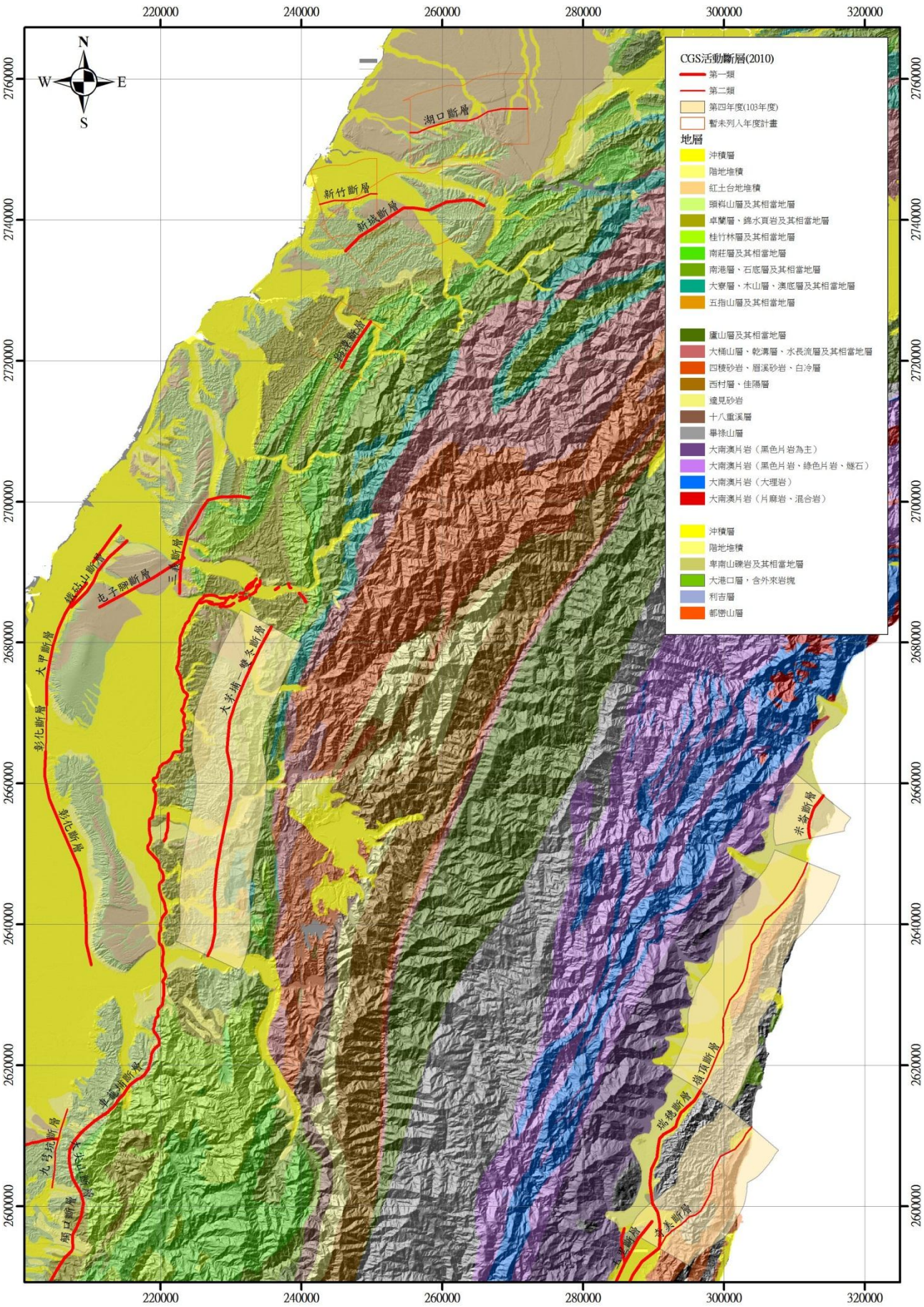


圖 2-7 103 年度 LiDAR 資料之活動斷層分析之局部區域及地質圖

2-2-5 本年度(民國 100 年)計畫工作內容及項目

因台灣地區至今仍只有局部區域進行了 LiDAR 資料掃描,故本計畫先以全台 5 公尺解析度之數值地形模型為基礎，進行台灣全島活動斷層普查，藉此提供本計畫後續年度以高精度 LiDAR 數值地形模型所進行相關資料分析之基礎。因此，民國 100 年度首先以台灣全島已有之全台 5 公尺解析度之數值地形模型為基礎；針對現有之 33 條活動斷層，分析斷層兩側各 5 公里寬之範圍內，其斷層線形及可能之活動構造地形，在此精度下之活動斷層調查工作，其總涵蓋面積範圍約 7102 平方公里。全島活動斷層分析區域及涵蓋範圍如圖 2-2 所示。

另外，再根據現存已建置完成之 LiDAR 資料庫，分析台灣北部之山腳斷層、東部之瑞穗斷層、玉里斷層、池上斷層、利吉斷層及鹿野斷層等六條活動斷層之精細地表構造線形特徵及資料庫建置工作。忽略各活動斷層是否均涵蓋於現有之 LiDAR 資料庫來看，以斷層線形所在位置兩側各外擴 5 公里之範圍內，本計畫年度中，針對精細之 LiDAR 數值地形模型活動斷層構造線形位置、活動構造地形分析及條帶地質圖之編修及建置等工作，研究區域總面積約 1559 平方公里，其中主要研究區域位於海岸山脈及花東縱谷之中南段部份。另依據目前具備之 LiDAR 資料之最高精度，本計畫亦將進行斷層沿線兩側各 500 公尺範圍內，三維地形紅青立體數值影像製作；針對各活動斷層所製作及呈現之三維地形紅青立體圖，其包括之區域如圖 2-8 所示。

基於台灣全島已有之全台 5 公尺解析度之數值地形模型進行台灣全島活動斷層初步之調查工作,另根據已建置之 LiDAR 資料庫為基礎,分析台灣北部山腳斷層、東部之瑞穗、玉里、池上、利吉及鹿野等活動斷層，進行精細構造地形分析及地質圖資料庫三維立體影像之建置工作。針對本計畫各工作項目列如下:

1. 五公尺解析度之數值地形模型資料初步判釋全島 33 條活動斷層線形位置、斷層線附近構造地形分析，並進行活動斷層線形位置數化。

2. 依據目前具備之 LiDAR 資料之最高精度，進行斷層沿線兩側各 500 公尺內，三維地形紅青立體數值影像呈現。

3. 依據目前具備之 LiDAR 資料，以比例尺五千分之一之數值地形圖為底圖，套合斷層兩側之相關精細地形單元，來繪製活動斷層沿線地表線形數值資料圖。

4. 以光達地形資料分析並數值化現有活動斷層位置、活動斷層伴生之構造、伴隨之地表變形範圍與程度，以修正中央地質調查所現有活動斷層條帶狀地質圖之斷層位置，並依據判釋後之斷層位置，編修條帶狀地質圖中活動斷層兩側各 500 公尺範圍內，因活動斷層線形位置編修後隨斷層線形修正後之相對應之地層邊界位置編修。

5. 依據 LiDAR 資料,進行活動斷層沿線附近二萬五千分之一局部編修後之條帶地質圖三維紅青立體數值影像圖製作。

6. 針對所彙整及分析資料，圖資均以 TWD 97TM 二度坐標系統為準，向量檔分別以 ESRI 之 shp 格式及 Google Earth 之 kmz（kml）格式進行資料記錄；影像檔則以 JPEG2000 格式（無失真壓縮，具 TWD97 TM 二度坐標系統定位），及轉為 Google Earth 之 kmz 檔進行記錄。針對室內判釋、野外查核等相關成果及圖資 metadata 等說明使用手冊。

7. 針對構造地形分析成果，對比前人地質、構造等文獻資料，比對兩者異同，針對構造地形判釋後、且已排除初步數值地形模型上人為因素所造成之影響後，線形所在位置仍相異的區域，一方面本計畫將試著指出數值地形模型上所呈現之構造地形特徵；另一方面，在局部較易到達且野外可能出露之區域，建議數個可能進行野外查核之查核地點。

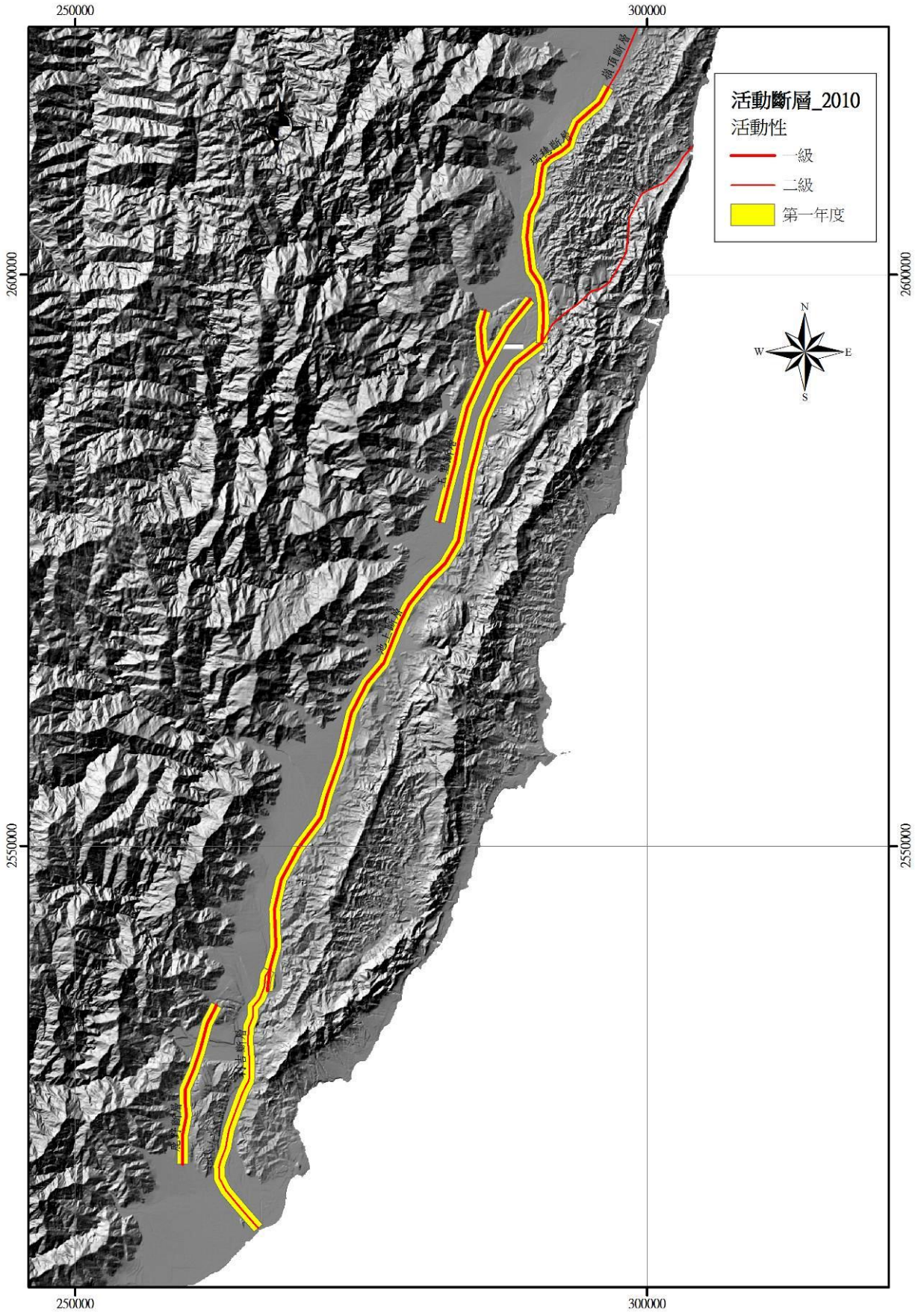


圖 2-8 民國 100 年度活動斷層附近三維地形紅青立體圖製作區域範圍(以東部區域為例)

2-3 預期成果及具體績效

本研究預期可以精確辨識活動斷層之構造地形特性、活動斷層地表線形位置，以及條帶地質圖中近斷層處之地層分布位置編修等相關資料。預期成果預計有：

1. 完成以五公尺解析度之數值地形模型全島活動斷層線形位置判釋、評估及斷層線形位置資料數化，以提供後續斷層活動地形地貌分析之參考。

2. 完成以光達地形資料分析及編修山腳斷層沿線地表線形位置、活動斷層線形位置數值化、鄰近區域條帶地質圖編修，以及二萬五千分之一條帶地質圖三維紅青立體影像建置。

3. 完成以光達地形資料分析及編修瑞穗斷層沿線地表線形位置、活動斷層線形位置數值化、鄰近區域條帶地質圖編修，以及二萬五千分之一條帶地質圖三維紅青立體影像建置。

4. 完成以光達地形資料分析及編修玉里斷層沿線地表線形位置、活動斷層線形位置數值化、鄰近區域條帶地質圖編修，以及二萬五千分之一條帶地質圖三維紅青立體影像建置。

5. 完成以光達地形資料分析及編修池上斷層沿線地表線形位置、活動斷層線形位置數值化、鄰近區域條帶地質圖編修，以及二萬五千分之一條帶地質圖三維紅青立體影像建置。

6. 完成以光達地形資料分析及編修利吉斷層沿線地表線形位置、活動斷層線形位置數值化、鄰近區域條帶地質圖編修，以及二萬五千分之一條帶地質圖三維紅青立體影像建置。

7. 針對構造地形判釋成果，在局部較易到達且野外可能出露之區域，建議數個可能進行野外查核及後續現地斷層研究之實施操作地點。

本計畫運用現有之空載光達掃描技術(LiDAR)所獲取的高解析度與高精度數值地形模型資料庫，分析台灣北部及東部局部區域之活動斷層高精度地理位置及斷層構造之活動性，以建立更完整之斷層沿線地形、地質特徵及活動斷層資料庫之建置工作。計畫具體績效有五項：(一) 基於雷射掃描數值高程模型資料庫，以構造地質學與構造地形學之研究經驗與方法，分析工作區域內之構造地形活動性，並適切討論相關地質災害之成因、影響範圍與程度；(二) 應用雷射掃描數值高程模型資料，調查繪製工作區域之構造地形線形特徵分佈圖；(三) 建置活動斷層及鄰近區域之條帶地質圖；(四) 運用三維影像技術，建立相關圖層之三維紅青立體影像圖，以方便後續其他工作的研判及分析；(五)建議可能進行野外查核及後續現地斷層研究之地點。藉由本研究所得之資訊，一方面可提供災害活動特性的了解，可建置防救災之參考；二方面因應未來地質法中針對活動斷層鄰近區域精細地理位置及地質資料建置；三方面更可提供政府未來長期相關土地使用規劃之參考。

2-4 交付項目

本研究預期將可以精確辨識活動斷層之構造地形特性、活動斷層地表線形位置，以及條帶地質圖中近斷層處之地層分布位置編修等相關資料。預期之交付之項目有：

(1) 以五公尺解析度全台數值地形模型資料初步判釋全島 33 條活動斷層線形結果中，斷層位置數值化資料。

(2) 山腳斷層附近構造地形特徵與斷層線形位置數值資料檔、地表線形位置及構造地形特徵圖、斷層沿線兩側各 500 公尺內三維地形紅青立體數值影像圖，以及斷層沿線條帶地質圖三維紅青立體數值影像圖。

(3) 瑞穗斷層附近構造地形特徵與斷層線形位置數值資料檔、地表線形位置及構造地形特徵圖、斷層沿線兩側各 500 公尺內三維地形紅青立體數值影像圖，以及斷層沿線條帶地質圖三維紅青立體數值影像圖。

(4) 玉里斷層附近構造地形特徵與斷層線形位置數值資料檔、地表線形位置及構造地形特徵圖、斷層沿線兩側各 500 公尺內三維地形紅青立體數值影像圖，以及斷層沿線條帶地質圖三維紅青立體數值影像圖。

(5) 池上斷層附近構造地形特徵與斷層線形位置數值資料檔、地表線形位置及構造地形特徵圖、斷層沿線兩側各 500 公尺內三維地形紅青立體數值影像圖，以及斷層沿線條帶地質圖三維紅青立體數值影像圖。

(6) 利吉斷層附近構造地形特徵與斷層線形位置數值資料檔、地表線形位置及構造地形特徵圖、斷層沿線兩側各 500 公尺內三維地形紅青立體數值影像圖，以及斷層沿線條帶地質圖三維紅青立體數值影像圖。

(7) 鹿野斷層附近構造地形特徵與斷層線形位置數值資料檔、地表線形位置及構造地形特徵圖、斷層沿線兩側各 500 公尺內三維地形紅青立體數值影像圖，以及斷層沿線條帶地質圖三維紅青立體數值影像圖。

(8) 正式成果報告書三十份。

(9) 正式成果報告書電子檔光碟片十份。

三、計畫執行方法及進行步驟

3-1 團隊組織

本工作由國立台北科技大學土木工程系暨土木與防災研究所執行，中央研究院地球科學研究所、國立台灣大學地質科學系、私立中國文化大學地質學系及國立台灣師範大學地球科學系等成員參與協助，人力工作分配組織圖，如圖 3-1 所示。



圖 3-1 本計畫之人力工作分配組織圖

3-2 分析方法架構

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，我們將收集相關參考文獻，以及地質圖、地形圖與航空照片，並購買各年度地質研究重點地區相關的衛星與航照影像。主要使用空載雷射掃描數值高程模型做構造地形等活動構造判識，並從這些相對應之衛星影像進行比較。

使用衛星影像與進行衛星影像正射處理的目的有二：一、衛星影像提供即時且較大面積區域，使辨識地表人為建物與自然面貌方便容易，二、經過正射處理的衛星影像，可以套疊於地理資訊系統中，使研究工作能夠配合其他資訊而順利地進展，最後也易於展示研究成果。在本計畫中，我們會使用這項已正射的地表高解析度圖資與高精度的數值高程模型，進行構造地形特性分析(Keller and Pinter, 1996; Burbank and Anderson, 2001)。

運用 LiDAR 資料庫中數值高程模型(Digital Elevation Model, 簡稱 DEM)及數值地表模型(Digital Surface Model, 簡稱 DSM)資訊，結合現有之地質圖，首先建立及整合斷層及斷層附近精細三維之地形、地質影像資料；依據活動構造地形及地貌上所呈現之活動地形及地形異常之特徵，為更清晰地分析研究地區的構造地形，我們將藉由已有之 2 公尺雷射掃描數值高程模型，利用 3D 影像處理來凸顯活動構造地形特徵，並直接於三維影像上研判構造線形所在之位置，並進行地形數值量化分析，在特殊情況下，並再依據 LiDAR 原始點雲資料 LAS 檔分析地面點雲資料，進行點雲及影像之融合處理，也生產更精細之 1m 及次米級解析度之數值地形模型，以供更精細之地形分析；三維地形紅青立體影像如圖 3-2 所示。

構造地形調查內容包括定性的地形特徵描述繪圖，例如，褶皺、斷層、地形線形、水系分布及異常、河階分布及其傾斜狀況，分析調查實例如圖 3-3 及圖 3-4 所示。另一方面，結合現有之地質圖資料庫，並同樣把現有之地質圖及活動斷層線形資料庫投影至三維之地形面上，以相互印證所判識之結果；三維地質地形紅青立體影像，如圖 3-5 所示。

此外，我們將參考前人相關研究後，選定數條截切過斷層之地形剖面，利用雷射掃描數值高程模型，配合使用 ArcGIS 地理資訊系統中之地形分析功能，辨識更詳細之微地形起伏面。在製作構造地形剖面圖階段，則將已知地質資料(構造與岩層之分布、位態以及相對應之層位資料等)轉繪至剖面圖上，以呈現各地形面之特性與地表地質相對應的關係。經由整合地質資料及構造地形分析結果，依據 LiDAR 資料呈現二維或三維立體影像，同時檢測及建置活動斷層附近之二萬五千分之一條帶狀地質圖及構造線形位置圖。

本計畫主要研究分析工作將於室內完成，但將視實際需要，進行野外地質查核工作，包括在野外檢驗室內所做的地形構造分析結果、野外勘查活動構造地形特徵、分析活動構造的地表變形等。這些工作經常運用到全測站、GPS-RTK 儀器、航照立體顯微鏡及相關設備等。最後，結合數位航空相片解析地面 10cm 精度及廣域之不同時期衛星影像，來檢核地面上地表作用的形式及地面特徵物變化。兩者相互配合及印證；同時不僅可以查核所判釋之活動斷

層之地表特徵，也可提供及建議地面上地表地質調查工作之進行及未來進行地面查核所在點之參考依據，並提供到達現地之方式及交通資訊。各細項之工作項目及工作方法、步驟詳如下列小節所述，研究之計畫流程如圖 3-6 所示。

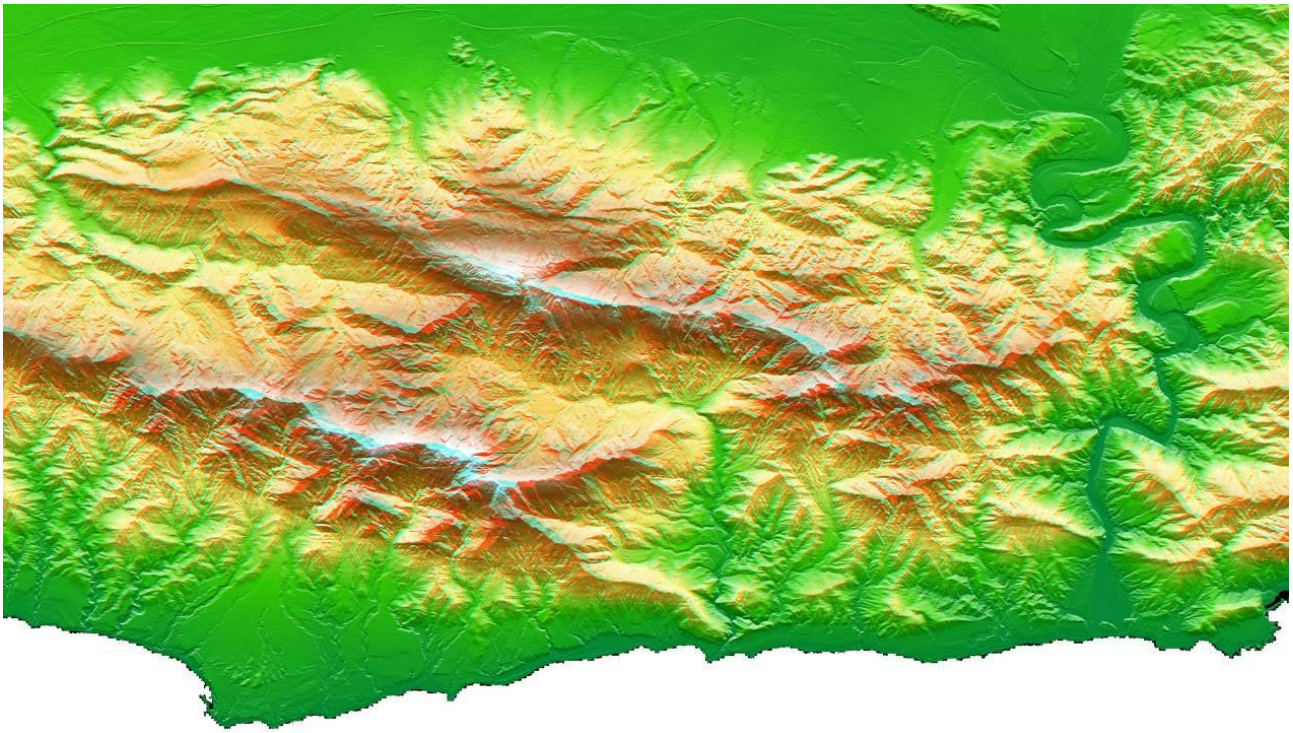


圖 3-2 三維 LiDAR 地形資料紅青立體影像實例

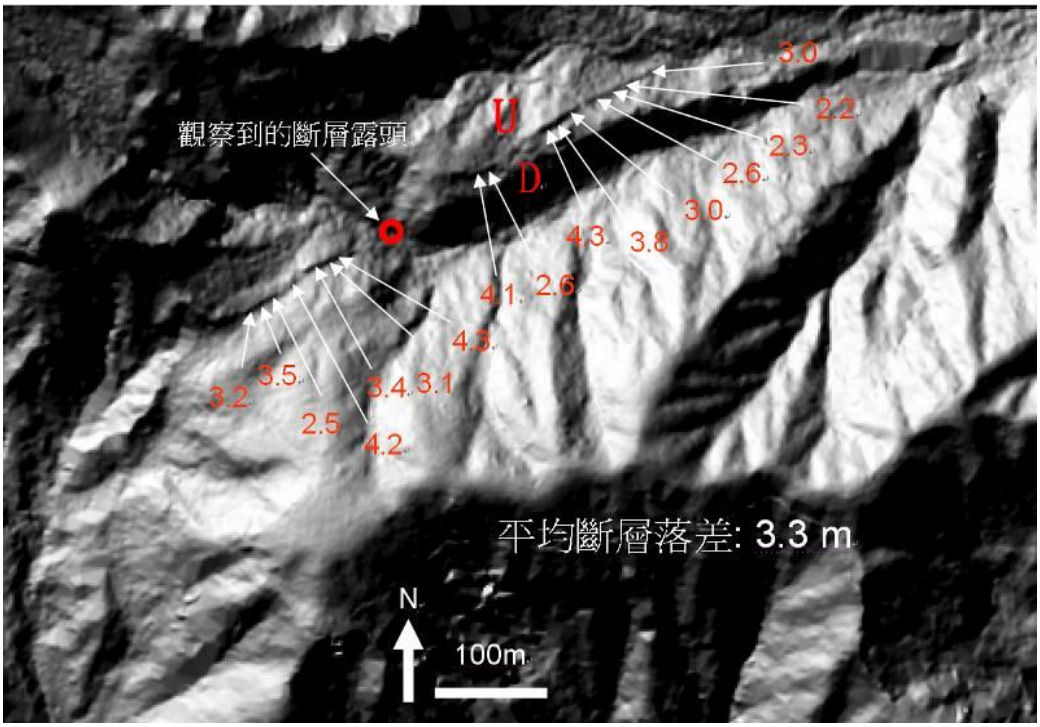


圖 3-3 應用 LiDAR DTM 判釋斷層線及斷層落差實例

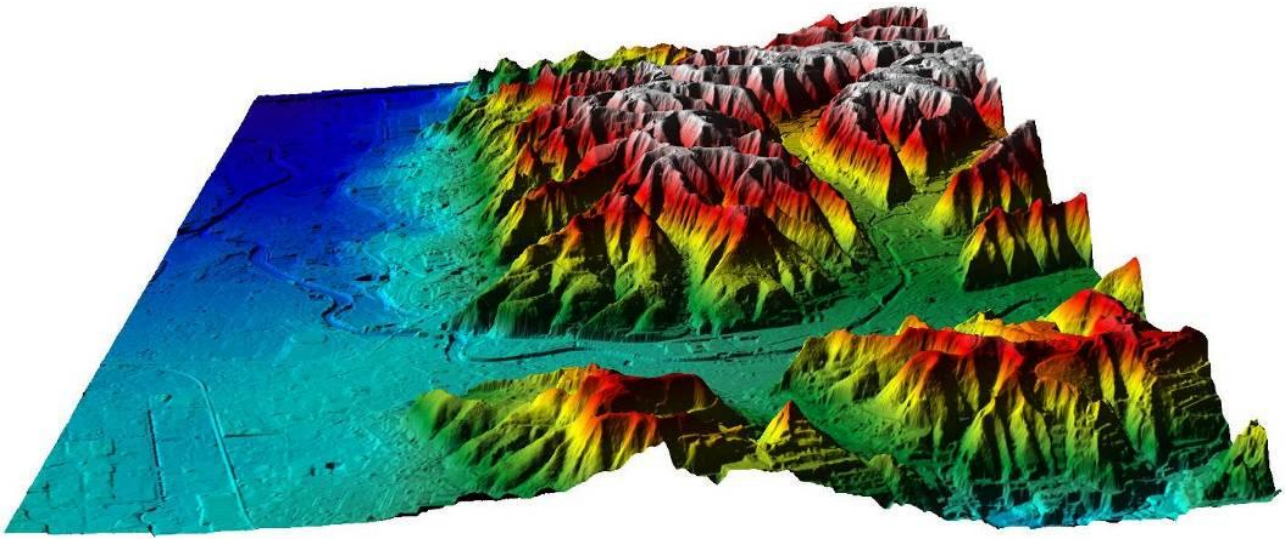


圖 3-4 應用 LiDAR DTM 以三維影像處理進行構造地形判釋

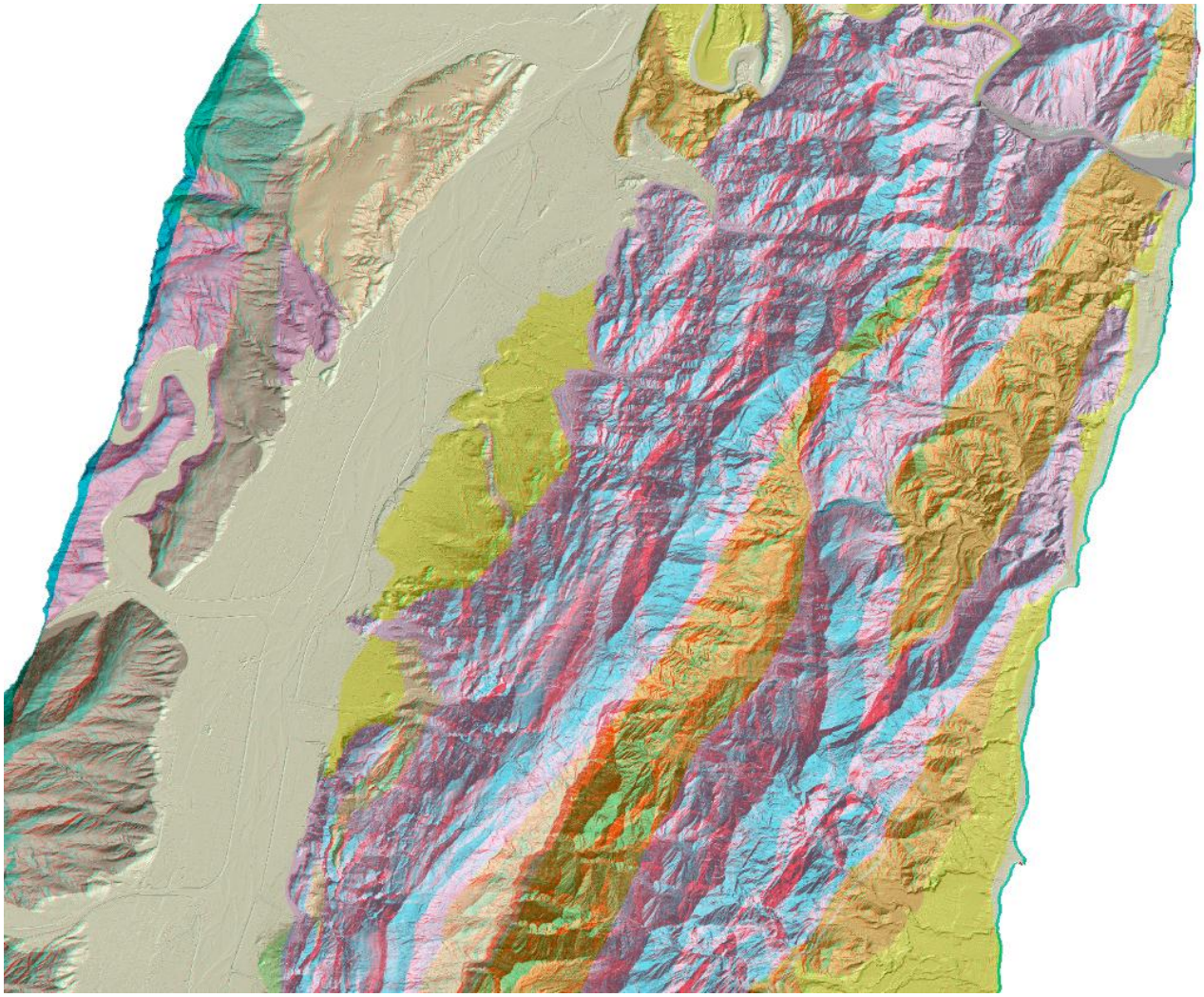


圖 3-5 三維地形資料及現有地質圖紅青立體影像實例

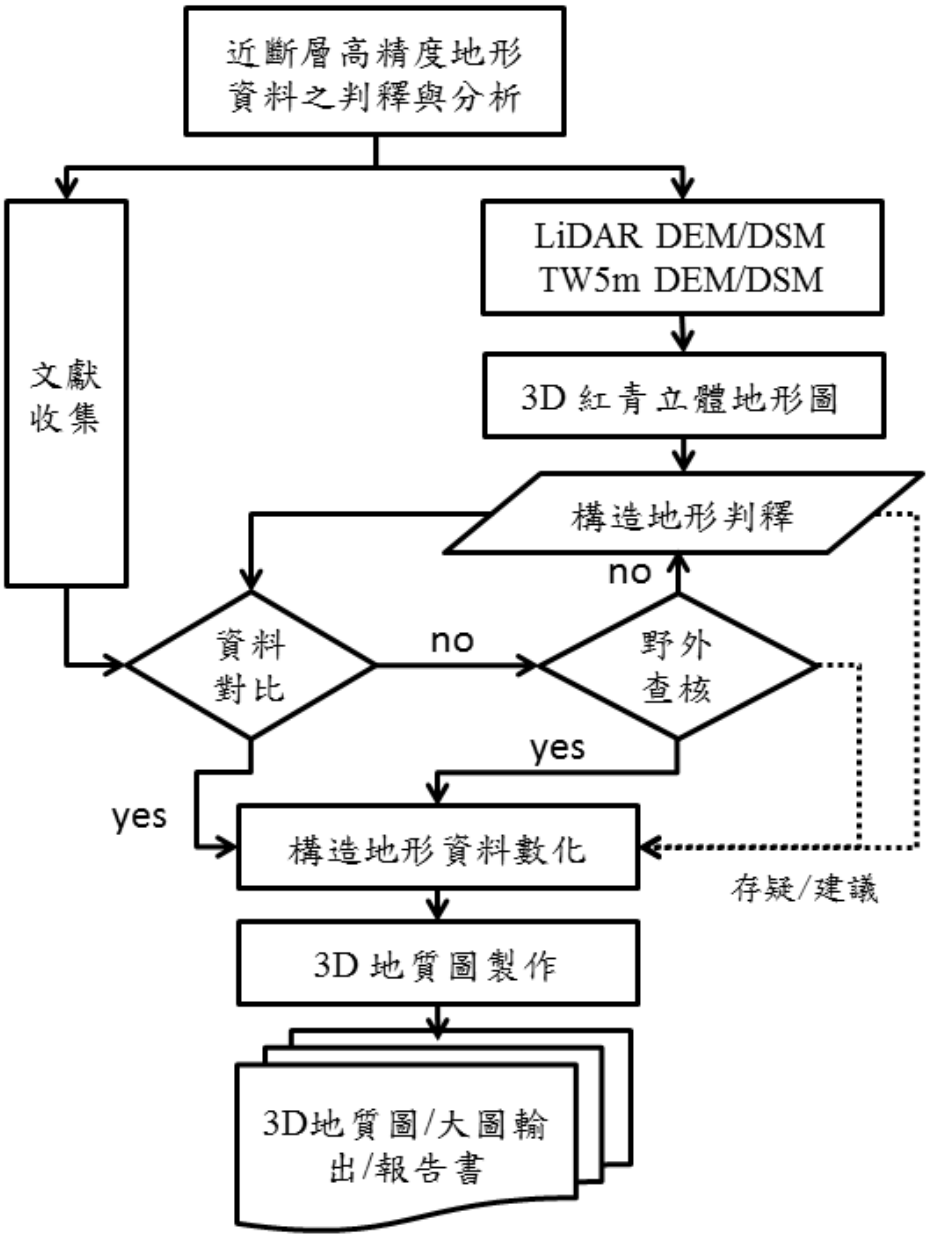


圖 3-6 研究計畫之計畫執行流程圖

3-3 三維影像製作及呈現

隨著電腦科技的日新月異，各學門的發展也獲得長足進步。在地質科學領域，尤其是地形學及構造地形學，因數值地形模型的運用而急劇躍進。就影像的辨識與運用，單一張傳統能解析地面特徵，然而立體影像因供地形上高程視覺，更能突顯地質、地形資訊。就現在技術來說，雖然已有不少方法可以提供立體視覺；但考量多人同時使用，自然的視覺、成本、所需儀器設備，以及製程等等因素後，紅青立體像對(anaglyph image)，無疑地將是最好的方法，也最被廣泛使用。

紅青立體像對：是由一對特製的單色圖像通過不同的顏色通道（通常是紅和青、或紅和綠）混合而成。觀察者通常需要佩戴立體眼鏡。這種立體眼鏡的鏡片是兩塊濾光片，濾光片的類型由圖像決定。比如觀察一幅通過紅色和青色通道混合的圖像，觀察者需要佩戴帶有紅色濾光片和青色濾光片的立體眼鏡，紅色濾光片使一隻眼睛只能看到圖像上的紅色部分，而青色濾光片則使另一隻眼睛只能看到圖像上的青色部分，從而模擬了觀察者觀察立體景物時的雙眼立體視覺的情況，形成空間中的立體視覺。

本計畫針對所要分析之研究區域，運用紅青立體影像技術，首先建立一立體投影中，某一特殊觀察位置、距離及角度，製作單一彩色影像（如圖 3-7a 所示），之後再於保持同一位態及距離，但從另一角度，同樣再建立另一張彩色影像（如圖 3-7b 所示）；此兩張影像，從一張取出紅色段影像，再以影像融合方式取代另一張影像上的紅色段之圖像，即建立成一紅青立體影像（如圖 3-7c 所示），以供後續之構造地形分析時，加速人工判讀異常地形之區域，並數化構造之線形。另外於最後成果呈現及成果繳交時，亦以相同之技術來展現研究之成果，以利後續其他分析之應用。

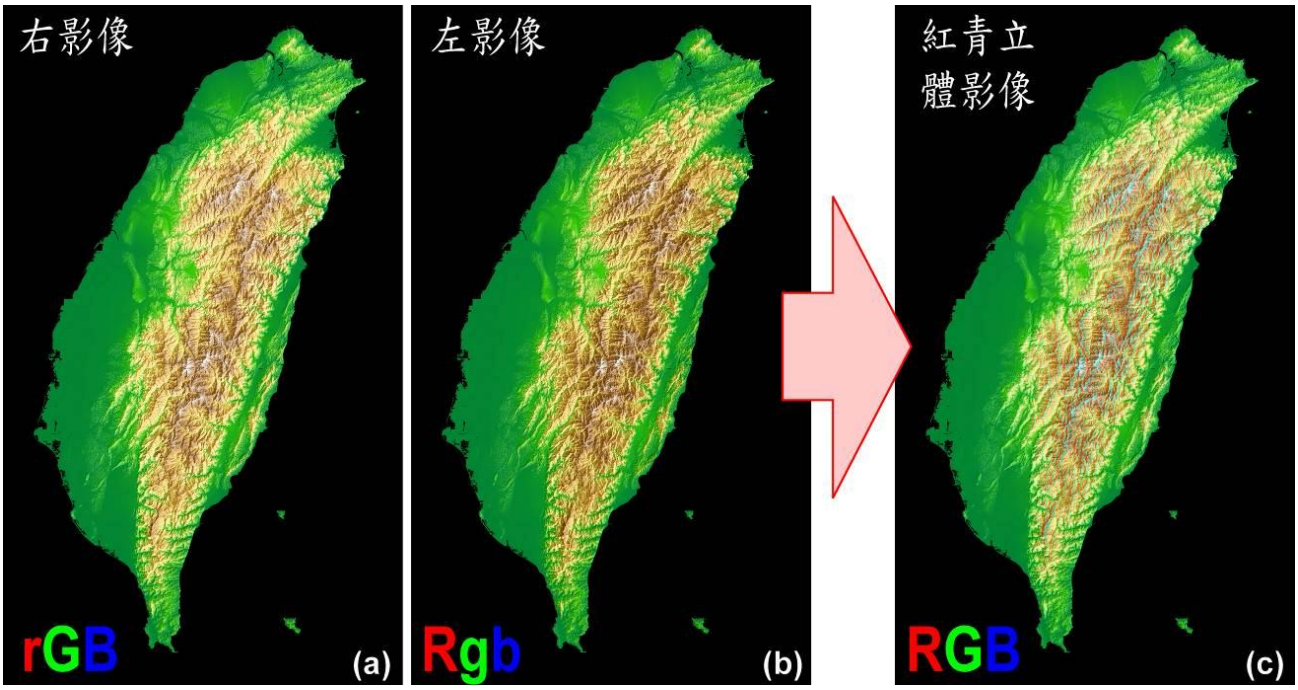


圖 3-7 紅青立體影像製造流程示意及成果圖例

3-4 構造地形分析

地形地貌因受到地表作用的影響，常保持其曲面平滑的特徵，但當此地形受到斷層等構造作用的擾動後，原平順之地形曲面將被錯斷或撓曲；因此，透過地形分析常能揭示地質構造之活動性。構造活動造成地面斷裂、錯移或撓曲，藉由已知的構造活動及構造的空間分佈，

觀察其作用對地表地貌所造成的影響; 因此，從異常的地表形態特徵、地形變位、地形指標等可以來推斷活動構造的所在位置、性質和活動性的確實度。

本研究運用地表高解析度圖資與 LiDAR 高精度的數值高程模型來進行的活動構造地形判釋，主要觀察的地形特徵包括：構造線形(lineament)、構造崖(tectonic scarp)、構造窪地(tectonic depression)、構造隆起(tectonic bulge)、水平斷錯地形(laterally offset landform)等，其主要地形特徵簡述如下：

構造線形：構造線形為航照、衛星影像或其他遙測影像上因地質構造成單一線性排列的現象;線性(Linear)則泛指遙測影像上的各種成線現象,而不管其成因。本研究在線形判釋時，為避免誤判與地質因素無關的線形，在分析時亦會加入地質圖及遙測影像等相關資訊一起討論。

構造崖：包括斷層崖(fault scarp)、撓曲崖(flexure scarp)、三角切面(triangular facet)。斷層崖為斷層作用使地表地形撓曲或斷裂者。斷層崖被河流或侵蝕溝切割，夾在兩河流或侵蝕溝之間的殘餘斷層崖便逐漸縮小成三角形，稱之為三角切面。

構造窪地：包括斷層谷(fault valley)、地塹(graben)、裂谷(rift valley)、斷層溝(fault trench)、斷層池(fault sag, sag pond)、斷層鞍部(fault saddle)、斷層角盆地(fault-angle basin)等。斷層谷指生成於斷層崖下部的構造變動谷，地塹指斷層發生相對錯移下降之下陷斷塊。斷層鞍部為斷層作用，再加流水沿斷層破碎帶造成差異侵蝕所形成的窪地。

構造隆起：包括地壘(horst)、斷塊脊(fault slice ridge)、壓力脊(pressure ridge)、小丘(mound)、斷塊山(fault-block mountain)及傾動地塊山(tilt-block mountain)等。地壘指斷層發生相對錯移上昇之上凸斷塊。壓力脊指岩層受擠壓，造成局部地表變形向上拱所造成的小隆起。

水平斷錯地形：包括斷錯河(offset stream)、斷錯河階(offset river terrace)、斷錯山麓線(offset piedmont line)、斷錯山腳(offset spur)、閉塞丘(shutter ridge)等。在斷層線上斷錯之山脊或河流均有系統性之排列，為辨認橫移斷層不可或缺的證據。斷錯河為一因斷層位移造成河流橫向或垂直向錯移的河流。斷錯山脊為山脊受斷層作用而錯開不連續。閉塞丘是橫切溝谷及山脊地形，因斷層發生錯動，造成部份的山脊位移，而封閉相鄰的山溝或峽谷，而該山脊即稱之為閉塞丘。

為了瞭解各可能之斷層及因斷層活動所產生的構造地形特徵，我們將在參考前人相關研究後，選定數條截切過斷層之地形剖面，利用雷射掃描數值高程模型，配合使用 ArcGIS 地理資訊系統中之地形分析功能，辨識更詳細之微地形起伏面。在製作構造地形剖面圖階段，則將已知地質資料（構造與岩層之分布、位態以及相對應之層位資料等）轉繪至剖面圖上，以呈現各地形面之特性與地表地質相對應的關係。

我們亦將收集相關參考文獻，以及地質圖、地形圖與航空照片，並購買各年度地質研究重點地區的正射航照影像。經過正射處理的航照影像，可以套疊於地理資訊系統中，使研究工作能夠配合其他地質相關資訊而順利地進展，最後也容易於展示研究成果。在本計畫中，我們會使用這項已正射的地表高解析度圖資與 LiDAR 高精度的數值高程模型，進行構造地形特性分析(Keller and Pinter, 1996; Burbank and Anderson, 2001)。

構造地形調查內容包括定性的地形特徵描述繪圖，例如褶皺、斷層、地形線形、水系分布及異常，河階分布及其傾斜狀況。為更清晰地分析研究地區的構造地形，我們將藉由新獲取的雷射掃描數值高程模型，利用 3D 影像處理來突顯活動構造地形特徵，及進行地形數值量化分析。除此之外，同時對局部重點地區做細部之衛星照片與航空照片判釋，以對斷層等活動構造地形有更清楚的辨識。數值高程地形的電腦構造分析，主要是在電腦軟體 ESRI ArcGIS 及 ERDAS Imagine 的系統下進行。這些調查結果將提供地表或地下構造特性繪製的依據，並可以初步瞭解活動構造的現況。

數值地形模型及遙測影像之構造地形分析，直接由專業人員判讀分析，但因為各人判釋成果或有差異，故本計畫應用 LiDAR 高精度地形資料，一方面可減少人為判釋之差異，二方面亦應用可多人同時、同一張紅青立體影像，直接判讀，在大家一同分析討論的情形上，可大量減少不同人為判讀結果之可能性，在一致共識的前提下，亦能達到判釋品質統一之優點。

針對本計畫研判分析後所得之初步成果，選定數個野外地質工作點，進行包括在野外檢驗室內所做的地形構造分析結果、野外實際勘查活動構造、並可能量測活動構造的地形特徵、分析活動構造的地表變形之運動學特性。在地形特徵的定量分析上，將依需要配合利用雷射掃描數值高程模型等等之地形資訊。其方法及案例如圖 3-3 所示。

3-5 構造地形之確實度

本研究中針對構造地形之判讀與分類乃是綜合參考日本活斷層研究會(1980、1992)、日本電氣協會 JEAG 4601(2007)，並根據以往在臺灣地區的研究經驗加以修正，如沈淑敏等(2006)，依各線形之在地形上展現的明確程度，由高至低將活動斷層的確實度分級，針對 5 公尺數值地形模型中所呈現之線形分類為四級，而依據高精度之 LiDAR 數值地形模型，因地形之解晰度較高，故將之分為如下五級：

1. 確實度 I

有詳細而明確的地形特徵或證據指出地表線形確為構造活動所引致者，且其地形之保存度尚未受到地表作用的侵蝕破壞；就構造地形本身之保存度來看，可能指示為晚近以來才產生，因此地貌特徵能完整保留，亦間接指示了構造活動為最近的事件，如第四紀才產生者。

具有下列一種清楚之地形變位及斷層之位置者，將確實度列為Ⅰ級：(1) 新形成的懸崖、鞍部等，連續排列情況良好；(2) 山脊、水系同向彎曲鮮明、彎曲量相關、明顯；(3) 地形面反傾、形態清晰；(4) 數個不同地形面為一崖所截切且漸進變形，即愈老的地形面，其變位量愈大，並且延伸。

2. 確實度 II

可推得斷層之變位性質及位置，但證據不如確實度Ⅰ者：(1) 懸崖、鞍部等連續排列情況良好，兩側地形形態類似，且高差相同；(2) 山脊、水系朝同向彎曲，連續區間長，但彎曲量相關性無法清楚辨識；(3) 多個階面，古老階面比高較大；(4) 地形面反傾、但形態不甚清晰；(5) 山地、丘陵內均可見清楚懸崖、鞍部連續; (6) 疑為斷層崖，但兩側之地形基準不同。

3. 確實度 III

可推得構造之變位性質及位置，但證據不如確實度Ⅱ者：(1) 懸崖、鞍部等兩側地形有同的高度差，但地形型態有部分不清楚、不連續；(2) 山脊、水系朝同向彎曲，但彎曲量不明顯，彎曲量亦小，看不出相關性；(3) 不同時代有多個階面，但延伸短；(4) 褶曲形態不夠清楚，平坦面傾斜角度小，延伸長，或延伸短，但地形面反傾。

4. 確實度 IV

似可推得構造之變位性質及位置，但證據又不如確實度Ⅲ者：(1) 懸崖、鞍部等排列組成，但是否有連續及地形型態不清楚，無明顯之地形基準者；(2) 山脊、水系朝同向彎曲，但連續區間短，彎曲不明顯，彎曲量亦小；(3) 懸崖、溝狀凹地等排列組成，但其延伸性短 (4) 褶曲形態不清楚，平坦面傾斜角度小，延伸短；(5) 活動斷層作用有關之線形之變位性質不明，或者沿斷層因河蝕或海蝕或差異侵蝕而成。

5. 確實度 V

另外，構造地形或因侵蝕消失或被堆積物掩蓋，但根據其兩端的斷層地形性質相似而推定連接者，亦或於前人文獻中有記錄，但於 LiDAR 地形資料中，完全無法查覺地形特徵者。

3-6 構造線形繪製

針對本計畫經地質圖判讀、航照判釋、LiDAR DSM 及 LiDAR DEM 地形分析，以及局部區域野外現地觀察結果等，針對綜合研判所得之活動地形特徵，結合正射航空相片、LiDAR DEM 及 LiDAR DSM 等影像資料於 ArcGIS 圖層上，因應不同種類地形特徵，內政部公告之 TWD97 座標系統於 ArcGIS 上逐一圈繪數化活動構造所在位置。

將整合地質及地形判釋後所建置之暫時線形資料，投影至 LiDAR 數值地形模型上，檢核所判釋及建置之線形位置及圈繪後是否仍符合活動構造地形特徵，可再次檢核及查證所建置之資料及成果。其相關之案例如圖 3-8 所示。

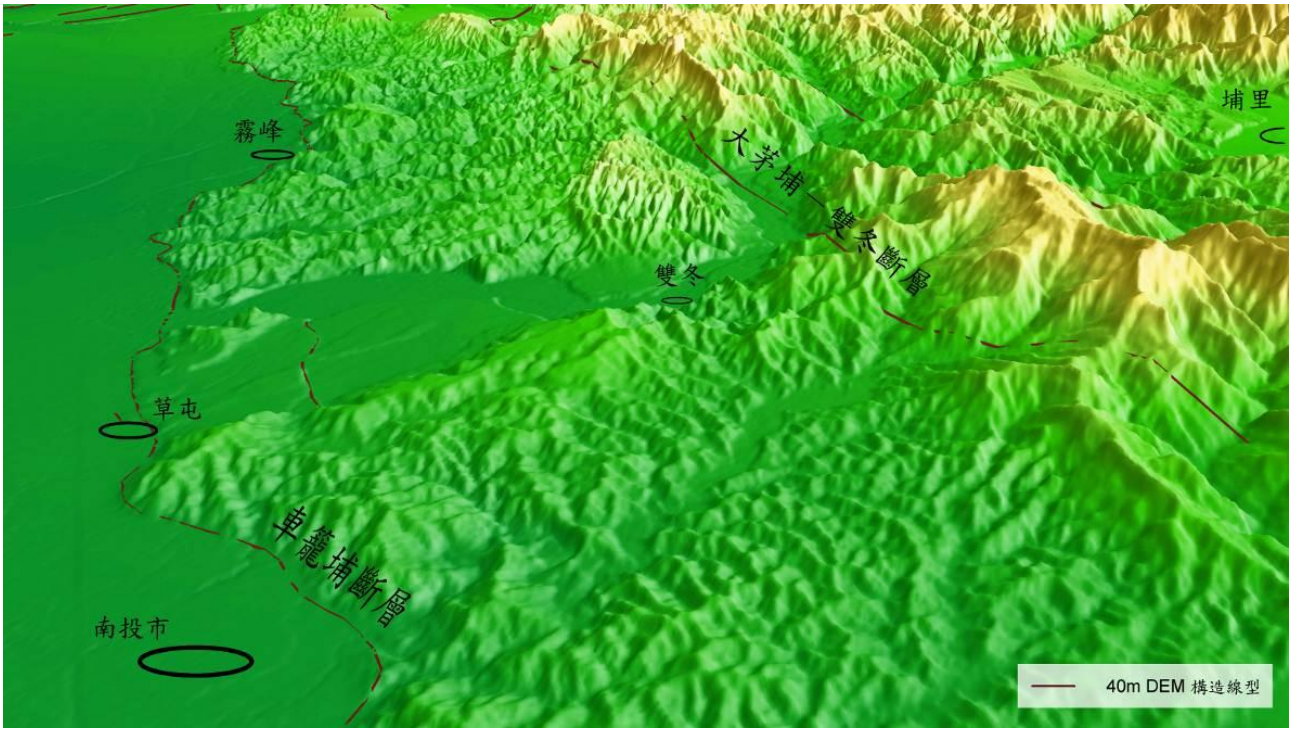


圖 3-8 車籠埔斷層草屯附近地表三維斷層線跡示意圖

3-7 構造線形局部區域野外查核

地形資訊雖有機會揭露構造活動的可能性，但不幸的，地形更容易受到其他因素，如: 地層分佈、岩性等影響，因此藉由數值地形模型等資料構造地形分析所得的判釋成果，還得再經過野外的查核，以印證所判釋的成果。但因數值地形模型判釋，常常指示較大、較巨觀的構造，另一方面，再因台灣地區地表植生茂密、野外露頭出露可能不佳、或到達不易等因素，使得野外調查工作不易進行。

LiDAR 資料因高精度、高解析度、可濾除地上物、植被等優點，可以充分呈現真實地面地形特徵；因此在構造地形分析上，可以較不受地表露頭出露之限制，充分地呈現地質、地形資訊，以完成構造地形分析之工作。

因應本計畫，一方面參考前人之地質資料，二方面再結合高精度數值地形模型，來進行構造地形分析。針對構造地形分析成果，對比前人地質、構造等文獻資料，以找出兩者間之異同；針對數值地形模型中構造線形分析成果之構造線形位置，若線形位置和已有資料相同之區域，其中尤其是如：斷層挖溝等野外露頭資料，代表野外的真實情況，可以佐證構造地形判釋成果之合理性及確實度。

針對構造線形位置相異的區域，一方面本計畫將試著指出構造地形判釋之依據及其構造地形特徵；另一方面，在局部較易到達且野外可能出露之區域，可以建議，並可能選取數個位置進行野外查核之查核點，進行查核點野外現地斷層調查工作，以核實透過數值地形模型之構造分析所判釋之線形位置之成果，範例如圖 3-9 所示。構造線形局部區域野外查核之施行方法如圖 3-10 所示。

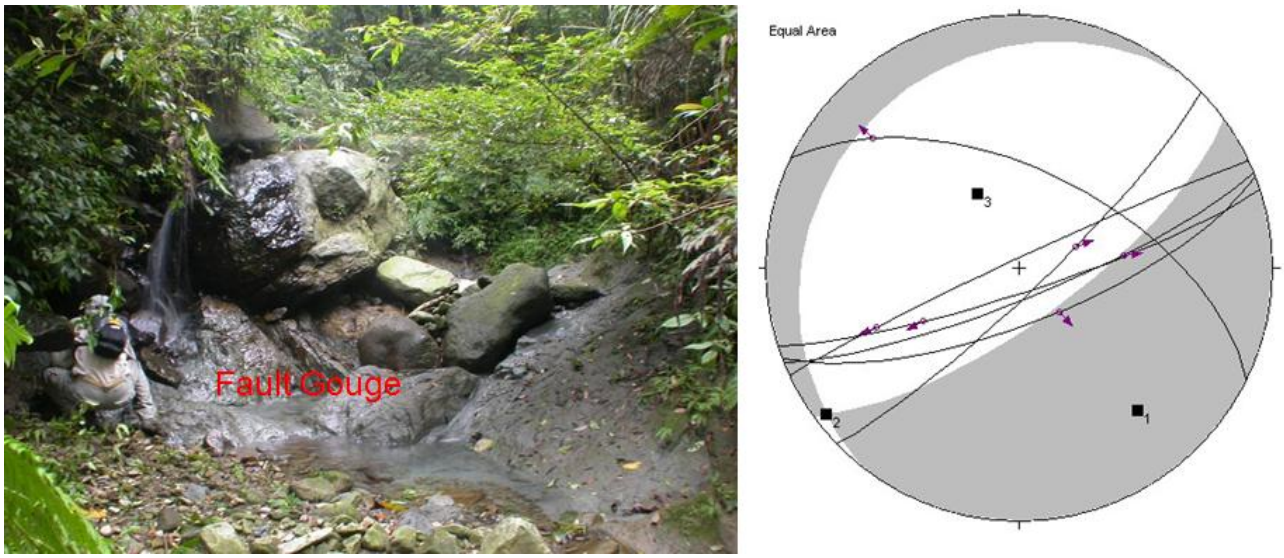


圖 3-9 LiDAR 資料判釋結果野外查核結果，露頭位置如圖 3-3 所示

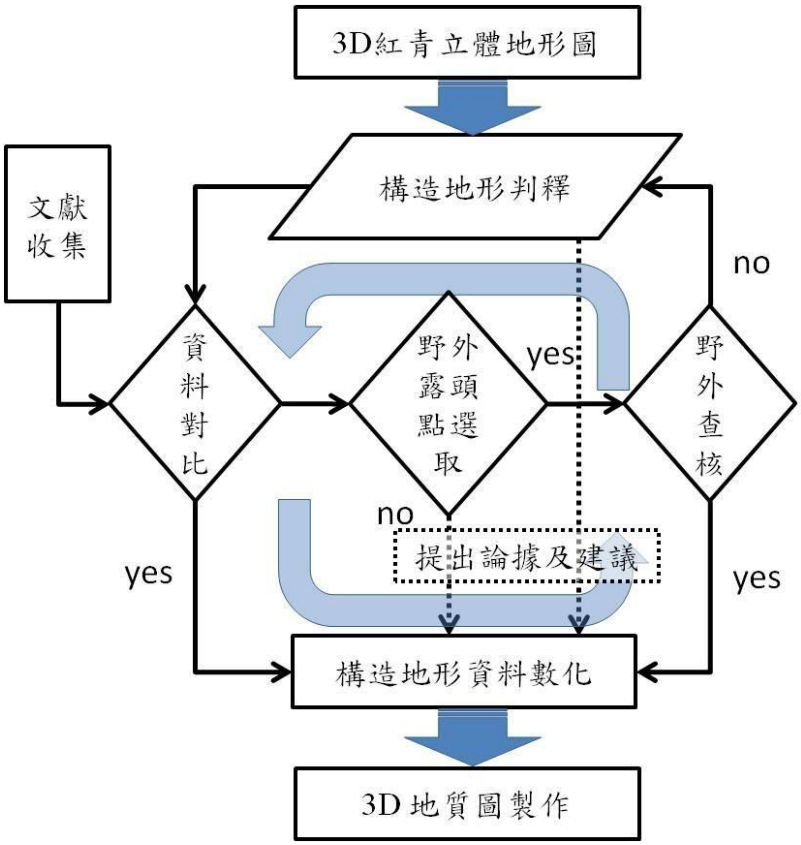


圖 3-10 構造線形局部區域野外查核施行方法流程

3-8 條帶地質圖檢視及三維呈現

隨著電腦科技的日新月異，各學門的發展也獲得長足進步，數值地形模型(DTM)完整呈現地形地貌，因此透過電腦圖學的運算，構造地形的特徵亦因之呈現。地形資訊雖有機會揭露構造活動的可能性，但不幸的，地形也可能受到地表作用而隱蔽，為了解析一構造的活動性，數值地形模型資料之真實度及空間的解析度是地形分析與決定地形活動度的重要關鍵。空載雷射掃描 (Airborne LiDAR)技術，因具有高分辨率、高精度和高穿透性等能力，可以過濾地面特徵物，而廣泛運用於各領域；本研究為了獲取高精度之地表地形，亦將 LiDAR 技術應用於數值地形模型之萃取及建置，以做為研究分析之基本資料。

另自民國九十一年開始，中央地質調查所開始進行活動斷層的精查工作，陸續完成了比例尺 1:25000 活動斷層條帶圖之測繪工作。本研究亦計畫運用此一資料庫，將已建置之活動斷層條帶圖投影至 LiADR 三維數值地形面上，再以紅青立體影像方式來呈現視覺及直覺化的三維地形特徵，一方面，可以提供本研究計畫綜合分析時之參考，二方面可方便及快速地提供後續他人地質工作之進行。

另本計畫所建置之構造線形位置，最後成果之呈現，亦再以同時紅青立體影像方式來呈現及交付研究成果，以後續其他分析研究應用。

四、5 公尺數值地形模型之三維影像建置

隨著科技進步，數值地形模型資料的收集及電腦視覺演算，使得地質科學，尤其是地形學及構造地形學，因數值地形模型的運用而急劇躍進。因台灣地區至今仍只有局部區域進行了 LiDAR 資料掃描，故本計畫先以全台 5 公尺解析度之數值地形模型為基礎，進行台灣全島活動斷層普查，藉此提供本計畫後續年度以高精度 LiDAR 數值地形模型，來建置三維紅青立體影像，以提供相關後續研究分析之基礎影像共通平台。運用全台 5 公尺解析度之數值地形模型為基礎，針對現有之 33 條活動斷層，分析斷層兩側可能之斷層線形或其他活動構造地形。

本研究中，運用全台 5 公尺數值資料來產製之三維紅青立體圖，其各區斷層相關位置及範圍如圖 4-1 所示，各區域之三維紅青立體圖產製結果之範例如圖 4-2 ~ 4-13 所示，並簡述數例如後：

濁水溪中游竹山-名間附近可見三條主要構造線形-彰化斷層、車籠埔斷層及雙冬斷層；圖中可見八卦台地南段，以至集集大山附近，可見一系列漸次變化拔高之地形特徵，一方面顯示地形高程、二方面亦指示了地質構造區不同之地形特徵，其中八卦台地上方，相較於沖積平原區，為一傾動且數階高差不同之地形平坦面，外麓山帶則呈現一低矮但起伏變化大之地形，內麓山帶則為一拔高但較均一地貌；另外，除因濁水溪河床內因河流侵蝕，致使地形特徵隱晦之外，其他區域均可見地形異常，如圖 4-2 及圖 4-3 所示；其中圖 4-2 為原始地形三維立體圖，而圖 4-3 則於原始地形面上再另疊合構造線形判釋之成果。

圖 4-4 及圖 4-5 各為台中盆地附近地形，以及地形、構造線形判釋成果之三維紅青立體圖；本區域內主要地形特徵如同前一小節所述，可見四個主要地質分區：沖積平原、八卦台地北段傾動平坦面及台地上侵蝕溝、外麓山低矮丘陵及谷溝，以及拔高之內麓山帶；同樣地各可能異常之變動地形亦稱明顯。

圖 4-6 為台北盆地西緣附近地形及判釋之構造線形位置之三維紅青立體圖。本區內地形亦可分類為四區：東南側為傾斜而連續之沉積岩、北側大屯火山群為由數十個大小不一的錐狀外形火山所組成，圖內中段為平坦的台北盆地沖積層，以及西側平坦但侵蝕溝發育之林口台地；除大屯火山群及鄰近區域附近外，大部份地區為河流沖積層所覆蓋，致使構造變動之地形特徵不顯著。

桃園楊梅附近三維紅青立體圖地形及構造線形圖，呈現兩類主要地形：北側低緩但可能開闊撓曲之台地面，南側侵蝕、地形起伏度較大的低矮丘陵地區；兩者接觸區，地形變化及構造線形特徵明顯。本區之地形三維特徵如圖 4-7 所示。

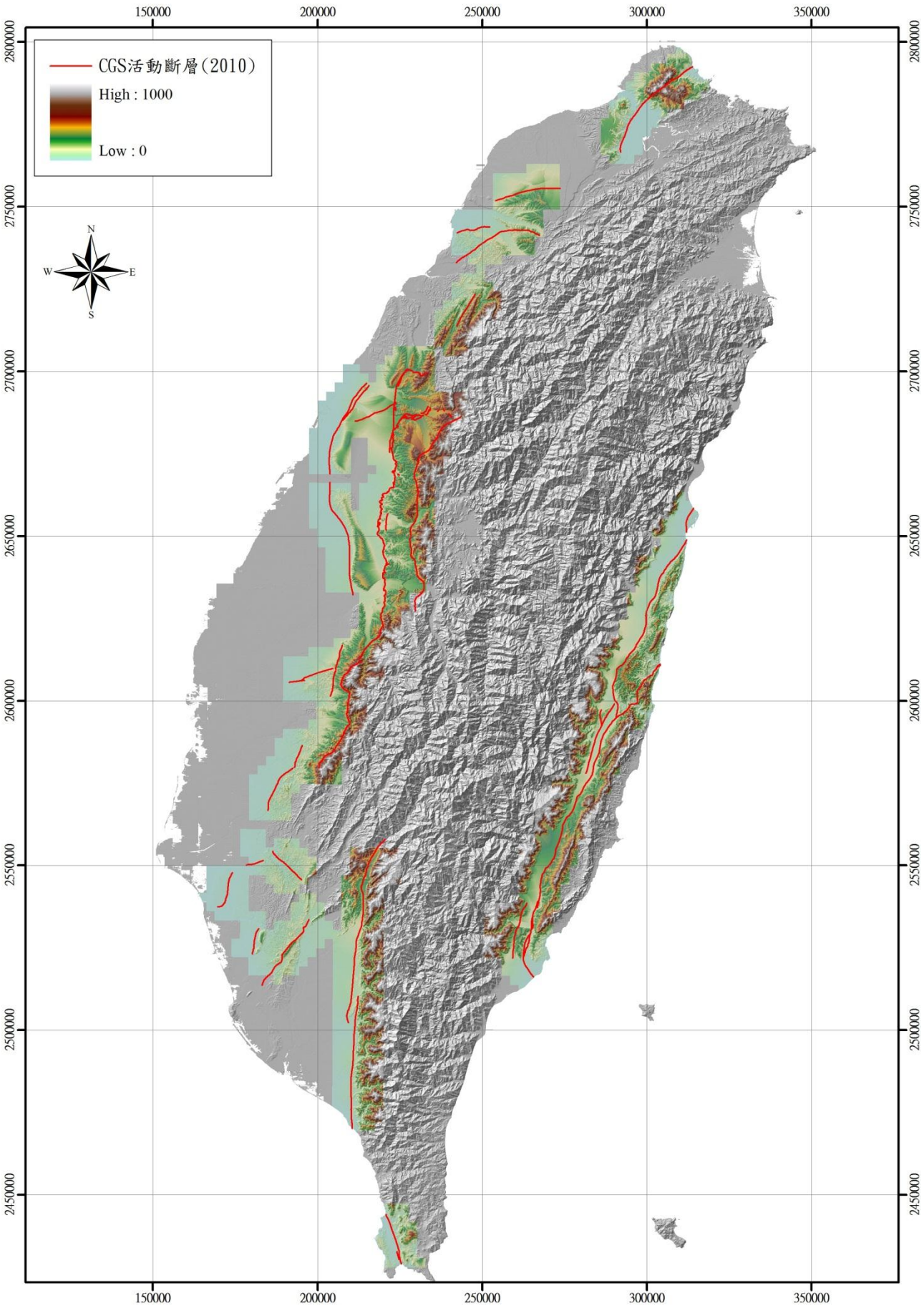


圖 4-1 五公尺數值地形模型三維紅青立體圖產製區域範圍

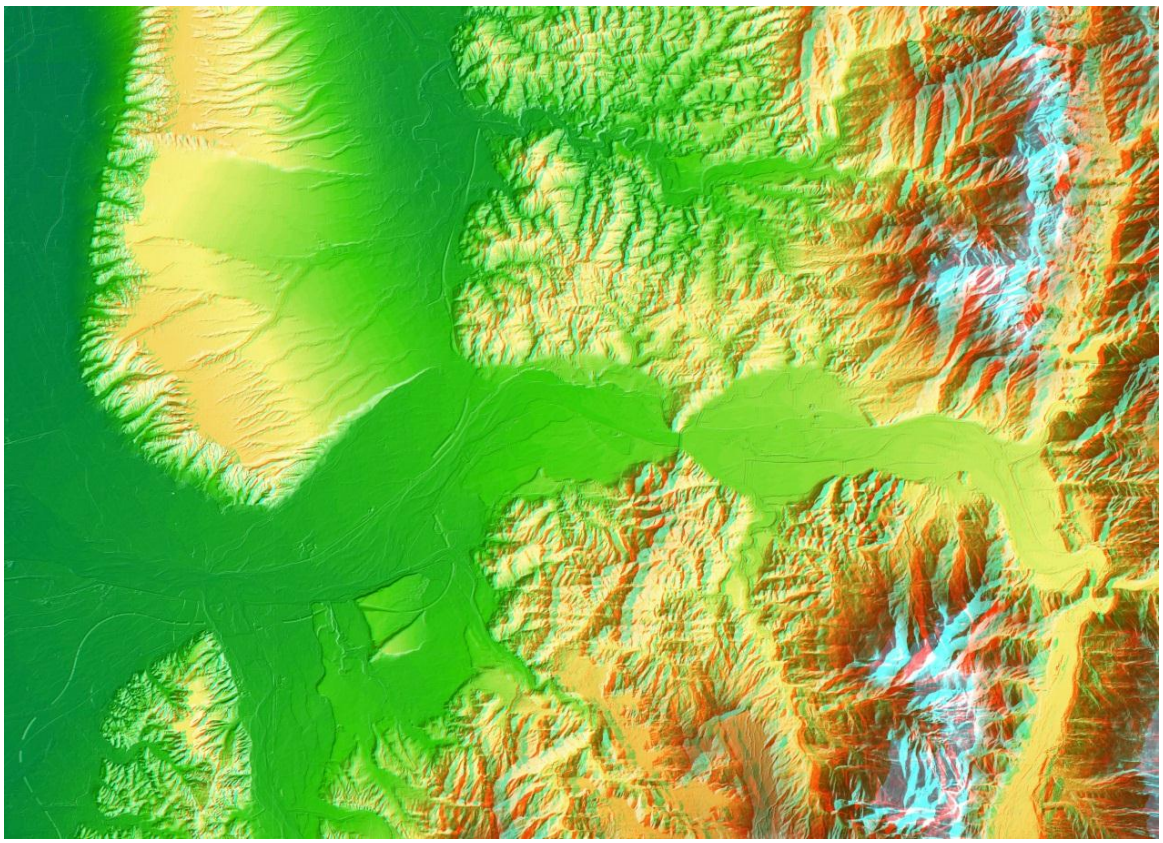


圖 4-2 濁水溪中游竹山-名間附近地形三維紅青立體圖

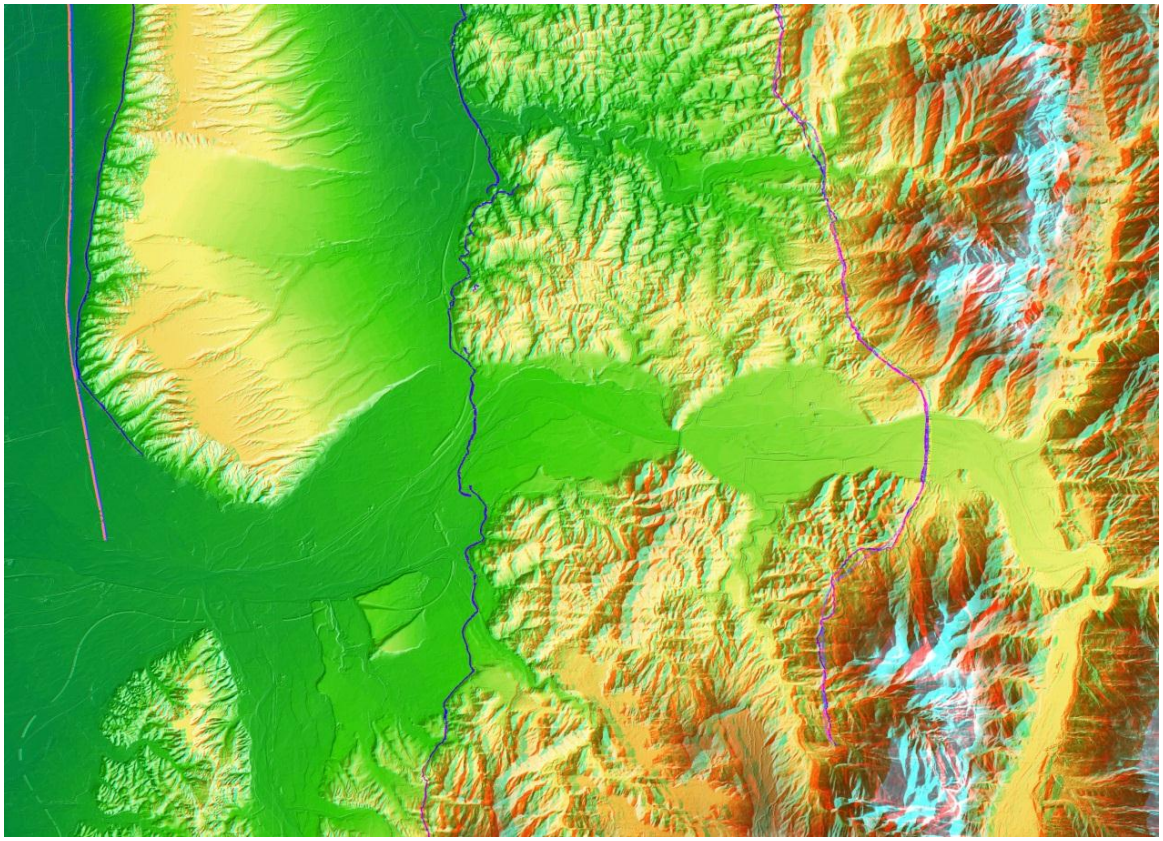


圖 4-3 濁水溪中游竹山-名間附近地形及構造線形三維紅青立體圖

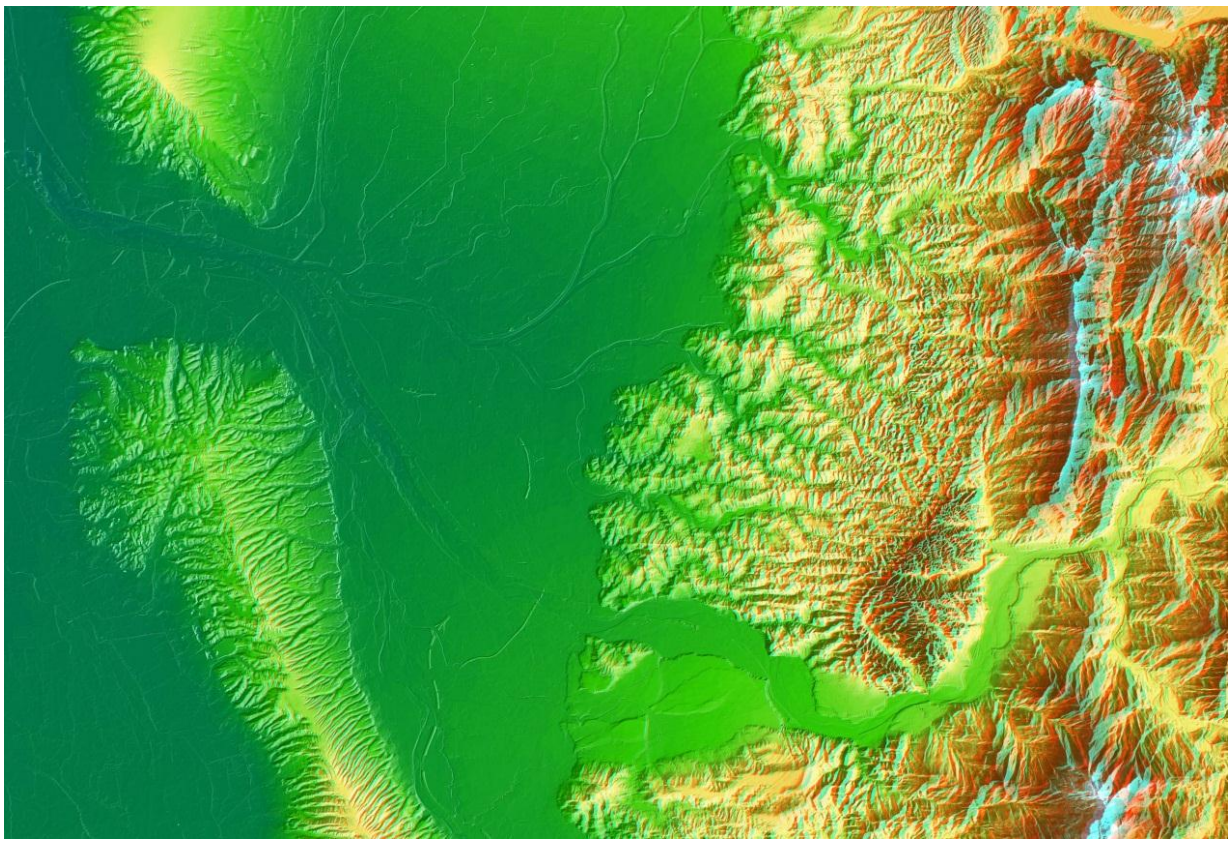


圖 4-4 台中烏日-霧峰附近地形三維紅青立體圖

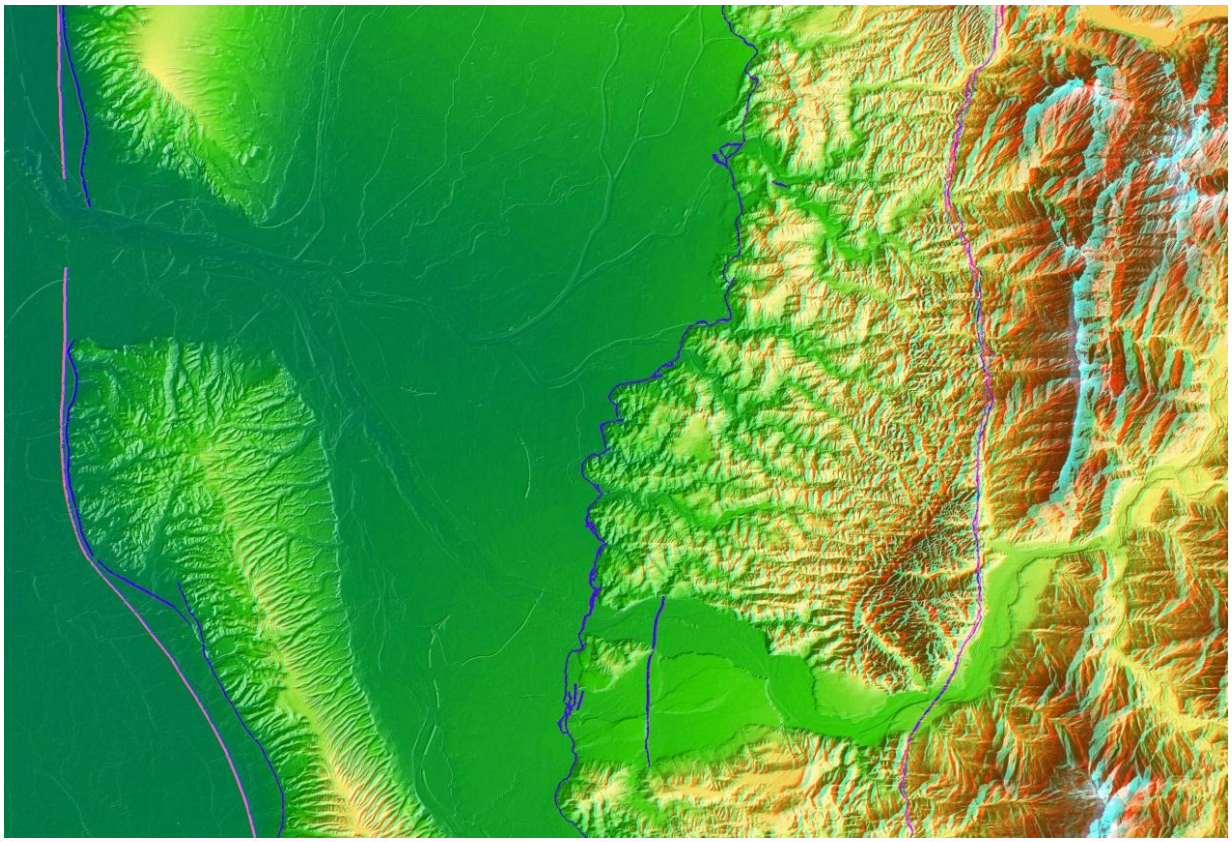


圖 4-5 台中烏日-霧峰附近地形及構造線形三維紅青立體圖

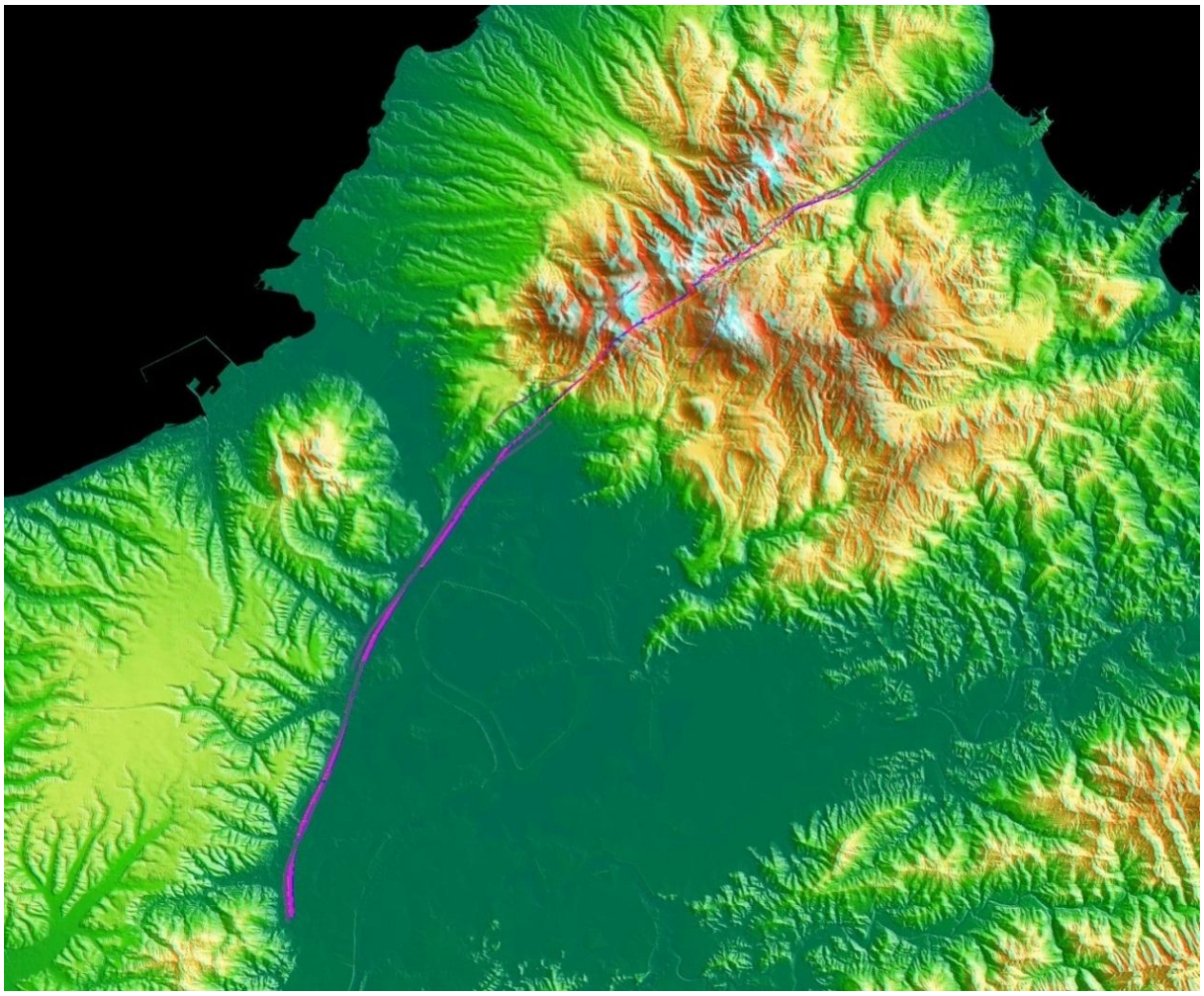


圖 4-6 台北盆地西緣附近地形及構造線形三維紅青立體圖

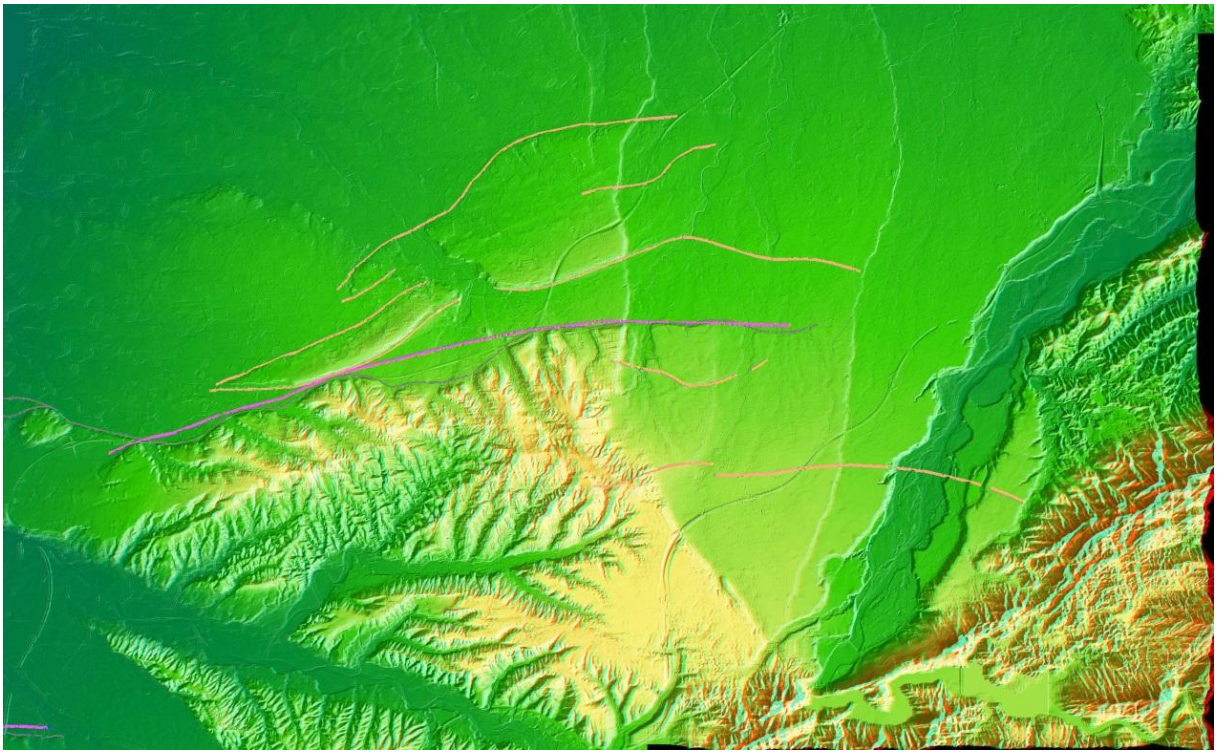


圖 4-7 桃園楊梅附近地形及構造線形三維紅青立體圖

新竹市附近地形及構造線形三維紅青立體圖中所呈現的地形特徵為二：平坦的河流沖積區及高度侵蝕、地形起伏大但低矮且包絡面平坦的低矮丘陵區；中段區域可見數個平坦、高度不一且局部傾動撓曲之河階面，其三維地形特徵如圖 4-8 所示。

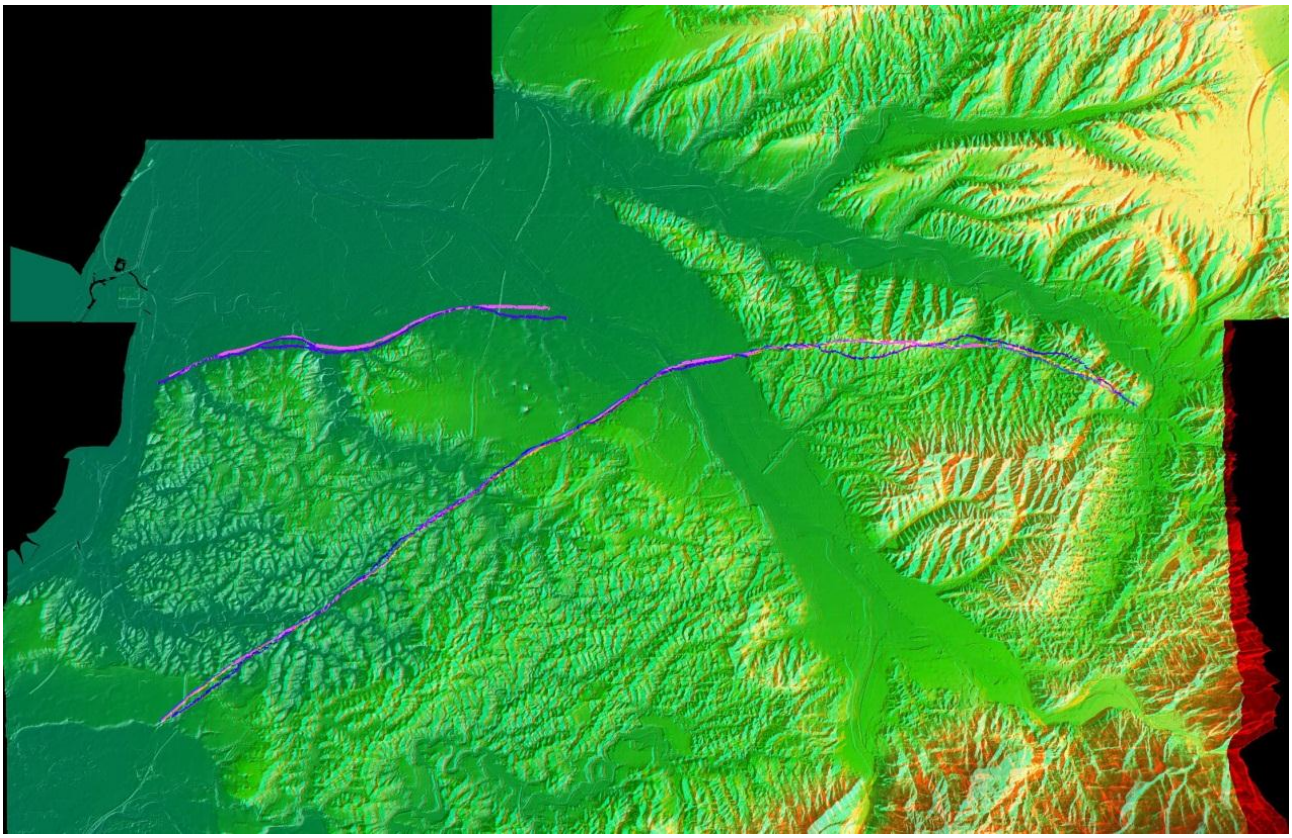


圖 4-8 新竹市附近地形及構造線形三維紅青立體圖

圖 4-9 呈現新竹獅潭附近三維紅青地形及構造線形立體圖;圖中主要可見三種不同地貌：西北側低矮、地形包絡面平坦，高度侵蝕且地形起伏大之低矮丘陵區；中段背形、對稱，南北延長、東西較窄之完整褶皺構造；東南側拔高之地形。

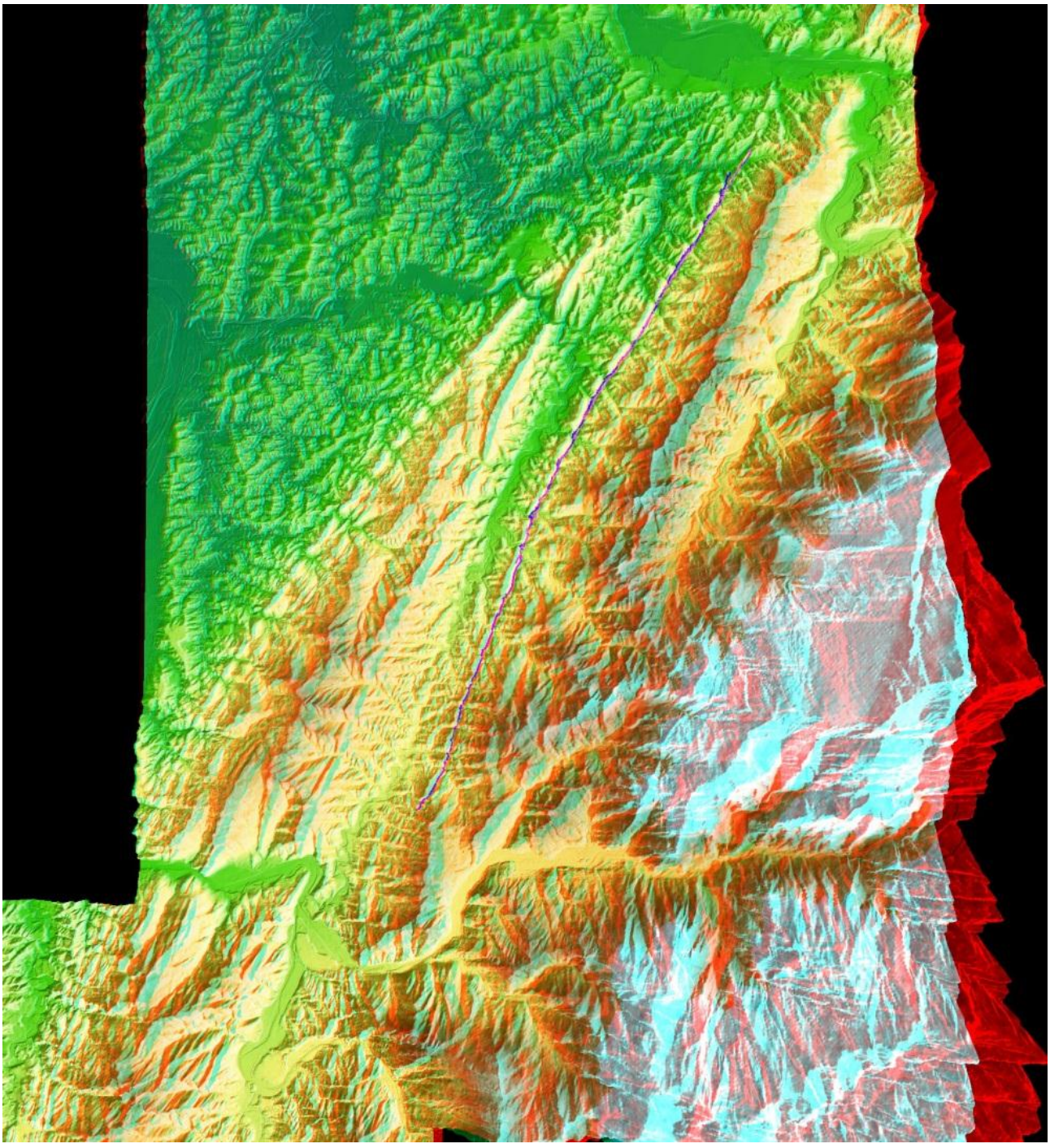


圖 4-9 新竹獅潭附近地形及構造線形三維紅青立體圖

苗栗卓蘭－台中新社附近地形及構造線形三維紅青立體圖中，主要呈現二類地形：河流河道及附近區域平坦、不同高度之河流階地；侵蝕明顯、地形起伏變化及傾動之丘陵地帶；本區之地形、地貌如圖 4-10 所示。

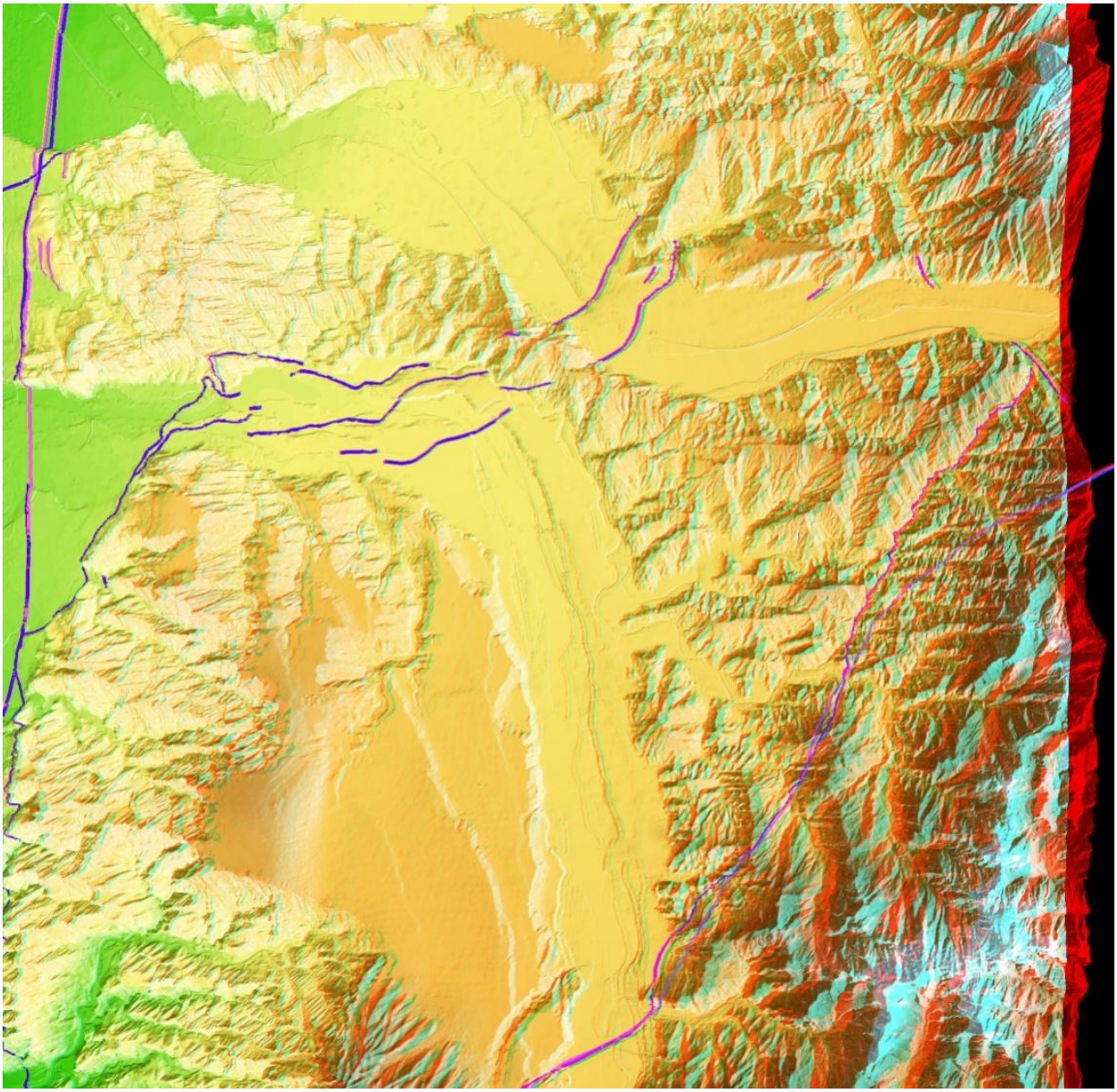


圖 4-10 苗栗卓蘭－台中新社附近地形及構造線形三維紅青立體圖

圖 4-11 呈現台中地區后里台地附近三維紅青立體地形及構造線形特徵，圖中主要的地形特徵為一系列平坦但已傾動之河階面，河階之崖面均位於階面北側，南側則呈現一單一，但坡度漸次變化之平緩面；其地形面之傾動量西側小，東側大；本台地南北側各為大安溪及大甲溪，受河流河道侵蝕，無法鑑別其延伸範圍及性質。

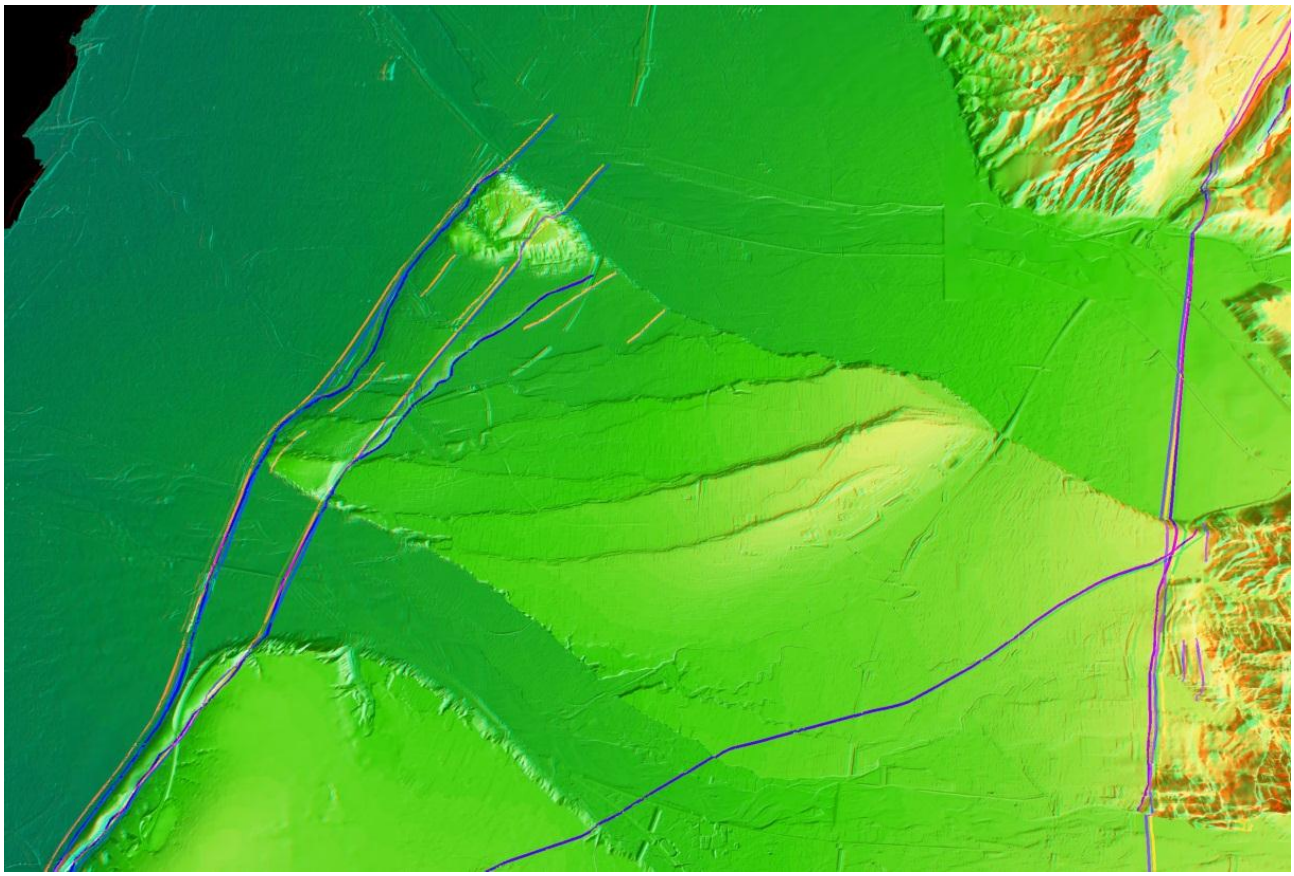


圖 4-11 台中后里附近地形及構造線形三維紅青立體圖

圖 4-12 呈現花蓮縣玉里-瑞穗附近三維紅青地形及構造線形立體地形特徵，圖中由西而東可見地形高聳之中央山脈，平坦之縱谷及局部撓曲之舞鶴台地，再次拔高之海岸山脈及海岸山脈內秀姑巒溪之曲流及兩側不同高度和不同傾向之河階;詳細地形特徵如圖 4-12 所示。

圖 4-13 呈現台東鹿野附近三維紅青立體地形及構造線形特徵之地形特性,其中地形變化由西而東，同樣可見高聳的中央山脈，縱谷內平坦河流沖積層、西側局部撓曲之鹿野高台及數階不同高度之階地，東側海岸山脈內利吉層侵蝕及堆積之惡地地貌特徵；詳細之地形特徵如圖 4-13 所示。

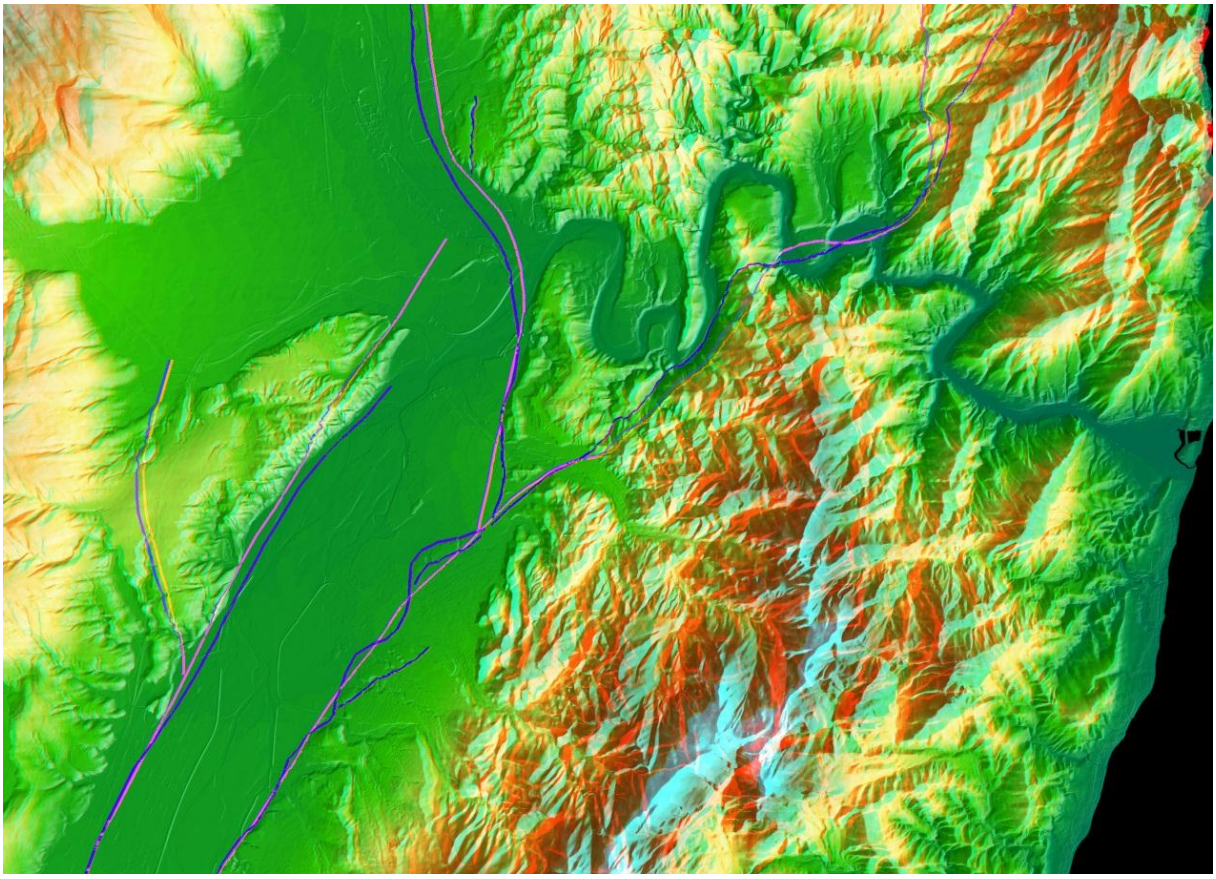


圖 4-12 玉里-瑞穗附近地形及構造線形三維紅青立體圖

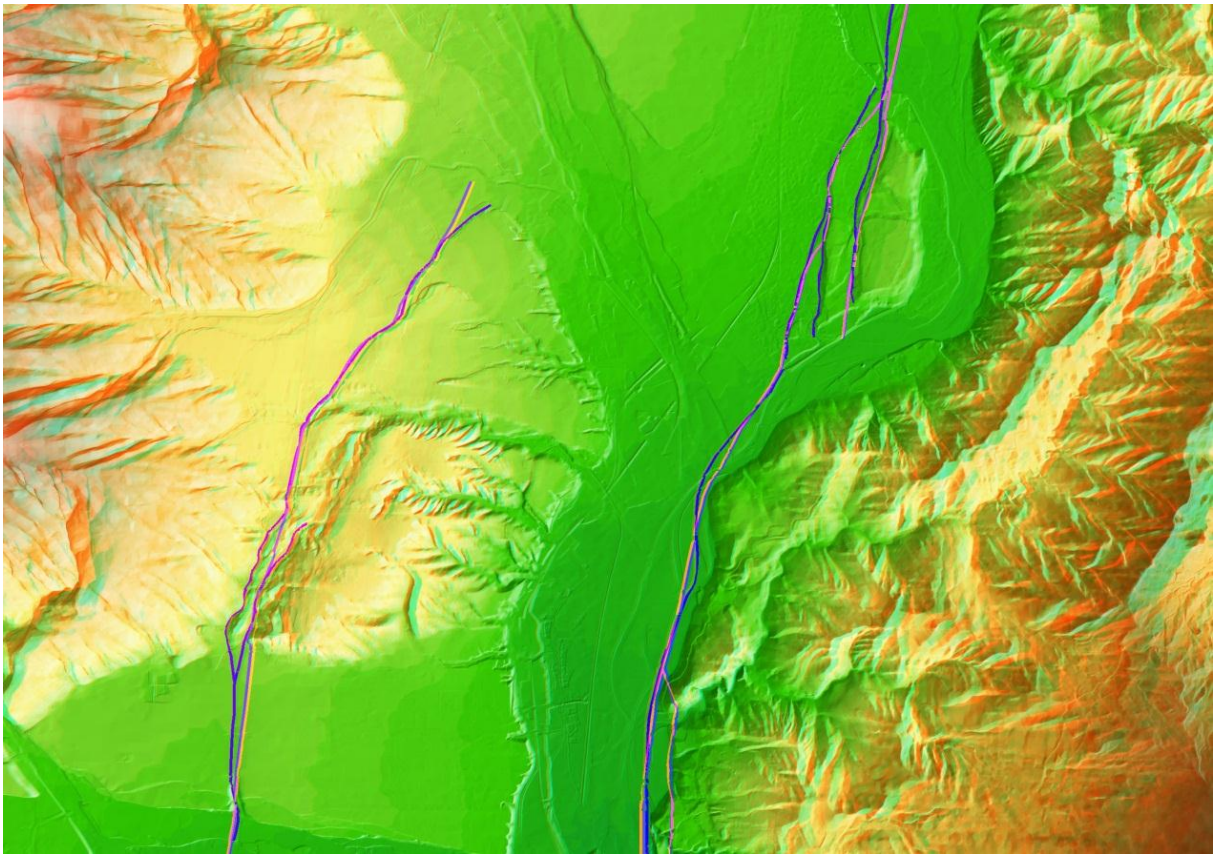


圖 4-13 台東鹿野附近地形及構造線形三維紅青立體圖

五、活動斷層之構造線形判釋與分析

本計畫利用五公尺 DEM，配合前人研究成果，進行 33 條活動斷層及沿線附近區域的構造地形分析工作；本分析成果，用以提供後續基於 LiDAR 精細之數值地形模型資料中，更精細之構造地形分析之基礎。以下針對各斷層初步判釋及分析，並依地調所活動斷層第三版(2010 年版)之斷層編號依序描述如下:

山腳斷層(01):從樹林到關渡沿線地區，可見明顯的地形崖，這地形崖的延續性良好。根據地質調查所先前的鑽井岩芯資料顯示，山腳斷層的正斷層地表位置，可能分布在此地形崖的東側地帶，而根據地表的高程資料亦顯示，可能的斷層位置位於此地形崖的東側，約數十公尺至數百公尺之遠。從關渡到金山沿線地區，斷層跨過整個大屯火山區，斷層線的方向大致呈東北-西南走向，斷層線可分成數條，其連續性不佳，可能與數期正斷層作用相關。不過這數條繪製的斷層線，基本上落在大屯火山區主要的地形陷落帶。在金山沖積平原的北側，亦可見明顯的地形崖，但因為磺溪持續的沖積作用，影響斷層位置的判釋。地質調查所已利用其他的方法，例如震測與鑽井等工作，進一步確認本區的正斷層位置應在此地形崖的東南側，約數十公尺至百餘公尺之遠。本研究利用五公尺 DEM 地形與先前相關的研究，將山腳斷層的地表斷層線加以整理與繪製。其構造線形平面位置分析及數化如圖 5-1 所示，另其地形三維側視圖及同一視角之地形及構造線形疊置，各如圖 5-2 及圖 5-3 所示。

湖口斷層(02):依據五公尺 DEM 展示的地形，湖口斷層的地表線形非常清楚。斷層的東段位於相對平坦的河階上，此河階被湖口斷層錯移數公尺以上。斷層的中段，位於丘陵地的北緣，地形崖約數公尺至數十公尺，基本上，斷層的線形延續性良好。斷層的西段可延伸至海邊的新豐鄉，然此段並未納入地質調查所的斷層線中，但因為此段之地表地形特徵清楚，本研究亦將之繪入斷層線中。此外，在湖口斷層的北邊與南邊地區，依據五公尺的 DEM 可以清楚辨識出數條受撓曲的構造線形，這些線形與水流方向大致垂直，顯見並非是河蝕崖。由於此類的構造撓曲崖眾多，地形特徵明顯、且保存完整，或可指示此區構造活動性不低。本斷層沿線構造線形判釋之平面位置如圖 5-4 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-5 及圖 5-6 所示。

新竹斷層(03):新竹斷層通過新竹市南邊,其斷層地形崖特徵顯著,斷層線形約呈東西向，長度約十餘公里。本研究參照五公尺 DEM 的地形特徵，重新調整與繪製新竹斷層的位置。在新竹斷層的東段，我們依地形崖，將斷層位置往南邊調整至顯著的崖線，由於此段可能受到頭前溪的沖刷影響，或使得斷層線位置落在平坦區，但經觀察此段的地形崖，上盤明顯撓曲且線形相對平整，此崖應非全然由河蝕所成，故本研究依地形調整此段的可能之構造活動線形位置。而在新竹斷層的中段與西段，同樣地，我們將斷層位置往南邊調整，以穩合顯著的地形崖線。值得一提的是，在客雅一帶的地形顯示，新竹斷層在地表呈現顯著的分支，此分支長約 250 公尺，亦被繪製出來。本斷層沿線構造線形判釋平面位置成果如圖 5-7 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-8 及圖 5-9 所示。

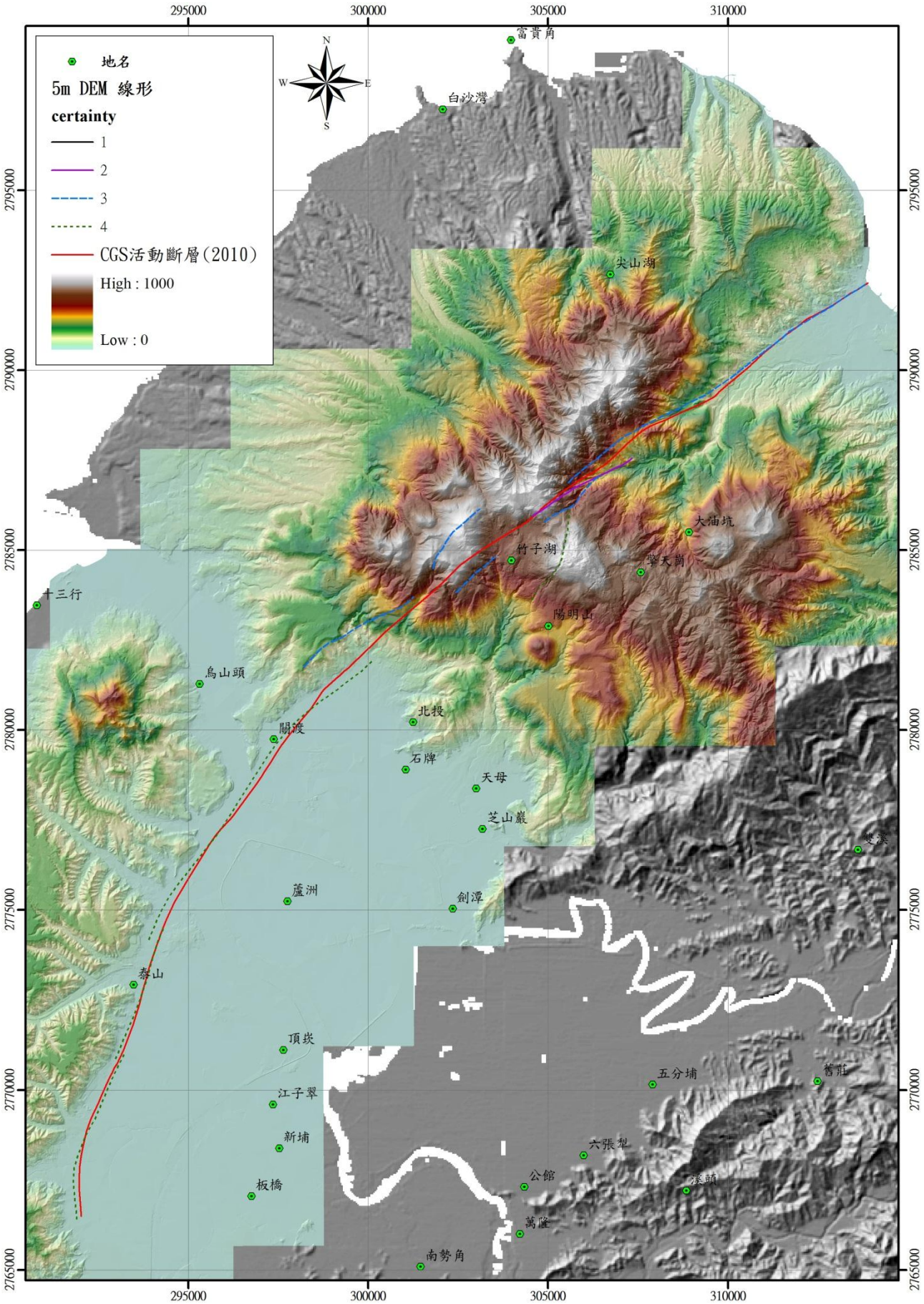


圖 5-1 山腳斷層沿線構造線形平面位置

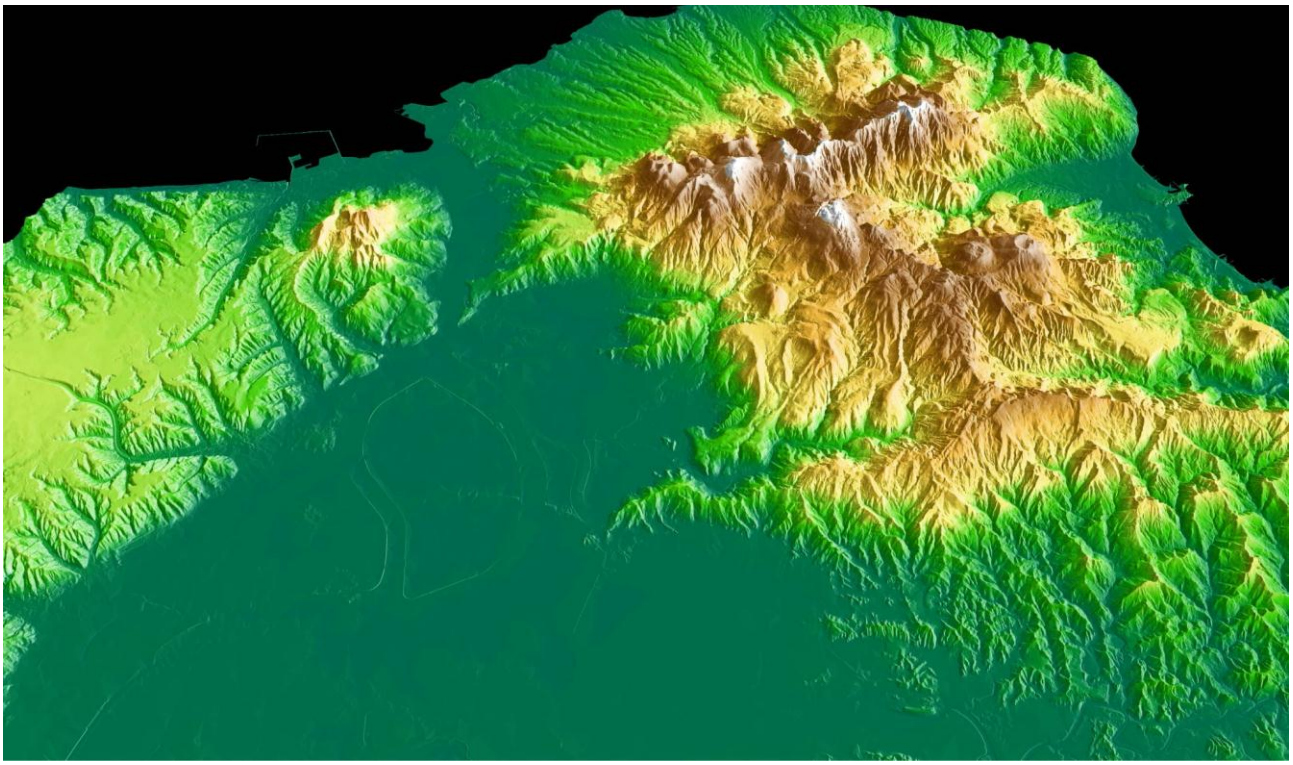


圖 5-2 山腳斷層沿線地形三維側視圖

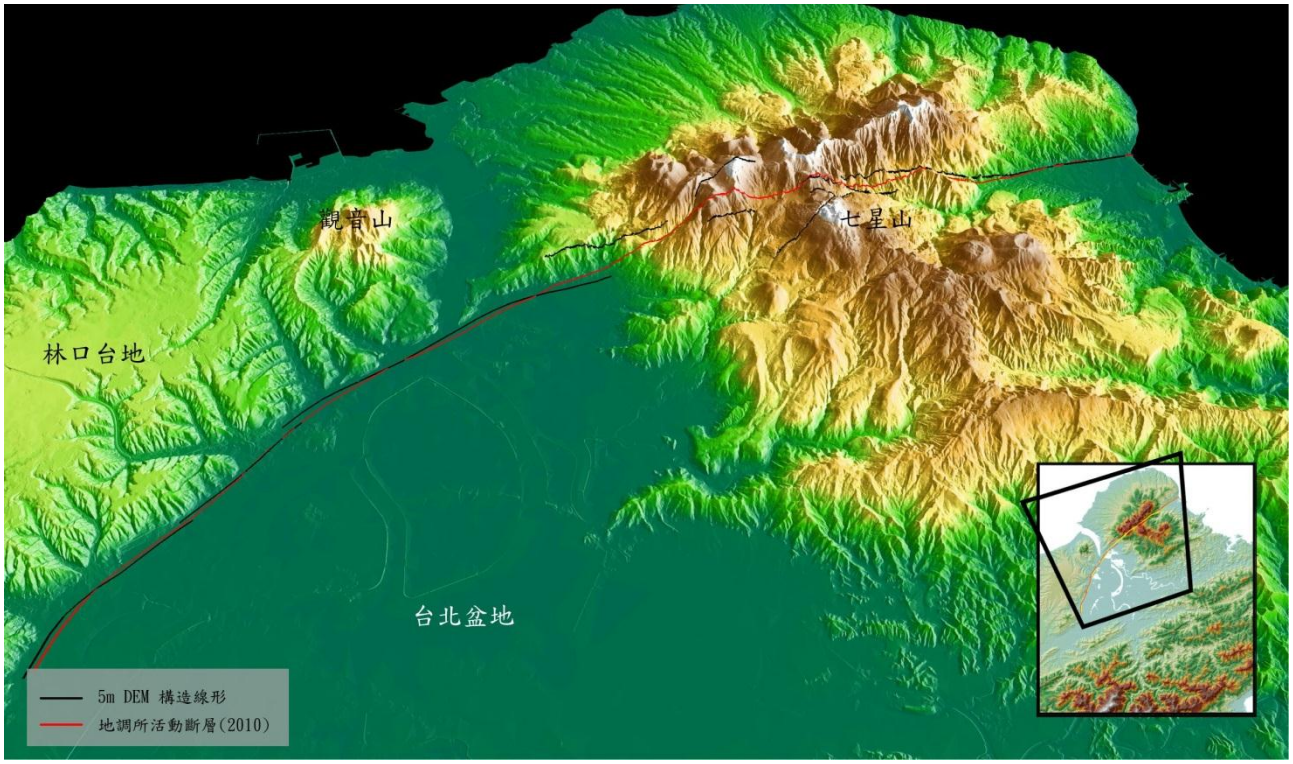


圖 5-3 山腳斷層沿線地形及構造線形套疊

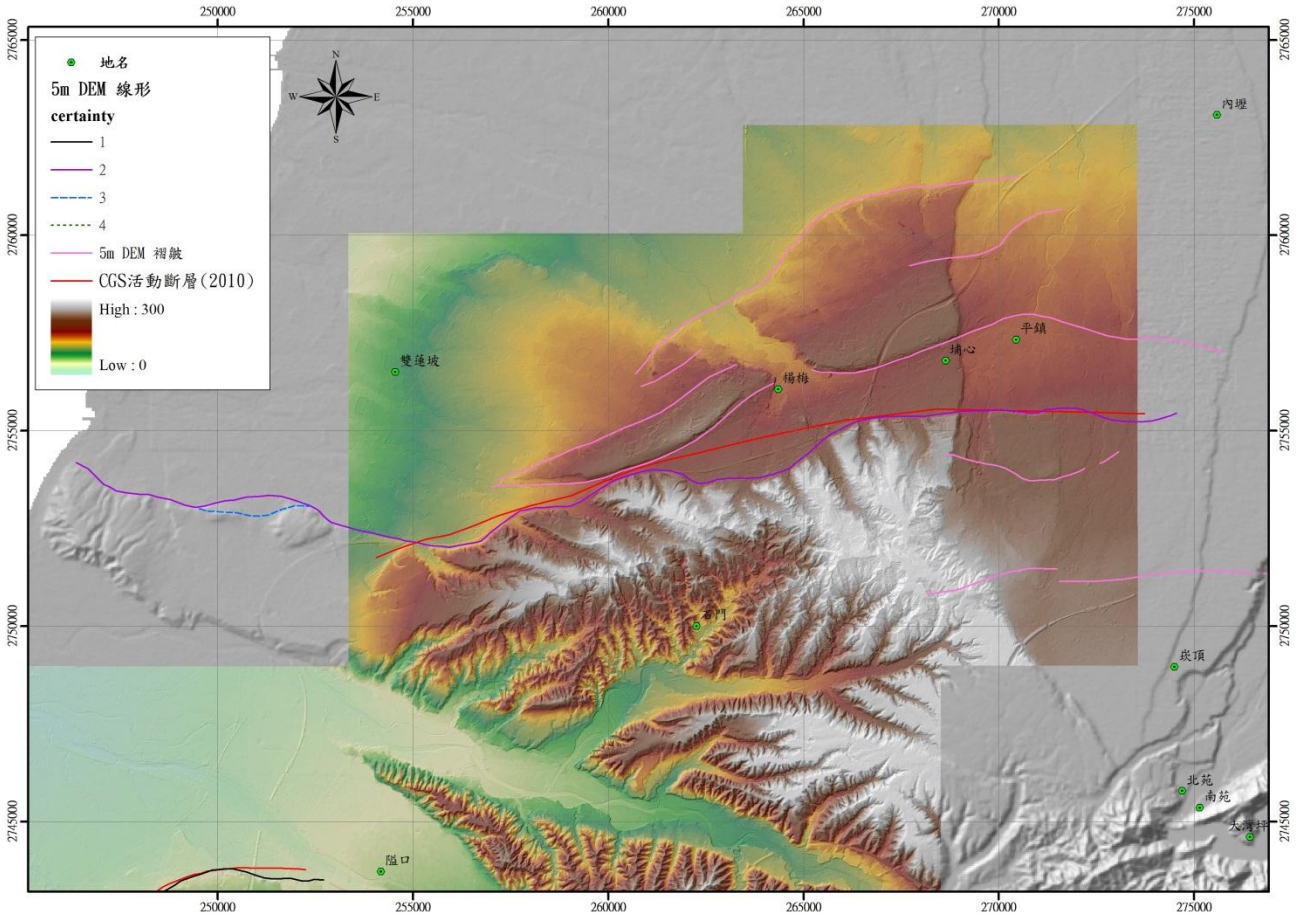


圖 5-4 湖口斷層沿線及附近區域構造線形平面位置

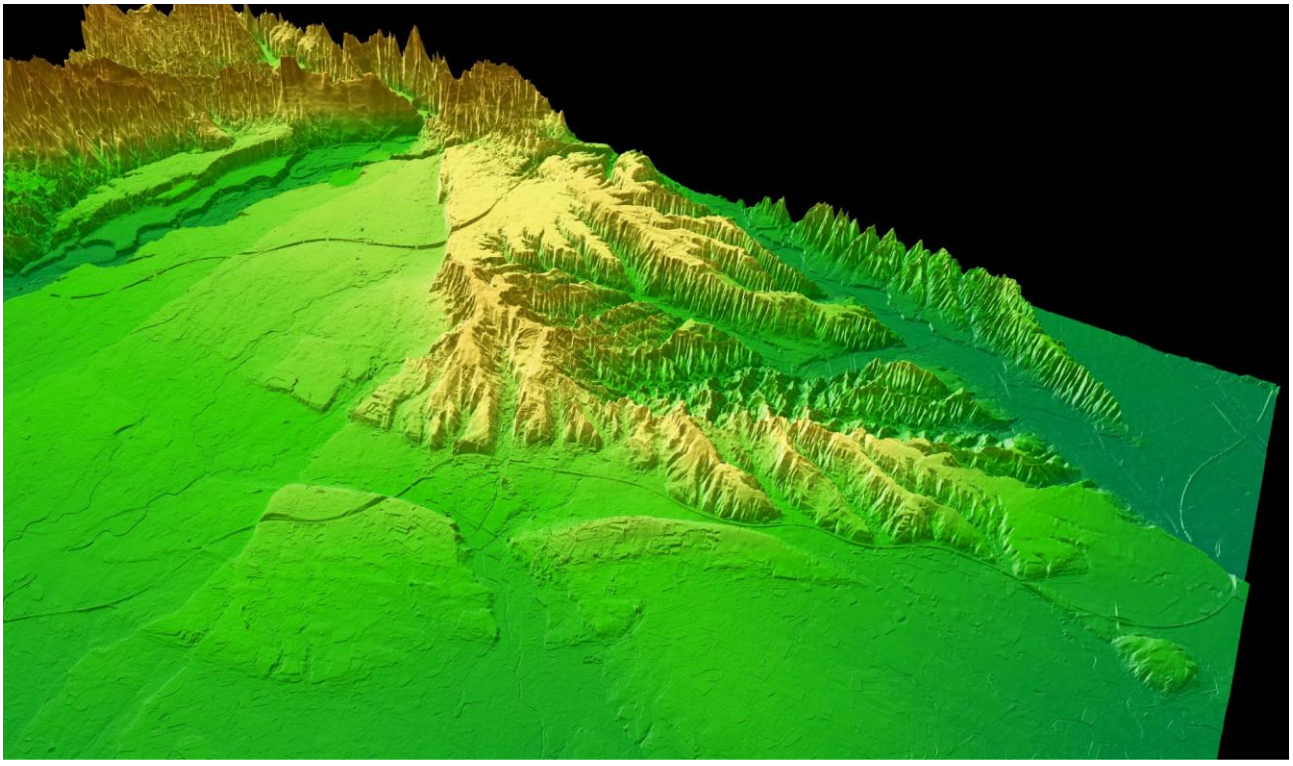


圖 5-5 湖口斷層沿線地形三維側視圖

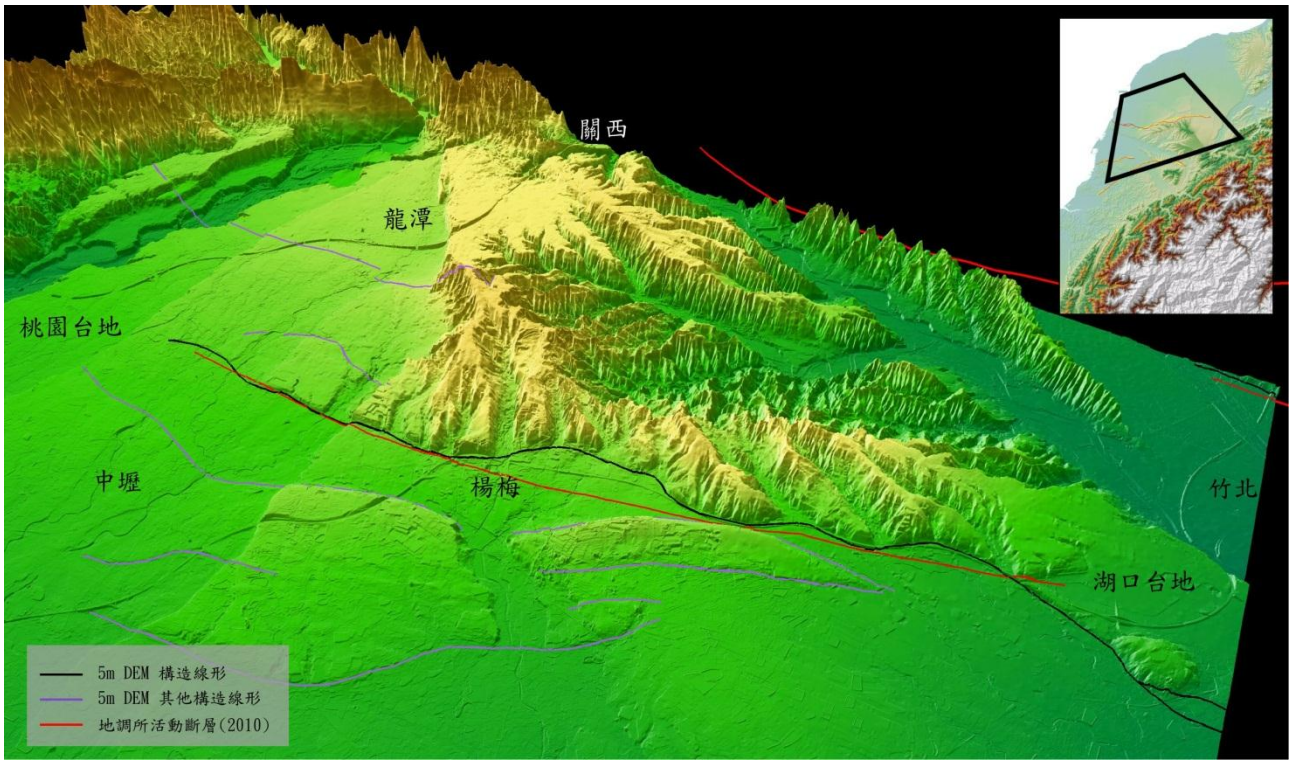


圖 5-6 湖口斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊

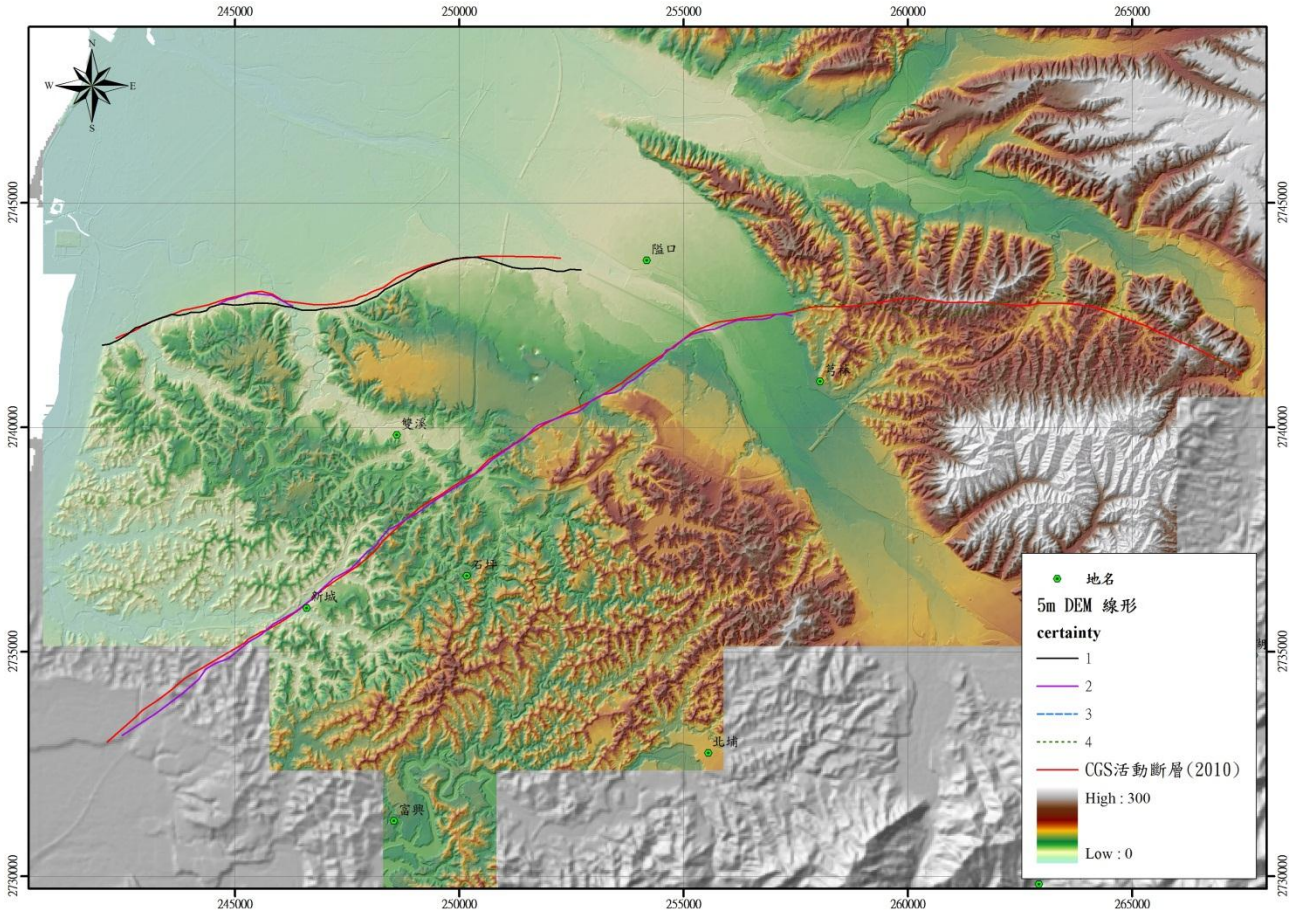


圖 5-7 新竹斷層及新城斷層沿線構造線形平面位置

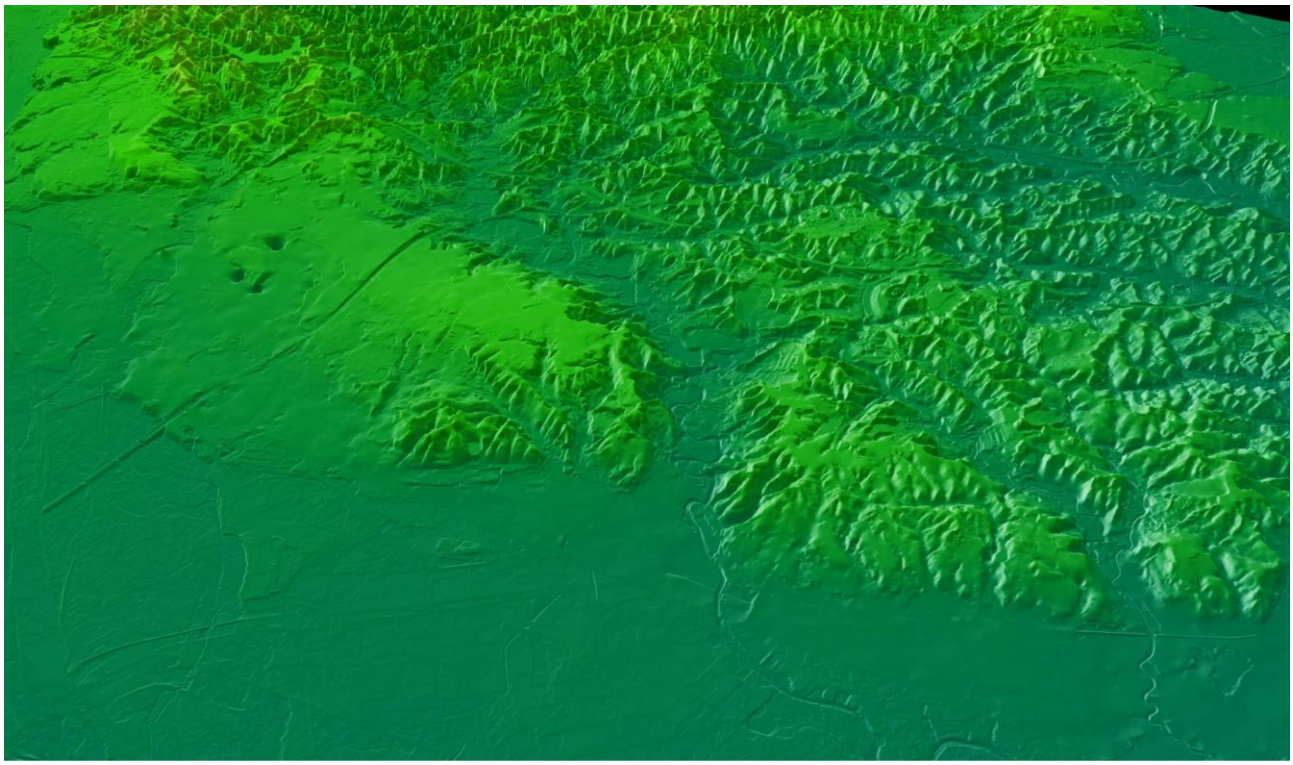


圖 5-8 新竹斷層沿線地形三維側視圖

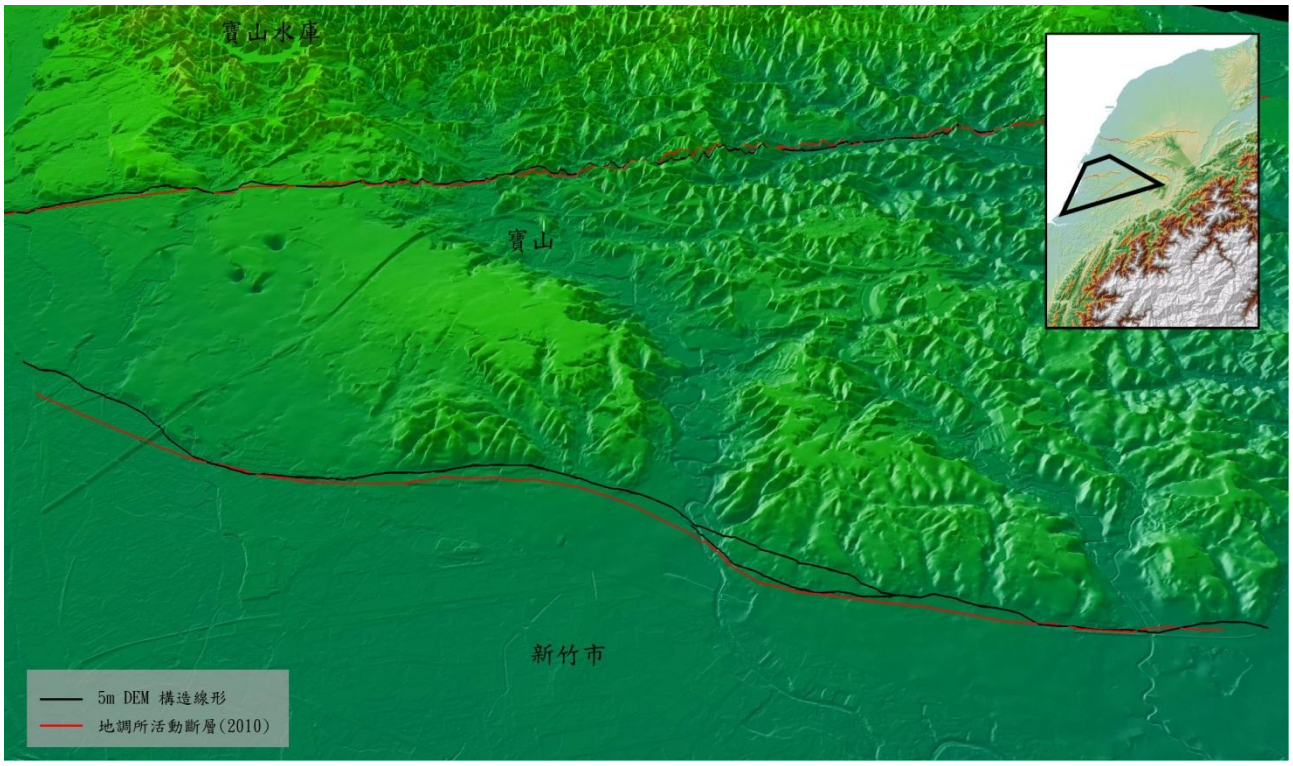


圖 5-9 新竹斷層沿線地形及構造線形套疊

新城斷層(04):新城斷層在頭前溪可見斷層露頭出露，且在工業技術研究院的西北側，斷層崖地形非常明顯，另據陳文山挖溝調查亦顯示清楚的斷層現象與其位置。本研究依據這些先前的發現與基礎，配合地質調查所的條帶地質圖的斷層線形，並參照五公尺 DEM 的地形特徵，重新調整與繪製新城斷層的位置。基本上，所繪的斷層位置與原先之地質調查所定義之斷層線位置差異不大，主要的差異在新城斷層的東段，依據地形特徵與可能之地表差異侵蝕現象，將此構造線形所在位置做了些許調整。因本斷層沿線和新竹斷層(03)位置相近，故構造線形判釋平面位置成果同如圖5-7所示,另地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-10 及圖 5-11 所示。

獅潭斷層(05):獅潭斷層呈北北東走向，為 1935 年新竹台中大地震，位於苗栗丘陵地之地表破裂。本研究依據前人所繪製的地表破裂斷層位置，並參照五公尺 DEM 的地形特徵，將此斷層判釋並繪製於平行岩層的山谷；相較於現在之地質資料，前人所繪製之斷層長度約 11 公里，針對 5 公尺之數值地形模型中所呈現之地形特徵來看，斷層南端以南所展現之線形和以北現已繪製之斷層地形特徵完全一致，故本研究中將本斷層之構造線形繼續往西南方向延伸，故目前本研究所繪製的斷層長度近 17 公里。本斷層沿線構造線形判釋平面位置成果如圖 5-12 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-13 及圖 5-14 所示。

三義斷層(06):三義斷層可分成東西走向與北北東轉南北走向兩段。由全台 5 公尺解析度之數值地形模型判釋，東西向的斷層地表線形，主要沿河谷與山坡轉折處往西延伸，地形特徵並不明顯；自三義以南，北北東走向的斷層地表線形明顯，沿火炎山東側谷地往南延伸，可見構造崖與壓力脊等地形特徵；往南穿過大安溪，於后里台地上，沿台地東側山麓前緣延伸;再往南穿過大甲溪，則是沿山麓前階地前緣的構造崖延伸至潭子，其西側尚有一分支位於豐原潭子一帶，再往南則無明顯地形特徵可追蹤，可能往東併入車籠埔斷層；此外，野外調查在大甲溪北岸可見斷層帶露頭。本斷層沿線構造線形判釋平面位置成果如圖 5-15 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-16 及圖 5-17 所示。

大甲斷層(07): 大甲斷層位於后里台地西緣，由通霄附近經過大甲東緣，本斷層向南延伸至大甲溪，地表延伸約 7.5 公里，地調所定義之大甲斷層亦將在位於大肚台地西側的清水斷層納入，本段長度約 23 公里，因此本斷層總長約 30 公里，走向呈東北向。前人研究指出其為一系列逆衝斷層之盲斷層在頭嵙山層內發生逆衝作用，使地層撓曲抬昇而形成，深部為泰安斷層所穿切而分為南北二段，北段連至大甲斷層系統（大甲至清水），南段連至彰化斷層系統（沙鹿至田中），此二段成雁行排列。由全台 5 公尺解析度之數值地形模型判釋，北段之地表線形特徵尚稱明顯，主要沿平原及台地交接處，過大甲溪後，本斷層之地表線形亦明顯，沿平原及台地交接處繼續往南延伸，主要為構造崖及構造崖後方次生褶皺及較開闊之壓力脊等地形特徵；線形繼續往南，在大肚附近，可能受溪河流侵蝕影響，線形已不清晰。本線形基本上和已有之斷層資料位置相近。本斷層沿線構造線形判釋平面位置成果如圖 5-18 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-19 及圖 5-20 所示。

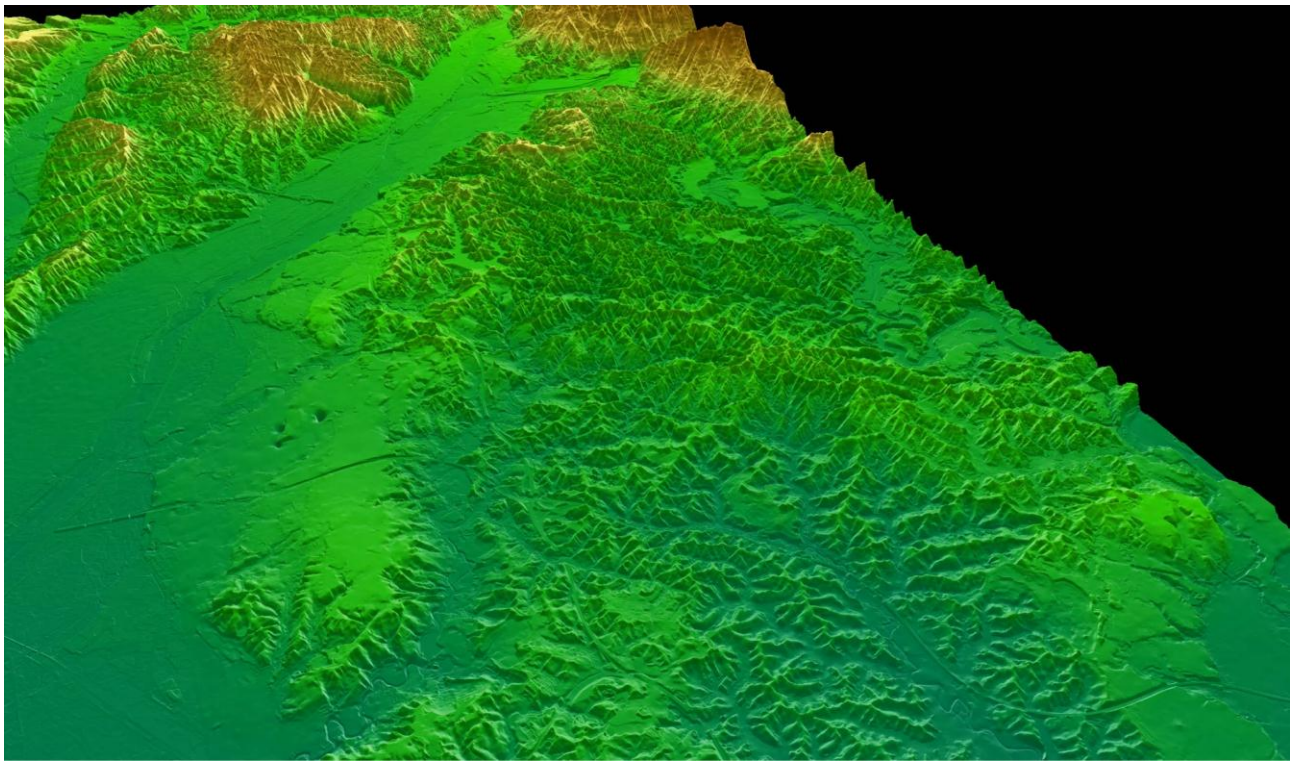


圖 5-10 新城斷層沿線地形三維側視圖

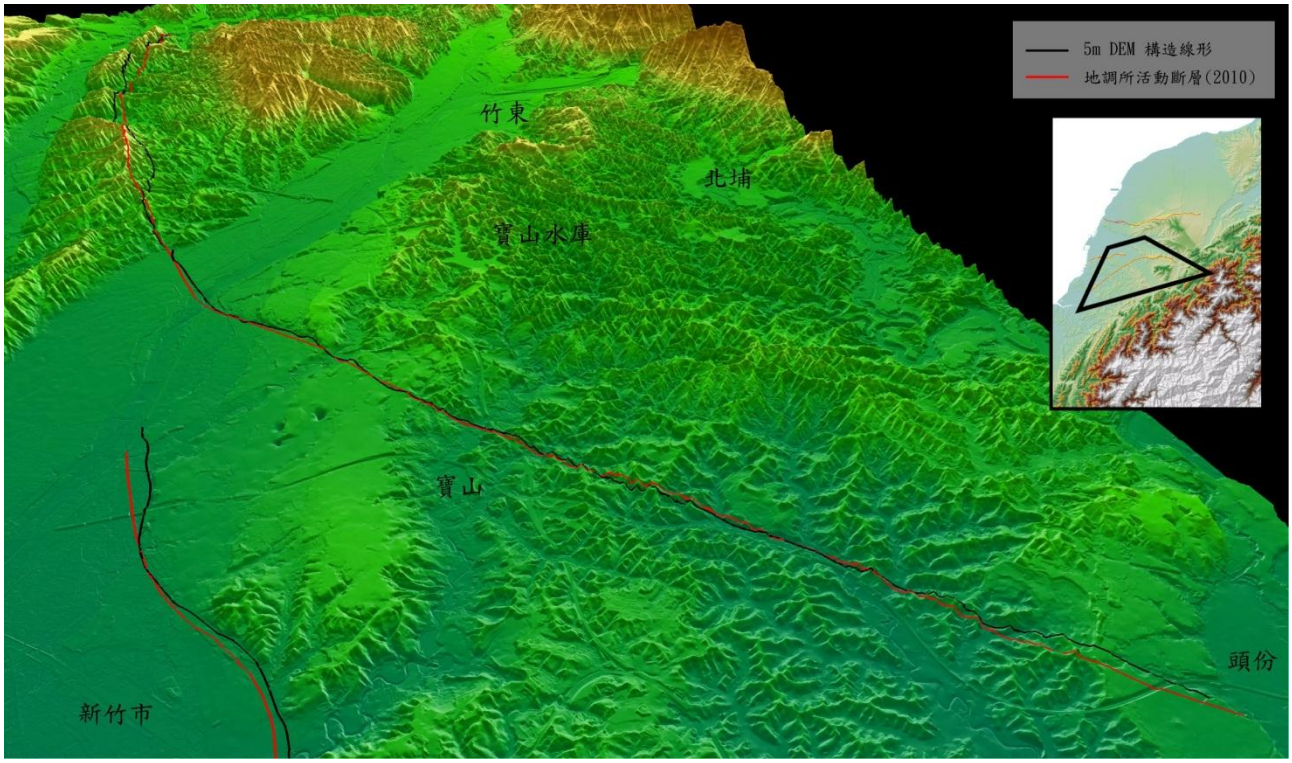


圖 5-11 新城斷層沿線地形及構造線形套疊

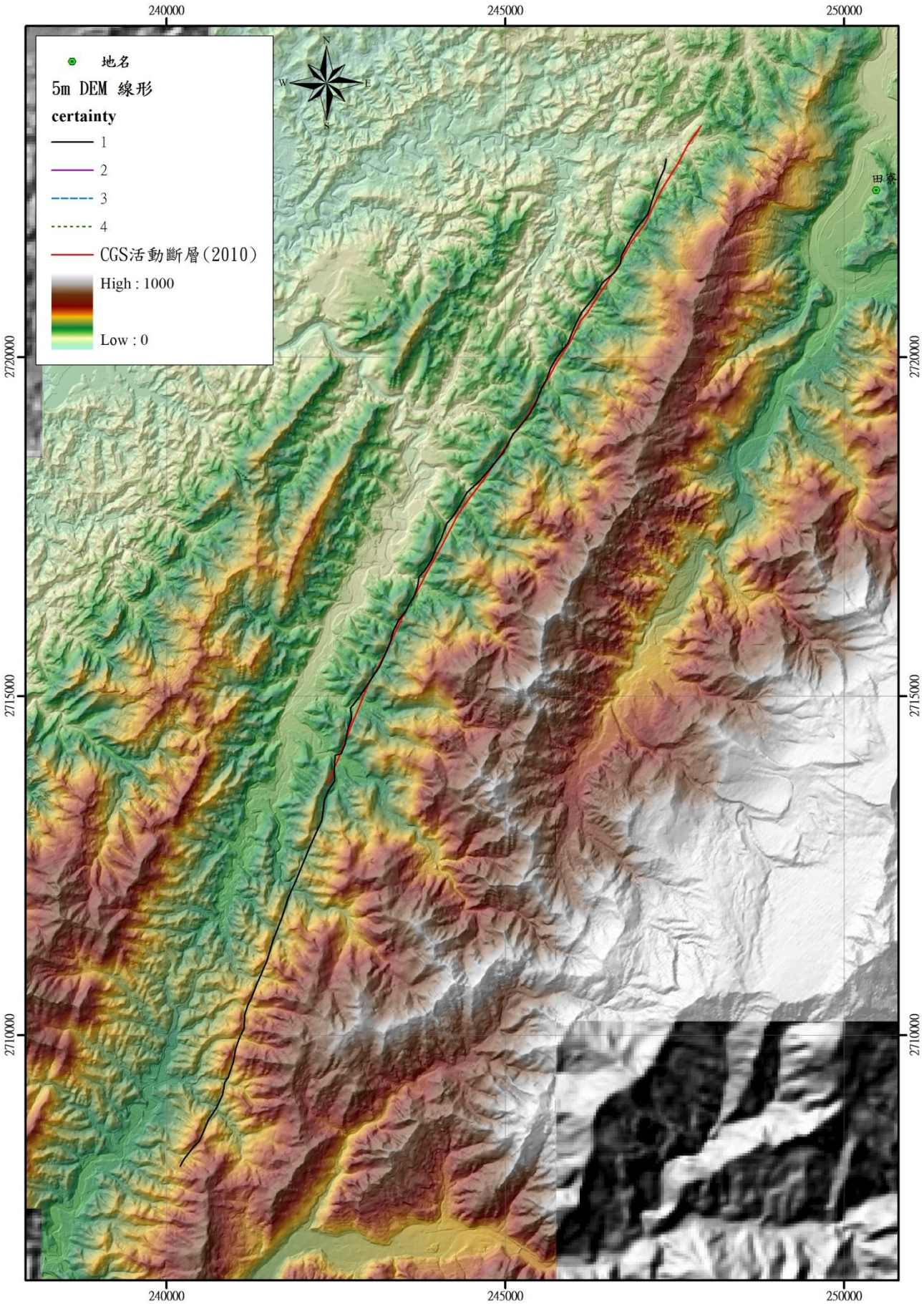


圖 5-12 獅潭斷層沿線構造線形平面位置

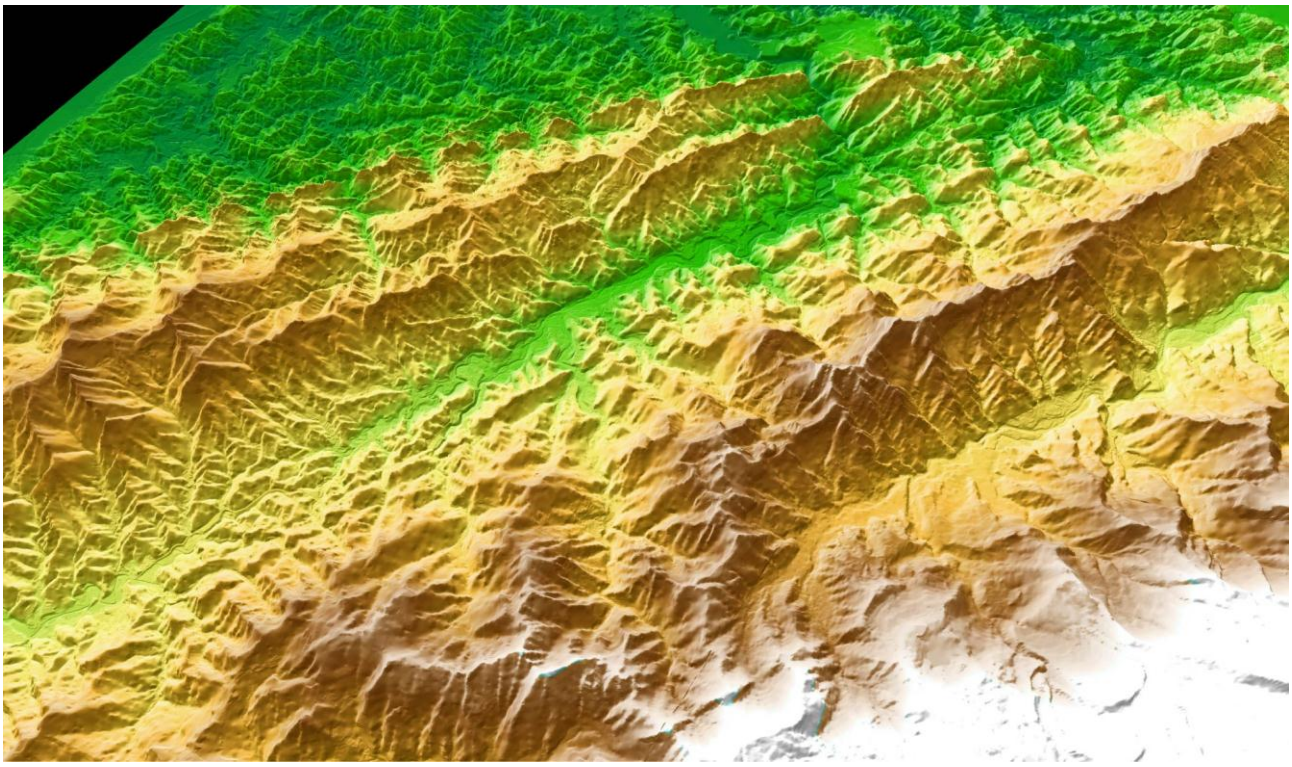


圖 5-13 獅潭斷層沿線地形三維側視圖

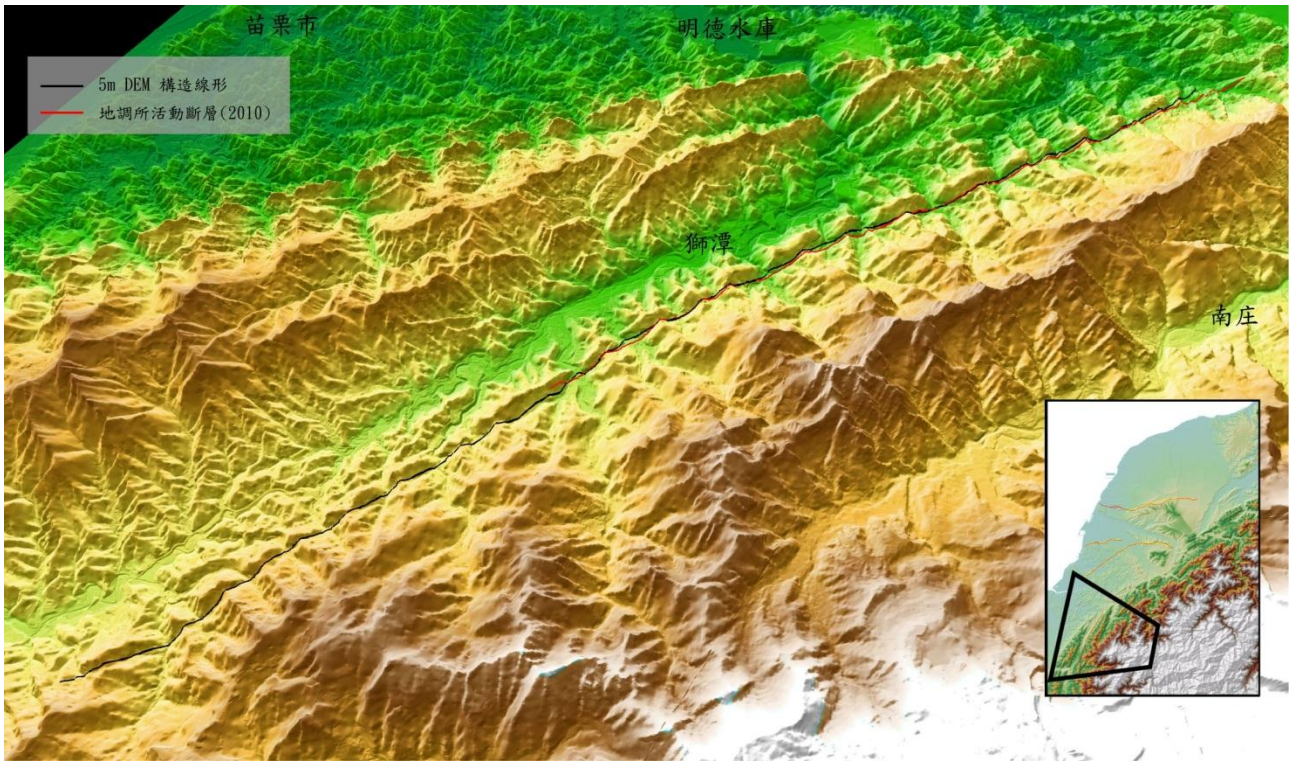


圖 5-14 獅潭斷層沿線地形及構造線形套疊

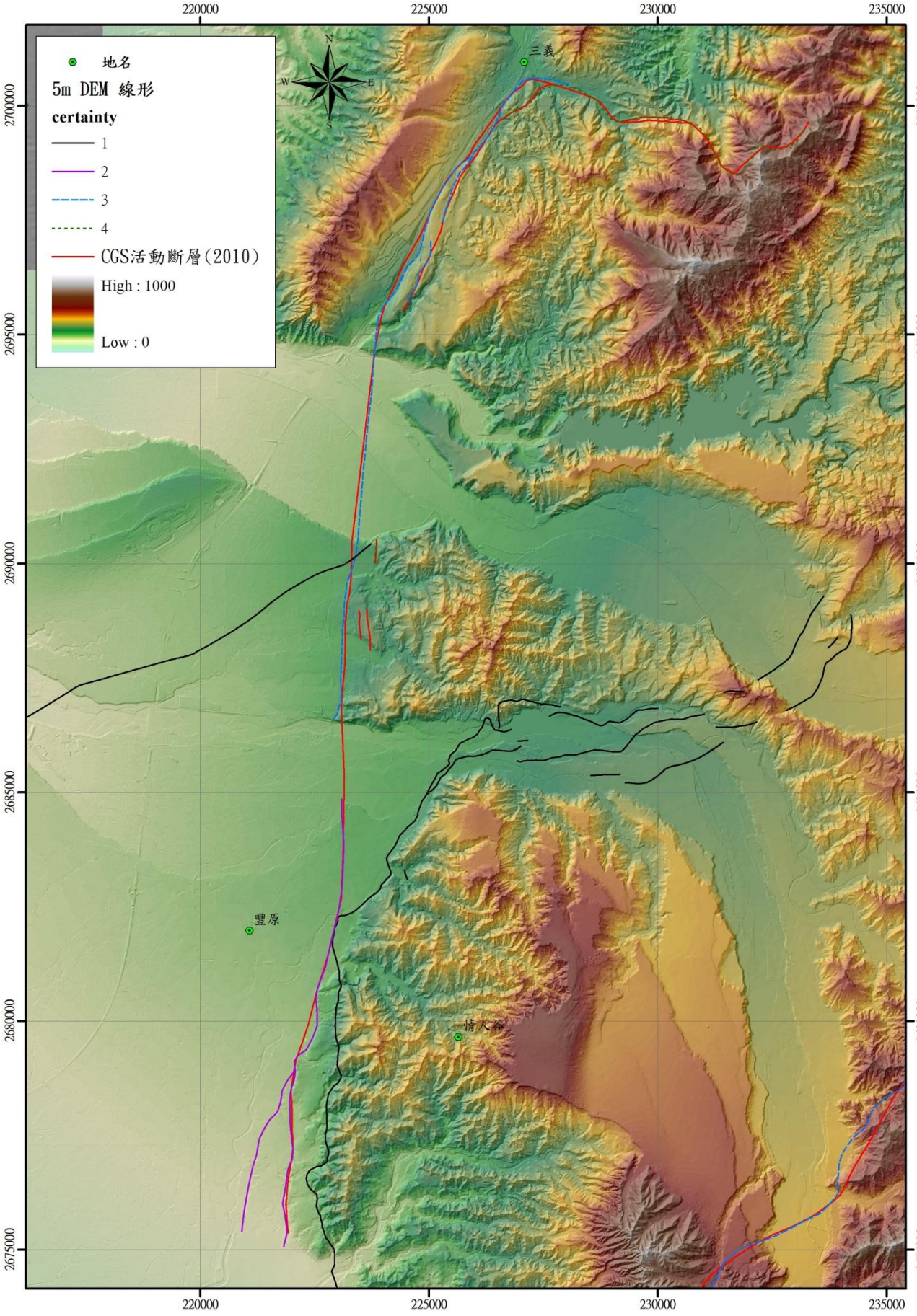


圖 5-15 三義斷層沿線構造線形平面位置

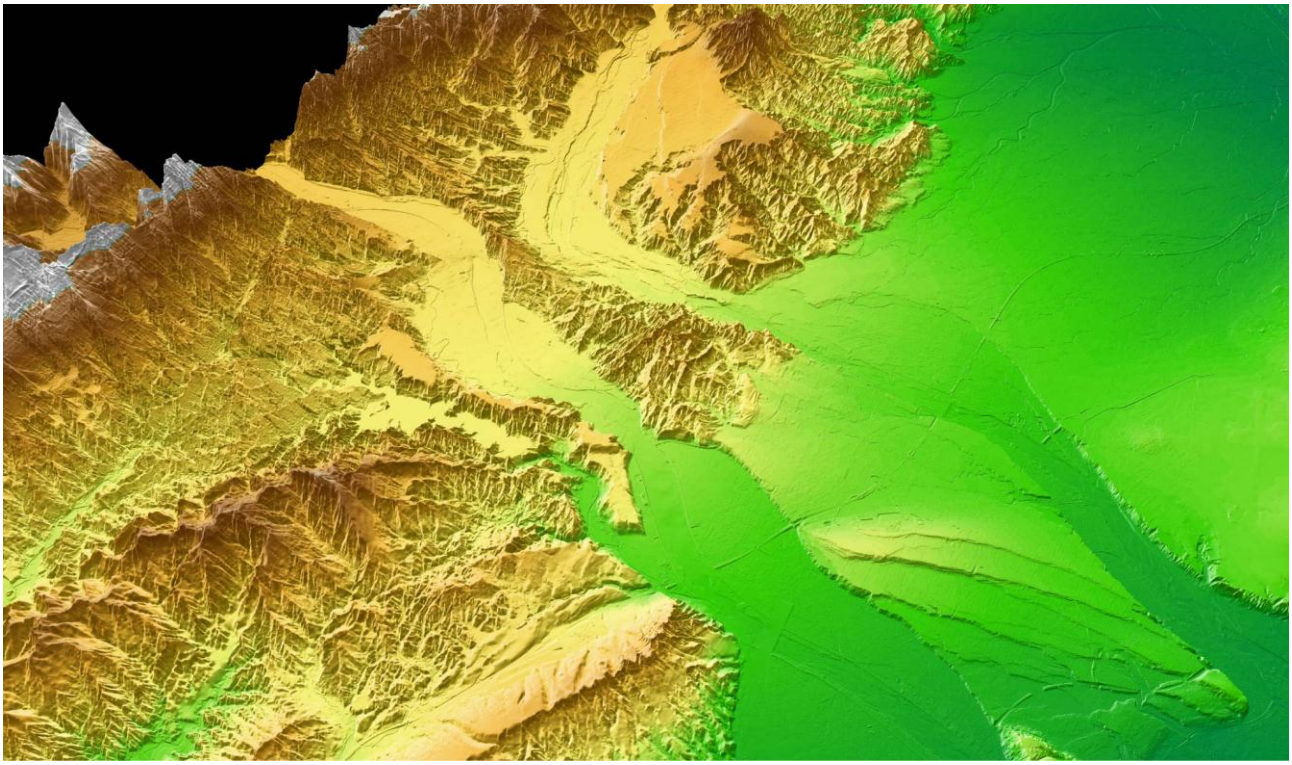


圖 5-16 三義斷層沿線地形三維側視圖

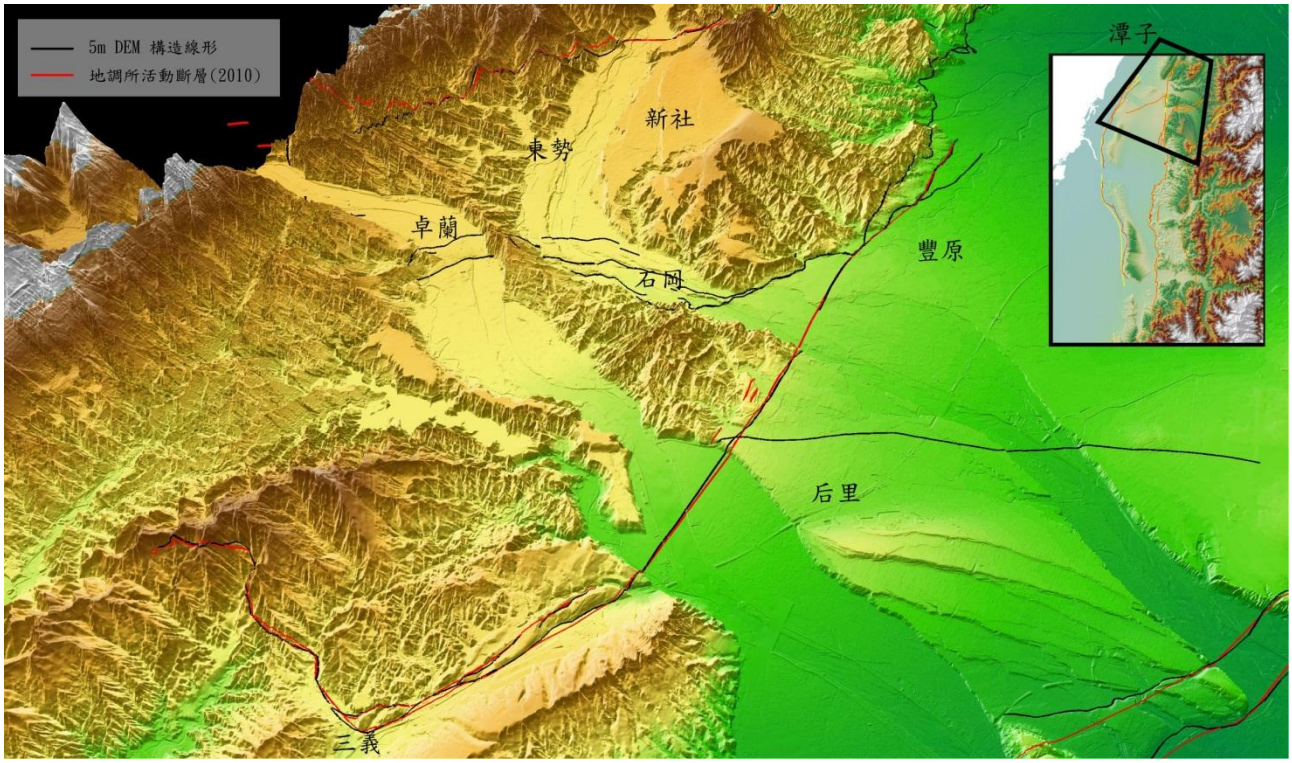


圖 5-17 三義斷層沿線地形及構造線形套疊

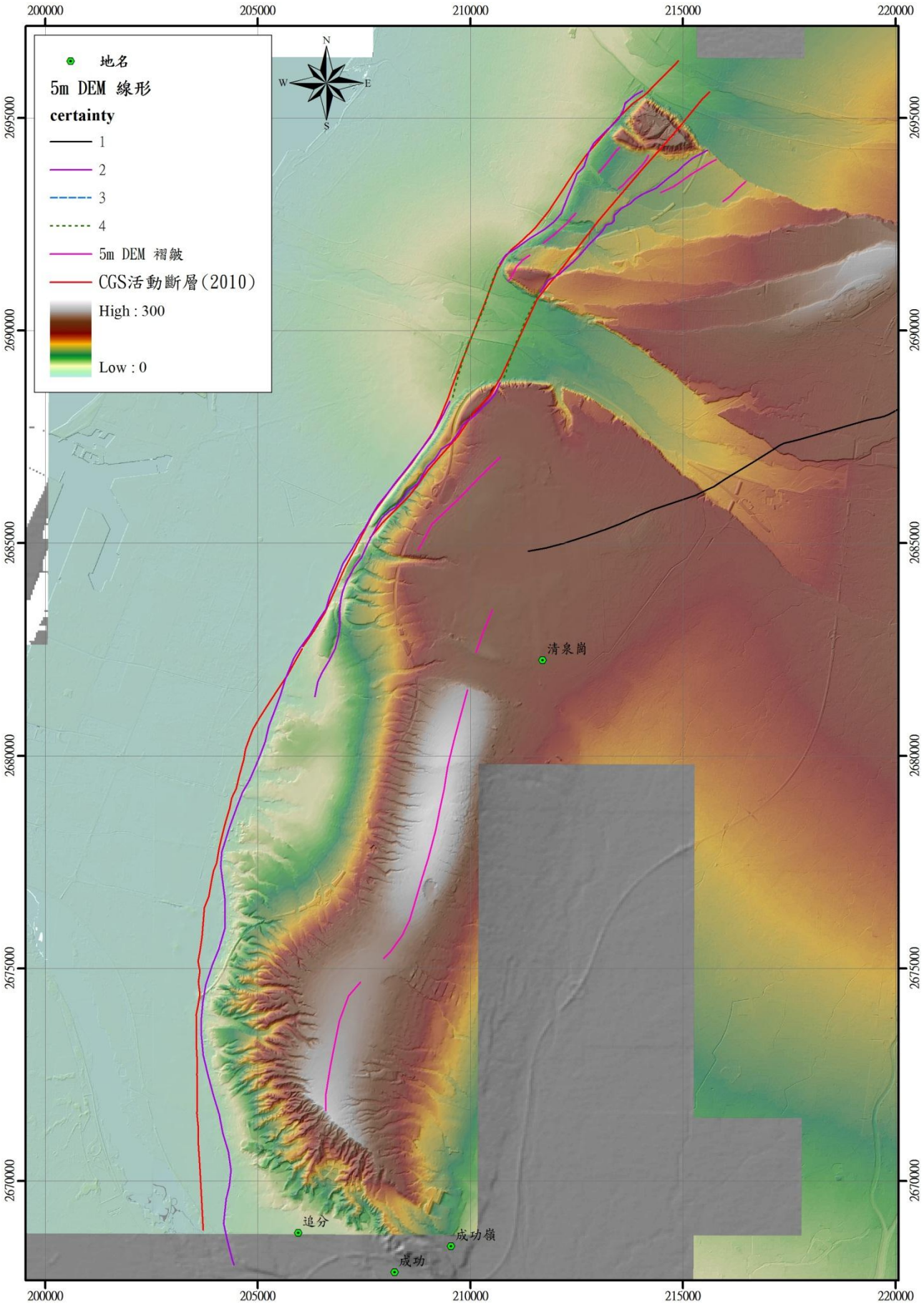


圖 5-18 大甲斷層沿線構造線形平面位置

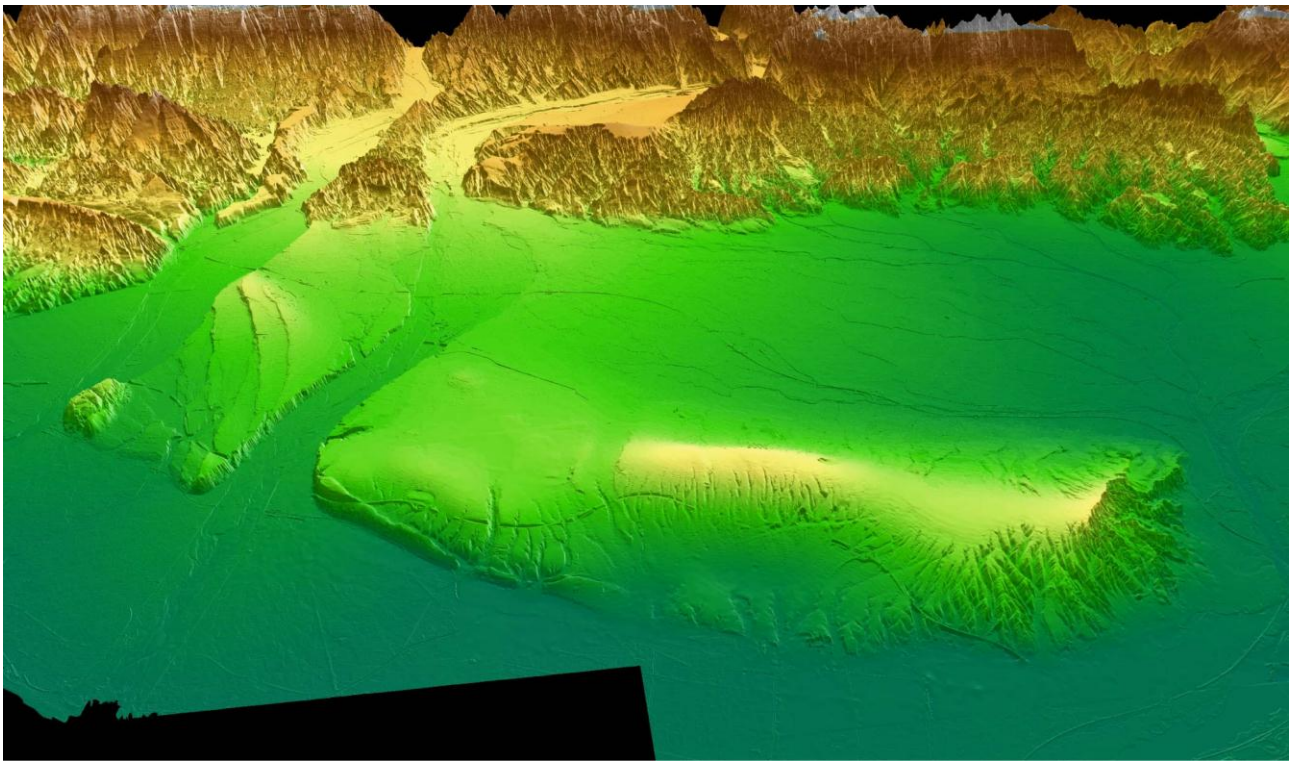


圖 5-19 大甲斷層沿線地形三維側視圖

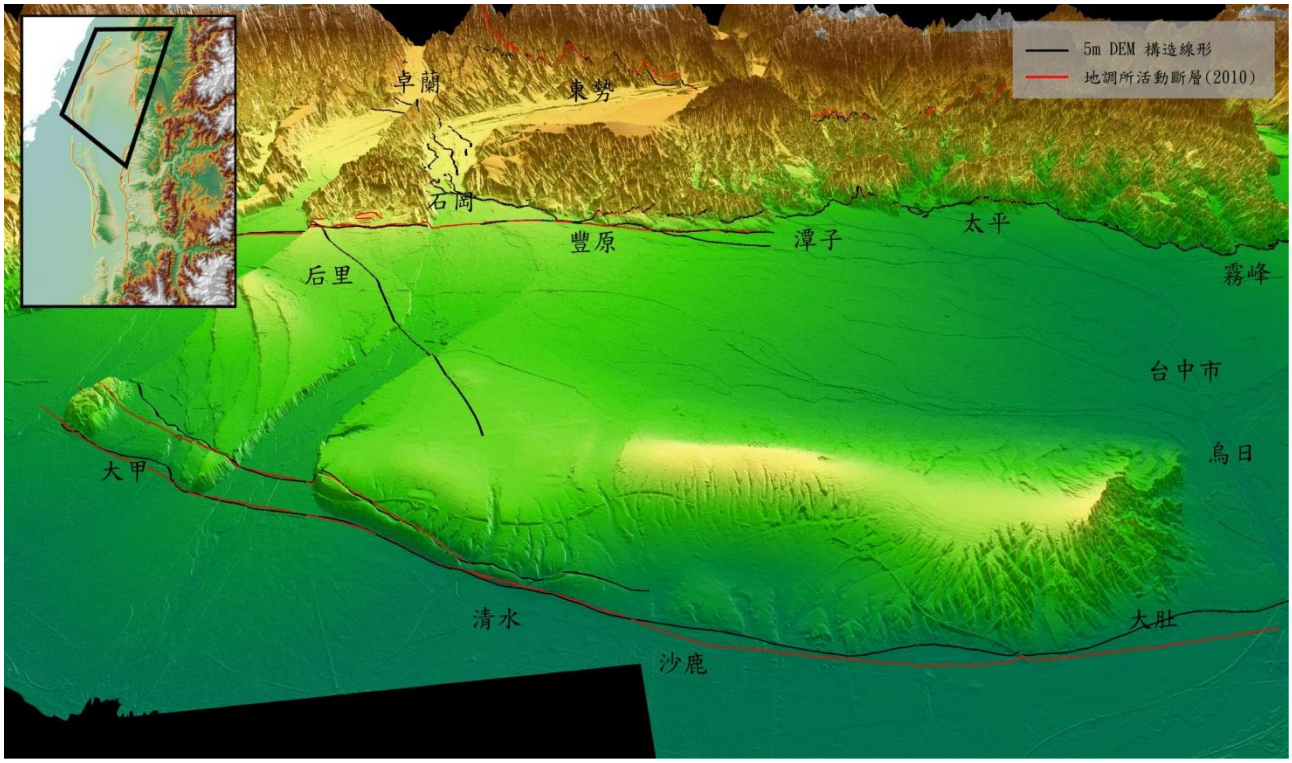


圖 5-20 大甲斷層沿線地形及構造線形套疊

鐵砧山斷層(08): 鐵砧山斷層又稱為大甲東斷層。斷層由鐵砧山東側經大甲東聚落西緣、尾山東側、甲南東方的客莊、橫山和清水第一公墓及沙鹿東方的竹林，長約 15 公里。斷層的南段（又稱橫山斷層）在犁分、竹林附近併入清水斷層；本斷層位於大甲斷層及清水斷層之東側，可能為二者之次生斷層。經過鐵砧山東部、大甲高工東側，到大甲東新城，長 2.4 公里，走向東北，有 2 公尺高的明顯小崖，可辨認為 I 級斷層，經過鐵砧山的部分呈直線狀谷，可能為其延長。但由震測資料顯示其地下地層水平，這些斷層可能不存在，地形上所見之變異係為台地抬升後,經古河道大量侵蝕所產生,為局部性之侵蝕溝而已(陳太山與蘇福欽，2002;王乾盈與郭炫佑，2003)。由全台 5 公尺解析度之數值地形模型判釋，本斷層之地表線形特徵尚稱明顯，近乎平行大甲斷層，北段線形距大甲斷層約 1.8 公里，南段末稍幾和大甲斷層相交，構造線形為構造崖及壓力脊等地形特徵。本線形基本上和已有之斷層資料位置相近，但因線形繼續往南延伸，且地形特徵清晰，故較前人文獻之 13 公里為長，本研究研判所得總長約 16 公里。綜論上述結果，或可指示本斷層之斷層錯動量較小，以致地物分析結果和地表特徵不一致。本斷層沿線構造線形判釋平面位置成果如圖 5-21 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-22 及圖 5-23 所示。

屯子腳斷層(09):屯子腳斷層為 1935 年新竹-台中大地震在地表上形成長達 15 公里的地表破裂，其走向呈現東北東兼具逆衝的右移斷層，北由后里台地東北隅的泰安車站向西南方向延伸，經下后里、內埔，越過大肚台地至清泉崗附近。近期的研究顯示屯子腳斷層為壓縮型之花狀構造，為在壓應力環境下的橫移斷層所形成，地層在接近斷層的部位逐漸隆起，在斷層中心呈穹窿狀、伴隨近垂直錯移面，地表上則形成雁行張裂的次構造。根據沿斷層線的震測剖面觀察，屯子腳斷層東北端應力作用及變形量最大，向西南逐漸減弱，遇清水斷層前應已終止。。根據后里河階群的發育特徵、GPS 地殼變形監測及震測構造影像等線索，均顯示屯子腳斷層至少活躍於晚更新世，並延續到現今。本斷層之地形構造線形，可能受人為開發之影響，且因斷層為地震斷層，故僅依前人之文獻資料加以套疊。本斷層沿線前人之構造線形平面位置如圖 5-24 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-25 及圖 5-26 所示。

彰化斷層(10):利用全台 5 公尺解析度之數值地形模型進行調查，彰化斷層地表線形特徵主要位於八卦台地西緣，除了沿台地邊緣約呈北北西轉南北向的構造崖外，於此構造線形亦可見明顯的三角切面等地形特徵，線形往北可能穿過大肚溪與大甲斷層相連，往南則無明顯地形特徵可知其延伸位置。本線形因台地邊緣局部可見一系列三角切面及地形崖，但本線形西側已可見一系列山麓前緣之小沖積扇堆積，故主要斷層或可能位於線形西側。前人文獻中指示斷層所在位置，可能因受平原區內人為開發影響，構造線形不明，故就五公尺數值地形模型來判釋，所得之線形位置和前人之文獻資料有較大之差異，就次生之構造地貌來說基本上或可往台地側偏移，但實際位置仍待查證，且推論主斷層仍於平原區沖積層內，構造地貌所見者，可能為次生構造，或岩層位態。本構造線形判釋之平面位置如圖 5-27 所示，地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-28 及圖 5-29 所示，另中南段區域之細部三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置情形，各詳如圖 5-30 及圖 5-31 中示。

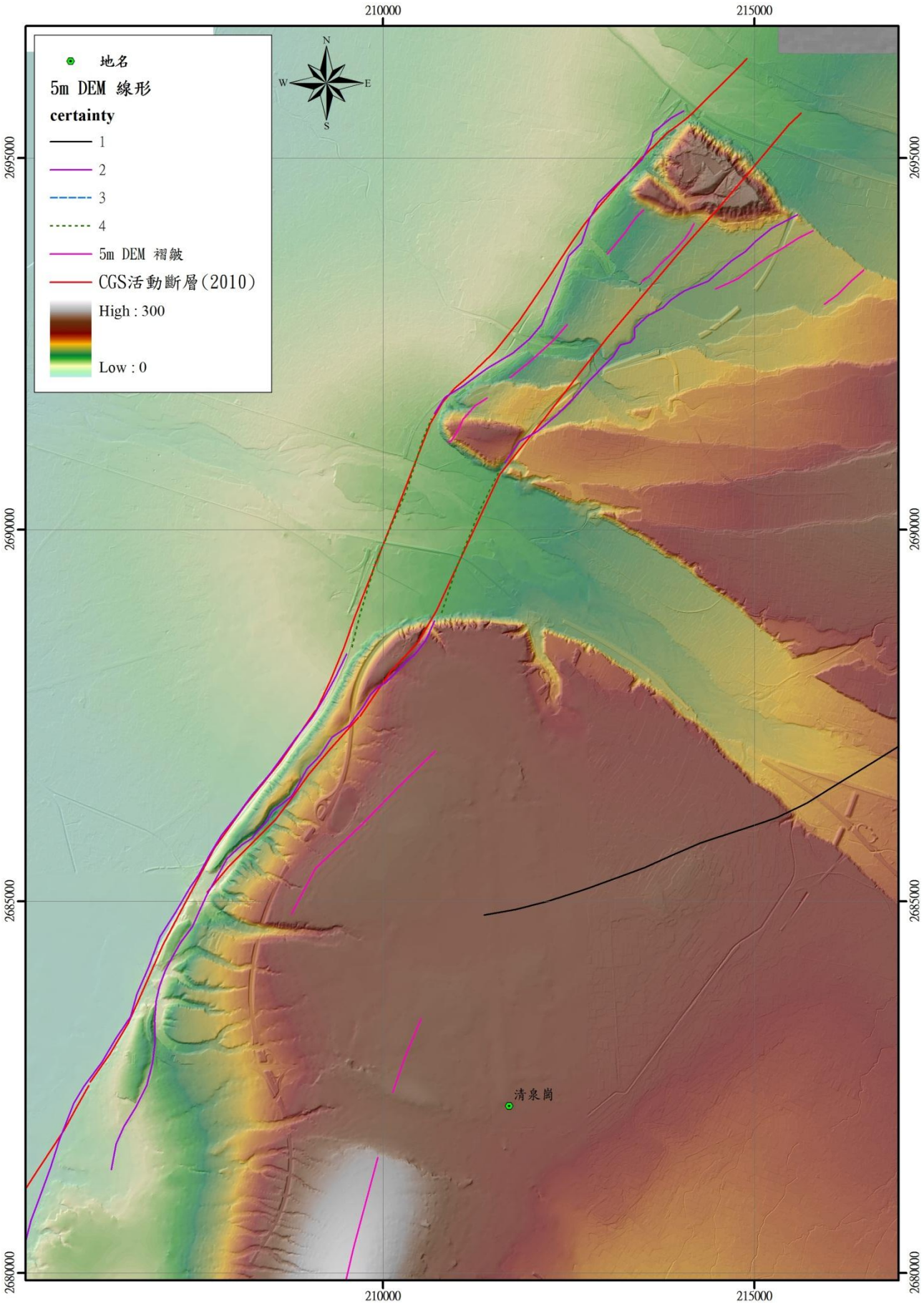


圖 5-21 鐵鈷山斷層沿線構造線形平面位置

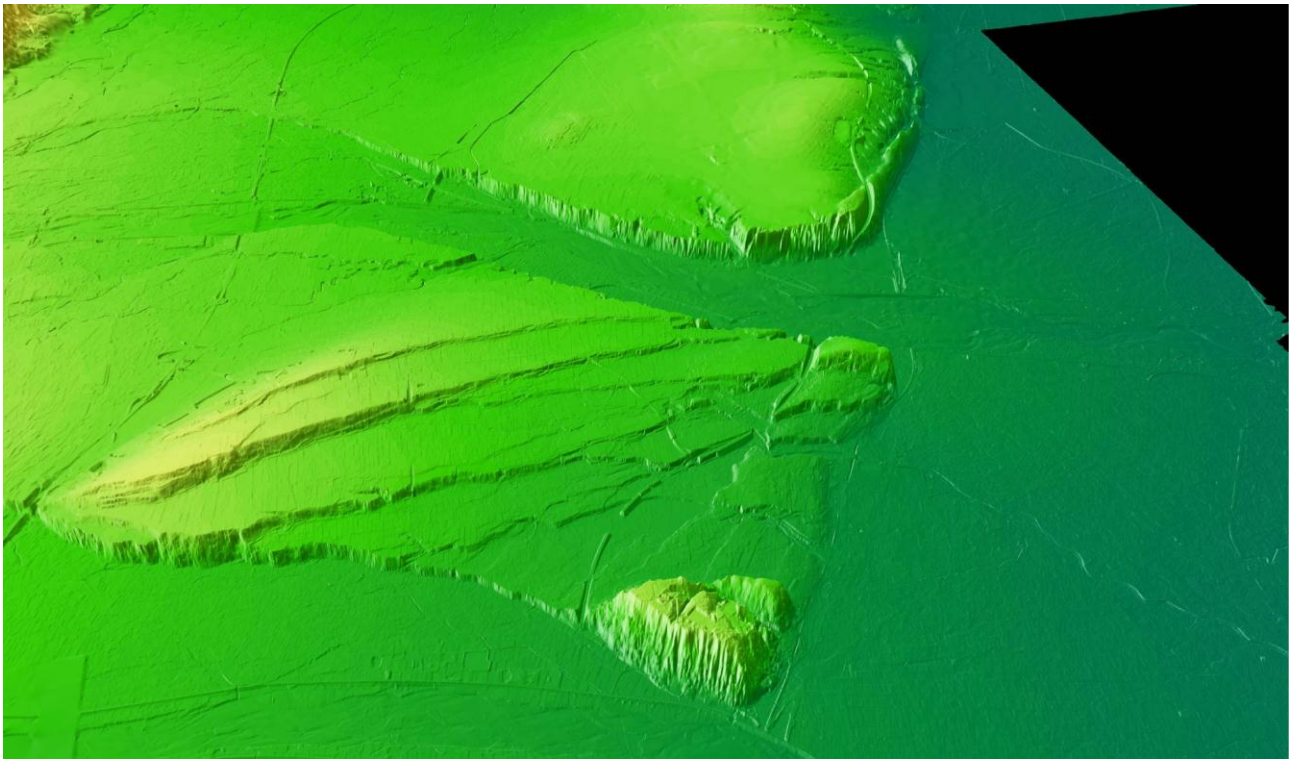


圖 5-22 鐵鈷山斷層沿線地形三維側視圖

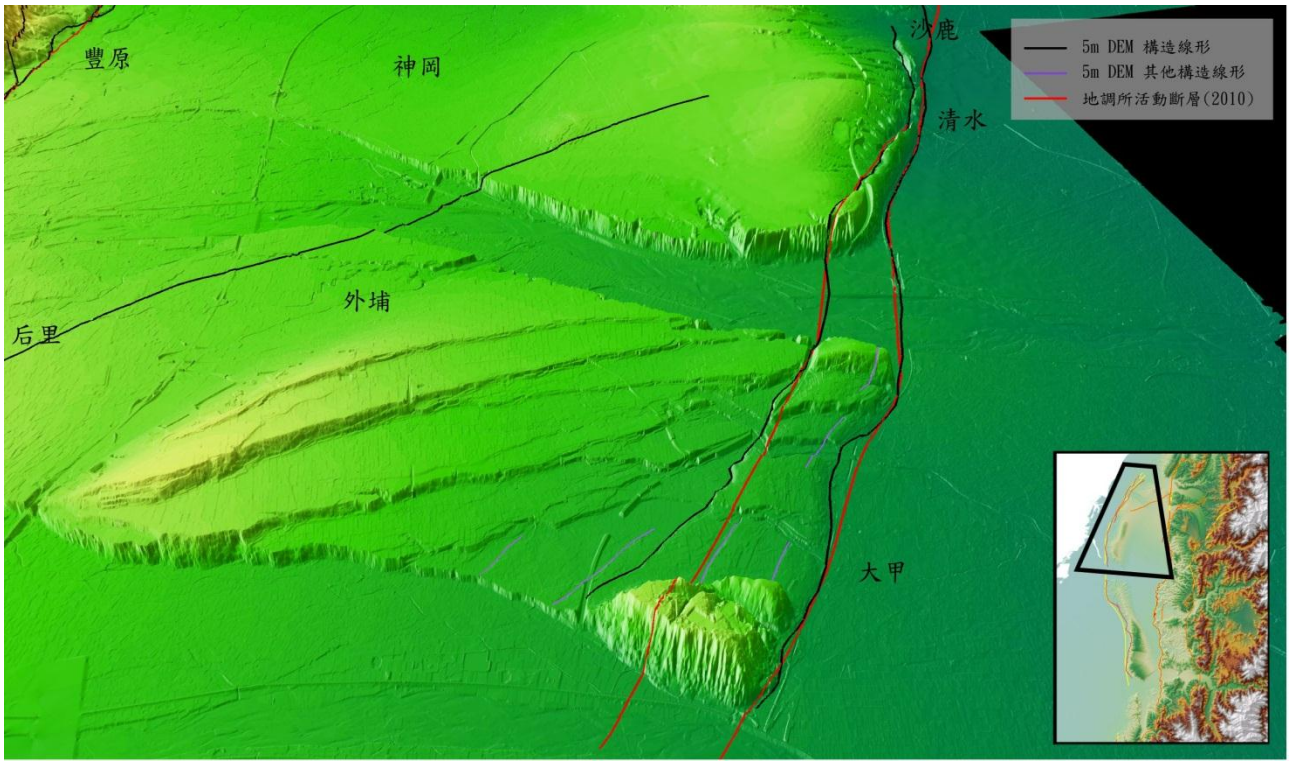


圖 5-23 鐵鈷山斷層沿線地形及構造線形套疊

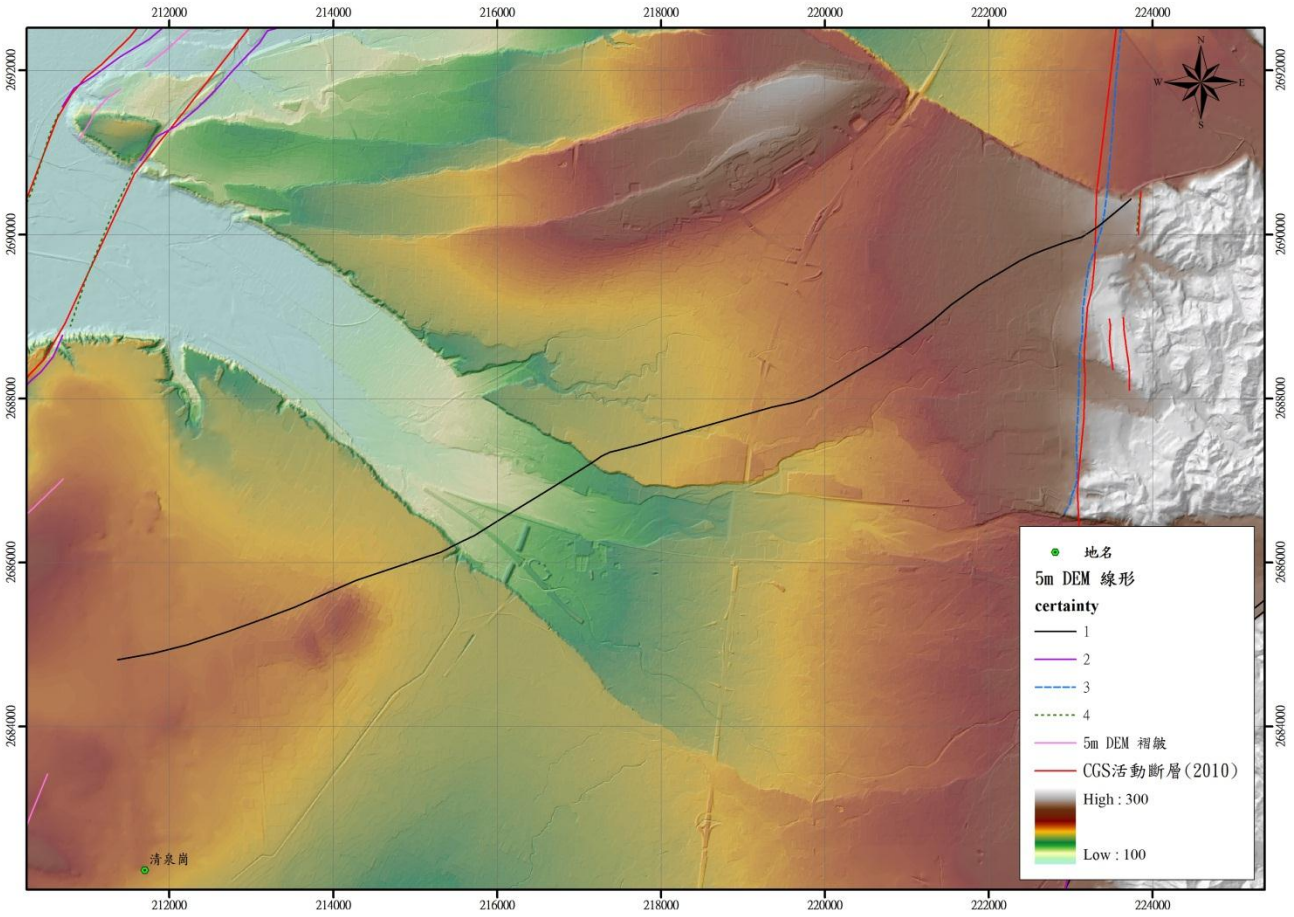


圖 5-24 屯子腳斷層位置平面位置

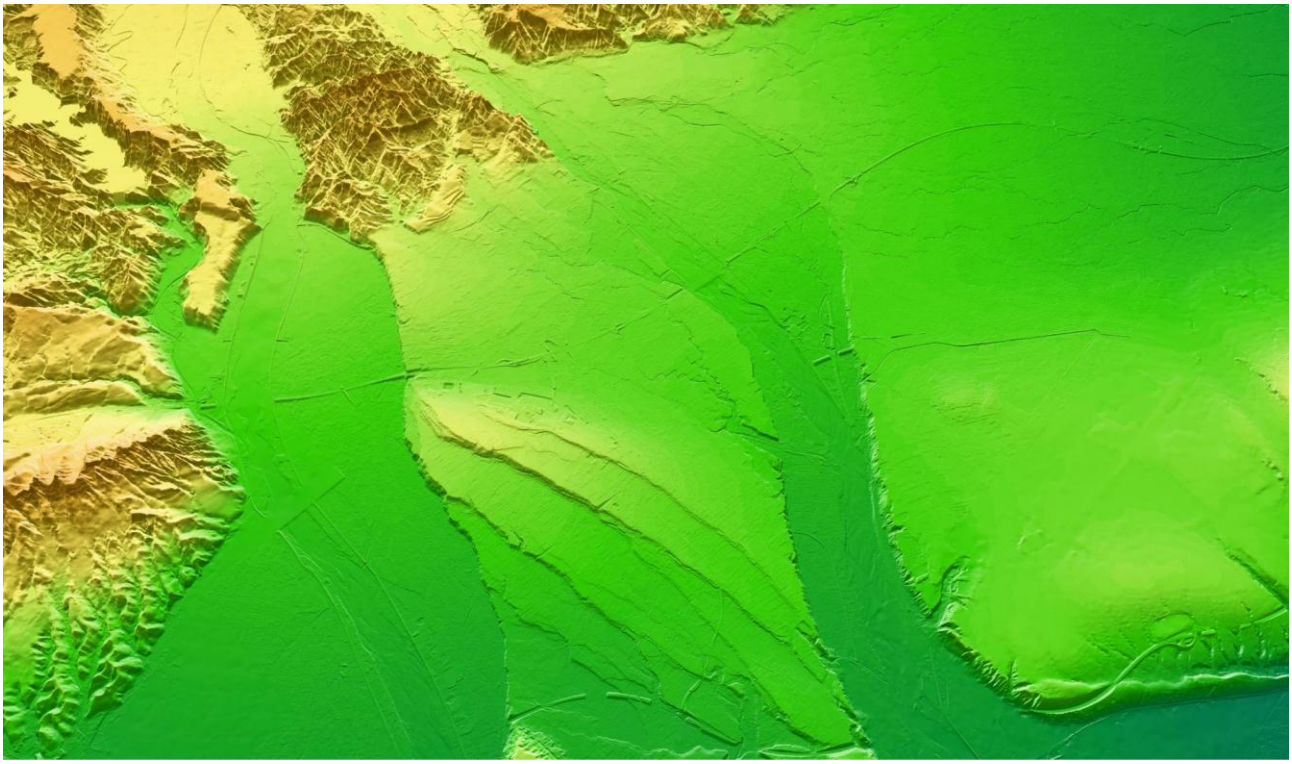


圖 5-25 屯子腳斷層沿線地形三維側視圖

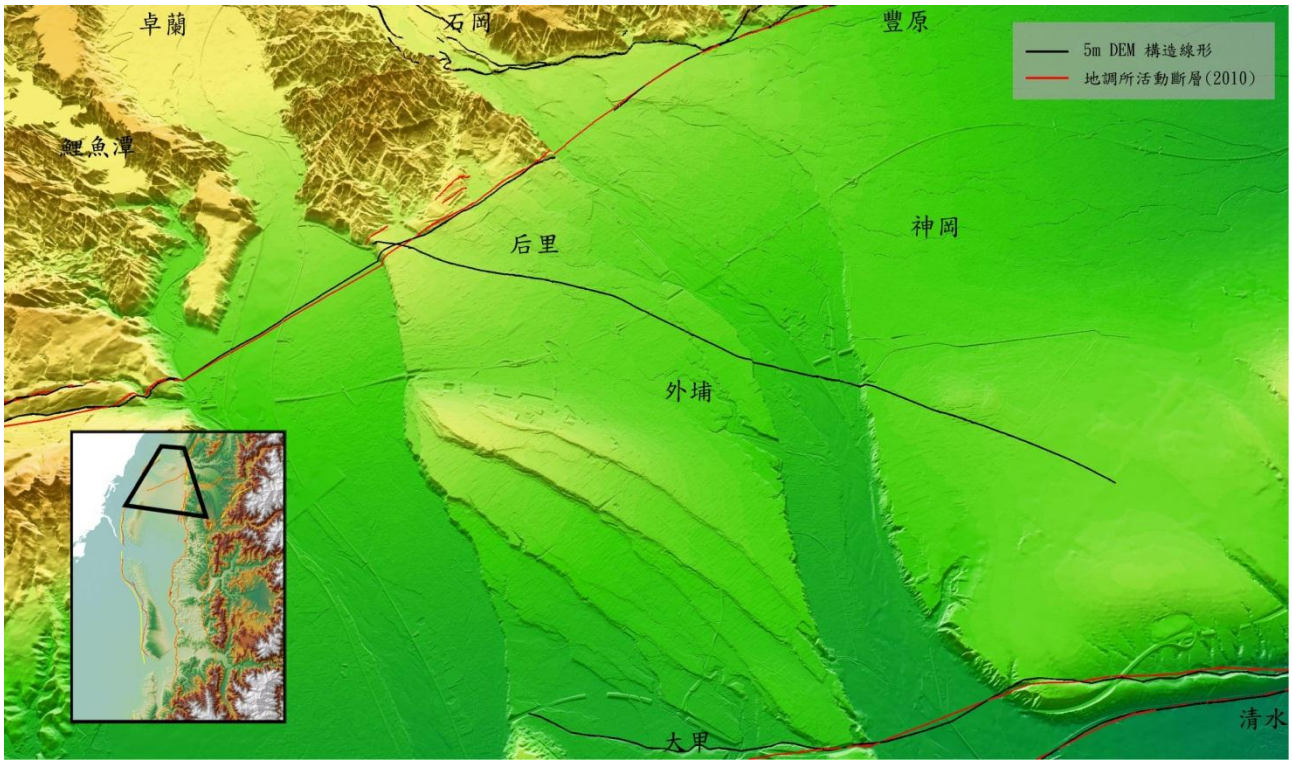


圖 5-26 屯子腳斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊

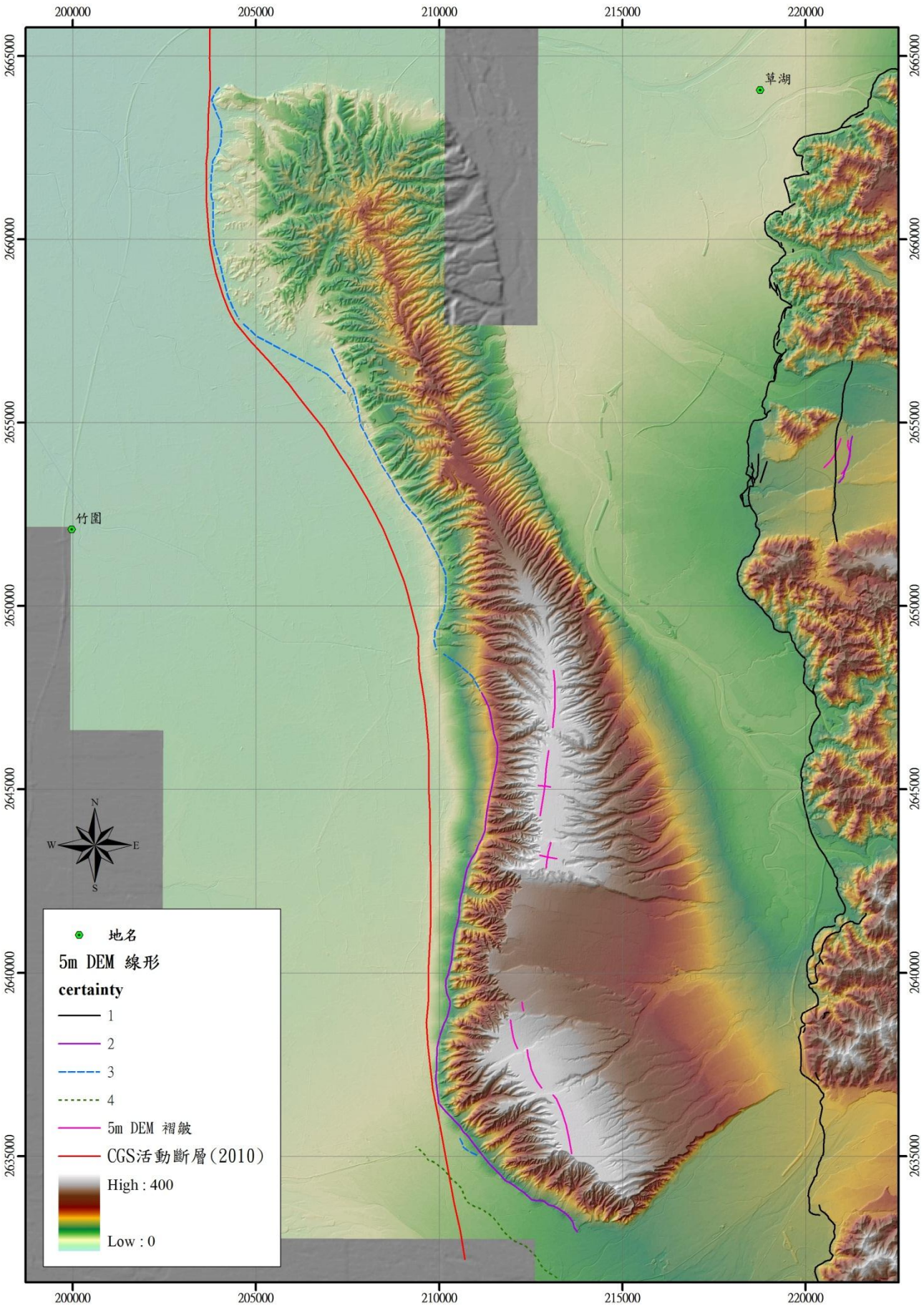


圖 5-27 彰化斷層沿線構造線形平面位置

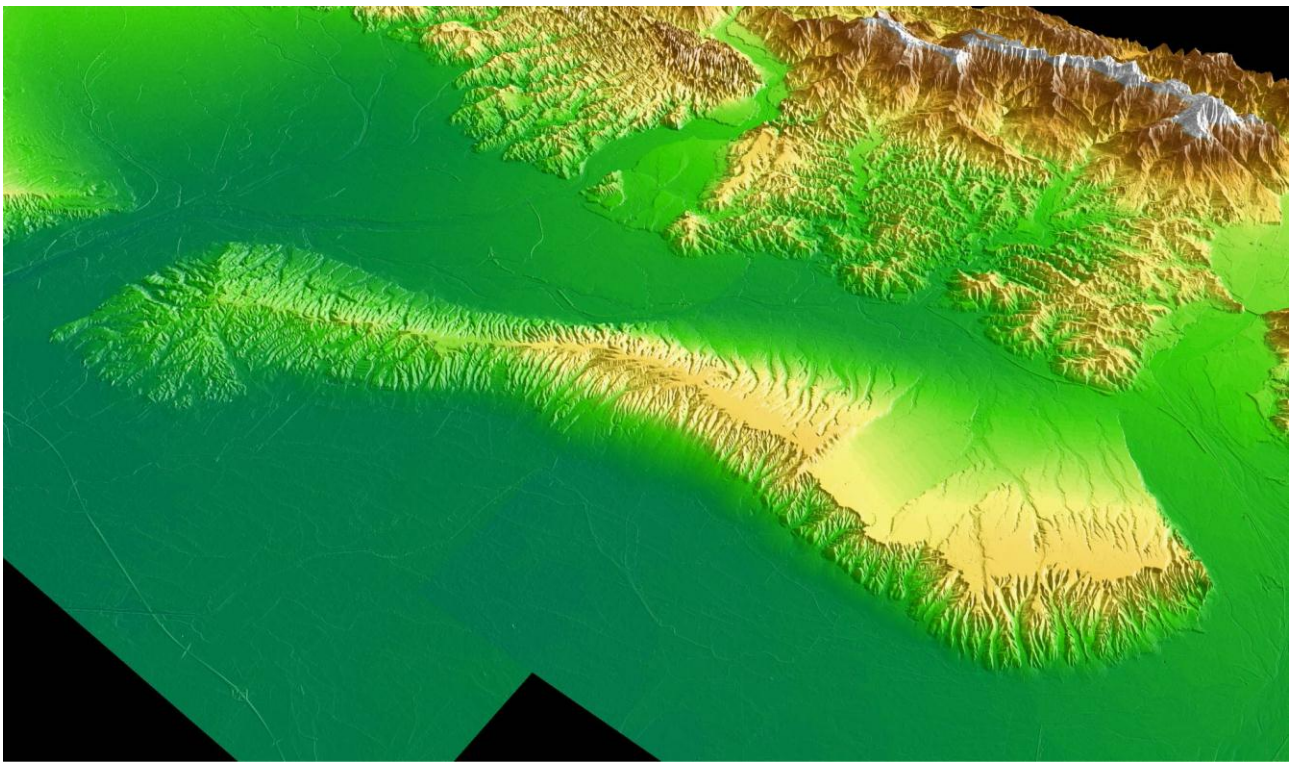


圖 5-28 彰化斷層沿線地形三維側視圖

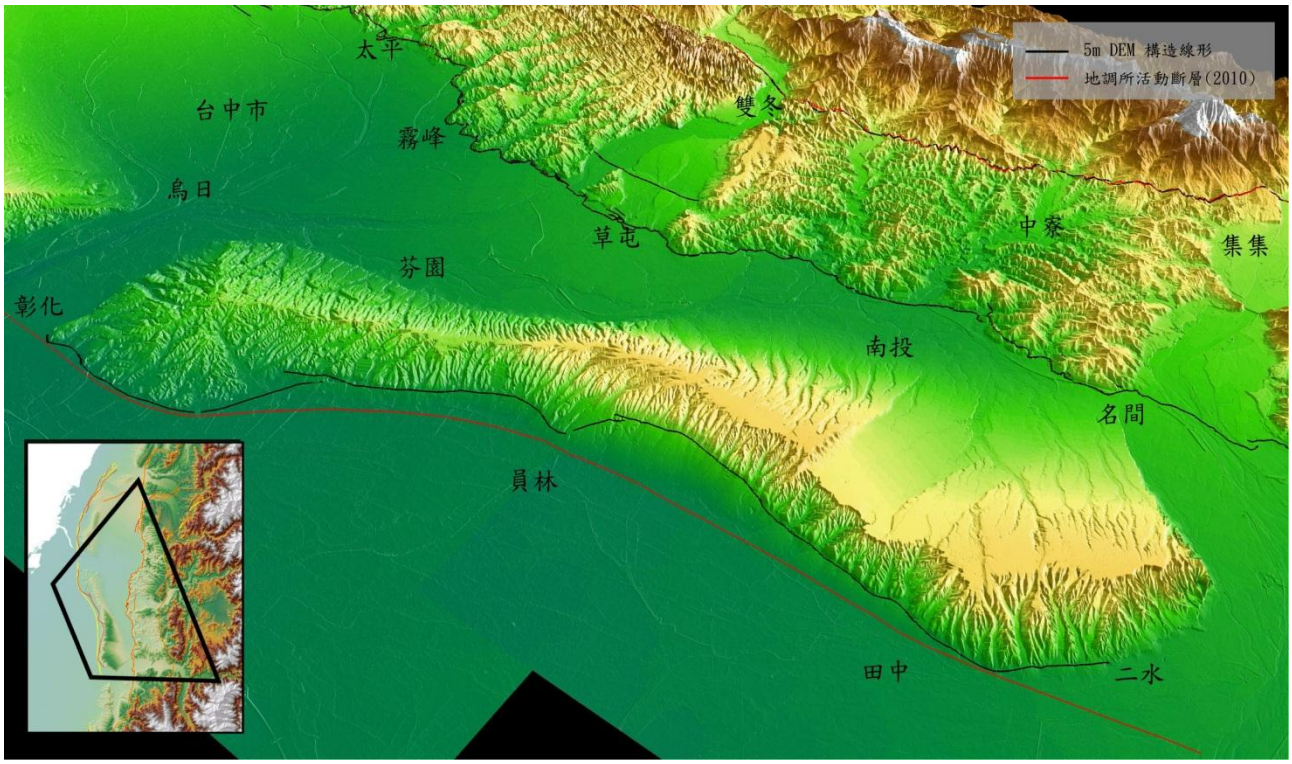


圖 5-29 彰化斷層沿線地形及構造線形套疊

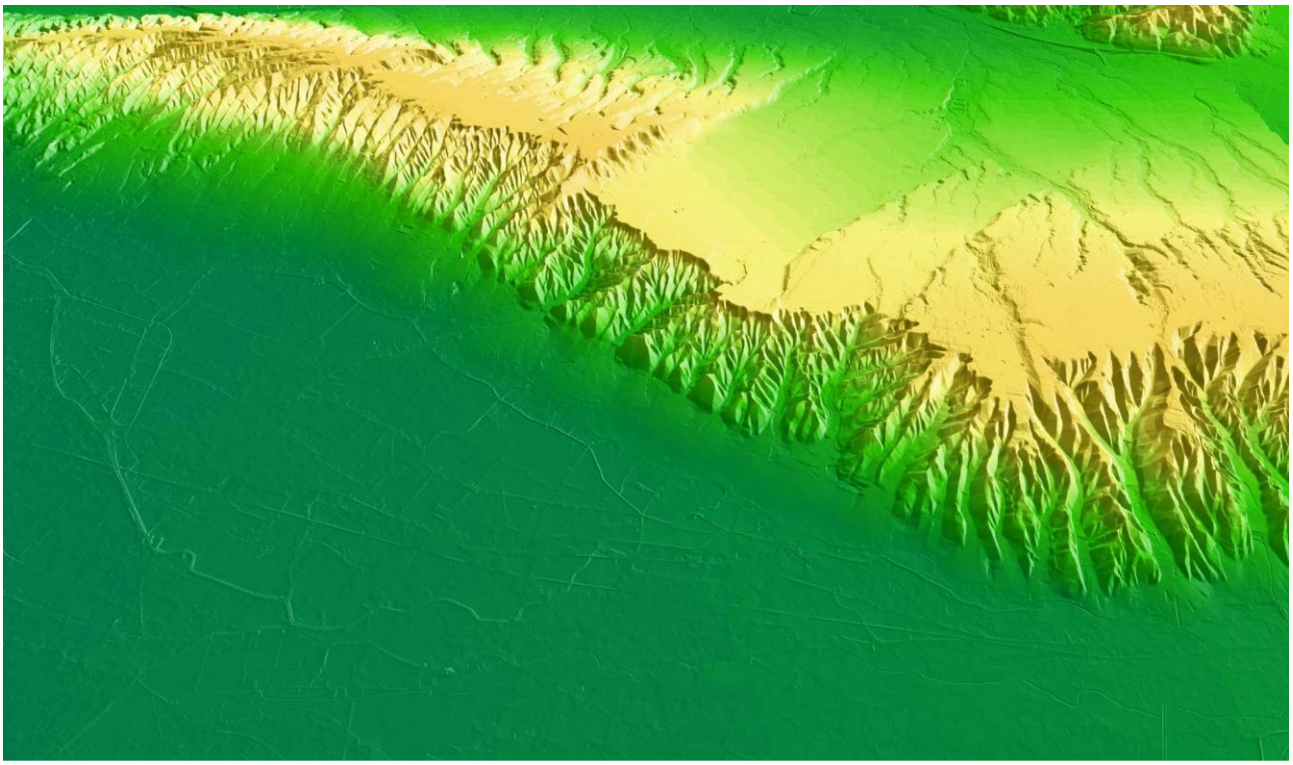


圖 5-30 彰化斷層中南段區域地形三維側視圖

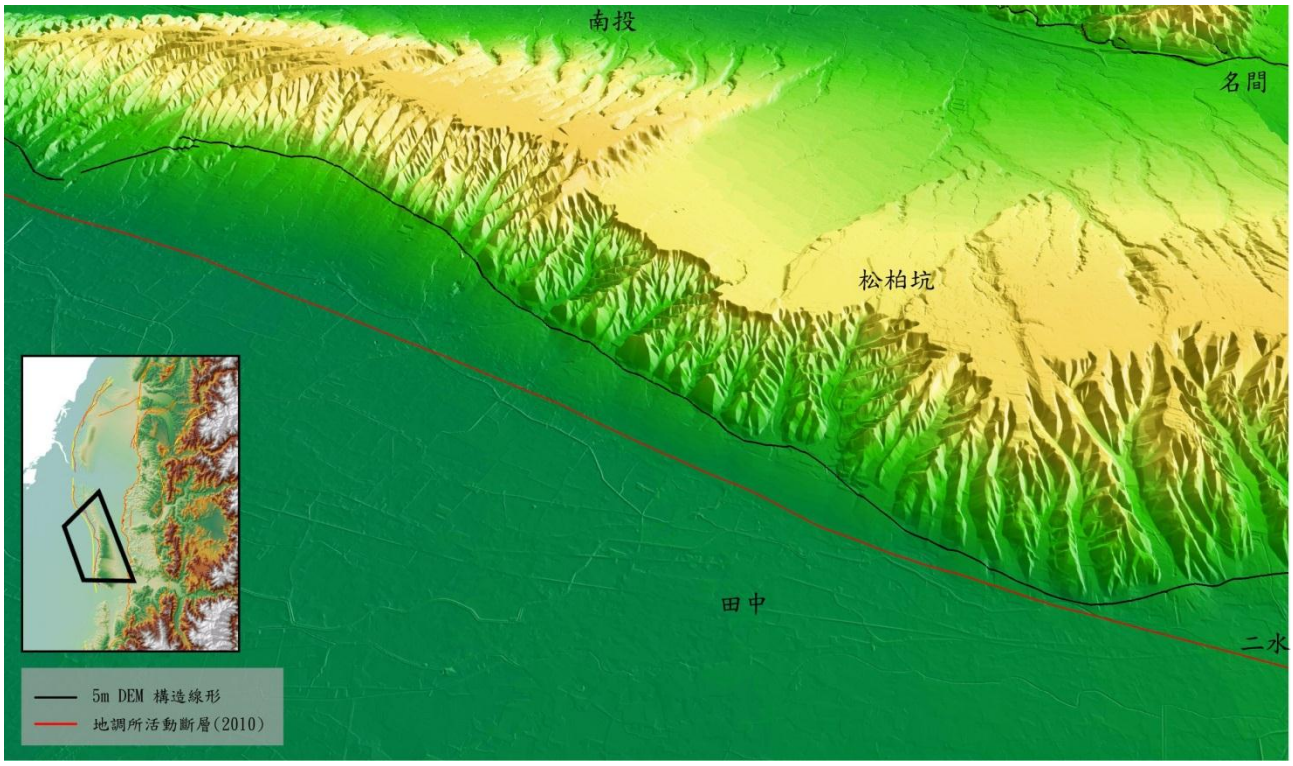


圖 5-31 彰化斷層中南段區域地形及構造線形套疊

車籠埔斷層(11):車籠埔斷層是 1999 年集集地震發生錯動的斷層，利用全台 5 公尺解析度之數值地形模型，可清楚判釋地震地表破裂造成的地形特徵，包括北段跨越大甲溪與大安溪的斷層分支與地形隆起，草屯附近的斷層分支，都能清楚判釋；斷層地表線形往南跨過濁水溪在竹山南方進入山區，轉為東北走向，仍能依構造崖等地形特徵判釋其往西南的延伸位置，此段與地調所所定之斷層位置相似。本構造線形判釋之平面位置如圖 5-32～5-34 所示，地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-35～5-40 所呈現。

大茅埔-雙冬斷層(12):大茅埔-雙冬斷層在大甲溪以北呈東北走向，以南則轉為南北走向，由全台 5 公尺解析度之數值地形模型判釋，斷層地表線形主要沿麓山帶地形的轉折處延伸，在大甲溪南岸沿頭嵙山東緣，在烏溪北岸則是沿九九峰東緣延伸，活動斷層相關之地形特徵並不明顯，判釋的結果除北段外，其餘與地調所所定之斷層位置相近，就局部區域判釋成果，主要就岩性變化及線形兩側判釋之岩層位態差異，來修訂構造線形及可能之斷層位置。圖 5-41 及 5-42 指示本構造線形判釋後之線形北段及南段區域之平面位置，另地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-43～5-49 所示，圖 5-48 及 5-49 另呈現構造線形地形疊置成果，圖 5-45 指示本斷層北段區域判釋所得斷層線位置兩側，地層位態近乎直交之情況，或可指示斷層可能位置。

九芎坑斷層(13):九芎坑斷層位於西部麓山帶，為一系列覆瓦狀逆衝斷層的前緣，主要為卓蘭層逆衝至六雙層之上。九芎坑斷層出露範圍由北側荷苞山（石牛溪北側）向南延伸至牛稠溪南側，全長約 16 公里。北段斷層逆衝至紅土台地礫石層與階地礫石之上，倒孔山溪以南斷層則逆衝至六雙層之上。斷層以石牛溪的斷層擾動帶最寬，可達 700 公尺。全台五公尺的 DEM 判釋中，本斷層沿線之構造地形特徵明顯，北段於丘陵與河階或平原相接處，主要地形特徵為構造崖及構造崖後方次生褶皺及壓力脊等地形特徵，另南段區域均位於低緩丘陵區，但地形特徵有些微差異，主要為岩性變化及地形面差異侵蝕；本線形之位置大致和地調所所定之斷層位置相近，主要依上述之差異修訂構造線形及可能之斷層位置，判釋所得之線形總長度較前人文獻稍短，約 13 公里。本構造線形判釋平面位置成果如圖 5-50 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-51 及圖 5-52 所示。

梅山斷層(14):梅山斷層為 1906 年嘉義梅山大地震所造成之地震斷層，依據斷層走向可以分為東北東向的梅仔坑斷層與東西向的陳厝寮斷層。由於梅山斷層一直以來被視為嘉南地區重要的活斷層，累積了相當多的研究成果，從淺層震測的結果，指出具有右移性質的梅山斷層為一開花構造，發育了一系列平行主斷層的分支斷層。本研究依據前人所繪製的地表破裂位置，並參照五公尺 DEM 的地形特徵，將主斷層繪製於梅山向西延伸約 11 公里，此段的地形特徵清楚與地調所所定的斷層位置相近，局部區域依可能之壓力脊及構造小崖，以及地形面差異侵蝕等細微編修線形位置；至於次要的陳厝寮斷層(於 1976 年左右航照有 2m 高之崖，後為人為破壞，所以沒有明顯的地形特徵)，故從五公尺 DEM 上並無判釋出其分佈位置，本研究僅能依前人文獻資料套疊本線形。圖 5-53 指示本構造線形判釋平面位置，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-54 及圖 5-55 所示。

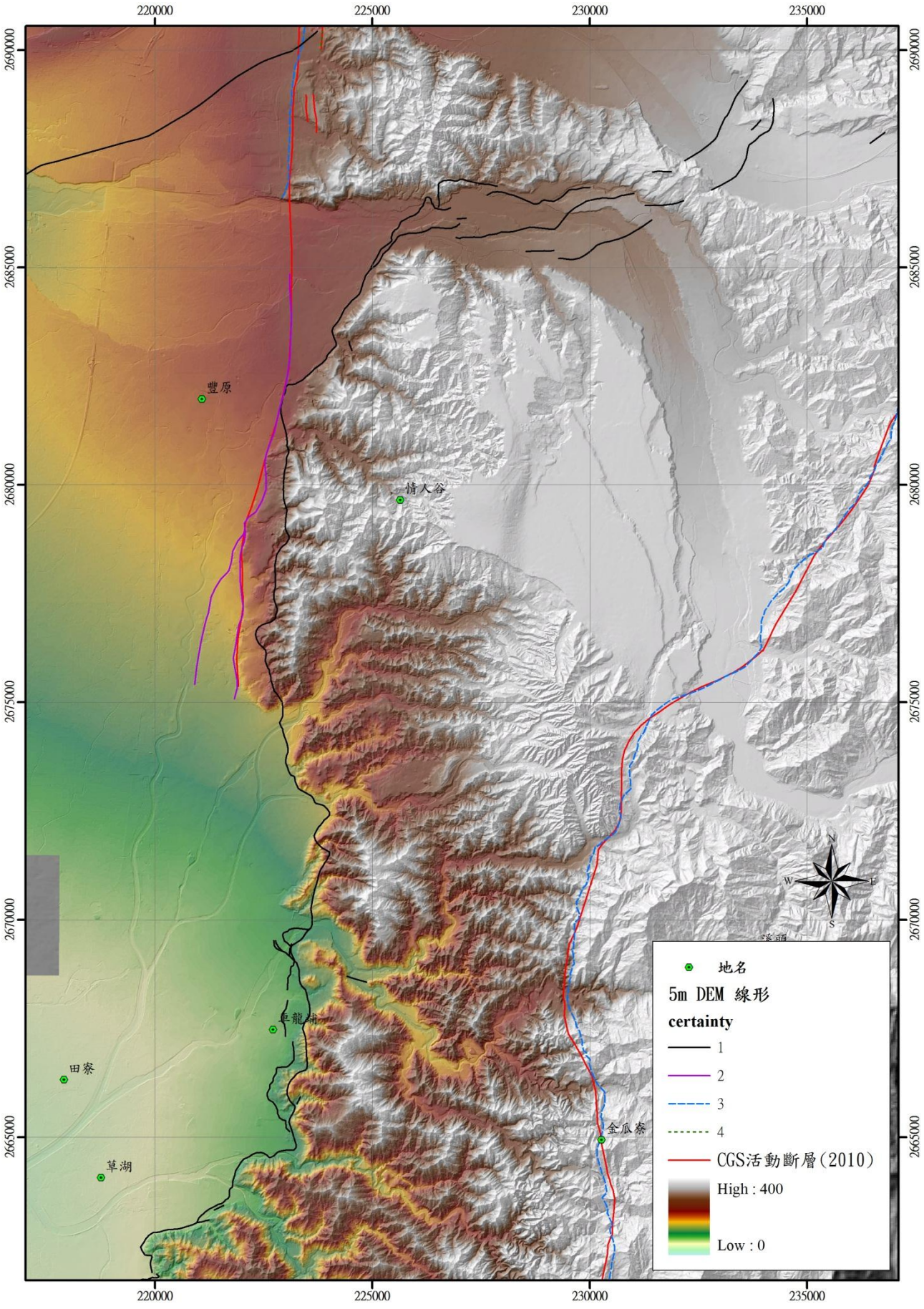


圖 5-32 車籠埔斷層北段沿線構造線形平面位置

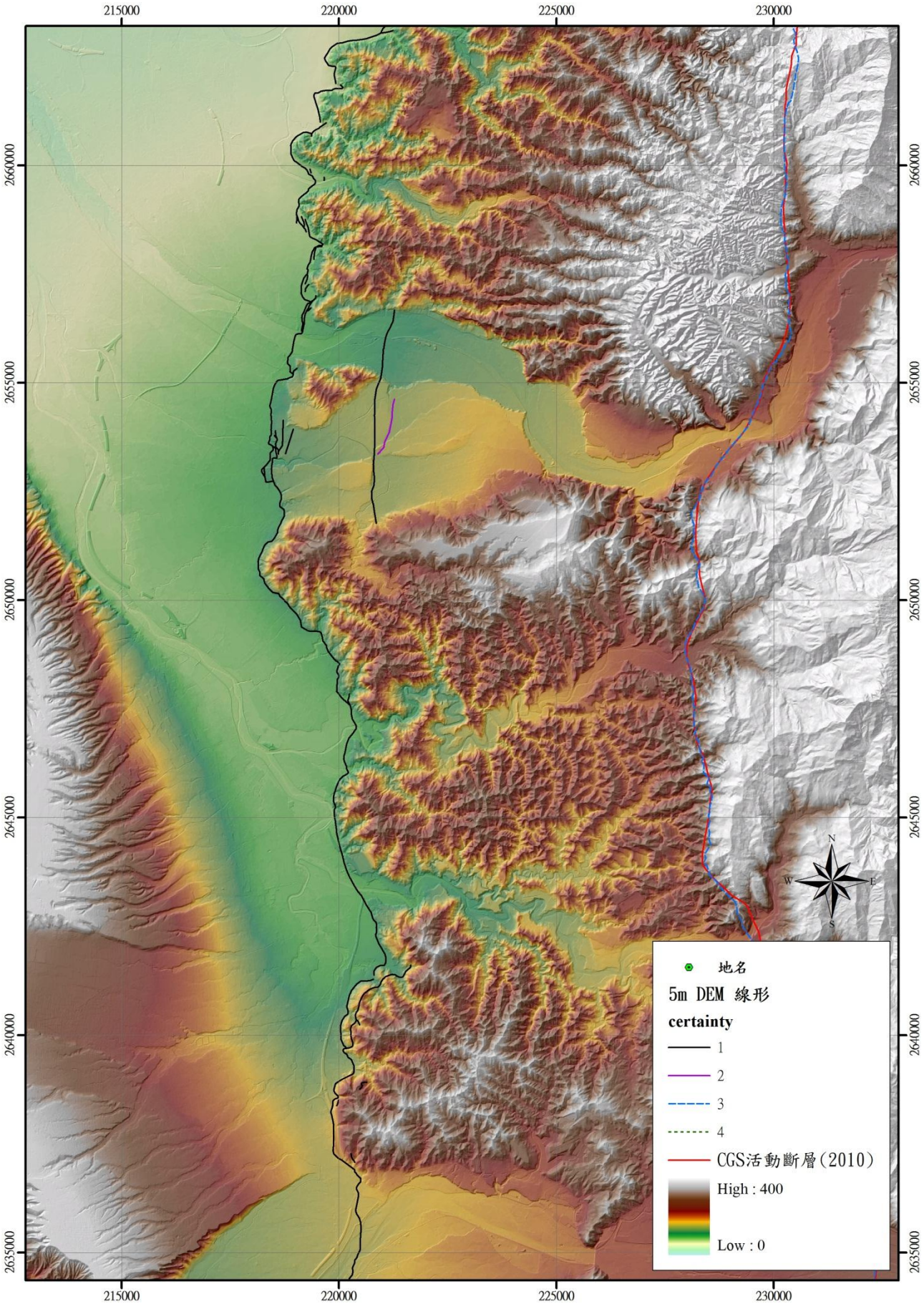


圖 5-33 車籠埔斷層中段沿線構造線形平面位置

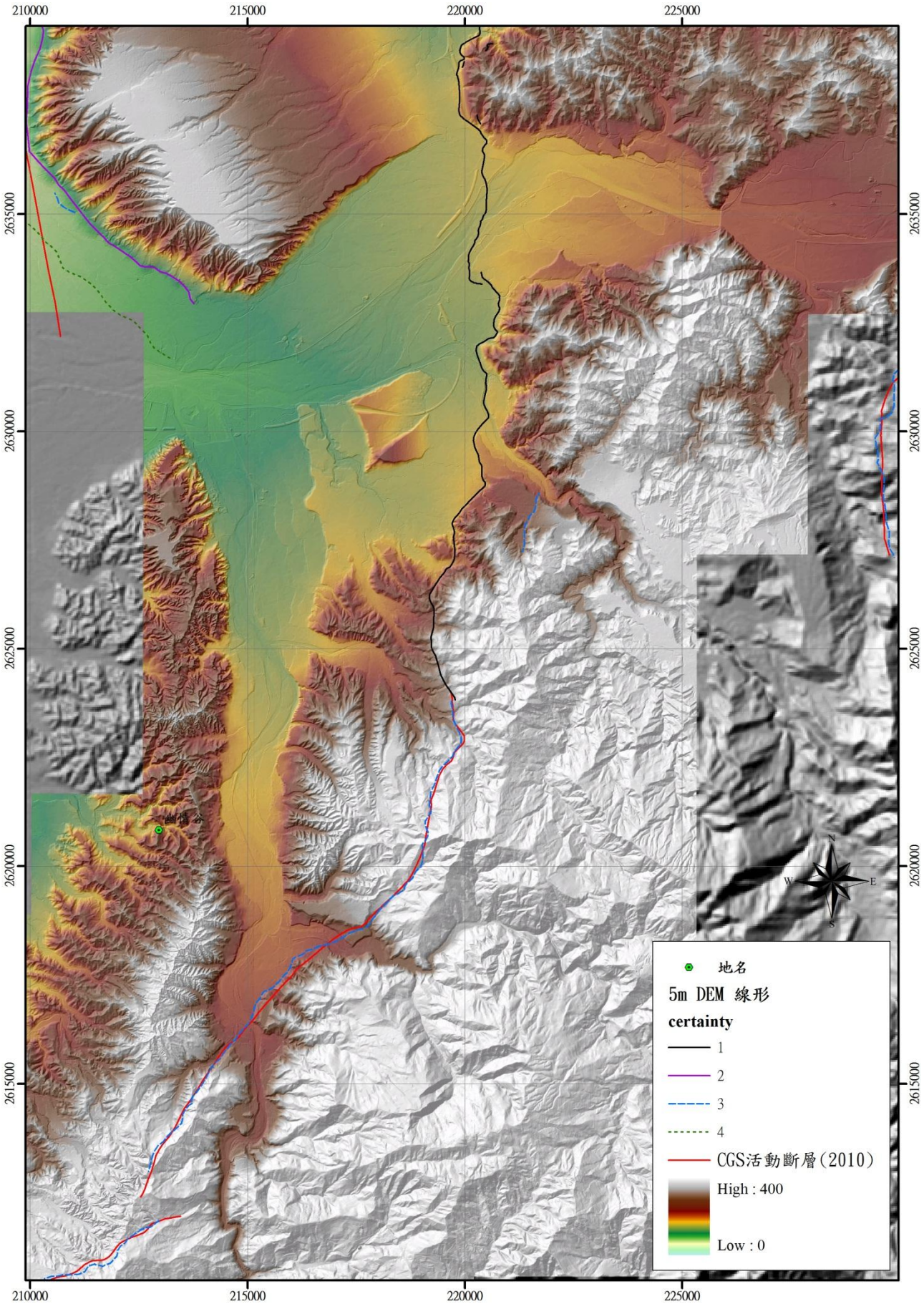


圖 5-34 車籠埔斷層南段沿線構造線形平面位置

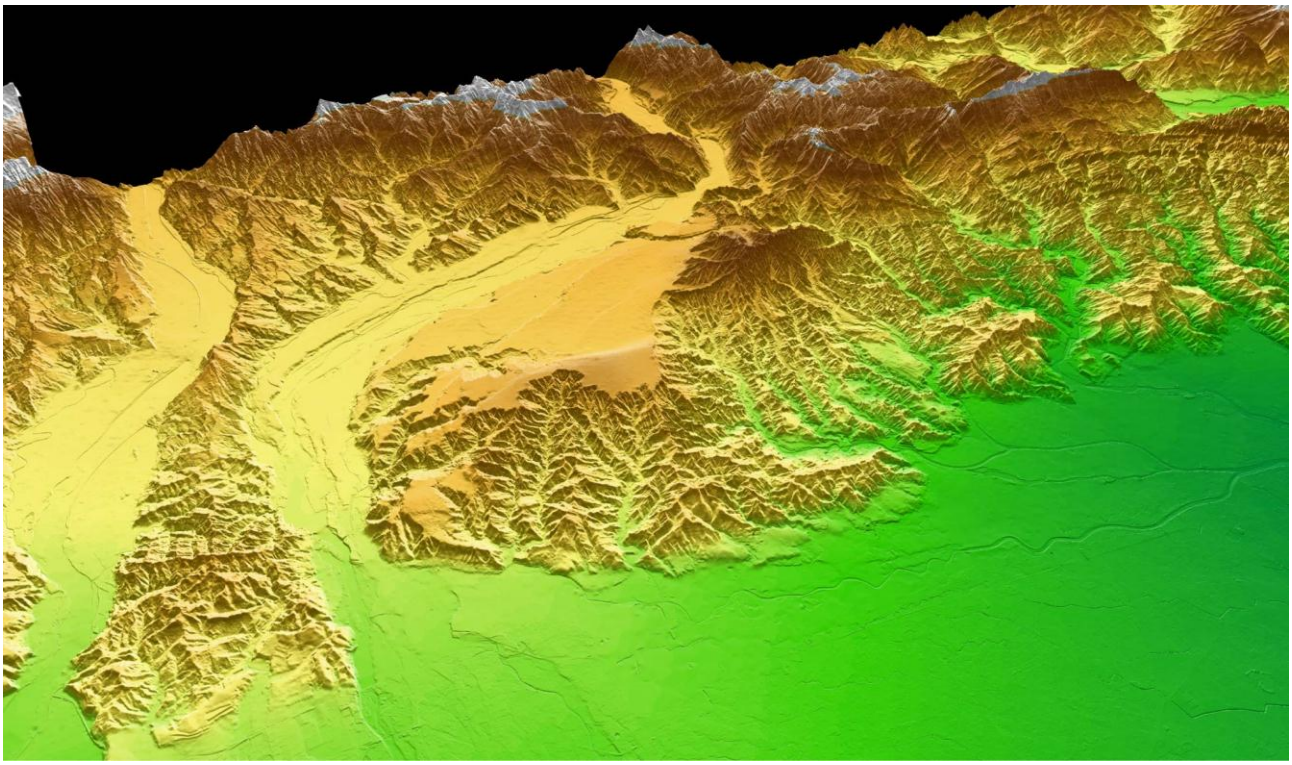


圖 5-35 車籠埔斷層北段沿線地形三維側視圖

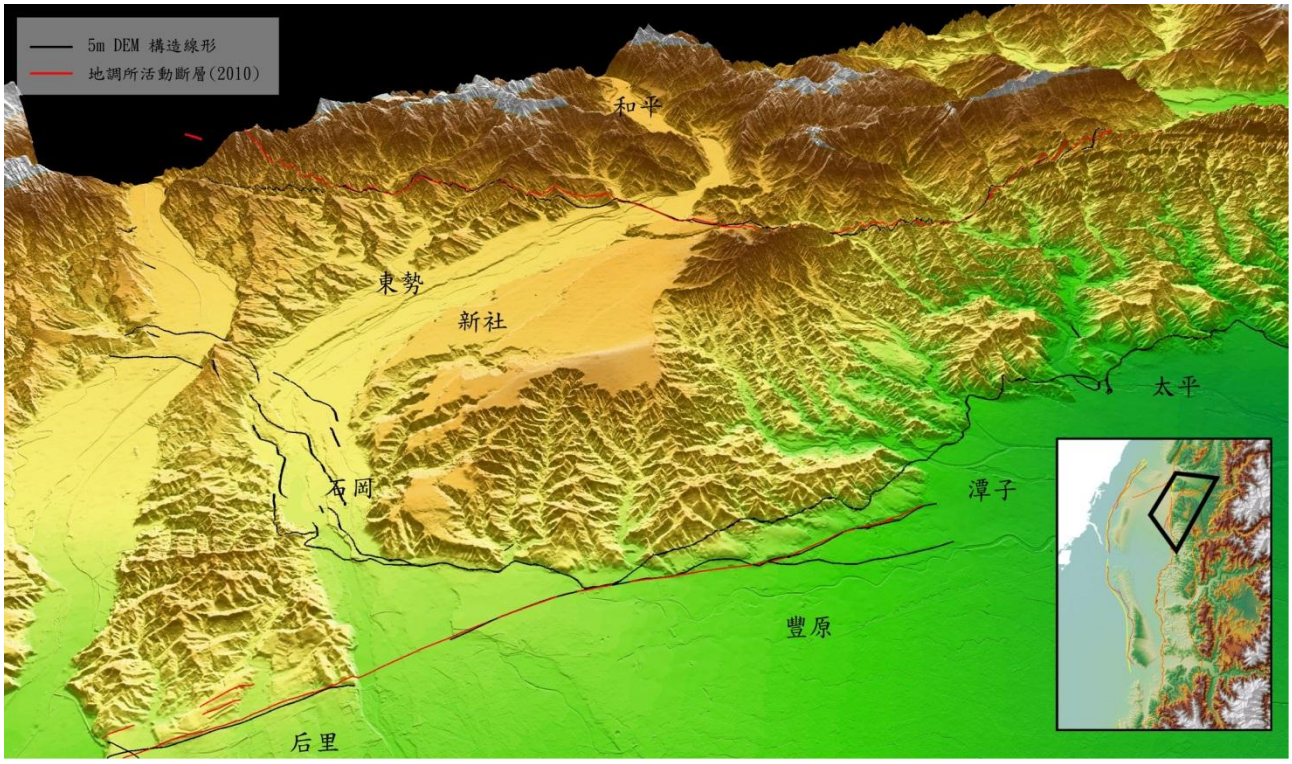


圖 5-36 車籠埔斷層北段沿線地形及構造線形套疊

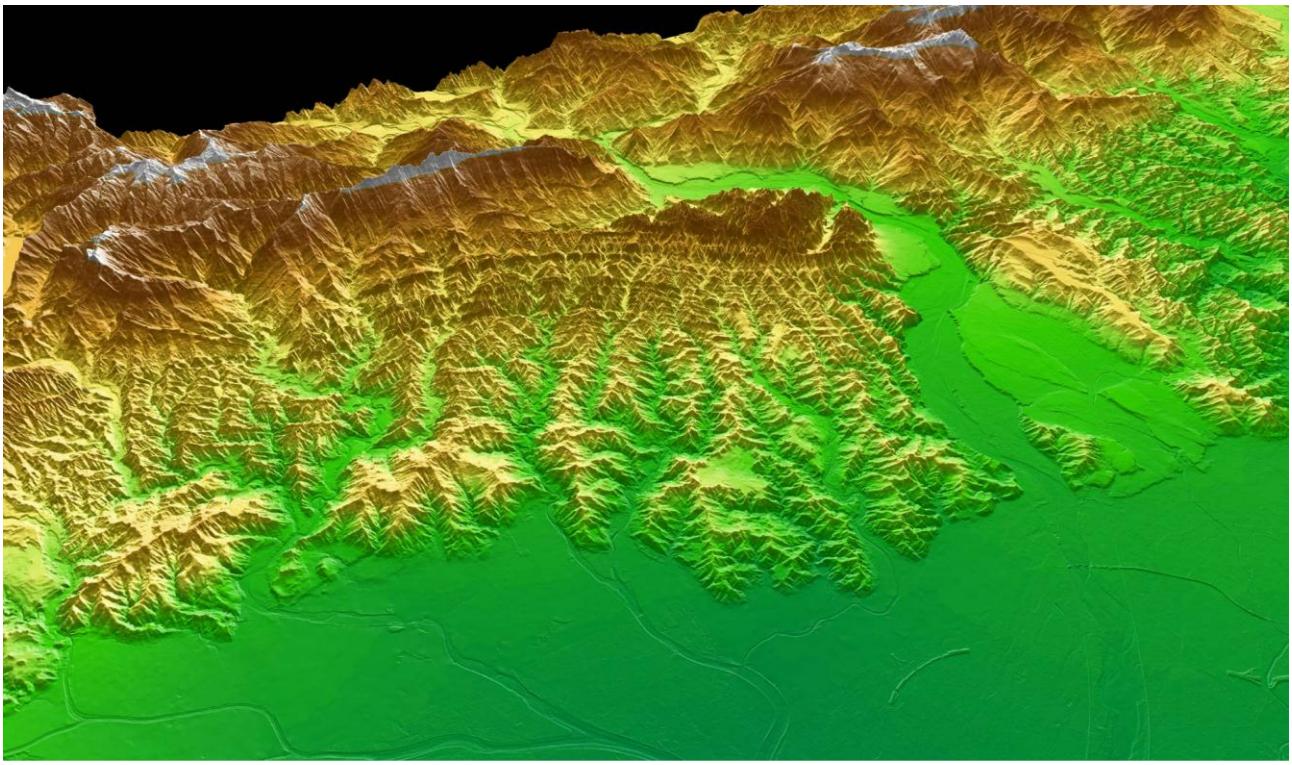


圖 5-37 車籠埔斷層中段沿線地形三維側視圖

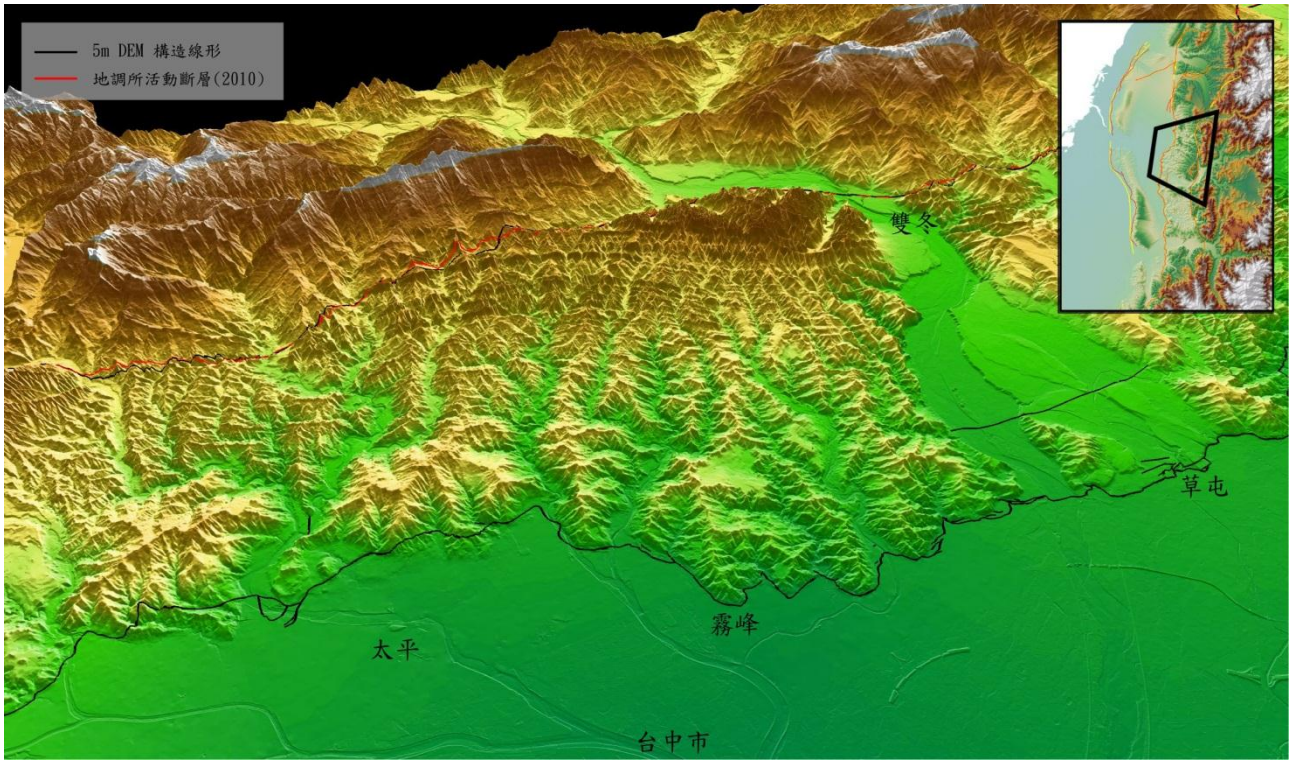


圖 5-38 車籠埔斷層中段沿線地形及構造線形套疊

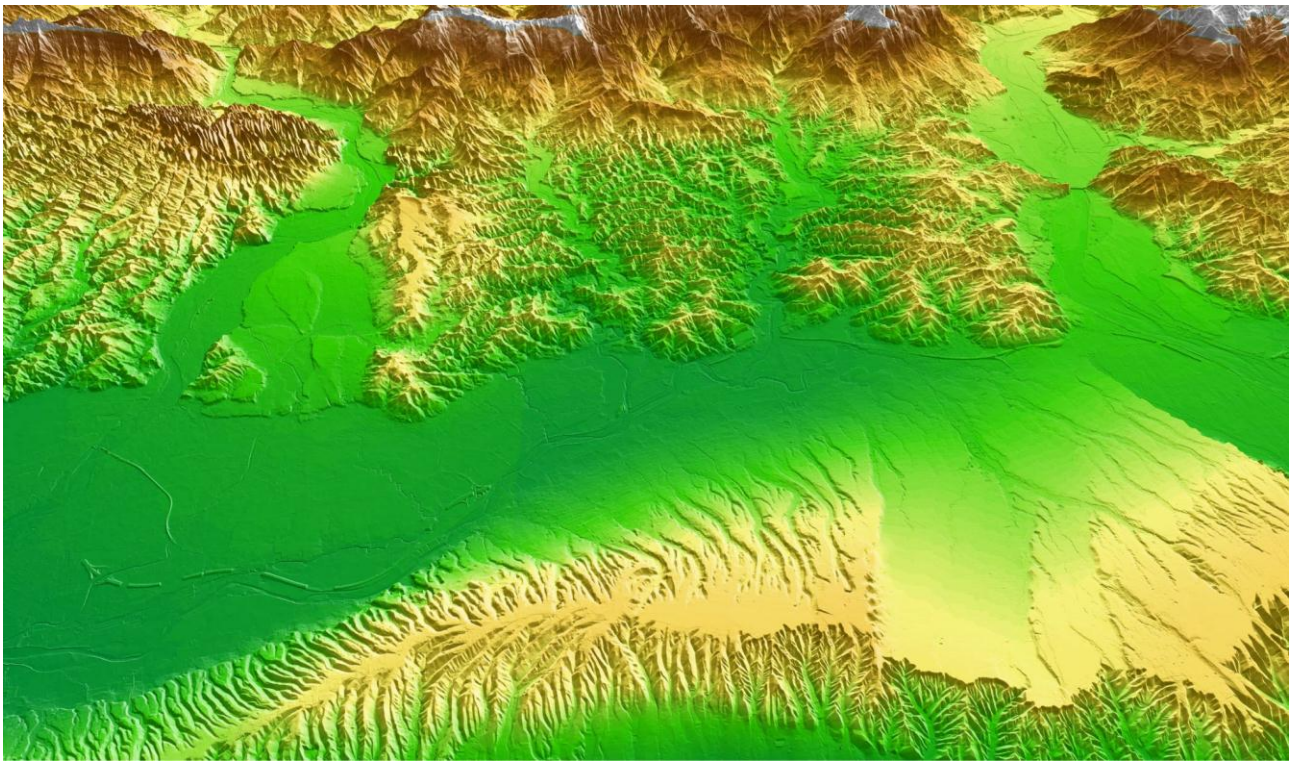


圖 5-39 車籠埔斷層南段沿線地形三維側視圖

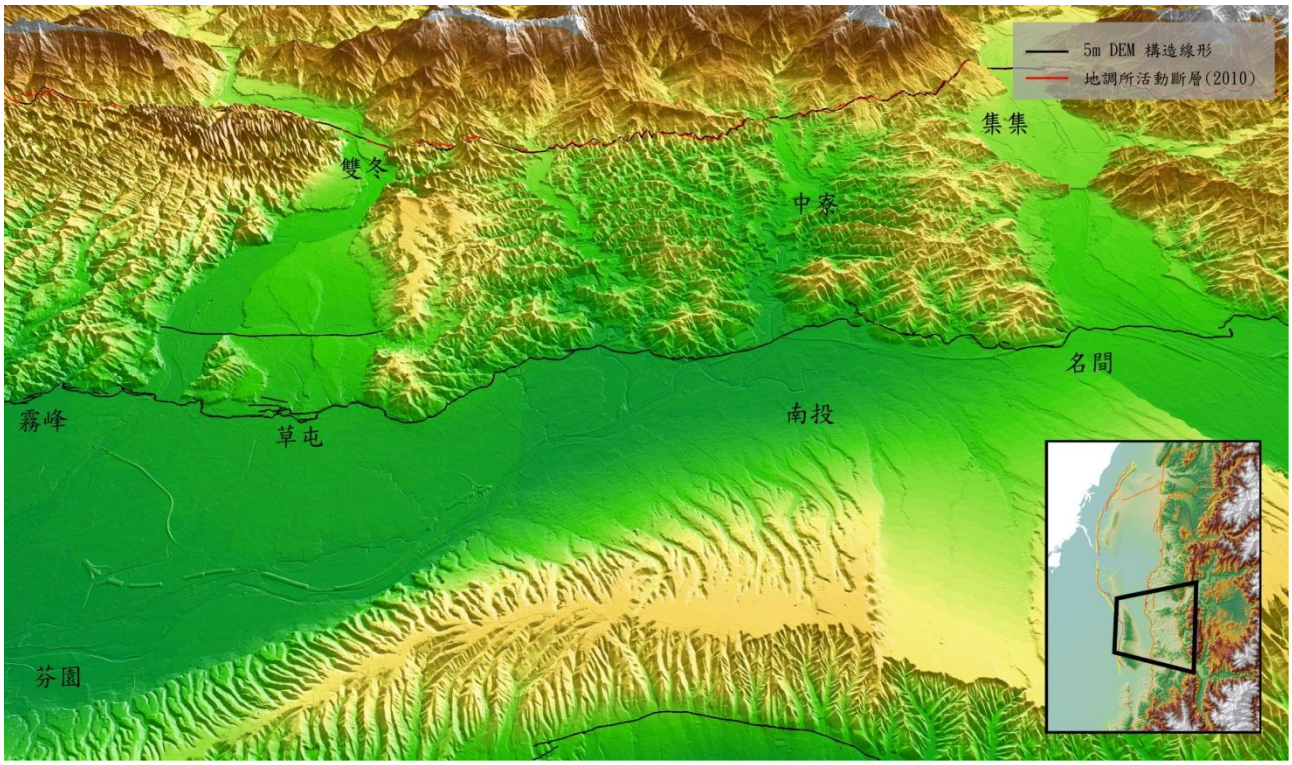


圖 5-40 車籠埔斷層南段沿線地形及構造線形套疊

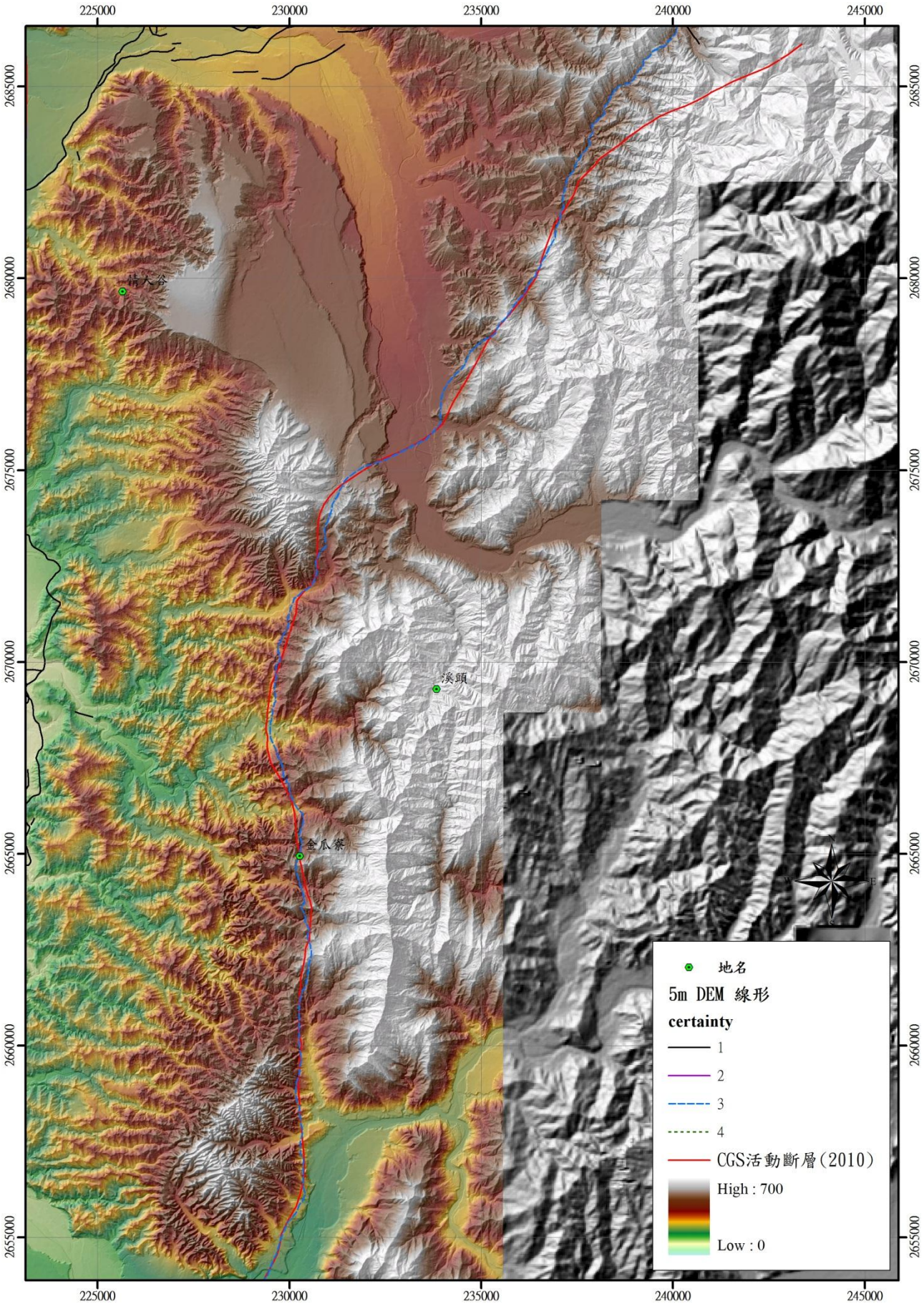


圖 5-41 大茅埔-雙冬斷層北段沿線構造線形平面位置

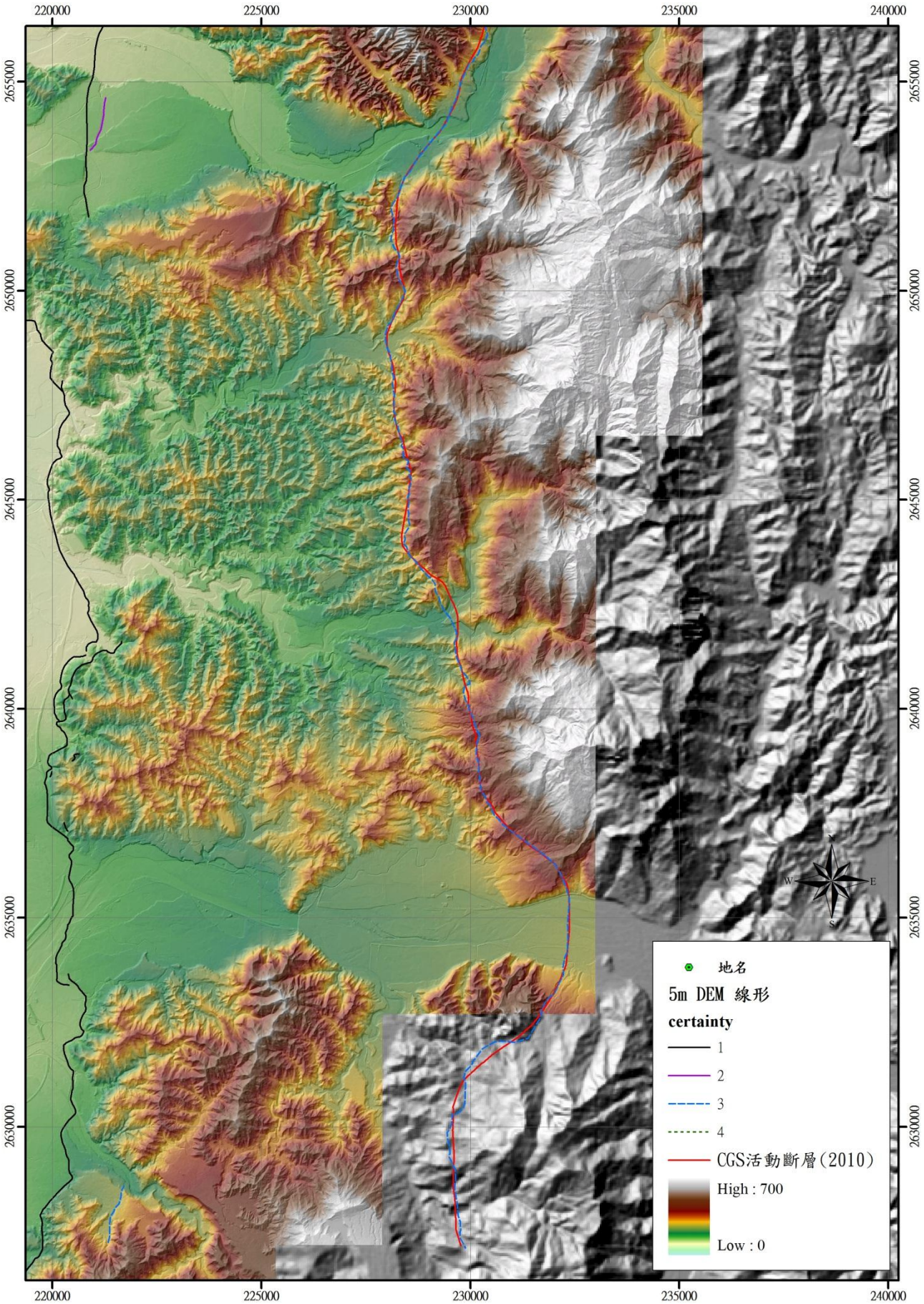


圖 5-42 大茅埔-雙冬斷層南段沿線構造線形平面位置

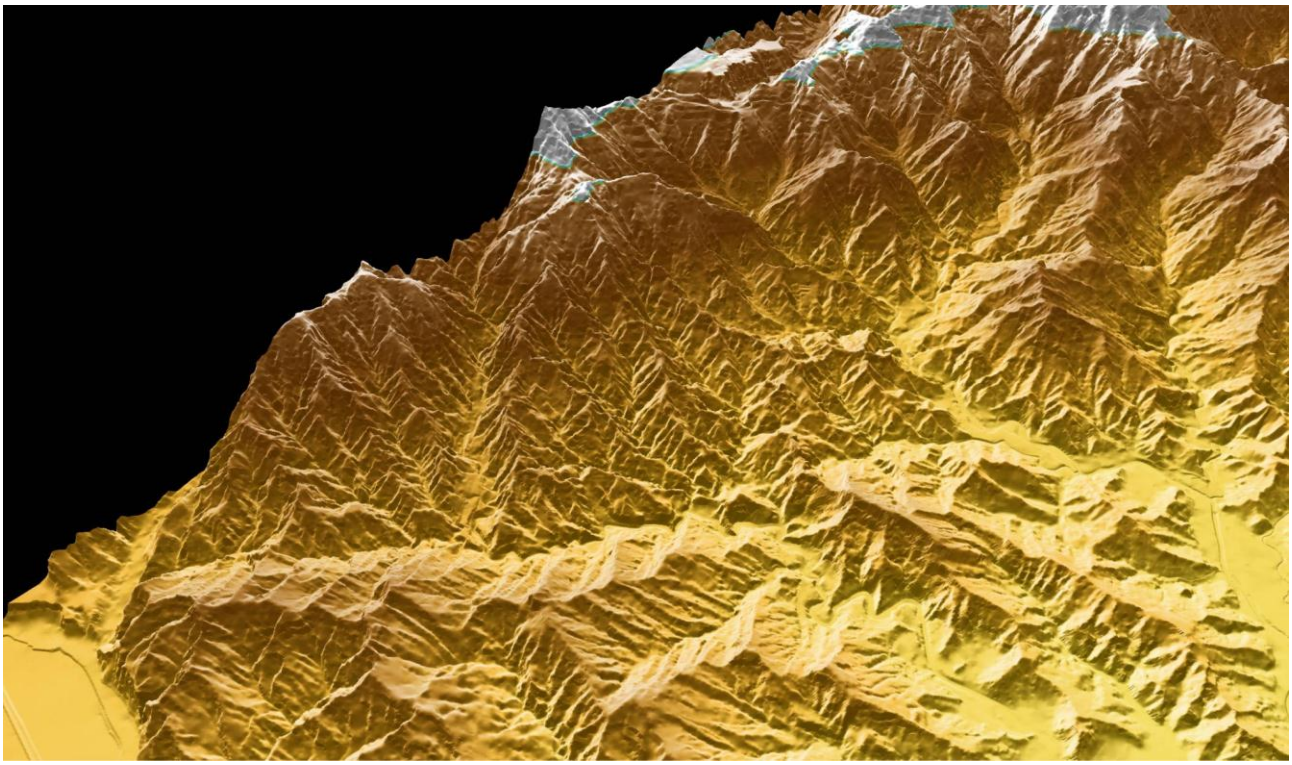


圖 5-43 大茅埔-雙冬斷層北段沿線地形三維側視圖

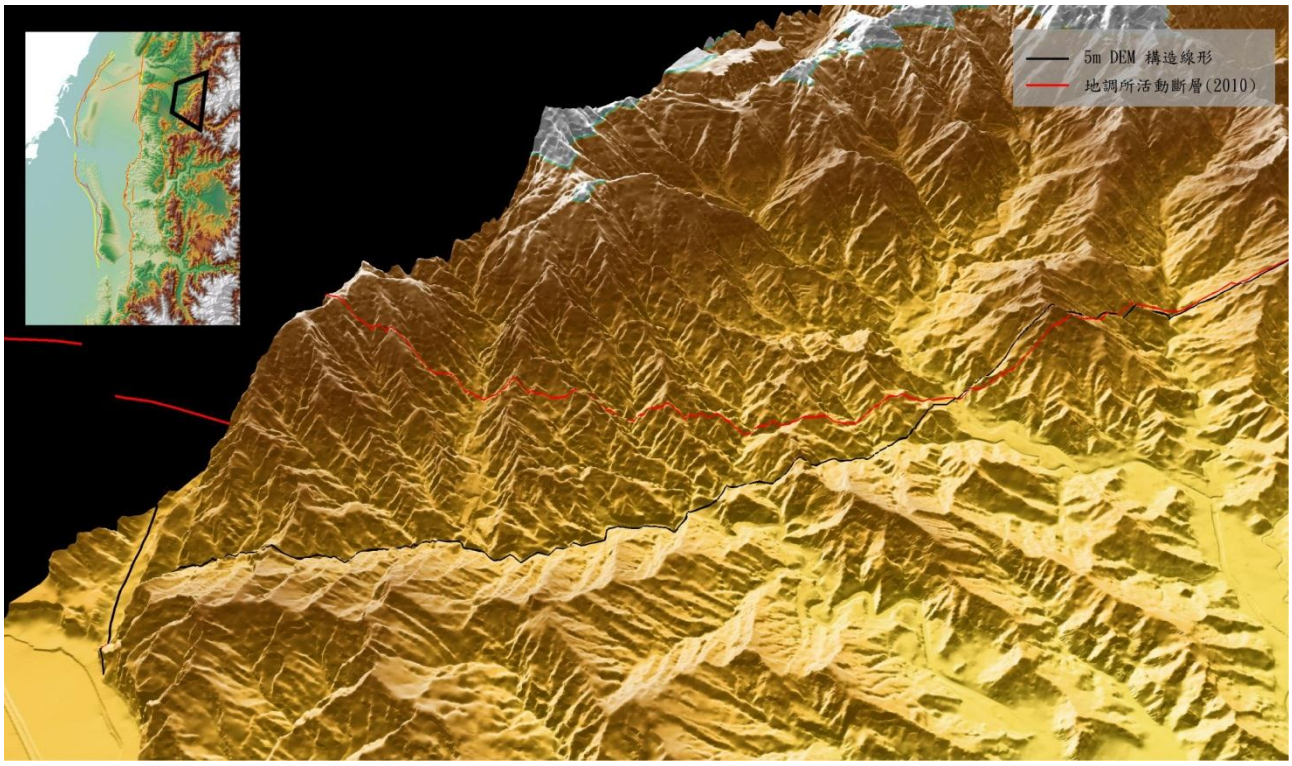


圖 5-44 大茅埔-雙冬斷層北段沿線地形及構造線形套疊

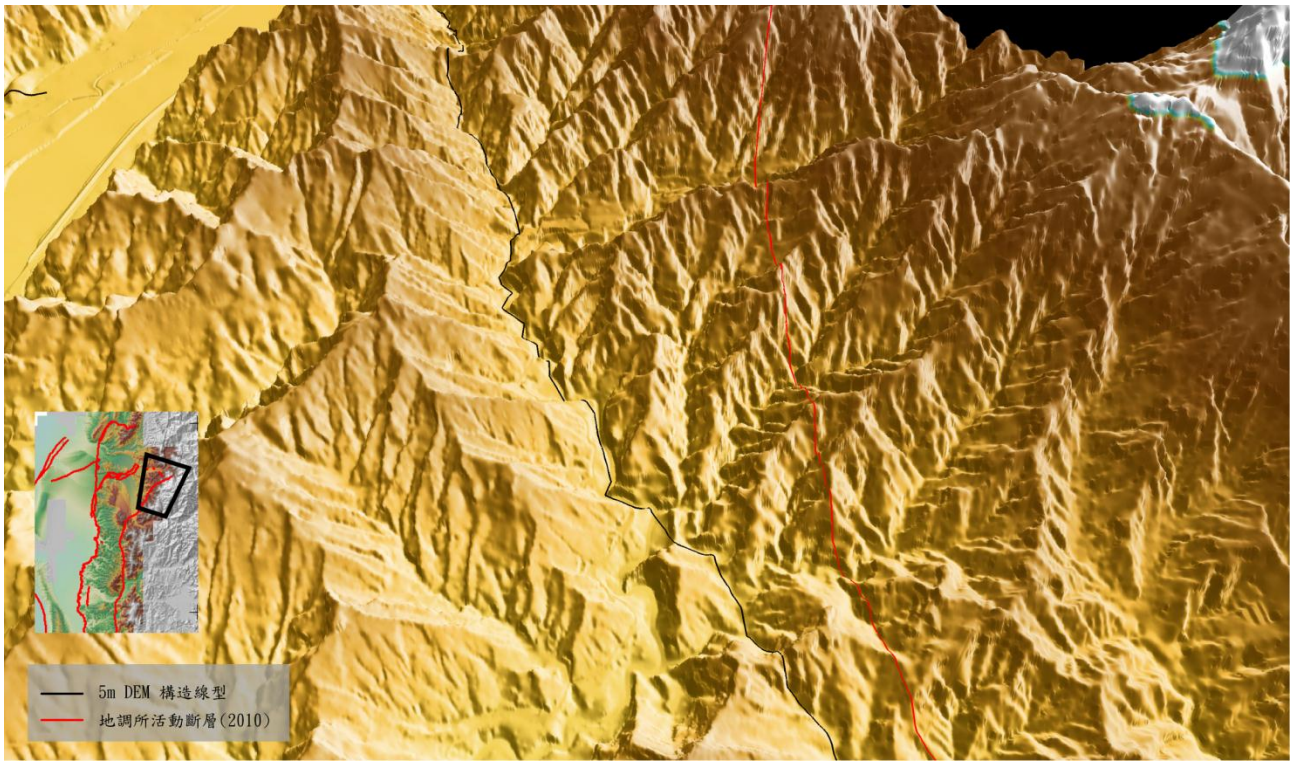


圖 5-45 大茅埔-雙冬斷層北段雙崎附近地形及構造線形套疊

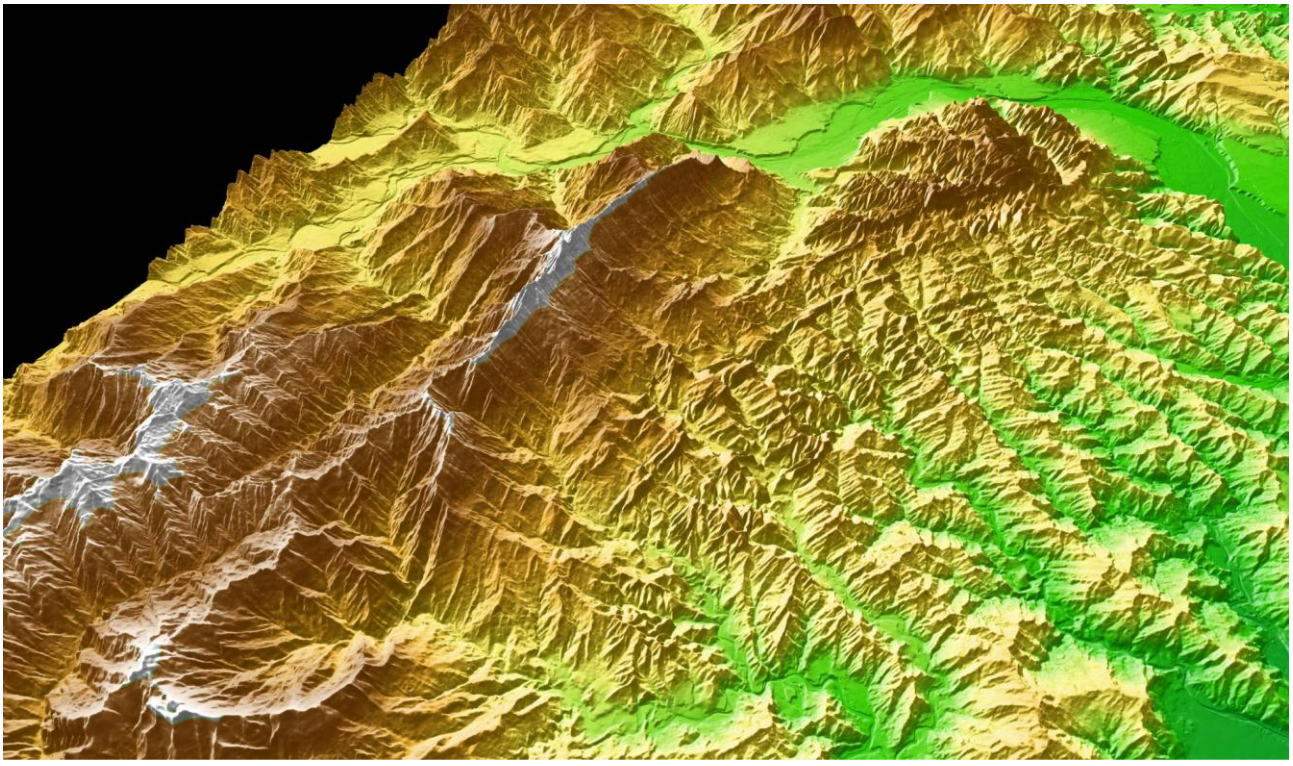


圖 5-46 大茅埔-雙冬斷層中段沿線地形三維側視圖

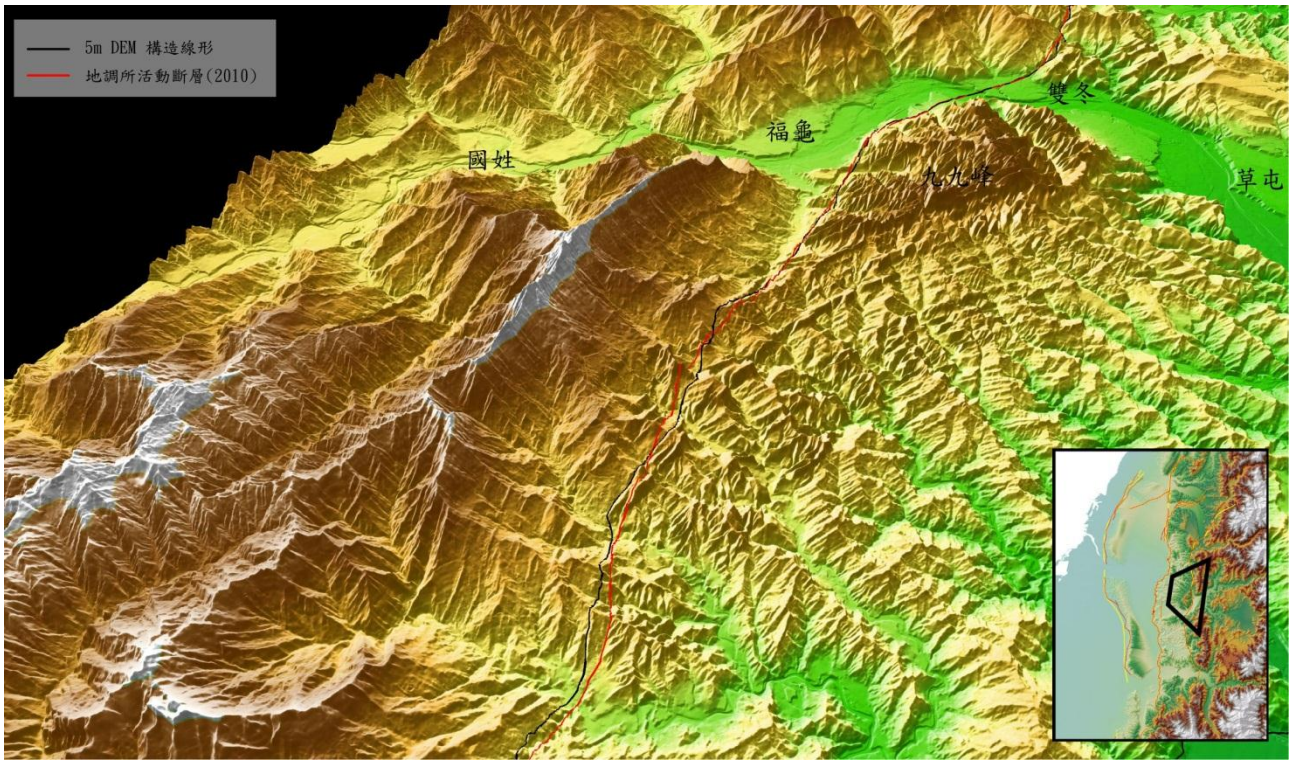


圖 5-47 大茅埔-雙冬斷層中段九九峰附近沿線地形及構造線形套疊

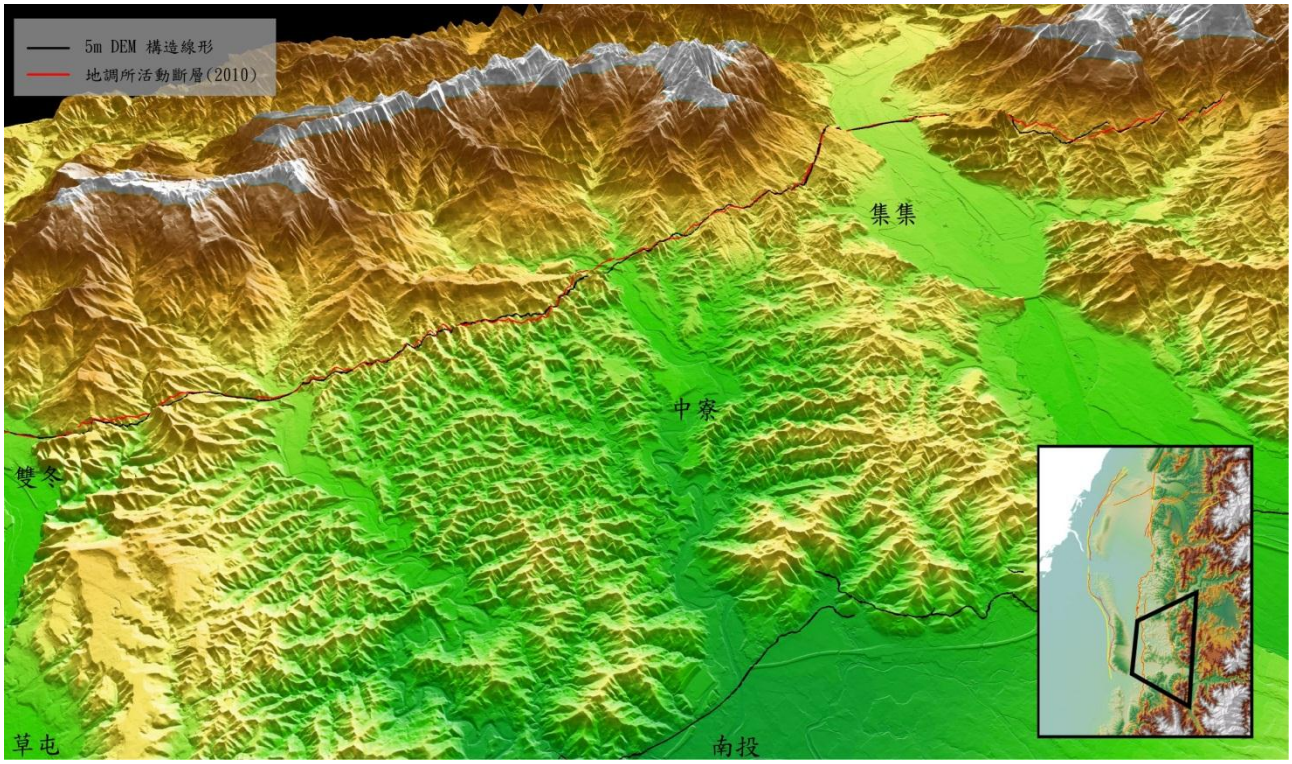


圖 5-48 大茅埔-雙冬斷層中段集集-雙冬間沿線地形及構造線形套疊

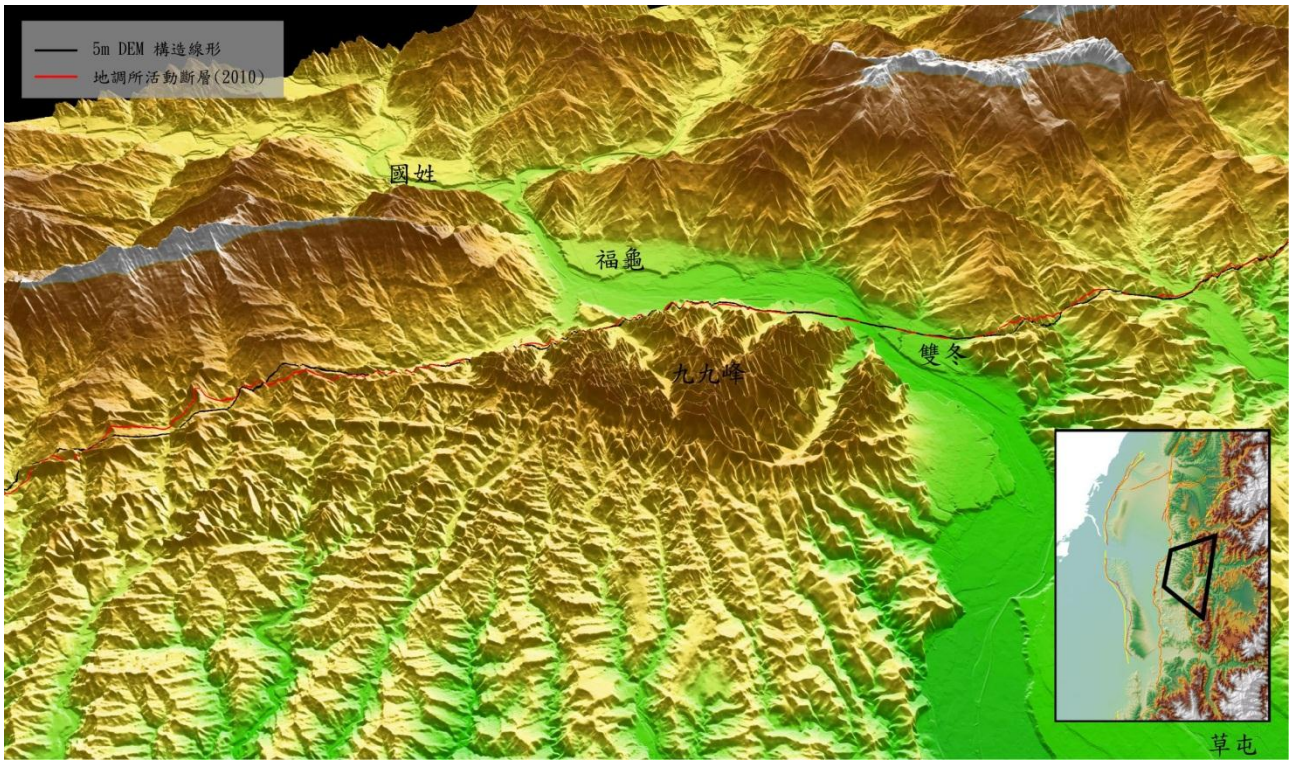


圖 5-49 大茅埔-雙冬斷層南段沿線地形及構造線形套疊

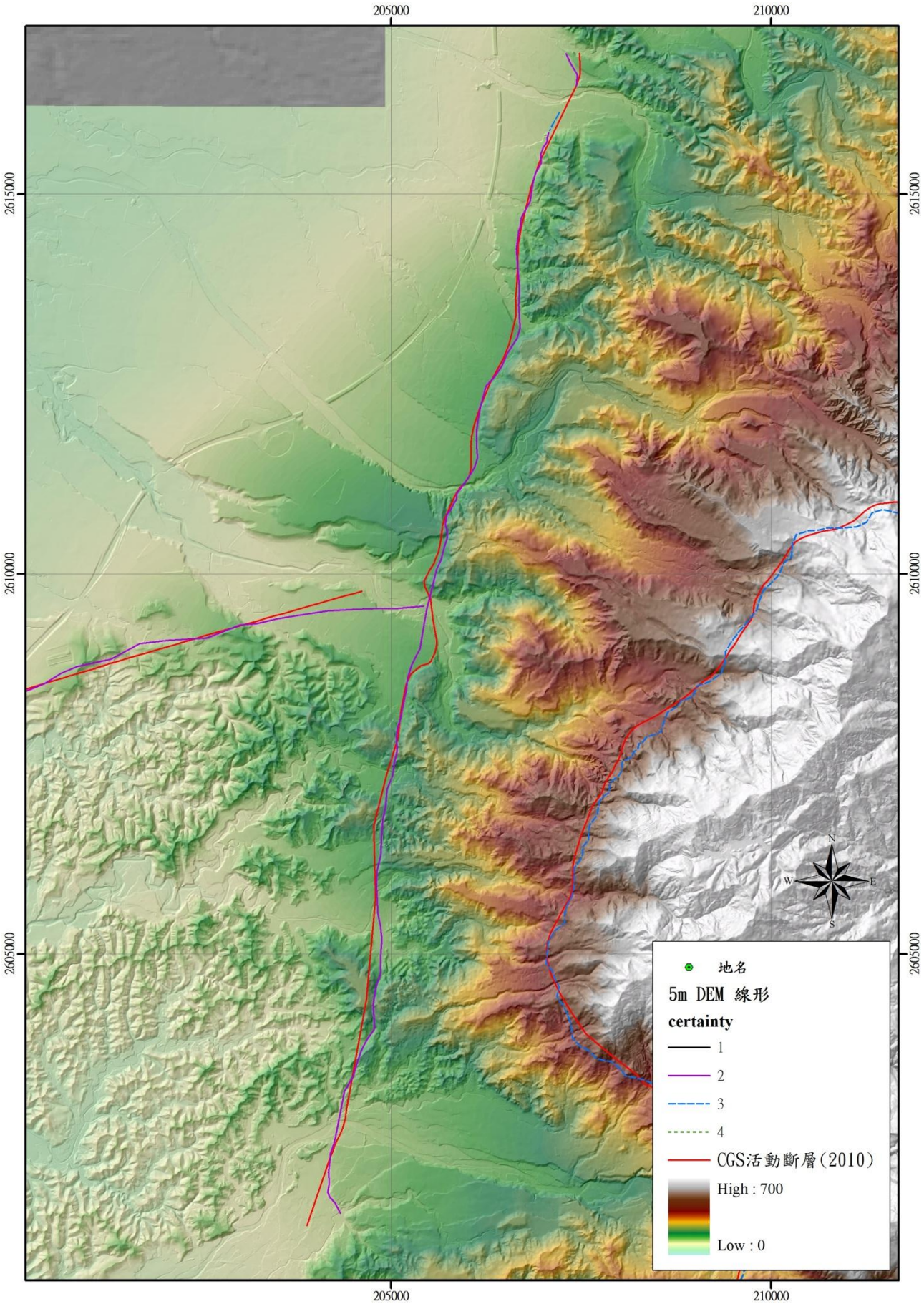


圖 5-50 九芎坑斷層沿線構造線形平面位置

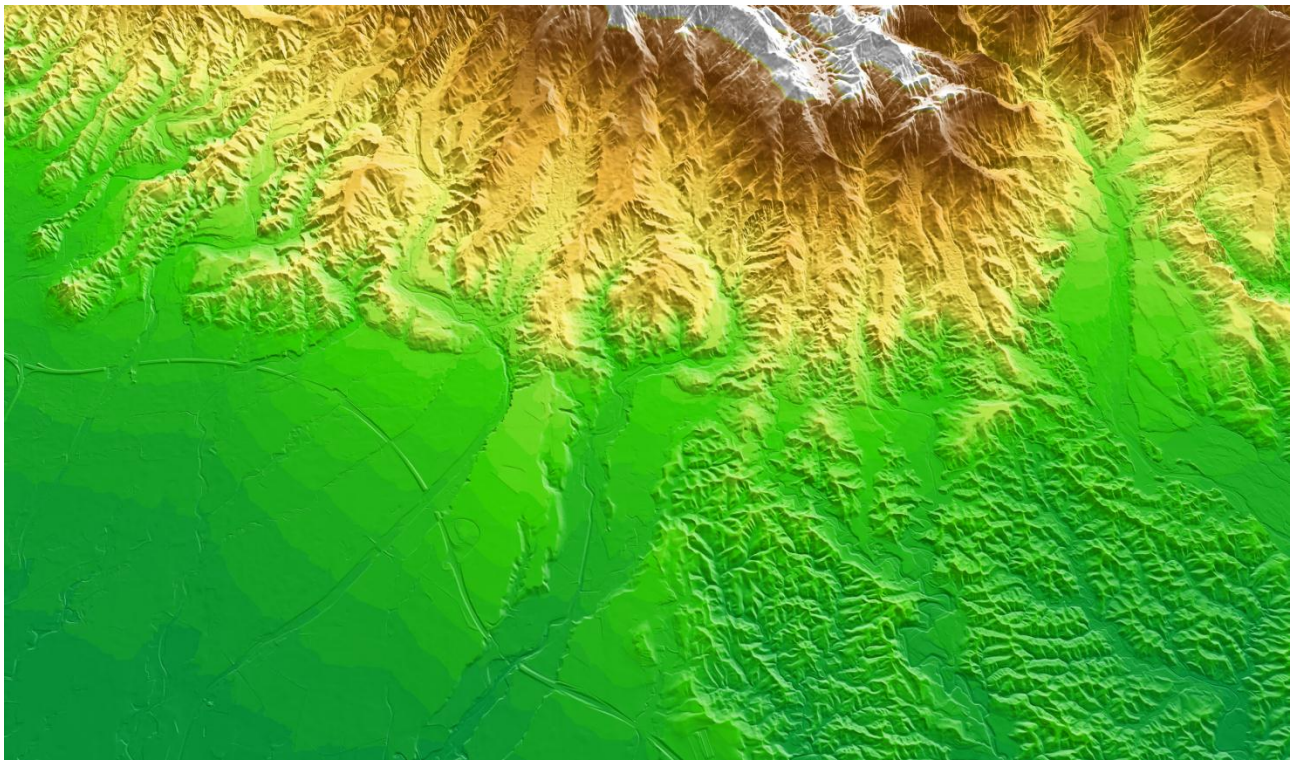


圖 5-51 九芎坑斷層沿線地形三維側視圖

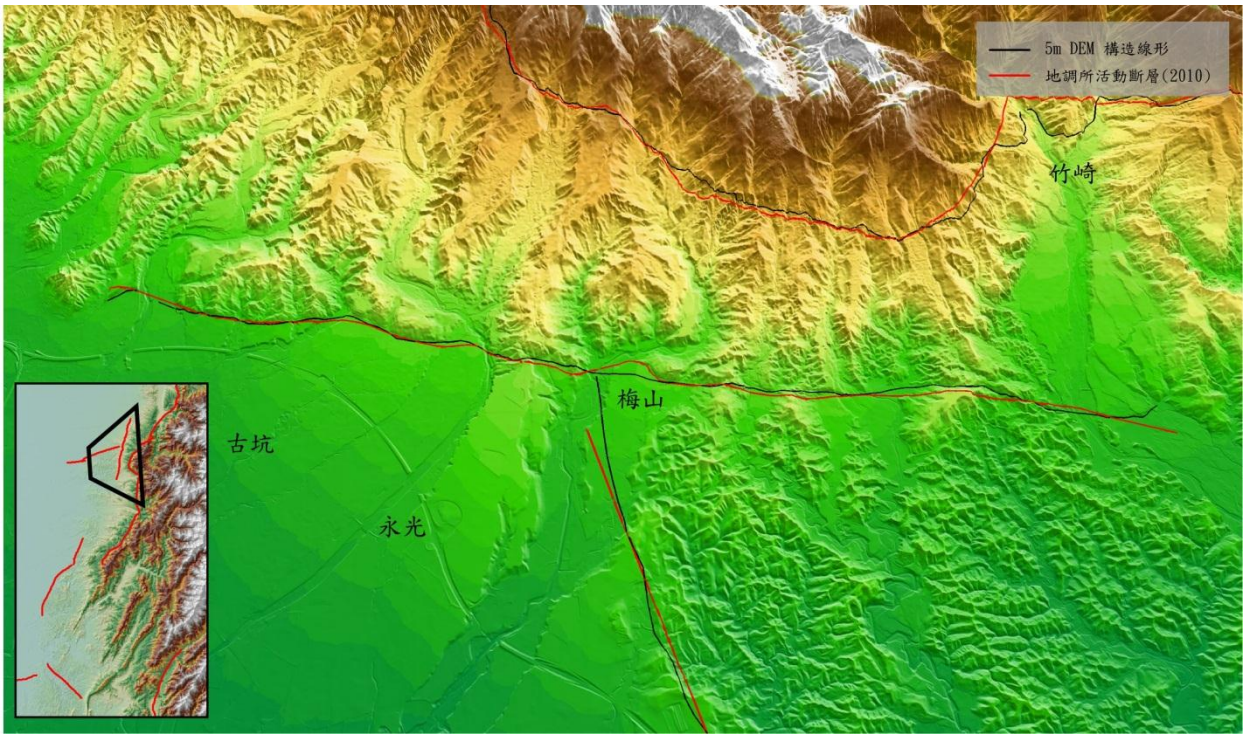


圖 5-52 九芎坑斷層沿線地形及構造線形套疊

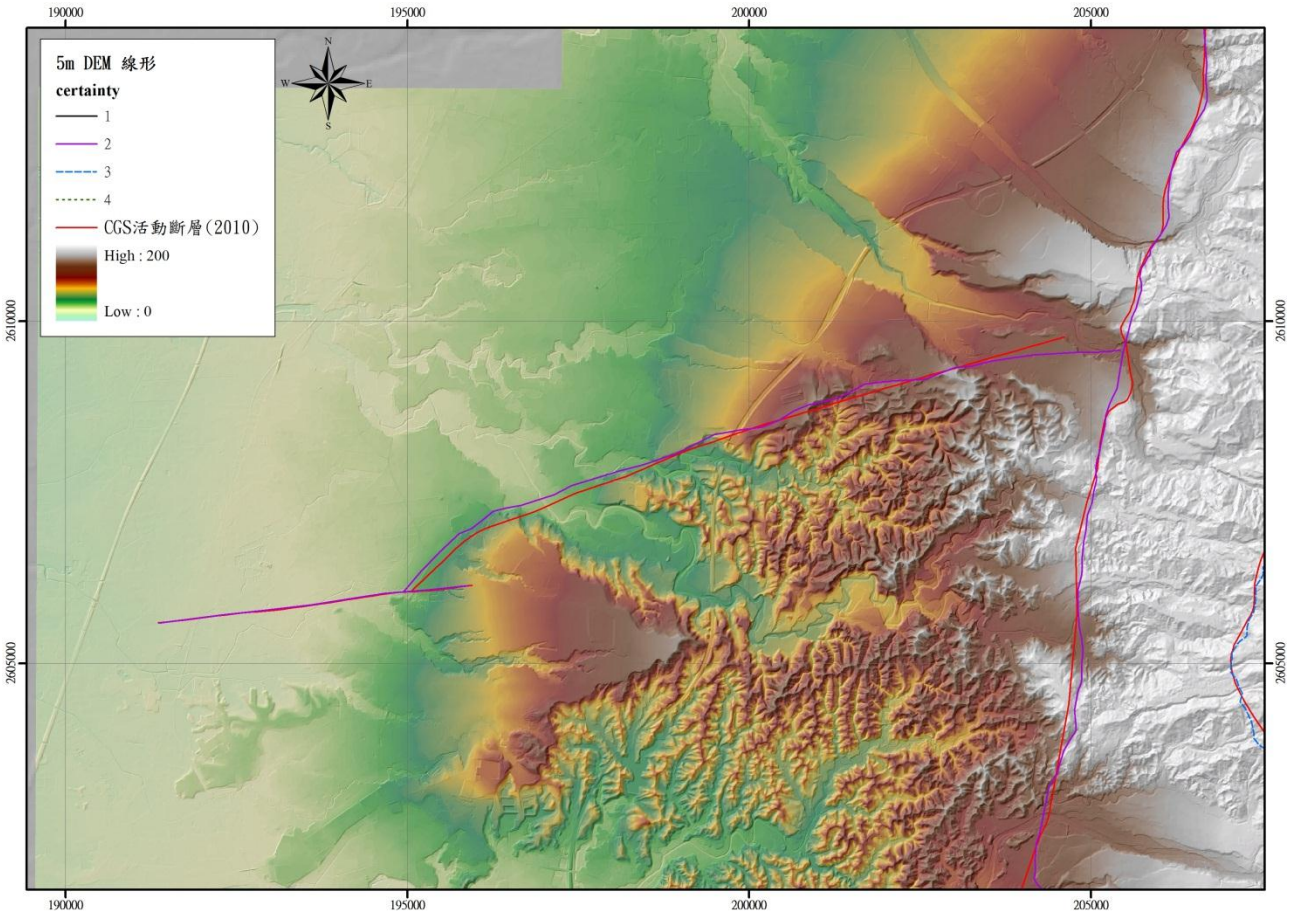


圖 5-53 梅山斷層沿線構造線形平面位置

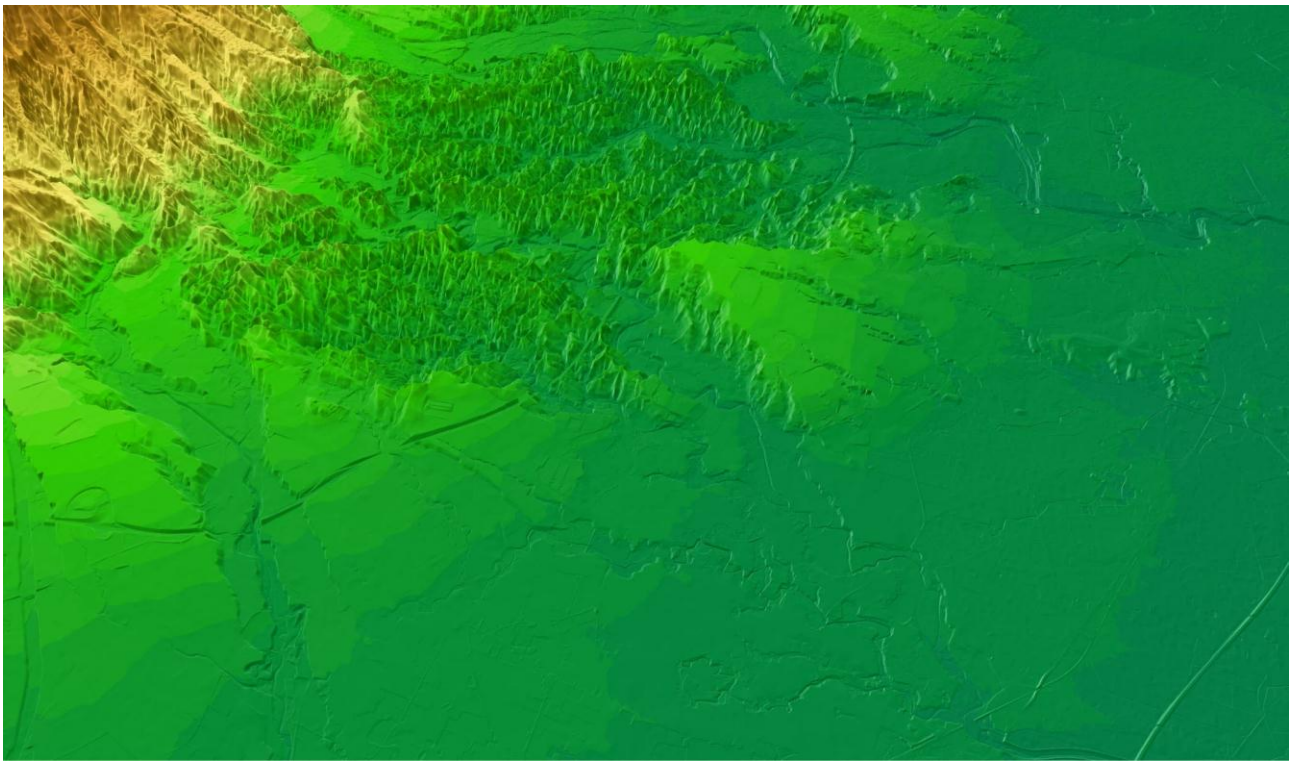


圖 5-54 梅山斷層沿線地形三維側視圖

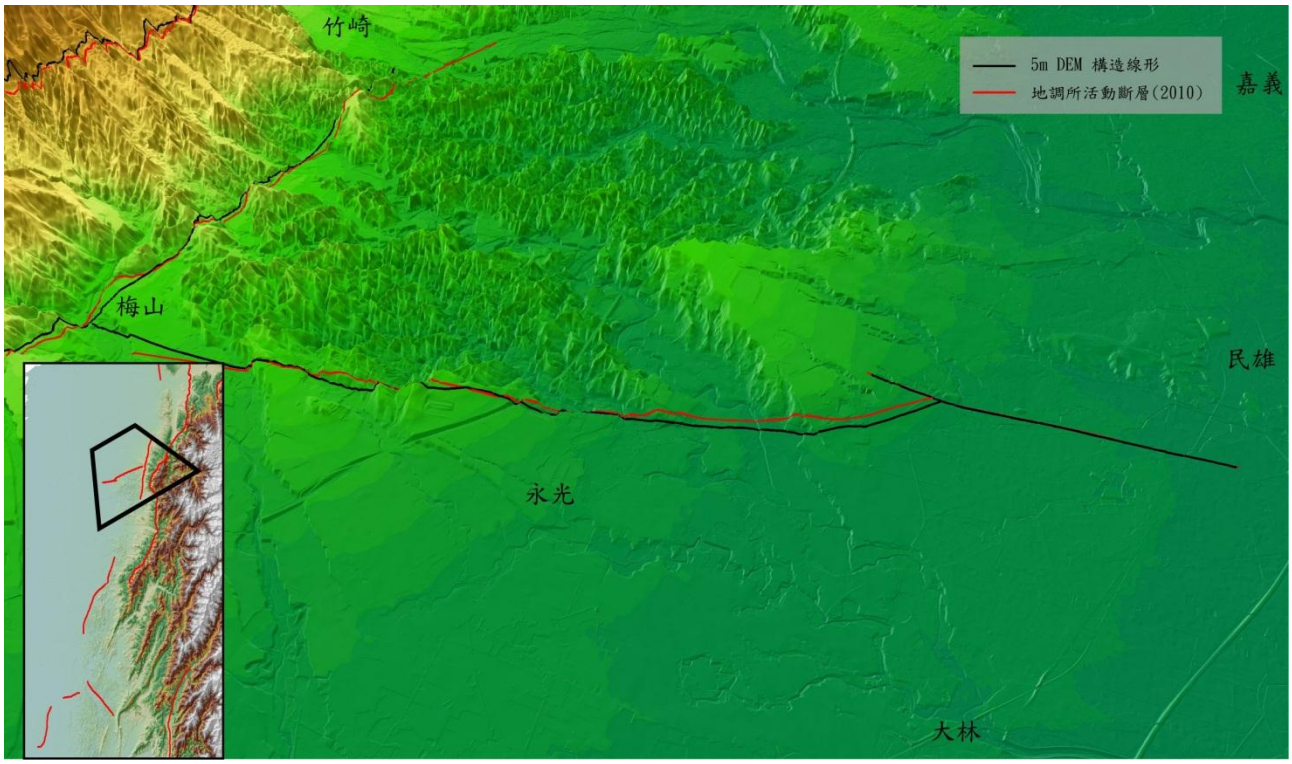


圖 5-55 梅山斷層沿線地形及構造線形套疊

大尖山斷層(15): 本斷層依斷層特性分為兩段：北段北起竹山、南至樟湖山，大致呈北北東走向，北側似和車籠埔斷層相接，為逆移斷層兼具右移性質，且在 1999 年集集地震時有活動；南段北起樟湖山、南至竹崎，南側可能與觸口斷層連接，全長約 25 公里。近來由地殼變形的監測結果，大尖山斷層兩側仍有明顯的速度場變化。全台五公尺的 DEM 判釋中，本斷層沿線之構造地形特徵尚稱明顯，主要地形特徵為鞍部、構造崖、岩性差異、地形坡度變化等地形特徵；本線形之位置大致和地調所所定之斷層位置相近，細部之構造線形位置則依上述地形特徵修訂構造線形及可能之斷層位置。本構造線形判釋平面位置成果如圖 5-56 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-57 及圖 5-58 所示。

木屐寮斷層(16):木屐寮斷層，為逆移斷層，呈北北東走向，位於牛稠埔高地至六重溪之間，由台南縣白河鄉崎內里向南延伸至六重溪北岸崁內里，長約 12 公里，其中崎內國小至木屐寮村由於應力集中的因素，為木屐寮斷層擠壓變形最劇烈的區域，斷層西側岩層近乎水平，但東側岩層劇烈抬升，急速彎曲導致軸部破壞，產生斷裂及小幅錯開，甚至延伸至地表，部分剖面顯示地層為一面沉積一面變形的生長構造，顯示木屐寮斷層於更新世以來持續受到相當強烈的擠壓應力。木屐寮斷層在航照上呈現明顯線形，更新世晚期地層受到傾動，但地表尚未發現斷層露頭，可能為盲斷層。由地球物理探勘結果，木屐寮斷層與關子嶺背斜前的向斜軸變形有關，在木屐寮斷層西側地下淺部可能有分支斷層存在。由 GPS 測量結果，除了受到集集地震的影響以外，2002 年以後木屐寮斷層兩側岩層的水平位移有明顯變化量，顯示斷層兩側為壓縮形式的逆移斷層的特性。全台五公尺的 DEM 判釋中，本段的地形特徵清晰，主要為構造崖、岩性引致之差異侵蝕等，大致與地調所所定的斷層位置相近，並上述之地形特徵細微編修線形位置。圖 5-59 指示本構造線形判釋平面位置，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-60 及圖 5-61 所示。

六甲斷層(17): 六甲斷層為逆移斷層，呈北北東轉南北走向，由台南縣白河鄉頭崎內里的六重溪南岸向南延伸至台南縣官田鄉社子村，長約 21 公里。由前人研究結果顯示，斷層沿線附近有三角切面、斷層崖、斷層小崖、引曳構造等斷層地形，且斷層東側也發現一系列向西傾斜的地層，但在地表上缺乏地層錯動的直接證據。而由鑽探結果證實六甲斷層的存在，在近地表處為一向東傾斜 30 度的斷層，但此斷層可能尚未穿出地表，而斷層的形成方式可能是沿著向斜軸部發育的逆移斷層。而最近的地球物理調查則認為六甲斷層是牛山背斜前發育之盲斷層。五公尺的 DEM 判釋結果指示，本斷層位於平原及低矮丘陵交界處，其地形特徵清晰，為岩性差異侵蝕，大致與地調所所定的斷層位置相近；但本線形和岩層之位態完全一致，無法排除僅因岩性差異，或為層間斷層等，而造成線形特徵之可能性。圖 5-62 指示本構造線形判釋平面位置，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-63 及圖 5-64 所示。

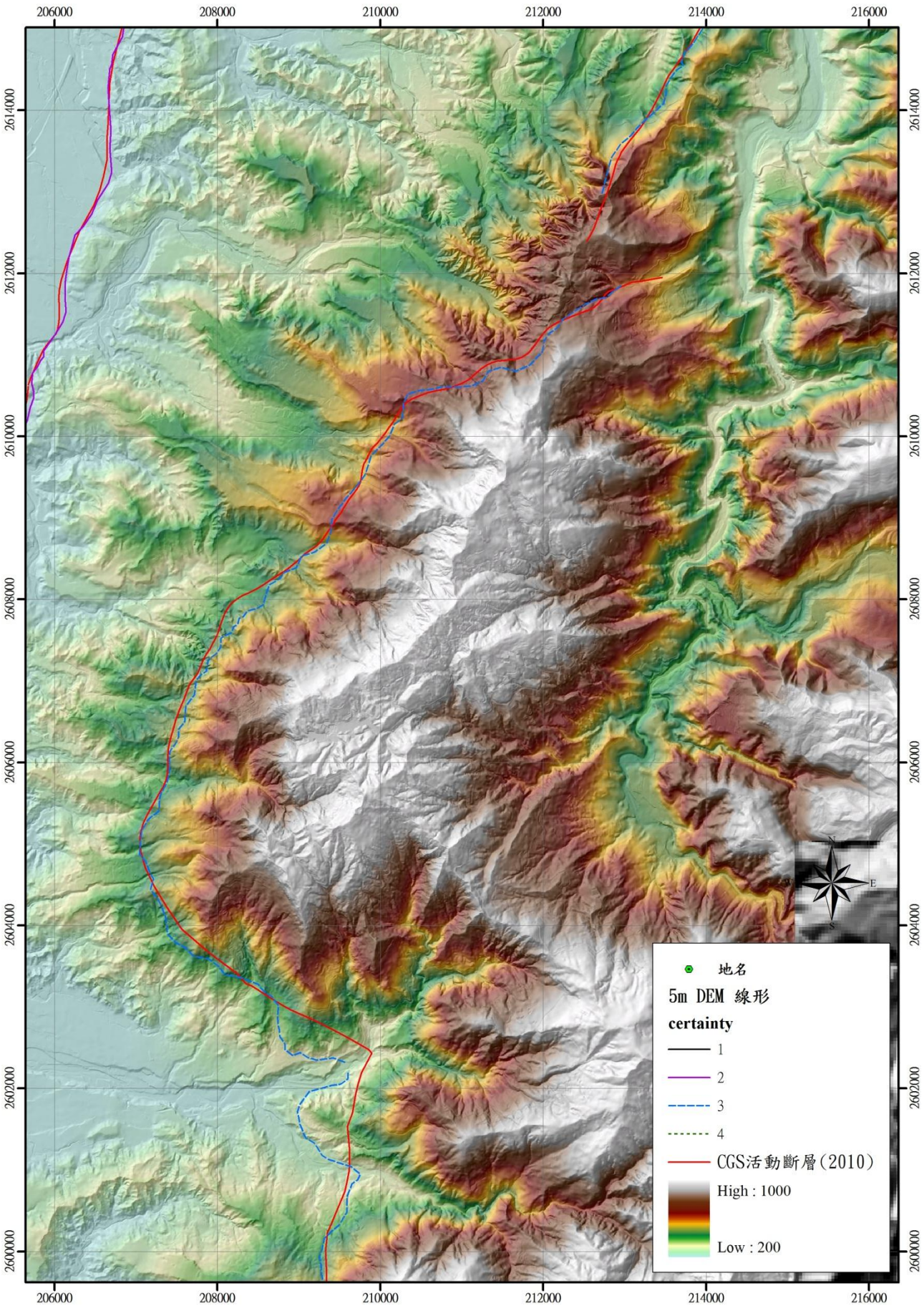


圖 5-56 大尖山斷層位置平面位置

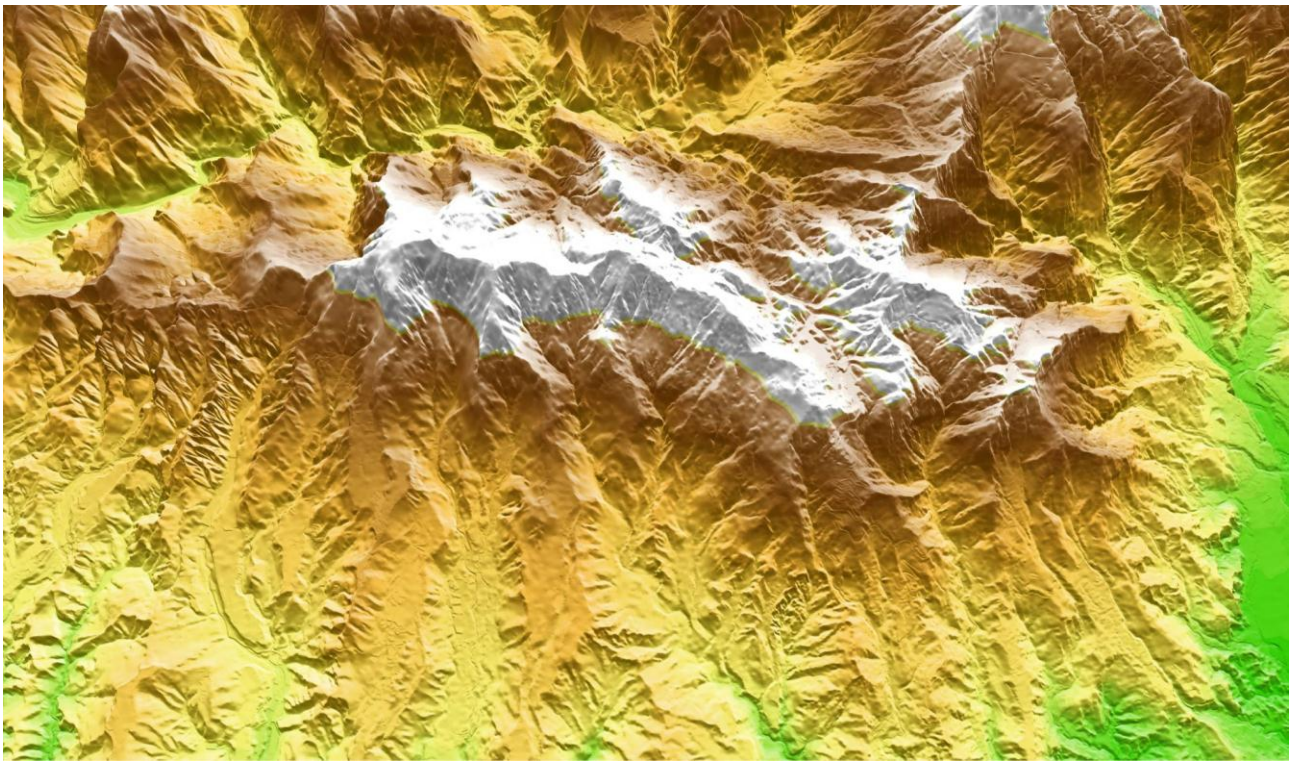


圖 5-57 大尖山斷層沿線地形三維側視圖

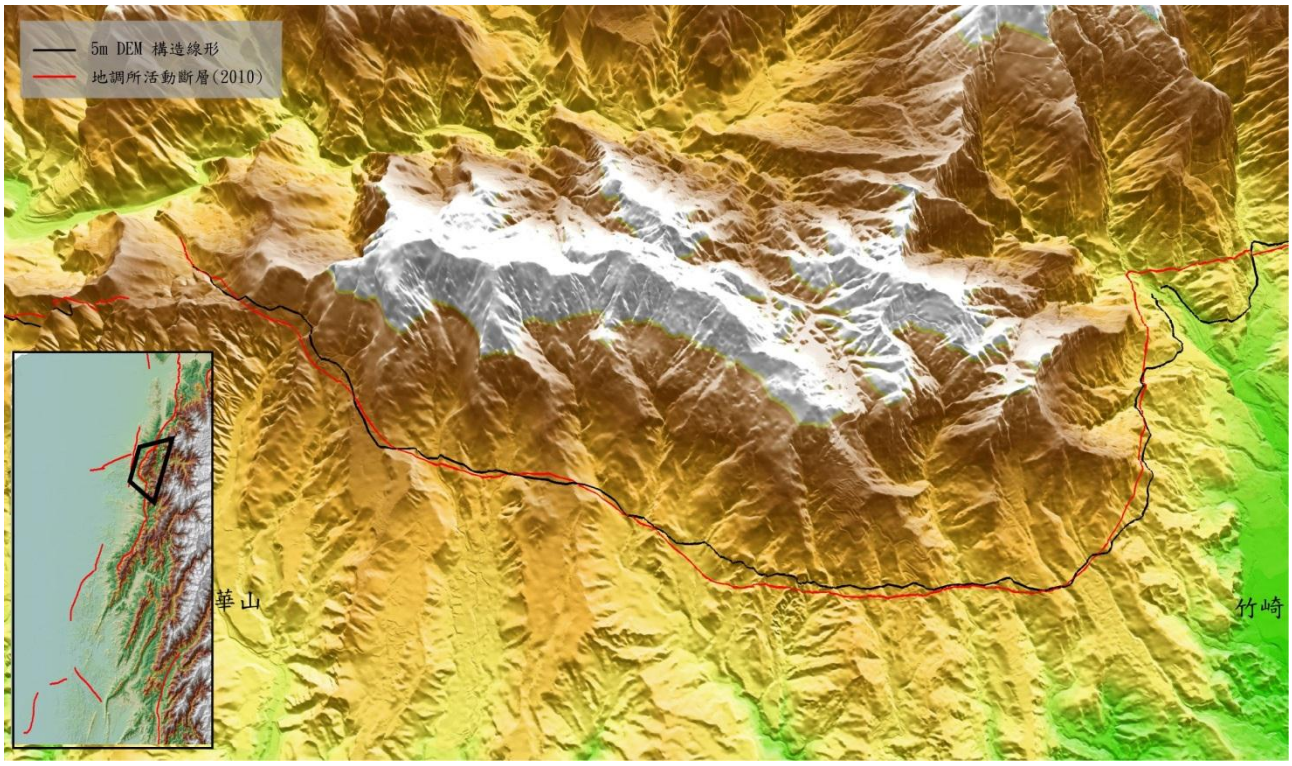


圖 5-58 大尖山斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊

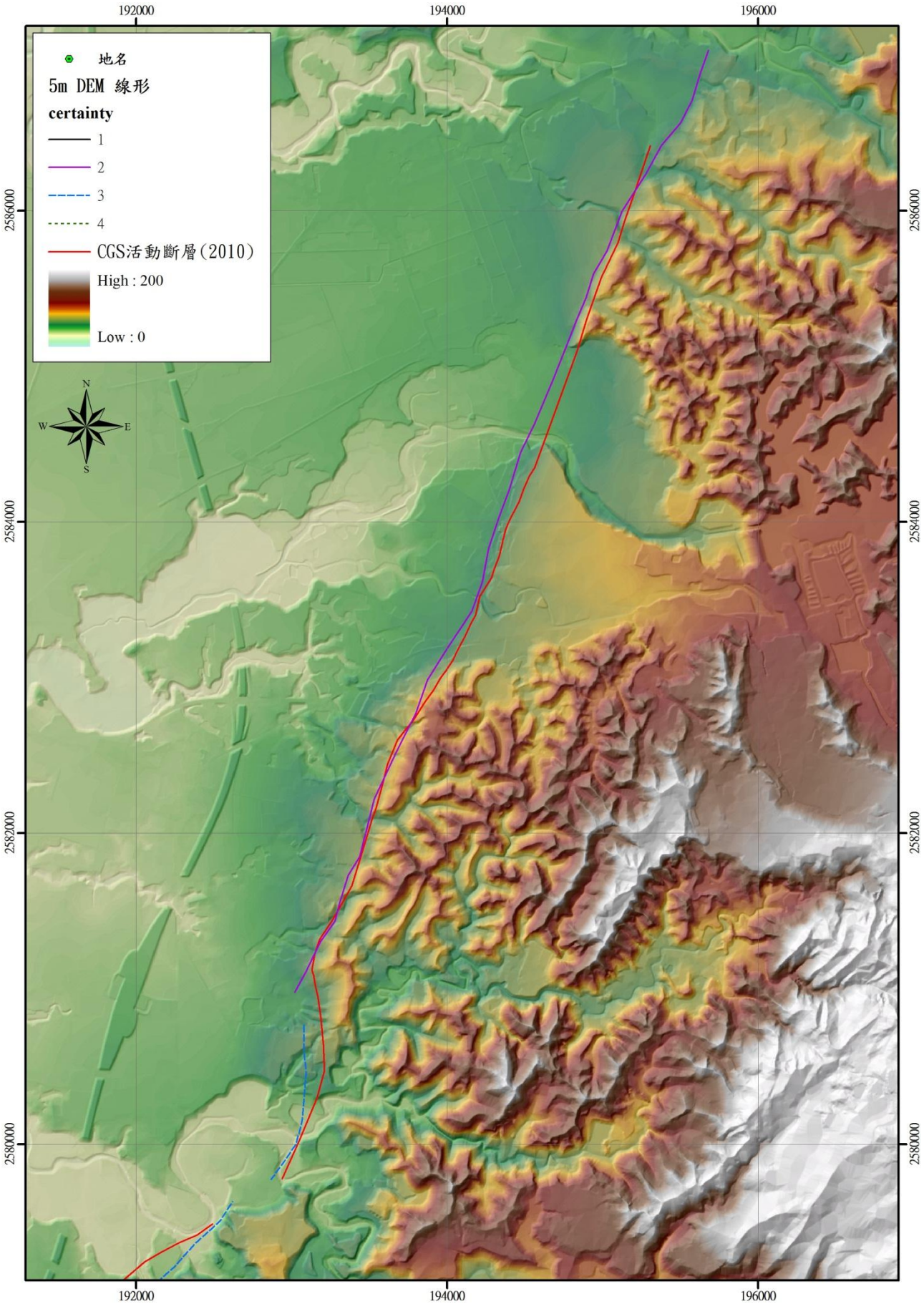


圖 5-59 木屐寮斷層沿線構造線形平面位置

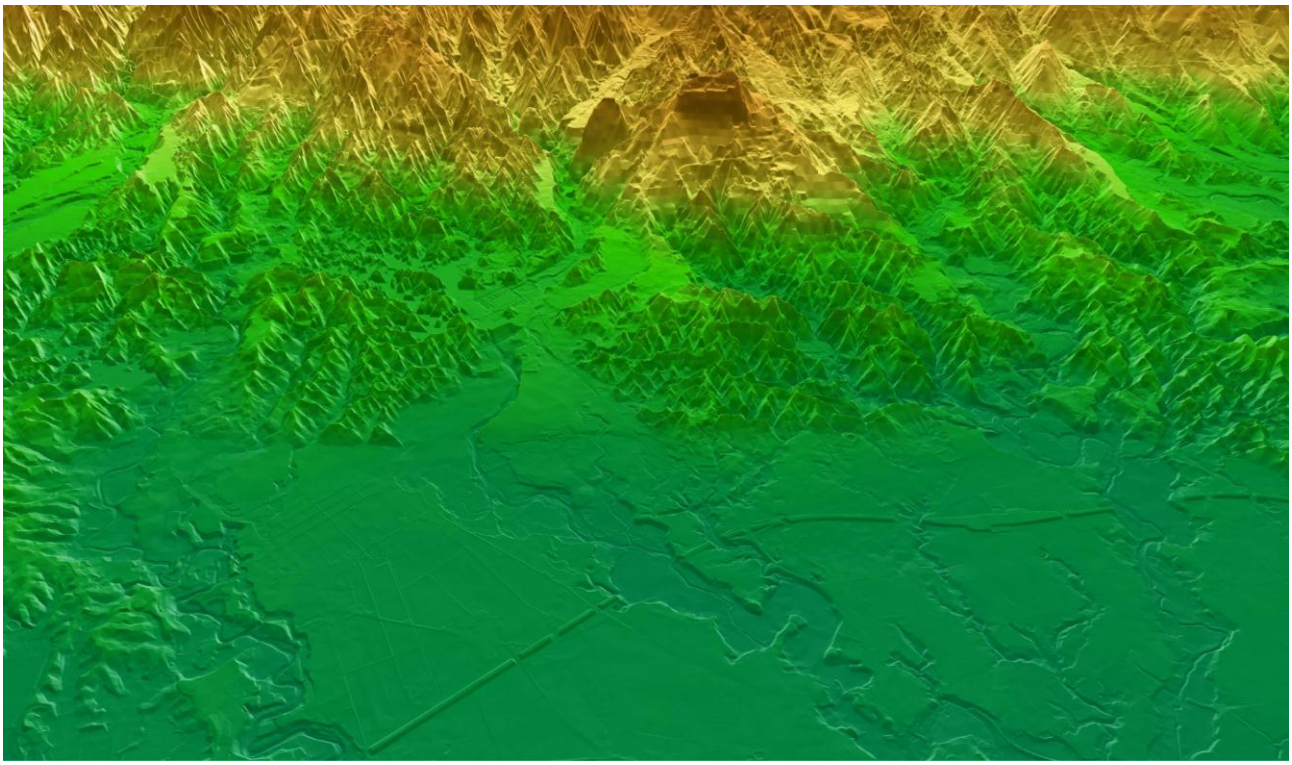


圖 5-60 木屐寮斷層沿線地形三維側視圖

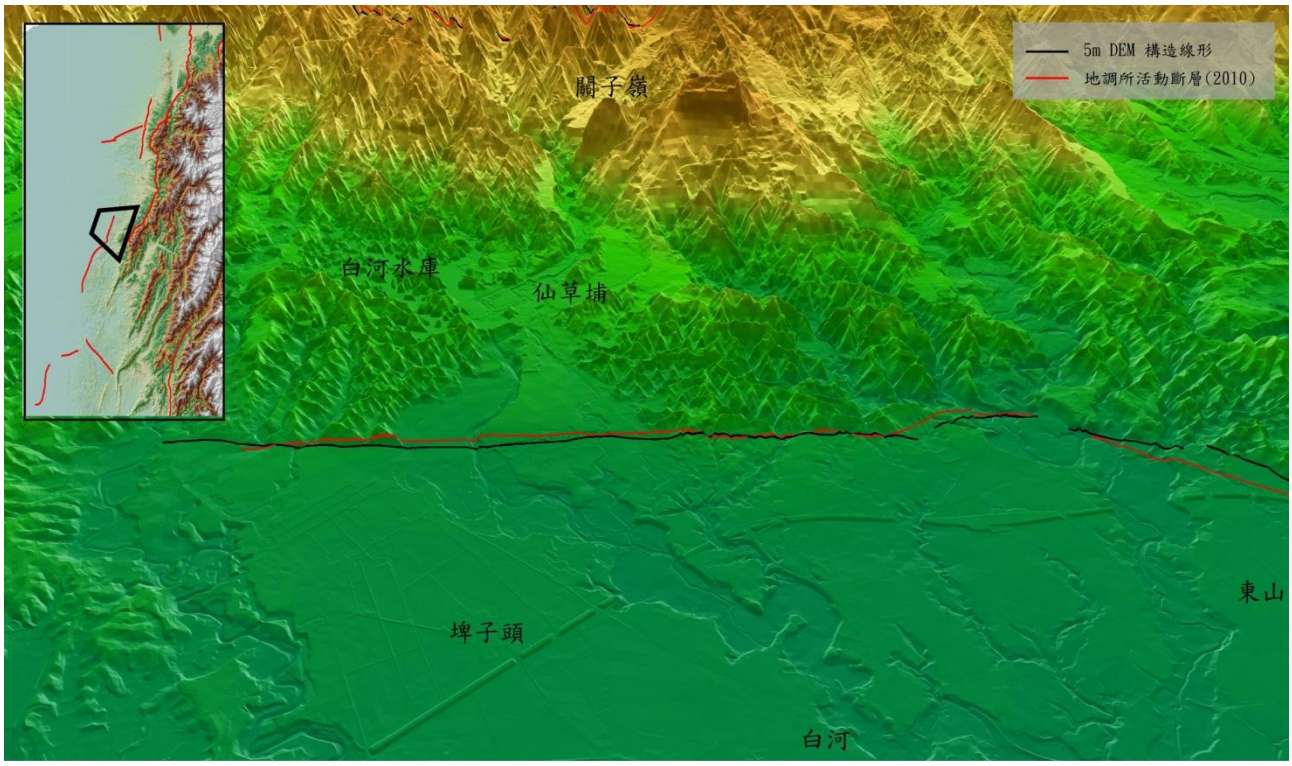


圖 5-61 木屐寮斷層沿線地形及構造線形套疊

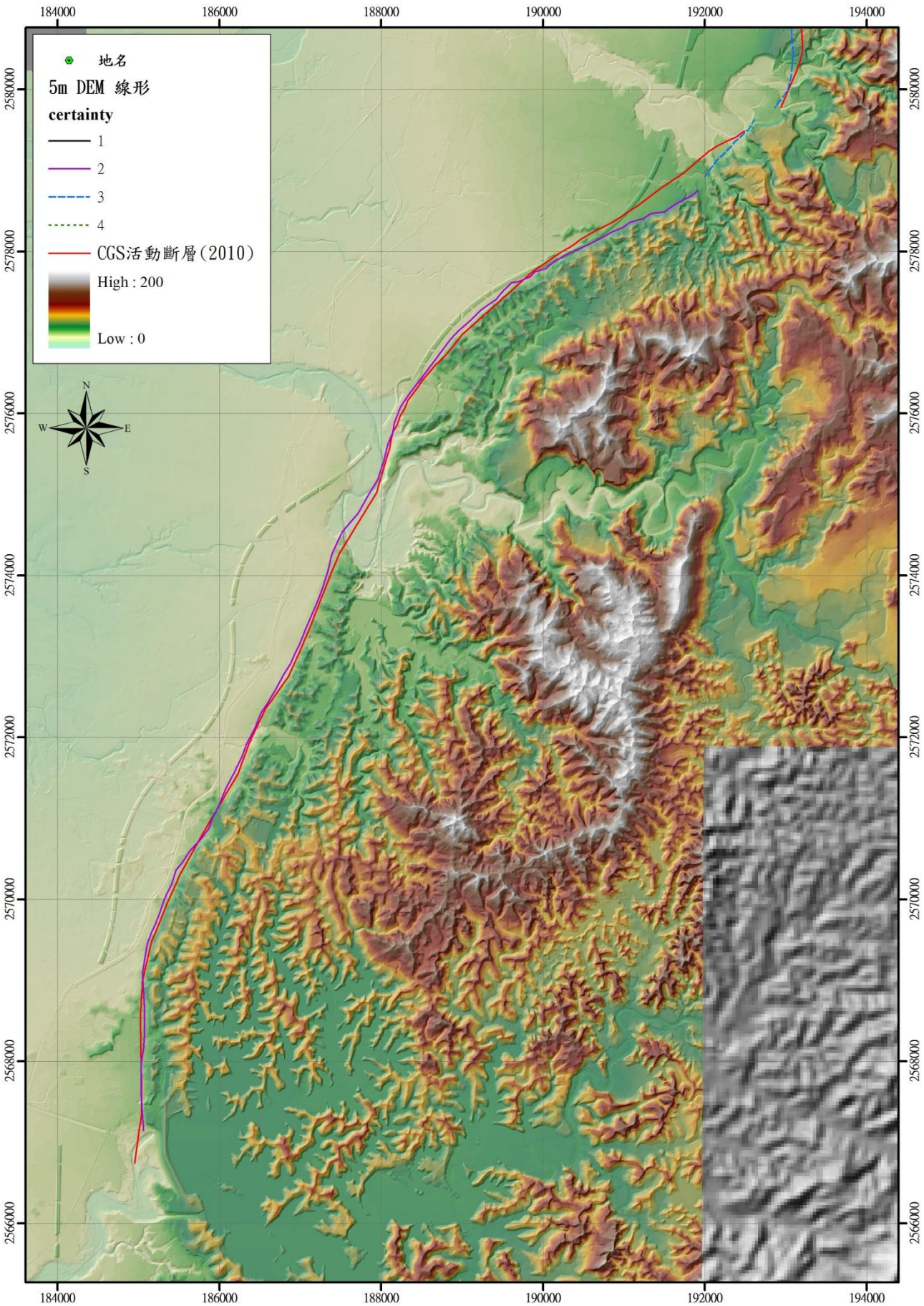


圖 5-62 六甲斷層沿線構造線形平面位置

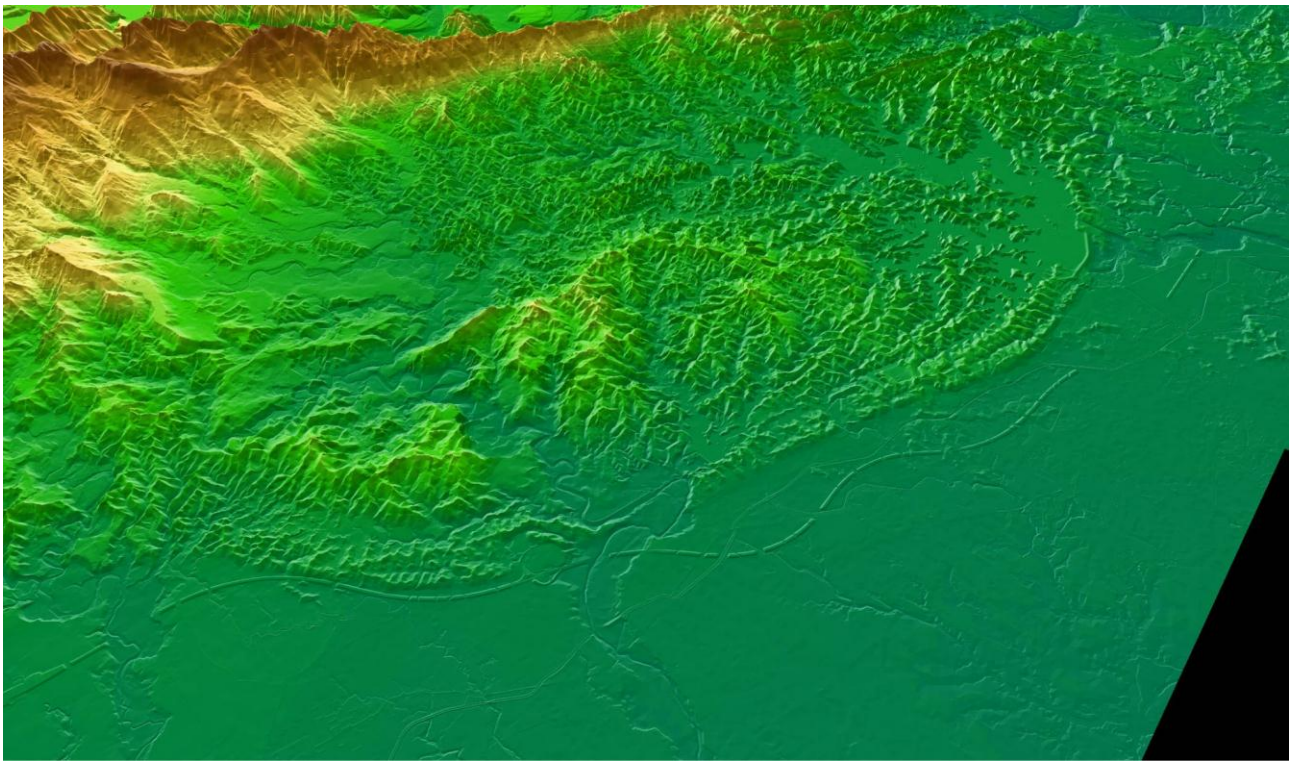


圖 5-63 六甲斷層沿線地形三維側視圖

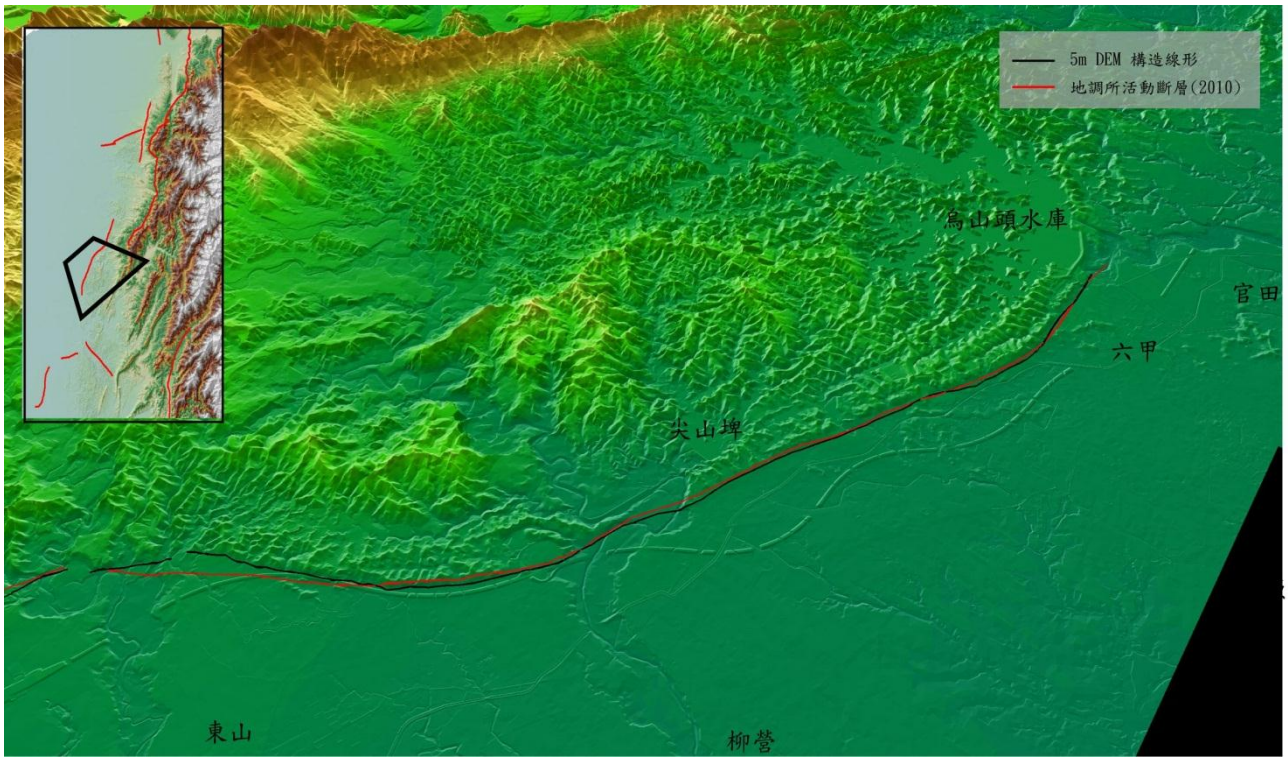


圖 5-64 六甲斷層沿線地形及構造線形套疊

觸口斷層(18):台灣地體構造重要的構造之一，以地形、構造與岩層的差異將斷層兩側區分為內麓山帶與外麓山帶，以古坑斷層為界北接大尖山斷層，南延至崙後斷層以獺頭斷層為界，其上盤為桂竹林層逆衝至卓蘭層，利用全台 5 公尺解析度之數值地形模型，可清楚判釋觸口斷層兩側不同岩性所呈現的地形特徵；本段的地形特徵清晰，主要為鞍部、岩層位態差異，以及岩性差異侵蝕等，大致與地調所所定的斷層位置相近，並上述之地形特徵細微編修線形位置。本構造線形判釋平面位置成果如圖 5-65 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-66 及圖 5-67 所示。

新化斷層(19):新化斷層是 1946 年新化地震發生錯動的斷層，由全台 5 公尺解析度之數值地形模型判釋的結果與地調所所定位置差異不大。在高速公路東側可判釋出呈東北東走向的構造崖，往東延伸穿過一呈右移錯移的山脊；另外，於高速公路東側沿平原與丘陵交界處，有一北北東走向的構造崖自東北東走向的線形向南分出，可延伸至國道 3 號新化休息站，部分為國道所覆蓋，本線段未出現於地調所之活動斷層中，為最大差異。而位於高速公路西側之斷層線形位置，由於位於平原區，無明顯構造地形可供判釋，僅能以地震地表破裂位置來判斷，未來透過 LiDAR 資料的運用，應可呈現更完整的新化斷層地表線形特徵。圖 5-68 呈現本構造線形判釋平面位置，另三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-69 及圖 5-70 所示。

後甲里斷層(20):利用全台 5 公尺解析度之數值地形模型進行調查，後甲里斷層地表線形特徵主要位於台南台地東緣，除了沿台地邊緣與平原之間約呈南北向的構造崖外，於此構造線形北段之西側亦可見明顯的構造崖，應為斷層分支的地形特徵，而往南與往北皆進入平原區，無明顯地形特徵可知其延伸位置。本構造線形判釋平面位置成果如圖 5-71 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-72 及圖 5-73 所示。

左鎮斷層(21): 本構造線形位於台南縣新莊至三角潭之間，長度約 11 公里。本斷層最早由衛星影像辨認出線形，因此研判斷層存在之可能性(Wang, 1976)，饒瑞鈞等(2006)的跨斷層剖面速度場變化分析結果顯示，1999-2006 年間左鎮斷層的運動為逆移兼具右移分量。但野外指出之斷層或斷層之擾動帶不甚清晰，且野外地層岩性分辨不易，故斷層之活動性仍存疑。全台 5 公尺解析度之數值地形模型中，其地表線形之特徵極不清晰，僅中段區域可能呈現一點地形異常，故僅以地調所所定的斷層位置為本線形之依據，未來透過 LiDAR 資料所呈現精細之地表地形特徵，相信能清楚指出構造線形之存在及性質。前人文獻指出之構造線形平面位置如圖 5-74 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-75 及圖 5-76 所示。

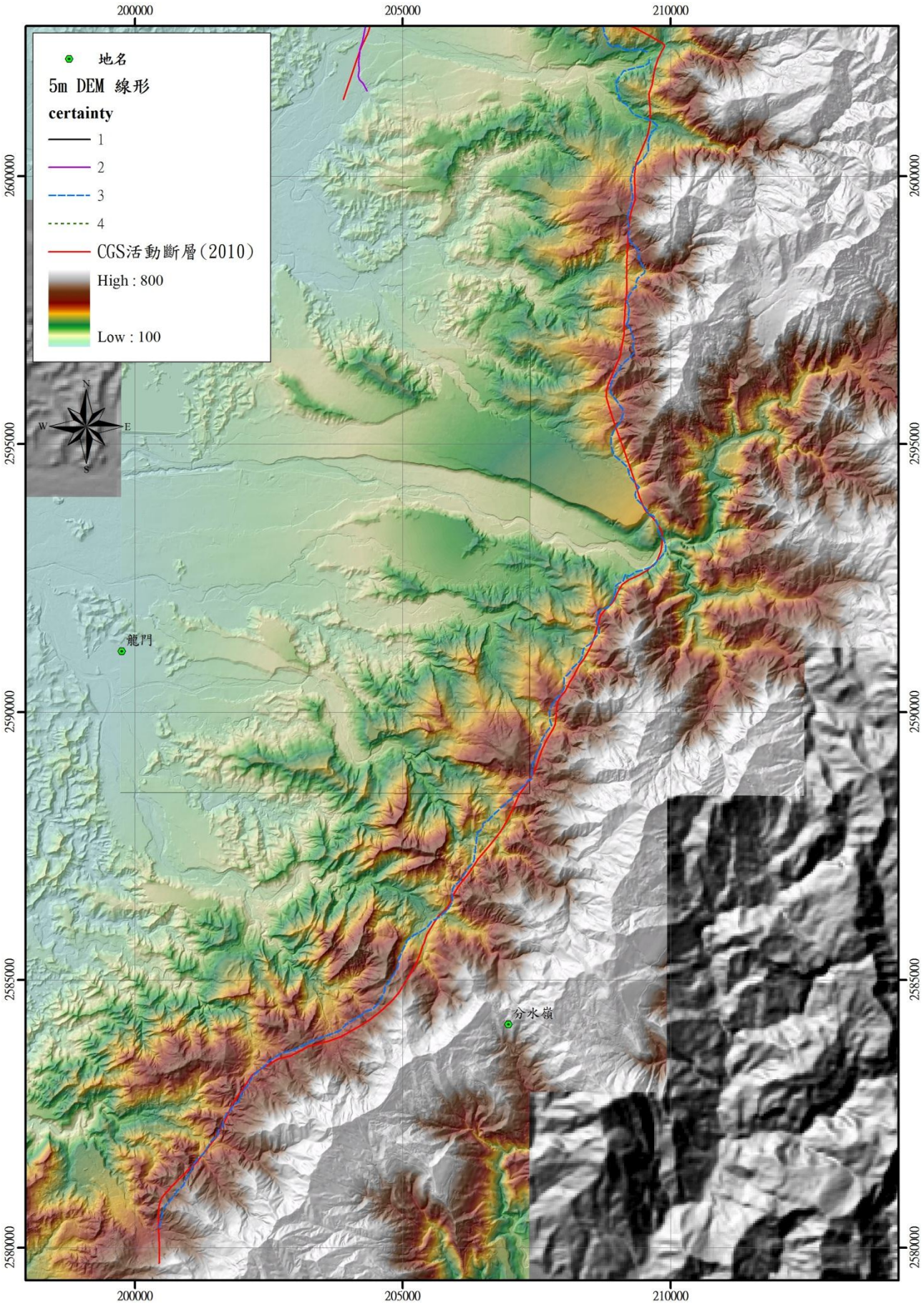


圖 5-65 觸口斷層位置平面位置

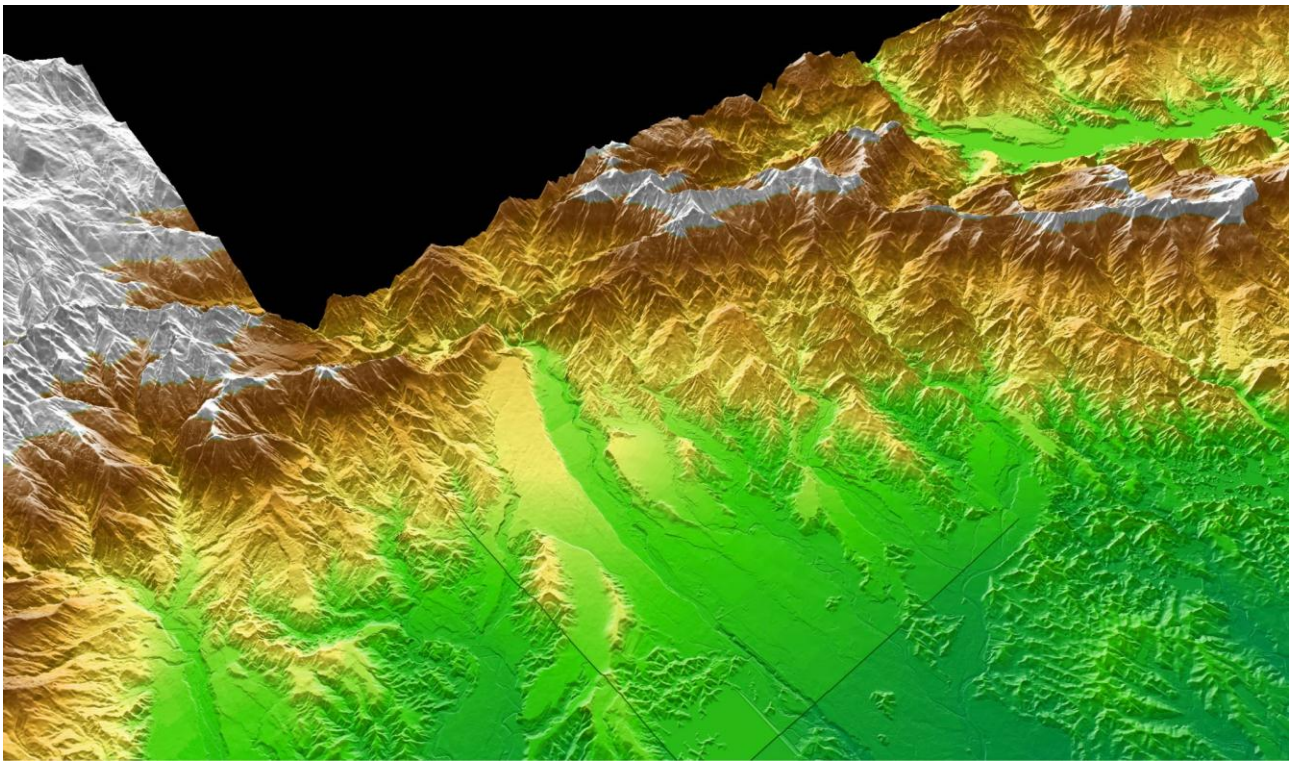


圖 5-66 觸口斷層沿線地形三維側視圖

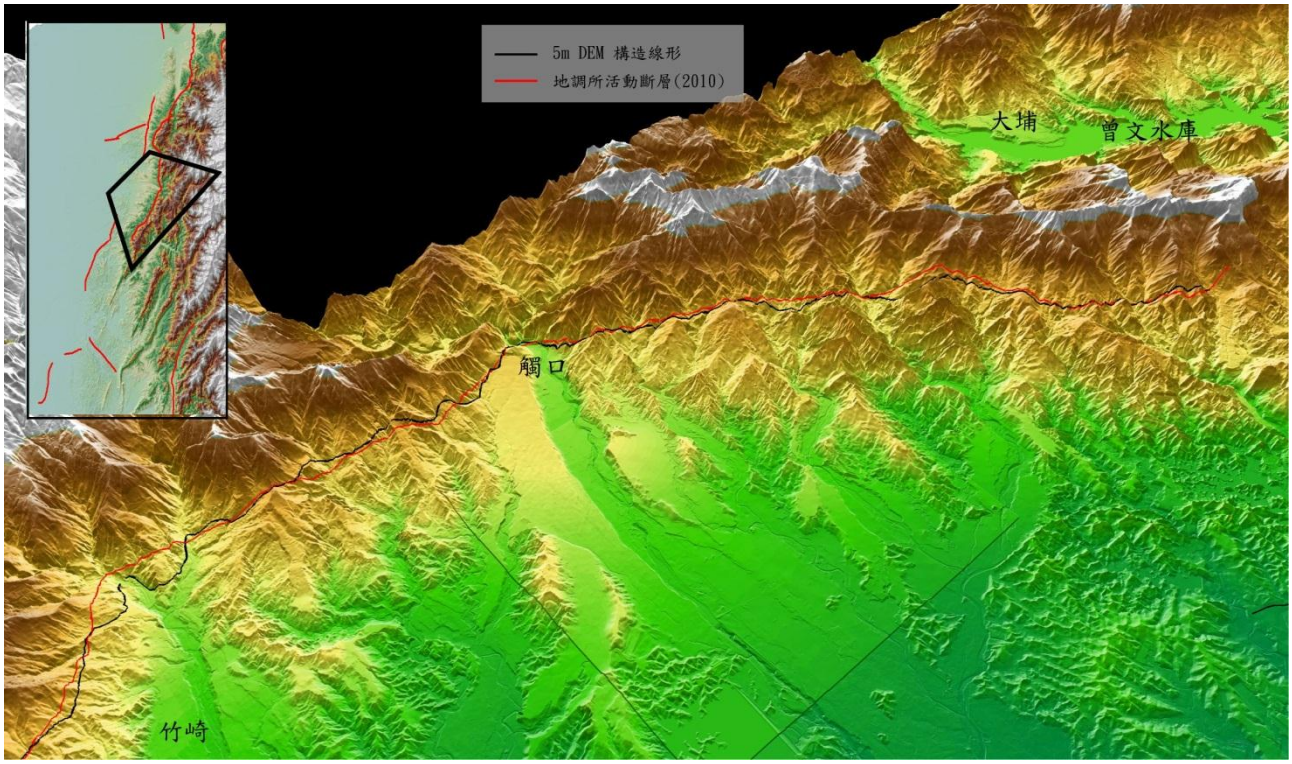


圖 5-67 觸口斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊

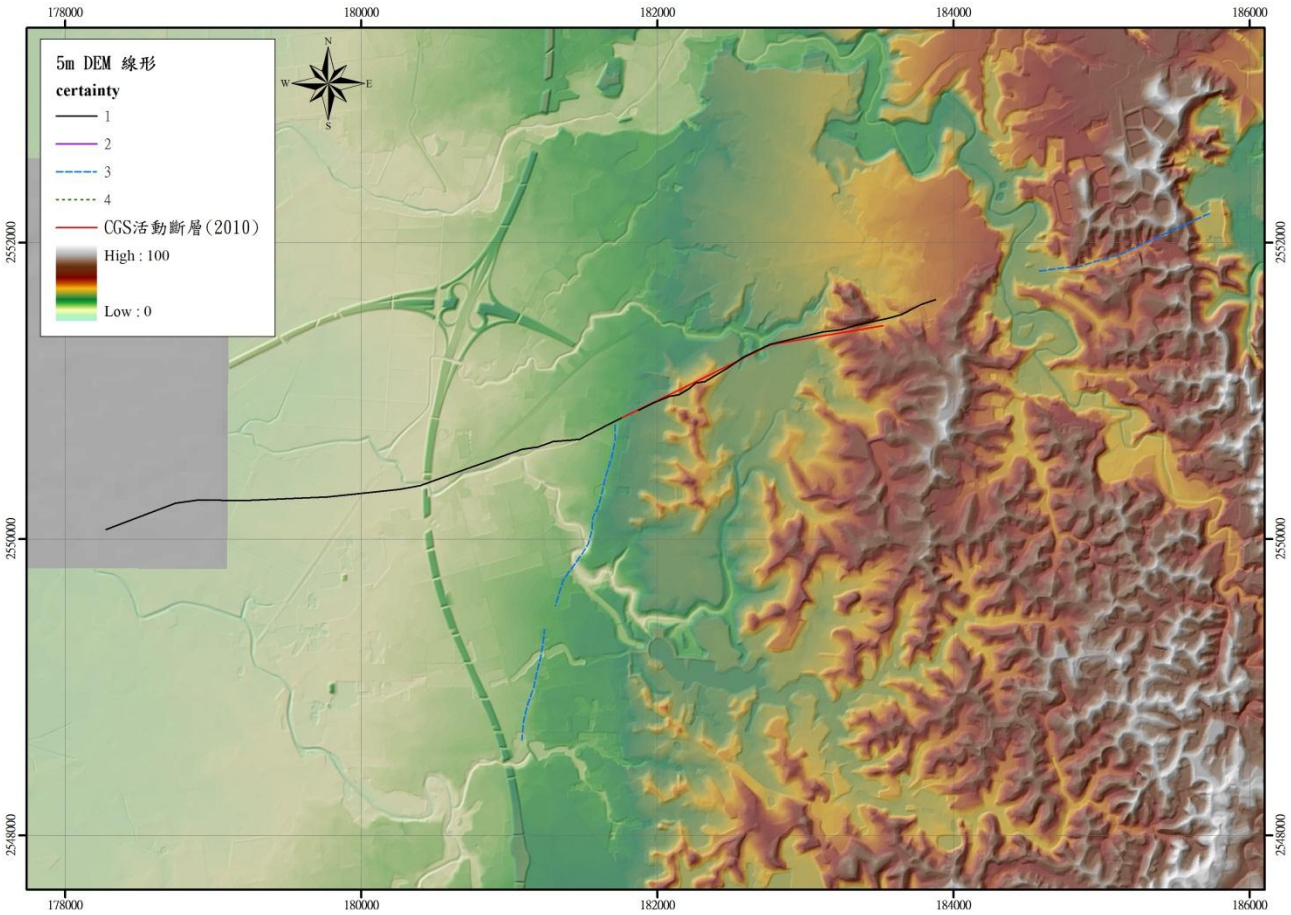


圖 5-68 新化斷層沿線構造線形平面位置

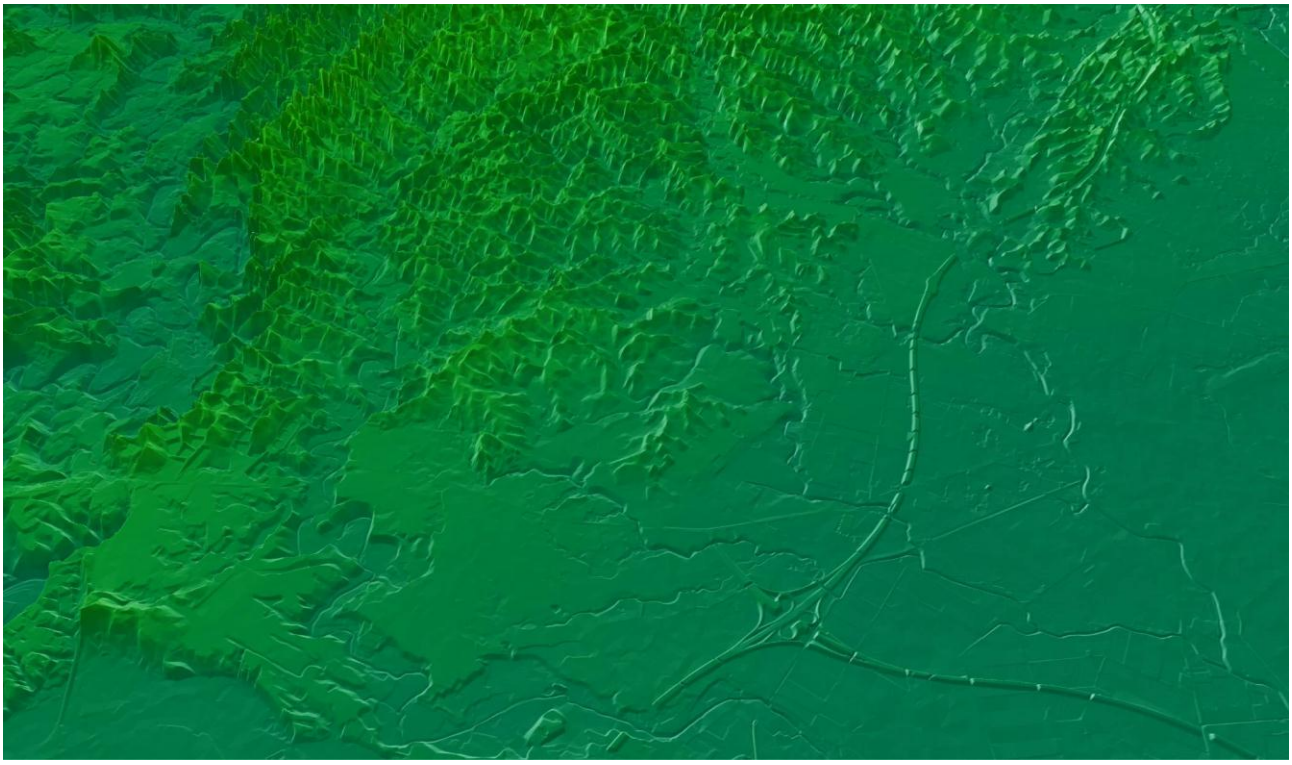


圖 5-69 新化斷層沿線地形三維側視圖

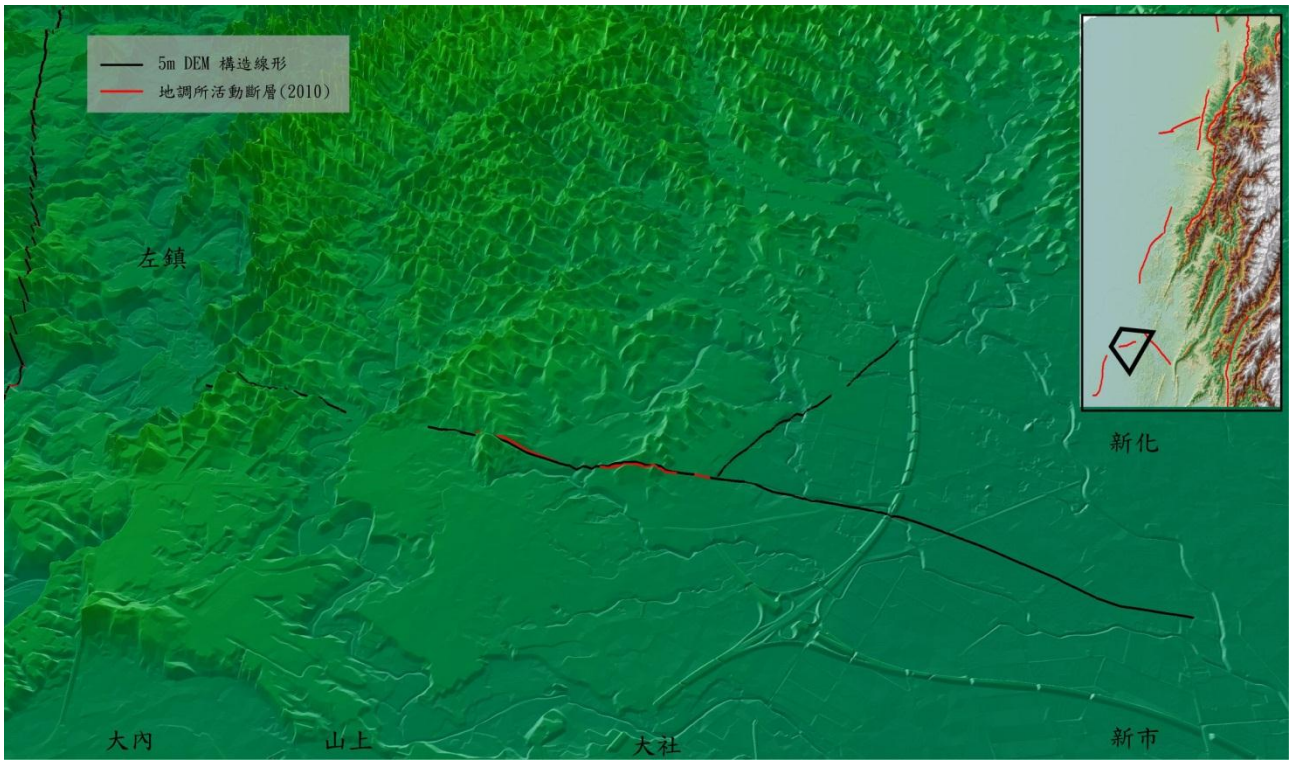


圖 5-70 新化斷層沿線地形及構造線形套疊

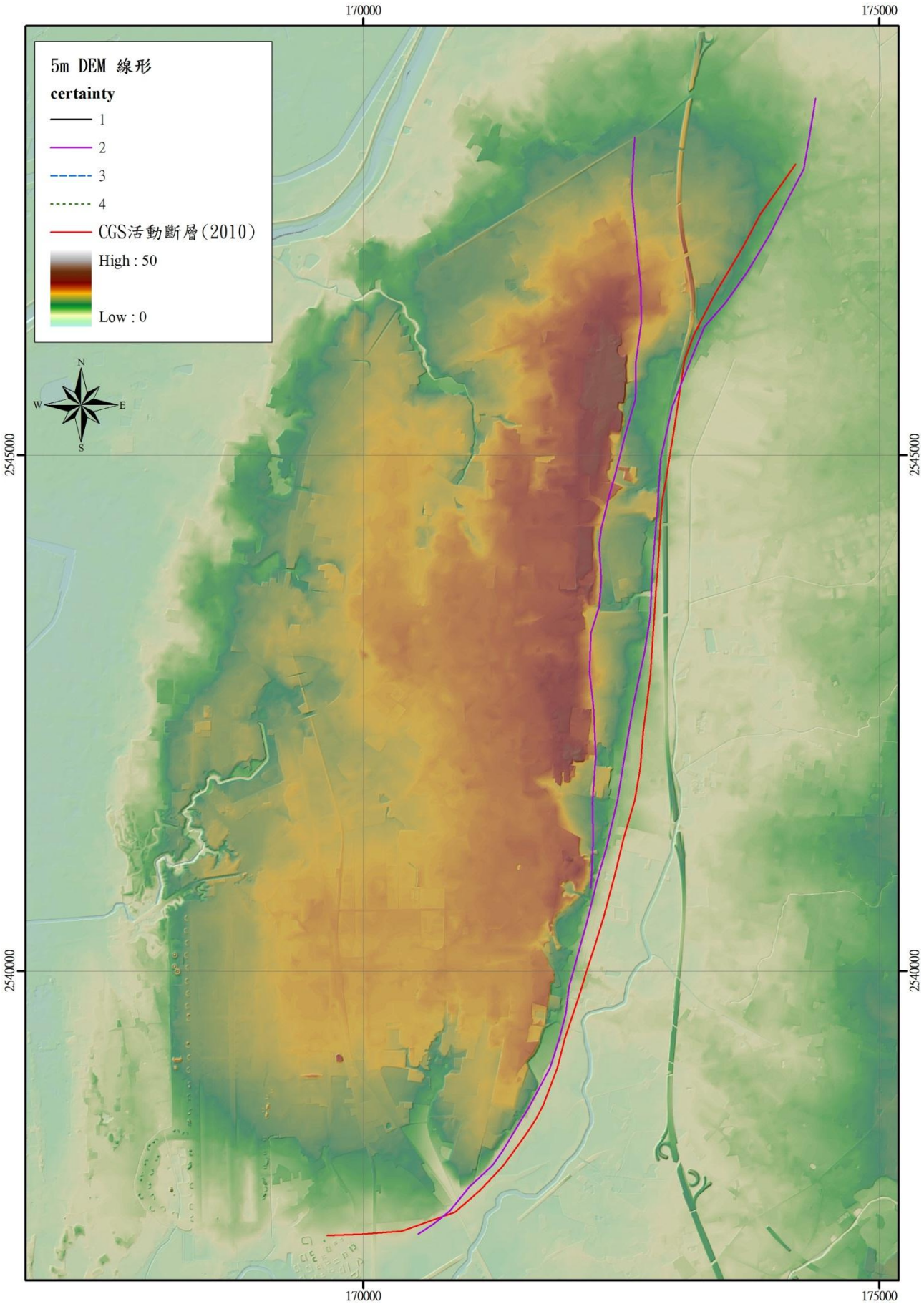


圖 5-71 後甲里斷層沿線構造線形平面位置



圖 5-72 後甲里斷層沿線地形三維側視圖



圖 5-73 後甲里斷層沿線地形及構造線形套疊

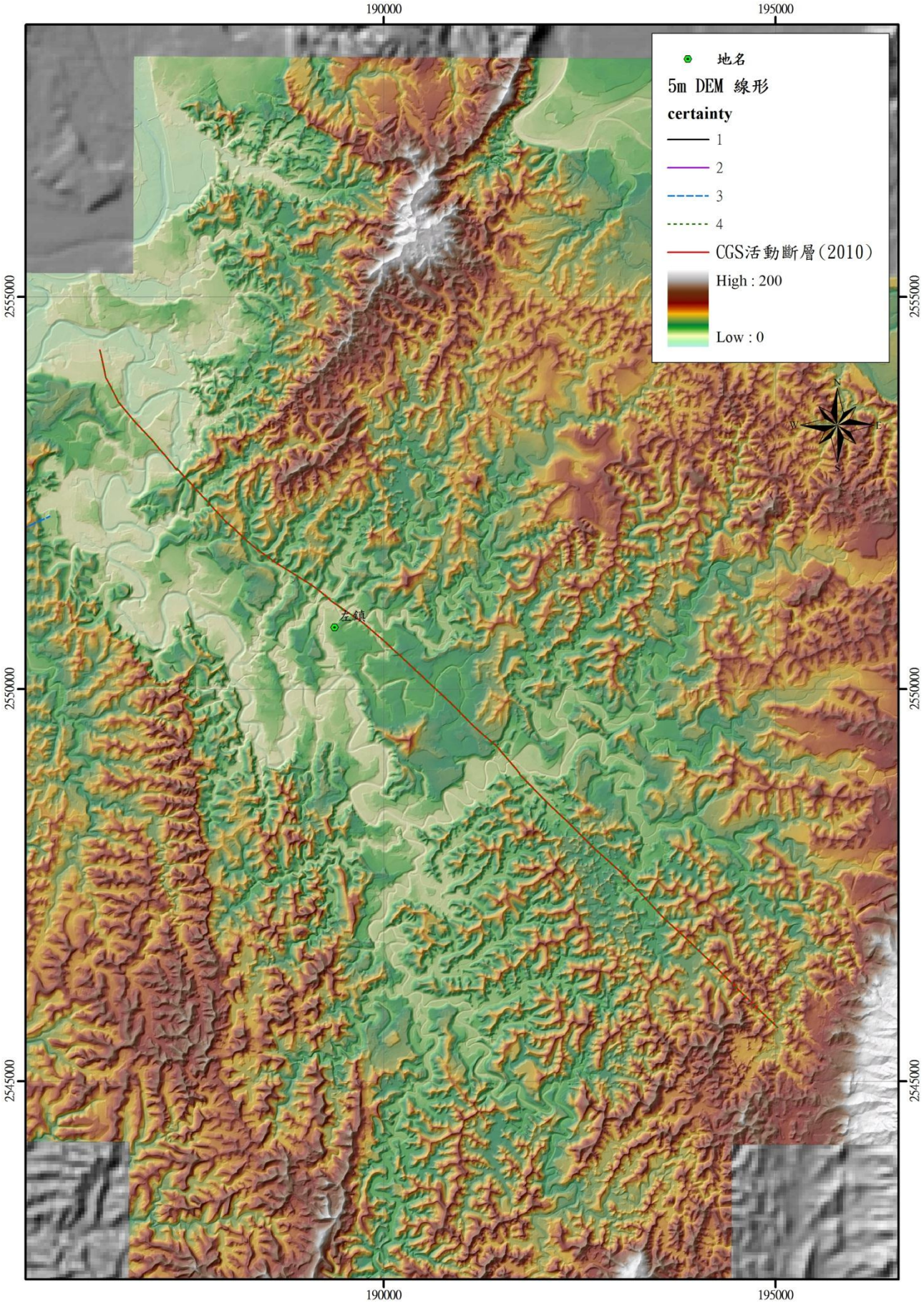


圖 5-74 左鎮斷層位置平面位置

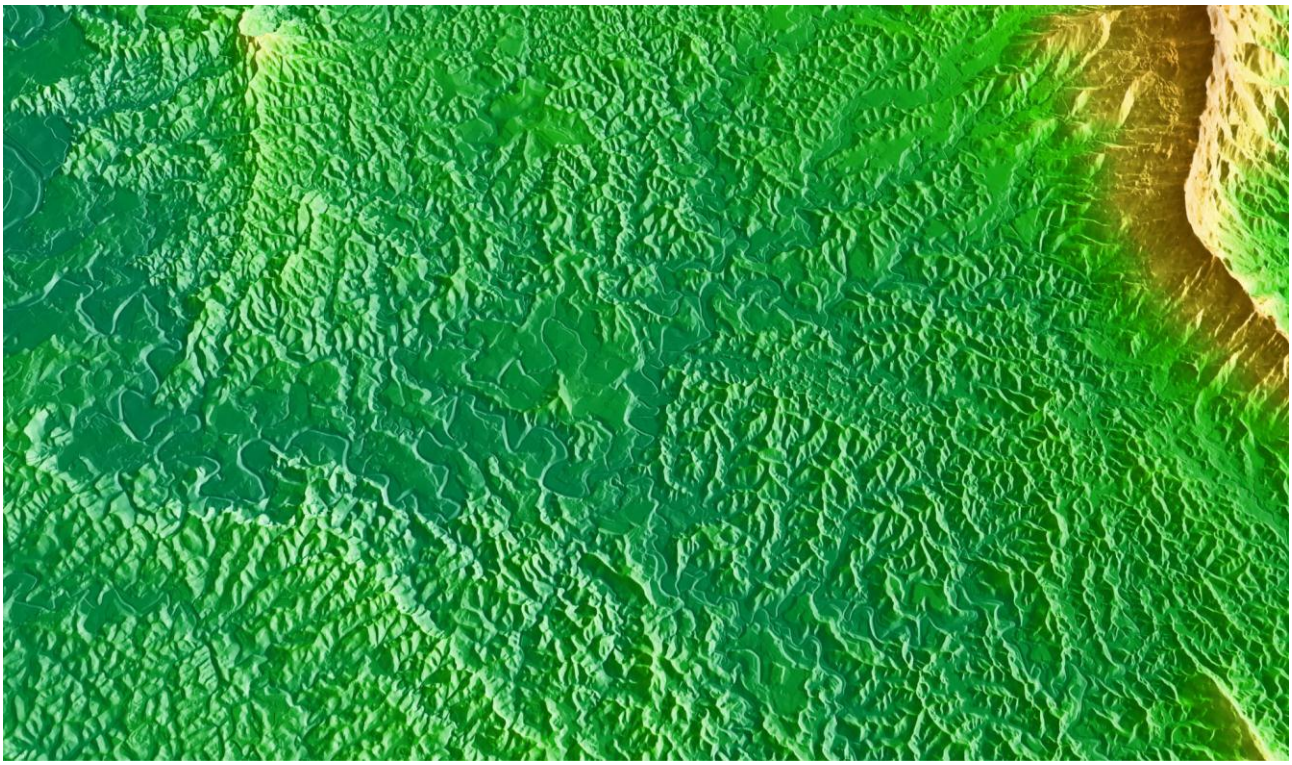


圖 5-75 左鎮斷層沿線地形三維側視圖



圖 5-76 左鎮斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊

小崗山斷層(22): 本斷層呈北北東走向，北起阿蓮南蓮村南至燕巢瓊林村，全長約 6.5 公里。孫習之(Sun, 1964)依據航照判釋，推論本構造線為一逆斷層。沈淑敏等人(2006)亦從航照判釋，指出六段線形小崖。由地下鑽探結果顯示，小崗山斷層可能屬於盲斷層(林啟文等，2010；陳文山等，2010)，因斷層尚未出露至地表，故斷層特性尚未有定論。由全台 5 公尺解析度之數值地形模型判釋結果指示小崗山斷層地表線形位於平原與極低緩之丘陵交界處，呈北北東走向，主要之構造地形特徵為構造小崖，以及崖線上方附近伴生之緩起伏面(小褶皺或壓力脊?!)，線形位置大致和地調所活動斷層位置相近。本構造線形判釋平面位置成果如圖 5-77 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-78 及圖 5-79 所示。

旗山斷層(23):旗山斷層呈東北走向，其西南段沿破碎地形邊界的地表線形特徵顯著，亦有明顯的構造崖，而在其南端，利用全台 5 公尺解析度之數值地形模型，認為斷層應在較為西邊的谷地經過，在進入平原後，由於地形特徵不明顯，無法追蹤確認其延伸位置；在東北段，往東北跨過旗山溪(楠梓仙溪)，則是沿著楠梓仙溪東側山麓鞍部往北延伸；相較於地調所活動斷層位置，本線形南段因地形特徵不明顯，故僅止於燕巢橫山附近，但北部區域跨越旗山溪後，仍可繼續往東北延伸，超過 7 公里長；另因本段的地形特徵清晰，主要為鞍部、岩層位態差異，以及岩性差異侵蝕細微編修線形位置。本構造線形判釋平面位置成果如圖 5-80 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-81 及圖 5-82 所示。圖 5-83 指示本本區內斷層構造線形之分义情形，和前人所指示之斷層分支(深水坑斷層)一致。

潮州斷層(24):由全台 5 公尺解析度之數值地形模型判釋的結果，六龜以北的區域並無確實指出潮州斷層的地形特徵，潮州斷層是自六龜以南，主要位於中央山脈與屏東平原交界，呈南北走向。在北段有數條分支的地表線形特徵，分別為沿中央山脈西側的構造崖及其分支，以及變形的沖積扇西側之階崖；在中段則為兩條主要的構造崖，一為持續沿山脈西側的構造崖，另一為沖積扇西側的構造崖；在南段兩條主要的地表線形特徵合而為一，沿山脈前緣往南延伸至入海；而沿沖積扇西側構造崖的分支，部分區段被沖積層所掩蓋無法確實辨認位置。本構造線形判釋平面位置成果如圖 5-84～5-84 所示，其地形三維側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-87～5-92 所示。

恆春斷層(25):恆春斷層呈北北西走向，自車城海口至恆春南灣，利用全台 5 公尺解析度之數值地形模型判釋的結果，地表線形特徵主要沿恆春谷地東側海階前的構造崖、沖積扇或河階前的構造崖，以及山脈前緣明顯的三角切面等地形特徵往南延伸，其南段在鼻仔頭與柴櫛山西側有一分支，南端則穿過馬鞍山東側與山脈之間的谷地。圖 5-95 呈現本構造線形判釋平面位置，另三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-96 及圖 5-97 所示。

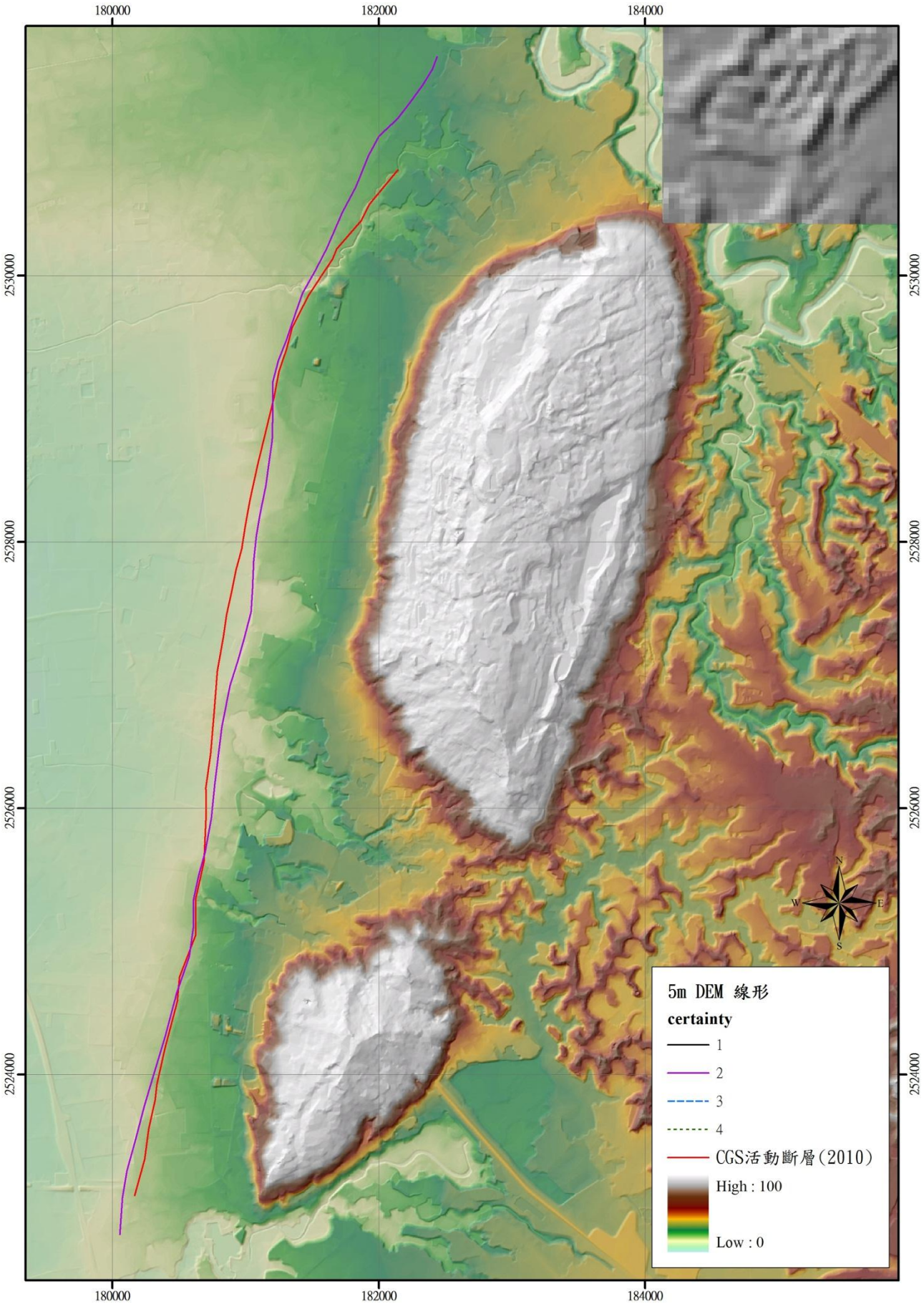


圖 5-77 小崗山斷層沿線構造線形平面位置

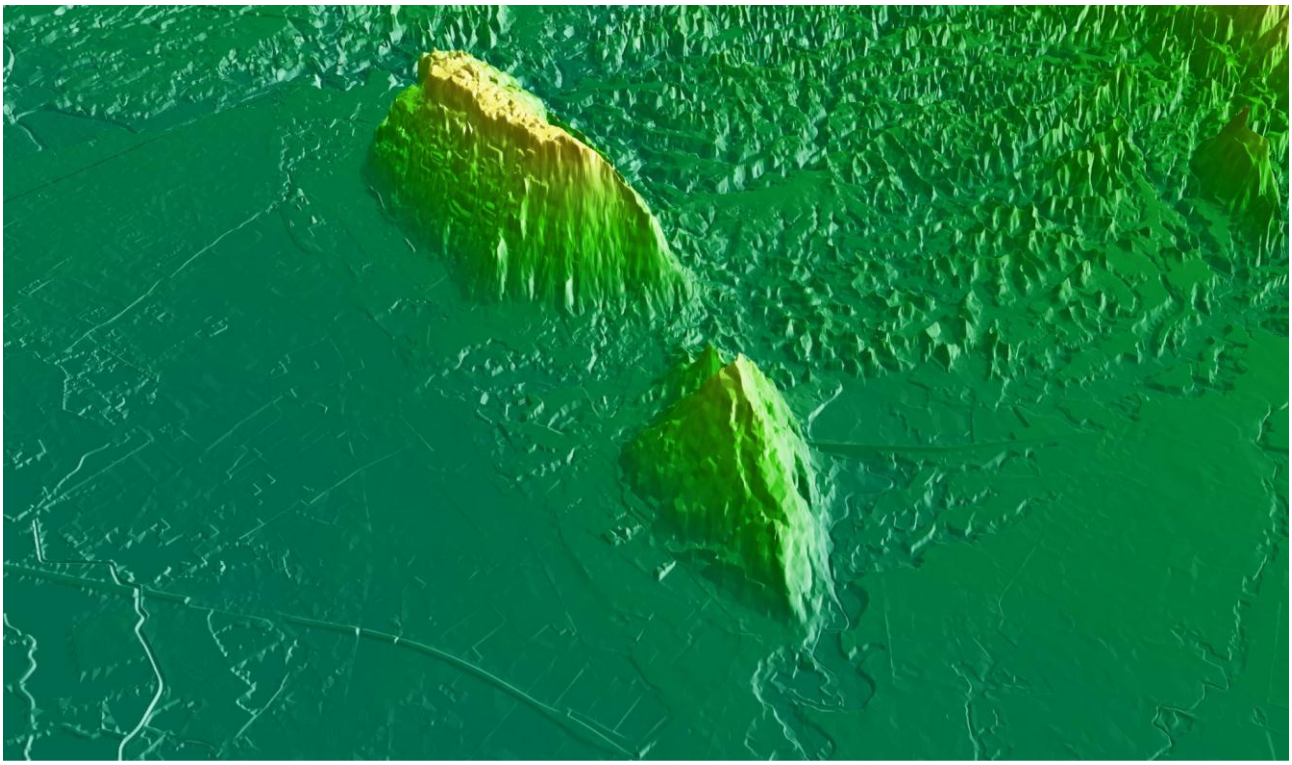


圖 5-78 小崗山斷層沿線地形三維側視圖

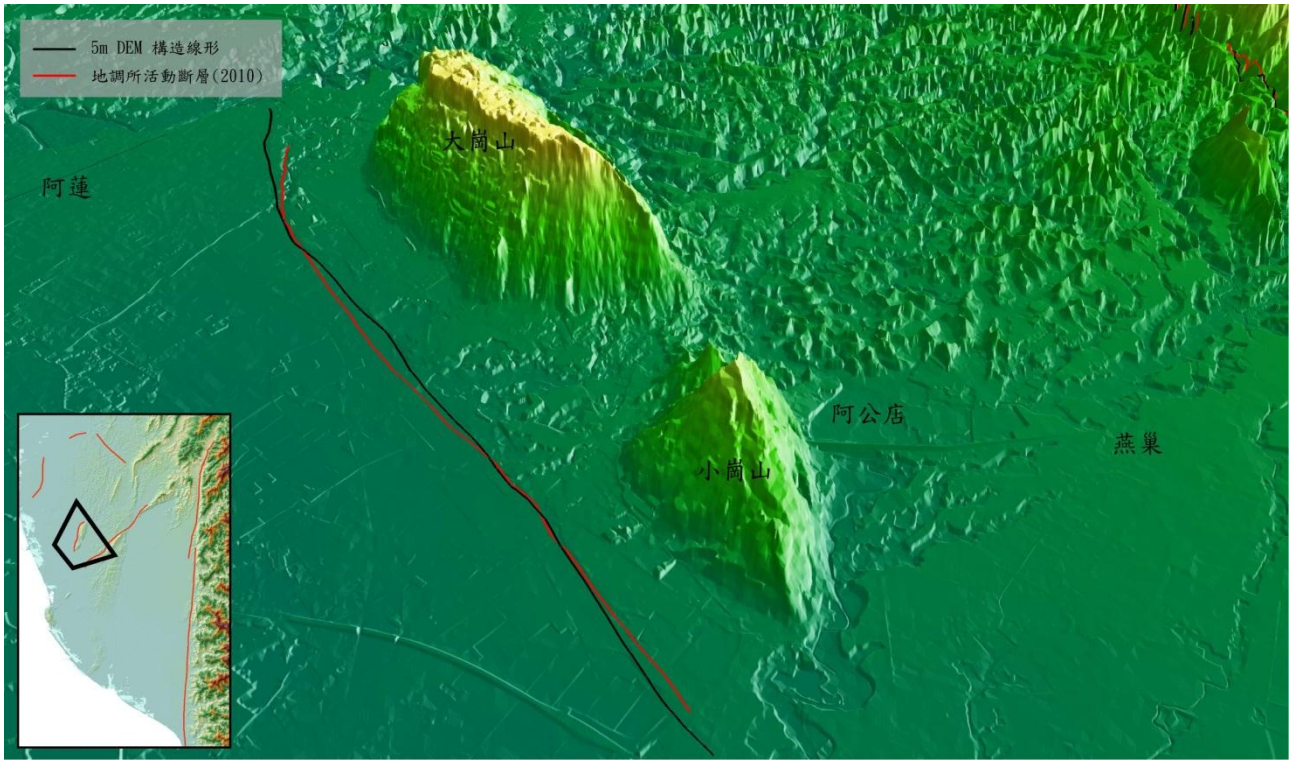


圖 5-79 小崗山斷層沿線地形及構造線形套疊

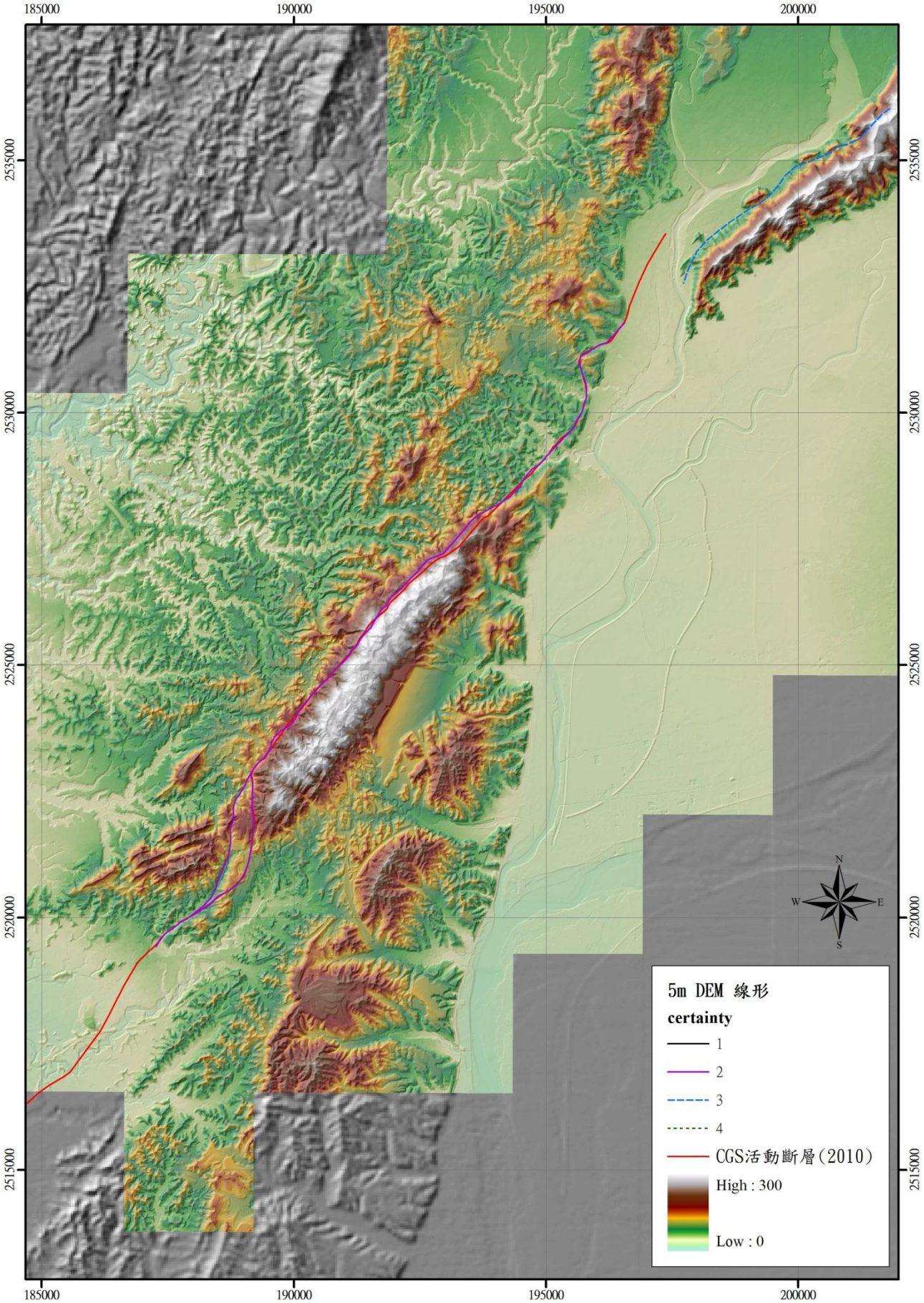


圖 5-80 旗山斷層沿線地形及構造線形套疊

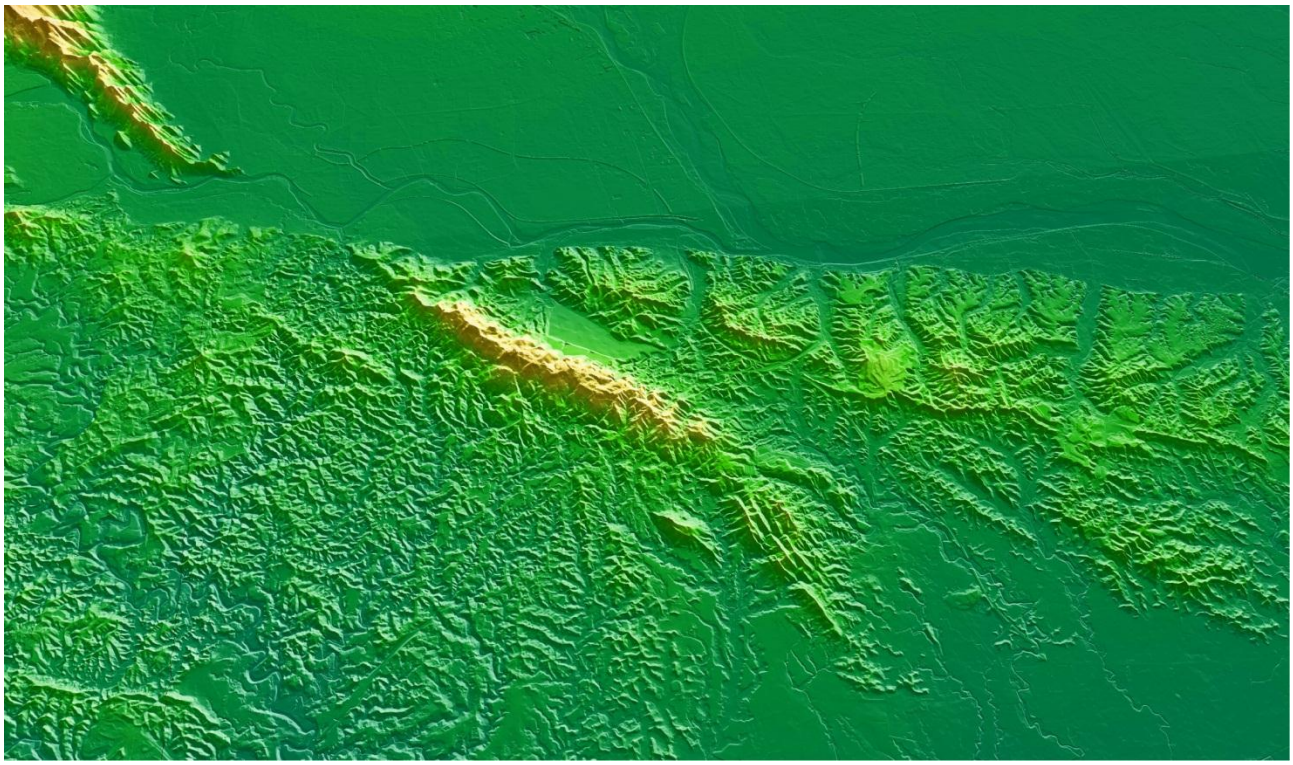


圖 5-81 旗山斷層沿線地形三維側視圖

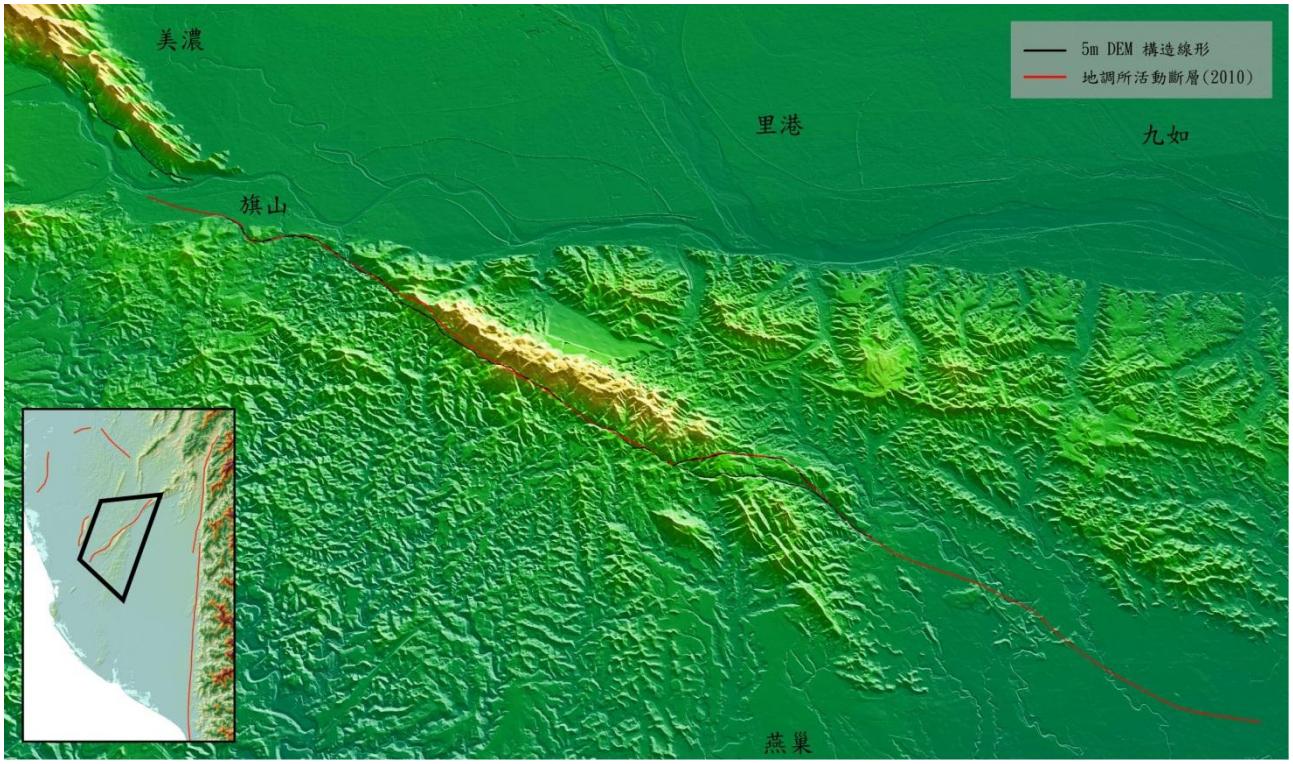


圖 5-82 旗山斷層沿線地形及構造線形套疊

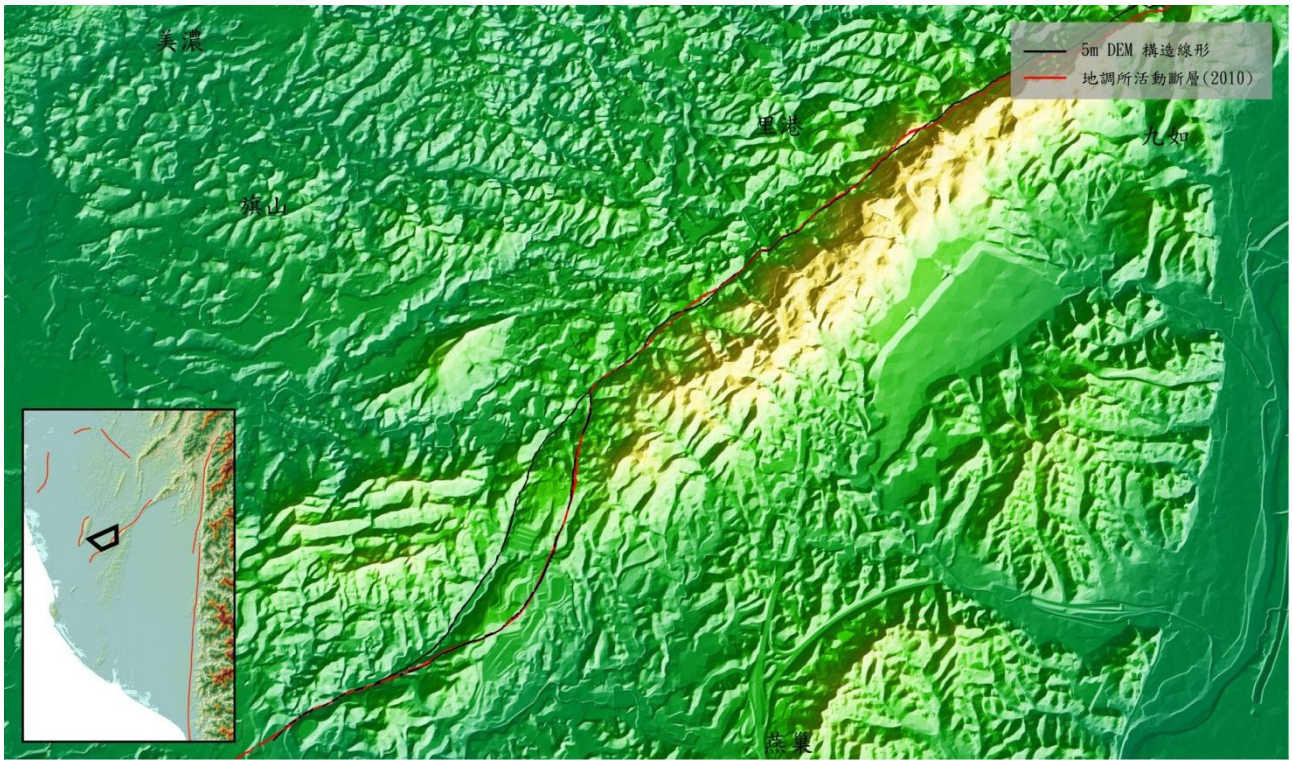


圖 5-83 旗山斷層高師大燕巢校區附近沿線地形及構造線形套疊

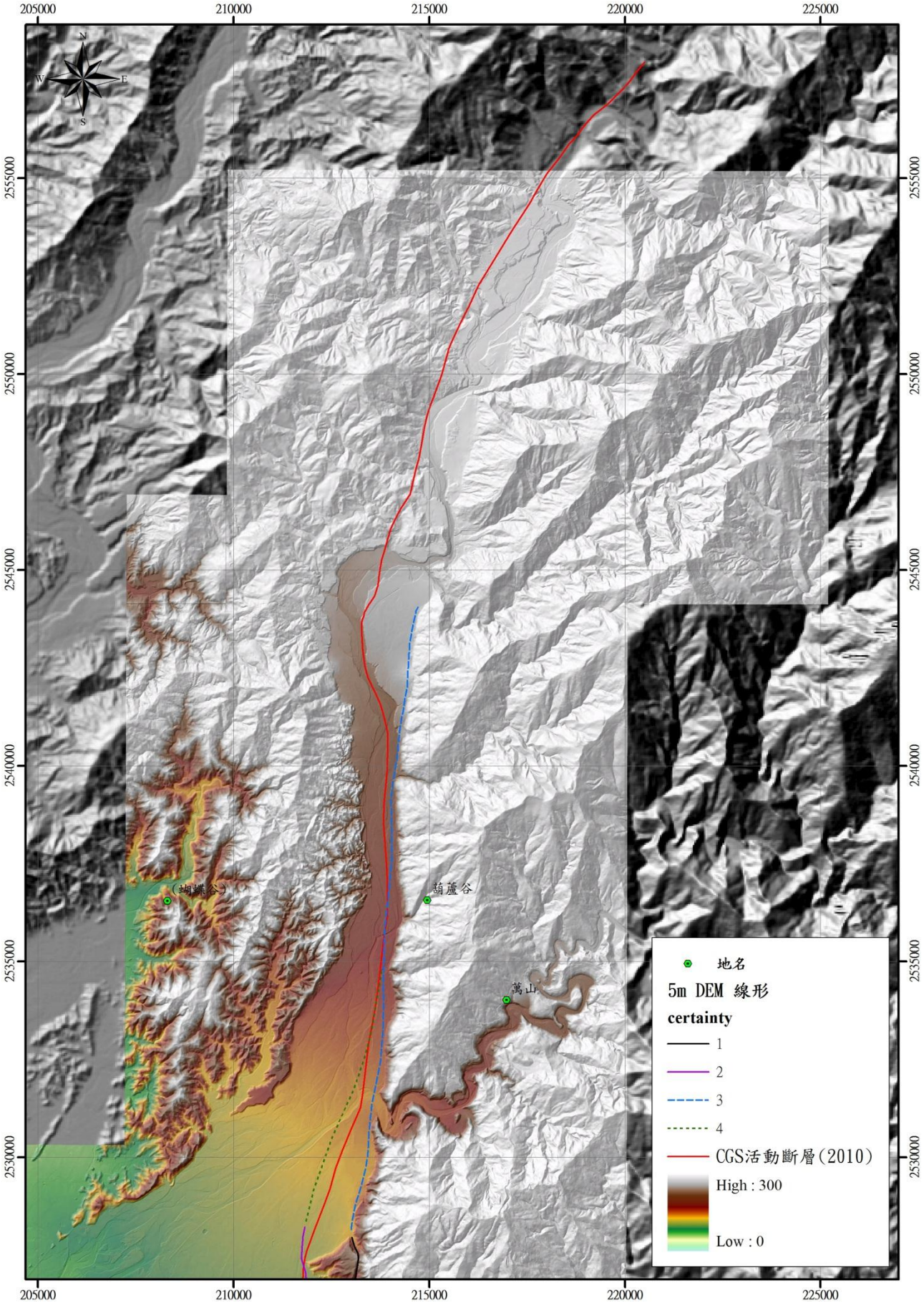


圖 5-84 潮州斷層北段位置平面位置

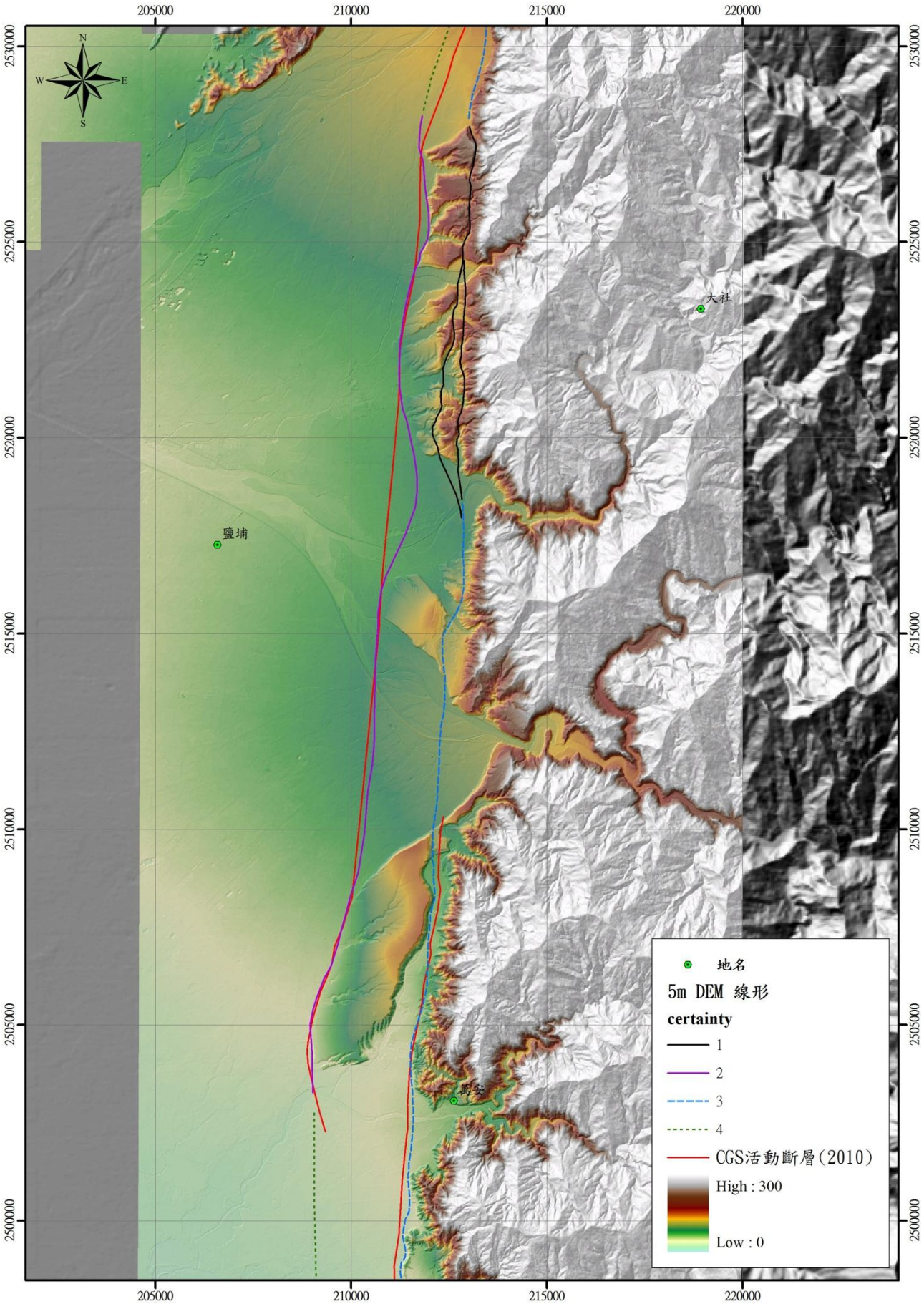


圖 5-85 潮州斷層中段位置平面位置

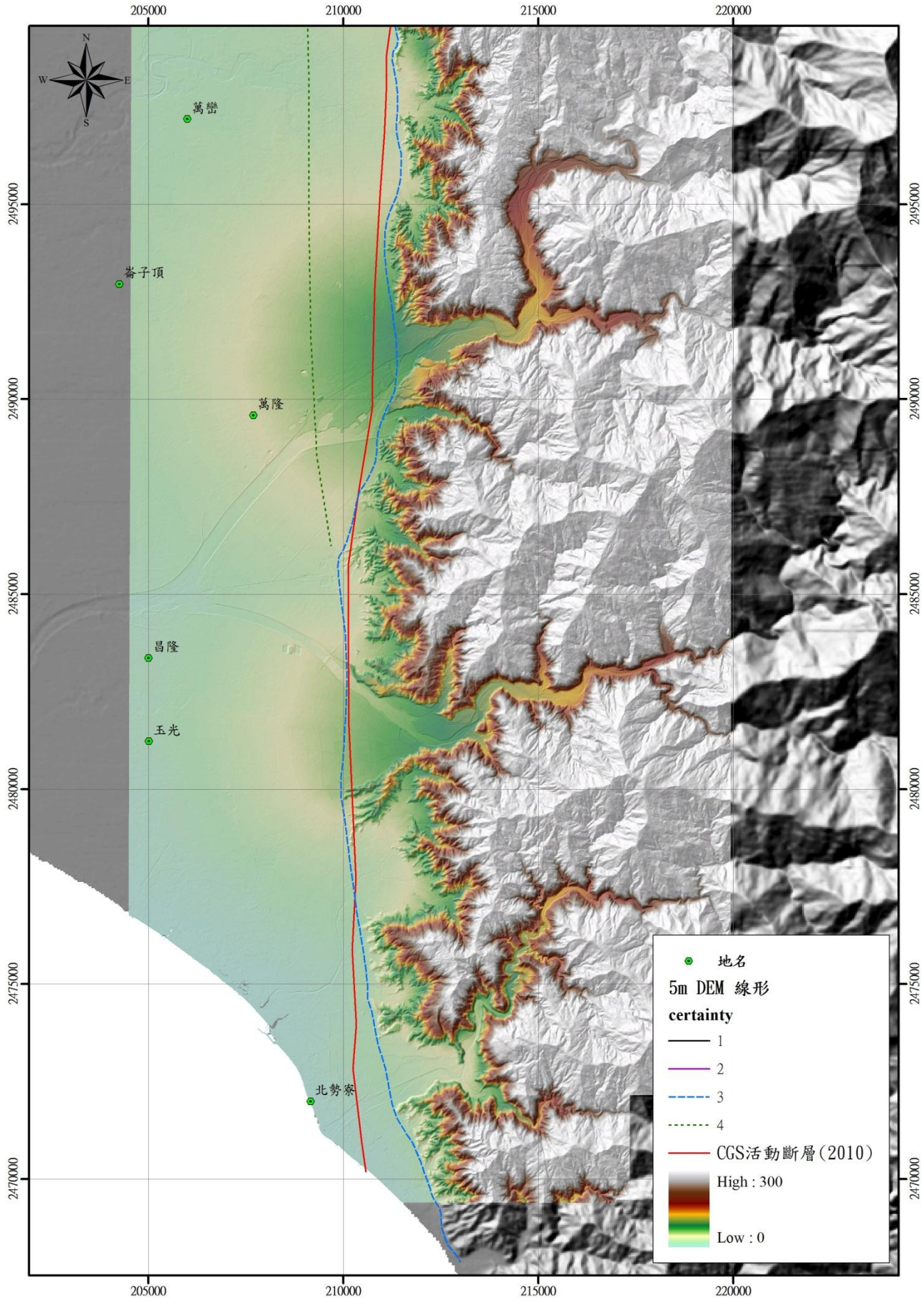


圖 5-86 潮州斷層南段位置平面位置

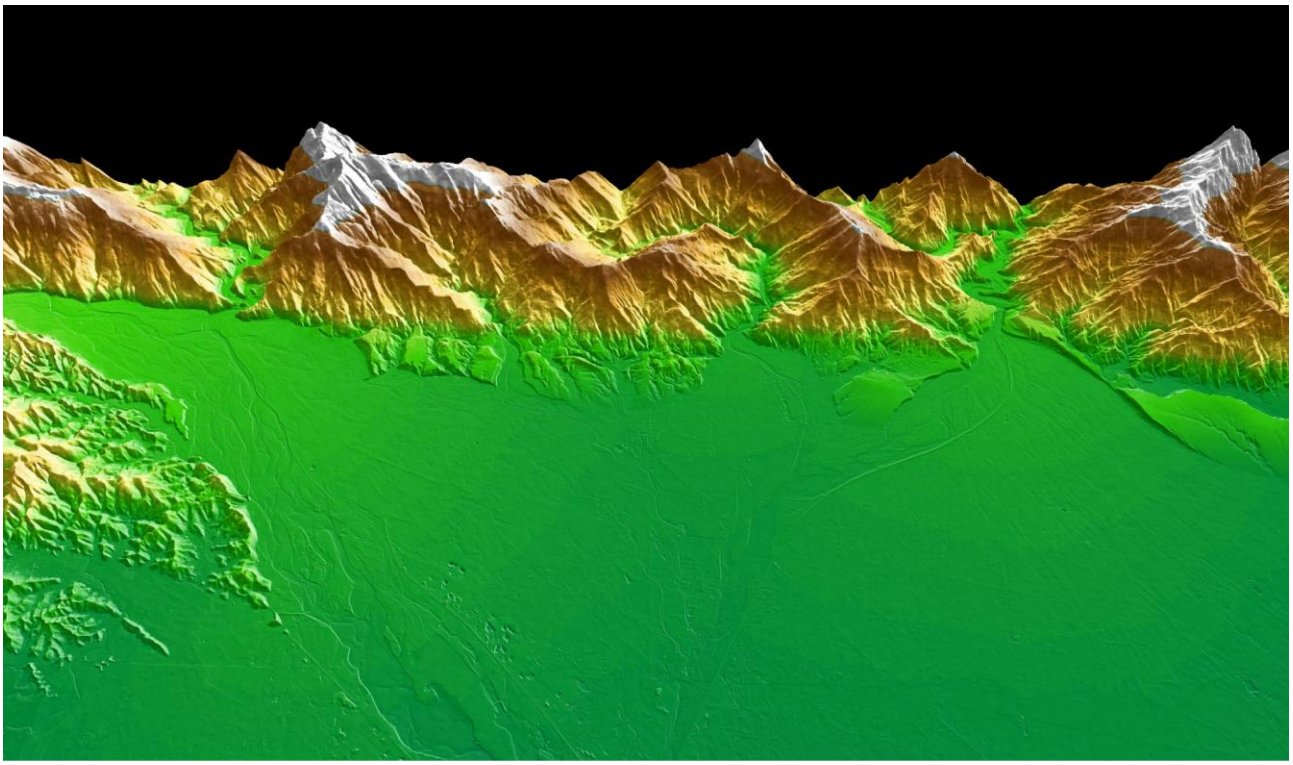


圖 5-87 潮州斷層北段沿線地形三維側視圖

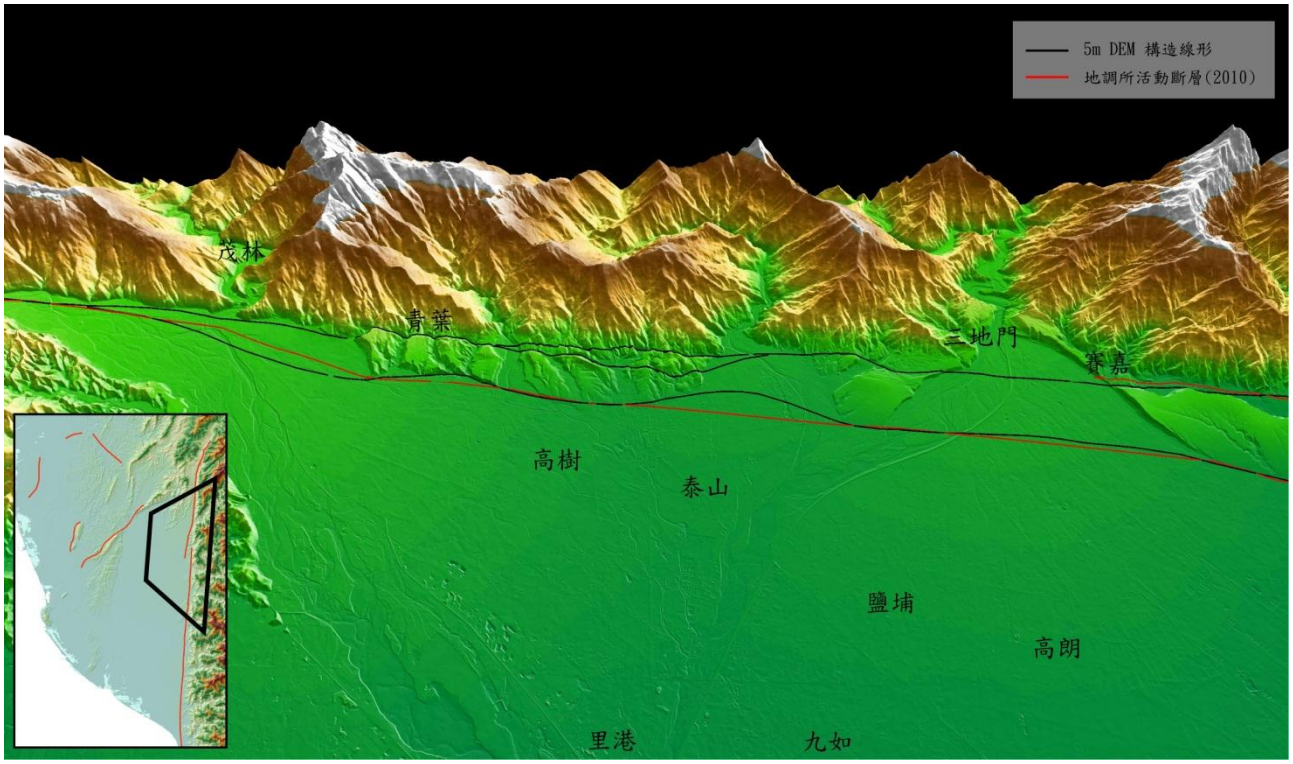


圖 5-88 潮州斷層北段沿線地形及構造線形套疊

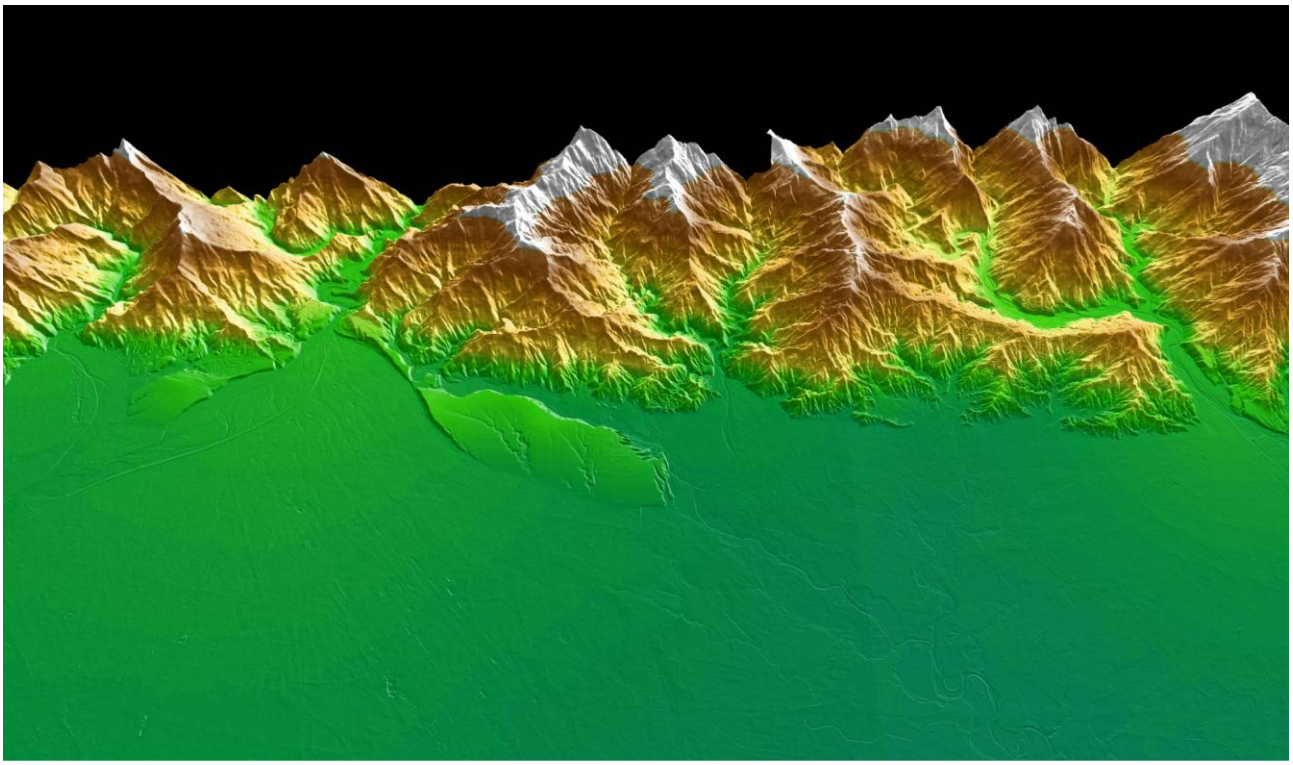


圖 5-89 潮州斷層中段沿線地形三維側視圖

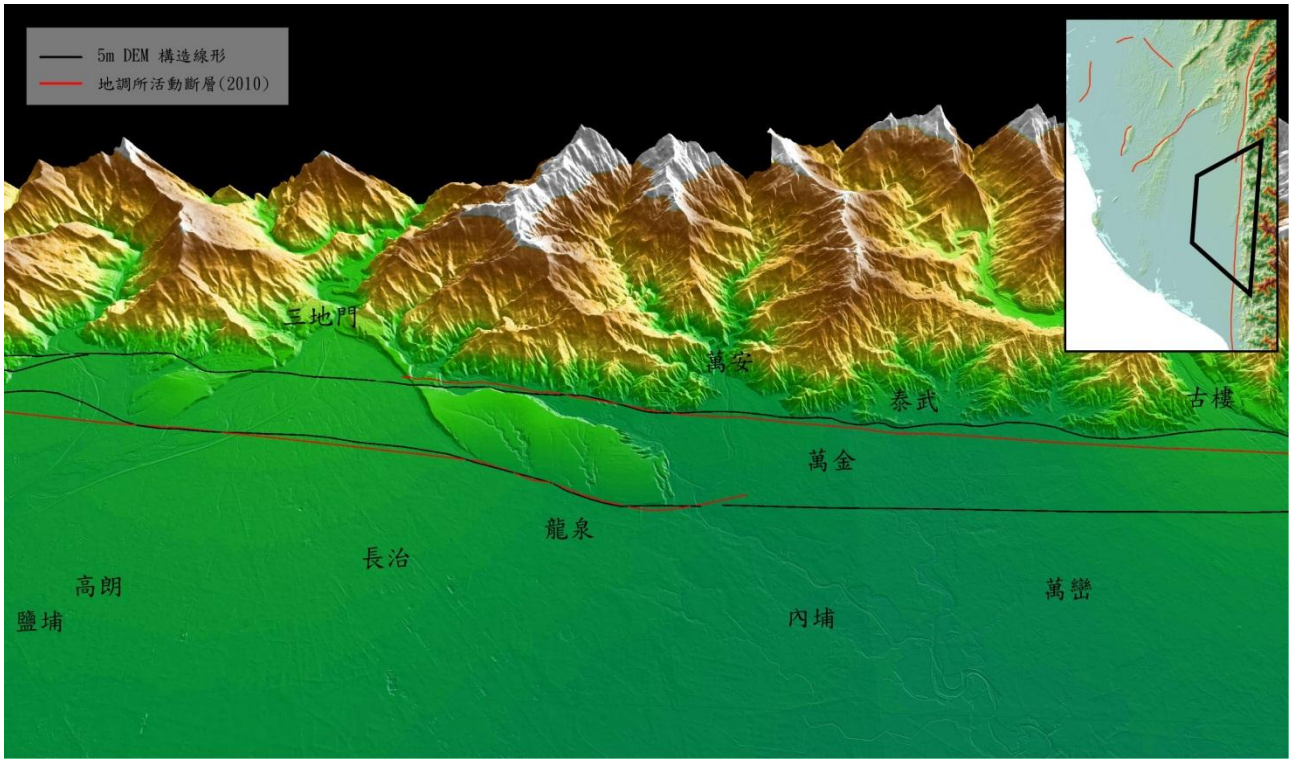


圖 5-90 潮州斷層中段沿線地形及構造線形套疊

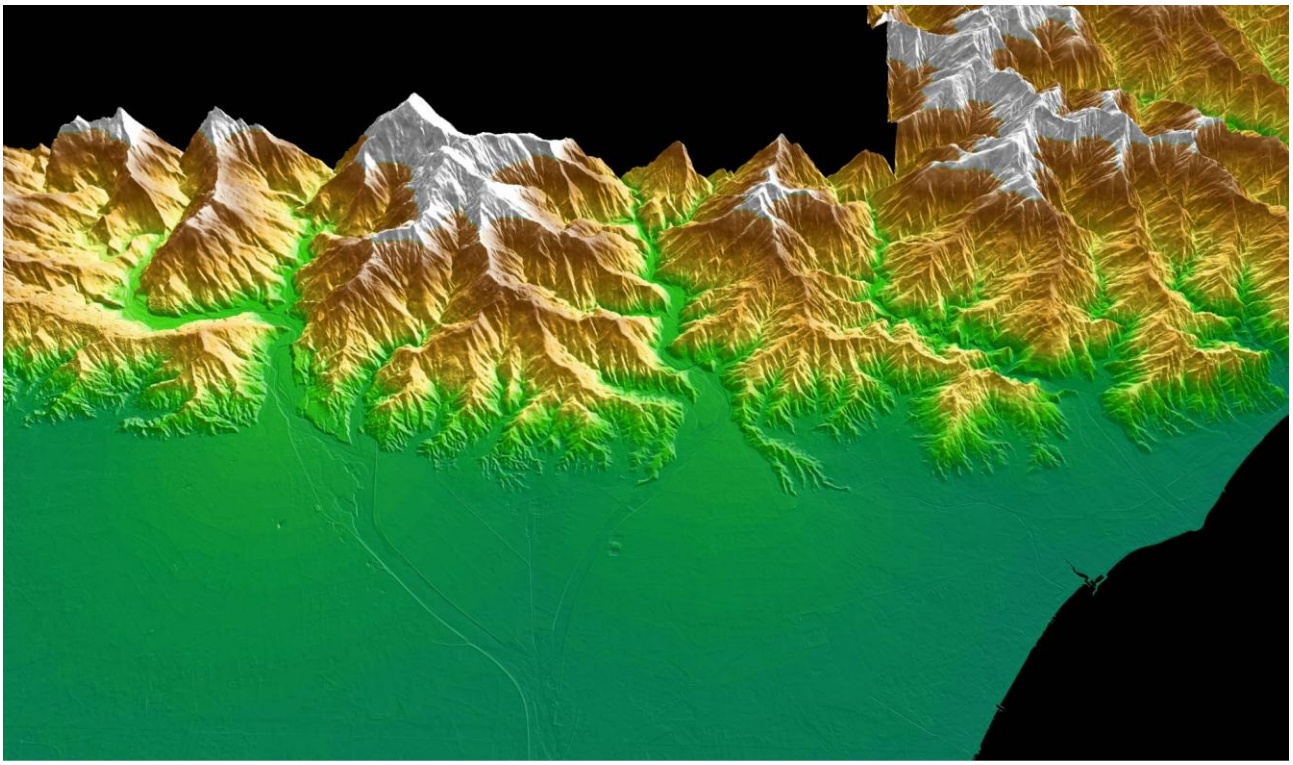


圖 5-91 潮州斷層南段沿線地形三維側視圖

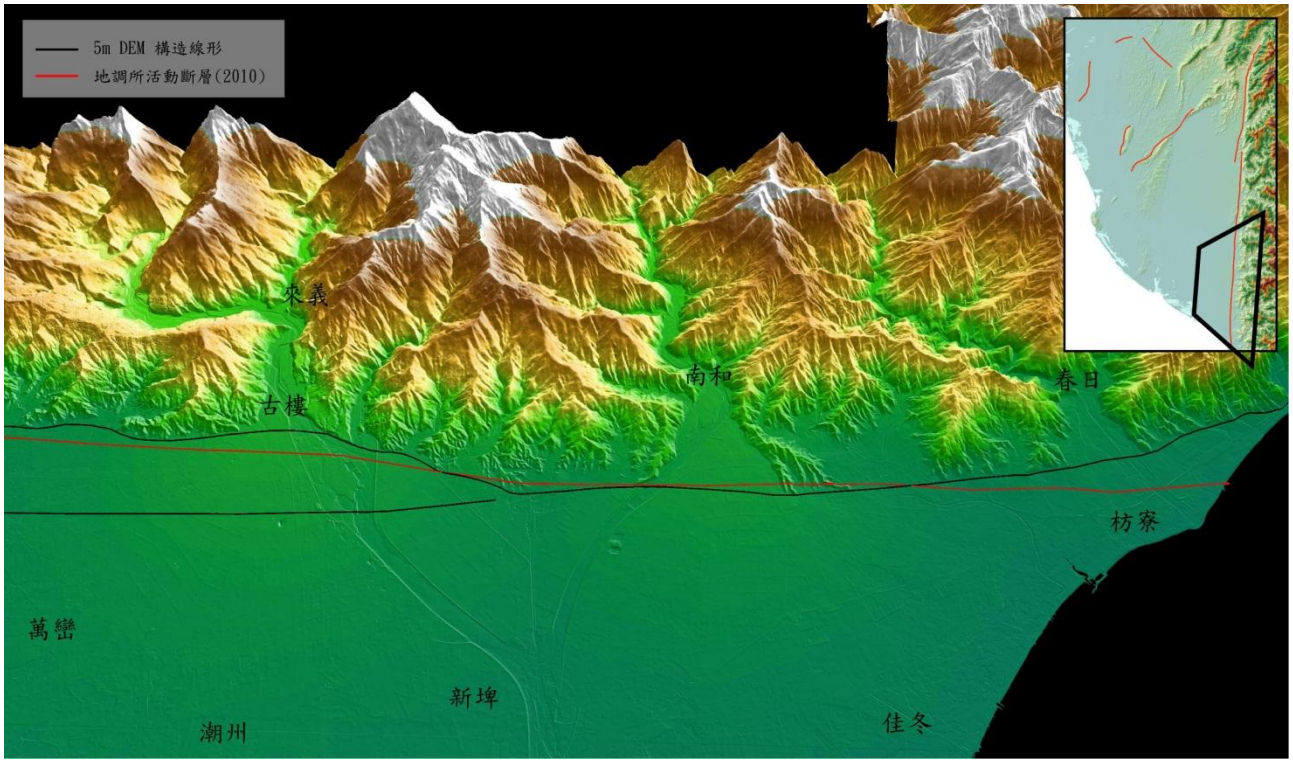


圖 5-92 潮州斷層南段沿線地形及構造線形套疊

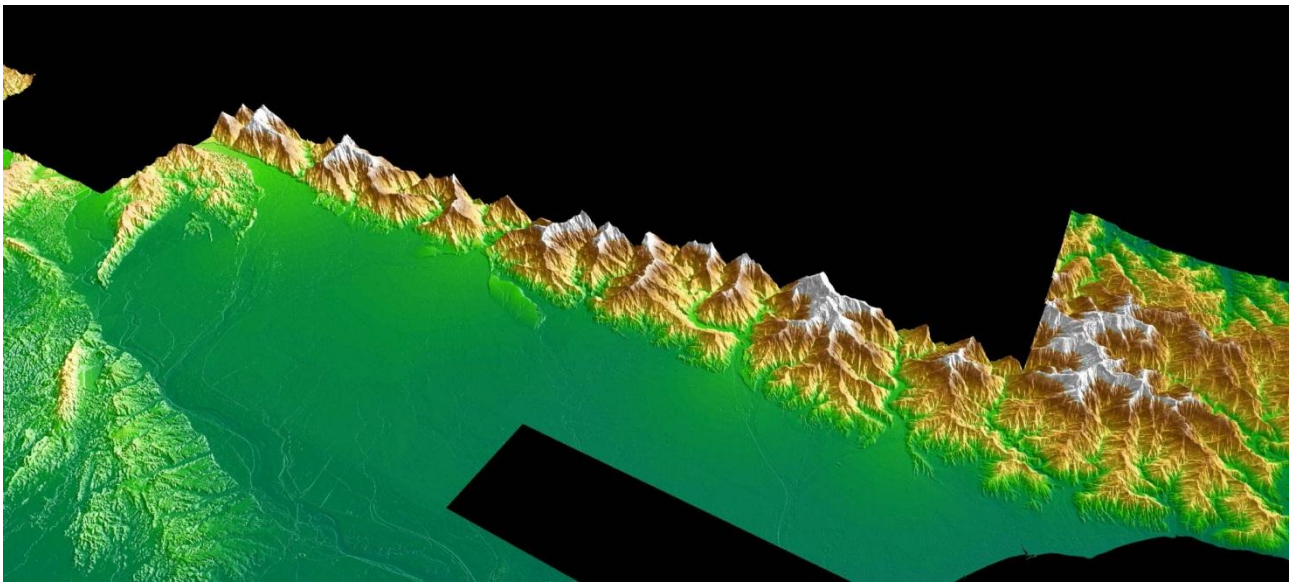


圖 5-93 潮州斷層沿線地形三維側視圖

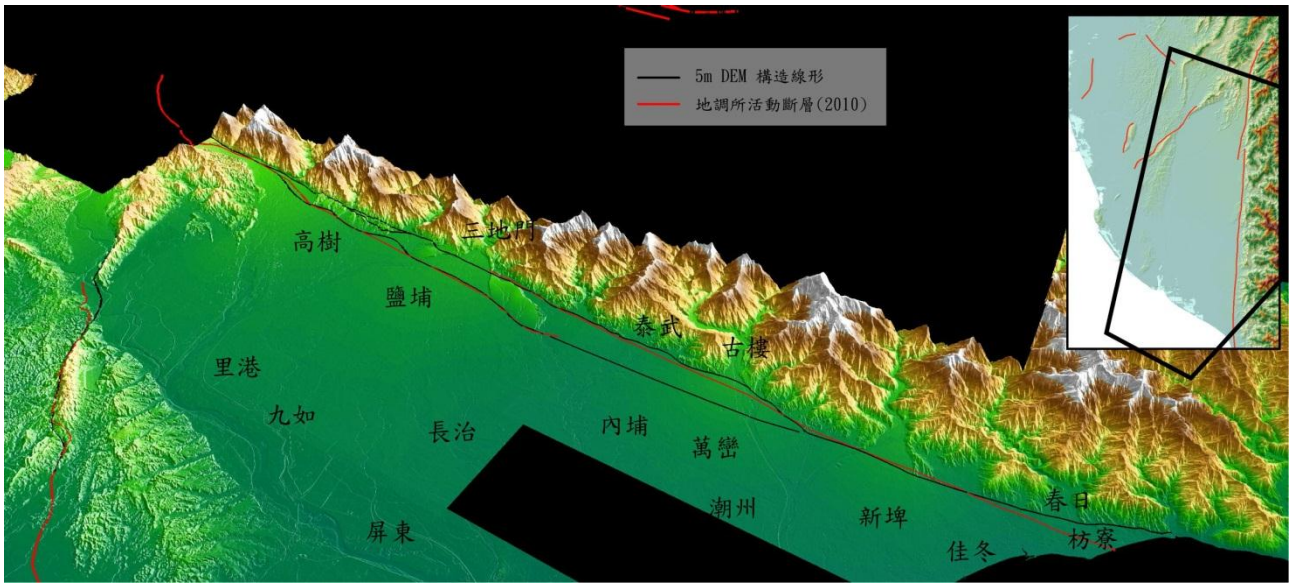


圖 5-94 潮州斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊

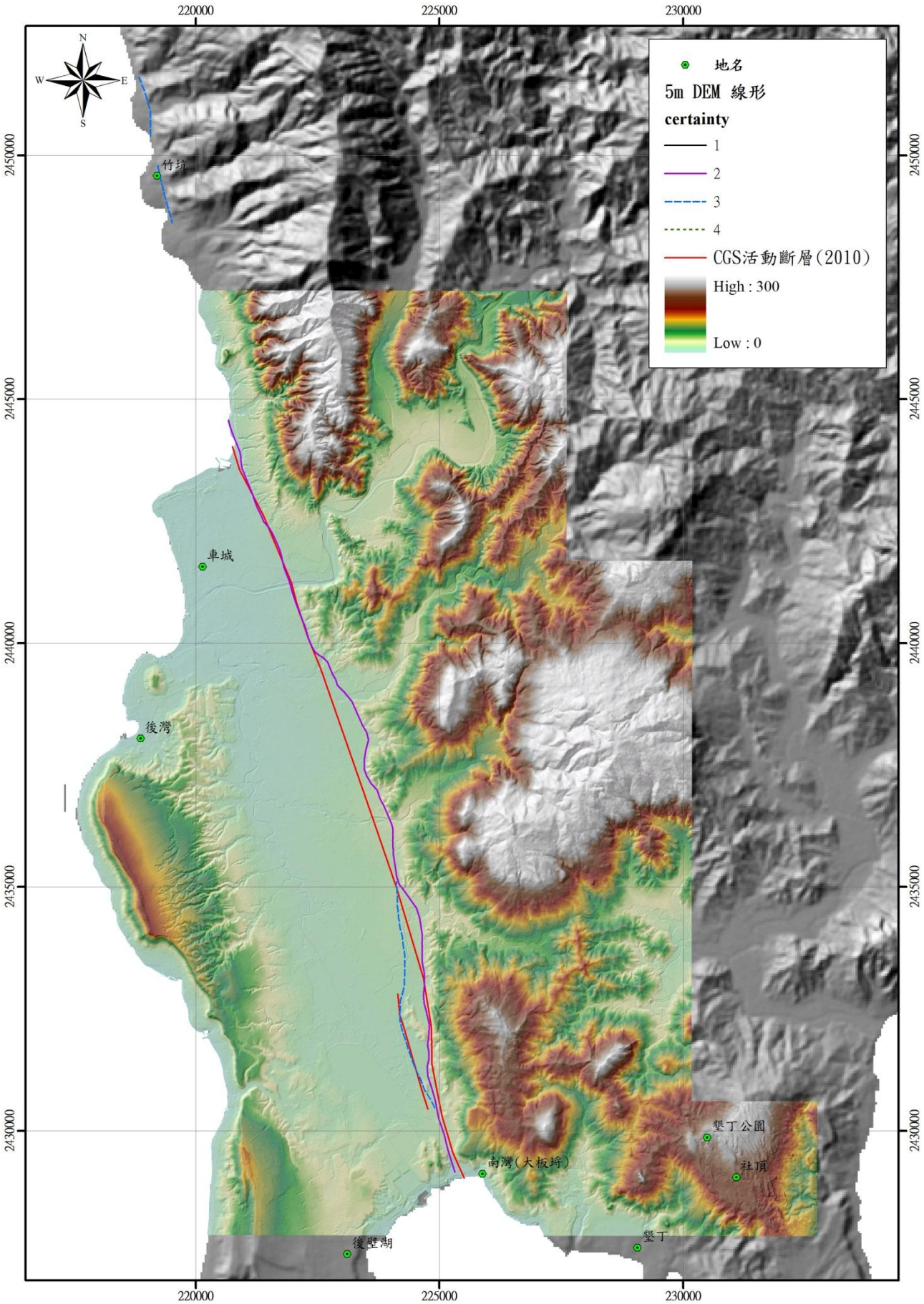


圖 5-95 恆春斷層位置平面位置

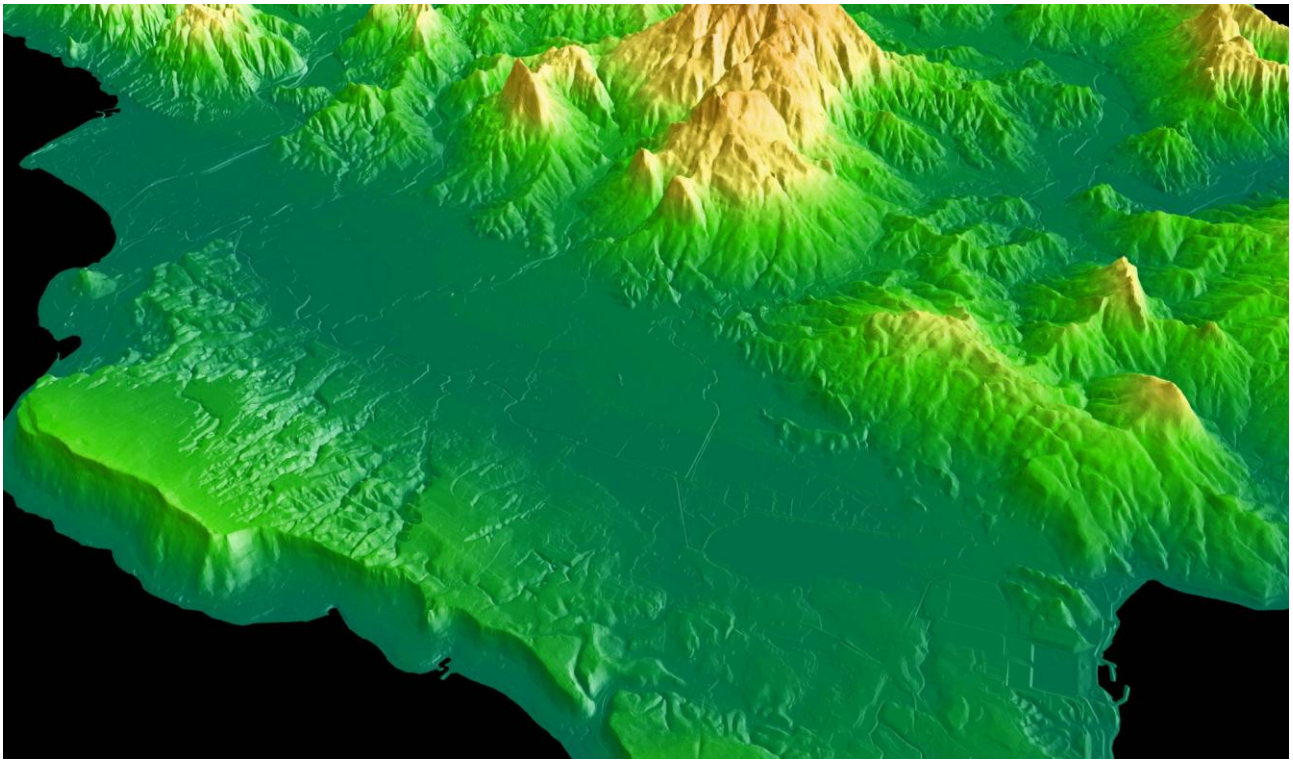


圖 5-96 恆春斷層沿線地形三維側視圖

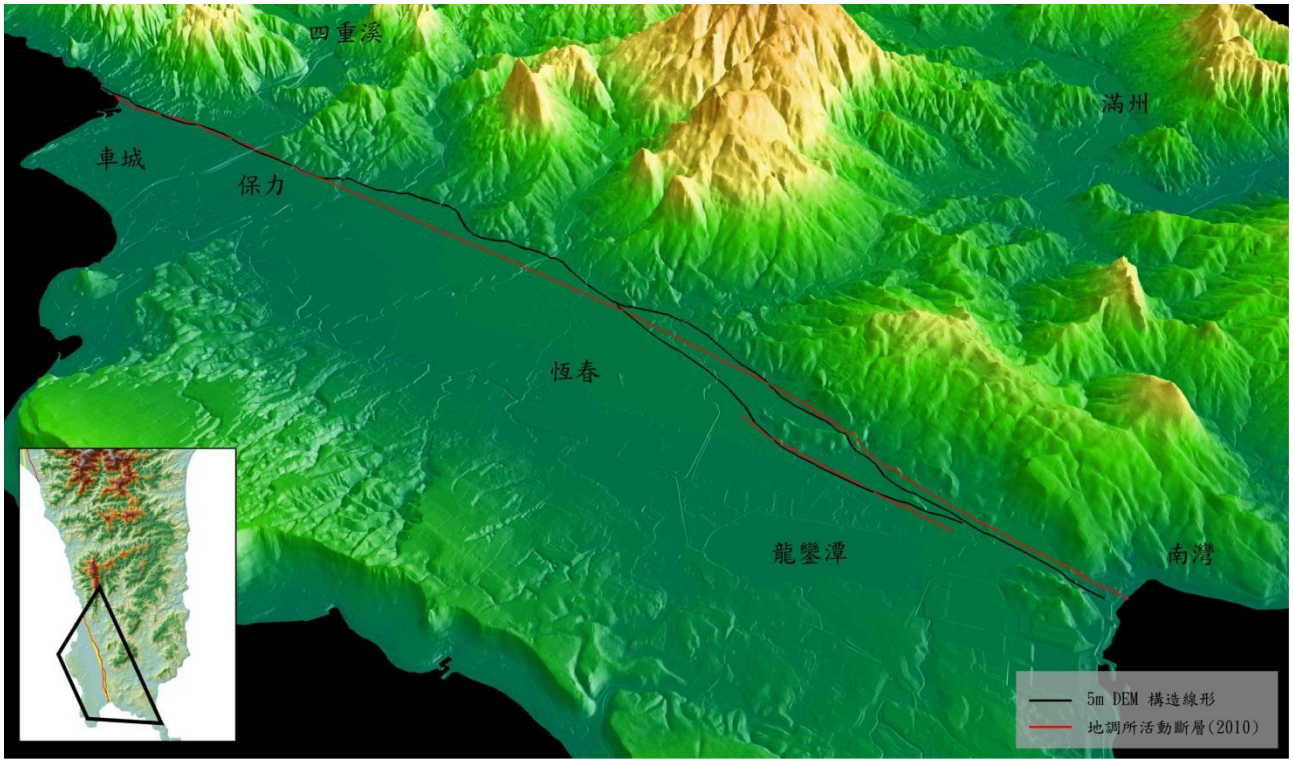


圖 5-97 恆春斷層沿線及附近區域地形及構造線形套疊

米崙斷層(26): 米崙斷層（Hsu,1956），又稱為花蓮斷層（林朝棨,1962）或美崙斷層（楊貴三，1986）。斷層位於花東縱谷北端、米崙台地西側邊界，其分佈北起七星潭海岸、南至花蓮市美崙山西南側，而米崙斷層的南端到了花蓮市區內則逐漸趨於不明顯。斷層為逆移斷層兼具左移分量，呈北偏東 30 度走向，全長約 25 公里(楊貴三，1986)。1951 年地震並引發了花蓮地區地表破裂。利用全台 5 公尺解析度之數值地形模型，可見明顯之構造線狀崖，但詳細之地形特徵，因受人為開發之影響，而無法細探。圖 5-98 呈現本構造線形判釋平面位置，另三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-99 及圖 5-100 所示。

嶺頂斷層(27): 嶺頂斷層位於海岸山脈西緣與臺東縱谷的交界，沿海岸山脈西緣由北而南，由花蓮溪出海口的嶺頂岬向南延伸，經月眉、朝保、米棧，至光復鄉東富村，總長約 30 公里。石再添等人(1983)指出本斷層可分四段，包含所謂之月眉斷層、大坪斷層、米棧斷層與山興斷層等四條分支斷層。利用全台 5 公尺解析度之數值地形模型，認為這些線狀崖呈斷續出現，且均位於都巒山層內，可能為分支斷層，主斷層應位於花蓮溪谷內。另外分析結果指出，月眉線形沿線，位於崩崁至月眉間，構造線形明顯且連續，延伸長約 4.7 公里;上月眉至朝保間，所謂之大坪線形一段，線形較不清晰且斷續，線長約 3.4 公里。朝保至米棧南方之米棧線形一段，線形亦明顯而連續，總長約 5.8 公里，本線形位置及線形特徵詳如圖 7-17 及所示。山興線形，北起米棧南側約 2.6 公里處，經草鼻東側，往南至山興西南，本段線形特徵明顯而連續，總長約 6.7 公里左右，本線形位置及線形特徵。圖 5-101 呈現本構造線形判釋平面位置，另三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-102 及圖 5-103 所示。

瑞穗斷層(28):此次利用全台五米 DEM 嘗試重新精確定出瑞穗斷層之地表位置，我們認為該斷層北起花蓮縣光復鄉東富村,向南主要沿海岸山脈西緣,延伸至花蓮縣玉里鎮春日里，與池上斷層及奇美斷層相接。我們所定出的斷層位置在鶴岡以北與原先地調所所定出的位置差異不大，其中由自強外役監獄槽溝開挖所得的資料可知該斷層位於槽溝的西側，應主要沿海岸山脈西緣分布。繼續往南有三處古地震槽溝挖到了斷層的所在位置，因此斷層必須通過該三處槽溝的地點。斷層通過大肚滑溪處在地表形成了明顯的南北向斷層崖，因此斷層的位置可由該地形特徵定出。鶴岡以南到德武附近此一斷層的地表地形特徵並不明顯，然而由野外調查得知，富源溪匯入秀姑巒溪的河口處有一海岸山脈八里灣層的露頭，同時瑞穗大橋西側橋下亦有出現八里灣層露頭，由此可知瑞穗斷層應該位於此二露頭之西側。德武以南的苓子溪河床中有瑞穗斷層之露頭，於該露頭東側連續出露八里灣層的基盤岩石，經過一明顯之剪切帶後基盤岩石則不復出現，我們推測該剪切帶即是瑞穗斷層之位置。由該處向南，此斷層沿數個八里灣層所構成的小山頭之西側至與池上斷層及奇美斷層相接處。圖 5-104 呈現本構造線形判釋平面位置，另三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-105 及圖 5-106 所示。

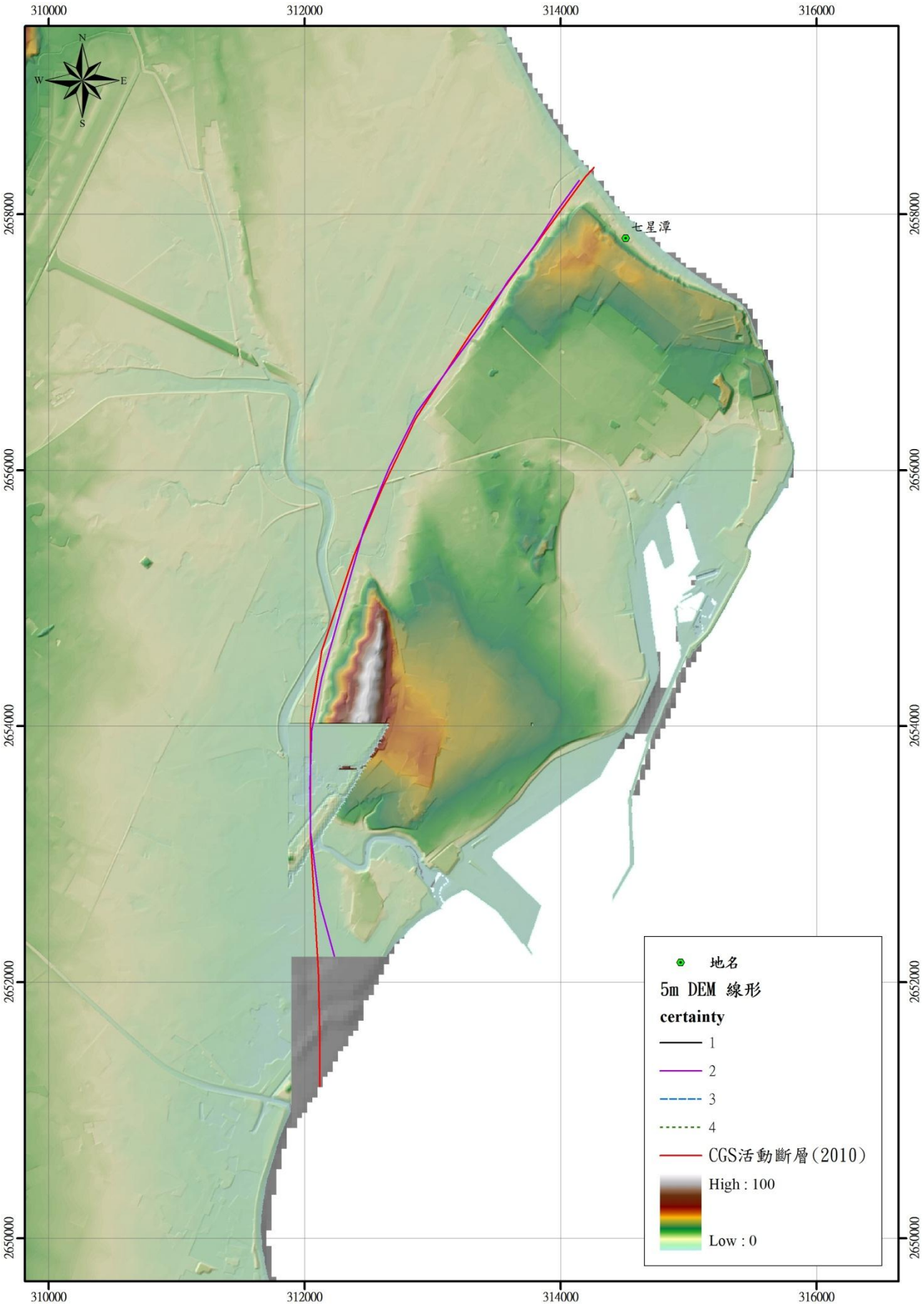


圖 5-98 米崙斷層沿線構造線形平面位置

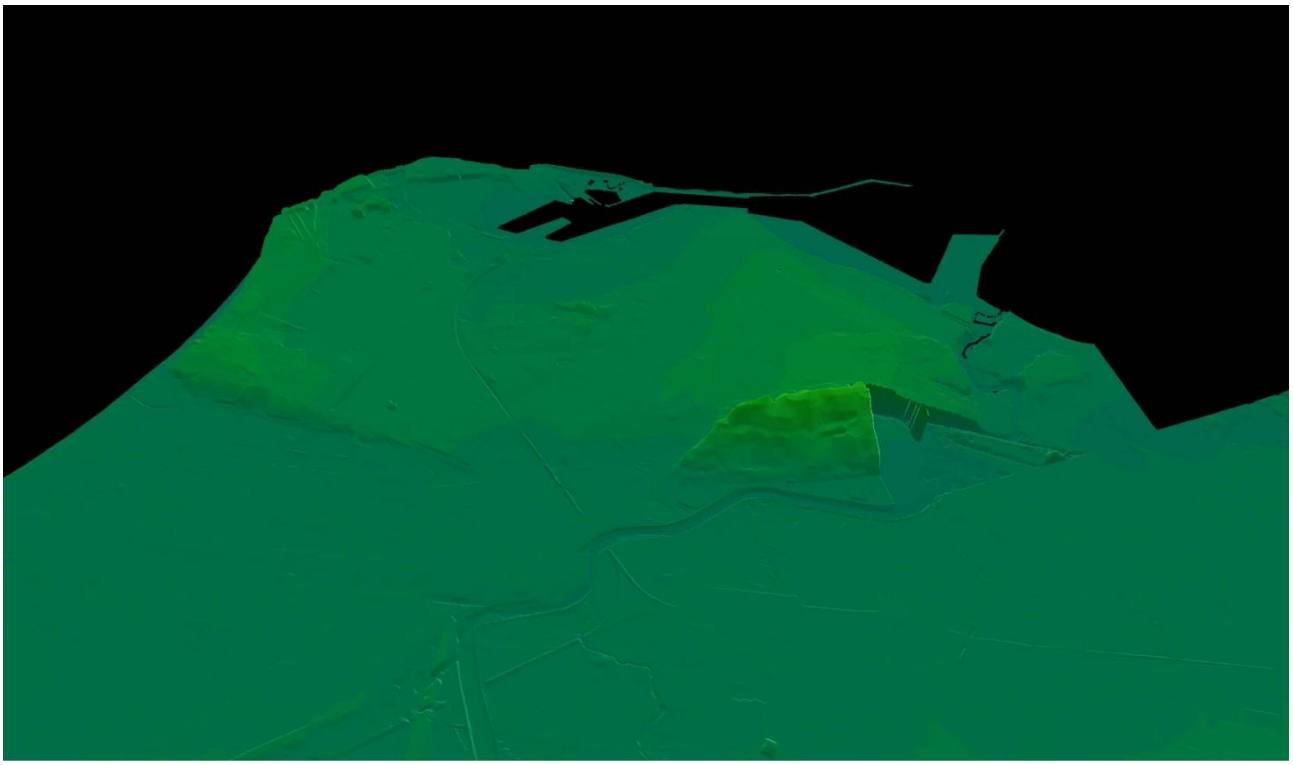


圖 5-99 米崙斷層沿線地形三維側視圖

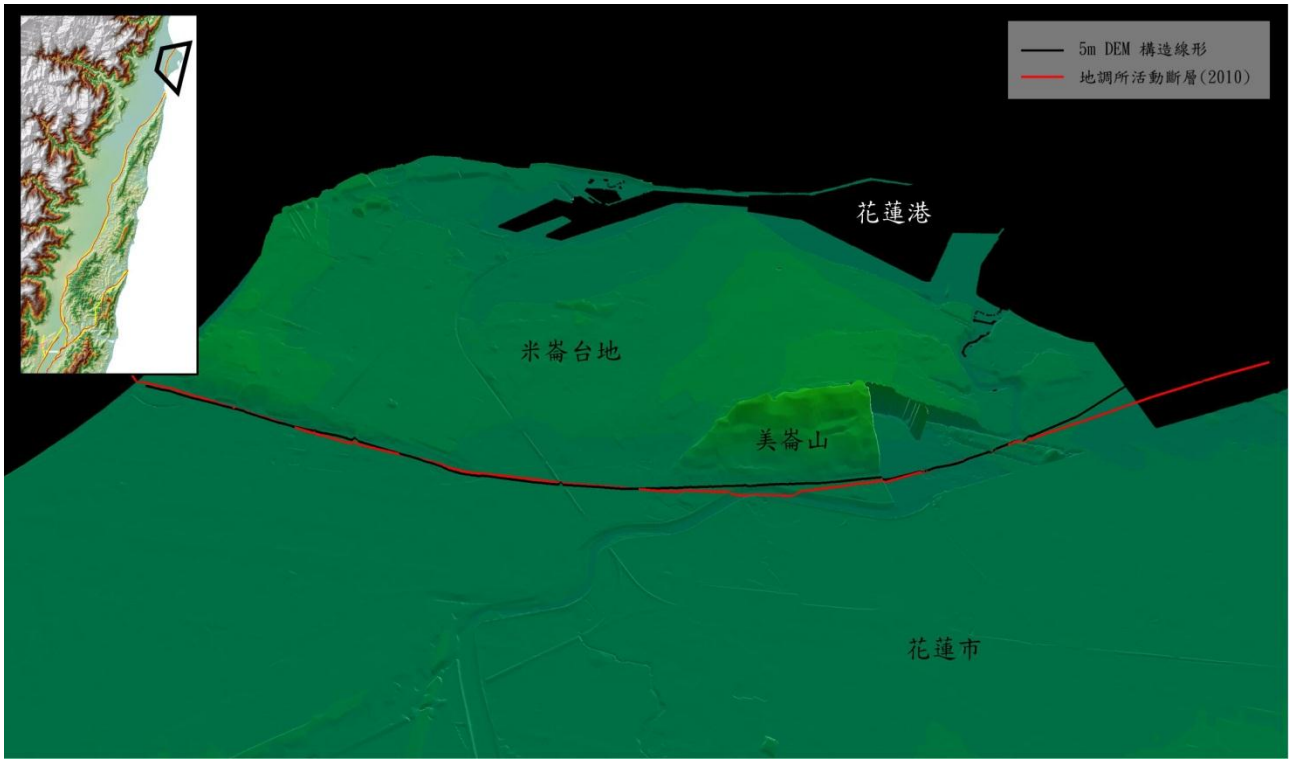


圖 5-100 米崙斷層沿線地形及構造線形套疊

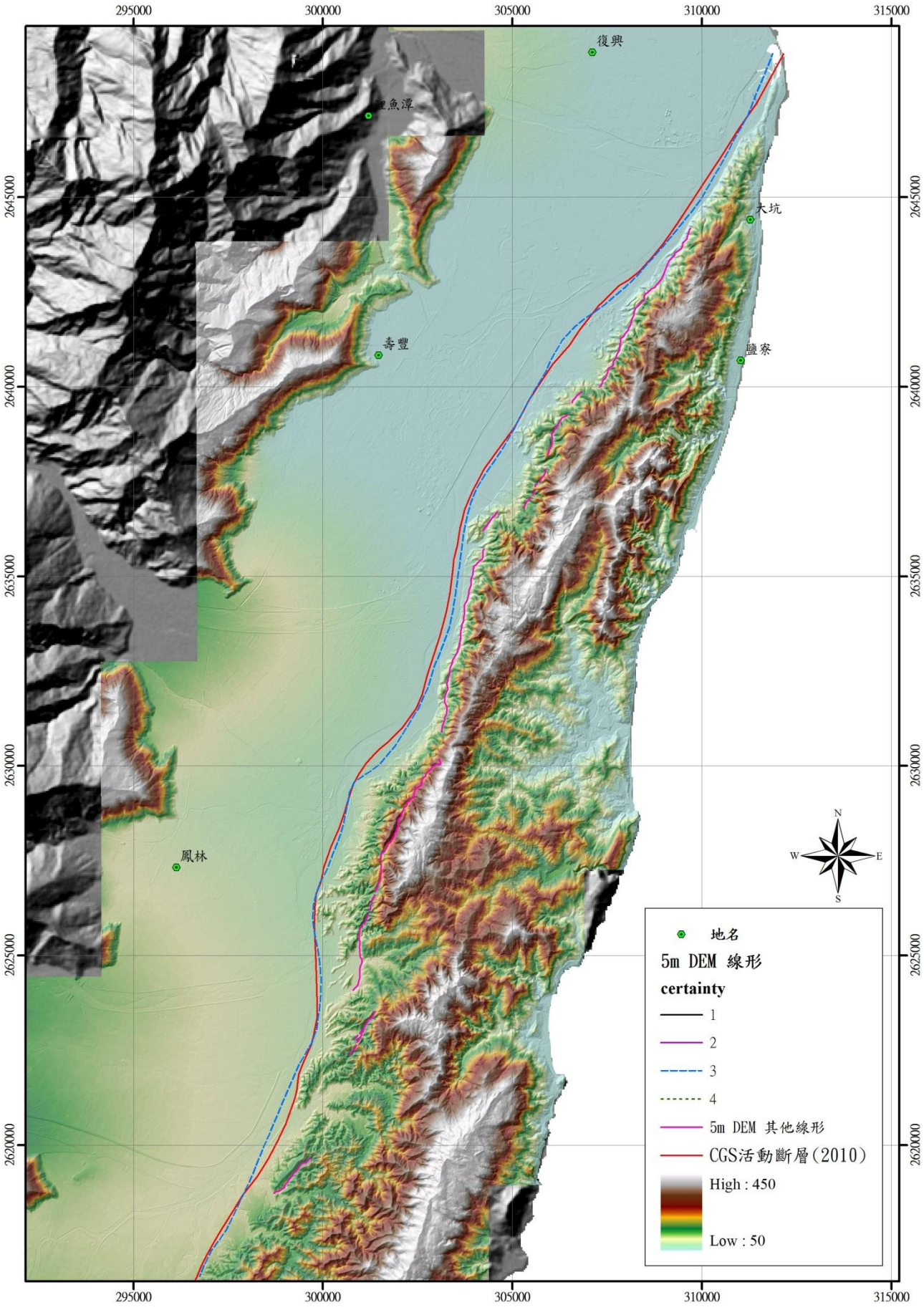


圖 5-101 嶺頂斷層沿線構造線形平面位置

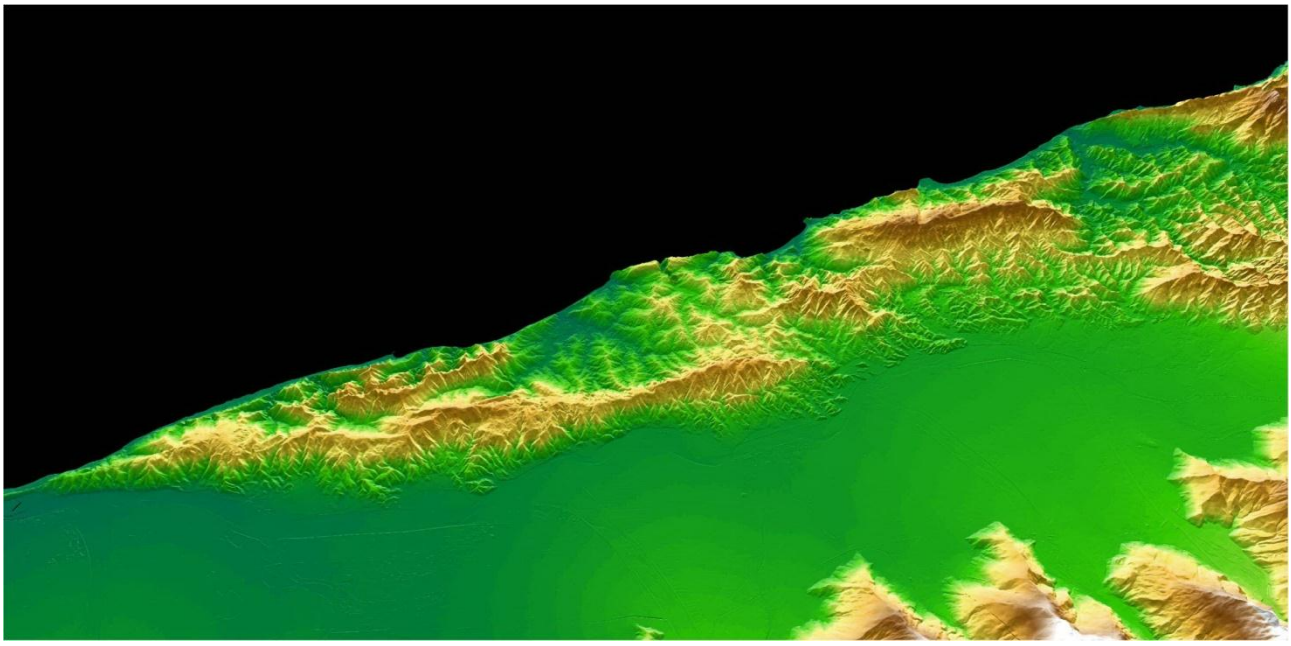


圖 5-102 嶺頂斷層沿線地形三維側視圖

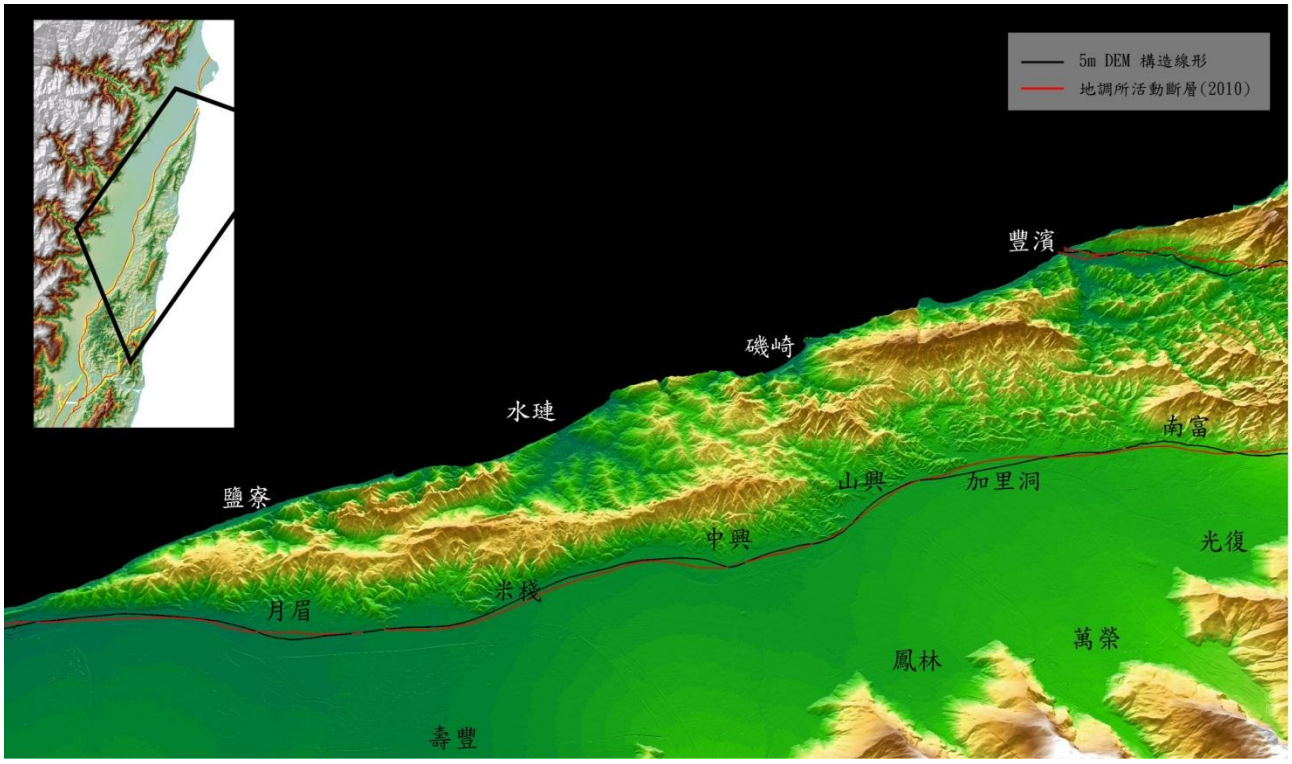


圖 5-103 嶺頂斷層沿線地形及構造線形套疊

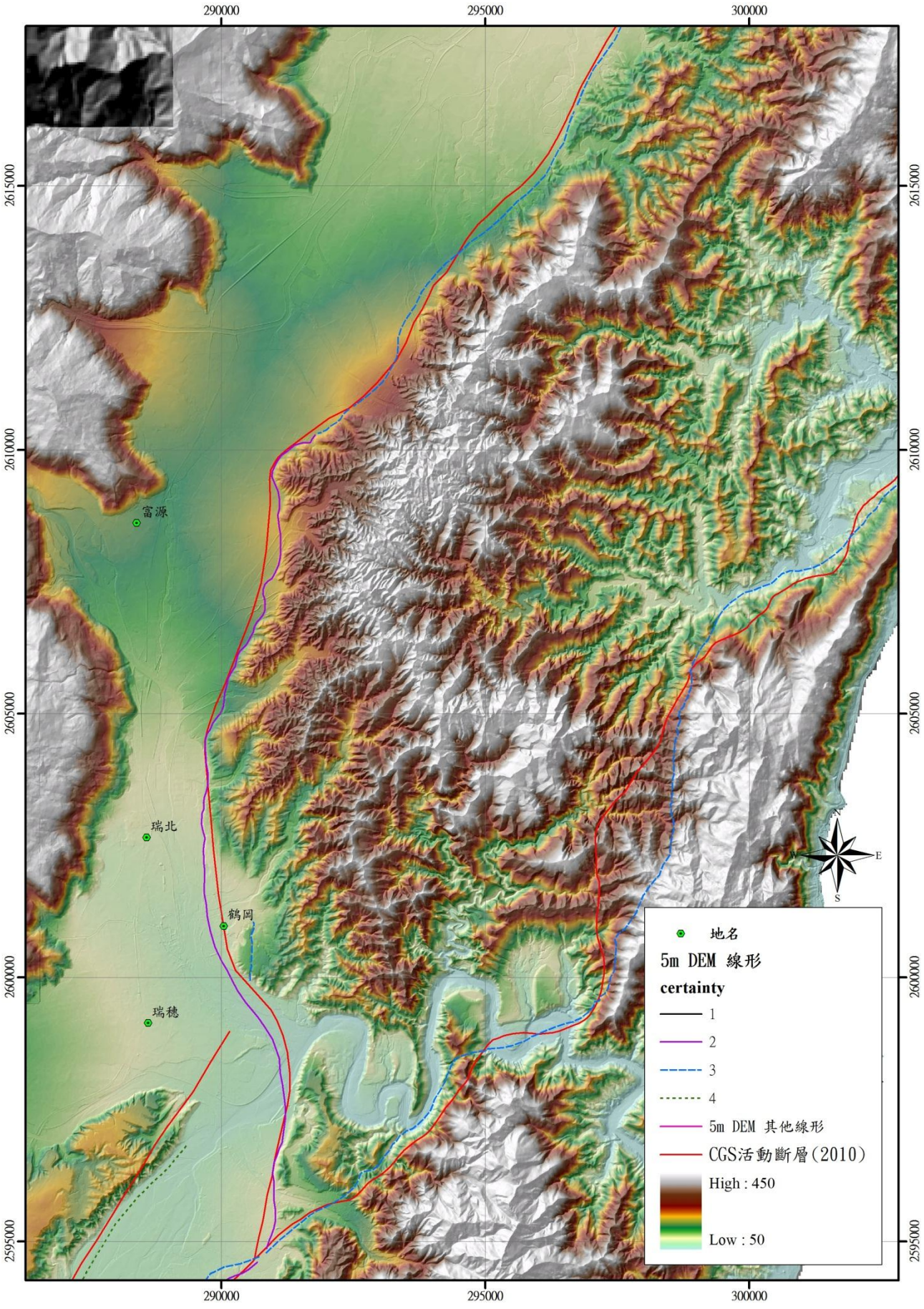


圖 5-104 瑞穗斷層沿線構造線形平面位置

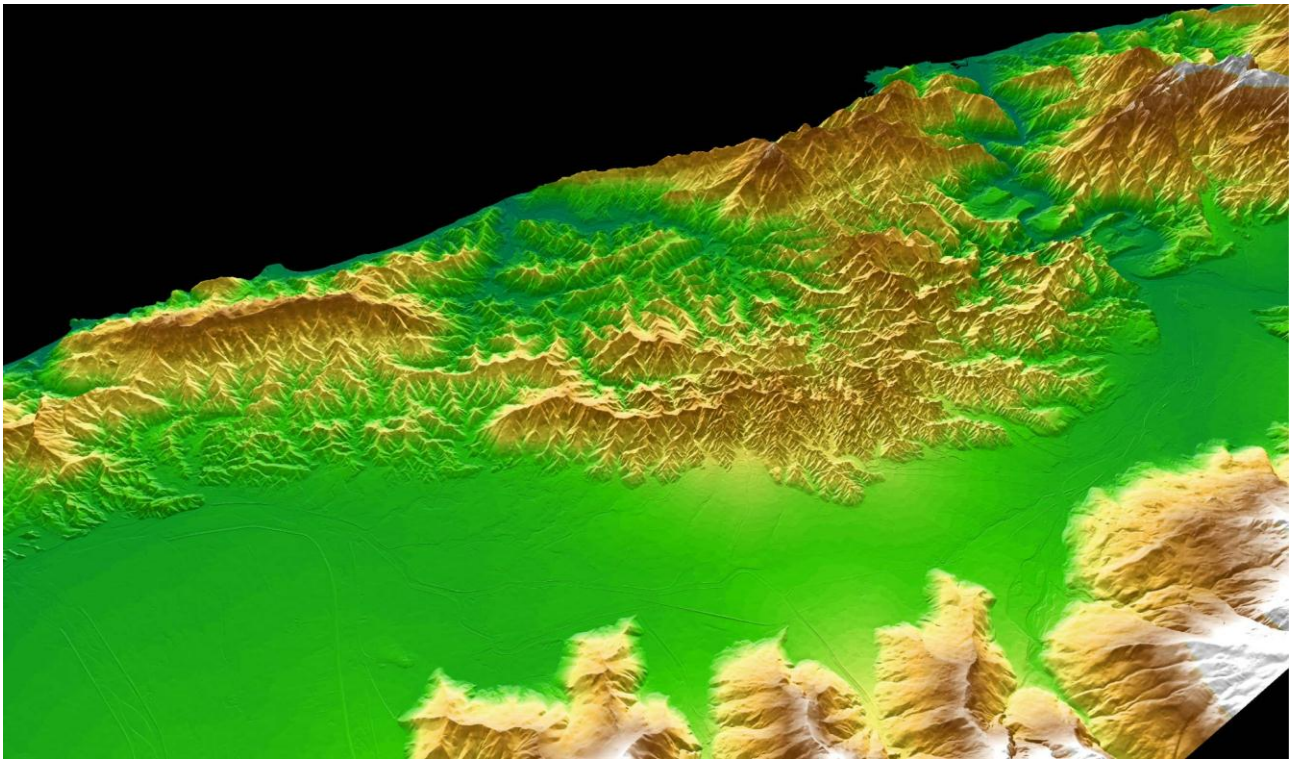


圖 5-105 瑞穗斷層沿線地形三維側視圖

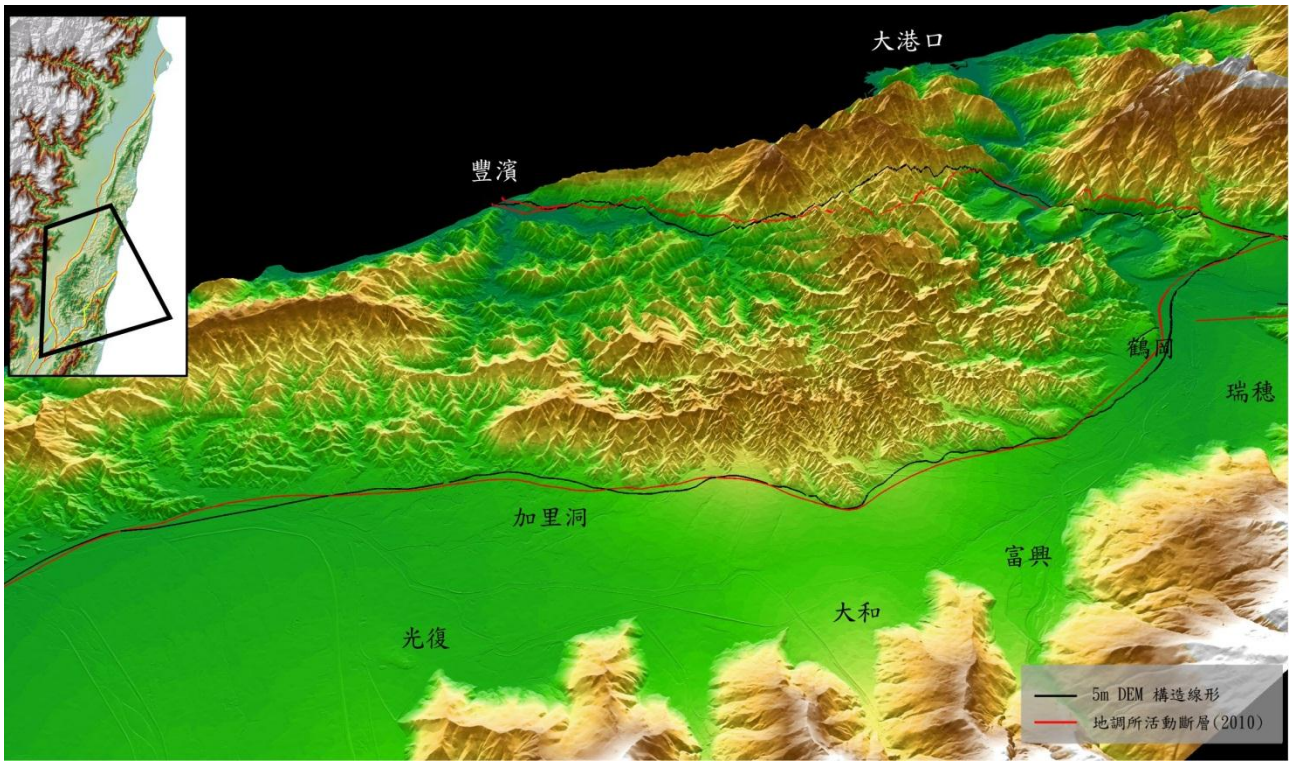


圖 5-106 瑞穗斷層沿線地形及構造線形套疊

奇美斷層(29):本次所定出的奇美斷層南起花蓮縣玉里鎮春日里，該處奇美斷層與瑞穗斷層及池上斷層相接，向東北斜切過海岸山脈，經花蓮縣瑞穗鄉奇美村，延伸至花蓮縣豐濱鄉的豐濱溪出海口附近，本構造線形判釋平面位置圖 5-107 所示。

奇美斷層主要構成海岸山脈八里灣層與都巒山層的界線，由於穿過海岸山脈，同時近期的活動程度似乎也不明顯，因此並沒有伴隨明顯的地形現象與特徵。在春日以北的苓子溪北岸可由露頭中看見此一界線，往東北到奇美一帶，在秀姑巒溪的兩側河岸也可以發現此一界線的三個露頭，因此奇美斷層的位置可由這些露頭的位置判定。奇美村以北此斷層則沿著海岸山脈中一條主要的山脊線西側延伸，一直到豐濱溪的出海口附近，此段我們所定出的位置與原先地調所所定出的位置差異不大,本線形之三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-108 及圖 5-109 所示。

玉里斷層(30):我們所定出的玉里斷層主要由花蓮縣瑞穗鄉瑞良村以南的秀姑巒溪河床，向南延伸至花蓮縣玉里鎮客城里。此斷層之大部份均位於秀姑巒溪河床與低位沖積平原之中，故確實的位置並無法判定。

玉里斷層劃定的主要依據，為民國四十年（西元 1951 年）11 月 25 日地震所伴生的地表破裂帶。該地表破裂帶於玉里鎮中非常清楚，然而玉里鎮以北的位置便沒有明確的記載。因此本次我們的劃定主要依據地調所原先所定出的斷層位置，將此斷層沿秀姑巒溪河岸由玉里鎮向北延伸。原先地調所所劃定的位置圖中，此一斷層的北段切過舞鶴台地的東北緣，並一直延伸到紅葉溪以北的瑞良村一帶，然而由野外調查發現，舞鶴台地東緣並無任何斷層切過的跡象，雖然在舞鶴台地東北角有出現一處沈積層呈直立狀態的露頭，不過由於該露頭的延續性不良，在野外難以判斷斷層應通過該露頭的西側或東側，再加上最近針對民國四十年地表破裂帶的調查顯示瑞良村一帶並沒有地震的地表破裂，因此我們將斷層全部畫於秀姑巒溪河床中，且結束於紅葉溪南岸。另一方面，原先地調所所劃定的位置圖有一玉里斷層分支切過舞鶴台地，由野外調查得知該處舞鶴台地的礫石直接覆蓋於中央山脈的板岩基盤之上，因此該分支斷層應不存在。前人文獻所指示之斷層位置如圖 5-110 所示，另三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-111 及圖 5-112 所示。

池上斷層(31):本次所定出的池上斷層北起花蓮縣玉里鎮春日里，該處池上斷層與瑞穗斷層及奇美斷層相接，向南主要沿海岸山脈西緣，經台東縣池上鄉，再向南延伸至台東縣鹿野鄉瑞隆村；本構造線形判釋後之平面位置，各如圖 5-113～5-113 所示，其三維側視地形及構造線形套疊呈現如圖 5-116 所示。

池上斷層北段在玉里鎮春日、泰林、松浦、舊田一帶均沿著低位河階上明顯出現的斷層崖與褶皺崖所分布，過觀音一帶後，由於地表的地形特徵不明顯，推測應該沿秀姑巒溪東側河岸向南延伸。由斷層的同震與潛移破壞得知，斷層的位置應該通過玉里大橋的東側橋頭一帶，由該處向南，此一斷層應穿過秀姑巒溪對(西)岸之低位河階，連接至東里一帶，低位河階上出現斷層崖與褶皺崖。東里以南的池上斷層位置可由明顯的地形特徵所定出，同時此斷層亦造成了民國四十年（西元 1951 年）11 月 25 日地震的地表破裂。斷層在東里與富里之

間主要沿地形上所出現的褶皺山脊西側延伸，至池上一帶則沿著一明顯的斷層崖分布。沿著該斷層崖，此斷層具有明顯的無震潛移現象，在沿線的大坡、錦園等數個位置並設置有潛變儀觀測此一變形現象，數個槽溝的開挖也證實了斷層的位置的確沿該地形崖而分布。於萬安以南，池上斷層出現一個小分支後，地表的地形特徵便不明顯，我們推測其應沿卑南溪東側河岸向南延伸。野外調查得知此斷層的活動造成了寶華大橋東側橋頭附近的變形，因此斷層應通過該處並向南延伸，直到瑞隆村的坪頂山帶，該處池上斷層與利吉斷層呈平行出現，二者形成了坪頂西側的兩道明顯斷層崖；本構造線形之三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，各如圖 5-117～5-122 所示。

鹿野斷層(32):本次所定出的鹿野斷層北起台東縣鹿野鄉永安村，向南延伸至台東縣卑南鄉檳榔附近，主要沿鹿野高台以及卑南山的西緣分布，本構造線形判釋後之平面位置詳如圖 5-125 所示。

此一斷層在永安一帶，地形上具有明顯的褶皺崖特徵，因此我們認為斷層的位置應位於該處一系列褶皺山脊的西側，同時於永安玉泉宮處有一槽溝的開挖，出露了明顯受到褶皺變形的近代沈積層，更代表斷層通過該處附近。由永安向南，於馬背附近出現了一系列複雜的褶皺山脊，因此我們認為斷層在該處可能有出現小的分支。於馬背以南，斷層則沿著龍田河階面上明顯的南北向褶皺崖向南延伸並穿過鹿野溪河谷。

於鹿野溪以南，此斷層沿卑南山西側向南延伸，在卑南山西北角與中央山脈相鄰的一條小河谷中，我們有發現一個剪切帶的露頭，該處卑南山礫岩與中央山脈的板岩基盤以一剪切帶接觸，可能就是斷層的位置。另外斷層也在初鹿一帶的地表造成了一條明顯的構造崖，並可能伴隨有一個小分支。由初鹿往南，斷層所在的位置應位於卑南山西緣附近，只是可能受到少許侵蝕作用的影響。在卑南山南部鹿野斷層造成了卑南山高位紅土階地面的褶曲，使得階地面形成一個廣泛分布的西傾斜面；本構造線形之三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，如圖 5-126 及圖 5-127 所示。

利吉斷層(33):本次所定出的利吉斷層由台東縣鹿野鄉瑞隆村的坪頂西側向南延伸至台東縣卑南鄉岩灣附近，再轉向東南延伸至台東市一帶，本構造線形判釋後之平面位置詳如圖 5-128 所示。

在瑞隆村的坪頂一帶，利吉斷層與池上斷層呈平行出現，且二者形成了坪頂西側的兩道明顯斷層崖。由該處向南，野外調查得知利吉斷層應通過鸞山大橋的東側橋頭附近，該處具有利吉斷層於 2003 年 12 月 10 日地震活動所形成的小規模變形。再往南利吉斷層則切過卑南山的東北角，並且在山里附近的低位河階上造成了一個明顯的斷層崖。由該處向南，此一斷層的地形特徵不明顯，因此我們推測斷層可能沿卑南溪河谷發育，並通過岩灣一帶轉而向東南往台東市的方向延伸，與原先地調所所定出的位置差異不大。

原先地調所所劃定的位置圖中，此一斷層於鹿野溪以北有一分支位於海岸山脈之中，然而由野外調查得知該處基盤岩石中的確存在有一斷層，不過大約數千年來並無活動的跡象，

可見主要的變形活動應不在該斷層上。另外原先地調所所劃定的位置圖中利吉斷層尚有一分支名為卑南山斷層，分布於卑南山東側，沿卑南溪西側河谷延伸。實際野外調查發現該處的卑南山礫岩雖然呈現直立狀態，不過此一變形現象乃是由於卑南山中部的一個主要褶皺所造成，可能並不代表卑南山斷層的存在。本構造線形之三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，如圖 5-129 及圖 5-130 所示。

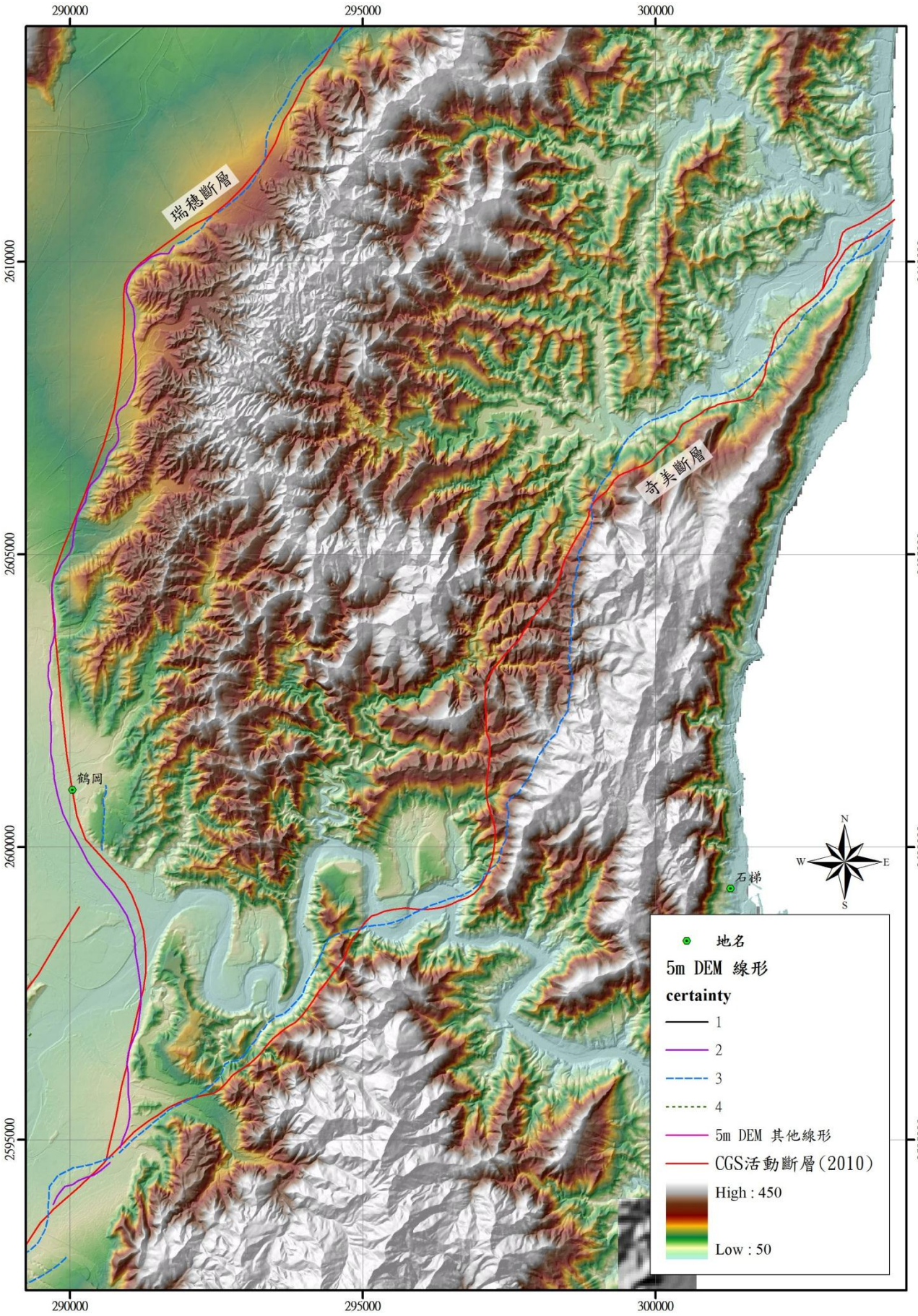


圖 5-107 奇美斷層沿線構造線形平面位置

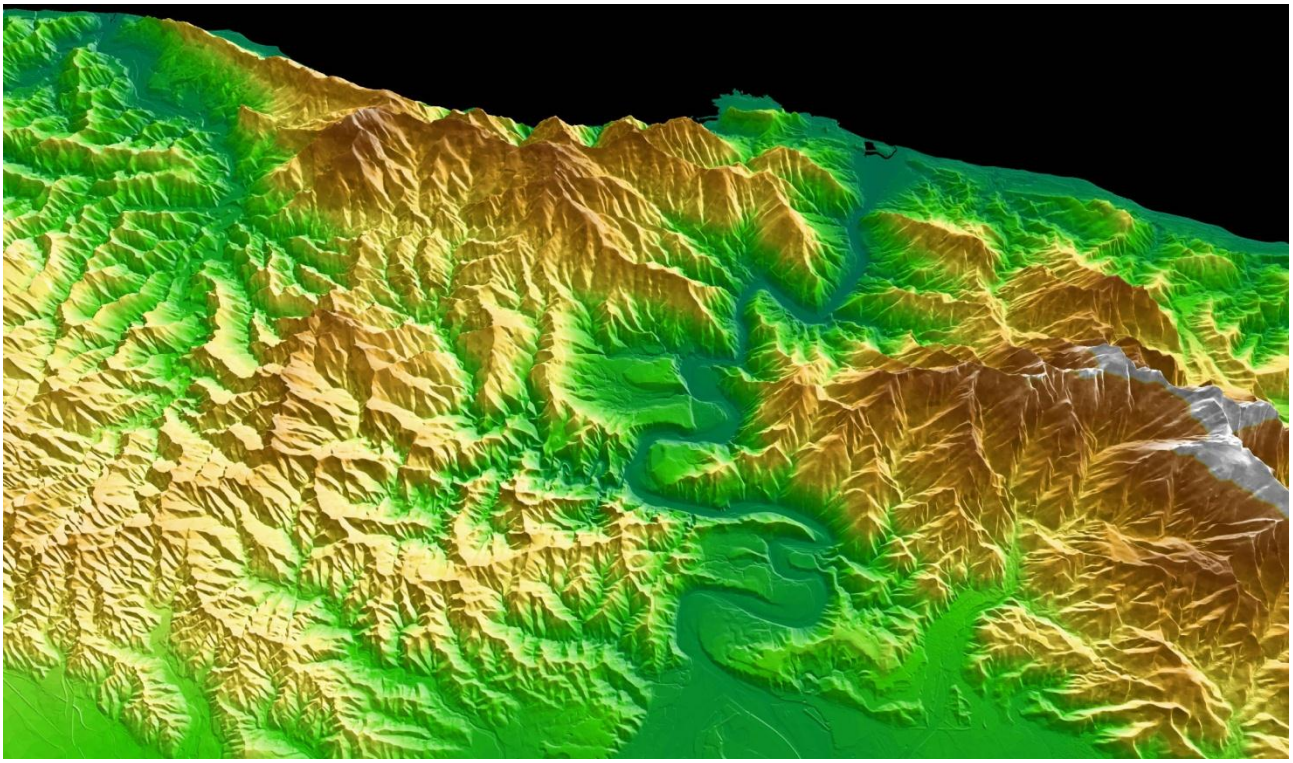


圖 5-108 奇美斷層沿線地形三維側視圖

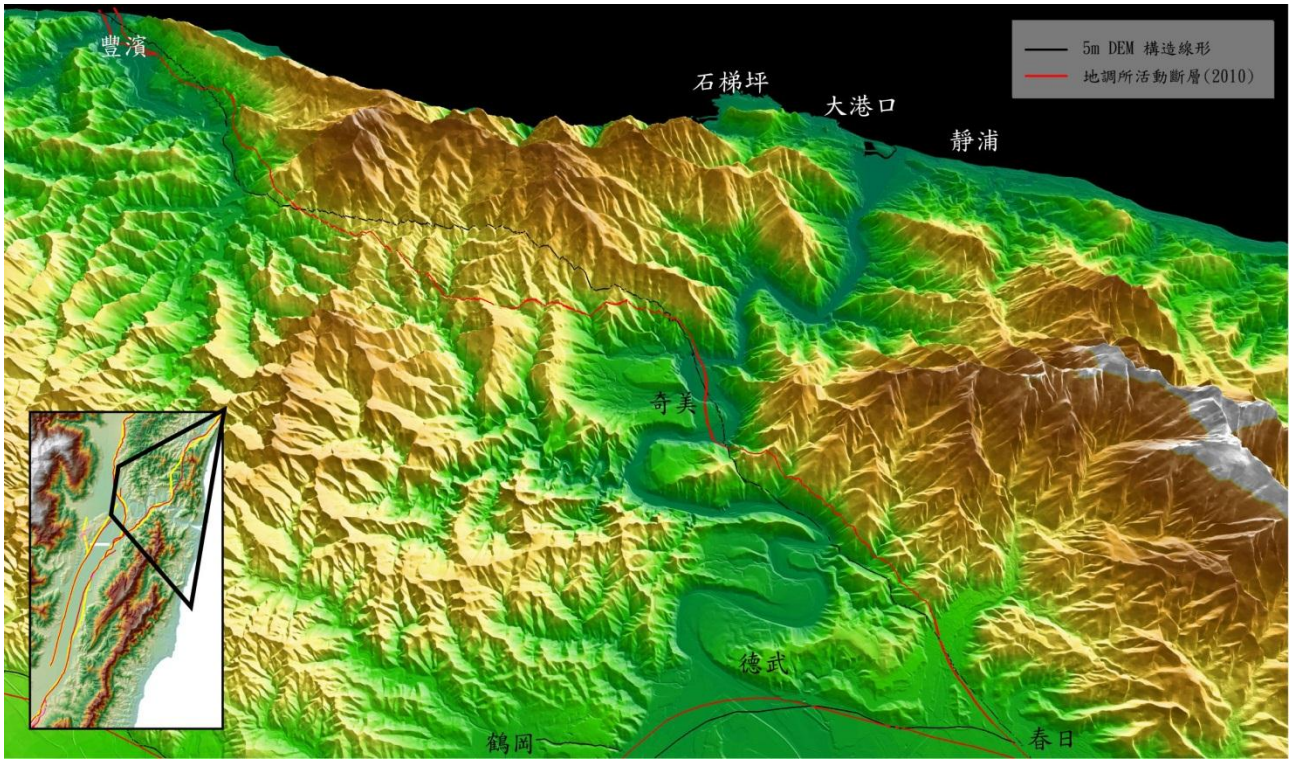


圖 5-109 奇美斷層沿線地形及構造線形套疊

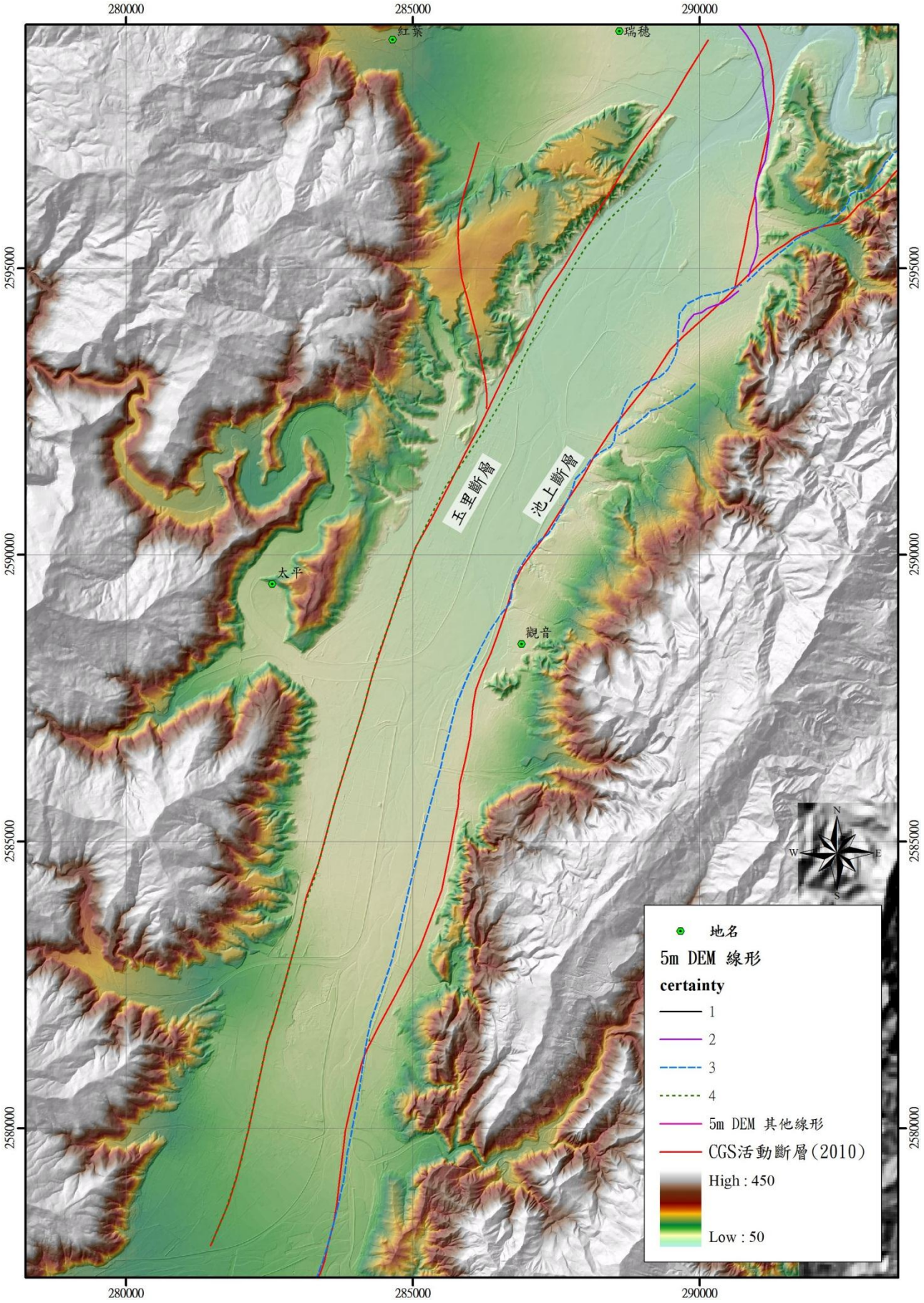


圖 5-110 玉里斷層沿線構造線形平面位置

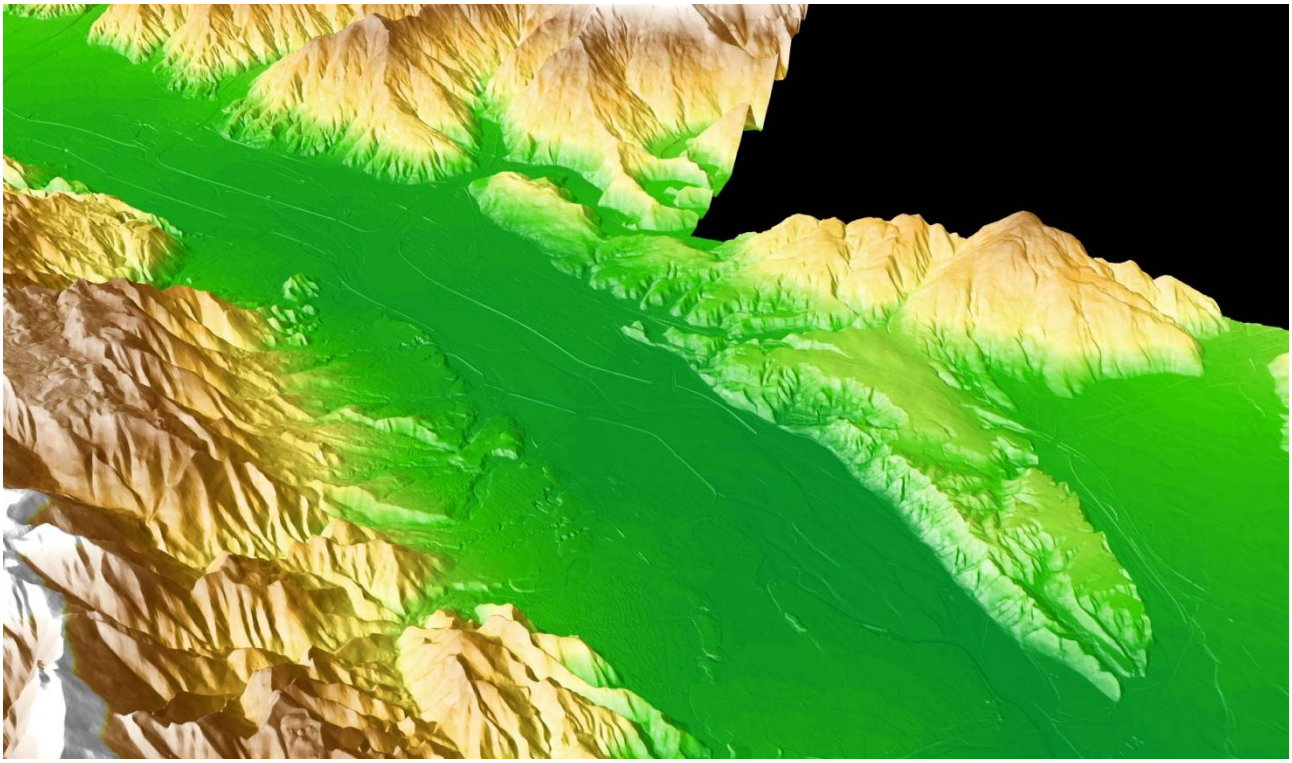


圖 5-111 玉里斷層沿線地形三維側視圖

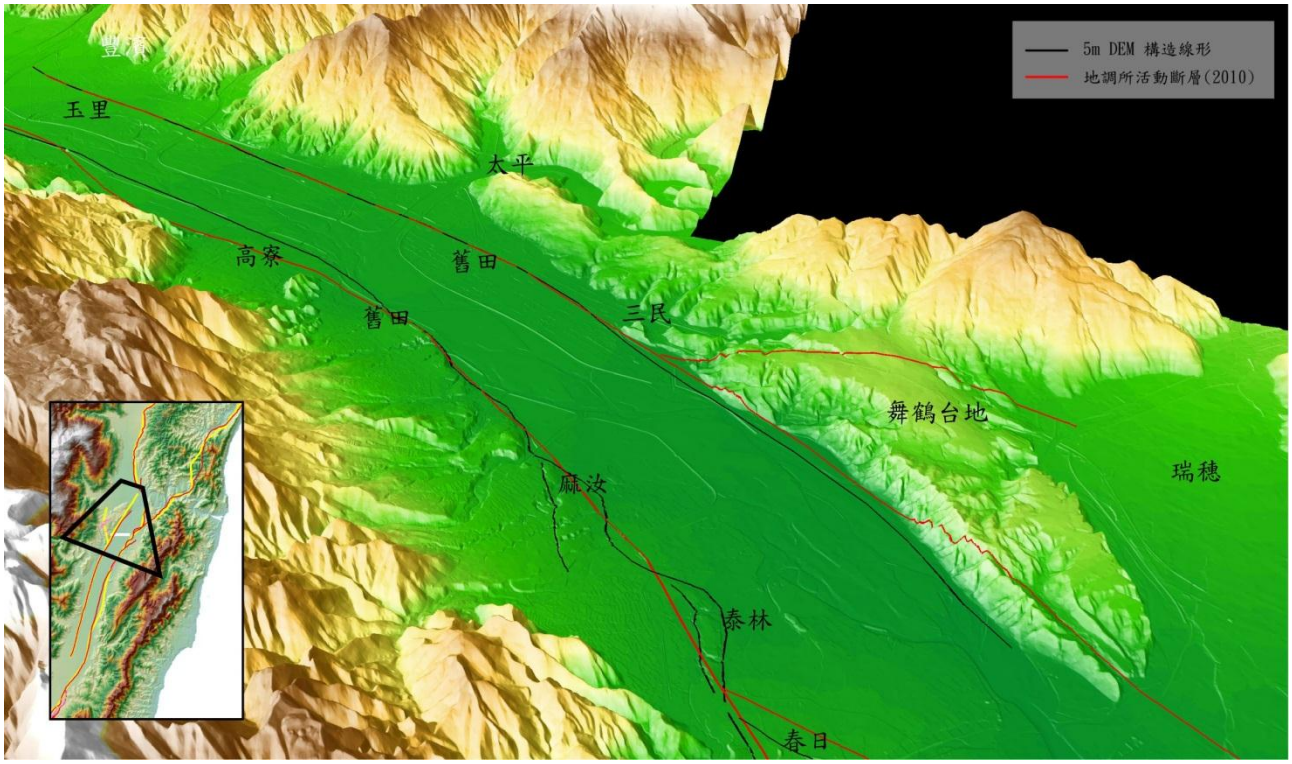


圖 5-112 玉里斷層沿線地形及構造線形套疊

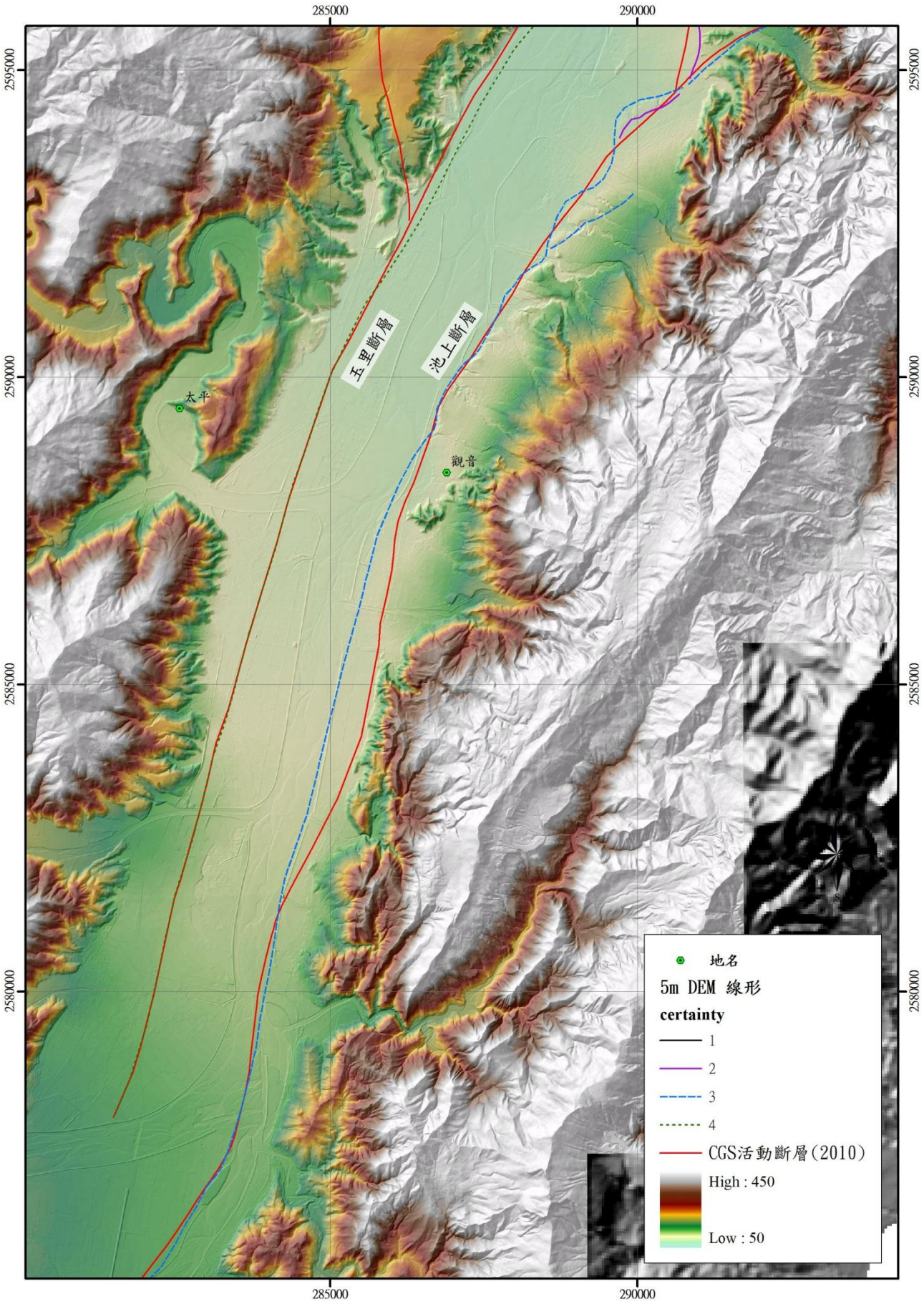


圖 5-113 池上斷層北段沿線構造線形平面位置

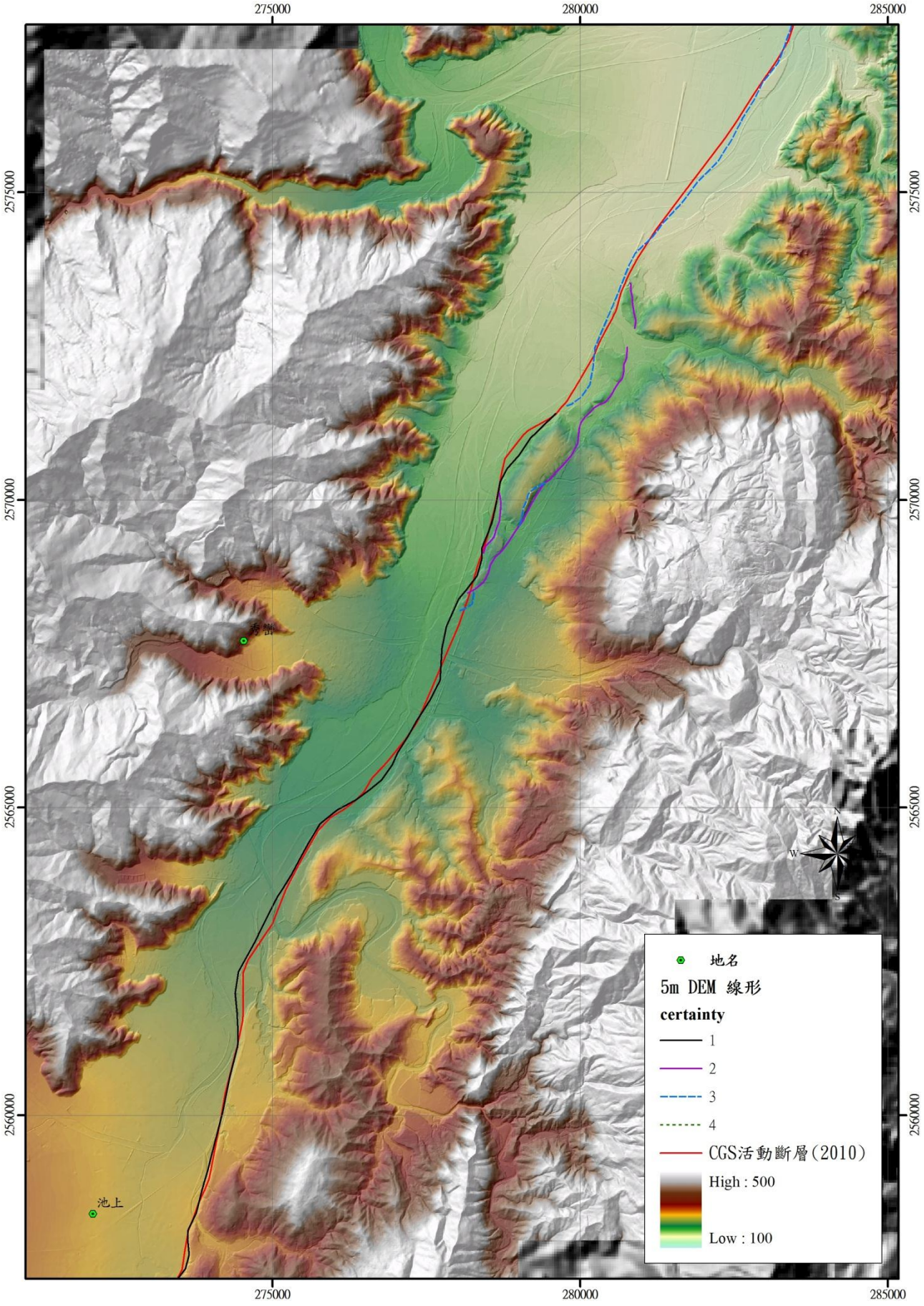


圖 5-114 池上斷層中段沿線構造線形平面位置

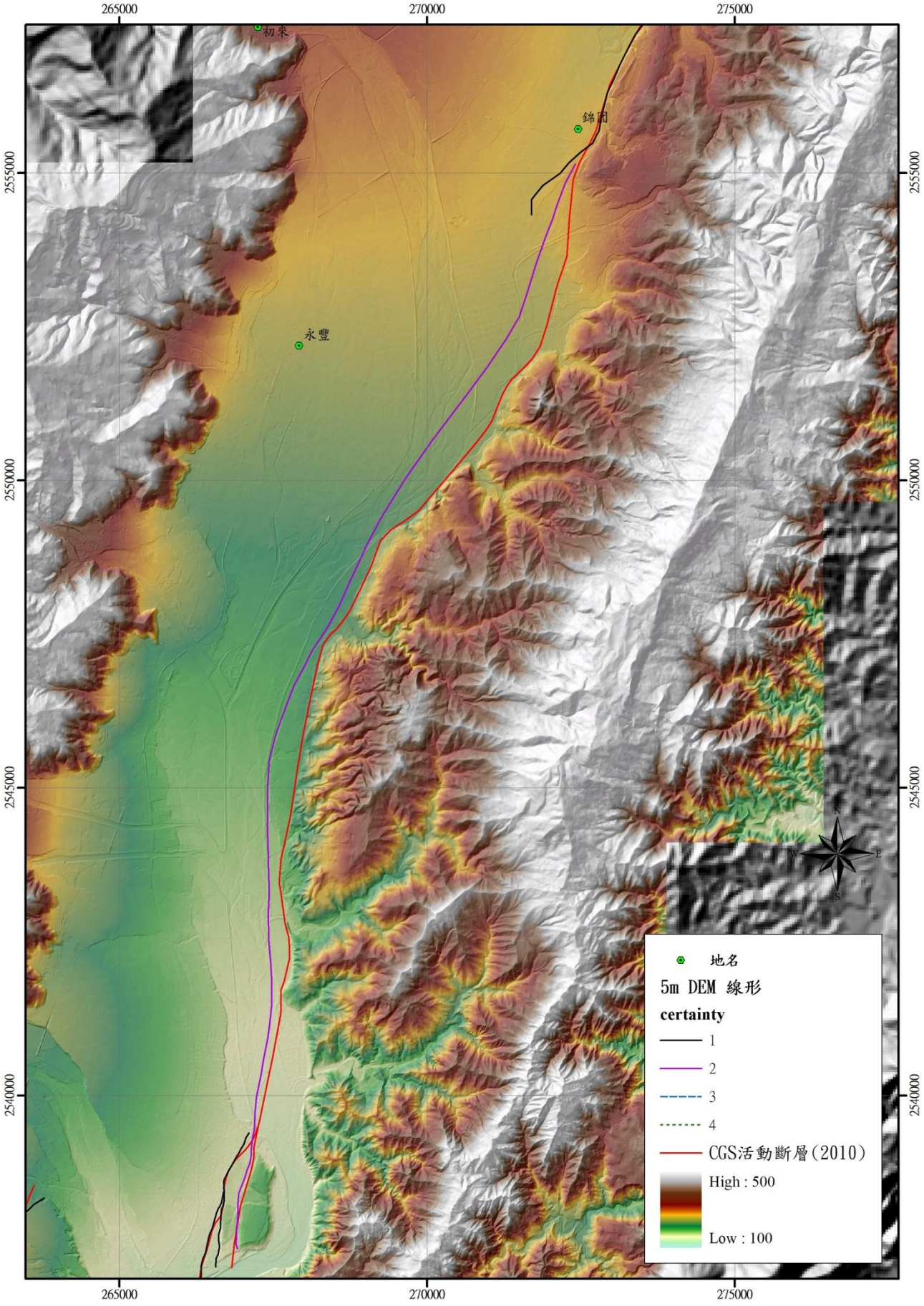


圖 5-115 池上斷層南段沿線構造線形平面位置

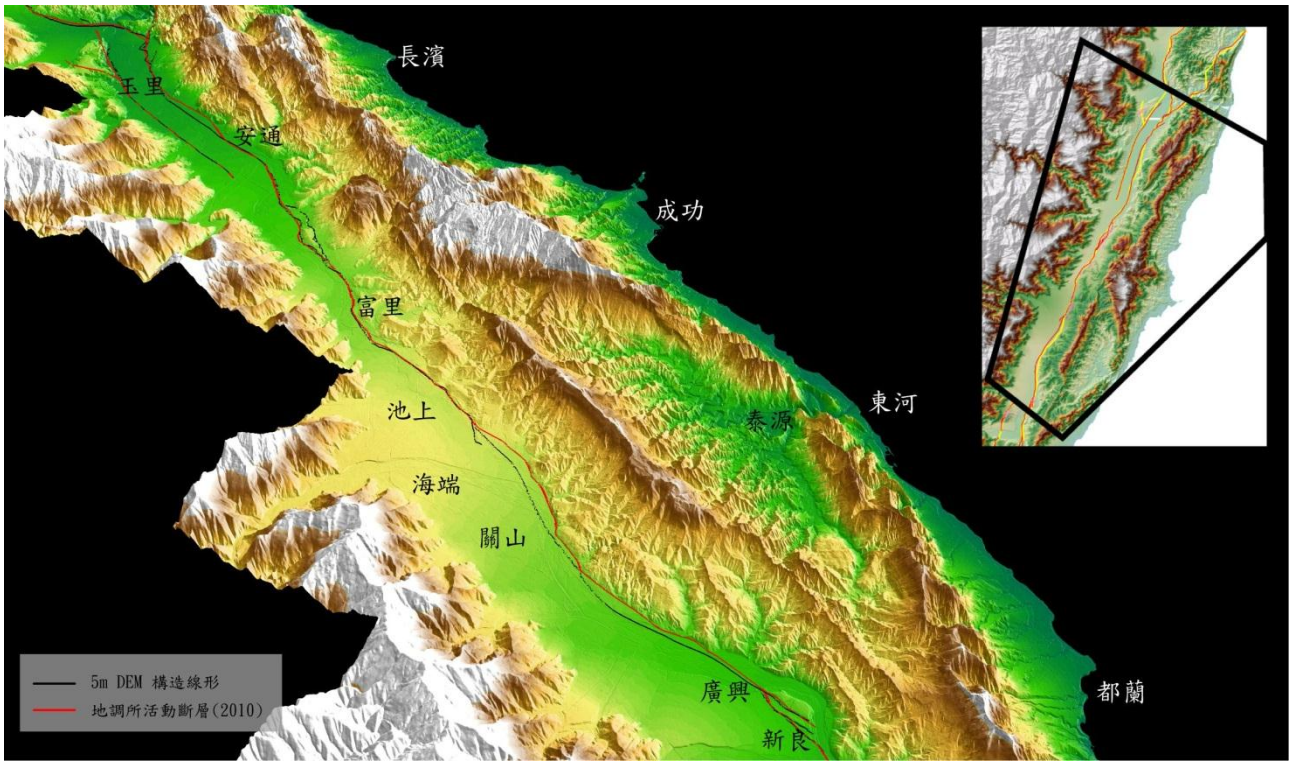


圖 5-116 池上斷層沿線地形及構造線形套疊

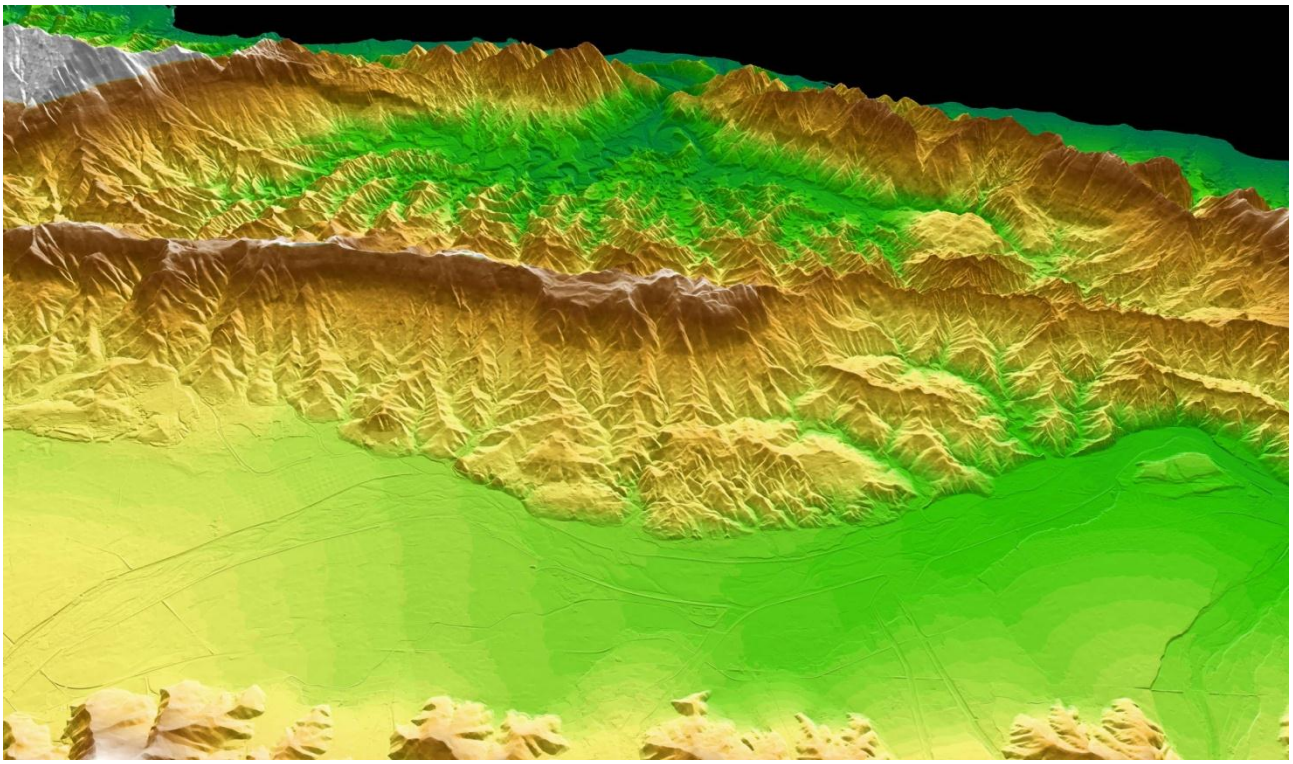


圖 5-117 池上斷層南段沿線地形三維側視圖

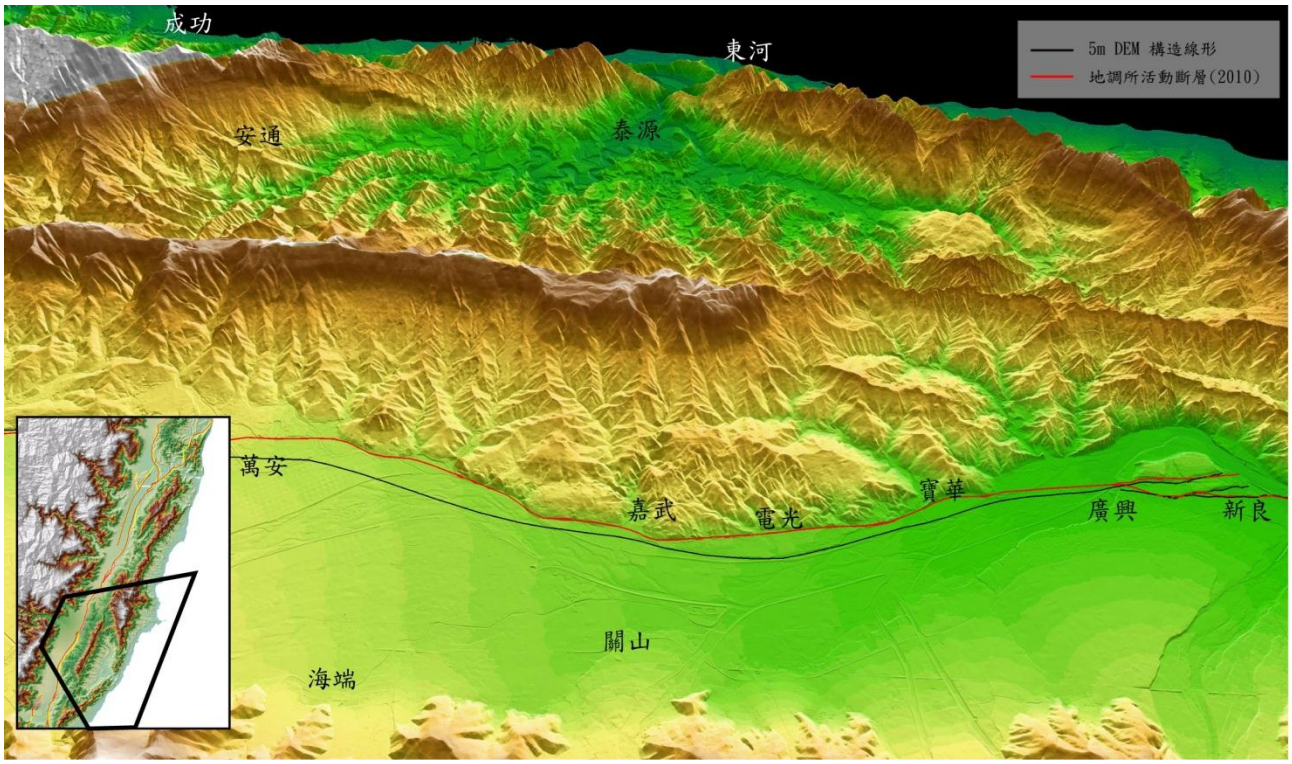


圖 5-118 池上斷層南段沿線地形及構造線形套疊

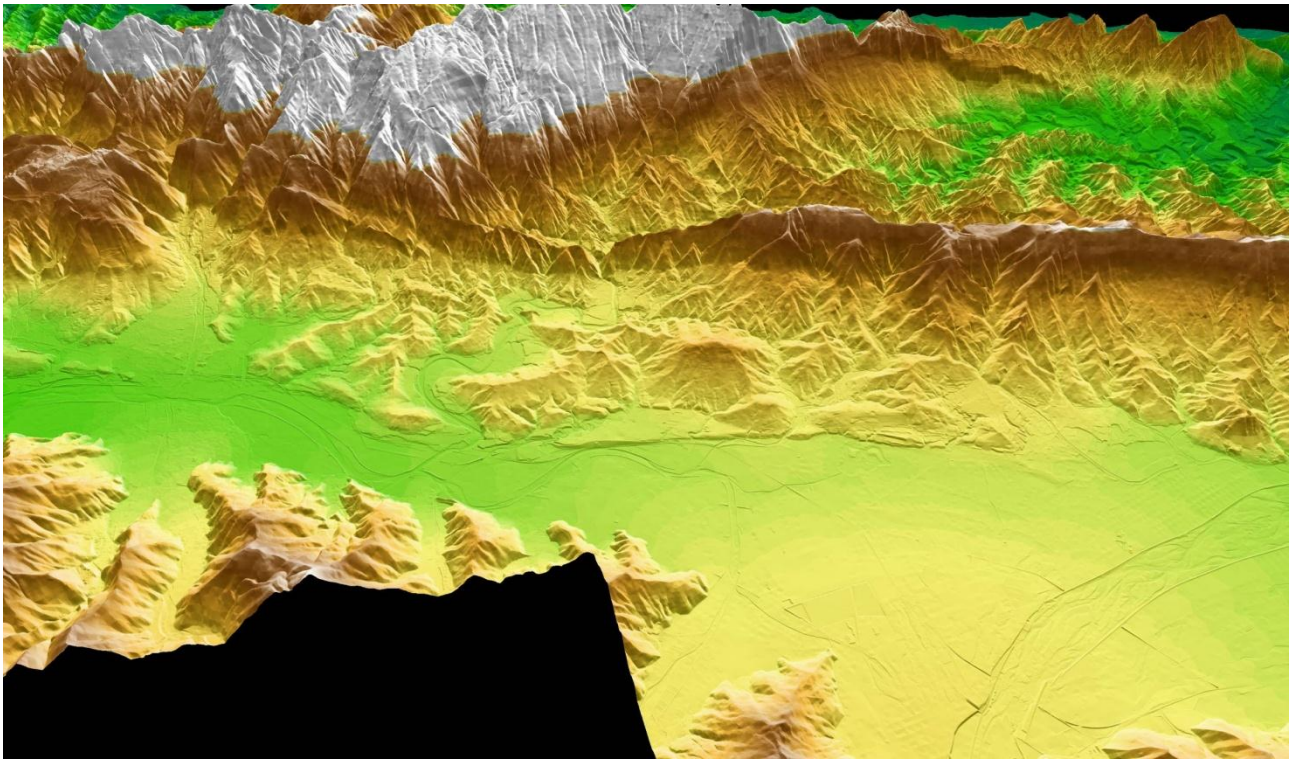


圖 5-119 池上斷層中南段沿線地形三維側視圖

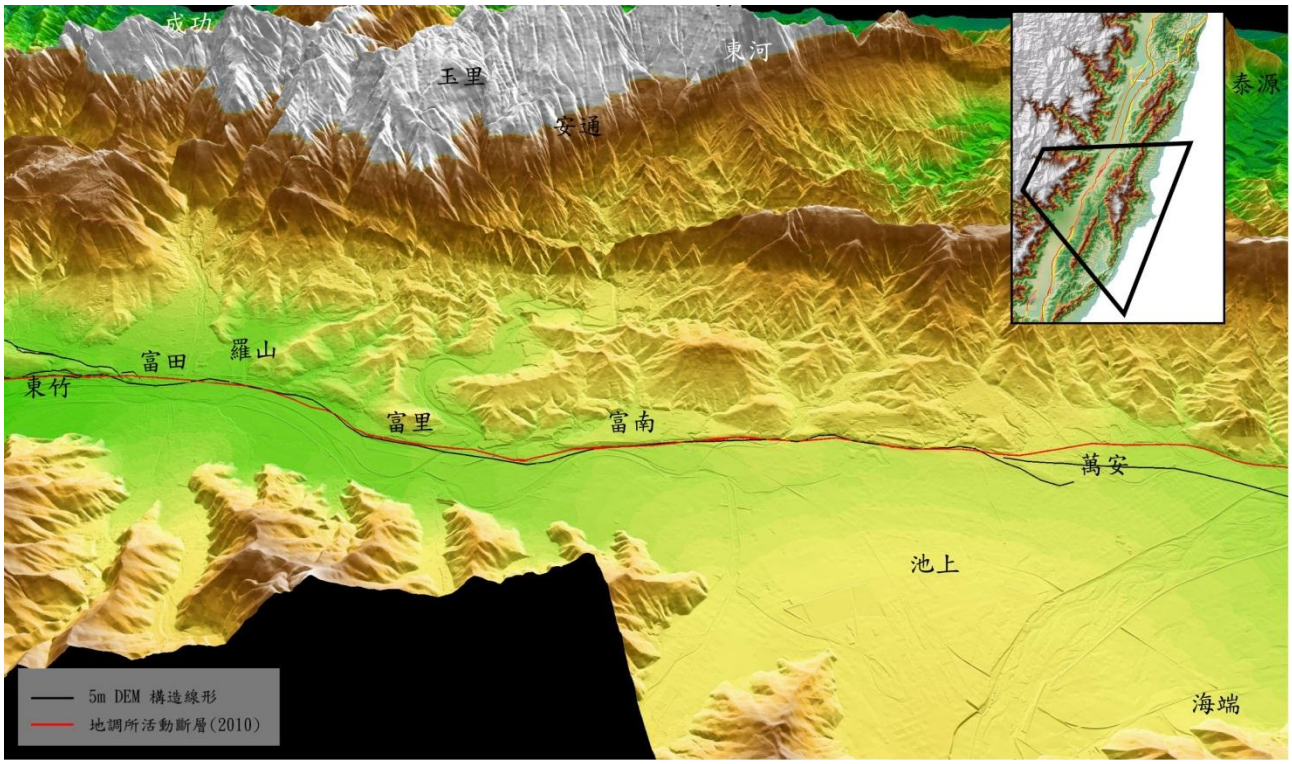


圖 5-120 池上斷層中南段沿線地形及構造線形套疊

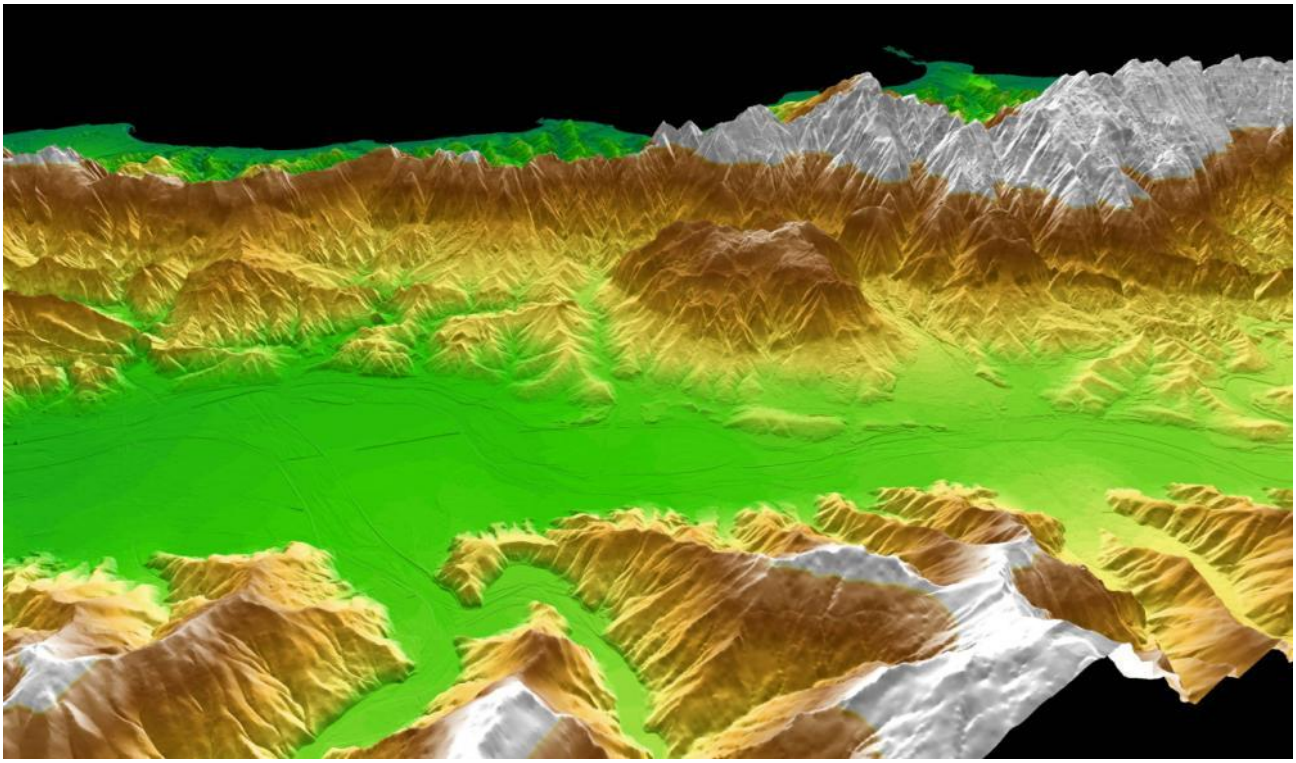


圖 5-121 池上斷層中北段沿線地形三維側視圖

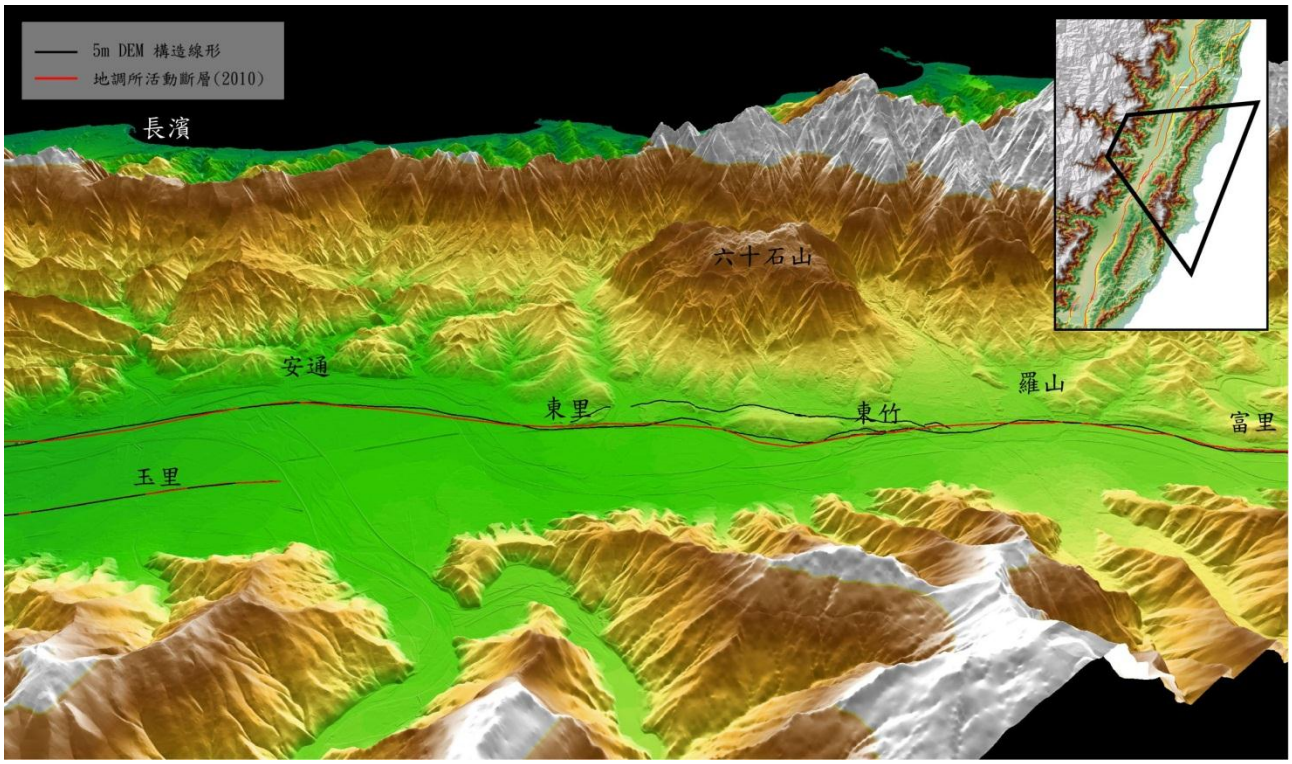


圖 5-122 池上斷層中北段沿線地形及構造線形套疊

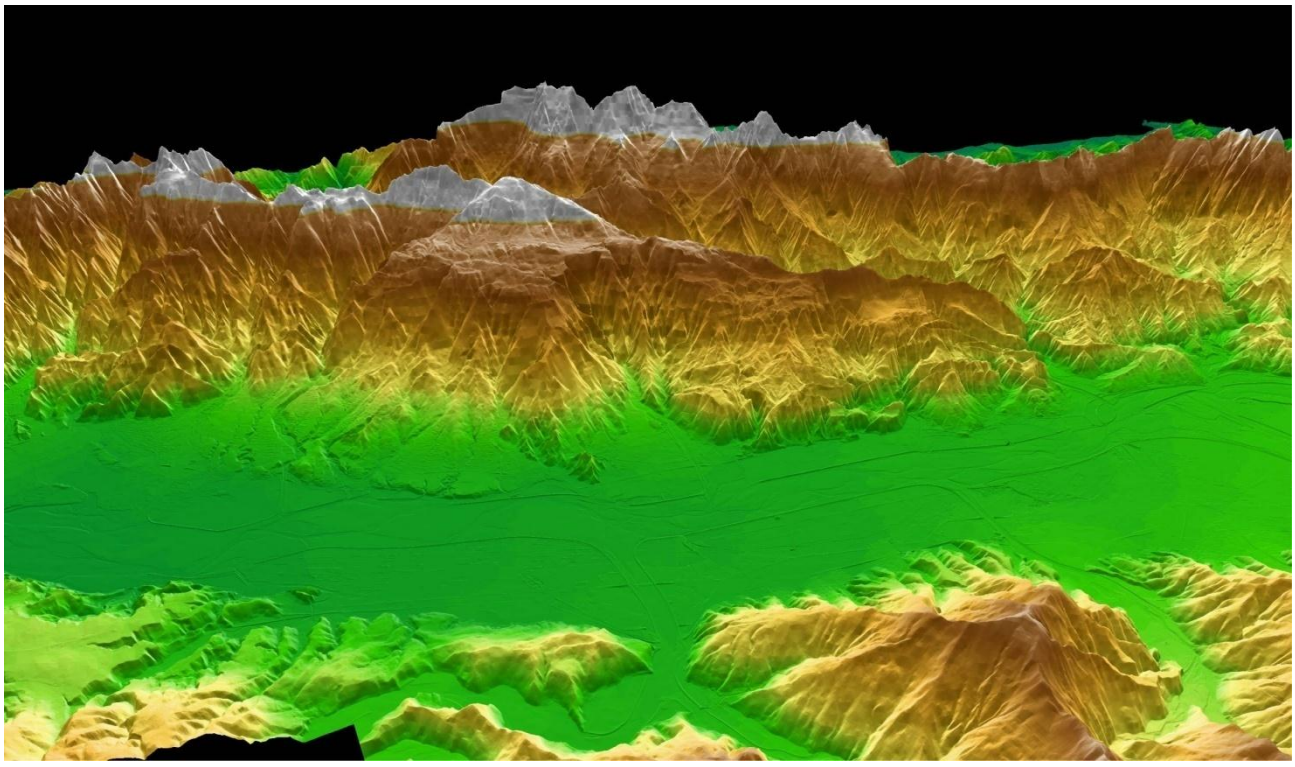


圖 5-123 池上斷層北段沿線地形三維側視圖

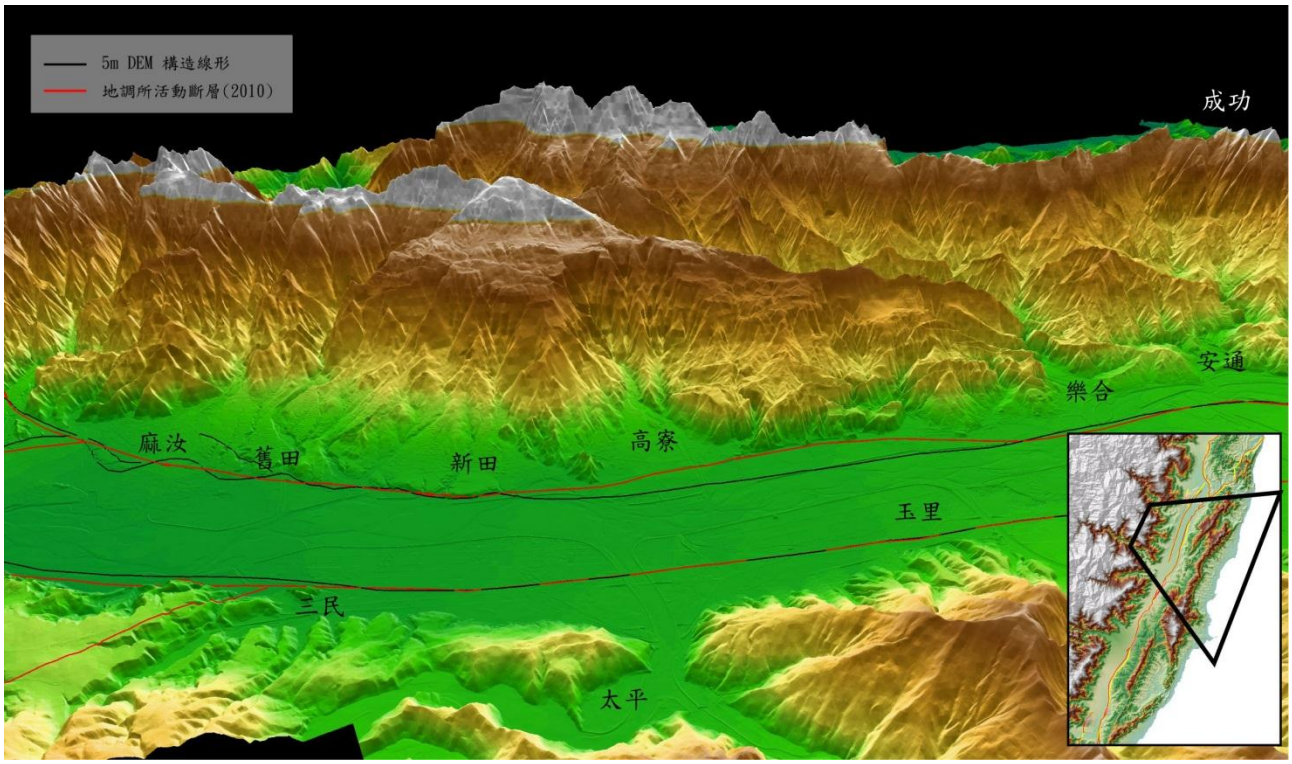


圖 5-124 池上斷層北段沿線地形及構造線形套疊

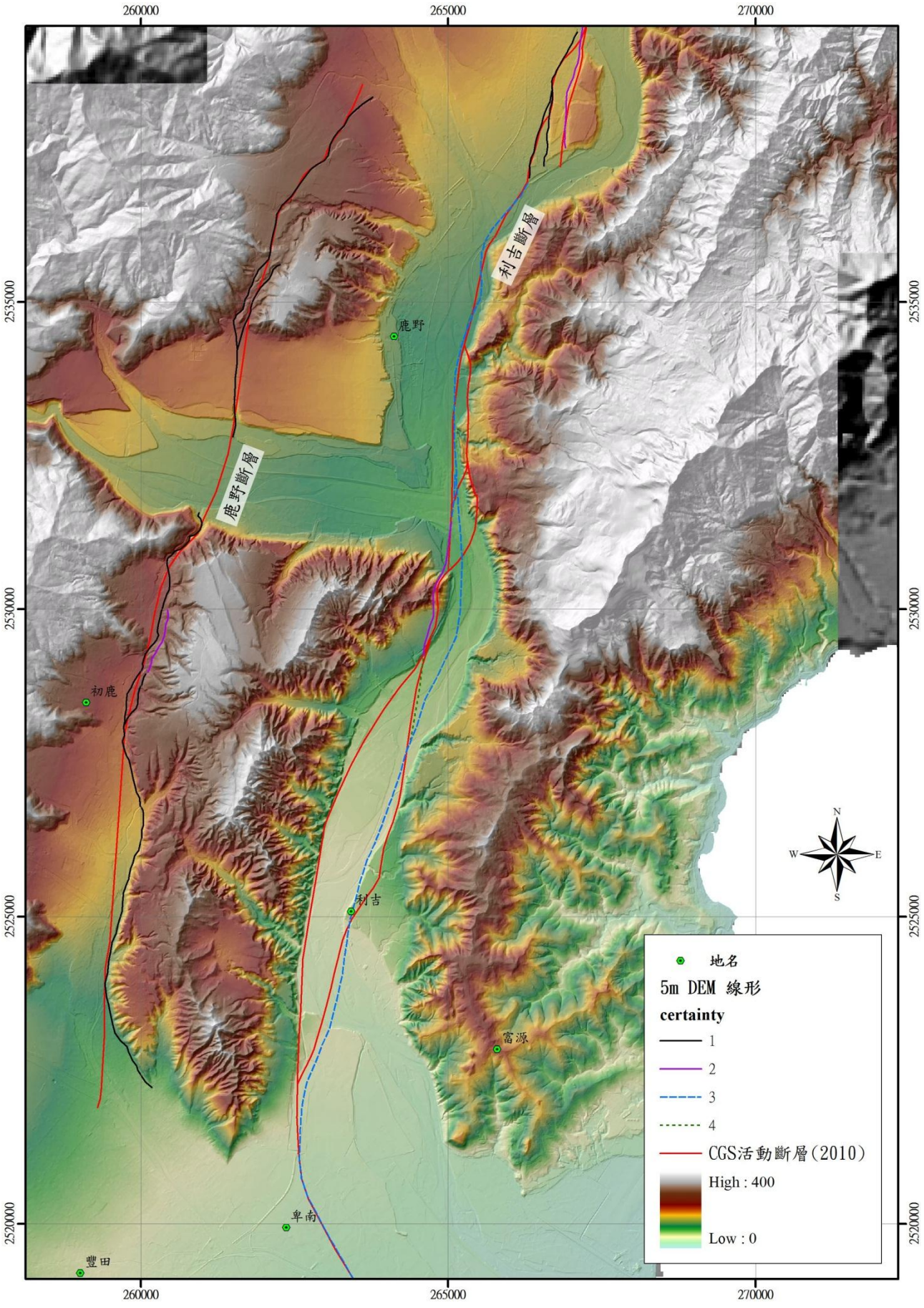


圖 5-125 鹿野斷層沿線構造線形平面位置

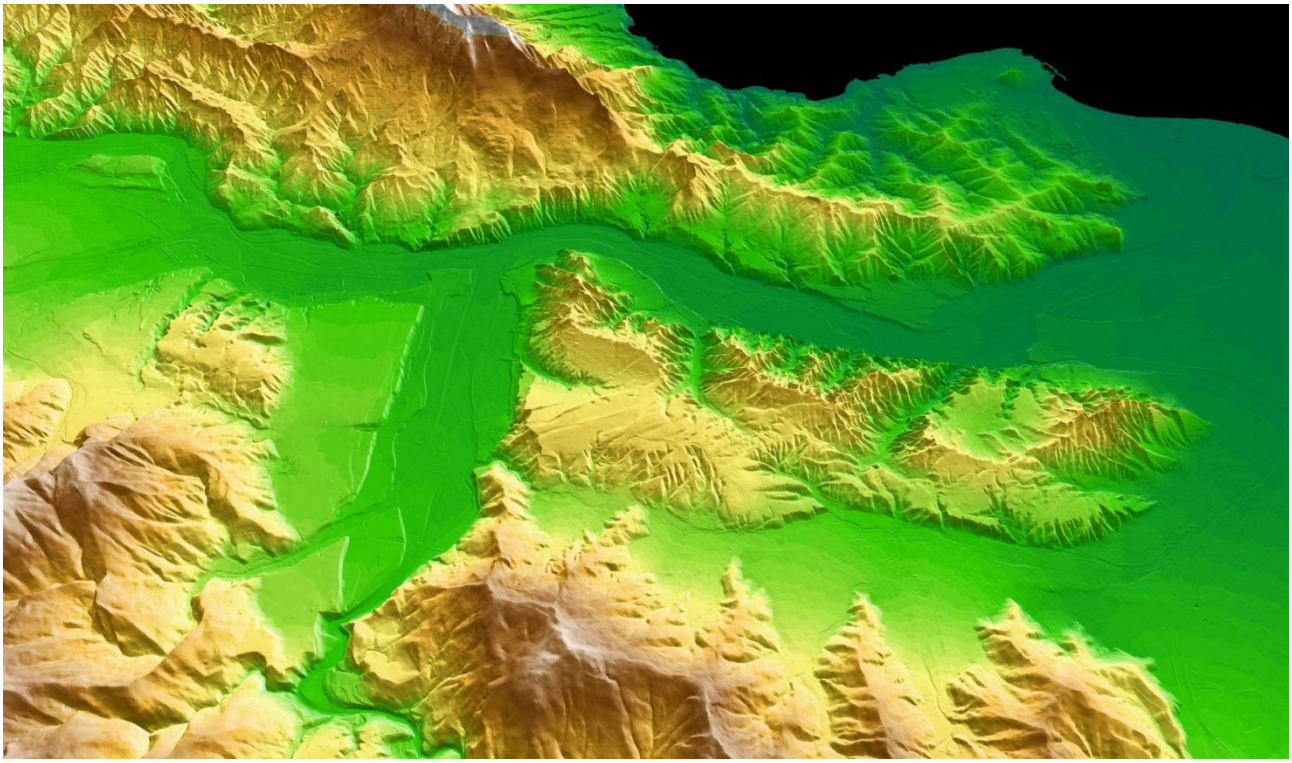


圖 5-126 鹿野斷層沿線地形三維側視圖

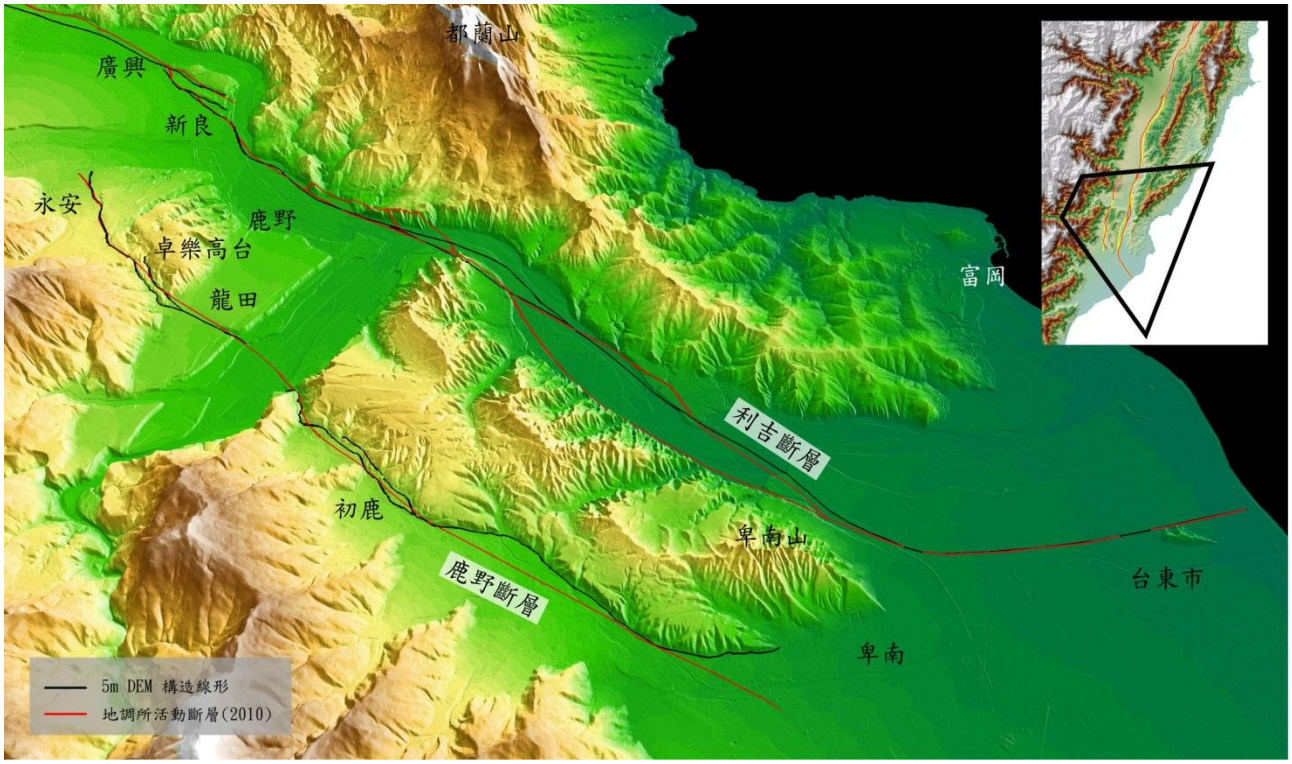


圖 5-127 鹿野斷層沿線地形及構造線形套疊

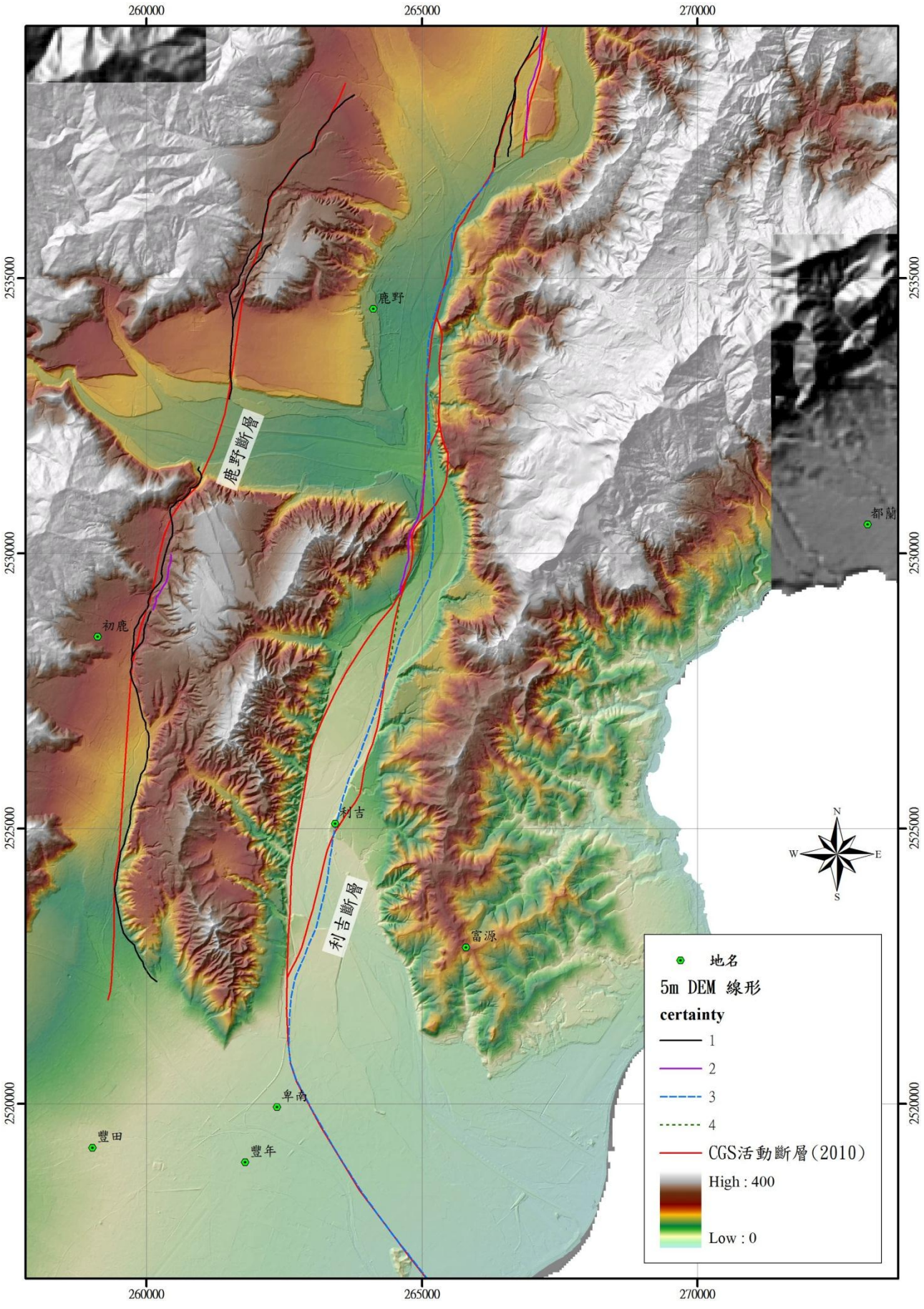


圖 5-128 利吉斷層沿線構造線形平面位

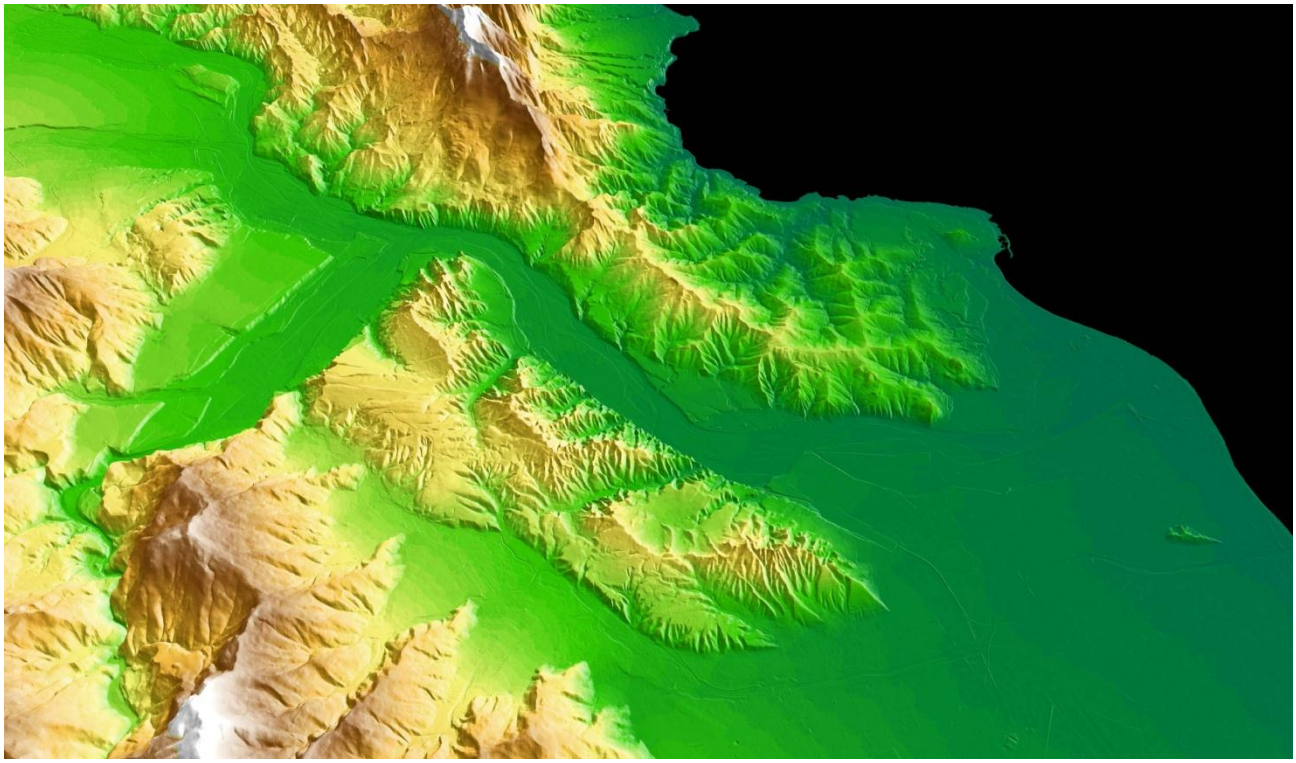


圖 5-129 利吉斷層沿線地形三維側視圖

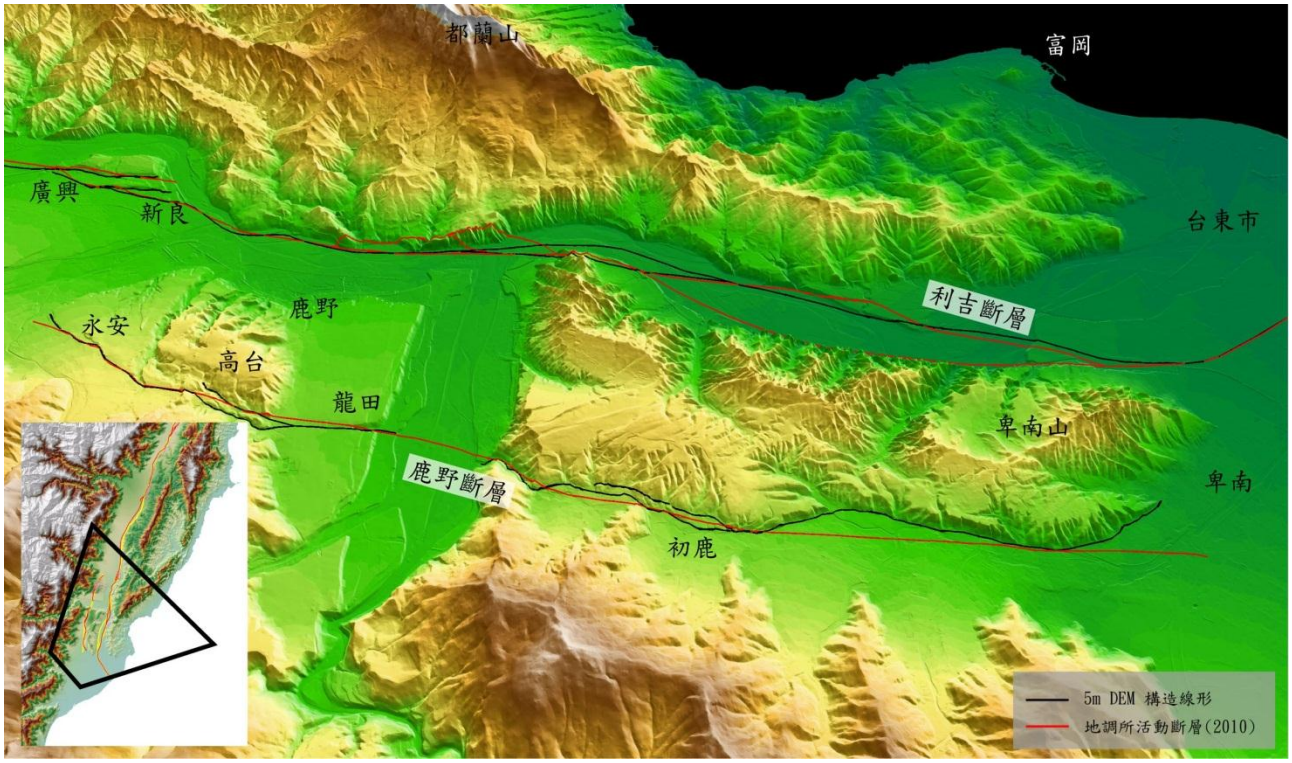


圖 5-130 利吉斷層沿線地形及構造線形套疊

六、LiDAR DTM 三維影像建置

本計畫利用現有空載光達掃描技術 (Airborne Light Detection and Ranging, 簡稱為 LiDAR)所獲取的高解析度與高精度數值地形模型來進行地表細緻之活動構造的變動地形分析，以判釋研究區域的活動構造之地形特徵，進行斷層所在精細位置之研判。

本年度(民國 100)計畫工作根據已建置之 LiDAR 資料庫為基礎，來分析台灣北部山腳斷層、東部瑞穗、玉里、池上、利吉及鹿野等活動斷層，進行精細構造地形分析及地質圖資料庫三維立體影像之建置工作。首先運用 2 公尺雷射掃描數值高程模型，利用三維紅青立體影像技術來凸顯地形地貌，分析活動構造之地形特徵，並直接於三維影像上研判構造線形所在之位置。本期中報告之工作項目中，針對運用 LiDAR 資料來建置三維地形紅青立體影像部份，也已完成影像之建置工作，其分佈位置範圍如圖 6-1 所示；因構造地形及活動線形分析工作正進行中，初步先套疊 5 公尺解析度數值地形模型資料判釋結果及其他構造線形位置資料，其構造線形分佈情形如圖 6-1 中不同顏色線段所示；另各區域之三維紅青立體圖產製範例如圖 6-2 ~ 6-10 所示，各範例簡述如後：

因台灣地區至今仍只有局部區域進行了 LiDAR 資料掃描，故本年度依據已有 LiDAR 數值地形模型區域進行資料分析，先探討山腳斷層、瑞穗斷層、玉里斷層、池上斷層、利吉斷層及鹿野斷層等六條活動斷層及鄰近區域精細地表構造線形特徵和資料庫建置，主要建置區域為台北盆地西緣以及縱谷中、南段附近；本年度計畫中地形之三維紅青立體建置區域範圍如圖 6-1 中彩色區域所示。

圖 6-2 及圖 6-3 分別為縱谷中段及南段地區全區域三維地形紅青立體圖；圖 6-2 中主要地形特徵為平坦之縱谷及拔高細長之海岸山脈山列，其中最高處位於成廣澳山－麒麟山間之區域。圖 6-3 中同樣可見平坦之縱谷及起伏之海岸山脈，海岸山脈內另可見主要由兩道山列所夾擠而成一低緩但起伏之低地－泰源盆地。

圖 6-4 呈現縱谷南段鹿野附近地形特徵，圖中呈現鹿野高臺為一高位河階，並受構造之傾動及撓曲作用所影響，高臺東側受地表侵蝕作用影響，已發育深溝；高臺北側鹿寮附近扇面上，亦可見一線形之地形崖及後方之小型擠壓脊。高臺南側之龍田階面上，地形平坦，微傾向東，並在階面上可見一線狀、連續之褶皺崖；此線狀崖，往北延伸，經高臺西側，並再分叉為數條分支，續往北，並再和上述之鹿寮線形相接。

縱谷南段卑南山附近之三維立體地形中可見卑南山最上方為一尚稱平滑之平坦面(高位階面?!)，平坦面可能受構造活動影響而撓曲，形成一馬鞍形褶皺，長軸為一向斜、中段為上凸之短背斜；此外台地上方可見一系列北北西走向之小型線形崖，可能指示局部區域內之伸張作用，亦可能為河階崖。台地西緣和縱谷相接處，地形變化大，應指示為鹿野斷層可能之位置。本區之三維地形特徵，詳如圖 6-5～圖 6-7 之三維紅青立體地形圖所示。

圖 6-6 顯示卑南山南段附近之三維地形特徵，其中可能可見撓曲之台地續繼往南延伸，但褶皺之西翼幾完全不見。另外，台地西緣和縱谷相接處，地形變化大，但地形之線形特徵並不明顯，可能指示為鹿野斷層可能之位置，但可能亦受河流侵蝕影響。再往西，於檳榔附近，可見一延長起伏面，即為所謂之檳榔線形，可能指示一隱伏之背斜或冒起構造(pop-up structure)。

圖 6-7 指示上述兩區域，縱谷南段區域鹿野－卑南間，從中央山脈東緣，接縱谷西段，再至縱谷內兩凸起上拱台地，續往東接卑南大溪河谷，最後接海岸山脈西側。其中海岸山脈西緣可見一系列由軟弱、易風化侵蝕之利吉層所組成之惡地地貌及零星獨立之小小殘存岩塊。上述所提之三維地形特徵詳如圖 6-7 三維紅青立體地形圖所示。

縱谷中段六十石山附近之地形特徵指示了海岸山脈拔高的山列及山列前緣獨立而凸出的圓丘狀六十石山；此外，海岸山脈中火成岩體、沉積岩區地形坡度的變化，及兩者相交界處可能因岩性差異侵蝕等而造成明顯的構造線形；另於縱谷平原區內受構造變動而產生之壓力脊或伴生隆起。本區內詳細之三維地形特徵，詳如圖 6-8 所示。

圖 6-9 顯示縱谷中段瑞穗－玉里附近三維地形特徵。圖中可見海岸山脈火成岩區之山列，縱谷平原區古老高位河階(舞鶴台地)，縱谷平原及海岸山脈交界處一系列不同高差之河階台地。另可見秀姑巒溪流中一系列曲流。

圖 6-10 展示了縱谷中段秀姑巒溪下游海岸山脈內一系列曲流及不同高度及不同傾向之河階地形；另於下游出海口附近亦可見一山間盆地；此外，海岸山脈西側沉積岩區內，亦可見一系列傾斜岩層形成單面山及熨斗型殘丘地貌。本區域詳細之三維地形特徵詳如圖 6-10 所示。

圖 6-11 以縱谷中段秀姑巒溪下游局部區域內 LiDAR 資料及全台 5 公尺數值地形資料之對比，來呈現兩者在真實空間解析度上的差異，並暗喻了本計畫，和全台 5 公尺解析度之數值地形模型，運用 LiDAR 資料將更真實、更完整地呈現及判釋構造變動所遺留之構造地形特徵和構造線形位置之分析，以及後續相關資料的建置工作。

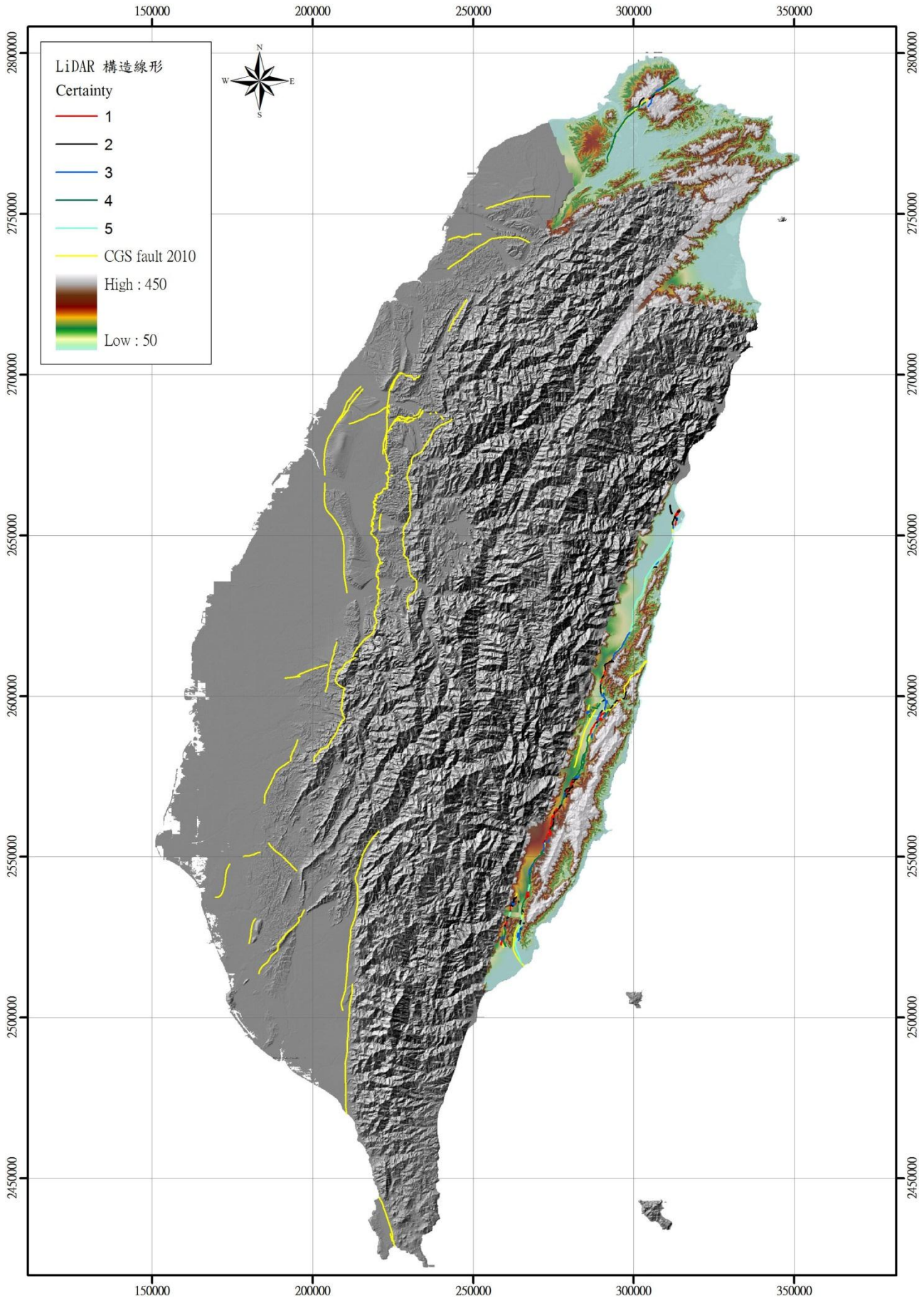


圖 6-1 LiDAR 數值地形模型三維紅青立體圖產製區域範圍示意

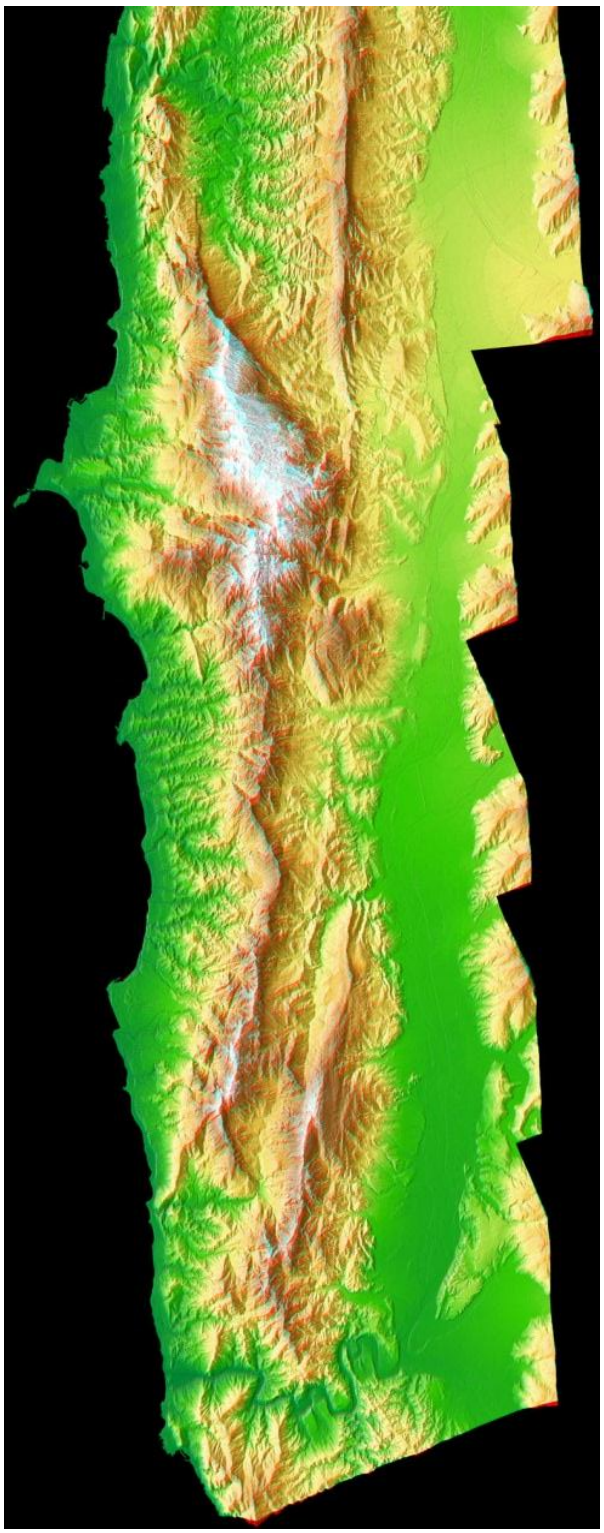


圖 6-2 縱谷中段區域附近全區三維地形紅青立體圖

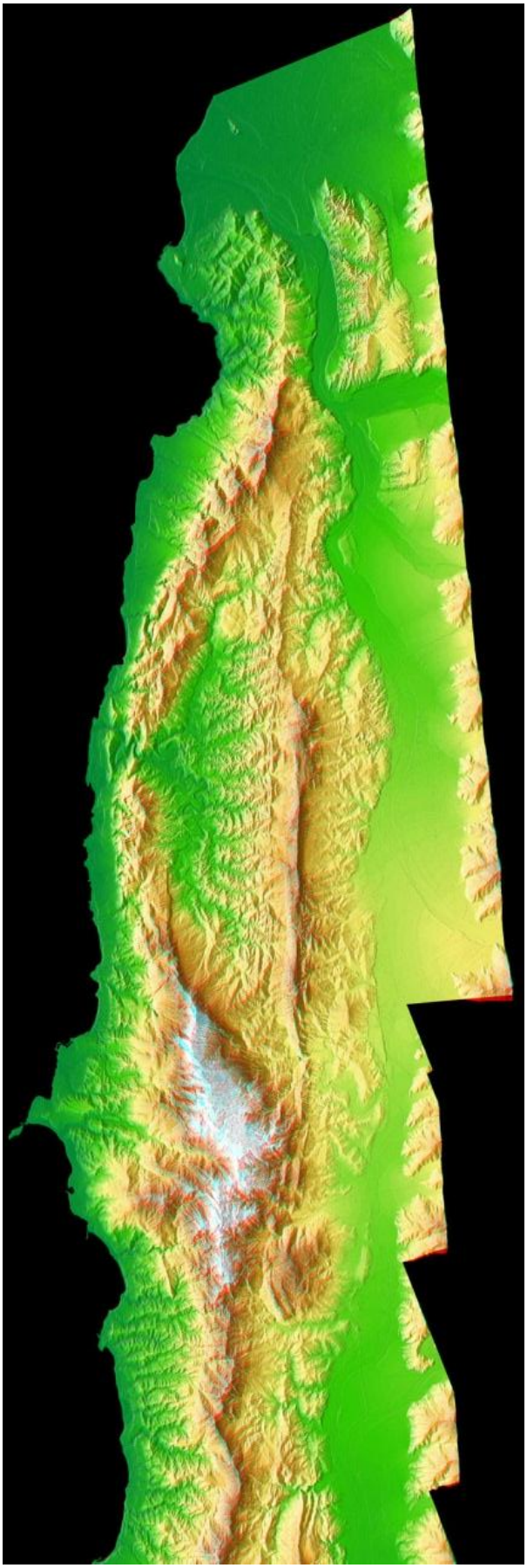


圖 6-3 縱谷南段區域附近全區三維地形紅青立體圖

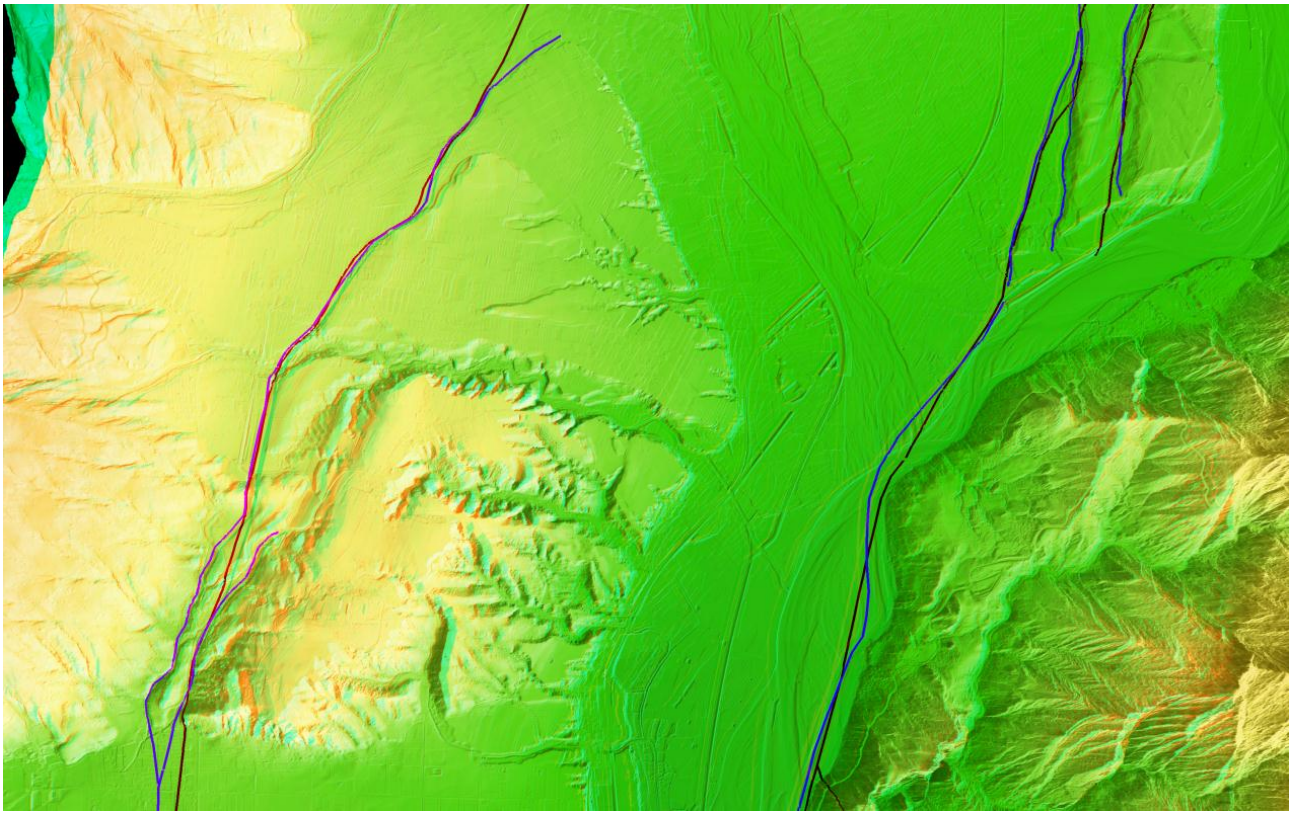


圖 6-4 縱谷南段鹿野附近地形三維紅青立體圖

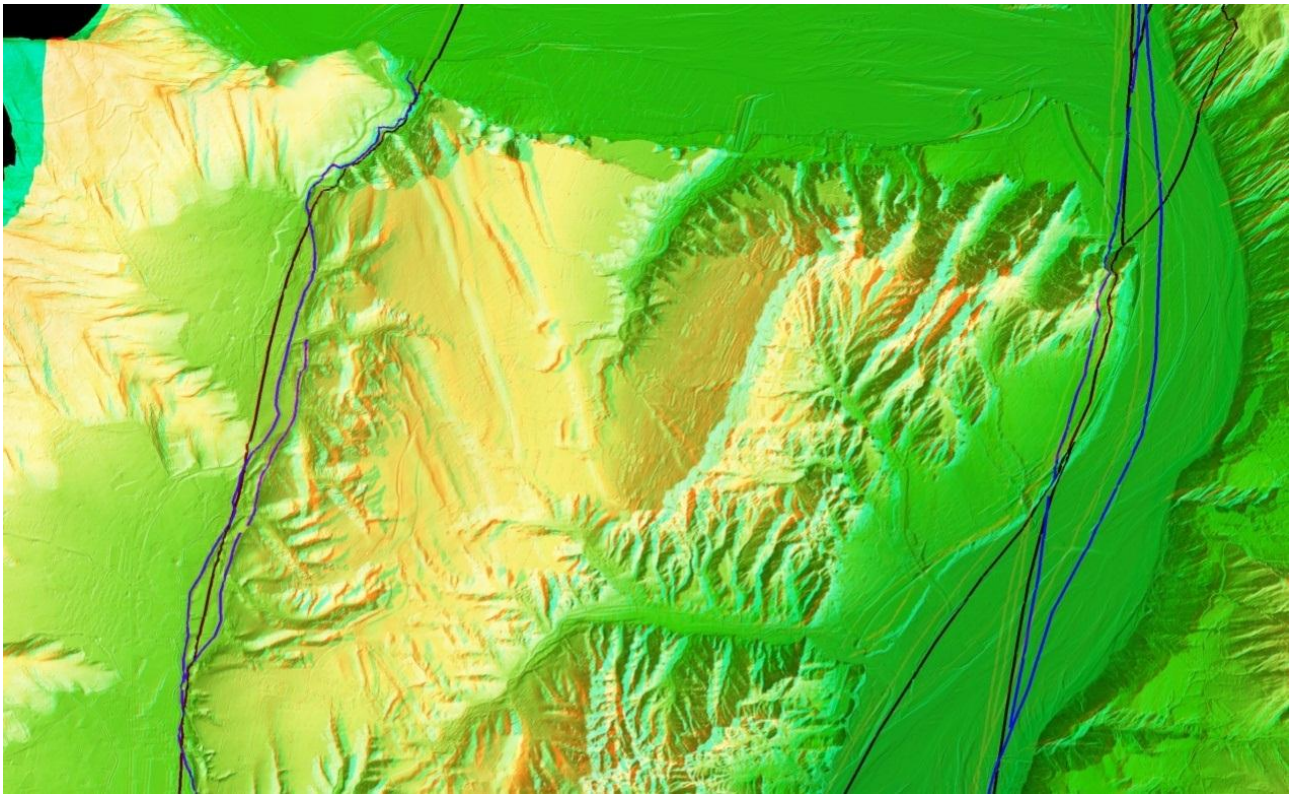


圖 6-5 縱谷南段卑南山北段附近地形三維紅青立體圖

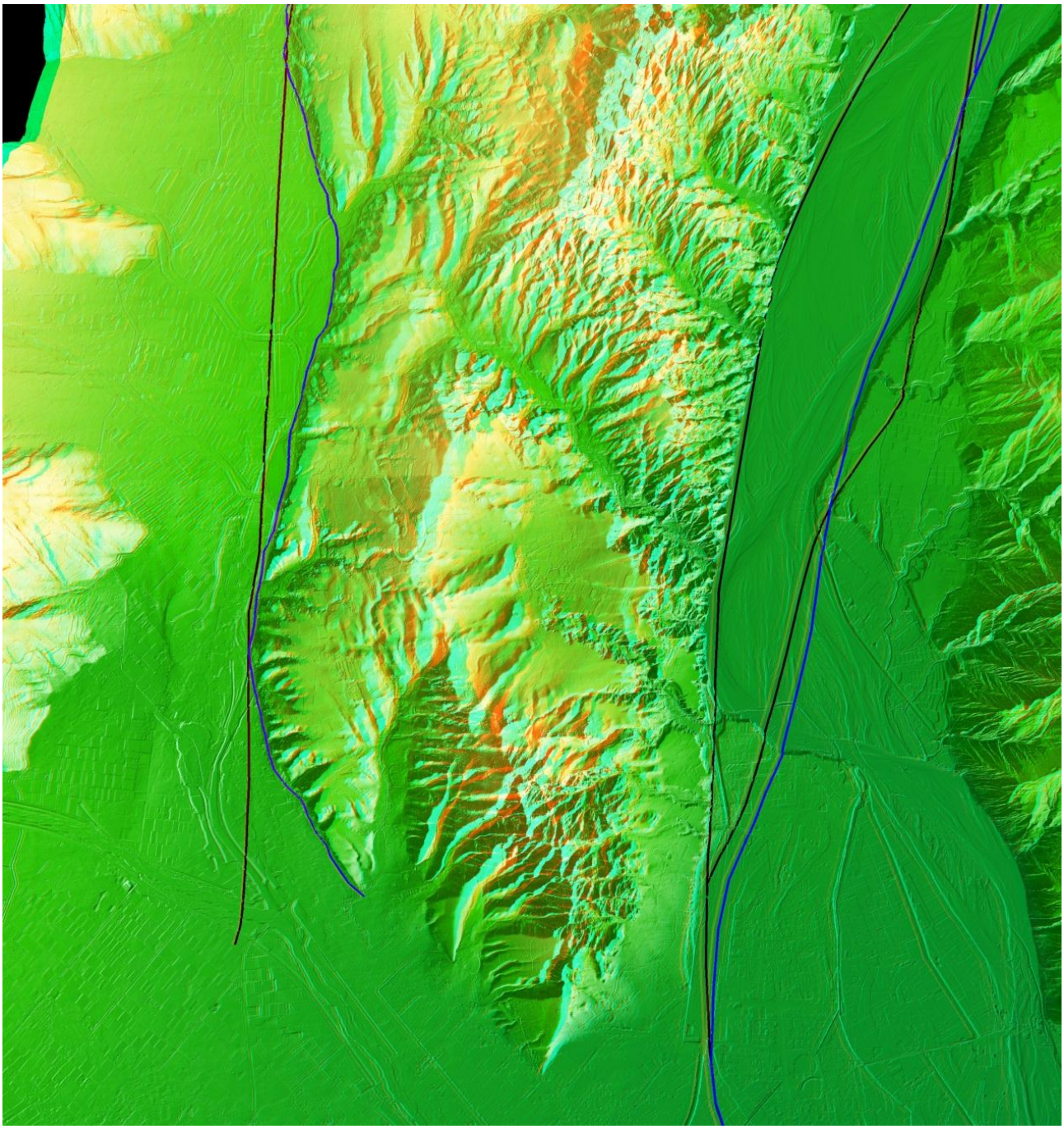


圖 6-6 縱谷南段卑南山南段附近地形三維紅青立體圖

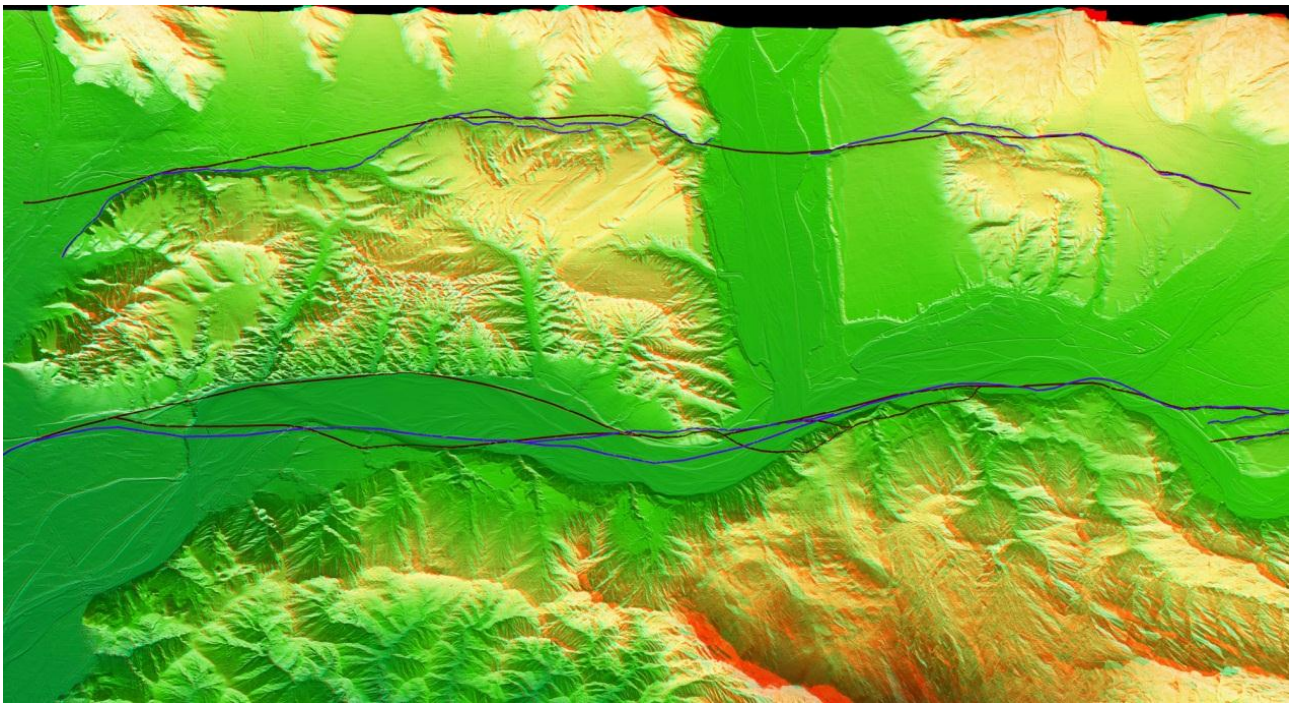


圖 6-7 縱谷南段區域鹿野－卑南間地形三維紅青立體圖

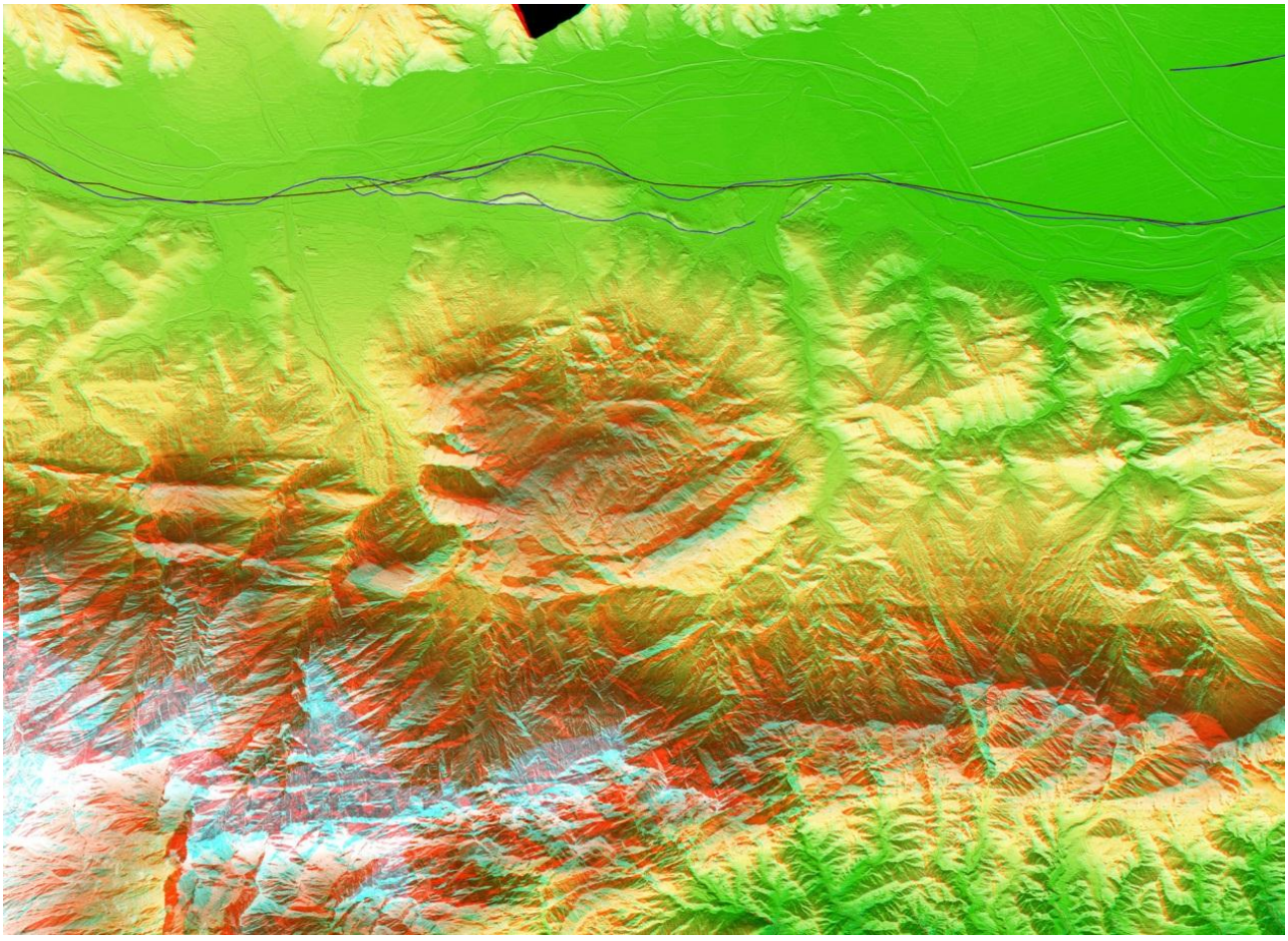


圖 6-8 縱谷中段六十石山附近地形三維紅青立體圖

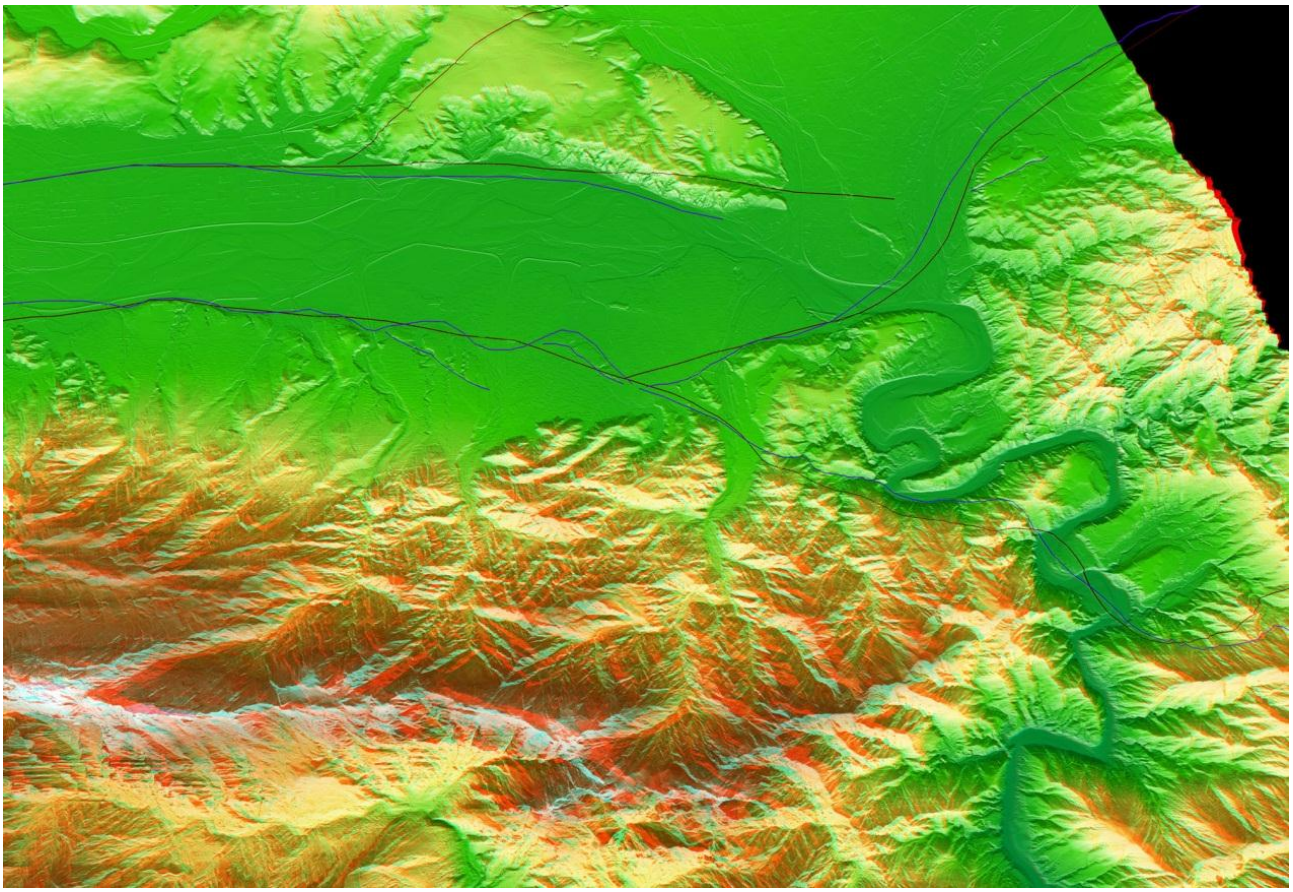


圖 6-9 縱谷中段玉里附近地形三維紅青立體圖

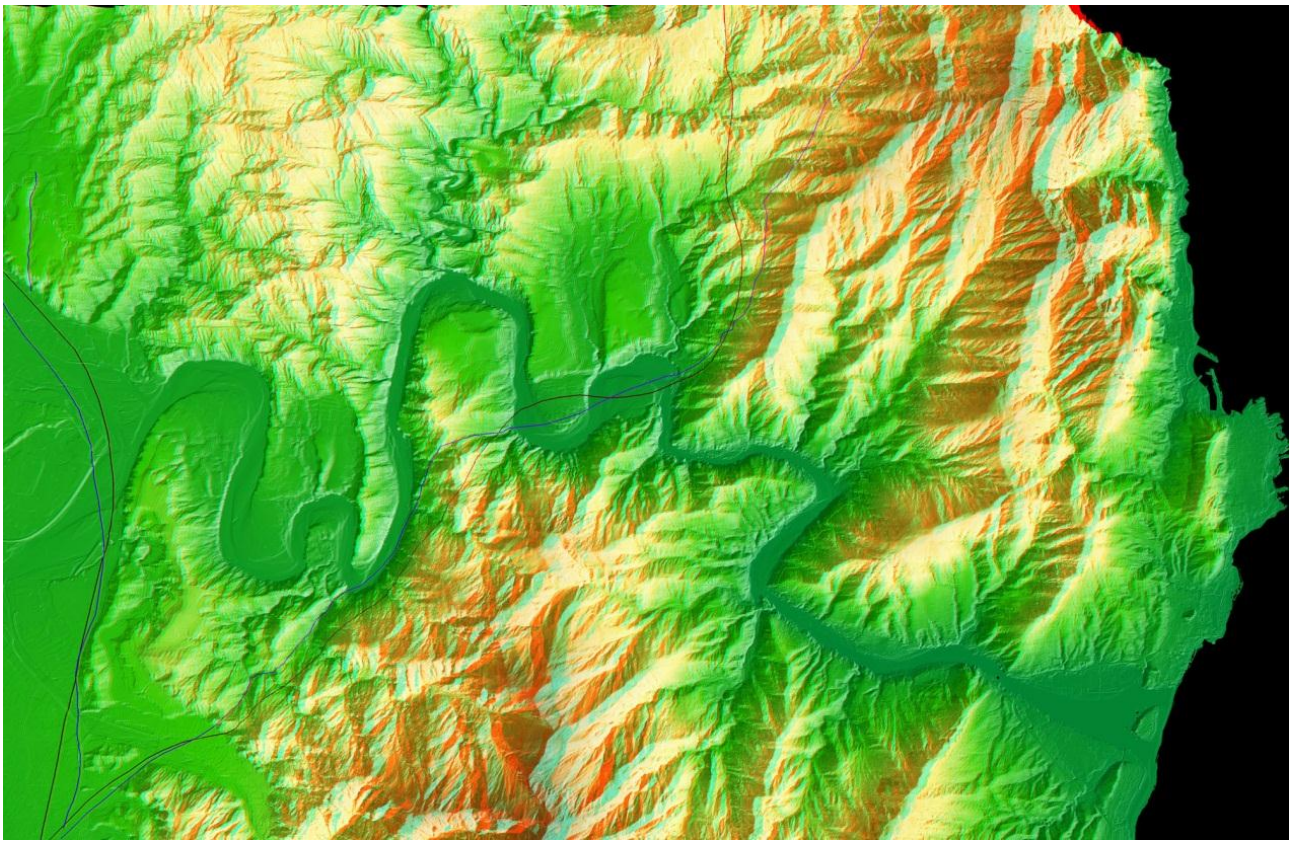


圖 6-10 縱谷中段秀姑巒溪下遊地形三維紅青立體圖

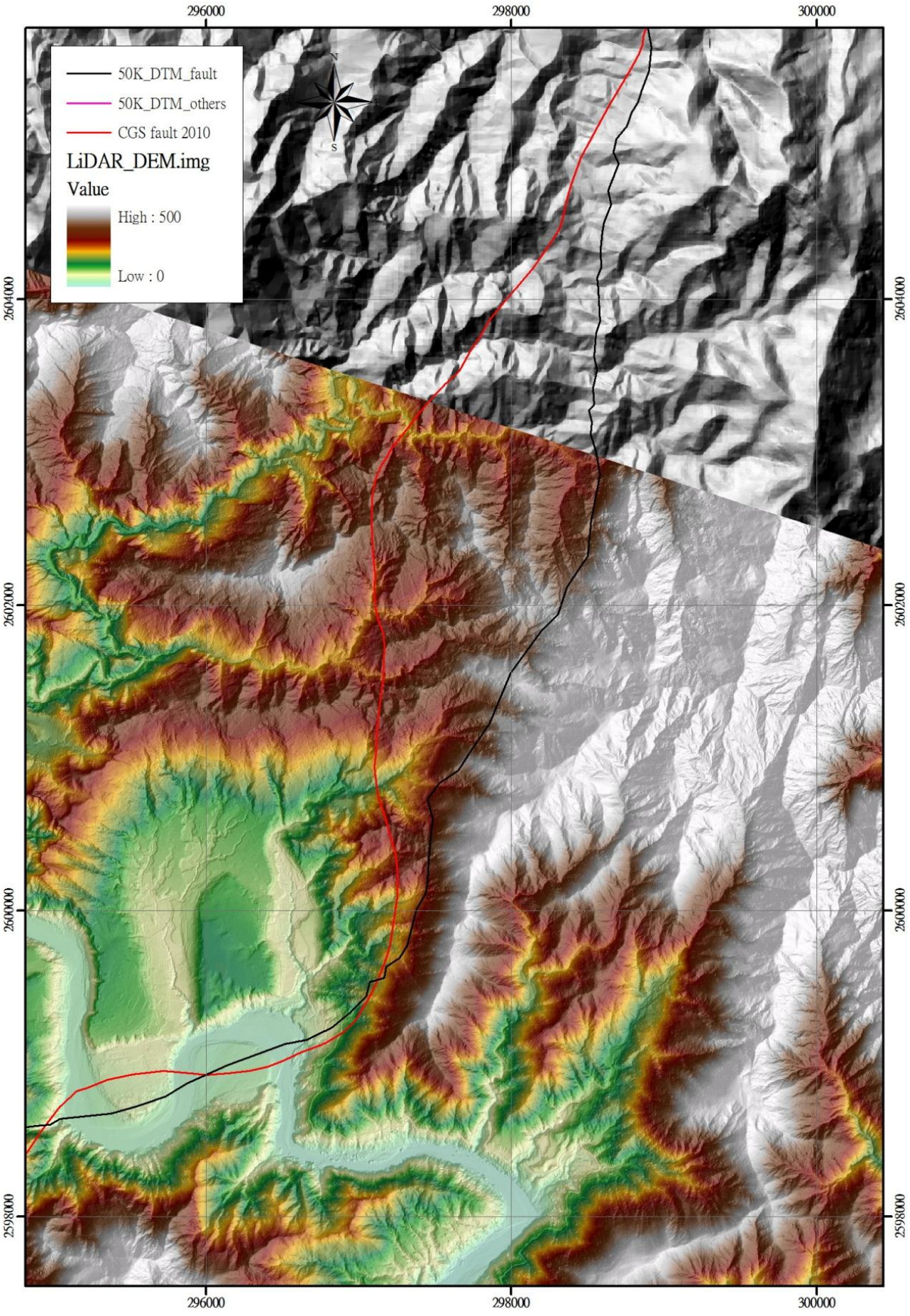


圖 6-11 縱谷中段秀姑巒溪下游局部區域 LiDAR 及全台 5m 之數值地形資料對比

七、空載光達數值地形模型之構造線形判釋與分析

本計畫先以全台 5 公尺解析度之數值地形模型為基礎，進行台灣全島活動斷層普查，之後於各年度之計畫，再藉由高精度 LiDAR 資料掃描所建置之數值地形資料來進行更精細之構造地形。針對現有之 33 條活動斷層中，本年度首先分析台灣北部之山腳斷層、東部之瑞穗斷層、玉里斷層、池上斷層、利吉斷層及鹿野斷層等六條活動斷層為對象，分析主要活動斷層兩側各 5 公里寬之範圍內之精細地表構造線形特徵，斷層相伴隨之次生構造，以及可能之活動構造地形；此外，亦針對分析之成果，來建置數值資料庫。在此精度下之活動斷層調查工作，其總涵蓋面積範圍約 1559 平方公里，其分佈位置如圖 7-1 至 7-5 所示。以下針對各斷層及鄰近區域之次生構造分析成果，簡述如下:

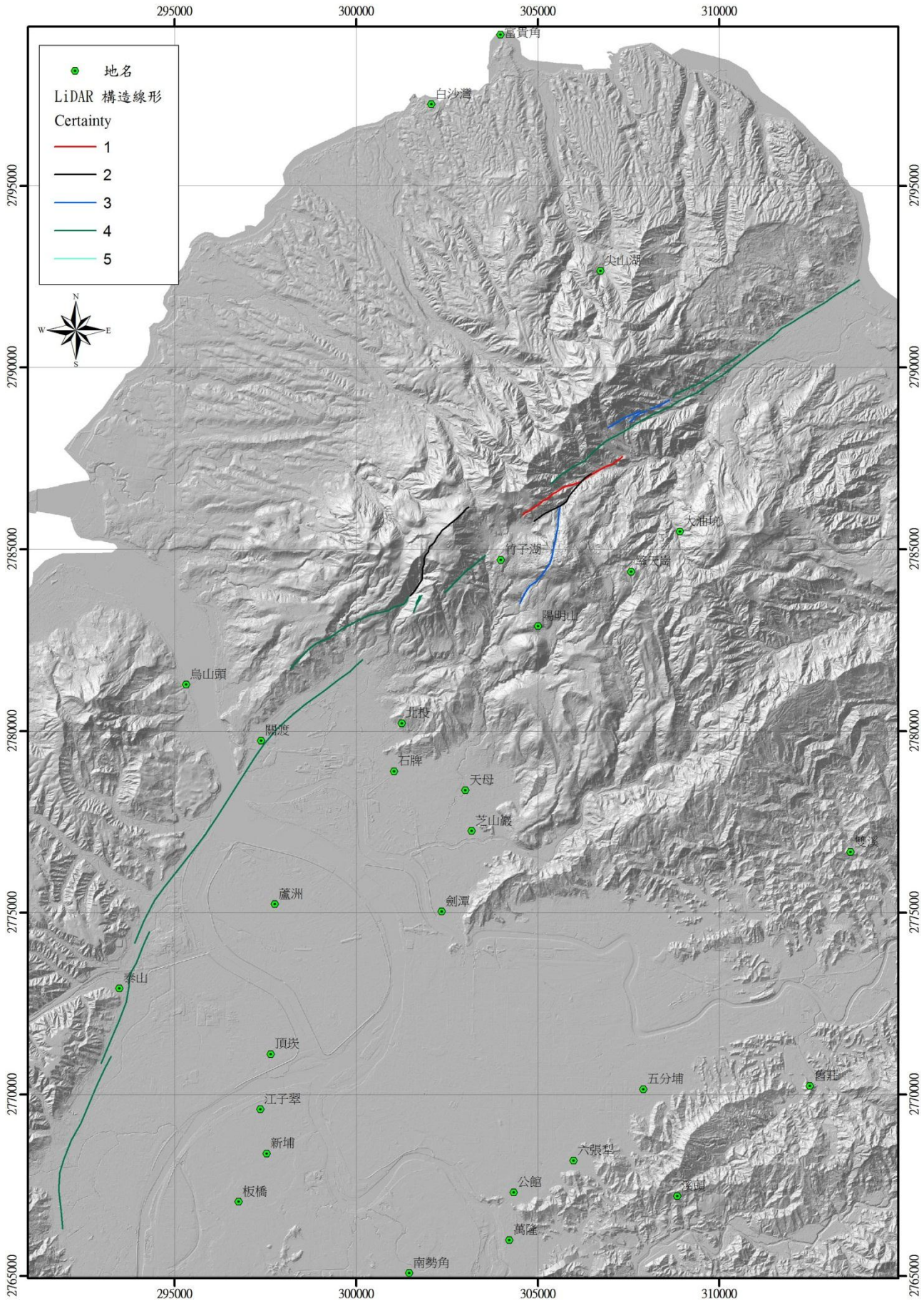


圖 7-1 山腳斷層及沿線附近構造地形分析及判釋成果

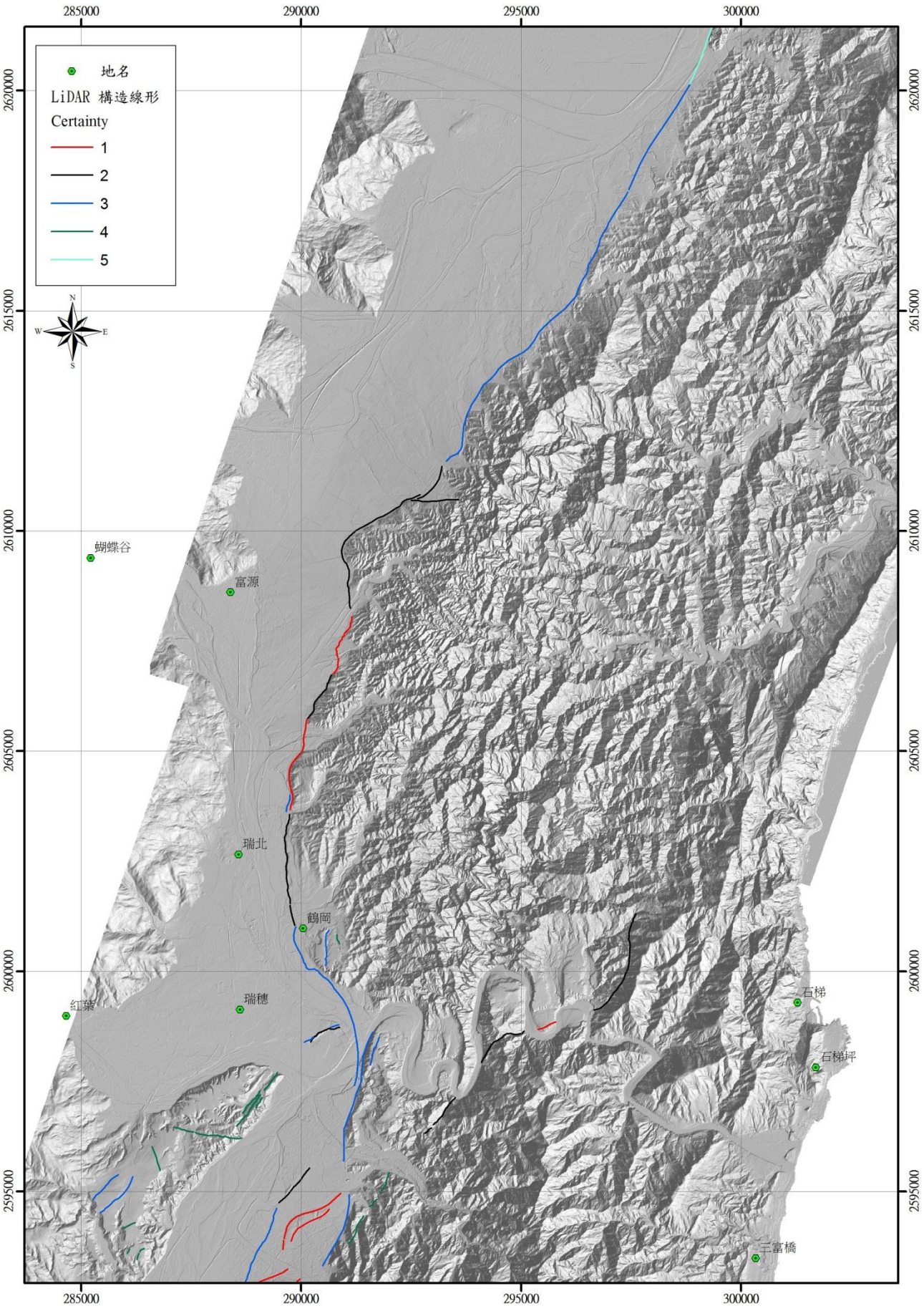


圖 7-2 縱谷中北段瑞穗斷層及沿線附近構造地形分析及判釋成果

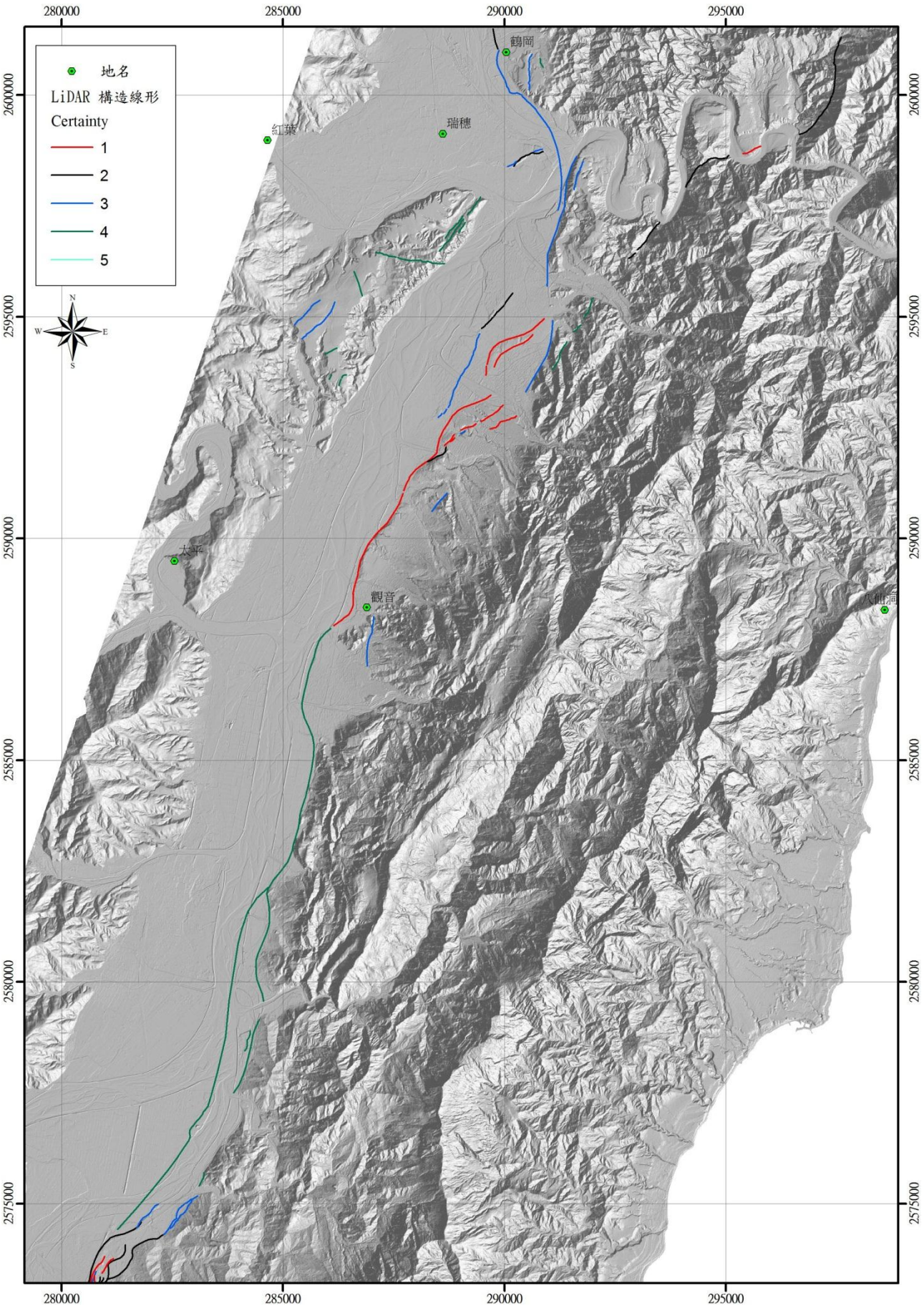


圖 7-3 縱谷中段玉里斷層、部份池上斷層及兩斷層沿線附近構造地形分析及判釋成果

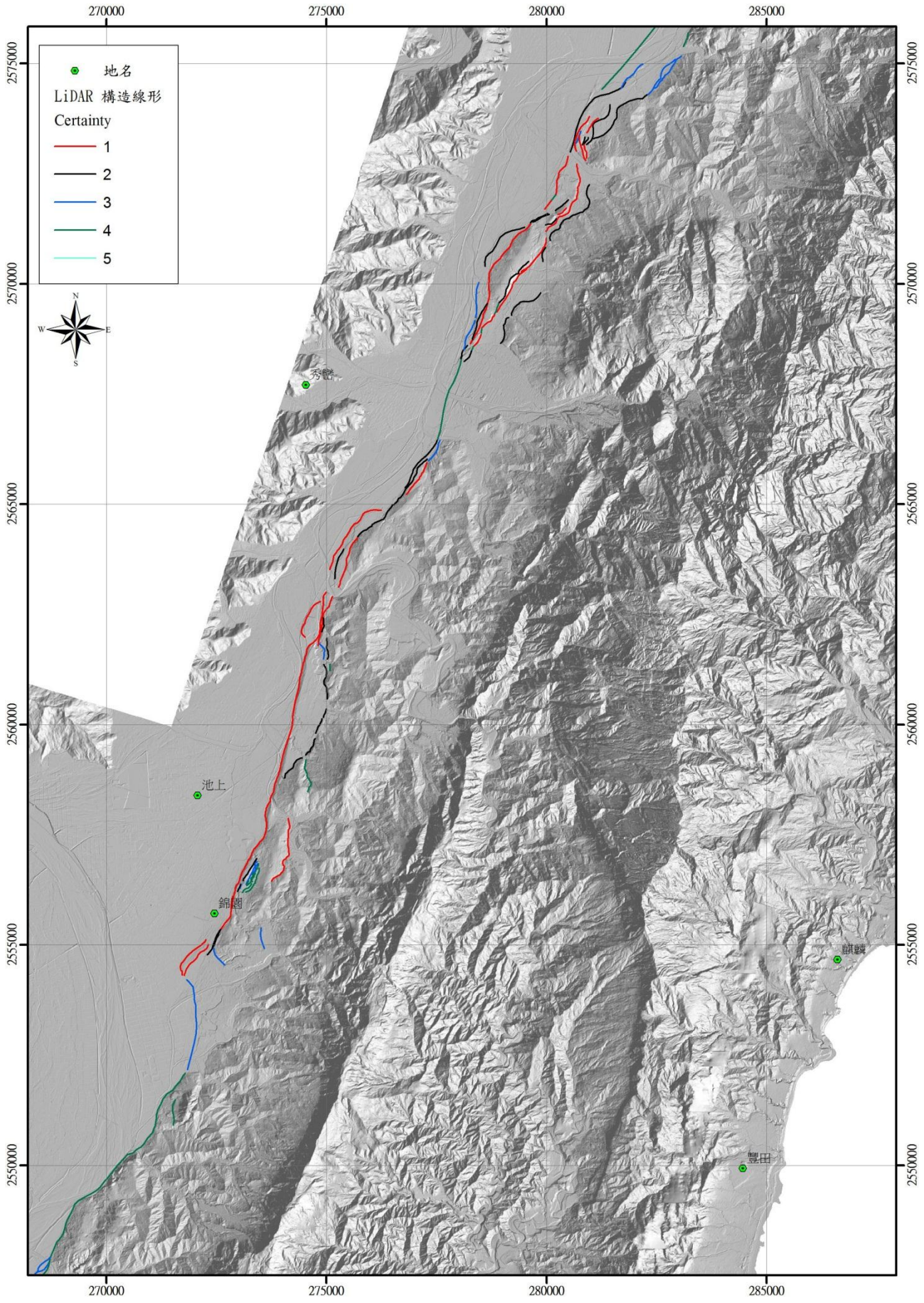


圖 7-4 縱谷中南段池上斷層及沿線附近構造地形分析及判釋成果

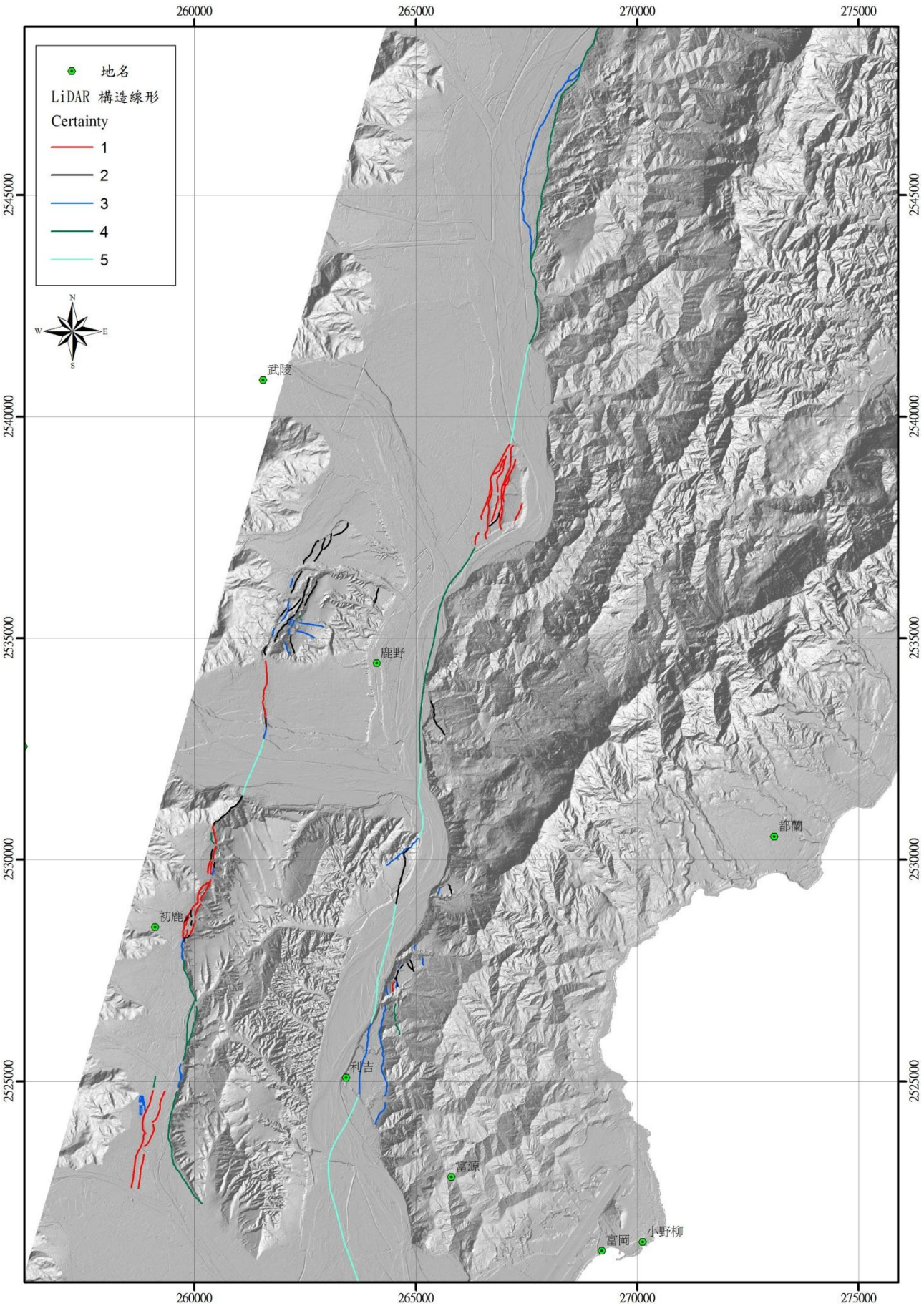


圖 7-5 縱谷南段鹿野及利吉斷層，以及兩斷層沿線附近構造地形分析及判釋成果

山腳斷層

本斷層主位於台北盆地之西緣，北起金山，往西南經北投，止於樹林附近，呈北北東－南南西走向，全長約 35.4 公里。因台北盆地面與西側之林口台地面呈現一相當明顯之地形落差，因此學者提出台北盆地的陷落形成和山腳斷層的活動有關 (林朝棨，1957；王執明等，1978)。林啟文等人(2000)依據前人的描述，指出山腳斷層為一條正移斷層。利用地形特徵的分析結果，林口台地與台北盆地交界處，山腳斷層形成數公尺落差的崖(沈淑敏等，2005；詹瑜璋等，2005)，且其線形通過大屯山與七星山之間的鞍部(陳文山等，2003；詹瑜璋等，2006)。由地質鑽探及地球物理探勘的證據，台北盆地西緣處第三紀基盤落差最大可達約 700 公尺左右，且因關渡斷層的落差仍相當可觀，斷層似乎可再向東北延伸至金山地區(Huang et al., 2007)，經由地質鑽探調查，證實金山地區曾經歷經巨大的構造陷落事件(盧詩丁等，2005)。透過雷達差分干涉量測法(張中白、陳錕山，2003)以及 GPS 和精密水準進行近斷層地表變形量測(饒瑞鈞等, 2006)，顯示目前斷層呈現下陷趨勢、而水平向變位則不甚明顯。

由 LiDAR 資料所顯示出來的構造地形特徵，利用地形證據判釋山腳斷層以及其周圍的變形帶，大致分佈位置，由北而南，各如圖 7-6~7-8 所示。

金山地區的 LiDAR 影像顯示，在金山沖積平原的北側有一明顯的地形崖，這地形崖基本上與關渡到樹林沿線地區的地形崖類似，亦即我們並不清楚它是否就代表正斷層作用在地表所留下的痕跡，因為磺溪的沖積作用也影響了斷層的判釋。若要進一步確定本區的斷層位置，則需要利用其他的方法，例如震測與鑽井等工作。地質調查所近來在金山地區的鑽井工作，已進一步確認本區的正斷層作用(盧詩丁等，2005)；本區段之構造線形位置分佈如圖 7-6 所示，另本區段之三維地形特徵及構造線形三維地形套疊如圖 7-9 及 7-10 所示。

從關渡到金山沿線地區，基本上跨過整個大屯火山區，地質調查所的新版活動斷層圖並未將山腳斷層繼續向本區延伸，可能考量尚未有直接可靠的證據。中央大學李錫堤教授所繪製的本區活動斷層圖，包括所謂的磺溪線形與小油坑線形等推論為正斷層的線形構造。本研究經由 LiDAR DTM 資料判讀關渡至金山沿線地區，得到較為確定的斷層線分布，這些斷層線的方向大致呈東北－西南走向，斷層線斷斷續續，常呈雁形排列，斷層的形態為正斷層，錯移量約數公尺，大部份的斷層截切地勢平坦的火山熔岩流表面，本段構造線形位置分佈如圖 7-6 所示，另本區段之三維地形特徵及構造線形三維地形套疊如圖 7-9 及 7-10 所示。圖 7-11 及 7-12 指示大屯山兩側山腳斷層沿線附近地形及判釋所得之構造線形位置，以及陰影圖上指示地形上之線形特徵。

另從關渡到樹林沿線地區呈現一主要的地形崖，這地形崖的延續性良好，由於本研究所繪製的地形崖與主要的河流作用方向約呈垂直，所以本地形崖亦有可能為斷層崖，但是否為斷層崖則需要更多其他的直接證據來証實，例如震測剖面、鑽井岩芯資料等。根據前人的鑽井岩芯資料顯示山腳斷層的正斷層跡可能分布在這一地形崖的東側(林朝宗，2001)，而根據

地表的實測資料亦顯示可能的斷層崖是在本研究繪製地形崖的東側(陳致同等,2004)。因此，我們保留本地形崖為斷層崖的說法；本段構造線形位置分佈如圖 7-8 所示，另本區段之三維地形特徵及構造線形三維地形套疊如圖 7-13 及 7-14 所示；圖 7-15 指示林口台地東緣山腳斷層沿線附近地形、判釋所得之構造線形位置，以及地形陰影特徵。然而，在樹林地區於主要的地形崖東側，亦存在一些地形落差的線形，這些線形有可能是正斷層的斷層跡，未來需要更進一步的鑽井岩芯分析與驗證；本段構造線形位置分佈如圖 7-8 所示，另本區段之三維地形特徵及構造線形三維地形套疊如圖 7-16 及 7-17 所示。

由 LiDAR 精密地形資料可以看出，本技術所取得之地形資料未來將是尋找與確定斷層型態和位置相當重要的工具，特別在植被茂密的台灣地區，因為包含植被的 LiDAR DSM，事實上亦無法清楚判釋錯移僅數公尺的斷層。

本研究的線形判釋準則之一為已知平緩的地形面，例如火山熔岩流或平台，呈現因差異侵蝕所造成的線形構造。我們發現有二至三組的地表線形分布於本區。整體而言，這個線形系統型態與本區西北－東南方向的伸張作用可能相關。其中最重要的二組，其走向約為東北－西南方向與西北西－東南東方向，然而這些線形的先後關係與錯移方向，在 LiDAR 影像中不易確定；另外針對本線形，因和金山斷層可能無直接相關性，另考量圖面之清晰、簡潔，故於近斷層之斷層相關構造地形分析中，並未將之放置內文之附圖內。綜合以上觀察，從 LiDAR DTM 我們判釋出關渡到樹林地區的地形崖以及金山沖積平原北側的地形崖，然因後期的河流沖積作用可能已經改變了原有的斷層崖位置。而位於大屯火山群 LiDAR DTM 所判釋出來的正斷層系統，就其地形特徵而言，皆截切平坦的熔岩平台，極可能為新近發生的斷層。如需進一步確定其發生的年代，斷層挖溝定年將是一有效的方法。另在大屯火山群地區的地表線形型態，可能與本區西北-東南方向伸張有關。

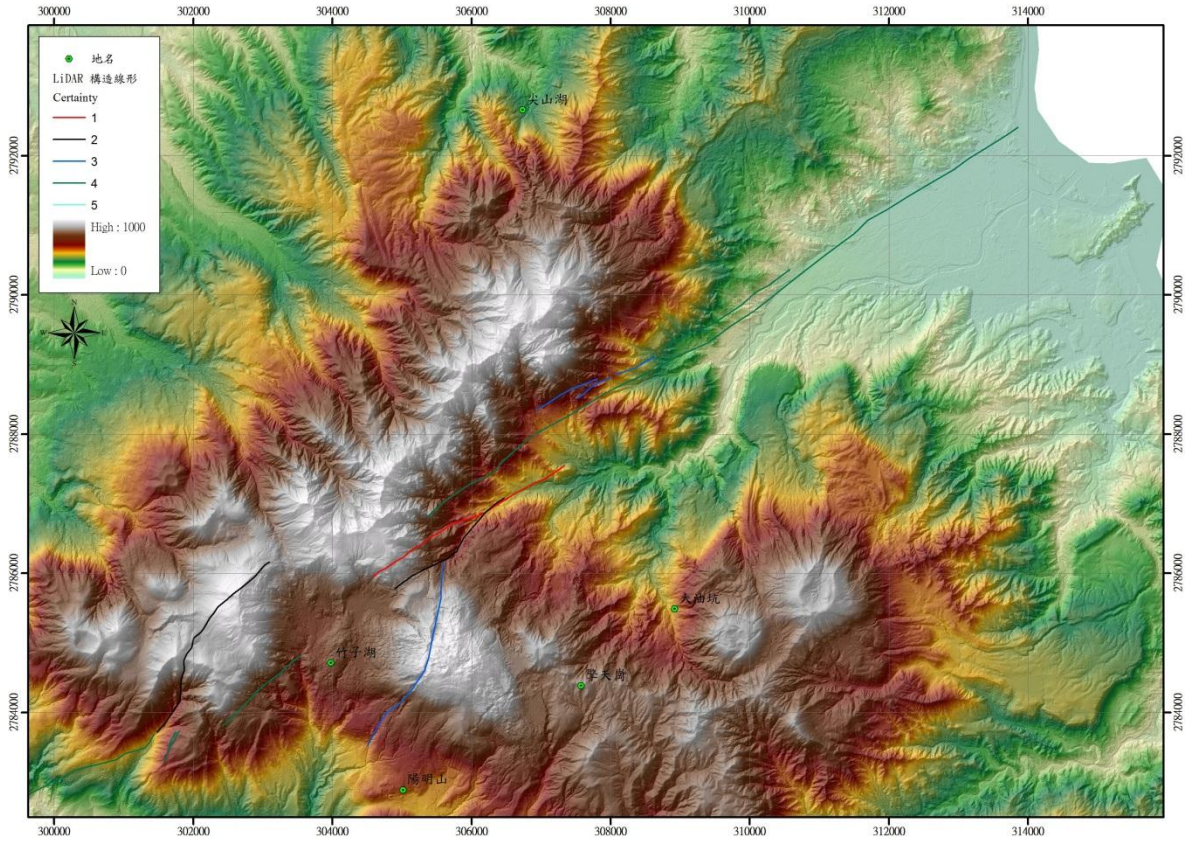


圖 7-6 山腳斷層東北段金山至竹子湖附近區域構造地形分析及判釋成果

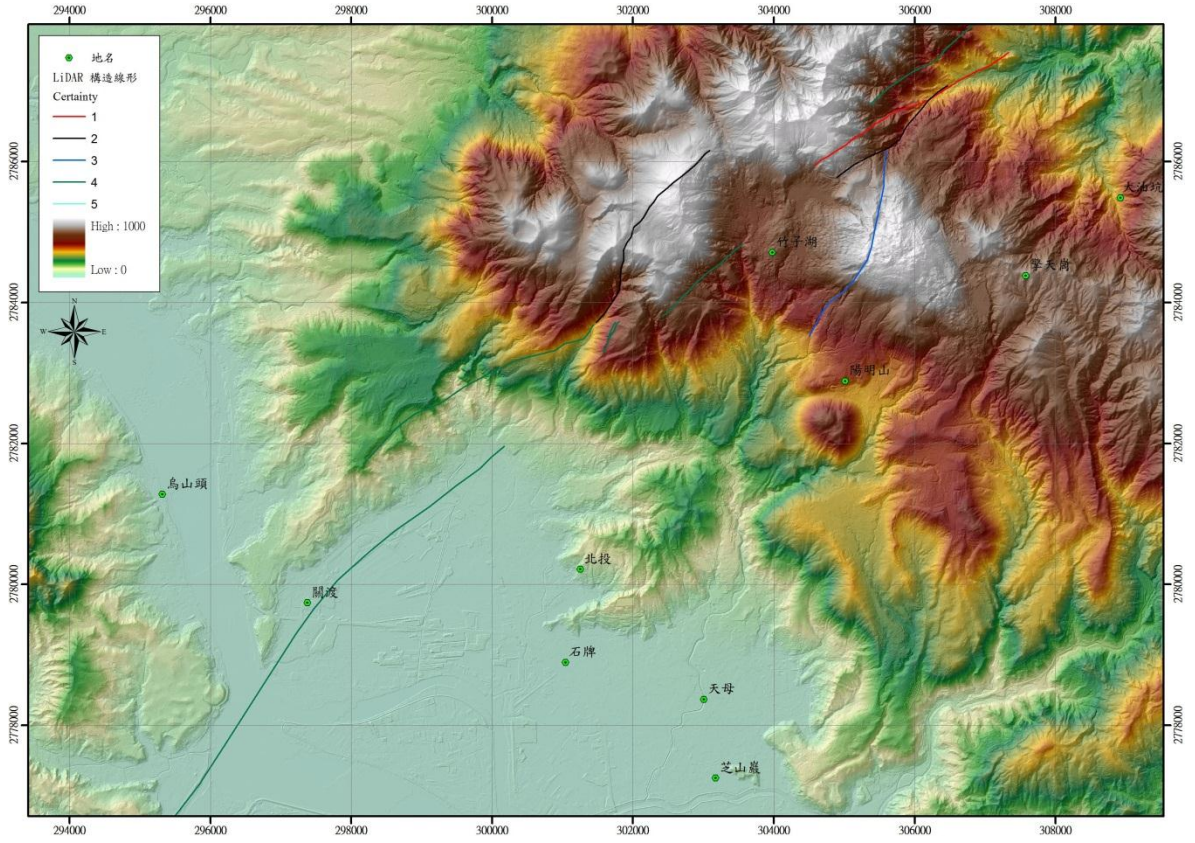


圖 7-7 山腳斷層中段大屯山附近區域構造地形分析及判釋成果

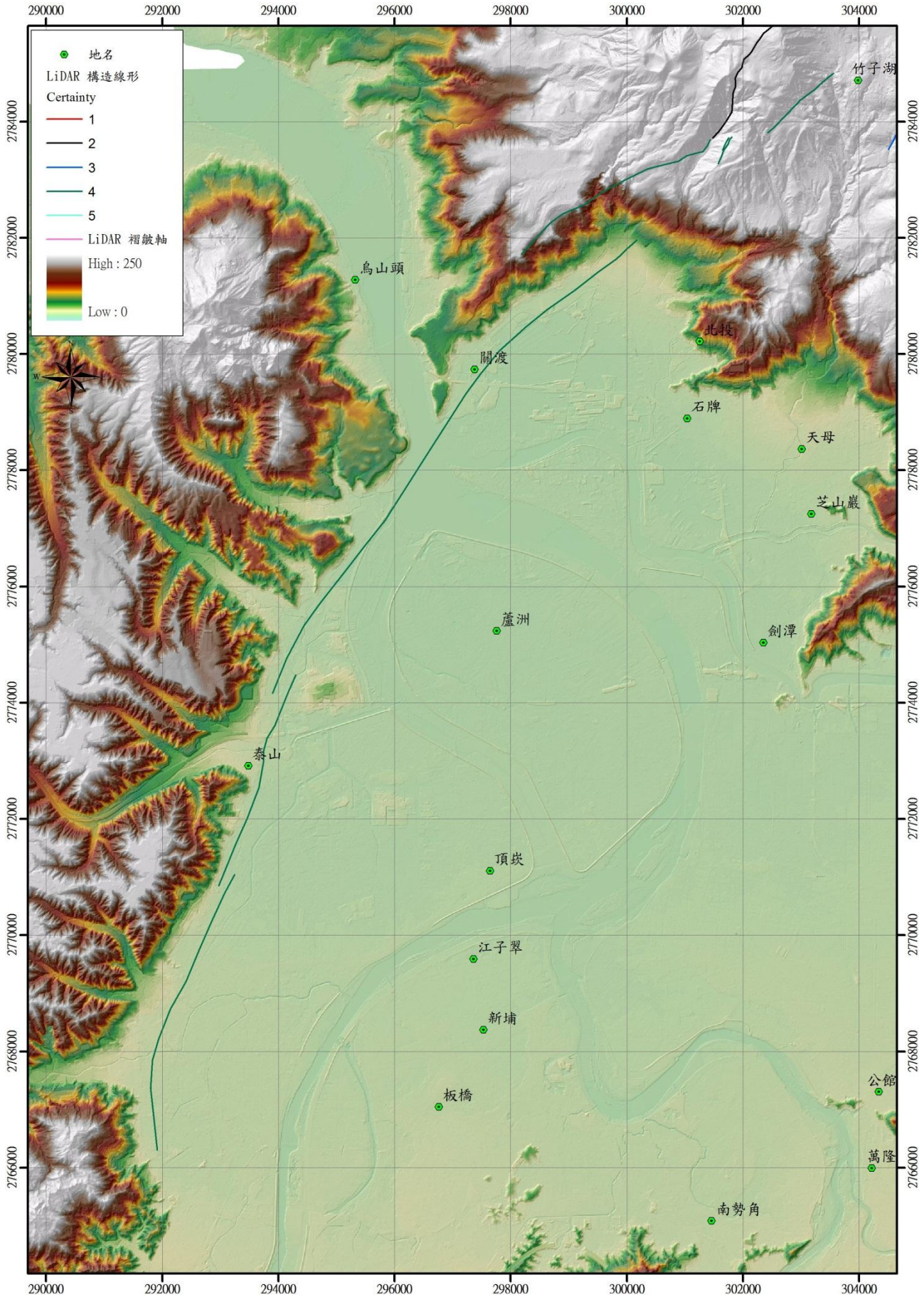


圖 7-8 山腳斷層西南段關渡至樹林附近區域構造地形分析及判釋成果

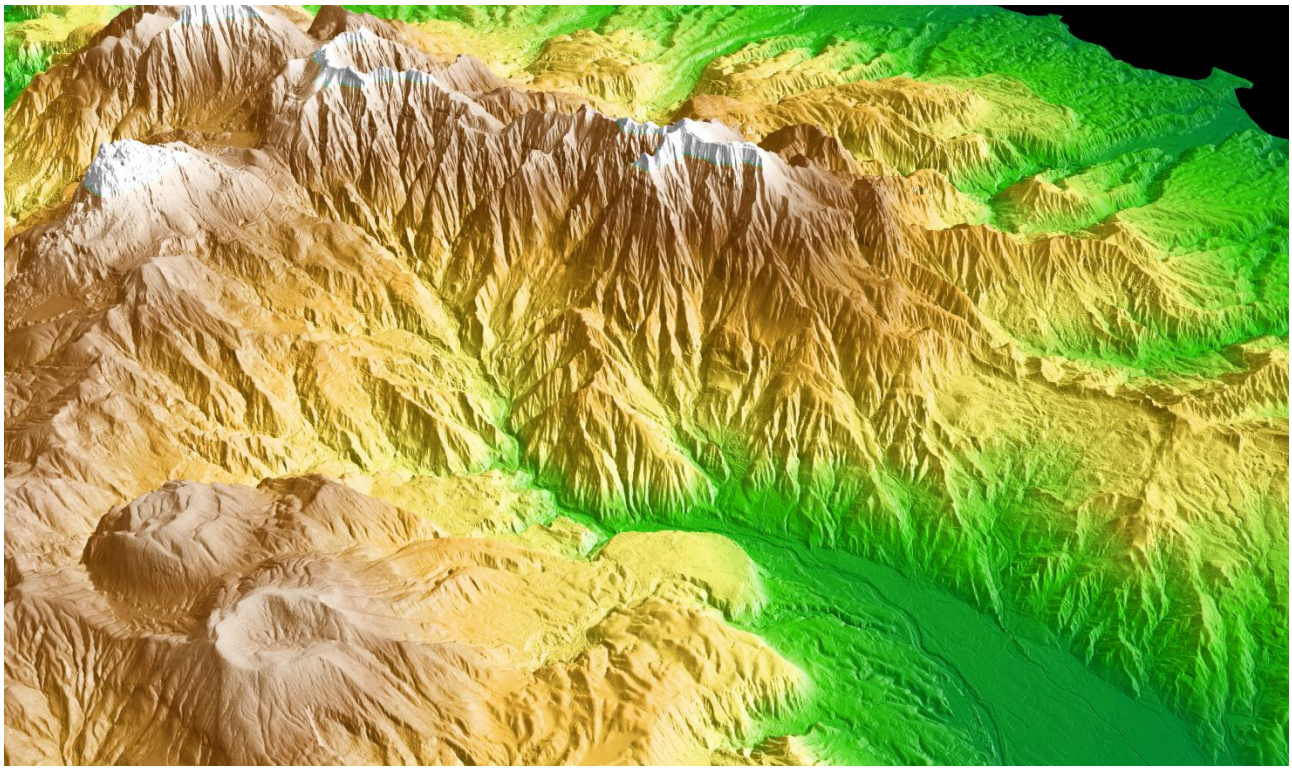


圖 7-9 七星山東麓山腳斷層沿線附近三維地形特徵

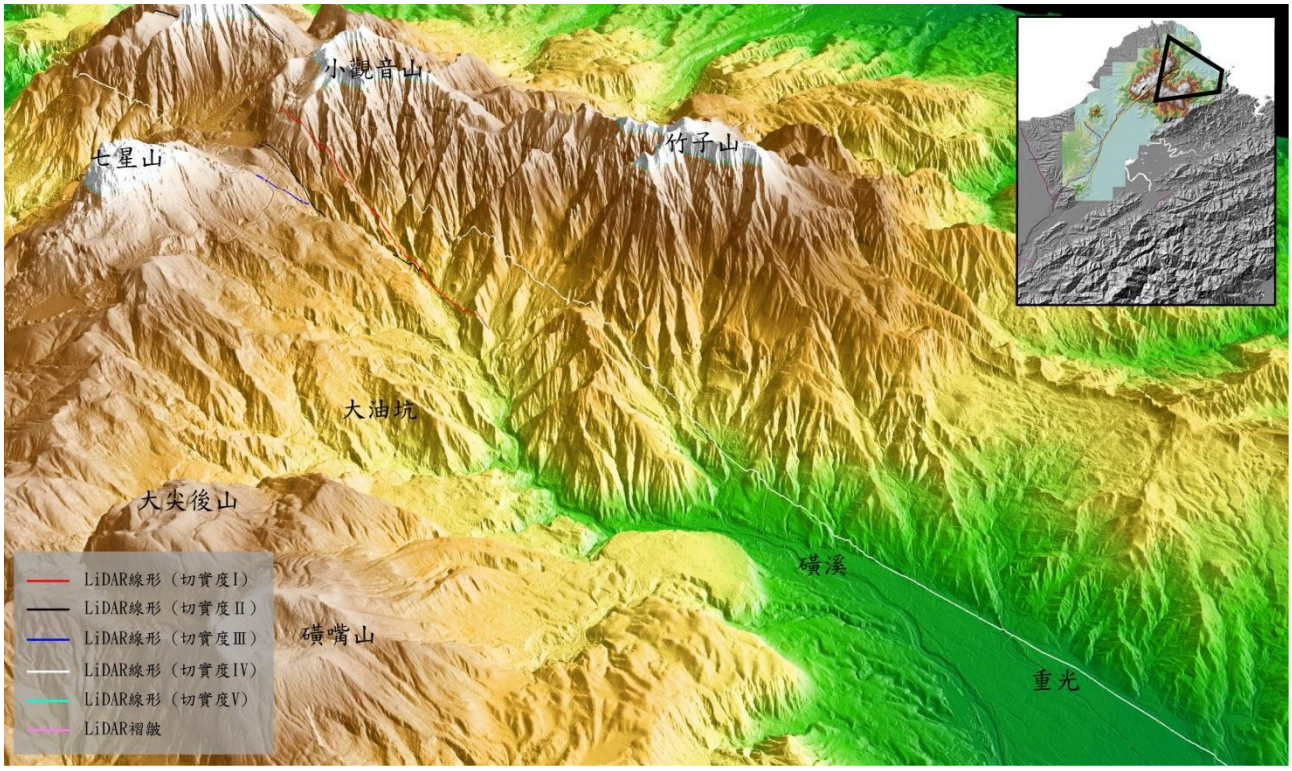


圖 7-10 七星山東麓山腳斷層沿線附近三維構造地形判釋成果

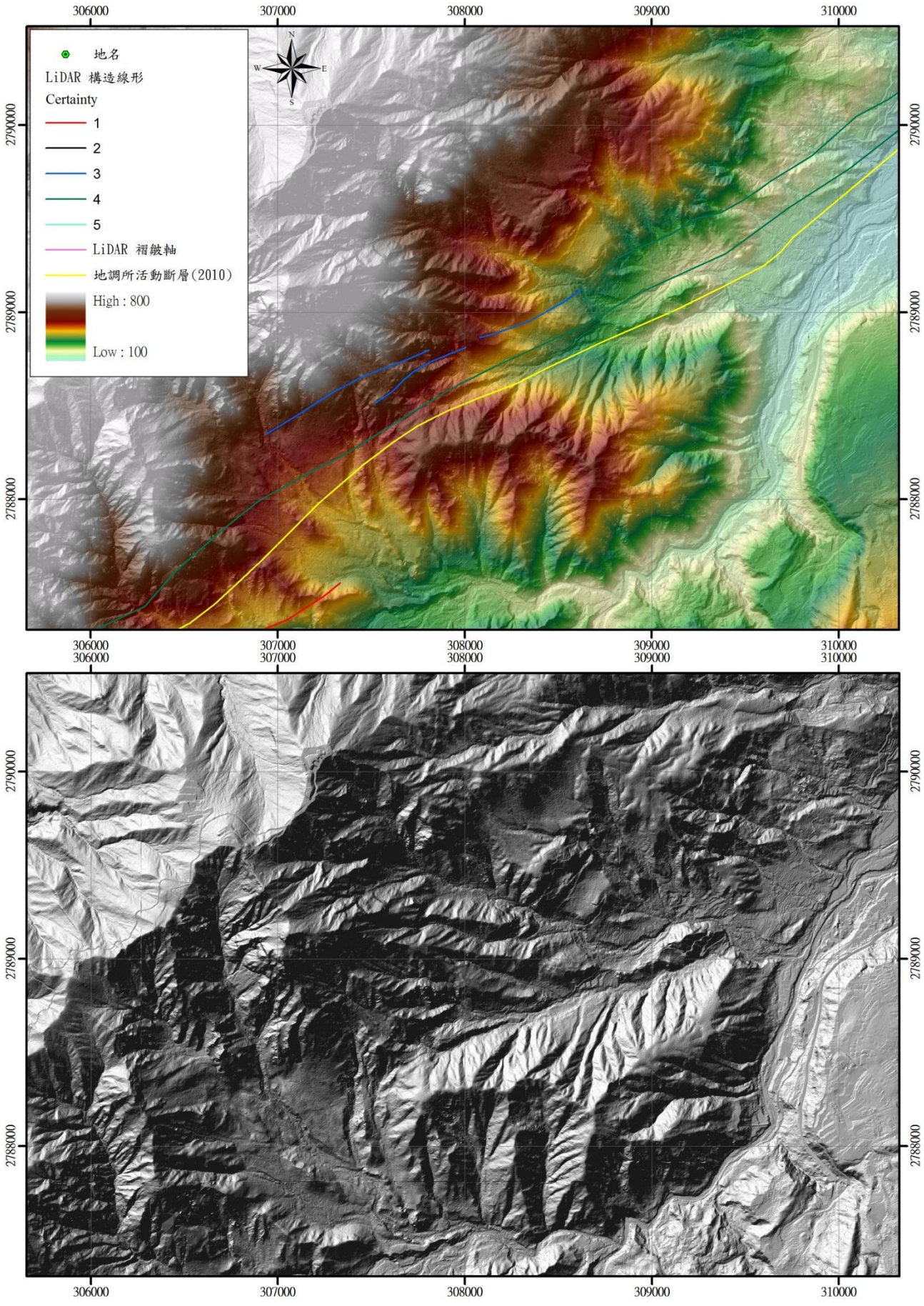


圖 7-11 大屯山東側山腳斷層沿線附近地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵

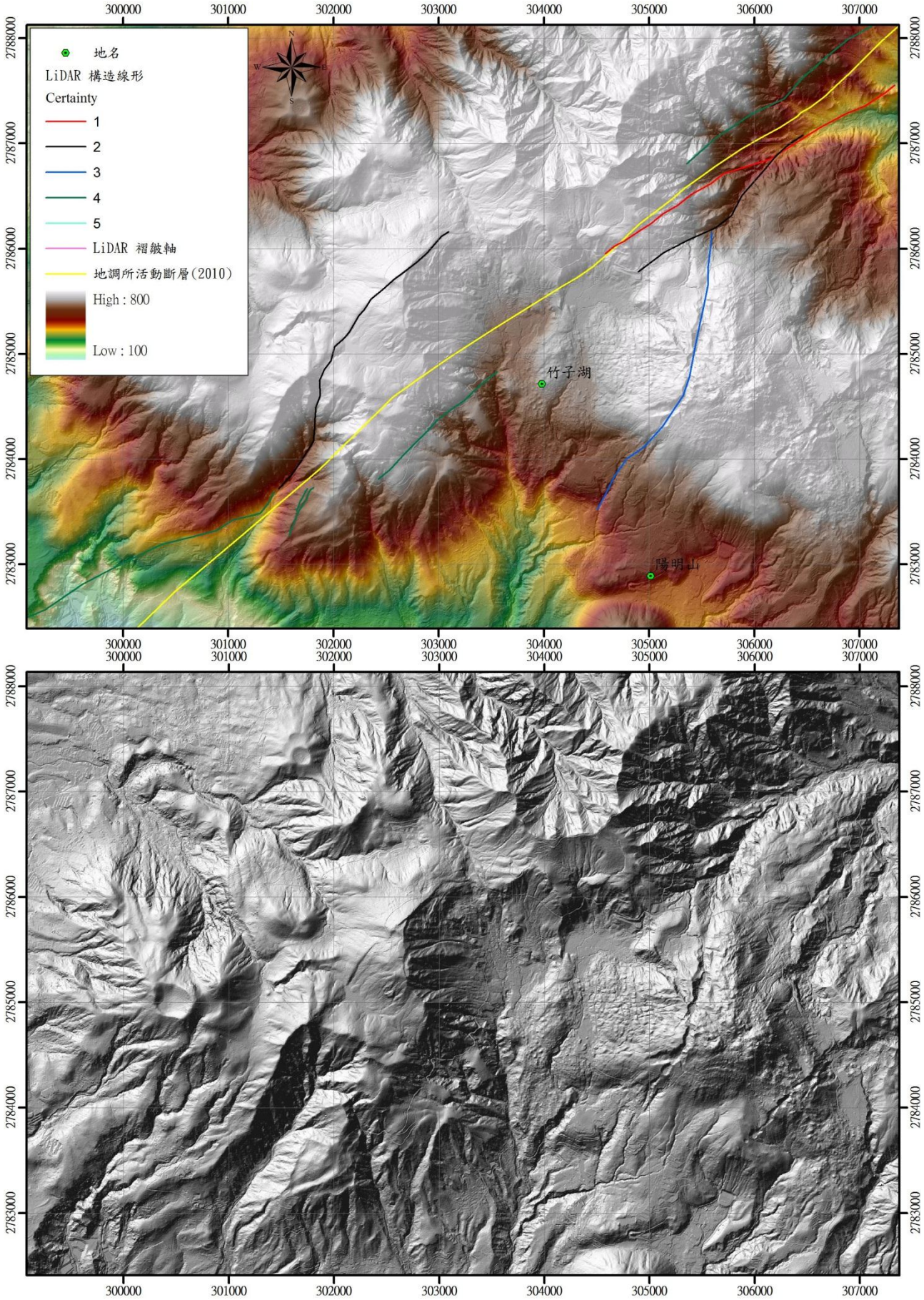


圖 7-12 七星山、大主峰山腳斷層沿線附近地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵

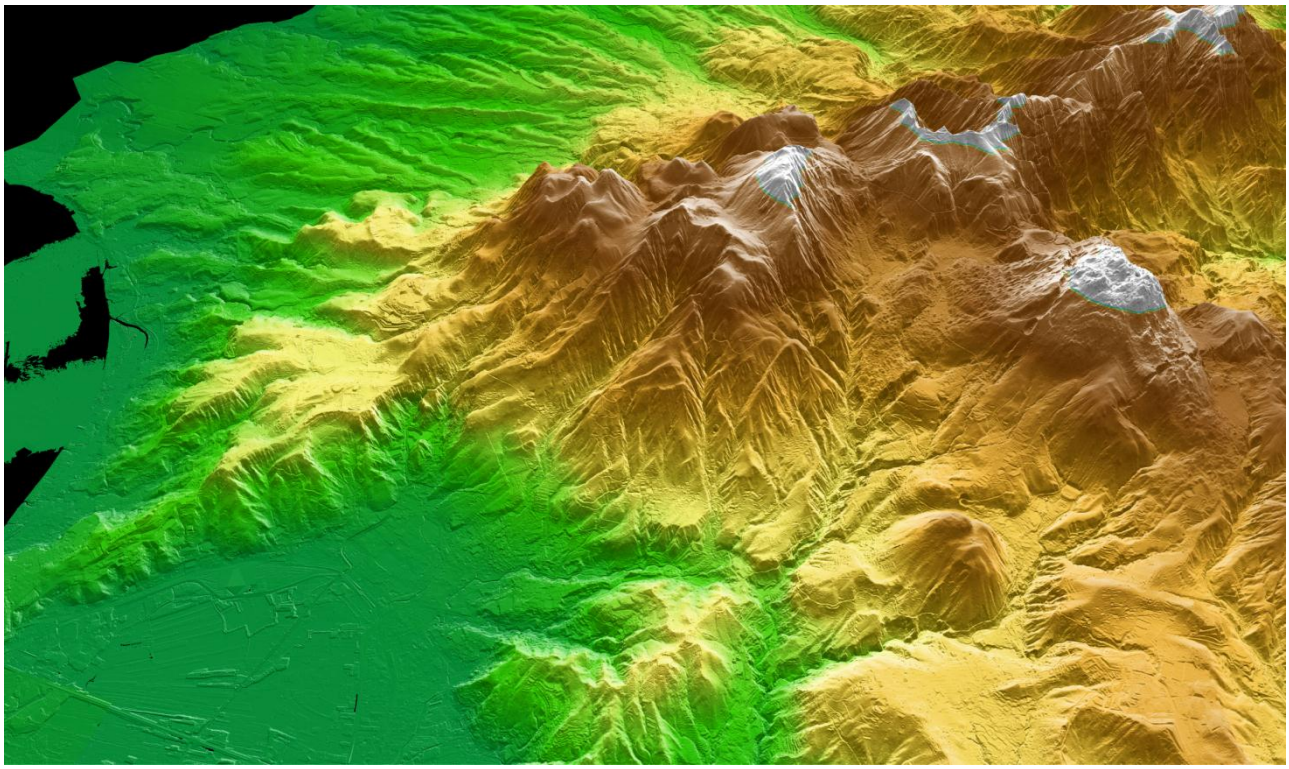


圖 7-13 七星山台北盆地一側山腳斷層沿線附近三維地形特徵

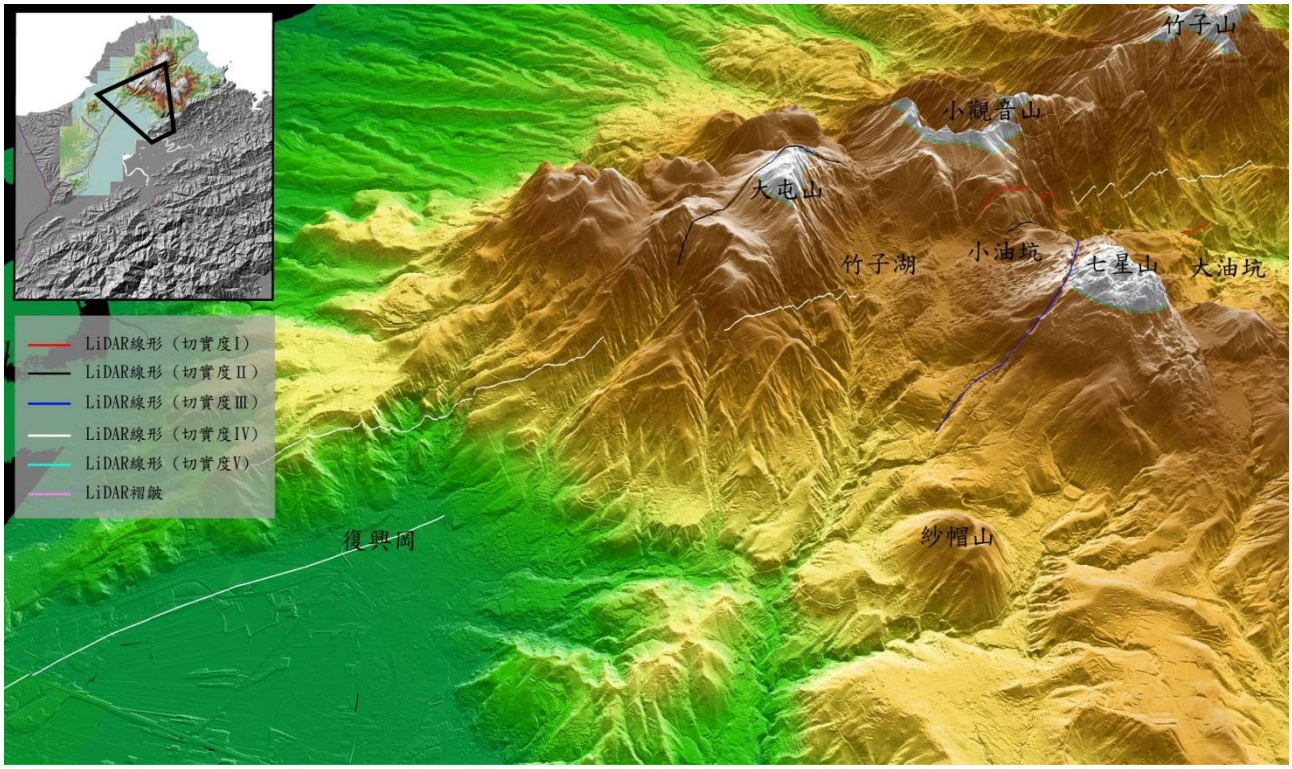


圖 7-14 七星山台北盆地一側山腳斷層沿線附近三維構造地形判釋成果

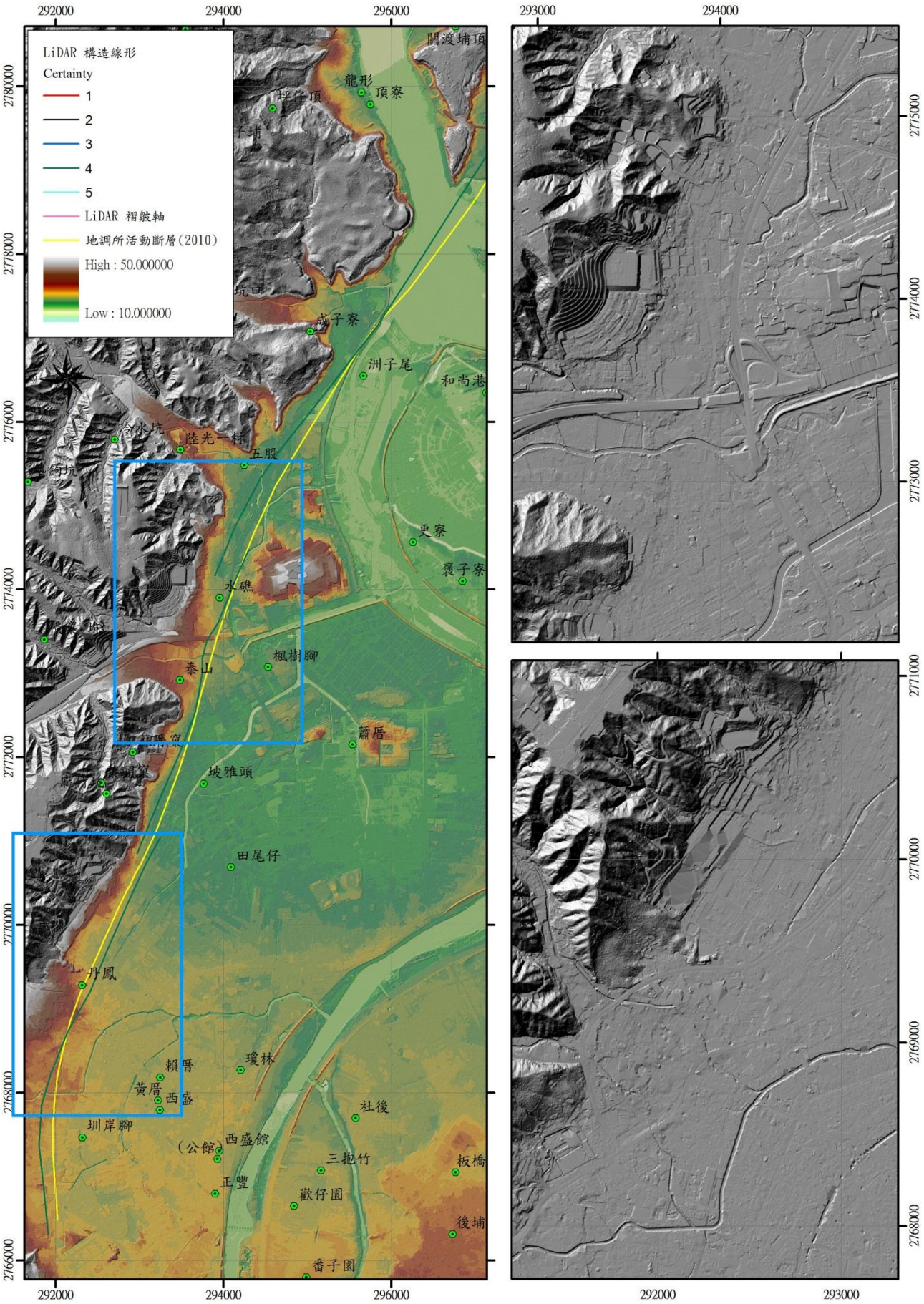


圖 7-15 林口台地東緣泰山－丹鳳附近地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵

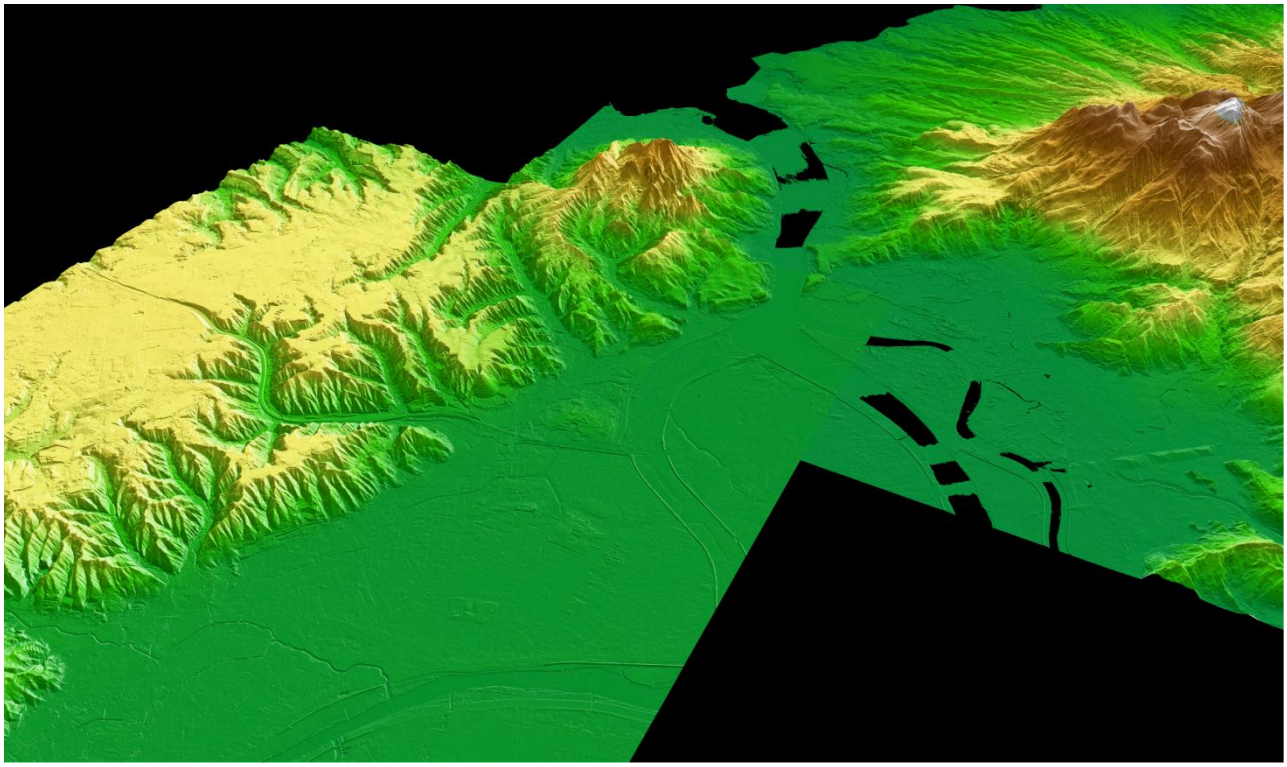


圖 7-16 林口台地邊緣附近山腳斷層沿線鄰近區域三維地形特徵

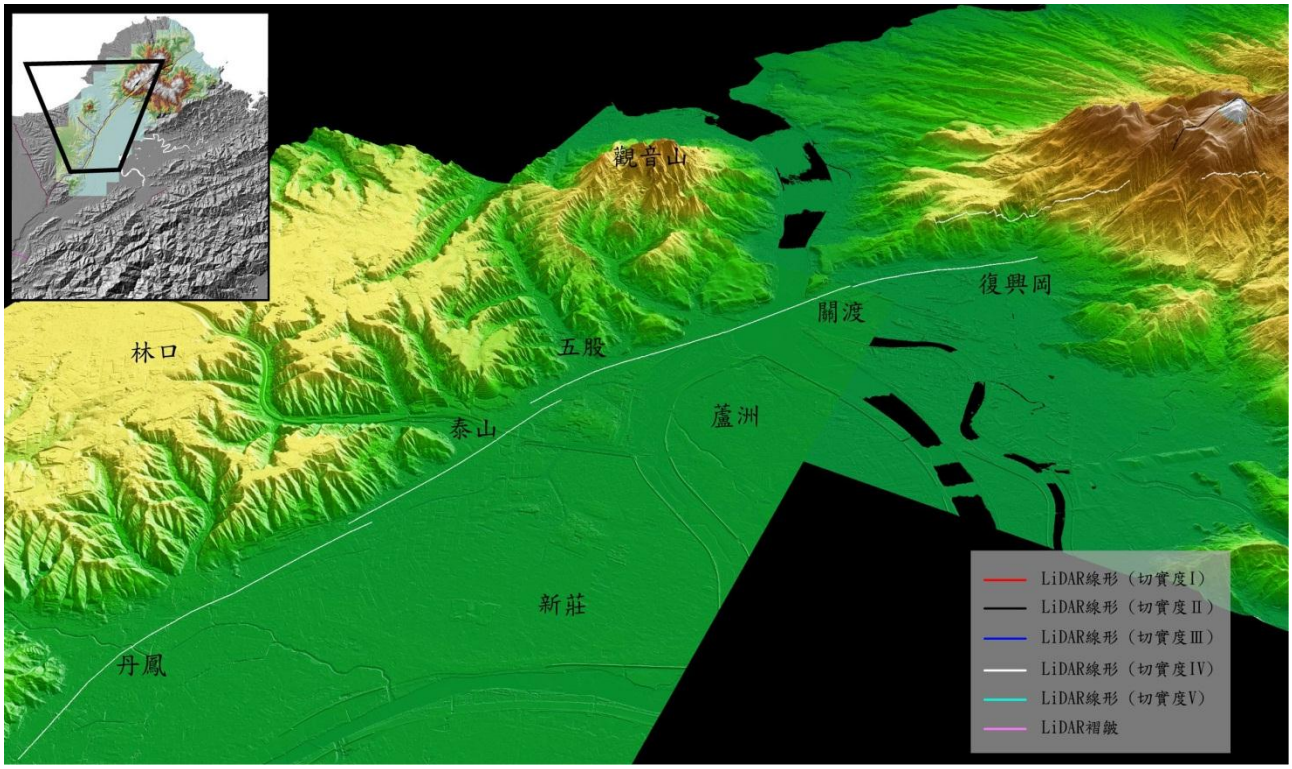


圖 7-17 林口台地邊緣附近山腳斷層沿線鄰近區域三維構造地形判釋成果

瑞穗斷層

瑞穗斷層為一兼具左移分量之逆移斷層。本斷層基本上為台灣東部縱谷斷層的一段，大致呈北東 10 度到正南北向之走向，北起花蓮縣光復鄉東富村，主要沿海岸山脈西緣向南延伸，至花蓮縣玉里鎮春日里，與池上斷層及奇美斷層相接，總長度約 33 公里（陳文山等，2006，2008；林啟文等，2007）。本斷層最早是徐鐵良（Hsu，1962）針對民國 40 年（西元 1951 年）11 月 25 日縱谷中部地震的地震斷層研究，所認為的地表破裂帶的一部份，當時稱之為玉里斷層，而本斷層即是玉里斷層的北段。其後中央地質調查所由於二者的斷層特性不同，特別將瑞穗斷層分了出來，並列為第一類活動斷層。1951 年的系列地震之調查研究中，徐鐵良並未詳細繪製地表破裂，後人均以照片來推論斷層可能位置（游明聖，1997；張徽正等，1998；林啟文等，2000；鍾令和，2003）。另根據古地震槽溝開挖的研究，除了 1951 年的地震之外，本斷層尚有 3 次的古地震事件，地震的活動週期約為 190±20 年（陳文山等，2006）。

由 LiDAR 資料所顯示出來的構造地形特徵，利用地形證據判釋瑞穗斷層以及其周圍的變形帶，大致分佈位置，由北而南，各如圖 7-18~7-24 所示。

其中北段區域，東富至加來灣間附近區域，判釋之構造異常位置，可能因地表作用及人為開發等影響， 大致和沈淑敏等人(2006)運用航空相片立體對判識所得結果相差不大，主斷層本身線形並不清晰，所伴生、次生之構造線形主分佈於山麓前緣，如圖 7-18 及 7-19 所示；圖 7-20 指示本區附近山麓前緣地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵，因於特徵不夠顯著，另外線形外型亦較彎曲，故其線形之確實度較低。另於加來灣附近之自強外役監獄可見一東西向線形，本線形和陳文山等人(2006)所施做之斷層挖溝位置一致，但就線形方向來看，似可能為受主斷層作用之分支斷層或次生構造，本次生線形位置如圖 7-19 左下角所示；圖 7-21 指示加來灣－儡遠附近山麓前緣構造地形特徵，其中地形特徵亦不夠清晰，故確實度不高。

再往南，於儡遠至烏漏間，構造地形特徵明顯，主要為分佈於山麓及平原接觸帶附近之低緩斷層小崖，最主要並明顯之構造小崖可見於安定橋及大肚滑附近之興鶴橋，其中興鶴橋附近小溪扇錐前緣垂直河流方向，兩側高差達近十公尺，最是明顯；另本段線形北側已有多處斷層挖溝研究，可以直接指示斷層所在。本段構造線形位置分佈如圖 7-22 及圖 7-22 上方所示，另本區段之三維地形特徵如圖 7-25 及 7-26 所示；平面圖 7-27 指示儡遠－烏漏間山麓前緣之地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵，其中安定橋附近(圖 7-27 右上角陰影圖)及興鶴橋附近(圖 7-27 右上角陰影圖)可見扇面隆起，形成垂直現生河流之地形崖，就地形崖之發育及了沖積扇面之坡度、坡向特徵來看，本區之地形崖，推論應直接和構造作用相關，故將本構造地形確實度列為一級。

於烏漏至鶴岡南側，就構造之地形特徵來看，本段區域內之次生構造，似較前人所列之主斷層位置稍往平原一側發育，其位置於圖 7-23 所示，唯其特徵並不顯著；另本構造線東側，

位於烏漏南側及鶴岡間，傳統上認定之斷層所在位置，其河階崖尚稱明顯，但於前緣似仍可見階崖，如圖 7-23 所示；圖 7-28 指示烏漏－鶴岡間河流沖積扇前緣之地形、判釋所得之構造線形位置，以及地形陰影特徵；雖然主要地形崖受主河道侵蝕影響而，但局部區域上，其崖線附近地形陰影變化連續，指示地形坡度連續變化，或可排除河道側蝕影響，故於於區內，推論前緣之地形崖，可能指示主受構造影響，局部區域則再受到主河道側蝕，本現象亦可見於圖 2-22 及圖 7-30 中，就本線形之地形特徵來看，其確實度或可列為二級。本區內之三維側視地形特徵，各圖 7-29 及 7-30 所示，其構造地形剖面示例如圖 7-31，其中剖面位置列於圖 7-23 內。再往南，受現生河床沖刷影響，青山南側、德武、春日間之構造地形特徵已不易見；本區段推論之可能次生構造位置如圖 7-24 所示。

大致上來說，本斷層的變形帶較為單純，主要均沿著海岸山脈的西緣分布。在光復鄉富田與大富村之間，構造地形的特徵較不明顯，然而可以確認斷層位於海岸山脈的前緣以西。就野外之觀察，由大富村向南到富源溪與秀姑巒溪的匯流處之間，斷層的構造地形特徵則相當清楚，在安定橋北端，有一斷層小崖位於海岸山脈前緣以西約 100 公尺，高約 2 公尺。再往南於大肚滑溪與富源溪的匯流處，斷層帶在地表也形成了明顯的南北向斷層崖。繼續往南在鶴岡附近，於主斷層東側的鶴岡台地上有一伴生的南北向次生斷層崖，這也是瑞穗斷層沿線少數較為明顯的次生構造。鶴岡以南到玉里鎮德武里附近，此一斷層的地表地形特徵較不明顯，然而此斷層應切過富源溪，並於瑞穗大橋西端附近斜切過秀姑巒溪主流。斷層向南沿德武階地之西緣延伸，過苓子溪後變形帶可能沿數個小山頭之西側至與池上斷層及奇美斷層相接處。

經由野外實際的調查，我們發現了許多瑞穗斷層及其變形帶的野外證據。其中於安定橋北端，我們發現該處的斷層小崖實際上便是 1951 年的地震所造成的斷層崖，而且至今日仍然十分明顯，如圖 7-32 所示。其後在此斷層崖的附近開挖了古地震的槽溝，並且挖到了斷層。在大肚滑溪與富源溪的匯流處所發現的斷層崖東側，可以看到明顯傾斜的第四紀河流礫石層，如圖 7-33 所示，代表該處具有相當年輕的斷層活動。於富源溪匯入秀姑巒溪的河口處，由野外調查得知有一海岸山脈八里灣層的小露頭，同時瑞穗大橋西側橋下亦有出現八里灣層的露頭，由此可知瑞穗斷層的變形帶應至少有部分位於此二露頭之西側。德武以南的苓子溪河床中，於德春橋的橋下有一露頭（圖 7-34），該露頭東側連續出露八里灣層的基盤岩石，經過一明顯之剪切帶後基盤岩石則不復出現，因此或可推測該剪切帶應是瑞穗斷層變形帶的一部份。由該處向南，平原上出現的數個小山頭均由八里灣層所構成，因此瑞穗斷層的變形帶應位於這些小山頭之西側。另一方面，春日以西的鍋蓋樑小山丘地形上具有斷層活動造成的壓力脊特徵，在該處也發現了露頭中具有傾斜的河流礫石層，同時其上覆的砂泥層也有明顯受到斷層活動所截切的跡象，如圖 7-35 所示，因此該小山丘可能也是斷層變形帶的一部份，唯就本斷層變形帶，或可和池上斷層相接。

總而言之，瑞穗斷層之變形帶分布相對於台灣東部縱谷斷層的其他段而言較為單純，除了鶴岡台地上出現的南北向次生斷層崖、春日以西的鍋蓋樑壓力脊、以及包括德武河階和斷層沿線其他地區零星出現的斷層小崖外，變形帶主要沿斷層兩側分布，較少出現分布寬廣之變形褶皺帶，此為本斷層較為特殊之處。

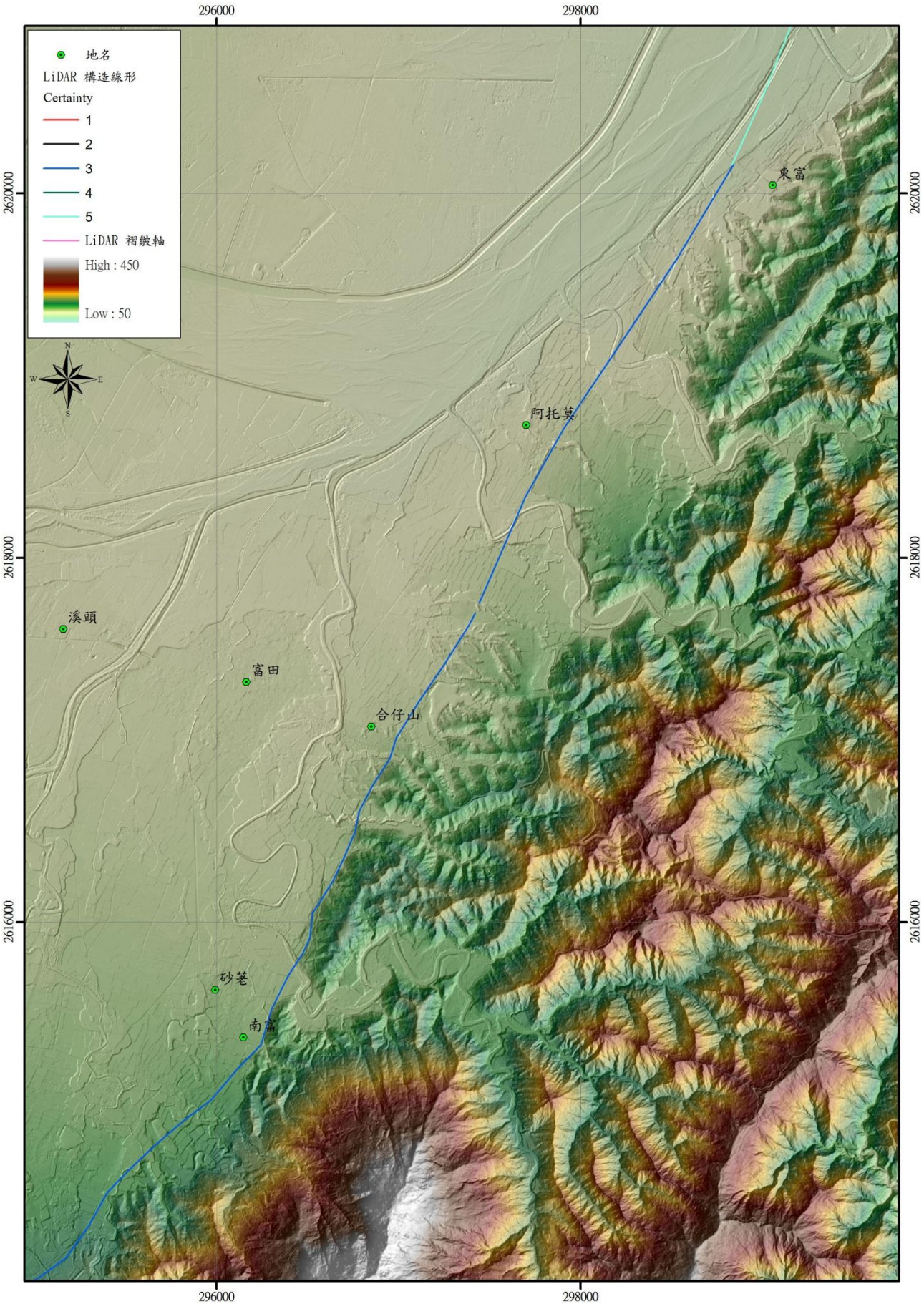


圖 7-18 瑞穗斷層北段東富至南富附近區域構造地形分析及判釋成果

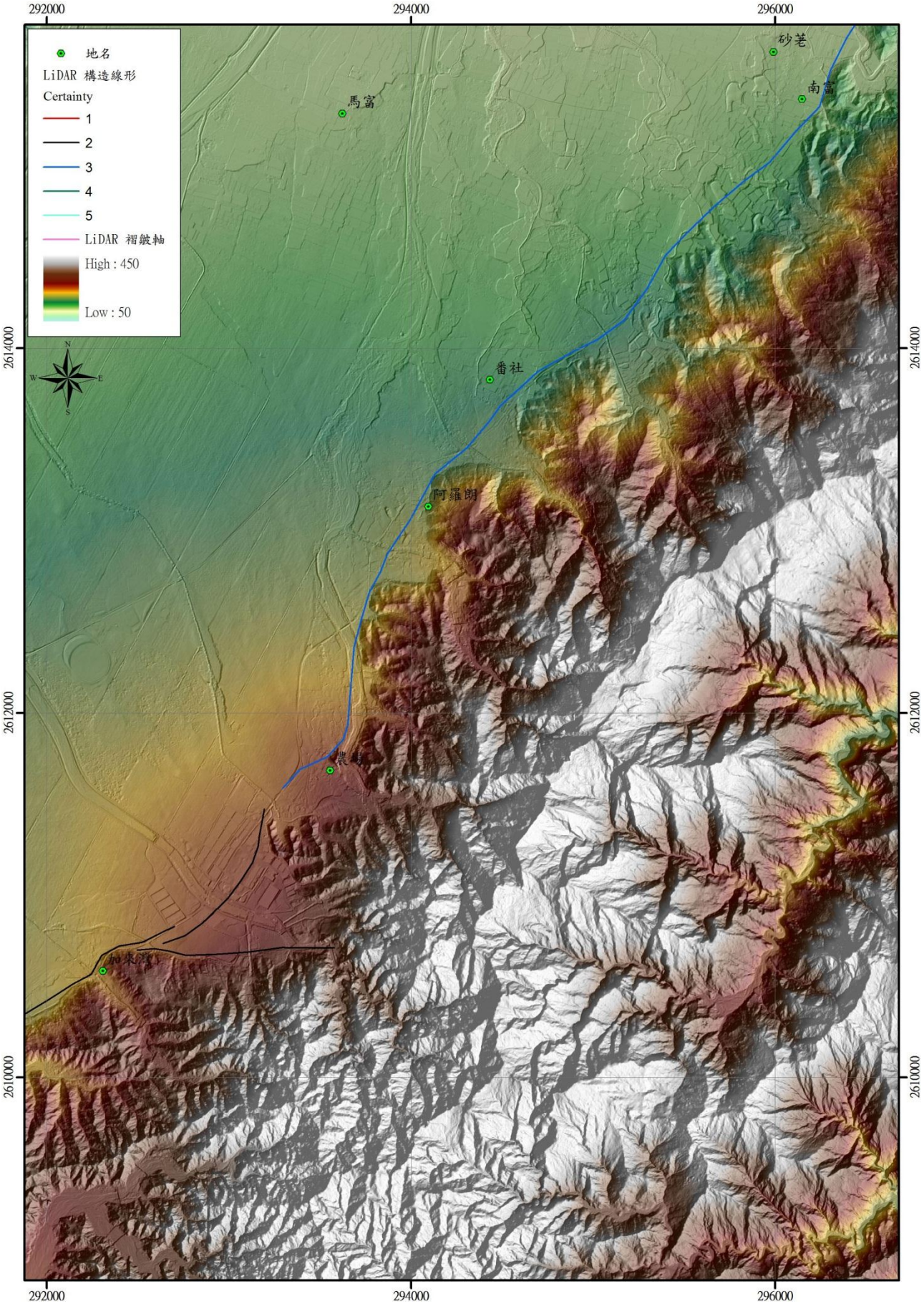


圖 7-19 瑞穗斷層北段南富至加來灣附近區域構造地形分析及判釋成果

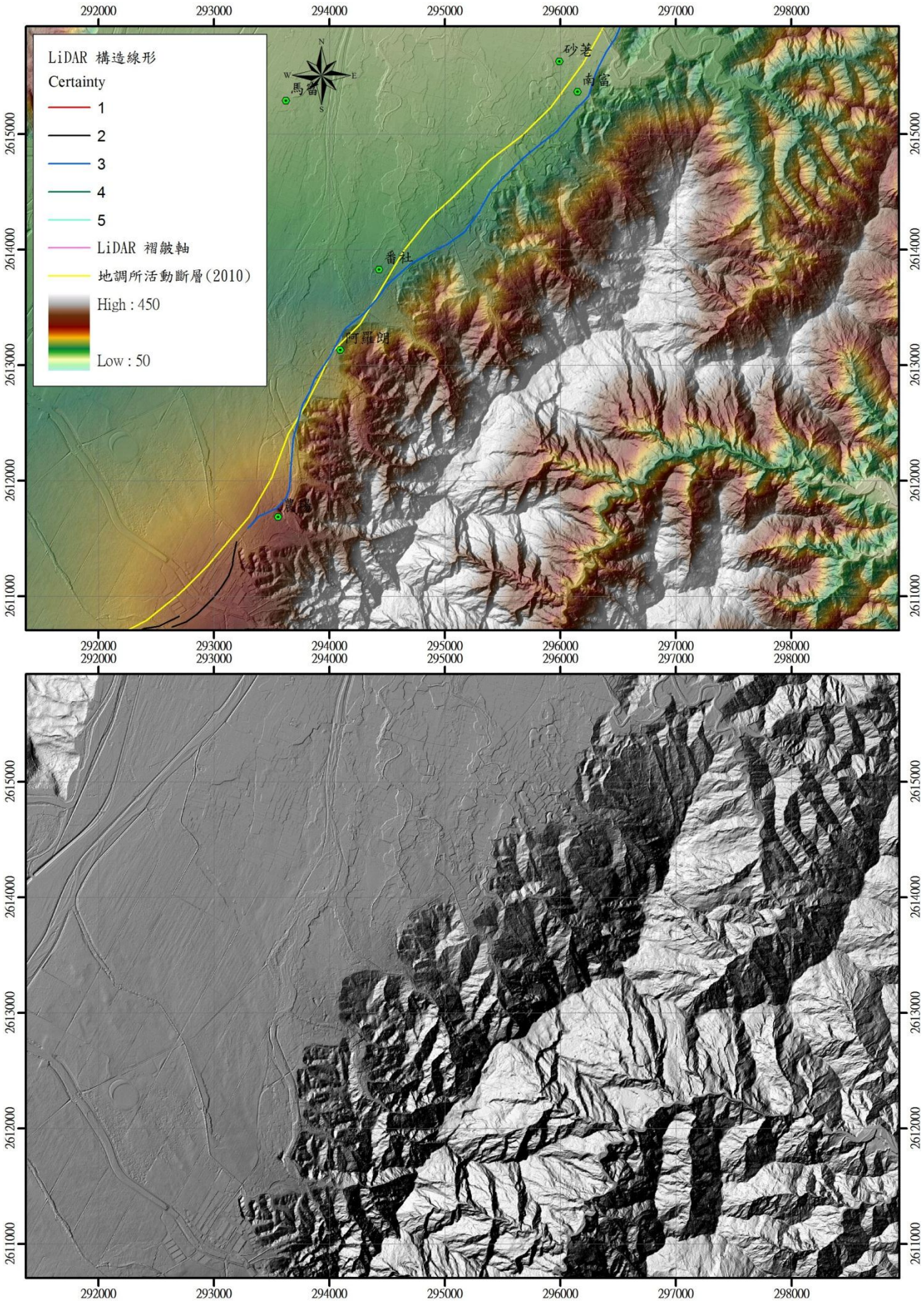


圖 7-20 南富－農場附近地形高程、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵

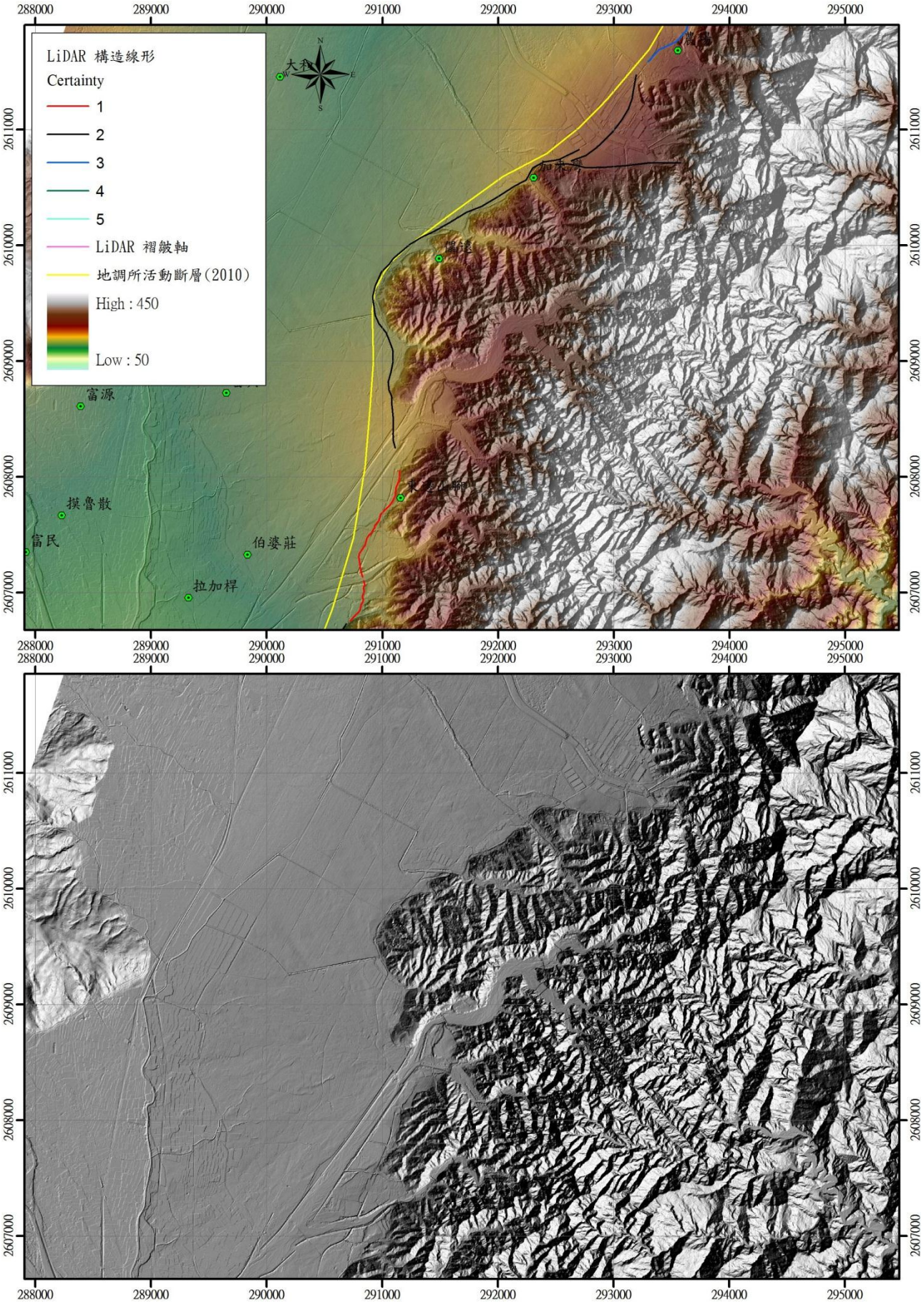


圖 7-21 加來灣－儡遠附近山麓前緣地形、判釋之構造線形位置，以及地形陰影特徵

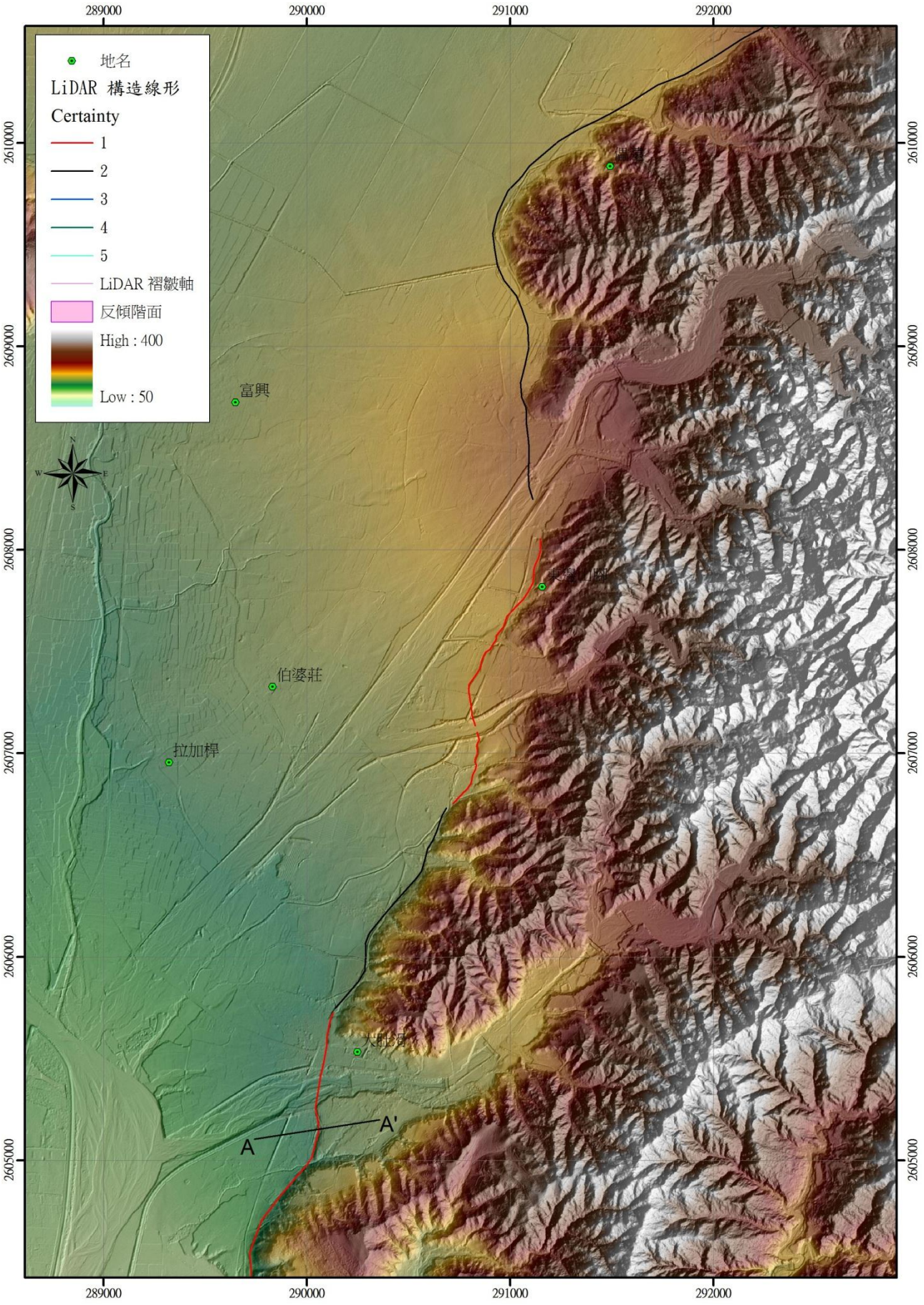


圖 7-22 瑞穗斷層中段儡遠至大肚滑附近區域構造地形分析及判釋成果

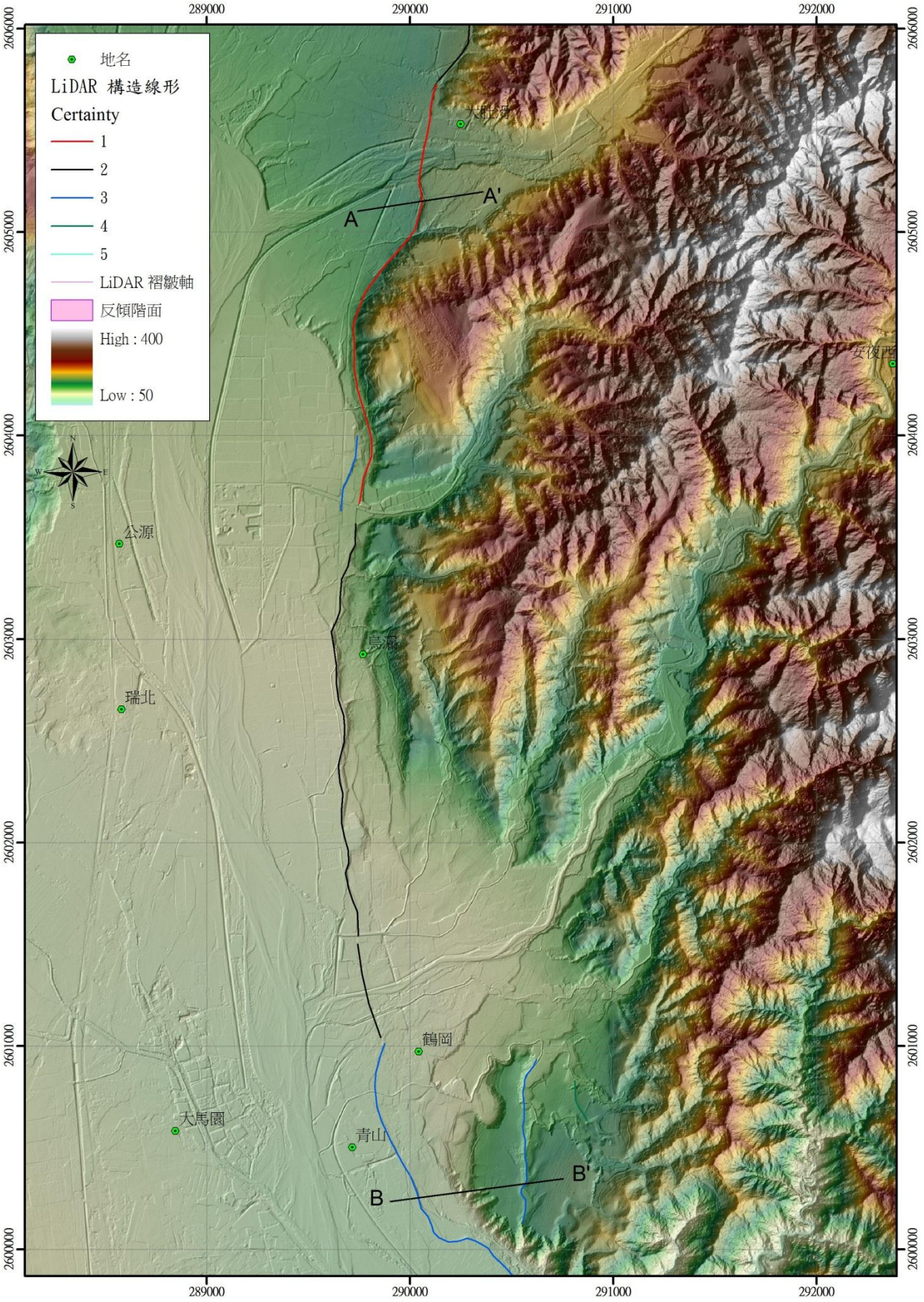


圖 7-23 瑞穗斷層南段大肚滑至鶴岡附近區域構造地形分析及判釋成果

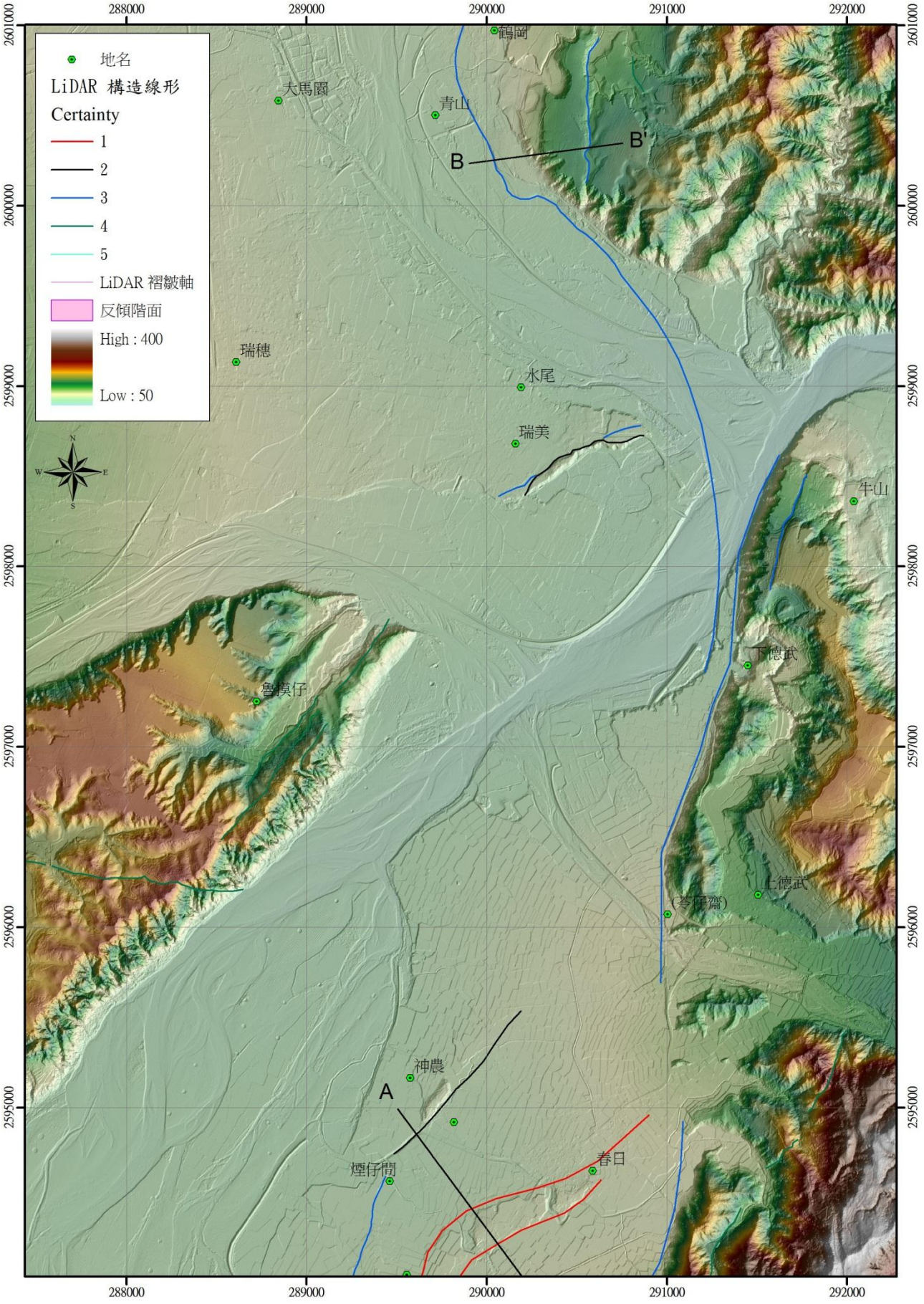


圖 7-24 瑞穗斷層南段青山至春日附近區域構造地形分析及判釋成果

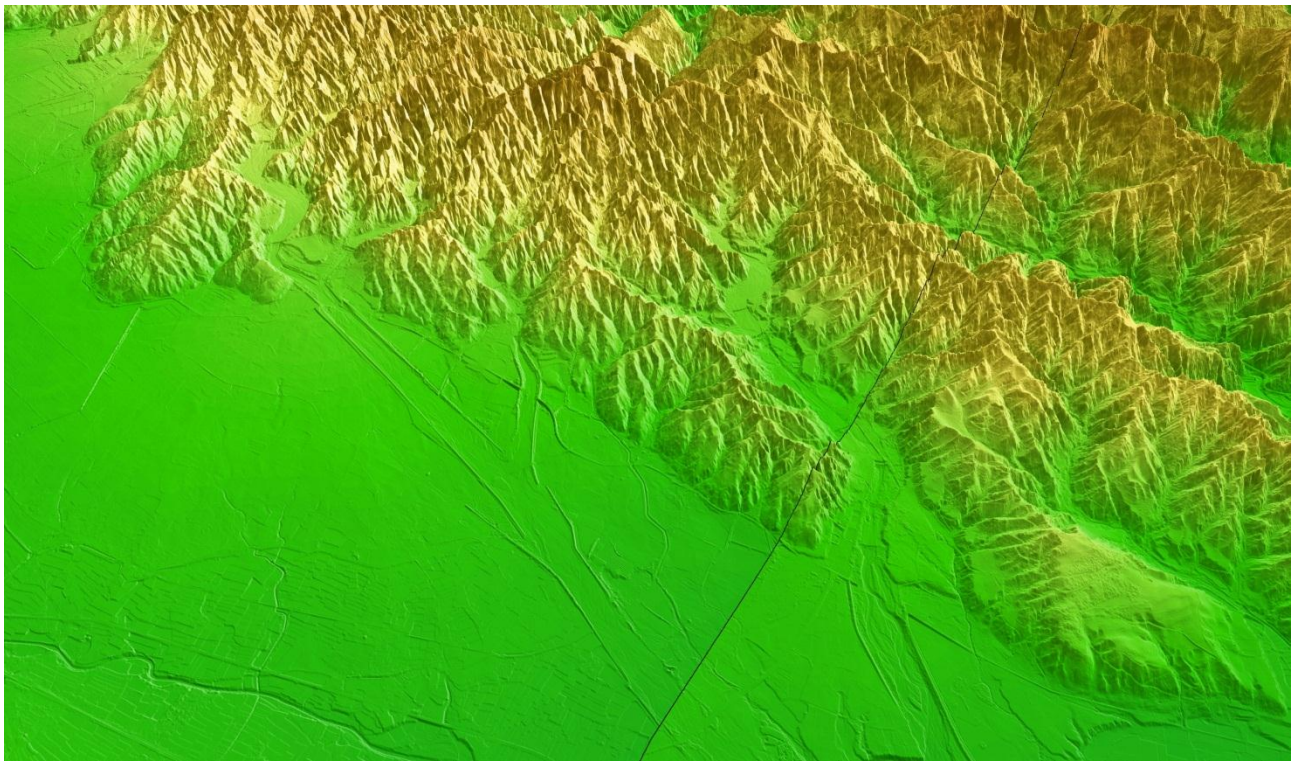


圖 7-25 儡遠至大肚滑附近瑞穗斷層沿線附近三維地形特徵

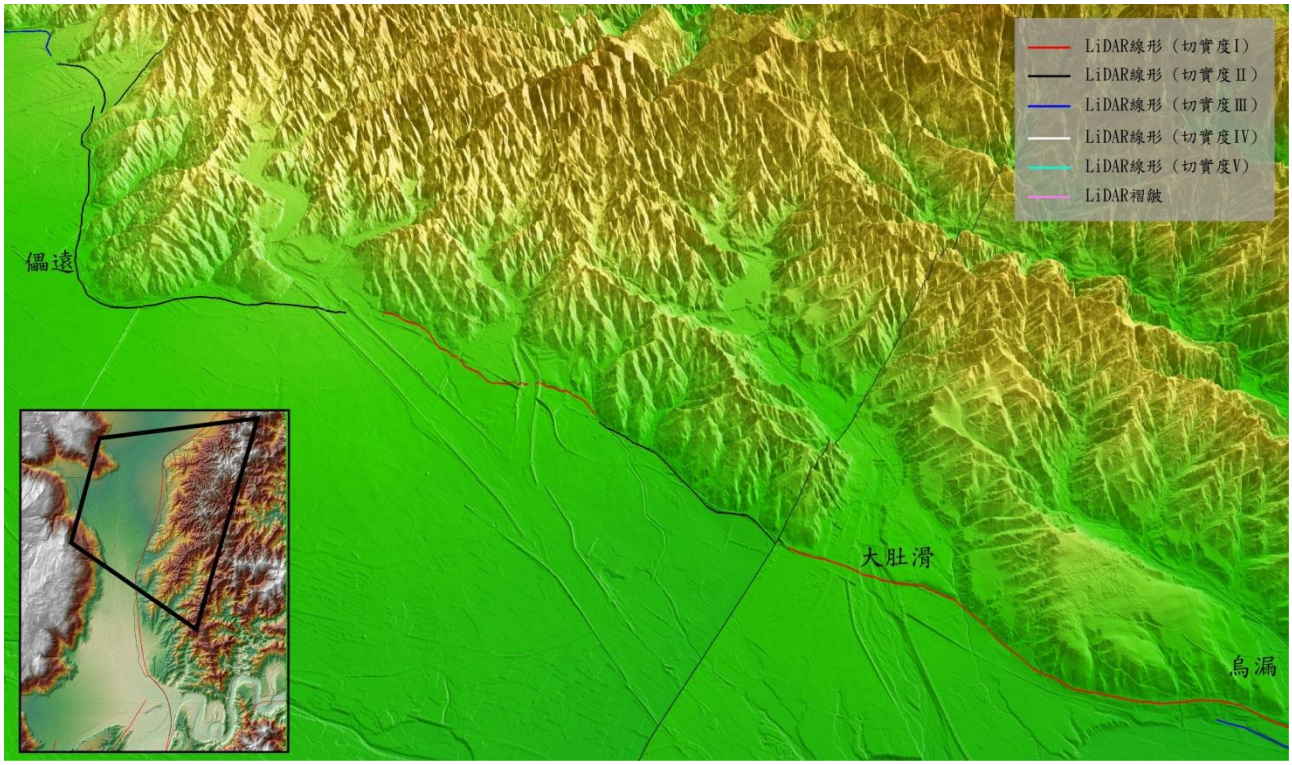


圖 7-26 儡遠至大肚滑附近瑞穗斷層沿線附近三維構造地形判釋成果

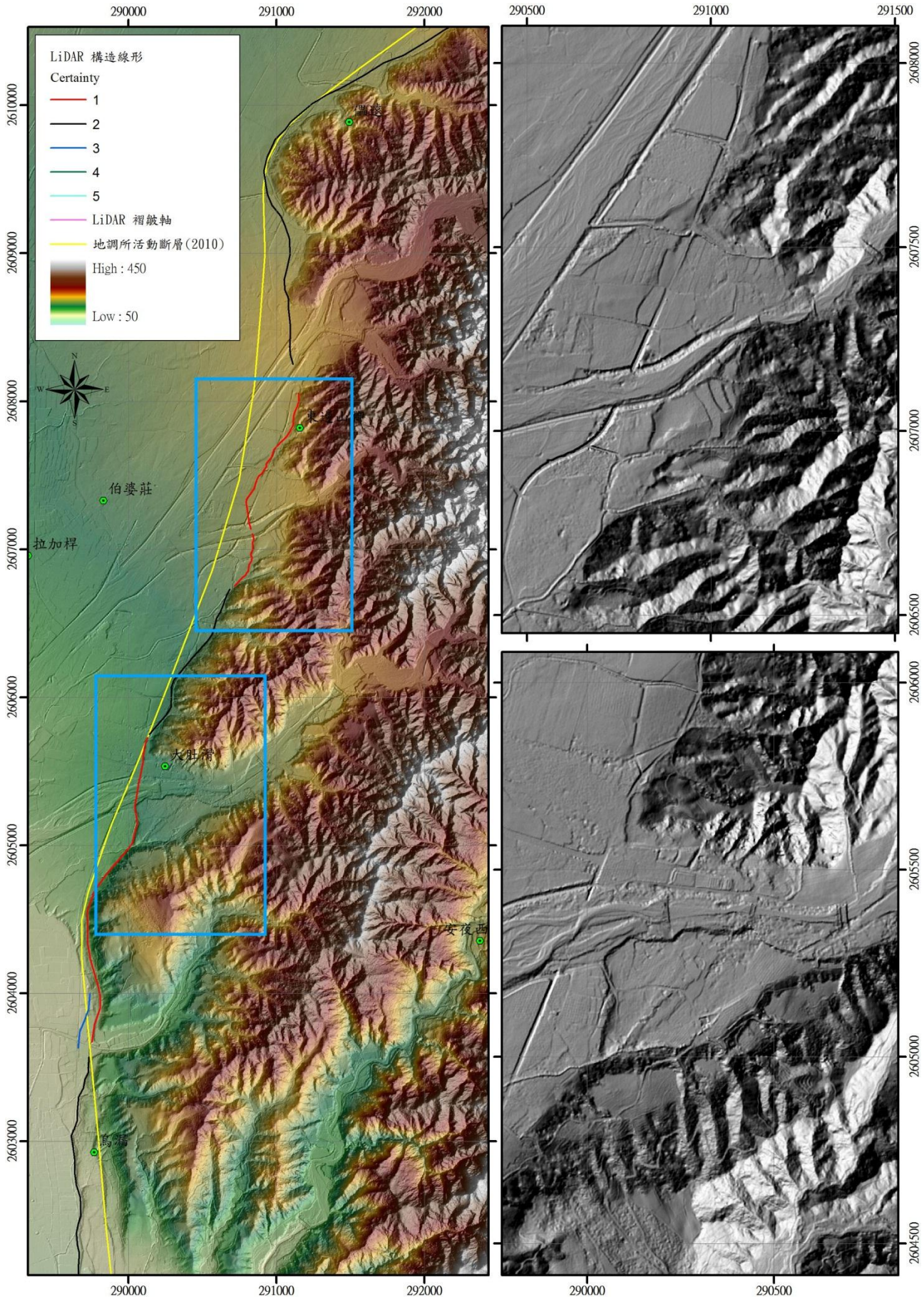


圖 7-27 儡遠－烏漏附近山麓前緣之地形、判釋所得之構造線形位置，以及地形陰影特徵

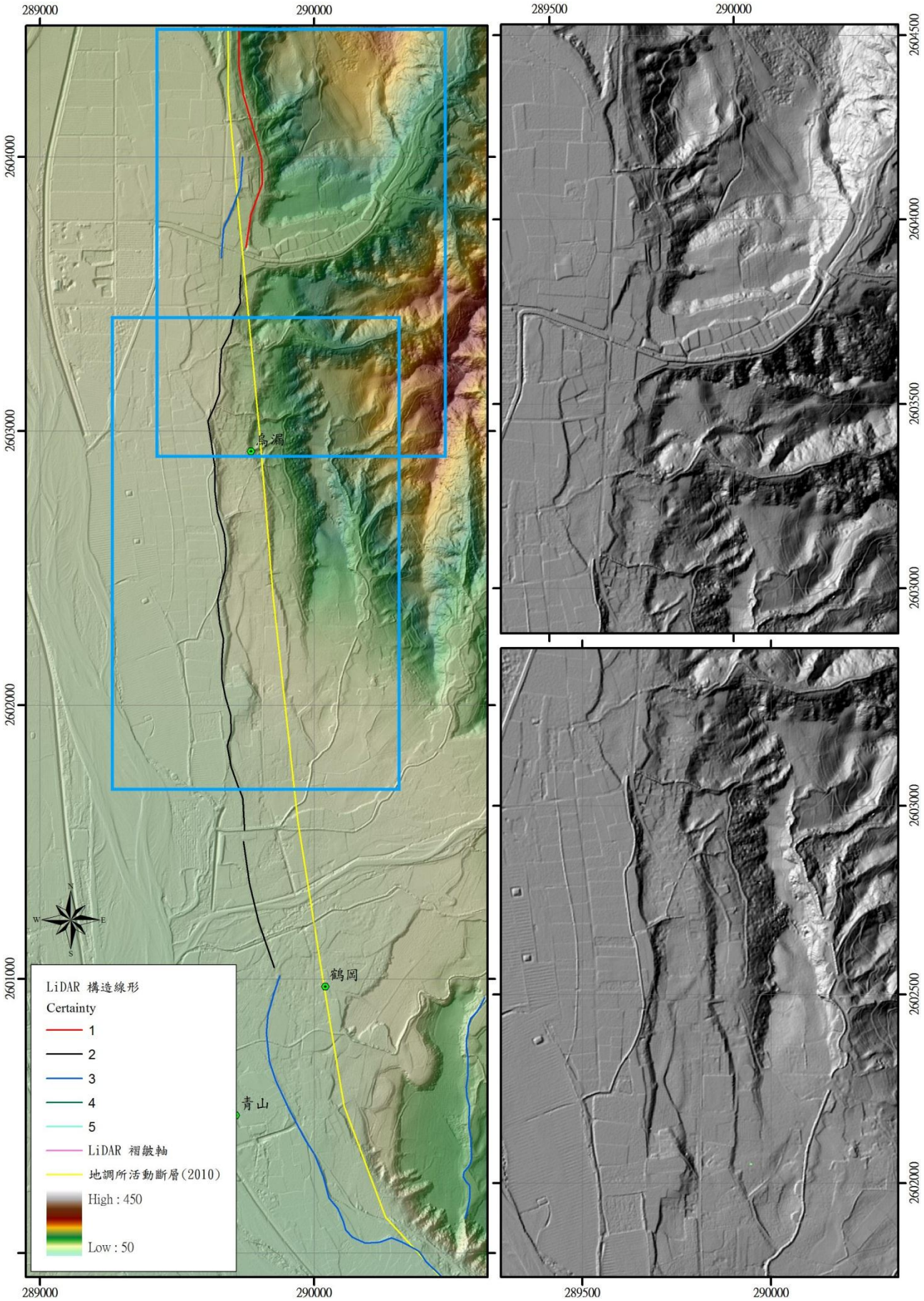


圖 7-28 烏漏－鶴岡間河流沖積扇前緣之地形、構造線形位置，以及地形陰影特徵

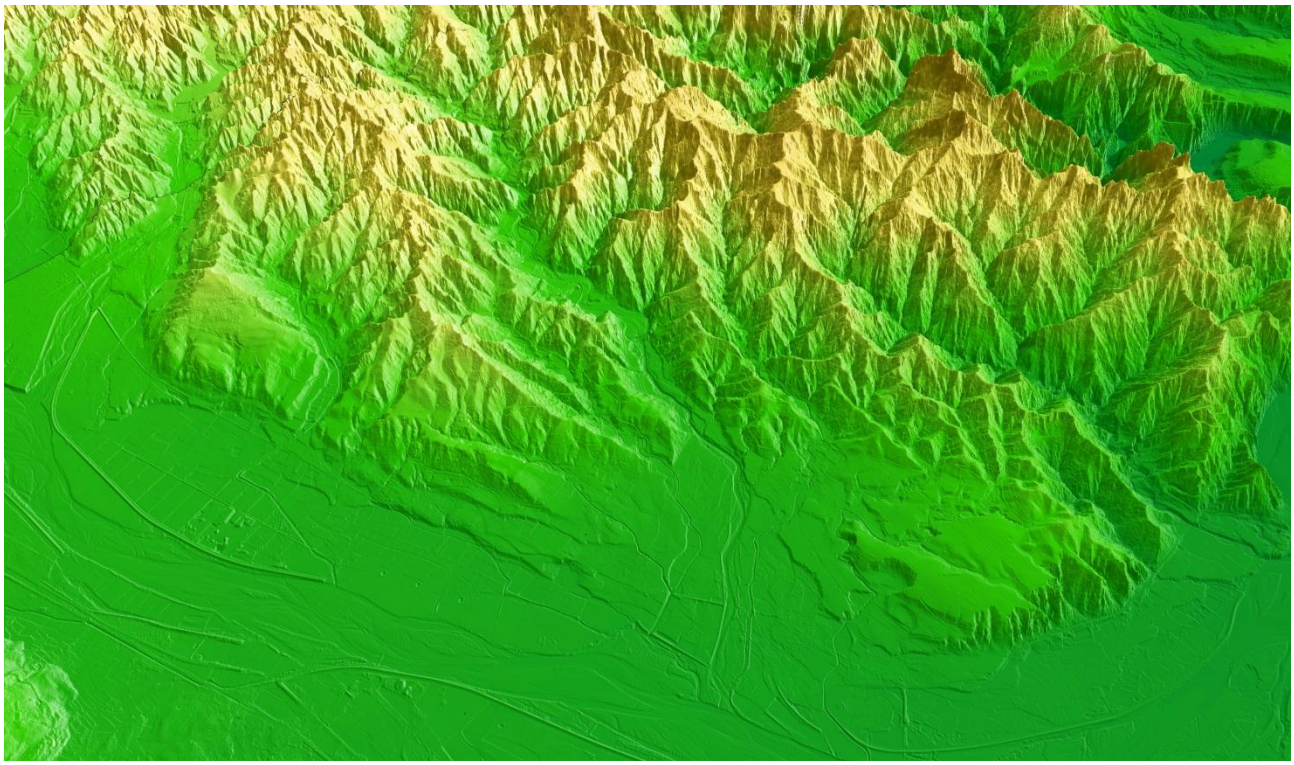


圖 7-29 烏漏至鶴岡附近瑞穗斷層沿線附近三維地形特徵

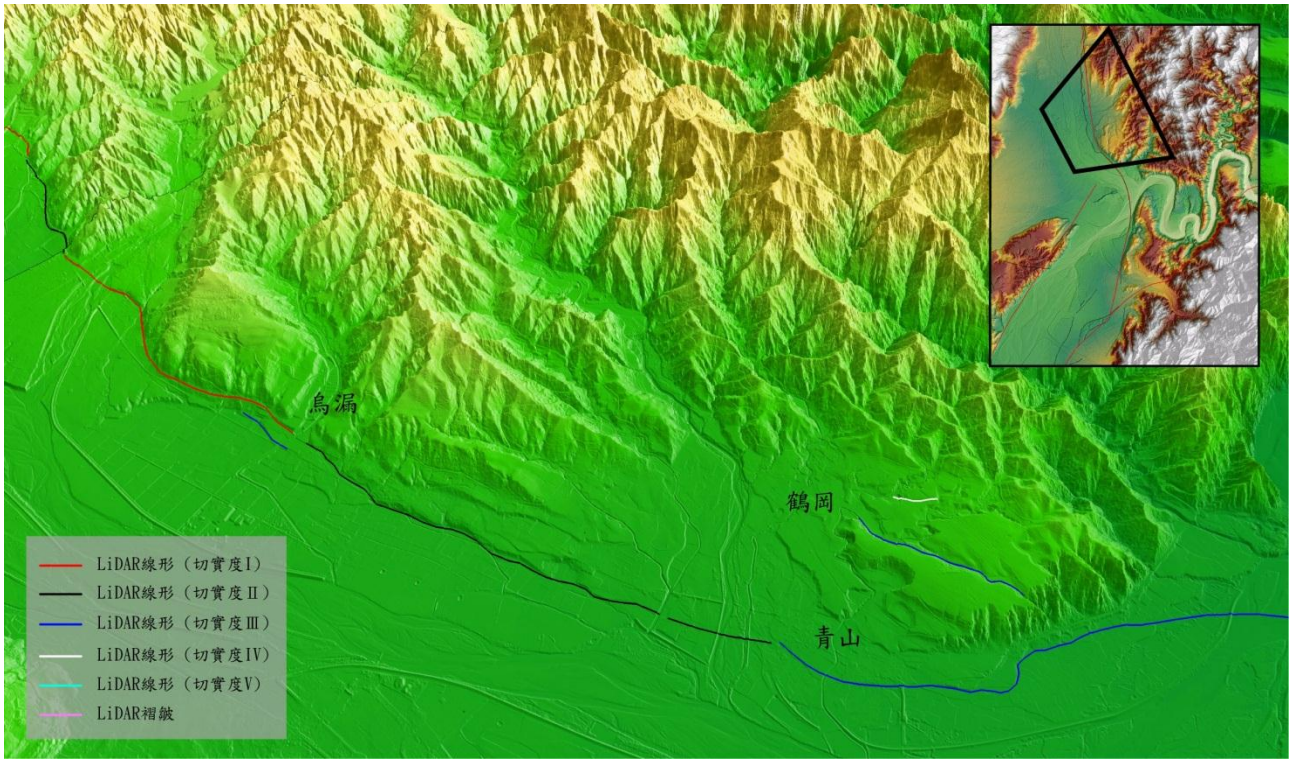


圖 7-30 烏漏至鶴岡附近瑞穗斷層沿線附近三維構造地形判釋成果

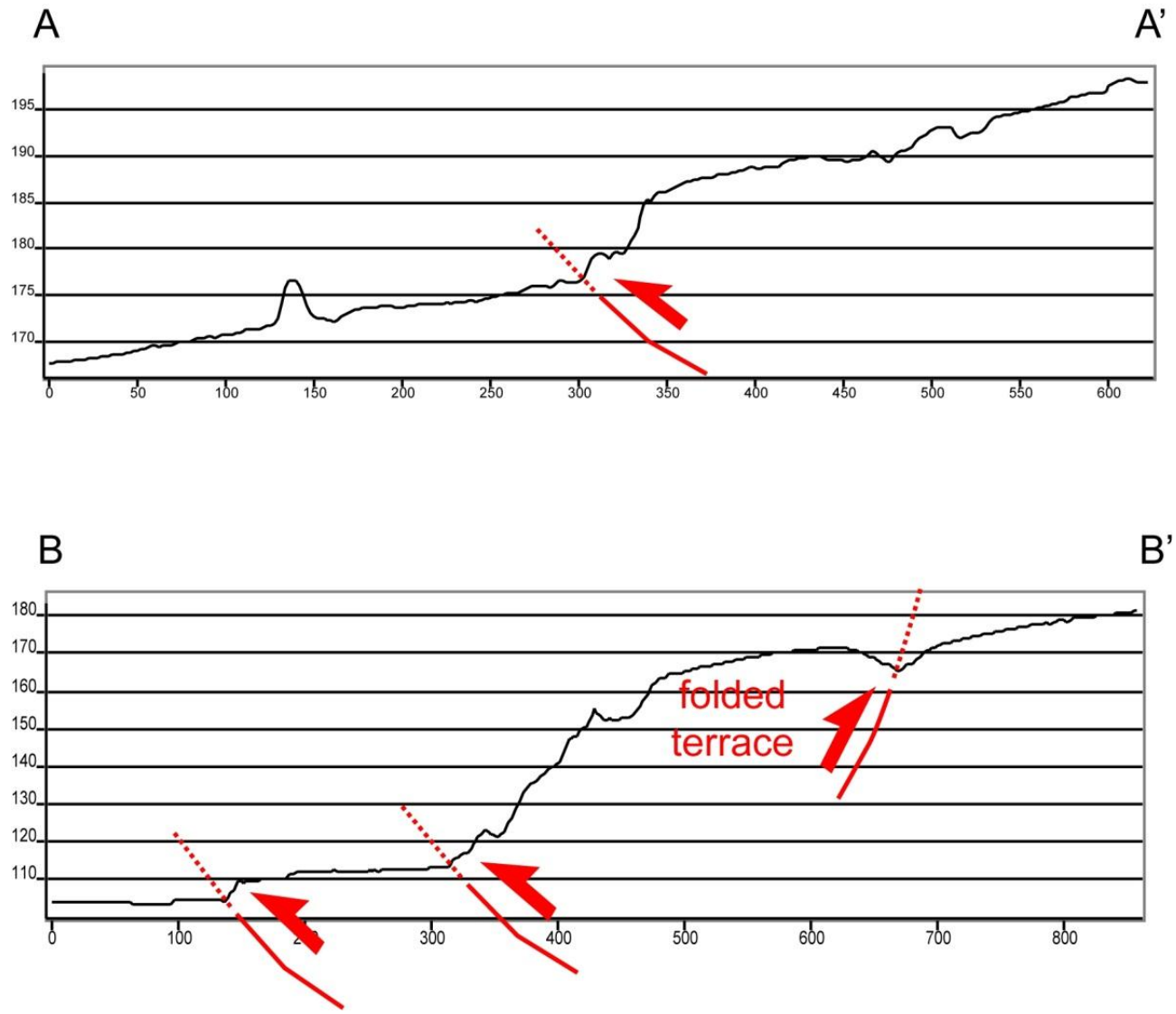


圖 7-31 烏漏至鶴岡間瑞穗斷層沿線附近構造地形剖面示意



圖 7-32 安定橋北端附近 1951 地震形成之斷層崖

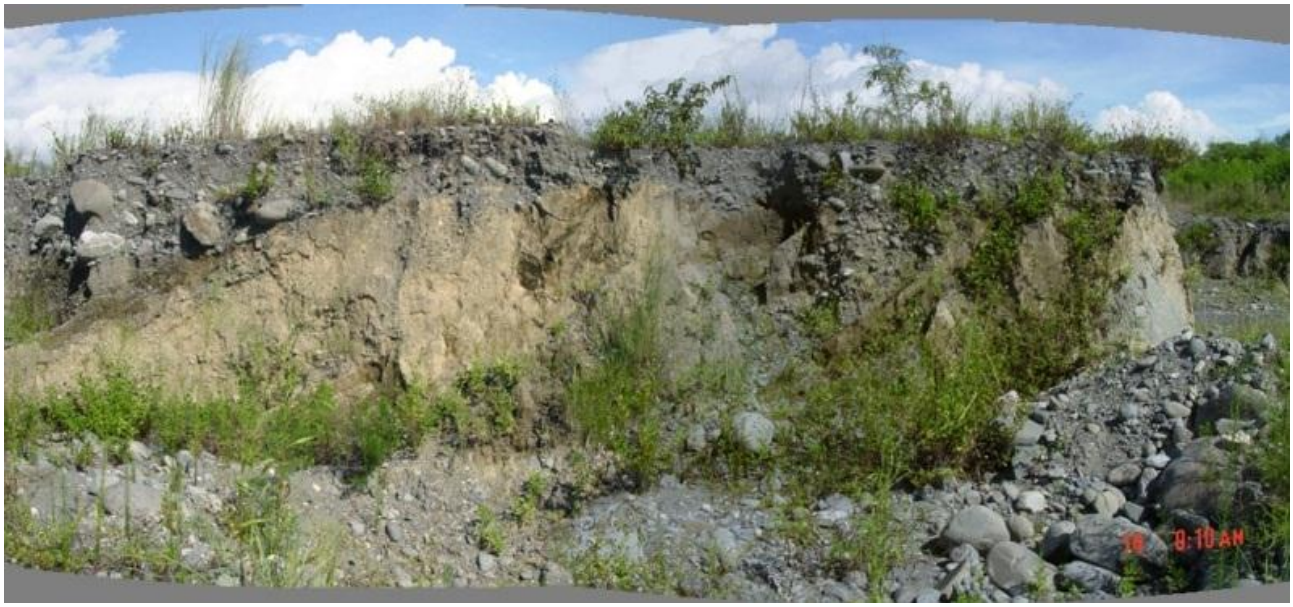


圖 7-33 大肚滑溪溪口附近河流下切出露的傾斜沈積層



圖 7-34 春德橋橋下出露的八里灣層與斷層剪動帶



圖 7-35 春日鍋蓋樑出露的傾斜礫石層以及小斷層錯動帶

玉里斷層

玉里斷層北起花蓮縣瑞穗鄉瑞良村以南的秀姑巒溪河床，向南延伸至花蓮縣玉里鎮客城里，全長約 23 公里。玉里斷層劃定的主要依據為民國四十年（西元 1951 年）11 月 25 日地震所伴生的地表破裂帶。該地表破裂帶於玉里鎮中非常清楚，然而玉里鎮以北的位置便沒有明確的記載。徐鐵良(Hsu, 1955; 1962)指出玉里斷層為台灣東部活斷層之一。楊貴三(1986)依據地形學的分析結果，將斷層分為四段，包含：瑞良斷層、掃叭斷層、舞鶴東斷層、溪東線形、舞鶴線形等。結合構造地形、歷史地震、大地測量等資料，鍾令和(2003)和徐澔德等人(Shyu et al., 2007)，將斷層分佈範圍，設定於瑞穗秀姑巒溪以南、東里以北。本斷層於 1951 年的地震中，造成地表破裂，地調所活動斷層的研究報告中，因此暫列為第一類活動斷層。

運用 LiDAR 資料所顯示出來的地形特徵，利用地形證據判釋玉里斷層以及其周圍的變形帶，本斷層大致分佈位置，由北而南，各如圖 7-36 及 7-37 所示。原先地調所所劃定的位置圖中，此一斷層的北段切過舞鶴台地的東北緣，並一直延伸到紅葉溪以北的瑞美村水尾一帶，然而由野外調查發現，舞鶴台地東緣似乎並無任何斷層切過的跡象，雖然在舞鶴台地東北角有出現一處沈積層呈直立狀態的露頭，不過由於該露頭的延續性不良，在野外難以判斷斷層應通過該露頭的西側或東側；細究地形特徵，可於魯摸仔附近之山溝內東側，似可見一東北－西南向之線形，但初步推估，應和岩性差異侵蝕有關。再加上最近針對民國四十年地表破裂帶的調查顯示瑞良村一帶並沒有地震的地表破裂，因此我們將斷層全部畫於秀姑巒溪河床中，且結束於紅葉溪南岸。就地形上僅有一處，位於瑞美附近可能之斷層次生構造，地形上保留可能之較高位河階，或有構造通過之跡象，如圖 7-38 所示；圖中可見此一孤立河階，坡面反傾向西，或可做為構造活動之可能，如圖 7-39 所示。另一方面，原先地調所所劃定的位置圖有一玉里斷層分支切過舞鶴台地，由野外調查得知該處舞鶴台地的礫石直接覆蓋於中央山脈的板岩基盤之上，因此推論該分支斷層可能不存在。

針對台地面上之構造地形分析，於舞鶴台地上掃叭頂附近，可見一東北西南向之凸起，或可解釋為一組冒起構造(pop-up structure)，本構造上方，另似可見一系列斜交之背斜構造，兩者一起發育呈右移壓縮構造，和區域性之大構造狀態一致，但因本構造之波長－振幅比相當平緩，不排除僅是人為作用的影響；本構造之分佈詳如圖 7-40 所示。圖 7-41 指示舞鶴台地上方掃叭頂附近之地形、判釋後之構造線形位置，以及地形陰影圖上之明暗特徵，圖中可見掃叭頂上一系列之可能之構造撓曲，因本構造地形特徵和文獻所載之玉里斷層位置不一致，故僅提出線形之位置，至於和斷層之相關性，可能得借助於其他之研究方法。另一般所謂之近南北向之舞鶴線形，在 LiDAR 資料中，可能受地表人為開發之影響，並未發現明顯之構造線形特徵；相反的區內可現一東西向之線形，唯其構造特性尚不明。本細部構造判釋成果，列如圖 7-40 所示。玉里斷層北段區域附近構造地形三維地形套疊成果如圖 7-42 所示。

綜論玉里斷層及鄰近之變形帶，可能因斷層分布於秀姑巒溪溪谷之沖積層內，受地表作用之影響，使得斷層線跡及次生構造等相對不明顯，另一方面地球物理探測之相關研究成果，於推論之斷層帶兩側，因地層水平，岩性連續，而未發現斷層所在。

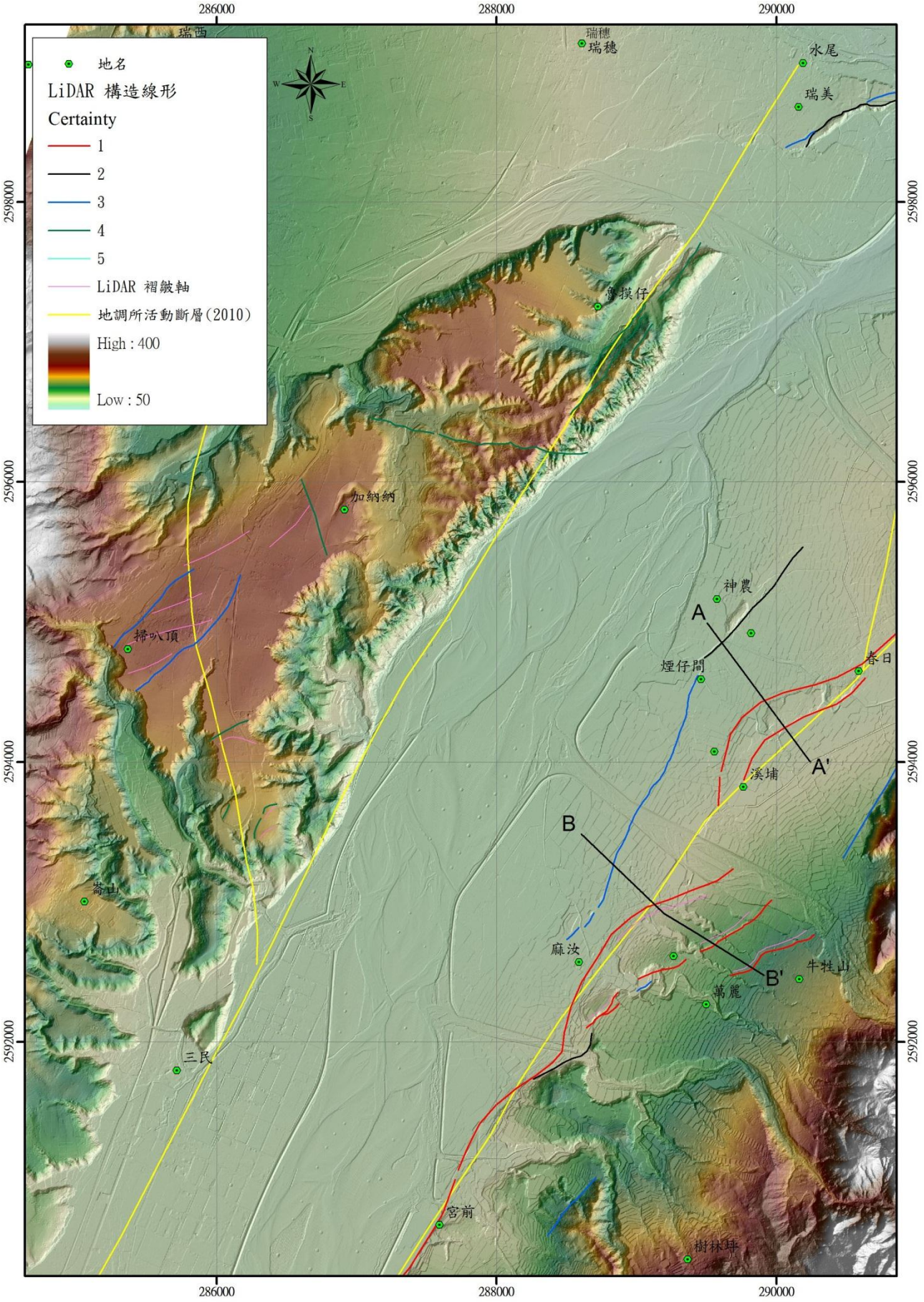


圖 7-36 玉里斷層北段瑞美至三塊厝附近區域構造地形分析及判釋成果

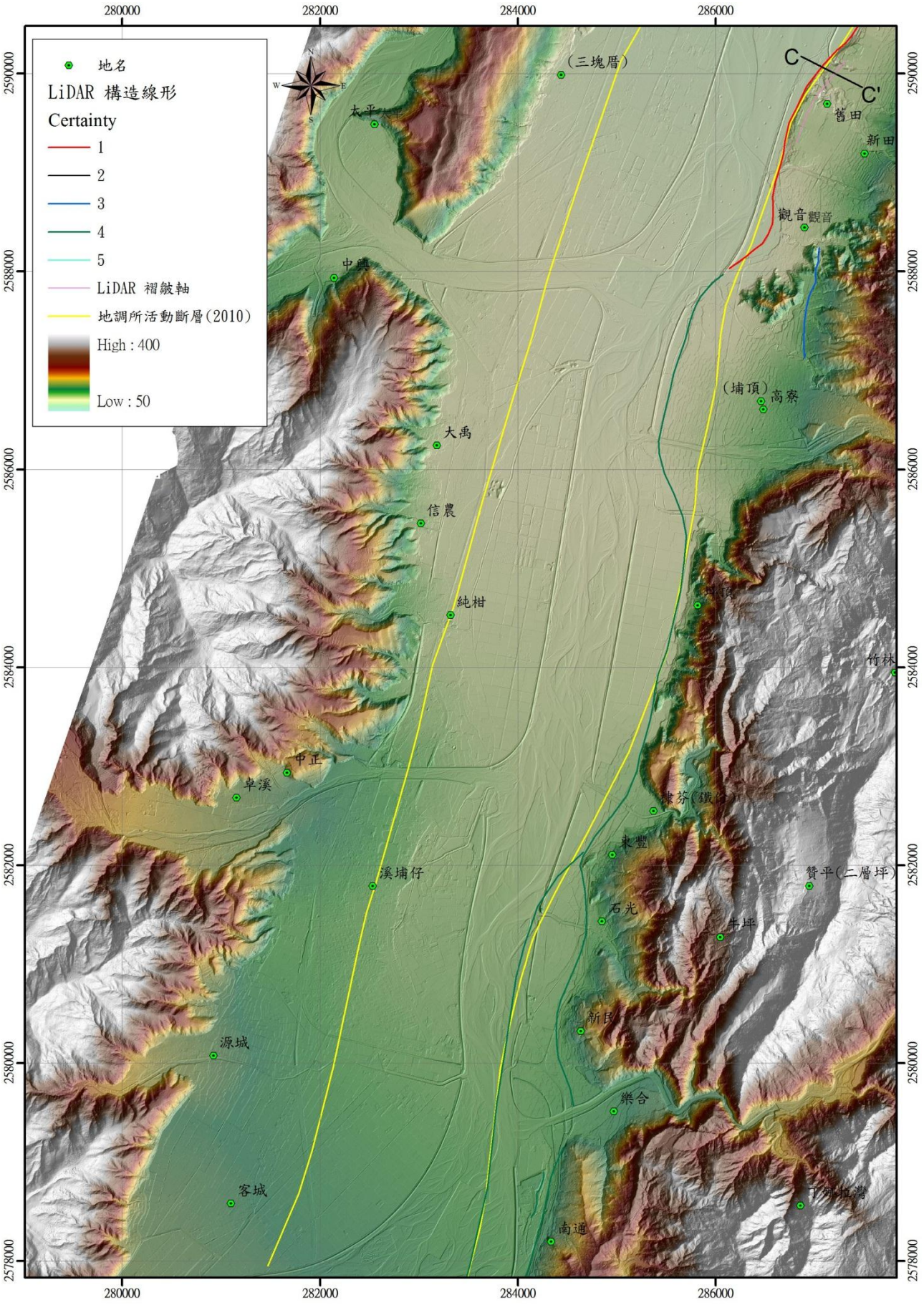


圖 7-37 玉里斷層南段三塊厝至客城附近區域構造地形分析及判釋成果

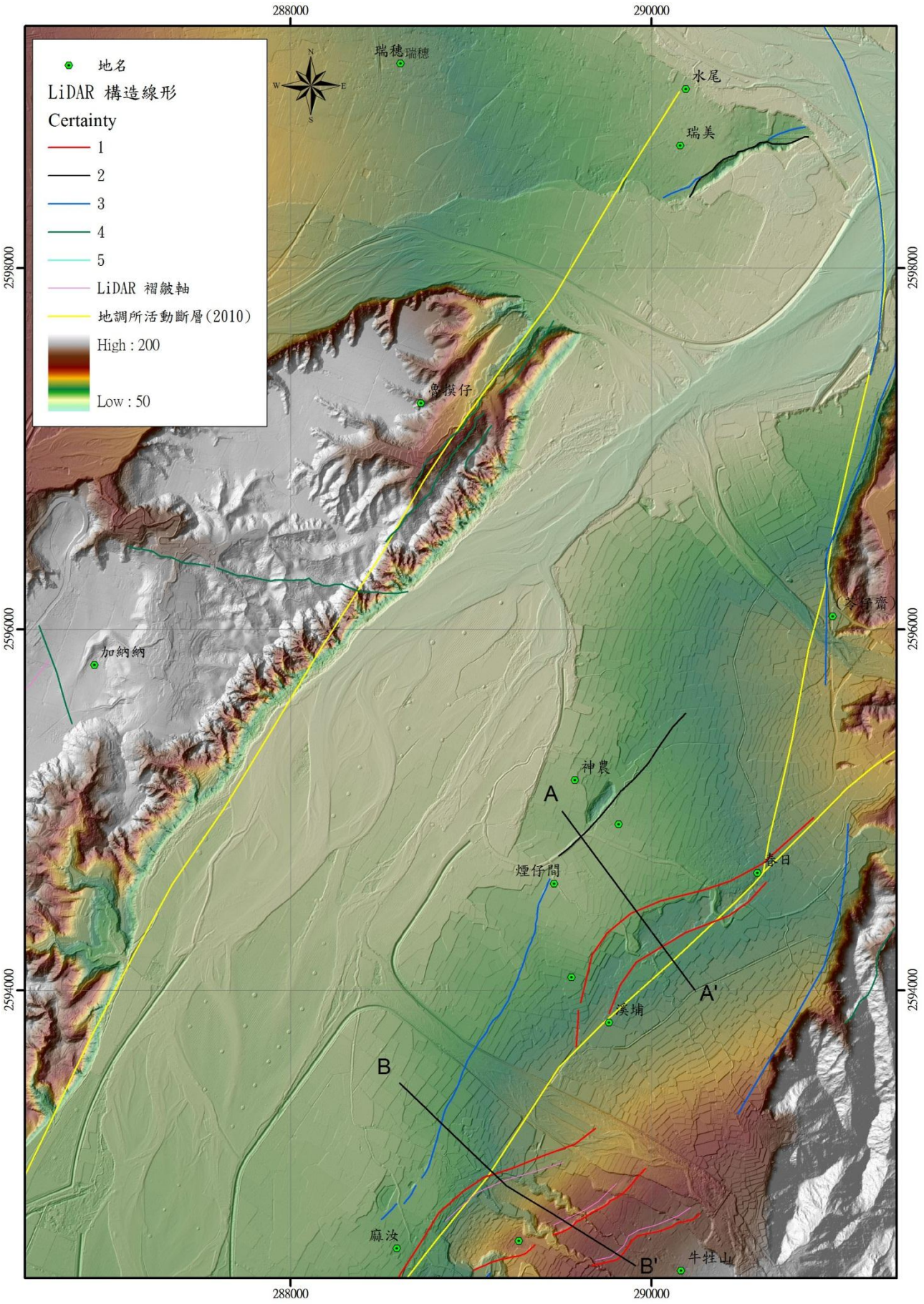


圖 7-38 玉里斷層北段瑞美村附近構造線形判釋成果

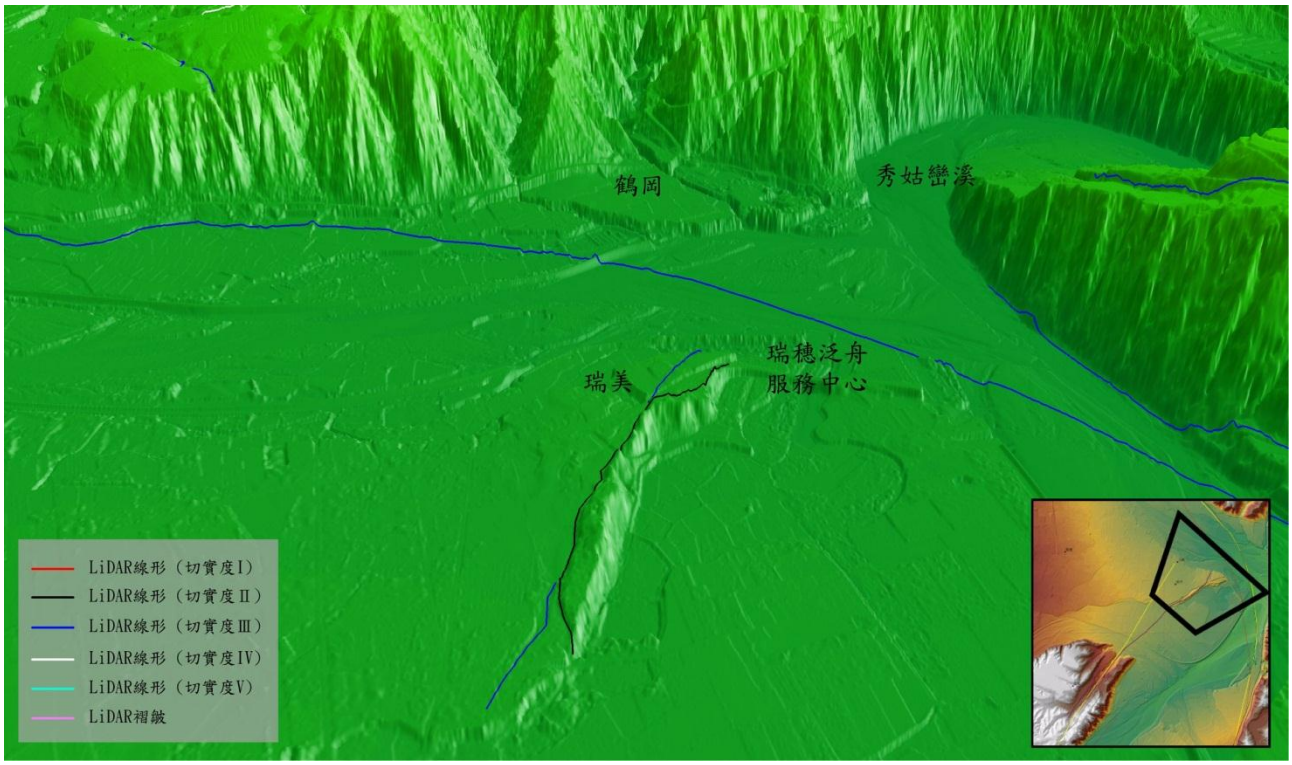


圖 7-39 玉里斷層北段瑞美村附近三維地形及構造線形分佈

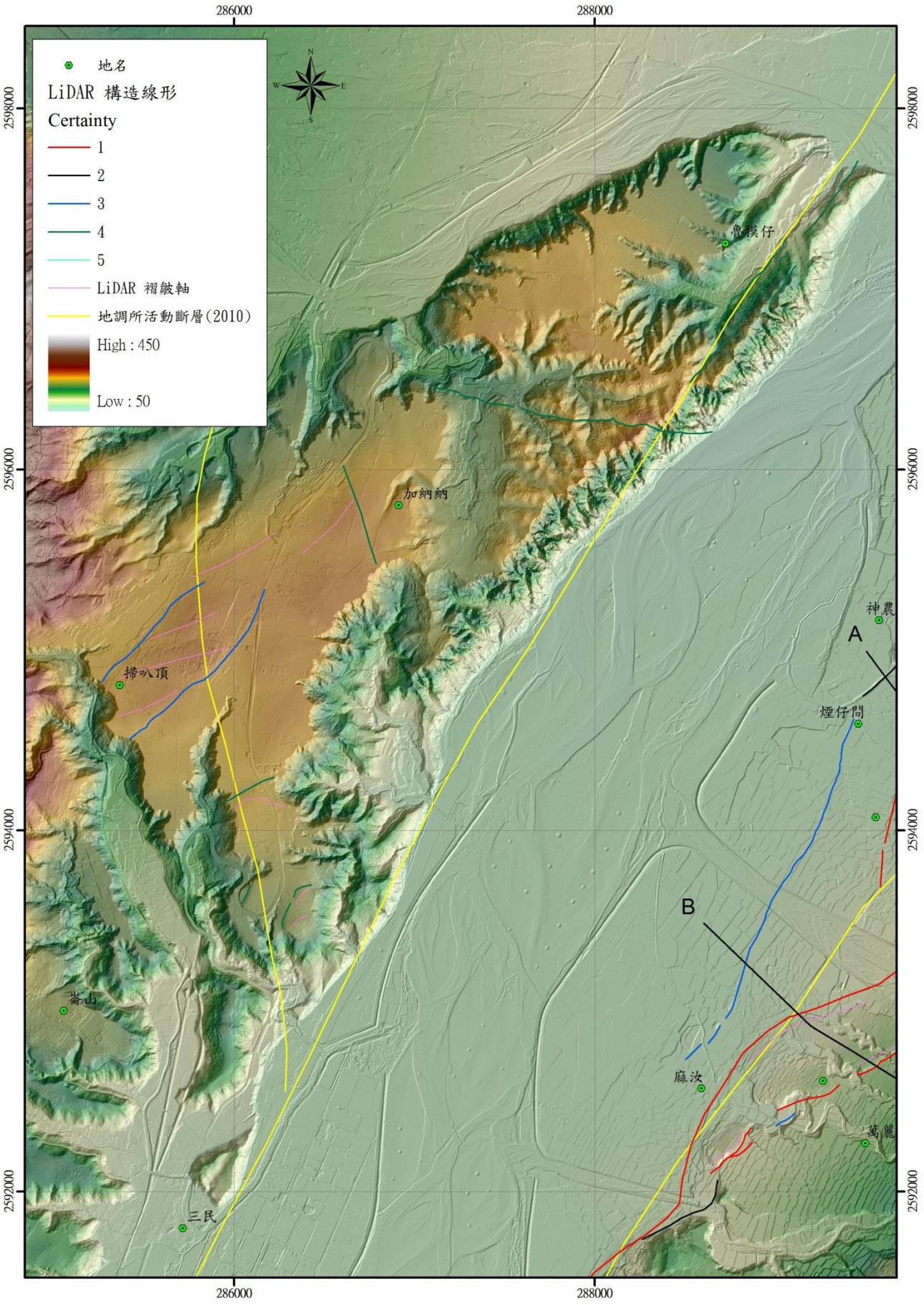


圖 7-40 舞鶴台地上構造地形特徵及判釋成果

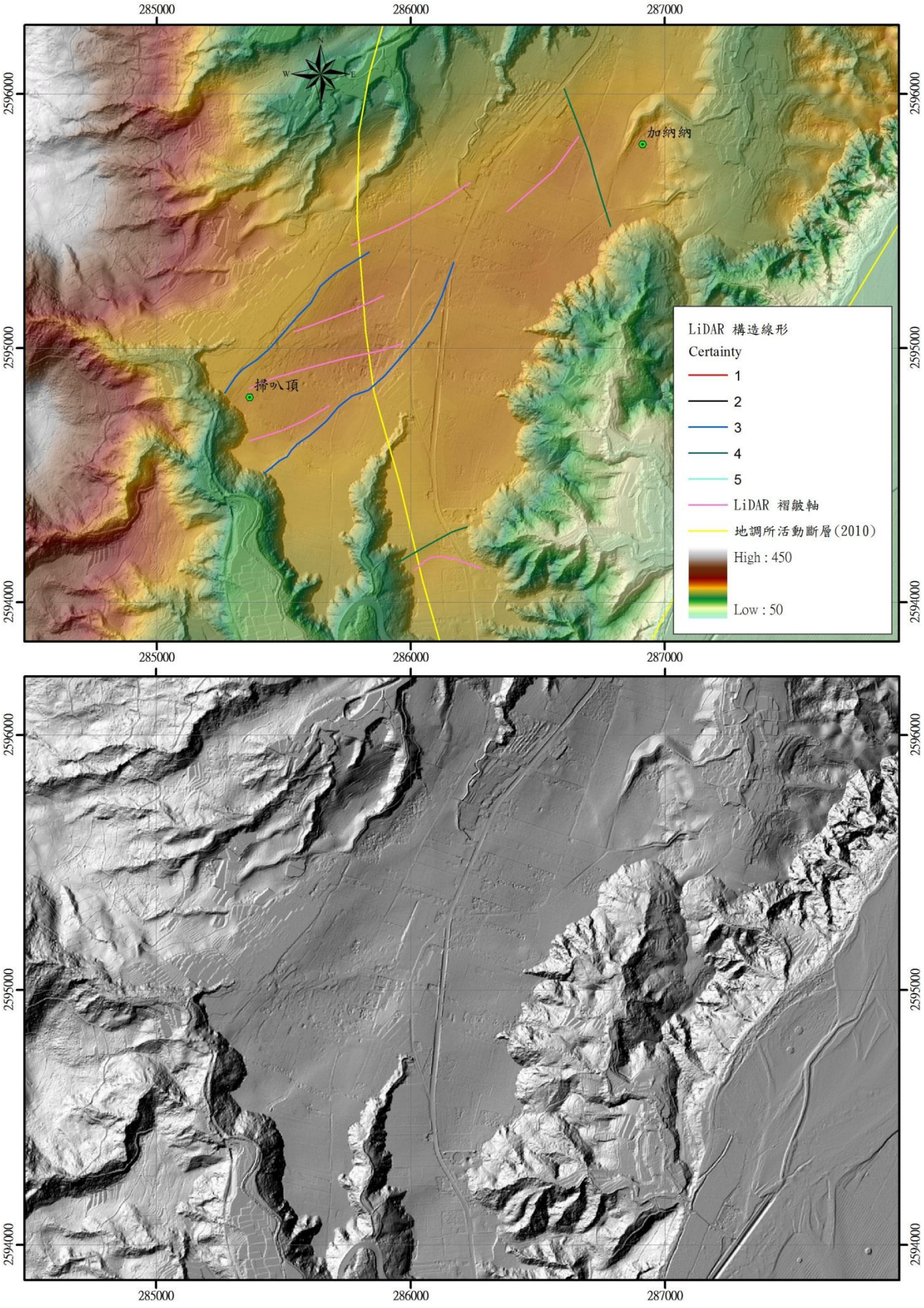


圖 7-41 舞鶴台地上方掃叭頂附近之地形、構造線形位置，以及地形陰影特徵

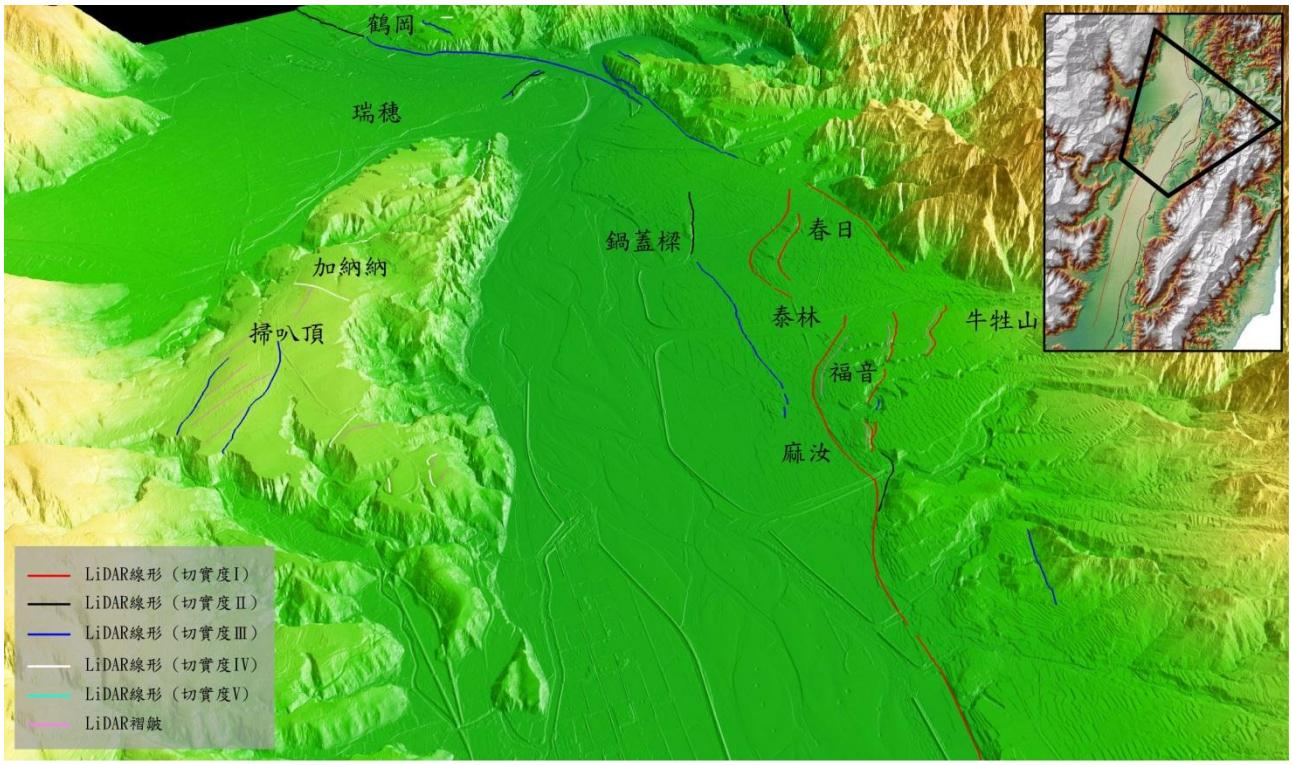


圖 7-42 玉里斷層北段附近區域構造地形判釋成果三維地形套疊

池上斷層

池上斷層大致北起花蓮玉里春日附近，南到台東池上萬安村附近，過萬安溪口，可再往南，以至台東瑞隆村附近，地表出露位置，基本上是沿著海岸山脈的山麓前緣與花東縱谷的交處，呈北北東－南南西方向延伸，總長度超過 65 公里。

1951 年 11 月 25 日在海岸山脈南側樂合及池上地區發生兩次規模＞6.5 的大地震(Cheng et al., 1996)，並可能造成地表變動。另發生於 2003 年 12 月 10 日成功地震的(Mw=6.5)，其主震及大多數餘震都是池上斷層的地震破裂活動，並造成池上斷層沿線位移量可達數公分的地表破裂(朱傚祖等，2004; Lee et al., 2006; Ching et al., 2007)。從微震資料指出斷層傾角由淺至深逐漸變緩(Chen and Rau, 2002)。根據海岸山脈沿著池上斷層的 GPS 觀測結果(Yu and Kuo, 2001)，海岸山脈相對中央山脈震間的地表變形是集中於池上斷層(陳文山等，2008)，而此變形量與潛變儀量測結果大致相同(Lee et al., 2003)。曾彥祺等(2010)利用淺層反射震測，發現池上斷層的邊界位於海岸山脈西側的縱谷邊緣區，傾角約 70 度東，以上研究資料均指示了本斷層的活動性。

本研究運用 LiDAR 數值地形模型資料來分析池上斷層沿線及鄰近區域之構造地形特徵及可能之構造特性，研究分析所得之線形位置，由北而南，列如圖 7-43~7-54 所示。

池上斷層北段起春日及神農、鍋蓋樑附近，向南南西方向延伸，經麻汝、舊田、觀音、高寮、東豐、玉里大橋、東里、新莊、竹田、富里、池上東方，至錦園南方萬安附近，總長約 47 公里，本線段內包括以往所稱之池上、東興、錦園等斷層。地形上包括春日、泰林、

麻汝、舊田、船仔山、東興、池上、錦園等線形(沈淑敏等，2006)。其中春日－泰林間之線形，構造地形可解釋為一共軛斷層及冒起構造，其中通過泰林之前緣線形長約 2 公里、後方背衝斷層線形約 1.2 公里長，其分布如圖 7-43 所示；圖 7-55 指示春日－麻汝之間附近地區之地形高程、判釋後之構造線形位置，以及地形陰影圖上之明暗特徵，圖中可見春日－泰林間之新月型地形窪丘，指示兩側之構造特徵；就地形崖之發育及了沖積扇面之坡度、坡向特徵來看，本區之地形崖，推論應直接和構造作用相關，故將本構造地形確實度列為一級。本區附近局部之野外地形特徵如圖 7-56 所示；另構造剖面示意如圖 7-58 之 A-A’剖面。春日線形西北側，鍋蓋樑－神農間、經煙仔間、至麻汝附近，可見另一延長線形，總長約 3.5 公里，位置如圖 7-43 所示，野外露頭如圖 7-35 所示。麻汝至牛牲山間似可見一系列之左移壓縮構造，其中包含了所謂之麻汝線形等，各段線形長度在 0.8~2.2 公里之間，形成數公尺高之崖面，各線形主呈雁形排列、並漸次往南匯集一起，本區域之構造線形分布詳如圖 7-43 及 7-44 所示，另構造剖面示意如圖 7-58 之 B-B’剖面，圖 7-55 呈現春日－麻汝之間附近地區之地形陰影明暗特徵，其中麻汝－牛牲山之間，同樣可見一新月型窪丘，另於呂範溪沖積扇上游牛牲山附近可見一面向上游之地形崖;同樣就地形崖及沖積扇之地形特徵來看,本區之地形崖，應直接和構造作用有關，另且可見階面撓曲，另其中圖 7-43 及圖 7-55 內，於神農－煙仔間之小溪，似乎為構造所橫斷，形成錯斷河，本小溪為本年度計畫中，唯一被辨識出遭構造所錯移者，基於上述特徵，故本區段內之地形確實度及辨識度列為一級；圖 7-59 指示泰林大橋南邊公路東側的斷層崖之地形特徵。宮前-觀音間之舊田線形，主呈東北-西南走向，長度約 3 公里，形成一高約 25 公尺、局部撓曲並後傾之河階，構造清晰；圖 7-57 呈現本區附近地區之地形陰影明暗特徵，於舊田附近，撓曲之沖積扇前緣，其撓曲呈線性變化，前緣之地形崖似乎和河流側向侵蝕無關，更容易以構造作用造成地形連續變化解釋之，故其地形確實度及辨識度亦列為一級，本線形分布如圖 7-44 所示，構造剖面示意如圖 7-58 之 C-C’剖面，野外露頭特徵如圖 7-60 所示。觀音-東豐之間，本區之構造地形稍不清晰，推測主要沿著山麓前緣延伸，和前人主要斷層線所在位置相近，另於高寮沖積扇附近，線形似乎可往河床推移，唯本段線形仍不夠清晰，本段次生線形位置如圖 7-45 所示。池上斷層北段北部區域附近之三維地形及構造地形三維分布套疊，各如圖 7-61 及圖 7-62 所示。

池上斷層中北段東豐－樂合－東里之間，構造地形判釋成果，似可以分成兩部份，其一為東側山麓前緣之構造線形，其二為西側現生河床內前人所指示之主斷層位置所在；其中東側線形，可能指示為岩性差異侵蝕或斷層分支，基本上構造線形並不清晰；西側河床內斷層位置之構造線形尤為不清，構造線形分析之依據主要依河床內出露之利吉層來推斷可能次生斷層位置。本區段內之構造線形分布各如圖 7-46 及圖 7-47 所示，船仔山附近之地形剖面及構造地形示意如圖 7-58 之 D-D’剖面，本區域附近之三維地形及構造地形三維分布套疊，各如圖 7-63 及圖 7-64 所示。

再往南，東里－東竹－富田之間，可能受後方六十石山主要岩性差異之影響，構造地形特徵又趨明顯，本段由北而南全長約 7.2 公里，主要形成一系列受斷層作用之壓力脊等脊狀

突出獨立丘，以及壓力脊兩側之逆斷層、背衝逆斷層、褶皺，以及冒起構造等，各次生構造可能亦受橫壓作用影響，而呈雁形排列；本部份區段內即包含了位於阿眉溪與九岸溪之間，長度約 4 公里，所謂之"東興線形"部份；圖 7-48 指示區內構造線形判釋成果，圖 7-65 呈現本區附近地區之地形陰影明暗特徵，復興、萬寧之現生河床面附近，可見一撓曲之河階面，兩側並可見褶皺，地形崖面呈線性變化，本構造和現生河床直交，可直接以構造活動造成之地形解釋之；另再往南於學校園附近，亦可見到相對應之褶曲及地形崖等構造地形特徵，其構造地形之線形確實度列為一級，另本區內之數條地形剖面及構造地形解釋，列如圖 7-66 之 E-E'~ H-H'剖面，各剖面位置詳如圖 7-48 內所示，本區域附近之三維地形及構造地形三維分布套疊，各如圖 7-67 及圖 7-68 所示；另圖 7-69 野外露頭照片指示東竹學校園附近 1951 地震可能之斷層崖露頭。

續往南，位於富田、富里、富南、大坡、錦園、萬安之間，所謂之"池上線形"，主呈北北東-南南西走向，全長14公里，構造地形特性主要形成一山麓前緣及平原平坦交界處間一分散之變形帶；本區段北半部富里附近，東側為一明顯而連續之地形崖，可能亦部份反應了岩性差異之影響，另西側低緩之平原區內，可見一～二階呈圓弧形之低緩河階，一方面因本區無直接對應之河口沖積扇、二方面以河階外形來看，似乎可指示斷層前緣之變形；本段之構造線形分布如圖7-49下方及圖7-50上半部所示。富南村附近，主要呈現前緣一平緩、但已反傾之平坦河階面，崖高約20公尺，後方亦有一數階面積狹小之較高河階，和下方平緩階面相比，其高差亦仍近約20公尺，本區或可以兩道逆斷層簡單解釋本地形之成因；本區之構造地形主要由斷層崖及反傾階地為主，其分析結果指示如圖7-50，另地形剖面及構造地形解釋，如圖7-70之I-I'剖面所示。圖7-71指示富里－大坡之間，附近地區之地形陰影明暗特徵，尤其三台附近，撓曲之河階面前緣，地形陰影呈線性變化，指示坡度亦呈線性變化，因此本地形崖似乎和河流側向侵蝕無關，故將本構造地形之確實度列為一級。圖7-72及圖7-73各所示富里－大坡附近之三維地形特徵，以及構造地形之三維分布套疊。

再往南大坡－萬安間之池上斷層，在眾多前人研究工作，如：鑽探、斷層槽溝開挖、地表之人工結構物因斷層潛移造成破壞，均指出斷層精細位置；區內就構造地形特徵來看，其活動地形之特徵亦明顯，主要呈現斷層崖及反傾階地，階地主要分布於大坡－錦園之間，其中所謂之錦園線形，位處池上斷層東側、錦園東北方約1公里處，由數條長約1.2公里相互平行之線形所組成;本區段之構造地形主要由斷層崖及反傾階地為主,其分析結果指示如圖7-51，另地形剖面及構造地形解釋，如圖7-70之J-J'剖面所示。萬安附近之構造地形特徵，主要為一低緩之脊狀突出獨立小丘，或可由斷層作用之壓力脊地形、冒起構造等解釋，另東側處尚有兩處地形崖，近者約250公尺處，遠者約1公里處，可能為斷層小崖，唯就其分布及地形特徵，線形為構造活動所引致之可能性亦相對較低；圖7-74指示富里－大坡附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形判釋結果，另構造線形分布指示如圖7-51，另地形剖面及構造地形解釋，如圖7-70之K-K'剖面所示。圖7-75及圖7-76各所示大坡－萬安附近之三維地形特徵，以及構造地形之三維分布套疊。

再往南，池上斷層於萬安溪口附近，地形特徵就不顯著，由精細地形分析，或可繼續往南追蹤，穿越萬安溪；再往南，水墜－嘉武之間，構造線形特徵仍不明顯，且主要斷層線，可能因為於現生河床內，受河流侵蝕影響，已不易追搜。位於嘉武－廣興間之池上斷層，東側為一明顯而連續之地形崖，可能亦部份反應了岩性差異之影響，另西側低緩之平原區內，可見一階呈圓弧形之低緩河階，從河階外形來看及可能之地形撓曲來看，似乎可指示著可能受斷層作用造成抬昇及變形；本段之構造線形分布如圖7-53所示，另地形剖面及構造地形指示如圖7-70之L-L’剖面，其中中扇緣中段之近乎水平，和現在河床面相比，似乎更傾，指示扇緣可能受構造作用，而撓曲或抬昇。圖7-77及圖7-78各指示嘉武－南興附近之三維地形特徵，以及構造地形之三維分布套疊。

再往南，同樣受河流侵蝕影響，難以確認池上斷層或鄰近伴生之構造。池上斷層通過卑南溪後，再次出現於瑞隆村一帶，並形成一系列之地表構造線形，主要由一系列之斷層崖、階地撓曲、壓力脊等構造所組成。構造示意如圖 7-70 之 M-M’剖面。本階地群，其前緣可能由利吉斷層組成，和池上斷層相交，故形成一系列交錯之構造。

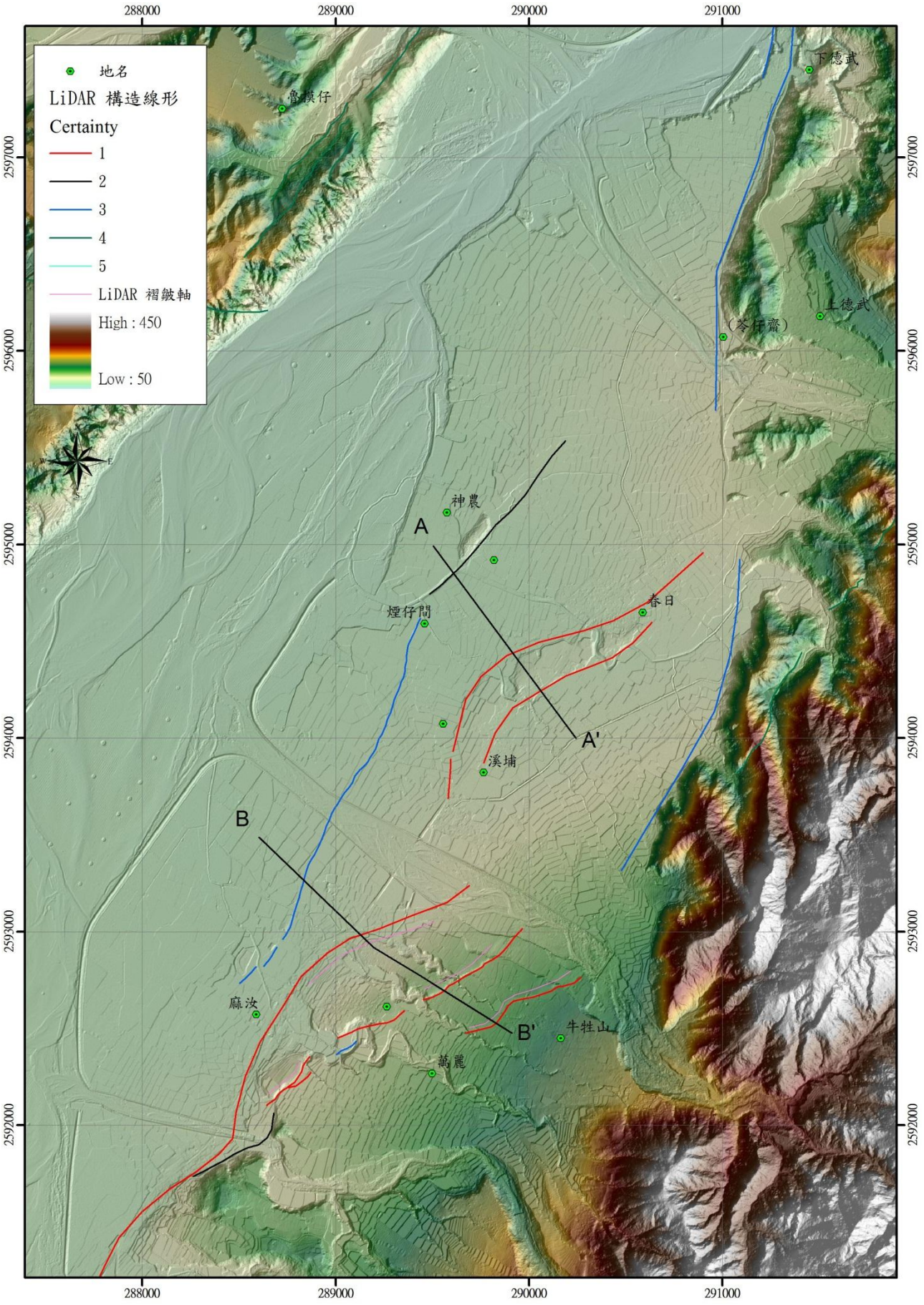


圖 7-43 池上斷層北段春日至麻汝附近區域構造地形分析及判釋成果

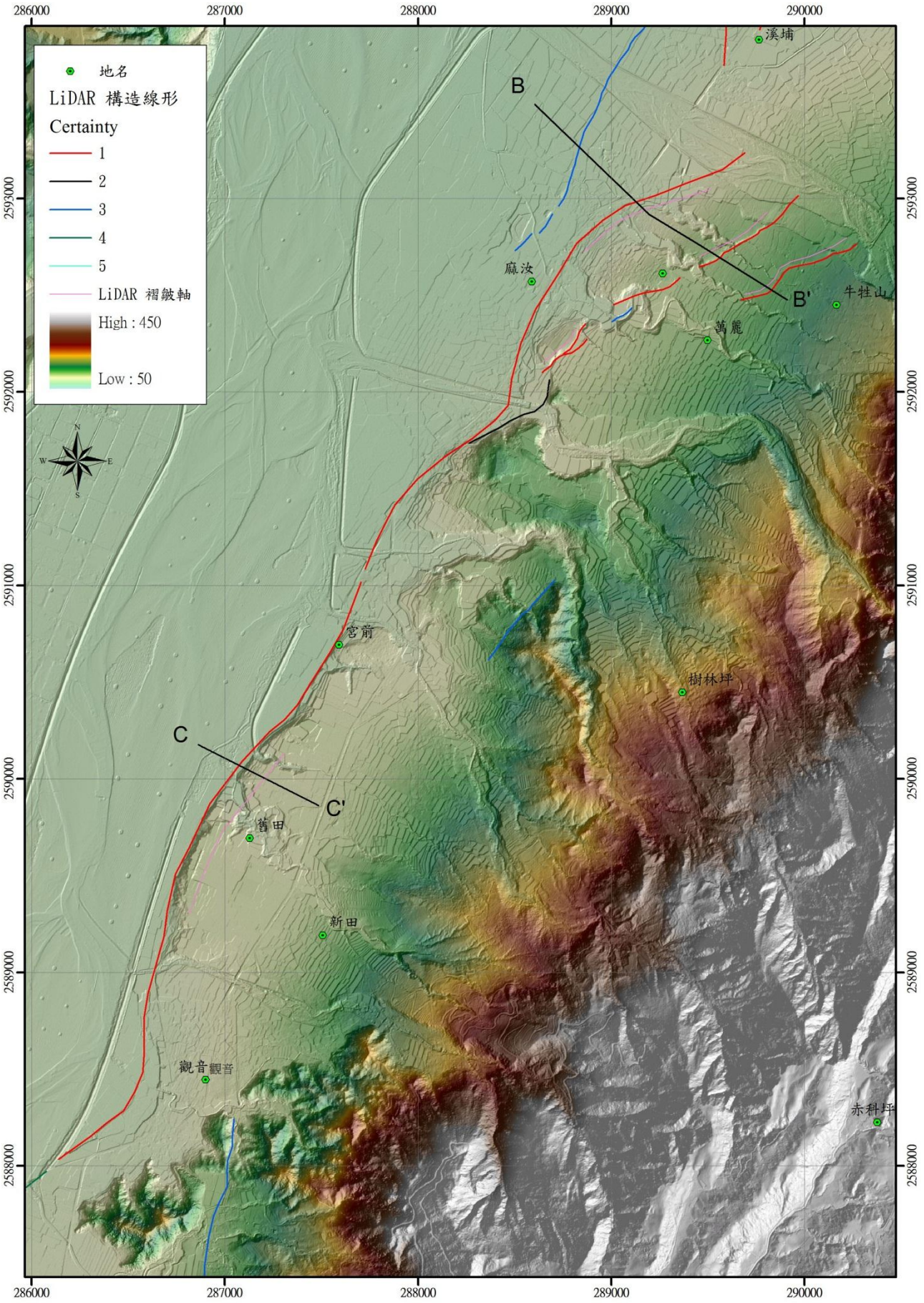


圖 7-44 池上斷層北段麻汝至觀音附近區域構造地形分析及判釋成果

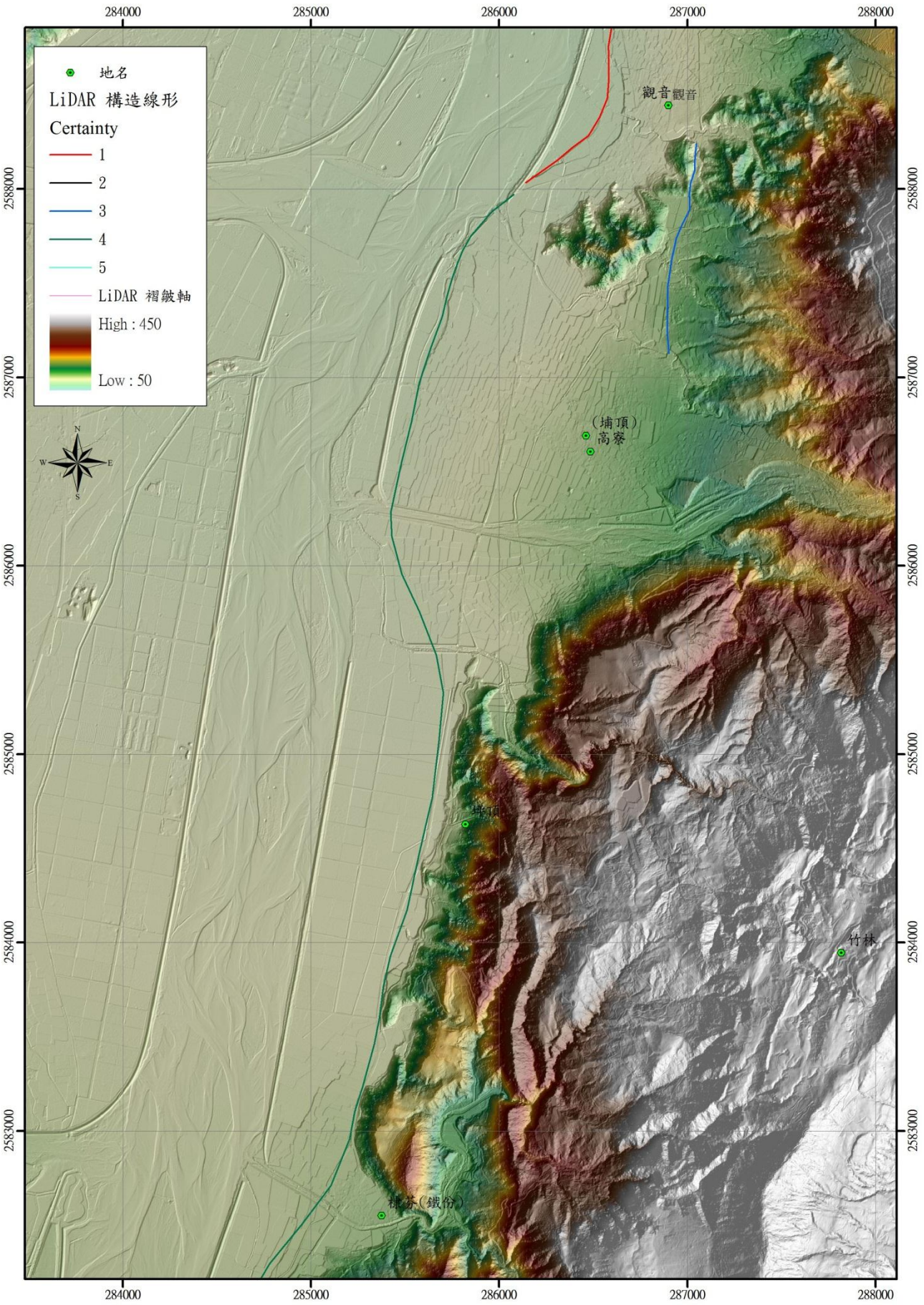


圖 7-45 池上斷層北段觀音至棲芬(鐵份)附近區域構造地形分析及判釋成果

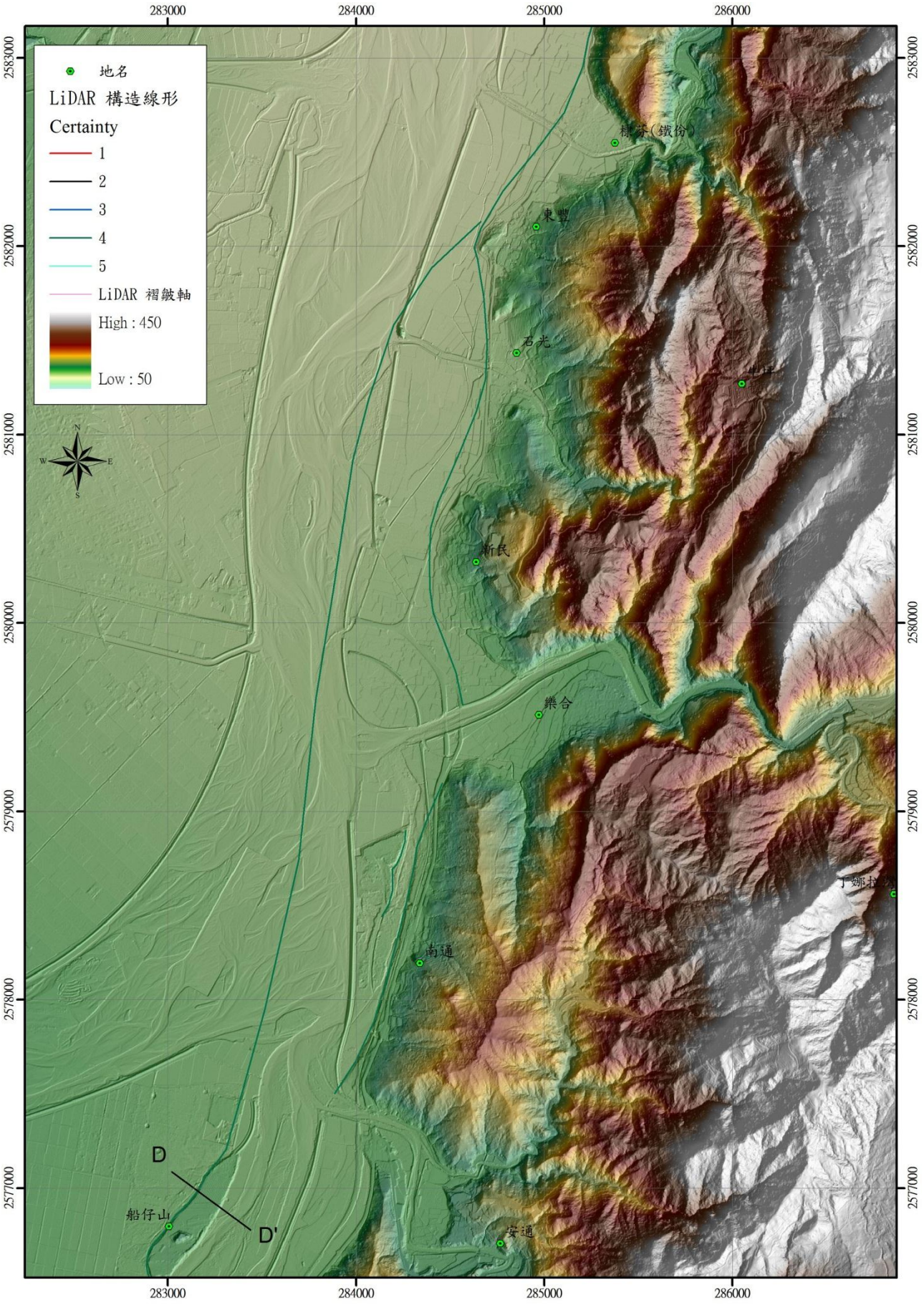


圖 7-46 池上斷層中北段東豐至南通附近區域構造地形分析及判釋成果

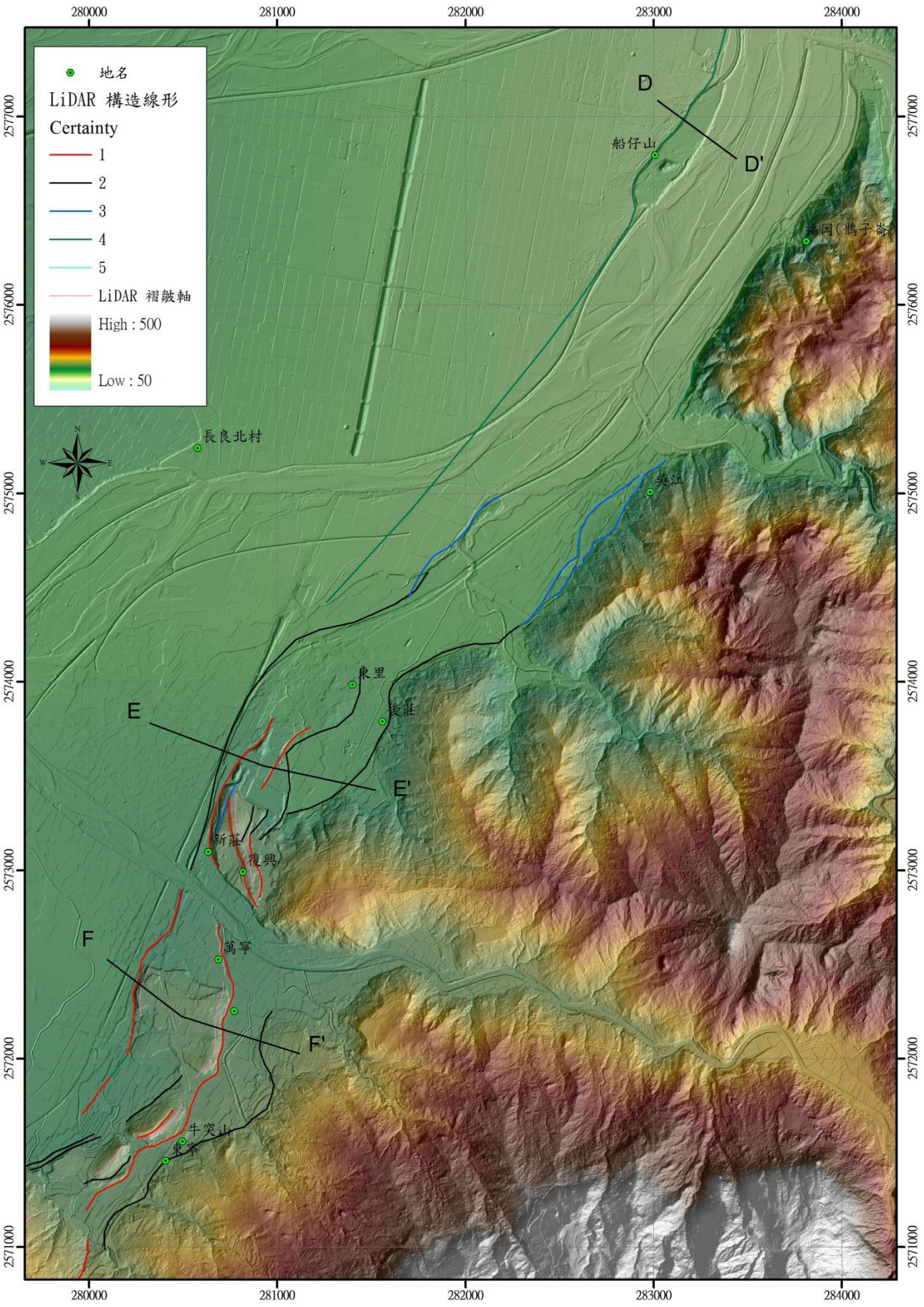


圖 7-47 池上斷層中北段福岡至萬寧附近區域構造地形分析及判釋成果

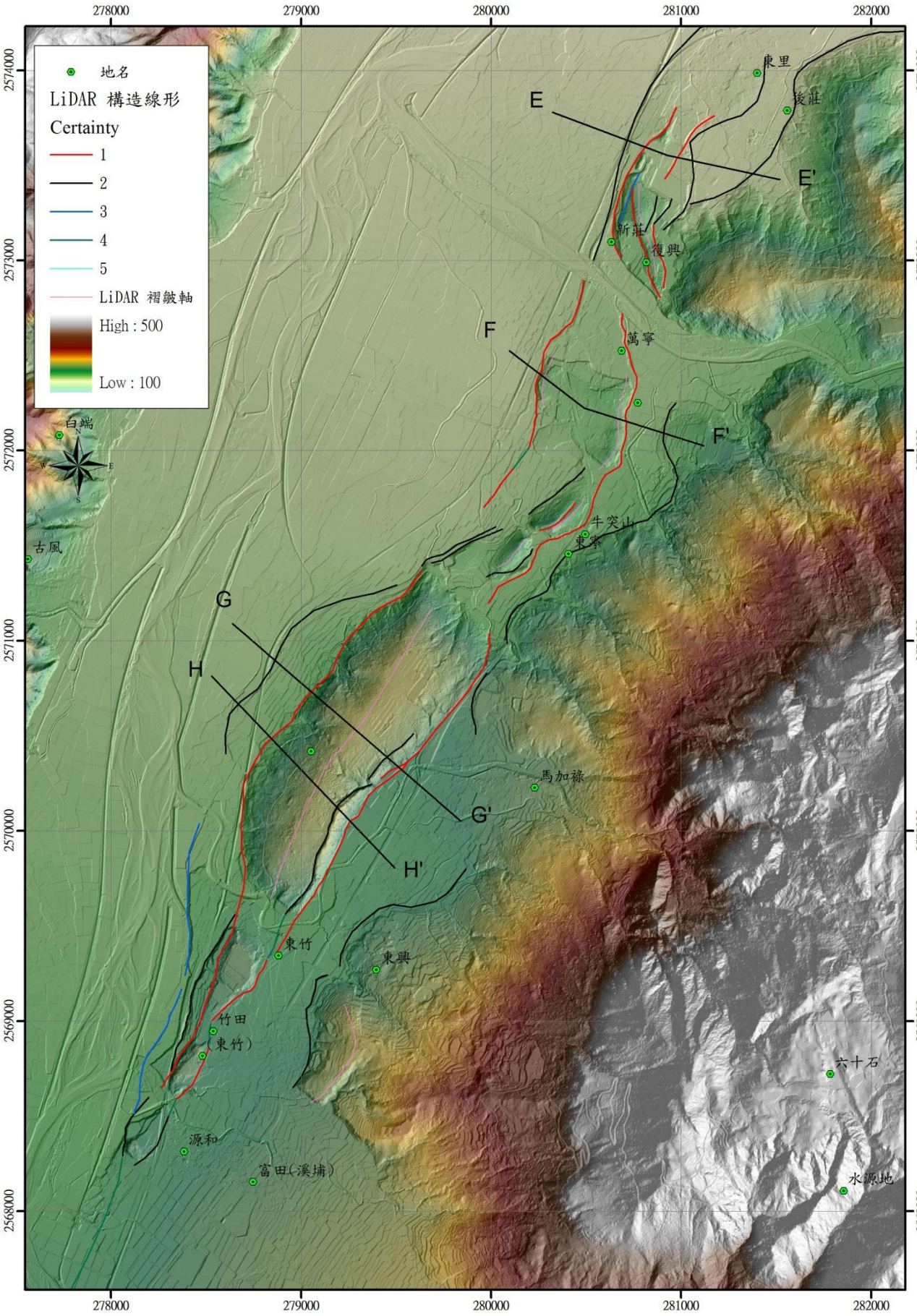


圖 7-48 池上斷層中北段東里至富田附近區域構造地形分析及判釋成果

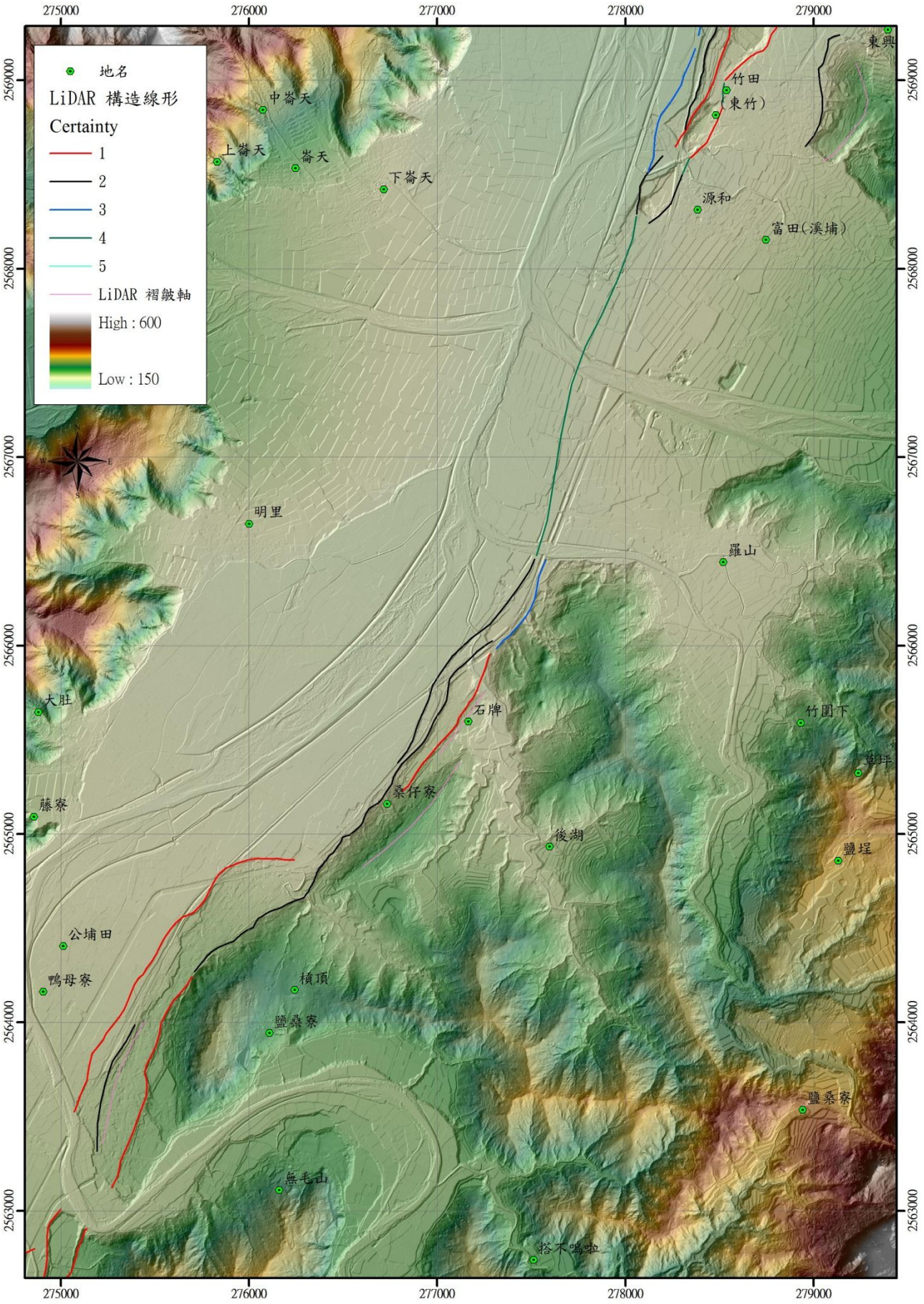


圖 7-49 池上斷層中段竹田至富里附近區域構造地形分析及判釋成果

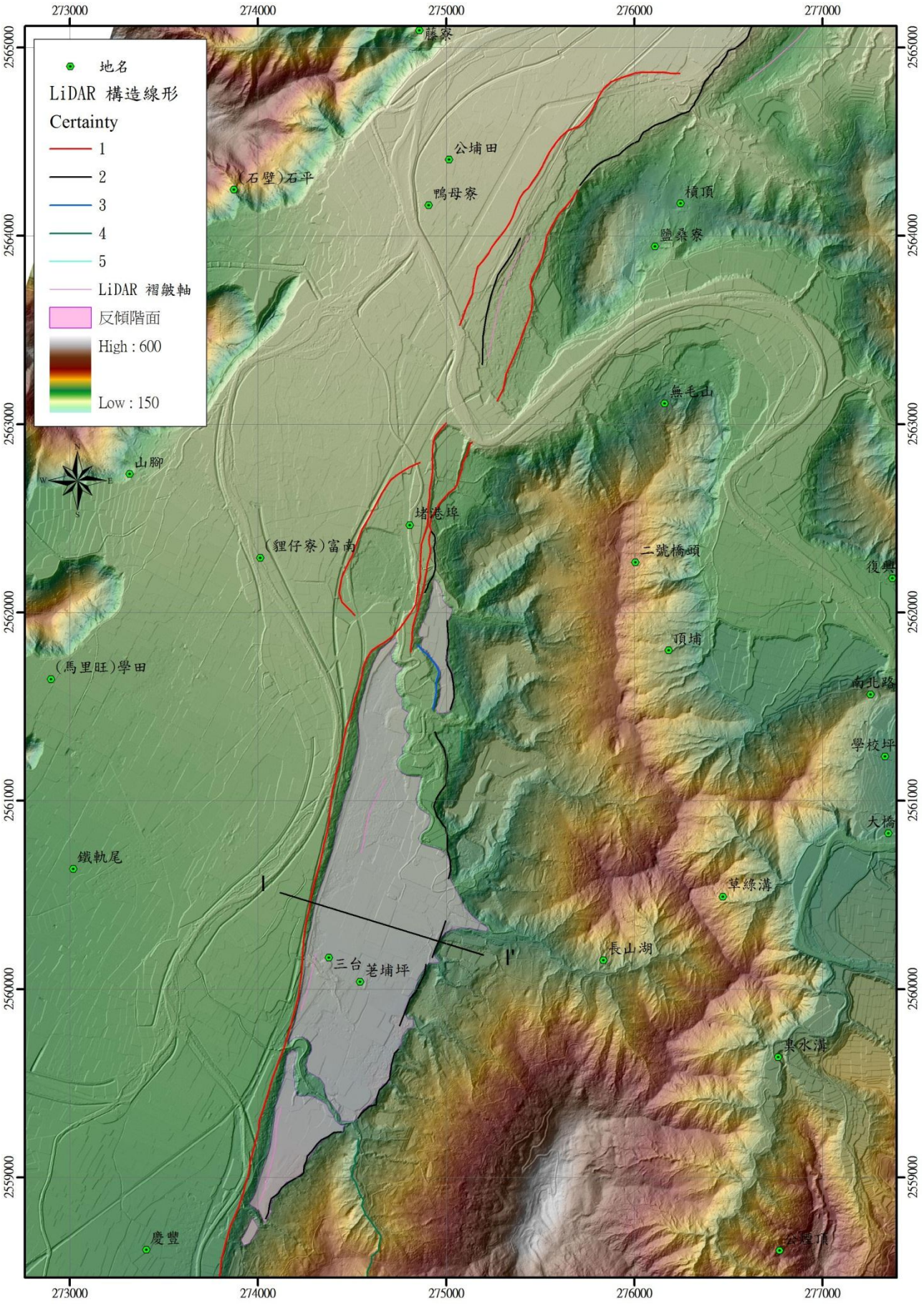


圖 7-50 池上斷層中段富里至慶豐附近區域構造地形分析及判釋成果

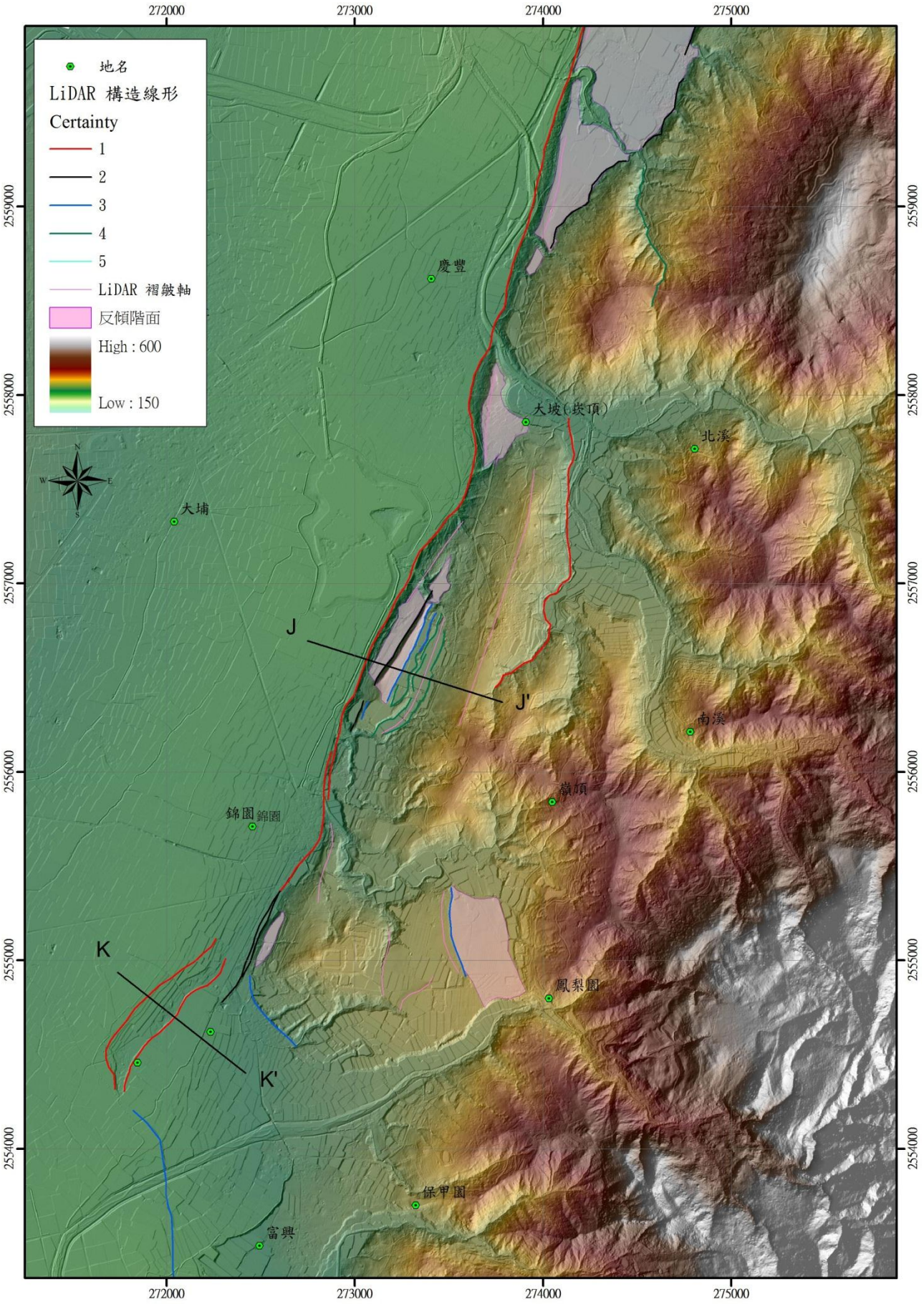


圖 7-51 池上斷層中南段三台至萬安附近區域構造地形分析及判釋成果

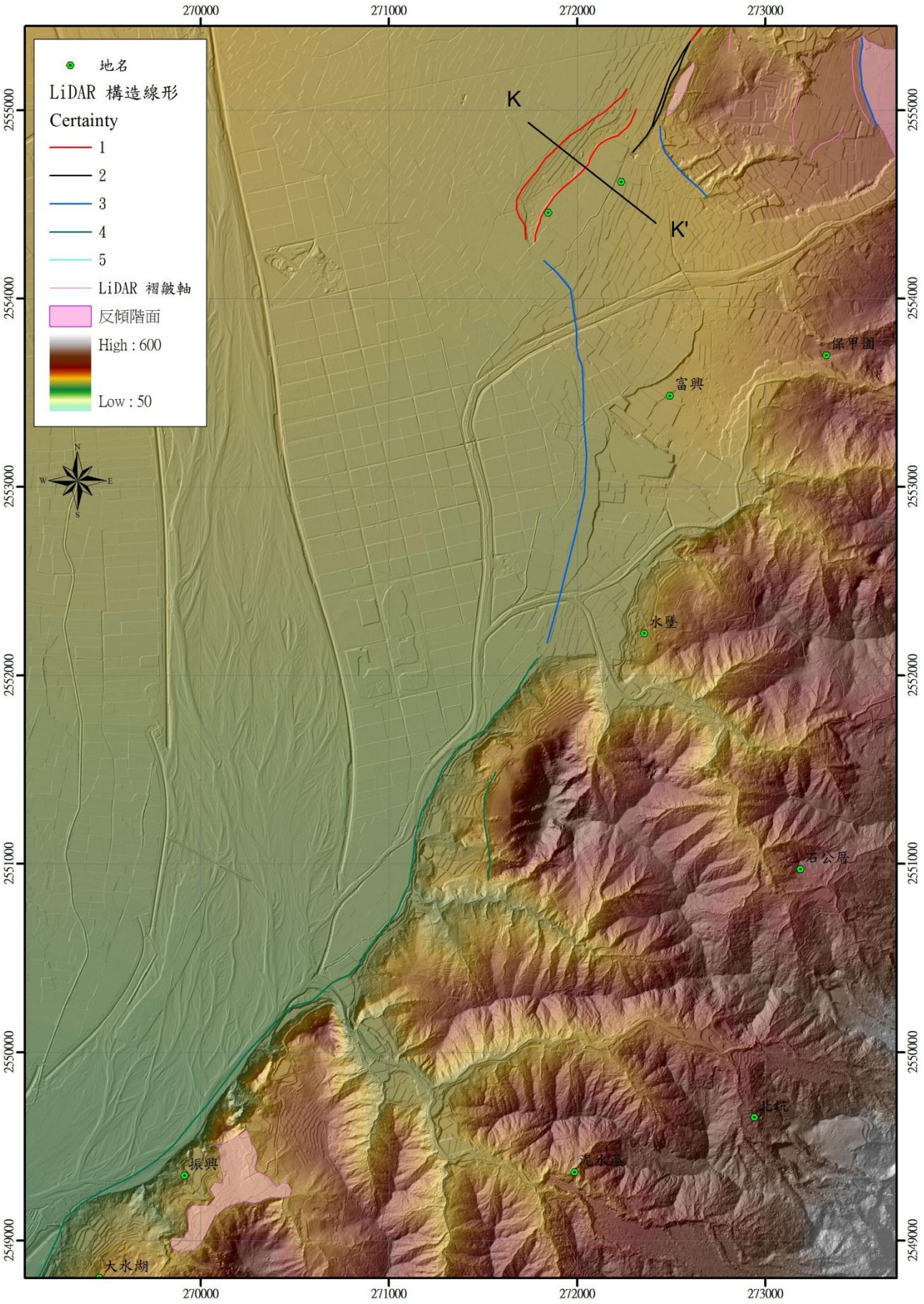


圖 7-52 池上斷層南段萬安至振興附近區域構造地形分析及判釋成果

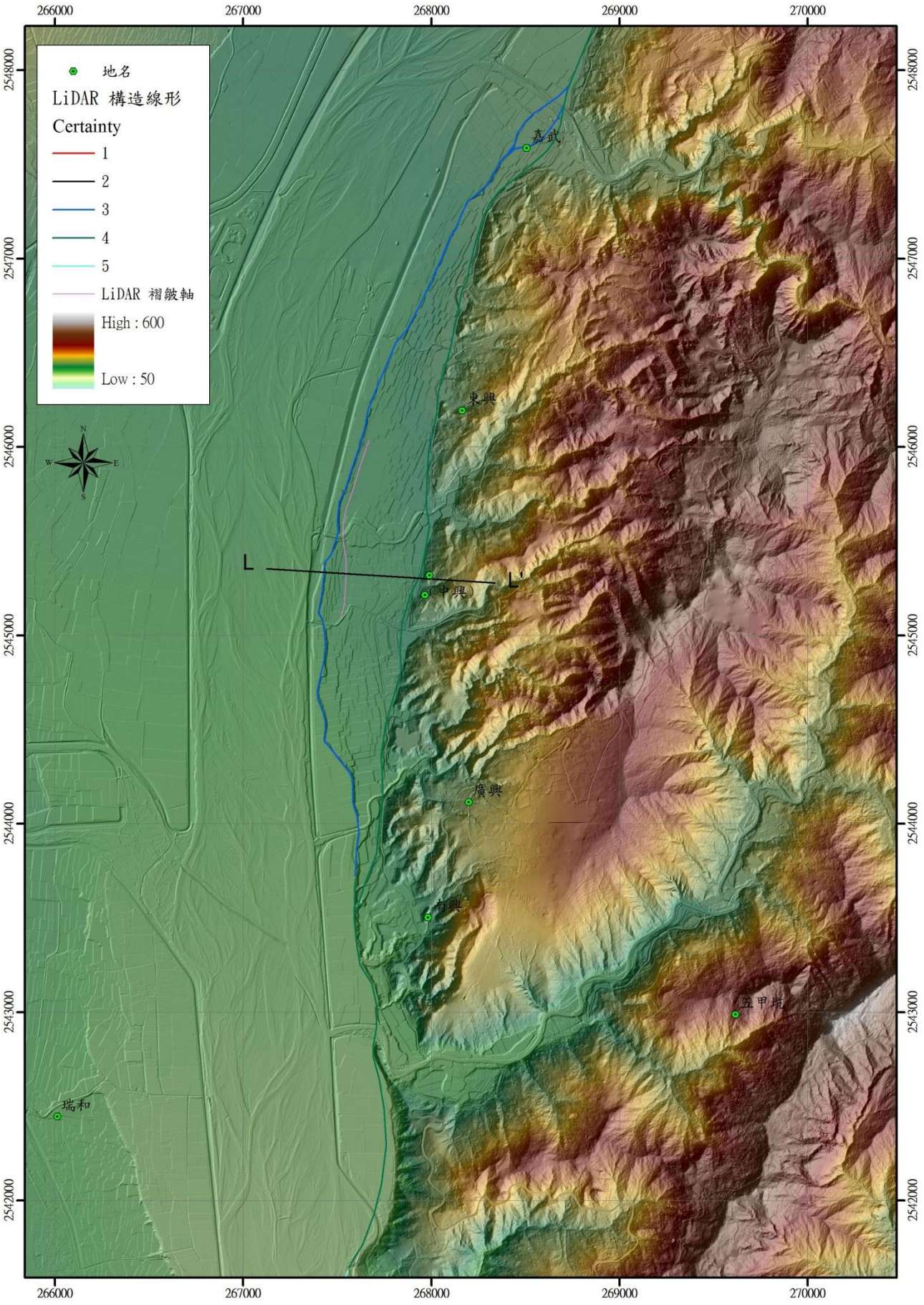


圖 7-53 池上斷層南段嘉武至寶華附近區域構造地形分析及判釋成果

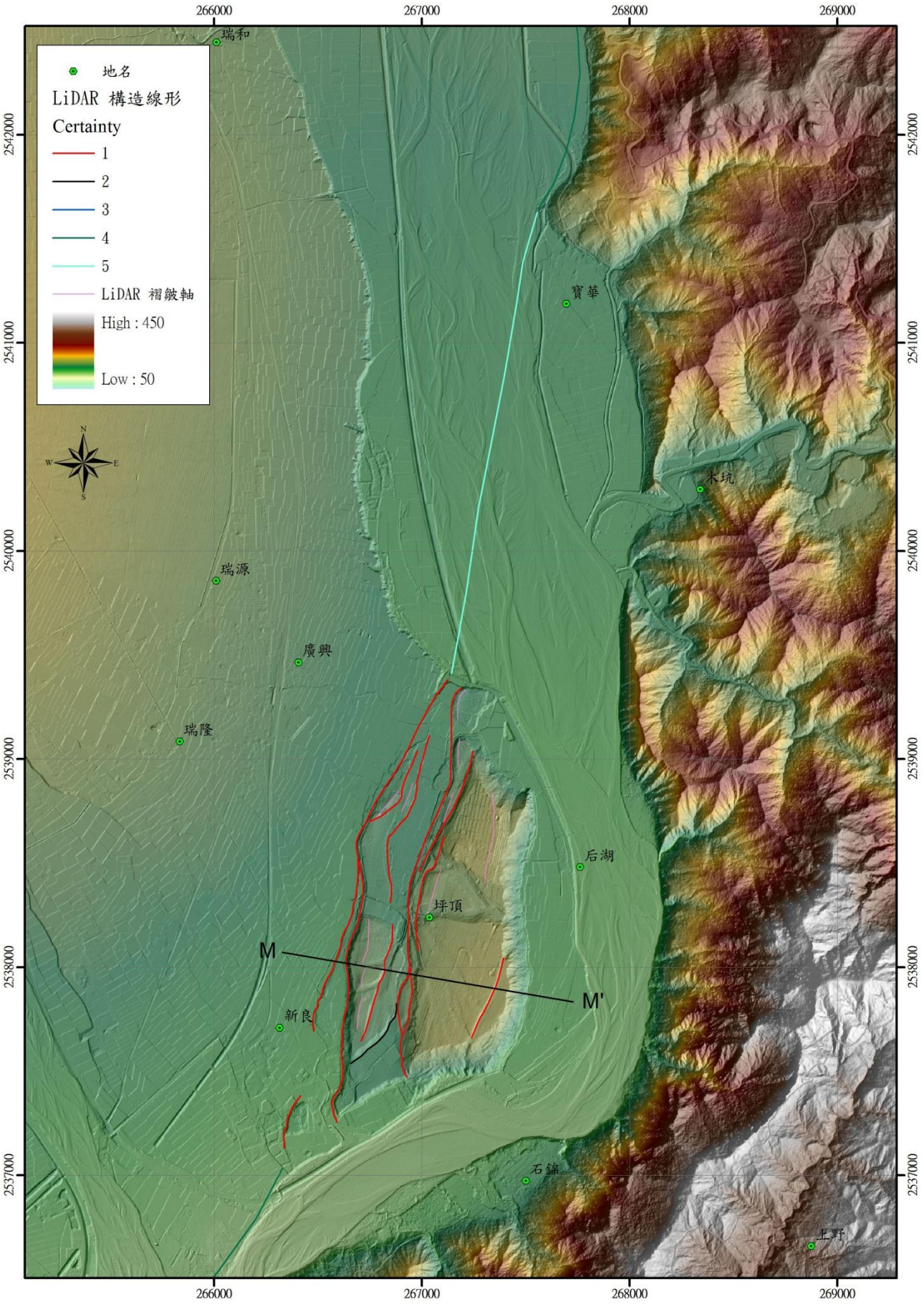


圖 7-54 池上斷層南段寶華至新良附近區域構造地形分析及判釋成果

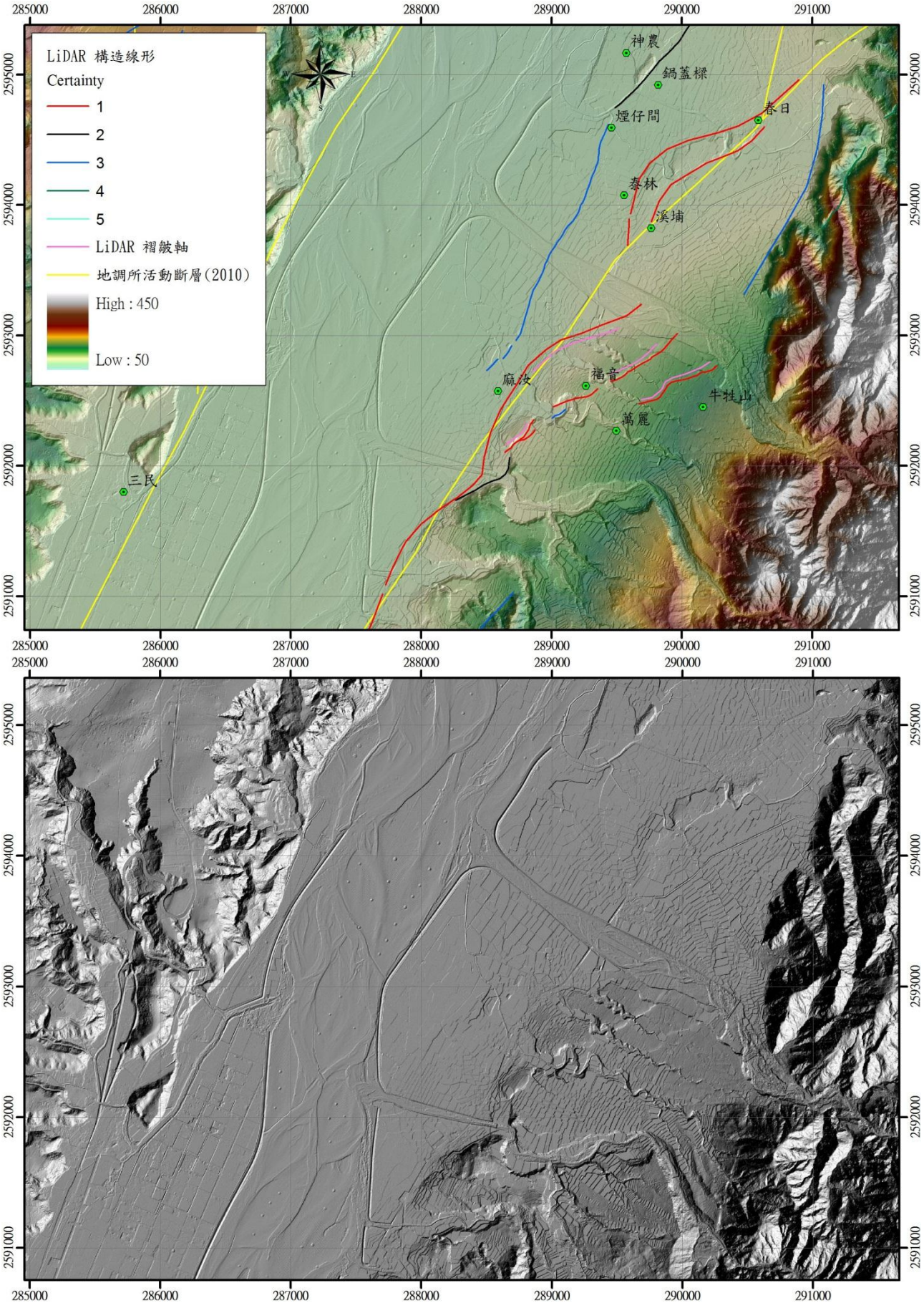


圖 7-55 春日－麻汝附近地區之地形高程、構造線形位置，以及地形陰影特徵



圖 7-56 春日國小前斷層切過公路形成的斷層崖

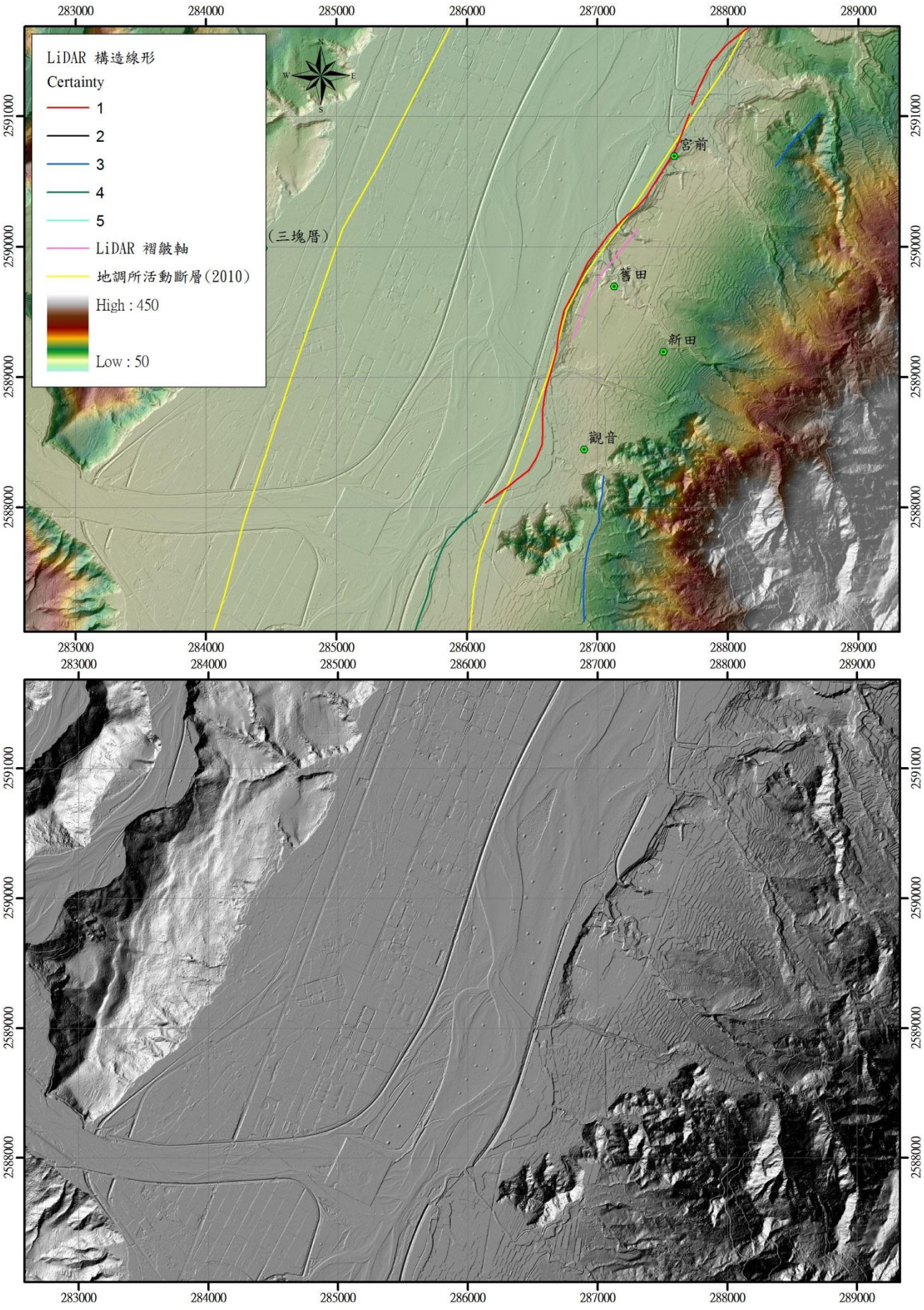


圖 7-57 宮前－觀音附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形判釋結果

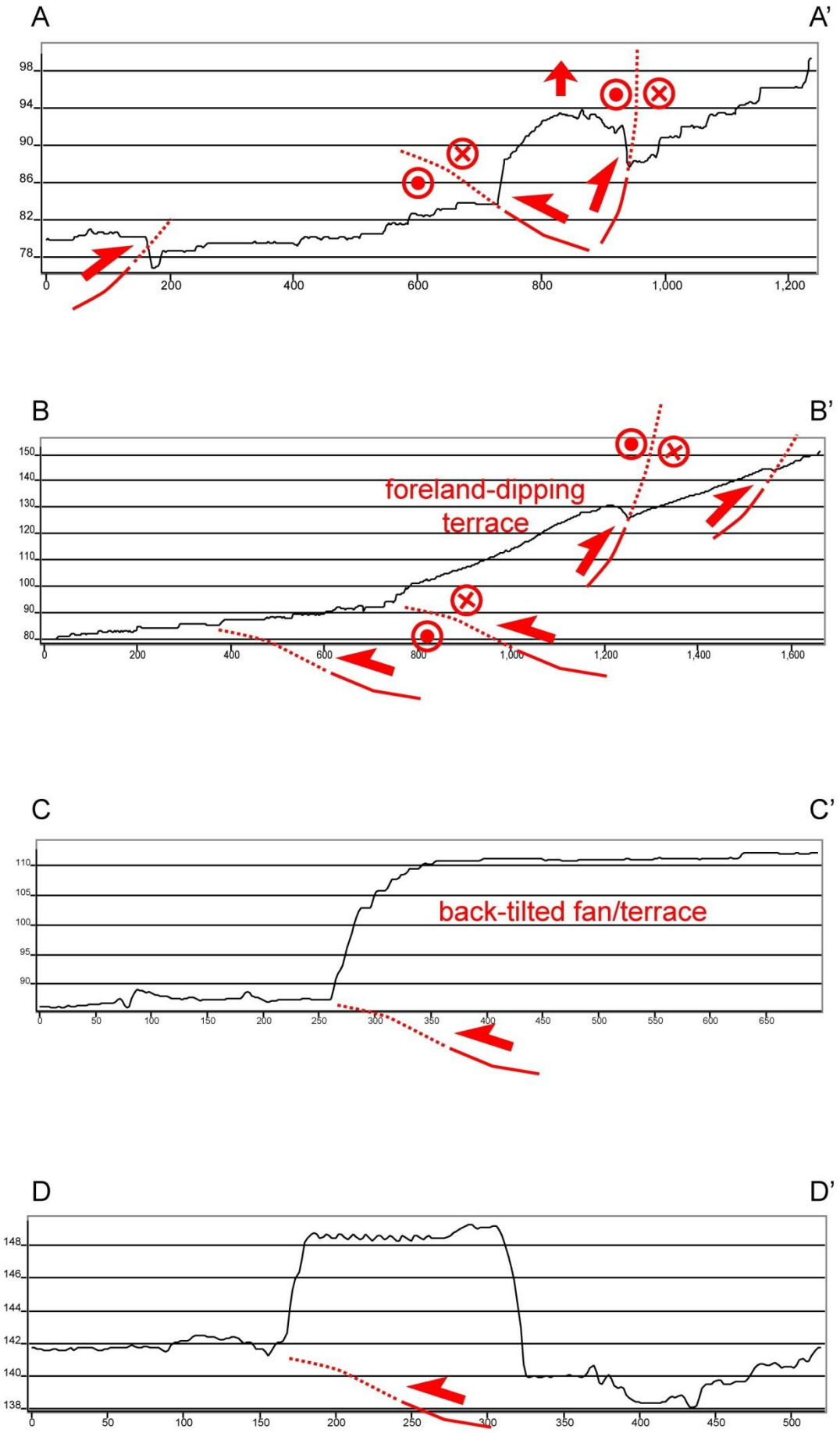


圖 7-58 池上斷層北段附近區域地形及構造分析結果剖面圖



圖 7-59 泰林大橋南邊公路東側的斷層崖



圖 7-60 舊田附近斷層上盤的背斜褶皺

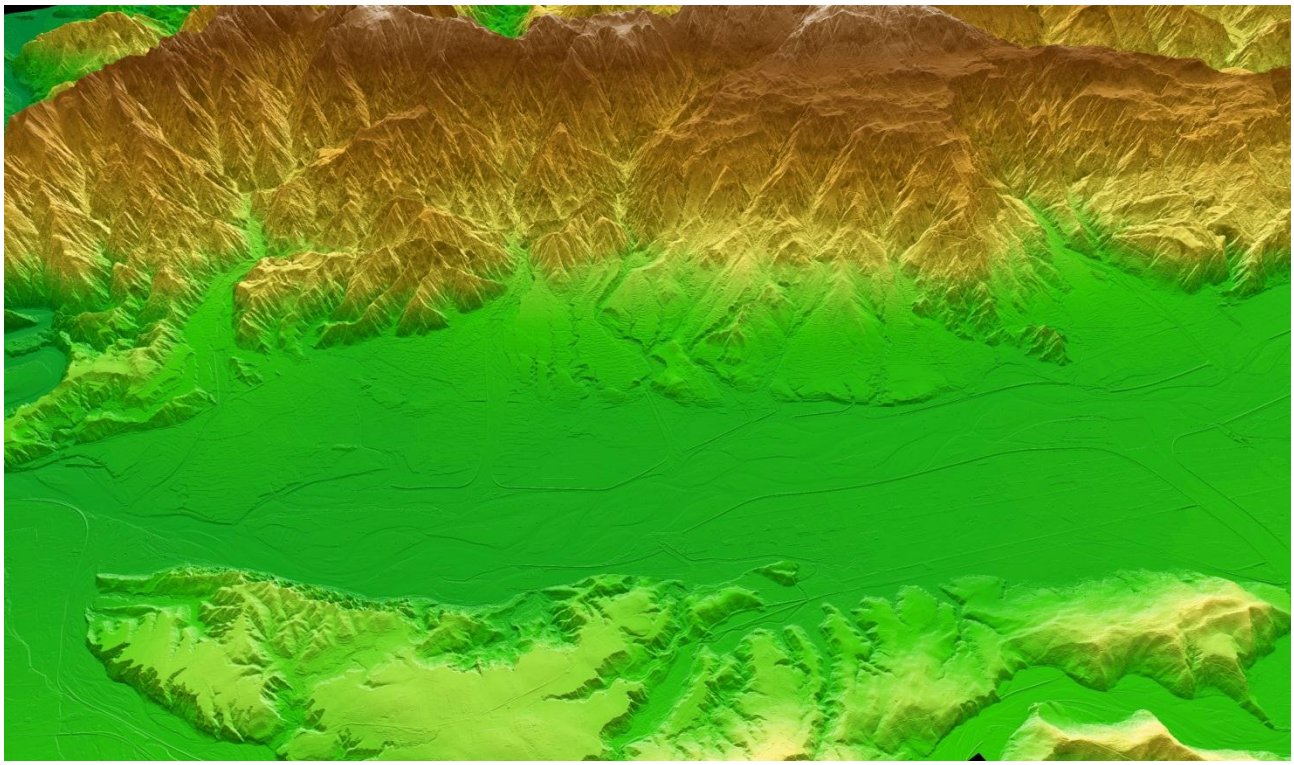


圖 7-61 池上斷層北段附近區域三維地形特徵

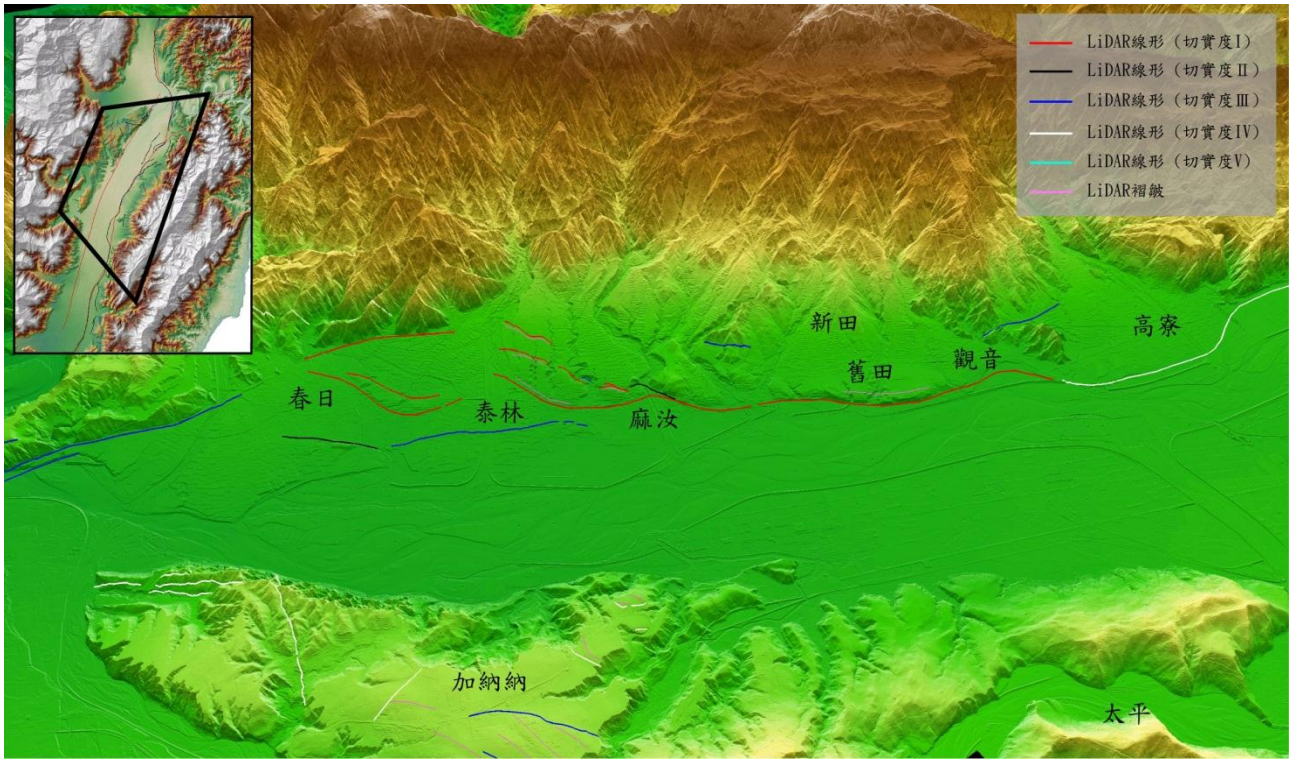


圖 7-62 池上斷層北段附近區域構造地形判釋成果三維地形套疊

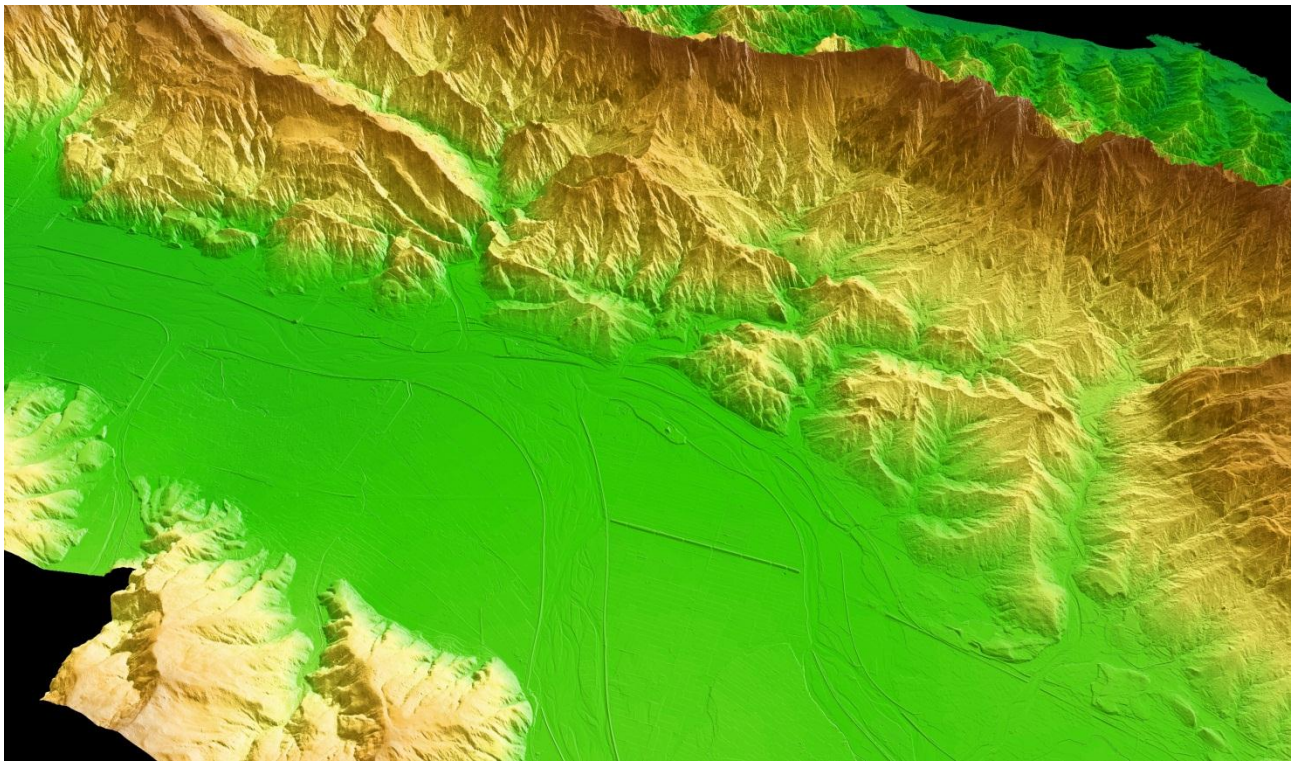


圖 7-63 池上斷層中北段東豐－東里之間附近區域三維地形特徵

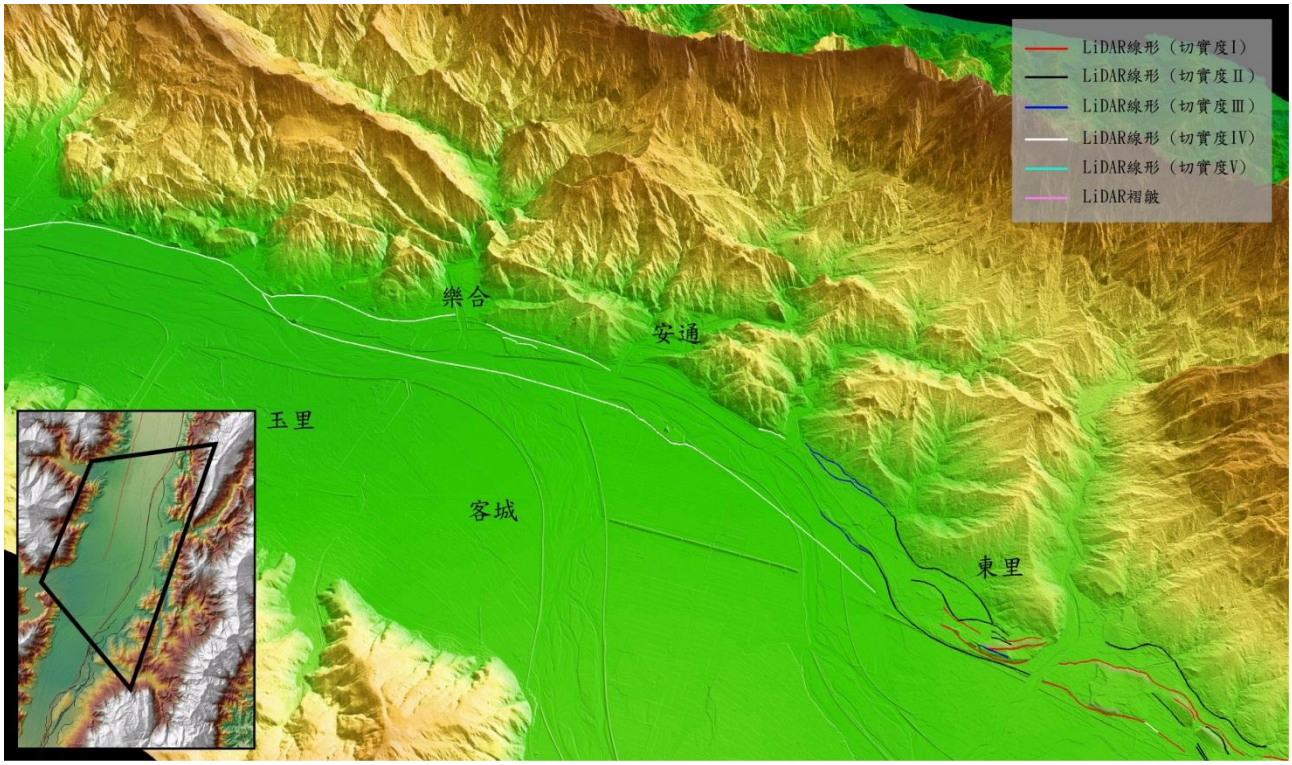


圖 7-64 池上斷層東豐－東里附近區域構造地形判釋成果三維地形套疊

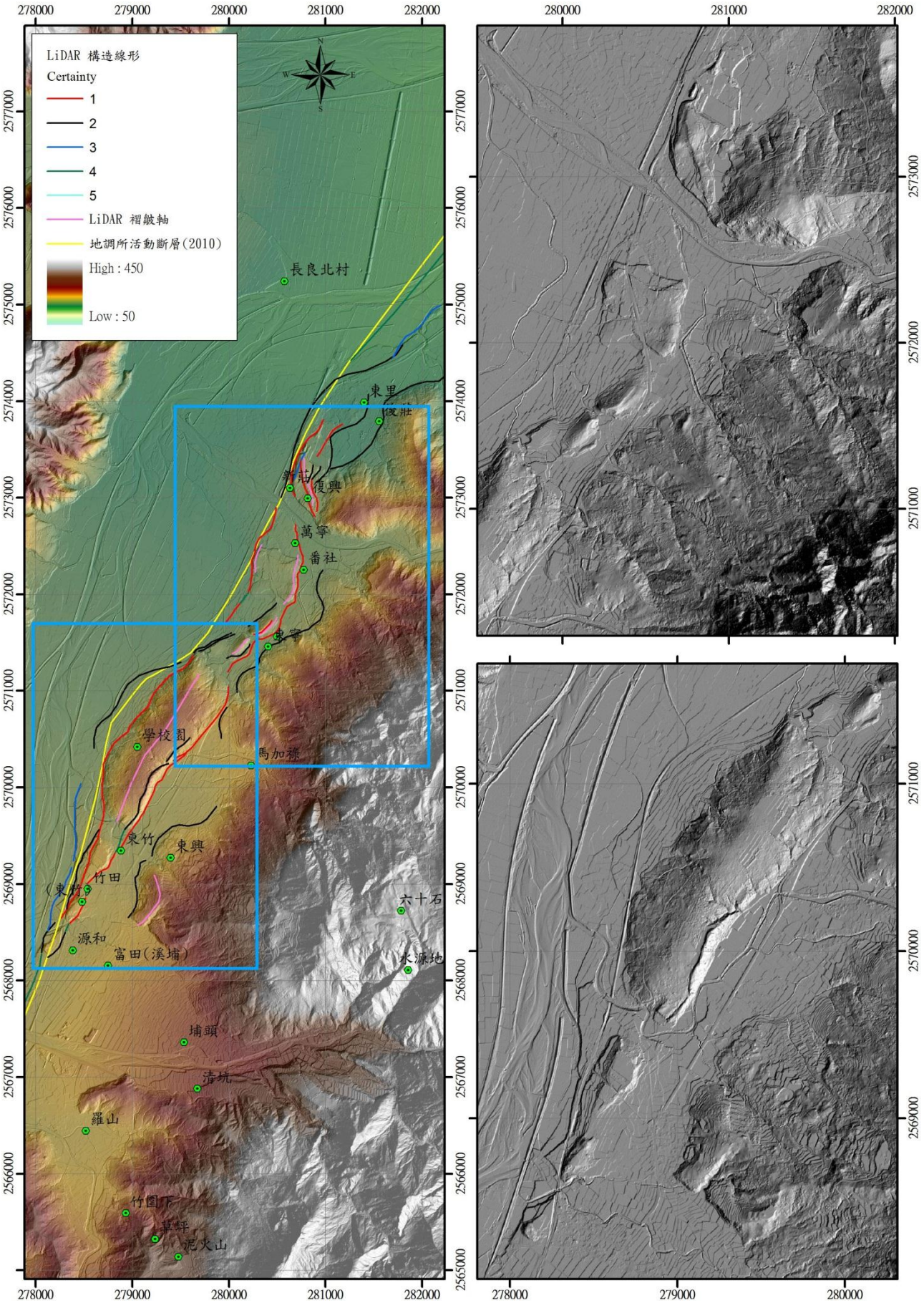


圖 7-65 東里－富田附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形判釋結果

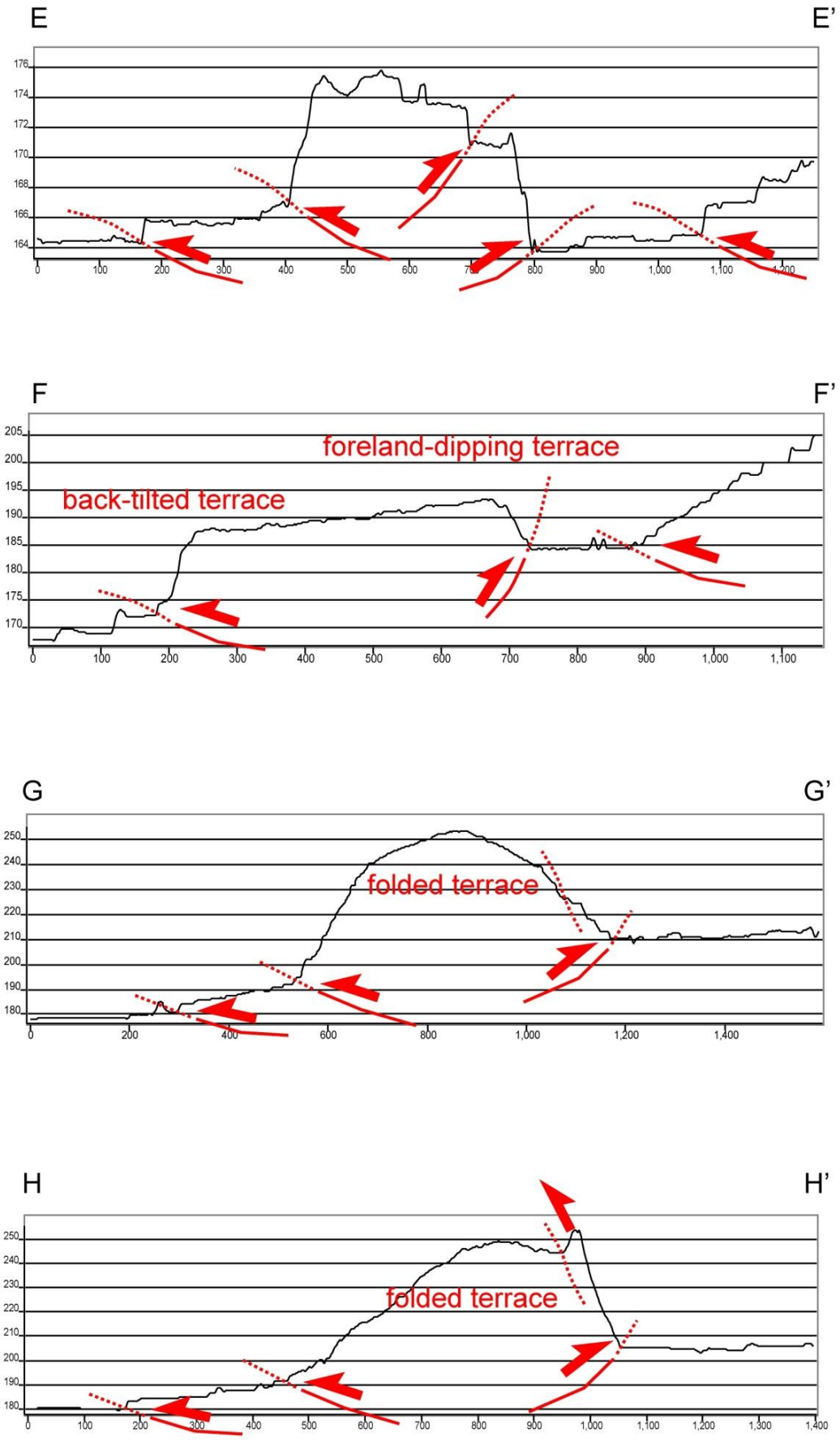


圖 7-66 池上斷層中北段附近區域地形剖面及構造分析示意

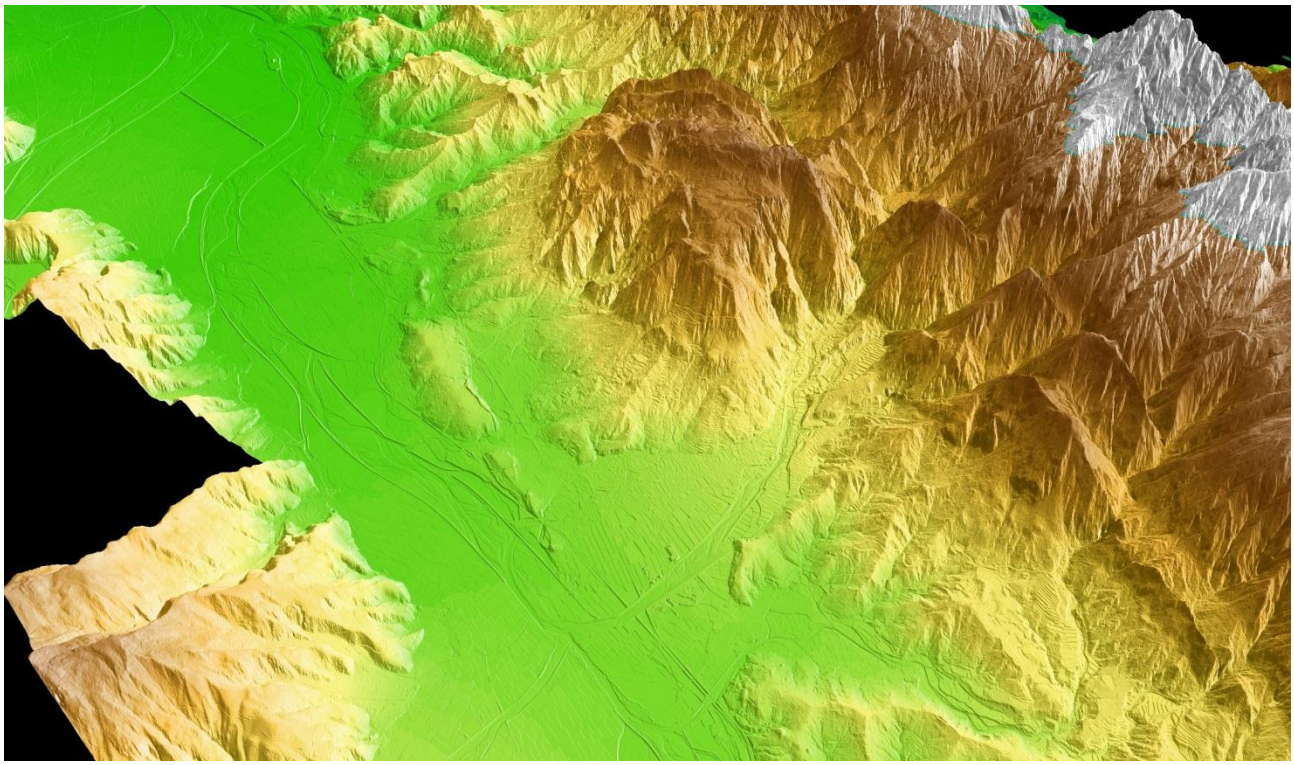


圖 7-67 池上斷層中北段東里－東竹附近區域三維地形特徵

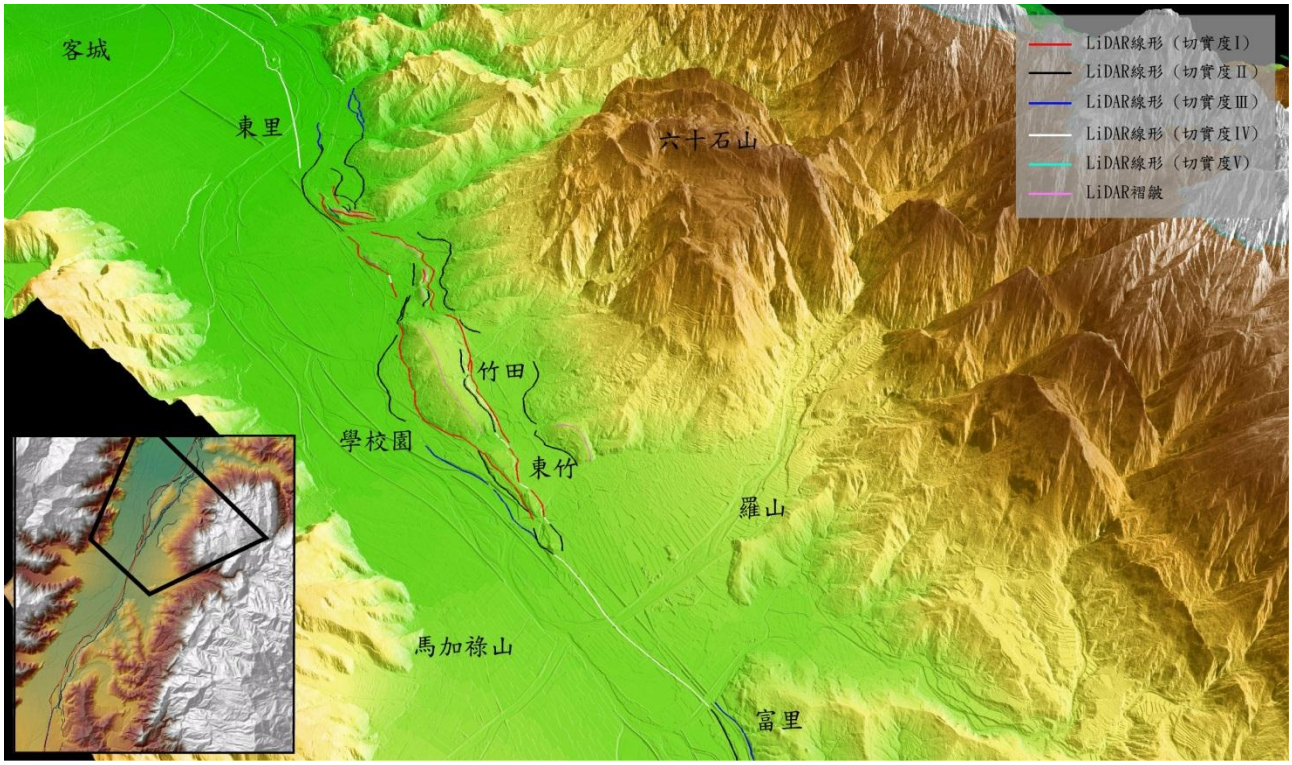


圖 7-68 池上斷層中北段東里－東竹附近構造地形判釋成果三維地形套疊



圖 7-69 東竹學校園附近 1951 地震可能之斷層崖露頭

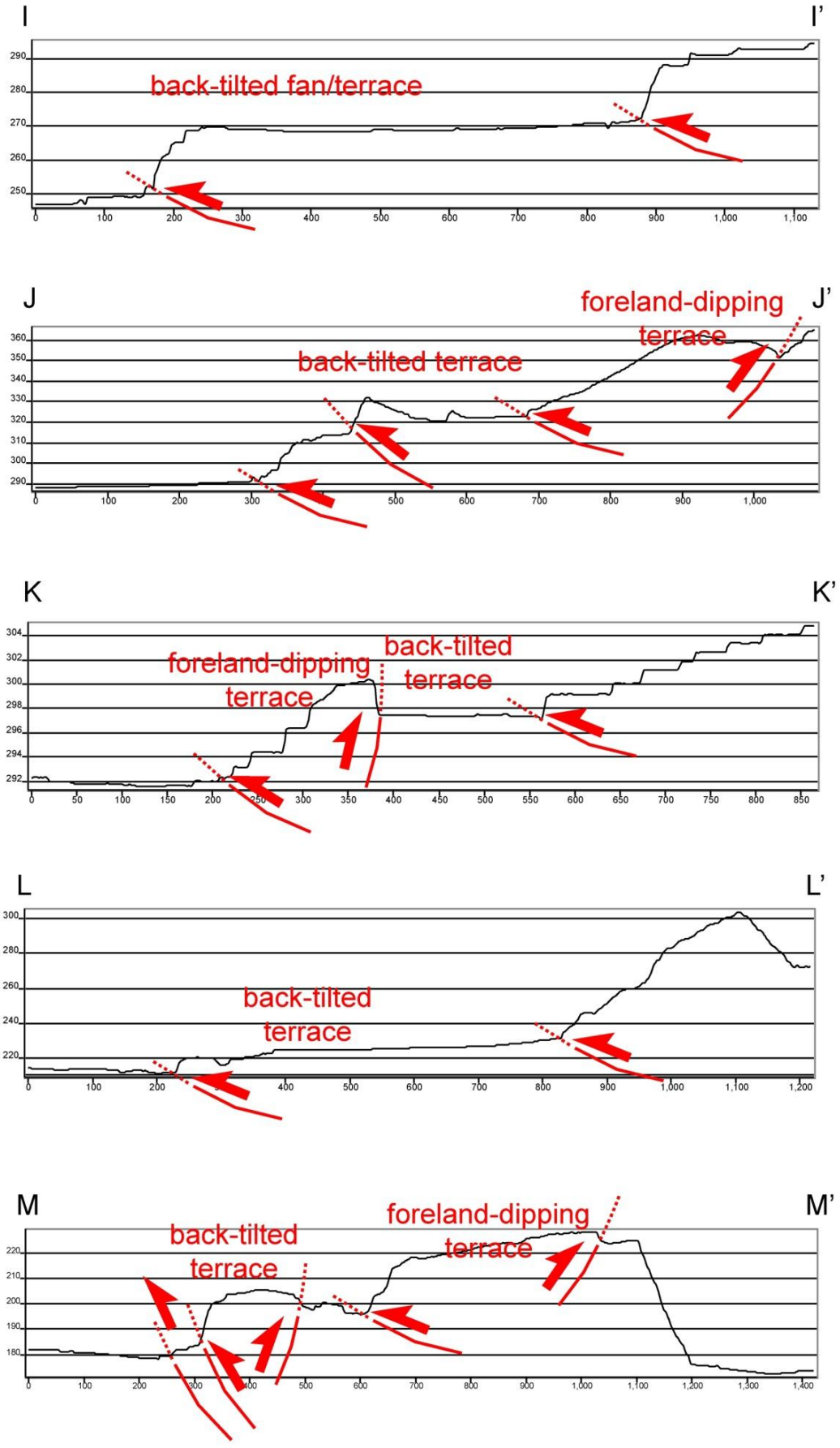


圖 7-70 池上斷層中及南段附近區域地形剖面及構造分析示意

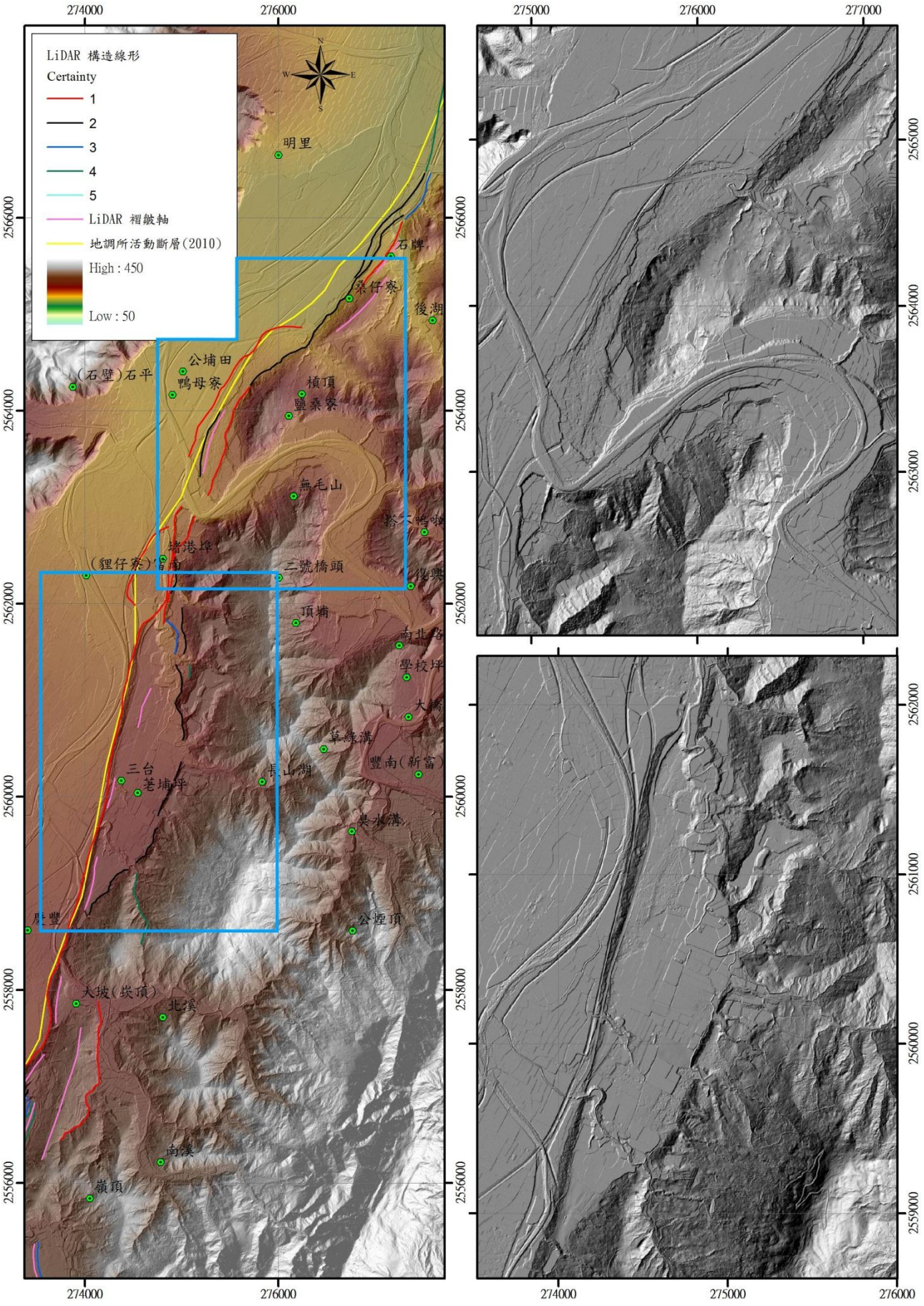


圖 7-71 富里－大坡附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形判釋結果

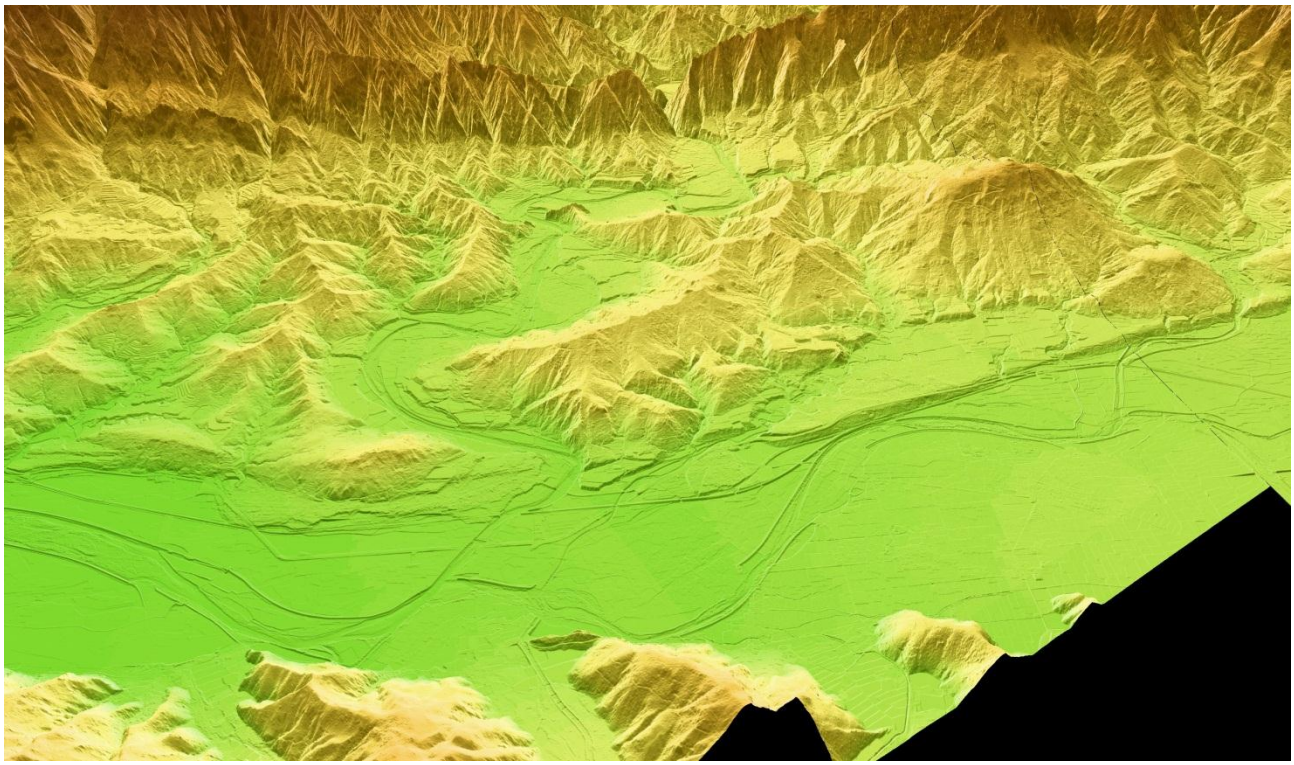


圖 7-72 池上斷層中南段富里－大坡附近區域三維地形特徵

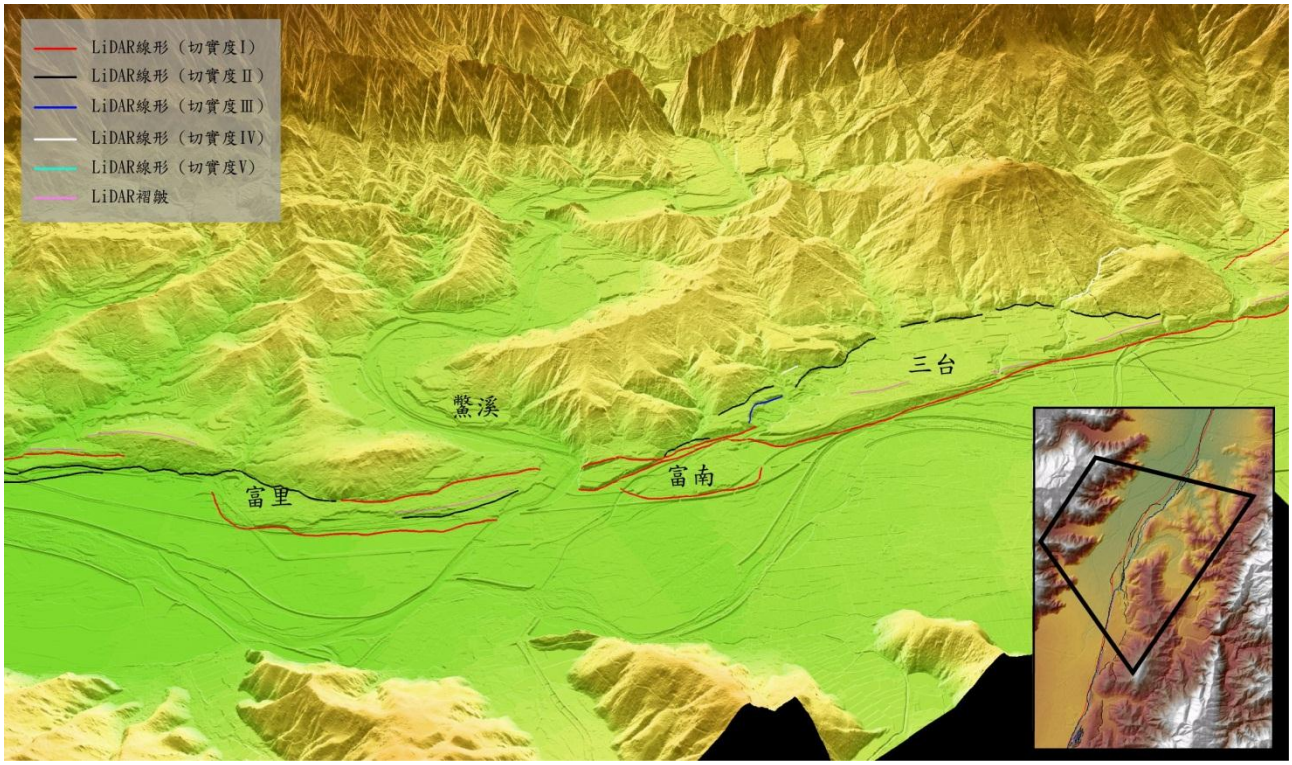


圖 7-73 池上斷層中南段富里－大坡附近構造地形判釋成果三維地形套疊

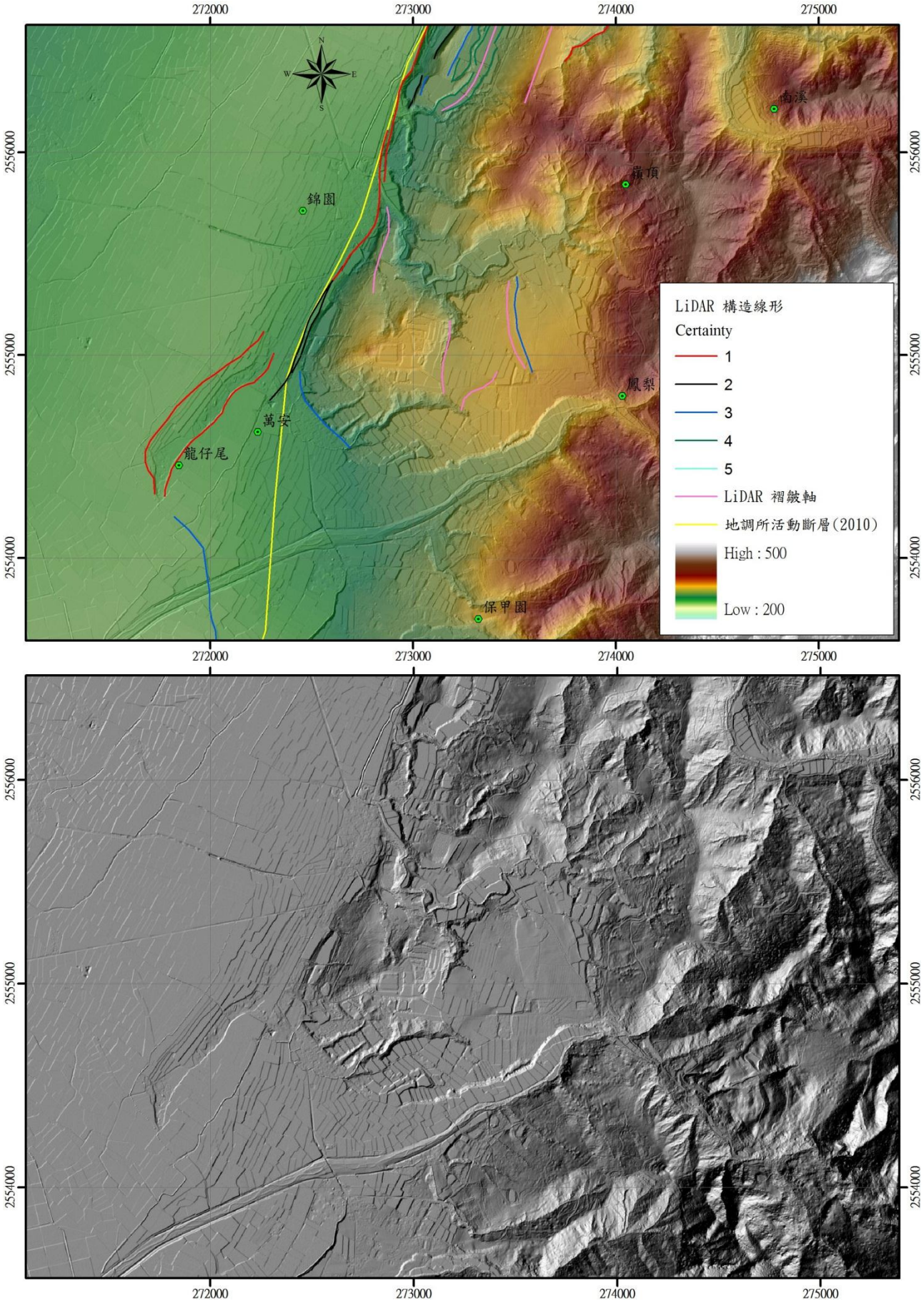


圖 7-74 萬安附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形判釋結果

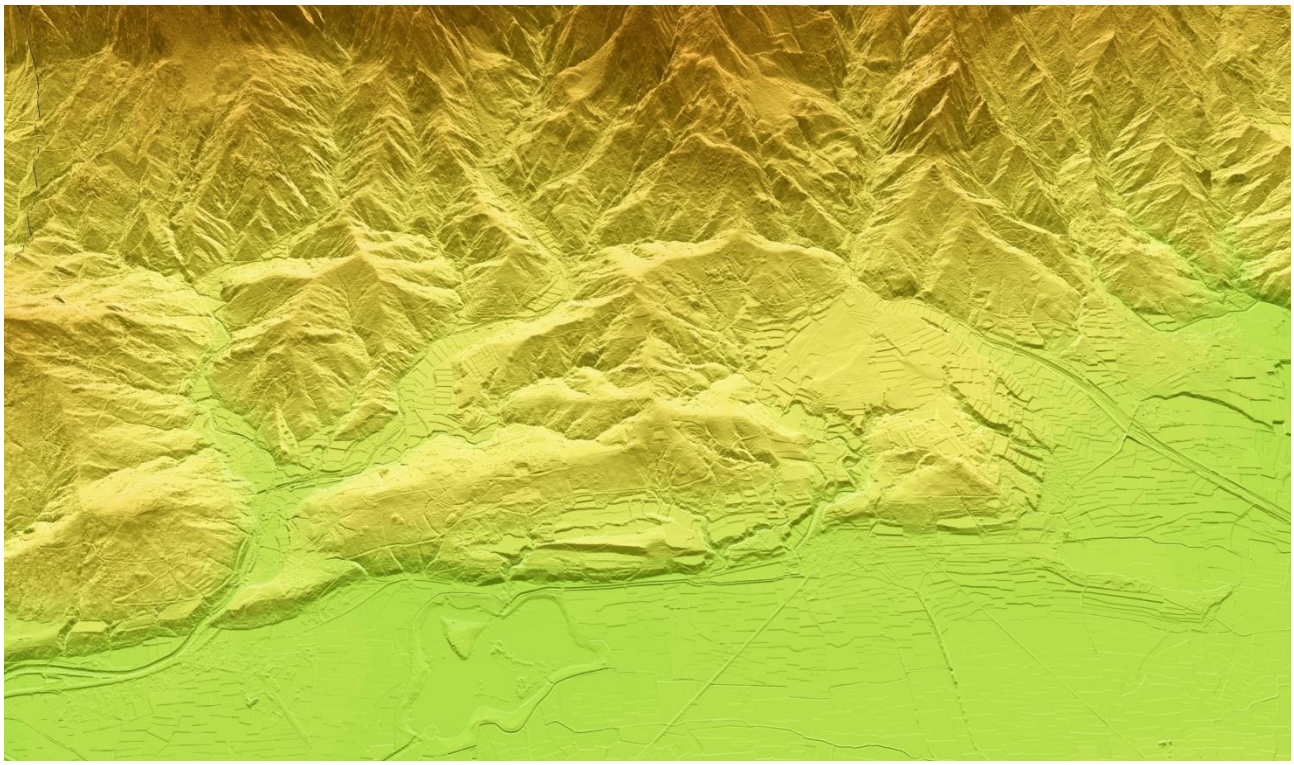


圖 7-75 池上斷層中南段大坡－萬安附近區域三維地形特徵

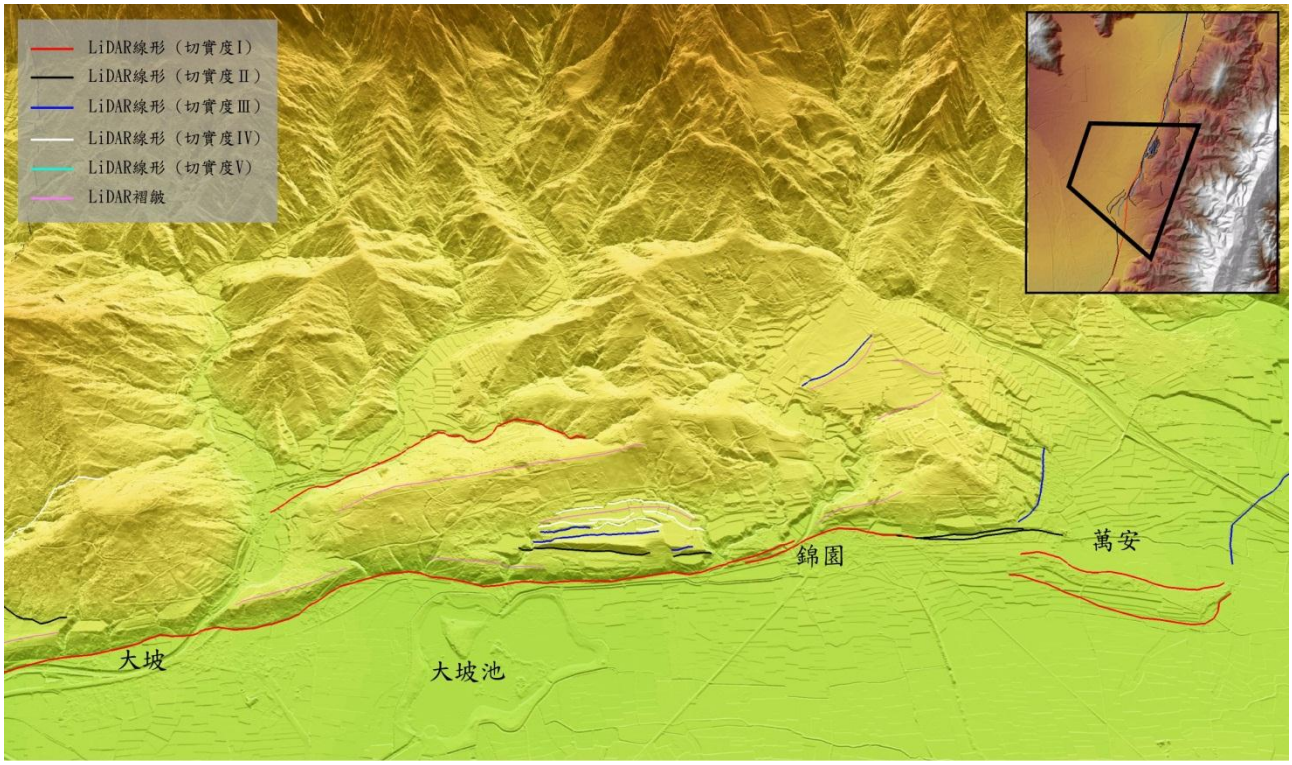


圖 7-76 池上斷層中南段大坡－萬安附近構造地形判釋成果三維地形套疊

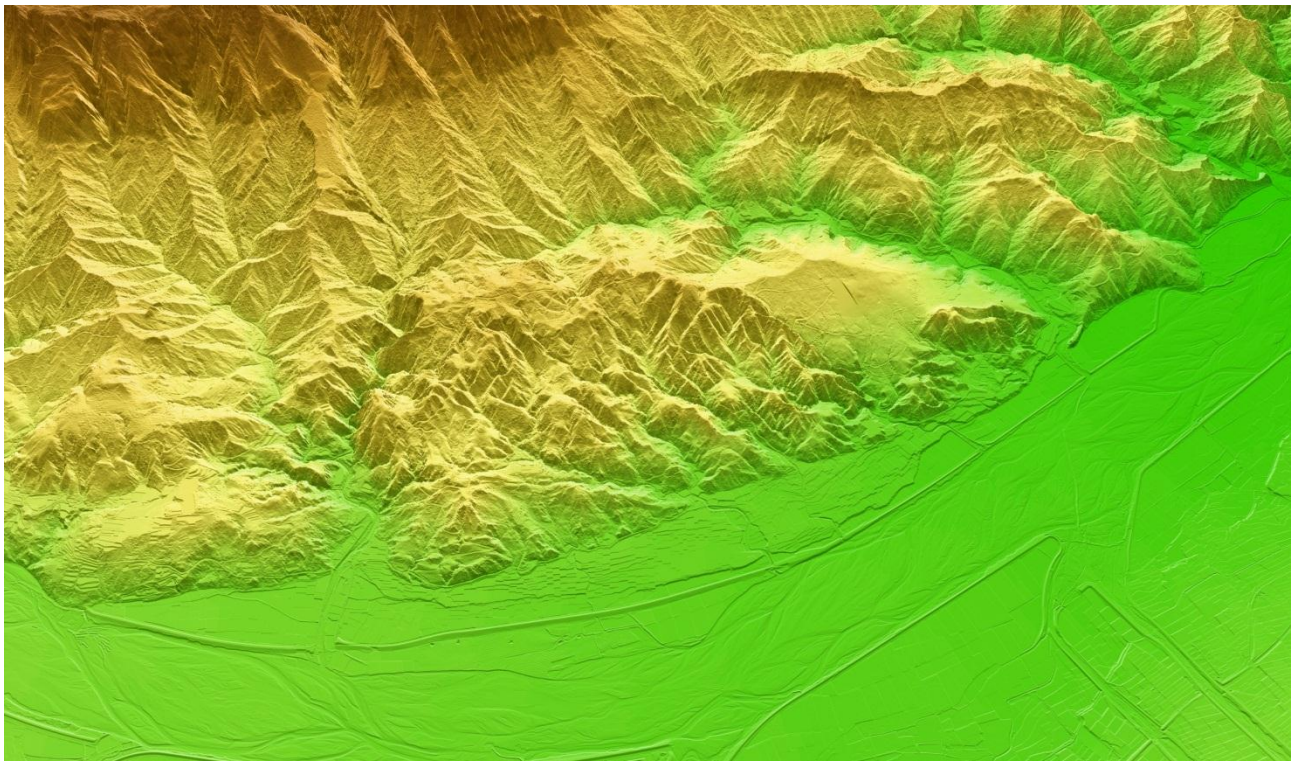


圖 7-77 池上斷層南段嘉武－南興附近區域三維地形特徵

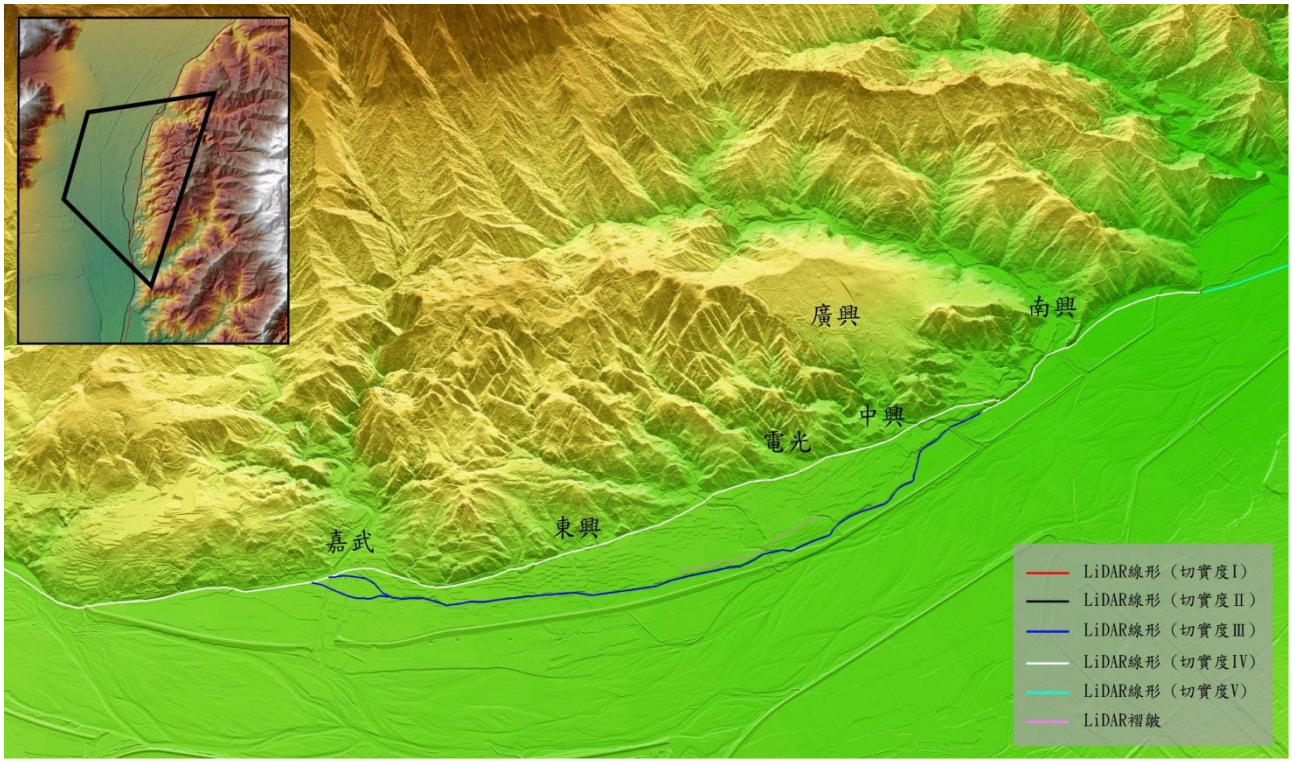


圖 7-78 池上斷層南段嘉武－南興附近構造地形判釋成果三維地形套疊

鹿野斷層

本斷層北起鹿寮(今永安)、經上鹿寮、馬背、龍田，過鹿野溪、稻葉，沿著卑南山台地西側往南，再經初鹿、美農、萬萬、檳榔，再往南，可能至台東，全長約17公里，主要呈南北走向，為一逆移斷層。林朝棨(1957)指出鹿野地區河階可能受斷層活動而撓曲，石再添等(1985)、楊貴三(1986)、朱傚祖與游明聖(1995)、張瑞津等(2004)、徐澔德等(Shyu et al., 2008)等人亦指出本斷層分佈等研究均指出鹿野斷層在不同段落斷層性質有明顯的差異。另陳文山等(2009)在斷層北段永安沖積扇上進行槽溝開挖與淺層鑽探，出露的近代沈積層明顯受到褶皺變形，可解出三次古地震事件，顯示斷層通過該處附近，而淺層震測影像顯示鹿野斷層切過卑南山礫岩層，為向東傾斜的逆衝斷層，且因為鹿野斷層持續活動，使斷層東側的卑南山礫岩層受到擠壓而形成背斜(王蘭榛等，2010)。

本研究運用LiDAR數值地形模型資料來分析鹿野斷層沿線及鄰近區域之構造地形特徵及可能之構造特性，研究分析所得之線形位置，由北而南，各列如圖7-79~7-83所示。

由LiDAR資料判釋，鹿野斷層在永安一帶，地形上有一系列約略與斷層平行的背斜褶皺與構造崖等構造地形特徵，應為斷層活動時在地表造成的變形，另就構造排列方向來看，基本上亦呈現雁形排列，亦反應本區之地形為構造活動所主控，本區段內之構造線形分布各如圖7-79所示；另就階地排列方向來看，永安附近之冒起構造，除了上抬之外，並造成階面反傾，如永安附近之地形剖面及構造地形示意如圖7-84之A-A’剖面；實際野外的調查，可發現鹿野斷層及其造成之變形帶的野外證據，如圖7-85及圖7-86指示鹿野永安玉龍泉附近可見明顯因斷層活動造成的斷層褶皺崖；另針對高台北側平台部份，本區構造主要為四條主要次生構造崖及構造所伴生之褶皺現象，高台附近之地形剖面及構造地形示意如圖7-84之B-B’剖面。續往南，於馬背－高台附近，構造地形上的特徵主要是出現一系列複雜的褶皺山脊，走向也大約與斷層平行，或可直接以斷層壓力脊構造解釋之；另在東側的高臺亦有平行斷層的背斜褶皺，此外尚有兩條東西向的構造崖，顯示此區地表因斷層活動造成的變形較為複雜，變形帶也較寬。本區域附近之三維地形及構造地形三維分布套疊，各如圖7-87及圖7-88所示。往南，於龍田河階面上則有明顯的南北向褶皺崖，如圖7-80所示；另圖7-91指示永安－龍田附近地區之地形陰影明暗特徵，其中永安附近，可見一連續新月型雁形排列之窪丘，且本區內扇面之坡度及坡向，和現生之加拿水溪扇面不一致，應非僅是單純之河蝕崖，另於高台西側則可見一系列之地形撓曲，龍田台地面上，則可見因地形面坡度漸變而引致光影連續漸變之變化特徵，另坡面之傾向，亦和構造西側扇面傾向不一致，以上特徵均指示本區之線形可能和構造之作用有關，故本區內構造線形之確實度普遍較高。本區域附近之三維地形及構造地形三維分布套疊，指示如圖7-89及圖7-90。

斷層再向南延伸穿過鹿野溪，在河谷中，因受現生河流侵蝕影響，無法判釋斷層所造成之地表變形的性質與範圍。於鹿野溪以南，沿卑南山西緣向南，在卑南山北段可判釋出沿斷層有數條平行的構造崖分支，並造成構造線形間階地的反傾，指示了構造線形之所在及其活動性，本區段內之構造線形分布指示如圖7-81所示，圖7-94指示初鹿附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形分析成果，圖中可見兩道主要構造線形，地形崖前緣，光影連續變化，指示地形呈線性變化，間接指示地形面為受褶撓曲之沖積層或階面，就地形坡度來看，似和線形西側之扇面有關，而且可能受構造影響，而改變了原扇面之傾向，因以上特徵，故本區內構造線形之確實度列為一級；初鹿附近之地形剖面及構造地形示意如圖7-84之C-C’剖面。另就野外查核，卑南山西北角與中央山脈相鄰的小河谷中，發現一個剪切帶的露頭，該處卑南山礫岩與中央山脈的板岩基盤以一剪切帶接觸，如圖7-92及圖7-93照片所示，本露頭極可能就是斷層的位置。南段煙草間至檳榔一帶，構造地形沿卑南山西緣往南，受現生小溪沖刷侵蝕影響，僅可判釋出一條構造崖，如圖如圖7-82下半部及圖7-83所示；然而在鹿野斷層西側之檳榔附近，尚可觀察到呈南北走向之兩道明顯的構造崖與數條小分支，並造成階地傾動角度變大之現象，本區內之構造，或可直接以共軛之逆斷層及冒起構造解釋之。本區段內之構造線形分布指示如圖7-83，另地形剖面及構造地形指示如圖7-84內之D-D’剖面。本斷層在卑南山南部造成了卑南山高位紅土階地面的褶曲，使得階地面形成一個廣泛分布的西傾斜面；本構造線形之三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，如圖7-95及圖7-96所示。

綜合上述分析，鹿野斷層在不同的斷層區段有不同的性質，於地表也造成不同的構造地形特徵。斷層除在龍田河階面上，造成一明顯南北向斷層褶皺崖，相對較為單純以外，以北在斷層東側，尚有背斜褶皺與構造崖分佈，顯示此區段斷層活動在斷層上盤造成寬廣的變形帶；鹿野溪以南的斷層區段則顯示斷層活動造成的變形帶，較集中在斷層前緣，然而卑南山南段斷層西側的構造崖，則暗示斷層可能有更西側分支，造成此區的地表變形。

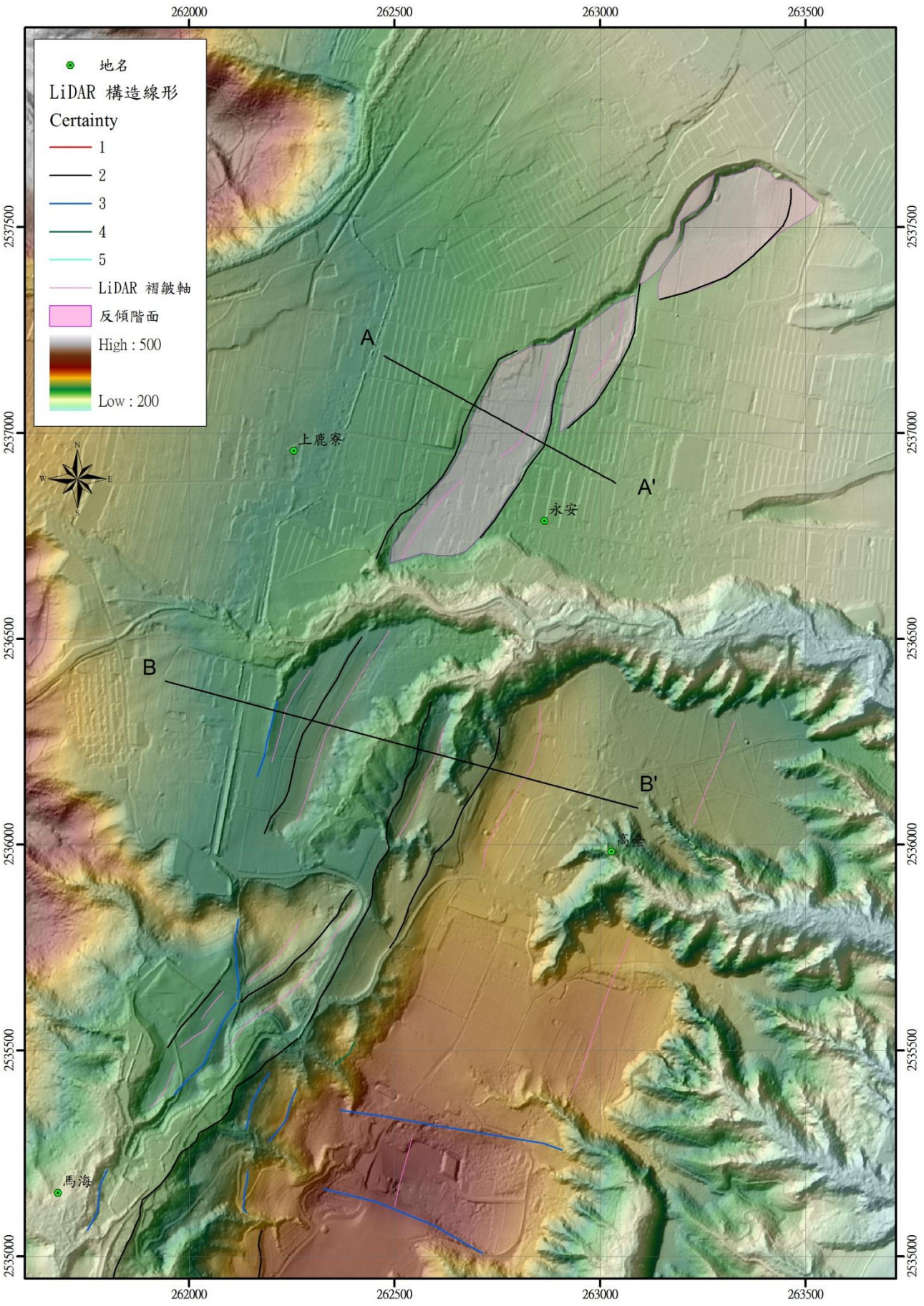


圖 7-79 鹿野斷層北段永安至高台附近區域構造地形分析及判釋成果

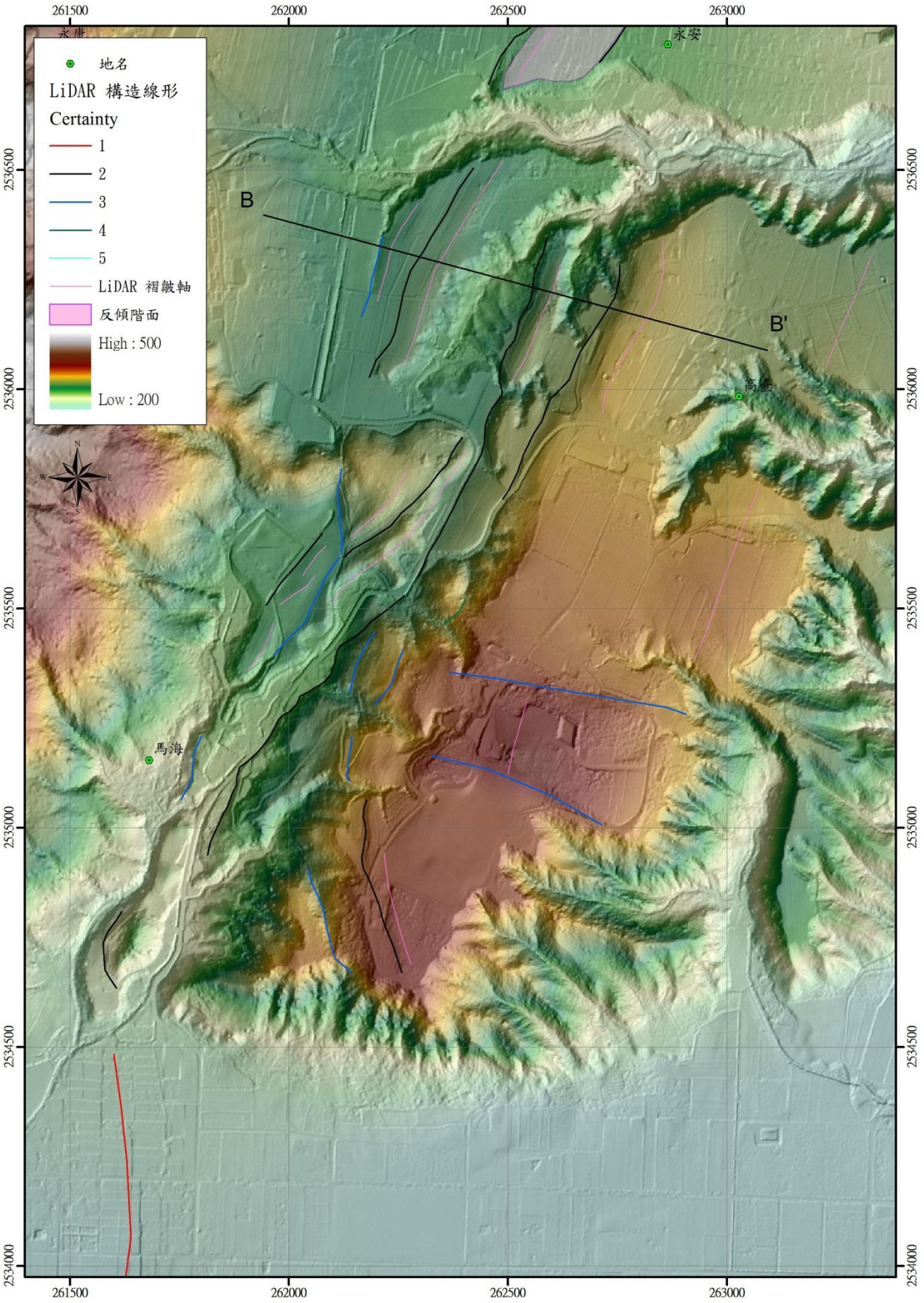


圖 7-80 鹿野斷層北段高台附近區域構造地形分析及判釋成果

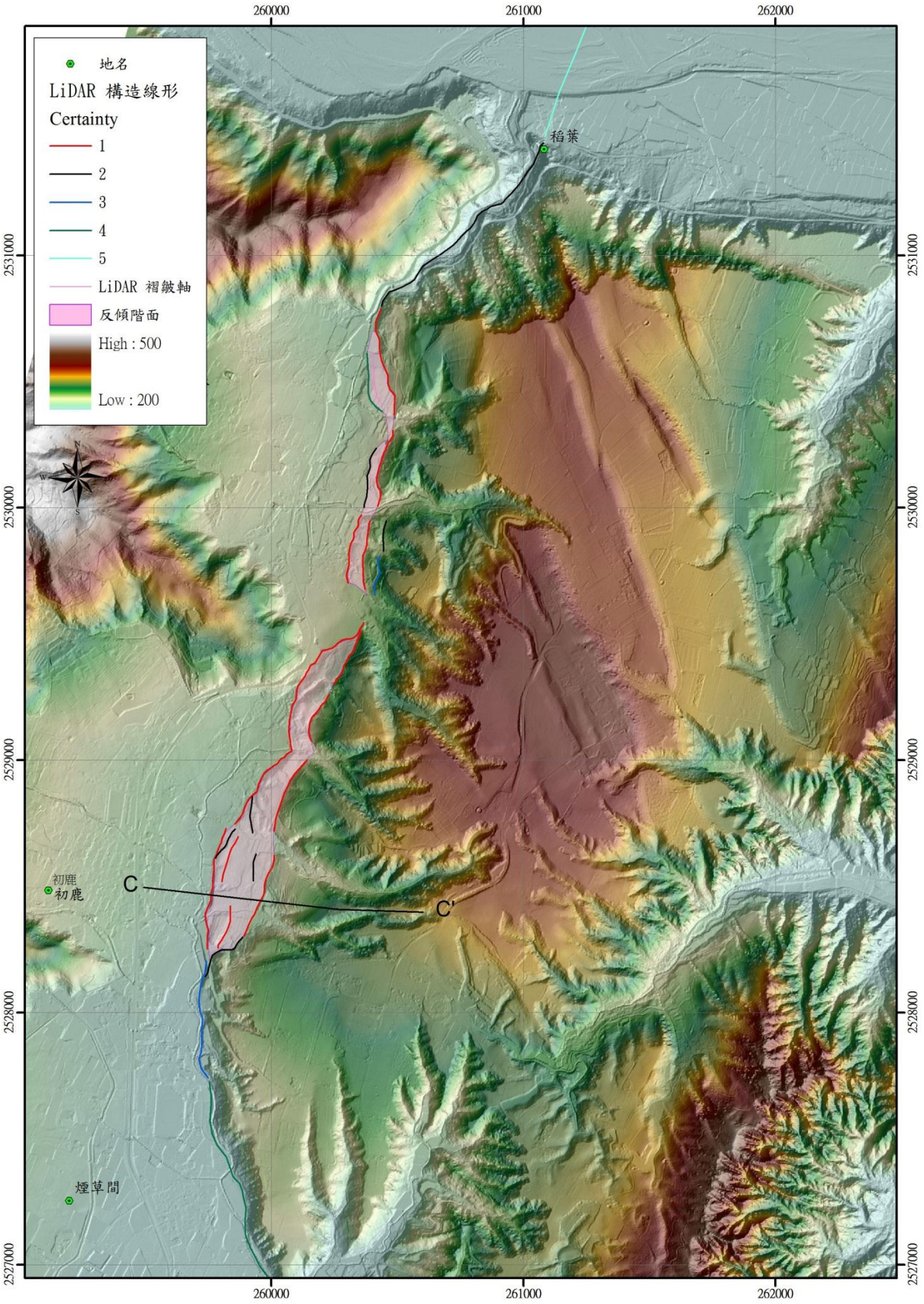


圖 7-81 鹿野斷層中段稻葉至煙草間附近區域構造地形分析及判釋成果

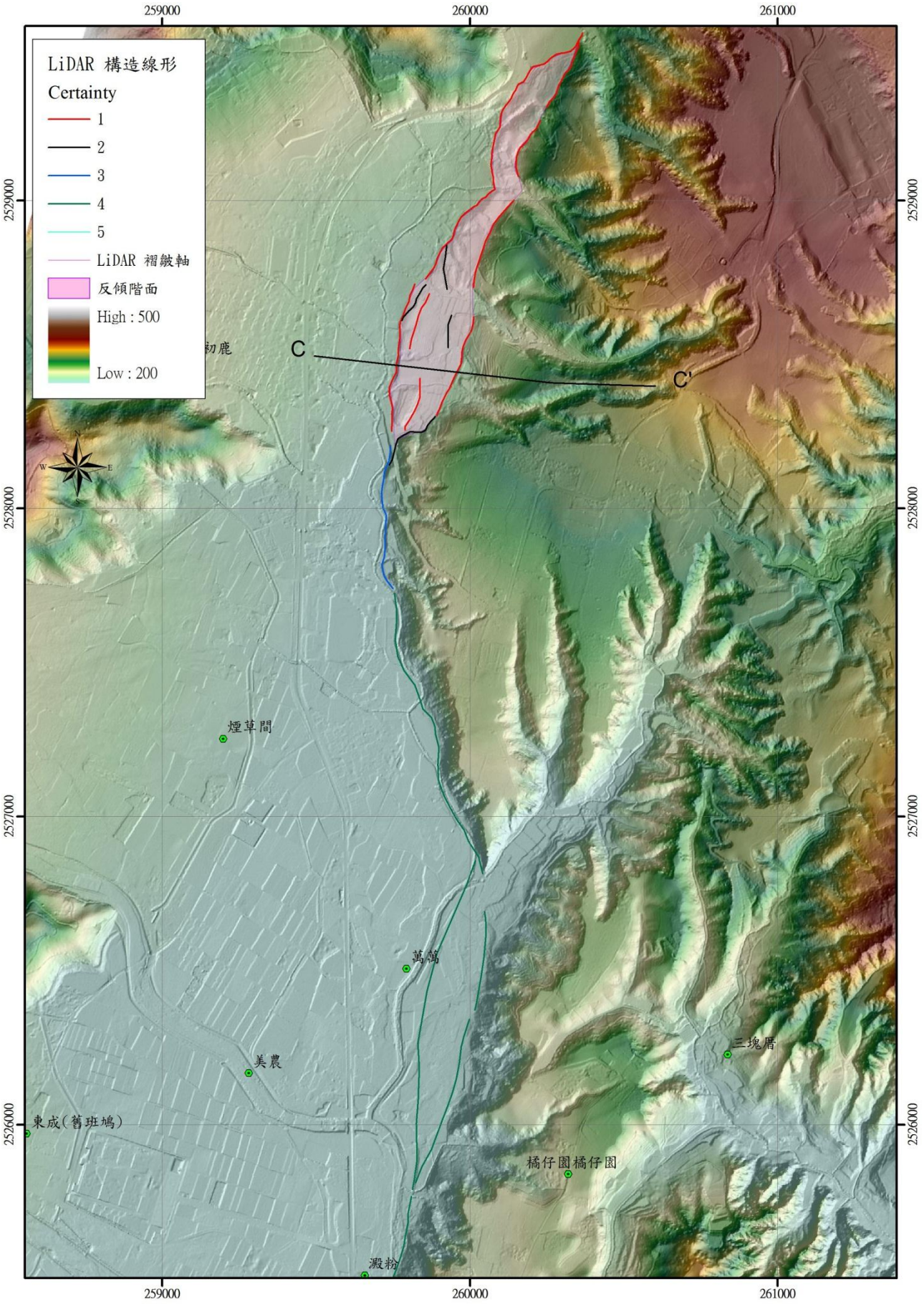


圖 7-82 鹿野斷層南段初鹿至澱粉附近區域構造地形分析及判釋成果

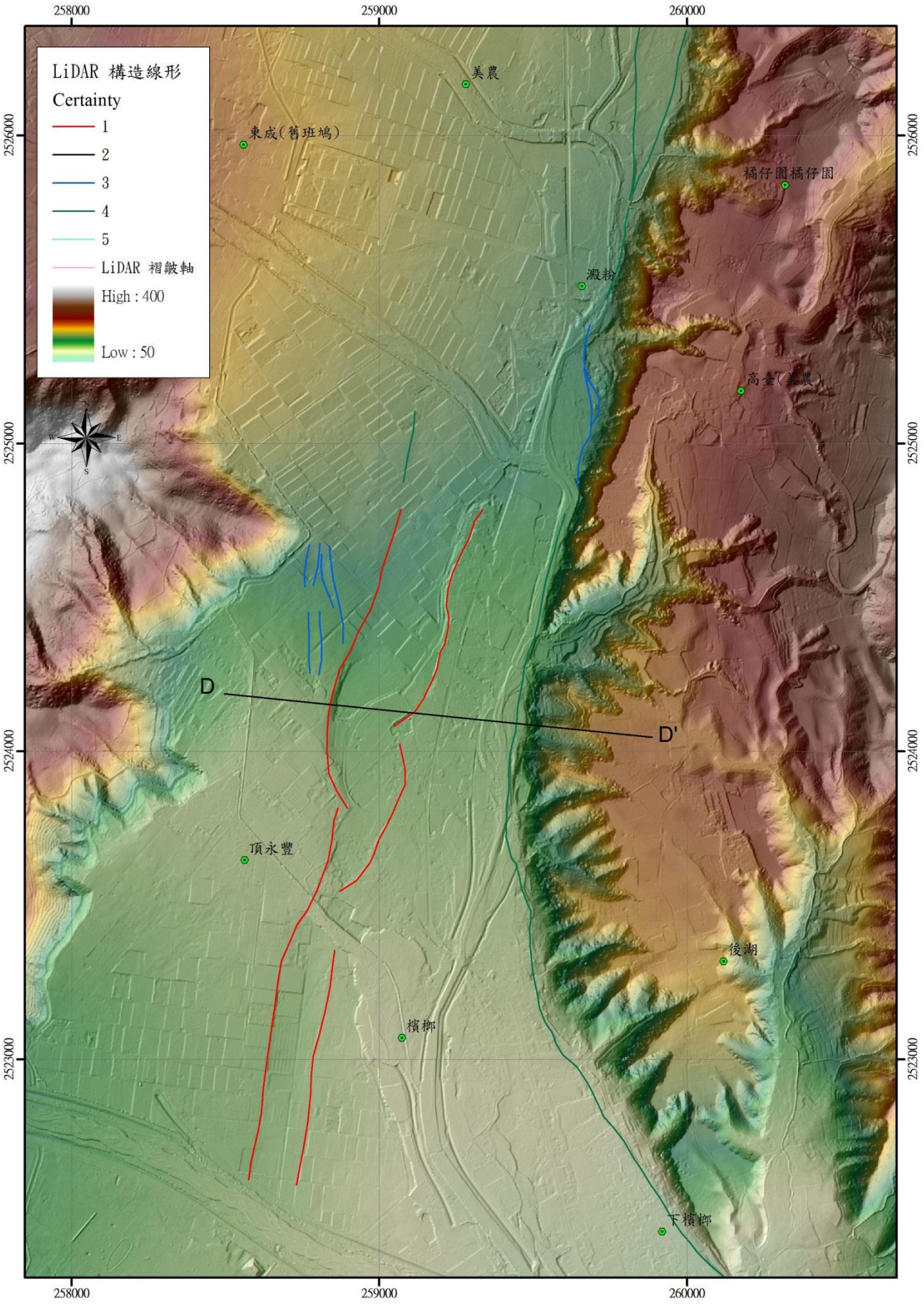


圖 7-83 鹿野斷層南段萬萬至下檳榔附近區域構造地形分析及判釋成果

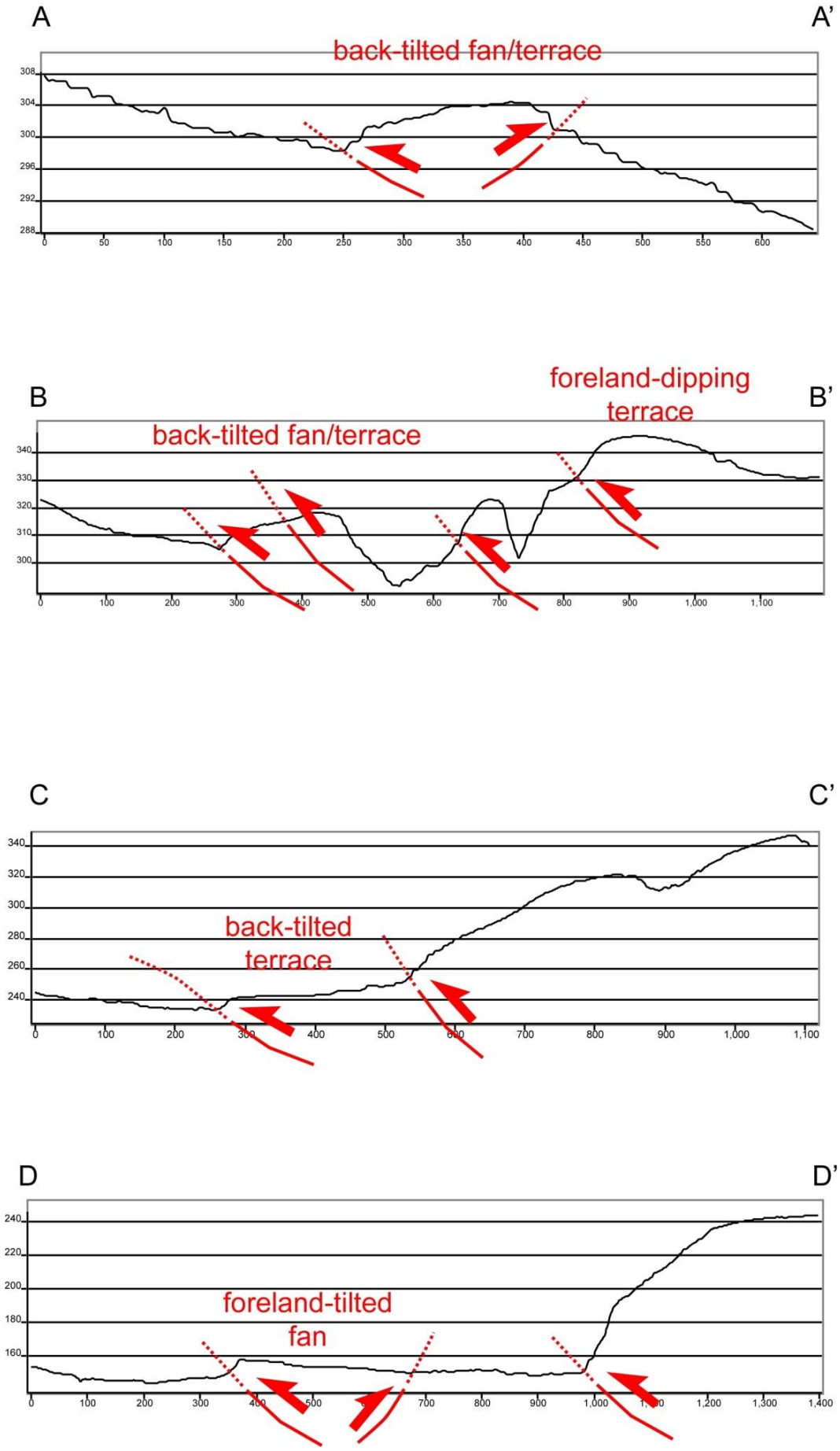


圖 7-84 鹿野斷層沿線附近區域地形剖面及構造分析示意



圖 7-85 鹿野斷層北段永安玉龍泉附近所見之斷層褶皺崖



圖 7-86 鹿野斷層永安玉龍泉附近所見之斷層褶皺崖近照

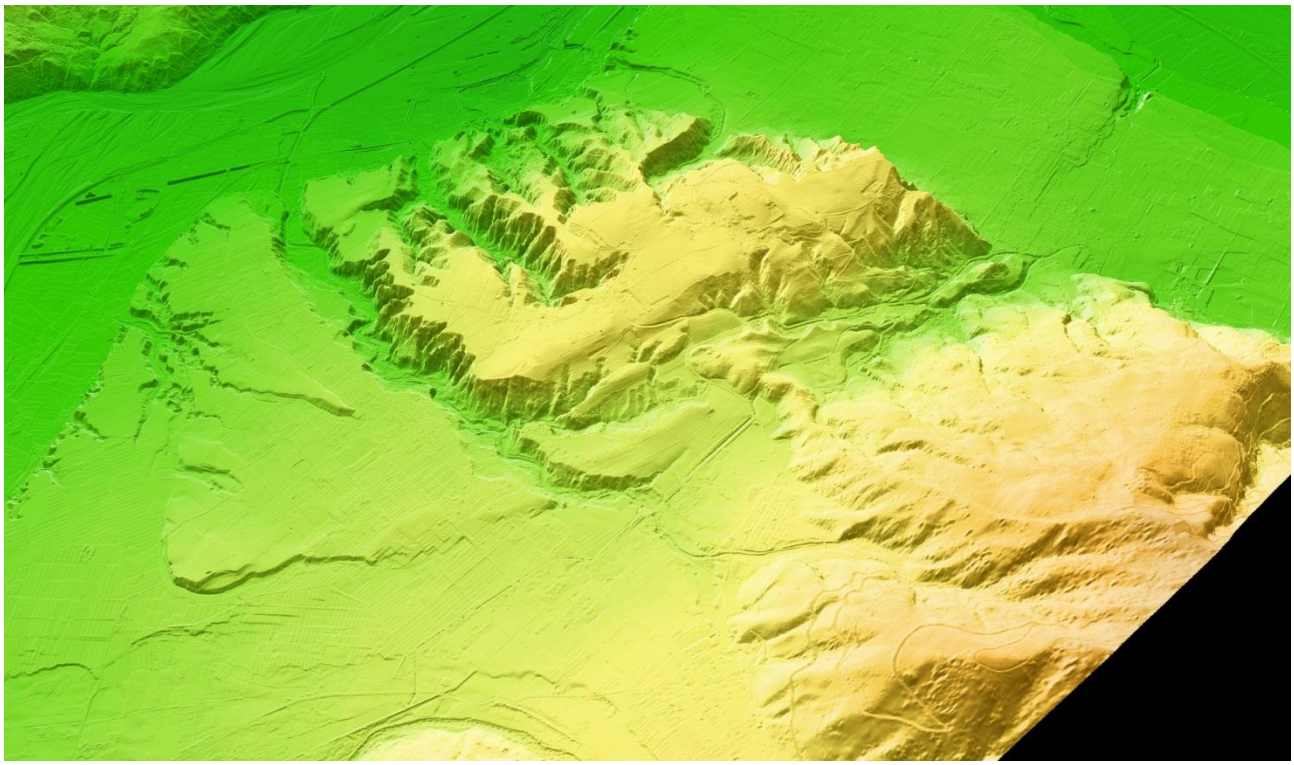


圖 7-87 鹿野斷層北段永安－馬背附近區域三維地形特徵

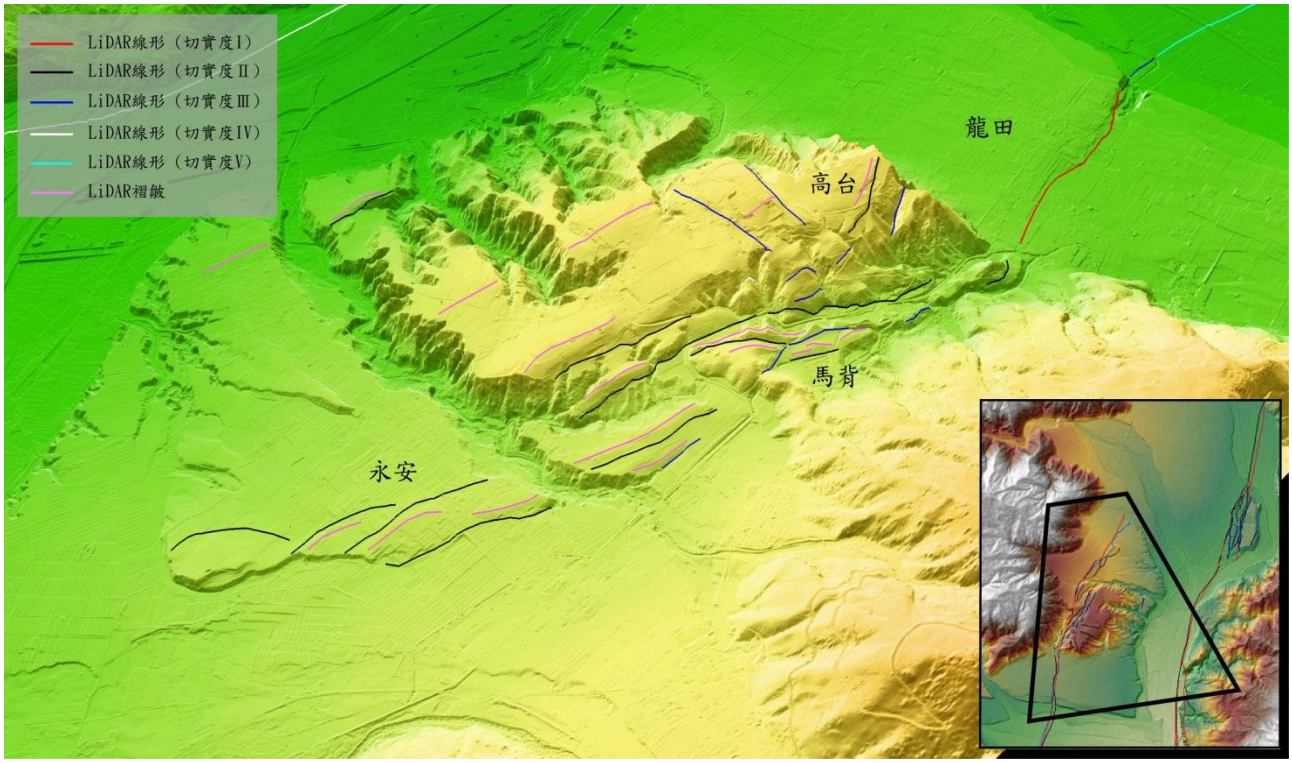


圖 7-88 鹿野斷層北段永安－馬背附近構造地形判釋成果三維地形套疊

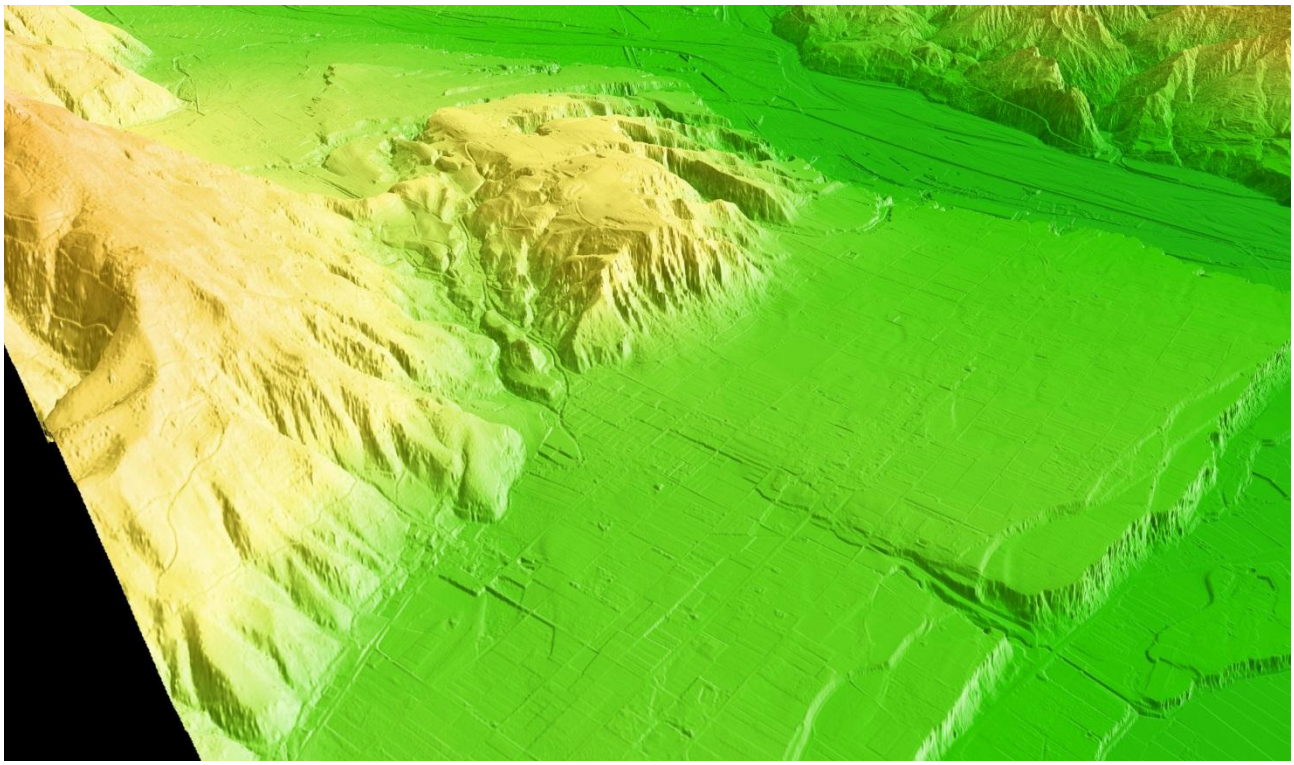


圖 7-89 鹿野斷層北段高台－龍田附近區域三維地形特徵

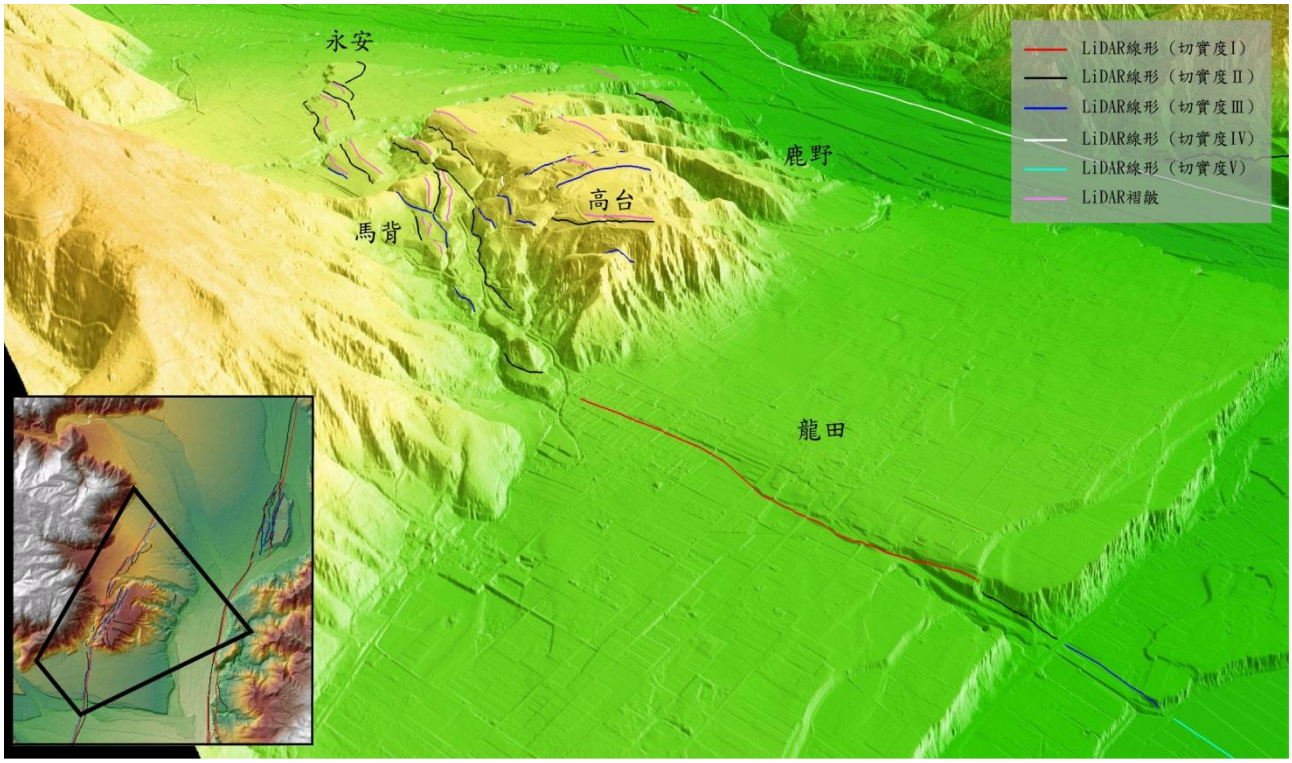


圖 7-90 鹿野斷層北段高台－龍田附近構造地形判釋成果三維地形套疊

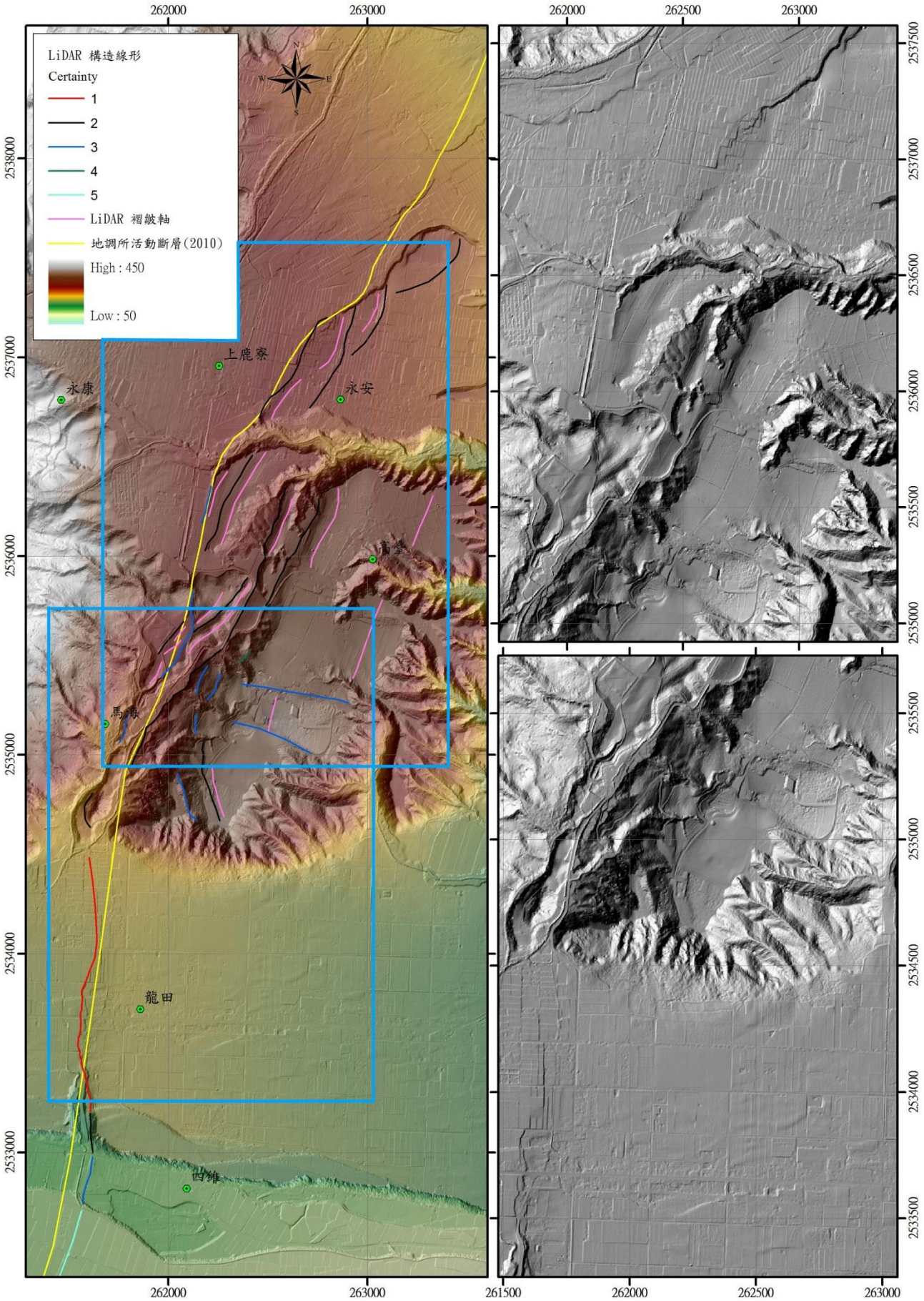


圖 7-91 永安－龍田附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形分析成果



圖 7-92 初鹿北邊鹿野斷層可能斷層錯動帶之一



圖 7-93 初鹿北邊鹿野斷層可能之斷層錯動帶近照

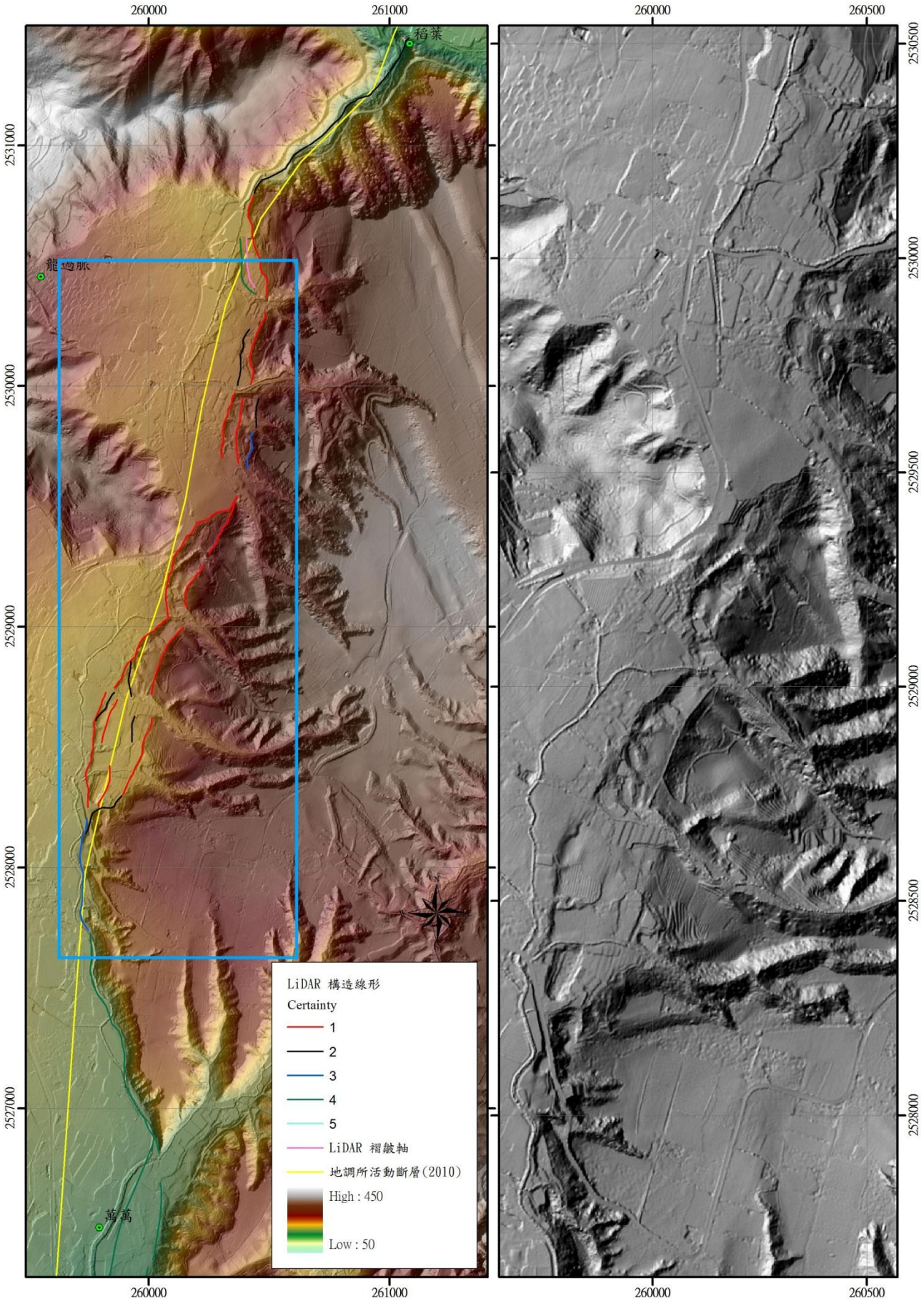


圖 7-94 初鹿附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形分析成果

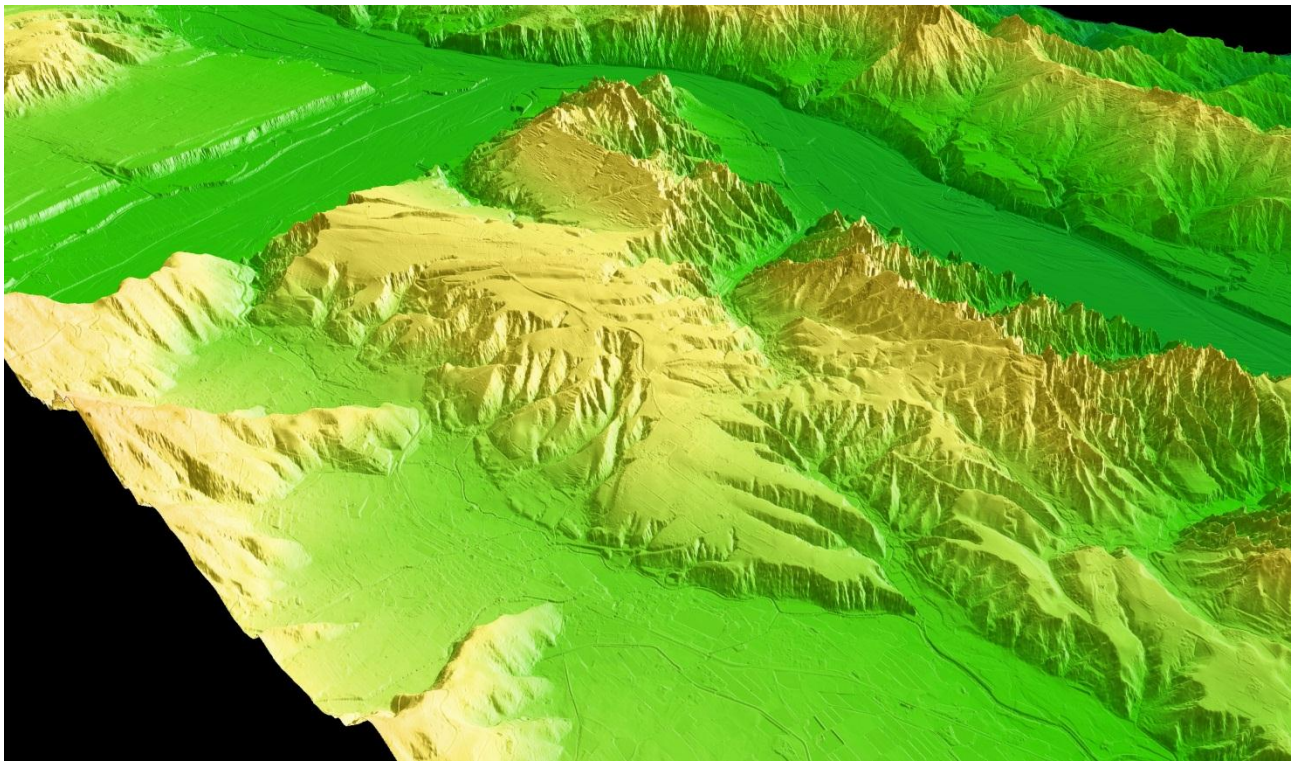


圖 7-95 鹿野斷層南段初鹿－萬萬附近區域三維地形特徵

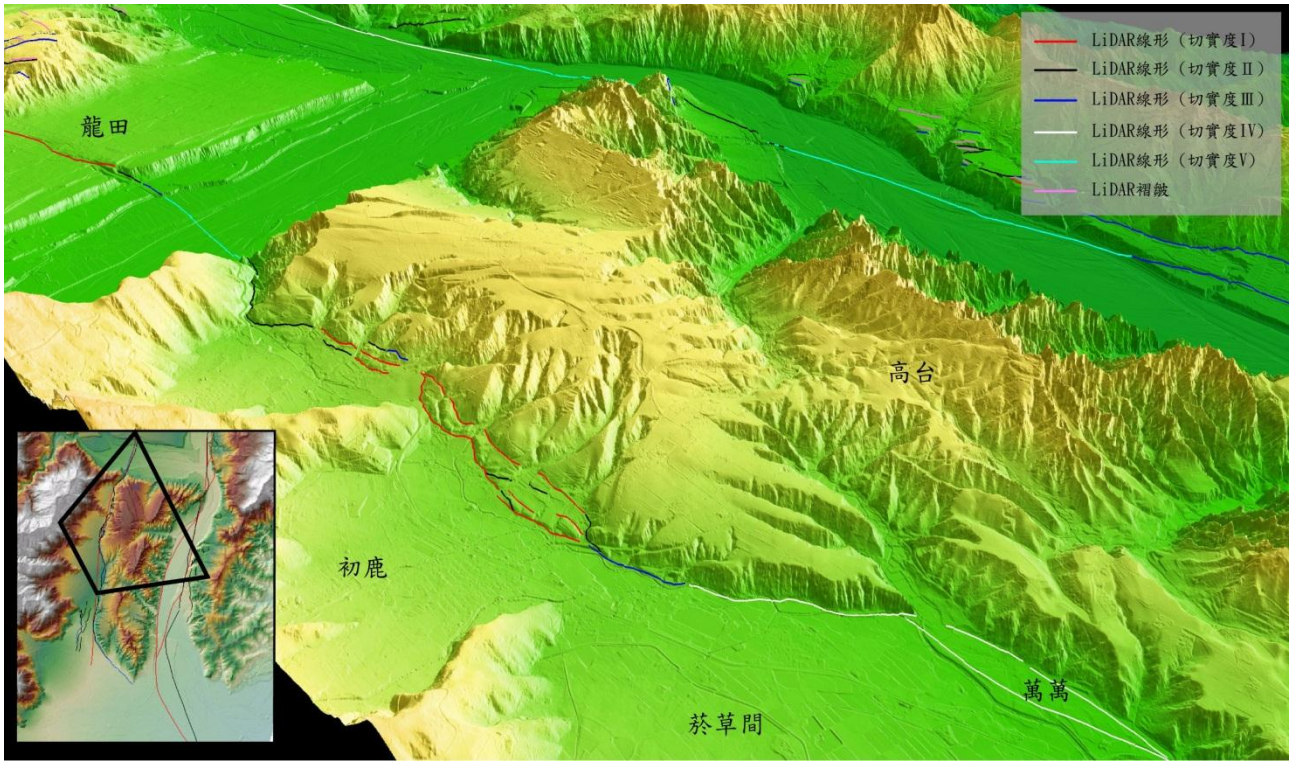


圖 7-96 鹿野斷層南段初鹿－萬萬附近構造地形判釋成果三維地形套疊

利吉斷層

本斷層北起台東瑞隆新良附近，經梅山、鸞山，過卑南溪，至山里，再越過卑南溪，經利吉、岩灣，轉呈東南至台東市，斷層總長約 20 公里，斷層主要沿著卑南溪發育。徐鐵良(Hsu,1976)研判利吉斷層主要沿著卑南溪東岸發育，而初鹿台地東側有一條分支斷層，稱為卑南山斷層沿著卑南溪西岸延伸，向北跨鹿野溪後轉為沿卑南溪東岸延伸。不少研究指出本斷層地表線性特徵明顯，斷層線跡切過階地與沖積平原，形成反斜崖與斷層小崖等(Hsu, 1976；Bonilla, 1975；楊貴三 1986)。野外調查結果，利吉層中剪動劇烈的泥岩層逆衝至河階礫石層之上，，顯示利吉斷層具寬廣的斷層帶(林啟文等，2004； 紀權宥，2007)。依據 GPS 的測量研究顯示，利吉斷層區域兩側則具有每年約 1.5 公分壓縮（Yu and Chen, 1994; Yu and Kuo, 2001），但基本上無相對應之地震產生，可能指示斷層呈現潛移活動。

本研究運用 LiDAR 數值地形模型資料來分析利吉斷層沿線及鄰近區域之構造地形特徵及可能之構造特性，研究分析所得之線形位置，由北而南，各列如圖 7-97~7-100 所示。

由 LiDAR 資料判釋，利吉斷層在坪頂附近可能和池上斷層相接，且二者形成了坪頂山西側的兩道明顯斷層崖，在本區附近，基本上主斷層線形可能位於新良階地群之西緣，地形形成一系列約略背斜褶皺與構造崖等構造地形特徵，階地的反傾，亦指示了構造地形之判識度及構造之活動性；另就構造之排列方向來看，基本上仍呈現雁形排列，同樣亦反映構造活動主控本區之地形，本區段內之構造線形分布如圖 7-97 所示，另地形剖面及構造地形指示如圖 7-70 中之 M-M’剖面所示。本構造線形之位置和陳文山等人(2006)所推論之斷層位置相似，其變形前緣應位於最西側之低緩線崖上；圖 7-101 指示坪頂附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形分析成果，圖中可見數道主要構造線形，地形崖前緣光影連續變化，指示地形坡度呈線性變化，指示階面可能受構造而傾動及撓曲，故本區內構造線形之確實度列為一級；本構造線形之三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，如圖 7-102 及圖 7-103 所示。

線形續向西南，可能於鹿寮溪及卑南溪交會處通過，爾後沿著卑南溪河谷走，可能因現生河流之侵蝕作用及利吉斷層上盤為軟弱之利吉層所組成之兩重影響，致使活動之構造線形不清，其推論位置如圖 7-83 及圖 7-99 所示。野外調查得知利吉斷層應通過鸞山大橋的東側橋頭附近，該處具有利吉斷層於 2003 年 12 月 10 日地震活動所形成的小規模變形，圖 7-104 指示鹿野鸞山大橋被斷層活動破壞之情況，另於利吉村北方卑南溪側可見一斷層剪動帶，唯上方之礫石堆積層未被截斷，推論屬一分支斷層，如圖 7-105 照片所示。再往南利吉斷層則切過卑南山的東北角，並且在山里附近的低位河階上造成了一個明顯的斷層崖，其構造線形位置如圖 7-99 所示，其野外斷層線崖如圖 7-107 照片所示。由該處向南，此一斷層的地形特徵不明顯，因此我們推測斷

層可能沿卑南溪河谷發育，並通過岩灣一帶轉而向東南往台東市的方向延伸，與原先地調所所定出的位置差異不大，構造線形位置如圖 7-100 所示，地形剖面及構造地形指示如圖 7-106 中之 A-A’及 B-B’剖面，其野外斷層線崖如圖 7-107 照片所示。原先地調所所劃定的位置圖中，此一斷層於鹿野溪以北有一分支位於海岸山脈之中，然而由野外調查得知該處基盤岩石中的確存在有一斷層，不過大約數千年來並無活動的跡象，可見主要的變形活動應不在該斷層上。另外原先地調所所劃定的位置圖中利吉斷層尚有一分支名為卑南山斷層，分布於卑南山東側，沿卑南溪西側河谷延伸。實際野外調查發現該處的卑南山礫岩雖然呈現直立狀態，不過此一變形現象乃是由於卑南山中部的一個主要褶皺所造成，可能並不代表卑南山斷層的存在。本構造線形全段之三維地形側視圖及同一視角之構造線形疊置，如圖 7-108 及圖 7-109 所示。

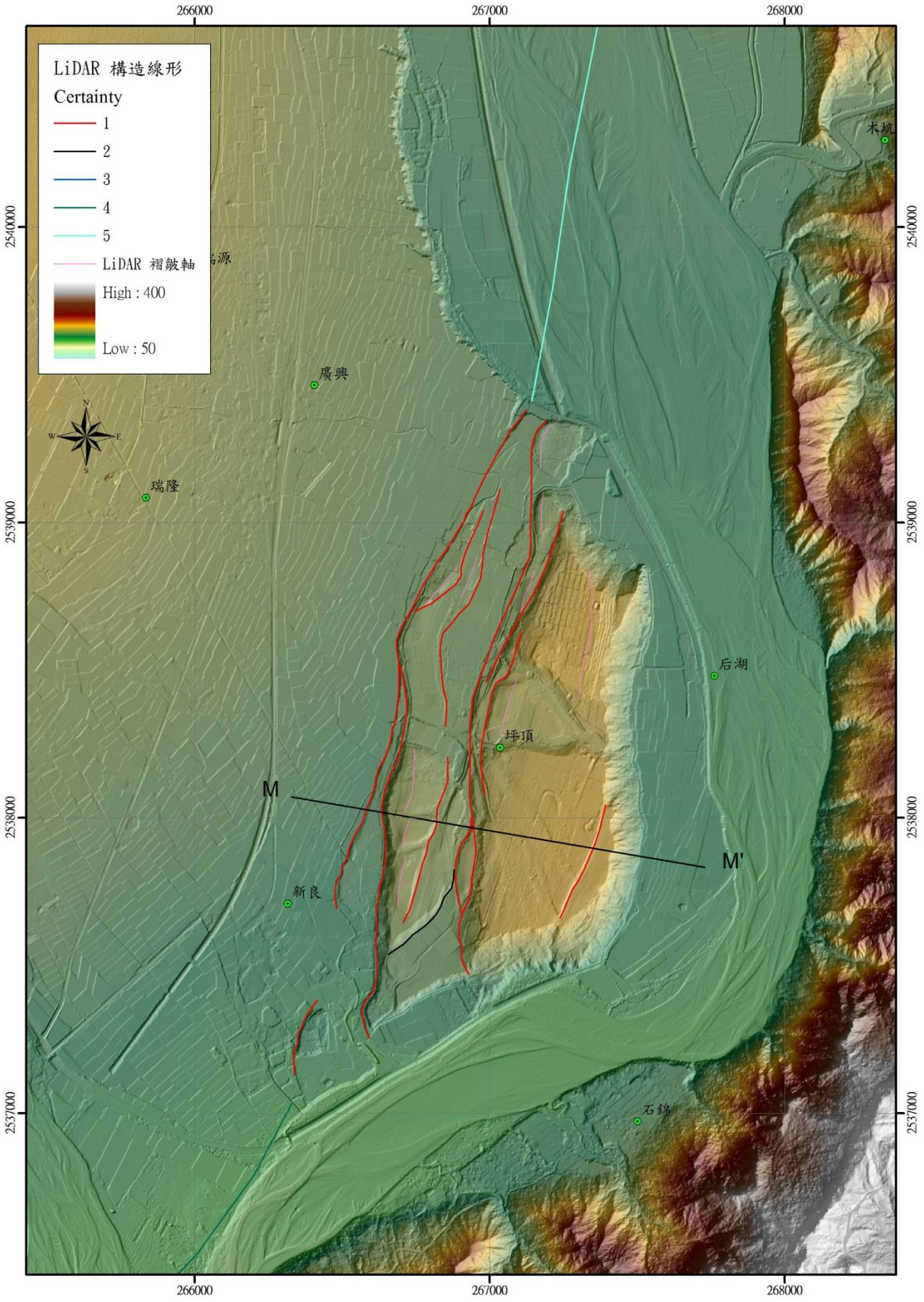


圖 7-97 利吉斷層北段瑞隆附近區域構造地形分析及判釋成果

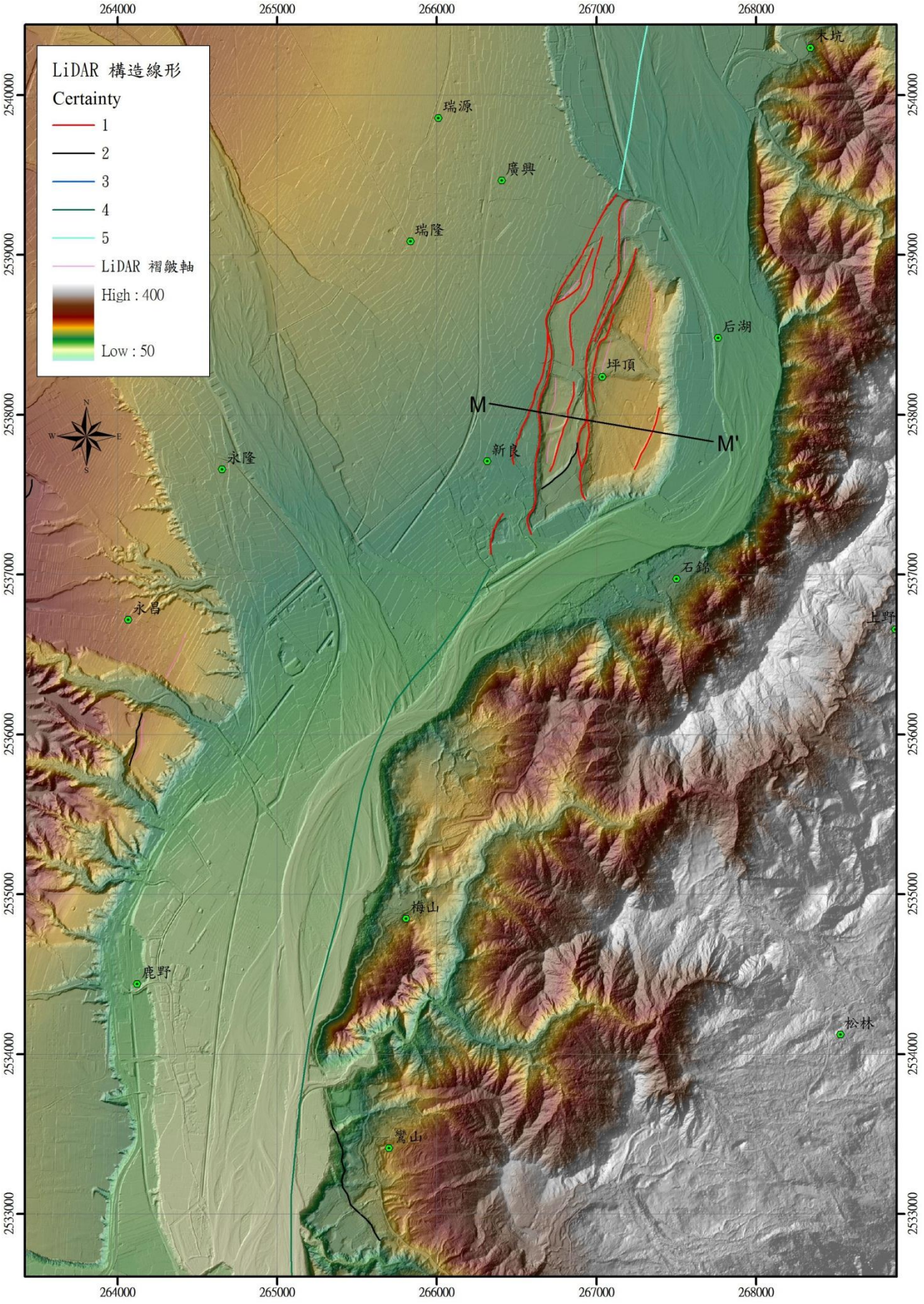


圖 7-98 鹿野斷層北段瑞隆－鸞山附近區域構造地形分析及判釋成果

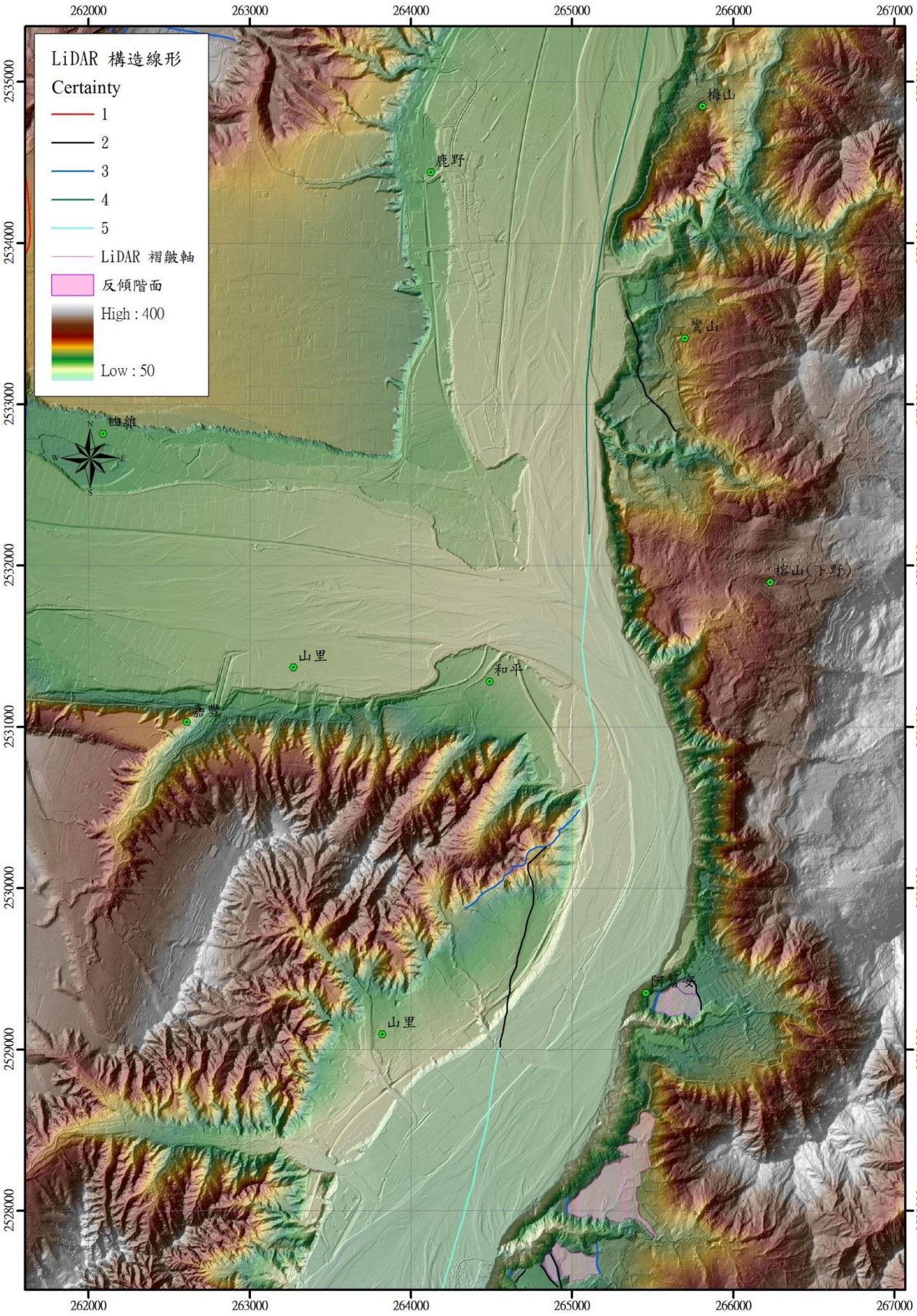


圖 7-99 鹿野斷層中段鸞山－利吉北側附近區域構造地形分析及判釋成果

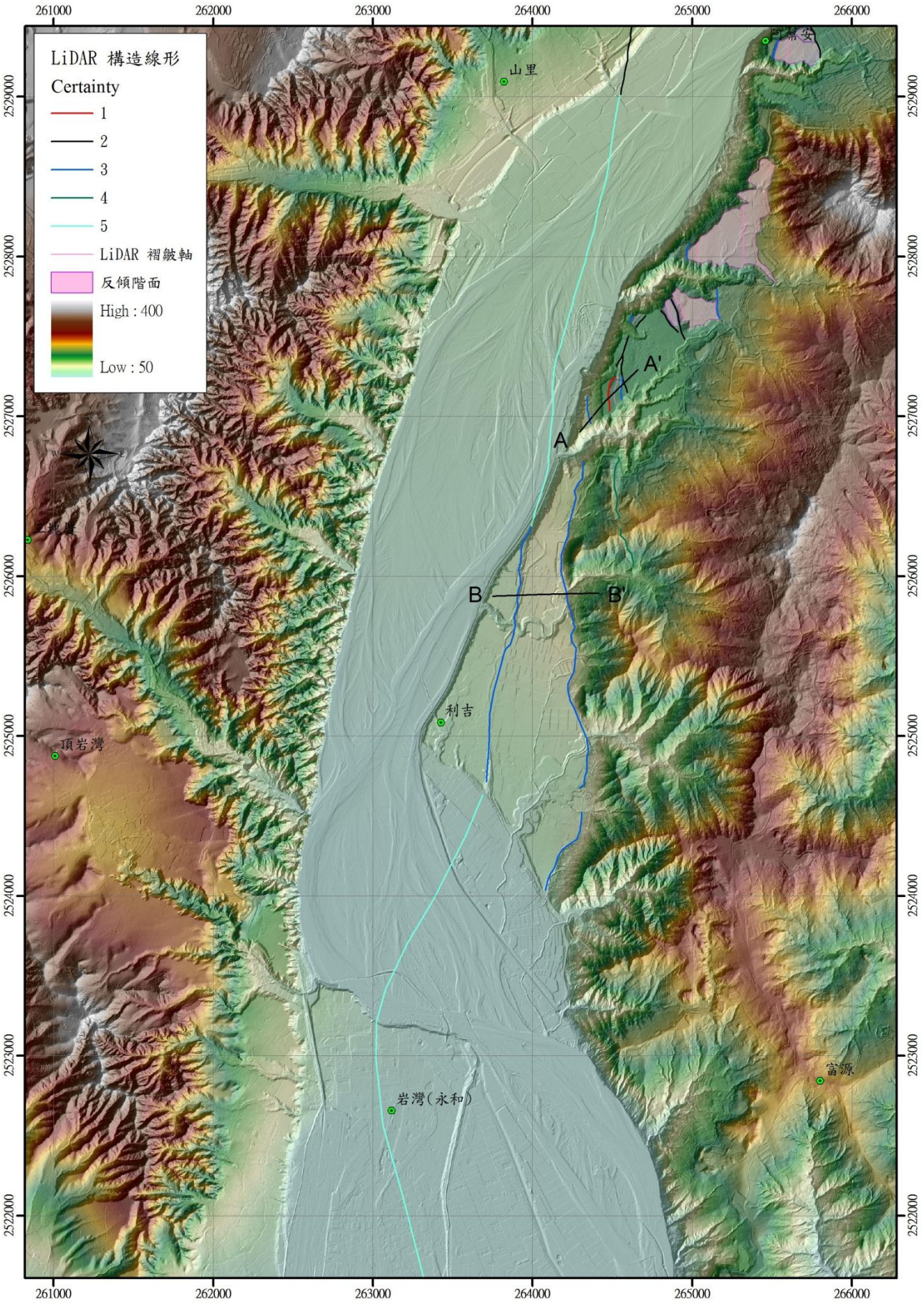


圖 7-100 鹿野斷層南段利吉至岩灣附近區域構造地形分析及判釋成果

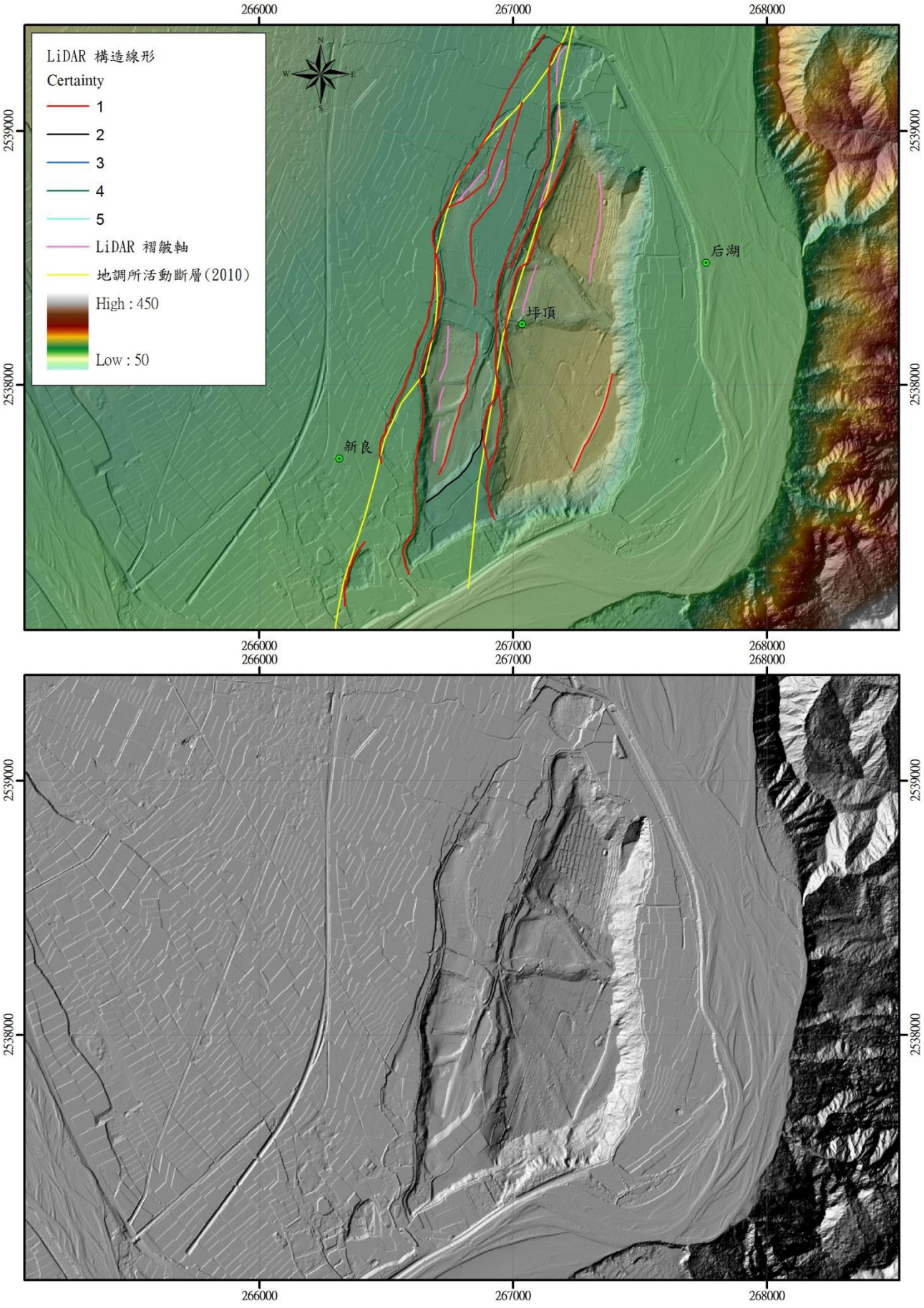


圖 7-101 瑞隆附近地區之地形陰影明暗特徵及構造地形分析成果

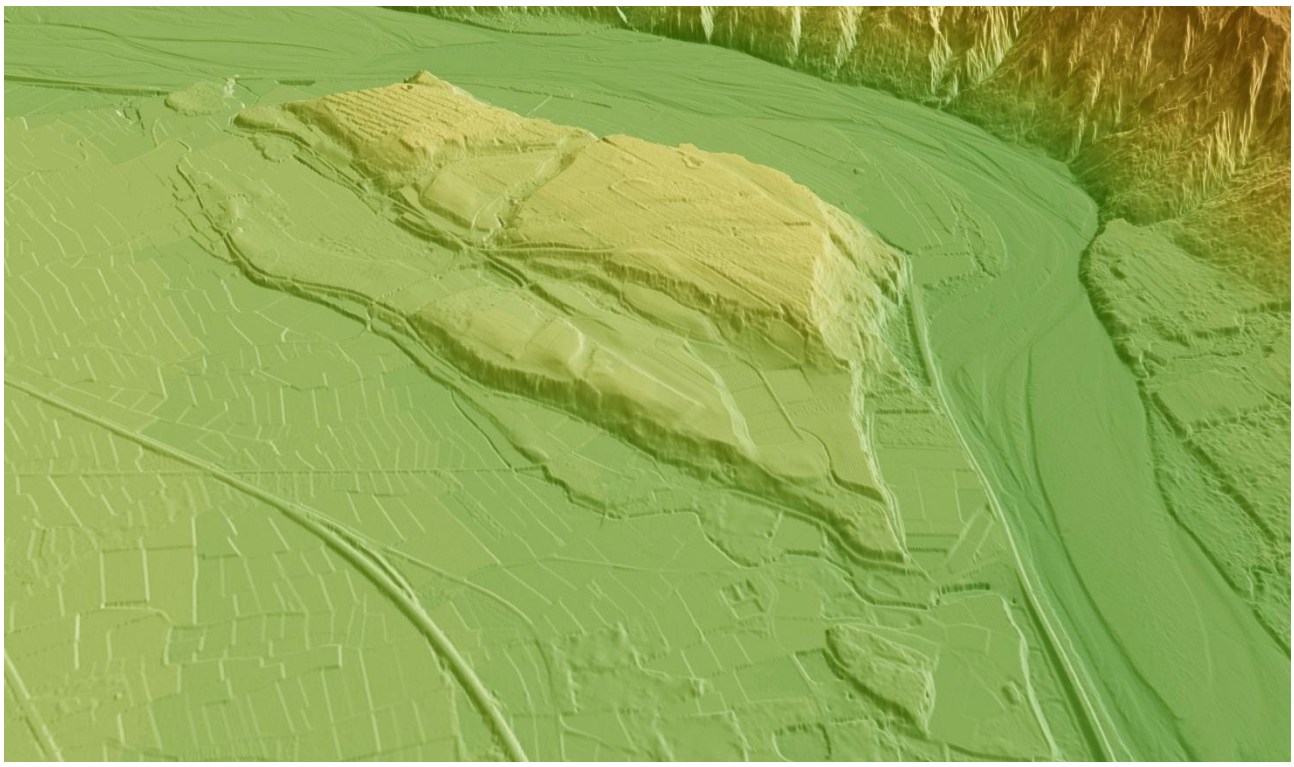


圖 7-102 鹿野斷層北段瑞隆附近區域三維地形特徵

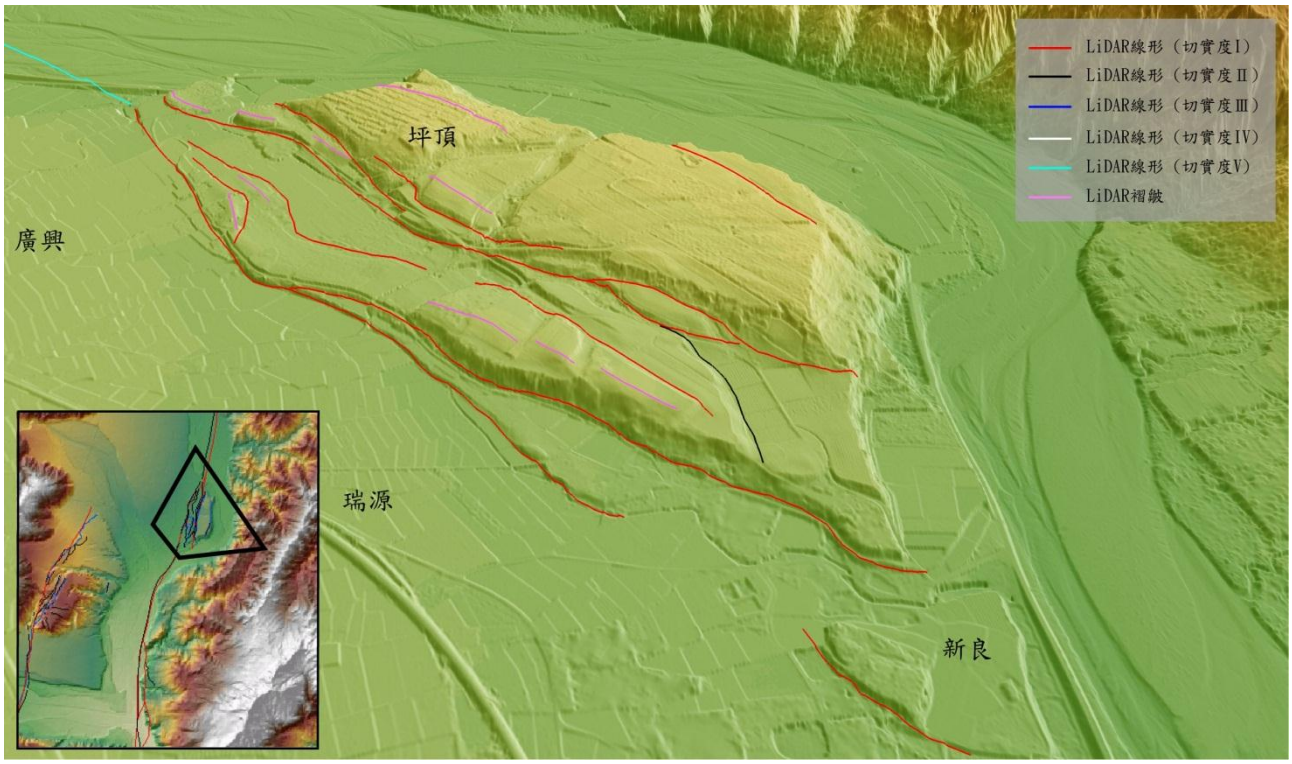


圖 7-103 鹿野斷層北段瑞隆附近構造地形判釋成果三維地形套疊



圖 7-104 鹿野鸞山大橋被斷層活動破壞處



圖 7-105 利吉村北方卑南溪側之一斷層剪動帶

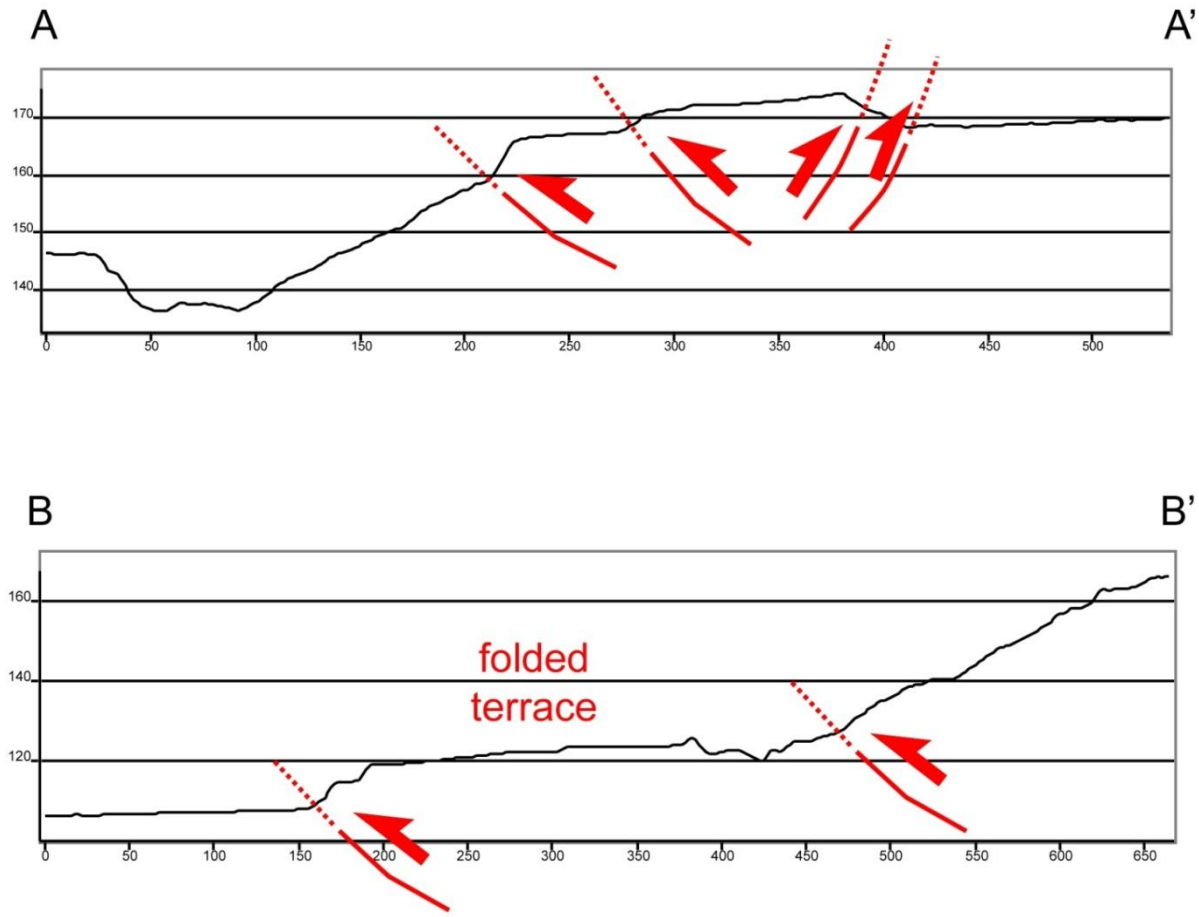


圖 7-106 鹿野斷層沿線附近區域地形剖面及構造分析示意



圖 7-107 利吉斷層之一斷層崖

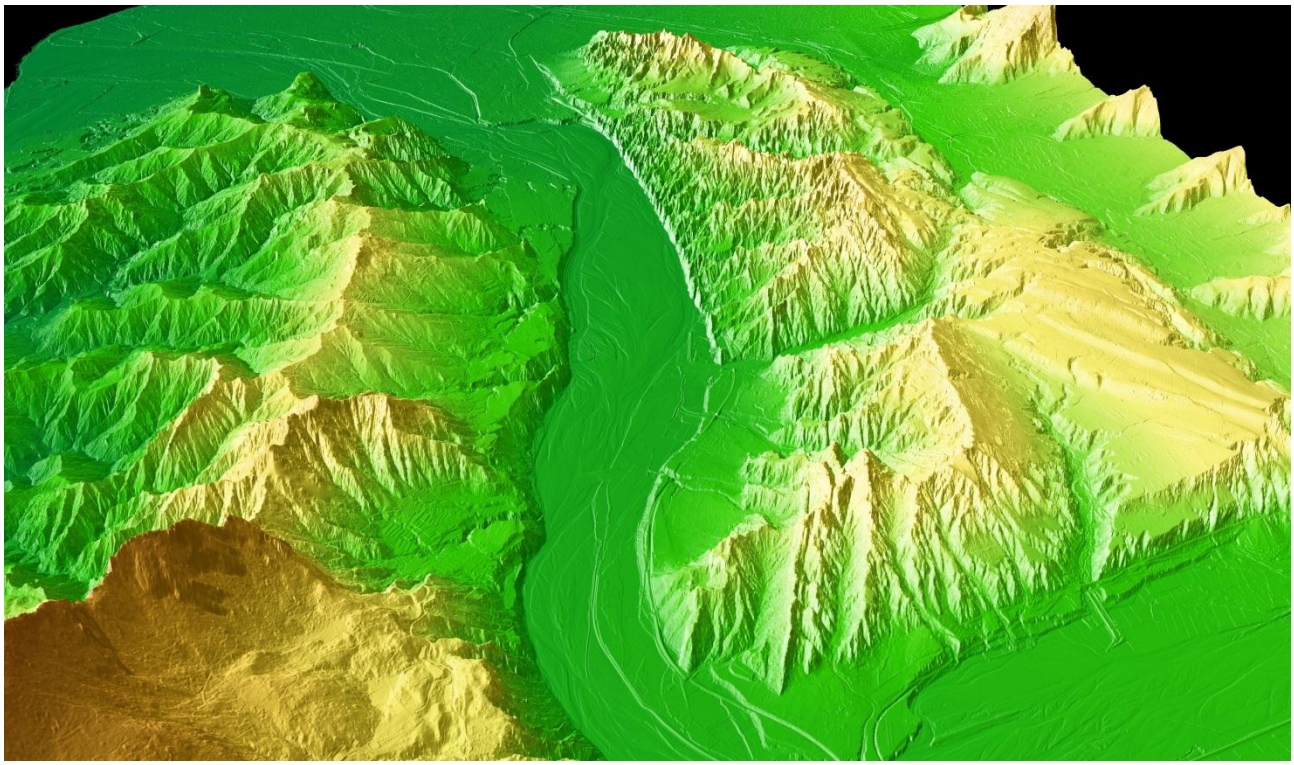


圖 7-108 利吉斷層沿線附近區域三維地形特徵

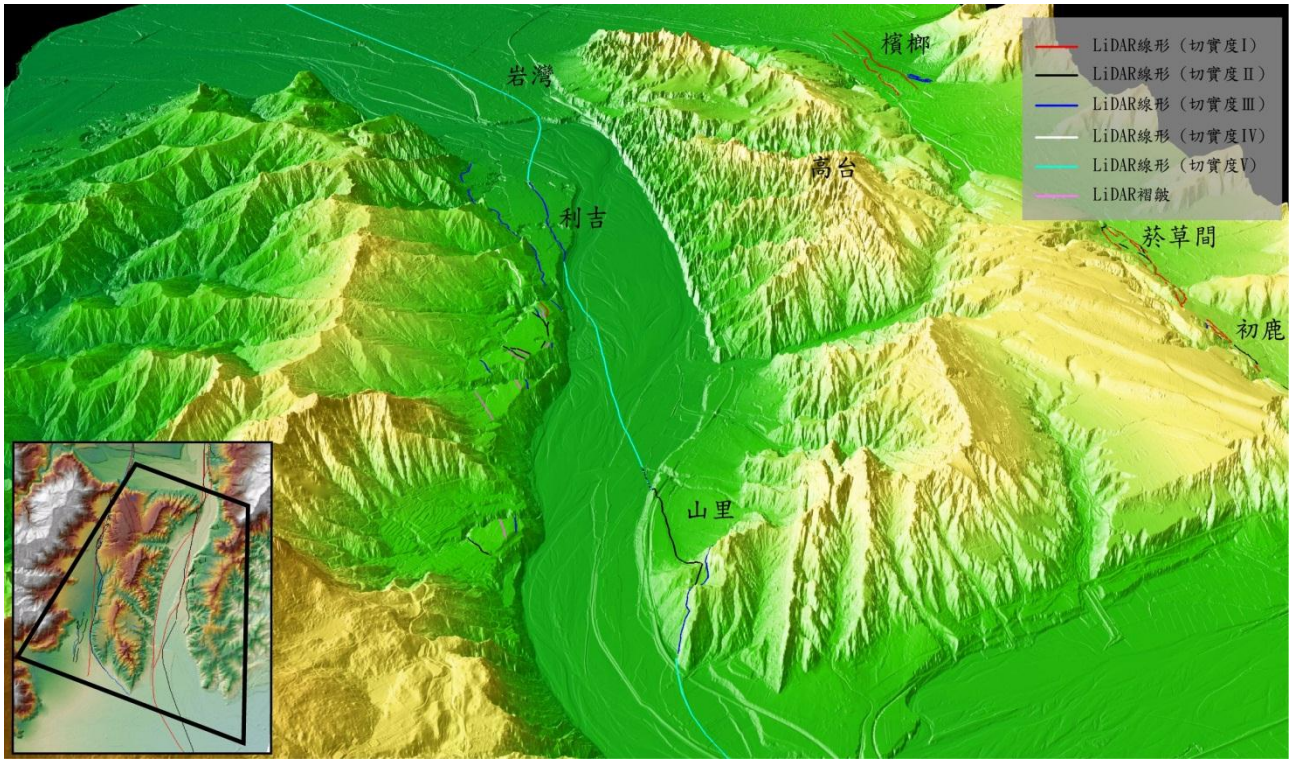


圖 7-109 利吉斷層沿線附近區域構造地形判釋成果三維地形套疊

八、條帶地質圖三維影像建置

自民國九十一年開始，中央地質調查所開始進行活動斷層的精查工作，陸續完成了比例尺 1:25000 活動斷層條帶圖之測繪工作。本計畫利用現有空載光達掃描建置之高解析度與高精度數值地形模型來進行地表細緻之活動構造的變動地形分析，以判釋研究區域的活動構造之地形特徵，進行斷層所在精細位置之研判，並將已建置之活動斷層條帶圖投影至 LiADR 三維數值地形面上，再以紅青立體影像方式來呈現視覺及直覺化的三維地形特徵，一方面，可以提供本研究計畫綜合分析時之參考，二方面可方便及快速地提供後續他人地質工作之進行。

本年度(民國 100)計畫工作根據已建置之 LiDAR 資料庫及條帶地質圖，來建置台灣北部山腳斷層、東部瑞穗、玉里、池上、利吉及鹿野等活動斷層之斷層條帶地質圖三維立體影像之建置工作。本年度計畫中條帶地質圖之三維紅青立體建置區域範圍如圖 8-1 中彩色區域中紅色方框位置，各區域之三維紅青立體圖產製範例如圖 8-2 ~ 8-8 所示，各範例簡述如後：

圖 8-2 及圖 8-3 分別為大屯山附近及台北盆地西緣之山腳斷層及鄰近區域三維地形紅青立體條帶地質圖;於 8-2 圖中,所指示之構造線形位置位於大屯山及七星山交界附近之山麓，再往東北沿伸，構造線形已隱伏於沖積層之下，線形位置不明顯。圖 8-3 中，構造線形則沿著平原及台地之交界附近往西南延伸，唯就精細之數值地形資料來看，不見主要蹤影。

圖 8-4 顯示縱谷中段瑞穗斷層及沿線附近條帶地質圖三維地形特徵。圖中可見斷層帶，由北往南，沿著山麓與平原交界處延伸。

圖 8-5 顯示縱谷中段玉里斷層、局部池上斷層,以及沿線附近條帶地質圖三維地形特徵。圖中玉里斷層帶之地表線形特徵，可能受人為開發之影響，線形並不明顯。另於奇美斷層、瑞穗斷層及池上斷層交界處附近，可能受岩性影響，知一分段，其地形差異大，特徵明顯。另可見秀姑巒溪流中一系列曲流發育特徵。

圖 8-6 顯示縱谷中段池上斷層北段，以及沿線附近條帶地質圖三維地形特徵。斷層北段之北側麻汝、春日附近，其構造線形主位於前緣之傾動河階上，構造線形明顯。斷層中段，可能地表作用之程度較劇烈，主要為地形崖特徵。南側東里附近，構造崖、壓力脊等特徵清晰。

圖 8-7 顯示縱谷中段池上斷層南段，以及沿線附近條帶地質圖三維地形特徵。斷層南段之北側富里－萬安附近，主要沿著山麓與平原交界處往南延伸，其構造線形主位於前緣之河階、或已傾動之階地上，構造線形明顯。斷層中段，可能地表作用之程度劇烈，並可能因岩性差異之影響，主要呈現地形崖特徵。南側瑞隆附近，構造崖、傾動階面、壓力脊等特徵清晰。

圖 8-8 呈現縱谷南段鹿野斷層及利吉斷層附近之地形特徵，圖中呈現鹿野高臺為一高位

河階，並受構造之傾動及撓曲作用所影響，高臺東側受地表侵蝕作用影響，已發育深溝；高臺北側鹿寮附近扇面上，亦可見一線形之地形崖及後方之小型擠壓脊。高臺南側之龍田階面上，地形平坦，微傾向東，並在階面上可見一線狀、連續之褶皺崖；此線狀崖，往北延伸，經高臺西側，並再分义為數條分支，續往北，並再和上述之鹿寮線形相接。縱谷南段卑南山附近之三維立體地形中可見卑南山最上方為一尚稱平滑之平坦面，平坦面可能受構造活動影響而撓曲，形成一馬鞍形褶皺，長軸為一向斜、中段為上凸之短背斜；此外台地上方可見一系列北北西走向之小型線形崖，可能指示局部區域內之伸張作用，亦可能為河階崖。卑南山南段附近之三維地形特徵，其中可能可見撓曲之台地續繼往南延伸，但褶皺之西翼幾完全不見。另外，台地西緣和縱谷相接處，地形變化大，但地形之線形特徵並不明顯，可能指示為鹿野斷層可能之位置，但可能亦受河流侵蝕影響。利吉斷層，可能因岩性較弱，地形保存度不佳，未見明顯且主要之構造線形。

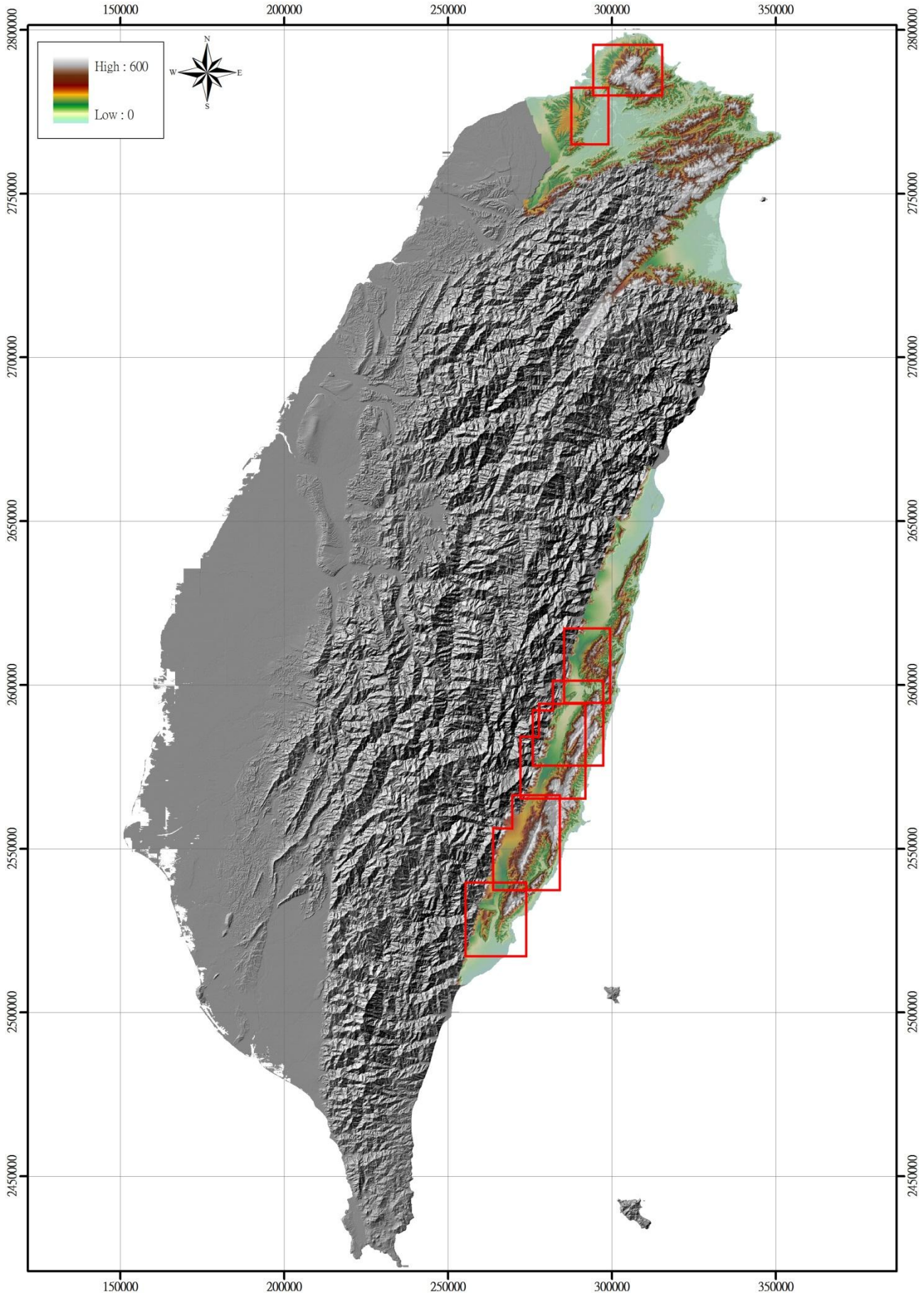


圖 8-1 LiDAR 數值地形模型三維紅青斷層條帶立體地質圖產製區域範圍

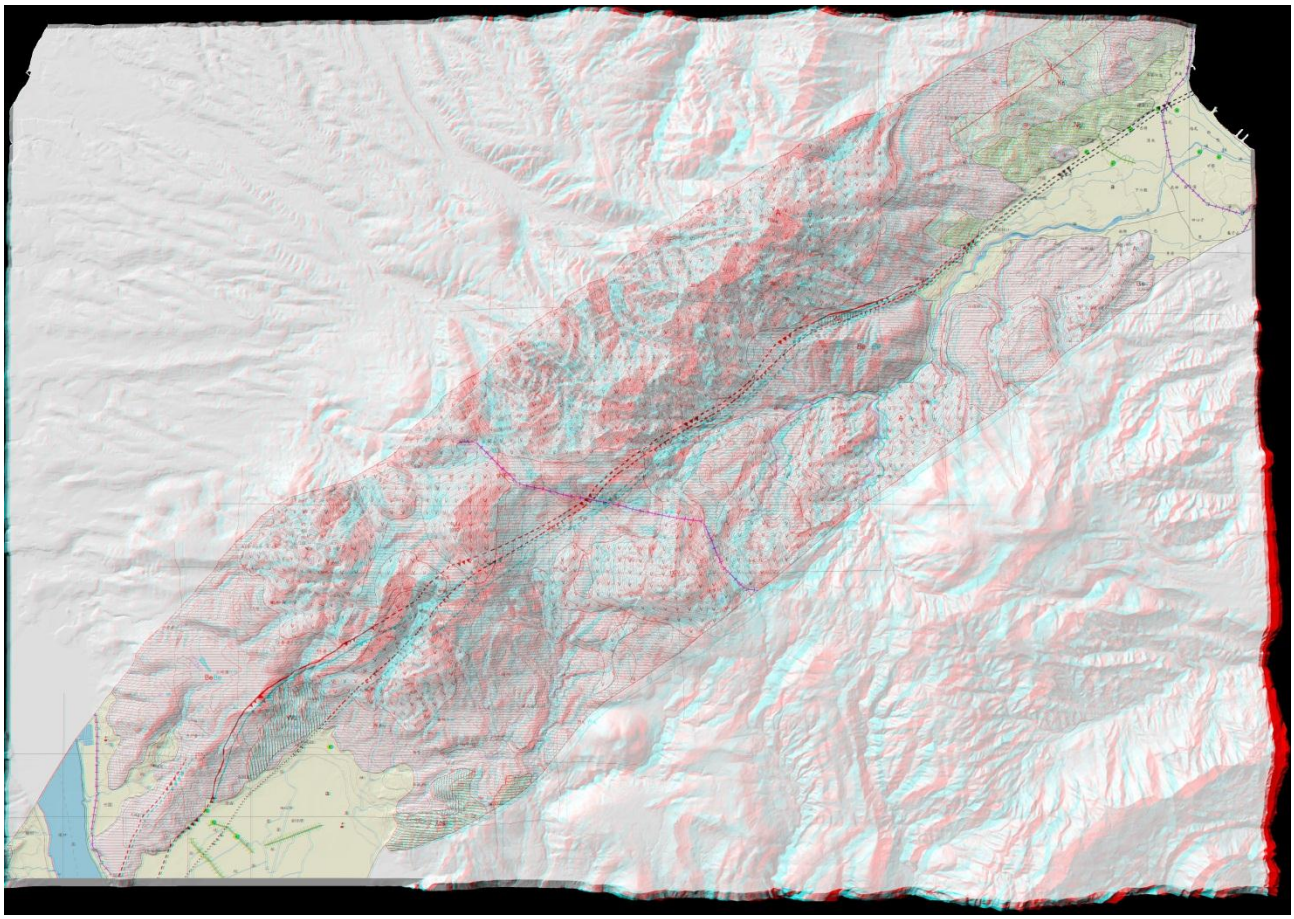


圖 8-2 大屯山附近山腳斷層及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖

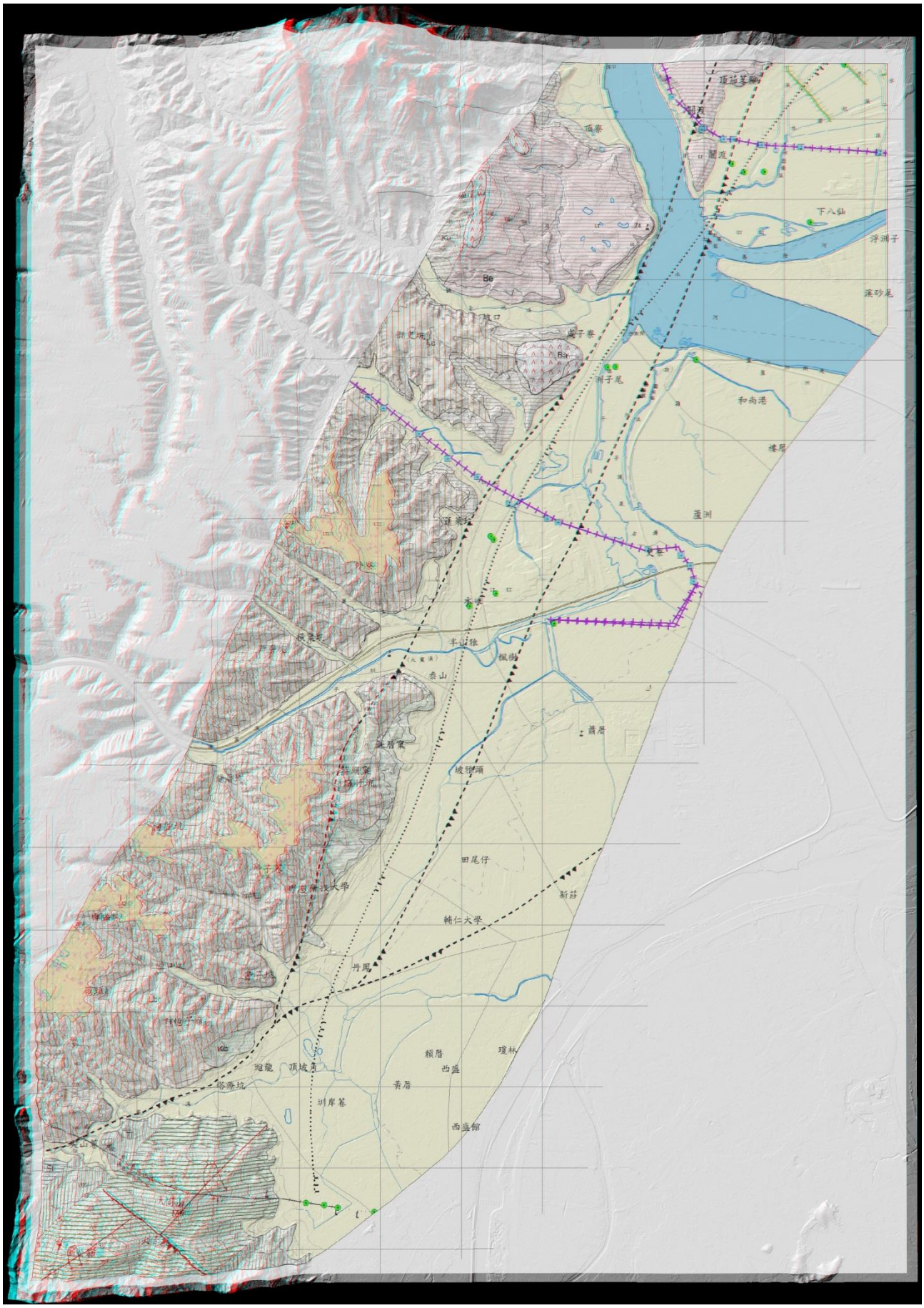


圖 8-3 台北盆地西緣山腳斷層及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖

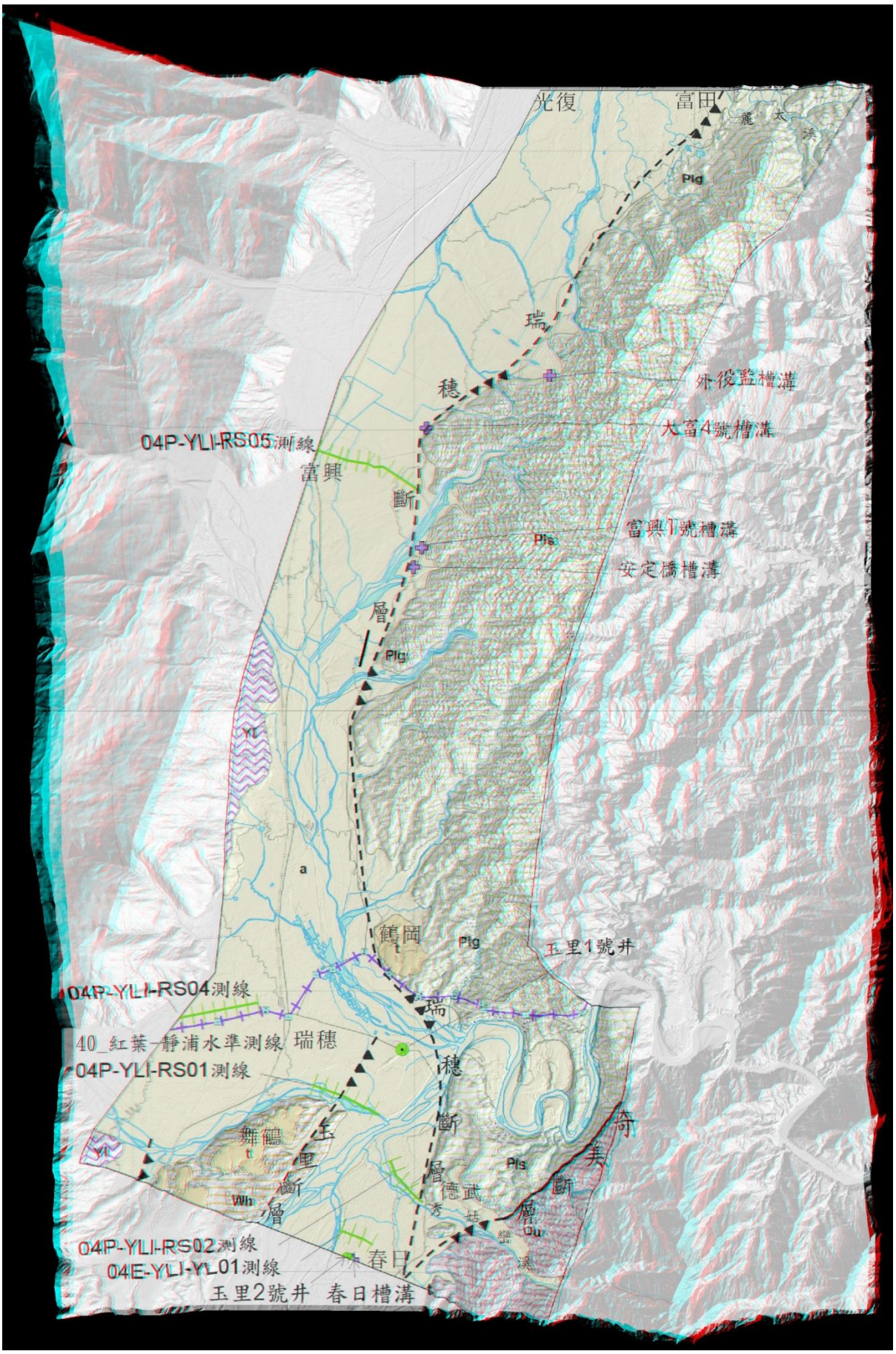


圖 8-4 瑞穗斷層及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖

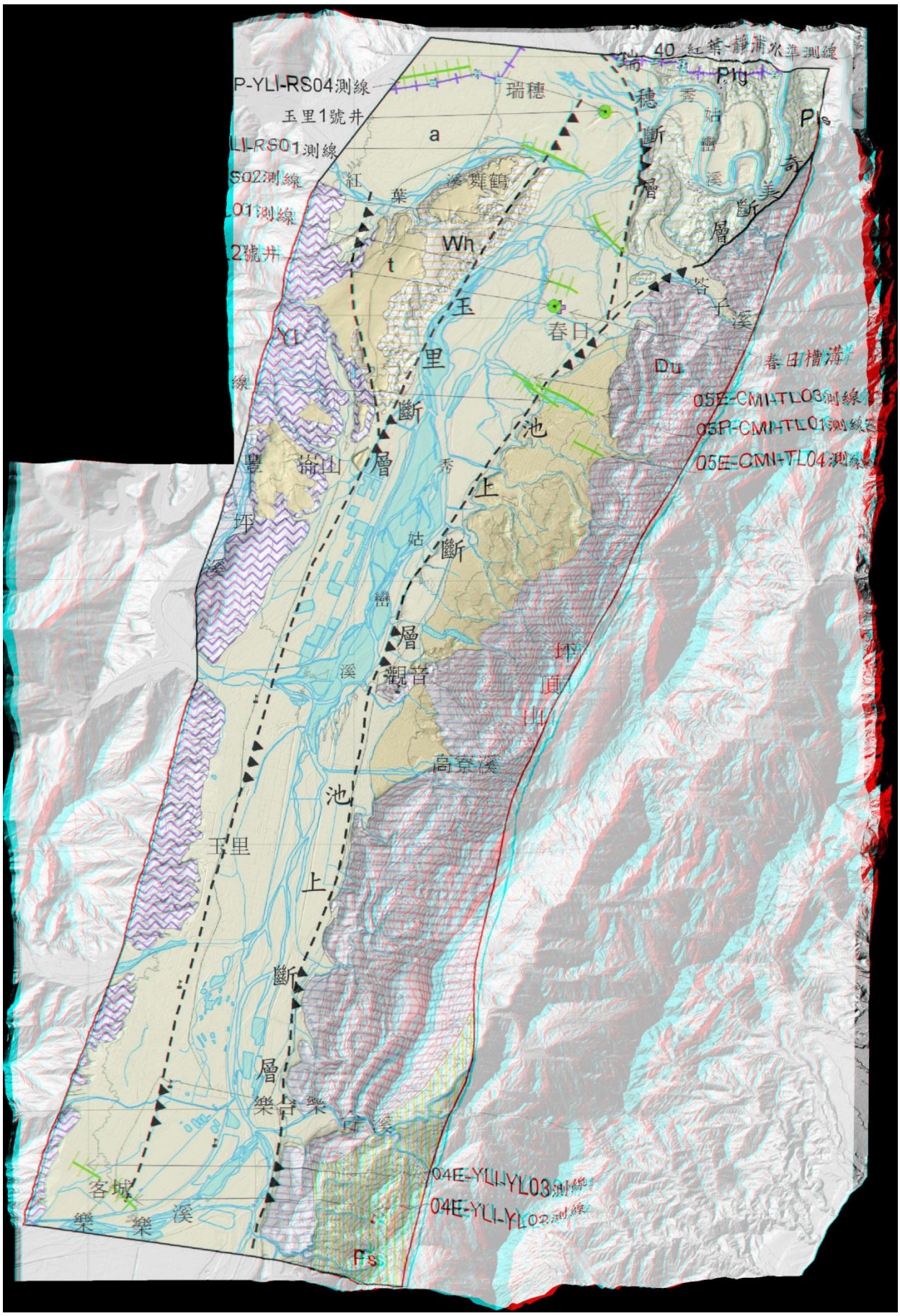


圖 8-5 玉里斷層及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖

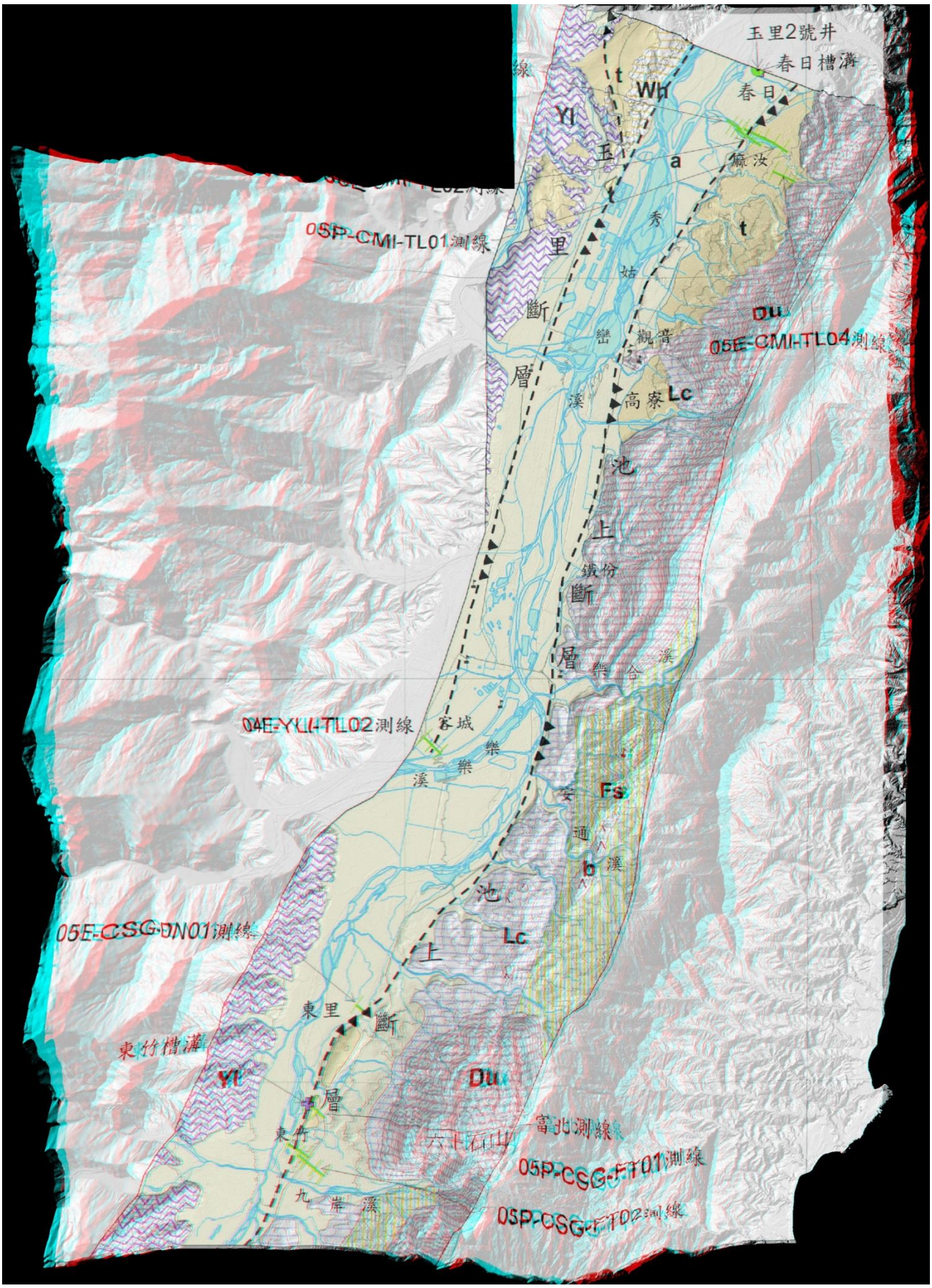


圖 8-6 池上斷層北段及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖

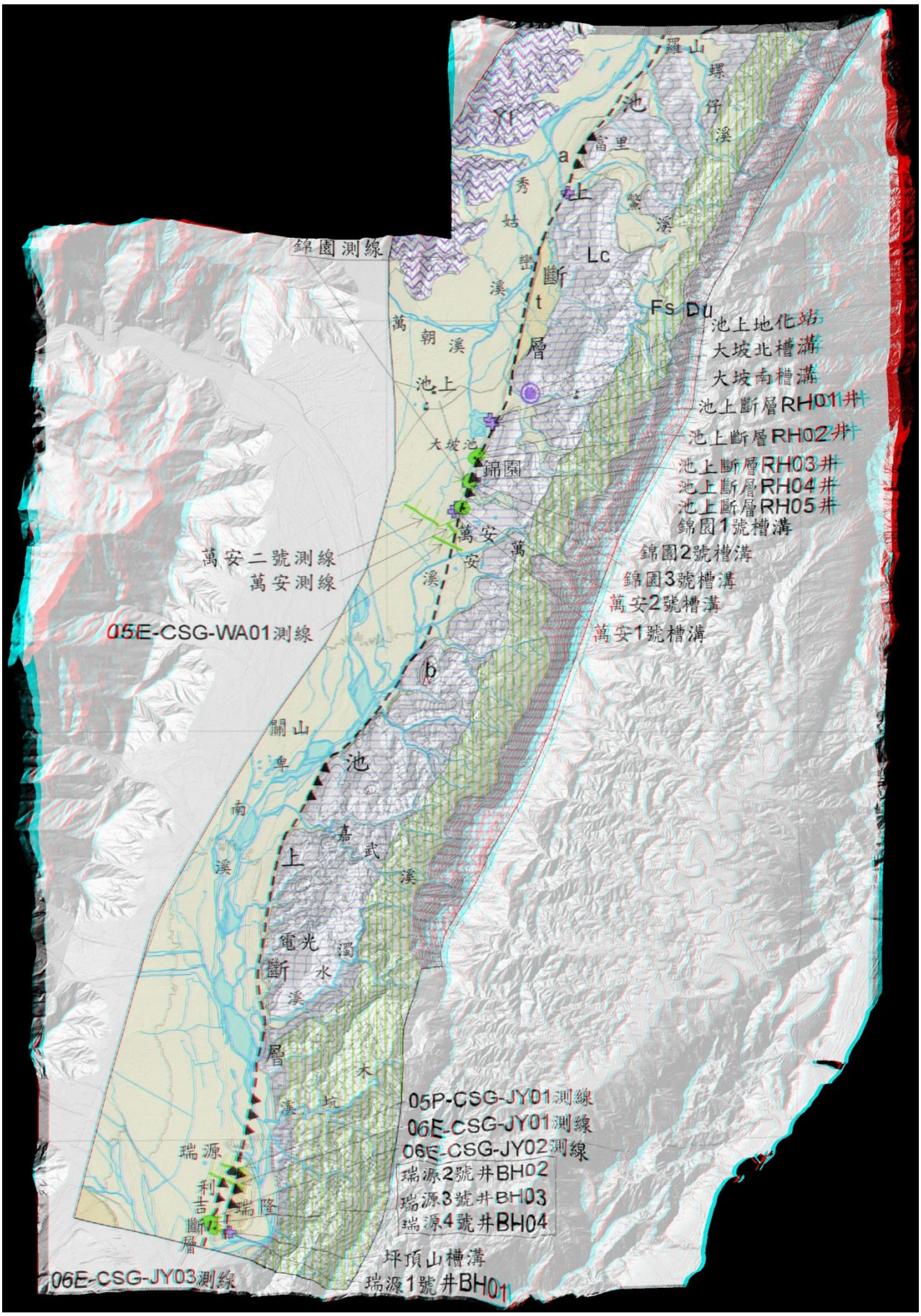


圖 8-7 池上斷層南段及鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖

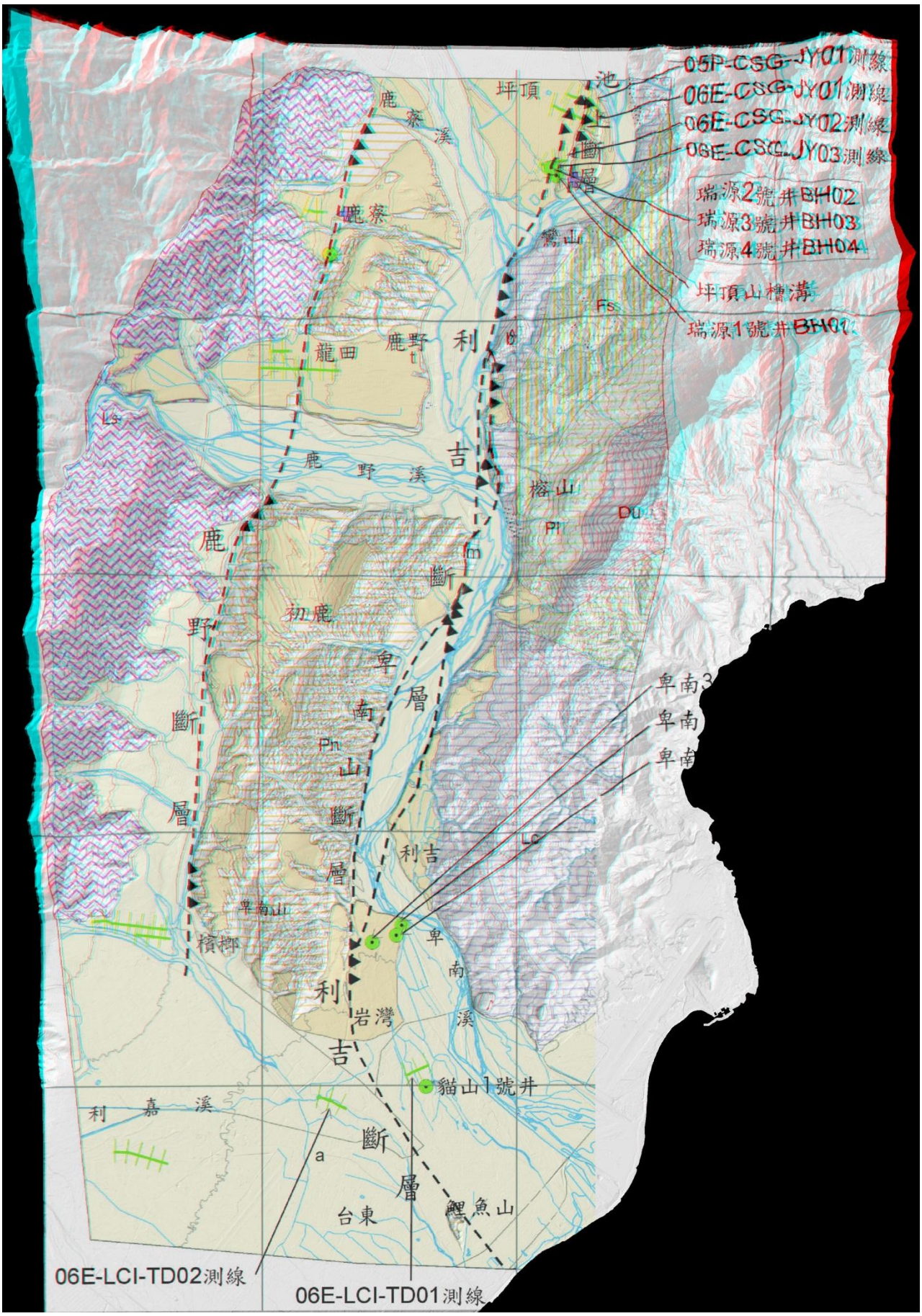


圖 8-8 鹿野斷層及利吉斷層鄰近區域三維紅青立體條帶地質地形圖

九、參考文獻

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發生之地震所伴生之地震斷層，附地震斷層之諸特微。東京大學地震研究所彙報別冊，第三號，22-74 頁。

丹桂之助 (1933)台灣新竹州竹東台地之地形考察。地學雜誌，46 卷，536 期，35-43 頁。

王執明、鄭穎敏、王源 (1978) 台北盆地之地質及沈積物之研究。台灣鑛業，30 卷，第 4 期，78-108 頁。

王昱 (2003) 桃園－新竹臺地區構造活動與地形特徵。國立台灣大學地質科學研究所碩士論文，共 105 頁。

王蘭榛、石瑞銓、林啟文、陳文山 (2010) 由淺層震測影像探討鹿野斷層之構造。經濟部中央地質調查所特刊，第廿四號，第 1-15 頁。

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

石再添、楊貴三 (1985) 八卦台地的活斷層與地形面，國立臺灣師範大學地理研究所地理研究報告，第十一期，第 173-186 頁。

石再添、鄧國雄、張瑞津、楊貴三 (1985) 竹東台地的活斷層與地形面。國立台灣師範大學地理研究所研究報告，第 12 期，1-44 頁。

石再添、鄧國雄、張瑞津、石慶得、楊貴三 (1986) 臺灣活斷層的地形學研究，臺灣師範大學地理研究所地理研究報告，第 12 期，1-44 頁。

石瑞銓、王乾盈、謝昭輝 (1998) 雲嘉南地區活動斷層震測調查。經濟部中央地質調查所活動斷層地球物理探勘計畫 87 年度報告，共 130 頁

石瑞銓、陳平護、呂明達、陳文山 (2002) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫－淺層地球物理探勘 (1/5)，經濟部中央地質調查所 91 年度研究報告，共 166 頁。

朱傚祖、游明聖 (1995) 花東縱谷活動斷層調查研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，NSC83-0202-M-047-001，共 186 頁

朱傚祖、李建成、盧佳遇、張勝雄、姜國彰 (2004) 1201 台東成功 6.6 級大地震：花東縱谷池上活動斷層與地震關係，礦冶，47 卷，第 4 期，58-62 頁。

花井重次 (1930) 臺灣桃園台地活斷層。地理學評論，6(7)卷，778-789 頁。

何春蓀 (1959) 台灣中部台中與南投間之逆衝斷層構造。台灣省地質調查所彙刊，第 11 號，13-20 頁。

李元希、石同生、盧詩丁、林燕慧、林偉雄(2002)新城斷層與新竹斷層活動性研究。「台灣之第四紀」第九次研討會，第 12-15 頁。

李錫堤、鄭錦桐、紀立民、廖啟雯、廖卿妃 (2000) 槽溝開挖探查成果簡介。第三屆台灣活斷層調查研討會資料。

李錫堤 (2002) 後甲里斷層槽溝探查工作成果報告，國立中央大學應用地質研究所印製，共

40 頁。
沈淑敏、張瑞津、楊貴三 (2005) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置－活動構造地形及資料庫建置分析(1/2)。經濟部中央地質調查所研究報告 94-6 號，共 80 頁。
沈淑敏、張瑞津、楊貴三 (2006) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置－活動構造地形及資料庫建置分析(2/2)。經濟部中央地質調查所研究報告 95-13 號，共 174 頁。
林朝棨 (1957) 臺灣地形，臺灣省文獻委員會，臺灣省通志誌，卷一，第 1 冊，共 423 頁。
林朝棨 (1962) 花蓮地方的第四系－臺灣之第四紀研究(三)。國家長期發展科學委員會研究報告，共 42 頁。
林啟文、張徽正、盧詩丁、石同生、黃文正 (2000) 台灣活動斷層概論第二版，五十萬分之一台灣活動斷層分布圖說明，經濟部中央地質調查所特刊，第十三號，共 122 頁。
林啟文、盧詩丁、黃文正、石同生、張徽正 (2002) 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 89-112 頁。
林啟文、石瑞銓、林燕慧 (2004) 台東縱谷南段的活動斷層特性研究。經濟部中央地質調查所特刊，第 15 號，第 161-174 頁。
林啟文、陳文山、林燕慧、饒瑞鈞、劉彥求 (2010) 臺灣南部小崗山線形與鳳山線形的探討。經濟部中央地質調查所特刊，第廿四號，第39-60頁。
林慶偉、吳炫宗、蕭崇利 (1999) 嘉義地區活動斷層研究：梅山斷層與九芎坑斷層之初步研究。中國地質學會 88 年年會論文集，279-280 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。國立臺灣大學地質科學研究所碩士論文，共 84 頁。
陳文山與王源 (1996) 台灣東部海岸山脈地質，經濟部中央地質調查所－台灣地質之七，共 101 頁。
陳文山、李錫堤、陳于高 (2002) 槽溝開挖與古地震研究計畫 (1/5) 經濟部中央地質調查所「地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫」，九十一年度報告 (上) ，共 97 頁。
陳文山、楊志成、楊小青、劉進金 (2003a)從火山地形探討大屯山群的地層層序與構造。中央地質調查所彙刊，第 16 號，第 99-123 頁。
陳文山、劉的豪、顏一勤、楊小青、李龍昇、游能悌、張徽正、石瑞銓、陳于高、李元布、林偉雄、石同生、盧詩丁 (2003b) 新城斷層的古地震研究經濟部中央地質調查所特刊，第 14 號，11-32 頁。
陳文山、顏一勤、楊志成、楊小青、陳勇全、蔡坤志、黃能偉、朱曜國、張徽正、林啟文、林偉雄、劉彥求 (2004a) 1951 年花蓮地震斷層的古地震研究－瑞穗鄉鶴岡村安定橋槽溝。經濟部中央地質調查所特刊，第 15 號，137-145 頁。
陳文山、楊志成、楊小青、吳樂群、林啟文、張徽正、石瑞銓、林偉雄、李元希、石同生、盧詩丁 (2004b) 從構造地形探討嘉南地震活動構造及構造分區。經濟部中央地質調查所彙刊，第 17 號，53-77 頁。
陳文山、陳于高、楊小青 (2006a) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置－槽溝開挖與古地震

研究計畫 (5/5) 與總報告。經濟部中央地質調查所研究報告 95-08 號，共 133 頁。

陳文山、葉明官、楊志成、石瑞銓、林啟文、侯進雄 (2006b) 梅山斷層的構造特性。經濟部中央地質調查所彙刊，第 19 號，第 135-151 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、游能悌、松多信尚、楊小青 (2009) 斷層長期滑移速率與再現週期研究(3/4)，經濟部中地質查所報告第98-9號，共125頁。

陳文山、松多信尚、石瑞銓、楊志成、游能悌、朱耀國、陳志壕、林啟文、劉桓吉、盧詩丁、劉彥求、林燕慧、陳柏村 (2010) 台灣西部平原區隱伏在全新世沉積層下的新期構造－以小崗山斷層為例。經濟部中央地質調查所特刊，第廿四號，第75-91頁。

陳于高 (1993)晚更新世以來南臺灣地區海水面變化與新構造運動研究。國立臺灣大學地質學研究所博士論文，共 158 頁。

陳柔妃(1999)嘉南地區活動斷層之地形計測指標研究。國文成功大學地球科學研究所碩士論文，共 146 頁。

陳建汝 (2003)桃園台地湖口活動斷層及其構造河階之相關研究。中國文化大學地學研究所碩士論文，共 68 頁。

陳建良、林啟文、陳文山 (2005)臺灣南部恆春半島地殼變形初步研究。經濟部中央地質調查所特刊，第 16 號，55-73 頁。

郭炫佑 (1999)後甲里斷層及其附近構造。國立中央大學地球物理研究所碩士論文，共 83 頁。

孫林耀明 (1982) 桃園臺地群活斷層的地形學研究。國立臺灣師範大學地理研究所碩士論文，共 53 頁。

許晉耀 (2003) 九芎坑斷層之研究。國立成功大學地球科學研究所碩士論文，共 90 頁。

張中白、陳錕山 (2003) 地殼變形研究計畫，經濟部中央地質調查所 93 年度研究報告，共 227 頁。

張徽正、林啟文、陳勉銘、盧詩丁 (1998) 台灣活動斷層概論，五十萬分之一台灣活動斷層分布圖說明，經濟部中央地質調查所特刊，第十號，共 103 頁。

張瑞津、石在天、沈淑敏、張政亮 (1992) 花蓮縱谷北段河階的地形學研究。師大地裡研究報告，第 18 期，第 241-292 頁。

張瑞津、鄧國雄、劉明錡 (1998) 苗栗丘陵河階之地形學研究。國立臺灣師範大學地理研究所地理研究報告，第 29 期，97-112 頁。

張瑞津、沈淑敏、楊貴三 (2004) 槽溝開挖與古地震研究計畫(3/5)—台灣島河階地形資料庫建置—東部地區，經濟部中央地質調查所，「地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫」，九十三年度報告，共 86 頁。

張麗旭、周敏、陳培源 (1947) 民國 35 年 12 月 5 日台南之地震。臺灣省地質調查所彙刊，第 1 號，11-18 頁。

曾彥祺、石瑞銓、陳文山 (2010) 由淺層反射震測探討錦園與萬安地區之池上斷層地下構造。經濟部中央地質調查所特刊，第廿四號，第93-110頁。

黃　鐘、詹瑜璋、胡植慶、李建成、史天元、陳于高 (2004) 空載雷射掃描技術製出之數值高程模型之簡介，地質，第二十三卷，第一期，43-54 頁。

黃明哲、王文能、潘國樑、顏滄波 (1985) 活動斷層之航照地質研究(II)嘉南梅山地震斷層研究。國科會防災科技研究報告 73-29 號，共 42 頁

黃鑑水、劉桓吉、何信昌 (1984) 新竹－竹南地區斷層之研究。經濟部中央地質調查所特刊，第三號，103-126 頁。

黃鑑水、張憲卿、劉桓吉 (1994) 台灣南部觸口斷層地質調查與探勘。經濟部中央地質調查所彙刊，第 9 號，51-76 頁。

黃鑑水、陳勉銘 (2000) 臺灣中部地區之雙冬斷層。經濟部中央地質調查所特刊，第 12 號，171-182 頁。

游明聖 (1997) 台東縱谷活動斷層研究，國立台灣大學地質學研究所博士論文，共 141 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，私立中國文化大學地學研究所博士論文，共 178 頁。

楊志成、顏一勤、宋時曄、黃能偉、陳勇全、陳文山、陳宇高、吳樂群、張徽正、侯進雄、林啟文 (2005) 六甲斷層近萬年來滑移速率之探討。經濟部中央地質調查所特刊，第 16 號，1-16 頁。

詹新甫 (1974) 恆春半島之地層與構造並申論中新世傾瀉層。臺灣省地質調查所彙刊，第 24 號，99-108 頁。

詹瑜璋、李建成、鄭鼎藥、劉進金、陳文山、胡植慶、陳柔妃、徐偉城 (2005)大台北地區特殊地質災害調查與監測—高經度空載雷射掃瞄(LiDAR 地形測製與構造地形分析(1/3)。經濟部中央地質調查所報告 94-06 號，共 143 頁。

詹瑜璋、李建成、鄭鼎藥、劉進金、陳文山、胡植慶、陳柔妃、徐偉城 (2006)大台北地區特殊地質災害調查與監測—高經度空載雷射掃瞄(LiDAR 地形測製與構造地形分析(2/3)。經濟部中央地質調查所 95 年度委辦計畫報告，共 123 頁。

董德輝 (1987) 臺灣西南部梅山活動斷層的活週期及機制。臺灣大學地質學研究所碩士論文，共 65 頁。

董倫道 (2005)地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫－地球物理探勘計劃 (4/5) 。經濟部中央地質調查所報告第 94-09 號，共 187 頁。

鄭世楠、余騰鐸、葉永田、張建興 (1997) 1951 年花蓮—台東地震系列之重定位，紀念台灣地區氣象測報一百年—天氣分析與預報研討會，海象與地雩論文彙編，690-699 頁。

盧詩丁、石同生、林啟文、黃文正、陳華玟、李元希、陳致言、張徽正 (2000) 台灣北部新竹地區活動斷層調查。中國地質學會 89 年年會論文集，308-310 頁。

盧詩丁、劉彥求、衣德成、鍾令和、劉桓吉(2005)，山腳斷層，經濟部中央地質調查所九十三年度業務成果發表會手冊，99-100 頁。

鍾令和 (2003) 1951 年池上-玉里地震地表破裂與其所指示之新構造意義，國立台灣大學地質學研究所碩士論文，共 138 頁。

羅偉、楊昭男 (2004) 地震地質調查及活動斷層建置—奇美斷層條帶地質圖。經濟部中央地質調查所報告第 93-11 號，共 51 頁。

饒瑞鈞 (2003) 地震地質及活動斷層資料庫建置：活動斷層監測系統計畫 (2/5)，經濟部中央地質調查所，共 140 頁。

饒瑞鈞、余致義、洪日豪、胡植慶、李建成、詹瑜璋、許麗文 (2006) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫－活動斷層監測系統計畫 (5/5)。經濟部中央地質調查所報告第 95－10 號，共 241 頁。

饒瑞鈞、胡植慶、李元希 (2008) 地震地質與地變動潛勢分析－地變動監測分析(2/4)。經濟部中央地質調查所報告第 97-10 號，共 270 頁。

Ackermann, F. (1999) Airborne laser scanning-present status and future expectations, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 54, 2-3, 64-67.

Angelier, J., Chu, H. T., Lee, J. C. (1997) Shear concentration in a collision zone: kinematics of the active Chihshang Fault, Longitudinal Valley, eastern Taiwan, Tectonophysics, 274, 117-144.

Bonilla, M. G. (1975) A review of recently active faults in Taiwan, Open File Report 75-41, U.S. Geol. Surv., Menlo park, California, 58.

Briese, C., and Pfeifer, N. (2001) Airborne laser scanning and derivation of digital terrain models. In: Gruen, A., and Kahmen, H., Editors, 2001. Optical 3D Measurement Techniques V, Technical University, Vienna, Austria, 80–87.

Burbank, D.W., and Anderson, R.A. (2001) Tectonic Geomorphology, Blackwell Science, 274.

Carter, B., and Shrestha, R. L. (2003) National center for airborne laser mapping proposed, EOS, 84, 281-285.

Chan, Y. C., Huang, C., Lee, J. C., Hsieh, M. L., Hu, J. C. (2004) Precise Landform Characterization Of The 1999 (Mw=7.6) Taiwan Chi-Chi Earthquake Fault Using Airborne LiDAR Data, International Conference in Commemoration of 5th Anniversary of the 1999 Chi-Chi Earthquake, Taiwan, 9 pages.

Chan, Y. C., Chen, Y. G., Shih, T. Y., Huang, C. (2007) Characterizing the Hsincheng active fault in northern Taiwan using airborne LiDAR data: detailed geomorphic features and their structural implications, Journal of Asian Earth Sciences, 31, 303-316. doi: 10.1016/j.jseaes.2006.07.029.

Chang, K.J., Chan, Y.C., Chen, R.F., Hsieh, Y.C. (2010) Evaluation of tectonic activities using LiDAR topographic data: an example from the Nankan lineament, northern Taiwan, Terrestrial, atmospheric and oceanic sciences, 21, 463-476.

Chang, S.L. (1971) Sub-surface geologic study of the Taichung Basin, Taiwan. Petrol. Geol. Taiwan,no.8, 21-45.

Chen, H. H., and Rau, R. J. (2002) Earthquake locations and style of faulting in an active arc-continent plate boundary: the Chihshang fault of eastern Taiwan, in AGU fall meeting, San Francisco.

Chen, R. F., Chan, Y. C., Angelier, J., Hu, J. C., Huang, C., Chang, K. J., Shih, T. Y., (2005), Large earthquake-triggered landslides and mountain belt erosion: the Tsaoling case, Taiwan, Comptes Rendus Geoscience, 337, 1164-1172.

Chen, W. S., Huang, M. T., Liu, T. K. (1991) Neotectonic significance of the Chimei fault in the Coastal Range, Eastern Taiwan, Proc. Geol. Soc. China, 34, 1, 43-56.

Chen, Y.G., Hung, J.H., Lai, K.Y., Lin, Y.N.N., Wilcox, T., Mueller, K. (2007) River terrace development in response to folding above active wedge thrusts in Houli, central Taiwan. J. Asian Earth Sci., 31, 240-250.

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

Ching, K. E., Rau, R. J., Zeng, Y. (2007) Coseismic source model of the 2003 Mw 6.8 Chengkung earthquake, Taiwan, determined from GPS measurements, J. Geophys. Res., 112, B06422, doi:10.1029/2006JB004439.

Fruneau, B., E. Pathier, D. Raymond, B. Deffontaines, C. T. Lee, H. T. Wang, J. Angelier, J. P. Rudant, and C. P. Chang. (2001) Uplift of Tainan Tableland (SW Taiwan) revealed by SAR interferometry, Geophysical Research Letters, 28, 3071-3076.

Harding, D. J., and Berghoff, G. S. (2000) Fault Scarp Detection Beneath Dense Vegetation Cover: Airborne LiDAR Mapping of the Seattle Fault Zone, Bainbridge Island, Washington State, Proceedings of the American Society of Photogrammetry and Remote Sensing Annual Conference, Washington, D.C.

Haugerud, R. A., Harding, D. J., Johnson, S. Y., Harless, J. L., Weaver, C.S. (2003) High-resolution LiDAR topography of the Puget Lowland, Washington-A bonanza for earth science, GSA Today, 4-10.

Hsieh, S.H. (1972) Sub-surface geology and gravity anomalies of the Tainan and Chungchou structure of the coastal plain of southwestern Taiwan. Petrol. Geol. Taiwan, no. 10, 323-338.

Hsu, T. L. (1956) Geology of the Coastal Range, eastern Taiwan, Bull. Geol. Surv. Taiwan, 8, 39-64.

Hsu, T. L. (1962) Recent faulting in the Longitudinal Valley of eastern Taiwan, Mem. Geol. Soc. China, 1, 95-102.

Hsu, T. L. (1976) Neotectonics of the Longitudinal Valley, eastern Taiwan, Bull. Geol. Surv. Taiwan, 25, 53-62.

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

Huang, S.Y., Rubin, C.M., Chen, Y.G., Liu, H.C. (2007) Prehistoric earthquakes along the Shanchiao fault, Taipei Basin, northern Taiwan. J. Asian Earth Sci., 31, 265-276.

Keller, E. A., and Pinter, N. (1996) Active Tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape, Prentice Hall, 338.

Ku, C.C. (1963) Photogeologic study of terraces in north-western Taiwan: Proc. Geol. Soc. China, no.6, 51-60.

Lee, J.C., Angelier, J., Chu, H.T., Hu, J.C., Jeng, F.S. and Rau, R.J. (2003) Active Fault Creep Variations at Chihshang, Taiwan, Revealed by Creepmeter Monitoring, 1998-2001. *Journal of Geophysical Research*, 108, B11, 2528, doi:10.10129/2003JB002394.

Lee, J. C., Chu, H. T., Angelier, J. Hu, J. C., Chen, H. Y., Yu, S. B. (2006) Quantitative analysis of co-seismic surface faulting and post-seismic creep accompanying the 2003, Mw=6.5, Chengkung earthquake in eastern Taiwan, Journal of Geophysical Research, 111, B02405, doi:10.1029/2005JB003612.

Omori, F. (1907a) Earthquake of the Chiayi area, Taiwan, 1906. Introduction of Earthquake, 103-147. (in Japanese)

Omori, F. (1907b) Preliminary note on the Formosa earthquake of March 17, 1906. Bull. Imp. Earthquake Investigation Committee, vol. 1, no. 2, p.53-69.

Ota, Y. Lin, N.Y.N., Chen, Y.G., Chang, H.C. and Hung J.H. (2006) Newly found Tunglo Active Fault System in the fold and thrust belt in northwestern Taiwan deduced from deformed terraces and its tectonic significance. Tectonophysics, Vol 417, p 183-340.

Shyu, J.B.H., Chung, L.H., Chen, Y.G., Lee, J.C., Sieh, K. (2007) Re-evaluation of the surface ruptures of the November 1951 earthquake series in eastern Taiwan, and its neotectonic implications. J. Asian Earth Sci., 31, 317-331.

Shyu, J.B.H., Sieh, K., Chen, Y.G., Chuang, R.Y., Wang, Y., Chung, L.H. (2008) Geomorphology of the southernmost Longitudinal Valley fault: Implications for evolution of the active suture of eastern Taiwan. Tectonics, 27, TC1019, doi: 10.1029/2006TC002060

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

Sun, S.C. (1965) Geology and petroleum potentialities of the Chingshui-Yuanlin area, Taiwan: Petrol. Geol. Taiwan, no.4, 161-173.

Sun, S.C. (1970) Photogeologic study of the Tainan-Hsinying coastal plain, Taiwan. Petrol. Geol. Taiwan, no.7, 133-144.

Tang, C.H. (1968) Pthotogeological observations on the low hilly terrain and coastal plain area of Hsinchu, Taiwan: Petrol. Geol. Taiwan. no. 4, 35-52.

Wang, S. (1976) ERTS-1 satellite imagery and its application in regional geologic study of southwestern Taiwan. Petrol. Geol. Taiwan, no. 13, 37-57.

Wehr, A., Lohr, U. (1999) Airborne laser scanning-an introduction and overview, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 54, 68-82.

Yang, C.C.B., Chen, W.S., Wu, L.C., Lin, C.W. (2007) Active deformation front delineated by drainage pattern analysis and vertical movement rates, southwestern Coastal Plain of Taiwan. J. Asian Earth Sci., 31, 251-264.

York, J.E. (1976) Quaternary faulting in eastern Taiwan. Bull. Geol. Surv. Taiwan, no.25, 63-72.

Yu, S. B., Chen, H. Y., Kuo, L. C. (1997) Velocity field of GPS stations in the Taiwan area, Tectonophysics, 274, 41-59.

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

附錄一

全台五公尺數值地形模型構造地形分析數化資料表

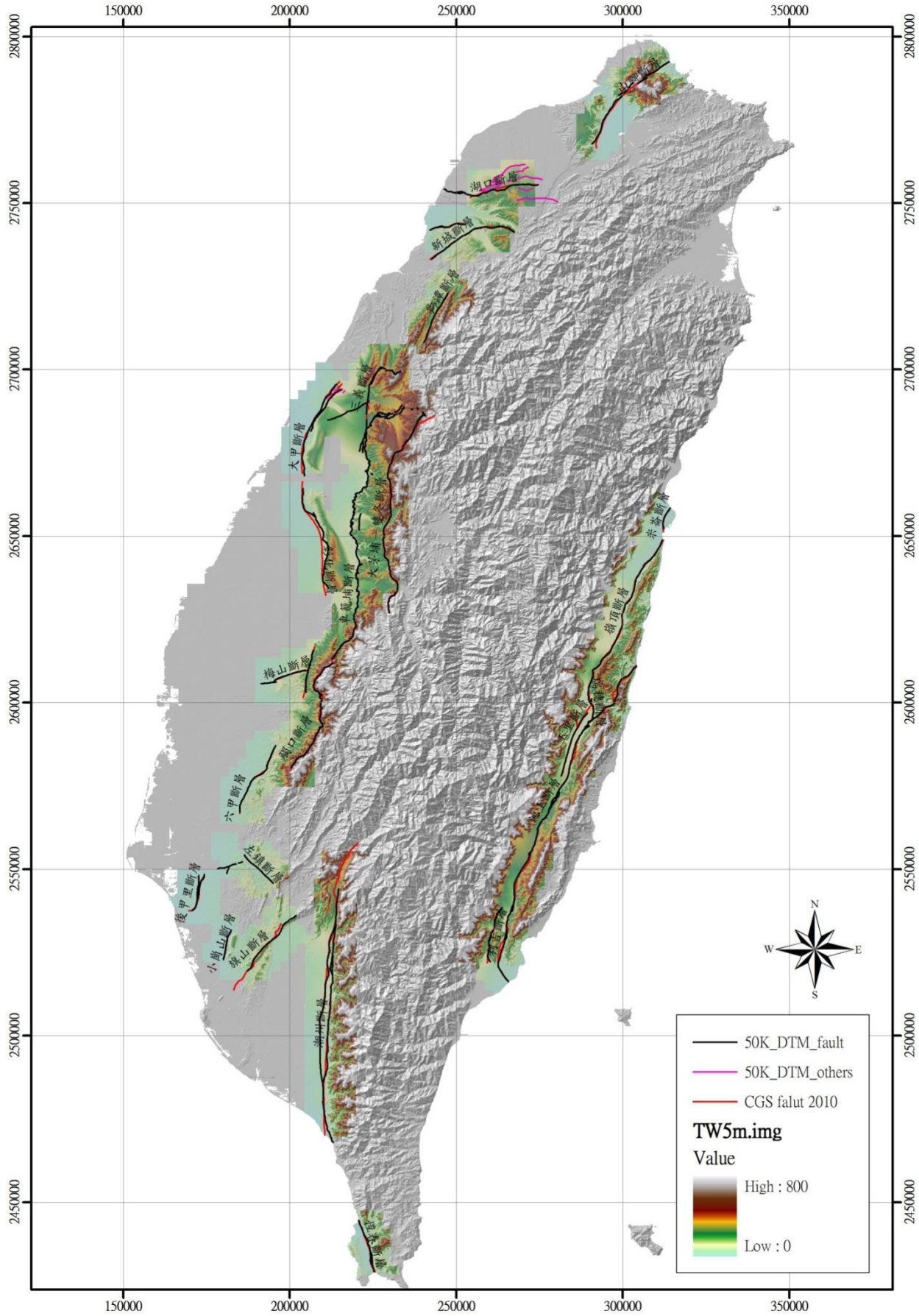


圖 A-1 本年度全台五公尺數值地形模型構造地形分析數化區域

E_NAME	長度	NOTE_C	Fault_No3	FAULT_NAME	FAULT_TYPE	feature	certainty
Sanchiao Fault	2170.69	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	3198.38	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		2
Sanchiao Fault	2077.11	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	10022.06	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	1526.85	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	3719.44	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	10135.97	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		4
Sanchiao Fault	3858.27	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		4
Sanchiao Fault	5055.13	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		4
Sanchiao Fault	2949.61	正移斷層、分支斷層	1	山腳斷層	第二類		4
Hukou Fault	29955.84	逆移斷層	2	湖口斷層	第二類		2
Hukou Fault	2907.01	逆移斷層、分支斷層	2	湖口斷層	第二類		3
Hsinchu Fault	11216.34	逆移兼右移	3	新竹斷層	第二類		1
Hsinchu Fault	1753.13	逆移兼右移、分支斷層	3	新竹斷層	第二類		2
Hsincheng Fault	18027.80	逆移斷層	4	新城斷層	第一類		2
Hsincheng Fault	10531.92	逆移斷層	4	新城斷層	第一類		4
Shihtan Fault	16808.87	逆移斷層	5	獅潭斷層	第一類		1
Sanyi Fault	16065.86	逆移斷層	6	三義斷層	第一類		3
Sanyi Fault	10084.47	逆移斷層	6	三義斷層	第一類		2
Sanyi Fault	3792.13	逆移斷層	6	三義斷層	第一類		2
Sanyi Fault	6589.98	逆移斷層	6	三義斷層	第一類		2
Sanyi Fault	1660.04	逆移斷層、分支斷層	6	三義斷層	第一類		3
Sanyi Fault	1470.93	逆移斷層、分支斷層	6	三義斷層	第一類		3
Sanyi Fault	1673.00	逆移斷層、分支斷層	6	三義斷層	第一類		4
Tachia Fault	30712.61	逆移斷層	7	大甲斷層	第一類		2
Tiehchanshan Fault	16214.36	逆移斷層	8	鐵鈷山斷層	第一類		2
Tuntzuchiao Fault	13728.67	右移斷層	9	屯子腳斷層	第一類		1
Changhua Fault	6619.04	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		3
Changhua Fault	9112.06	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		3
Changhua Fault	14579.54	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		2
Changhua Fault	3401.43	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		3
Changhua Fault	1459.50	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		3
Chelungpu Fault	113614.68	逆移斷層	11	車籠埔斷層	第一類		1
Chelungpu Fault	4996.51	逆移斷層	11	車籠埔支斷層(隘寮斷層)	第一類		1
Tamaopu-Shuangtung Fault	69505.63	逆移斷層	12	大茅埔- 雙冬斷層	第一類		3

E_NAME	長度	NOTE_C	Fault_No3	FAULT_NAME	FAULT_TYPE	feature	certainty
Chiuchiungkeng Fault	13303.02	逆移斷層	13	九芎坑斷層	第二類		2
Meishan Fault	15910.42	右移斷層	14	梅山斷層	第一類		2
Tachienshan Fault	14107.95	逆移兼右移	15	大尖山斷層	第一類		3
Tachienshan Fault	14346.57	逆移兼右移	15	大尖山斷層	第一類		3
Muchiliao Fault	1055.74	逆移斷層	16	木屐寮斷層	第二類		3
Liuchia Fault	14386.82	逆移兼左移	17	六甲斷層	第一類		2
Liuchia Fault	6660.19	逆移兼左移	17	六甲斷層	第一類		2
Liuchia Fault	956.67	逆移兼左移	17	六甲斷層	第一類		3
Chukou Fault	28212.75	逆移斷層	18	觸口斷層	第一類		3
Hsinhua Fault	5774.76	右移斷層	19	新化斷層	第一類		1
Hsinhua Fault	1239.63	右移斷層	19	新化斷層	第一類		3
Hsinhua Fault	1312.19	右移斷層、分支斷層??	19	新化斷層	第一類		3
Hsinhua Fault	770.02	右移斷層、分支斷層??	19	新化斷層	第一類		3
Hochiali Fault	7340.36	逆移斷層	20	後甲里斷層	第二類		2
Hochiali Fault	11963.47	逆移斷層	20	後甲里斷層	第二類		2
Tsochen Fault	12480.71	左移斷層	21	左鎮斷層	第二類		4
Hsiaokangshan	9299.14	逆移斷層	22	小崗山斷層	第二類		2
Chishan Fault	22933.09	逆移兼左移	23	旗山斷層	第一類		2
Chaochou Fault	16091.06	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		3
Chaochou Fault	6843.26	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		1
Chaochou Fault	6187.53	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		1
Chaochou Fault	3560.48	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		1
Chaochou Fault	25566.67	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		2
Chaochou Fault	51727.72	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		3
Chaochou Fault	6728.54	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		4
Chaochou Fault	16626.20	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		4
Hengchun Fault	16527.42	逆移斷層	25	恆春斷層	第二類		2
Hengchun Fault	4818.81	逆移斷層、分支斷層	25	恆春斷層	第二類		3
Milun Fault	6624.18	左移兼逆移	26	米崙斷層	第一類		2
Lingding Fault	36718.45	左移兼逆移	27	嶺頂斷層	第一類		3
Rueyshui Fault	16792.16	逆移兼左移	28	瑞穗斷層	第一類		2
Rueyshui Fault	781.14	逆移兼左移	28	瑞穗斷層	第一類		3
Rueyshui Fault	7192.28	逆移兼左移	28	瑞穗斷層	第一類		3
Rueyshui Fault	1140.99	逆移兼左移、分支斷層	28	瑞穗斷層	第一類		3
Chimei Fault	22869.27	逆移斷層	29	奇美斷層	第二類		3

E_NAME	長度	NOTE_C	Fault_No3	FAULT_NAME	FAULT_TYPE	feature	certainty
Yuli Fault	20654.02	逆移兼左移	30	玉里斷層	第一類		4
Chihshang Fault	18993.34	逆移兼左移	31	池上斷層	第一類		2
Chihshang Fault	19539.89	逆移兼左移	31	池上斷層	第一類		1
Chihshang Fault	26697.59	逆移兼左移	31	池上斷層	第一類		3
Chihshang Fault	748.62	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		2
Chihshang Fault	4944.87	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		2
Chihshang Fault	1055.86	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		2
Chihshang Fault	449.47	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		3
Chihshang Fault	898.00	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		3
Chihshang Fault	1255.23	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		2
Chihshang Fault	1631.90	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		3
Luyeh Falut	4909.48	逆移斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Luyeh Falut	1525.20	逆移斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Luyeh Falut	1493.20	逆移斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Luyeh Falut	10252.57	逆移斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Luyeh Falut	901.67	逆移斷層、分支斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Luyeh Falut	1074.70	逆移斷層、分支斷層	32	鹿野斷層	第一類		2
Lichi Fault	2307.32	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		1
Lichi Fault	1477.76	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		1
Lichi Fault	2236.68	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		2
Lichi Fault	690.44	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		3
Lichi Fault	1346.74	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		4
Lichi Fault	22440.34	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		3
Luyeh Falut	4909.48	逆移斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Luyeh Falut	1525.20	逆移斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Luyeh Falut	1493.20	逆移斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Luyeh Falut	10252.57	逆移斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Luyeh Falut	901.67	逆移斷層、分支斷層	32	鹿野斷層	第一類		1
Lichi Fault	2307.32	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		1
Lichi Fault	1477.76	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		1
Lichi Fault	2236.68	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		2

E_NAME	長度	NOTE_C	Fault_No3	FAULT_NAME	FAULT_TYPE	feature	certainty
Lichi Fault	690.44	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		3
Lichi Fault	1346.74	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		4
Lichi Fault	22440.34	逆移斷層	33	利吉斷層	第二類		3
Chihshang Fault	18993.34	逆移兼左移	31	池上斷層	第一類		2
Chihshang Fault	19539.89	逆移兼左移	31	池上斷層	第一類		1
Chihshang Fault	26697.59	逆移兼左移	31	池上斷層	第一類		3
Chimei Fault	22869.27	逆移斷層	29	奇美斷層	第二類		3
Rueyshui Fault	16792.16	逆移兼左移	28	瑞穗斷層	第一類		2
Rueyshui Fault	781.14	逆移兼左移	28	瑞穗斷層	第一類		3
Rueyshui Fault	7192.28	逆移兼左移	28	瑞穗斷層	第一類		3
Yuli Fault	20654.02	逆移兼左移	30	玉里斷層	第一類		4
Lingding Fault	36718.45	左移兼逆移	27	嶺頂斷層	第一類		3
Milun Fault	6624.18	左移兼逆移	26	米崙斷層	第一類		2
Hengchun Fault	16527.42	逆移斷層	25	恆春斷層	第二類		2
Hengchun Fault	4818.81	逆移斷層、分支斷層	25	恆春斷層	第二類		3
Chaochou Fault	16091.06	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		3
Chaochou Fault	6843.26	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		1
Chaochou Fault	6187.53	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		1
Chaochou Fault	3560.48	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		1
Chaochou Fault	25566.67	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		2
Chaochou Fault	51727.72	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		3
Chaochou Fault	6728.54	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		4
Chaochou Fault	16626.20	逆移兼左移	24	潮州斷層	第二類		4
Chishan Fault	22933.09	逆移兼左移	23	旗山斷層	第一類		2
Hsiaokangshan	9299.14	逆移斷層	22	小崗山斷層	第二類		2
Hochiali Fault	7340.36	逆移斷層	20	後甲里斷層	第二類		2
Hochiali Fault	11963.47	逆移斷層	20	後甲里斷層	第二類		2
Liuchia Fault	14386.82	逆移兼左移	17	六甲斷層	第一類		2
Liuchia Fault	6660.19	逆移兼左移	17	六甲斷層	第一類		2
Chiuchiungkeng Fault	13303.02	逆移斷層	13	九芎坑斷層	第二類		2
Meishan Fault	15910.42	右移斷層	14	梅山斷層	第一類		2
Changhua Fault	6619.04	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		3
Changhua Fault	9112.06	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		3
Changhua Fault	14579.54	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		2
Changhua Fault	3401.43	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		3
Changhua Fault	1459.50	逆移斷層	10	彰化斷層	第一類		3
Tachia Fault	30712.61	逆移斷層	7	大甲斷層	第一類		2

E_NAME	長度	NOTE_C	Fault_No3	FAULT_NAME	FAULT_TYPE	feature	certainty
Tiehchanshan Fault	16214.36	逆移斷層	8	鐵鈷山斷層	第一類		2
Sanyi Fault	16065.86	逆移斷層	6	三義斷層	第一類		3
Shihtan Fault	16808.87	逆移斷層	5	獅潭斷層	第一類		1
Hsinchu Fault	11216.34	逆移兼右移	3	新竹斷層	第二類		1
Hsinchu Fault	1753.13	逆移兼右移、分支斷層	3	新竹斷層	第二類		2
Hsincheng Fault	18027.80	逆移斷層	4	新城斷層	第一類		2
Hukou Fault	29955.84	逆移斷層	2	湖口斷層	第二類		2
Hukou Fault	2907.01	逆移斷層、分支斷層	2	湖口斷層	第二類		3
Hsinhua Fault	5774.76	右移斷層	19	新化斷層	第一類		1
Hsinhua Fault	1239.63	右移斷層	19	新化斷層	第一類		3
Hsinhua Fault	1312.19	右移斷層、分支斷層??	19	新化斷層	第一類		3
Hsinhua Fault	770.02	右移斷層、分支斷層??	19	新化斷層	第一類		3
Muchiliao Fault	1055.74	逆移斷層	16	木屐寮斷層	第二類		3
Liuchia Fault	956.67	逆移兼左移	17	六甲斷層	第一類		3
Tuntzuchiao Fault	13728.67	右移斷層	9	屯子腳斷層	第一類		1
Chelungpu Fault	113614.68	逆移斷層	11	車籠埔斷層	第一類		1
Chelungpu Fault	4996.51	逆移斷層	11	車籠埔支斷層(隘寮斷層)	第一類		1
Tachienshan Fault	14107.95	逆移兼右移	15	大尖山斷層	第一類		3
Tamaopu-Shuangtung Fault	69505.63	逆移斷層	12	大茅埔- 雙冬斷層	第一類		3
Sanyi Fault	10084.47	逆移斷層	6	三義斷層	第一類		2
Sanyi Fault	3792.13	逆移斷層	6	三義斷層	第一類		2
Sanyi Fault	6589.98	逆移斷層	6	三義斷層	第一類		2
Hsincheng Fault	10531.92	逆移斷層	4	新城斷層	第一類		4
Sanyi Fault	1660.04	逆移斷層、分支斷層	6	三義斷層	第一類		3
Sanyi Fault	1470.93	逆移斷層、分支斷層	6	三義斷層	第一類		3
Sanyi Fault	1673.00	逆移斷層、分支斷層	6	三義斷層	第一類		4
Tsochen Fault	12480.71	左移斷層	21	左鎮斷層	第二類		4
Luyeh Falut	1074.70	逆移斷層、分支斷層	32	鹿野斷層	第一類		2
Chihshang Fault	748.62	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		2
Chihshang Fault	4944.87	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		2
Chihshang Fault	1055.86	逆移兼左移、分支斷	31	池上斷層	第一類		2

E_NAME	長度	NOTE_C	Fault_No3	FAULT_NAME	FAULT_TYPE	feature	certainty
Chihshang Fault	449.47	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		3
Chihshang Fault	898.00	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		3
Chihshang Fault	1255.23	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		2
Chihshang Fault	1631.90	逆移兼左移、分支斷層	31	池上斷層	第一類		3
Rueyshui Fault	1140.99	逆移兼左移、分支斷層	28	瑞穗斷層	第一類		3
Tachienshan Fault	14346.57	逆移兼右移	15	大尖山斷層	第一類		3
Chukou Fault	28212.75	逆移斷層	18	觸口斷層	第一類		3
Sanchiao Fault	2170.69	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	3198.38	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		2
Sanchiao Fault	2077.11	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	10022.06	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	1526.85	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	3719.44	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		3
Sanchiao Fault	10135.97	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		4
Sanchiao Fault	3858.27	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		4
Sanchiao Fault	5055.13	正移斷層	1	山腳斷層	第二類		4
Sanchiao Fault	2949.61	正移斷層、分支斷層	1	山腳斷層	第二類		4

附錄二

期中簡報會議紀錄與回覆

	委員意見	回覆
1.	本案精神為配合地質法之活動斷層敏感區劃設工作，活動斷層(跡)位置固然重要，但斷層帶之相關變形、精細構造地形單元與構造地形特徵實為本案執行重點，請進一步判釋分析。	依委員意見處理。
2.	坐標轉換問題要注意,不同的 DEM 底圖之坐標格式可能不同。目前坐標以 5M 的 DEM 為測量界較認可之統一格式。	目前所有資料，均依內政部公告之 TWD97 坐標系統處理，現今 5mDTM 及 LiDAR 資料均採用本坐標格式。另計畫內要求交付之 google kmz(kml)檔，則以 WGS84 經緯度坐標格式處理
3.	活動斷層之主要地形崖判釋位置，大致與本所調查結果相近，但部分位置與現有資料差異甚大，建議將前人的調查資料如槽溝、鑽井位置及文獻消化，並注意受到侵蝕後退、埋積與人為開挖等其他非構造因素之影響。	依委員意見納入考量。
4.	內容與圖不易比對，部分精細地形資料與構造位置建議以大比例尺圖展現，並作為重點分析區域加以討論。	依委員意見納入考量。
5.	本計畫執行期間尚短，很多資料雖已完成，但資料判釋準則未於報告中陳述，與構造活動有關之線形應提出明確證據與討論。	依委員建議修訂。LiDAR 資料細部之構造判釋及準則，已納入期末報告內，於各斷層小節內說明
6.	野外查核部(分)為本案重點之一,新近調查結果且與現有資料不一致處應列為野外工作與查核重點；同一處斷層地形資料由判釋至查核建議由同一人執行較不會出現重點與標準不連貫。	本計畫一開始之期中報告中，先以 5m DTM 做構造線形初步判釋，並將之做為後續 LiDAR 資料分析之基礎，故野外查核為 LiDAR 資料分析後之野外工作重點；故計畫一開始僅先就 5m DTM 資料判釋及建議後續年度工作野外查核之地點。本研究為大家一起共同執行分析，故應不致造成分析標準不一之情況，但委員之建議，本團隊亦將之納入工作綱要。
7.	判釋所得之線形應依成因與性質分類、並以確實度分級，平原區等缺乏明確地形處建議以虛線表示斷層跡可能位置。	依委員意見編修。
8.	本計畫之地形資料相當精細，而許多次要線形需以多角度觀察地形方能呈現。	依委員意見處理。
9.	恆春斷層在車城以北有近 10 公里左右之	依委員意見查核並納入考量。嶺頂斷層附

	三角切面等地形特徵，請考慮其與恆春斷層向北延伸位置之關係；彰化、大甲、鐵砧山、九芎坑、後甲里等斷層之判釋位置與分段請再查察，嶺頂斷層之文字敘述與圖不相符。	近線形已納入內文及附圖內。
10.	部分圖資缺乏方位、坐標、比例尺、地名與索引圖，圖例意義應加以說明。	依委員意見處理。
11.	同一條斷層之中、缺乏構造地形的段落(如65 頁大甲斷層和鐵砧山斷層經過大甲溪河谷的段落)，宜以虛線表示之。	依委員意見處理。
12.	較老的斷層崖易被侵蝕或埋積而後退、崖線也改變得較彎曲，又缺乏地形面（如河階面）作為變位的基準，故較難確定斷層的位置，如嶺頂斷層在 124 頁所示者。	依委員意見處理。不易判定者，依確實度不同，以不同線段表示之。
13.	12 頁 山腳斷層 倒數 4 行，「西」北，可能為「東」北。	內文誤植，已修正!
14.	13 頁 鹿野斷層 倒數 2 行，斷層「西」側，應為「東」側。	內文誤植，已修正!
15.	14 頁 圖中所示的大甲斷層和彰化斷層的分界應北移至沙鹿附近(泰安斷層)且兩條斷層的研究區域應連接。	本斷層於地調所 2010 年版活動斷層資料中，斷層位置北起鐵鈷山，南至大肚溪河床，故分段位置不一。本研究中暫以地調所公布之資料為準，故將兩斷層分段於大肚溪河床。另斷層之連接已委員意見修訂。
16.	20 頁 大甲斷層 1 行「東」緣，應為「西」緣。	內文誤植，已修正!
17.	53 頁 山腳斷層 倒數 3 行 「西」南，應為「東」南。	內文誤植，已修正!
18.	67 頁 鐵砧山斷層的「震測資料顯示...侵蝕溝而已」，應從此地的河階分布、階崖延伸、階面主要坡向及礫石覆瓦構造方向來判斷大安溪的古流向為由東往西，但鐵砧山斷層崖與流路幾乎直交，且崖向古大安溪上游，此崖又切過數階河階，故非古河道侵蝕所成，相當明顯。	完全同意委員看法!「震測...而已」是前人文獻內所列看法，但和地形上及野外資料有異，內文已修訂並附著。
19.	73 頁 彰化斷層上盤的三角切面，其頂部殘留紅土礫石層，故可能為八卦山背斜西翼受順向河切割所形成者，故斷層的位置可能不在三角切面的崖底，而是在其西	依委員意見查核。

	側，但距崖底多遠，卻難斷定。	
20.	88 頁 竹崎之南北向，且與牛稠溪古流路直交之崖，鑽井紀錄有鑽到斷層，應為九芎坑斷層崖的南端。	依委員意見核實並修正。
21.	103 頁 後甲里斷層北段西側線形大部分為人為挖掘造成，需注意和自然形成的斷層崖(較直而原始，有公墓)分辨。	依委員意見查核。
22.	124、125 頁 嶺頂斷層的 4 條分支斷層，位在海岸山脈西緣的都巒山層中，沒有圖示。	依委員意見處理，已增列入圖中。

附錄三

期末簡報會議紀錄與回覆

	委員意見	回覆
1.	本案執行應加強與主辦單位之聯繫與討論，避免執行方向偏離計畫精神與本所需求。活動斷層資料之整理與理解仍需多與本所及相關領域研究者多討論。	依委員意見處理。本計畫執行期間，定期加開討論會，以後將同時知會相關人員，並可能的話，於地調所內舉行。
2.	報告書應刪除與本年度不相關之後續年度調查資料，也無需贅述各斷層重複相同之研究內容及交付項目。	依委員意見辦理。
3.	圖面資料之標示方式與判釋成果之呈現需大幅修改，部份圖資、剖面仍缺乏比例尺、指向、地名與索引圖，閱讀時不易關聯剖面位置與剖面，不需要之圖例與文字也應刪除。	依委員意見辦理，相關圖資已修改。
4.	判釋繪出之線形建議仍稱為線形，不宜直接稱為構造線形，仍應分析線形成因及可信度(確實度)，排除侵蝕、岩性邊界或沉積成因，與構造活動有關之線形應提出明確證據與討論後稱之。	依委員意見納入考量。其中線形之確實度已納入圖資部份，並於內文中說明。
5.	精細地形判釋與斷層活動關係仍未詳盡提出，許多蝕溝、水系、稜線之錯斷與轉向應可於精細地形資料中呈現，線形與地形之判釋準則與作業流程也需詳細闡明，構造剖面之解釋較為示意性、成因與合理性應再陳述。	依委員意見納入考量。其中線形之確實度之判定依據於內文 3.8 節中說明已，並增列許多區域之詳細地形資訊及圖說。
6.	建議成果分別以「判釋線形」與「推測的主斷層位置」等 2 種方式呈現於圖面，避免與前人資料擺在一起而使圖面混淆，「主斷層位置」需於報告中依可信度(確實度)分級。	依委員意見納入考量。其中線形判釋成果，依判釋後線形之確實度來呈現，並於內文中說明。另平面之圖資中，已將前人文獻資料刪除，線形之呈現以判釋後依確實度分不同顏色及線條形式來呈現，以方便閱讀。
7.	文章中多處錯漏字、語意矛盾不明、與圖表資料不一致之處，212 頁、223 頁之剖面陳述階面具反傾現象，但於剖面圖中未能清楚呈現。	依委員意見檢核、修訂，並呈現於相關附圖中。
8.	如 200 頁等相當精細之線形與地形單元，建議以局部更大比例尺之圖面方能清楚呈現。	依委員意見處理。增列許多區域之詳細地形資訊及圖說。
9.	雙冬斷層北段之判釋位置與本所現今定位有所歧異	依委員意見核實。原有雙冬斷層北段附近，可見連續地層，推論似乎應不致有斷

		層存在，但另於河谷內，可見兩側之岩層位態正好直交，雖尚未至野外查核，但極可能為斷層接觸，故本研究中才將現今河谷劃為線形位置。
10.	中港溪北側所判釋線形是否為新城斷層之合理位置	依委員意見核實。本區域中本度計畫分析之基礎為 5m DEM，故先就 5m DEM 來作為判釋之基礎，以提供後續年度計畫中，精細線形分析之基礎。
11.	台南台地東側有數處崖為侵蝕崖，後甲里斷層應位於最東側近高速公路附近，請依該處地質調查資料分析	依委員意見核實。本區域中本度計畫分析之基礎為 5m DEM，故先就 5m DEM 來作為判釋之基礎，以提供後續年度計畫中，精細線形分析之基礎；明年之年度計畫中，將以 LiDAR 分析，並於野外查核，以確認斷層真實可能位置。
12.	93 頁之大尖山斷層相當彎曲貼近等高線，與其高角度東傾特性不符	依委員意見核實。本區域中本度計畫分析之基礎為 5m DEM，故先就 5m DEM 來作為判釋之基礎，以提供後續年度計畫中，精細線形分析之基礎；明年之年度計畫中，將以 LiDAR 資料分析，並於野外查核，以確認斷層真實可能位置。
13.	145 頁利吉斷層應以西側之紅色線為準，東側劃過階地之黑色線性質為何?	東側之線形為依據 5m DEM 資料之分析成果，主要依據為可能之崖線位置，本區之精細地形分析，另於 LiDAR 資料專章（第七章）內說明。
14.	部分斷層（如左鎮斷層）可能缺乏明顯線形，應以虛線表示之	依委員意見納入考量。其中線形判釋成果依線形之確實度來分級及呈現，以方便閱讀。
15.	彰化斷層判釋位置為沉積線形，與現有鑽井資料不符	依委員意見納入考量。其中線形判釋成果依線形之確實度來分級及呈現。本年度計畫中本區域分析之基礎為 5m DEM，故先以 5m DEM 來作為判釋之基礎，以提供後續年度計畫中，精細線形分析之基礎；後年之年度計畫中，將再以 LiDAR 資料進行分析，並於野外進行相關查核。
16.	山腳斷層於樹林－關渡一段所判釋線形應為斷層線崖，非斷層崖	依委員意見核實。另亦將線形分析成果依確實度分級，並呈現於相關圖資中。
17.	203 頁:坪頂台地最南段低位河階曾存在 2 公尺高之崖，後遭人為夷平	因本區 LiDAR 資料為 2010 年之掃描資料，可能受人為開發因素影響，故未能呈現出地形特徵。

18.	潮州斷層之位置與本所位置有相當差異處	依委員意見核實。本研究分析之基礎為5m DEM，故先就 5m DEM 來作為判釋之基礎，以提供後續年度計畫中，精細線形分析之基礎；後年之年度計畫中，將以 LiDAR 分析，並於野外查核，以確認斷層真實可能位置。
19.	瑞穗斷層之 1951 年地表破裂除位於丘陵前緣之外，尚有位於丘陵內較直的一道	依委員意見核實。因本區 LiDAR 資料為 2009 年之掃描資料，可能再人為開發或其他因素影響，故未能呈現出地形特徵，另於前人文獻中亦未找到相關資料，故未呈現於本報告中。
20.	3 頁「並造成生命財產重大損失」之前有錯漏字	內文誤植，已修正!
21.	171 頁 倒數 7~5 行「本構造線東側…但於前緣似仍可見階崖」一沒的語意不明，似可修改為「本構造線東側…於前緣似仍可見階崖，階崖走向約與古富源溪流向平行，有可能屬河階崖或斷層崖。」	依委員意見修訂。