



† 行政院農業委員會
† 水土保持局第三工程所

仁愛鄉原住民部落安全性調查及 防災治理規劃



委辦單位：行政院農業委員會水土保持局第三工程所

執行單位：財團法人中興土木科技發展文教基金會

中華民國九十七年三月



摘要

本計畫以仁愛鄉境內原住民部落為主要考量，以詳細普查的概念，了解部落的安全性，對區域內非直接相關之地質災害及主要道路等之災害，因另有主管單位與計畫進行，不在本調查工作內實施。

經由分區的探討原住民各部落所在地的地形、地質特性與區域內土地及水資源利用的發展，分別的就部落居住地、保留地使用部分及進出道路的安全性完成評估，可供後續進行調查治理規劃工作之依據，評估結果以部落為單位，足以真正了解區域內的各種問題。

部落安全性問題可分坡面崩塌與野溪土石災害兩大類，坡面崩塌的問題在上游集水區屬自然的地質現象，土地利用應儘量避免，在有威脅到居住地安全者，則應專案審慎處理。野溪土石災害影響很大應為治理規劃的重點，野溪不斷承受上游崩塌土石來源，且擔負了輸送的工作，輸送土砂不順利則會有淤積的問題，不恰當地點的淤積就形成了土石流災害威脅居民安全。

仁愛鄉原住民部落雖多位於高海拔地區，但仍有許多土地利用及水資源利用的開發行為，衍生許多災害，有必要長期的納入治理規劃中，本次調查規劃將現況了解及所評定的需求約略描述，後續再有新的問題發生或發現應一併納入長期治理工作中。



目 錄

	頁次
摘要.....	i
目 錄.....	ii
表 目 錄.....	v
圖 目 錄.....	vii
第一章 前言.....	1
第二章 背景資料分析.....	4
2.1 行政區域及交通.....	4
2.2 氣象、雨量.....	7
2.3 人文.....	8
2.4 水系分佈.....	9
2.5 地形.....	11
2.6 地質.....	19
2.6.1 地層.....	19
2.6.2 地質構造.....	23
2.7 土地權屬與利用現況.....	25
2.8 土石流潛勢溪流與崩塌地.....	28
2.9 以往災害情形.....	30
第三章 工作計畫與內容.....	36
3.1 規劃進行方法.....	36
3.2 主要工作內容.....	36
3.2.1 基本資料調查.....	36
3.2.2 安全調查評估.....	38
3.2.2.1 崩塌地調查計畫.....	38
3.2.2.2 土石流潛勢溪流調查.....	39
3.2.2.3 防災治理規劃.....	40
3.2.2.4 安全管理計畫.....	43
3.3 各部落所在地的地形與地質特性.....	45
3.3.1 北港溪中上游.....	45
3.3.2 霧社水庫上游區域.....	50
3.3.3 武界調整池上下游.....	70
3.3.4 過坑社.....	91
3.4 地形與河道的演變.....	93
第四章 工作進行方法.....	105
4.1 工作範圍的界定.....	105

	頁次
4.2 可能災害的評估方法.....	105
4.2.1 遙測影像判釋.....	105
4.2.2 航照判釋作業程序.....	108
4.2.3 數值航空攝影測量方法.....	110
4.2.4 地表地質分析.....	114
4.2.5 現地調查.....	118
4.2.6 崩塌潛感分析.....	122
4.2.7 野溪安定性的評估.....	124
4.2.8 仁愛鄉河道分析步驟.....	127
4.3 進出道路安全性評估方法.....	130
第五章 部落現況評估作業.....	137
5.1 北港溪中上游地區.....	137
5.1.1 翠華村.....	137
5.1.2 力行村.....	143
5.1.3 發祥村.....	148
5.1.4 新生村.....	155
5.1.5 互助村.....	159
5.2 眉溪中游地區.....	163
5.2.1 南豐村.....	163
5.3 霧社水庫上游地區.....	166
5.3.1 大同村.....	166
5.3.2 榮興村.....	169
5.3.3 春陽村.....	169
5.3.4 精英村.....	172
5.3.5 合作村.....	178
5.4 武界調整池上、下游地區.....	182
5.4.1 親愛村.....	182
5.4.2 萬豐村.....	186
5.4.3 法治村.....	190
5.5 埔里盆地邊緣.....	192
5.5.1 中正村.....	192
5.6 進出道路安全性評估.....	196
5.6.1 投 85 縣道.....	196
5.6.2 投 83 縣道.....	204
第六章 綜合評估.....	211
6.1 水資源利用的影響.....	211

	頁次
6.2 土地開發利用的影響.....	215
6.3 分區評估結果.....	218
6.3.1 北港溪中上游地區.....	218
6.3.2 霧社水庫上游地區.....	220
6.3.3 武界調整池上、下游地區.....	222
6.4 總結.....	224
第七章 治理與管理計畫.....	225
7.1 治理工程規劃.....	225
7.1.1 濁水溪最上游靜觀部落下方河段.....	225
7.1.2 萬豐村曲冰部落旁野溪.....	228
7.1.3 可可亞野溪.....	231
7.1.4 綜合討論.....	238
7.2 後續治理工程需求.....	239
7.3 後續管理事項.....	240
第八章 結論與建議.....	241
8.1 結論.....	241
8.1 建議事項.....	243
附錄一 地方說明會.....	244
附錄二 「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」委託專業服務 期初簡報會議紀錄.....	251
附錄三 「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」委託專業服務 期中簡報審查會議紀錄.....	253
附錄四 「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」委託專業服務 期末簡報審查會議紀錄.....	255



表 目 錄

	頁次
表 2-1 計畫區行政分區面積統計表.....	5
表 2-2 集水區各測站月平均降雨量年表.....	7
表 2-3 仁愛鄉戶政事務所各村人口數統計表.....	8
表 2-4 計畫區海拔高程分級面積統計表.....	12
表 2-5 計畫區坡度分級面積統計表.....	12
表 2-6 計畫區坡向面積統計表.....	13
表 2-7 計畫區出露地層面積統計表.....	24
表 2-8 計畫區土地利用分類面積統計表.....	25
表 2-9 計畫區內土石流潛勢溪流一覽表.....	28
表 2-10 921 地震仁愛鄉死傷亡人數統計表.....	30
表 2-11 921 地震仁愛鄉房屋受損統計表.....	30
表 2-12 桃芝颱風災害歷史.....	31
表 2-13 敏督利颱風(民國 93 年)重大土石流災情統計表.....	32
表 2-14 69 水災(民國 96 年)重大土石流災情統計表.....	33
表 2-15 力行產業道路近十年災害一覽表.....	34
表 2-16 重大事件累積雨量統計表.....	35
表 3-1 基本資料調查項目及方法.....	37
表 3-2 崩塌地危險度等級表.....	38
表 3-3 崩塌地優先處理分級準則.....	38
表 4-1 侵蝕災害之類型與判釋表.....	117
表 4-2 河道與野溪不穩定現象與可能原因.....	127
表 4-3 天線頻率選擇之建議表(RAMAC/GPR 操作手冊).....	132
表 5-1 翠華村部落危險程度初步評定結果.....	142
表 5-2 力行村部落危險程度初步評定結果.....	147
表 5-3 發祥村部落危險程度初步評定結果.....	154
表 5-4 新生村部落危險程度初步評定結果.....	158
表 5-5 互助村中原部落危險程度初步評定結果.....	162
表 5-6 互助村清原部落危險程度初步評定結果.....	162
表 5-7 南豐村部落危險程度初步評定結果.....	165
表 5-8 大同村部落危險程度初步評定結果.....	168
表 5-9 春陽村部落危險程度初步評定結果.....	171
表 5-10 精英村廬山部落危險程度初步評定結果.....	176
表 5-11 精英村平靜部落危險程度初步評定結果.....	176

頁次

表 5-12	精英村平和部落危險程度初步評定結果.....	177
表 5-13	合作村平生部落危險程度初步評定結果.....	181
表 5-14	合作村靜觀部落危險程度初步評定結果.....	181
表 5-15	親愛村萬大部落危險程度初步評定結果.....	185
表 5-16	親愛村松林部落危險程度初步評定結果.....	185
表 5-17	萬豐村部落危險程度初步評定結果.....	189
表 5-18	法治村武界部落危險程度初步評定結果.....	191
表 5-19	中正村中正部落危險程度初步評定結果.....	195



圖目錄

	頁次
圖 1-1 仁愛鄉崩塌地、土石流、聚落與道路區位分布圖.....	2
圖 1-2 仁愛鄉水系 3D 模擬圖.....	3
圖 2-1 計畫區內之行政區域及部落位置圖.....	6
圖 2-2 計畫區水系分布圖.....	10
圖 2-3 仁愛鄉地形分區.....	14
圖 2-4 仁愛鄉地形圖.....	15
圖 2-5 計畫區海拔高程分級分布圖.....	16
圖 2-6 計畫區坡度分級分布圖.....	17
圖 2-7 計畫區坡向分級分布圖.....	18
圖 2-8 仁愛鄉地質圖.....	21
圖 2-9 仁愛鄉 3D 地質剖面.....	22
圖 2-10 計畫區土地類別分布圖.....	26
圖 2-11 保留地坡度分級圖.....	27
圖 2-12 計畫區崩塌地及土石流潛勢溪流分布圖.....	29
圖 3-1 過去常使用之土石流潛勢分析流程圖.....	39
圖 3-2 仁愛鄉互助村土石流緊急避難路線圖.....	40
圖 3-3 仁愛鄉法治村土石流緊急避難路線圖.....	41
圖 3-4 仁愛鄉南豐村土石流緊急避難路線圖.....	41
圖 3-5 仁愛鄉萬豐村土石流緊急避難路線圖.....	42
圖 3-6 仁愛鄉新生村土石流緊急避難路線圖.....	42
圖 3-7 仁愛鄉親愛村土石流緊急避難路線圖.....	43
圖 3-8 仁愛鄉精英村土石流緊急避難路線圖.....	43
圖 3-9 眉原沖積扇.....	45
圖 3-10 由中原看黃肉沖積扇。扇端被兩段之河岸段丘切割。右扇上方 有高位段丘面(LT 面)。前面之房屋為中原村.....	45
圖 3-11 阿冷沖積扇與對岸之高位段丘.....	45
圖 3-12 北港溪眉原附近日治時期地形圖.....	46
圖 3-13 由白狗追分間眺望瑞岩。前面稍左側之房屋為瑞岩左側遠方 之尖峰為守城大山。.....	47
圖 3-14 由白狗駐在所看帖比倫扇狀段丘.....	47
圖 3-15 北港溪上游瑞岩附近日治時期地形圖.....	48
圖 3-16 北港溪上游紅香部落等區域日治時期地形圖.....	49
圖 3-17 霧社河谷平原北端左岸河曲部之滑走坡面段丘。此三段之段丘 均屬於低位段丘.....	50

圖 3-18	霧社風隙與河流流路之襲奪情形(富田原圖)	50
圖 3-19	濁水溪上游之河岸段丘.....	51
圖 3-20	由追分看靜觀段丘。1 能高山;2 奇萊南山;3 奇萊主山。.....	52
圖 3-21	春陽(櫻,Sakura)附近之塔羅丸(Tarowan)社舊址.....	52
圖 3-22	濁水溪上游靜觀(Torokku)附近之河階。高山同胞之村落分佈於 Sado, Busi 等之三個河階上.....	52
圖 3-23	春陽村落與環流丘之花岡山。濁水溪一度順春陽村附近之現公路流，花岡山遂成為環流丘；但如今濁水溪已順舊流路灌流，花岡山又與北方山地連接，成為癒著丘。.....	52
圖 3-24	霧社水庫原址附近日治時期地形圖.....	53
圖 3-25	春陽部落附近日治時期地形圖.....	54
圖 3-26	仁愛鄉精英村附近日治時期地形圖.....	55
圖 3-27	平生、靜觀部落附近日治時期地形圖.....	56
圖 3-28	濁水溪平靜至靜觀間階地分布圖.....	58
圖 3-29	靜觀附近階地分布圖.....	59
圖 3-30	平靜至靜觀間崩塌地及順向坡分布情形.....	61
圖 3-31	平靜至靜觀間投 85 線道路邊坡露頭弱面分析.....	62
圖 3-32	平靜至靜觀間濁水溪東側邊坡破壞情形.....	63
圖 3-33	平靜至靜觀間濁水溪西側順向坡及其破壞情形.....	64
圖 3-34	平靜至靜觀間濁水溪西側邊坡及其破壞情形.....	65
圖 3-35	平靜部落環境地質圖.....	67
圖 3-36	平靜部落地質剖面圖.....	68
圖 3-37	平靜部落現況.....	69
圖 3-38	由萬大東方 2 公里處南望，濁水溪之掘鑿曲流與滑走坡面上之段丘.....	70
圖 3-39	由萬大北方鞍部看霧社附近之河谷平原。霧社壩完成後此平原完全沒入水中.....	70
圖 3-40	萬大東方 2 公里處看萬大溪上游.....	71
圖 3-41	武界水庫附近日治時期地形圖.....	72
圖 3-42	武界水庫上游附近日治時期地形圖.....	73
圖 3-43	親愛村至萬豐村地形圖.....	74
圖 3-44	親愛村至萬豐村階地分布.....	75
圖 3-45	親愛至萬豐一帶階地現況及 3D 地形.....	76
圖 3-46	親愛村至萬豐村一帶地質圖.....	78
圖 3-47	梨山斷層沿線地形和疑似露頭.....	80
圖 3-48	親愛至萬豐一帶開發區及進出道路邊坡狀況.....	81
圖 3-49	投 83 線公路霧社水庫至萬大附近邊坡露頭.....	83
圖 3-50	投 83 線公路萬大至松林附近邊坡露頭.....	85

	頁次
圖 3-51 投 83 線公路松林至萬豐附近邊坡露頭.....	86
圖 3-52 投 83 線公路萬豐以南區域邊坡露頭.....	87
圖 3-53 可可亞河流域地形圖.....	88
圖 3-54 可可亞溪集水區 3D 地形.....	89
圖 3-55 可可亞河流域地質圖.....	90
圖 3-56 過坑部落附近區域日治時期地形圖.....	92
圖 3-57 武界上游現代地形圖.....	94
圖 3-58 武界水庫上游 1904 年地形圖.....	95
圖 3-59 曲冰姊妹原一帶現代地形圖.....	96
圖 3-60 曲冰姊妹原一帶 1904 年地形圖.....	97
圖 3-61 武界水庫下游現代地形圖.....	98
圖 3-62 武界水庫下游 1904 年地形圖.....	99
圖 3-63 北港溪中游眉原段現代地形圖.....	100
圖 3-64 北港溪中游眉原段 1904 年地形圖.....	101
圖 3-65 北港溪中游中原段 1904 年地形圖.....	102
圖 3-66 北港溪中游中原段現代地形圖.....	102
圖 3-67 北港溪中游清流段 1904 年地形圖.....	103
圖 3-68 北港溪中游清流段現代地形圖.....	103
圖 3-69 過坑溪中正部落現代地形圖.....	104
圖 3-70 過坑溪中正部落位置 1904 年地形圖.....	104
圖 4-1 衛星影像判釋崩塌地流程圖.....	106
圖 4-2 LPS 影像正射處理流程.....	111
圖 4-3 靜觀上下部落正射影像.....	113
圖 4-4 靜觀上下部落數值模擬地形圖.....	113
圖 4-5 道路水土保持所涉及者為山坡之地表地質(南投縣信義鄉上安).....	119
圖 4-6 坡地農地水土保持係以地表地質為其作業對象(南投縣仁愛鄉合作村).....	119
圖 4-7 地形圖顯示調查之地理位置與地貌形勢(南投縣霧社水庫地形圖).....	121
圖 4-8 地質圖顯示調查區之地層年代、組成與結構(南投縣霧社水庫).....	121
圖 4-9 地質剖面圖.....	121
圖 4-10 潛感分析流程圖.....	123
圖 4-11 溪床受土石供應或輸送能力改變造成的影響.....	125
圖 4-12 眉溪河道剖面位置圖.....	129
圖 4-13 眉溪河道剖面圖.....	129
圖 4-14 雷達波入射與反射示意圖(林宏明,2000).....	133
圖 4-15 透地雷達天線組內部安排情形圖.....	134
圖 4-16 透地雷達試驗法檢測步驟示意圖.....	134
圖 4-17 仁愛鄉道路場址選定.....	135

	頁次
圖 4-18 現場操作狀況.....	135
圖 4-19 道路補強區域(有明顯紊亂的波形)	136
圖 4-20 道路完整區域(波形較為穩定)	136
圖 5-1 翠華部落目前居住地照片.....	137
圖 5-2 翠華部落周圍土地利用現況照片.....	137
圖 5-3 翠華部落周圍進出道路現況照片.....	137
圖 5-4 翠巒部落附近的航照.....	140
圖 5-5 天池附近的航照.....	141
圖 5-6 崩壞的坡面.....	144
圖 5-7 坡面裸露的材料.....	144
圖 5-8 板岩的劈理.....	144
圖 5-9 崩壞與開發農地.....	144
圖 5-10 道路挖方裸露面.....	144
圖 5-11 沖蝕溝形成.....	144
圖 5-12 很厚的崩積材料.....	144
圖 5-13 道路的基礎破壞.....	144
圖 5-14 力行一號橋現況.....	145
圖 5-15 河道中洪積材料.....	145
圖 5-16 不同時期的開發地.....	145
圖 5-17 表土崩落現出岩盤.....	145
圖 5-18 慈峰野溪土石堆積.....	145
圖 5-19 力行村週遭環境空照.....	146
圖 5-20 力行村 10 號集水小區評估結果.....	147
圖 5-21 發祥村週遭環境空照.....	148
圖 5-22 瑞岩部落照片.....	149
圖 5-23 帖比倫溪匯流口的河階地.....	149
圖 5-24 遷村興建中的基地.....	149
圖 5-25 瑞岩部落水源地照片.....	149
圖 5-26 洋港瀑布照片.....	149
圖 5-27 瑞岩部落空照.....	150
圖 5-28 慈峰部落空照.....	150
圖 5-29 帖比倫溪匯流口.....	151
圖 5-30 從力行產業道路遠眺紅香部落.....	151
圖 5-31 發祥村 5、7 號集水小區評估結果.....	152
圖 5-32 發祥村 6 號集水小區評估結果.....	152
圖 5-33 發祥村 16 號集水小區評估結果.....	153
圖 5-34 發祥村 19 號集水小區評估結果.....	153

	頁次
圖 5-35 發祥村 20 號集水小區評估結果.....	154
圖 5-36 眉原溪口照片.....	155
圖 5-37 新生村 17 號集水小區評估結果.....	156
圖 5-38 新生村 24 號集水小區評估結果.....	156
圖 5-39 新生村 26 號集水小區評估結果.....	157
圖 5-40 新生村 30 號集水小區評估結果.....	157
圖 5-41 清流部落的告示牌.....	159
圖 5-42 北港溪溫泉山莊照片.....	159
圖 5-43 眉原溪上游自然安定.....	160
圖 5-44 眉原溪上游一處橋樑的下游面.....	160
圖 5-45 眉原溪河岸修復工程照片.....	160
圖 5-46 互助村 31 號集水小區評估結果.....	161
圖 5-47 互助村 45 號集水小區評估結果.....	161
圖 5-48 南豐橋下河岸淘刷嚴重.....	163
圖 5-49 南山溪土地利用佔用河道.....	163
圖 5-50 南豐村 48 號集水小區評估結果.....	164
圖 5-51 南豐村 51 號集水小區評估結果.....	164
圖 5-52 霧社空照.....	167
圖 5-53 霧社後方邊坡崩塌.....	168
圖 5-54 近看房屋基礎崩落.....	168
圖 5-55 下邊坡亦有崩落.....	168
圖 5-56 眉溪河道局部淤積.....	168
圖 5-57 遠眺霧社後山及清境.....	168
圖 5-58 春陽部落.....	169
圖 5-59 由台 14 線看春陽部落.....	169
圖 5-60 霧社水庫集水區淤積嚴重.....	169
圖 5-61 春陽空照.....	170
圖 5-62 德魯灣橋及周圍土地利用.....	170
圖 5-63 德魯灣橋屢遭淹沒.....	170
圖 5-64 春陽溫泉.....	170
圖 5-65 春陽段河道淤積嚴重.....	170
圖 5-66 春陽村 52 號集水小區評估結果.....	171
圖 5-67 廬山部落座落於平坦段丘.....	173
圖 5-68 遠望廬山部落位於山凹處.....	173
圖 5-69 台 14 線對岸的大形崩塌.....	173
圖 5-70 位於低位河階的平靜部落.....	173
圖 5-71 投 85 線部分道路損毀.....	173

	頁次
圖 5-72 平和部落房舍老舊.....	173
圖 5-73 精英村 42 號集水小區評估結果.....	174
圖 5-74 精英村 49 號集水小區評估結果.....	175
圖 5-75 精英村 53 號集水小區評估結果.....	175
圖 5-76 精英村 59 號集水小區評估結果.....	176
圖 5-77 投 85 線對岸的邊坡崩塌.....	178
圖 5-78 投 85 線沿線的農地開發.....	178
圖 5-79 投 85 線下方野溪.....	178
圖 5-80 野溪岸壁的露頭.....	178
圖 5-81 合作村主要聚落.....	179
圖 5-82 進入合作村的道路.....	179
圖 5-83 進入合作村前的瀑布.....	179
圖 5-84 沿線的土地利用.....	179
圖 5-85 進入合作村的告示牌.....	179
圖 5-86 大型貨車行走投 85 線.....	179
圖 5-87 陡坡上的農地開發.....	179
圖 5-88 合作村 34 號集水小區評估結果.....	180
圖 5-89 合作村 40 號集水小區評估結果.....	181
圖 5-90 親愛部落空照.....	182
圖 5-91 萬大部落空照.....	183
圖 5-92 松林村位於河階地.....	183
圖 5-93 松林部落空照.....	183
圖 5-94 路旁上邊坡擋土牆受推移損毀.....	184
圖 5-95 道路下邊坡流失.....	184
圖 5-96 河床淤積造成支流野溪的扇狀堆積.....	184
圖 5-97 河岸侵蝕造成上邊坡大量崩落.....	184
圖 5-98 崩落與河床堆積及水流之間相互影響.....	184
圖 5-99 親愛村 75 號集水小區評估結果.....	185
圖 5-100 曲冰遺址告示牌.....	186
圖 5-101 曲冰峽谷.....	186
圖 5-102 曲冰的手繪地圖.....	187
圖 5-103 土石堆積與水流刷深.....	187
圖 5-104 土石流堆積的治理工程.....	187
圖 5-105 土石流堆積再刷深.....	187
圖 5-106 武界埧的進水口.....	187
圖 5-107 萬豐村的住宅.....	187
圖 5-108 投 85 線 16k 附近的道路損壞.....	187

	頁次
圖 5-109 曲冰遺址坡面上往回看.....	187
圖 5-110 萬豐村 66 號集水小區評估結果.....	188
圖 5-111 萬豐村 79 號集水小區評估結果.....	189
圖 5-112 武界部落位於低位河階地.....	190
圖 5-113 武界隧道洞口.....	190
圖 5-114 武界埧下游淤積嚴重.....	190
圖 5-115 武界埧的引水管線.....	190
圖 5-116 法治村 82 號集水小區評估結果.....	191
圖 5-117 中正村現地地圖.....	193
圖 5-118 過坑溪道路通過處.....	194
圖 5-119 中正一號橋.....	194
圖 5-120 中正(過坑社)部落位置.....	194
圖 5-121 中正村 11 鄰上方崩落.....	194
圖 5-122 土石崩落影響下方農作物.....	194
圖 5-123 土石流造成農作損害.....	194
圖 5-124 部落下邊坡崩落，顯示礫石堆積.....	194
圖 5-125 投 85 縣道透地雷達檢測位置圖.....	197
圖 5-126 投 85 縣道 1K+600m 透地雷達影像(20~32m 間有不規則的沉陷).....	198
圖 5-127 圖中標示區域為不規則沉陷區.....	198
圖 5-128 投 85 縣道 2K 透地雷達影像(36~46m 間有相當程度的沉陷紀錄).....	199
圖 5-129 圖中標示為沉陷最大處.....	199
圖 5-130 投 85 縣道 7K 透地雷達影像.....	200
圖 5-131 圖中標示為修補交界處.....	200
圖 5-132 投 85 縣道 8K+500m 透地雷達影像圖(15 與 28m 處有深孔).....	201
圖 5-133 圖中顯示深孔即為排水溝.....	201
圖 5-134 投 85 縣道 9K 透地雷達影像圖.....	202
圖 5-135 標示處為影像沉陷紀錄處需多加注意.....	202
圖 5-136 投 85 縣道 9.64K 透地雷達影像.....	203
圖 5-137 標示區為埋設管線處.....	203
圖 5-138 投 85 縣道透地雷達檢測位置圖.....	204
圖 5-139 投 83 縣道 5K 透地雷達影像.....	205
圖 5-140 標註區為沉陷區域需多加注意.....	205
圖 5-141 投 83 縣道 13K+500m 透地雷達影像.....	206
圖 5-142 標示區為回填區域.....	206
圖 5-143 投 83 縣道 14K 透地雷達影像.....	207
圖 5-144 標示區為管線埋設處.....	207
圖 5-145 投 83 縣道 15K 透地雷達影像.....	208

	頁次
圖 5-146 標註區為小孔洞處.....	208
圖 5-147 投 83 縣道 15K+900m 透地雷達影像.....	209
圖 5-148 標註區為沉陷與孔洞區域.....	209
圖 5-149 投 83 縣道 16K 透地雷達影像.....	210
圖 5-150 標註區為透地雷達影像圖中沉陷區域.....	210
圖 6-1 理想化的集水區系統.....	211
圖 6-2 構築水壩、水庫會造成河道重新調整其河床坡度來達到新的平衡.....	213
圖 6-3 山坡地土地可利用度分類標準圖解.....	215
圖 6-4 理想的地貌九單元模型.....	216
圖 6-5 靜觀、平和、平生、平靜四部落崩塌潛感分析.....	221
圖 7-1 靜觀部落至和平部落正射影像圖.....	226
圖 7-2 靜觀部落濁水溪上游處 3D 鳥瞰圖.....	226
圖 7-3 靜觀旁野溪等高線 3D 模擬圖.....	227
圖 7-4 靜觀旁野溪正射影像與 DEM 相對位置圖.....	227
圖 7-5 萬豐村土石流潛勢溪流位置圖.....	229
圖 7-6 土石流潛勢溪流集水範圍圖.....	229
圖 7-7 曲冰野溪(南投 014)3D 鳥瞰圖.....	230
圖 7-8 曲冰野溪正射影像與 DEM 相對位置圖.....	230
圖 7-9 曲冰野溪河道剖面圖.....	231
圖 7-10 可可亞溪 3D 鳥瞰圖.....	232
圖 7-11 可可亞溪正射影像與 DEM 相對位置圖.....	232
圖 7-12 可可亞溪河段縱剖面圖.....	233
圖 7-13 由崩塌地上方看可可亞溪等高線 3D 模擬圖.....	233
圖 7-14 取出崩塌地之縱剖面.....	234
圖 7-15 可可亞溪上方崩塌地之縱剖面圖.....	234
圖 7-16 潛壩座落在堆積土石上，顯得壩翼不足.....	235
圖 7-17 曲冰野溪工程配置圖.....	236
圖 7-18 可可亞溪工程配置圖.....	237

第一章 前言

南投縣仁愛鄉境內之主要聚落地區，計分佈 15 個村里，25 個聚落中屬原住民部落的有 22 處，面積約達 18,598 公頃，佔整個仁愛鄉之 15.23 %。惟受地形、地質及 921 地震等潛在因素影響，加上豪雨肆虐及區域性土地開發利用之誘發，使得本地區崩塌、地滑及土石流等土砂災害頻仍，已嚴重威脅本地區原住民部落之安全及生活品質，亦使地方觀光事業連帶受到影響。仁愛鄉崩塌地、土石流、聚落及基本地形概況，詳圖 1-1 所示。水系 3D 模擬圖，詳圖 1-2 所示。

行政院農委會水土保持局第三工程所有鑑於此，為有效減緩土砂及洪氾災害，特辦理部落安全性調查及防災治理規劃，期以整體性、安全性、經濟性、生態性及人文性等多方面向做為考量，針對規劃區內原住民部落之安全與治山防洪進行調查及治理規劃，並透過分年分期治理計畫，以保障原住民部落安全與減低災害之發生，打造優質之環境，帶動地方之發展，促使本規劃區能夠達到保育水土資源、土地合理利用、降低水土災害及涵養水源等目的。

考慮原住民部落範圍遼闊，且多為分散於山區，背景資料缺乏，相關治理工作與管理事項不易備齊，經詳加調查並依其特性分類評估建制於有地理位置空間概念的資料庫，能有效掌握後續治理的方向及各地區潛在災害。由於仁愛鄉所屬之濁水溪水系、烏溪水系及大甲溪水系，已進行完成上游集水區整體規劃調查，對於仁愛鄉整體觀點已經多所著墨，本案主要在於強調的是原住民部落安全性調查及防災治理規劃，針對部落進行安全評估，快速進入規劃設計階段，並將成果適當的展示，如期完成本案。

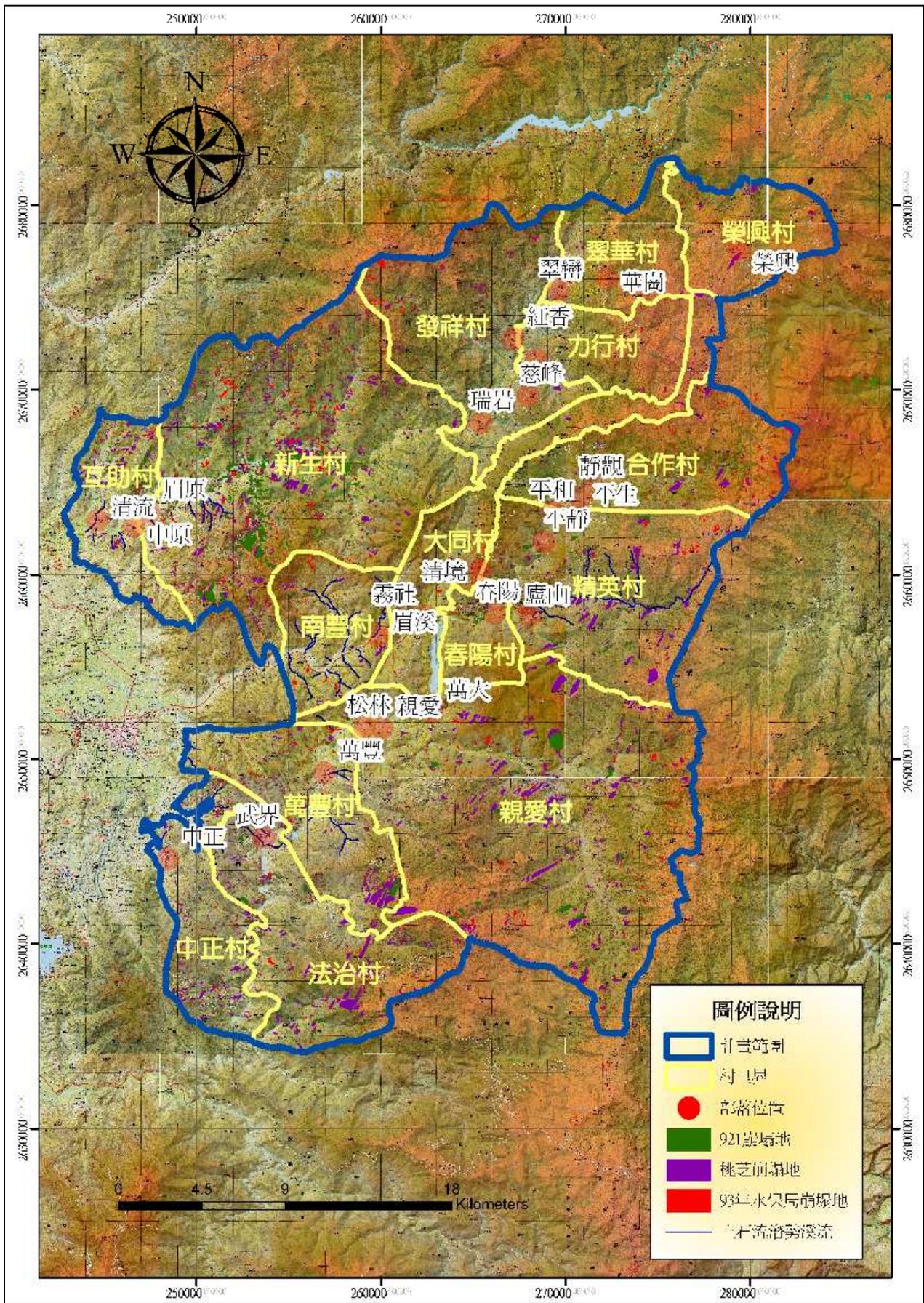


圖 1-1 仁愛鄉崩塌地、土石流、聚落與道路區位分布圖



圖 1-2 仁愛鄉水系 3D 模擬圖

第二章 背景資料分析

2.1 行政區域及交通

計畫區為南投縣仁愛鄉全境，位於台灣全島之中央地帶，地屬南投縣之東北方，東接花蓮縣秀林鄉能高山，南臨信義鄉水社大山，西與埔里鎮蜈蚣里相銜，北與素有台灣白雪之鄉的合歡山相接並與台中縣和平鄉接壤，面積達 122,153 公頃。

本鄉為山地鄉，行政區分別為榮興村、翠華村、力行村、發祥村、合作村、精英村、春陽村、大同村、南豐村、新生村、互助村、中正村、法治村、萬豐村及親愛村共 15 個村(表 2-1、圖 2-1)。

交通方面，鄉內主要交通幹道為台 14 線，向西可達南投縣埔里鎮行政中心，通過霧社向東達至境內廬山地區；台 14 甲線向北連接台 8 線(中部橫貫公路)，可通台中縣梨山地區及花蓮縣秀林鄉。區內次要聯絡道路部分，其中沿北港溪之投 80 線貫通互助村東至新生村之惠蓀林場，鄉內北部之力行產業道路北達梨山地區南接霧社地區，合作產業道路南連廬山地區北達靜觀地區，及其他尚有卓社林道、武界林道、萬大林道及尖台林道等。



表 2-1 計畫區行政分區面積統計表

編號	行政分區	部落	族群	母語名稱	面積 (公頃)	土地面積 百分比(%)
1	翠華村	華崗	非原住民部落	-	4098.67	3.36%
		翠巒	泰雅	mukabubl		
2	力行村	馬烈霸	泰雅	malepa	3964.48	3.25%
3	發祥村	紅香	泰雅	gnayi	9086.28	7.44%
		瑞岩	泰雅	mastoboan		
		慈峰	泰雅	gobax		
4	新生村	眉原	泰雅	bngala	20656.3	16.91%
5	互助村	中原	賽德克	nakahara	3906.9	3.20%
		清流	賽德克	gluban		
6	南豐村	眉溪	賽德克	sdringan	4344.7	3.56%
7	大同村	霧社	賽德克	paran	6482.15	5.31%
		清境	非原住民部落	-		
8	榮興村	榮興	非原住民部落	-	4210.16	3.45%
9	春陽村	春陽	賽德克	shuing	2045.45	1.67%
10	精英村	廬山	賽德克	bowalon	10343.1	8.47%
		平靜	賽德克	toda		
		平和	賽德克	lukudaya		
11	合作村	平生	賽德克	truwan	7252.15	5.94%
		靜觀	賽德克	sadu		
12	親愛村	萬大	泰雅	phnawan	25266.8	20.68%
		松林	賽德克	inago		
		親愛	泰雅	pananawan		
13	萬豐村	萬豐	布農	gogowa	6509.68	5.33%
14	法治村	武界	布農	vokai	8753.66	7.17%
15	中正村	中正	布農	gatu	5232.18	4.28%

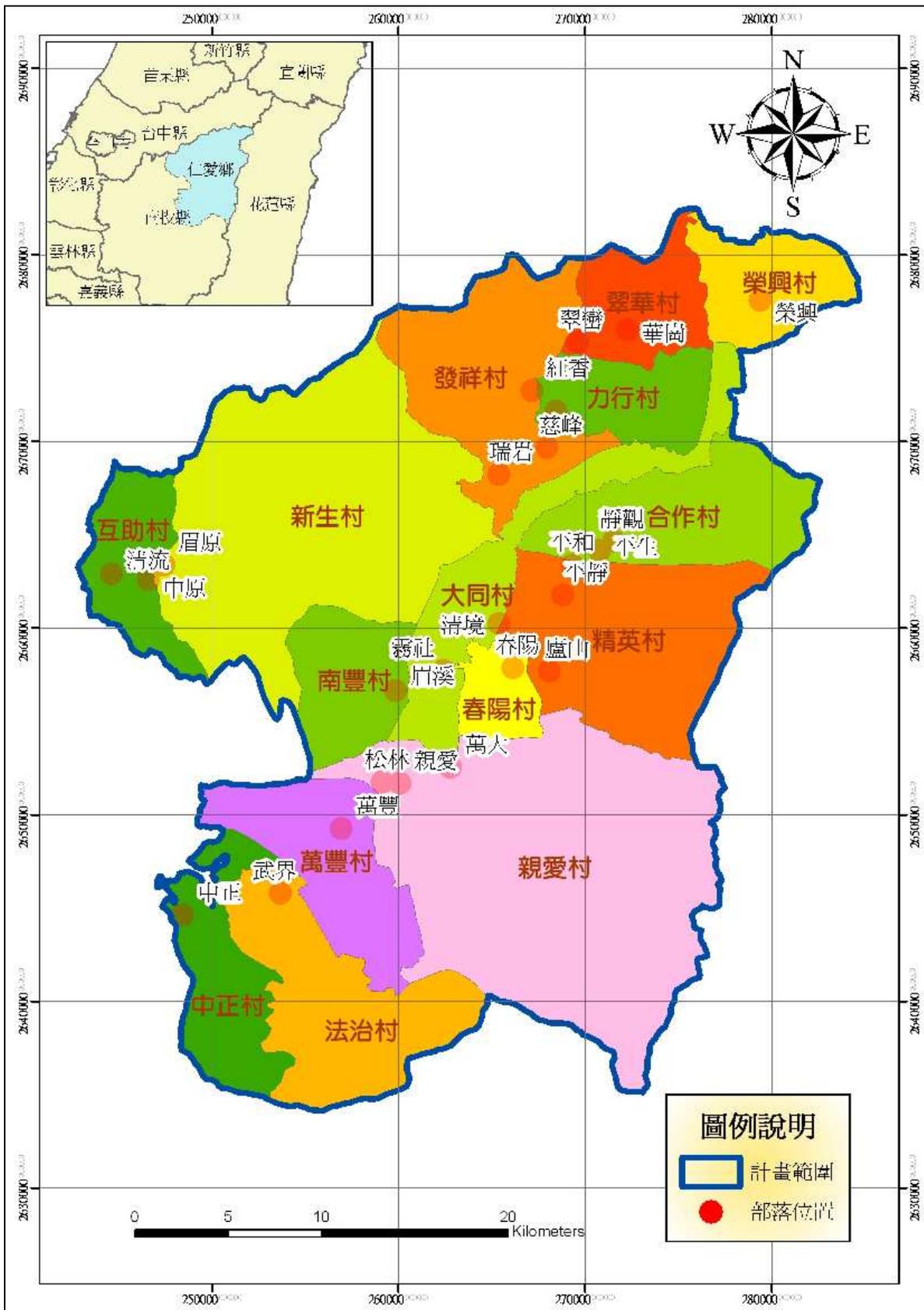


圖 2-1 計畫區內之行政區域及部落位置圖

2.2 氣象、雨量

計畫區屬高山溫帶溼潤型氣候，由廬山氣象站平均氣溫顯示，6至9月為高溫期，12月至翌年2月為低溫期。各月平均氣溫以7月為最高，1月最低。年平均風速約0.8m/sec，其歷年各月平均蒸發量以7月最高，2月之最低。

年平均雨量約2,700mm，降雨多集中於4~10月，約佔全年降雨量之72%。尤以6月份之平均雨量477mm最多，十一月至翌年元月雨量很少，二月份起雨量即逐漸增加，故夏季雨量豐沛，冬季雨量較少，月平均降雨量詳表2-2所示。

表 2-2 集水區各測站月平均降雨量年表

單位：公厘(mm)

測站	靜觀	廬山	雲海	立鷹	高峰	翠巒	清流(1)	惠蓀(2)	翠峰
標高(m)	1410.00	1520.00	2360.00	2217.00	1550.00	1585.00	410.00	667.00	2303.00
1月	77.00	68.00	98.20	76.50	56.00	80.15	40.58	58.06	100.20
2月	212.00	184.50	239.50	182.80	133.50	175.02	87.81	168.98	222.13
3月	219.90	276.50	249.40	200.10	178.50	209.61	108.64	187.71	258.61
4月	266.80	154.00	344.90	322.00	152.50	273.32	136.83	248.83	274.88
5月	401.20	363.00	478.80	452.50	415.50	370.40	291.24	419.33	517.23
6月	419.10	143.50	511.50	431.30	94.50	417.72	455.23	472.57	545.54
7月	272.00	886.00	376.50	289.20	1022.50	274.12	319.24	344.56	332.70
8月	305.60	446.00	406.80	374.00	460.00	310.17	368.34	388.61	441.98
9月	250.00	123.00	375.90	218.30	159.00	191.88	182.11	165.57	259.68
10月	84.10	69.00	144.80	80.00	57.00	64.31	32.20	43.73	90.84
11月	29.90	0.00	47.80	32.20	0.00	42.08	17.07	19.32	49.32
12月	56.10	118.00	59.80	59.00	123.50	52.31	32.65	40.60	70.72
全年	2593.70	2831.50	3333.90	2717.90	2852.50	2461.09	2071.94	2557.87	3163.83
紀錄年份	1953-2004	1958-2004	1952-2003	1959-2004	1959-2004	1946~2005	1946~2005	1983~2005	1965~2005

(資料來源：台灣電力公司及水利署)

2.3 人文

依據仁愛戶政事務所民國 96 年 10 月之人口資料顯示，計畫範圍計有 4,847 戶，人口數為 15,415 人，男性 8,186 人，女性 7,229 人；其中非原住民 3,326 人、平地原住民 94 人及山地原住民 11,995 人(表 2-3)。

區內鄉民多數為原住民，有泰雅族、布農族、及賽德克族。其他住民為平埔噶哈巫族、漢族閩南人、客家人、外省籍榮民及雲南少數民族。因受交通及地理環境之影響，居民經濟活動以農業為主，其農產主要為花卉、水果、蔬菜及高山茶等。又因境內山明水秀、風景優美、名勝古蹟遍佈，為台灣著名的觀光地區，如廬山溫泉、清境農場等，近年來發展為地區特產與觀光休閒農業。

表 2-3 仁愛鄉戶政事務所各村人口數統計表

區域別	鄰數	戶數	總人口數			非原住民			平地原住民			山地原住民		
			計	男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女
力行村	7	201	609	309	300	16	9	7	3	2	1	590	298	292
大同村	20	675	1967	1052	915	1441	815	626	10	4	6	516	233	283
中正村	11	299	1090	556	534	93	44	49	11	3	8	986	509	477
互助村	22	424	1335	716	619	127	70	57	14	3	11	1194	643	551
合作村	9	229	781	399	382	38	19	19	1	0	1	742	380	362
法治村	10	228	951	538	413	36	15	21	8	4	4	907	519	388
南豐村	16	444	1536	803	733	646	341	305	18	6	12	872	456	416
春陽村	10	363	1221	621	600	99	48	51	6	2	4	1116	571	545
發祥村	12	337	936	507	429	69	39	30	1	1	0	866	467	399
新生村	6	139	443	227	216	53	33	20	1	0	1	389	194	195
萬豐村	10	203	739	406	333	53	27	26	1	0	1	685	379	306
榮興村	8	59	86	65	21	83	63	20	1	0	1	2	2	0
精英村	18	531	1683	900	783	205	107	98	9	6	3	1469	787	682
翠華村	16	256	631	355	276	265	161	104	7	1	6	359	193	166
親愛村	21	459	1407	732	675	102	51	51	3	1	2	1302	680	622
合計	196	4847	15415	8186	7229	3326	1842	1484	94	33	61	11995	196	4847

(資料來源：仁愛鄉戶政事務所 96.10)

2.4 水系分佈

計畫區內高山廣佈，有三大主要河川流域發育於合歡山群峰，分別於南側有濁水溪流域向南流出，西側有烏溪流域向西流出、北側有大甲溪流域向東北流出，其中又以烏溪流域及濁水溪流域為主，將計畫區之三條流域之水系及分布說明如下。

大甲溪在本區北側向東北方流出後即成東西流向，並與中橫公路平行，呈東西向切穿雪山山脈，流域內溪流分別有碧綠溪、合歡溪注入大甲溪。

烏溪流域分別有北港溪、眉溪、南港溪三條水系，其中又以北港溪為主，發源於仁愛鄉合歡山西坡，經紅香、瑞岩、惠蓀林場、眉原、中原進入國姓鄉境內，支流由西向東分別有眉原溪、黃肉溪、陽岸溪、關刀溪、尾敏溪、九仙溪、東蜂溪、椿谷溪、合水溪、布布爾溪、潑祥溪、帖比倫溪及瑞岩溪等，該水系在瑞岩以東河流介於中央脊樑山脈與雪山山脈之間，呈南北流向，至瑞岩以西河流始轉而向西流。另一水系眉溪源於北東眼山，經霧社、南山溪、豐林口，在埔里進入南港溪，與北港溪在國姓鄉相會，上游則有南山溪、東眼溪兩支流。

濁水溪之長度位居台灣第一，發源地位於仁愛鄉合歡東峰南安武嶺東邊溪谷，流經奇萊主山西麓、靜觀、平生、平靜等地後，與塔羅灣溪在雲龍橋會合；在霧社轉南進入萬大水庫，然後與干卓萬山的萬大溪會合，經松林、曲冰至武界攔沙壩，利用地下水道將大多數的水流引進日月潭，其餘溪水則與卡社溪會合進入信義鄉境內。濁水溪主流於本區呈東北—西南流向，支流由南向北分別有霧社溪、塔羅灣溪、馬海僕溪、萬大溪等，其中該水系與眉溪在地形上為一明顯之線形，過去一般認為是梨山斷層的影響，但也可能是受厚層砂岩分佈因素的控制。

本計畫區因受地形坡度、岩性及地質構造影響，區內的河流密度較疏，且呈樹枝狀與格子狀結合河系，但多成陡峭的峽谷，水流湍急，僅有少數河階分佈。

2.5 地形

仁愛鄉位於臺灣中部山區，地形上可區分為兩大區域，分別為脊樑山脈與雪山山脈兩區，其間以梨山斷層線型(或眉溪砂岩)為界(圖 2-3、圖 2-4)。

脊樑山脈區位於計畫區的東半部，其東緣為臺灣著名的中央山脈嶺線，包含合歡山、奇萊山、能高山等著名山脊。合歡群峰與奇萊連峰由西北側觀之，峭壁危聳，東南側則幾全是緩起伏的山坡。野外調查時，其西北側之斷崖常是構造清楚的岩層剖面，惟常不易接近。而東南側的緩坡多為植生茂密的草坡，此平緩坡面和區域劈理位態大略一致，形成中央脊樑山脈地區常見的鋸齒狀山形。

計畫區域的西半部屬雪山山脈，在山形特徵上與脊樑山脈不盡相同；根據野外的調查，西側雪山山脈的山頭多由塊狀的砂岩或砂岩與板岩互層所構成，常呈塊狀渾厚之山形。此種因岩性差異表現於地形上的現象，可供野外做為組成岩性之參考。

本地區之河流流向明顯受到地質構造之控制，其中，又以梨山斷層沿線最為明顯。如北港溪在瑞岩以東河流界於中央脊樑山脈與雪山山脈之間，呈南北流向；至瑞岩以西河流始轉而向西流。眉溪的上游區段與濁水溪自萬大以下之區段，也循著梨山斷層可能位置，大致呈東北—西南流向，在地形上為一明顯之線型。區域內的河流因受地形坡度、岩性及地質構造影響，呈樹枝狀與格子狀結合河系，且多成陡峭的峽谷，水流湍急，部分區域有河階分布，如北港溪上游的力行、紅香一帶及濁水溪上游的平靜、靜觀一帶。

海拔高程分布方面，全區高程以北港溪下游之 370m 為最低，以鄰近奇萊主山之 3,523m 為最高。若將高程進行分級，其中以高度 1,000~1,500m 所佔面積最大(面積達 32,927.68ha，約佔集水區面積 26.96%)，其次為高度 1,500~2,000m(面積達 31,076.96ha，約佔集水區面積 25.44%)。

坡度分布方面，全區以坡度分級之六級坡(55%~100%)所佔面積最大，面積達 69,652.64ha，約佔集水區面積 57.037%；其次為五級坡(40%~55%)，面積達 22,014.72ha，約佔集水區面積 18.02%。

坡向分布方面，全區以坡向分級之西南方坡向所佔面積最大，面積達 17,814.40ha，約佔集水區面積 14.59%；其次為西北方坡向，面積達 16,216.96ha，約佔集水區面積 13.28%。

表 2-4 計畫區海拔高程分級面積統計表

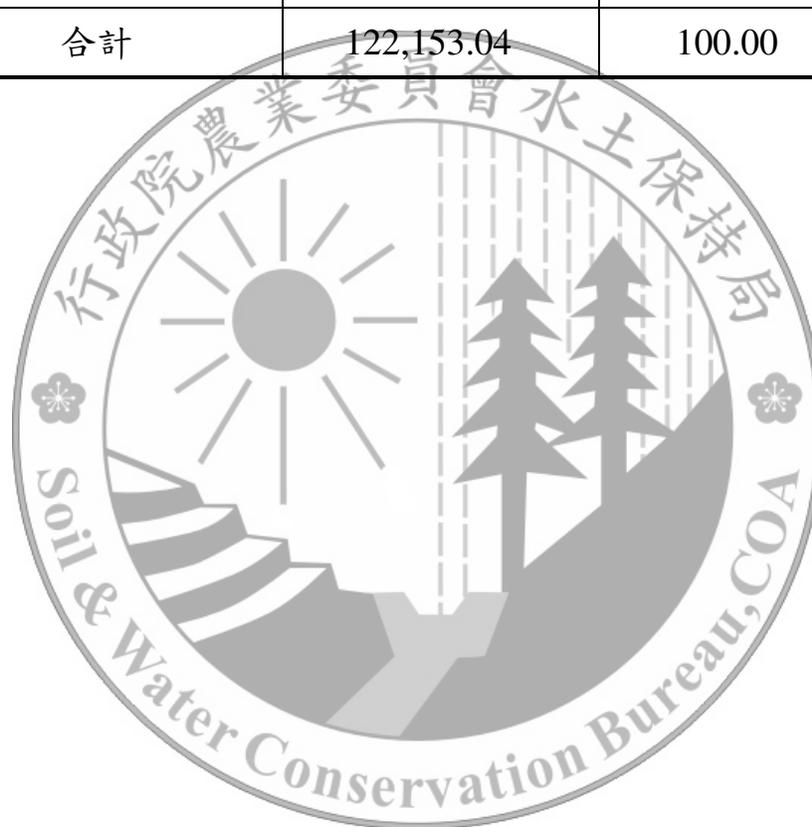
高程分級(M)	面積(ha)	百分比(%)
370~400	74.56	0.06
400~500	735.44	0.59
500~600	944.64	0.77
600~700	2,100.80	1.72
700~800	3,228.48	2.64
800~900	4,081.92	3.34
900~1000	4,890.56	4.00
1000~1500	32,927.68	26.96
1500~2000	31,076.96	25.44
2000~2500	24,068.00	19.71
2500~3000	14,616.16	11.97
3000~3600	3,407.84	2.79
合計	122,153.04	100.00

表 2-5 計畫區坡度分級面積統計表

坡度分級(%)	面積(ha)	百分比(%)
一級坡(0~5)	856.48	0.70
二級坡(5~15)	2,559.60	2.08
三級坡(15~30)	7,395.36	6.06
四級坡(30~40)	9,074.40	7.43
五級坡(40~55)	22,014.72	18.02
六級坡(55~100)	69,652.64	57.03
七級坡(>100)	10,599.84	8.68
合計	122,153.04	100.00

表 2-6 計畫區坡向面積統計表

坡向	面積(ha)	百分比(%)
北方	15,247.52	12.48
東北方	13,459.20	11.02
東方	13,696.96	11.21
東南方	14,997.76	12.28
南方	14,895.20	12.20
西南方	17,814.40	14.59
西方	15,825.04	12.94
西北方	16,216.96	13.28
合計	122,153.04	100.00



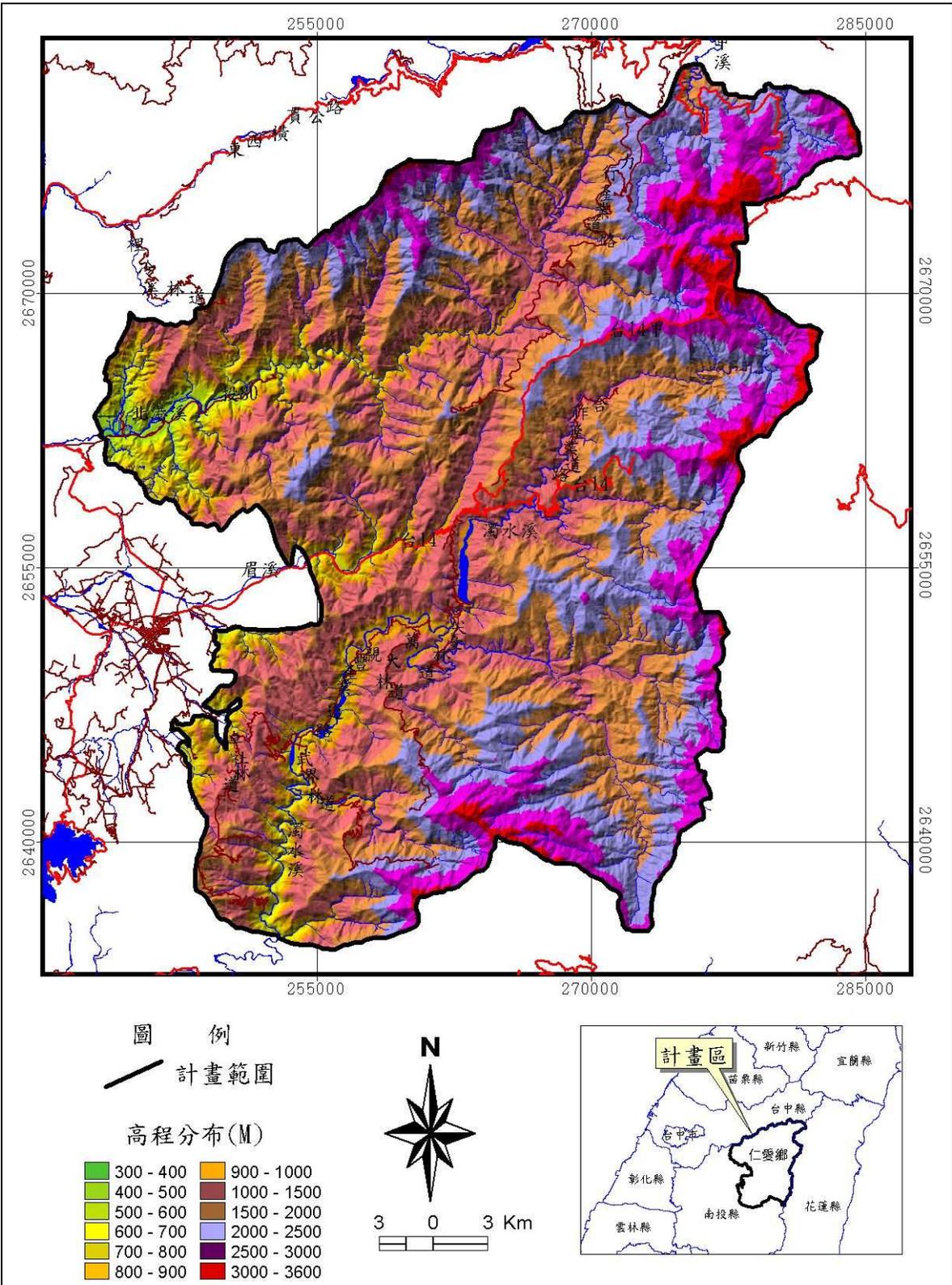


圖 2-5 計畫區海拔高程分級分布圖

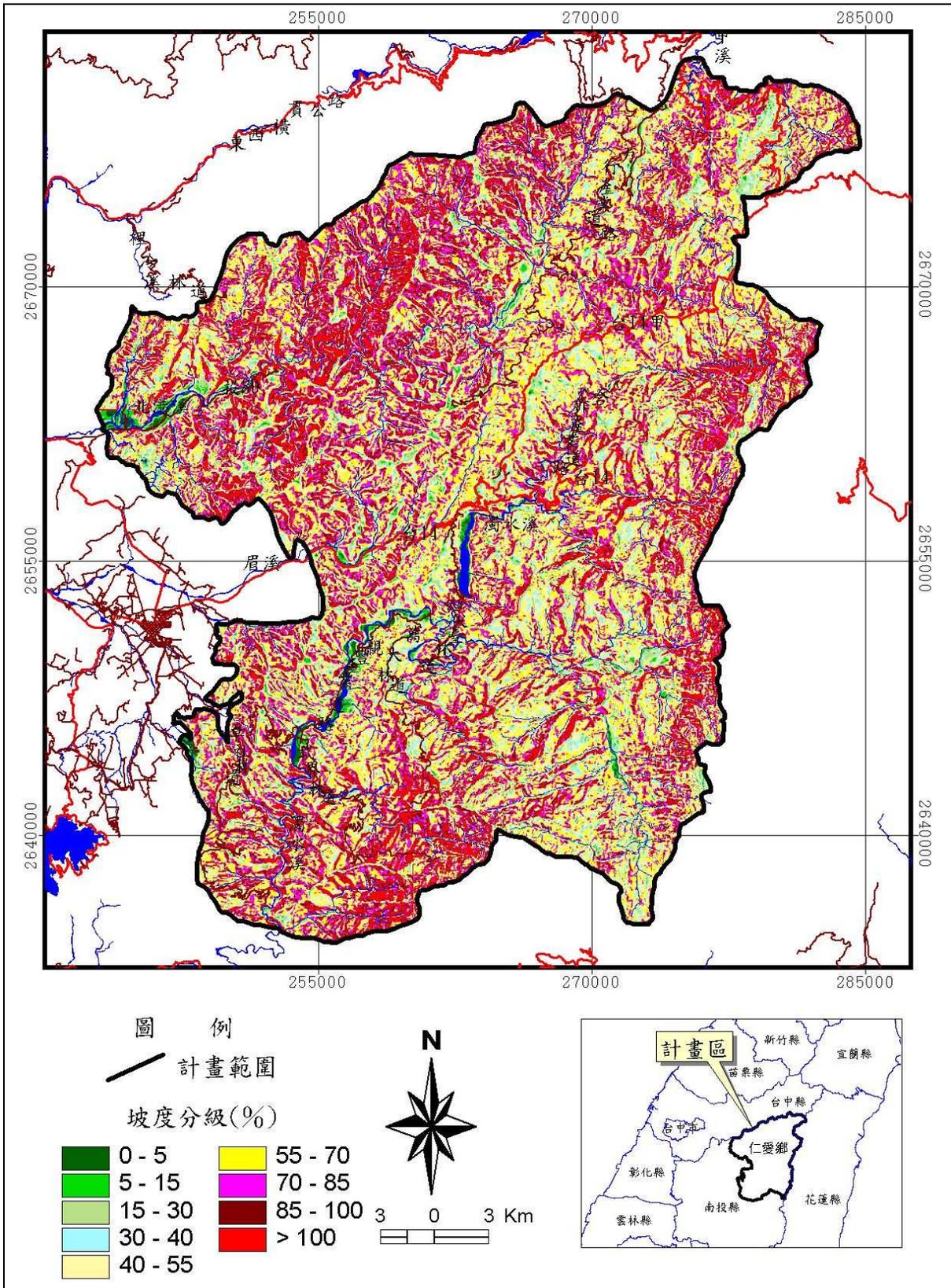


圖 2-6 計畫區坡度分級分布圖

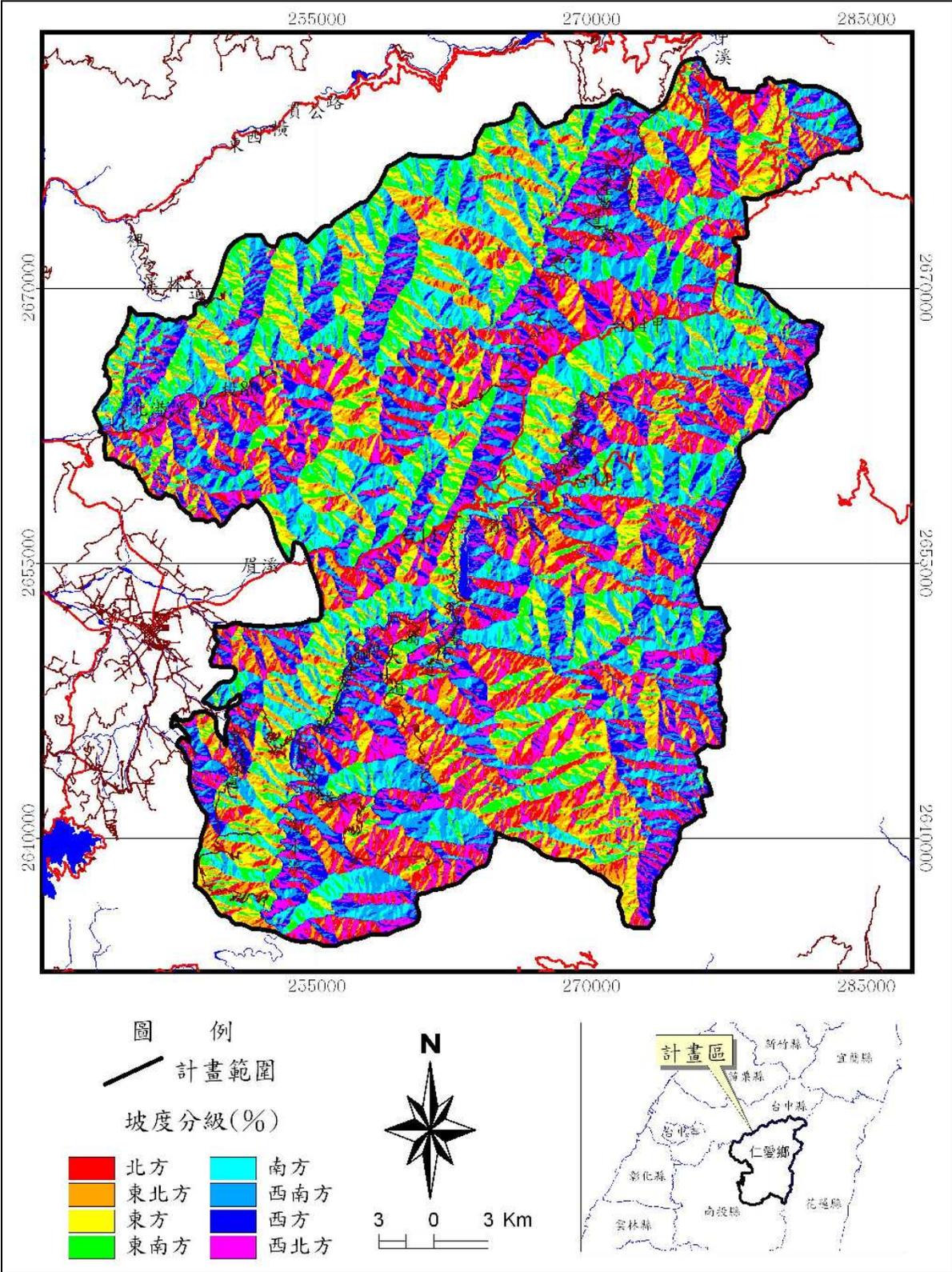


圖 2-7 計畫區坡向分級分布圖

2.6 地質

2.6.1 地層

本地區涵蓋雪山山脈與中央脊樑山脈地區，岩層多受變形與變質作用影響，褶皺、斷層、岩石劈理等構造處處可見。出露的地層，中央脊樑山脈包含畢祿山層、廬山層；雪山山脈地質區則主要包含達見砂岩、佳陽層及眉溪砂岩等。此外，在部分河道附近也有階地堆積層及現代沖積層之分布。本地區地質圖如圖 2-8 所示，地層剖面則如圖 2-9。各地層岩性及分布說明如下：

1. 畢祿山層

畢祿山層為中央山脈梨山斷層以東之始新世地層，畢祿山位於臺灣中部橫貫公路大禹嶺東北方之高峰，分布於計畫區之東南區。本層以板岩和千枚岩為主要岩性，但是在變質的泥質岩層中夾有較厚的變質砂岩層，有的為石灰質砂岩，有的為長石質砂岩，砂岩粒度由細粒至粗粒，層厚也有薄有厚。畢祿山層的板岩在岩性上的特點為時常夾有綠色至暗紅色的火山岩凸鏡體，多半已經變質，其原岩可能為輝綠岩或基性凝灰岩。此外畢祿山層中也常含有石灰岩或泥灰岩所成的岩層或凸鏡體，有時為石灰質礫岩，或為石灰質砂岩。礫岩的凸鏡體也常在畢祿山層中的不同層位內出現，含有石英、板岩、片岩、及變質砂岩所成的礫石，有的為礫岩狀砂岩。

2. 廬山層

廬山層大部分由黑色到深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩和深灰色的硬砂岩互層組成，含有零星散布的泥灰岩團塊，它的全部厚度估計當在數千公尺上下。本層主要分布在脊樑山脈帶中，和它西邊的雪山山脈帶中間可能隔著一個斷層，這就是梨山斷層或蘭陽溪斷層。本層北自宜蘭縣的蘭陽溪平原開始，向南延長，沿著中央山脈的嶺線經過合歡山、能高山、到秀姑巒山，大約有一百五十公里的長度，數公里到十餘公里的寬度。在廬山層標準地點的廬山溫泉一帶曾作較詳的地質調查，可以把廬山層的標準剖面分為上中下三段，全厚可達五千公尺以上。下段名春陽段，厚約三千五百公尺，以暗灰色板岩為主，偶夾薄層細粒變質砂岩或粉砂岩，局部出現厚層變質砂岩。在萬大水庫附近，本岩段內夾有數薄層凸鏡狀玄武岩質火成岩。所有廬山階的主要化石群大部產生本岩段內。中段名鳶峰段，厚約七百公尺，由青灰色細粒變質砂岩及暗灰色砂質板岩組成，以砂岩為主，含有不規則的石英脈。上段名昆陽段，出露厚度在一千公尺以上，頂部未全露。本段由葉理發育完整且具有絲絹光澤的千枚岩組成，偶夾薄層或厚層變質砂岩。

3. 達見砂岩

達見砂岩分布在德基與玉山之間一條長百餘公里的狹長地帶，主要岩性為中至粗粒、厚層塊狀之石英變質砂岩，夾少許礫岩、板岩與綠色岩。陳肇夏曾將達見砂岩分為上、中、下三段：上段主要由灰色至淺灰色、中至粗厚層石英岩所組成的，夾少量的板岩；中段幾乎全由淺灰色粗粒至礫質、塊狀石英岩所組成，其內交錯層甚為常見；下段由灰色至淺灰色細粒至粗粒石英岩、綠色綠泥石質砂岩與粉砂岩、以及少量板岩所組成，部分綠色岩內含有黑雲母礦物。本地區主要分布在關刀山斷層及眉原斷層以東之北港河流域。

4. 佳陽層

佳陽層的標準地點在中橫公路德基與梨山間的佳陽一帶，厚度可能超過 1000-1500 公尺，本地區主要出露在眉原斷層以西至眉溪砂岩以東之區域。岩性主要由板岩組成，劈理十分發達，內夾少量灰色細砂岩薄層與粉砂岩薄帶，偶有燧石結核或團塊。就變質度而言，大部分的佳陽層都已達到低度綠色片岩相的變質，和葡萄石-綠纖石相的水長流層、乾溝層、大桶山層以及廬山層有明顯的差別。

5. 眉溪砂岩

眉溪砂岩由中橫公路佳陽新村至晉元橋附近，順北港溪及眉溪溪谷向西南延伸，並於萬大附近沿濁水溪河谷進入卓社繼續延伸出計畫區域外。眉溪砂岩岩性為中至厚層變質砂岩與板岩所組成之互層。在眉溪附近可分為上中下三段。上段砂岩較發達，厚 255 公尺，由灰色薄層至厚層石英砂岩所組成，內夾頁岩薄層及少許碳質頁岩，砂岩中偶有生物擾動的痕跡。中段為一厚 95 公尺的板岩。下段厚 130 公尺，由砂岩與頁岩互層組成，向下板岩逐漸增多。最後變成以板岩為主夾少量薄砂岩的岩層，進入佳陽層。

6. 階地堆積層

階地堆積層以未經膠結的礫石為主，間夾透鏡狀薄層砂岩，層理面難確定，淘選度差。分布於紅香、瑞岩、咖啡園之北港溪上游地區；楓樹林、眉溪之眉溪上游地區；以及濁水溪上游之靜觀、平靜一帶，霧社水庫下游的曲冰、武界及馬海僕溪與塔羅灣溪等地。

7. 沖積層

沖積層主要為未經膠結的礫石、砂及泥為主，主要分布於北港溪、眉溪及濁水溪等大溪流之河床地區。

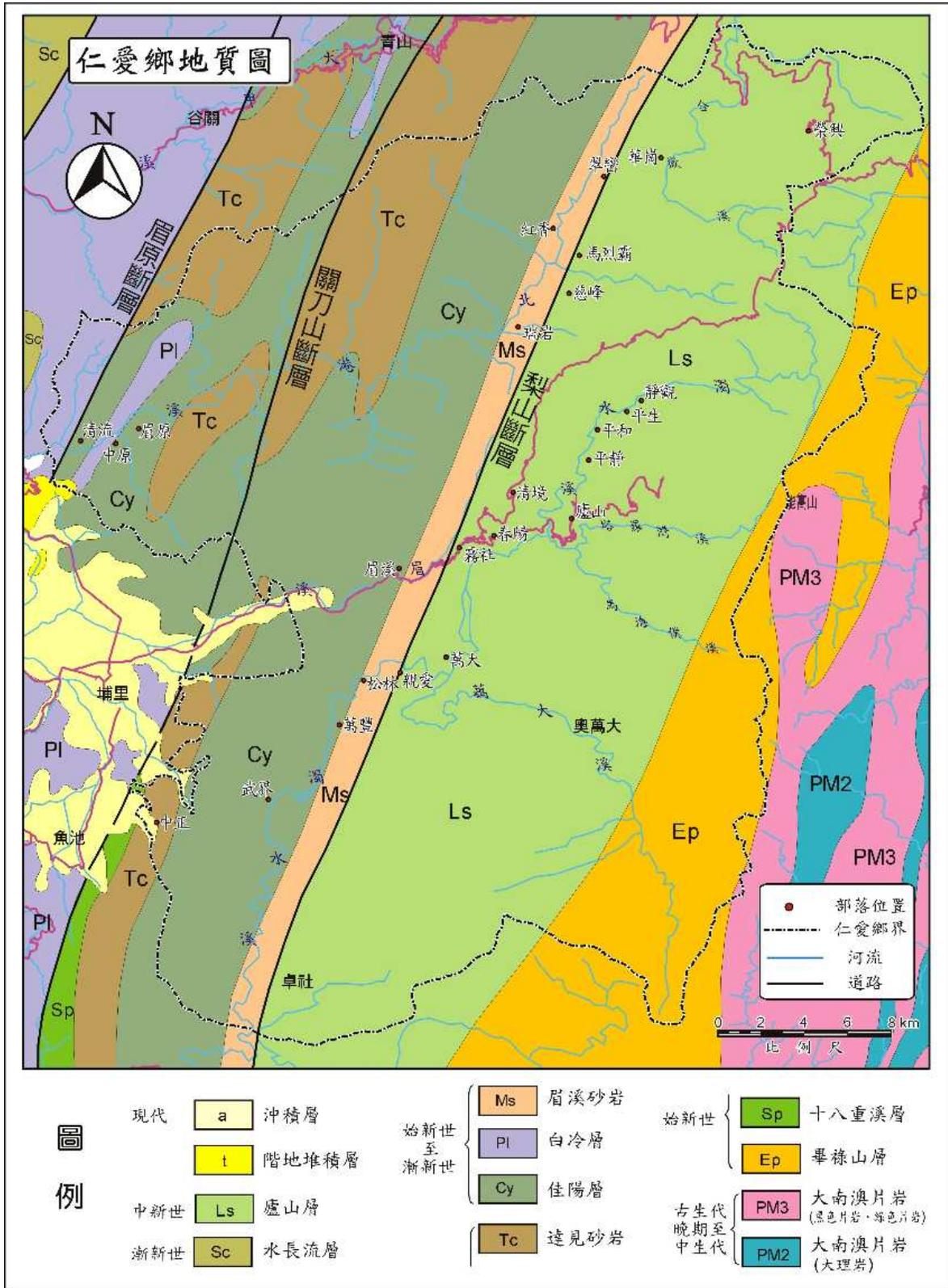


圖 2-8 仁愛鄉地質圖

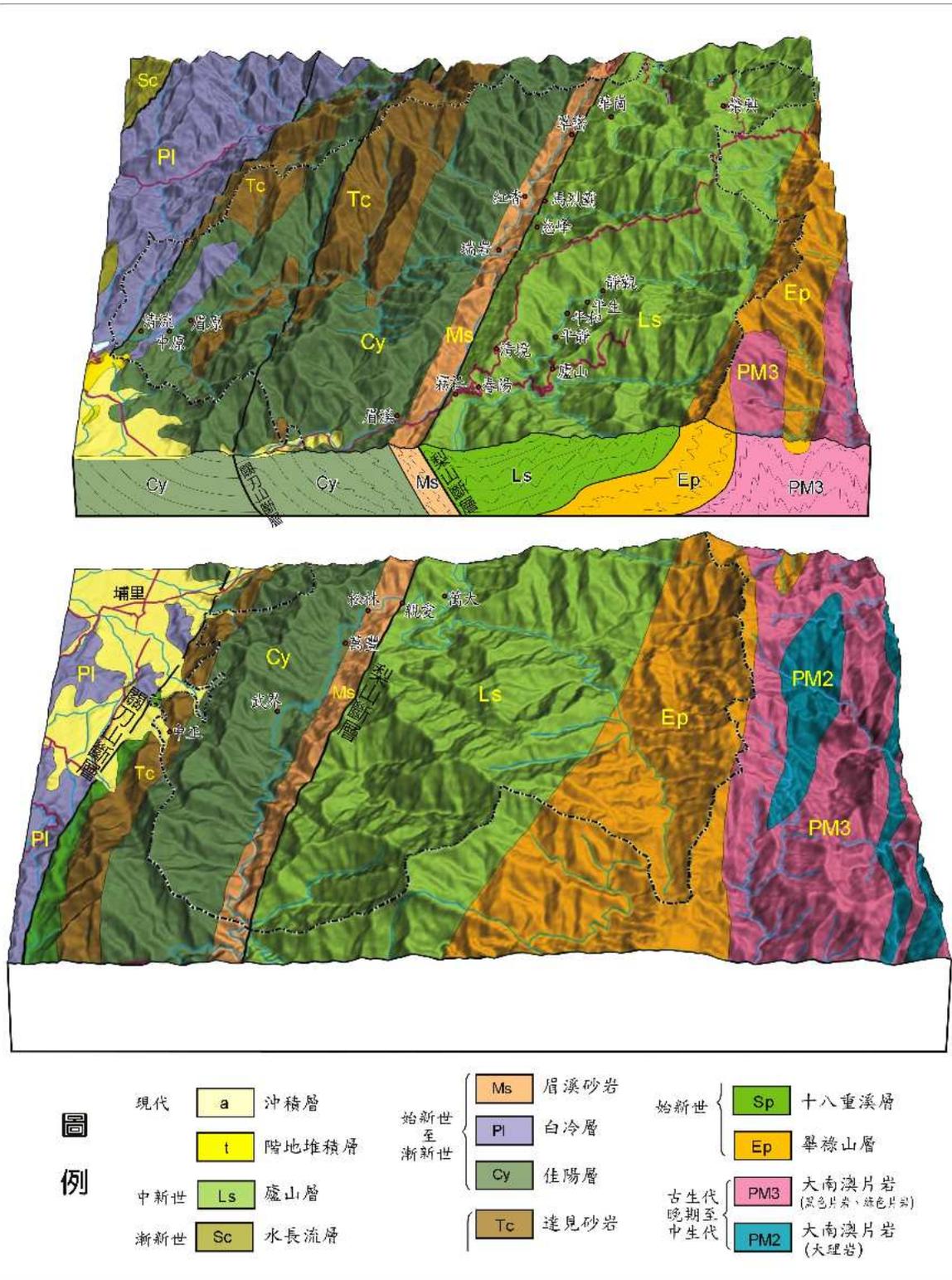


圖 2-9 仁愛鄉 3D 地質剖面

2.6.2 地質構造

本圖幅屬地質構造相當複雜的雪山山脈與中央脊樑山脈板岩區，區域內除發達的岩石劈理外，尚有為數不少、規模大小不等且各類不同型式的褶皺及斷層。區域內的地質構造也大致可以梨山斷層（或眉溪砂岩）為界，區分為東西兩大區域：

梨山斷層以東的中央脊樑山脈主要由廬山層與畢祿山層所組成。本區岩層因受強烈擠壓，其地質構造為一大規模的複向斜，同斜軸向南傾斜。其間岩石劈理發達，並多呈中角度至高角度傾斜。整體而言，本板岩地區的岩石劈理位態，只出現一組遍佈的岩石劈理。只有局部受壓平作用與韌性變形作用影響，有兩組劈理。此組遍佈的岩石劈理位態為東北—西南走向，並向東傾斜，傾角約 40-60 度之間。在板岩地區的變形泥質岩（板岩、千枚岩）中，因組成顆粒較細，岩石劈理多呈連續劈理。但是在有些板岩中因夾粉砂岩薄層，尚可見岩層層理與岩石劈理相交，形成夾皺劈理。有些板岩則受變形成急折帶，在軸部有受剪呈雁形排列的石英脈出現。

梨山斷層以西為雪山山脈帶，出露的岩層主要為達見砂岩、佳陽層及眉溪砂岩等。根據過去的調查，雪山山脈的岩層因受強烈擠壓及褶曲，多小規模之斷裂及褶皺，岩層動亂至劇，並受不同程度的變質與變形作用，局部露頭上岩層或為正常層序，或為倒轉層序，詳細構造甚難全明。就整體而言，常呈反覆的背斜與向斜構造，並為走向斷層所分隔。雪山山脈野外岩層上最常見的面狀構造有層面、劈理面及節理面等三種。一般而言，在白冷層上段及中段與眉溪砂岩，層面普遍發達。在佳陽層板岩中，層面為劈理面所取代，愈往東此一現象愈加明顯。而在達見砂岩與白冷層下段，多為厚層砂岩，層理與劈理面均不明顯，反而是節理發達。岩層面及劈理面的走向，多呈東北向，向西北或東南傾斜，傾角呈中角度者最多，呈低角度者次之，呈高角度者較少。節理面的走向變化較大，一般為西北及西北西。傾角大多數呈垂直或高角度，其次為水平或低角度。

雪山山脈地區的地質構造由若干個背斜及向斜交替出現而成。各褶曲構造的波長一般為 3 至 6 公里，但長度相當大。大部分的褶曲構造呈開放對稱性。褶曲軸一般向東北傾斜。斷層可分為縱向與橫向之斷層，縱向斷層大致為北北東至東北走向，與褶皺軸向近似，多高角度逆斷層，斷層面傾向東，對地層的分布造成影響。而橫向斷層多為北東北至東西向，與褶皺軸斜交，但位移量不大，多為走向斷層，對地層的分布較不造成影響。

計畫區域內出露的斷層，主要有：

1. 梨山斷層

從衛星圖片及雷達倒視影像上顯示，中央山脈與雪山山脈之間為一明顯之線型，北由宜蘭沿蘭陽溪向南，經思源啞口、大甲溪上游河谷、梨山、眉溪上游河谷、濁水溪河谷、郡大溪河谷至玉山以南，此線型之位置即一般所稱梨山斷層之位置。梨山斷層在過去，一直被認為是板岩帶中一條分開雪山山脈與中央脊樑山脈縱貫臺灣中部的界限斷層，但因缺乏斷層帶露頭的直接證據，梨山斷層之存在與否及其特性，目前仍有許多不同的看法。在地形上的明顯之線形，也有學者認為是受厚層砂岩分布因素的控制。由梨山斷層以東之廬山層，由其中採得化石鑑定屬中新世，而斷層西側之眉溪砂岩、佳陽層及水長流屬等層漸新世至始新世，故二者之間似有地層缺失，可能有一斷層存在。

2. 關刀山斷層

關刀山斷層位於計畫區域的西側，於惠蓀林場東側北港溪上游尾敏溪與九仙溪交會口附近，往南南西方向切過埔里盆地的東緣。斷層西側為佳陽層的砂岩層與板岩層互層，斷層東側則為達見砂岩的粗粒石英砂岩。

3. 眉原斷層

眉原斷層位於計畫區域的西緣，自中橫公路的谷關、青山間以東北—西南走向，經過計畫區域內的北港溪清流附近。此斷層之西側為白冷層的板岩，東側地層則為達見砂岩及佳陽層，屬高角度傾向東之逆斷層。

表 2-7 計畫區出露地層面積統計表

地層編碼	地層名稱	面積(ha)	百分比(%)
Q4	沖積層	280.21	0.23
Q3	階地堆積	32.85	0.03
MI	廬山層及其相當地層	58,507.49	47.90
Os	水長流層及其相當地層	4,011.00	3.28
EO2	眉溪砂岩、白冷層	5,435.44	4.45
EO1	佳陽層	32,605.10	26.70
E2	達見砂岩	9,917.13	8.12
Ep	畢祿山層	11,345.83	9.29
合計		122,135.04	100.00

(資料來源：中央地調所)

2.7 土地權屬與利用現況

土地權屬方面，集水區海拔高程分布，由北港溪下游之 370m 起，至鄰近奇萊主山之 3,523m 之間，以林班地涵蓋面積最廣，佔有 92,621.67ha，約佔計畫區面積的 75.84%，主要分布於中央山脈西翼地區，屬於南投林區管理處；山坡地部分，面積有 4,204.57ha，約佔計畫區面積的 3.44%，分布於計畫區西部地區之北港溪中游及埔里鎮周圍地區；保留地部分有瑞岩溪野生動物重要棲息地、原住民保留地等，主要分布於瑞岩溪及台 14 線、台 14 甲線沿線，面積有 18,603.53ha，約佔計畫區面積的 15.23%；其他部分主要為實驗林區及農場，面積有 6,705.28ha，約佔計畫區面積的 5.49%。

依據水土保持局 94 年所建立之土地利用分類資料之土地利用圖、衛星影像判釋及現場調查，分析本區土地利用現況，計畫區土地利用現況共有水田、綠地、茶林、樹林、農場果園、旱作地、矮林、郊區建築區、河川、湖泊及其它(不明地)等類，其中以樹林區涵蓋面積最大，達 114,215.86ha，約佔本區面積 93.52%，分布於各地區；農場、果園的面積次之，達 3,793.63ha，約佔本區面積 3.11%，主要分布於台 14 線、台 14 甲線、台 8 線及產業道路沿線地區。保留地方面主要五、六級坡為其使用範圍。

表 2-8 計畫區土地利用分類面積統計表

土地利用分類	面積(ha)	百分比(%)
水田	584.09	0.48
綠地	45.44	0.04
茶林	48.61	0.04
樹林	114,215.86	93.52
農場.果園	3,793.63	3.11
旱作地	2,521.53	2.06
矮林	140.58	0.12
郊區建築區	54.21	0.04
寬河(主要河川)	293.59	0.24
湖泊(主要河川)	135.72	0.11
其它(不明地)	301.79	0.25
合計	122,135.04	100.00

(資料來源：水保局)

2.8 土石流潛勢溪流與崩塌地

依據水土保持局民國 93 年「七二水災崩塌地判釋及分析」計畫，該計畫為民國 93 年 7 月敏督利颱風後之崩塌地調查成果，顯示本區內有 3,768.92 ha 之崩塌地分布。本計畫區內 A、B 級崩塌地計有 51 處，面積達 10.52 ha。

依據水土保持局民國 89 年「土石流危險溪流調查計畫」之成果，本區共有 28 條土石流潛勢溪流，其中危險度分級部分，分級為高有 11 條，分級為中有 15 條。計畫區內目前已核定公告之土石流特定水土保持區有 6 處，已規劃但未公告核定者有 4 處。

表 2-9 計畫區內土石流潛勢溪流一覽表

主集水區流域	土石流編號	危險度分級	長度(m)	備註
烏溪流域	南投 003	中	1375.0	南豐村
	南投 004	中	1721.0	南豐村
	南投 005	中	1993.0	南豐村
	南投 006	低	2557.0	南豐村
	南投 058	高	546.9	互助村
	南投 059	低	923.2	互助村
	南投 060	中	775.0	新生村
	南投 061	低	3305.2	新生村
	南投 062	低	1382.0	新生村
	南投 063	中	2263.3	新生村
	南投 064	低	1817.8	新生村
	南投 A001	低	4927.0	南豐村
	南投 A002	低	5070.0	南豐村
	南投 A003	高	413.0	南豐村
	南投 A004	中	264.0	南豐村
	南投 A005	中	520.0	南豐村
	南投 A006	中	3397.0	南豐村
	南投 A022	中	2202.2	互助村
	南投 A106	低	359.8	互助村
濁水溪流域	南投 001	高	14268.0	精英村
	南投 002	低	1056.0	春陽村
	南投 008	低	1703.0	親愛村
	南投 011	中	1301.0	南豐村
	南投 014	中	1368.0	南豐村
	南投 018	中	2354.0	法治村
	南投 019	中	2263.0	法治村
	南投 A013	中	4382.0	萬豐村
	南投 A014	中	2898.0	法治村

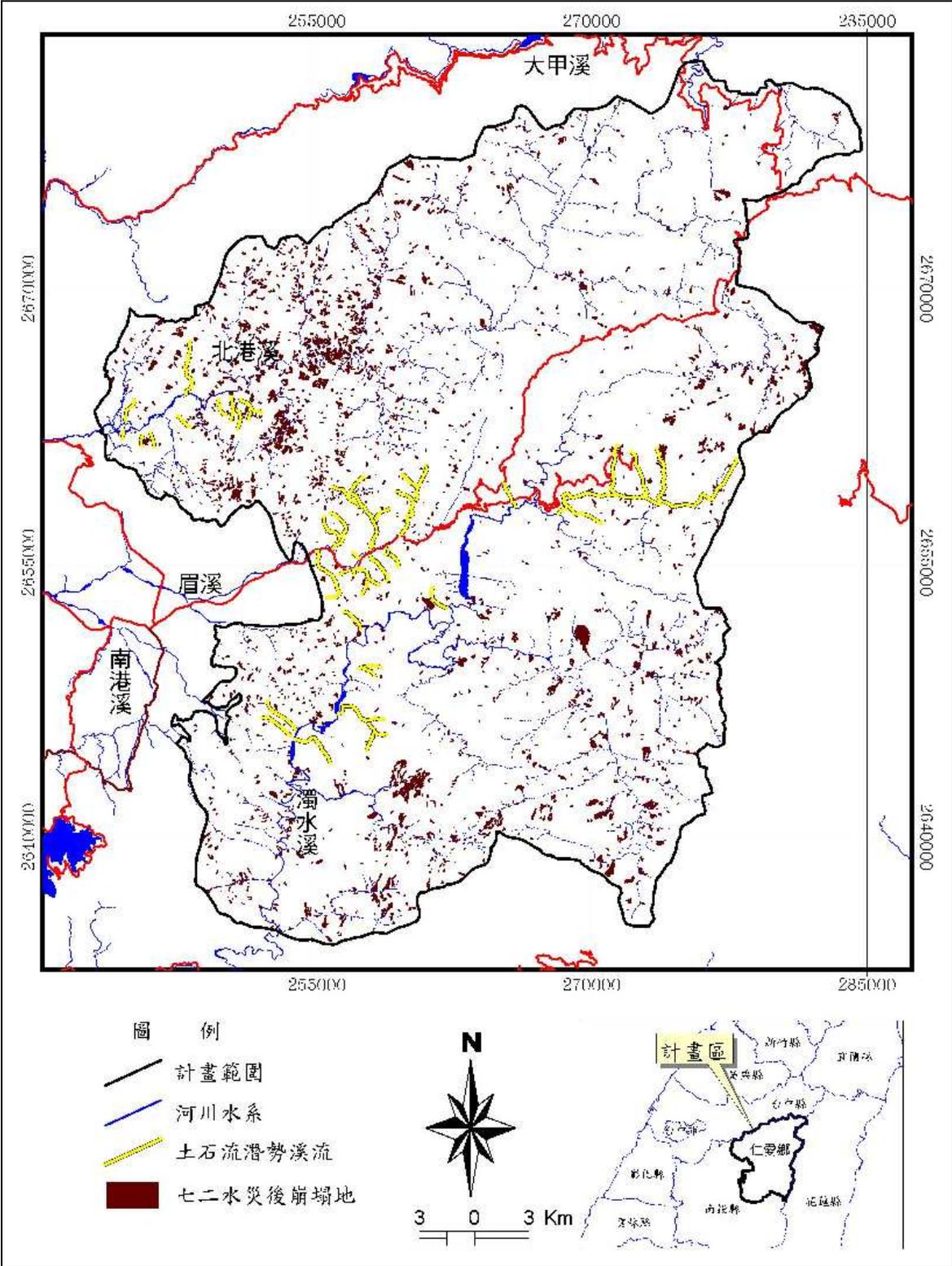


圖 2-12 計畫區崩塌地及土石流潛勢溪流分布圖

2.9 以往災害情形

1. 1999，921 地震前

仁愛鄉於 921 地震前相關土石災害紀錄少，且多為零星分布。萬豐村編號南投 014 之土石流潛勢溪流於民國 75 年之韋恩颱風及 83 年之道格颱風時曾發生土石流，造成道路土石堆積及房舍受損。

2. 1999，921 地震後

921 大地震造成仁愛鄉地區新增崩塌地 2,617 處，崩塌面積達 1,849ha。此次震災，造成多處房舍受損（全倒 309 戶、半倒 399 戶），道路中斷，多項公共設施及公共建築物受損，仁愛鄉公所辦公廳舍當時也被列入危樓拆除重建。仁愛鄉境內受災較嚴重之地區有互助村中原部落、清流部落、新生村眉原部落、南豐村、中正村以及發祥村瑞岩部落。

表 2-10 921 地震仁愛鄉死傷亡人數統計表

鄉鎮	原有人數 (D)	死亡人數 (A)	重傷人數 (B)	傷亡人數 (C=A+B)	傷亡人數佔各該鄉鎮原有人數之比例 (C/D)	傷亡人數佔全縣總傷亡人數之比例 (%)
仁愛鄉	15278	3	1	4	0.0262	0.33

（資料來源：南投縣政府，民國 89 年 4 月 30 日）

表 2-11 921 地震仁愛鄉房屋受損統計表

單位：戶

鄉鎮	原有戶數 (D)	房屋全倒 (A)	房屋半倒 (B)	房屋損毀 (C=A+B)	房屋損毀佔各該鄉鎮市比例 (C/D)	房屋損毀數佔全縣損毀總數之比例
仁愛鄉	4025	309	399	708	17.6%	1.24%

（資料來源：南投縣政府社會局，民國 89 年 6 月 16 日）

3. 2001，桃芝颱風

相關土石流災害如表 2-12 所示。

表 2-12 桃芝颱風災害歷史

潛勢溪流 編號	土地權屬	地標	保全對象	桃芝颱風災害歷史
南投 A006 (本部溪)	林班地	本部溪橋	台 14 線道路、本部 溪橋	橋樑下方斷面不足，造成溢 流，台 14 線中斷，流出土砂 估計約 400000 立方公尺。
南投 A005	林班地	楓子林橋與 本部溪橋之 間	台 14 線道路	道路中斷
南投 A004	林班地	楓子林橋與 本部溪橋之 間	台 14 線道路	道路中斷
南投 005	林班地	楓子林橋	台 14 線道路、楓子 林橋	道路中斷
南投 004	山坡地及 林班地	南山橋	南山加油站、台 14 線道路、南山橋	新內山加油站遭掩埋，台 14 縣道路中斷
南投 003	山坡地	下眉橋	南豐村 4 鄰、台 14 線道路、下眉橋	道路中斷，一戶民宅遭沖毀 (中正路 60 號)
南投 006	林班地	豐林橋	南豐村 14 鄰	無受損，僅有土砂流出。
南投 A003	林班地	同德橋(同 心橋)		
南投 A002 (南山溪)	林班地	南山橋(南 豐橋)	南豐村 5~7 鄰	河床堆積大量土砂。
南投 A001 (東眼溪)	林班地	人止關與上 眉橋之間		民宅三戶遭土砂沖入。
			合計保全戶數共 180 戶，約 350 人，台 14 線道 約 5 公里，橋樑四座	

4. 2004，72 水災

相關土石流災害如表 2-13 所示。

表 2-13 敏督利颱風（民國 93 年）重大土石流災情統計表

編號	鄉鎮市	地點	災情
1	仁愛鄉	南豐村	<p>南投A003為本村七二水災最為嚴重之地區，房屋全倒20戶（其中2鄰2戶、3鄰6戶、4鄰12戶）。</p> <p>南投A004潛勢溪流之土石傾洩而下，並將加油站掩埋，造成台14中斷。</p> <p>南投A006潛勢溪流造成南豐村16鄰內2戶住宅全倒；在匯流口處砂石嚴重淤積，淤積深度最深處超過3公尺。</p> <p>土石流造成福祿橋與福興橋遭土砂掩埋；其上游之夢谷瀑布原為本村一重要旅遊景點，七二水災後瀑布消失，旅遊區內之民宿、餐廳及遊憩設施亦大都損毀。</p>
2	仁愛鄉	合作村	<p>敏督利颱風與七二水災災害中，主要受到洪水與土石流等災害影響。在人員方面，因新增土石流潛勢溪流七月三日爆發之土石流衝擊，造成1人死亡，所幸其餘居民及早疏散至避難處所合作國小，方使災情減到最低程度。在房屋建物方面，計約有6棟房屋遭土石泥沙灌入（分佈於第6、7鄰），造成6戶人家無家可歸，在地方政府與社區團體協助下暫時將災民安置於合作國小，目前已將受災戶家中淤泥清出；在對外交通與其他事項方面，本村主要對外聯絡道路投85縣道因七月三日溪流暴漲，使數處路基流失造成中斷。</p>
3	仁愛鄉	親愛村	對外交通中斷至7月9日，有缺糧情形。

5.2006，69 水災

相關土石流災害如表 2-14 所示。

表 2-14 69 水災（民國 96 年）重大土石流災情統計表

編號	鄉鎮市	地點	災情
1	仁愛鄉	大同村	霧社崩塌及下陷：95 年 6 月 10 日，台 14 線仁愛鄉公所下方道路龜裂下陷，上方霧社鄉道 9 號邊坡路塞滑落，危及上方民宅及台電宿舍。
2	仁愛鄉	翠華村	翠華部落山崩 95 年 6 月 9 日，仁愛鄉翠華村翠華部落有民宅及製茶廠遭土石沖毀，原有 35 名工作人員，均已事先撤離無人傷亡，初估土石滑落面積達 15 公頃。

6.力行產業道路

近年來，力行產業道路受到地震、風災水患肆虐，災害頻傳，尤其幾乎每逢豪雨就交通中斷，歷年災情如表 2-15 所示。其中尤以道路橫跨瑞岩溪、發祥溪兩支流之力行 1、2 號橋及通往紅香部落之紅香 1 號橋為最，幾乎每遇豪雨即沖毀，中斷各部落聯外交通。

表 2-15 力行產業道路近十年災害一覽表

發生時間	災害及說明
1994.08.10	道格颱風災害，災後獲省府撥款一億二千萬元修復。
1996.07.31	賀伯颱風災害，強烈颱風所挾帶之破紀錄豪雨造成南投山區嚴重之山崩及土石流等災害。
1998.06.08	豪雨造成力行產業道路 9K 及 22K 處坍方，進出翠巒部落必須經由農路繞道通行。
1999.09.21	921 大地震，發祥村、瑞岩部落、力行產業道路洋港瀑布段中斷，引起瑞岩村遷村計畫。
2001.07.30	桃芝颱風災害，沿線坍方，通往紅香、發祥翠巒等部落交通中斷。
2004.06.30	敏督利颱風 72 水災，力行 1 號橋、紅香 1 號橋及連絡溫泉部落的溫泉橋中斷，發祥、力行、翠華等三個村十多個部落二千餘住戶受困山中。
2004.08.23	艾利颱風災害，力行產業道路 1K、3K、9K、39K 處土石滑落約 100m，道路中斷；另紅香 1 號橋及力行 1 號橋遭暴漲溪水沖毀，共計有力行村、發祥村、榮興村、翠華村二千多名居民受困。
2004.12.05	南瑪都颱風災害，力行產業道路 36K、39K、40K 等路段土石崩塌中斷。紅香 1 號橋沖毀，紅香、梅村、溫泉等三個部落居民對外受阻。
2005.02.25	豪雨，力行產業道路 8K 及 38K 道路中斷
2005.05.14	豪雨，23K+500 力行 1 號橋沖毀，沿路多處坍方。
2005.07.18	海棠颱風災害，23K+500 力行 1 號橋沖毀，9K、35K、37K、38K、41K 處坍方中斷，紅香部落二百餘人，對外交通中斷。
2005.08.05	馬莎颱風災害，力行 1 號橋、紅香 1 號橋中斷，多處坍方。
2005.09.01	泰利颱風災害，力行 1 號橋、紅香 1 號橋中斷，多處坍方。
2006.06.09	0609 水災，沿線多處坍方，並造成 42k 翠華地滑。
2007.08.08	帕布颱風災害，16k、20k、30k 發生崩塌，交通中斷。

表 2-16 重大事件累積雨量統計表

編號	事件	累計雨量 (mm)
1	賀伯颱風	1890
2	桃芝颱風	758
3	敏督利颱風	965
4	69 水災	1100



第三章 工作計畫與內容

3.1 規劃進行方法

本原住民部落安全調查及防災治理規劃的基本理念有二：

- 1.以各部落為單位，分別就部落居住地、保留地及進出道路的安全性，做全面的評估，並結合部落之人口、產業及文化特性彙整成部落安全性的基本資料。
- 2.針對安全性詳細評估水土災害的種類並施以合理有效的整治規劃與必要的工程設計。

全程計畫的實施仍以水土保持法及相關技術規範規定辦理，不另累述。

3.2 主要工作內容

3.2.1 基本資料調查

規劃區域基本資料調查(包括地文、人文相關資料如：行政區域、交通、人口、氣象、水文、地質與土壤生態環境、產業經營、社群聚落及宗教信仰等)，將以現場勘查、定位，同時至相關單位如鄉公所、氣象站、雨量站、水保局、當地保育團體等申請，取得最新之資料，同時參考本計畫區內之相關文獻報告，對當地環境有更深入的瞭解，做為規劃設計之參考。基本資料調查項目及方法彙整如表 3-1。



表 3-1 基本資料調查項目及方法

項次	工作項目	工作內容	調查方法或參考資料來源
1	行政區域、交通與人文	範圍、地理位置、行政區域 主要道路分布 人文與產業	蒐集水保局第三工程所、南投縣政府、林務局南投林管處資料 蒐集鄉公所資料 現場調查及耆老訪談
2	生態環境	水域及陸域動植物種類、分布及棲地、習性	特有生物研究保育中心資料 現場調查
3	地形	高度 坡度 坡向	以 DTM 資料進行分析
4	地質	主要地層分布及特性 鄰近斷層帶分布	經濟部中央地質調查所資料
5	土壤	土壤分布與特性	水土保持局資料
6	植被及土地利用現況	土地利用情形	水土保持局資料 現場調查
7	土地權屬	土地權屬分布 地籍套繪	水土保持局資料 內政部土地測量局數位地籍圖 地政事務所
8	水系分布	主要溪流與坑溝分布及現況	空中正射影像與圖層套疊 現場調查
9	道（農）路分布	區內主要道路分布及現況	空中正射影像與圖層套疊 現場調查
10	土石流潛勢溪流崩塌地分布	崩塌地分布、面積、坡度、地形特徵及崩塌量 土石流潛勢溪流分布	水土保持局土石流防災應變系統 空中正射影像與相片基本圖 工業技術研究院能源與資源研究所危險度分析 現場調查
11	氣象、水文	溫度、濕度、風向 年月平均降雨量、一日最大降雨量	中央氣象局
12	歷史災害與治理概況	發生時間及原因 災損範圍、規模及治理情形	水土保持局第三工程所 林務局南投林管處 交通部公路總局 南投縣政府 交通部觀光局國家風景區管理處 現場調查 居民訪談
13	景觀遊憩	區內及鄰近地區主要景點及遊憩處所	交通部觀光局國家風景區管理處 南投縣綜合發展計畫

3.2.2 安全調查評估

3.2.2.1 崩塌地調查計畫

進行崩塌地調查時，先以水土保持局歷年調查建立之崩塌地資料及圖層作為背景資料，再配合空中正射影像及歷年各期 1/5000 相片基本圖與空拍照片，初步瞭解鄉內崩塌裸露地之分布情形，再配合災害歷史、地形地質條件等基本資料，至現場實地調查崩塌地之分布、現況及其和保全對象之相對關係。

崩塌地之危險度分析參照工業技術研究院能源與資源研究所採用之方法，依據崩塌地位置附近是否有重要公共設施或建築物，將該崩塌地之危險度分為 A、B、C、D 四級，各級區分標準如表 3-2 所示。在依據崩塌地危險度分級，將處理優先順序分為：(1) 急需處理，(2) 暫緩處理，(3) 自然恢復等三個等級，各優先順序與危險度之關係如表 3-3 所示。

表 3-2 崩塌地危險度等級表

設施與崩塌地距離		設施種類		
下邊坡	上邊坡	公共設施 (或聚落)	一般建築	其他
<2H	<1H	A	B	C
2H~5H	1H~3H	C		D

註：H 表崩塌體高，其上邊冠部起 H 以內，或下邊坡址部起 3H 以內。
 若有公共設施、聚落或社區，且可能會有立即危害者，則該崩塌體為 A 級。
 若有公共設施，但無立即危害者，者該崩塌體為 B 級。

表 3-3 崩塌地優先處理分級準則

危險度	優先處理順序	說明
A	急需處理	可能會有立即危險，需進行緊急處理工程
B、C	暫緩處理	無立即危險，但應進詳細調查與觀測
D	自然復原	無需處理或偏遠無法處理，帶植被自然恢復

本計畫針對部落安全性作評估，對有威脅居住地安全及道路安全者，建議後續處理；對可能危害使用地者，則依其區位評估是否治理。

3.2.2.2 土石流潛勢溪流調查

有關於土石流潛勢溪流之調查，本計畫以水土保持局於 91 年所公告之 1420 條土石流潛勢溪流作為背景資料，找出位於本區之土石流潛勢溪流，由於仁愛鄉中、上游仍有溪床坡度較陡之分支分布，本計畫以空中正射影像初步瞭解溪流與保護對象之像隊位置關係，再配合 1/5000 相片基本圖，計算面積與溪床坡度，並至現場實地勘查其和保全對象之影響，據以研判該溪流是否有土石災害之潛勢，過去對土石流潛勢調查分析流程詳圖 3-1，其中對面積與坡度的規範會隨現地的特性有所變異，適用性亦遭質疑，本計畫以溪床坡度的連續性來看土石災害的潛勢，探討可能的威脅與治理的需要性。

本計畫針對鄉內水土保持局已公告之土石流潛勢溪流，以及本團隊調查分析具有土石流潛勢溪流，整合現況調查結果及相關文獻與災害歷史資料，配合崩塌地之調查結果，推估不穩定土砂量，再依據溪流之平均坡度及現況特性，分段討論土石運動各階段（發生、流動、淤積停止）之問題與整治需求性，據以提出相關對策，期能降低災害發生之機率與減緩災害發生之規模，以保護民眾生命財產與公共設施之安全。

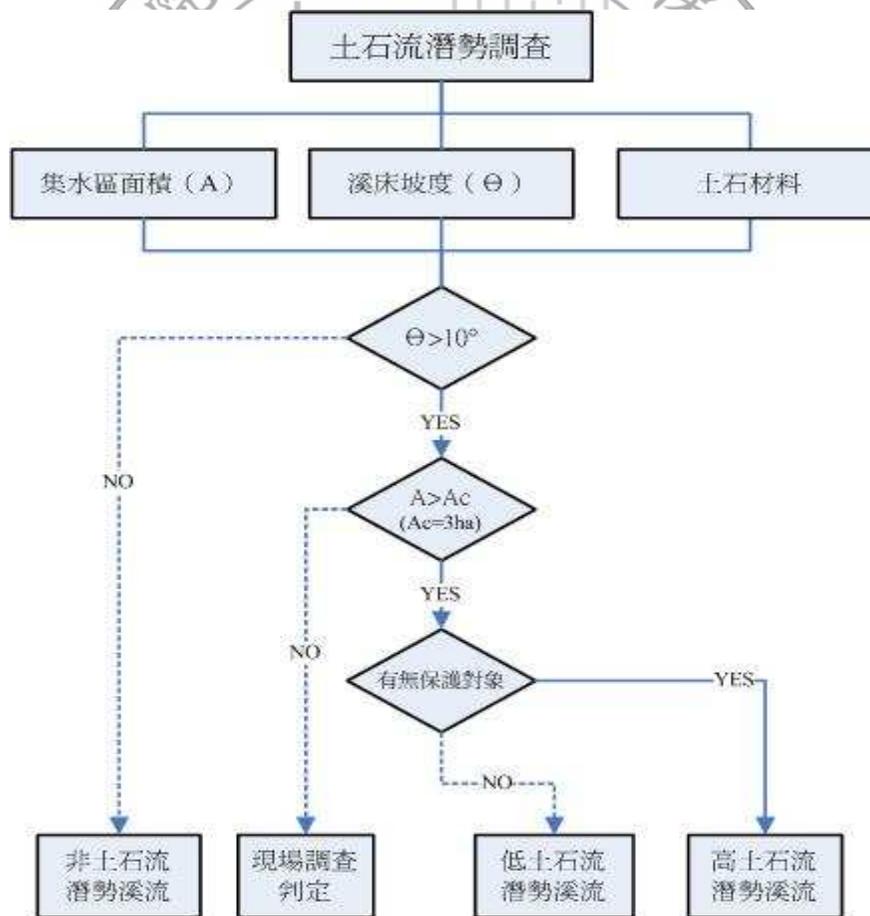


圖 3-1 過去常使用之土石流潛勢分析流程圖

3.2.2.3 防災應變事項

本計畫包括健全災害防救體系，強化災害防救相關措施，推動防災教育訓練及宣導，以提昇災害防救應變能力，減輕災害損失，將崩塌地及土石流潛勢溪流影響範圍界定後，評估對部落居住地安全、原住民保留地、進出聯外道路等對象進行評估，對有可能遭受害之對象，於適當位置建立觀測系統，藉以瞭解該地區是否安全，配合水保局的土石流防災及疏散警戒系統在災害發生之前能通報相關單位及部落居民，能有充裕的時間進行整治及避難，局內既有土石流緊急避難路線圖如圖 3-2~3-8。

災害預防包含平時減災及災前整備等災害防救措施，旨在減少因自然因素造成之災害與禁止人為破壞國土之行為，並能事先擬訂災害應變計畫以強化災變時之應變能力。

針對防災疏散避難規劃工作如下：

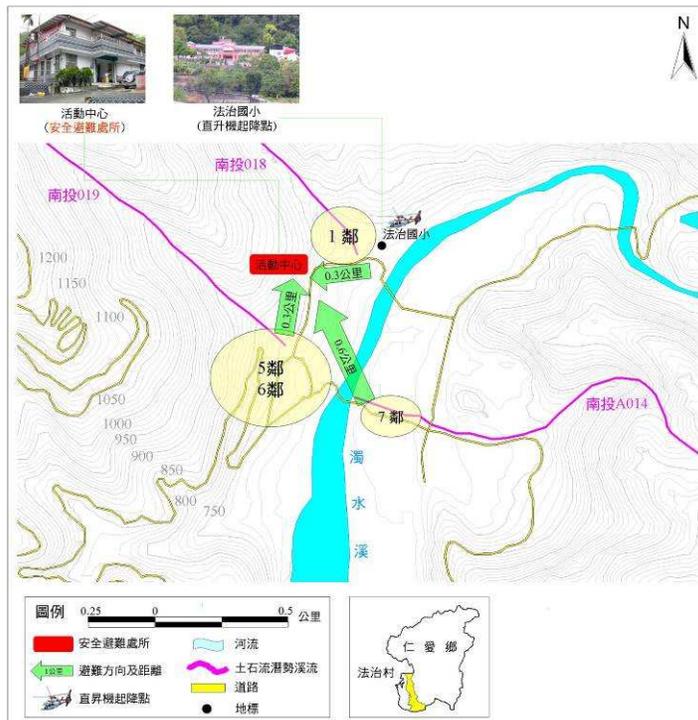
- 1.配合辦理土石流防災疏散避難規劃。
- 2.擬訂土石流防災疏散避難計畫。
- 3.辦理土石流防災疏散避難演練。



(資料來源：水土保持局)

圖 3-2 仁愛鄉互助村土石流緊急避難路線圖

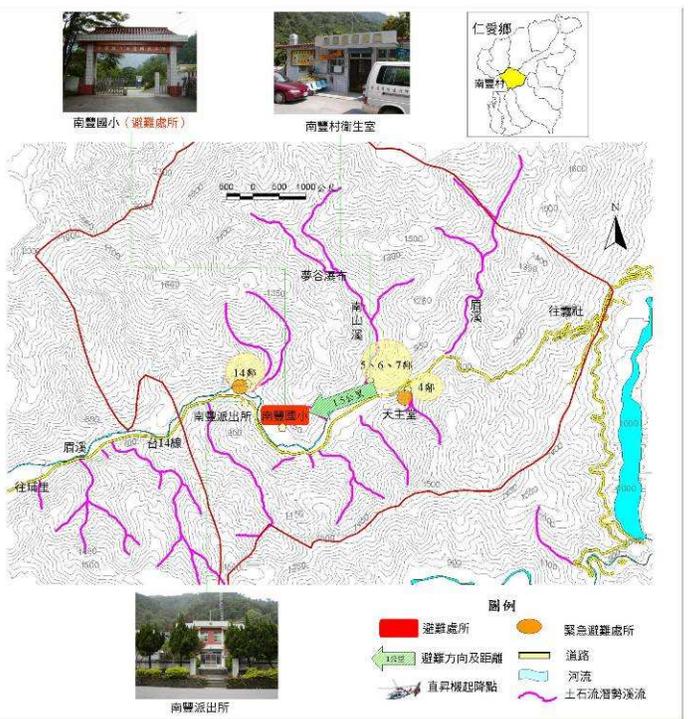
<p>災害通報單位</p> <p>仁愛鄉公所 地址：南投縣仁愛鄉大同村仁和路27號 電話：049-2602534</p> <p>南投縣政府 地址：南投市中興路460號 電話：049-2225134#8270-273</p> <p>水土保持局第三工程所緊急處理小組 地址：南投縣鹿港鎮350號 電話：049-2220944</p> <p>水災災害中心 地址：彰化縣鹿港鎮中山路三段440號 電話：04-8893705、0800-200699</p> <p>災後輔導中心 地址：南投縣鹿港鎮中山路218號3樓 電話：049-2982066</p> <p>水災災害土石流災害處理小組 地址：南投縣鹿港鎮中山路218號3樓 電話：049-2982066</p> <p>農委會土石流災害處理小組 地址：南投縣鹿港鎮中山路218號3樓 電話：049-2982066</p>	<p>警消醫療單位</p> <p>武界派出所 地址：南投縣仁愛鄉法治村界山巷4號 電話：049-2977001</p> <p>仁愛消防分隊 地址：南投縣仁愛鄉仁和路91號 電話：049-2802712</p> <p>埔里聯合醫院 地址：南投縣埔里鎮維多利亞路三段109號 電話：049-2959595</p> <p>仁愛鄉衛生所 地址：南投縣仁愛鄉大同村五福巷17號 電話：049-802341</p>
<p>村長村幹事聯絡電話</p> <p>法治村村長：劉進興 地址：法治村交趾橋路30號 電話：049-2977001 行動電話：0921-300261</p> <p>法治村村幹事：王正中 地址：法治村界山巷42號 電話：049-297066 行動電話：0928-855468</p>	<p>避難處所</p> <p>安全避難處所：法治村活動中心 地址：南投縣仁愛鄉法治村界山巷45號 電話：049-2977001</p> <p>直昇機起降點：法治國小 地址：南投縣仁愛鄉法治村界山巷6號 電話：049-2977061</p>
<p>防災用品</p> <p>防雨器具 乾糧、飲用水 印信、重要證件 保險衣物 鞋子</p> <p>醫藥箱 火柴、蠟燭 救生繩、哨子 通訊設備 手電筒</p>	<p>土石流小常識</p> <p>容易發生土石流地區</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.上游崩塌地滑區 2.潛蝕溪流兩岸扇形堆積區 3.潛蝕溪流谷口扇狀地 <p>土石流發生預兆</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.附近有土石流 2.有異常的山鳴 3.溪水帶有滾木 4.溪水異常混濁 5.石頭摩擦聲音 6.聞到異常味道 7.溪水急流減少 <p>向溪流兩側高地疏散</p>



(資料來源：水土保持局)

圖 3-3 仁愛鄉法治村土石流緊急避難路線圖

<p>災害通報單位</p> <p>仁愛鄉災害處理中心 仁愛鄉公所 地址：南投縣仁愛鄉山雲路27號 電話：049-2602534</p> <p>南投縣災害處理中心 南投縣消防局 地址：南投縣中興路460號 電話：049-2225134#8270-273</p> <p>農委會水土保持局第三工程所 地址：南投縣鹿港鎮350號 電話：049-2220944</p> <p>災後輔導中心 地址：南投縣鹿港鎮中山路218號3樓 電話：049-2982066</p> <p>水災災害土石流災害處理小組 地址：南投縣鹿港鎮中山路218號3樓 電話：049-2982066</p>	<p>警消醫療單位</p> <p>埔里派出所 地址：仁愛鄉南豐村中興路88號 電話：(049)2920085</p> <p>仁愛鄉消防隊 地址：大同村仁和路91號 電話：(049)2802712</p> <p>清雲村衛生室 地址：南豐村協勝巷16-1號 電話：(049)2920427</p>
<p>村長村幹事聯絡電話</p> <p>村長：黃成喜 電話：(049)2920288、0912-018477</p> <p>村幹事：郭維勇 電話：(049)2920072</p>	<p>避難處所</p> <p>南豐國小 地址：仁愛鄉南豐村山雲路27號 電話：(049)2602534</p>
<p>防災用品</p> <p>防雨器具 乾糧、飲用水 印信、重要證件 保險衣物 鞋子</p> <p>醫藥箱 火柴、蠟燭 救生繩、哨子 通訊設備 手電筒</p>	<p>土石流小常識</p> <p>容易發生土石流地區</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.上游崩塌地滑區 2.潛蝕溪流兩岸扇形堆積區 3.潛蝕溪流谷口扇狀地 <p>土石流發生預兆</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.附近有土石流 2.有異常的山鳴 3.溪水帶有滾木 4.溪水異常混濁 5.石頭摩擦聲音 6.聞到異常味道 7.溪水急流減少 <p>向溪流兩側高地疏散</p>



(資料來源：水土保持局)

圖 3-4 仁愛鄉南豐村土石流緊急避難路線圖

<p>災害通報單位</p> <p>仁愛鄉災害處理中心 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p> <p>萬豐國小災害處理中心 地址：南投縣仁愛鄉萬豐路660號 電話：049-2221314</p> <p>萬豐國小直昇機起降點 地址：南投縣仁愛鄉萬豐路660號 電話：049-2221314</p> <p>仁愛鄉消防分隊 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p> <p>仁愛鄉警分署 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p>	<p>警消醫療單位</p> <p>萬豐診所 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p> <p>仁愛鄉衛生所 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p> <p>仁愛鄉醫院 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p>
<p>村長村幹事聯絡電話</p> <p>萬豐村村長：張其忠 地址：南投縣仁愛鄉萬豐路660號 電話：049-2074253、091-5967029</p>	<p>避難處所</p> <p>萬豐國小(15公頃) 地址：南投縣仁愛鄉萬豐路660號 電話：049-2221314</p>

<p>防災用品</p> <p>防雨器具、乾糧、飲用水、印信、重要證件、保潔衣物、鞋子</p> <p>醫藥箱、火柴、蠟燭、救生繩、哨子、通訊設備、手電筒</p>
--

<p>土石流小常識</p> <p>容易發生土石流地區</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.上游崩塌地滑區 2.上游崩塌地滑區 3.上游崩塌地滑區 <p>土石流發生標誌</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.附近土石流 2.有異常的山鳴 3.溪水帶有滾石 4.溪水異常混濁 5.石頭聲響異常 6.聞到異常味道 7.溪水急遽減少 <p>向溪流兩側高地疏散</p>



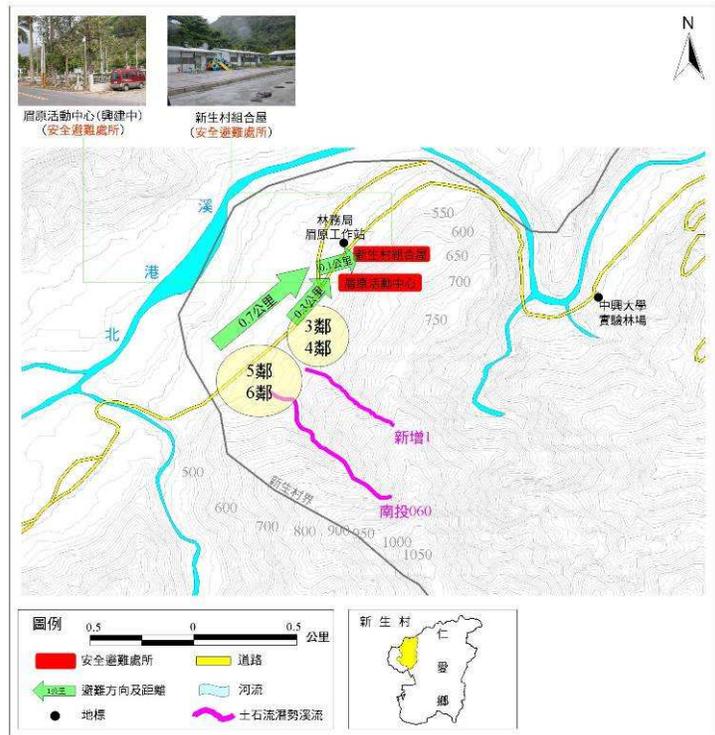
(資料來源：水土保持局)

圖 3-5 仁愛鄉萬豐村土石流緊急避難路線圖

<p>災害通報單位</p> <p>仁愛鄉公所 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p> <p>萬豐國小 地址：南投縣仁愛鄉萬豐路660號 電話：049-2221314</p> <p>萬豐國小直昇機起降點 地址：南投縣仁愛鄉萬豐路660號 電話：049-2221314</p> <p>仁愛鄉消防分隊 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p> <p>仁愛鄉警分署 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p>	<p>警消醫療單位</p> <p>萬豐診所 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p> <p>仁愛鄉衛生所 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p> <p>仁愛鄉醫院 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p>
<p>村長村幹事聯絡電話</p> <p>新生村村長：張其忠 地址：南投縣仁愛鄉新生村山仔頂171號 電話：049-2941765</p>	<p>避難處所</p> <p>岩巖活動中心(興建中) 地址：南投縣仁愛鄉新生村山仔頂93號 電話：049-2941025</p> <p>仁愛消防分署 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p> <p>萬豐診所 地址：南投縣仁愛鄉大同村中和路27號 電話：049-2802534</p>

<p>防災用品</p> <p>防雨器具、乾糧、飲用水、印信、重要證件、保潔衣物、鞋子</p> <p>醫藥箱、火柴、蠟燭、救生繩、哨子、通訊設備、手電筒</p>
--

<p>土石流小常識</p> <p>容易發生土石流地區</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.上游崩塌地滑區 2.上游崩塌地滑區 3.上游崩塌地滑區 <p>土石流發生標誌</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.附近土石流 2.有異常的山鳴 3.溪水帶有滾石 4.溪水異常混濁 5.石頭聲響異常 6.聞到異常味道 7.溪水急遽減少 <p>向溪流兩側高地疏散</p>



(資料來源：水土保持局)

圖 3-6 仁愛鄉新生村土石流緊急避難路線圖



南投縣仁愛鄉親愛村土石流防災地圖

災害通報單位

- 仁愛鄉災害應變中心 049-2802534#602
- 南投縣災害應變中心 049-2206252#756-759
- 水土保持局第三工程所緊急處理小組
電話：049-2221847
- 水土保持局土石流災害緊急應變小組
電話：0800-246246

緊急聯絡人電話

- 村長：詹明德 049-2974151、0921-663861

避難處所

- 親愛國小南大分校(可容納100人)
地址：仁愛鄉大安路87號
電話：049-2974032
- 親愛國小南大分校禮堂

直昇機起降點

- 地址：仁愛鄉大安路87號
電話：049-2974032

警消救護單位

- 警消救護所
地址：仁愛鄉高平路4號
電話：049-2974245
- 仁愛消防分隊
地址：仁愛鄉大同村仁利路91號
電話：049-2802712
- 仁愛鄉衛生所
地址：仁愛鄉大同村五福巷17號
電話：049-2802341
- 埔里榮民醫院
地址：埔里鎮榮光路1號
電話：049-2900833

方格線黑色數字為TWD97坐標
灰色數字為TWD67坐標

土石流警戒基準值：250mm
土石流歷史災害：民國92年杜鵑颱風、民國93年七二水災

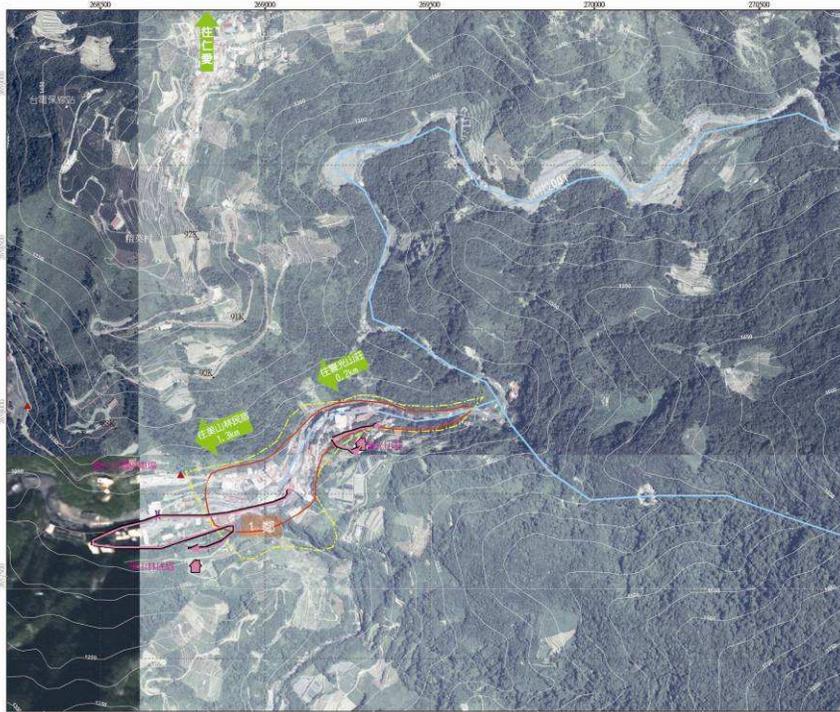
圖例

- 避難處所
- 直昇機起降點
- 土石流警戒標準位置
- 疏散避難路線
- 土石流潛勢溪流
- 土石流影響範圍
- 優先指示避難地區

行政院農業委員會水土保持局
96年8月製作

(資料來源：水土保持局)

圖 3-7 仁愛鄉親愛村土石流緊急避難路線圖



南投縣仁愛鄉精英村土石流防災地圖

災害通報單位

- 仁愛鄉災害應變中心 049-2802534#602
- 南投縣災害應變中心 049-2206252#756-759
- 水土保持局第三工程所緊急處理小組
電話：049-2221847
- 水土保持局土石流災害緊急應變小組
電話：0800-246246

緊急聯絡人電話

- 村長：詹明德 049-2970486

避難處所

- 嵐山曙光山莊(可容納90人)
地址：仁愛鄉精英村榮華巷45號
電話：049-2802529
- 嵐山林民居(可容納30人)
地址：仁愛鄉精英村榮華巷150號
電話：049-2803210、0912-653100

直昇機起降點

- 嵐山位禮亭忠塔
電話：0932-553398

警消救護單位

- 嵐山派出所
地址：仁愛鄉精英村榮華巷43號
電話：049-2802521
- 仁愛消防分隊
地址：仁愛鄉大同村仁和路81號
電話：049-2802712
- 仁愛鄉衛生所
地址：仁愛鄉大同村五福巷17號
電話：049-2802341
- 埔里榮民醫院
地址：埔里鎮榮光路1號
電話：049-2900833

方格線黑色數字為TWD97坐標
灰色數字為TWD67坐標

土石流警戒基準值：250mm
土石流歷史災害：民國76年洪水、民國83年杜鵑颱風、民國90年桃芝颱風

圖例

- 避難處所
- 直昇機起降點
- 土石流警戒標準位置
- 疏散避難路線
- 土石流潛勢溪流
- 土石流影響範圍
- 優先指示避難地區

行政院農業委員會水土保持局
96年8月製作

(資料來源：水土保持局)

圖 3-8 仁愛鄉精英村土石流緊急避難路線圖

3.2.2.4 安全管理計畫

藉由平時災前整備，對區域安全擬定管理計畫，包括：

1. 應變機制之建立

- (1) 訂定緊急動員計畫，明定執行災害應變人員緊急聯絡方法、集合方式、集中地點、任務分配、作業流程及注意事項等，模擬各種狀況定期實施演練。
- (2) 對土石流潛勢溪流應事先訂定土石流防災疏散避難計畫。
- (3) 加強災害應變中心（小組）設施、設備及防止、防制土石流災害之措施；且應考慮食物、飲用水等供給困難時之調度機制，並應確保停電時能繼續正常運作。

2. 災情蒐集、通報與分析應用之整備

- (1) 建立災情蒐集、通報體制建立，建置防救災相關通訊名冊。
- (2) 通訊設施之確保。
- (3) 災情分析應用，平時應蒐集防災相關資訊，建置災害防救資訊系統，並透過網路及各種資訊傳播管道，供民眾查閱。

3. 搜救及緊急醫療救護之整備，屬防救災體系之工作，應依地區可能災害特性，提出需求的說明。

4. 避難收容之整備，屬防救災體系之工作，與計畫區應依調查所得之結果配合辦理。



3.3 各部落所在地的地形與地質特性

3.3.1 北港溪中上游

北港溪在梅仔崎以上，有眉原溪匯入口的沖積扇，眉原沖積扇(如圖 3-9)左右兩扇均齊，扇頂高度拔海 400 公尺，拔河 50 公尺。此扇已被切割，扇面下成為河岸段丘面，其最下段者，段丘崖露出基盤岩石，呈岩石段丘。右扇後緣山腳似為斷層崖，三角切面甚發達，此斷層崖延長至左扇之後面；故本沖積扇乃為形成於斷層崖下之沖積扇。

更上游有黃肉溪匯入的沖積扇，黃肉溪沖積扇(如圖 3-10)之左右兩扇亦大致整齊，右扇上有眉原社，左扇上有中原社。右扇扇頂拔海 480 公尺，拔河 70 公尺，扇面已被切割，扇端形成兩段之段丘面，其下崖露出基盤岩層。黃肉溪岸之切割扇面一部分露出基盤岩層，約有 10 公尺；故沖積扇砂礫層之厚度比扇頂比高較薄。

上述之眉原沖積扇群，以地形面看時，應屬於低位段丘無疑，切割扇面之河岸段丘亦為低位段丘面。高位段丘，於國姓以下之中流部分雖不顯著，但於國姓以上之中游部卻到處有其蹤跡。高位段丘面分佈於上列各扇面之上位高處。黃肉扇右扇上方(即眉原社上方)有高位段丘面。阿冷沖積扇之對岸(即北勢溪南岸)低位段丘群之上亦有比高 70~80 公尺，段丘崖 40~50 公尺之高位段丘面，連續性相當大(如圖 3-11)。

眉原沖積扇現有清流部落並有泰雅渡假村等設施，環境相當良好，眉原溪下切作用旺盛，部分用地為現代沖積扇應注意土石問題(如圖 3-12)。黃肉沖積扇右扇有眉原社，開發較早，左扇為中原社，後方上游山杉溪，土石搬運量大，有土石流危機。



(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-9 眉原沖積扇



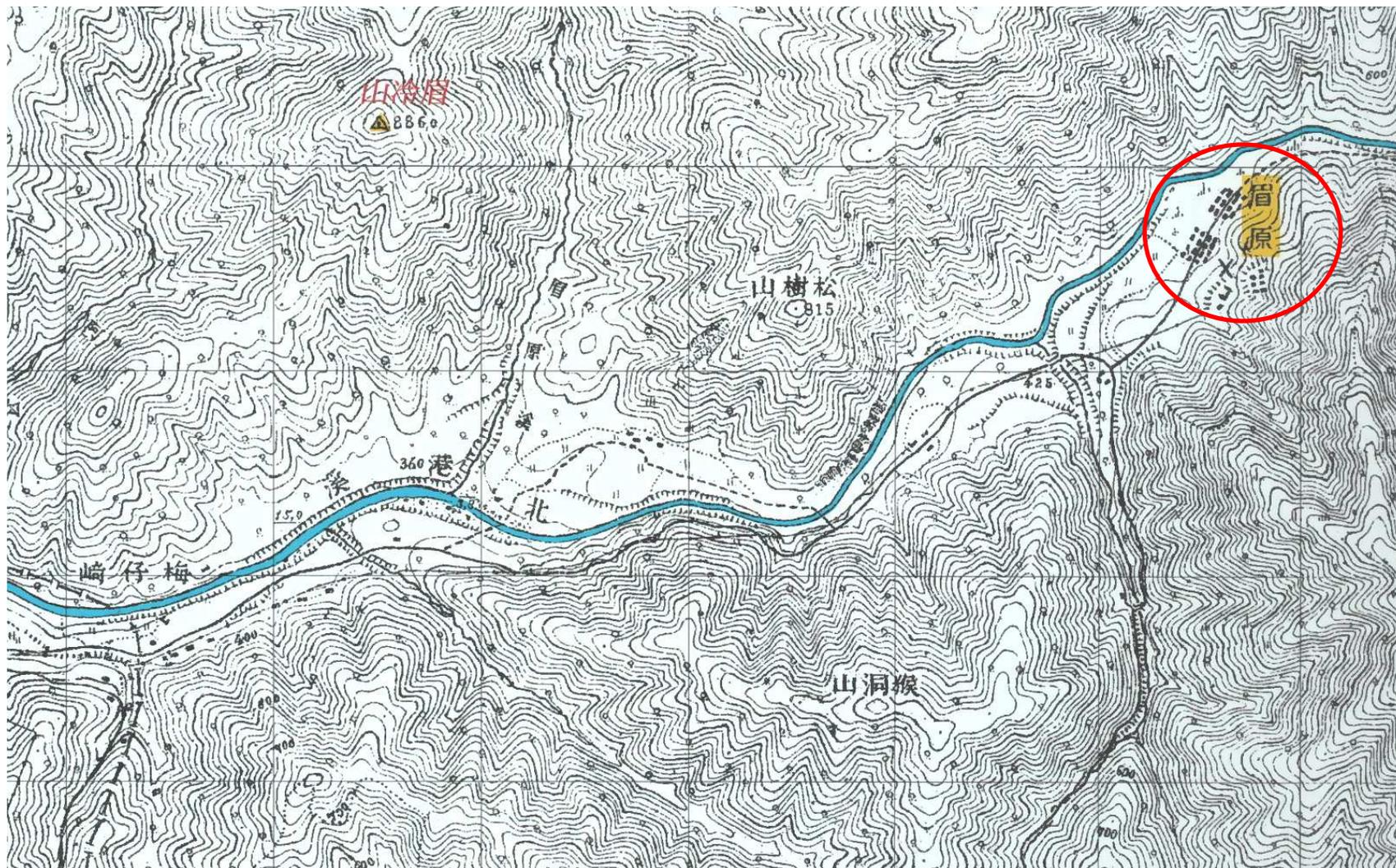
(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-10 由中原看黃肉沖積扇。扇端被兩段之河岸段丘切割。右扇上方有高位段丘面(LT 面)。前面之房屋為中原村



(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-11 阿冷沖積扇與對岸之高位段丘



圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，“日治時期五萬分一台灣地形圖新解”

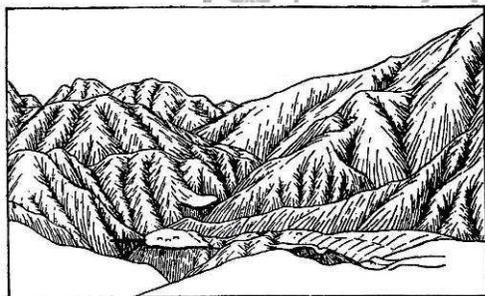
圖 3-12 北港溪眉原附近日治時期地形圖

南港溪上游之河谷地形可見，眉原至瑞岩(Basitobaon 社)間 20 公里之東西流路，河床甚狹，呈峽谷之連續；此地峽谷與大甲溪之久良屏峽及登仙峽相似，因岩層對河蝕抵抗力特大而形成者(如圖 3-13)。

此峽谷帶中並無低位段丘面，但臨谷之稜線端，小角階(Eckflur)甚發達，其最下端有比高數十公尺之平坦面，似屬於高位段丘面；中興大學的惠蓀林場內亦有比高 100 公尺之舊河道，係另一高位段丘面。

瑞岩以上之上游，北港溪由東西流路折向北北東，與大甲溪之匹亞南(Piuanan)通谷呈平行流向，似在證明北港溪上游亦如匹亞南通谷，成一斷層線谷。

瑞岩之發祥溪合流點，至帖比倫(Tebirun)溪之合流點，約 3.5 公里之間，稍呈寬闊之溪谷平原，低位段丘甚發達。帖比倫社舊址乃位於此等低位段丘之上，故此段丘稱曰帖比倫段丘(如圖 3-14)。帖比倫段丘之北端，帖比倫溪由西北方匯流，形成與大甲溪佳陽同樣之沖積扇；此沖積扇已被切割而段丘化，成為扇狀段丘，故有帖比倫扇狀段丘之稱。沖積扇扇面之上端，於左岸高度 1200 公尺，比高 200 公尺，於右岸高度 1120~1200 公尺，比高 120~200 公尺。於其左岸，沖積扇上方有另一平坦面，高度約 1300 公尺，於其右岸，扇端有三段之河岸段丘；第一段與扇面間之斷崖崖高有 30~40 公尺，第一段與第二段間之段丘崖高 10~20 公尺，第二段與第三段間之段丘崖高 5~10 公尺，此等地形面中，扇面與其上位之平坦面屬於高位段丘面，切割扇面之段丘面屬於低位段丘面。



(資料來源：林朝榮，1957)

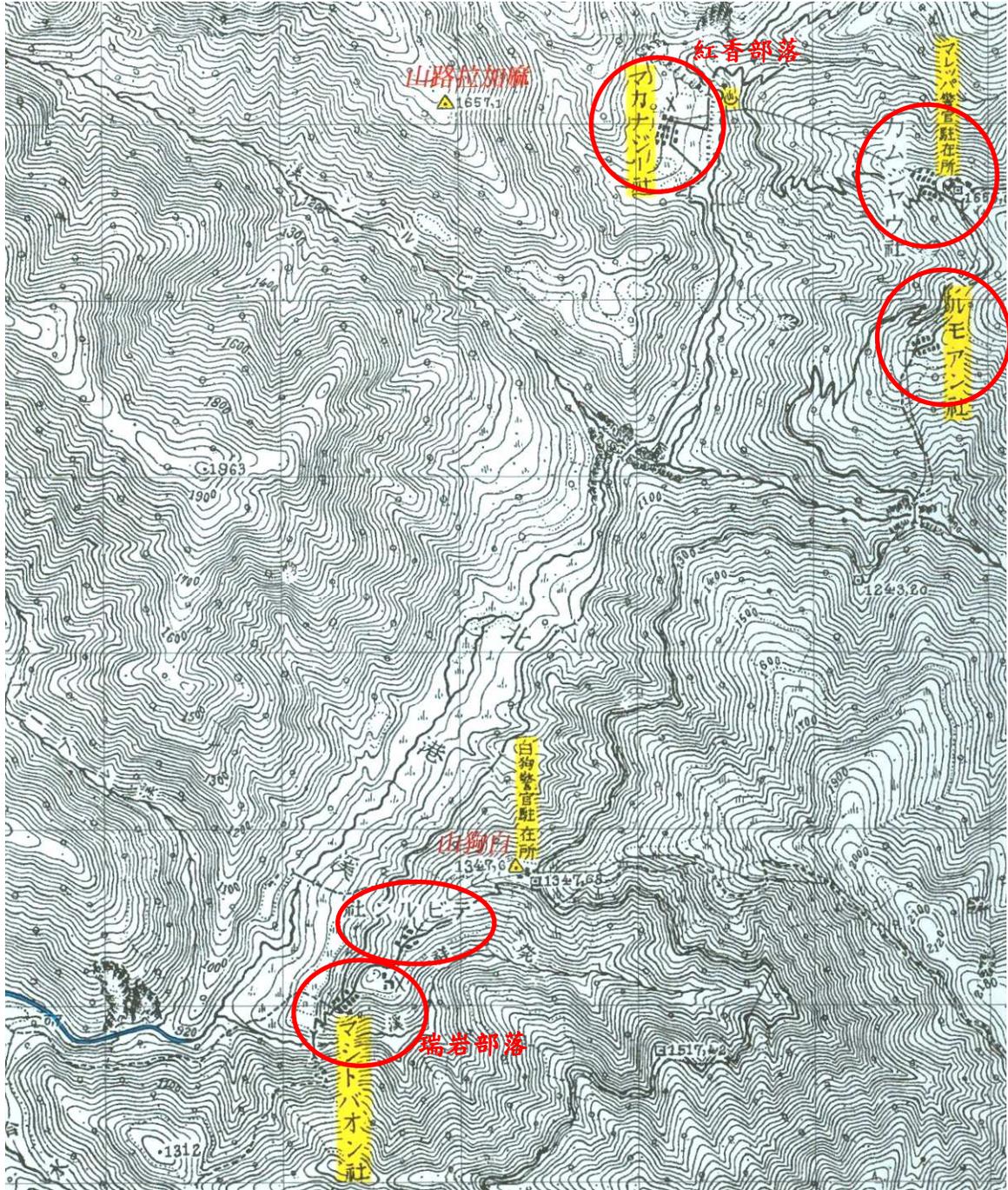
圖 3-13 由白狗追分間眺望瑞岩。前面稍左側之房屋為瑞岩左側遠方之尖峰為守城大山。



(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-14 由白狗駐在所看帖比倫扇狀段丘

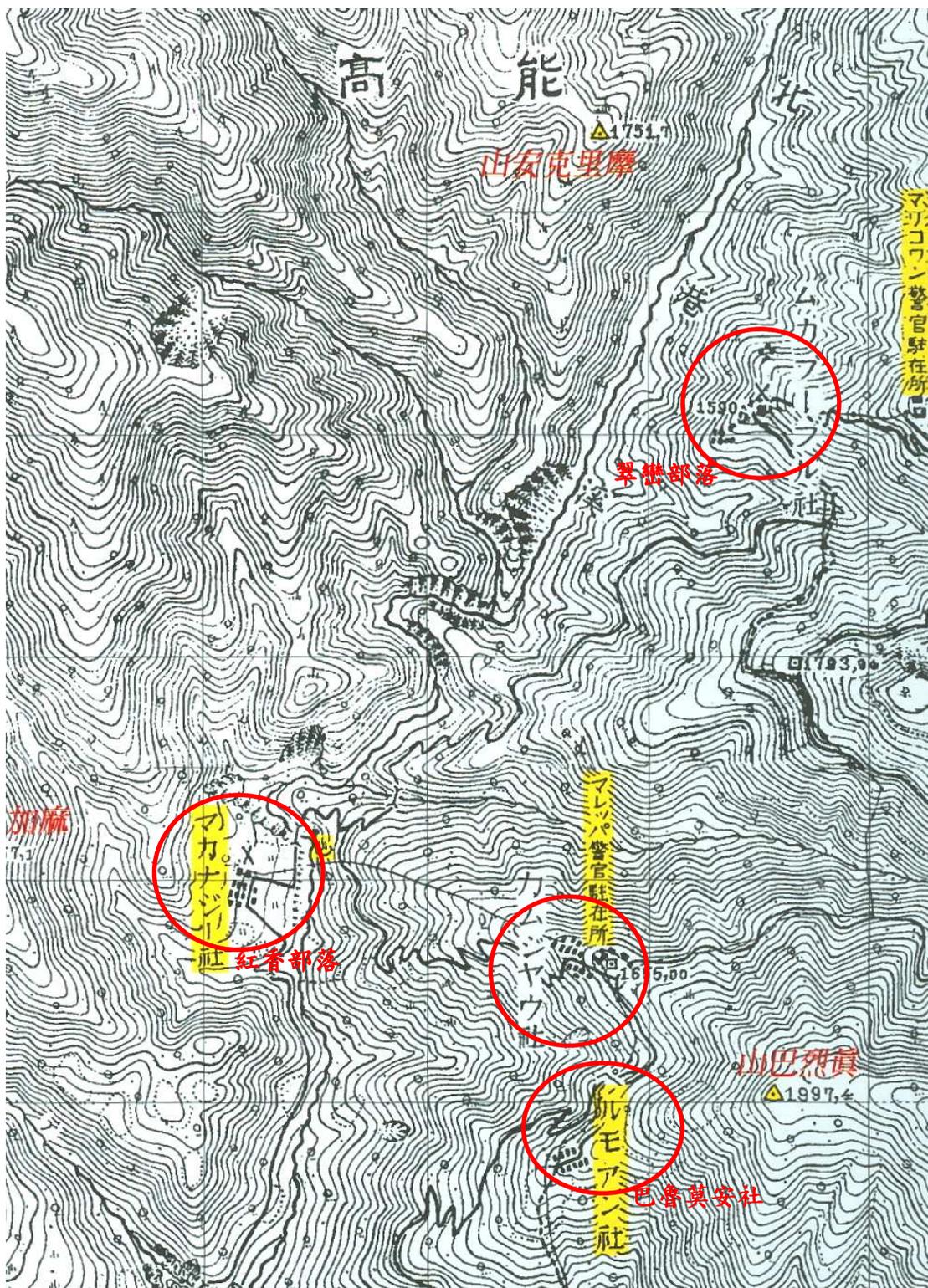
沿著北港溪上游到了瑞岩溪谷以上有一段極廣闊的現代沖積地，為瑞岩部落(マシトバオン社 mashitobaon)，基本上居住沿著稜線角階地。再上游有マカナジー社(makanaghin)，紅香部落及巴魯莫安社(ペルモアン社 barumoan)，力行部落及更北のカムジヤウ社(kamughiyau)皆為位於坡面上之稜線位置(如圖 3-15)。



圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，“日治時期五萬分一台灣地形圖新解”

圖 3-15 北港溪上游瑞岩附近日治時期地形圖

北港溪最上游的翠巒部落，原名ムカブール社(mukaburaru)，翠巒社為崩積地形，尚安定(如圖 3-16)。



圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，“日治時期五萬分一台灣地形圖新解”

圖 3-16 北港溪上游紅香部落等區域日治時期地形圖

3.3.2 霧社水庫上游區域

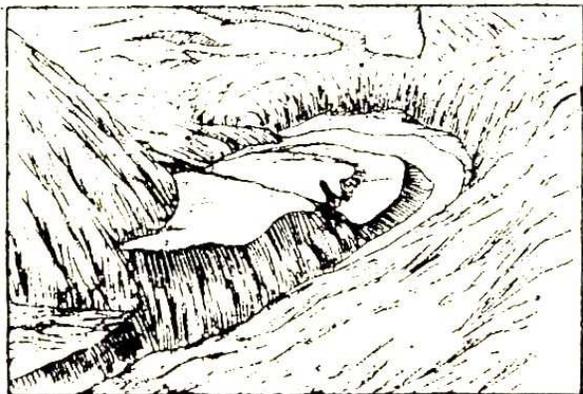
依台灣地形一書中所述，霧社水庫次集水區位於台灣中部濁水溪上游，按其地質區分，水庫區域附近出露之地層屬中央山脈西翼第三紀亞變質岩區之中新世廬山層，主要岩性包括硬頁岩、板岩和千枚岩與薄層砂岩互層。

依據相關之地質文獻，梨山斷層為霧社水庫次集水區範圍內唯一之主要斷層，呈北北東—南南西方向延伸。地質上，本斷層係劃分中央山脈地質區與雪山山脈地質區之主要構造線，通過霧社次集水區。

濁水溪與眉溪間，霧社附近之稜線，被兩溪緊扼，呈狹隘之山稜；於霧社附近，其高度亦降低。故於地形上，霧社乃屬於一個風隙(Wind gap.)或風谷，稱曰「霧社風隙」。考究高位段丘形成時之河流系統，推估過去發生河溪間之河流襲奪現象。

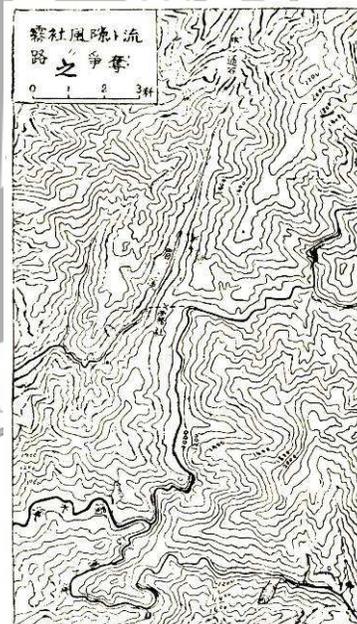
霧社風隙北北東與南南西之山稜上，有角階狀平坦面。此等平坦面之形成，由河流之襲奪現象始能解釋；即原來霧社以上之濁水溪上游，均屬於眉溪河系；然後被截頭，始由合流曲流(Mündungsmäander)而形成角階狀平坦面。

此種角階，於霧社，高度 1150 公尺，比高 180 公尺(I)；於巴蘭(Paran)社，高度 1200~1260 公尺，比高 240~300 公尺(II)及高度 1340~1400 公尺，比高 390~450 公尺(III)；於霧社北方亦有高度 1360~1400 公尺，比高 420~460 公尺(III)等之面。



(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-17 霧社河谷平原北端左岸河曲部之滑走坡面段丘。此三段之段丘均屬於低位段丘



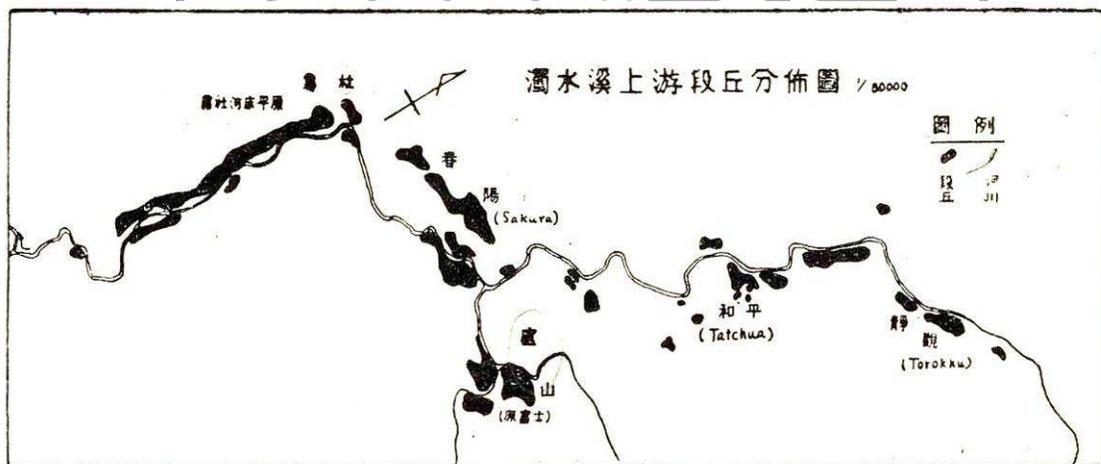
(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-18 霧社風隙與河流流路之襲奪情形(富田原圖)

另於霧社稜線上，霧社之南部與北部均有比前述之角階更高位之緩起伏面。南方有高峰駐在所址附近之 1440~1540 公尺面，北方有見晴駐在所址附近之 1700 公尺面及見晴立鷹間之緩坡面。此等地形面，位置甚高，由現河流流路之位置視之，不得認為係「角階」，故姑認為赭土緩起伏面(即 LH 面)，即為清境農場主要土地利用的區域。

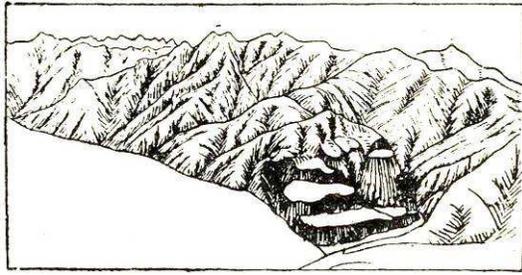
霧社以上之上游，殆呈連續之峽谷，廬山(富士社)、和平(塔烏查 Tatchua 社)、及靜觀(托洛庫 Tarokku 社)等之村落均建設於狹隘之段丘上。塔烏查段丘高度 1300 公尺，比高 90 公尺；托洛庫段丘以四段之段丘所成，第一段高度 1700~1800 公尺，比高 380~480 公尺，第二段高度 1600 公尺以高 280 公尺；第三段高度 1500 公尺，比高 180 公尺；第四段高度 1420 公尺，比高 100 公尺(如圖 3-21、圖 3-22)。其中，上位兩段，台地面呈緩慢傾斜，屬於高位段丘面；下位兩段，相當於低位段丘面。

霧社東方 2~3 公里之處有春陽村落(即櫻 Sakura)，此處有舊谷之殘址，比高約 200 公尺，似為切斷曲流(Cut meander)之流路遺跡，其谷底應與霧社風隙之高位段丘面對比。春陽之小山(花岡山)似切斷曲流所形成之環流丘，但如今濁水溪本流流路又改為該丘之南側，本丘亦成為「癒著丘」。本丘最高點拔海 1240 公尺，拔河 440 公尺，係本省環流丘之最高者。春陽之大小四個村落均分佈於該癒著丘北方之舊河床上(如圖 3-23)。



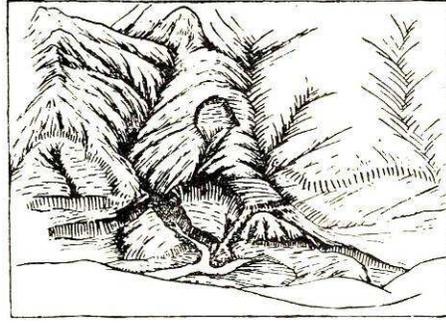
(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-19 濁水溪上游之河岸段丘



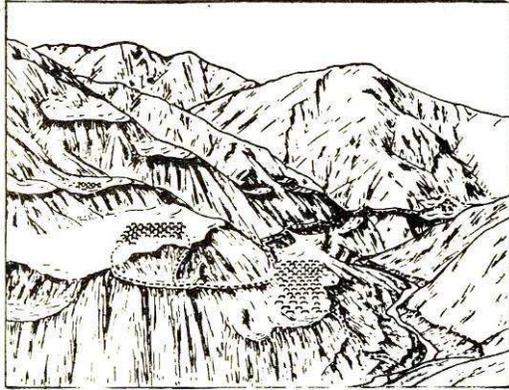
(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-20 由追分看靜觀段丘。1 能高山；
2 奇萊南山；3 奇萊主山。



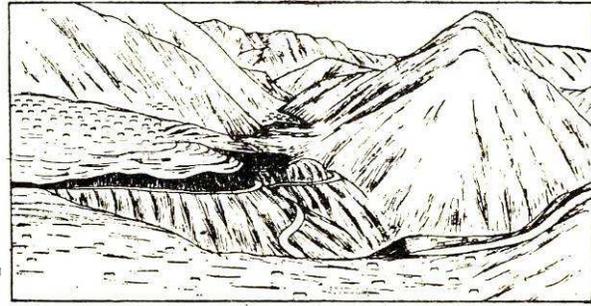
(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-21 春陽(櫻, Sakura)附近之塔羅丸
(Tarowan)社舊址



(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-22 濁水溪上游靜觀(Torokku)附近
之河階。高山同胞之村落分佈
於 Sado, Busi 等之三個河階上



(資料來源：林朝榮，1957)

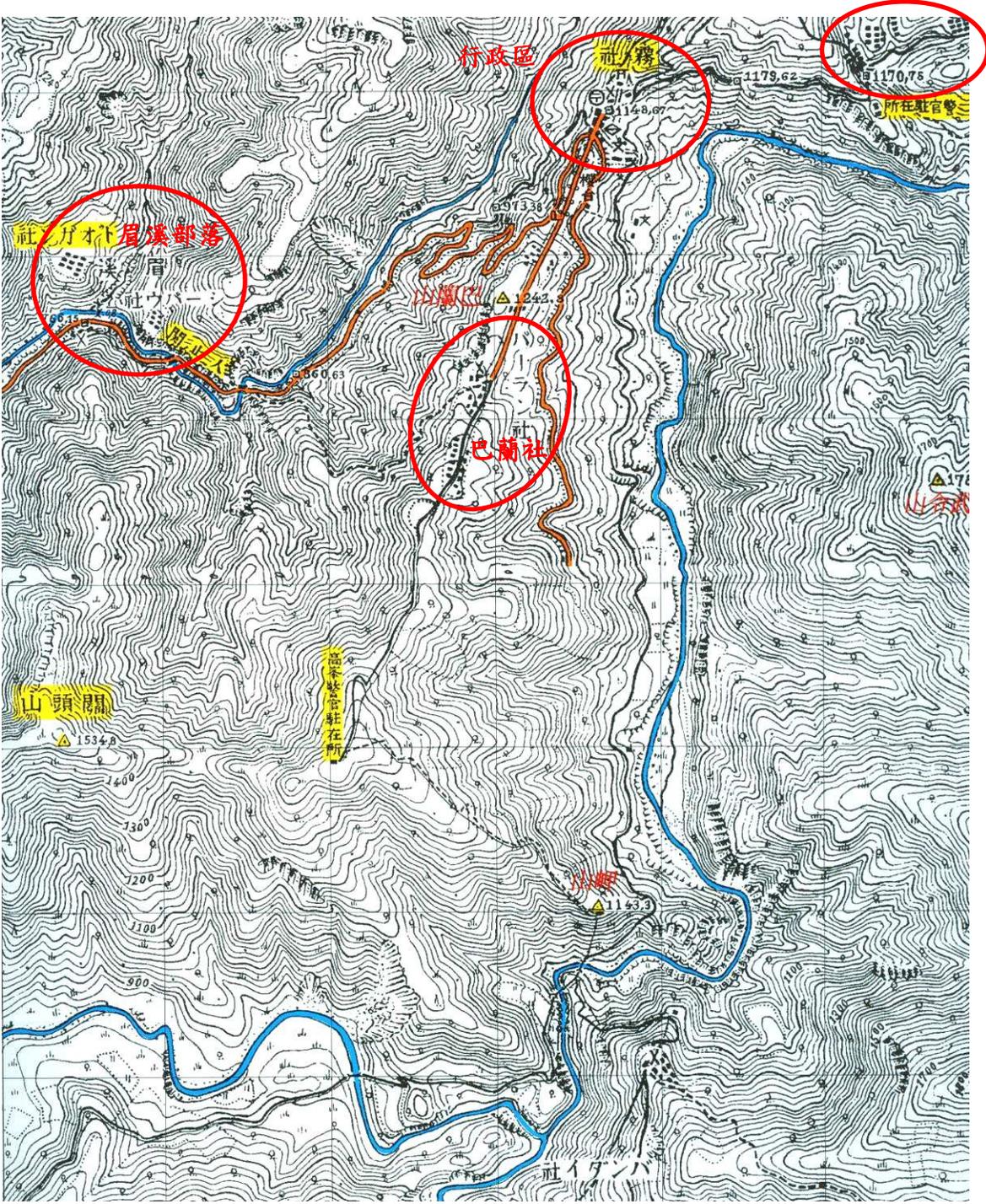
圖 3-23 春陽村落與環流丘之花岡山。濁水
溪一度順春陽村附近之現公路
流，花岡山遂成為環流丘；但如今
濁水溪已順舊流路灌流，花岡山又
與北方山地連接，成為癒著丘。

區域內主要的部落有霧社原有バーラン社(baran)，沿巴蘭山稜線居住，現霧社為後開發之交通樞紐，現多開發為農地，而霧社本身則相當擁擠，目前有邊坡穩定的問題。霧社西方為眉溪的上游，而東邊則為濁水溪。南豐村眉溪部落原有シバウ社(shibau)及トオガン社(tookan)分別居住眉溪兩岸，居住地為高位河階，如圖 3-24。現眉溪部落居於北港溪左岸的低位河階，應是為了交通方便。

霧社往上游走，有櫻社為現今春陽與頂春陽至櫻山部分。往東北向沿稜線有見晴山一系列為清境農場範圍屬大同村和霧社相同。一路之開發沿著嶺線，造成下坡面極大的負擔，力行產業道線前段的土石災害源頭，均來自於上邊坡的開發(如圖 3-25)。

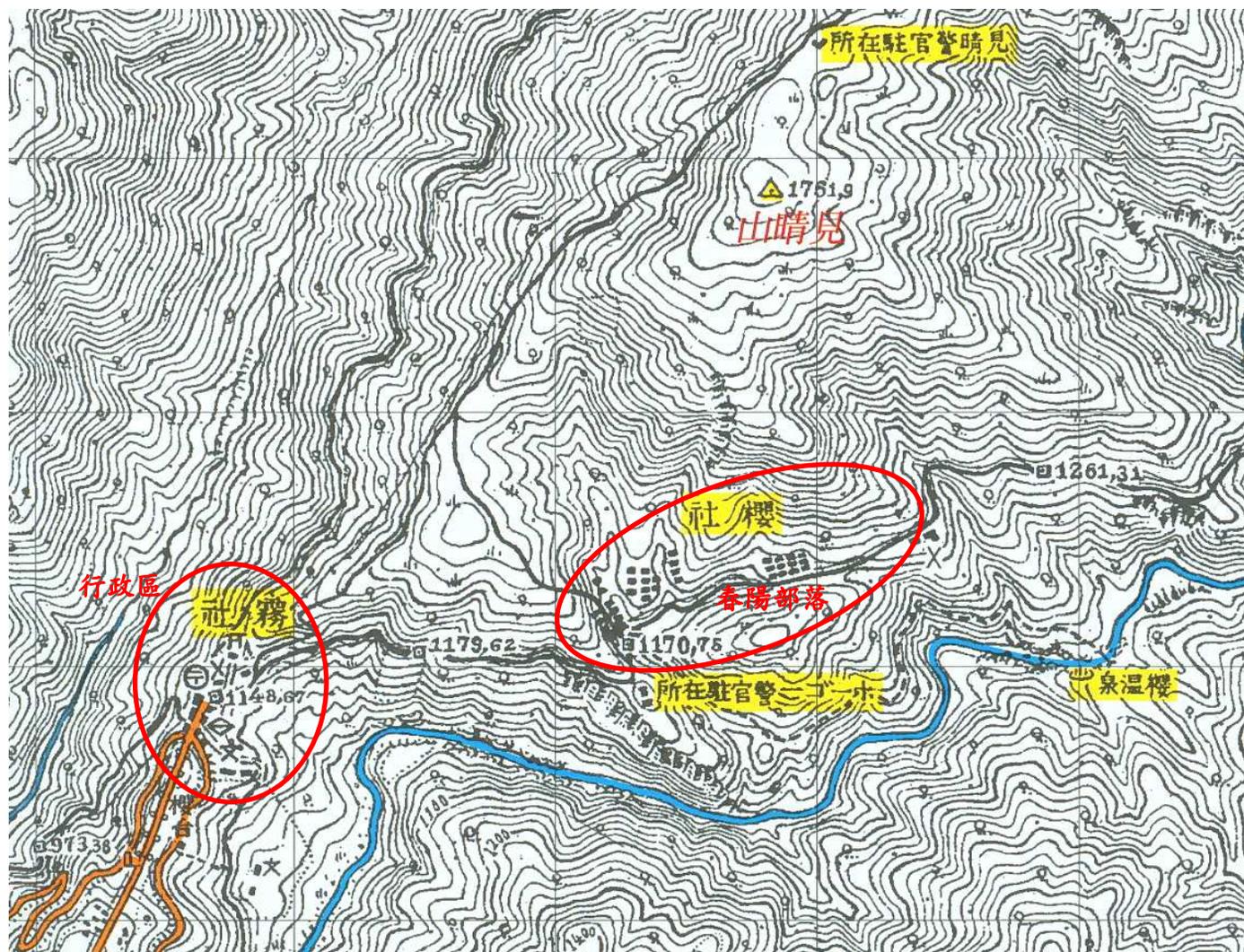
霧社經春陽再往西則為廬山部落原為富士社，居住於崩落後的坡面，再往上游則有平靜部落為タウツア社(Tautsua)(塔烏查社)，座落在高位河階地，但範圍不大(如圖 3-26)。

再往上游則有平生及靜觀部落，靜觀為原トロツク社(torotsuku)，平生則只有少數幾戶(如圖 3-27)。



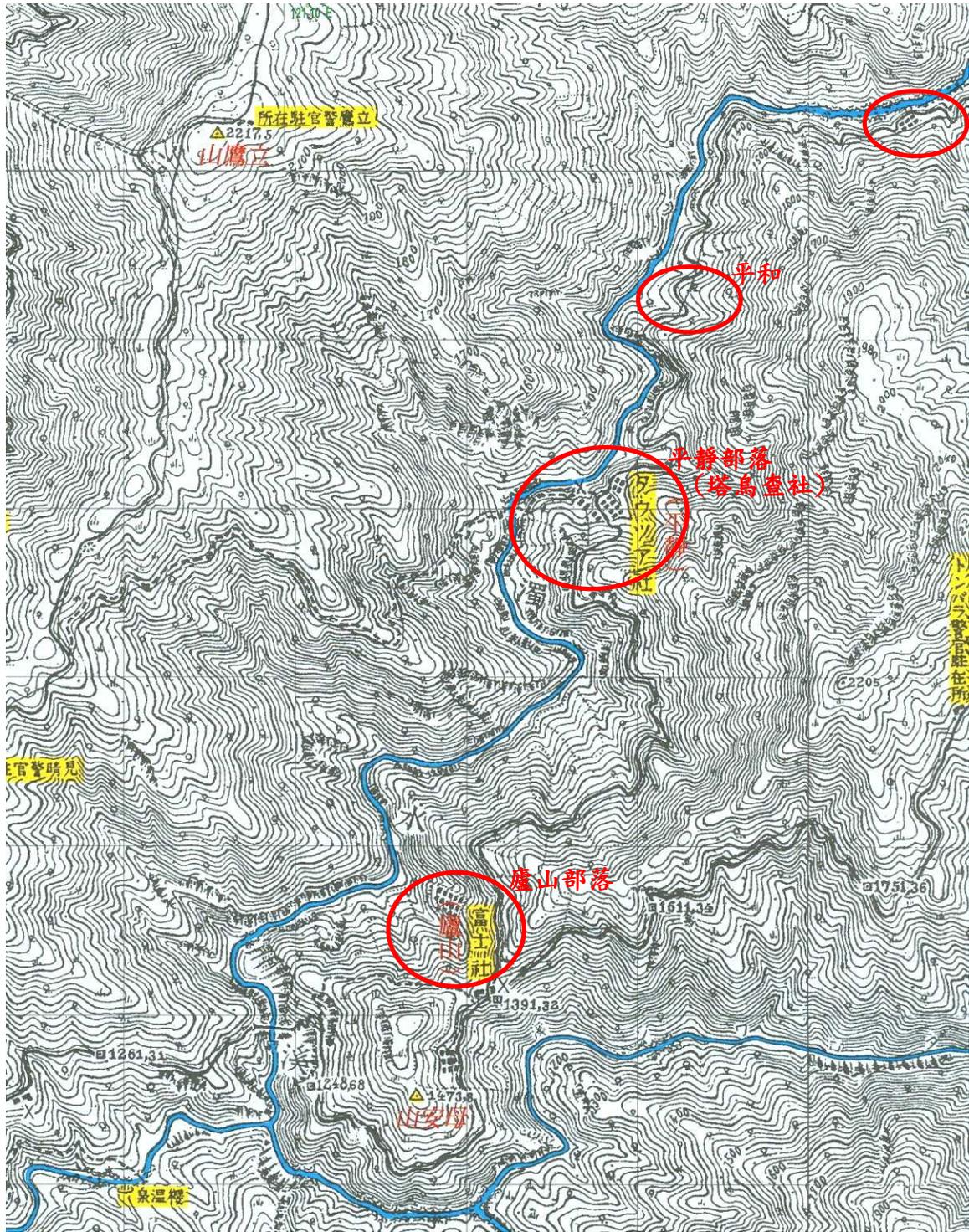
圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，“日治時期五萬分一台灣地形圖新解”

圖 3-24 霧社水庫原址附近日治時期地形圖

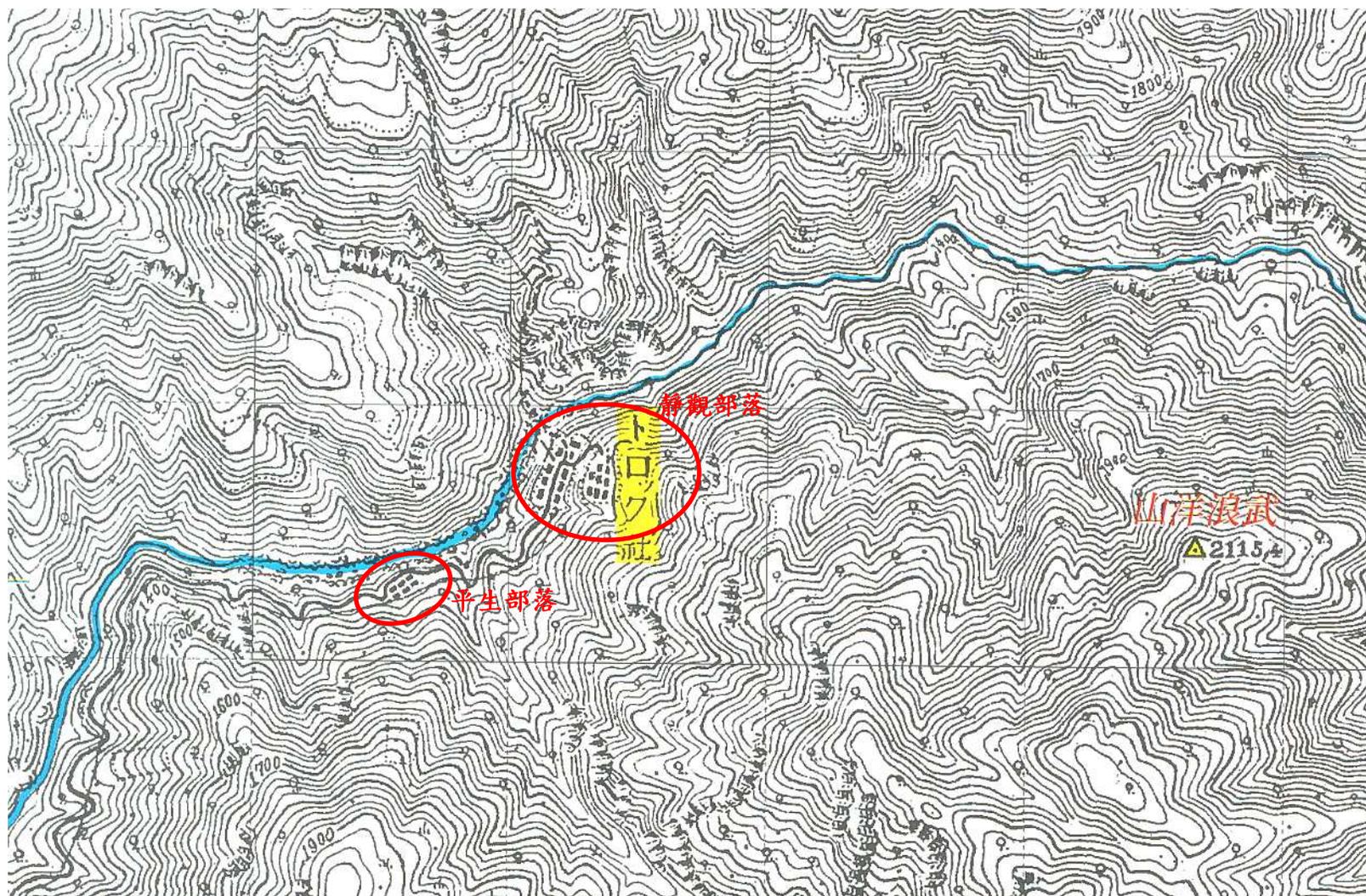


圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，「日治時期五萬分一台灣地形圖新解」

圖 3-25 春陽部落附近日治時期地形圖



圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，“日治時期五萬分一台灣地形圖新解”
圖 3-26 仁愛鄉精英村附近日治時期地形圖



圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，“日治時期五萬分一台灣地形圖新解”

圖 3-27 平生、靜觀部落附近日治時期地形圖

平靜至靜觀間濁水溪河谷地質及邊坡穩定現地調查結果如下：

投 85 線公路沿濁水溪上游河谷的左岸邊坡蜿蜒而上，沿線共經過精英村的平靜、平和以及合作村的平生、靜觀等四個賽德克族聚落。由於此四個聚落不論在部落居住地、保留地方面皆有相近的地質背景及地形特色，且共用投 85 線做為進出道路，故合併調查與討論。

1. 地形特色

本地區的河階地形相當發達，並且在各部落分布及開發上扮演關鍵角色。在林朝棨「台灣地形」一書中關於本地區河階台地的描述，將靜觀一帶的河階區分出四階，含二層高位階地與二層低位階地。根據仔細判釋的結果，本地區的河階地至少可區分出六階，含三層高位階地(HT1、HT2、HT3)與三層低位階地(LT1、LT2、LT3)，各代表不同時期的河川基準面。其中，LT3 面為最靠近現有河床面的階地，比高僅約 15 公尺，僅在平靜下游左岸及靜觀一帶出現；最高的階地為 HT1 面，位於靜觀附近高程 1700 公尺以上之區域，階地面本身已呈緩傾斜狀態。平靜、平和以及平生皆位於同一低位階地上(LT1)，靜觀的上下兩部落則分別座落於高位階地(HT3)及低位階地(LT2)上。(圖 3-28 及圖 3-29)

整體而言，本地區的河階多位於濁水溪的東側，西側地區僅零星分布在平靜及平和一帶的對岸山坡。本地區的聚落多分布在各階地上，人為開發區也常以此為基本向外擴張，因此河階台地可謂主導本地區人文景觀之最重要地形因素。

2. 地質

本地區分布之地層主要為廬山層的春陽段，岩性以暗灰色的板岩為主，偶夾薄層細粒變質砂岩或粉砂岩，局部出現厚層變質砂岩。本地區板岩的質地堅硬，劈理面相當發達，越靠近地表者，劈理面張開程度越明顯，並多呈風化狀態，部分劈理發達區並發生重力潛移現象，使劈理呈現褶皺狀。板岩區通常有二組以上的節理，部分節理中有石英脈充填，但一般而言並不十分普遍。

本地區並未發現明顯的地質構造，一致的板岩劈理位態為區域最優勢的構造線。板岩劈理面的位態大致為北偏東 10 至 40 度，向東南傾斜 30 至 60 度。局部地區因地表潛移、變動等因素，也可測量到低角度的劈理傾角。

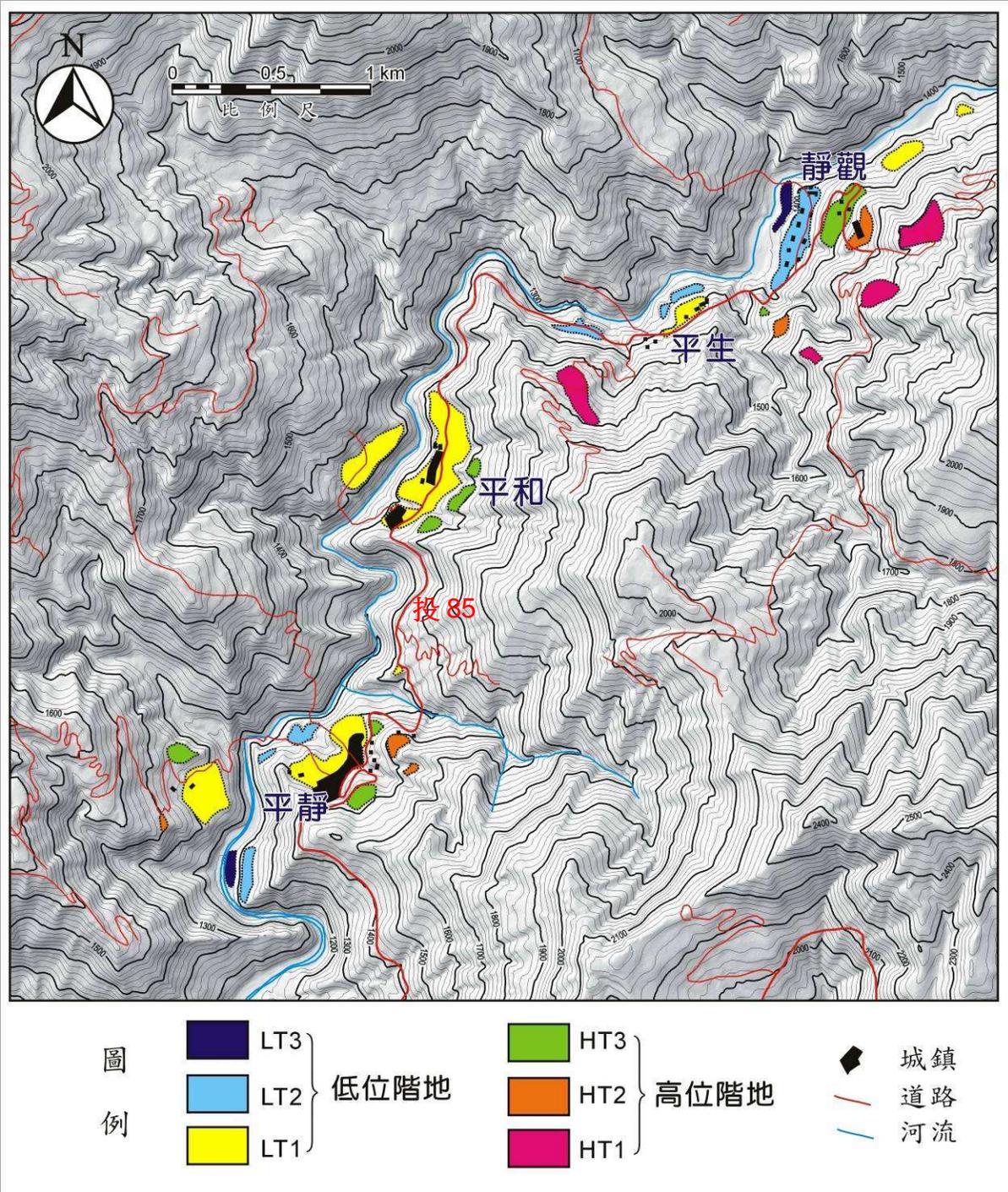


圖 3-28 濁水溪平靜至靜觀間階地分布圖

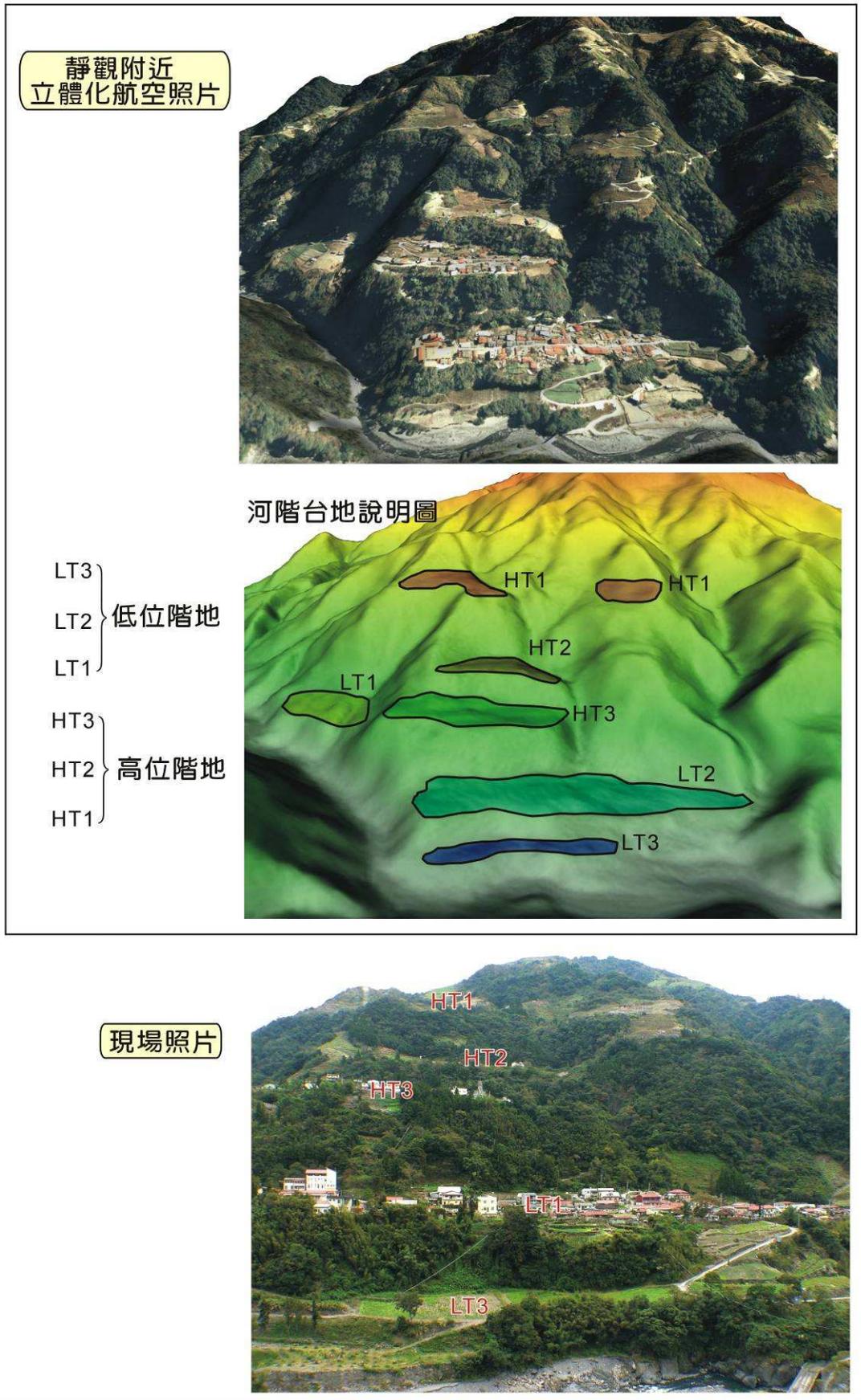


圖 3-29 靜觀附近階地分布圖

3.邊坡穩定

由於區域的板岩劈理或層理位態為向東南傾斜，使本地區的濁水溪東側的左岸地區多形成逆向坡，而西側的右岸地區則常形成順向坡。圖 3-30 為 SPOT5 衛星影像所判釋出之本地區崩塌地分布圖，由圖中可發現，右岸地區的崩塌地明顯多於左岸，顯示本地區的河谷西側邊坡為較不穩定的邊坡，順向坡也多分布於此區。

(1)濁水溪東側地區

本地區最重要的進出道路投 85 線公路，皆是沿著東側邊坡行進，其道路邊坡也多屬逆向坡。根據實地調查的結果，道路邊坡露頭的地質弱面主要為劈理面，其次則為節理面，層面則甚為少見。劈理面屬板岩中的次生構造面，野外裂面間距通僅數公分至一公分以下，相當密集。因板岩的岩性堅硬，在構造作用下，也常產生脆性破壞的節理面。本地區的節理面很常見，通常有兩組以上，一般而言會具有一組走向節理與一組傾向節理。走向節理係指其走向與劈理走向相近的節理，但其傾向通常與劈理傾向相反；傾向節理則為走向與劈理傾向相近者，其傾斜角度通常較大。圖 3-31 為投 85 線邊坡及弱面調查分析的結果，並未見明顯的不利因素，且這些邊坡野外所見自立性皆相當良好，因屬板岩區，也不易產生大型的落石，可稱得上是穩定邊坡。

本地區除了板岩外，另一常出現的岩性，即是分布於各階地面附近的礫石堆積層。這些礫石堆積層多是由角礫狀、次角礫狀到次圓形礫石，充填未膠結的砂、泥或黏土所組成，由於其組成較鬆散，不若板岩之堅硬，常在豪雨下發生崩塌，其破壞型式以圓弧型或類圓弧型破壞為主。這樣的邊坡破壞情形可見於平靜部落上方及投 85 線公路的部分邊坡。(圖 3-32)

整體而言，本地區邊坡屬板岩岩層所組成者，多半屬較穩定的邊坡；而以礫石堆積層(階地堆積或古老崩積層)為主要組成之邊坡，則有可能在豪雨沖蝕下發生崩塌，造成災害。

(2)濁水溪西側地區

本地區屬於河流的右岸，因區域劈理或層理位態為向東南傾斜，因此許多邊坡遂形成順向坡，崩塌地也特別發達。因為本區的順向坡是因板岩劈理所造成，邊坡破壞的模式也多是破碎板岩岩塊沿著既成弱面滑落，並堆積於坡趾處之型式，較少見沉積岩區常見的大型砂岩體滑落現象。(圖 3-33)西側邊坡除了順層滑動之破壞型式外，部分蝕溝發達地區崩塌地也相當發達。此外，地層軟弱破碎處，也易在地表逕流或河川的沖刷下，發生破壞現象。同時，軟弱的地層

也會與既成弱面同時作用形成楔形的破壞區。(圖 3-34)

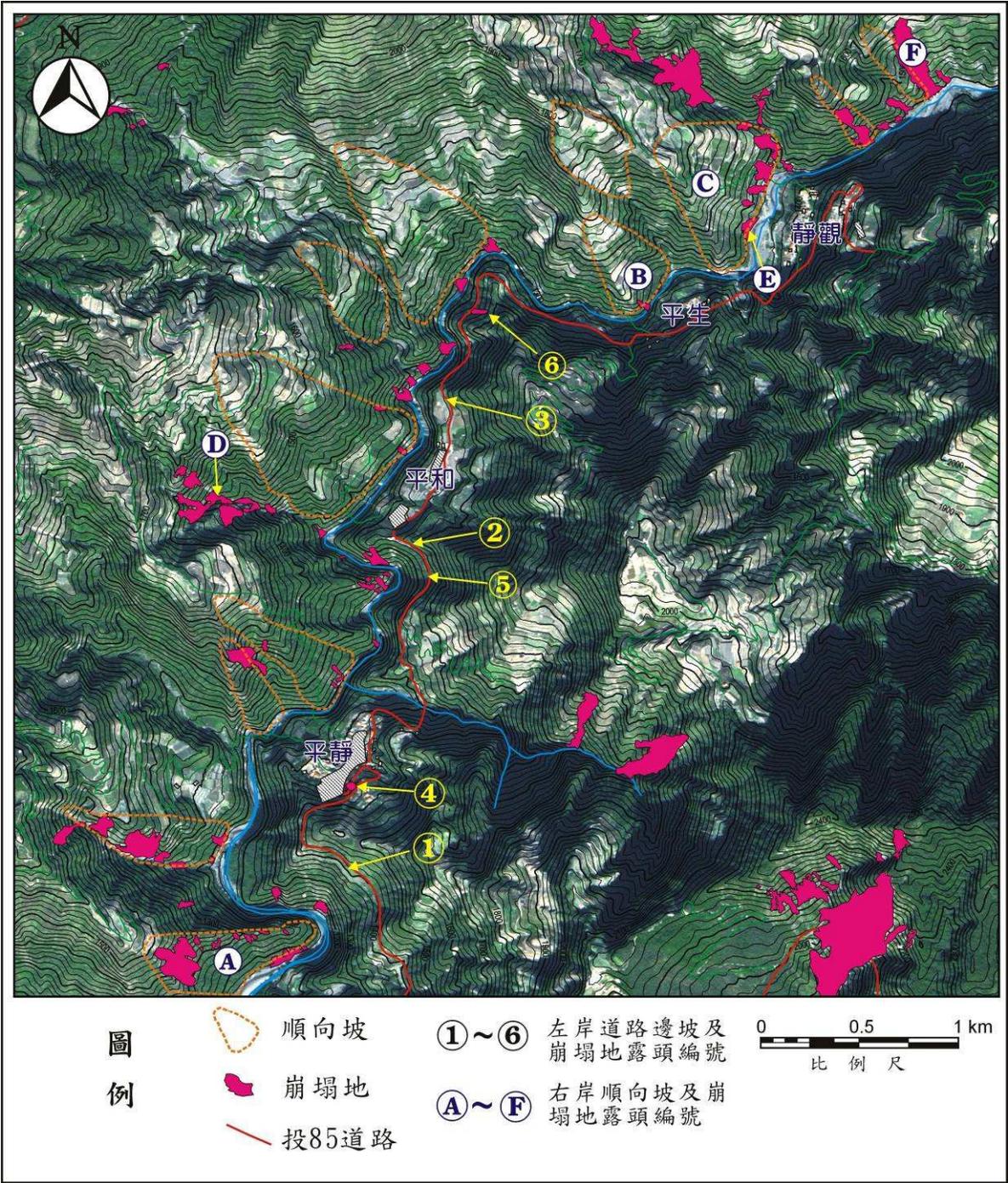


圖 3-30 平靜至靜觀間崩塌地及順向坡分布情形

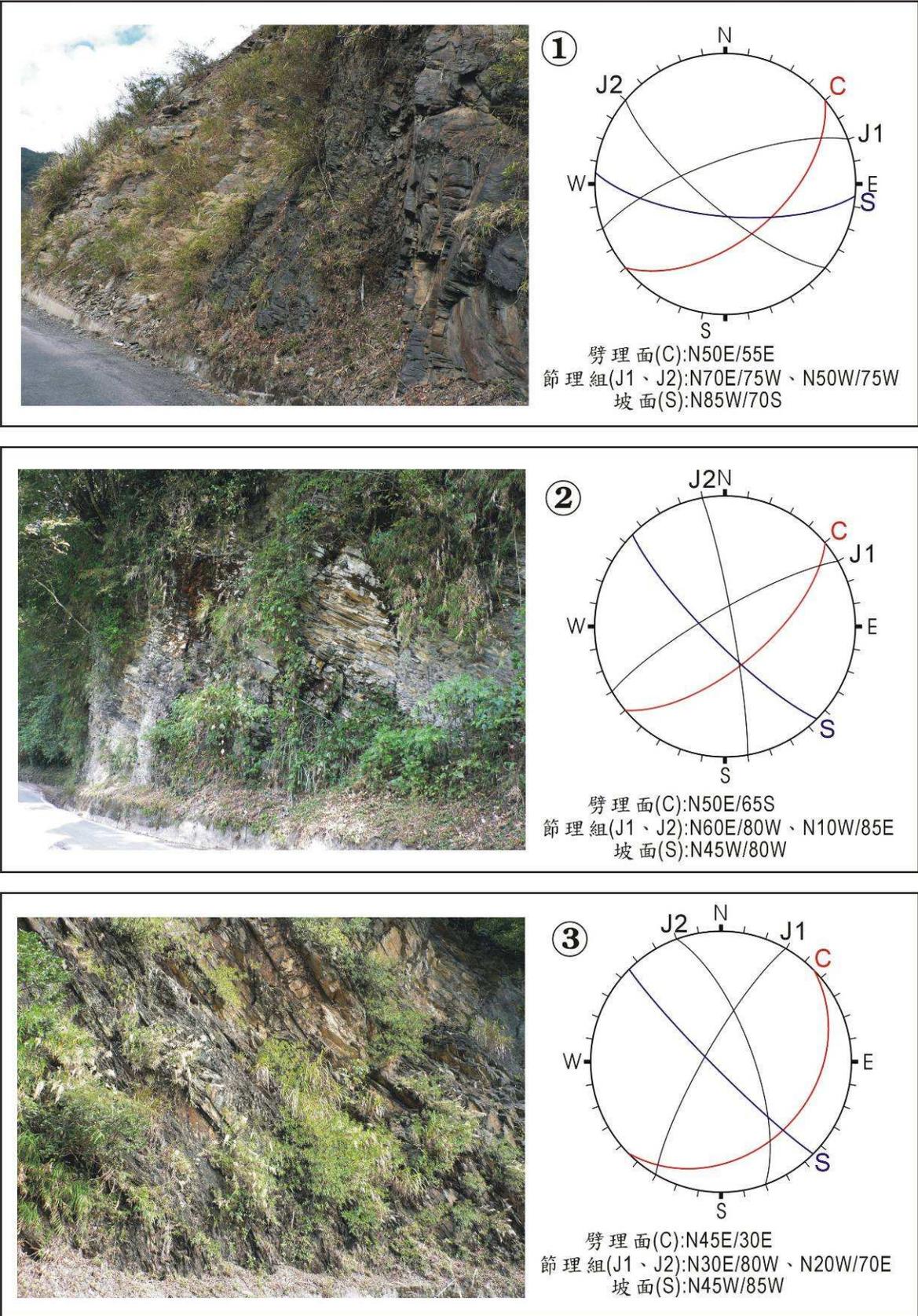


圖 3-31 平靜至靜觀間投 85 線道路邊坡露頭弱面分析



④

平靜部落後方階地礫石層
邊坡的圓弧型破壞。



⑤

投85線4K公路下方邊坡，
由崩積層所組成，因地表
沖刷及下方河道的的側蝕
作用，造成邊坡破壞。



⑥

平和至平生間投85線公路
的礫石層邊坡，所產生的
破壞情形。

圖 3-32 平靜至靜觀間濁水溪東側邊坡破壞情形



圖 3-33 平靜至靜觀間濁水溪西側順向坡及其破壞情形

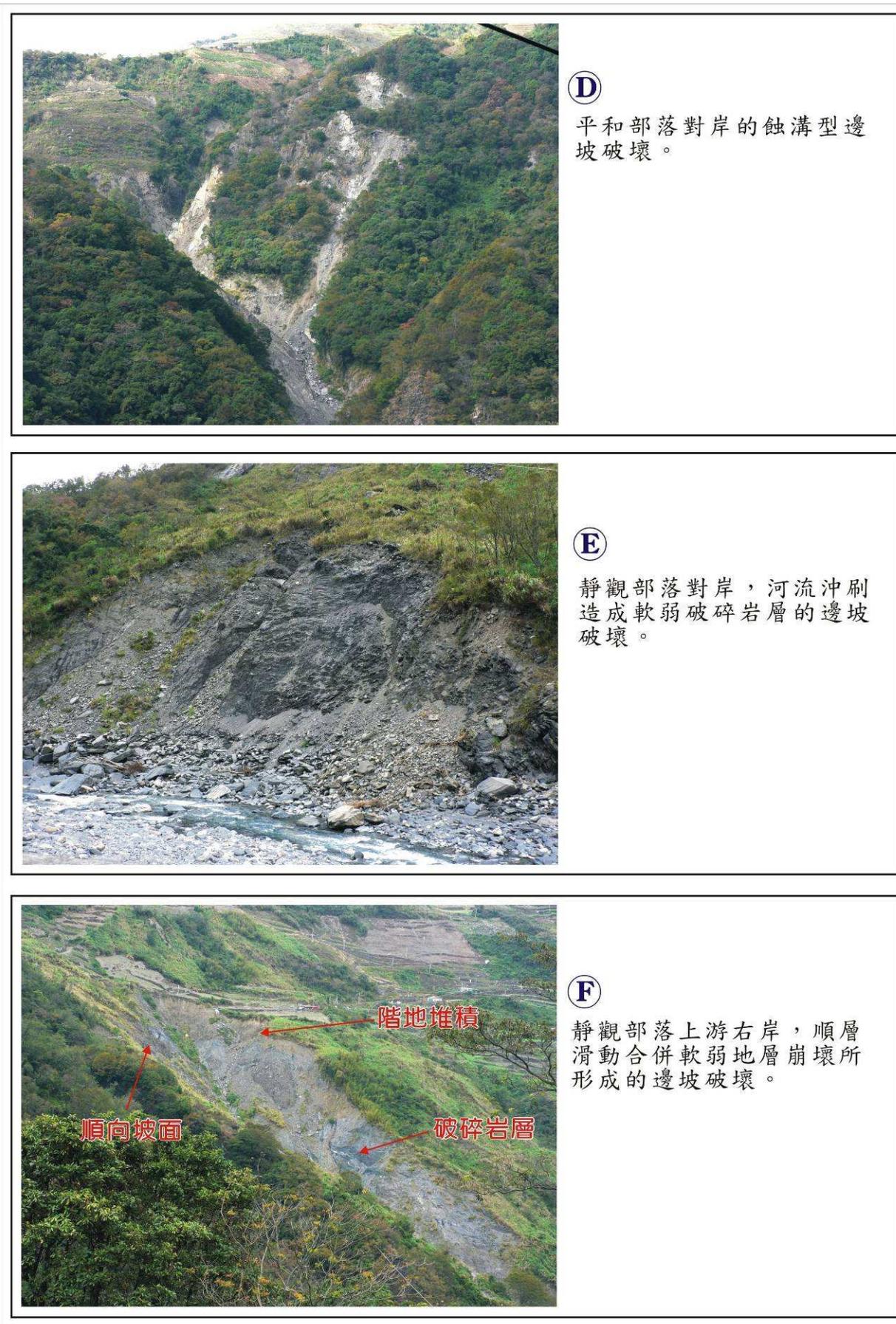


圖 3-34 平靜至靜觀間濁水溪西側邊坡及其破壞情形

4.各部落主要居住地環境地質

(1)平靜部落

平靜部落位於濁水溪左岸的低位階地（LT1）上。此一階地面積約有七公頃，距河床面之高差約有 110 公尺，面對河道呈兩端凸出之型態。在平靜部落所在階地之上，尚有幾處高位階地之存在，其下方亦有一比高較低的河階（LT2），可作為部落所在階地面對濁水溪沖蝕作用之緩衝區。

本地區環境地質圖如圖 3-35 所示，地質剖面則如圖 3-36。其中，對本聚落影響較大的不利因子，為上方高位階地礫石邊坡所產生的崩塌(如圖 3-37)。由於此一崩塌地下方即為部落民房密集處，如果持續發生大規模的崩塌，將直接影響下方部落居民的安全。此外，部落上方邊坡也有數條侵蝕溝的發育，其中位於中間的一條既深又長，且貫穿本聚落，須留意上方集水區之水土保持，以防土石隨洪水沖刷至聚落中。在濁水溪的河川沖蝕面，聚落北側的河道側蝕現象，長期將對階地北側的下邊坡產生影響，進而影響到上方台地之穩定，須持觀察。另外聚落東北側尚標示一土石流潛勢溪流，此野溪並未列入水土保持局 1420 條土石流潛勢溪流之中，但本次評估因上游地區有規模不小的崩塌地，下游地區也已有土石堆積現象，故列為須注意的土石流潛勢溪流。不過，因該處的河道頗深，此一土石流潛勢溪流尚不致直接影響本聚落，但對投 85 線之通行有潛在的危害。



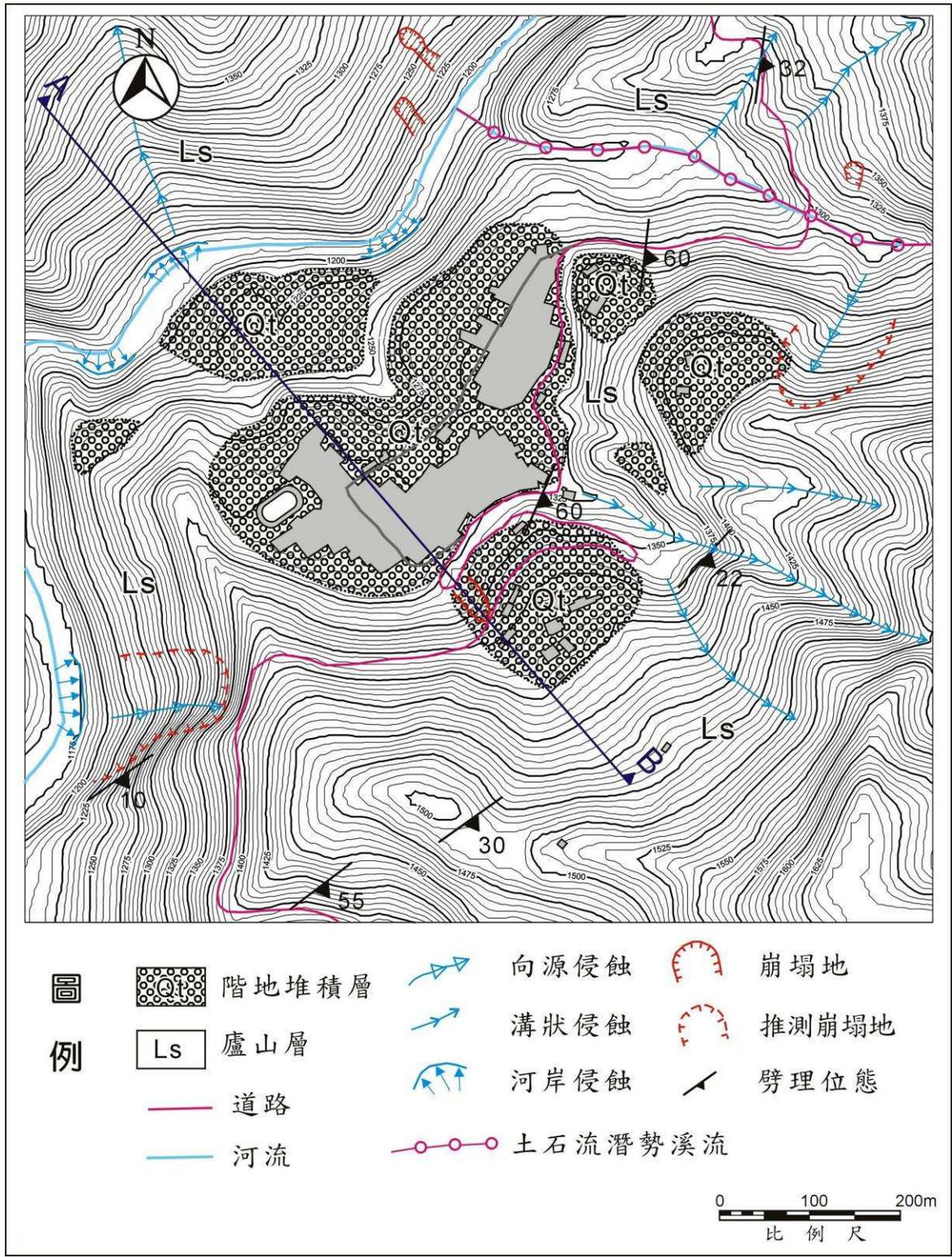


圖 3-35 平靜部落環境地質圖

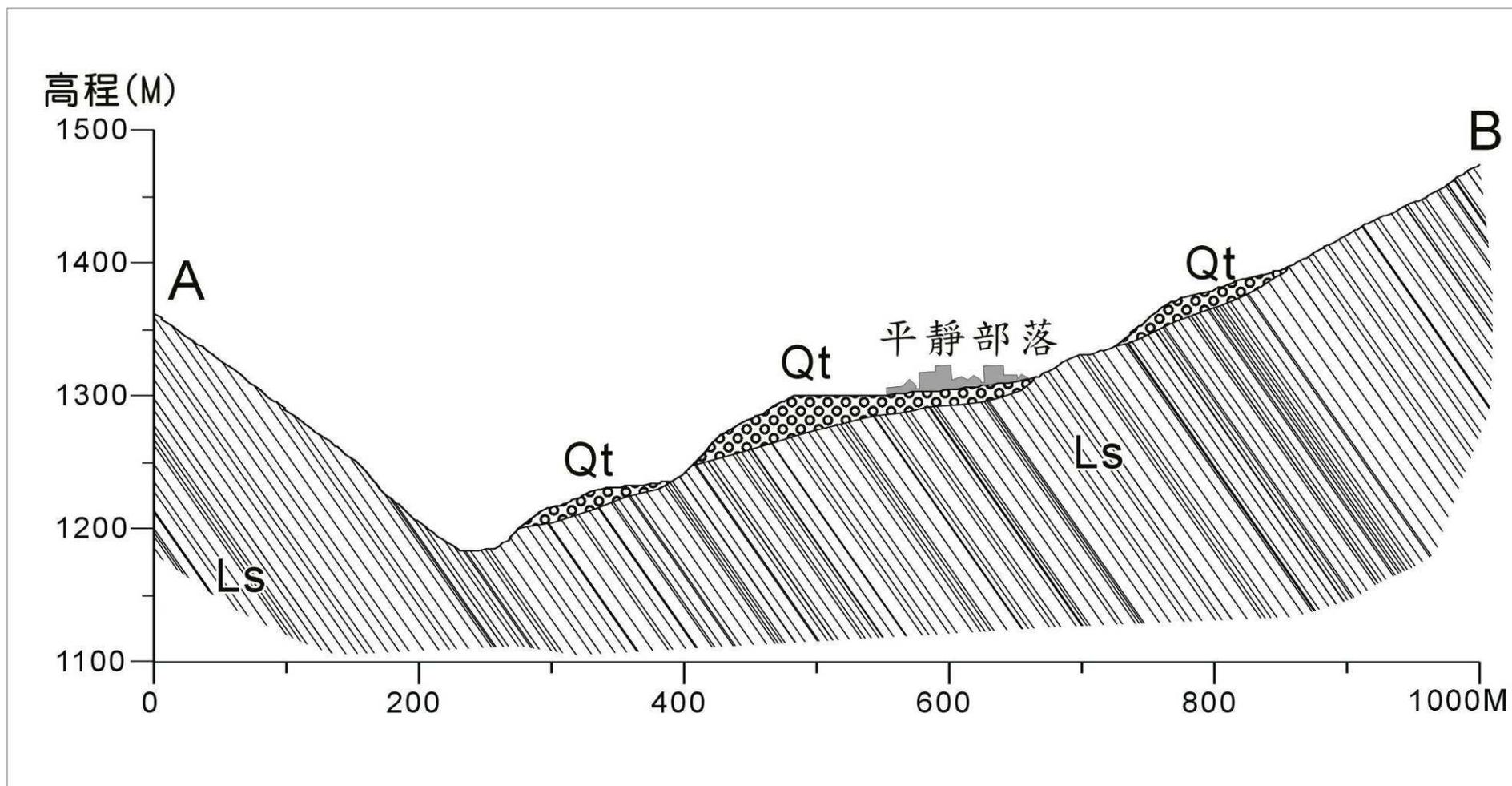


圖 3-36 平靜部落地質剖面圖



Ⓢ 平靜部落位於濁水溪左岸的低位階地上。



Ⓢ 平靜部落上方尚有高位階地的分布，其礫石層邊坡發生崩塌，嚴重影響部落的安全。

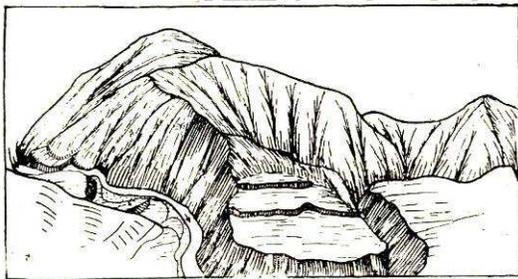
圖 3-37 平靜部落現況

3.3.3 武界調整池上下游

武界調整池次集水區位於台灣中部濁水溪上游，按現有之地質區分，區域附近出露之地層第三紀亞變質岩區之中新世廬山層，漸新世眉溪砂岩及始新世之佳陽層；廬山層主要岩性包括硬頁岩、板岩和千枚岩與薄層砂岩互層，眉溪砂岩主要由層理良好之灰色細粒至粗粒石英砂岩為主，部分區域則為砂岩與黑色硬頁岩或板岩互層，佳陽層主要由厚層板岩組成，依現地調查結果顯示，本區岩盤露頭受解壓影響，風化程度較高，岩質亦較破碎。

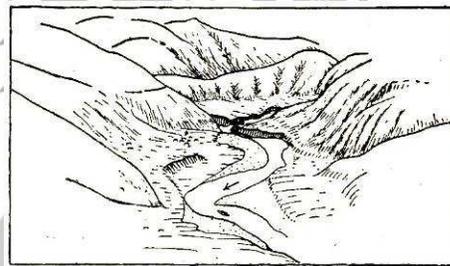
區域性之地質構造一梨山斷層(部分學者認為並不存在)於武界壩址東方約 1 公里處通過，次要斷層武界斷層於武界調整池壩址下游約 0.5 公里處穿越濁水溪。

地形上，武界至霧社之間，軟質之千枚岩狀粘板岩甚發達，因而河流之側切較甚，形成寬闊之河床，但其間如有硬質之砂岩或板狀粘板岩分佈時，河流則被緊扼成隘路。武界東北之一隘路，築壩(武界壩)引水入日月潭儲水池，供為發電之用。堪塔班(即曲冰)以上卻成為廣大之河床平原，有「姊妹原」之稱。萬大溪合流附近亦成標準之隘路(如圖 3-38)，尤其隘路部之北端，兩岸峭壁直立，河谷狹隘，成為理想之高壩壩址，即霧社高壩之壩址。此隘路之北，又成廣大之河床平原，即「霧社河床平原」，霧社高壩完成後可成為一大儲水池，供為發電(如圖 3-39)。河床如此寬狹變化乃河蝕對地質堅弱有顯著之不同。



(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-38 由萬大東方 2 公里處南望，濁水溪之掘鑿曲流與滑走坡面上之段丘



(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-39 由萬大北方鞍部看霧社附近之河谷平原。霧社壩完成後此平原完全沒入水中

霧社之河谷平原大致屬於低位段丘，段丘面之比高概為 40~120 公尺，拔海高度 800~880 公尺，姊妹原亦屬於低位段丘。舊伊那果(Inago)社附近(左岸)亦有比高 40~60 公尺，拔海 860~900 公尺之段丘；萬大附近與萬大溪沿岸，低位段丘，亦甚發達，其比高達至 40~80 公尺，萬大溪上游亦有達至 100 公尺者。萬大北溪上游之北岸有四段之階段狀段丘；第一段拔海 1840~1880 公尺，拔河 400~440 公尺，第二段拔海 1760~1800 公尺，拔河 320~360 公尺，第三段拔海 1620~1660 公尺，拔河 180~220 公尺，第四段

拔海 1500~1600 公尺，拔河 60~160 公尺。各段之段丘崖，第四段 30 公尺，第三段 40 公尺，第二段 60 公尺，第一段 30 公尺，此等段丘全為低位段丘，或其最上段屬於高位段丘面。

萬大駐在所舊址附近之比高 340 公尺平坦面，可與高位段丘面對比。霧社附近之段丘，高度 1000~1140 公尺，比高 140~180 公尺者，亦屬於高位段丘面。巴蘭(Paran)社址之下段段丘，表土全為赭土，比高 190~280 公尺，而具段丘崖，亦屬於高位段丘。此等高位段丘連續至南港溪上游之眉溪沿岸。人止關上方有高度 1100~1240 公尺，比高 240~380 公尺之平坦面，更西方下游側之托干(Togan)段丘，高度 900 公尺，比高 140 公尺，更西方稜線端有高度 960~1060 公尺，比高 260~360 公尺之段丘，均為同期之段丘面。此外眉溪左岸有高度 960~1100 公尺之小平坦面亦可與霧社附近之高位段丘面對比。此等眉溪之段丘，比眉溪下游崖高 20~40 公尺，段丘面上端比高 60~100 公尺之低位段丘，高度相差甚大，故屬於高位段丘面無疑。



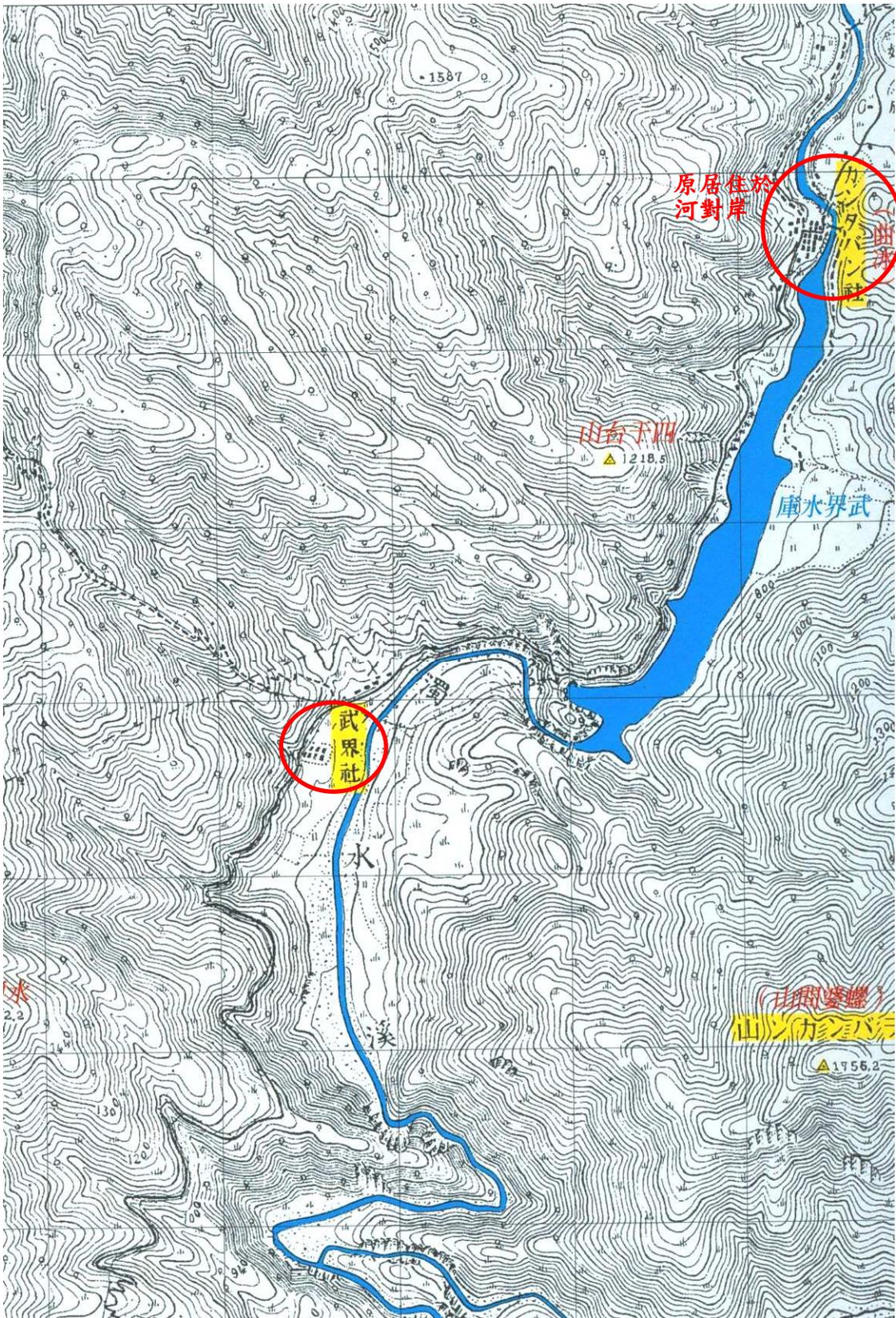
(資料來源：林朝榮，1957)

圖 3-40 萬大東方 2 公里處看萬大溪上游

武界水庫下游有武界社，居住於濁水溪畔，現為法治村(如圖 3-41)。武界埧往上游為曲冰，萬豐部落ガントバン社(gantaban)，有極大的沖積平原姊妹原再以下即法治一號橋。更上游處有松林社，原址在イナゴ社(inago)(種稻的地方)，再往上游為親愛村バンダイ社(Bandai)，萬大社，臨接萬大水庫(霧社水庫)之山岬位置(如圖 3-42)。

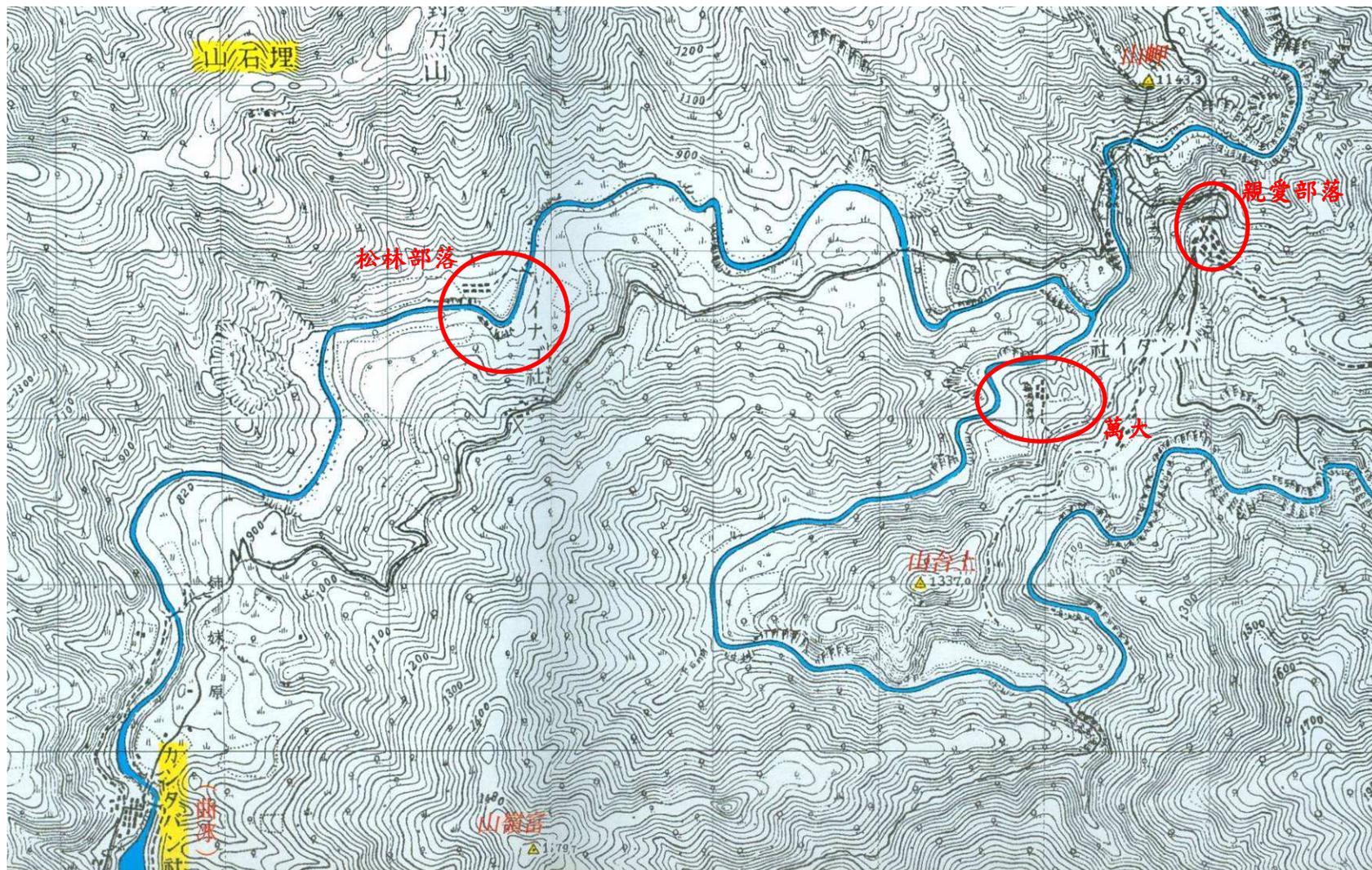
親愛村至萬豐村一帶地質及邊坡穩定現地調查結果如下：

濁水溪河谷在霧社水庫至武界壩間，即親愛村及萬豐村一帶，分布著萬大、親愛、松林及萬豐四個聚落，分別位在濁水溪河谷左岸的不同階地上，共同以投 83 線公路做為進出道路，於霧社連接台 14 線省道。這些聚落不但共用投 83 線公路做為進出道路，且在部落的居住地、保留地方面多所重疊並有相近的地質背景及地形特色，故一併調查與討論。



圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，“日治時期五萬分一台灣地形圖新解”

圖 3-41 武界水庫附近日治時期地形圖



圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，“日治時期五萬分一台灣地形圖新解”

圖 3-42 武界水庫上游附近日治時期地形圖

1.地形特色

地形上，本地區因岩性多屬板岩及節理發達之變質砂岩，且區域內可能有台灣地區重大地質構造線梨山斷層通過，岩性較為破碎，剪裂帶發達，因此河流之側蝕現象明顯，形成寬闊之河谷，河階地發達，河道較為彎曲。部分河谷因遇到較堅硬之岩層，則形成峽谷。本地區地形圖如圖 3-43 所示。

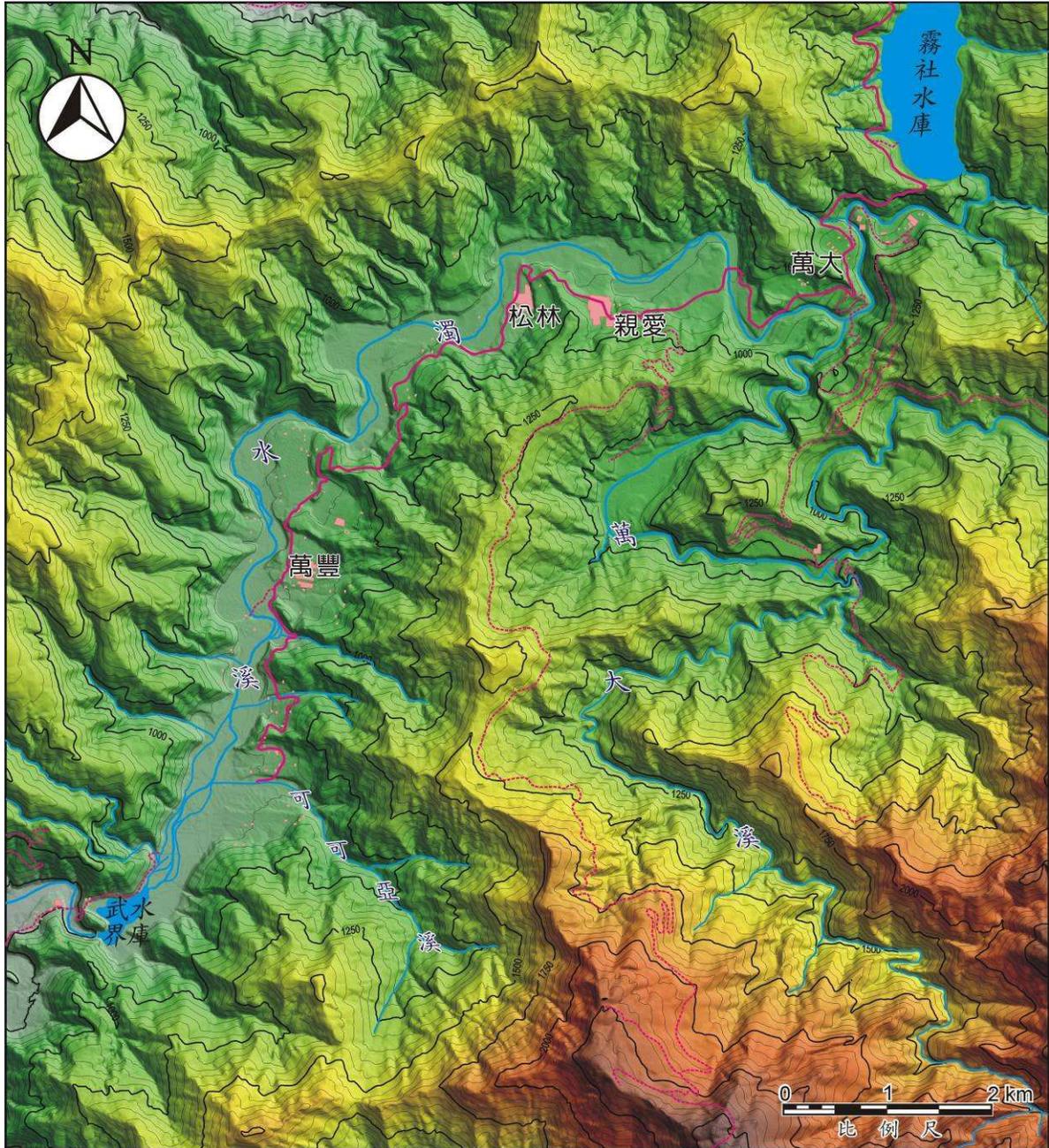


圖 3-43 親愛村至萬豐村地形圖

本地區的河階地形相當發達，各部落多分布在河階地上。本地區階地分布如圖 3-44 所示，3D 地形及現況則如圖 3-45。根據數值地形資料研判的結果，本地區的河階地大至可區分出五階，含二層高位階地(LT1、LT2)與三層低位階地(FT1、FT2、FT3)，各代表不同時期的河川基準面。其中，FT3 面為最靠近現有河床面的階地，僅比現有河床面高出數公尺，在本區的濁水溪主流沿岸均有分布；其上陸續有 FT2、FT1、LT2、LT1 等階地次第而上，但越上方的階地因地形侵蝕的影響，在數量上越稀少且面積越小。本地區的萬大、親愛、松林及萬豐四個聚落，皆是位於低位階地(FT1 及 FT2)上。整體而言，本地區的較大河階台地多位於濁水溪的左岸(東側)，數量上也以東側居多；濁水溪西側地區也有一些階地分布，但數量及面積均不如東側。本地區的主要開發區即以這些階地為根本，漸次向周遭的坡地擴張。

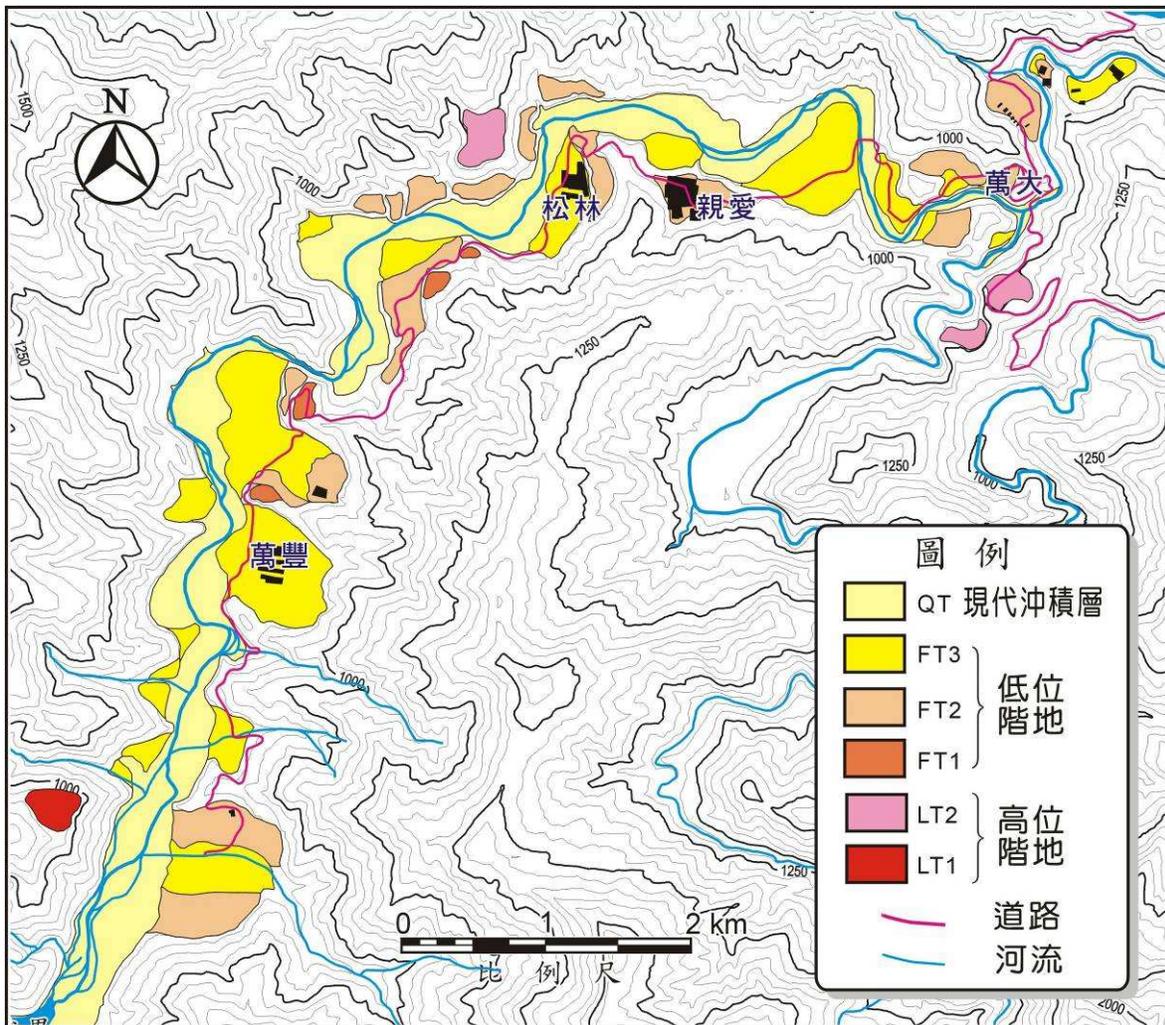


圖 3-44 親愛村至萬豐村階地分布

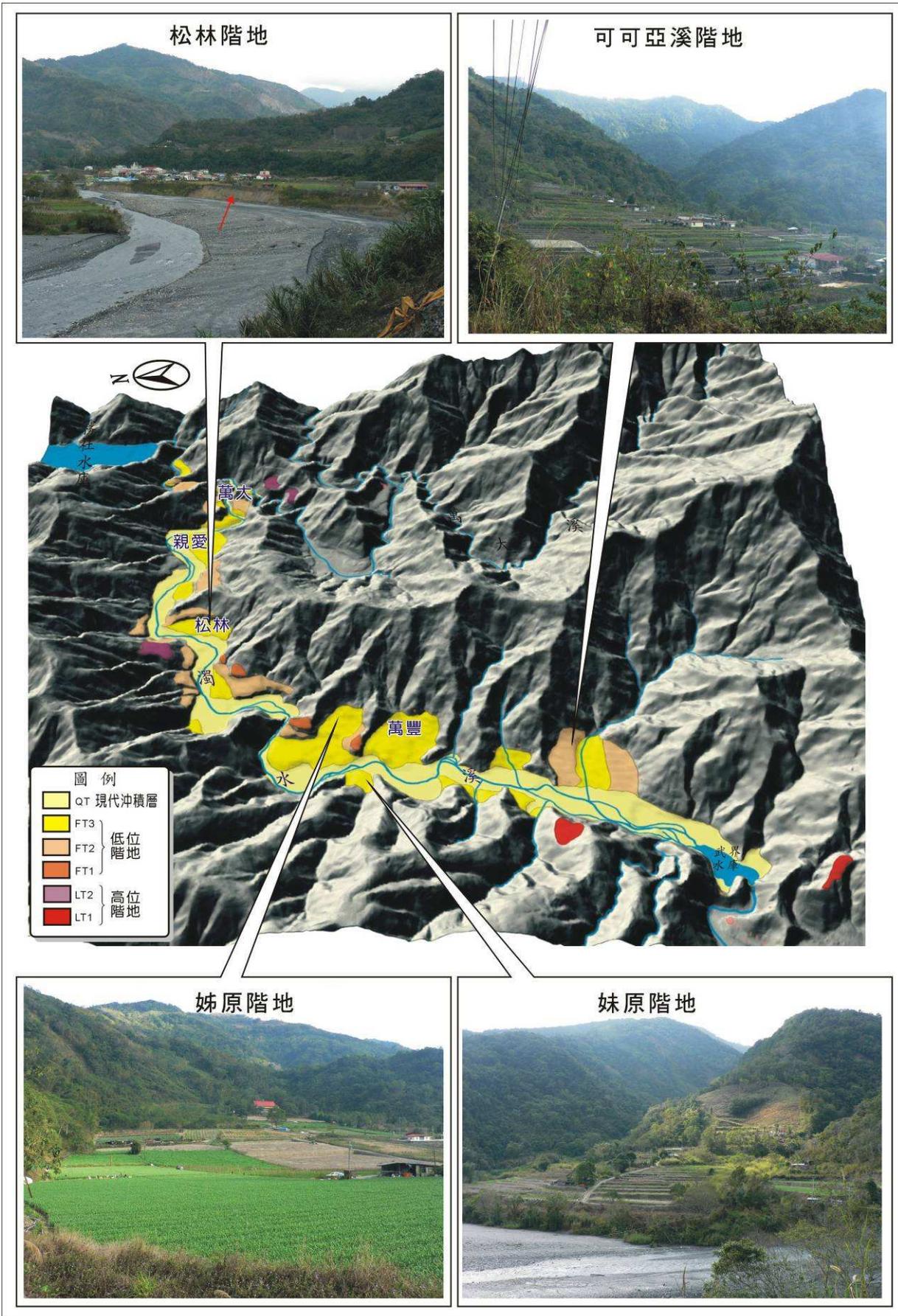


圖 3-45 親愛至萬豐一帶階地現況及 3D 地形

2.地質

(1)地層

本地區分布之地層計有廬山層、眉溪砂岩、佳陽層，河道兩側平坦地則主要為階地堆積層。(圖 3-46)

廬山層主要分布在萬大、親愛一帶，以及松林以南濁水溪的東側區域。就地質構造而言，也就是梨山斷層以東的區域。岩性以黑色到深灰色的板岩及千枚狀板岩為主，偶夾薄層細粒變質砂岩或粉砂岩，局部出現厚層變質砂岩。

眉溪砂岩的岩性為中至厚層變質砂岩與板岩所組成之互層，分布在梨山斷層西側的狹長地帶，本地區自松林以南濁水溪河道的東側至梨山斷層間皆為其分布範圍。本地區的眉溪砂岩在靠近梨山斷層附近，常因剪裂帶發達導致岩性相當破碎，褶皺也很常見，岩層位態變化大。

佳陽層的岩性為變質砂岩與板岩所互層，板岩的劈理十分發達，變質砂岩層中則常有兩組節理，將砂岩切割成堆。佳陽層分布在眉溪砂岩以西，即濁水溪以西的區域。濁水溪的右岸，僅曲冰遺址附近的投83線公路沿線有少數出露。

本地區的各河階台地多為階地堆積層所組成，以未經膠結的礫石、砂、泥為主，淘選度差。

(2)地質構造

在地質構造上，本地區最主要的構造線即為梨山斷層。地形上，中央山脈與雪山山脈之間為一明顯之線型，北由宜蘭沿蘭陽溪向南，經梨山至玉山以南，此線型之位置即一般所稱梨山斷層之位置，過去一直被認為是板岩帶中一條分開雪山山脈與中央脊樑山脈的界限斷層，但缺乏斷層帶露頭的直接證據。就中央地質調查所所公布的地質圖而言，1974年的二十五萬分之一台灣地質圖及1986年的五十萬分之一台灣地質圖上，皆有標示梨山斷層；然而，2000年出版的五十萬分之一台灣地質圖上，並無梨山斷層之存在。

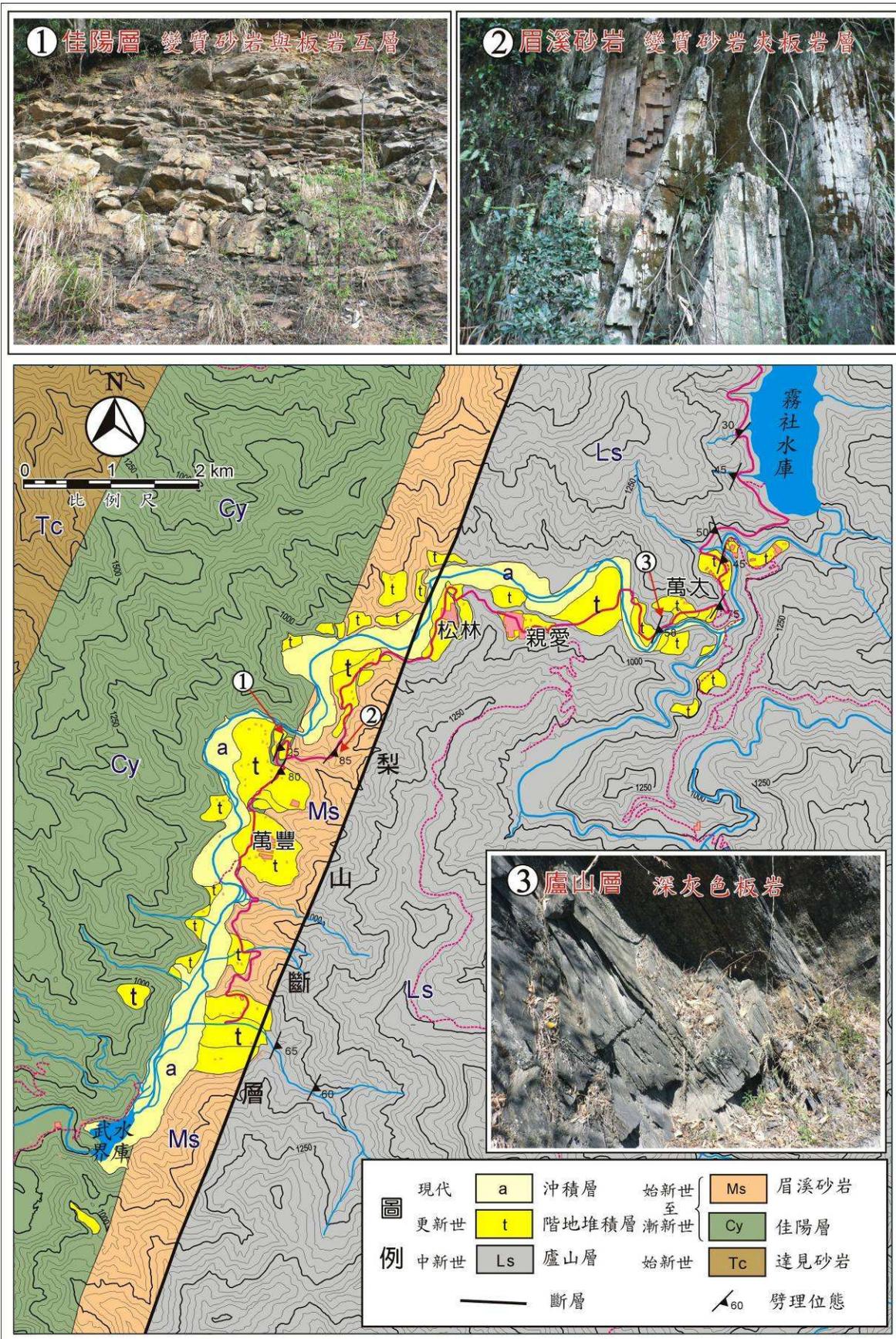


圖 3-46 親愛村至萬豐村一帶地質圖

就本地區的調查結果而言，梨山斷層似為存在的斷層。地形上，本地區濁水溪河谷的平直走向，似為受到梨山斷層的控制(圖 3-47)。梨山斷層位於濁水溪的東側，這一帶河階台地發達，但仔細分辨可發現，一般的河階地形多相當平坦，但也有具相當坡度者。這類傾斜的階地通常為支流的扇狀沖積階地，但部分傾斜的階地的後側並無明顯支流，如松林至萬豐間圓覺寺所在的姊原(圖 3-47)，原本平坦的階地在圓覺寺下方形成一扇形堆積，而其後方既無明顯支流也沒有廣大的集水區，使得此一扇形堆積相當突兀。由於在車籠埔斷層及觸口斷層等大斷層的前緣都常有傾斜階地的出現，所以這也可能是梨山斷層所形成的地形，是斷層急速抬升所造成的結果。本地區的其他區域也有類似情形，如萬豐一帶。另在可可亞溪出口有一大形的扇狀階地，除因可可亞溪的沖積造成外，由於鄰近梨山斷層，也可能受其影響(圖 3-47)。

在斷層露頭方面，梨山斷層與投 83 線公路交叉點附近，有出露明顯的剪裂破碎帶，寬度約有二百公尺。此一剪裂破碎帶造成投 83 線公路邊坡的持續崩塌，是本公路沿線最嚴重的邊坡破壞(圖 3-47)。本地點可能即為梨山斷層的露頭。

3. 整體安全評估

(1) 鄰近區域邊坡穩定

本地區因位於重要構造帶附近，地層及劈理的位態變化頗大，尤其是在梨山斷層附近。因主要弱面的位態不均一，缺乏形成順向坡的條件，所以本地區的順向坡並不發達，較少有大型的順層邊坡破壞。影響邊坡穩定的因素，主要為地形因素及地質構造因素。圖 3-48 為敏督利風災後本地區崩塌地與 SPOT5 衛星影像套疊的成果。由圖中可發現，濁水溪的西側地區(右岸)邊坡的崩塌地明顯多於東側，可能是河谷西側的地形較為陡峭所產生的結果。這些崩塌地的規模通常不大，顯示應為局部地形、向源侵蝕、岩性等因素所造成。

濁水溪的東側地區的邊坡也有許多崩塌地分布，唯數量不如西側邊坡。本區尚有重要構造線梨山斷層通過，梨山斷層沿線有幾個規模較大的崩塌地，如投 83 線的公路邊坡及萬豐東側及東南側一帶，但整體而言，梨山斷層沿線崩塌地的數量並未明顯增多。

在土石流危險溪流方面，本地區共有南投 008、南投 014、南投 A014 及南投 A013 等幾條土石流潛勢溪流，分布於濁水溪左右兩岸的支流中詳如(圖 3-48)。

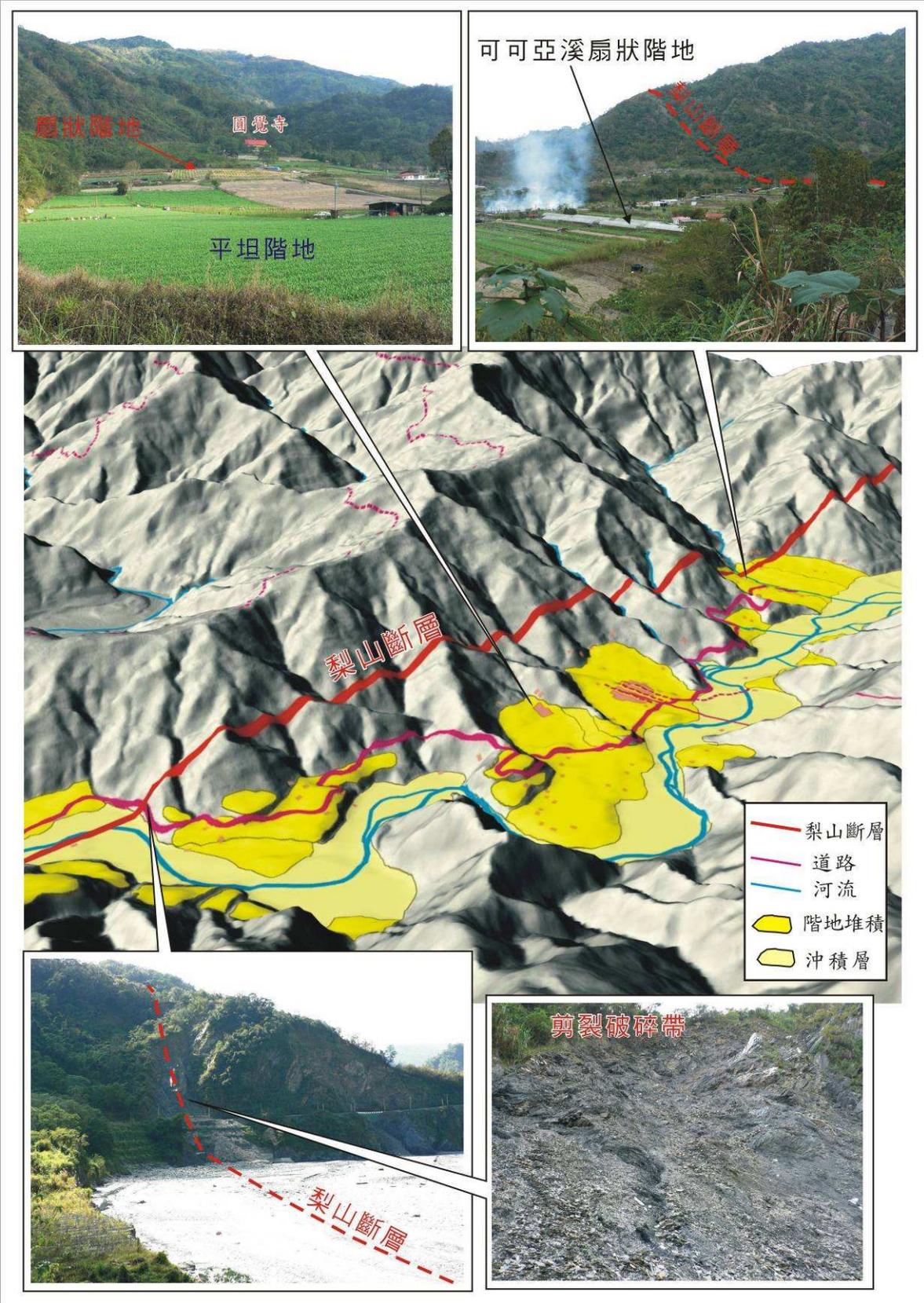


圖 3-47 梨山斷層沿線地形和疑似露頭

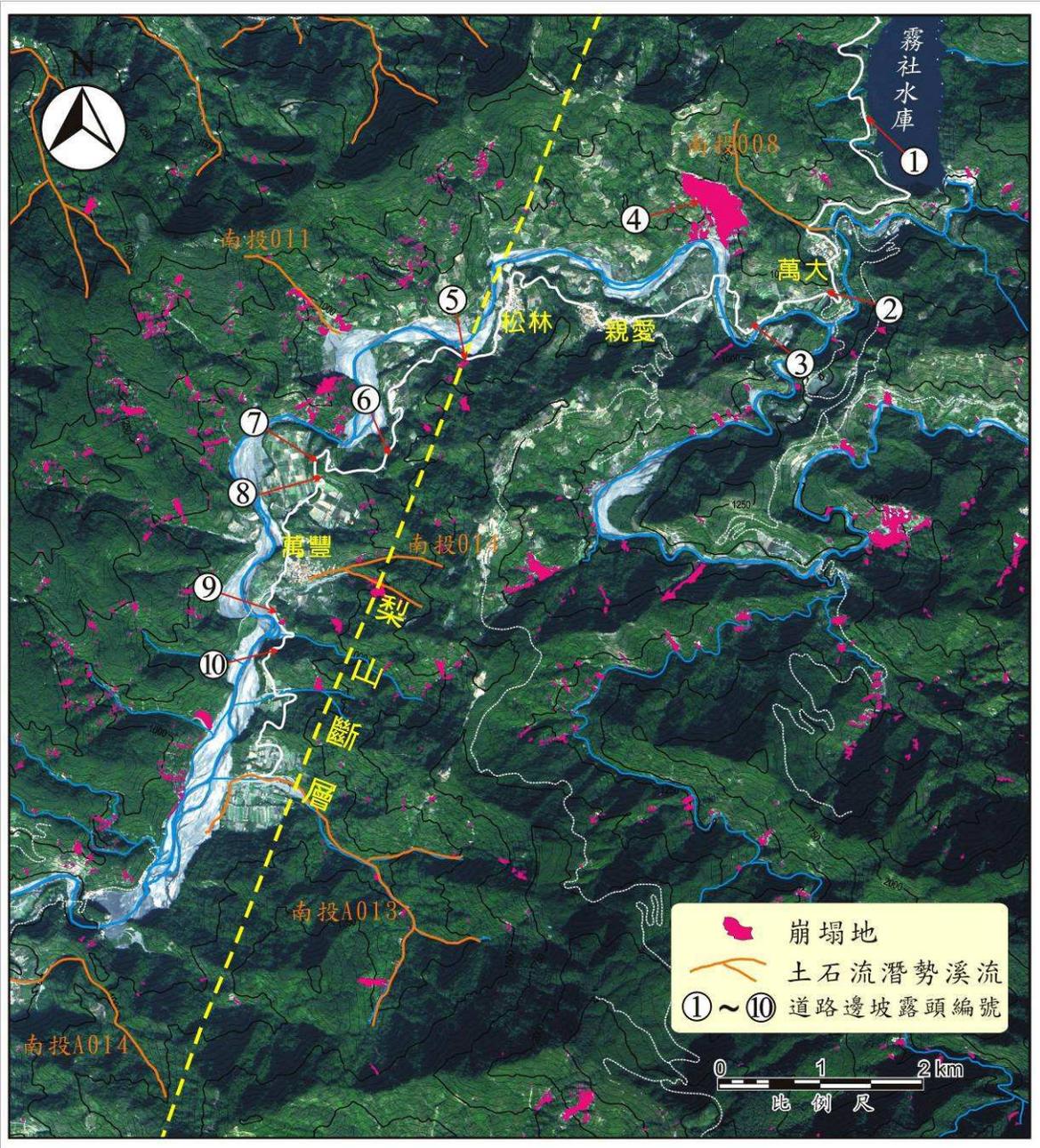


圖 3-48 親愛至萬豐一帶開發區及進出道路邊坡狀況

(2) 部落居住地安全

在部落居住地方面，本地區的幾個主要部落皆位在濁水溪主河道旁的河階台地上，這些區域可說是本地區相對穩定的區域，由此可看出先民長期與大自然抗衡後所累積的智慧。這些位於濁水溪左岸的階地部落，目前離河道皆有一定的距離，且由於上游尚有霧社水庫的存在，故受濁水溪主河道影響的機會較小。邊坡穩定方面，雖然附近可能有梨山斷層過，但衛星影像判釋的結果，並未發現梨山斷層附近崩塌地有異常增多的現象。目前為止並未發現直接影響部落安全的崩塌地，但鄰近地區的崩塌地卻可能引發土石流，進而影響部落的安全，如位於萬豐東南側的曲冰野溪，本身即為水土保持局公告的土石流潛勢溪流(編號南投 014)，具有發生土石流的危險。另可可亞溪為本地區另一土石流潛勢較大之溪流(編號南投 A013)，其出口處有兩層河階台地，位於較高的階地上的民宅，受到土石流直接衝擊的機會較小，但位於較低階地上的民宅則有可能受到土石流的危害。

(3) 進出道路

本地區各部落皆是以投 83 線公路為進出道路，因此沿線的邊坡穩定直接影響各部落進出居民的安全。投 83 線公路自霧社水庫至萬豐一帶的道路邊坡茲分段描述如下：

A. 霧社水庫至萬大附近

本區段的投 83 線公路位在廬山層的分布範圍。廬山層的板岩岩性均一而劈理位態較一致，為本地區相對較穩定的地層。投 83 線公路在霧社水庫右岸邊坡的區域屬相當穩定的區段，沿線植生狀況均相當良好，少有邊坡破壞或裸露的情形(圖 3-49 露頭 1，露頭位置見圖 3-48)。過霧社壩至萬大一帶，道路邊坡開始有裸露岩層出露，局部地區也有碎屑狀的風化岩層崩落。本地區露頭中的板岩的主要弱面為發達的劈理面，劈理面間距通僅數公分至一公分以下，相當密集。因板岩的岩性堅硬，在構造作用下，也常產生脆性破壞的節理面。本地區的節理面很常見，通常有兩組以上，一般而言會具有一組走向節理與一組傾向節理。圖 3-49 露頭 2 及露頭 3 為本地區投 83 線邊坡弱面調查分析的結果，並未見明顯的不利因素，且這些邊坡野外所見自立性皆相當良好，因屬板岩區，也不易產生大型的落石，可稱得上是穩定邊坡。

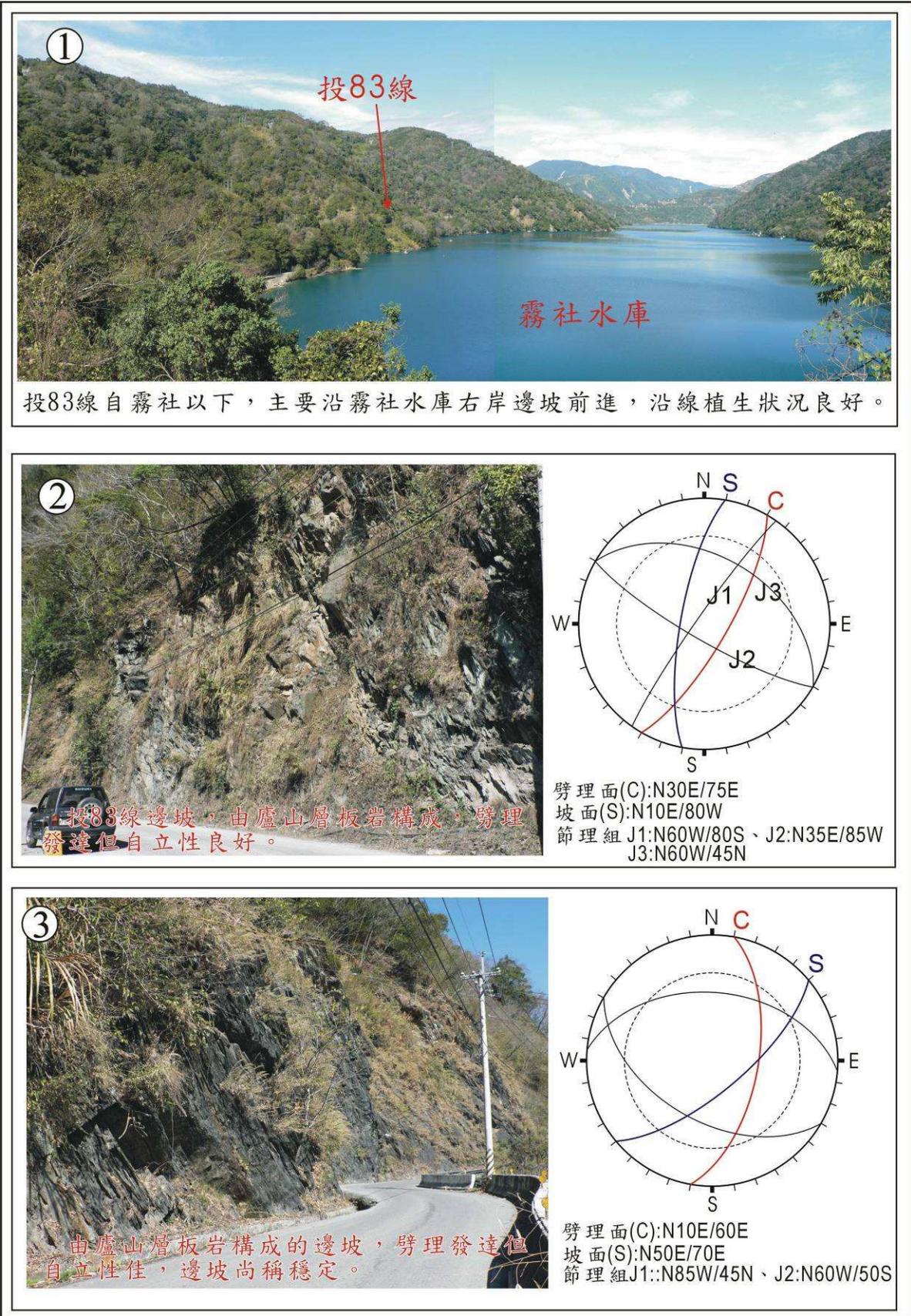


圖 3-49 投 83 線公路霧社水庫至萬大附近邊坡露頭

B. 萬大至松林附近

投 83 線公路過萬大後越過濁水溪，此處的濁水溪右岸邊坡有一大型崩塌地，為本調查區域規模最大的崩塌地，衛星影像中也相當明顯。此一崩塌地位於河道的攻擊坡，受濁水溪的側蝕作用，加以本身岩性不佳，因此產生大規模崩塌。本地區地層屬廬山層，岩性為灰黑色板岩偶夾砂岩薄層，但岩層似受強烈的擾動，因此顯得凌亂，進而影響邊坡整體的安定性。本地區可能有一西北—東南向的橫移斷層經過，該斷層並使得濁水溪流向在此處產生轉折。(圖 3-50 露頭 4)

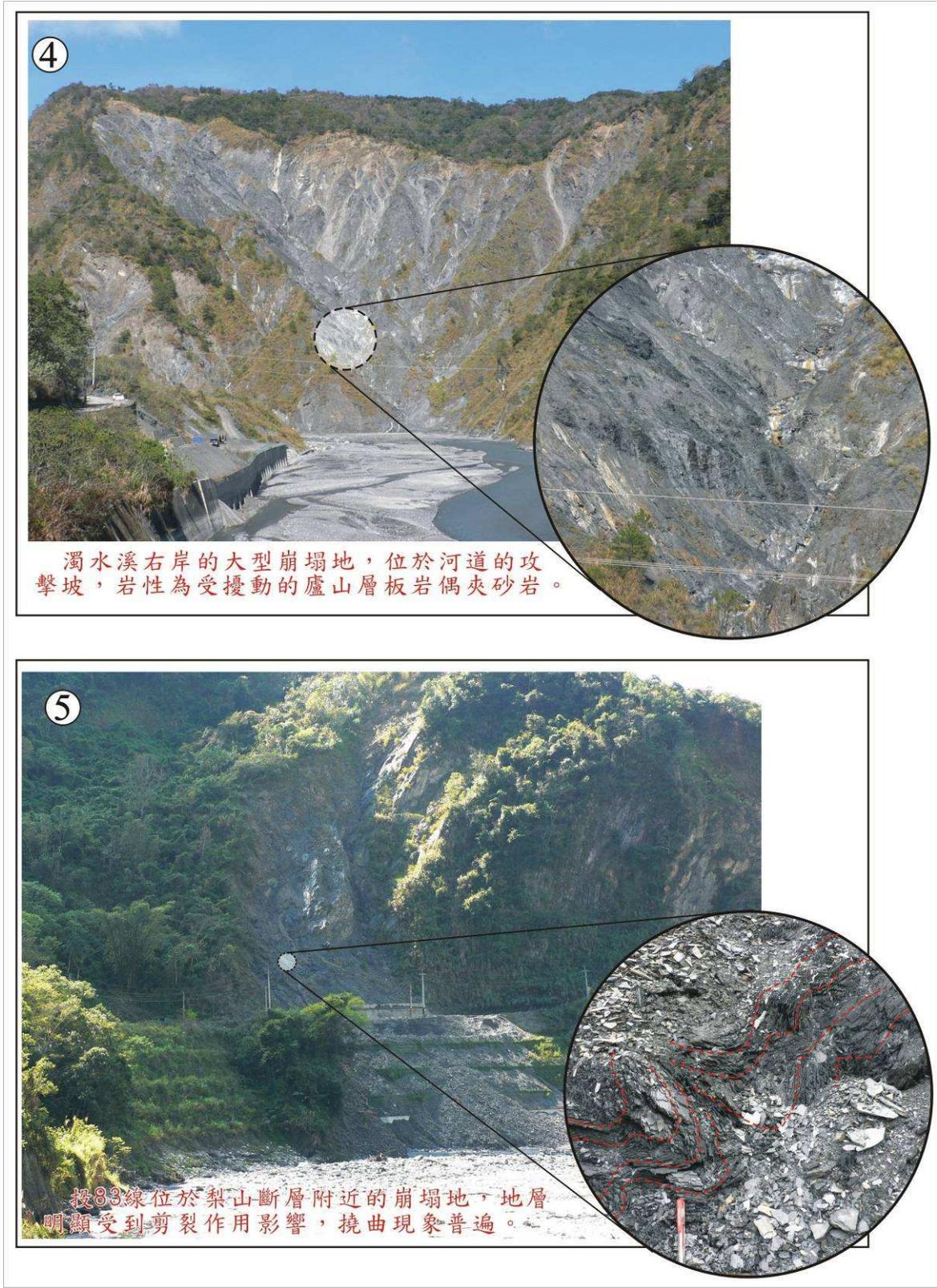
投 83 線公路在親愛、松林一帶，多位於平坦河階台地附近蜿蜒而行，並無明顯邊坡穩定問題，但過了松林部落後，投 83 線公路因遭遇可能是梨山斷層的剪裂破碎帶，產生了嚴重的崩塌現象。由崩塌地露頭觀察，可見岩層遭剪斷且撓曲現象普遍，岩性相當破碎，因此持續發生崩塌。(圖 3-50 露頭 5)

C. 松林至萬豐附近

本區段的投 83 線公路，經過的地層轉變為眉溪砂岩及佳陽層，岩性也由板岩轉變為板岩與變質砂岩互層，砂岩的含量大為增加(圖 3-51)。本區段的地層位態變化頗大，由小角度至接近垂直均有。砂岩中節理面很常見，通常有兩組以上，即走向節理與傾向節理，也常出現斜節理。由於板岩及變質砂岩皆屬堅硬岩層，故整體邊坡的穩定性尚佳，但由於砂岩多屬薄層，在節理的切割下，易常形成不穩定的小型岩塊，具下滑的趨勢(圖 3-51 露頭 7、8)。因此，本區段部分的岩層裸露邊坡須留意落石的可能。

D. 萬豐以南

投 83 線在萬豐以南，有一區段道路的下邊坡受到濁水溪的沖蝕，路基流失持續後退而影響到公路的路面安全。上方邊坡則為陡峭的岩壁，穩定性尚佳。本區段的路基若不加以保護，勢將影響到投 83 線的通行(圖 3-52 露頭 9)。續往南又有另一處邊坡破壞區(圖 3-52 露頭 10)，公路上邊坡在舊有崩積層上又產生新的崩塌現象，下邊坡則受到濁水溪的沖刷，也已經產生破壞現象。



4

濁水溪右岸的大型崩塌地，位於河道的攻擊坡，岩性為受擾動的廬山層板岩偶夾砂岩。

5

投83線位於梨山斷層附近的崩塌地，地層明顯受到剪裂作用影響，撓曲現象普遍。

圖 3-50 投 83 線公路萬大至松林附近邊坡露頭

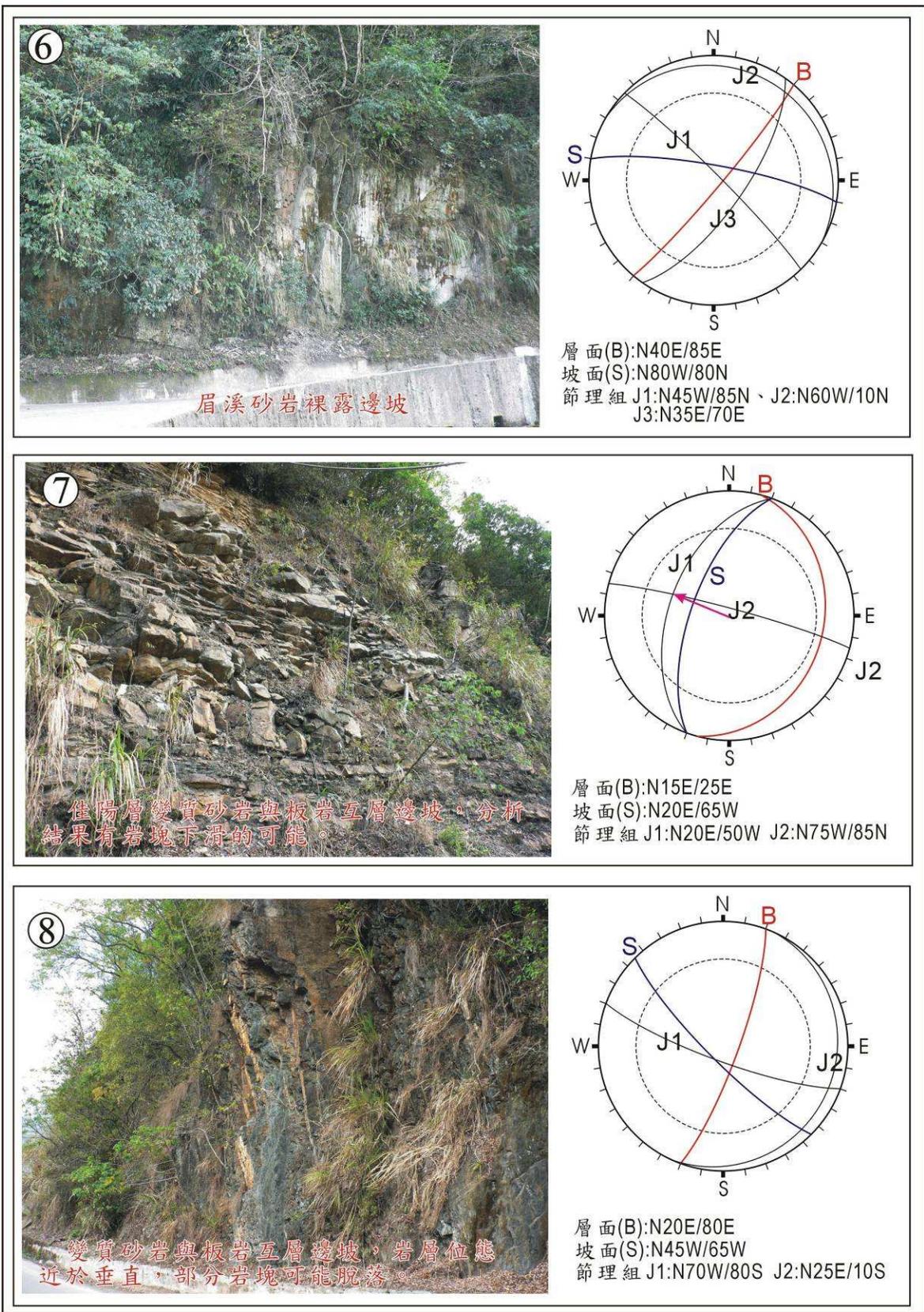


圖 3-51 投 83 線公路松林至萬豐附近邊坡露頭



圖 3-52 投 83 線公路萬豐以南區域邊坡露頭

4. 可可亞溪地質

可可亞溪為位於萬豐至武界間的濁水溪東側的支流，總長度約有四公里(圖 3-53 及圖 3-54)。本溪流屬水土保持局公告的危險土石流潛勢溪流，編號為南投 A103，顯示其具有發生土石流的危險。

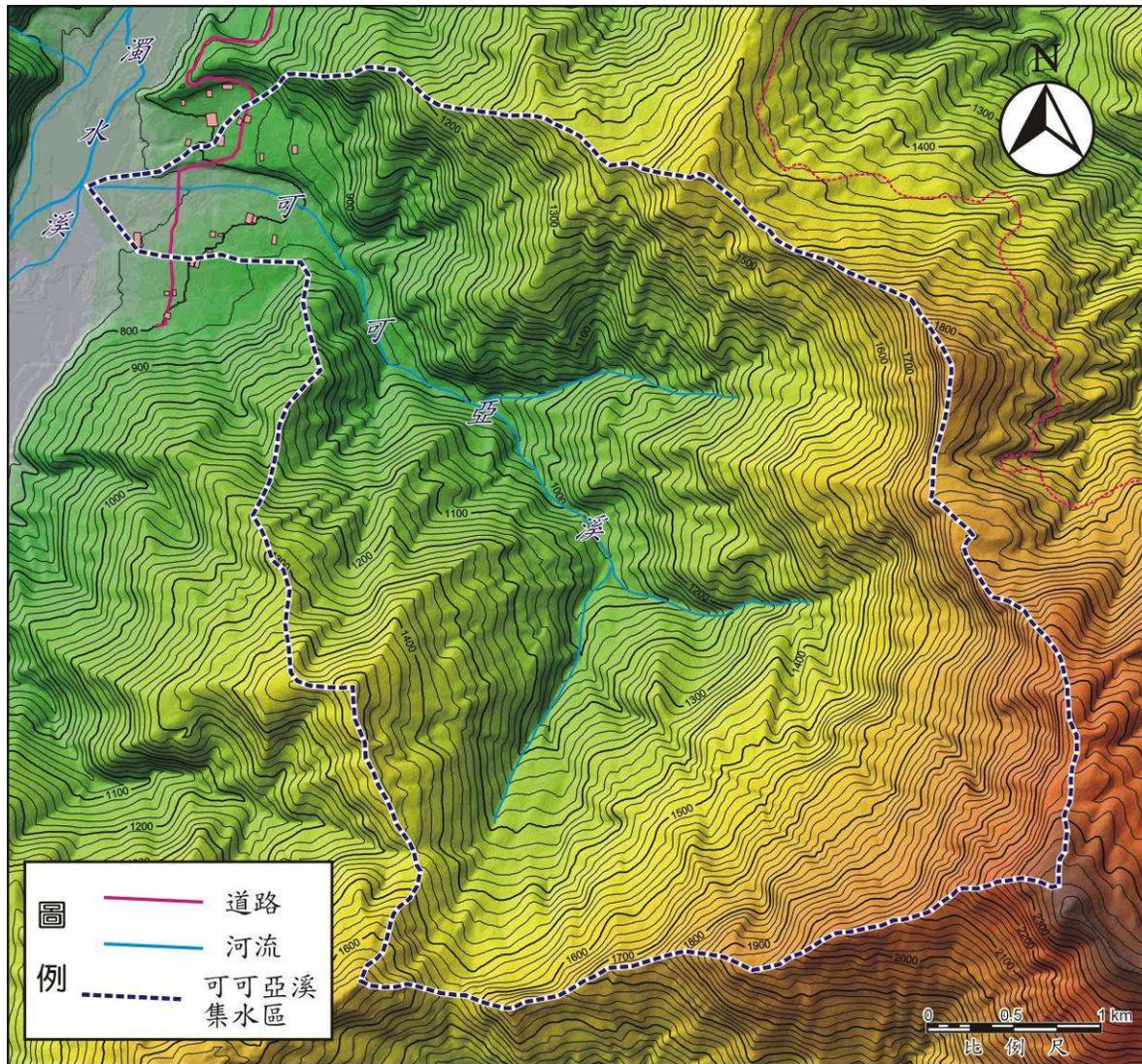


圖 3-53 可可亞河流域地形圖



圖 3-54 可可亞溪集水區 3D 地形

可可亞溪流域主要由中新世的廬山層所組成，下游地區小部分由眉溪砂岩組成，與濁水溪的匯流口則有廣大的扇形階地分布(圖 3-55)。

廬山層為構成本流域的主要基盤的地層，其岩性為黑色到深灰色的板岩，偶夾細粒變質砂岩或粉砂岩。可可亞溪河谷出露的廬山層板岩，岩性均相當堅硬，劈理面發達，劈理間距通常為數公分至一公分以下，相當密集。露頭出地表的岩體因風化作用的影響，劈理面較為明顯。實際量測的結果，本地區板岩劈理的位態大致為北偏東 20 至 30 度，向東傾斜約 60 度，可謂相當一致，也與區域劈理位態吻合，顯示本地區的廬山層應未受明顯的擾動。

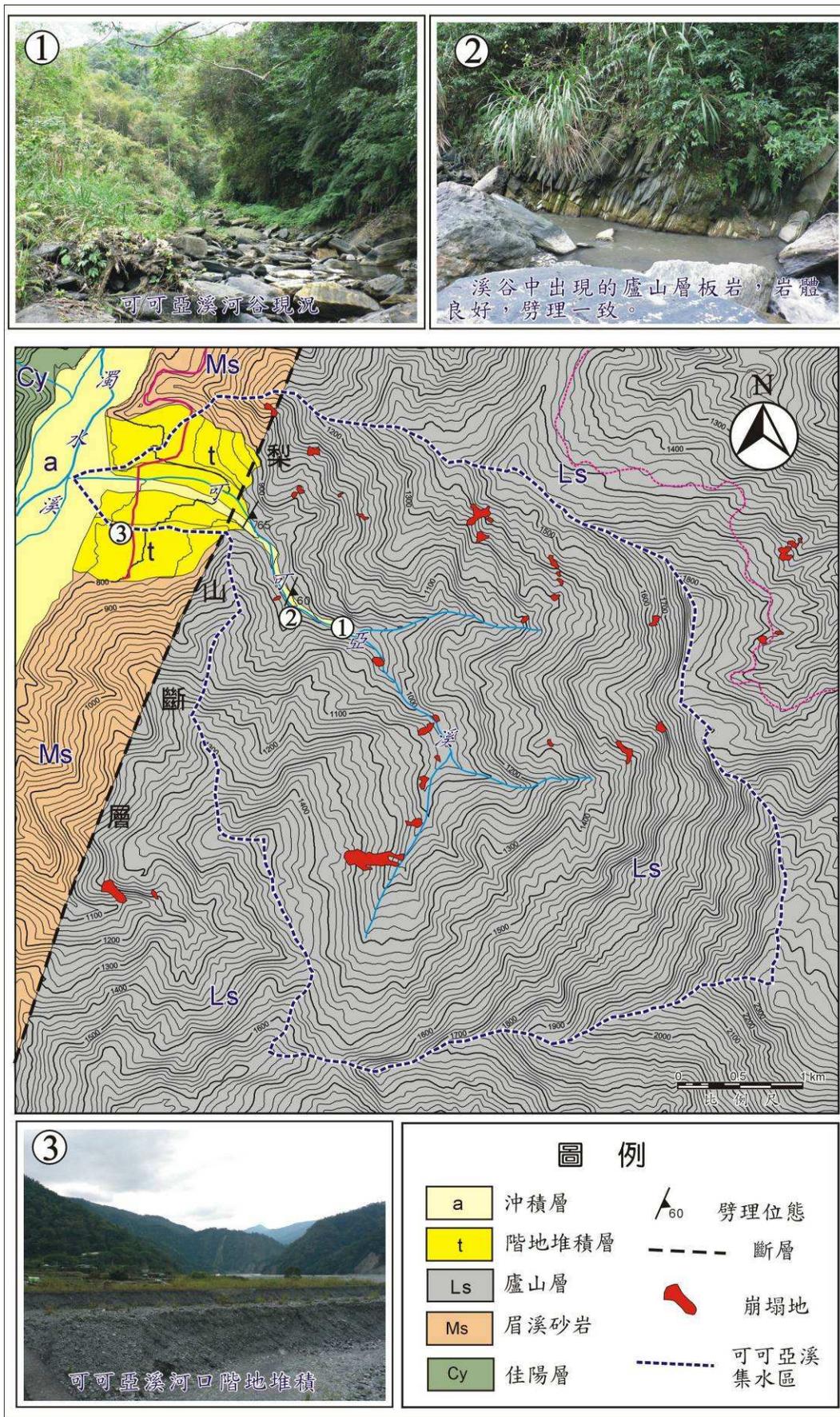


圖 3-55 可可亞河流域地質圖

廬山層為構成本流域的主要基盤的地層，其岩性為黑色到深灰色的板岩，偶夾細粒變質砂岩或粉砂岩。可可亞溪河谷出露的廬山層板岩，岩性均相當堅硬，劈理面發達，劈理間距通常為數公分至一公分以下，相當密集。露頭出地表的岩體因風化作用的影響，劈理面較為明顯。實際量測的結果，本地區板岩劈理的位態大致為北偏東 20 至 30 度，向東傾斜約 60 度，可謂相當一致，也與區域劈理位態吻合，顯示本地區的廬山層應未受明顯的擾動。

眉溪砂岩分布在下游地區，但因階地堆積層的覆蓋，並未發現露頭。可可亞溪與濁水溪的匯流口有大面積的扇形階地分布，大致可區域為二階，二者的高差可達二十公尺。較高的階地面目前為主要的農作區及民宅分布地，為較安全的區域；較低的階地面最低處離現有河床面僅數公尺，較易受到野溪洪流土石的影響。這兩個階地面皆呈扇形而向濁水溪主流傾斜，扇頂指向可可亞溪河谷出口。階地堆積層的組成為未經膠結的礫石、板岩碎屑、砂、泥等，淘選度差，結構鬆散，易受河流沖刷崩壞。

根據地質資料，本區有梨山斷層經過，位置大致在可可亞溪河谷出口，即扇形階地的頂部附近。但現場調查的結果，並未發現任何斷層露頭或跡象，岩層沒有擾動的現象，崩塌地也沒有異常增加之趨勢。

3.3.4 過坑社

中正林的中正部落原名過坑社，居住在埔里盆地的最邊緣，坡面上屬低位段丘，可能威脅在背後坡地，坡地為紅土台地，有崩落之虞，與魚池鄉為界，上游集水區廣闊(如圖 3-56)。

3.4 地形與河道的演變

台灣地區在近 4 百年來漢人的開發，更多的“可”利用地不斷的納入使用，仁愛鄉部分的開發，大致在最近的 1 百年之內，多為少數原住民世居之地，在過去的一百年來區域內水資源及農牧用地的開發，結合著地形河相的演變，值得深入探討。

以下利用台灣百年時空歷史知識庫中所彙整 1904 年的台灣堡圖及現代的地形圖作比較來看這期間的變化，由於堡圖未有霧社以上地區，無法做上游地區的比較，相關的差異可與前一節所引用 1938 年的地形圖相互比較。

1. 武界水庫上游地區

武界水庫的興建在民國 8 年起，至 23 年完工，主要功能在導引濁水溪上游的水至日月潭以供發電，可以算是日月潭水庫的沉砂池，完工後淤積嚴重，很快就與溢流頂齊平，溢洪道閘門實為排砂門。台電公司於民國 94 年完成新武界隧道於埧址左岸取水並合併於下游支流栗栖溪設置埧引水，以增加日月潭水源。

武界埧滿水位標高 764 公尺，溢流道頂標高 755 公尺，目前有效容量約 60 萬立方公尺，堰長 86.5 公尺，閘墩高 57.6 公尺，而排洪隧道入口底標高 755 公尺，取水口底標高 759 公尺(詳見原資料)，自武界埧設置以來，蓄水面以上淤積極為快速，由圖 3-57 及圖 3-58 比較可見，埧完成後水庫的淹沒區，約略從圖上估計，自曲冰峽谷至武界埧址，原平均河床坡降由原來約千分之八變為千分之三，復於上游霧社溪再建霧社水庫，始於民國 28 年至 48 年完工。現階段武界水庫之沖淤已大致底定，在姊妹原、曲冰至哥哥原等許多沖積地形成，但河道淤高成瓣狀流，易生災害，土地利用受到影響。見圖 3-59、圖 3-60，地形變化不大，但水流河床高程提高，河道蜿蜒擺動變大，造成部分河岸邊坡受影響。

2. 武界埧下游

武界埧下游為武界社所在，由 1904 年的地形圖上看不到聚落，應是設埧後的遷居，現有武界部落為法治村所在，依山建築，前有經武界埧調節後的濁水溪水流穩定。整體而言，環境良好，唯因受調節河道有淤積，無能下切(見圖 3-61、圖 3-62)。



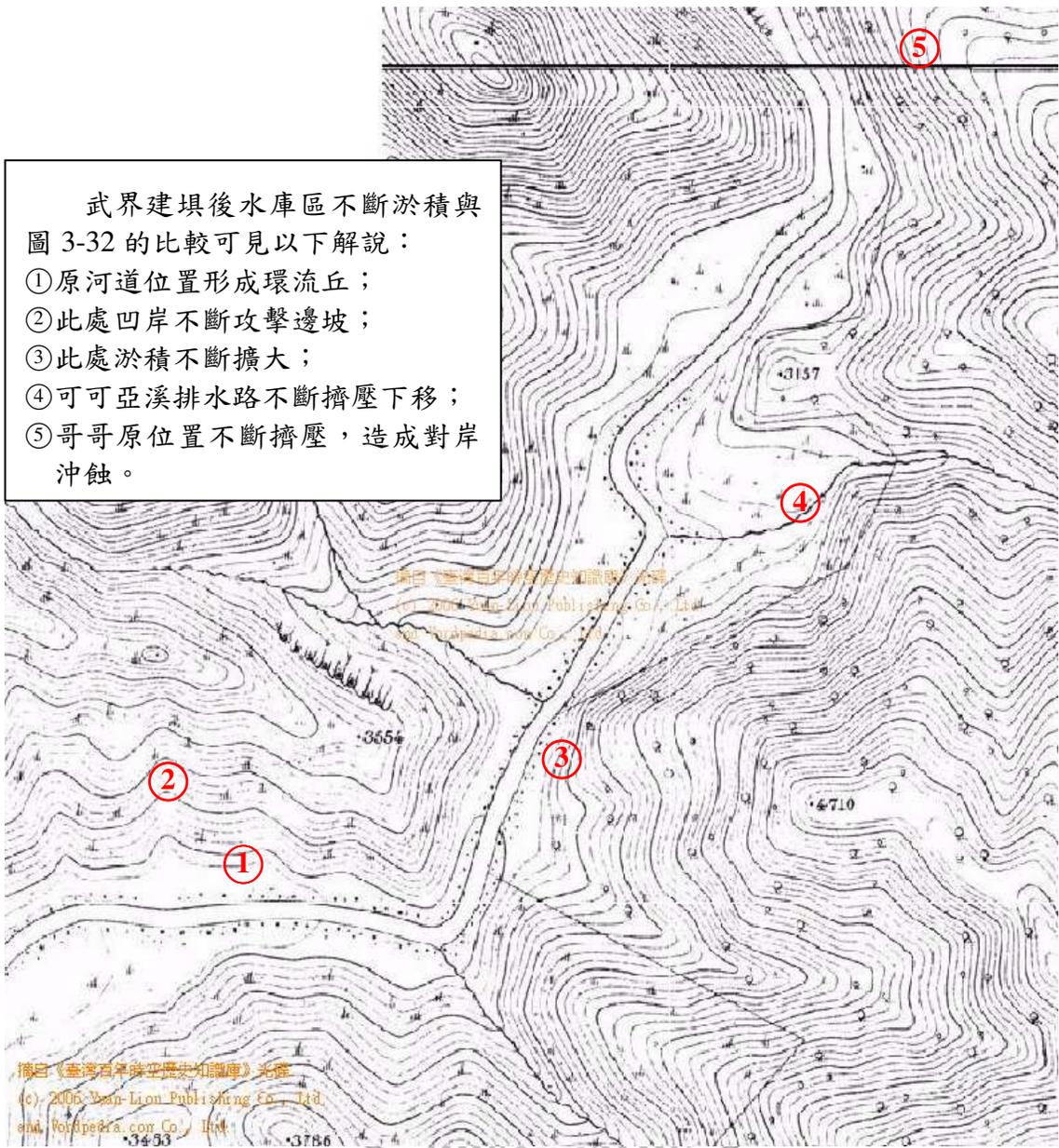


圖 3-58 武界水庫上游 1904 年地形圖

曲冰上游姊妹原一帶，原就是河道彎曲處，自然形成了沖積地，稱姊妹原，分佈在兩岸：①曲冰遺址與曲冰峽谷，地形很美，可見水流切割成的峽谷地形；②凹岸持續沖刷，河道變得更蜿蜒；③河道沖刷至岩盤，流路固定；④支流匯入口形成沖積扇地形；⑤水流平緩形成砂洲分流；⑥萬豐部落新遷建於緩坡地，安定良好。

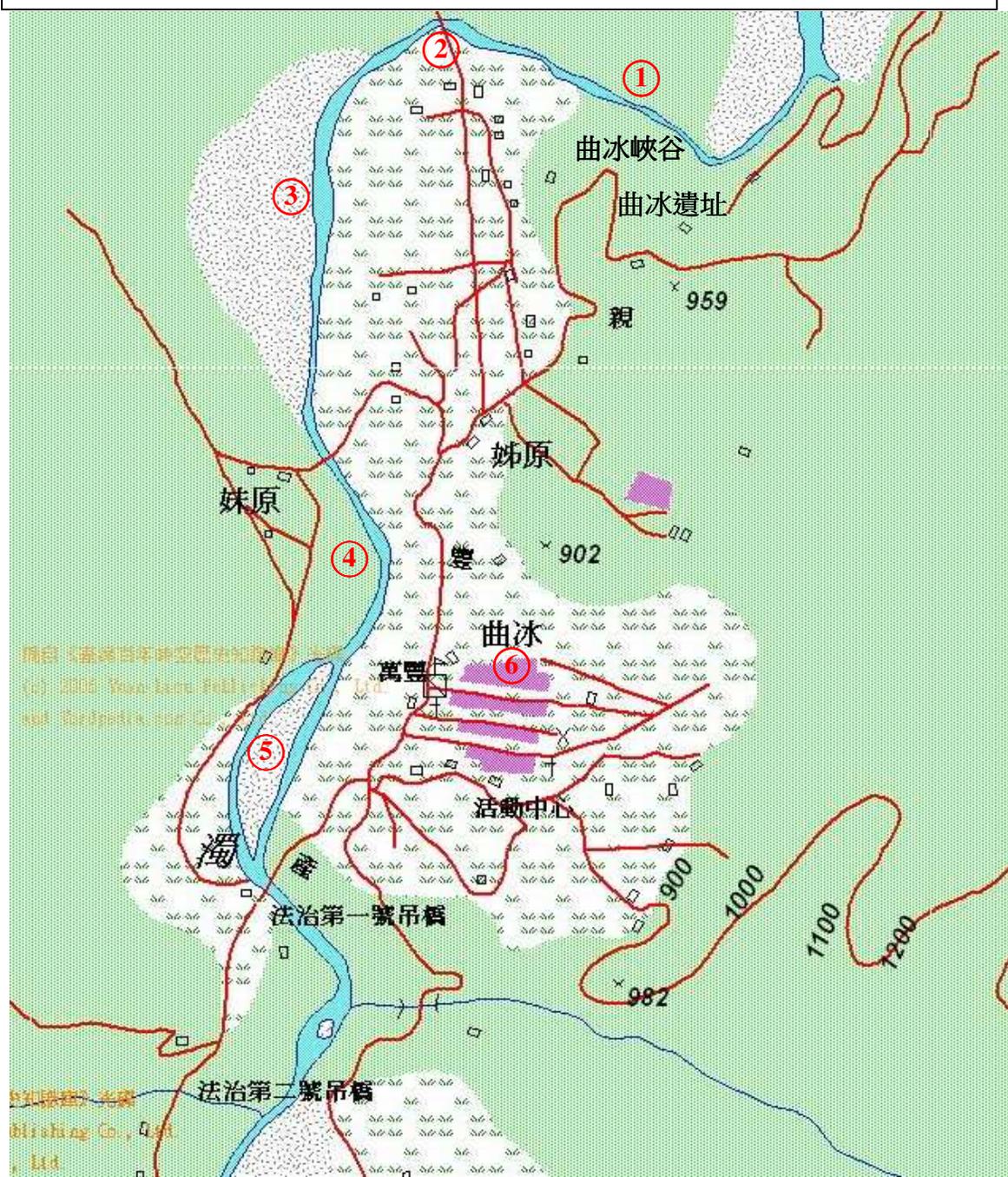


圖 3-59 曲冰姊妹原一帶現代地形圖

曲冰上游姊妹原一帶，原就是河道彎曲處，自然形成了沖積地，稱姊妹原，分佈在兩岸：①曲冰遺址與曲冰峽谷，地形很美，可見水流切割成的峽谷地形；②凹岸持續沖刷，河道變得更蜿蜒；③河道沖刷至岩盤，流路固定；④支流匯入口形成沖積扇地形；⑤水流平緩形成砂洲分流；⑥萬豐部落新遷建於緩坡地，安定良好。



圖 3-60 曲冰姊妹原一帶 1904 年地形圖

武界水庫下游濁水溪流經調整馴服，沖刷能力下降，河道顯現淤積，尤其是現代沖積地：①河道蜿蜒，沖刷凹岸邊坡；②武界社為新遷建，建於順向緩坡地；③高灘地範圍遼闊，有極佳之農業用地；④早期武界吊橋所在位置，因淤積流路改變受影響；⑤淤積形成分流與沙灘；⑥淤積範圍最南邊，再往下游進入了峽谷地形，河道穩定。

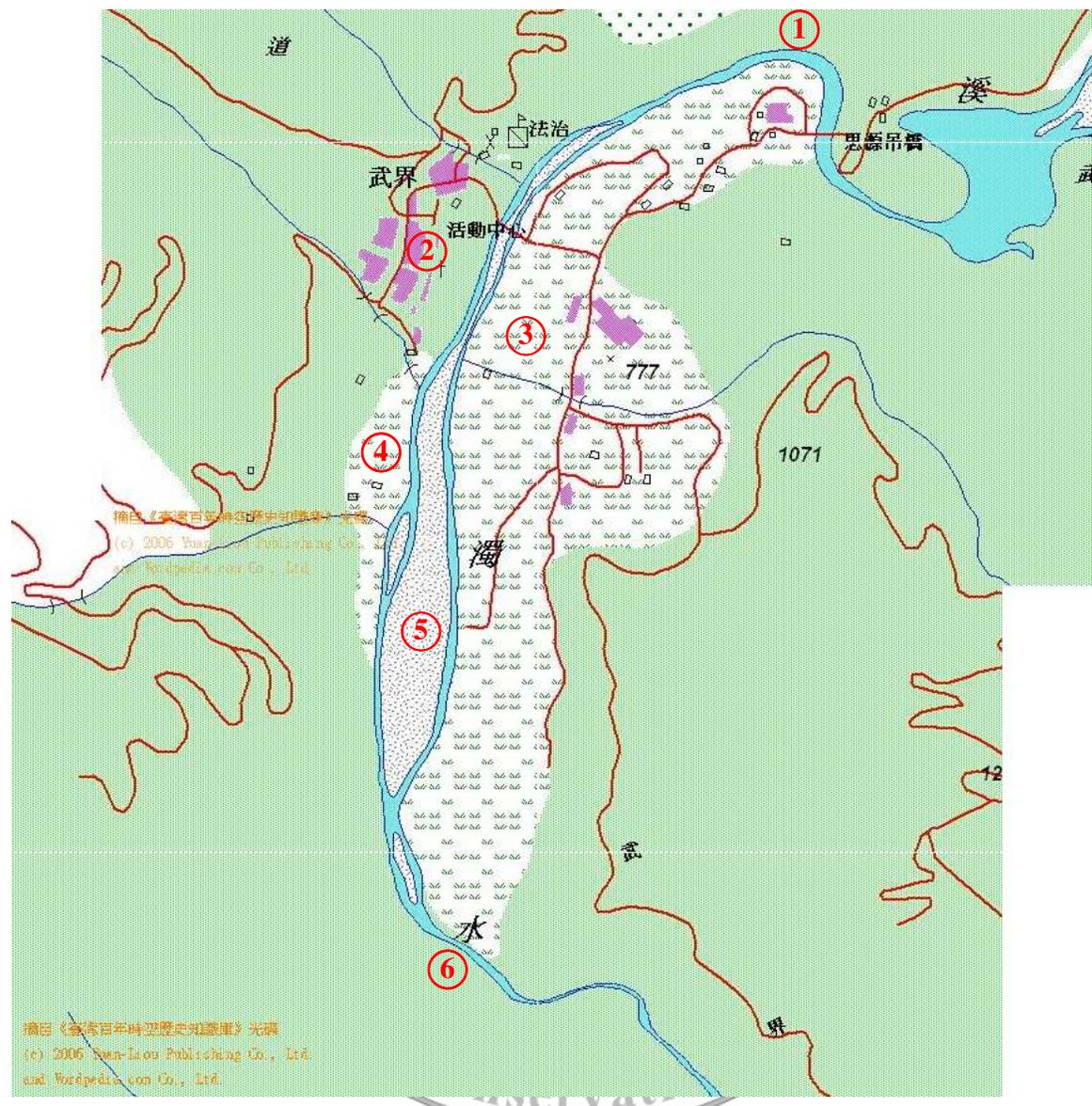


圖 3-61 武界水庫下游現代地形圖

武界水庫下游濁水溪流經調整馴服，沖刷能力下降，河道顯現淤積，尤其是現代沖積地：①河道蜿蜒，沖刷凹岸邊坡；②武界社為新遷建，建於順向緩坡地；③高灘地範圍遼闊，有極佳之農業用地；④早期武界吊橋所在位置，因淤積流路改變受影響；⑤淤積形成分流與沙灘；⑥淤積範圍最南邊，再往下游進入了峽谷地形，河道穩定。

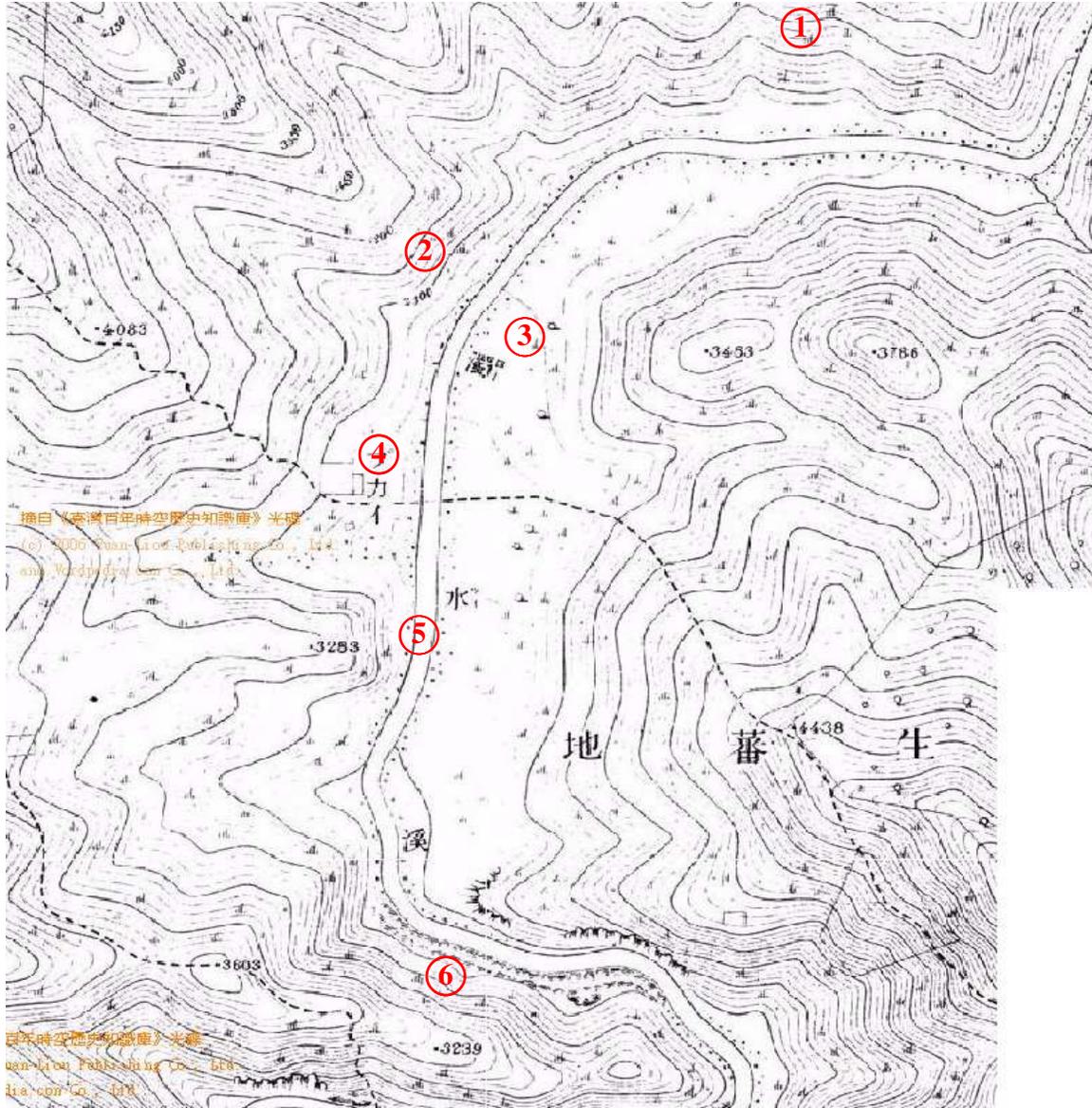


圖 3-62 武界水庫下游 1904 年地形圖

3.北港溪中游部分

北港溪中游有眉原部落、中原部落及清流部落，大致位於北港溪流過中興大學的惠蓀林場要進入麓山帶的位置。本區地質較弱軟，易生侵蝕切割，地形在過去百年來變化頗多，值得注意。

本河段 1904 年的地形圖上可見北港溪切過隘口，高程約為 450~460

公尺海拔，到了現代，環流丘已形成，主河道低於 450 公尺海拔，此環流丘的形成很特別，比較兩地圖(圖 3-63 及圖 3-64)可以發現百年前的眉貓冷大社分佈於右岸坡地上，到了近代地形變得平緩，坡面之坡度介於 10~20%之間，似乎為河道下切後崩落的跡地，新的河道在古地圖上約略的沿著高程 600 公尺的界限發展。

北港溪中游段大致在惠蓀林場內峽谷地形後，開始有淤積的河段：①原眉貓冷大社所居住的坡地因早期的崩塌遷移，河道因此向北彎；②山坡的另一面亦因崩塌形成流路彎曲；③河道遷移至原約 600 公尺高程的等高線位置；④新建的眉原社，位於坡腳，位置良好，前面並有良好耕作地；⑤黃肉溪匯流口淤積，逐漸向下游彎曲；⑥右岸逐漸崩塌，河道遷移。

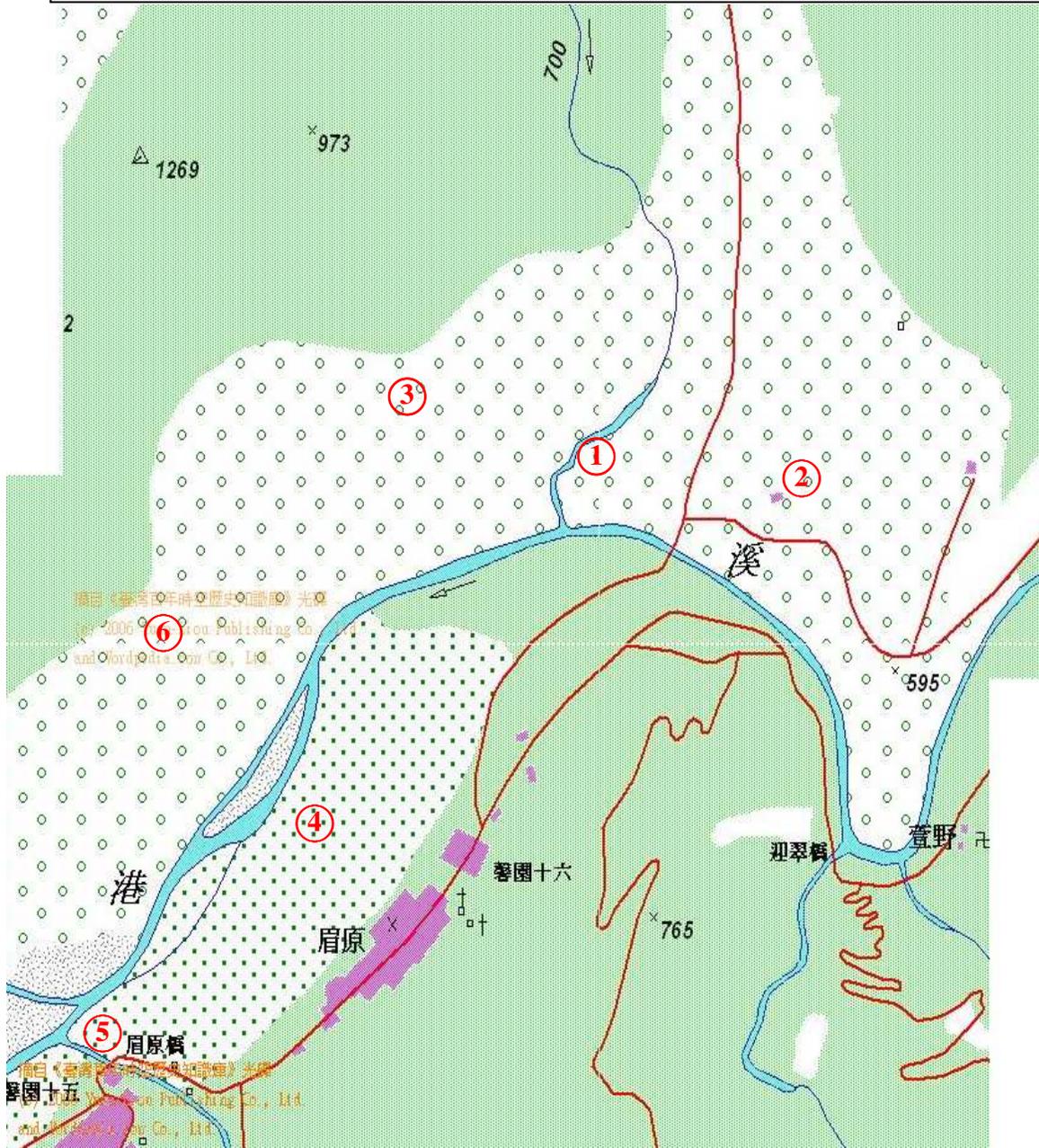


圖 3-63 北港溪中游眉原段現代地形圖

北港溪中游段大致在惠蓀林場內峽谷地形後，開始有淤積的河段：①原眉貓冷大社所居住的坡地因早期的崩塌遷移，河道因此向北彎；②山坡的另一面亦因崩塌形成流路彎曲；③河道遷移至原約 600 公尺高程的等高線位置；④新建的眉原社，位於坡腳，位置良好，前面並有良好耕作地；⑤黃肉溪匯流口淤積，逐漸向下游彎曲；⑥右岸逐漸崩塌，河道遷移。

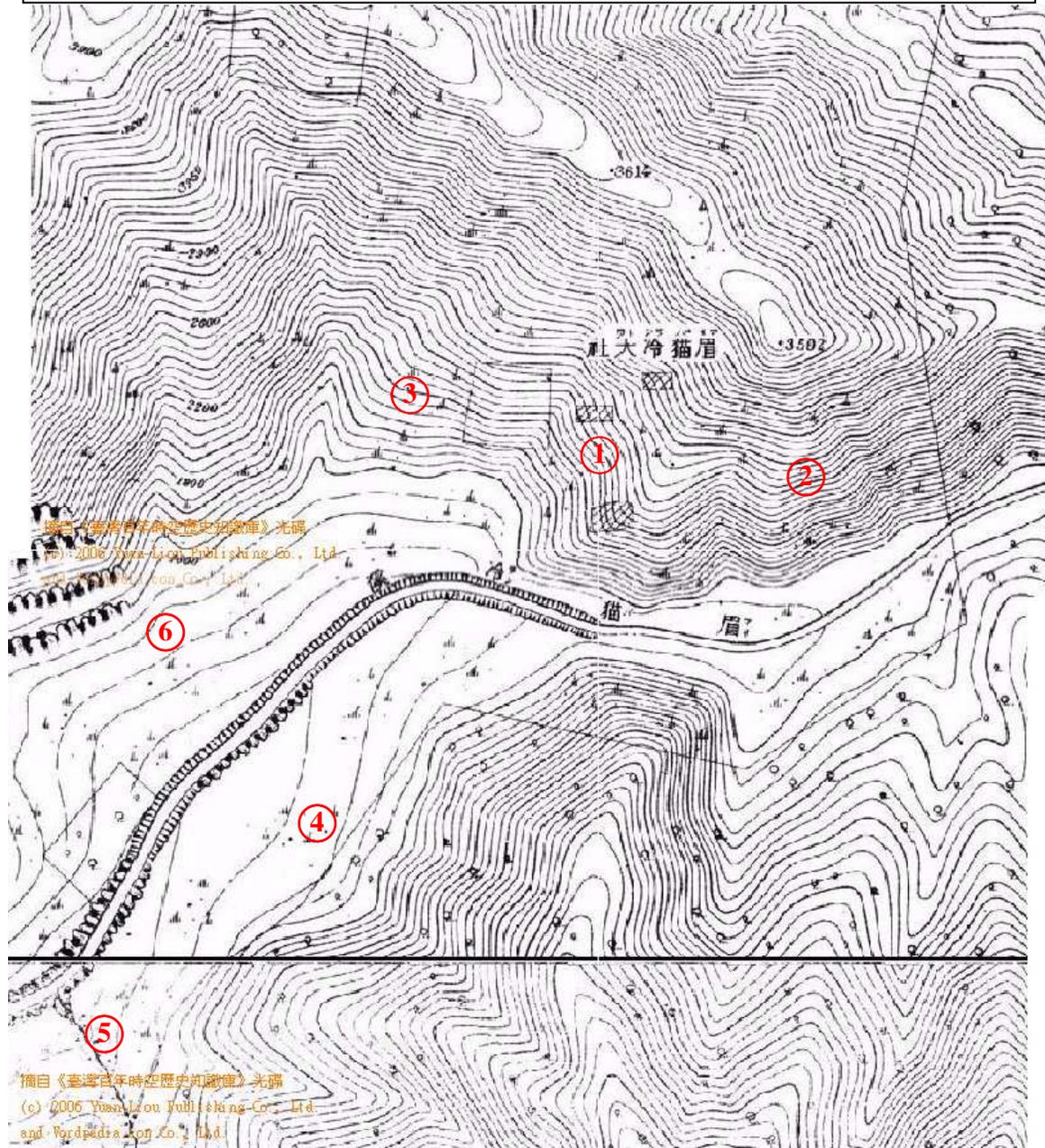


圖 3-64 北港溪中游眉原段 1904 年地形圖

上段持續的崩落讓本河段堆積快速，河道持續朝西北向遷移，在黃肉溪的出口段形成了兩側良好的高階台地，分別有眉原及中原部落，眉原應是原眉貓冷大社遷移，而中原部落則是與下游的清流部落一樣來自霧社事件後的遷村行為。

由松樹山與河道的距離在兩張地圖上比較可看出(見圖 3-65 及圖 3-66)，河道的遷移也滋長出左岸大片的可用地，目前中原村的腹地廣大，惟黃肉溪易因河道阻塞發生土石溢流災害。

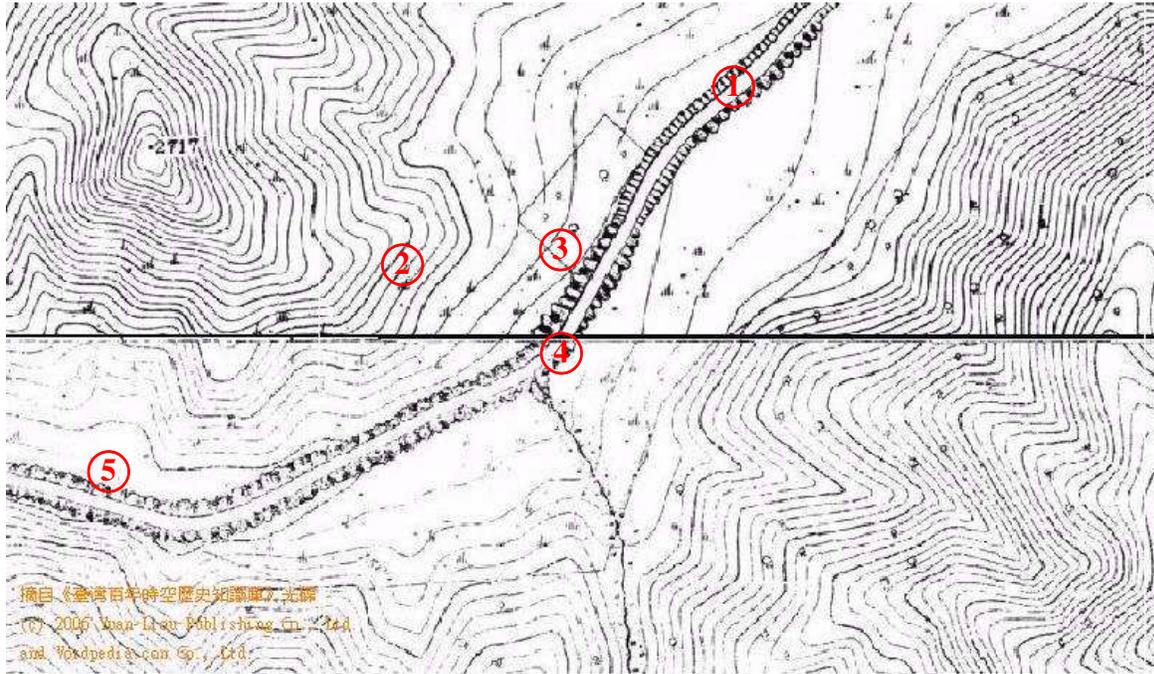


圖 3-65 北港溪中游中原段 1904 年地形圖

過了眉原，黃肉溪口左岸為中原部落所在，中原部落為新建，應是霧社事件後遷移至此：①河道淤積，分流與沙洲呈現；②河道北移，沙洲形成；③黃肉溪南移彎曲；④中原部落 921 地震受損，建有中原展望村；⑤河道彎曲轉移。

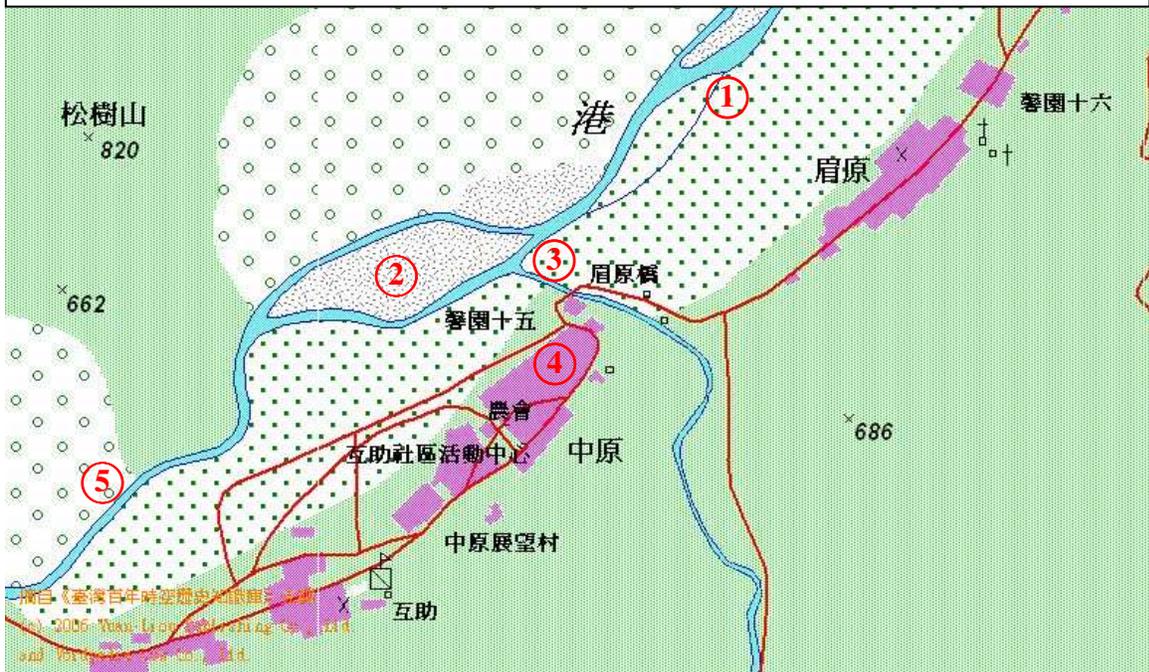


圖 3-66 北港溪中游中原段現代地形圖

再往下游進入清流段，土石淤積嚴重，百年來河道變得更蜿蜒，受堆積的影響，很容易集中水流攻擊岸坡，產生很多的災害，眉原溪的出口亦常發生土石溢流，比較圖 3-67 及圖 3-68 可見，目前的眉原溪為新發展的河道。

清流段為原住民保留地最下游段，再往下就到了小梅等平地鄉鎮：①本河段持續北移，蜿蜒程度加大；②河道發展部分受限於地形，攻擊岩壁；③清流橋附近河道衝擊岸壁，流失嚴重；④河道淤積嚴重，彎折凹岸發展快速；⑤清流溪匯入口河道不穩定，淤積嚴重又有許多的開發。

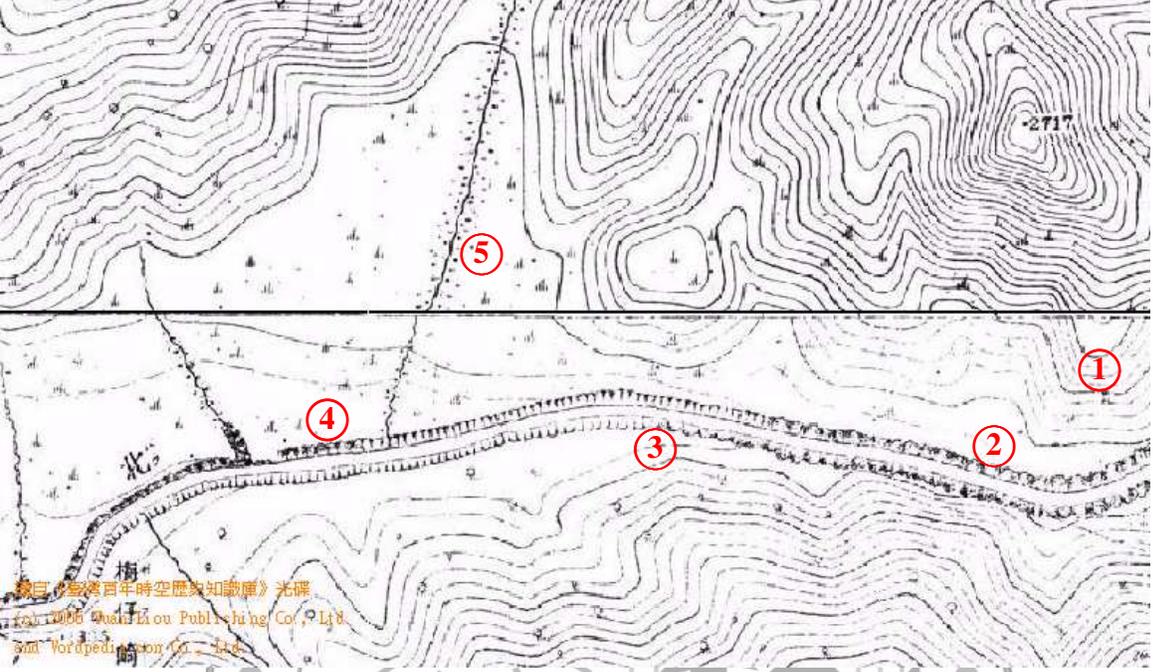


圖 3-67 北港溪中游清流段 1904 年地形圖



圖 3-68 北港溪中游清流段現代地形圖

第四章 工作進行方法

4.1 工作範圍的界定

本計畫以原住民部落為主要考量，以詳細普查的概念，了解部落的安全性，對區域內非直接相關之地質災害及主要道路等之災害，因另有主管單位與計畫進行，不在本調查工作內實施。

本區域內已有多處大型災害，如力行產業道路問題、廬山地滑問題、霧社地滑、德魯灣及溫泉橋淤積等問題，雖亦直接或間接影響原住民部落，已有相關單位另編列專案辦理，本計畫目標放在全區的普遍調查與了解問題。

4.2 可能災害的評估方法

由攝影測量的照片做航照分析，就地表地形特徵，分別依山崩、地滑、土石流災害做成室內分析，再經由現場踏勘做地表地質調查，評定其災害的可能性，最後補充必要之地球物理探勘，評估其災害的潛能及不穩定土石的数量，以供整體評估問題，並據以擬定必要之治理規劃。上述之工作應針對部落居住地、開發保留地及進出道路分別進行。遙測影像分析評估方法依水土保持地質應用手冊(2005年)實施，分別說明如后。

4.2.1 遙測影像判釋

遙測影像判釋雖然是一種間接性的調查，但它具備廣域性、先驅性、快速性、多時性等特點，故常做為現地調查之先期作業。遙測影像種類多，國內較常見的影像資料，簡單敘述如下：

- 1.**SPOT 衛星影像**: 1985年法國發射 SPOT 衛星所拍攝之影像，軌道高度約 830 km，解像力 10~5 m，係台灣地區目前較容易取得，且空間解像力較高的衛星影像資料，為過去十餘年來，國內調查研究區域性崩塌災害時，最主要的影像資料之一。
- 2.**ROCSAT-II 衛星影像**: 2004年我國發射福衛二號衛星所拍攝之影像，軌道高度 890 km，解像力 8~2 m，初次提供 2004年7月新竹縣五峰與尖石山區崩塌調查，但其他較具體地應用於崩塌調查研究，目前正進行中。
- 3.**QuickBird 衛星影像**: 2001年美國發射 QuickBird 衛星所拍攝之影像，軌道高度約 450 km，解像力 2.44~0.61 m，是目前解像力最高

的衛星影像，但是價格高；在台灣地區，其高空常有較多雲層，故不易如期獲取該區較理想的影像。

4.航空照片：簡稱航照，為飛機內裝置攝影機，自航高數千公尺拍攝地表之黑白或彩色照片，解像力 20 cm；實務上，從攝影到取得影像資料，雖較一般衛星影像費時且費錢，但對於需要較多地表資訊的環境地質調查，尤其是地滑調查，航空照片是不可或缺的資料。

衛星影像可應用於森林、礦產資源、地質構造、防災等，多方面的調查研究，在水土保持工作方面的應用，常用來作為調查廣大區域的崩塌地分佈。衛星影像判釋作業程序大致如下：

1. 步驟與方法

衛星影像判釋步驟與流程如圖 4-1 所示。

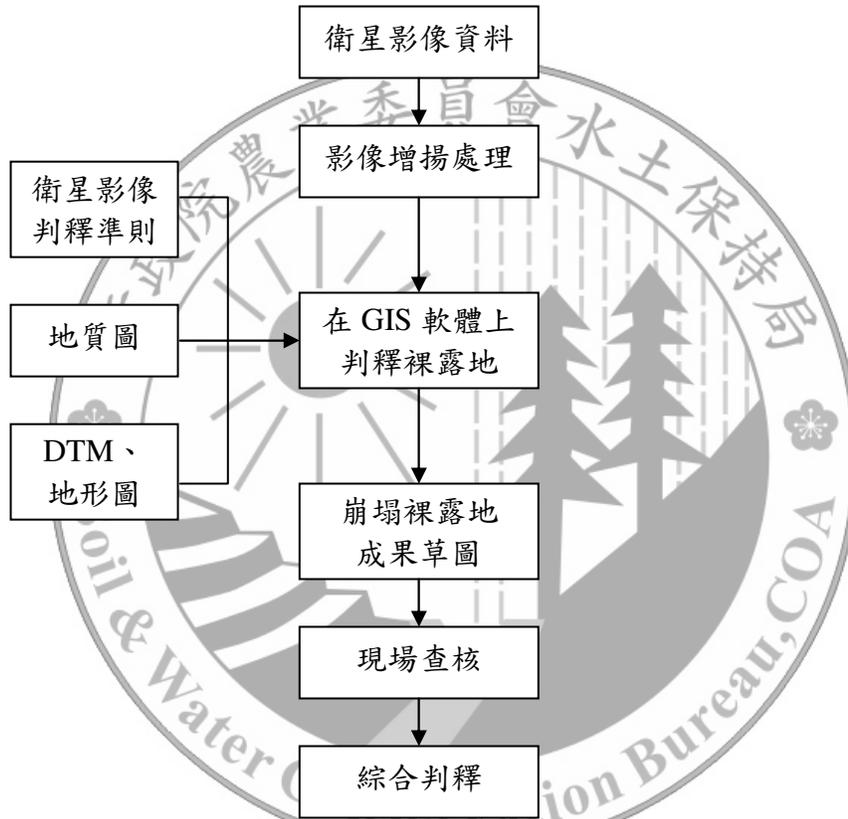


圖 4-1 衛星影像判釋崩塌地流程圖

2. 基本資料蒐集

衛星影像判釋必備的基本資料，包括：

- (1) 調查區衛星影像資料
- (2) 調查區地形圖

(3) 調查區地質圖

3. 影像判釋

(1) 判釋要點

- a. 色調(Tone)：色調係指影像上各物體間相對的明暗度或色彩，此與各物體對光譜反射率的不同有關，因此，有植被的地區與裸露地，在衛星影像上即呈現兩種不同色調的區塊。
- b. 形狀(Shape)：新崩塌地與一般裸露地的色調幾乎一樣，但崩塌地具特殊外形，如馬蹄形、橢圓形、紡錘形、慧星形等。
- c. 區位(Site)：崩塌地主要位於山坡或河岸，鮮少見於平原區。

(2) 判釋方法：

- a. 將影像資料予以線性增揚(Enhancement)，使植生覆蓋區及非植生覆蓋區分別轉成綠色及棕色，以突顯出裸露區，如河床、道路、堤防、建地、旱田、新開發區、裸岩區及崩塌裸露地等。
- b. 在電腦上利用 GIS 軟體，依據衛星影像判釋準則，圈繪可能之崩塌裸露地。
- c. 套疊 DTM、1/25,000 比例尺之經建版地形圖、1/5,000 相片基本圖等地形資料，篩除墾殖區、人為開發區、山區聚落等誤判區。
- d. 數化上述篩選後的崩塌裸露地，並繪製成果草圖，供作現場查核之底圖。

4. 現場查核

(1) 查核點規劃

(2) 現場實施

(3) 查核成果彙整及成果草圖修正

5. 綜合分析與解釋

(1) 崩塌面積

(2) 崩塌形狀：長、寬

(3) 崩塌位置

(4) 坡度

(5) 地層

(6) 其他

4.2.2 航照判釋作業程序

從立體鏡觀視航空照片，地形高度會誇大 3~4 倍，使原來傾斜地形成為更陡峭的影像，這種垂直誇張的現象，對於地形起伏和緩地區的地質調查有相當之助益。一般購得之航空照片多為數值影像資料，因此可直接在個人電腦上閱覽及判釋。航照判釋作業程序如下：

1. 資料蒐集

航照判釋必備的基本資料，包括：

- (1) 調查區地質圖
- (2) 調查區地形圖
- (3) 調查區航空照片

就蒐集到的地質圖與地形圖，先作初步的判讀與分析，可提昇航照判釋之效率。

(1) 地質圖判釋

- a. 瞭解分佈於調查區內之地層分佈及岩石種類，如砂岩、礫岩、頁岩、板岩、片岩、安山岩、石灰岩等。
- b. 瞭解調查區內的地質構造(如斷層、背斜、向斜)，及其它不連續面(如層理、節理、片理等)之走向與傾斜。
- c. 配合地形圖，研判山坡地與地層層面或不連續面傾斜方向關係，推測是否為順向坡等。

(2) 地形圖判讀

- a. 山崩(包括落石或表層崩塌)，在 1/5,000 相片基本圖上，可以色調來辨認，其次輔以地形等高線之疏密變化，區分崩崖與崖錐堆積；通常崩崖面為較周圍地區陡之凹坡面，而崖錐堆積則於坡趾處產生緩坡。
- b. 地滑發生後，常出現滑落崖、滑動體、側翼及趾部等地貌特徵。馬蹄狀之崖坡、滑落崖下方有窪地或水池形成、外觀呈畚箕狀凹陷地形、植生林相與周圍林相不協調、趾部為河岸攻擊坡或突出河道致使河道變窄。
- c. 由砂岩與頁岩互層所構成的單斜構造區，由於軟弱的岩層如頁岩、泥岩，常被侵蝕成為谷地，所以主要的河流即順著岩層走向發育，稱為順層河；而主要的支流，即順斜河或逆斜河，常以近乎垂直於主流的方向進入主流。通常順向坡較逆向坡長且緩，因此，順斜河之河道較長且緩，而逆斜河的河

道較短且陡。藉由此地貌特徵或支流顯著對比性，可區分出順向坡與逆向坡。

2. 航照初判

(1) 判釋要點

- a. 形狀(Shape)：指一個物體或影像的外形或輪廓，例如橢圓形或長方形的空地，常被作為辨認操場或球場的參考。
- b. 大小(Size)：照片上所看到物體的大小，必須考慮到照片的比例尺，例如山坡地上的農舍，若不考慮其大小時，可能被誤判為工寮。
- c. 型態(Pattern)：指物體的排列情形，例如以往學校的校舍多呈方陣形或平行排列型態。型態可用於表示山脊的排列型態，間接反應出岩層的排列型態，如平行排列的山谷與山脊多為單斜構造。
- d. 色調(Tone)：色調被定義為自白色至黑色間之灰調深淺變化，色調的差異與各物體的反射率有關。就照片判讀而言指的是相對色調，絕對色調會因不同時間、不同底片等而異，不易作為地質判釋之用。相對色調，指不同地質型態間色調的差異，或稱為對比。
- e. 區位(Site)：某些現象只發生於某些特定區位，例如，崩塌只發生在山坡或河岸。
- f. 共生(Association)：某些現象的發生常會與其他現象有關連性，例如河岸的崩塌常與河岸侵蝕有關；橢圓形操場多與方陣形排列的校舍在一起。

(2) 判釋方法

- a. 全區航照快速瀏覽，並規劃判釋之順序。
- b. 以膠帶將透明膠片貼在一條航線上隔張照片上，並用油性筆標示框標、航線編號、照片編號、與指北標示。
- c. 依序取一個航照立體對放在立體鏡下，打開照明。
- d. 調整航照位置，使在立體鏡下能看到最佳立體狀況，然後以紙鎮或膠帶將航照固定在燈光桌或書桌上。
- e. 可依研判之需要，加上放大鏡或移開放大鏡。
- f. 依航照的判釋要點，進行一般性地質與地質災害分析。
- g. 將立體鏡下觀察與分析結果，以油性筆圈繪於粘貼在航照上的

透明膠片，並加註記。

- h. 最後再將航照判釋成果轉繪至 1/5,000 或 1/10,000 比例尺地形圖上，供作現場查核之底圖。

3.現場查核

- (1) 自查核區對岸或高處，確認航照初判之各現象的位置、範圍、型態、地形等。
- (2) 進入查核區內，調查下列各項：
 - a. 居民訪談
 - b. 尋找露頭，辨認岩性及層面、量測各不連續面走向與傾角。
 - c. 裂隙分佈
 - d. 滲水位置
 - e. 侵蝕與堆積現象
 - f. 其他

4.航照複判及綜合解釋

- (1) 彙整現場查核結果，對於有疑問之處，進行航照複判。
- (2) 綜合解釋內容，包括：
 - a. 調查區地質與地形現況
 - b. 災害原因、範圍或規模
 - c. 災害現況與可能的後續發展
 - d. 後續工作建議與規劃

4.2.3 數值航空攝影測量方法

指以空中拍照所得相片，經掃描成為數值影像，配合控制點量測結果，經由數學解算的方式，建立影像與實際地物之間座標系統的對應關連。再經由正射處理，最終可由正射影像中直接得到現地的座標資料。

數值航空攝影測量的應用，主要在重建仁愛鄉地區的地形資料，以方便後續的室內資料處理及分析。對過去的研究來說，要能得到現地的地形資料，就必須對於邊坡或河道進行測量的工作。仁愛鄉地區研究範圍內有數個集水區，河道長且落差大，地區廣闊，要進行實地測量工作已有困難，還要回溯已經消逝的過去歷史資料。不過這些資料的特性，皆為航空影像所包含，利用過去的航空影像，可進行數值地形模型的重建工作。

運用軟體程式將航空影像進行正射處理，以產生正射影像與數值地形模型資料。目前數值地形模型製作的技術已趨於成熟，市面上與業界有許多的軟體或工作站都可以進行處理。本研究所使用的軟體為 ERDAS IMAGINE 的 LPS 模組，進行正射處理及數值地形模型製作。應用 LPS 進行影像正射處理的流程如圖 4-2 所示。

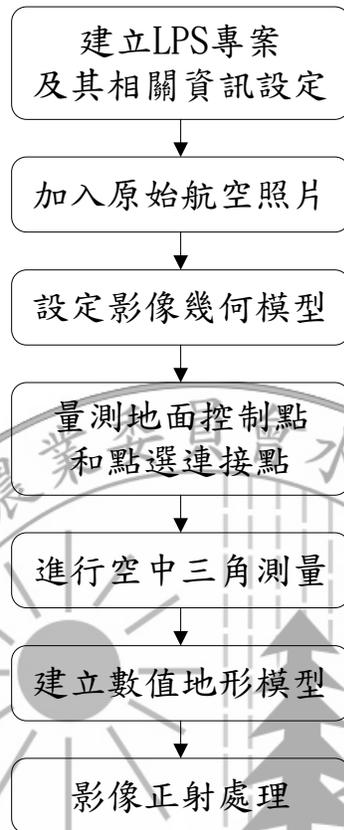


圖 4-2 LPS 影像正射處理流程

ERDAS IMAGINE LPS的影像正射處理與DTM製作程序包含七個步驟：

1. 建立 LPS 專案及其相關資訊設定
2. 加入原始航空照片
3. 輸入航照拍攝相關參數
4. 點位量測與點選連接點

這是 LPS 影像正射處理最耗時但最重要的一部份，因為有精確的地面控制點和連接點，才能得到精確的空中三角測量及正射的結果。

通常在點選完控制點後，可自動產生連結點，由於本研究區域大多為高山樹林地，因次大多需要人工點選連接點。

5. 空中三角測量

經過空中三角測量後即可瞭解以下三結果：

- (1) 建立相機、影像和地面間的數學關係，可得到每張影像相機拍攝瞬間之空中座標(X、Y、Z)及其和地面座標之旋轉角度(ω 、 ϕ 、 κ)，也可以將這些外方位參數取代步驟(3)之概略初始值，已增加最後正射影像的精確度。
- (2) 計算所得到所有連結點的地面座標。
- (3) 由地面控制點的誤差值，可了解定位的精度，若有誤差特別大的地面控制點，可回到步驟四做適當的修改或增減。

6. 建立數值地形模型

在 LPS 中，立體測量是使用具有共同重疊區的立體像對之來進行人工的量測。觀測者需配戴紅藍眼鏡，而呈現在觀測者眼前者為攝影地區實景立體模型，運用螢幕中之浮標量測。

7. 產生正射影像

影像正射處理為消除地形起伏產生的影像變形，需配合產生的數值地形模型資料進行修正，再配合上述空中三角測量的結果，進而產生正射影像。

在產生數值地形模型資料及航空影像正射完成後進行地形資料變異分析，針對前述之研究目的進行資料分析、運算、整理和討論的流程圖。



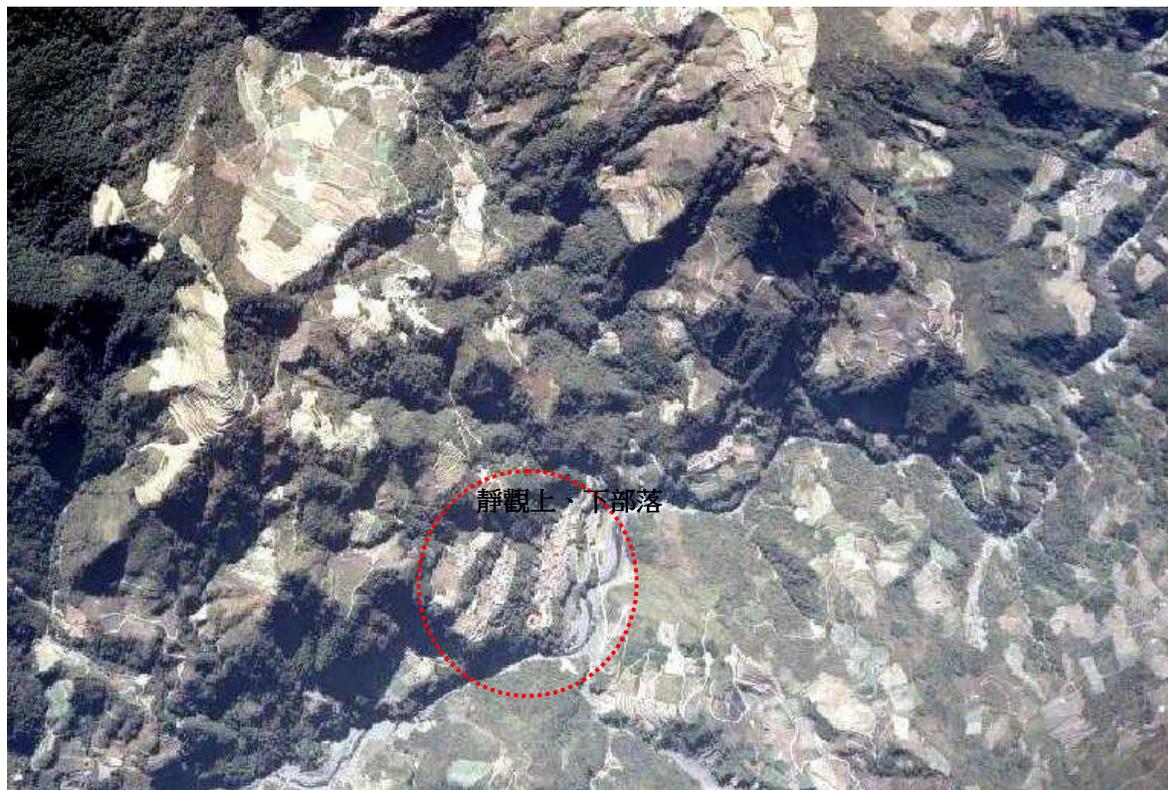


圖 4-3 靜觀上下部落正射影像



圖 4-4 靜觀上下部落數值模擬地形圖（更具立體化）

4.2.4 地表地質分析

1. 水系分析

水系分析項目包括：(1) 水系型態分類，(2) 河流特徵：密度、均勻度、方向性、河道交角、剖面形狀等，(3) 水系型態與其主要控制因子，(4) 河流發育階段等，藉以瞭解調查區的岩性、地質構造、與地形等。

2. 線型 (基岩破裂型態分析)

基岩的裂縫或不連續面呈現在影像上時，稱作線型。在影像上成線的現象有四類：(1) 地形的成線，(2) 水系成線，(3) 土壤或植生之色調變化的成線，(4) 以上三種的混合。有些線是地質構造線或岩性的界線，有些與地質無關(如，陰影)，只有與地質有關的成線現象，才稱作線型。線型分析重點有三：(1) 線型密度或線型交點密度，用以表示破裂程度，(2) 線型方向性的趨勢，用以表示應力方向，(3) 線型之屬性，探討各個線型個別意義，如斷層、地層、地形等。

3. 地層及層態

在航照的立體觀測下，因為看到的『立體模型』有垂直方向的誇張，且視野較地表觀察廣，有助於判釋地層的延伸狀況，因此，亦可辨認出地層的層面，及其走向與傾斜方向。

4. 地勢分析

一個地區的地勢發育，常受岩石種類、地質構造、氣候等影響，例如大安溪北岸的火炎山(由礫岩構成)、台南縣的月世界(泥岩區)、墾丁的喀斯特地形(石灰岩區)。

5. 順向坡判釋

順向坡係指地層面或岩石弱面之傾斜方向與坡面方向一致的邊坡，易發育於具軟硬相間層狀結構之中至低傾斜(3~35°)之沉積岩或變質岩區。在西部麓山帶地質區，因岩層抗蝕力差異，堅硬岩石突起構成順向坡面(在厚層砂岩呈特殊熨斗狀地貌)，而軟弱岩石被蝕凹下成發育成谷；當這些傾斜沉積岩若為構造較單純之中及低角度單斜構造，則會形成一系列由成群平行相間之山脊和山谷地貌，稱之單面山地形；在這個區域內之河流，多呈格子狀水系型態。

(1) 首先利用地質圖及航照判釋，瞭解調查區之岩層是否為具傾斜層狀或葉理狀地層的特性，若其屬非傾斜或葉理狀地層則其屬非順向坡；反之，若地層具明顯之葉理狀或屬傾斜狀地層，則可進一步配合地形圖加以判定。

- (2) 沉積岩中之砂頁岩互層地區，常發育成突起且平行排列的山脊，若其岩層傾角在 $3\sim 35^\circ$ 時，透過立體鏡觀察，常見山脊兩側坡度有一陡一緩的地形，其緩坡面會顯露出平滑的斜坡，此即為順向坡面。如果這些坡面受強烈切蝕時，則形成熨斗狀地形(林朝宗，1988)，此亦是辨別順向坡之重要指標。
- (3) 河流系統在平面上或航照上的排列型式稱為水系型態，它能反應地下的岩性及地質構造。格子狀水系為沉積岩的水系之一；格子狀水系的特徵是近乎平行排列的河道，以及垂直之轉彎；主支流的關係也常具相互垂直的情形。
- (4) 單面山地形發育於具有砂岩蓋層之緩傾角單斜構造區。由於差異侵蝕的作用，軟弱的岩層如頁岩、泥岩，被侵蝕成為谷地，所以主要的河流常順著岩層走向，稱為順層河；而主要的支流，即順斜河或逆斜河，常以近垂直的角度進入主流。通常順向坡的坡長較長，坡度較緩；而逆向坡的坡長較短且較陡。因此，順斜河之河道較長且緩，而逆斜河的河道較短且陡。由於順斜河係分佈於硬岩組成的順向坡上，故其水系密度較疏，而逆斜河的水系密度較密。在航照上可藉由地貌特徵或支流顯著對比性可區分出順逆向坡。

6. 地質災害分析

(1) 山崩敏感區

山崩為岩體或土體的表層發生滑動或崩落之現象，其崩落體多呈分崩離析狀態，此類型之崩塌大多發生在 30° 以上之陡坡。

山崩之航照判釋依據如下：

A. 主崩崖(主要發生土石崩落之地區)

- a. 崖面裸露並呈光亮色調者，多為新崩塌崖面。
- b. 崖面披覆著植生並與周圍多年生林相不協調者，多為舊崩塌崖面。
- c. 塊狀硬岩或互層狀岩坡。

B. 崖錐堆積區

- a. 陡崖下方坡度變平緩且呈錐形堆積。
- b. 光禿而少植被之崖錐堆積是新崩塌所形成。

C. 環境概況

- a. 由新鮮岩盤上覆蓋著數公尺厚風化岩(土)層或是崩積

層所構成的地質，大致為山崩敏感區。岩石風化評估標準。

- b. 節理發達之岩層或軟硬岩所構成之逆向坡。
- c. 河岸之攻擊坡、向源侵蝕之源頭等。

(2)地滑敏感區

相較於山崩，地滑的運動速度通常較慢，但具較明顯的滑動面及較厚的滑動體，常發生於坡度 30° 以下的斜坡。

地滑在發生後常出現特殊之滑動地形，包括滑落崖、滑動體、側翼及趾部等：

A. 滑落崖

- a. 呈馬蹄狀之陡崖。
- b. 崖面的色調光亮，表示新滑落崖。
- c. 崖坡上緣冠部有同心圓弧形排列張力裂隙。
- d. 滑落崖下方出現小水池、溼地、泉水等。

B. 滑動體

- a. 呈畚箕狀凹陷地形。
- b. 植生林相與周圍林相不協調，即滑動體內為草生地或竹林地，或是被開墾為梯田，而與周圍多年生林相有所差異。
- c. 滑動體上段呈下陷地形，中段呈緩坡狀，下段為隆起地形。

C. 側翼

滑動體的兩側為地滑與圍岩產生剪切破壞的地帶，岩層破碎，容易被侵蝕成凹谷地形。

D. 趾部

- a. 趾部為河岸攻擊坡。
- b. 趾部突出河道致河道變窄或轉彎。
- c. 趾部之上游河段可能形成堰塞湖。

E. 環境概況

- a. 由深厚的軟岩、風化土層、或是崩積層所構成之邊坡，透水層與難透水層交互成層所構成之順向坡等，多為

地滑敏感區。

- b. 趾部被岸侵蝕掏空。
- c. 不當的開挖或填土等。

(3)侵蝕敏感區

山坡地之侵蝕型態，包括河流侵蝕與逕流沖蝕兩大類。表 4-1 為各類侵蝕災害類型之說明與判釋。

表 4-1 侵蝕災害之類型與判釋表

類 型	說 明	航照判釋依據
河流侵蝕	向源侵蝕 河流源頭，因河流的下切作用，而使河流逐漸向上游延伸之現象。	a. 源頭處呈湯匙狀地形。 b. 活動之向源侵蝕區其周圍出現崩塌。
	河岸侵蝕 河流側向侵蝕的一種現象，使河岸後退與河谷變寬。	a. 河流之中下游河道轉彎，彎曲河道外側攻擊坡呈陡崖狀或階狀。 b. 活動中之河岸侵蝕會在攻擊坡造成山崩或地滑。
逕流沖蝕	地表水集中對地表沖蝕成深且陡的溝形或谷形；通常溝深大於溝寬。	a. 於航照之一級水系兩岸，呈灰暗色調之之凹谷地區為敏感區。 b. 活動中之蝕溝呈裸露現象。

D.土石流(河流堆積)敏感區

土石流，係指崩塌、河床堆積、或堰塞湖潰決等所提供之土石，混合著水呈粥(稀飯)狀而流動的現象；它擁有相當大動能，在流動過程中，具直進性，並侵蝕河床及河岸，易釀成重大災害。土石流的發生與地形坡度有密切關係，一般而言，源頭區的坡度在 15°以上，輸送區 15~10°，堆積區 10~3°(今村遼平，2005)。因此，土石流的判釋，可結合山崩、地滑及河流侵蝕之判釋成果進行：

(1) 源頭區

- a. 15°以上區段呈湯匙狀之凹谷。
- b. 上游谷地有崩塌地、河床堆積物、堰塞湖、棄土等。

- c. 出現伏流水。
- (2) 輸送區
 - a. 槽狀之侵蝕溝
 - b. 出現河床堆積物、低位階地、崖錐堆積等未固結堆積物。
 - (3) 堆積區
 - a. 於谷口呈扇狀地形。
 - b. 源頭區的土石混合著較少量的水份，快速地流過輸送區後，即堆積成紡錘狀或舌狀，且無層理的沖積錐(Alluvial cone)，此為狹義的土石流，具破壞性；緊接著是土砂混合著較多量的水份，翻越沖積錐而在 3° 以下的地形面上堆積成有層理的沖積扇(Alluvial fan)，稱為土砂流，不具破壞性(今村遼平，2005)。
 - c. 愈新的沖積錐，危險性愈高。

4.2.5 現地調查

調查之目的，在於蒐集土砂災害區或治理工程之工址之地形、地質和水文以及相關資料並可作為遙測影像判釋結果之查核，以供下列作業之所需：

- (1) 防制崩塌作用之產生；
- (2) 治理崩塌地；
- (3) 防制土砂災害；
- (4) 勘查土砂災害致災原因；
- (5) 勘查土砂災害危險範圍；
- (6) 勘查新建防災工程之工址；
- (7) 勘查當地骨材料源；
- (8) 治理規劃工作之擬定。

1. 調查對象

覆蓋於地表之土石，多由構成地殼的基岩，經由風化、重力變形、解壓等地表作用變化而來，其組成和結構都迥異於其母岩，其種類包括風化基岩、鬆動岩層、滑移層、崩塌物質、風化土壤等各階段之風化土石。以山坡地表土石為研究對象的地質學，即稱之為「地表地質」或「山坡地質」，乃水保工程之主要對象。

2.地表地質調查特點

地表地質因受母岩特性，出露於地表之後所受之各種物理與化學之風化作用、侵蝕作用，以及地殼變動等內外因子之影響，使其屬性之空間變異性大而不規則，而使野外調查資料，難作較大地理範圍之推演，而彌增其調查工作之困難度。



圖 4-5 道路水土保持所涉及者為山坡之地表地質。(南投縣信義鄉上安)



圖 4-6 坡地農地水土保持係以地表地質為其作業對象(南投縣仁愛鄉合作村)

3.環境地質

由於山坡土地利用、山坡沖蝕崩塌作用和水土保持工程都是在山坡地表進行，所以水保地質主要以山坡地之地表地質為對象，故可稱之為「山坡地質」。

4.調查之基本動機

基本動機由三個部分所組成，即：

(1)瞭解問題區之現況，包含：

- a. 災害情況；
- b. 致災之直接原因；
- c. 受災區之自然環境，包括地理區位、地形因子、地質因子、水文因子；
- d. 災源區與受災區之相對位置等。

(2)判斷受災區依然存在之作用力（亦即致災營力之繼續存在與否），及其強度與可能之頻度等。

(3)預測受災區未來演變之方向及走勢。

以上「現狀」、「作用」、「演變」等三項調查動機即構成現地調查之項目與研判之內容，並成為爾後研擬治理對策之基礎。

5.資料蒐集

- (1) 調查區地質圖
- (2) 調查區地形圖
- (3) 調查區航空照片

地形圖和地質圖是水保地質調查的兩種必須蒐集與參考之基本資料，以使調查者在出發之前，對前往之問題區的地理位置、地貌起伏狀況，及其組成之岩體之性狀等，與水保相關之資訊有概括性之瞭解。

地質剖面圖是用於表現地質圖上某一線條地下地層垂直分佈情況。對須作深開挖的地下電廠、大壩基礎、地下油庫、隧道等大地工程之規劃與設計至為重要。地質調查時，製作地質剖面圖可幫助調查者掌握問題區的整體概念，增加對地質的瞭解。

6.現地調查記錄

現地調查記錄包含照片攝影及現地現況記錄。

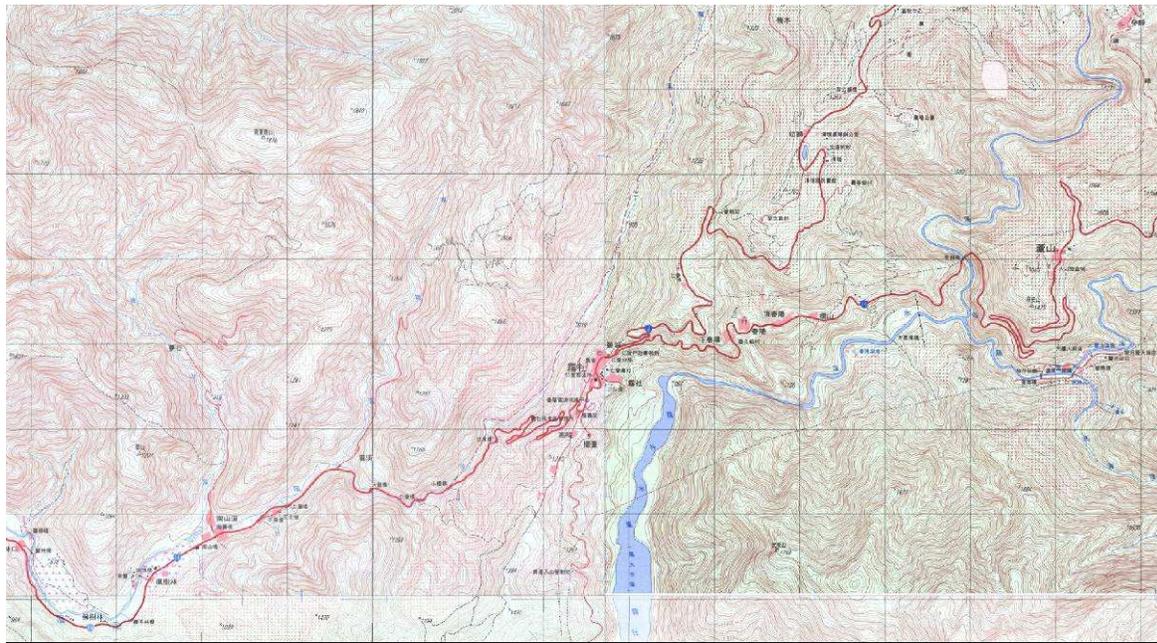


圖 4-7 地形圖顯示調查之地理位置與地貌形勢（南投縣霧社水庫地形圖）

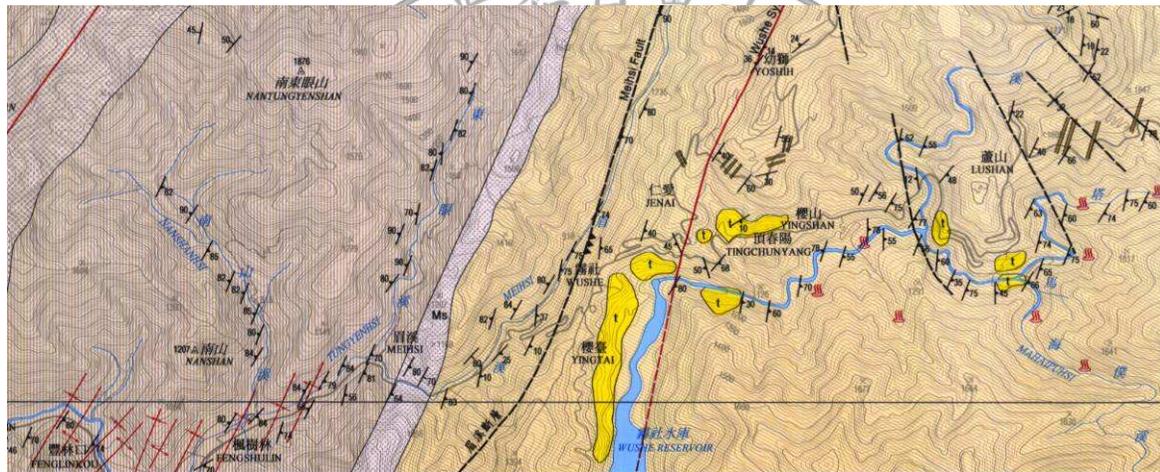


圖 4-8 地質圖顯示調查區之地層年代、組成與結構（南投縣霧社水庫）

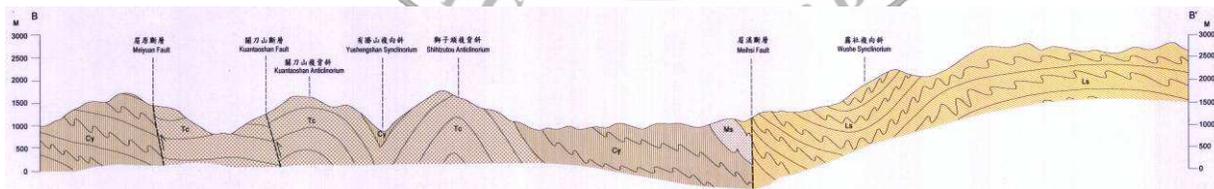


圖 4-9 地質剖面圖

4.2.6 崩塌潛感分析

地理資訊系統(GIS)在環境決策與自然災害的預測評估上，具有獨特的優勢及效率。以 GIS 完成各種環境災害空間分析後即可進行危險潛感地圖製作，透過 GIS 製圖模式的應用，可以處理分析並建立解決真實世界問題之模式。將問題概念化後，首先針對不同狀況建置適宜之製圖模式，分析推論並設定各項影響災害發生的關鍵環境變數因子，進行崩塌潛感圖之建置。潛感圖主要是透過對已發生災害事件的空間特徵，利用不安定指數法推論以往造成崩塌災害發生的環境變數之關鍵因子進行分析，同時個別給予崩塌影響因子評分及權重，再透過 GIS 製圖模式的運算，評定崩塌敏感區之等級及空間分佈情形。

分析流程如下：

1. 現場勘測

現場勘測實為了解現地最直接且準確的方法，利用 GIS 強大之擷取、儲存、編輯、處理、展示功能，配合航照正射影像建立崩塌地數化資料庫，以便確切掌握現有崩塌地實際情況以及空間絕對位置，輔助人員有效且快速的進行現地踏勘。

2. 崩塌影響因子資料庫建立

以 GIS 進行空間資料分析而言，資料庫之建置是首要工作。首先必須決定與設計資料庫的內容與型式，選定崩塌影響因子，以地理資訊系統為主，數值地形模型(Digital Terrain Model, DTM)為輔，配合航照影像與其他數化後電子圖檔資料，擷取並建立各崩塌影響因子的基本圖層。

3. 崩塌潛感分析

主要是透過對已發生災害事件的空間特徵，利用不安定指數法推論以往造成崩塌災害發生的環境變數之關鍵因子進行分析，同時個別給予崩塌影響因子評分及權重，再透過 GIS 製圖模式的運算，評定崩塌潛感區之等級及空間分佈情形。

山區潛在災害的預測，傳統上是由專家學者依經驗來判斷，以現地調查的方式對崩塌因子進行選擇及評分。此方法需要大量的人力和物力，且以人為方式給予權重或評分則較為主觀。近年來，隨著地理資訊系統(Geographic information system, GIS)快速發展，並以統計學的概念針對各種崩塌因子，給予不同權重之定量分析法便成為主流。

GIS 符合崩塌潛感性分析上的需求，本計劃是針對大範圍坡地進行崩塌潛感分析，採用 Raster-based GIS 為基礎，將各崩塌影響因子，利用 GIS 網格分析功能加以疊加計算，而得到崩塌潛感圖。主要流程如圖 4-10 所示：

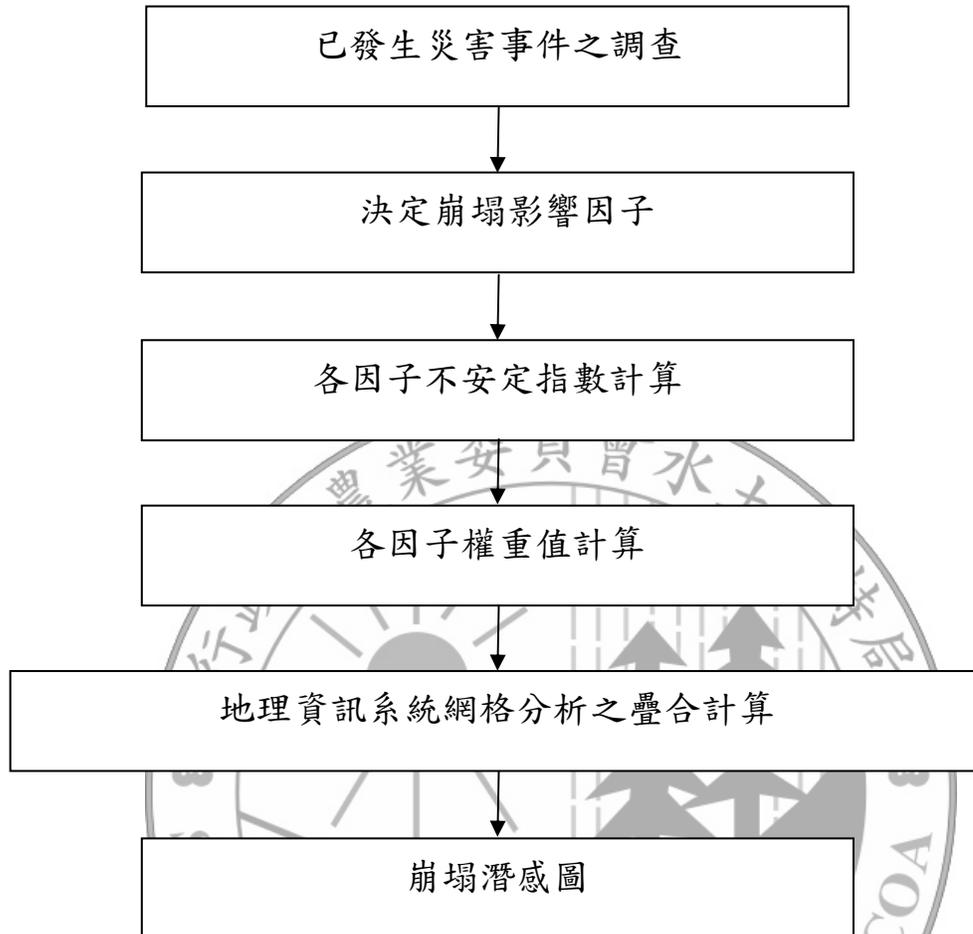


圖 4-10 潛感分析流程圖

完成崩塌災害的潛感圖後即可針對三項主要的主题，包括部落所在地，保留使用地及道路的崩塌災害潛感作為評定，並據以擬定治理計畫。

4.2.7 野溪安定性的評估

河谷的寬度與河床的坡度比值可以用來評估河段的安定性。向源侵蝕的發生與河床的坡度也有關係。Begin (1978)的研究報告顯示，河道軸向剖面(longitudinal profiles)的圓弧因第二個變異點在較陡的河段中產生而形成下切。通常從支流增加流入的輸砂量會形成較陡的河段，引發新的下切作用。所有證據顯示，當河段變化發生時，整體系統會尋求一個新的平衡，尤其在剛開始時，變化會很激烈，後來逐漸的變緩。過程中如何善用其變化對管理者來說是很重要。

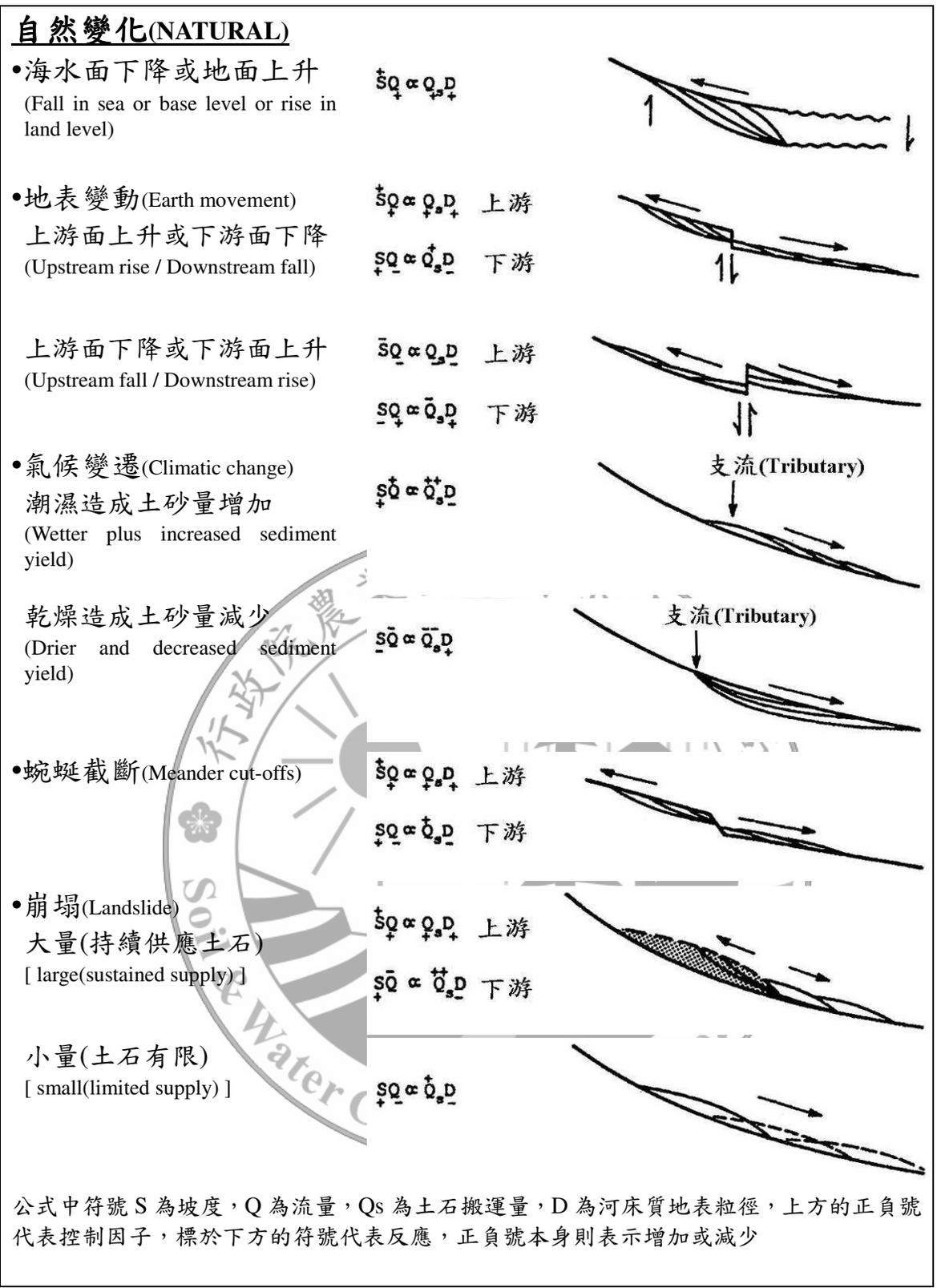
影響河道變化的快慢因子包括：河道的流量、輸砂量、河床與河岸的穩定性、支流對河床坡度等。較陡的河床通常反應會較快，當整體排水系統輸砂較多時，河岸的穩定性通常較差，河岸沖蝕會較快速，若輸砂為坩土及粘土質則相反會較為穩定。

大部分的河道，當達到其臨界河寬時，沉積及植生開始侵入，這時，河道加寬及加深作用減緩，可以用穩定方法來治理，但加寬會影響相鄰土地的使用。當河岸壁傾斜成坡面，上方植生良好，顯示河道相當穩定，一個地區穩定河道的特性通常可由相同氣候及地質條件的區域統計調查評估得到。

一個河段達到平衡狀態及後續再發生向源侵蝕下切所需的時間相當重要，應有適當的調查與評估。

總計依 Hey and Heritage(1993)所彙整，河段的安定性分自然變化及人為影響所可能產生的反應如圖 4-11 所示，其解說可參考 Schumm(1977)的理論。

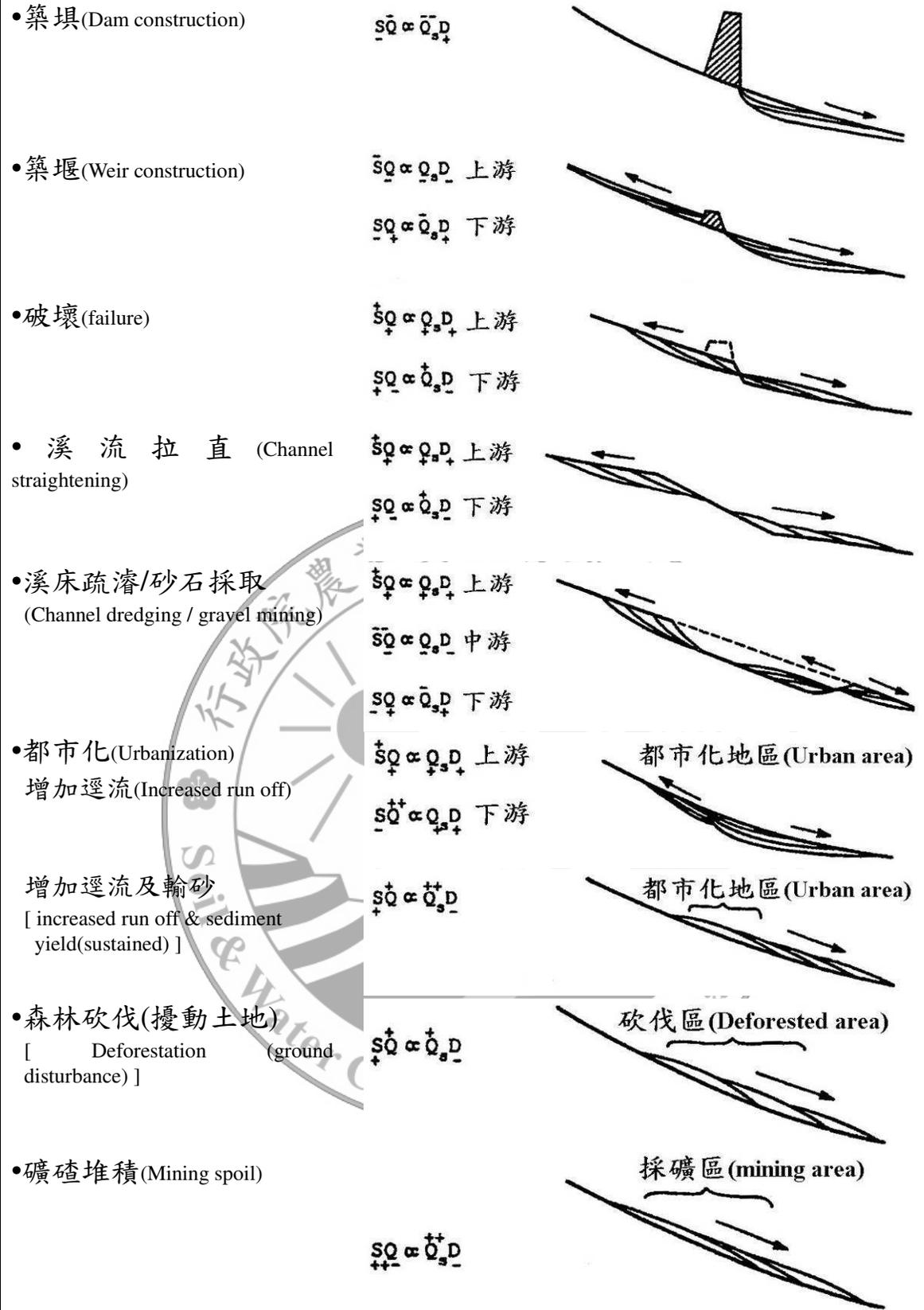




(資料取自 Hey and Heritage, 1993)

圖 4-11 溪床受土石供應或輸送能力改變造成的影響

人為影響 (ARTIFICIAL)



(資料取自 Hey and Heritage, 1993)

圖 4-11(續) 溪床受土石供應或輸送能力改變造成的影響

河道或野溪不穩定的跡象可經由現地觀察河道的現況加以研判其可能形成的原因並推測未來之發展，研判的結果可以供治理對策的擬定。

表 4-2 河道與野溪不穩定現象與可能原因

現地現象	可能原因
1.河岸保護設施或橋樑基礎淘空	河床下切，過度疏濬
2.結構物淹埋，橋底通水斷面不足	淤積
3.河道兩岸淘刷	
a.無河中淤砂	河床下切，設計不良
b.有河中淤砂	淤積
4.河道堵塞，側面受縮，植生入侵， 量變小，成辮狀流 (變淺，細河床質，梯度變小)	流 淤積(aggradation)
5.河道變大，流量變大 (變深，粗河床質，梯度變大)	河床下切，且側向沖蝕
6.河岸沖蝕擴大，在蜿蜒河段有部分淤積	刷深(Degradation)

4.2.8 河道分析步驟

1.分析檢討作業

仁愛鄉於現地踏勘之前事先進行室內分析作業流程，以確切掌握現地相關資訊。透過地理資訊系統(GIS)分析作業流程，配合相關單位提供之數化檔案，可協助人員快速了解現地基本資料，進而達到先期評估作業之效果。

依據原有劃分之仁愛鄉內子集水區大小，其切割不利於評估作業及現場整體調查，針對子集水區範圍過大問題，訂定集水區分析門檻值(600公頃)重新進行分析作業，以此集水小區為單位進行河道分段剖面分析，以集水小區為單位利用集水區坡度、坡向分級圖來初判災害發生之可能區域，配合GIS展示相關空間事件(水系分布，崩塌地、土石流影響範圍)以及原住民保留地內已竣工治山防災工程點位，針對這些區域作為分析及踏勘主要重點。

2.先期地理資訊系統評定作業

由於使用水保局目前公佈之子集水區範圍太大，所以在進行現地探勘時恐無法達到預期的效果，所以依照作業需求，重新分析出新的子集水區，暫稱為集水小區，再針對每個集水小區的狀況以及特殊狀況進行討論，以決定是否進行現地勘察。

為了決定是否進行現地勘察將需先進行以下分析：

(1) 將次集水區重新以 600 公頃的門檻值來分析集水小區的範圍，並

將其編號及計算各集水小區的面積；

- (2) 修正崩塌地資料：將影響範圍甚小之崩塌地面積小於 1 公頃的崩塌地去除，利用修正後的資料計算該集水小區中崩塌地佔該集水小區面積的比例，仍有相當多大的崩塌地分布於集水區內；
- (3) 利用林務局所公佈的林班地範圍計算出各集水小區中林班地所佔的比例；
- (4) 根據前述第(1)，(2)，(3)點之分析結果來討論，林班地面積佔集水小區面積大於 95%、林班地面積佔集水小區面積 95%-70%且崩塌面積大於一公頃的崩塌地面積佔集水小區面積大於 2%時、以及林班地小於 70%且崩塌面積大於一公頃的崩塌地面積大於 0.5%者，對整個集水小區進行踏勘或是不屬於上述情形時均不進行現地勘查，
- (5) 針對特殊情形必須進行個別的評估：
 - A. 地理資訊系統上各集水小區域內，其河道剖面圖之不明坡度起伏點無法經由現有資料定，需現地資訊來評估者。
 - B. 對於集水小區內含有崩塌面積大於 10 公頃的崩塌地討論其是否需要現地勘察。

3. 現場踏勘與綜合評估

在進行現地踏勘之前，需先進行室內作業，製作出欲踏勘區域的總圖、各集水小區的地圖及河道剖面圖。

- (1) 總圖：將分類的集水小區標示於次集水區域上並繪出評定需要進行現地勘察之集水小區，並附上本次集水區中的防砂壩以及工程結構物位置、崩塌地及林班地範圍、水系分布等資訊。
- (2) 集水小區的地圖：將集水小區中的河道支流由下游至上游加以編號，將支流編號、工程結構物及防砂壩位置、水系分佈標示於地圖上，並附上該集水小區中林班地以及崩塌地面積佔集水小區面積的比例。
- (3) 河道剖面圖：將集水小區中的河道匯流口以及攔砂壩位置標注於河道剖面圖上，以及以現有資料無法判釋河道現況的區段特別註明待後續處理。
- (4) 問題分析與對策：將各集水小區河道剖面有問題的地方，經分析及影像判釋後，再由現地踏勘檢討及歸納找出問題所在，再由過去治理工程構造物的現況，彙整檢討後續治理的需求，並提出該集水小區整體經營管理方向與對策。

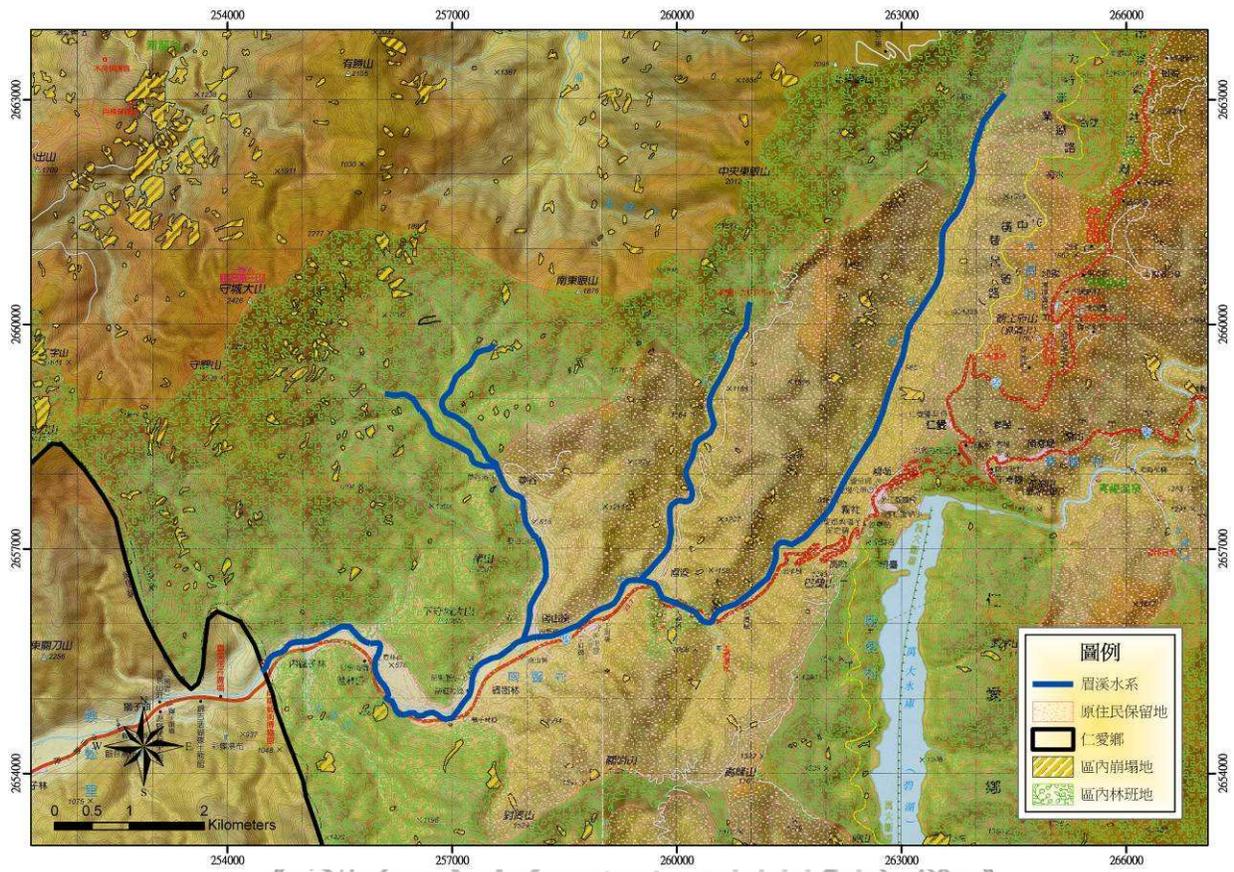


圖 4-12 眉溪河道剖面位置圖

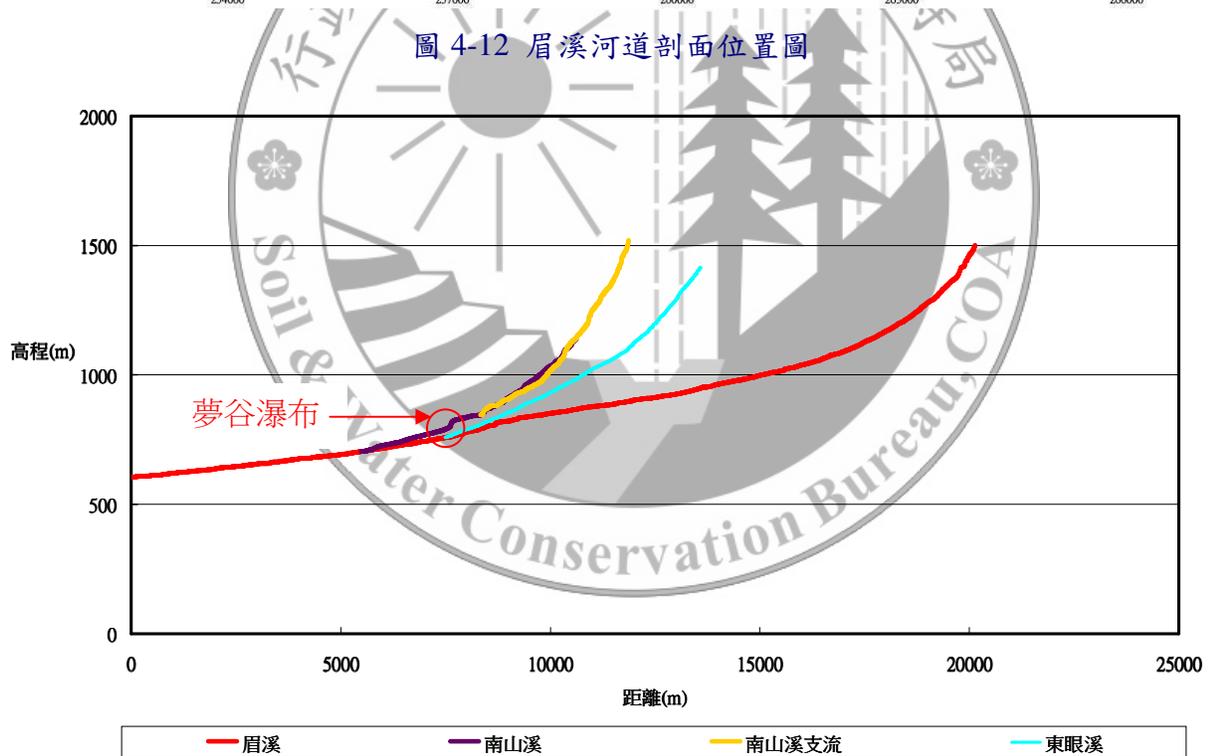


圖 4-13 眉溪河道剖面圖

4.3 進出道路安全性評估方法

進出道路安全性整體評估一般採現地踏勘由其現況上、下邊坡及道路本身的狀況來評定，在此使用地球物理探勘（透地雷達）方式進行，評估道路下是否有孔洞、地下管線與地層狀態加以評估道路進一步的安全性。

1. 作業規劃

在工程上，經常遇到需要確定地下管線、空洞之位置及調查地層構造之工作，傳統均使用明挖或鑽井之方式來解決問題，相當費時耗力且所需經費龐大、易產生噪音、造成表面結構的損壞等缺點。由於透地雷達（Ground Penetration Radar），簡稱 GPR，提供快速且經濟的方法，來探測地下環境，其不需開挖、高解析度、能掌握地層微細且連續的特徵，是傳統地下鑽探工法所不能提供者。其基本原理為利用高頻電磁脈衝波的反射，探測目的體，並藉由反射回來的訊號轉換成圖像並加以判讀，具有非破壞性、快速、經濟、連續性等優點。本探勘乃使用透地雷達進行地層探測。

本計劃採用透地雷達方法來對道路底下的狀況做判釋，地球物理探勘方法印證的最佳方法通常為鑽探、開挖以及地質資料等...誤差較小的資料，首先取一個表面有明顯回填過的道路來作為試驗的場址，將 50 公尺長的道路作了 5 個測線。

2. 作業方法

本探測使用透地雷達法，是一種具有高解析度及迅速探勘特性之非破壞性檢測工具。

3. 探測原理

透地雷達是利用雷達波反射的原理來標定目標物，其原理以發射天線不斷發射固定中心頻率（可從 50MHz~1200MHz 不等，近年已研發至 1600MHz）之雷達波至欲偵測之標的物上，利用雷達波遇到不同的電磁性質的介面產生反射波能量，而此一反射訊號由位於儀器上的接收器連續接收雷達訊號，按幾何關係排列並將訊號放大，且即刻由 GPR 操作軟體顯示成圖型資料檔案加以分析。由於透地雷達對施測目標為非破壞性，且所得之影像為面的的影像，故能清楚反應出被探測目標的狀況。透地雷達理論為利用電磁波（electromagnetic wave）的理論，而電磁波的理論基礎，主要建立於馬克斯威爾方程式（Maxwell's equations）。

透地雷達傳遞的訊號為高頻率電磁波，在地層內之變異主要可由速度變化及能量衰減兩個參數來描述，而這兩個參數又受介質的電容

率及導電率所控制。

平面電磁波均質、均向的介質傳遞時，其複數形態的波數 (Wave number) 為 4.1 式：

$$\begin{aligned} \text{其中 } \beta &= \omega\sqrt{\mu\varepsilon}\sqrt{\frac{1}{2}\left(\sqrt{1+\left(\frac{\sigma}{\omega\varepsilon}\right)^2}+1\right)} \\ \alpha &= \omega\sqrt{\mu\varepsilon}\sqrt{\frac{1}{2}\left(\sqrt{1+\left(\frac{\sigma}{\omega\varepsilon}\right)^2}-1\right)} \end{aligned} \quad (4.1)$$

式中 ω ：角頻率 (Angular frequency)

σ ：導電率 (Conductivity)

ε ：電容率 (Permittivity)

μ ：磁導率 (Magnetic permeability)

4.1 式中的波數之虛數部分為 α ，而電磁波訊號的速度為 V ，即係將波數的實數部份轉換為式 4.2 所示：

$$V = \frac{\omega}{\beta} \quad (4.2)$$

σ 與 V 即為控制電磁波在地下傳播的因子。式中為 α 介質之衰減常數， β 為波數。

4. 探測方法

本探測使用透地雷達法作道路底下孔洞、基岩深度、崩積層厚度與地下水流路的判釋，在參考多次實驗及考慮到現地所可能發生之情況下。將步驟分述如下：

(1) 蒐集資料與進行問題評估

蒐集現有之相關資料以利分析評估透地雷達在解決此問題的適用性和進行初步的測線配置、選擇天線種類，其基本資料包括：

- a. 現場地圖或地形圖：可將調查點標示於圖上，所攜帶地形圖之比例尺最好與現有之地質圖比例尺相同，以利日後比對。
- b. 現有地質圖或鑽探報告：可作為地質資料探討，有助於判斷適合的地質介層參數。
- c. 其他各項可能與調查有關的文獻：如水文資料、地下水分布情況調查報告及其有助於調查之相關文獻。

由於金屬物質的反射較為強烈探測效果較明顯，但其周圍及底下的探測物將被影響而難以判讀。因此在試驗前了解現場狀況，將

有助於檢測的正確判讀。

(2)初步探勘、規劃檢測地點及施測路線

由於無法事前確認孔洞位置，在情況允許下，建議是先進行現地的探勘，否則在檢測的時候，則應採較密集的測線，較能充分了解地下孔洞的分布狀況及位置，尤其應注意到地下管線埋設位置，當測線垂直地下管線時，雷達影像圖會有明顯的倒 V 反射，故管線若施測得當會有不錯之成果；然而若測線平行管線時，可能會誤以為一個層面，因此原則上佈置測線應盡量成互相垂直之隔網狀，以避免遺漏或誤判。

此外，可在粗掃發現有孔洞的地方，再用較高頻的天線、較大的時窗或是較密的測線加以細部確認其位置及範圍。

(3)選擇天線組

測深和解析度是選擇天線頻率時兩項重要的考慮因素。一般而言，高頻率的雷達波有較高的解析度，但深度較淺。而低頻率雷達波則相反之。一般建議，在較無法掌握現地情形的情況下，可先使用低頻的 250MHz 或 500MHz 天線頻率做較大範圍的概略掃描檢測，掌握較深的整體情況再決定適當的天線頻率。若以約略確定欲探測物的大小或深度時，則可參考表 4-3 為 RAMAC/GPR 系統中天線頻率之選擇建議表。

表 4-3 天線頻率選擇之建議表 (RAMAC/GPR 操作手冊)

天線頻率 (MHz)	目標物尺寸 (m)	深度範圍 (m)	
		土壤	岩石
25	≥1.0	25	40
50	≥0.5	20	30
100	0.1~1.0	12	20
200	0.05~0.50	8	15
500	≈0.05	3.5	5
1000	公分	1.5	3

(4)依照規劃之測線以拖曳天線盒開始實際掃描，掃瞄完成後即時檢視影像品質，若影像曲線清晰或歧異點明顯則將資料存檔並在記錄簿上紀錄掃描的路徑、表面狀況、測線線段、大約量測距離，若影像品質不良，則需重新設定系統參數，直到全部測線檢測均完成。

(5) 檢測完畢之室內作業

將檢測之影像結果、地層資料、地形圖或地圖及相關紀錄資料傳送至終端機桌上型電腦建立往後資料庫與資料處理，利用軟體對影像資料進行處理，以利清楚辨識圖形影像之涵義。

5. 探勘儀器

本探勘使用之透地雷達儀器為瑞典製造，簡稱 MALA，屬 RAMAC/GPR 系統，為 GeoScience 公司所生產之新一代產品。其主要改良的部份為將以往可任意調整天線頻率和位置的之無罩式天線 (unshielded) 捨棄，改為將發射與接收天線位置固定罩於 PVC 盒中，稱為全罩式 (shielded) 天線。其優點為是將天線至於底部發射與接收，可將外來環境之雜訊減少或隔離。

整個透地雷達連同個人筆記型電腦，主要有五個部份組成，分別為控制器、天線組、供電盒、測距輪及個人筆記型電腦，其中細目包含了控制器、天線組、電池、光纖、訊號傳輸線、長度量測裝置 (測距輪)、拖曳盒、拖曳把及個人筆記型電腦等。

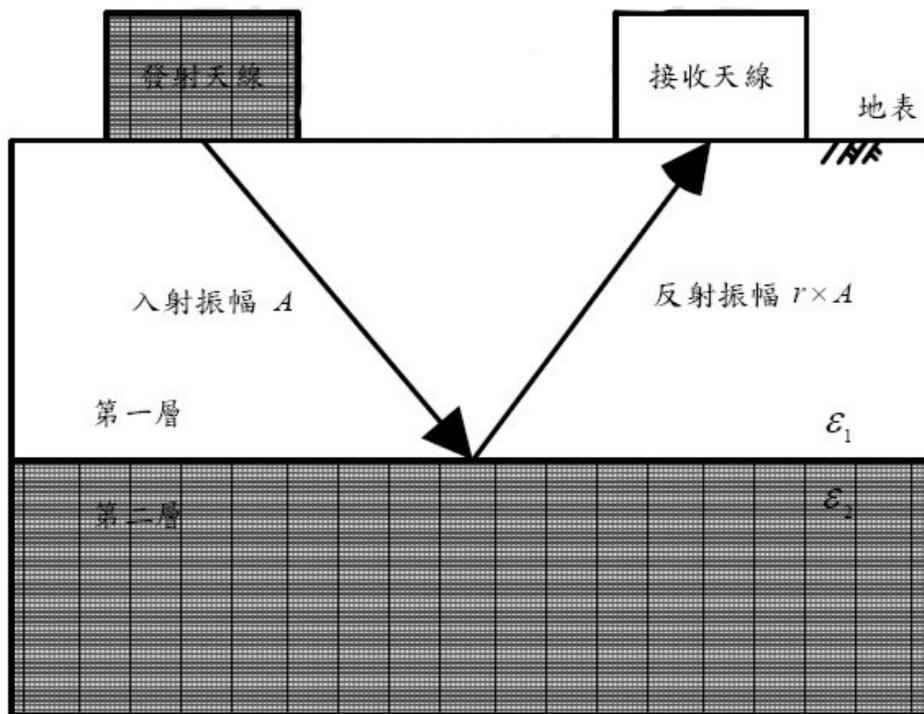


圖 4-14 雷達波入射與反射示意圖 (林宏明,2000)

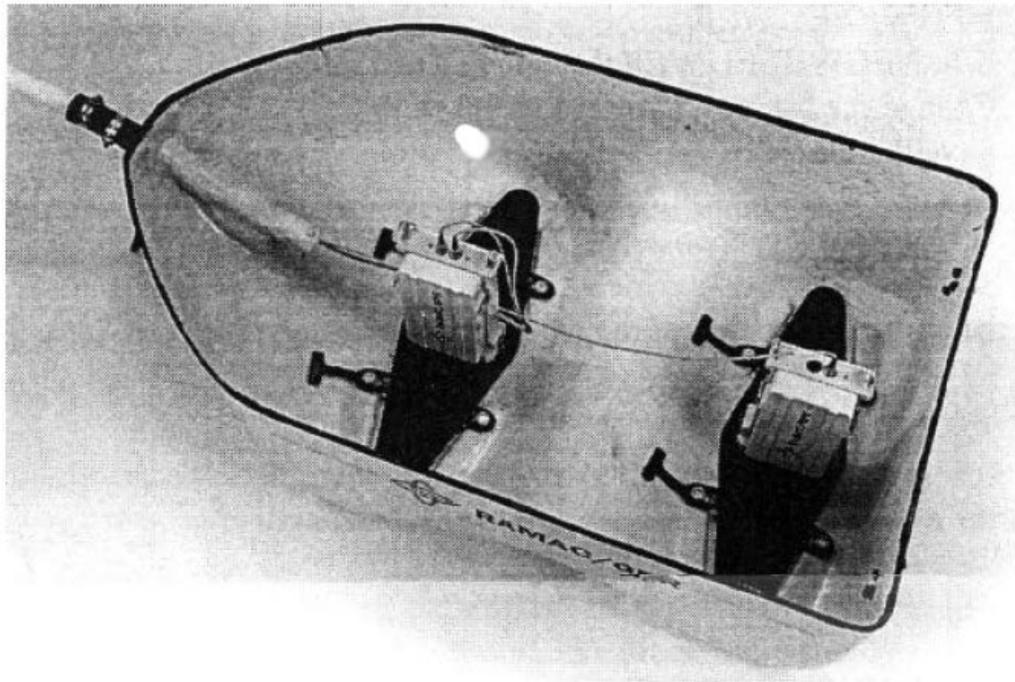


圖 4-15 透地雷達天線組內部安排情形圖

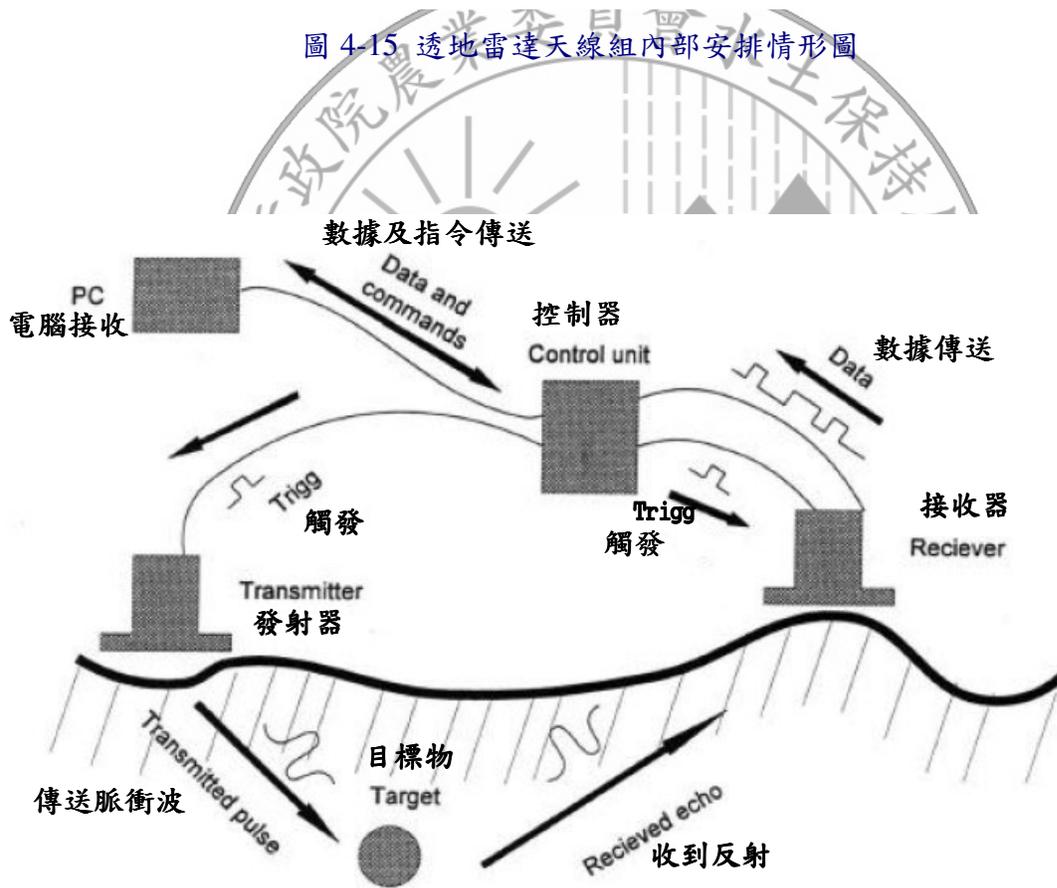


圖 4-16 透地雷達試驗法檢測步驟示意圖



圖 4-17 仁愛鄉道路場址選定



圖 4-18 現場操作狀況

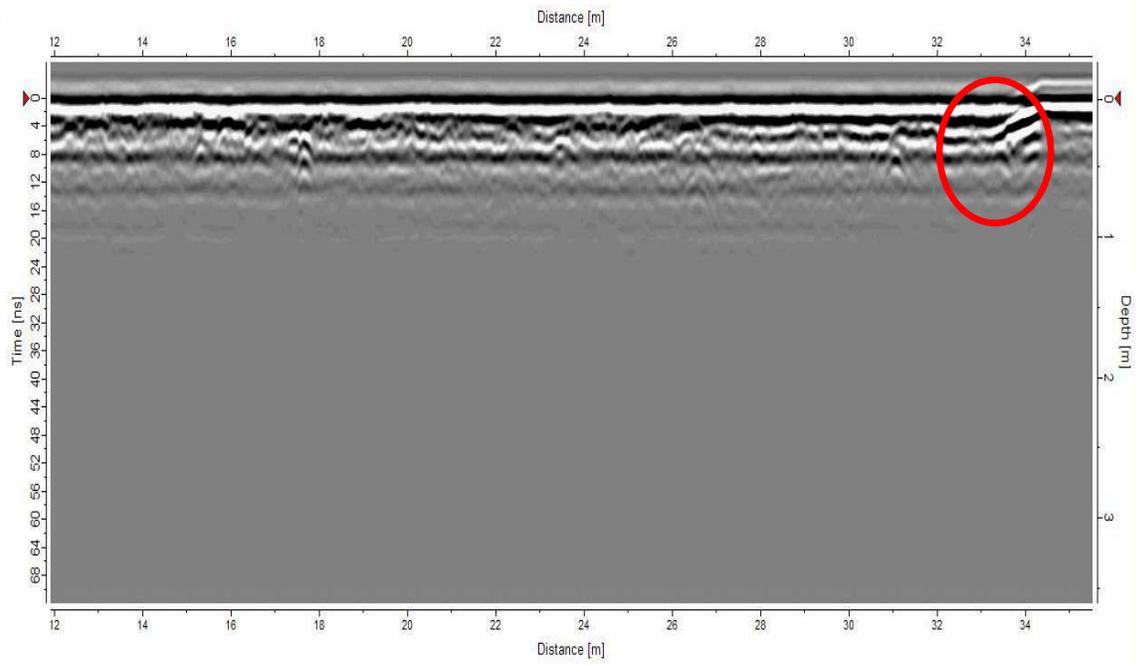


圖 4-19 道路補強區域(有明顯紊亂的波形)

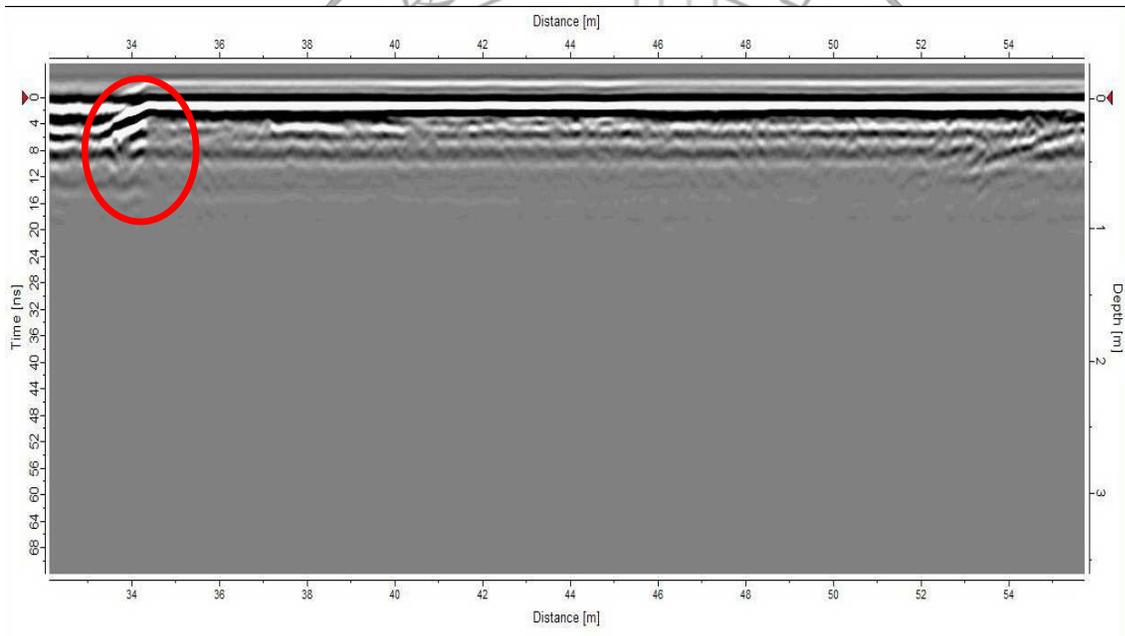


圖 4-20 道路完整區域(波形較為穩定)

第五章 部落現況評估作業

依表 2-1 仁愛鄉行政分區，以集水區為分界，逐一就各部落之現況作說明與分析，並進行檢討評估作業。

5.1 北港溪中上游地區

5.1.1 翠華村

聚落包括華崗及翠巒之泰雅族群。華崗主要包括福壽山農場一線至天池部分及其週圍開發地，翠巒則大致包佈為力行道路沿線之上部落(馬力觀)及下部落翠巒部落。華崗屬退輔會四大高山農場，政府有專案處理，而翠巒部落及鄰近的開發地是目前亟需注意的議題。圖 5-1 為翠巒部落目前居住地，為災後重建之新社區，另外週圍的土地利用與進出道路如圖 5-2 及圖 5-3 所示，本區道路及農地開發多，且引發極多的土地利用的災害，應詳加調查與治理。

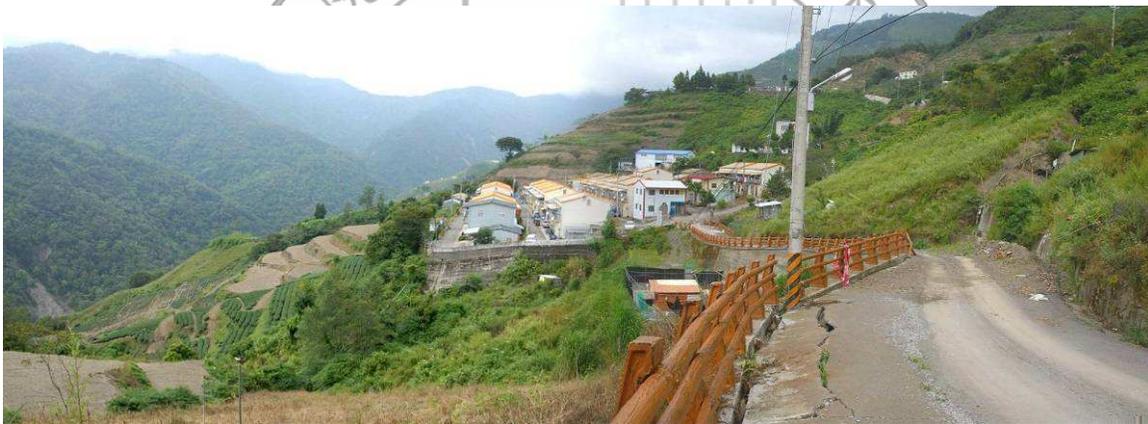


圖 5-1 翠華部落目前居住地照片



圖 5-2 翠華部落周圍土地利用現況照片



圖 5-3 翠華部落周圍進出道路現況照片

翠華村之翠巒部落自敏督利風災後即顯危險性，至 69 水災(95 年)地方有遷村之聲音提出，概述現況如下：

1.背景說明

南投縣仁愛鄉自 921 大地震後，土石災害不斷，93 年敏督利至今年的六九水災，皆發生嚴重災情，其中翠巒部落，敏督利風災時六戶民宅受損嚴重，69 水災全村皆受土石崩落威脅，恐大型地滑發生整個部落居民將無一倖免於大災難，有鑒於此，全體居民發起自救，於今年 6 月 20 日由翠巒長老教會發起於部落召開災後座談會，超過 2/3 的部落居民參與，會中一致反映需尋求一安全的處所，辦理遷村，並於會後發起成立「翠巒部落遷村自救會」，期透過自救會凝聚居民意見，並協助辦理遷村事宜，帶領部落居民遷離可能致災的環境。

經立法委員孔文吉國會辦公室積極參與推動於 6 月 29 日召開「南投縣仁愛鄉翠巒部落嚴重地層龜裂及滑動亟待遷住」協調會，會議決議內容除有關上述陳情事項外，主要為區域安全提出了辦理地質探測，部落安全評估等事項，並包括力行產業道路災修工程，部落聯外道路之恢復，部落兩旁之山溝野溪整治工程等硬體建設部分亟待積極推動。

南投縣府接到居民反應後，亦積極推動相關事宜，於 7 月 7 日召開相關單位辦理實地勘查，經討論後認為經現場初勘，原則認定翠巒部落(含分校)地區係位於老崩塌地層，地質破碎敏感，有潛在危險，且該地區排水不良，雨季易造成地層滑動，宜作中長期規劃遷村安置，各單位應積極辦理相關事宜。

行政院農業委員會水土保持局主管山坡地之治理，於接獲上述函報，立即以民意代表建議工程，辦理勘查完成記錄，並建議固床、護岸等擬辦工程，評定為災害嚴重，急需治理。

南投縣政府依前次會勘結論，於 8 月 24 日辦理本次「南投縣仁愛鄉 69 水災災後居住地安全性評估會勘」，並擬定兩項討論議案如下：

- (1)居住地就地改善方式：針對部落週邊環境及邊坡，採加強水土保持改善排水設施，疏導颱風或防汛期帶來之雨水，其可行性如何？
- (2)長期安置：部落安全堪虞之認定(初步規劃)

背景說明：本地區為確保其居住之安全，如初步確認不適宜居住者，擬依據行政院頒佈之「重大災害災民安置及住宅重建原則」及「重大災害受災戶安置作業流程」辦理委託專業機構複查與勘定事宜。

2.現況勘查結果

初步經現勘與檢討評估，對現地現況有以下之看法：

- (1) 翠華村所在皆屬陡峭之山坡地，立地條件不佳，山坡地又大量開發使用，坡地水土保持作業亟待改善，整體排水設施嚴重不足，以致災害不斷。
- (2) 目前住戶及國小所在地為老舊崩積地，較為平坦，相對於週遭，相慣較安全且適於居住與使用，但崩積地位處陡坡下方，易受後續崩落致災，崩積地為坡地排水匯集之處，易受地表及地下水影響，發生地層滑動災害，安全勘虞。
- (3) 本地滑潛在災害區與台中縣之梨山、松茂、佳陽等區域在形成機制上有相通之處，皆屬崩積地上居住與土地利用，排水不良引發危機，議案第一項，就地改善部分，適當規劃加強水土保持、改善排水設施可發揮相當之功效。
- (4) 長期安置：部落安全堪虞之認定，在現階段仍無法作成結論，應先以執行上一項改善部分後藉由監測觀察現地變化適當評估後再予認定，現階段以推動治理工程為首要。
- (5) 部落後方崩塌與土地利用及道路開設有關係，應加強評估改善坡地水土保持與道路安全改善，陡坡上不宜開路，可能要進行進出道路的改道作業。
- (6) 遷村作業茲事體大，非輕易能完成，應整體考量居民生活及工作之所需，持續評估其可行性與必要性。
- (7) 初步選定福壽山農場天池位置，其立地條件極佳，但仍有許多待考慮事項，包括天池位置標高超過海拔 1500 公尺，依行政院頒佈之國土復育行動綱領，不可有新開發行為，且天池區域地屬退輔會為高山地區四大農場，行政院一直有意收回，禁止持續土地利用，協調開放使用，可能不易，應再考量。
- (8) 力行產業道路目前支離破碎，多處災害發生，交通極為不便，且拓寬不太可行，全面修復亦遙遙無期，前後期，20k 以前及 40k 以後，都相當危險，這對翠巒及鄰近部落而言，是較迫切所需，相關單位應積極推動解決部落的交通問題。

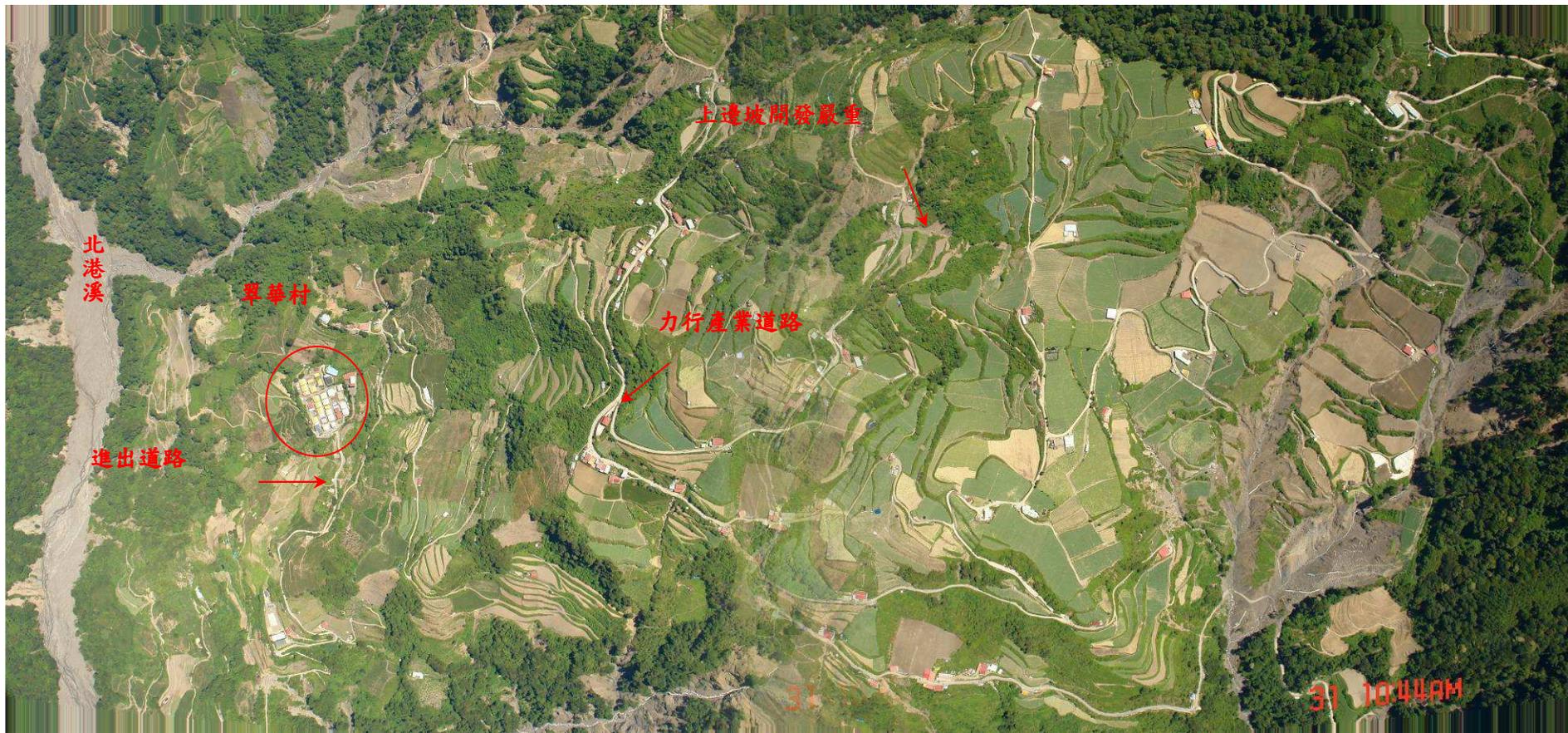


圖 5-4 翠巒部落附近的航照



圖 5-5 天池附近的航照

3.後續應進行事項

本翠華村地區之安全性評定，必需專案作全面調查與評估，才能決定原會勘之兩項主要議題，以下列出需深入評定事項：

- (1) **本村所在崩積地本身的安全性**：崩積地的形因源自崩塌下方的堆積，其可能相較於鄰近相對安全，也可能相對不穩定，應有完整調查評估。
- (2) **本村所在週圍兩側野溪的危險程度**：敏督利的災情來自於野溪岸邊與下游的邊坡，其危害宅地安全，威脅最大。
- (3) **本村所在背後陡坡的安定性**：背後陡坡是後續崩落土砂之來源，對下邊坡之住宅危害最大，落石往往無法預知與預防。
- (4) **本村相鄰土地利用的安全性**：本區居民開墾種植均在週圍坡地，不足夠的坡地水土保持對整體土地安定的影響，也影響到部落所在的安全性。
- (5) **進出道路的安全程度**：本村進出道路自敏督利風災時損毀，臨時道路亦多處破壞，已重覆整修，並無法完全解決問題。

針對以上五項，除了評定出其危險程度外，更應進行後續處理的可行性與治理對策，並據以擬定治理工程之內容，以憑辦理規劃設計。

對於長期安置之初步規劃，考慮部落安全，在完成上述之規劃調查及工程實施完成之前，有關安全的管理工作應立即著手進行。

- (1) 首先是緊急避難機制之建立—縣府已在進行中，包括避難路線處所之規劃，與物資之整備。
- (2) 地區安全警戒系統之建立—應合併於上述規劃工作之內容，儘速進行建置。
- (3) 部落居民之持續有關遷村意見之整合—在進行整體治理之同時，區域漸趨穩定，民眾信心漸增，則會有不同看法的產生，安全程度的改善應隨治理工程之進行納入評估。
- (4) 交通系統之改善與維護管理—力行產業道路復舊不易，部落間農路亦同，應評估其承載能力，加強維護管理，路基不易改善之路段應避免大型車輛行駛持續破壞路況。

表 5-1 翠華村部落危險程度初步評定結果

	土石流	崩塌
部落所在地	X	✓
保留地使用	✓	X
進出道路	X	✓

註記：◎：現況無慮；✓：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

5.1.2 力行村

力行村有馬烈埧為泰雅族聚落，現為力行村的巴魯莫安社，主要人口集中在望洋，即力行村辦公室所在，沿著力行產業道路建村，交通方便。

部落所在地為稜線附近，約略成角階地應屬安全，較應注意者為進出道路與開發之農地，鄰近區域皆有相同之問題，由圖 5-6 來看，上邊坡開發，引發下邊坡的流失應是缺乏完善排水的影響，但在力行產業道路沿線下邊坡的破壞，規模均很大，與區域的地質有關。近看其地質材料(見圖 5-7)，板岩擠壓後破碎，水流很快的帶走表層鬆散的物質，更放大看(見圖 5-8)，板岩的劈理明確，面已張開有水流痕跡，顯示風化層很深。由圖 5-9，近看上邊坡可以看到開發農地與崩壞的相關性。

由圖 5-10 可以看出，道路挖方顯現出的地質材料，土層厚，風化亦深，而由圖 5-11 可以看出表土層穩定不易，很容易流失，打樁編柵不易成功。由圖 5-12 亦可看到崩積材料很厚，陡坡開發很容易發生崩塌。

在道路方面由圖 5-13 可見道路下邊坡的基礎坡面滑落引起的下陷，到了力行村邊界的力行一號橋，通過瑞岩溪的位置，目前為便橋通過，由圖 5-14 所示，河床堆積物很厚，下切引起上邊坡的落石，而道路下方河道寬度不足，每每在雨季時引起橋樑的沖毀，交通中斷。由圖 5-15 可以看出河道中堆積物為洪積的材料。而由圖 5-16 上邊坡的開發可見，不同時期的整地，邊坡可能需很長時間才能恢復。由圖 5-17 可以看到原始岩盤裸露，表面風化材料流失。圖 5-18 為慈峰下邊坡野溪支流土石崩落流失破壞路面，注意其原有涵管很小，可知其流量並不太。

整體力行村的週遭環境可由圖 5-19 來看，力行一號橋的位置，災害很大。



圖 5-6 崩壞的坡面

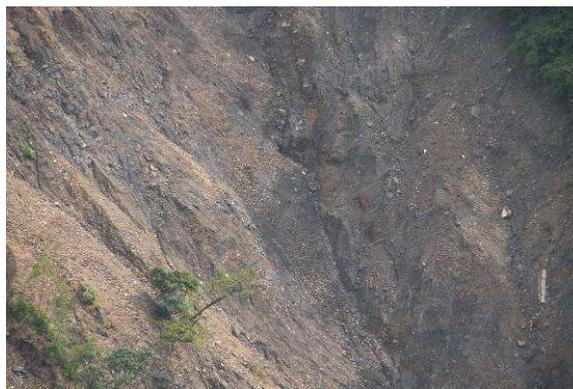


圖 5-7 坡面裸露的材料



圖 5-8 板岩的劈理



圖 5-9 崩壞與開發農地



圖 5-10 道路挖方裸露面



圖 5-11 沖蝕溝形成



圖 5-12 很厚的崩積材料



圖 5-13 道路的基礎破壞



圖 5-14 力行一號橋現況



圖 5-15 河道中洪積材料



圖 5-16 不同時期的開發地



圖 5-17 表土崩落現出岩盤



圖 5-18 慈峰野溪土石堆積





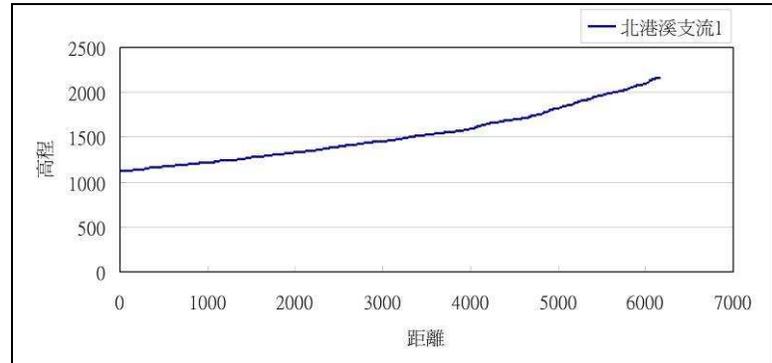
圖 5-19 力行村週遭環境空照



10號集水小區概況圖



10號集水小區衛星影像圖



北港溪支流 1 河道剖面圖

初步評估：北港溪支流河道呈穩定狀態。

圖 5-20 力行村 10 號集水小區評估結果

表 5-2 力行村部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	✓
保留地使用	◎	✓
進出道路	X	✓

註記：◎：現況無慮；✓：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

5.1.3 發祥村

計有紅香、瑞岩及慈峰三處泰雅族部落。紅香部落在北港溪右岸，為上游段唯一位於右岸的聚落，紅香地處河岸段丘，本身非常安全安定，又有溫泉資源為極佳之住所位置，較大的問題在紅香一號橋於溪畔，易受北港溪淤積影響通行，故維持河道高程，甚或下切發展為較主要的課題。如圖 5-21 所示，部落下方河道淤積形成很大的轉彎。

瑞岩部落則為發祥村辦公室所在，沿著稜線設計尚屬安定(如圖 5-22)，921 地震後規劃遷村至新址，北港溪在瑞岩段有極寬廣之河床堆積，自瑞岩溪谷以上數公里河段，均有數百公尺寬的堆積，可善加利用，形成安定的低位段丘，可營造極佳的生活環境(如圖 5-23)。圖 5-24 中所示為遷村興建中的基地。圖 5-25 為部落的水源地，設在發祥野溪的洋港瀑布，水質非常好(如圖 5-26)。由圖 5-27 空照可看出其相鄰地形。

慈峰部落在日據時代並不存在，近年來因保留地開發，人口聚集而形成，但居所依開發地分佈，並未形成聚落，只能以土地安定來評估。慈峰部落現階段附近的坡地開發非常多，容易引致各種土石問題，由圖 5-28(慈峰部落)上可見。

由慈峰遠眺帖比倫溪口，可見高位段丘上的土地利用及紅香部落的位置，見圖 5-29。從力行產業道路看紅香部落，圖 5-30 可以看出紅香部落地點極佳，無安全之虞，只有進出道路是需要注意的。



圖 5-21 發祥村週遭環境空照



圖 5-22 瑞岩部落照片



圖 5-23 帖比倫溪匯流口的河階地

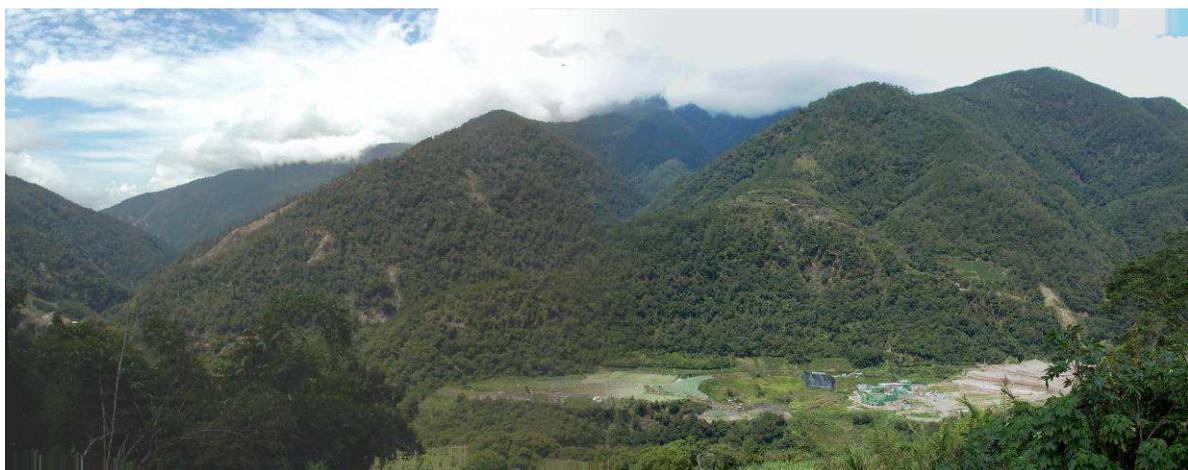


圖 5-24 遷村興建中的基地



圖 5-25 瑞岩部落水源地照片



圖 5-26 洋港瀑布照片



圖 5-27 瑞岩部落空照



圖 5-28 慈峰部落空照



圖 5-29 帖比倫溪匯流口



圖 5-30 從力行產業道路遠眺紅香部落

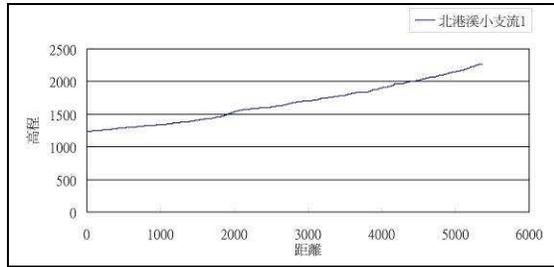




5、7 號集水小區概況圖

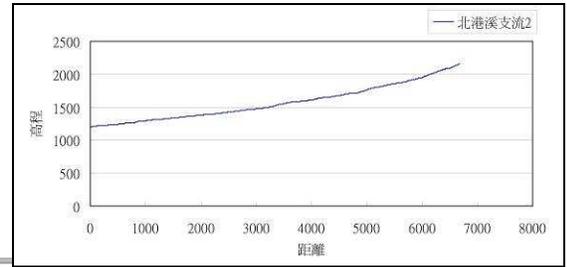


5、7 號集水小區衛星影像圖



北港溪小支流 1 河道剖面圖

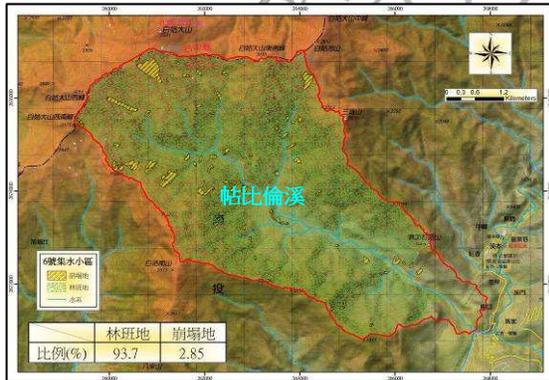
初步評估：河道呈穩定狀態。



北港溪支流 2 河道剖面圖

初步評估：河道呈穩定狀態。

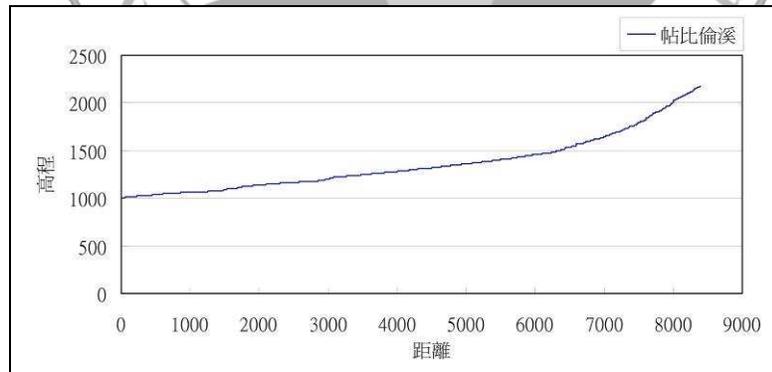
圖 5-31 發祥村 5、7 號集水小區評估結果



6 號集水小區概況圖



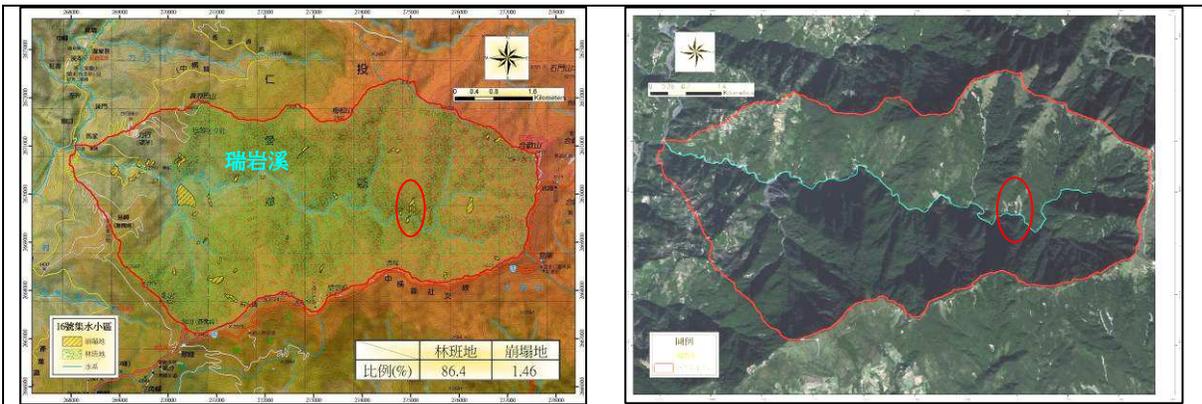
6 號集水小區衛星影像圖



帖比倫溪河道剖面圖

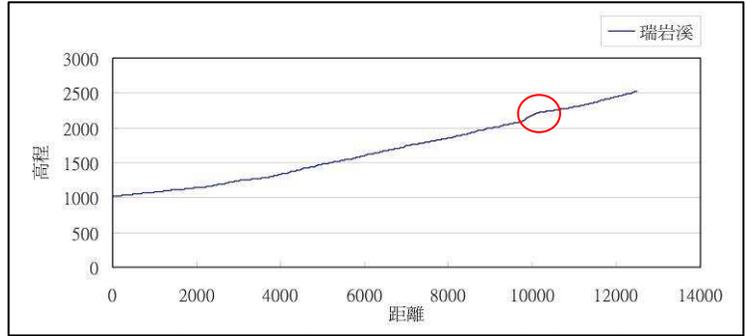
初步評估：帖比倫溪河道呈穩定狀態。

圖 5-32 發祥村 6 號集水小區評估結果



16 號集水小區概況圖

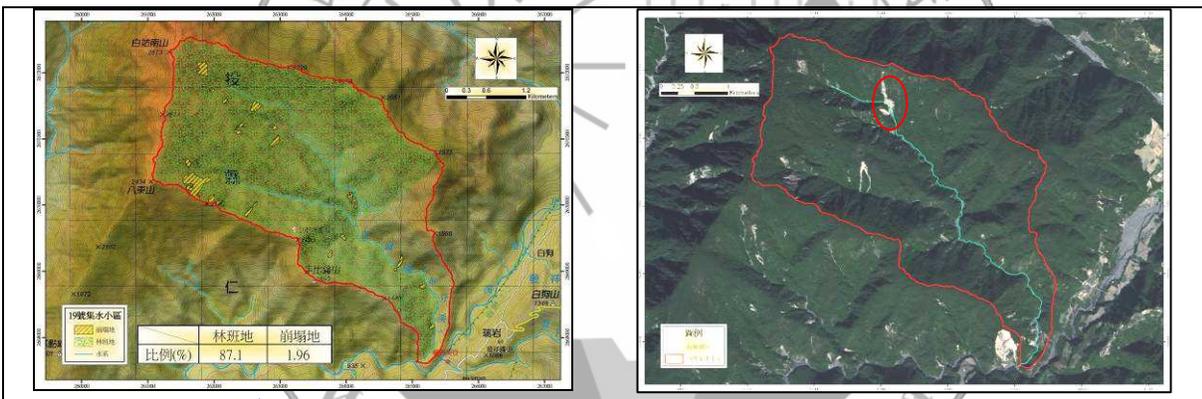
16 號集水小區衛星影像圖



瑞岩溪河道剖面圖

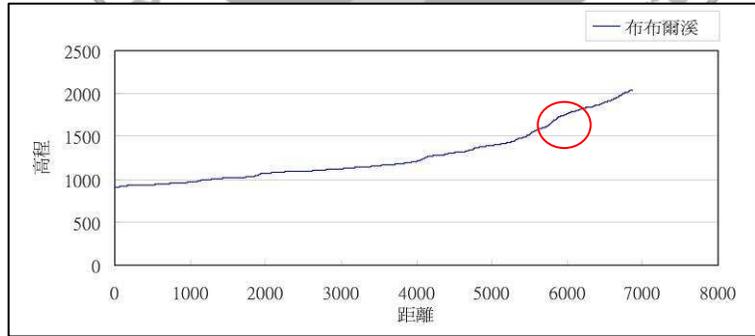
初步評估：瑞岩溪河道上游段受崩塌地影響造成河道淤高。

圖 5-33 發祥村 16 號集水小區評估結果



19 號集水小區概況圖

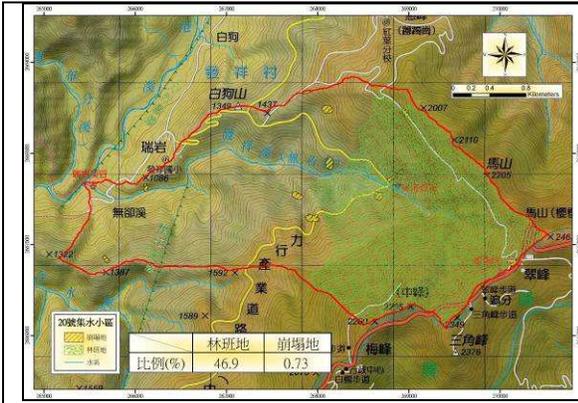
19 號集水小區衛星影像圖



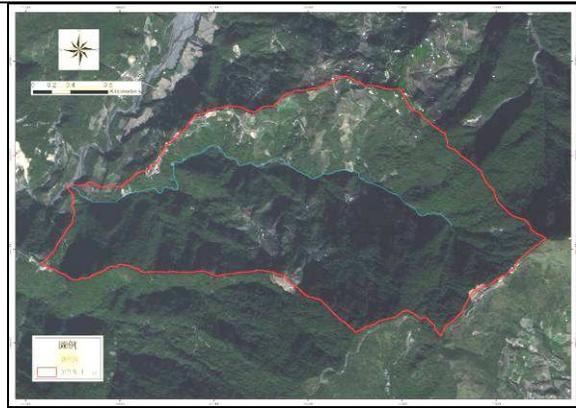
布布爾溪河道剖面圖

初步評估：布布爾溪河道上游段受崩塌地影響造成河道淤高。

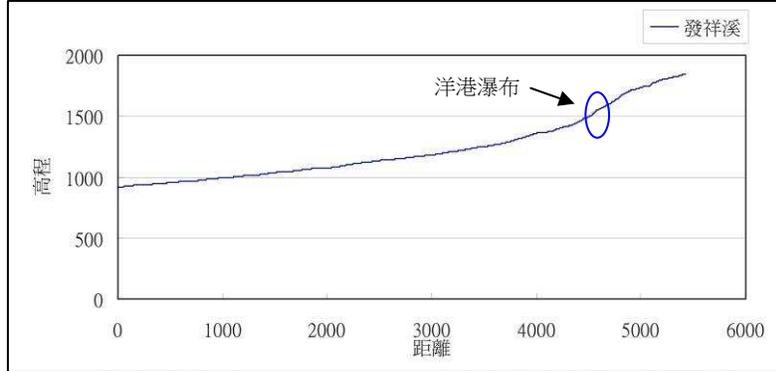
圖 5-34 發祥村 19 號集水小區評估結果



20 號集水小區概況圖



20 號集水小區衛星影像圖



發祥溪河道剖面圖

初步評估：發祥溪河道呈現穩定狀態。

圖 5-35 發祥村 20 號集水小區評估結果

表 5-3 發祥村部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	◎	X
進出道路	◎	√

註記：◎：現況無慮；√：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

5.1.4 新生村

眉原為泰雅部落。眉原所屬的新生村位於北港溪中游，主要有眉原部落於其最西邊，再往山內走經過明隧道及一段陡坡後就進入了中興大學的惠蓀林場，屬於北港溪的溪谷河段。

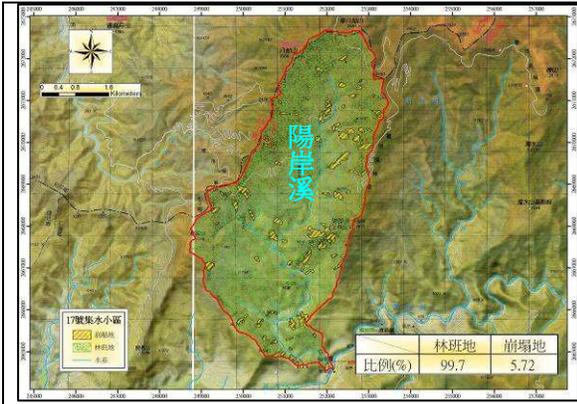
眉原部落座落於山杉溪下游黃肉溪與北港溪匯流口的沖積扇，在北港溪上游端為狹谷地形，河道高程穩定，至此成寬闊堆積。眉原與對岸之中原村幾乎連成一線，分處黃肉溪口兩岸，居住地多位於低位段丘，沒有太多問題。

眉原溪口右邊為清流部落，左側為北港溪溫泉山莊等設施，河岸低位段丘遼闊，非常適合農作，如圖 5-36 所示。

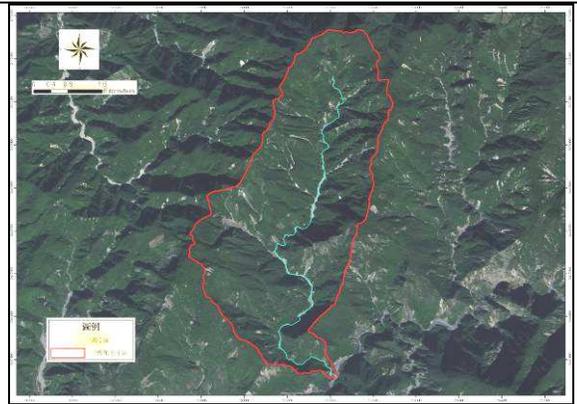


圖 5-36 眉原溪口照片

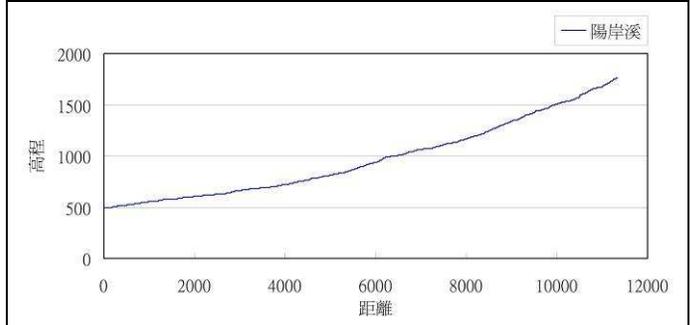




17 號集水小區概況圖



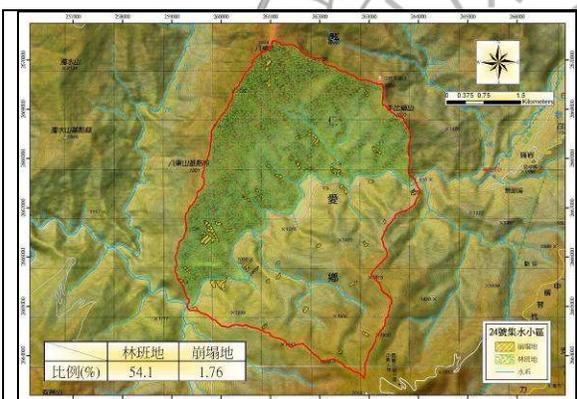
17 號集水小區衛星影像圖



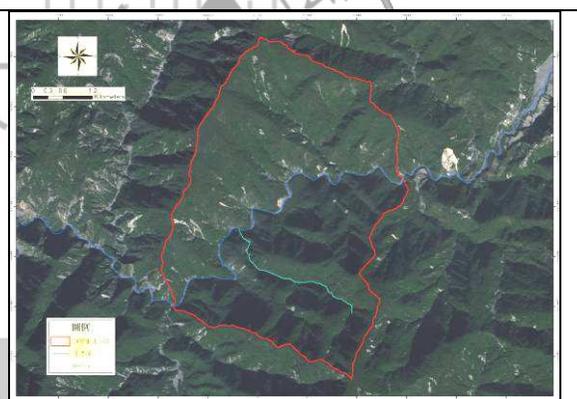
陽岸溪河道剖面圖

初步評估：陽岸溪河道呈現穩定狀態。

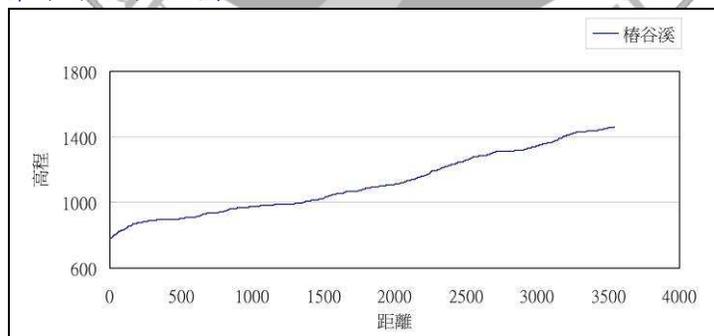
圖 5-37 新生村 17 號集水小區評估結果



24 號集水小區概況圖



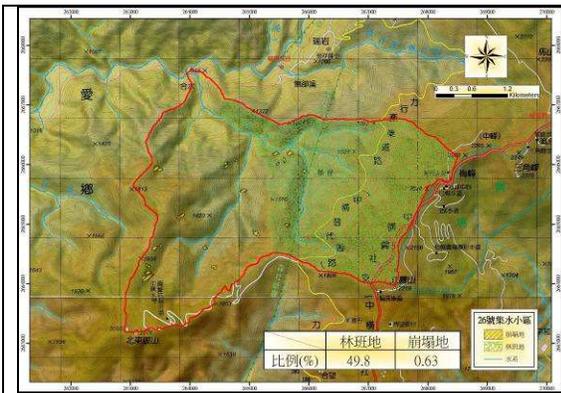
24 號集水小區衛星影像圖



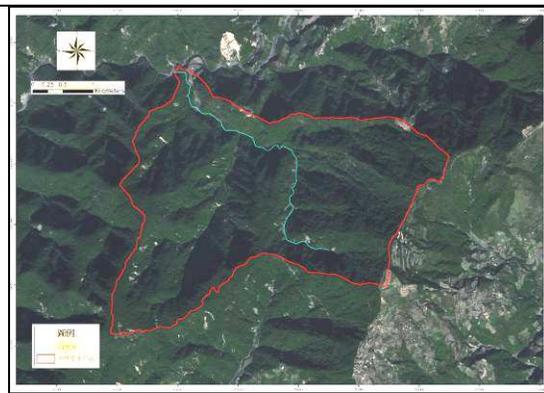
椿谷溪河道剖面圖

初步評估：椿谷溪河道高程剖面顯示河道於不穩定狀態，後續應持續觀察。

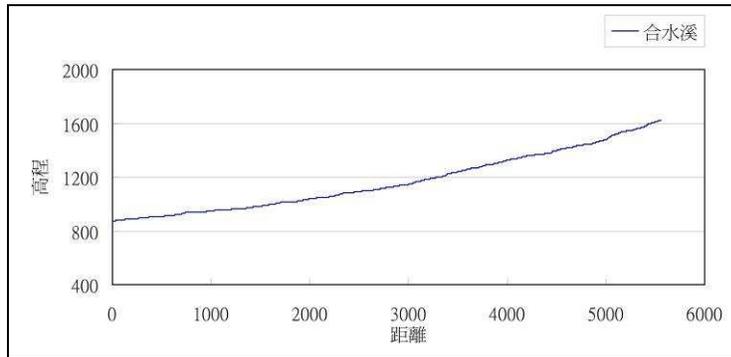
圖 5-38 新生村 24 號集水小區評估結果



26 號集水小區概況圖



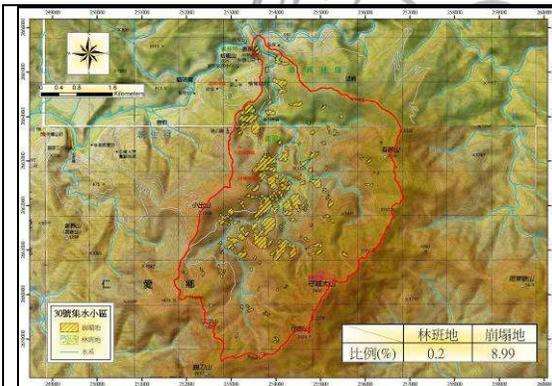
26 號集水小區衛星影像圖



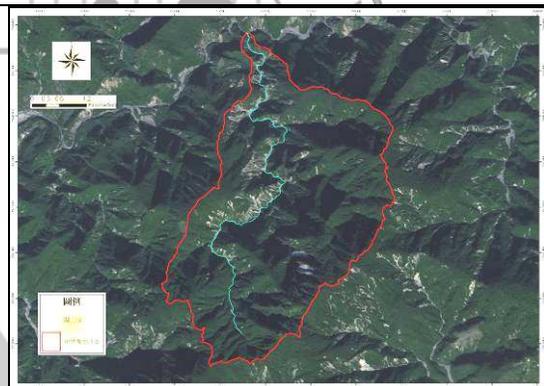
合水溪河道剖面圖

初步評估：合水溪河道高程剖面顯示河道呈現穩定狀態。

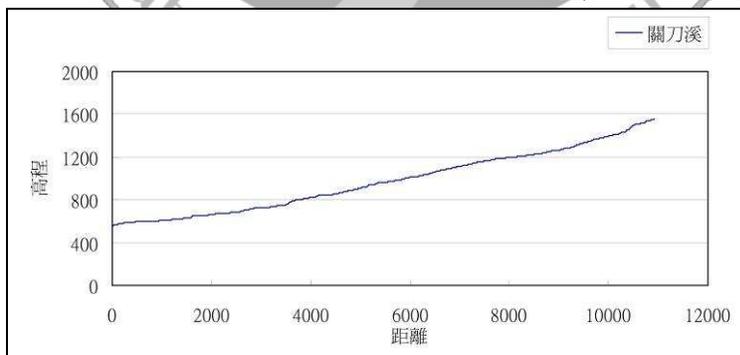
圖 5-39 新生村 26 號集水小區評估結果



30 號集水小區概況圖



30 號集水小區衛星影像圖



關刀溪河道剖面圖

初步評估：關刀溪河道受兩岸崩塌影響河道淤高。

圖 5-40 新生村 30 號集水小區評估結果

表 5-4 新生村部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	√
保留地使用	√	◎
進出道路	◎	◎

註記：◎：現況無慮；√：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程



5.1.5 互助村

互助村有中原及清流兩個賽德克族部落。

中原部落的情況大致同於眉原部落，不過屬賽德克族，與清流部落相同，如圖 5-41 中所示，清流部落遷自於霧社，現居住地為眉原溪左側的沖積扇地，眉原溪右岸沖積扇地較小，目前開發有泰雅度假村、北港溪溫泉山莊等，多屬於現代沖積扇影響範圍，尤其北港溪溫泉山莊受北港溪流直接衝擊，容易致災，如圖 5-42 所示。

眉原溪的上游集水面積相當大，超過十平方公里，目前所見維持相當良好，如圖 5-43，除了道路開發外，沒有太多土地利用，區域中唯一一座橋樑上、下游河道因高程控制差異，有局部淘刷(如圖 5-44)，需注意。

過了清流橋河道淤積嚴重，造成水流攻擊河岸危及道路安全，如圖 5-45 中顯示持續修復的工程。

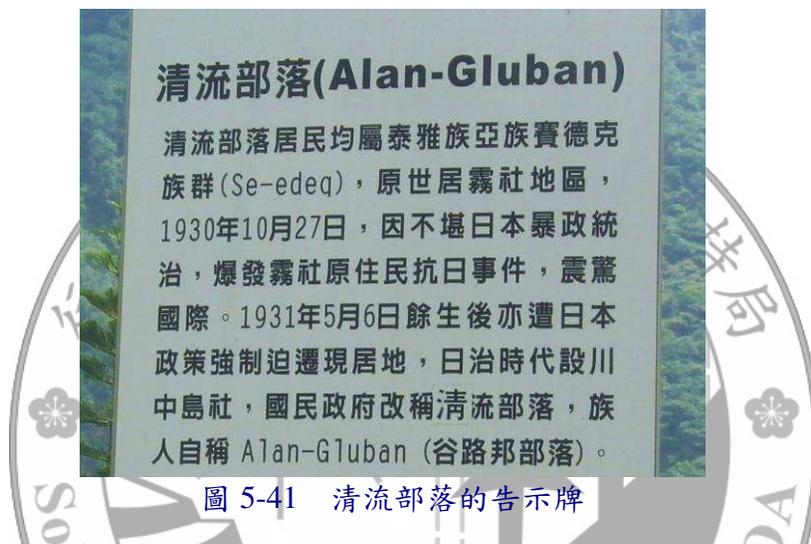


圖 5-41 清流部落的告示牌

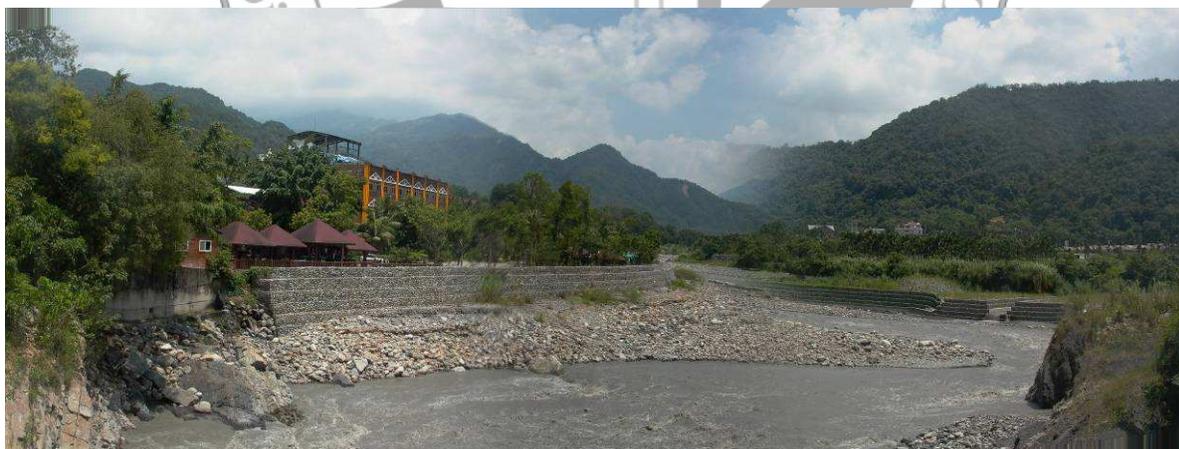


圖 5-42 北港溪溫泉山莊照片



圖 5-43 眉原溪上游自然安定



圖 5-44 眉原溪上游一處橋樑的下游面



圖 5-45 眉原溪河岸修復工程照片

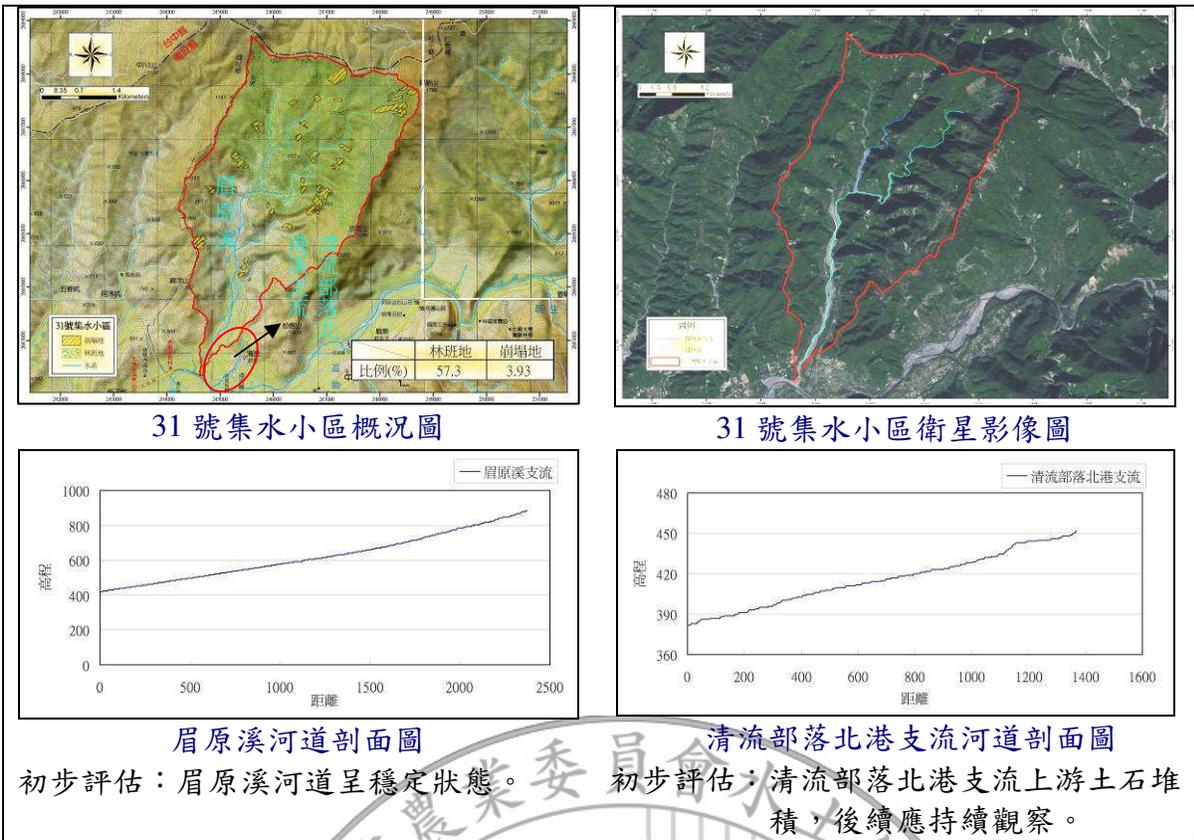


圖 5-46 互助村 31 號集水小區評估結果

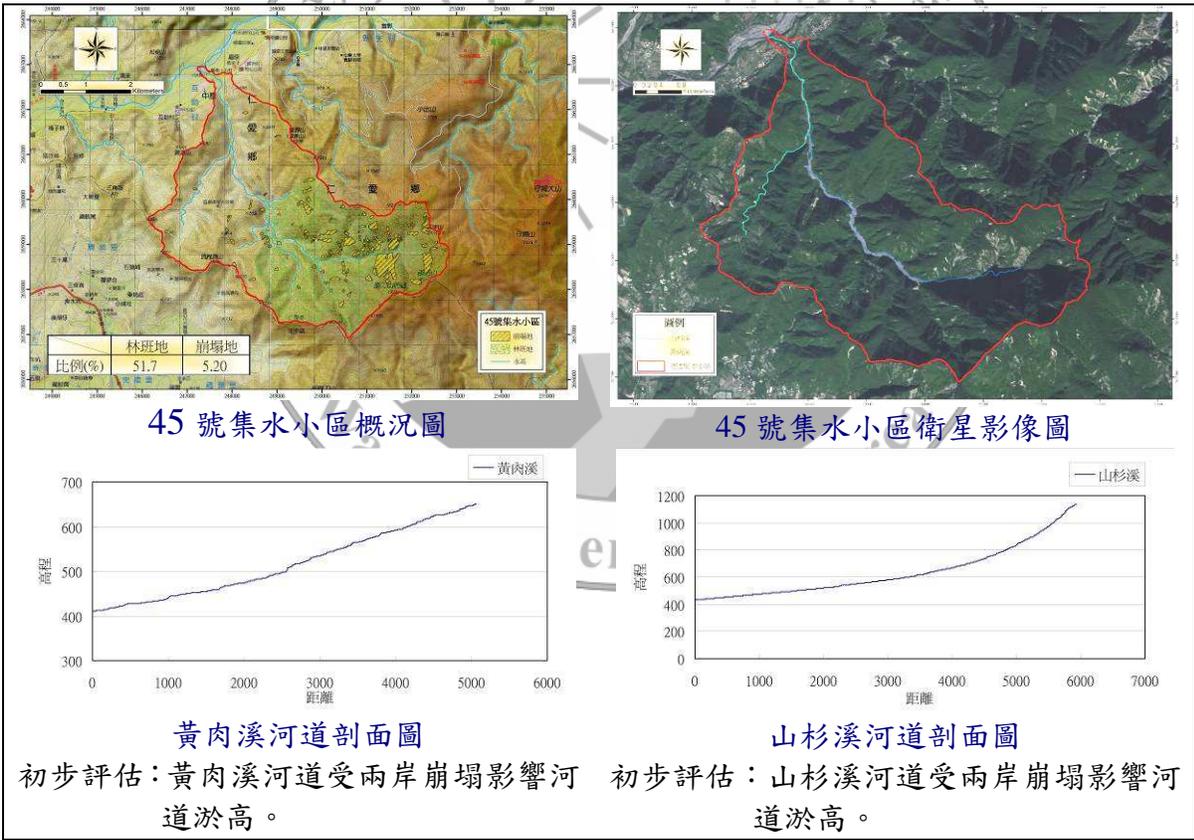


圖 5-47 互助村 45 號集水小區評估結果

表 5-5 互助村中原部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	√
保留地使用	◎	√
進出道路	◎	◎

註記：◎：現況無慮；√：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

表 5-6 互助村清原部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	√
保留地使用	◎	X
進出道路	◎	X

註記：◎：現況無慮；√：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程



5.2 眉溪中游地區

5.2.1 南豐村

南豐村的眉溪為賽德克族部落，在眉溪與南山溪匯流口上游左岸的部分，眉溪在本河段並無明顯堆積，部落居住地尚屬安全。

在南山溪部分沿著沖積扇建立了南山溪部落，同屬南豐村。過了南豐橋進入了部落所在，南豐橋下，水流湍急，河岸束縮，淘刷嚴重，潛藏過淹水土石流問題，本眉溪河段為河川局管轄範圍(見圖 5-48)。南山溪向上游走，有許多農地開發，多利用河岸階地，過多的土地利用往往侵犯河道，束縮造成水流加速，一但有較多之土砂搬運，易堵塞造成土石災害，土地流失(如圖 5-49 所示)。



圖 5-48 南豐橋下河岸淘刷嚴重



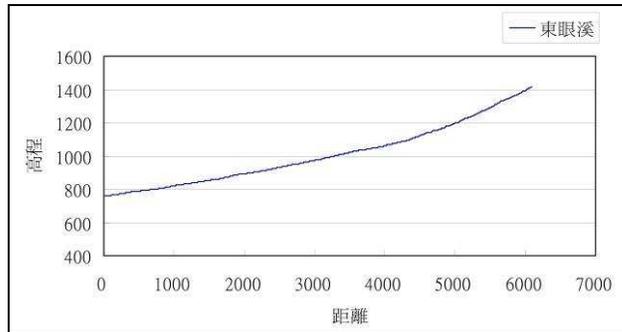
圖 5-49 南山溪土地利用佔用河道



48 號集水小區概況圖



48 號集水小區衛星影像圖



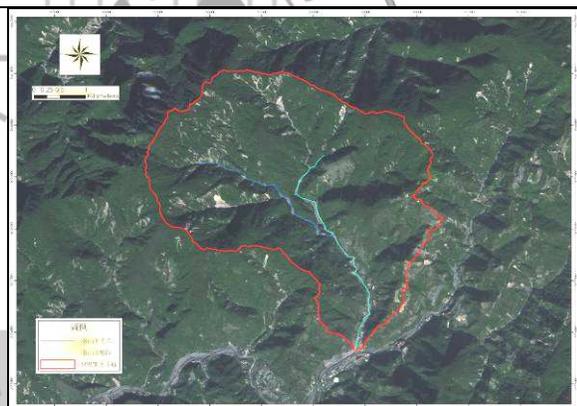
東眼溪河道剖面圖

初步評估：東眼溪河道呈穩定狀態。

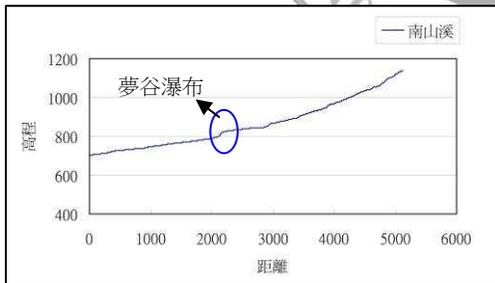
圖 5-50 南豐村 48 號集水小區評估結果



51 號集水小區概況圖

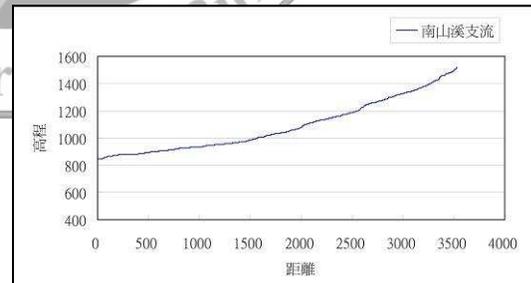


51 號集水小區衛星影像圖



南山溪河道剖面圖

初步評估：南山溪河道上游受崩塌地影響河道淤高。



南山溪支流河道剖面圖

初步評估：南山溪河道受崩塌地影響河道淤高。

圖 5-51 南豐村 51 號集水小區評估結果

表 5-7 南豐村部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	◎	√
進出道路	◎	√

註記：◎：現況無慮；√：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程



5.3 霧社水庫上游地區

5.3.1 大同村

大同村有霧社賽德克族聚落，清境農場則為四大農場。霧社目前為仁愛鄉公所所在地，開發地多居稜線附近，街道上腹地狹小，現有多處不安定危險地，水土保持局目前正專案辦理霧社地區潛在危險調查。由圖 5-52 之空照可見其與水庫的相關性。

霧社位居濁水溪與眉溪之間，呈狹隘之山稜，稱霧社風隙，萬大水庫蓄水後兩側有近百公尺之高差，對邊坡穩定性不利，見圖 5-53，為街道背後，即向眉溪面坡面崩落的情況，擋土構造無法發揮功能，近照如圖 5-54，可見地下表層為現地風化土壤，已大幅度崩壞。下邊坡處亦見一崩壞面，見圖 5-55，可見其土壤層風化很厚。下方之眉溪河段呈現淤積，並有深槽蜿蜒(見圖 5-56)，往北望即為見晴山清境農場一線，許多大型設施建於嶺線山頭，如圖 5-57 照片中所示。





圖 5-52 霧社空照



圖 5-53 霧社後方邊坡崩塌



圖 5-54 近看房屋基礎崩落



圖 5-55 下邊坡亦有崩落



圖 5-56 眉溪河道局部淤積



圖 5-57 遠眺霧社後山及清境

表 5-8 大同村部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	X	◎
保留地使用	◎	◎
進出道路	X	◎

註記：◎：現況無慮；▽：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

5.3.2 榮興村

榮興為國家公園內沿霧社支線之聚落，屬高山農場範圍，不予討論。

5.3.3 春陽村

春陽部落為賽德克族聚落，春陽部落開發很早，目前因溫泉而有民宿等的經營，由於位在霧社水庫集水區，目前河道受淤積影響，由圖 5-58 照片中可見遠望春陽部落的地勢。由台 14 線上可見位於道路上邊坡的春陽部落(見圖 5-59)。在過了部落靠近河道可以看見非常大量的淤砂(見圖 5-60)。由春陽的空照圖(見圖 5-61)可見其部落分布，相當安定良好。

春陽的土地利用主要在公路下邊坡至河床兩岸的河階地，由圖 5-62 可見兩岸的土地利用，還有連接到對岸的德魯灣橋。近看橋身，圖 5-63 可見每次大雨泥砂淤滿，溢流衝毀橋身的情況，所幸橋本身結構尚佳，目前縣府正籌款準備提高橋的高程。對岸為較寬闊的土地利用並無聚落，土地安定，見圖 5-64。往下游看可見河道淤砂的影響(見圖 5-65)，往上游走則到了廬山溫泉區。



圖 5-58 春陽部落



圖 5-59 由台 14 線看春陽部落



圖 5-60 霧社水庫集水區淤積嚴重



圖 5-61 春陽空照



圖 5-62 德魯灣橋及周圍土地利用



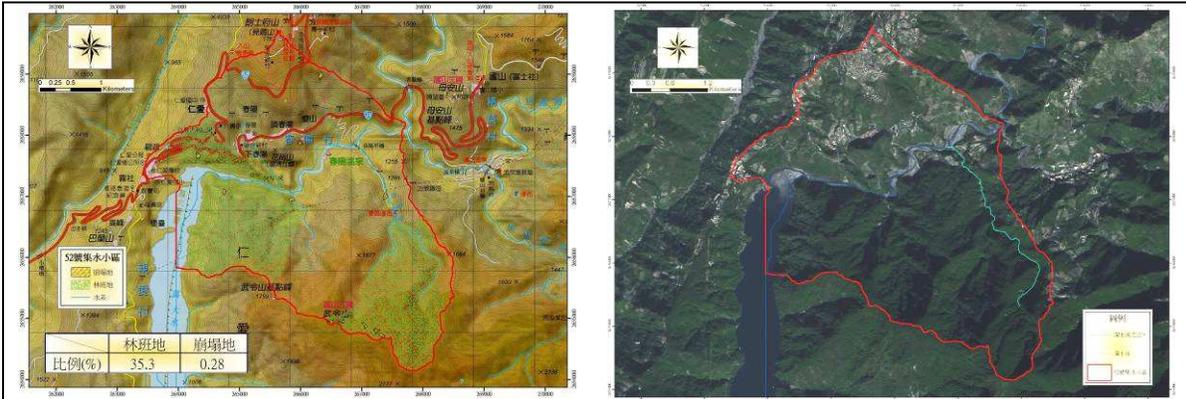
圖 5-63 德魯灣橋屢遭淹沒



圖 5-64 春陽溫泉



圖 5-65 春陽段河道淤積嚴重



52 號集水小區概況圖

52 號集水小區衛星影像圖

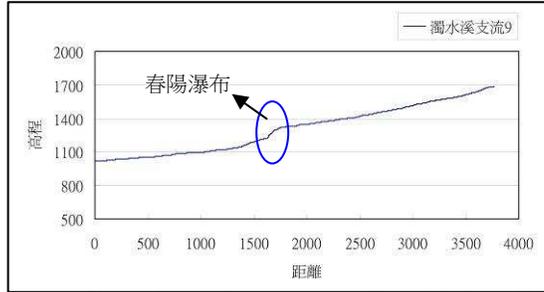


圖 濁水溪支流 9 剖面圖

初步評估：濁水溪支流 9 河道呈現穩定狀態。

圖 5-66 春陽村 52 號集水小區評估結果

表 5-9 春陽村部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	√
保留地使用	◎	X
進出道路	◎	X

註記：◎：現況無慮；√：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

5.3.4 精英村

精英村有廬山、平靜、平和三個賽德克族聚落。

過了廬山溫泉區在台 14 線上繼續走，過了廬山地滑 89~91k 處，就到了廬山部落，台 14 線為部落進出的唯一道路，目前廬山地滑已有相關單位專案在處理。廬山部落位一高階平台，居住地稍擁擠，部分房舍依陡坡建築與霧社情況相同，易有基礎不穩定的問題(見圖 5-67)，由遠處望廬山部落可見其位處於山凹處，相當漂亮(見圖 5-68)。

往平靜部落的路上，漸漸進入了原始林地，由對面山上可見未開發的土地亦會有自然的崩塌，圖 5-69 所示，邊坡崩落後形成了逕流。平靜部落位於河岸邊的階地上，如圖 5-70 所示，位處相當良好的地點。近看可見部分房舍老舊，整體環境有待改善。

再往內走經過投 85 線 4k 處道路泥濘有部分崩塌，道路基礎排水不良，易生崩塌應改善，如圖 5-71 所示。接著可以看到平和部落，平和並沒有太多相關基礎建設，房舍老舊(見圖 5-72)，由現地標示牌顯示本區有鄉農會的平和高冷花卉共同班，為地方的產業。





圖 5-67 廬山部落座落於平坦段丘



圖 5-68 遠望廬山部落位於山凹處



圖 5-69 台 14 線對岸的大型崩塌



圖 5-70 位於低位河階的平靜部落



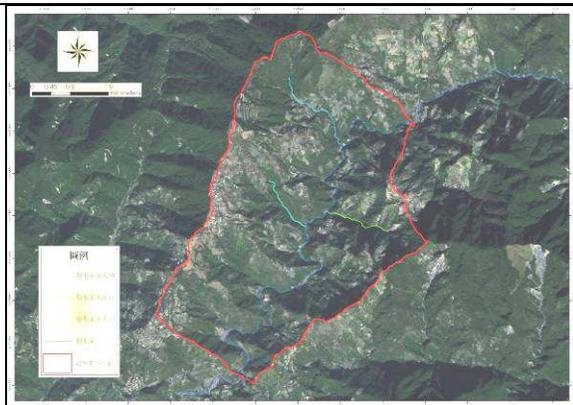
圖 5-71 投 85 線部分道路損毀



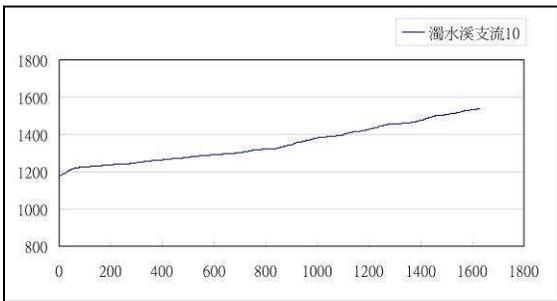
圖 5-72 平和部落房舍老舊



42 號集水小區概況圖

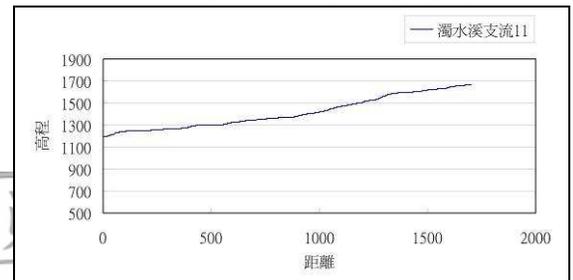


42 號集水小區衛星影像圖



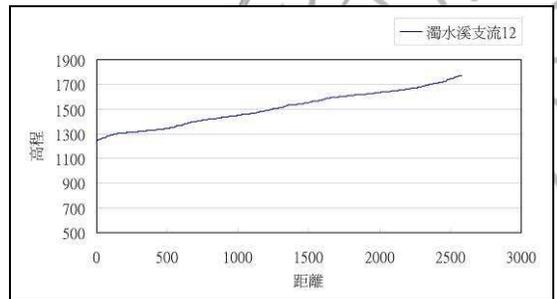
濁水溪支流 10 剖面圖

初步評估：濁水溪支流 9 河道土石堆積。



濁水溪支流 11 剖面圖

初步評估：濁水溪支流 11 河道上游崩塌土石堆積。



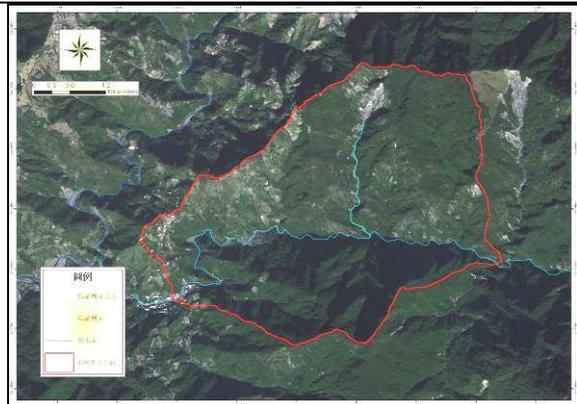
濁水溪支流 12 剖面圖

初步評估：濁水溪支流 12 河道土石堆積。

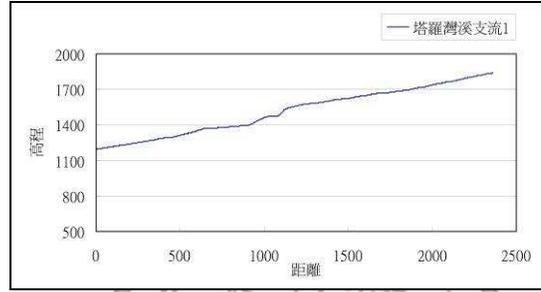
圖 5-73 精英村 42 號集水小區評估結果



49 號集水小區概況圖



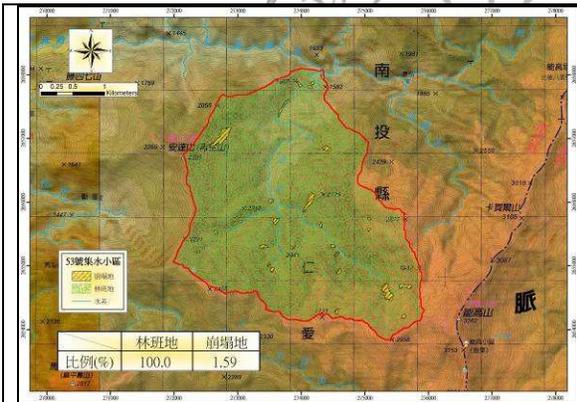
49 號集水小區衛星影像圖



塔羅灣溪支流 1 剖面圖

初步評估：塔羅灣溪支流 1 河道受上游大崩塌地影響土石堆積嚴重。

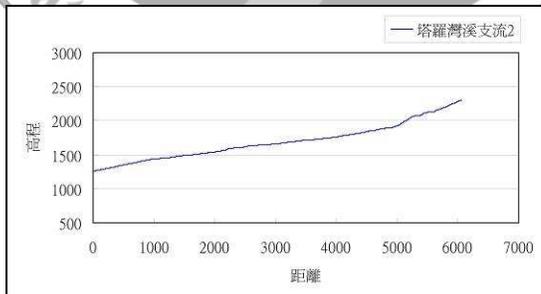
圖 5-74 精英村 49 號集水小區評估結果



53 號集水小區概況圖



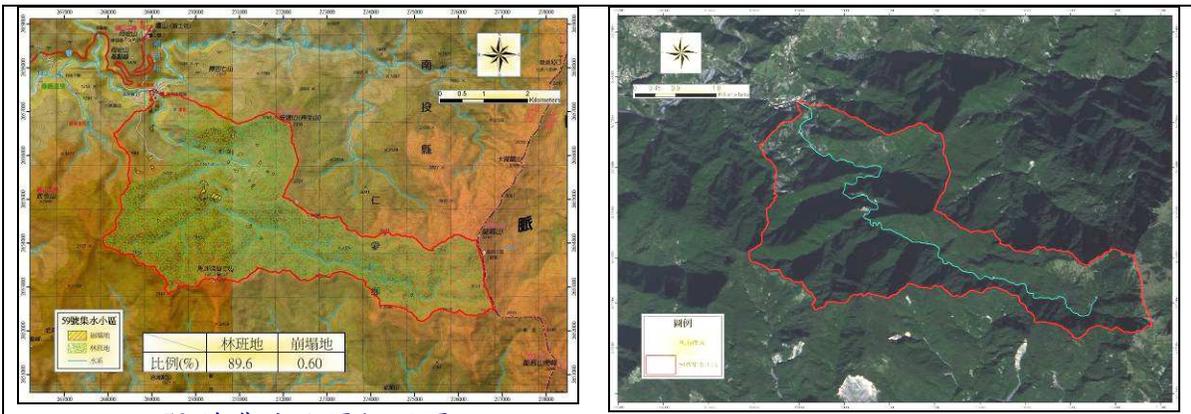
53 號集水小區衛星影像圖



塔羅灣溪支流 2 剖面圖

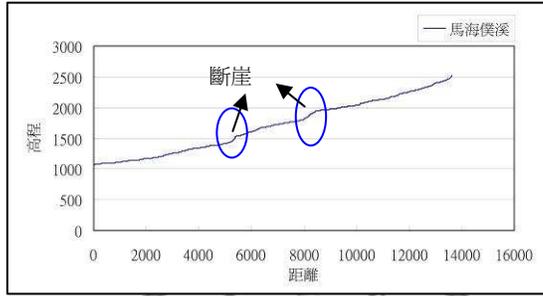
初步評估：塔羅灣溪支流 2 河道土石堆積。

圖 5-75 精英村 53 號集水小區評估結果



59 號集水小區概況圖

59 號集水小區衛星影像圖



馬海僕溪剖面圖

初步評估：馬海僕溪河道上游土石堆積。

圖 5-76 精英村 59 號集水小區評估結果

表 5-10 精英村廬山部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	∨	◎
保留地使用	∨	◎
進出道路	◎	◎

註記：◎：現況無慮；∨：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

表 5-11 精英村平靜部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	◎	∨
進出道路	◎	∨

註記：◎：現況無慮；∨：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

表 5-12 精英村平和部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	◎	√
進出道路	◎	√

註記：◎：現況無慮；√：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程



5.3.5 合作村

合作村有平生、靜觀兩個賽德克族部落。投 85 線上進入合作村，自然風貌更為原始保存，從圖 5-77 可見對岸的瀑布與崩塌。從圖 5-78 可見沿線開發與房舍散布。圖 5-79 及圖 5-80 可見河道內原始自然相當良好，板岩地質良好，約略有峽谷地形的形成。

進入合作村，可以看見德鹿灣部落的展示，接著為合作部落山豬的雕像。由圖 5-81 可見合作部落上、下兩處的部落為河岸的高低位河階。下方的河道有部分開發與淤積等，後續應加注意，尤其有道路及開發地應進行檢討，部落本身的安全性無虞，但進出道路有待整修，如圖 5-82 所示。進入部落前有部落的圖騰，顯示內有兩個部落分別為沙都部落及卜溪部落，部落前有一處瀑布，極富自然美(見圖 5-83)，但遠眺北方，台 14 甲沿線，山頭及山腰開發許多，為翠峰以下之農地，陡峭開發有很多土石災害(見圖 5-84)。圖 5-85 可見進入了部落，在段丘上沿道路建設的房子，部分老舊待整理。

最後圖 5-86 上來看，本區部落進出道路主要為投 85 道路部分寬度不夠，卻有大貨車載行，轉彎與會車不易，後續可能要考慮限制行車大小及速度，以利進出道路之維持。從圖 5-87 可看出本區開發坡地作為農業用途，過陡的地又無水土保持設施，對整體環境極不利，有待輔導改善。



圖 5-77 投 85 線對岸的邊坡崩塌



圖 5-78 投 85 線沿線的農地開發



圖 5-79 投 85 線下方野溪



圖 5-80 野溪岸壁的露頭



圖 5-81 合作村主要聚落



圖 5-82 進入合作村的道路



圖 5-83 進入合作村前的瀑布



圖 5-84 沿線的土地利用



圖 5-85 進入合作村的告示牌



圖 5-86 大型貨車行走投 85 線



圖 5-87 陡坡上的農地開發

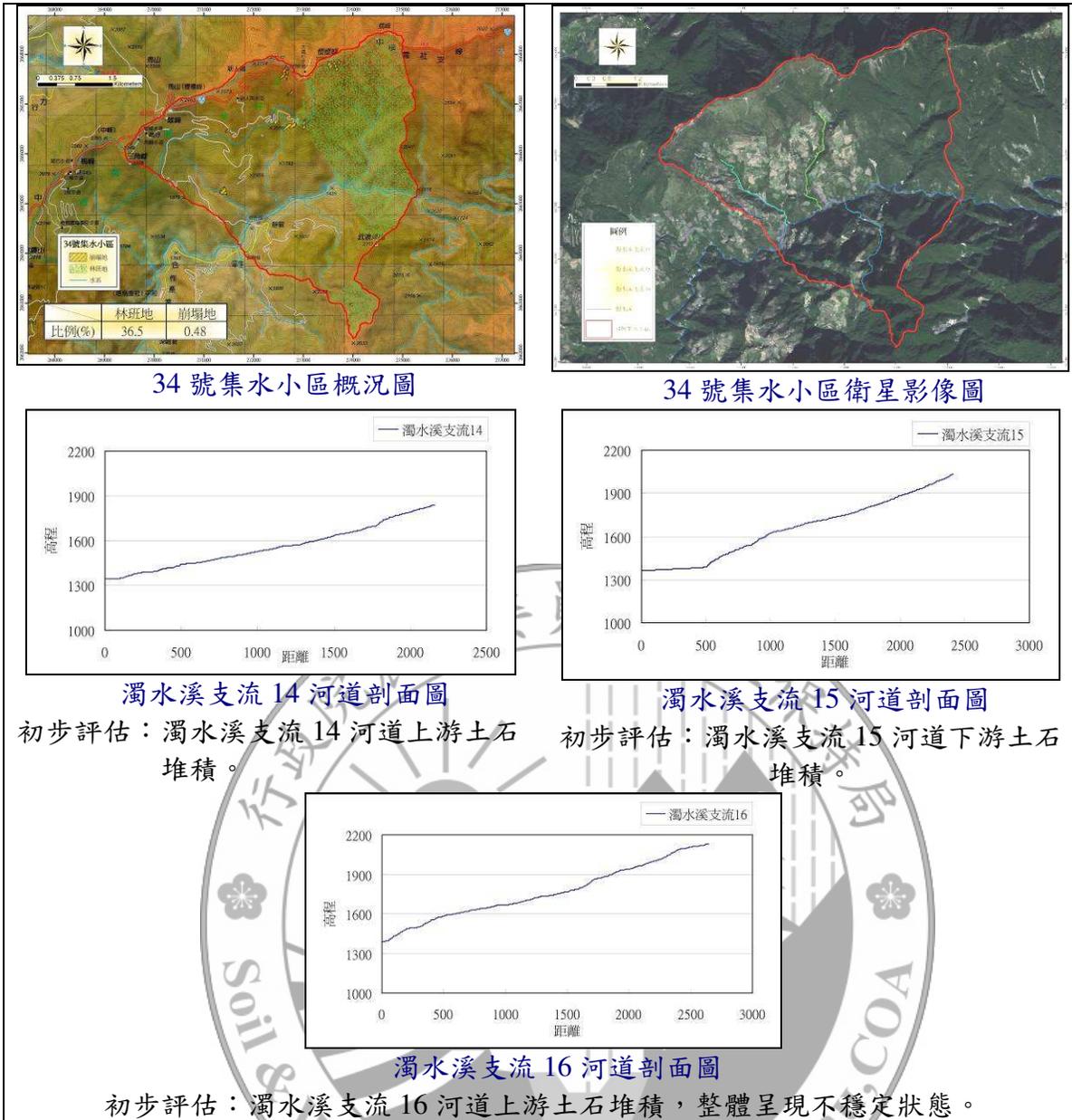
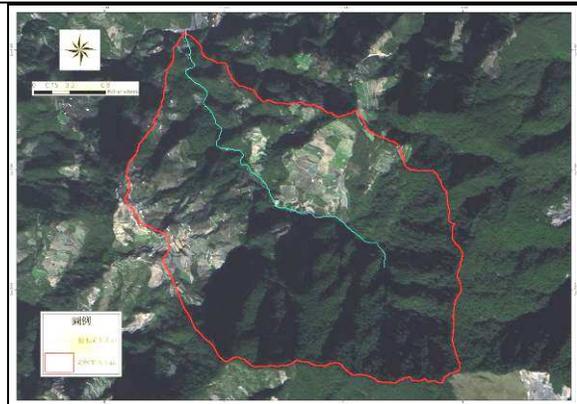


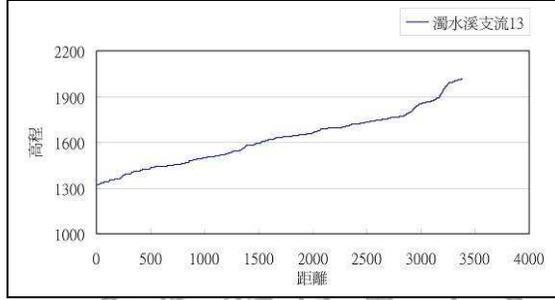
圖 5-88 合作村 34 號集水小區評估結果



40 號集水小區概況圖



40 號集水小區衛星影像圖



濁水溪支流 13 河道剖面圖

初步評估：濁水溪支流 13 河道上游土石堆積，整體呈現不穩定狀態。

圖 5-89 合作村 40 號集水小區評估結果

表 5-13 合作村平生部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	◎	◎
進出道路	◎	◎

註記：◎：現況無慮；▽：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

表 5-14 合作村靜觀部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	▽	▽
進出道路	▽	▽

註記：◎：現況無慮；▽：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

5.4 武界調整池上、下游地區

5.4.1 親愛村

親愛村有萬大、松林、親愛三個部落，松林為賽德克族，餘為泰雅族，在親愛部落設有本村的戶外表演台。

親愛村的親愛部落為本區較大的部落，有較主要的教堂所在，松林部落內房屋參差不齊，有待改善。親愛部落如圖 5-90 所示，環境大致良好。萬大部落在緊臨霧社埧下游，亦位於河階地，地勢平坦安全(見圖 5-91)。

松林部落位處濁水溪畔低位河階，大致沿親豐產業道路而建，由圖 5-92 可見本河段現況堆積，容易造成水流向兩岸沖擊，對岸為原松林社舊址，目前吊橋已沖毀，新建了路橋。松林社舊址為河階地，高出河道許多，為極佳的可用地，較低處有部分新的開發則受河道淤積影響，較易受害。見圖 5-93 之空照可見其安全受河道之影響。

沿著投 83 線向內行，經過一處板岩崩塌處(見圖 5-94)，可見擋土牆已向外擠出，後續應注意。松林社過後可見一處下邊坡嚴重流失影響路面及上邊坡，縣府人員正緊急處理中，見圖 5-95。

本段河道處處可見淤積的影響，淤積不但造成河岸的崩塌，亦使野溪土石不易流出形成溢流成扇狀，見圖 5-96。

進入萬大部落之前的橋上可以觀察到河道淤高水流攻擊兩岸造成流失，北方的高峰山下有一個很大的崩塌地(見圖 5-97)，換一個角度看，可以看到淤積造成水流攻擊兩岸的結構物(見圖 5-98)。



圖 5-90 親愛部落空照



圖 5-91 萬大部落空照



圖 5-92 松林村位於河階地



圖 5-93 松林部落空照



圖 5-94 路旁上邊坡擋土牆受推移損毀



圖 5-95 道路下邊坡流失



圖 5-96 河床淤積造成支流野溪的扇狀堆積



圖 5-97 河岸侵蝕造成上邊坡大量崩落



圖 5-98 崩落與河床堆積及水流之間相互影響

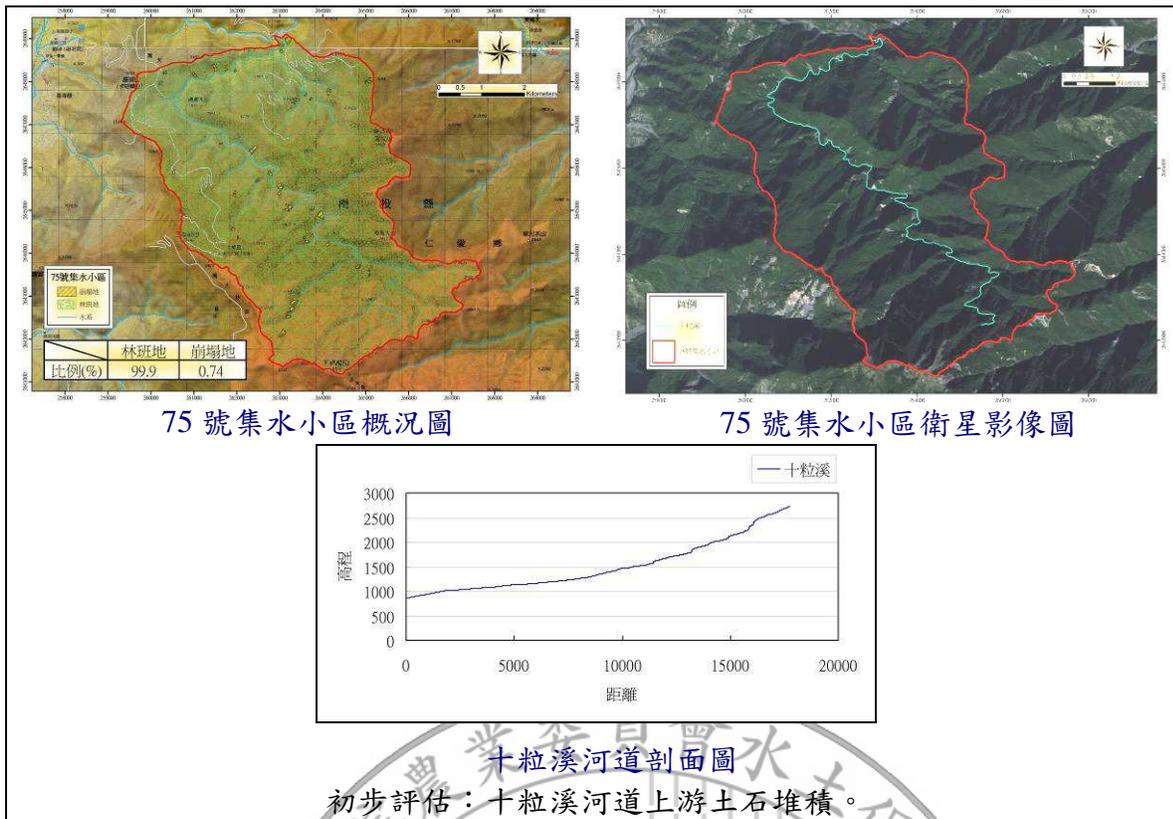


圖 5-99 親愛村 75 號集水小區評估結果

表 5-15 親愛村萬大部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	◎	◎
進出道路	◎	▽

註記：◎：現況無慮；▽：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

表 5-16 親愛村松林部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	◎	◎
進出道路	▽	▽

註記：◎：現況無慮；▽：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

5.4.2 萬豐村

萬豐有布農族的萬豐部落。沿投 83 進入萬豐村，先看到了曲冰遺址(見圖 5-100)，可以看出曲冰遺址座落於一山頭，相當穩定的地方。由圖 5-101 可見遺址背後很漂亮的峽谷地形。由圖 5-102 可見原來的曲冰部落在對岸，姊妹原野溪上游有大量土石來源，在河道的淤積中，可以發現對兩岸的影響，原有道路被掩埋，箱涵堵塞，下游野溪入流口到出現河階漸漸形成(見圖 5-103)。河道中原來的法治一號橋附近已因淤高而變為流路，已損毀。

過了萬豐社區再往南行，進入了武界水庫蓄水範圍，由圖 3-30 日治時期的武界水庫範圍與現今地形形成的可可亞溪沖積扇狀地(見圖 5-104 及圖 5-105)。

到了路的盡頭可以看到武界壩(見圖 5-106)，而在蓄水範圍內淤積嚴重，深槽亦形成，武界的蓄水功能大大的減低，台電公司已在籌設新的取水工。

目前的萬豐社區沿著河階地建立，其上游的集水範圍不大，可謂相當安定，見圖 5-107。

而進入萬豐前的親豐產業道路投 83 線，在 16k 附近，有部分路段排水不良，邊坡路基下陷流失，應注意(見圖 5-108)。從曲冰遺址的坡面上往回看，由圖 5-109 可見其下邊坡受水曲流影響，整體邊坡陷落，極度不穩定，損害了上方的道路。



圖 5-100 曲冰遺址告示牌



圖 5-101 曲冰峽谷



圖 5-102 曲冰的手繪地圖



圖 5-103 土石堆積與水流刷深



圖 5-104 土石流堆積的治理工程



圖 5-105 土石流堆積再刷深



圖 5-106 武界壩的進水口



圖 5-107 萬豐村的住宅



圖 5-108 投 85 線 16k 附近的道路損壞



圖 5-109 曲冰遺址坡面上往回看

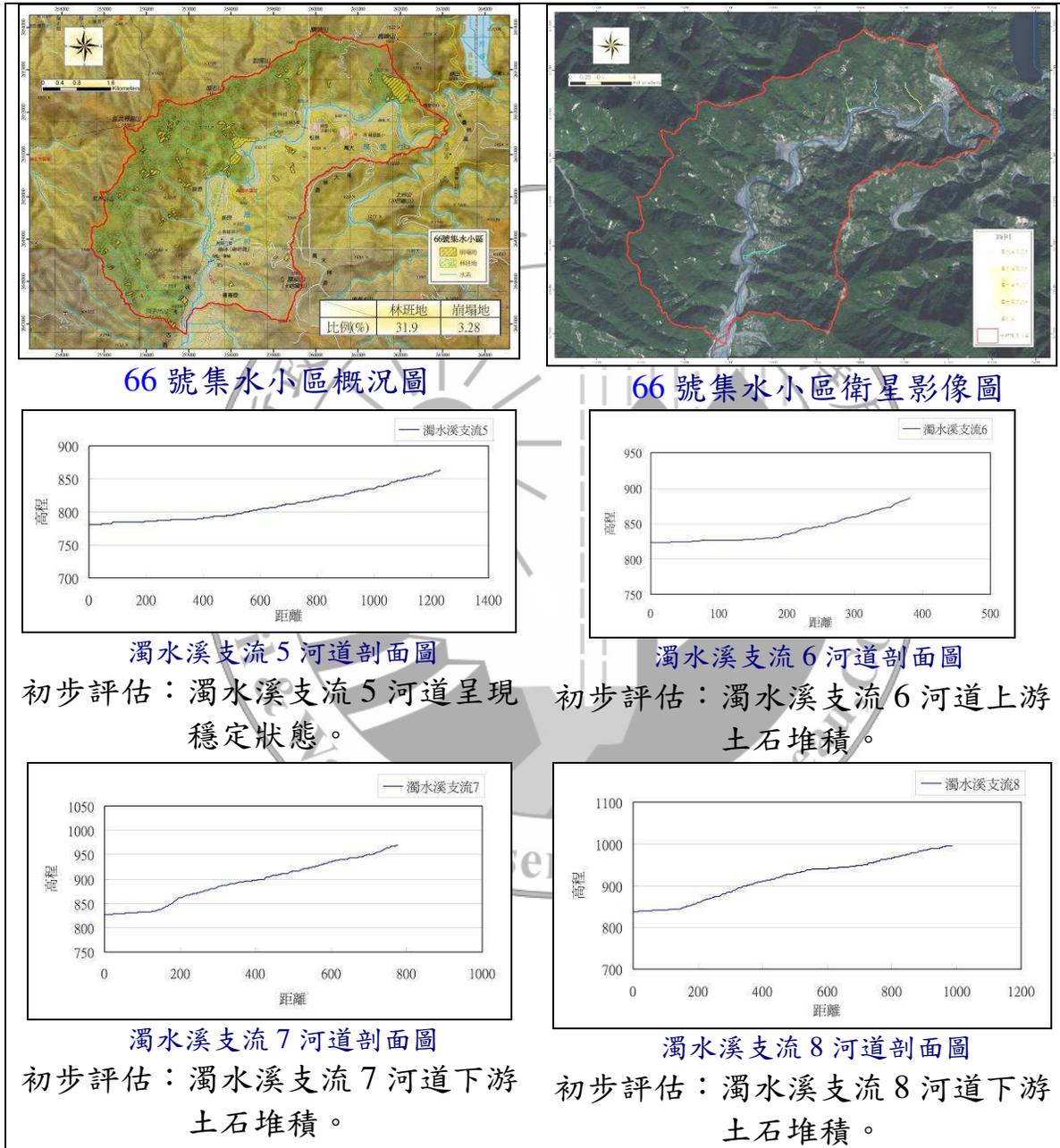


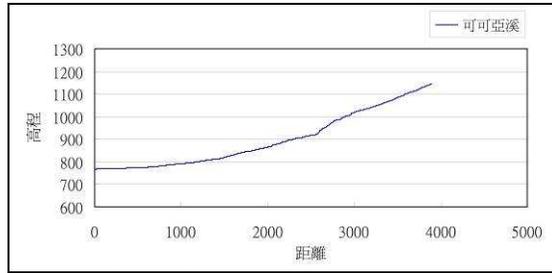
圖 5-110 萬豐村 66 號集水小區評估結果



79 號集水小區概況圖



79 號集水小區衛星影像圖



可可亞溪河道剖面圖

初步評估：可可亞溪河道下游土石堆積。

圖 5-111 萬豐村 79 號集水小區評估結果

表 5-17 萬豐村部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	◎	▽
進出道路	▽	▽

註記：◎：現況無慮；▽：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

5.4.3 法治村

法治村有武界部落，為布農族。武界部落位於埔里東邊，以卓社林道越過頂東埔東邊的山區後進入法治村，為武界水庫下游面，區域內為濁水溪原有之低位河階地地勢平坦，加上武界壩的影響，河道安定，無特殊災害。如圖 5-112 所示，原本進出的卓社林道彎曲不好走，亦易生災害，經修建武界隧道(見圖 5-113)，對外交通改善不少，本區開發甚少，除了台電公司的工程外，大致為農業行為。部分河階地為工程開發作為骨材，現地河道有大量淤積(見圖 5-114)，接近武界壩址台電公司正興建新的引水道管線(見圖 5-115)，穿越岩盤山壁連接上游進水口。

本區的居住地沒有天然災害問題，較值得注意的是河道淤積，若逢武界大壩溢流洩洪時，會沖刷河道，容易引發災害，應有應變措施準備。



圖 5-112 武界部落位於低位河階地



圖 5-113 武界隧道洞口

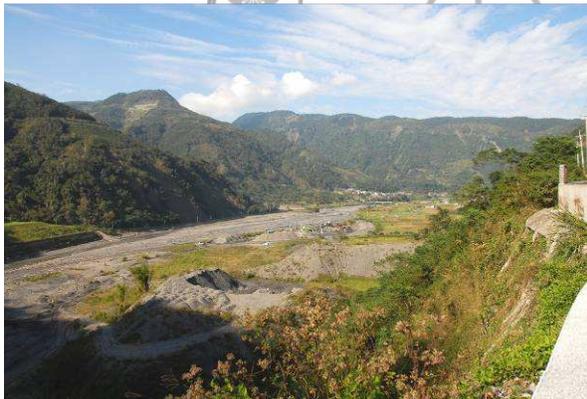
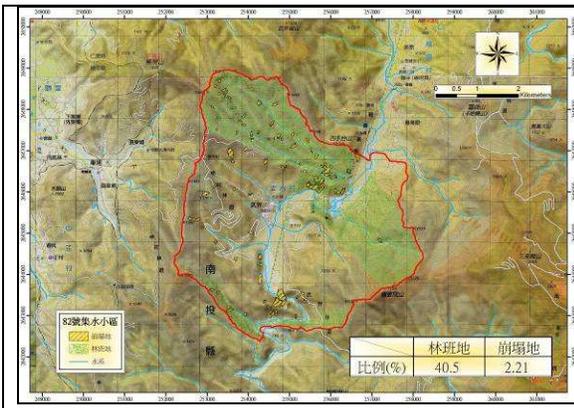


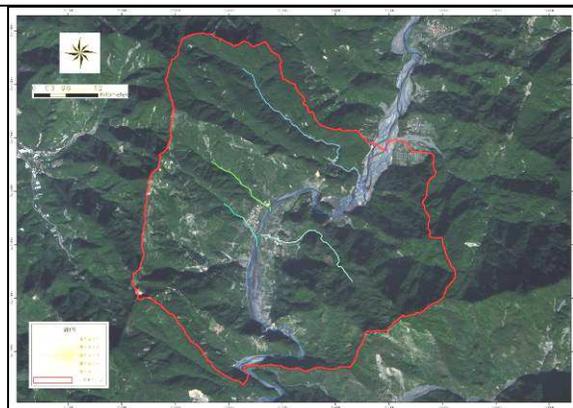
圖 5-114 武界壩下游淤積嚴重



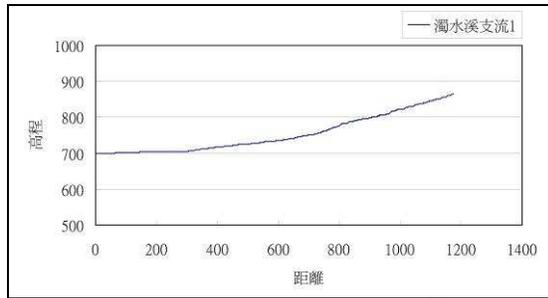
圖 5-115 武界壩的引水管線



82 號集水小區概況圖

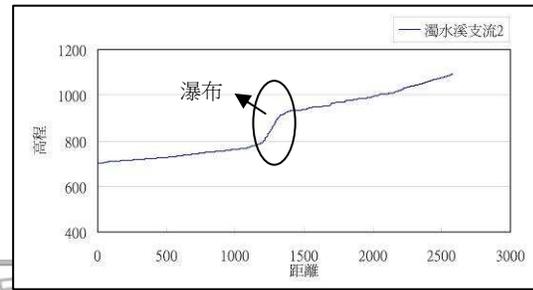


82 號集水小區衛星影像圖



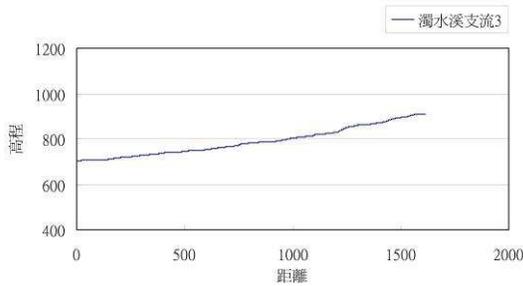
濁水溪支流 1 河道剖面圖

初步評估：濁水溪支流 1 河道呈現穩定狀態。



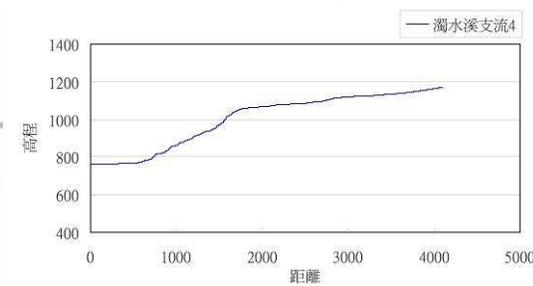
濁水溪支流 2 河道剖面圖

初步評估：濁水溪支流 2 河道下游土石堆積。



濁水溪支流 3 河道剖面圖

初步評估：濁水溪支流 3 河道呈現穩定狀態。



濁水溪支流 4 河道剖面圖

初步評估：濁水溪支流 4 河道受兩岸崩塌影響河道淤高。

圖 5-116 法治村 82 號集水小區評估結果

表 5-18 法治村武界部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	∨	∨
保留地使用	◎	∨
進出道路	◎	∨

註記：◎：現況無慮；∨：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

5.5 埔里盆地邊緣

5.5.1 中正村

中正村有布農族之中正部落，原名過坑社在埔里盆地的周圍，地處仁愛鄉最左邊，與埔里鎮及魚池鄉交界，現地為埔里鎮加道坑，過坑野溪上游集水區尚大，於過坑地區有良好的低位河階，且河道已下切數十公尺，野溪安定，在今年聖帕颱風過境後方山坡發生局部崩落土石災害，主要在其中 11 鄰位置。現地地圖如圖 5-117 所示，再往及即為埔里鎮的鹼土坑。

過坑野溪上游集水區可以投 69 線通過位置，中正一號橋為分界，以上為自然保持良好之集水區，僅有小部分開發，上游河床亦可以中正一號橋為控制點來看，其下游面(如圖 5-118)河道下切發展中，河岸護岸已幾崩落，亟待修復，上游面則安定良好(見圖 5-119)。

中正部落所在位置地理極佳，背山為水頭山一線，自然安定，左、右皆有稜線分佈，前為過坑野溪，部落座落於河岸段丘，平坦地極寬闊，由圖 5-120 可見。現地可見兩處崩塌，圖 5-121 為聖帕颱風形成之一處自水頭山稜線農路的崩落，一路影響至中正村的 11 鄰位置，已非部落所在。圖 5-122 顯示崩落處下坡面為檳榔園，現地踏勘此次災害，可見如圖 5-123，上游通過自然林及竹林崩落，土石裸露顯出紅土及塊石，塊石有砂岩及塊狀頁岩，現地土壤層厚，顯示安定程度高。另一處在中正村部落靠河岸處有一處下邊坡的崩落(見圖 5-124)，由裸露材料可見其為河岸堆積物，此應為自然風化崩落，所影響範圍並不大。





圖 5-117 中正村現地地圖



圖 5-118 過坑溪道路通過處



圖 5-119 中正一號橋



圖 5-120 中正(過坑社)部落位置



圖 5-121 中正村 11 鄰上方崩落



圖 5-122 土石崩落影響下方農作物



圖 5-123 土石流造成農作損害



圖 5-124 部落下邊坡崩落，顯示礫石堆積

表 5-19 中正村中正部落危險程度初步評定結果

	崩塌	土石流
部落所在地	◎	◎
保留地使用	√	◎
進出道路	◎	◎

註記：◎：現況無慮；√：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程



5.6 進出道路安全性評估

5.6.1 投 85 縣道

台 14 省道經過廬山部落後銜接投 85 縣道，為平靜、平和、平生及靜觀四個部落主要進出道路，投 85 縣道總長為 9.64 公里，其位置如詳圖 5-125 所示，其部分道路路基受河道沖蝕影響，經修整後已通暢無阻，部分路段有較大沉陷發生未來仍須注意。

本次以現場調查及配合透地雷達檢測道路下方是否有孔洞、破裂帶等損壞，以評定進出道路是否安全；各階段檢測部分分述如下：



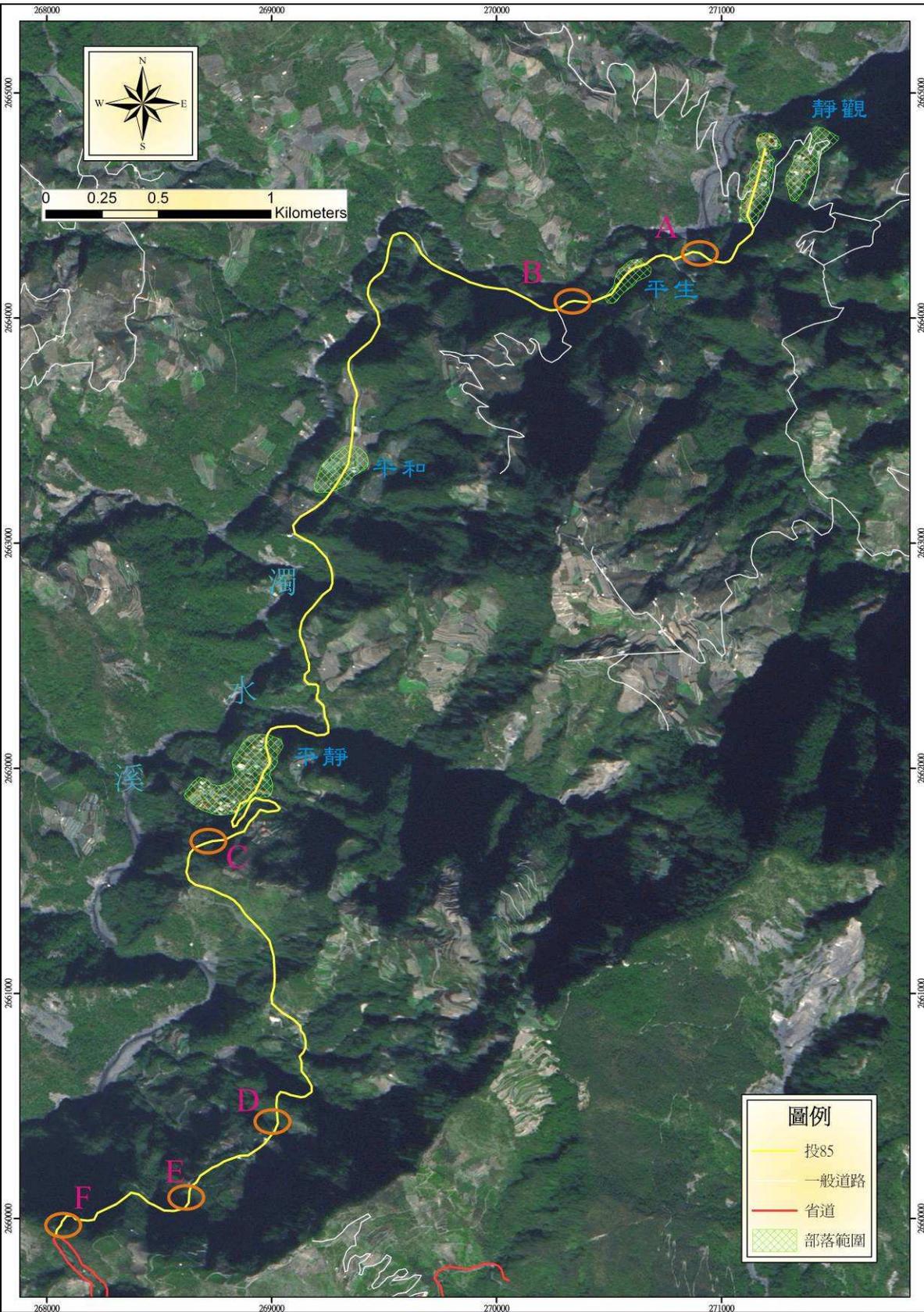


圖 5-125 投 85 縣道透地雷達檢測位置圖

1.投 85 縣道 1.6K

此處道路路基經由透地雷達檢測後發現道路呈現不規則沉陷，詳圖 5-126，導致道路路面凹凸不平，而下邊坡略有滑動，由圖 5-127 中電線桿明顯傾斜，此處後續仍須注意。

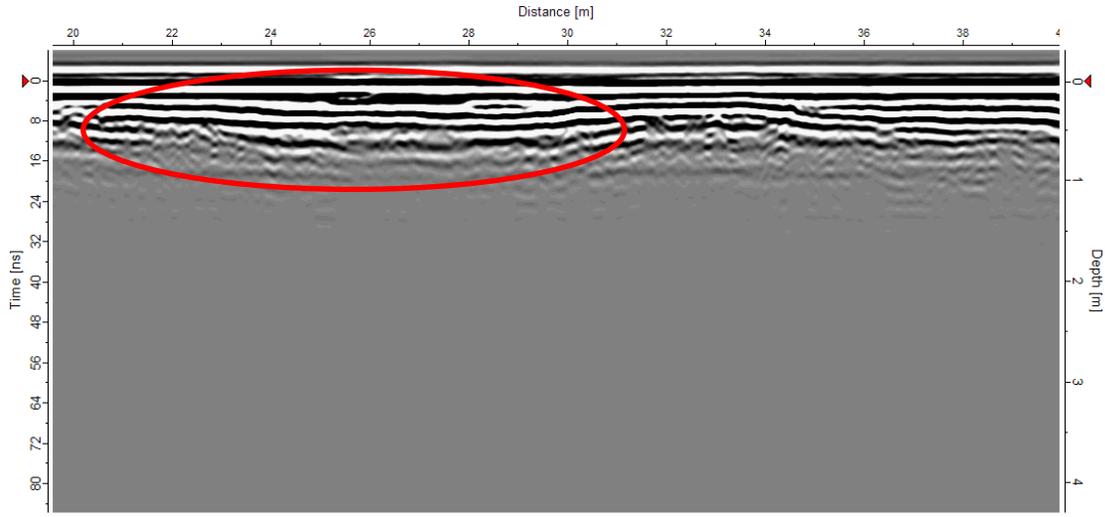


圖 5-126 投 85 縣道 1K+600m 透地雷達影像(20~32m 間有不規則的沉陷)



圖 5-127 圖中標示區域為不規則沉陷區

2.投 85 縣道 2K

在投 85 縣道 2K 處由透地雷達影像圖（36~46m 處）顯示地層明顯不連續變動有相當大的沉陷產生。

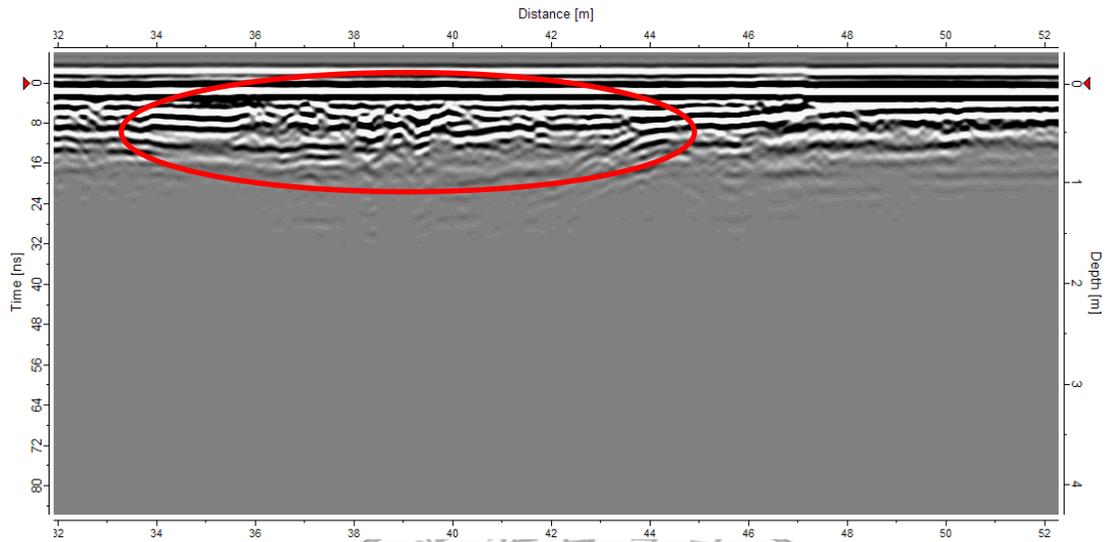


圖 5-128 投 85 縣道 2K 透地雷達影像(36~46m 間有相當程度的沉陷紀錄)



圖 5-129 圖中標示為沉陷最大處

3.投 85 縣道 7K

在投 85 縣道 7K 處由透地雷達影像圖，詳圖 5-130 中倒 V 字圖形則為鋼筋的排列於地表下約 40 公分處，而圖形中 41m 處為道路修補交接處其位置如圖 5-131 所示，該路段狀況良好。

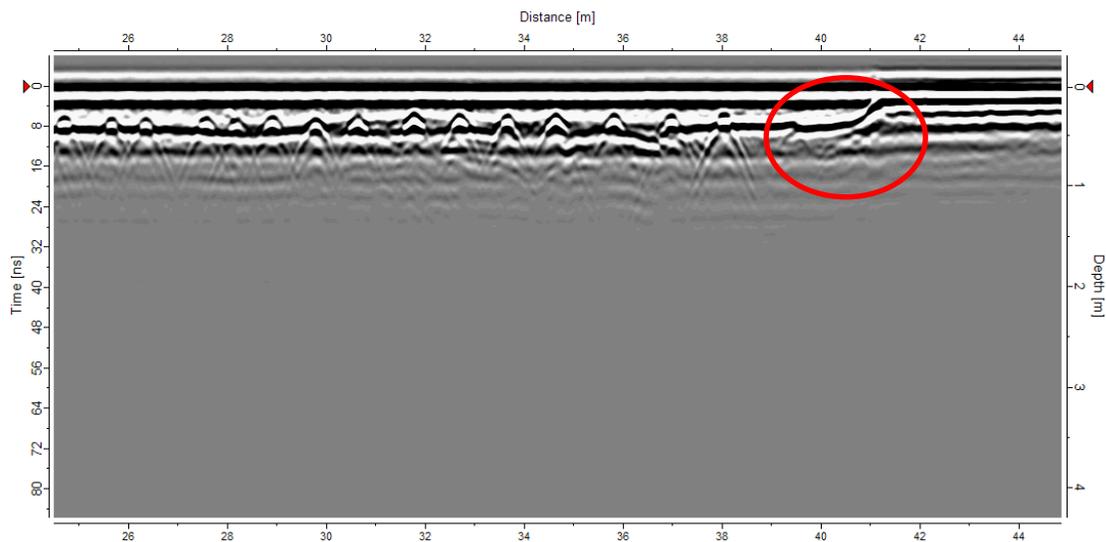


圖 5-130 投 85 縣道 7K 透地雷達影像



圖 5-131 圖中標示為修補交界處

4.投 85 縣道 8.5K

8.5K 處道路透地雷達影像圖，詳圖 5-132 其中位置於 15m 及 28m 處有深孔，經現場比對調查後為道路排水溝如圖 5-133 所示，其他影像圖中並無異樣顯示該處道路現況良好。

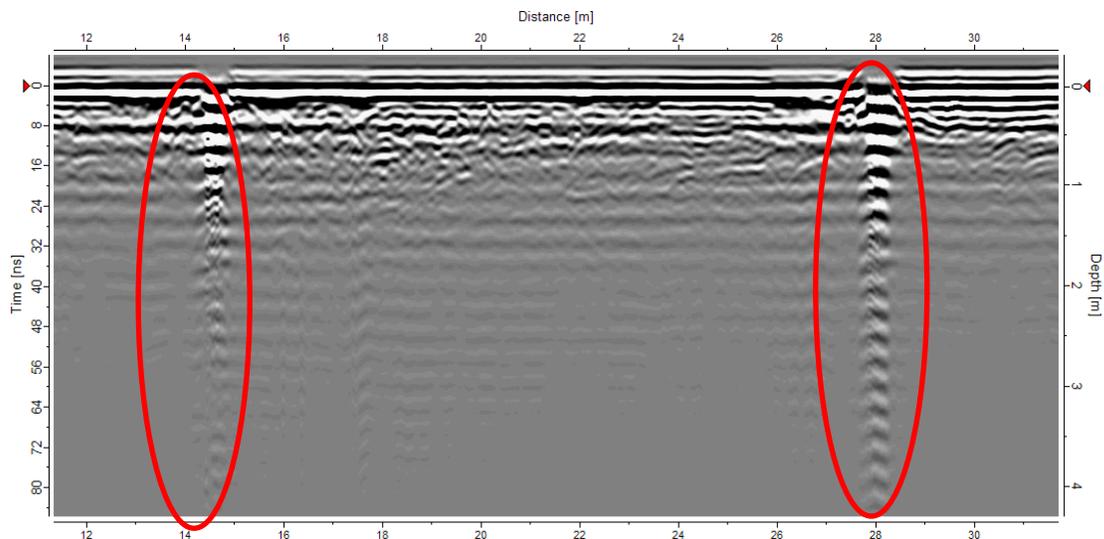


圖 5-132 投 85 縣道 8K+500m 透地雷達影像圖(15 與 28m 處有深孔)



圖 5-133 圖中顯示深孔即為排水溝

5.投 85 縣道 9K

9K 處道路透地雷達影像圖顯示位置於 27m 有沉陷紀錄且下方土層較為破碎，此處道路沉陷處需多加注意，其位置如圖 5-135 所示。

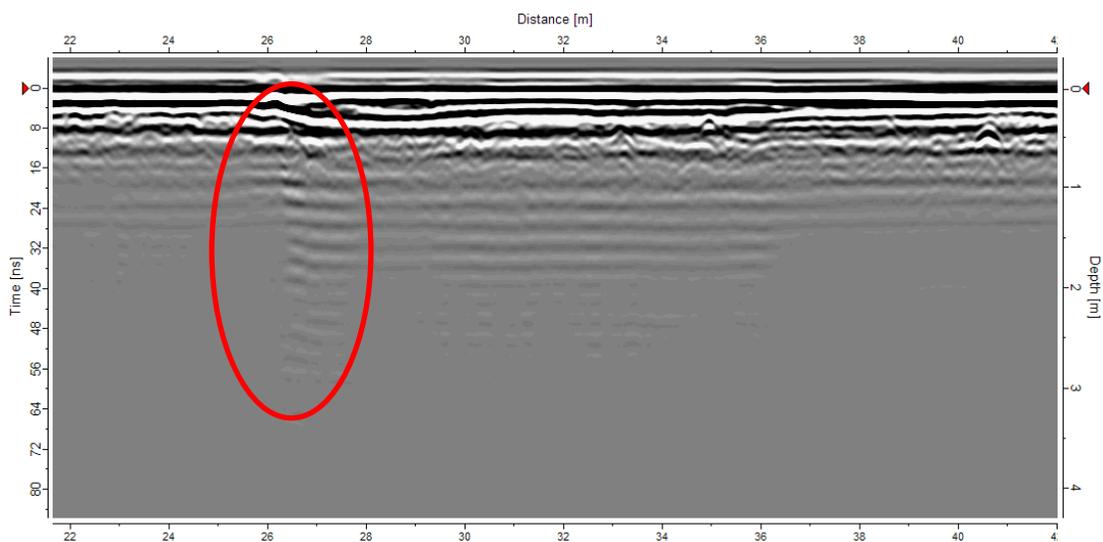


圖 5-134 投 85 縣道 9K 透地雷達影像圖



圖 5-135 標示處為影像沉陷紀錄處需多加注意

6.投 85 縣道 9.64K

此處為由廬山部落進入靜觀部落道路之起點，由透地雷達影像圖顯示位置於 2m 處有管線存在，此處道路下方土層破碎。

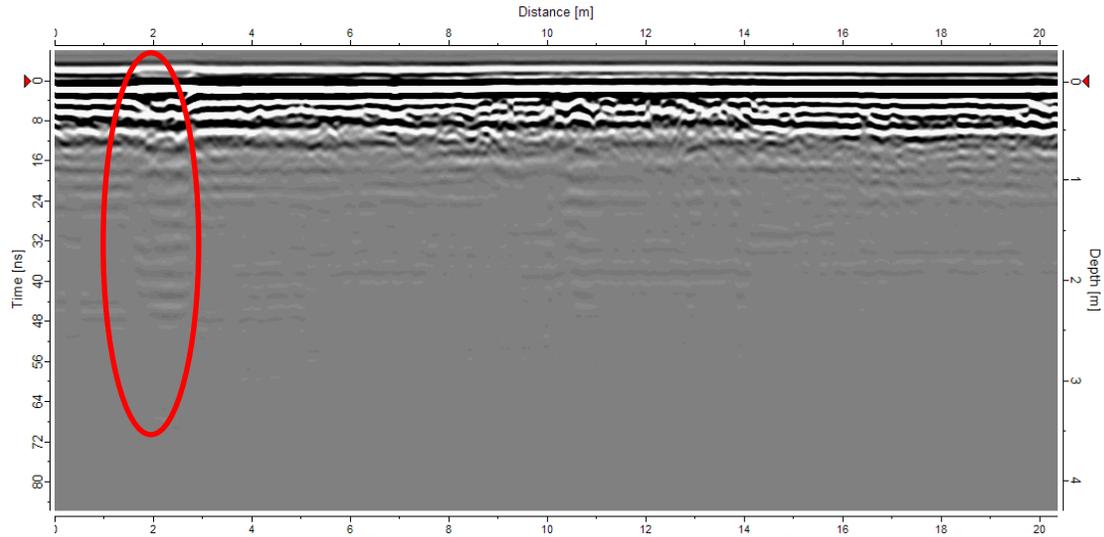


圖 5-136 投 85 縣道 9.64K 透地雷達影像

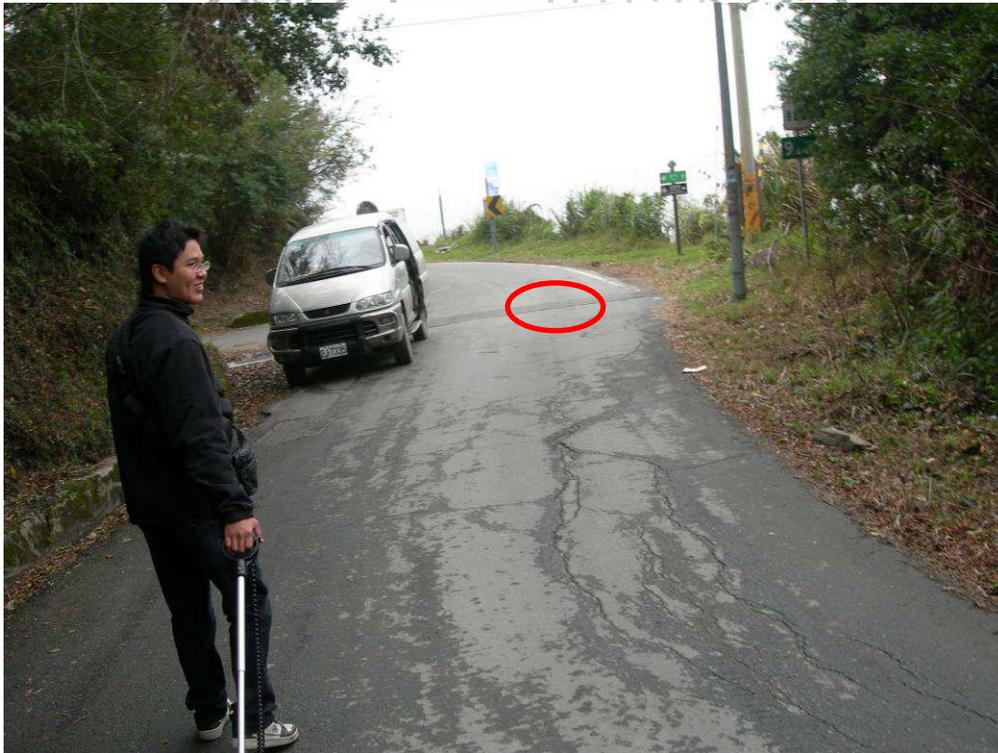


圖 5-137 標示區為埋設管線處

5.6.2 投 83 縣道

台 14 省道於霧社銜接投 83 縣道，為萬大、親愛、松林及曲冰四個部落主要進出道路，其道路位置如詳圖 5-138 所示，其部分道路路基受河道沖蝕影響，經修整後已通暢無阻，部分路段有較大沉陷及上邊坡持續崩落影響，豪雨來臨時恐有道路阻斷之虞。

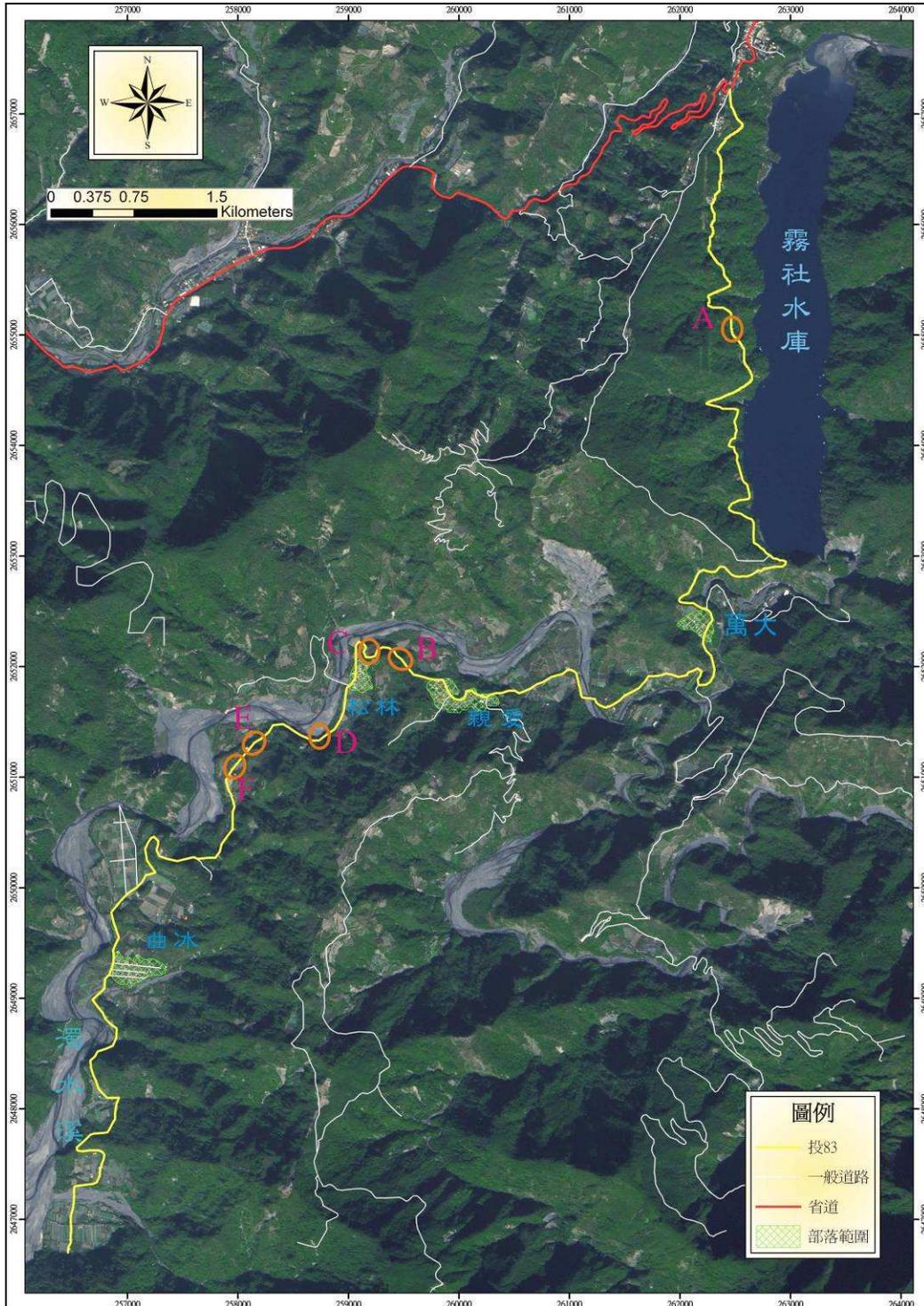


圖 5-138 投 83 縣道透地雷達檢測位置圖

1.投 83 縣道 5K

此路段透地雷達影像圖顯示於 25m 處下方有回填記錄，顯示此路段曾有相當程度之沉陷應多加注意，其位置如圖 5-140 所示，其餘路段影像圖顯示良好。

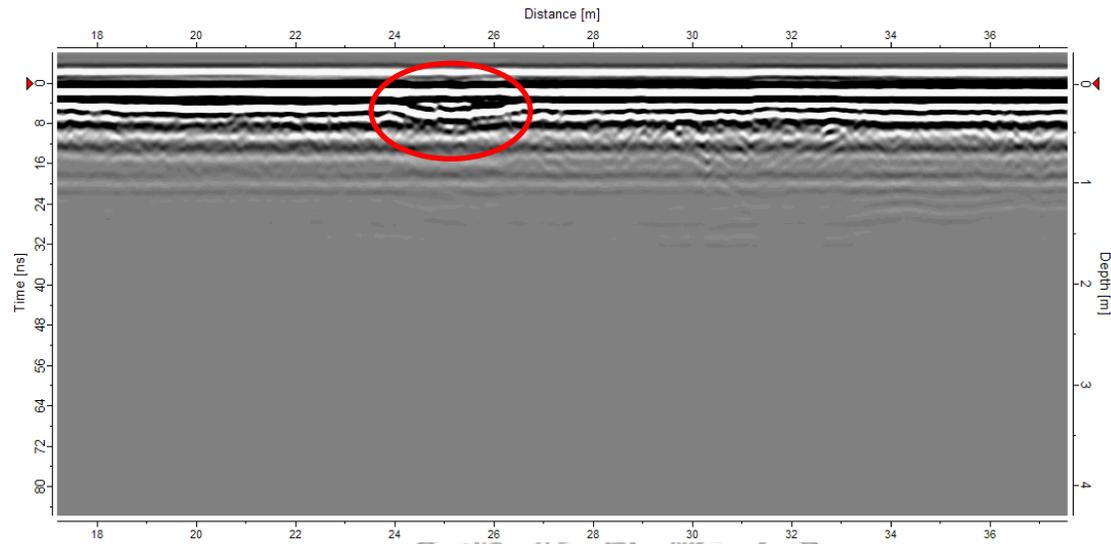


圖 5-139 投 83 縣道 5K 透地雷達影像



圖 5-140 標註區為沉陷區域需多加注意

2.投 83 縣道 13.5K

圖 5-141 為此路段透地雷達影像圖顯示於 12m 位置有破裂帶存在，13m 後為回填土層，此處下邊坡路基受水流沖蝕受損，上邊坡仍有土石持續崩落。

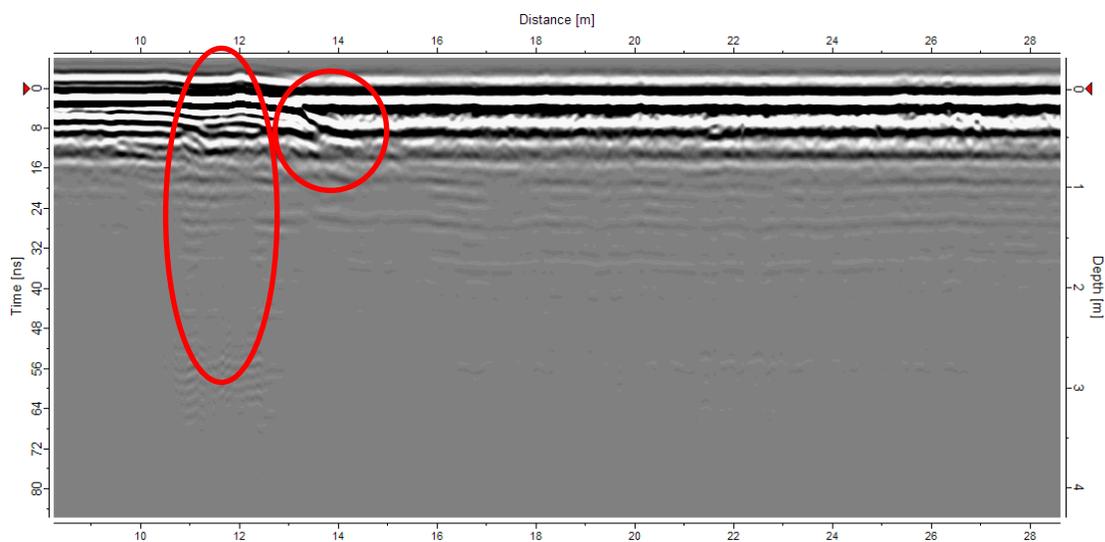


圖 5-141 投 83 縣道 13K+500m 透地雷達影像



圖 5-142 標示區為回填區域

3.投 83 縣道 14K

圖 5-143 顯示此路段狀況良好，而透地雷達影像圖中標示區約為 33m 處為管線埋設經過，其位置如圖 5-144 所示。

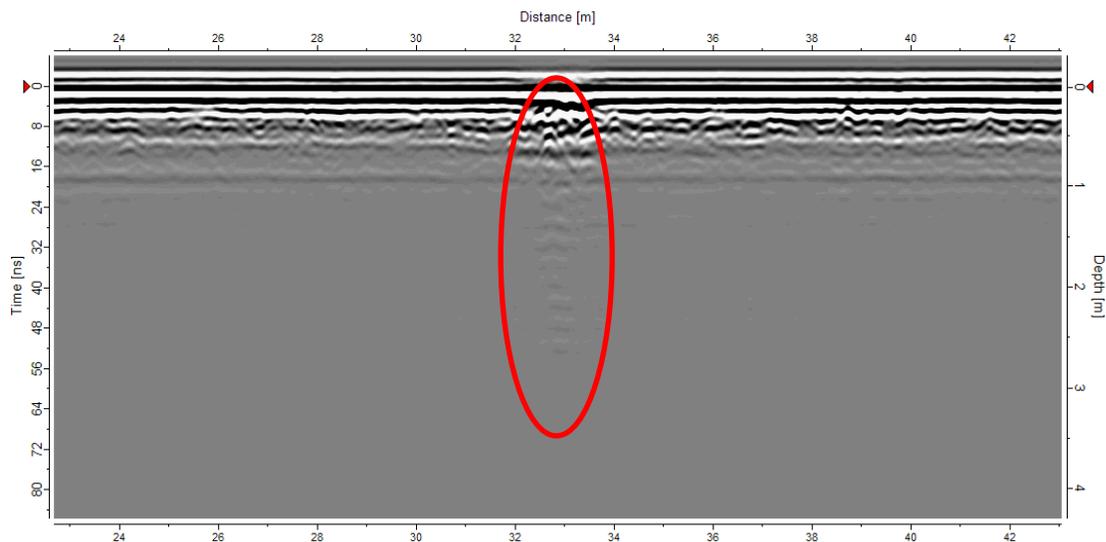


圖 5-143 投 83 縣道 14K 透地雷達影像



圖 5-144 標示區為管線埋設處

4.投 83 縣道 15K

在透地雷達影像圖中標示區 32m 有一孔洞，其位置如圖 5-146 標註區，暫時對道路無影響但仍須多加注意。

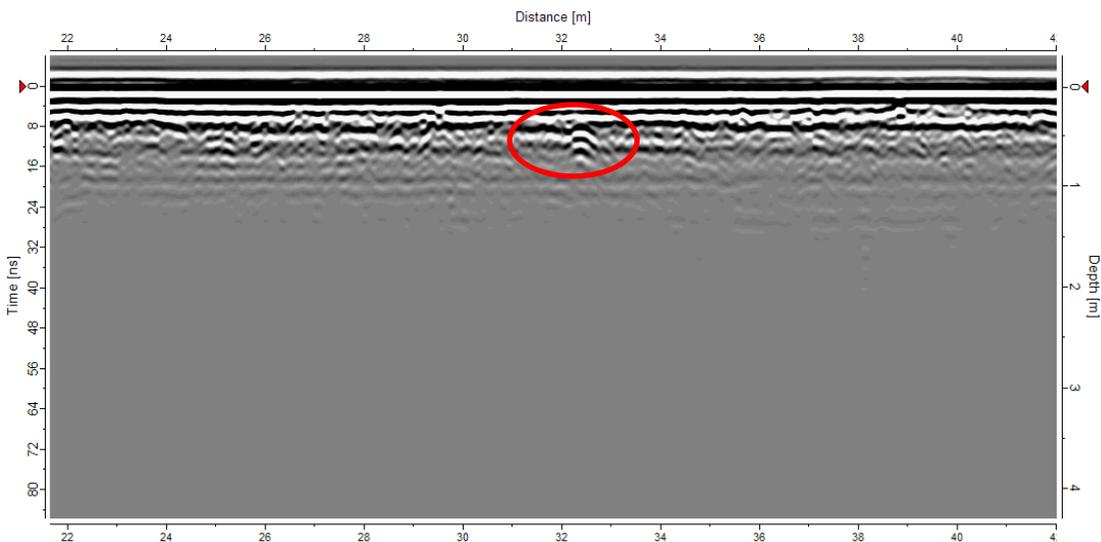


圖 5-145 投 83 縣道 15K 透地雷達影像



圖 5-146 標註區為小孔洞處

5.投 83 縣道 15.9K

此處道路路段外觀有明顯沉陷變形，而在透地雷達影像圖 5-147 中在 48m 附近有一孔洞且 51m 附近曾有相當程度的沉陷，其位置於圖 5-148 標示區域中，影像顯示此路段並不穩定，未來應多加注意。

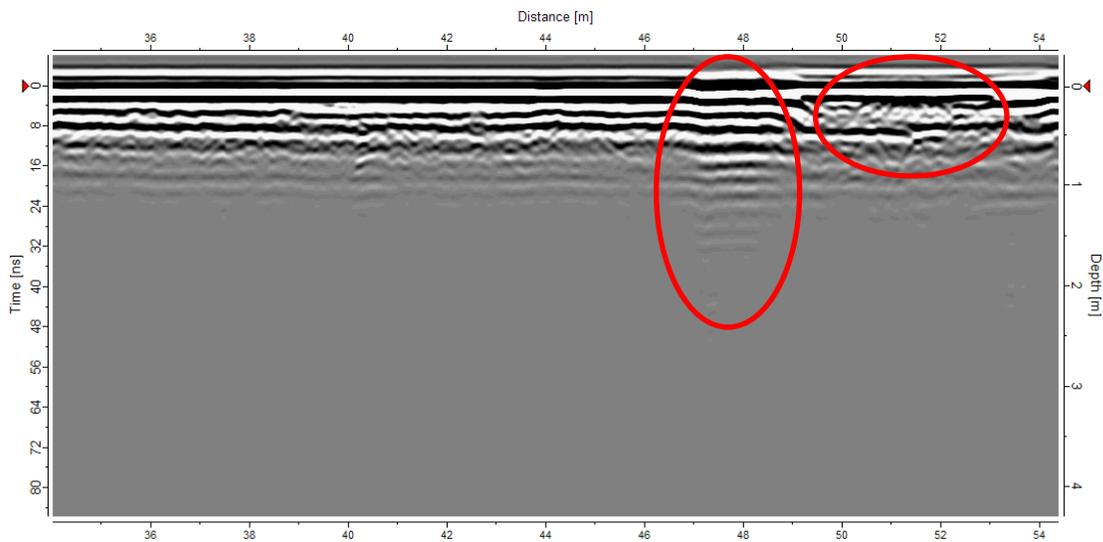


圖 5-147 投 83 縣道 15K+900m 透地雷達影像



圖 5-148 標註區為沉陷與孔洞區域

6.投 83 縣道 16K

道路 16K 路段外觀有明顯沉陷變形，而在透地雷達影像圖 5-149 中在 66m 附近有有沉陷紀錄，其位置於圖 5-150 標示區域中，影像顯示此路段並不穩定，未來應多加注意。

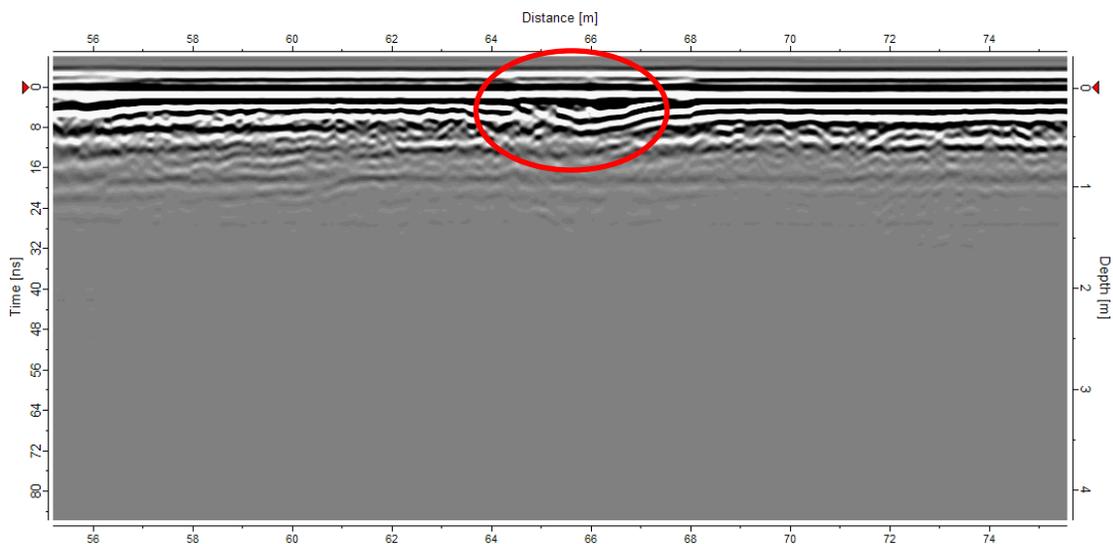


圖 5-149 投 83 縣道 16K 透地雷達影像



圖 5-150 標註區為透地雷達影像圖中沉陷區域

第六章 綜合評估

6.1 水資源利用的影響

仁愛鄉範圍內有一大部分原住民保留地為水資源高度利用的地區，濁水溪最上游森林涵養極佳水源，早自日據時代即已被開發為水資源利用區，自武界埧到霧社水庫，豐沛的水量被利用作為水力發電及灌溉民生等用水，對台灣地區發展貢獻頗大，但也對原住民保留地造成不小的影響，仔細的來看現階段所面臨的問題。

一個集水區中的水土資源，可以用生產、輸送及消費的觀點，來作區隔，對河道與野溪中的土石來說，上游集水區因沖蝕崩塌等有土砂的生產，在中游地區因坡度仍足夠運輸土砂會藉由水力傳送至下游產生沉積，如圖 6-1 所示。

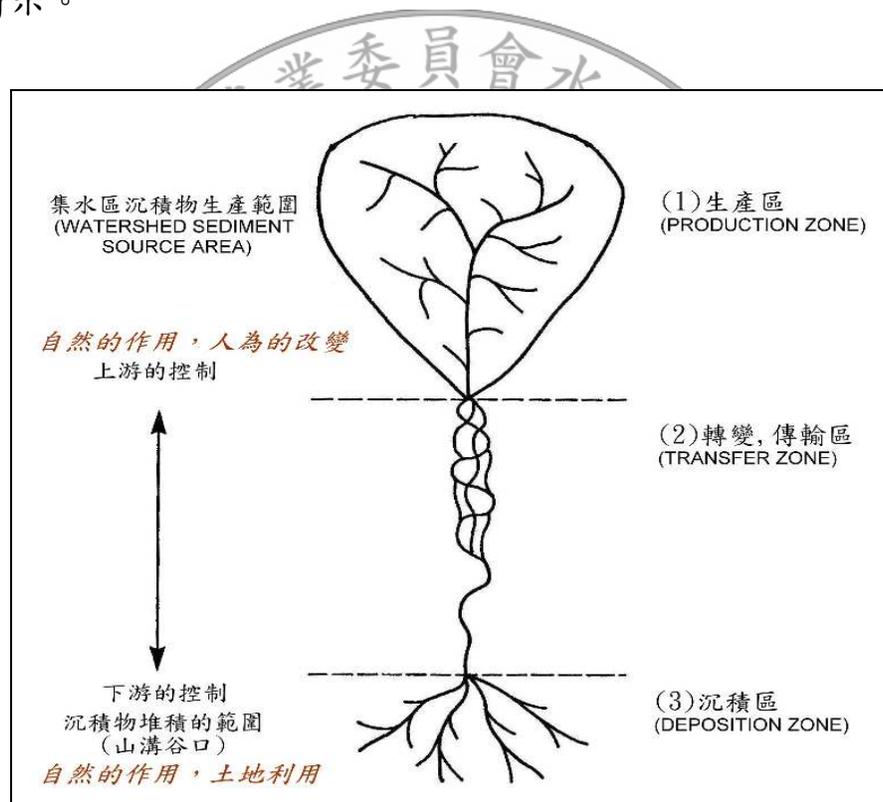


圖 6-1 理想化的集水區系統

從上游朝下游依次可分成：第一區、第二區及第三區。第一區是河流的上游集水區，也是沉積物的供應區（生產區）。河流的流水及沉積物質大都來自這一地區。這個區域主要是沉積物的生產地。但是沉積物的堆積在本區內並不重要，也沒有重要的沉積作用進行。第二區是搬運區（傳輸

區)，如果在此區內的河道穩定，那麼沉積物的輸入量等於輸出量。第三區是沉積物的堆積區或沉積區。

因為沉積物在整條河流系統中的任何部分都可能發生沉積、搬運、及侵蝕的作用，因此上述的分區純粹是人為而非自然的分區方法。但是，很明顯地，在每一個區域內都有一項主要的、支配性的河流作用。譬如在第一區裏，主要的河流作用是侵蝕，因此造成本區能夠大量輸出沉積物質的特性；在第二區裏的主要河流作用是搬運作用；第三區裏的主要河流作用是沉積作用。因此在第三區裏的沖積扇、沖積平原、三角洲、或是更深水環境裏，都發現大量的沉積物堆積。

以河川流量、河床搬運物的增加或減小對河道地貌的影響，包括河道寬度、河道深度、曲流波長、河道坡度與河道蜿蜒度等，存在著下列的關係；

$$Q+ \equiv b+, d+, \lambda+, S-$$

$$Q- \equiv b-, d-, \lambda-, S+$$

$$Q_s+ \equiv b+, d-, \lambda+, S+, P-$$

$$Q_s- \equiv b-, d+, \lambda-, S-, P+$$

式中各符號代表：

- | | | | |
|---|-------------------|----------------|-----------------|
| + | ：增加 | - | ：減少 |
| Q | ：流量 | Q _s | ：河床搬運物(砂或較粗的顆粒) |
| b | ：河道寬度 | d | ：河道深度 |
| λ | ：曲流波長 | S | ：河道坡度(或比降) |
| P | ：河道蜿蜒度(河道長度/河谷長度) | | |

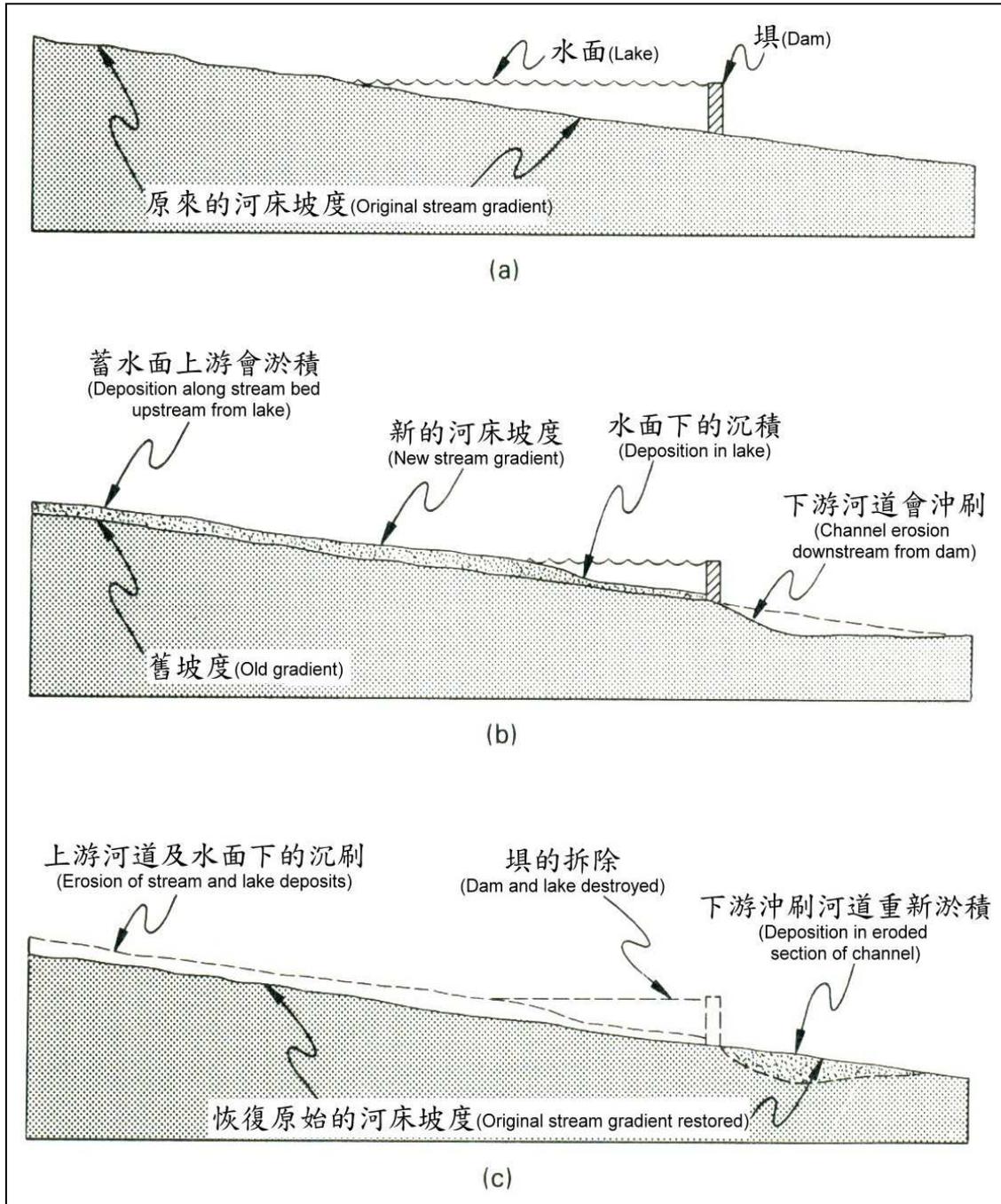
造成流量增加或減少的原因可能是引進或是引出河流系統的水；或是都市化的影響(Hammer, 1972)。河床搬運物的增加可能是集水區的侵蝕量增加所造成。侵蝕量增加則可能是上游集水區森林大量砍伐、或是農業用地過度擴大的結果。相反地，土地利用的改善以及土壤保育計畫的實施將會減少河床搬運物。

流量的增加或減少改變了河道的容積及比降，但是在年平均流量為常數時，河床搬運物的增加或減少，不僅可能改變河道的容積，也可能改變了河道的形狀(寬度/深度比率)和河道的蜿蜒度。

水資源利用可能造成河道流量與河床搬運物同時減少的情形，在河流上游建造水庫，攔截流水之後，可以得到以下的反應：

$$Q-, Q_s- \equiv b-, d\pm, \lambda-, S\pm, P+, F- \dots\dots\dots(1)$$

以一個水庫的興建為例來看，水庫蓄水造成了流量的調整，也阻斷了泥砂的運移，其效應可由圖 6-2 來看。



(from S. Judson, M. E. Kauffman, and L. D. Leet, Physical Geology, 7th ed., copyright© 1987 by Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.)

圖 6-2 構築水壩、水庫會造成河道重新調整其河床坡度來達到新的平衡

為了開發水資源，在原有的河道築堤蓄水，對整體水土環境會造成很大的衝擊。首先當然是蓄水區內土地的淹沒，部分農地與聚落會有遷移的問題，武界堤及霧社水庫的淹沒區原是仁愛鄉原住民部落的使用地，有了第一次的強迫遷村行為。

攔河蓄水除了造成淹沒區的問題外，還有更深遠的影響，隨著年代的久遠，後續的問題漸漸浮現，上游河道蓄水後，淤砂不斷的累積，長遠的對其上游集水區有很多的威脅。淤砂積高的結果造成上游河道及各支流野溪隨之無法輸砂、無法下切的結果，伴隨持續不斷的自然與人為影響泥砂來源，終而導致各種的後續災害，區域內原已安定的沖積地形，再度呈現不安定的狀態。

在河道上建築水利設施，造成了河流特性的改變，短中長期的影響了區域的水土環境，在仁愛鄉原住民部落的範圍內，河道淤積與野溪支流輸砂能力不足的問題最為嚴重，不但威脅使用地的安全，也可能造成土石流影響部落及人民生命。



6.2 土地開發利用的影響

仁愛鄉的土地利用除了眉溪、北港溪中游所在，海拔較低外，大部分位於中央山脈區，地形陡峭，良好之農地不多，只有部分河階地與扇狀地較適合開發。區內之原住民保留地坡度皆陡，以六級坡為最多，不宜任意開發，所以在許多開發地危險潛勢偏高，見圖 2-11 及土地可利用限度分級圖(見圖 6-3)。

平均坡度 土壤有效深度		(2° 51.7') (8° 31.8') (16° 42') (21° 48.2') (28° 48.6')					
		5% 15% 30% 40% 55%					
		一級	二級	三級	四級	五級	六級
90公分	甚深層	宜農牧地一級	宜農牧地二級	宜農牧地三級	宜農牧地三級	宜農牧地四級	宜農牧地五級
	深層						
50公分	淺層	宜農牧地二級	宜農牧地三級			宜農牧地四級	宜農牧地五級 沖蝕嚴重者為宜林地
	甚淺層			宜農牧地四級		宜農牧地五級 沖蝕嚴重者為宜林地	

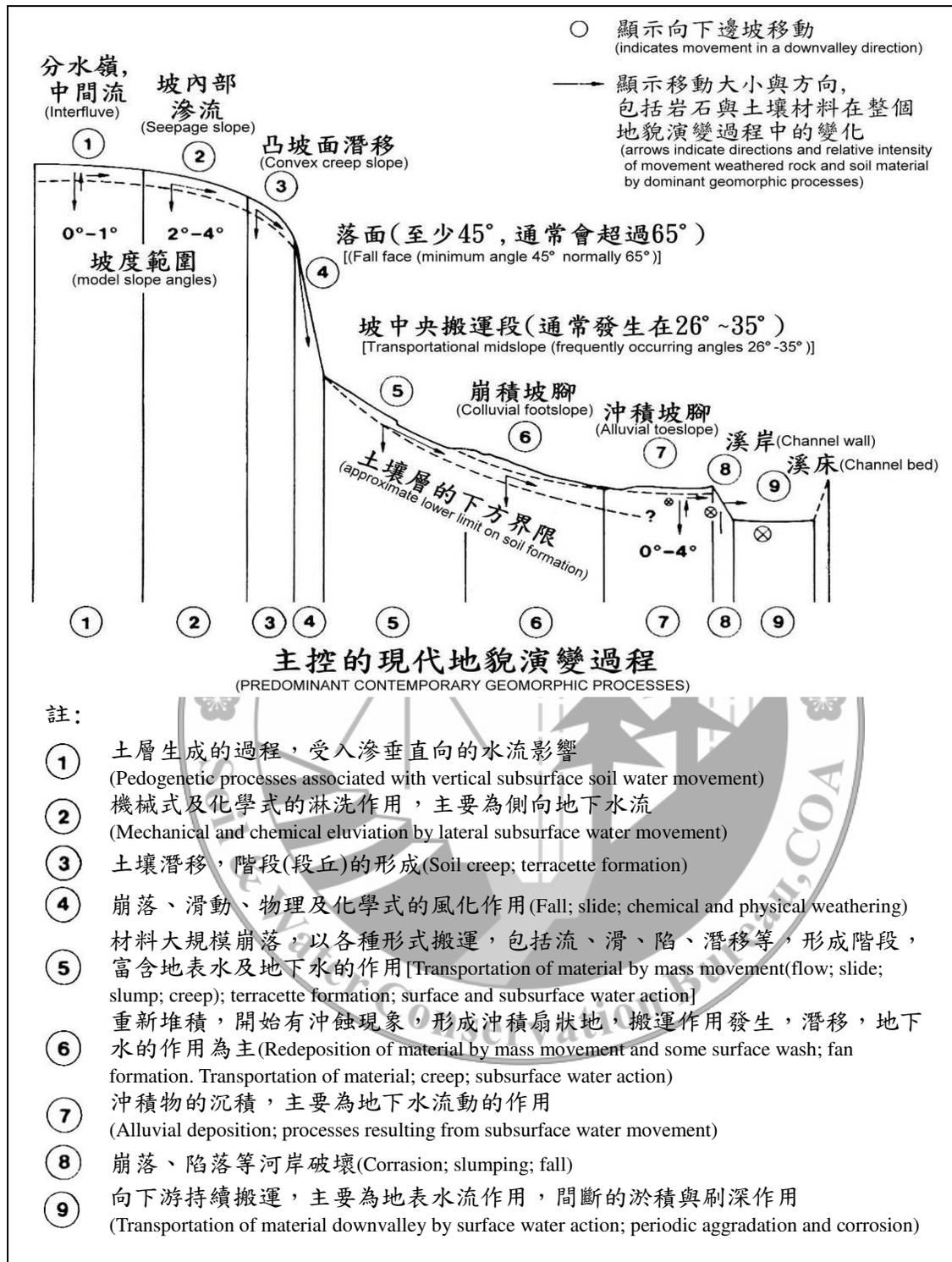
在土地條件特殊之崩坍、地滑、峭壁、母岩脆弱裸露等地，不適於農牧林利用並須加以特殊保育處理之土地，列為加強保育地六級。

(轉載自民國 81 年版「水土保持手冊」附錄)

圖 6-3 山坡地土地可利用度分類標準圖解

本調查範圍內還有一個很重大的環境課題存在，就是四大高山農場的土地利用，早期開發中部橫貫公路後，在接近嶺線較平坦地開發了高山農場，安置榮民至今，這些農場已成了地區重要的農業基地，這些開發地本身在陡坡的上方，農地水土保持施行不易，長久沖蝕流失的結果，造成其下坡面極度的不安定。

來看高山農場的開發，對土地的影響，一般而言，坡面的形成為岩石材料風化不斷演變的結果，風化的材料以各種形式崩落至低處後，再經沖蝕的搬運達到現況的穩定平衡，在土壤層位學(Pedology)及地貌學(Geomorphology)常結合以下的一個理想的地貌九單元模型來解說，如圖6-4 中所示。



(譯自: Dalrymple et al., 1968)

圖 6-4 理想的地貌九單元模型 (Hypothetical nine-unit landsurface model)

嶺線附近的平緩地開發後，水流集中，對下坡面而言，是風化及刷深的開發，下坡面持續的發生向源侵蝕，終而使上邊坡崩塌不斷，而下游野溪則是土石堆積嚴重，目前在力行產業道路內的幾個部落，都面臨相同的問題。



6.3 分區評估結果

經由前述以各部落為單元檢討發現可能問題後，於此以各集水分區進行綜合性的評估，以利後續治理與管理的規劃。

6.3.1 北港溪中上游地區

1.河道及野溪治理：本區域因開發農地及農路產業道路等，崩塌地多，河道大多呈現淤積的狀態。

- (1)上游地區力行產業道路多處損毀修復困難與野溪治理有相關連，於道路整修時，應一併辦理野溪治理工程。
- (2)紅香、瑞岩一帶位於河岸階地，局部受後續淤積影響，應進行野溪治理工程，規劃設計疏濬與整地工程，以防止後續土石災害。
- (3)中游地區，眉原、中原、清流等部落，河道屬河川治理界點以下，由水利單位負責，建議仍以疏濬控制河床高為主，野溪支流則應逐步檢討受主流影響致形成土石無法順利流出之現象。

2.道路安全：本區域農路產業道路繁多，道路之安全維護亟有需要，且會影響受災期間疏散作業。

- (1)全區內之住戶應儘量朝集村部落的型態發展，避免單戶獨居，公共設施不佳，亦無法良好保護，免於受災。
- (2)本區域內各式道路多狹窄，行車安全及路基安定性不足，擴大提昇不易，應朝向限制管制車行，不准大型車輛行走，以利安全維護。
- (3)區域內重要之進出道路以力行產業道路為最主要，目前縣府與公路局及水保局有專案在辦理復建工作，後續應規劃慈峰至翠峰道路的整建，以利區域有替代道路可行。
- (4)本區道路有使用很厚層的崩積地，有使用岩坡者，安全性有很大差異，於治理工程規劃時應特別注意。

3.使用地安全：本區域農地開發甚多，雖多位於保留地範圍，唯其坡度均甚陡，安全堪慮。

- (1)北港溪主流及各支流沿線之高低位河階，在野溪治理工作保護下可以安全的使用，應作為本區之主要農業用地。
- (2)坡面上的陡峭農地部分，安全不易保障，影響條件複雜，無法統一規範，應儘量限制開發，局部立地條件不佳，開發後引致崩塌者，不應任意施以治理工作，以避開為較優先考量，工程手段往往不易成功，亦不符經濟性。

(3) 農地的開發應儘量遵循土地可利用限度的規範，並加強農地水土保持作業，減少區域土砂來源。

彙整區域內各部落安全性評估結果如下表：

	部落所在地		保留地使用		進出道路	
	土石流	崩塌	土石流	崩塌	土石流	崩塌
翠華村部落	X	∨	∨	X	X	∨
力行村部落	∨	◎	∨	◎	∨	X
發祥村部落	◎	◎	X	◎	∨	◎
新生村部落	∨	◎	◎	∨	◎	◎
互助村中原部落	∨	◎	∨	◎	◎	◎
互助村清原部落	∨	◎	X	◎	X	◎

註：◎：現況無慮；∨：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程



6.3.2 霧社水庫上游地區

1.河道及野溪治理：本區域河道與野溪受霧社水庫的影響，呈現部分嚴重淤積，對道路安全及部落使用地，造成不良影響。

(1)濁水溪主流至德魯灣橋段受各流路帶來之土砂，停淤在水庫蓄水區外，河床升高了十餘公尺，原有攔砂設施已遭掩埋，可見其變化，目前德魯灣橋已在淤砂線下，勉強開挖無濟於事，需進行後續整體重新規劃。

(2)德魯灣橋再往上游，塔羅灣溪支流淤積亦嚴重，至廬山溫泉區大致已淤滿，上游來的泥砂已無力再下移，一定會停淤於此，經調查發現上游有大型崩塌地泥砂來源豐富，此河段亦為河川治理界點往下，屬水利單位之權責。

(3)塔羅灣溪上游集水區內有多處崩塌地，尤其屯原與雲海很大量的土石供給河道，沿河道有部分開發地，應規劃此段河道的治理，減緩或穩定土砂搬運，這是溫泉橋最主要的土砂來源，策略上可採就地穩定的措施。

2.道路安全：本區域主要有中橫霧社支線及台 14 號往廬山至能高越嶺國家步道及投 85 線往靜觀。

(1)省道部分屬公路單位主管，於此不予討論，經過廬山地滑區有專案計畫辦理。

(2)投 85 線現況大致良好，自廬山部落起全線大致皆能維持暢通，只有過平靜橋約 4k 處之後，部分道路無排水系統須改善，可協助縣府加強。

3.使用地安全：本區域因有溫泉資源，土地利用較為複雜。

(1)春陽部落附近部分農地與德魯灣橋一樣，受水庫淤砂的影響，應一併河道治理納入考量。

(2)溫泉區的土地利用應儘量往坡面上發展，避免河道淤積受害。

(3)區域內部分農地開發，坡度過於陡峭，安全不易維護，應注意區位的選擇。

(4)濁水溪最源頭的幾個部落，其農地安全應一併於野溪治理中納入考量。

(5)霧社地區的都市土地利用併同道路安全另有專案辦理規劃調查與治理。

區域內崩塌潛感分析結果作成圖，如圖 6-5 所示。

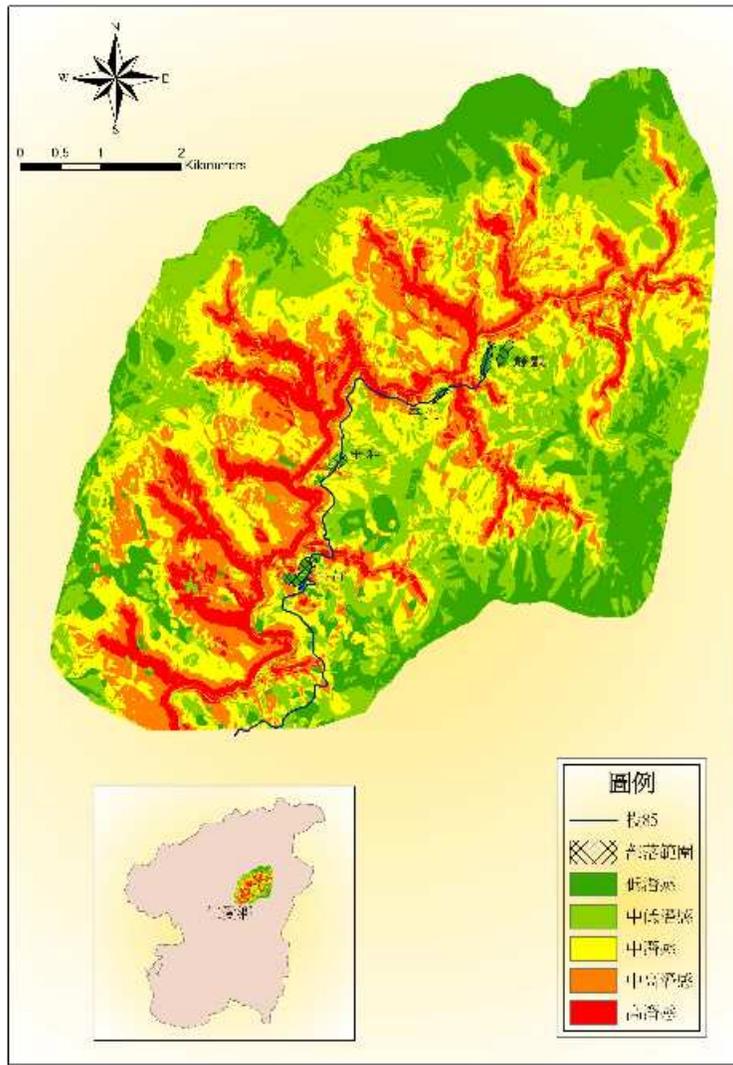


圖 6-5 靜觀、平和、平生、平靜四部落崩塌潛感分析

彙整區域內各部落安全性評估結果如下表：

	部落所在地		保留地使用		進出道路	
	土石流	崩塌	土石流	崩塌	土石流	崩塌
大同村部落	◎	X	◎	◎	◎	X
春陽村部落	∨	◎	X	◎	X	◎
精英村廬山部落	◎	∨	◎	∨	◎	◎
精英村平靜部落	◎	◎	∨	◎	∨	◎
精英村平和部落	◎	◎	∨	◎	∨	◎
合作村平生部落	◎	◎	◎	◎	◎	◎
合作村靜觀部落	◎	◎	∨	∨	∨	∨

註：◎：現況無慮；∨：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程

6.3.3 武界調整池上、下游地區

- 1.河道及野溪治理：武界調整池為濁水溪上游最先建埧蓄水的設施，但因大量淤積，功能不彰，才再有萬大埧的興建。
 - (1)武界埧以上河段，淤砂嚴重，近年來已達幾近淤滿的程度，河床內淤積造成河道蜿蜒，攻擊兩岸，對原有開發地及上方道路造成很多威脅，是亟待處理的問題。
 - (2)武界埧以下河段，亦受調整池取水控制設施的影響，下游輸砂能力變差，大量淤積，河道變得寬廣，大水時易生洪泛，農田流失，應儘速營造深槽，加大輸砂能力，所幸以下即為峽谷地形，土砂通過後不會產生淤積，一路往地利村方向輸送。
 - (3)大量淤積的河段會造成支流野溪土砂無法安全匯入，易於匯流口以上形成土石流扇狀堆積，常造成土地利用的傷害，如可可亞溪匯入口、堪塔班野溪等，為本區亟待處理的野溪治理工程，本計畫納入緊急治理進行調查規劃。
- 2.道路安全：本區域主要進出道路有自霧社南向之投 83 線及卓社林道擴充的投 71 線，包括武界隧道進入法治村。
 - (1)投 83 線沿線大致過萬大水埧後與河道距離不大，受河道淤積蜿蜒的影響，易生河岸下邊坡流失終而導致路基流失現象，應於河道整治時一併考量道路安全。
 - (2)投 71 線已完工武界隧道，法治村可快速達埔里，非常方便，目前正進行武界埧部分路段，一旦連接萬豐村部分可通行，則更為便利，地方殷殷期盼，應儘速完成，則防災疏散路線可更為完善。
- 3.使用地安全：本區水土資源利用相當多，包括武界調整池的水資源利用及各部落的土地利用。
 - (1)武界調整池的興建，造成上游河段大量淤砂，超過原預期，目前仍可取水，但淤砂造成區域很大的影響。
 - (2)區域內原有的土地利用，受水資源利用影響很大，部分良田流失，淤積並造成交通受損，原有通行兩岸之吊橋，橋台均已淹沒，可見淤積之嚴重，台電公司目前已建松林橋通行兩岸，後續應一併納入河道治理，因這幾個部分均相互關連。

彙整區域內各部落安全性評估結果如下表：

	部落所在地		保留地使用		進出道路	
	土石流	崩塌	土石流	崩塌	土石流	崩塌
親愛村萬大部落	◎	◎	◎	◎	◎	◎
親愛村松林部落	◎	◎	◎	◎	▽	▽
萬豐村曲冰部落	◎	◎	▽	◎	▽	▽
法治村武界部落	▽	▽	▽	◎	▽	◎

註：◎：現況無慮；▽：可能有威脅需進一步評估；X：已確定有問題需進行治理工程



6.4 總結

區域內另有眉溪中游地區的南豐村及埔里盆地邊緣的中正村，相關問題較為單純，不再另外評估，相關問題可見第五章各節的描述。本區域內整體水文資源環境問題嚴重，除了本計畫的進行外，另有相關管理單位實施多項的治理計畫，其中水土保持局正進行中的相關計畫有：

- (1) 廬山地滑監測及後續治理規劃。
- (2) 霧社水庫集水區內水土保持需求調查規劃。
- (3) 仁愛鄉公所鄰近區域崩塌地潛勢。
- (4) 力行產業道路沿線八處危險邊坡水土保持處理調查規劃。

其位置分佈如下圖所示。



依前所述，綜合考量本計畫之目的及民眾急迫的需要，並以水土保持局工作範圍與職掌為主，後續治理工作擬定詳細檢討，以濁水溪最上游，平生至靜觀部落下方河段、萬豐村曲冰部落旁野溪及可可亞溪野溪治理工程三項，施以調查規劃之工作，詳細如下一章細部規劃所述。

第七章 治理與管理計畫

7.1 治理工程規劃

經全面評估完成各部落安全性後，就區域內屬水土保持局職掌的範圍與問題，並考慮治理工作的急迫性，參酌地方說明會民眾意見後，本計畫防災治理工程選定三個區域，分別為濁水溪最上游靜觀部落下方河段、萬豐村曲冰部落旁野溪及可可亞溪野溪，作進一步的分析探討，各區域評估結果如下所述。

7.1.1 濁水溪最上游靜觀部落下方河段

靜觀上、下兩處的部落為河岸的高低位河階，下方的河道為濁水溪上游，有部分開發與淤積等，對岸靜觀野溪土石堆積，仍有崩塌地持續崩落土石至靜觀野溪，造成濁水溪主流及支流河道淤高有待後續處理，如圖 7-1 所示。

由靜觀旁野溪等高線 3D 模擬圖(圖 7-3)和正射影像與 DEM 相對位置圖(圖 7-4)中，取出河道縱剖面由縱剖面可得知河道之坡度為 32.5%，推得河道 $\theta = 18^\circ$ ，初步判定為不安定，依現場土石量與坡度分析有可能造成土石流之風險。現勘發現，現地雖有泥砂淤積，但上游已有攔砂埧的設置，且淤積穩定，下游河道兩岸植生尚佳，已逐漸恢復中。

經評估建議本河段現況並無立即之危險性，應納入後續觀察再予檢討。



圖 7-1 靜觀部落至和平部落正射影像圖

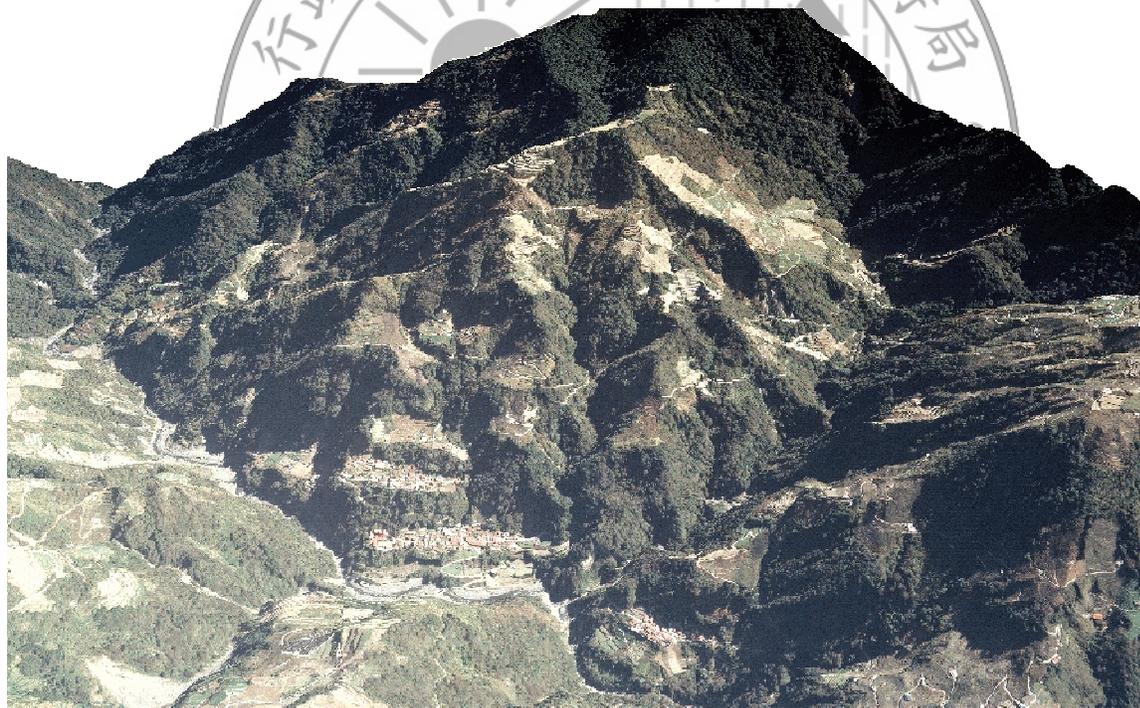


圖 7-2 靜觀部落濁水溪上游處 3D 鳥瞰圖

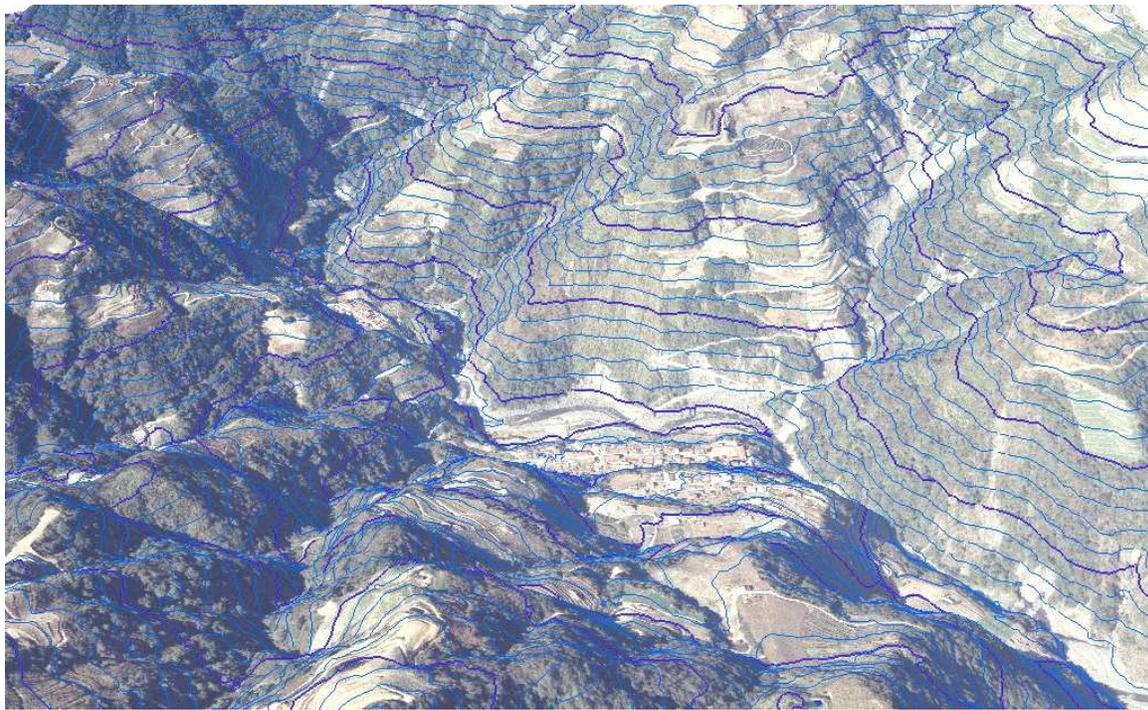


圖 7-3 靜觀旁野溪等高線 3D 模擬圖

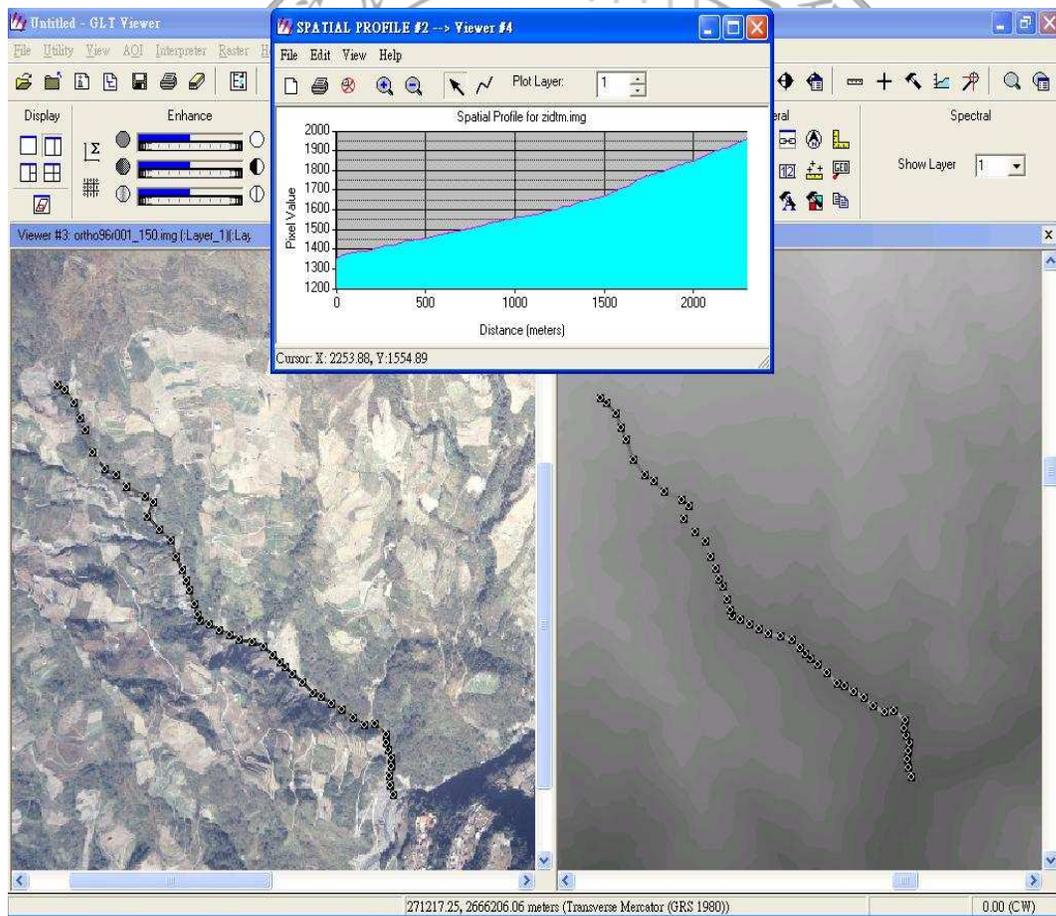


圖 7-4 靜觀旁野溪正射影像與 DEM 相對位置圖

7.1.2 萬豐村曲冰部落旁野溪

萬豐村曲冰部落旁野溪其位置如圖 7-5 所示，該野溪為土石流潛勢溪流南投 014，其集水面積為 158 公頃，集水範圍詳如圖 7-6 所示。由 3D 鳥瞰圖（圖 7-7）可明顯看到野溪上方及其支流各有一大型崩塌地，為其土石流主要土石來源，並有坡地的開發行為，而部落與野溪位置相當靠近，野溪河床持續淤高，大雨來臨時可能有土石流危及部落之虞，當地居民有整治該野溪之迫切需求。

經現況及資料比對，確定有治理之必要，即開始進行踏勘與測量作業。

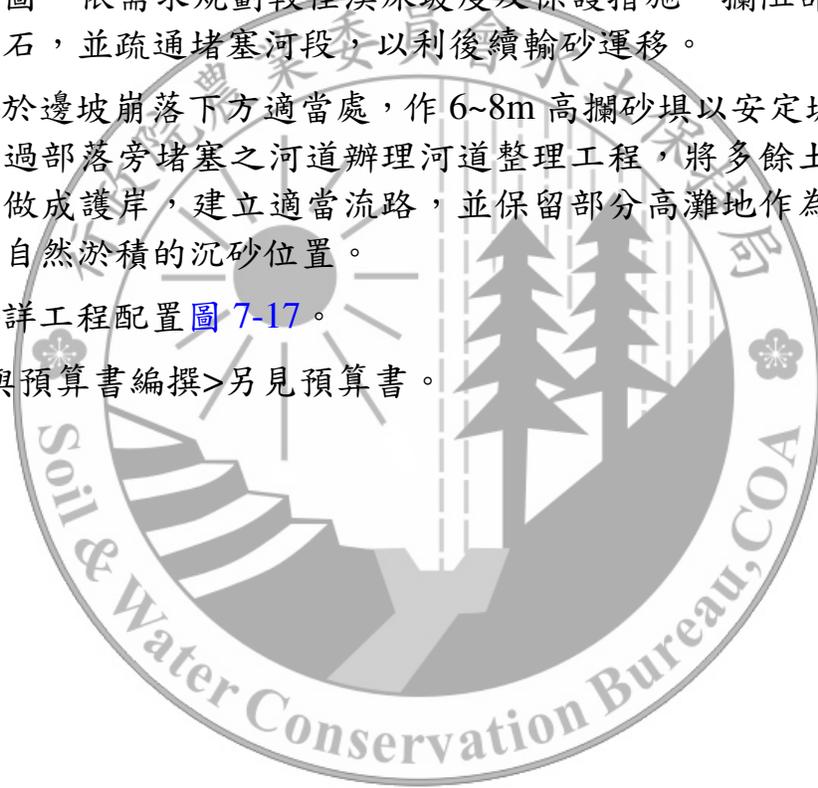
<問題分析>上游坡面之裸露地面積達數公頃，崩落的材料堆積於溪床，緊臨之坡面亦形成張力裂縫，隨時有崩落的可能，經估計總共的土石方達十萬立方公尺以上，在部落旁之河道應進行治理工程。

<治理對策>依現地地形測量結果，作成野溪溪床坡度關係圖及溪床平面圖，依需求規劃較佳溪床坡度及保護措施，攔阻部分上游土石，並疏通堵塞河段，以利後續輸砂運移。

<工法選定>於邊坡崩落下方適當處，作 6~8m 高攔砂埧以安定坡趾，於通過部落旁堵塞之河道辦理河道整理工程，將多餘土石方填方做成護岸，建立適當流路，並保留部分高灘地作為後續土石自然淤積的沉砂位置。

<工程配置>詳工程配置圖 7-17。

<工程設計與預算書編撰>另見預算書。



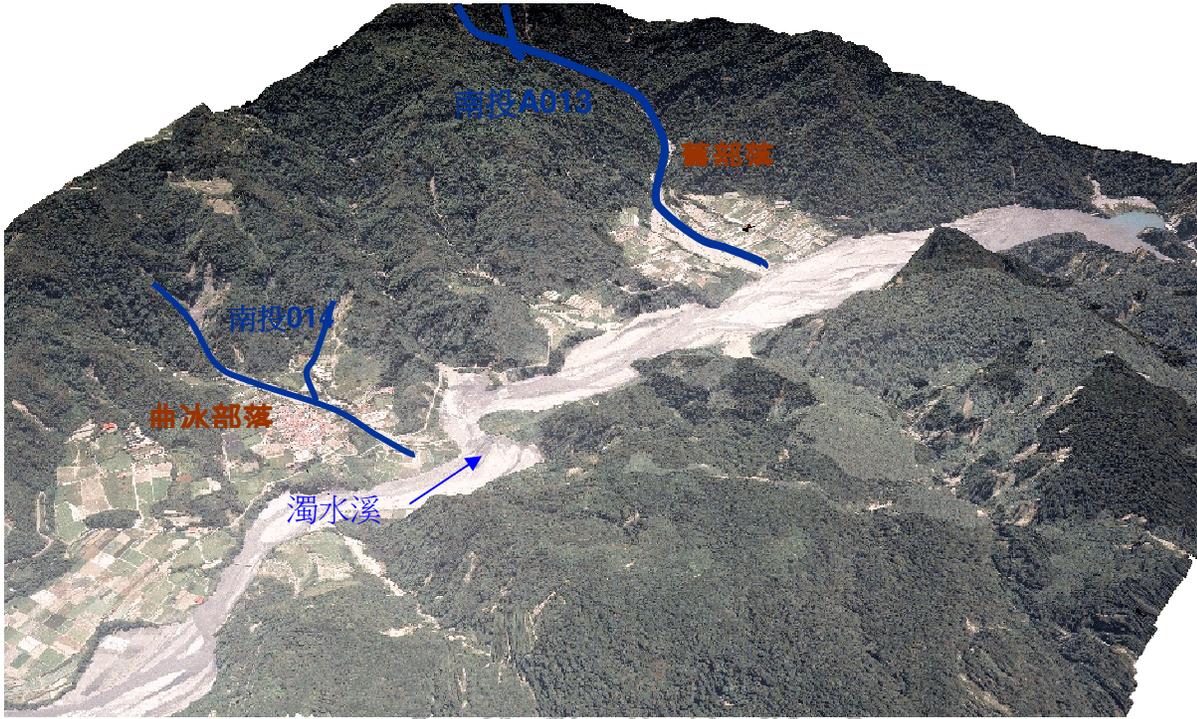


圖 7-5 萬豐村土石流潛勢溪流位置圖

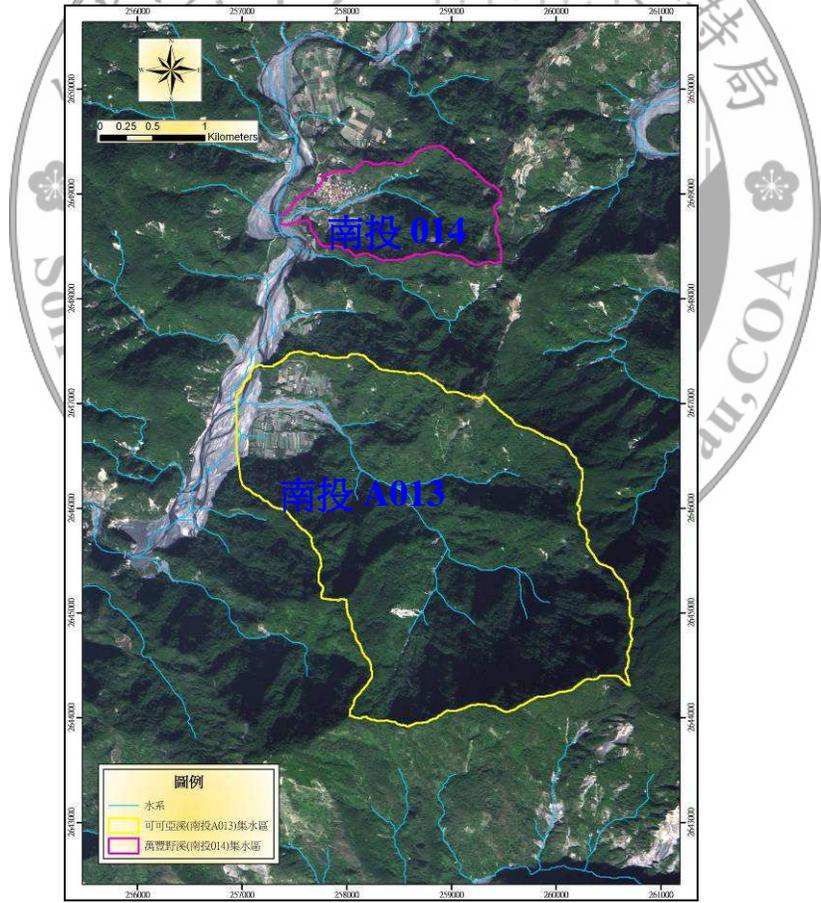


圖 7-6 土石流潛勢溪流集水範圍圖

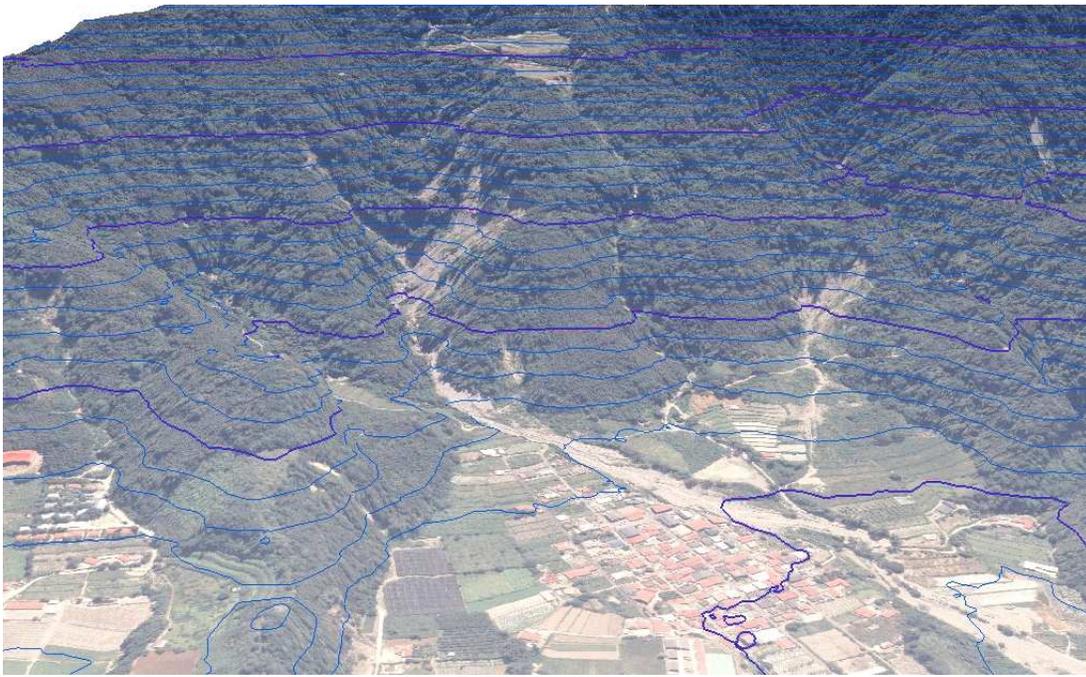


圖 7-7 曲冰野溪 (南投 014) 3D 鳥瞰圖

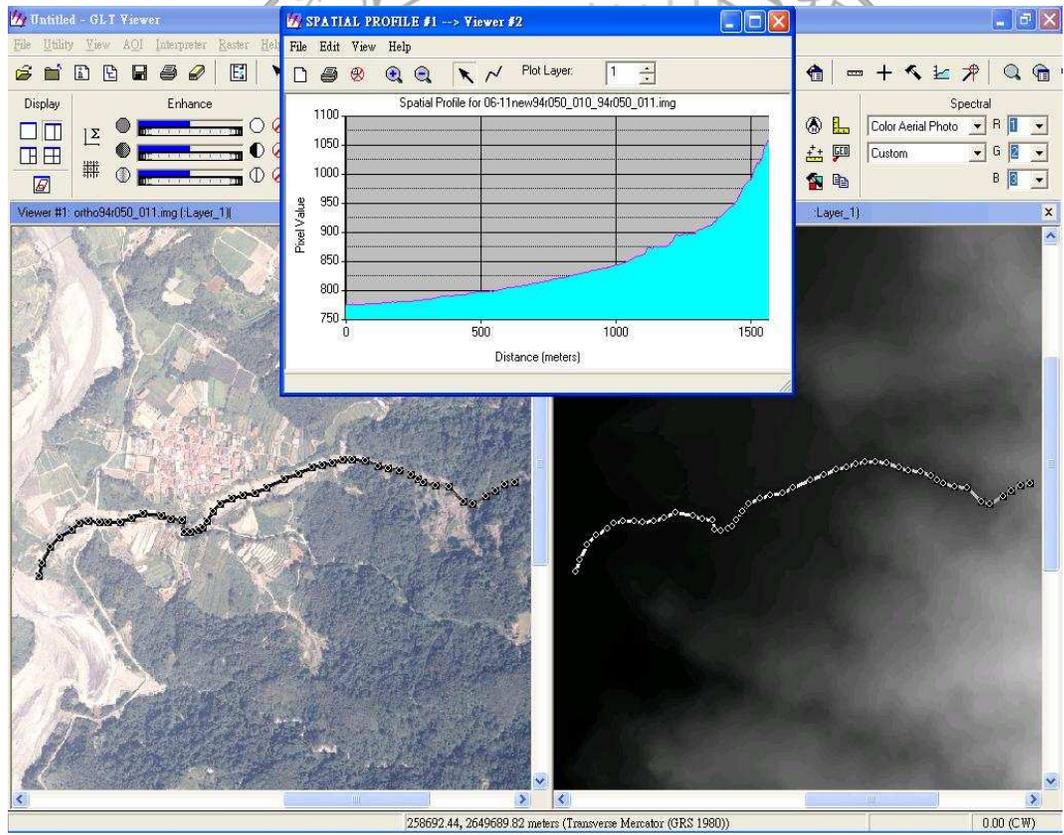


圖 7-8 曲冰野溪正射影像與 DEM 相對位置圖

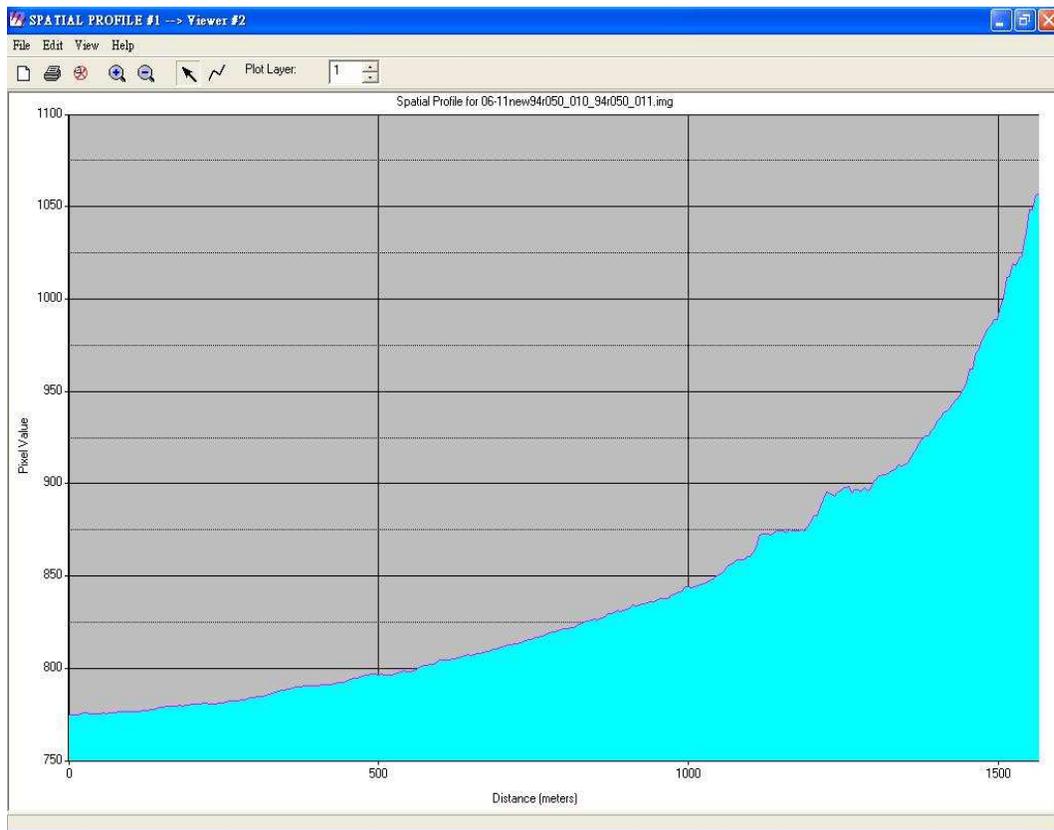


圖 7-9 曲冰野溪河道剖面圖

7.1.3 可可亞野溪

可可亞野溪其位置如圖 7-5 所示，該野溪為土石流潛勢溪流南投 A013，其集水面積為 872 公頃，集水範圍詳如圖 7-6 所示。此處為曲冰部落之舊部落處，由 3D 鳥瞰圖(見圖 7-10)可知可可亞溪下游該區主要耕種地區其耕種面積約為 40 公頃。

可可亞溪正射影像與 DEM 相對位置(圖 7-11)中，取出河道縱剖面(圖 7-12)由縱剖面可得知河道之坡度為 14.5%，推得 $\theta = 8.3^\circ$ ，初步判定為不安定。野溪上方有一大型崩塌地如圖 7-13 所示，由縱剖面可得知崩塌地之坡度為 66.7%，推得 $\theta = 33.5^\circ$ ，初步判定為不安定，有可能繼續崩塌。

原先於可可亞溪施做之 5 座潛壩，設置於原有堆積材料上，其壩翼翼長不足，壩翼與右岸有一寬且地勢較下凹處，未來可能形成溪流流路，建議必須加以補強。

<問題分析>可可亞野溪經年淤積，下游主流亦不斷淤高，流經開發地旁約一公里的河段河床坡度不足，後續土砂無法運移，易衍生土石災害。

<治理對策>整理野溪河床坡度，集中流路，以束水攻砂，避免後續泛濫。

<工法選定>改變河床坡度，每一河段維持至少 3% 以上河床坡度，多餘土石方填築高灘地，以增加可利用地，並改善環境。

<工程配置>詳工程配置圖 7-18。

<工程設計與預算書編撰>另見預算書。

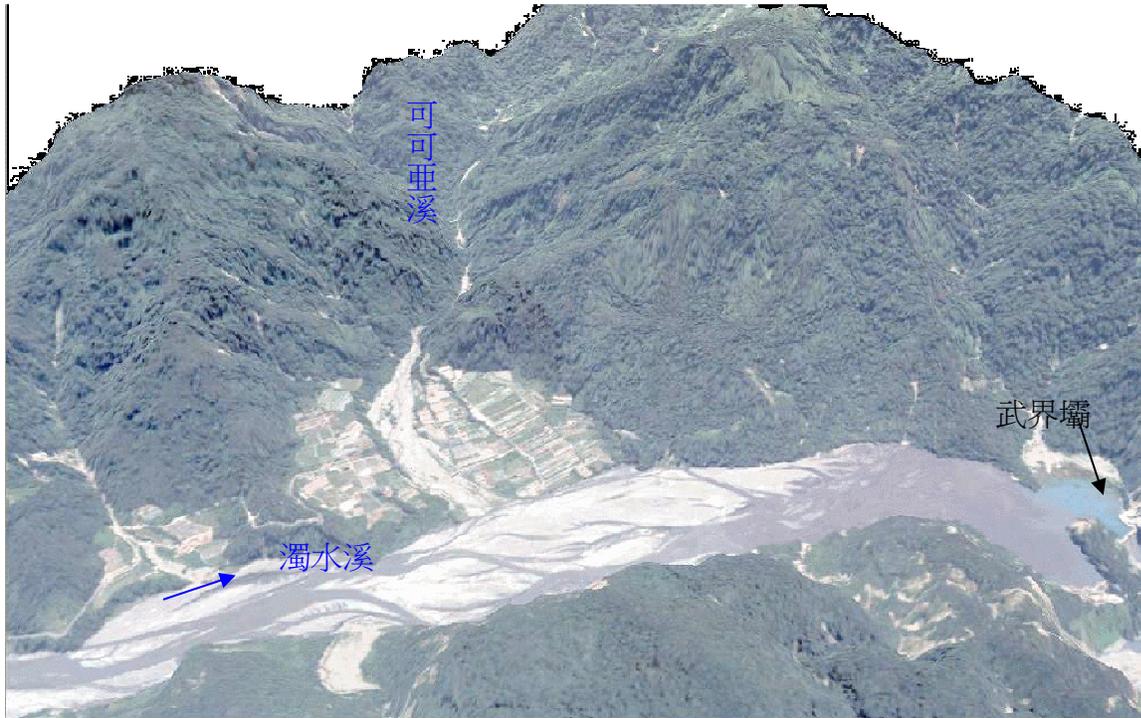


圖 7-10 可可亞溪 3D 鳥瞰圖

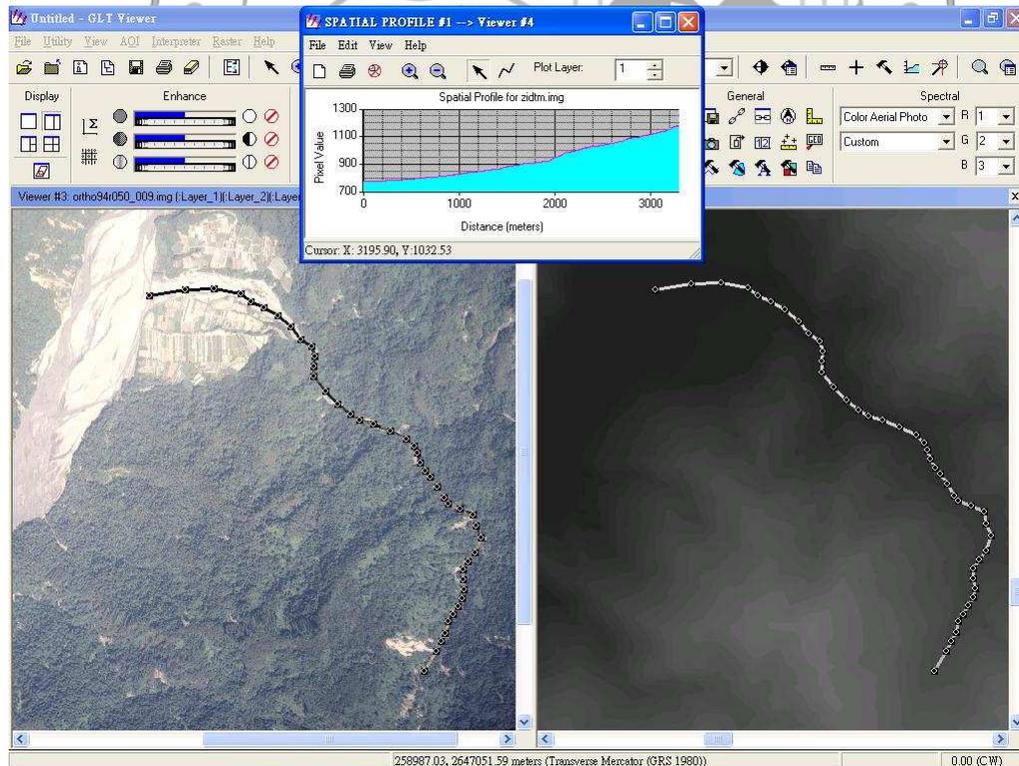


圖 7-11 可可亞溪正射影像與 DEM 相對位置圖

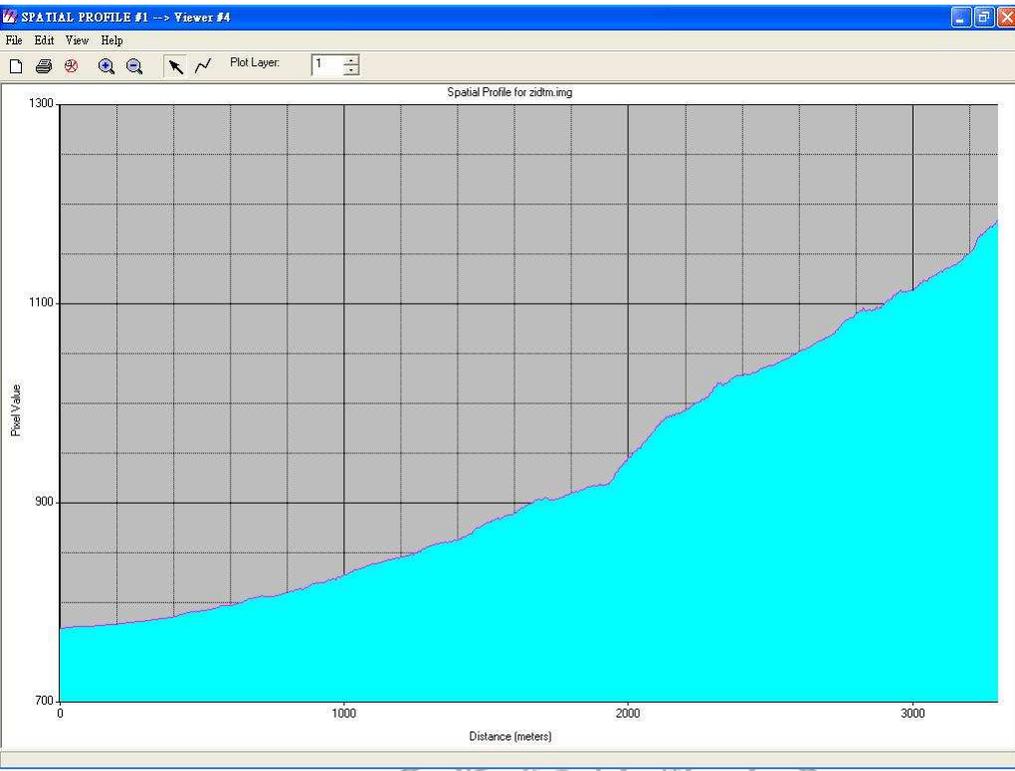


圖 7-12 可可亞溪河段縱剖面圖

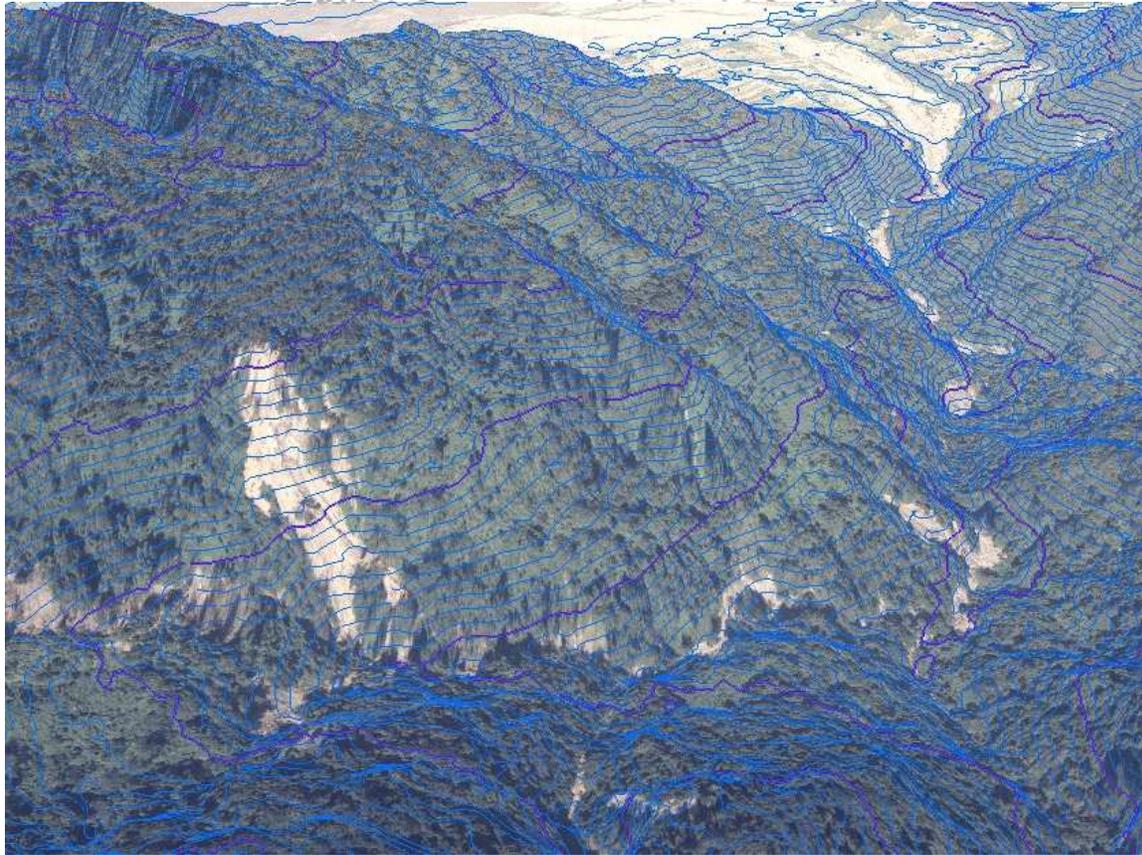


圖 7-13 由崩塌地上方看可可亞溪等高線 3D 模擬圖

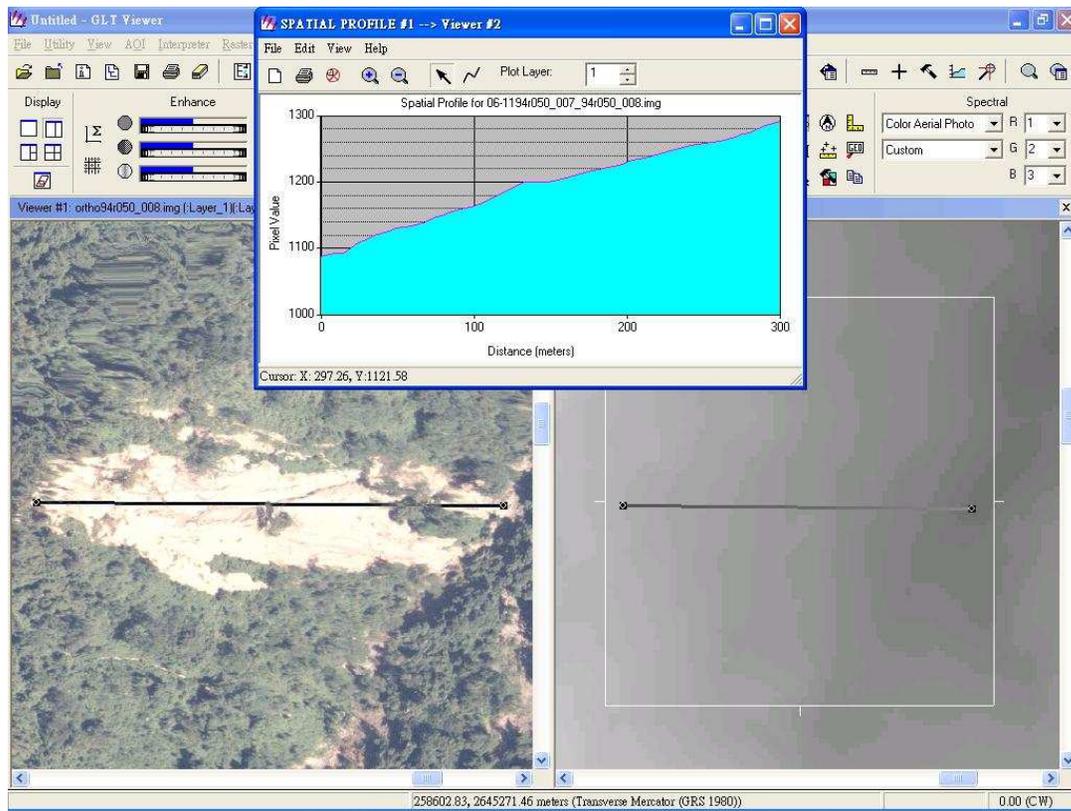


圖 7-14 取出崩塌地之縱剖面

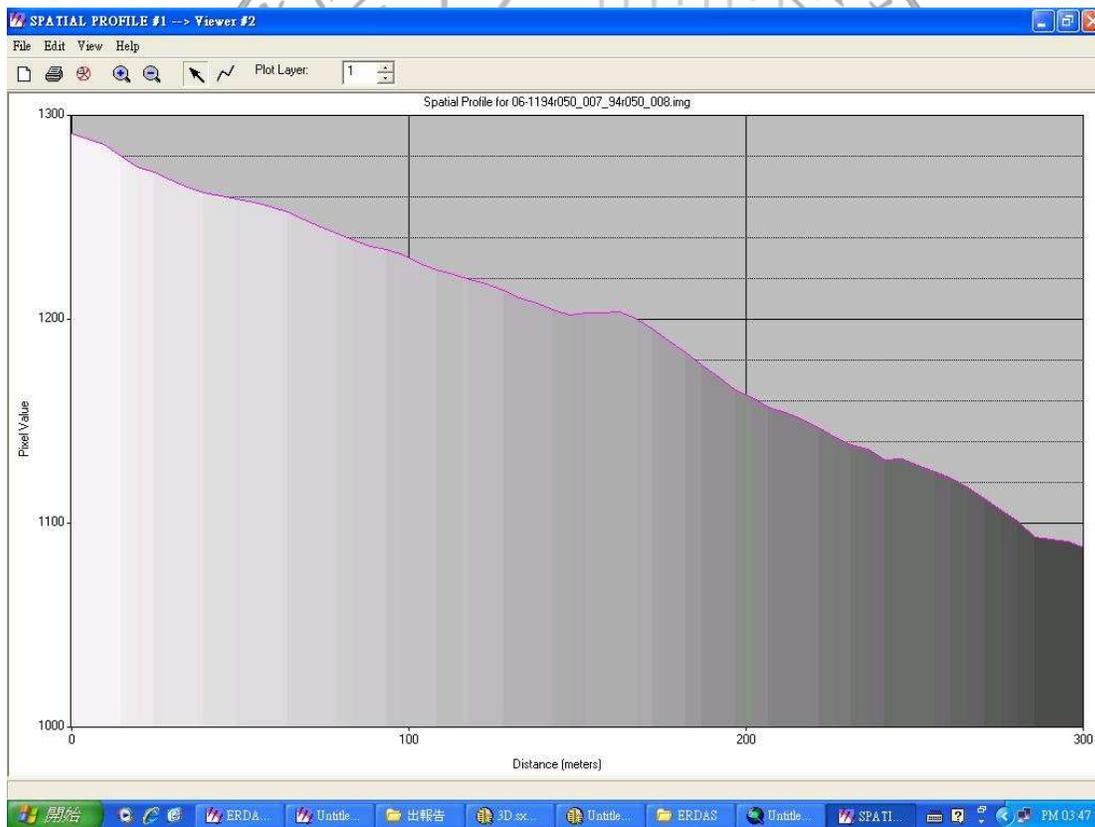
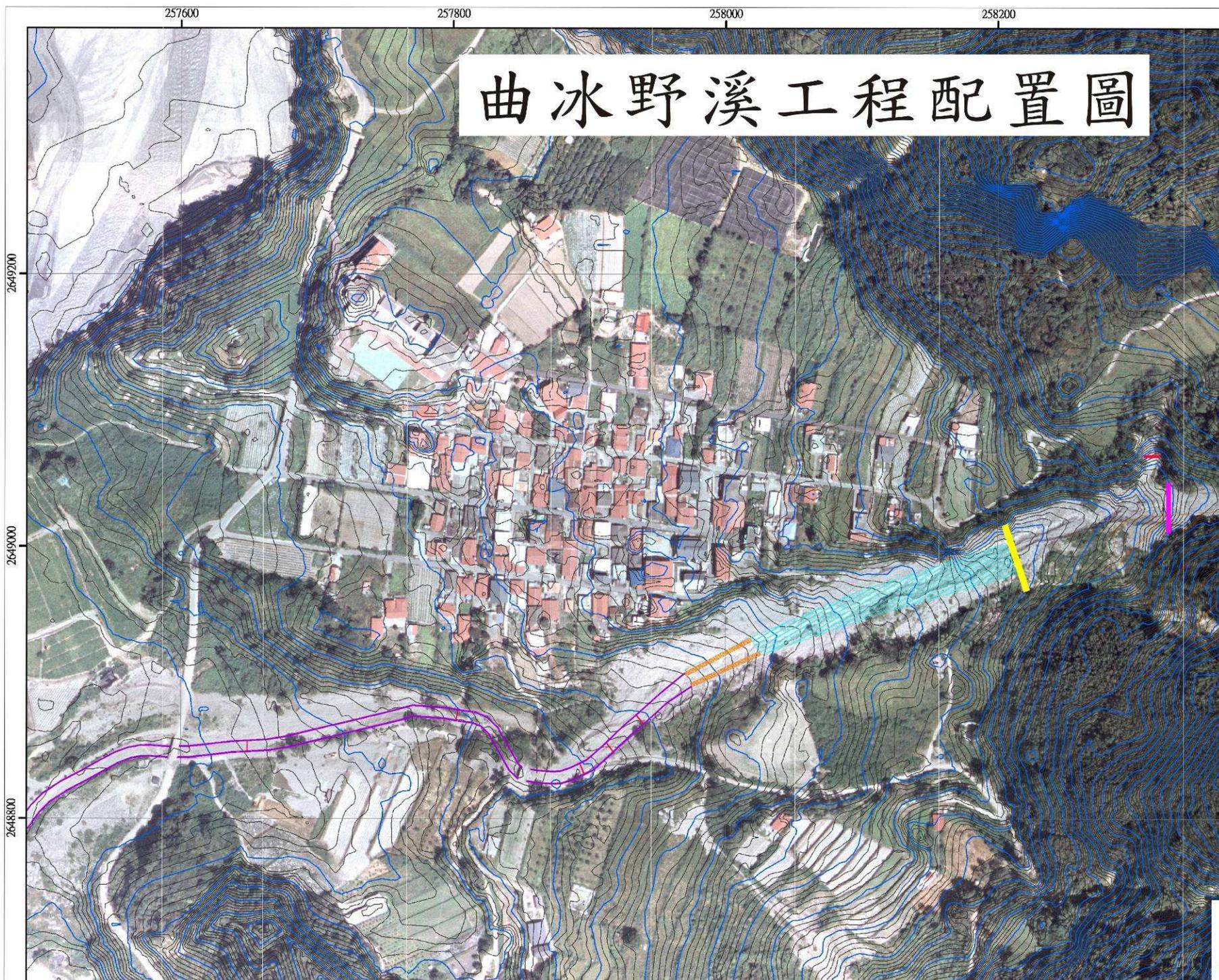


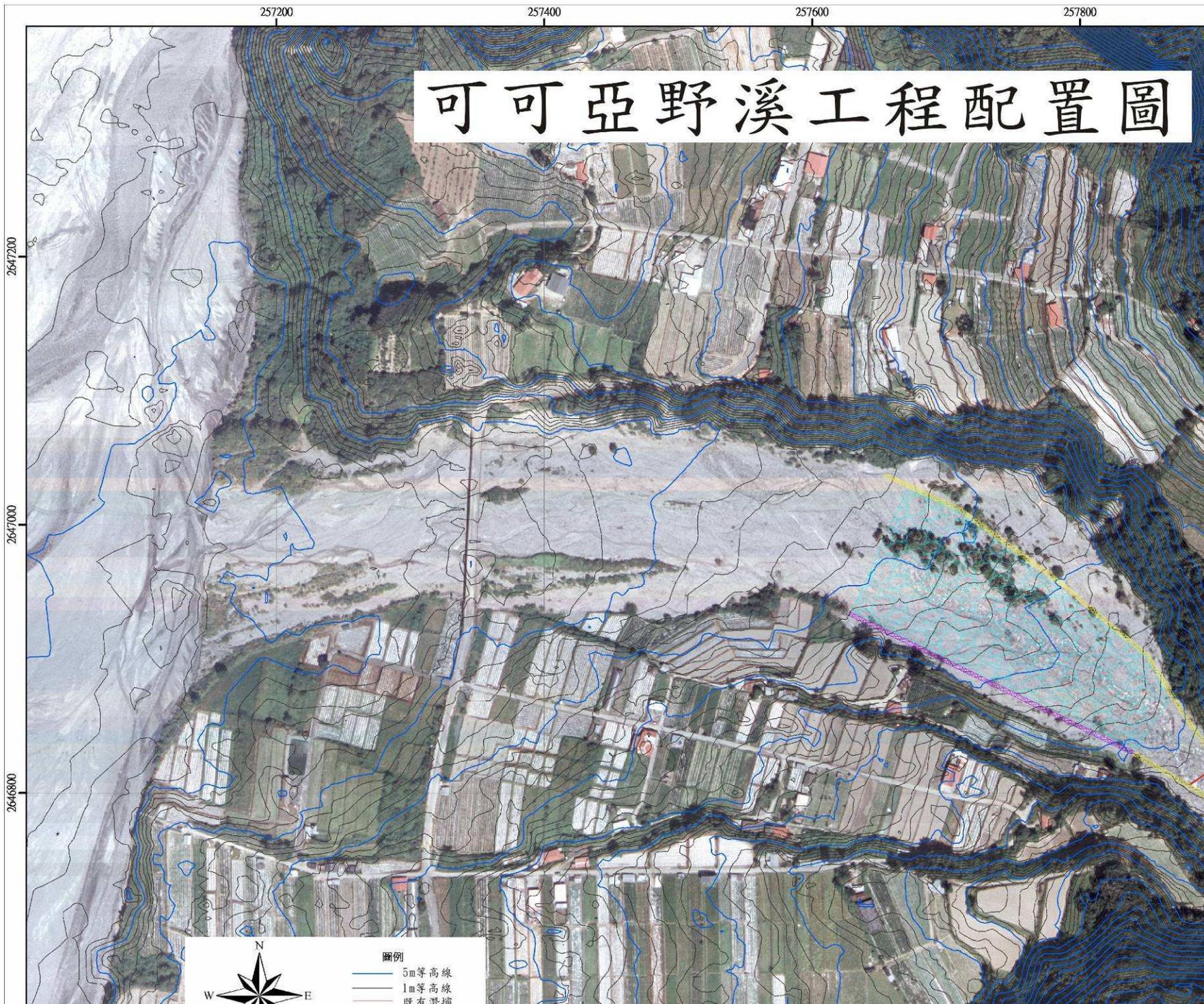
圖 7-15 可可亞溪上方崩塌地之縱剖面圖



圖 7-16 潛壩座落在堆積土石上，顯得壩翼不足







7.1.4 綜合討論

本治理工程規劃經檢討分析區域內三處野溪，均通過部落或使用地之下坡面，這樣的野溪治理規劃應是原住民部落安全防災治理規劃最重要的項目。

集水區上游野溪的治理，不可直接於現況堆積狀況下施行，必得針對治理河段的上、下游，做全面的調查與踏勘，了解上游的泥沙來源與數量，現況河道的淤積情形與分佈，下游泥沙運行的能力，一直至匯流口，受主流影響的情況應一併了解。

首先要建立上游集水區的整體地形圖及河道的剖面圖，再依現地踏勘及分析結果決定治理河段的河寬與河床的高程，尤其上游集水區野溪所以需要治理多為發生了土石流大量土石淤積傷害使用地，甚或威脅部落安全，過去許多治理工程直接用堆積後的現況，作排水系統的規劃，未考慮到水路已淤高，河床坡度不足，不但排水能力不夠，對後續再來的泥沙，完全沒有搬運的能力，往往很容易在隔幾年後的洪水夾帶大量泥沙的情況下，再發生土石災害。

所以在規劃針對土石災害的野溪治理工程時，不但要評估後續泥沙的來源，更要在排水規劃外，增加對泥沙問題的對策，規劃將泥沙完全由攔砂設施阻擋，或讓它無害通過，或規劃適當地點讓泥沙在排水過程中，自然淤積於預先規劃不會造成傷害的地方，這需要很多的踏勘與檢討作業來作最佳的規劃，但這也是野溪治理能否有效最關鍵所在，不可輕忽。

以本章所檢討的仁愛鄉三處河道野溪來看，靜觀部落下方河道為濁水溪主流源頭，因其上游集水區範圍很大，故水量高，而下游面為峽谷地形，河道有足夠的坡度，沒有太多淤積的問題。但曲冰野溪與可可亞野溪均為較小之支流，野溪匯入主流又受武界埧淤積的影響，土石無法流出而野溪坡度過小，造成土石流材料於此堆積，所以防災策略應依此作考量。兩處野溪均在土石堆積後施行了相當程度的治理工程，所規劃的渠道均位於堆積物上方，河床高程控制亦沒有考慮輸砂的需求，從曲冰野溪的護岸易生基礎淘空及可可亞野溪兩岸之堆積物可以判斷出來。在本計畫中重新整體的考量全段野溪的治理依前二節中所述的工作方法與過程，期能得較適當的防災治理規劃。

7.2 後續治理工程需求

仁愛鄉原住民部落雖多位於高海拔地區，但仍有許多土地利用及水資源利用的開發行為，衍生許多災害，有必要長期的納入治理規劃中，本次調查規劃將現況了解及所評定的需求約略描述於後，後續再有新的問題發生或發現應一併納入長期治理工作中。

1. 力行產業道路的修復與維護：力行產業道路目前縣府正由公路局及水保局支援作復建的工作，執行時應一併考量相鄰土地的安定問題，從野溪河道到邊坡到道路，通常是一體相互關聯的。
2. 北港溪上游段的河道淤積問題調查與治理規劃：北港溪上游段，自福壽山農場以下，有多處邊坡崩壞，大量土石淤積河道，在紅香部落附近應加強河道整理，此段在通過瑞岩後進入峽谷即無淤積問題。
3. 北港溪中游清流眉原附近河道淤積問題：此河段屬河川治理界點以下，但水土保持單位需注意對支流野溪土石運移可能產生的影響。
4. 濁水溪最上游段平靜至靜觀河道安定性評估：此項在 6.3.1 節中已檢討，本河段自然景觀生態良好，應可推動封溪護魚等生態工程。
5. 霧社水庫及武界壩上、下游的水土環境資源受影響程度的評估與檢討：前列章節已有多處檢討，應配合治理單位河川局與縣府等持續進行，相關蓄水設施的水土保持作業應積極辦理。
6. 四大高山農場對區域水土資源的影響：本項目的持續了解與評估是區域非常重要的工作，配合國土復育方案行動綱領，應加快進行。
7. 南豐村南山溪的河道治理問題：本河道治理因配合地方土地開發利用應持續觀察，隨時增加必要的工程。
8. 中正村源頭中正一號橋道路邊坡損毀修復：本項工程應配合公所作野溪旁道路下邊坡治理工程，以銜接下游鹽土坑溪整治工程。
9. 投 83 及投 85 道路水土保持工程：本項工作應持續配合縣府辦理，尤其投 83 連接法治與萬豐部分應速貫通，以利平時之交通與汛期的防災避難。
10. 區域內目前較集中大規模的崩塌地為霧社仁愛鄉公所附近的崩塌，此項已有縣府及相關單位執行修復，應持續觀察了解其變化。其他地區的崩塌則應視現地需要持續辦理調查及治理規劃。
11. 廬山地區的地滑，面臨整體溫泉區，上方又有主要道路通過，其治理工作必需審慎進行，本項已有專案委託辦理

以上約略列舉範圍內已知待處理及追蹤了解之治理工作項目，部分可直接進行工程處理者，應視現地需求之急迫性辦理。

7.3 後續管理事項

仁愛鄉原住民部落分布遼闊，原住民居住地多以高位河階地為主，安全無虞，但近年來受道路開發、水資源開發及土地利用的開發，衍生了很多的安全上的問題，除了持續的治理工作外，相關管理事項亦應加強，以減少災害可能帶來的傷害，期可以安居樂業。以下建議事項供各界參考：

1. 區域內土地安定受水資源利用設施影響至巨，相關單位應持續加強溝通及管理作業，務必營造雙贏的策略。
2. 區域內的高山農場影響了土地的安定，如何配合國土復育方案，減少受影響的範圍，管理單位應速謀對策。
3. 原住民保留地有部分過於陡峭，不宜開闢為農業使用者，有如何管理的措施，是否以交換或補償方式來維護，相關單位應擬定對策辦理，以利資源之保育。
4. 保留地開發為農業使用者應加強輔導，作好農地水土保持，相關單位應積極辦理，除了平台階段外，陡坡地如何作水土保持應有適當之規範。
5. 區域內使用高位河階地為良好的土地利用方式，如何加強管理與治理，不致發生後續土石災害或流失損害農地與居民，應擬定對策。
6. 區域內部分使用陡坡地或接近河道的土地產生崩塌或流失，不易以工程手段修復者，建議儘量考慮放棄或內移，以免浪費社會資源。
7. 區域內部分危險聚落有遷村之議，應審慎評估整體考量，尤其應考量使用地的安全維護的需求，對區域內散居住戶應儘量集村化以利防災應變。
8. 區域內部分道路維護不易，應考慮限制載重，管制大型車輛行駛，以利道路維持。
9. 河道及野溪的治理與管理工作應特別注意上游河道下切的特性，對於積河段應持續整理以免衍生土石災害。

以上列舉項目，主管單位與主辦人員應隨時考量，納入業務中辦理。

第八章 結論與建議

本計畫進行仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃，大致按合約規定辦理完成，針對工作期間所得之結果作成以下結論與建議。

8.1 結論

本計畫以原住民部落為主要考量，以詳細普查的概念，了解部落的安全性，對區域內非直接相關之地質災害及主要道路等之災害，因另有主管單位與計畫進行，本調查工作內僅於投 83 縣道及投 85 縣道。

本區域內已有多處大型災害，如力行產業道路問題、廬山地滑問題、霧社地滑、德魯灣及溫泉橋淤積等問題，雖亦直接或間接影響原住民部落，已有相關單位另編列專案辦理，本計畫目標放在全區的普遍調查與了解問題。

經由分區的探討仁愛鄉原住民各部落所在地的地形、地質特性與區域內土地及水資源利用的發展，分別的就部落居住地、保留地使用部分及進出道路的安全性完成評估，可供後續進行調查治理規劃工作之依據，評估結果以部落為單位，足以真正了解區域內的各種問題。

部落安全性問題可分坡面崩塌與野溪土石災害兩大類，坡面崩塌的問題在上游集水區屬自然的地質現象，土地利用應儘量避免，在有威脅到居住地安全者，則應專案審慎處理。野溪土石災害影響很大應為治理規劃的重點，野溪不斷承受上游崩塌土石來源，且擔負了輸送的工作，輸送土砂不順利則會有淤積的問題，不恰當地點的淤積就形成了土石流災害威脅居民安全。

集水區上游野溪的治理，必得針對治理河段的上、下游，做全面的調查與踏勘，了解上游的泥沙來源與數量，現況河道的淤積情形與分佈，下游泥沙運行的能力，一直至匯流口，受主流影響的情況應一併了解。

首先要建立上游集水區的整體地形圖及河道的剖面圖，再依現地踏勘及分析結果決定治理河段的河寬與河床的高程，尤其上游集水區野溪所以需要治理多為發生了土石流大量土石淤積傷害使用地，甚或威脅部落安全。過去許多治理工程直接用堆積後的現況，作排水系統的規劃，未考慮到水路已淤高，河床坡度不足，不但排水能力不夠，對後續再來的泥沙，完全沒有搬運的能力，往往很容易在隔幾年後的洪水夾帶大量泥沙的情況下，再發生土石災害。

所以在規劃針對土石災害的野溪治理工程時，不但要評估後續泥沙的來源，更要在排水規劃外，增加對泥沙問題的對策。集水區整體規劃將泥沙完全由攔砂設施阻擋，或讓它無害通過，或規劃適當地點讓泥沙在排水過程中，自然淤積於預先規劃不會造成傷害的地方，這需要很多的踏勘與檢討作業來作最佳的規劃，但這也是野溪治理能否有效最關鍵所在，不可輕忽。

仁愛鄉原住民部落雖多位於高海拔地區，但仍有許多土地利用及水資源利用的開發行為，衍生許多災害，有必要長期的納入治理規劃中，本次調查規劃將現況了解及所評定的需求約略描述，後續再有新的問題發生或發現應一併納入長期治理工作中。



8.2 建議事項

於第七章中有多項後續治理工程需求的評定與後續管理事項的說明，其中有多項屬建議事項者約略摘錄如下：

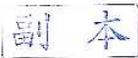
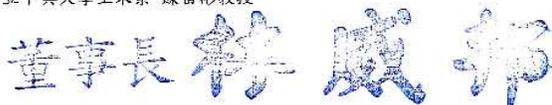
1. 力行產業道路的修復與維護：力行產業道路目前縣府正由公路局及水保局支援作復建的工作，執行時應一併考量相鄰土地的安定問題，從野溪河道到邊坡到道路，通常是一體相互關聯的。
2. 濁水溪最上游段平靜至靜觀河道安定性評估：此項在 6.3.1 節中已檢討，本河段自然景觀生態良好，應可推動封溪護魚等生態工程。
3. 霧社水庫及武界埧上、下游的水土環境資源受影響程度的評估與檢討：前列章節已有多處檢討，應配合治理單位河川局與縣府等持續進行，相關蓄水設施的水土保持作業應積極辦理。
4. 四大高山農場對區域水土資源的影響：本項目的持續了解與評估是區域非常重要的工作，配合國土復育方案行動綱領，應加快進行。
5. 區域內土地安定受水資源利用設施影響至巨，相關單位應持續加強溝通及管理作業，務必營造雙贏的策略。
6. 原住民保留地有部分過於陡峭，不宜開闢為農業使用者，有如何管理的措施，是否以交換或補償方式來維護，相關單位應擬定對策辦理，以利資源之保育。
7. 區域內部分使用陡坡地或接近河道的土地產生崩塌或流失，不易以工程手段修復者，建議儘量考慮放棄或內移，以免浪費社會資源。
8. 區域內部分危險聚落有遷村之議，應審慎評估整體考量，尤其應考量使用地的安全維護的需求，對區域內散居住戶應儘量集村化以利防災應變。
9. 區域內部分道路維護不易，應考慮限制載重，管制大型車輛行駛，以利道路維持。

附錄一 地方說明會

依據 97 年 1 月 3 日「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」期中會議決議，期中簡報會議後，應於規劃範圍內辦理地方說明會，邀請當地民眾、機關團體進行溝通協調。

此次說明會主要檢討仁愛鄉原住民部落之居住地、保留地及進出道路等的可能災害與治理對策，並針對萬豐村內可可亞溪及合作村濁水溪進行重點治理規劃說明。

1.仁愛鄉地方說明會邀請函

	
財團法人中興土木科技發展文教基金會 函	
聯絡地址：台中市國光路 250 號 中興大學土木系 電話：04-2286-1031 聯絡人：林芳敏	
受文者：國立中興大學土木系 蘇苗彬教授	
發文日期：中華民國 97 年 1 月 21 日	
發文字號：97 興基字第 07 號	
速別：	
密等及解密條件：	
附件：	
主旨：本基金會承辦 行政院農業委員會水土保持局第三工程所委託辦理之「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」，謹訂於本（97）年 1 月 30 日（上午 10：30）舉辦南投縣仁愛鄉地方說明會，敬邀 貴單位派員參加，請 查照。	
說明：	
一、依據 97 年 1 月 3 日「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」期中會議決議於 1 月 29 日、30 日於規劃範圍內辦理地方說明會，邀請當地民眾、機關團體進行溝通協調。	
二、此次說明會主要檢討仁愛鄉原住民部落之居住地、保留地及進出道路等的可能災害與治理對策並針對萬豐村內可可亞溪進行重點治理規劃說明。	
三、說明會舉辦地點：萬豐村曲冰天主堂，地址：南投縣仁愛鄉萬豐村 116 號。	
正本：行政院農業委員會、行政院農業委員會第三工程所、南投縣政府、南投縣仁愛鄉公所、經濟部水利署第四河川局、台灣電力公司萬大發電廠、張三郎委員、閻嘉義委員、巫仲民委員、葉昭憲委員、南投縣仁愛鄉榮興村辦公處、南投縣仁愛鄉力行村辦公處、南投縣仁愛鄉合作村辦公處、南投縣仁愛鄉春陽村辦公處、南投縣仁愛鄉南豐村辦公處、南投縣仁愛鄉互助村辦公處、南投縣仁愛鄉法治村辦公處、南投縣仁愛鄉親愛村辦公處、南投縣仁愛鄉草華村辦公處、南投縣仁愛鄉發祥村辦公處、南投縣仁愛鄉精英村辦公處、南投縣仁愛鄉大同村辦公處、南投縣仁愛鄉新生村辦公處、南投縣仁愛鄉中正村辦公處、南投縣仁愛鄉萬豐村辦公處	
副本：國立中興大學土木系 蘇苗彬教授	
	

2.說明會會議記錄

<p style="text-align: center;">「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」</p> <p style="text-align: center;">南投縣仁愛鄉地方說明會</p>		
一、時間：97年01月30日上午10時30分		
二、地點：南投縣仁愛鄉萬豐村曲冰天主堂		
三、主持人：蘇苗彬 教授		
四、出席單位及人員：詳簽到簿		紀錄：曾國維
五、與會人士意見：		
發言人	與會人士意見	意見回覆
<p>法治村村長 田麗英</p>	<p>1.做護岸工程、居民土地被徵收、堅持保留土地問題如何解決？</p> <p>2.對於野溪、水保局可否對於颱風後野溪的改變做個別調查？</p>	<p>1.法治村位於武界壩下游淤砂問題嚴重，淤砂問題需請河川局幫忙解決。</p> <p>2.野溪規劃調查水土保持局都有相關計畫進行調查。</p>
<p>萬豐村民</p>	<p>1.居住此地50餘年、還沒有看過可治標的工程、對於作護岸、攔砂壩、並不能治本、需利用植生方式來做水土保持。</p> <p>2.對於河川的治理是否可減緩水的衝力？</p>	<p>1.農地水土保持一定會納入整體設計考量，但須考慮現地的穩定情形才依現況施作。</p> <p>2.過去土石流影響我們很大，我們會尋找最合適的方式來解決問題。</p>
<p>萬豐村民</p>	<p>1.淤沙整治為何？還不太了解？之前政府有把握泥沙往兩邊堆積、若遇上颱風是否有影響？是否還需工程來補救？之前水利署做了攔砂壩、做的地點有失當的地方，感覺沒有作用。</p>	<p>1.河道的淤沙整治，政府相關機關這幾年來努力的課題，吊橋的問題因牽扯到進出道路因此將建議相關單位優先處理。</p>

發言人	與會人士意見	意見回覆
萬豐村民	2.萬豐村部份濁水溪吊橋沖毀了，需利用河岸工程、護岸來保護水田、部落。	2.經濟部水利署第四河川局：仁愛鄉地區，對於治理已有規劃，對於人口較稠密的地方，護岸會進行補強。
仁愛鄉公所	1.做水壩時、會不會影響生態？經費問題是否影響到整各整治的規劃？靜觀整治的位置的位置可否做個說明？濁水溪上游有三個攔沙壩、攔沙壩的缺口、造成沉泥淤積、是否可朝這方面去改進。 2.靜觀下部落橋河的對岸區域土質容易鬆動、是否可利用擋土牆來減少其滑動？	1.將會針對下部落使用地河岸易沖刷進行保護措施。 萬大發電廠代表 武界壩清淤待道路通後，將進行清淤的工作。
萬豐村民	可可亞溪攔砂壩設計不當，沒有攔砂效果。如此工程是否有需改善。	的確有此問題，今天會同委員現地勘查後認為有改善之必要，將向相關單位提出問題。 張三郎委員 ：攔砂壩斷面設計需配合河道斷面、大小來設計，此處設計有某些問題，會將問題反應相關單位。
萬豐村民	這幾年政府所作的工程，都不是部落所需要的工程也都沒有效果，是不是該檢討設計。	現在舉行地方說明會，就是一個與現地居民溝通工程設計與需求的方式，希望村民多表示自己部落的需求與意見。

六、現場活動照片



親愛部落公告欄說明會海報張貼



松林部落公告欄說明會海報張貼



曲冰部落公告欄說明會海報張貼



說明會會場曲冰天主堂



說明會現況



說明會現況



居民意見發表



居民意見發表



與會單位發言



與會專家發言



與會民眾意見交流與討論



與會單位意見交流與討論



3. 仁愛鄉地方說明會簽到單

「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」

地方說明會簽到單

單位名稱	與會人員姓名
行政院農委會水土保持局	
行政院農委會水土保持局 第三工程所	吳正凡
南投縣政府	
南投縣仁愛鄉公所	廖信遠 何萬全 蔡阿喜 吳建 張國祥 陳浩斌
經濟部水利署第四河川局	胡致天 林勝儀
台灣電力公司萬大發電廠	徐永輝 邱瑋 鍾豐秋
張三郎委員	張三郎
閻嘉義委員	閻嘉義
巫仲明委員	巫仲明
葉昭憲委員	
謝斌宏委員	謝斌宏

單位名稱	與會人員姓名
	白序英秀
	何進財
	簡其培
	陳惠如
	台藺君
	田麗英
	吳坤錦
	白金滿
	白麗彬
	白德曼
	馬頌
	鄭心怡
	陳菊香

✓ 11
~

附錄二 「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」委託專業服務期初簡報會議紀錄

一、時間：96年7月4日(星期三)下午2時00分

二、地點：本所三樓會議室

三、主持人：張所長新民

四、出席單位及人員：(詳如簽到簿)

紀錄：林建仲 技士

五、與會人員綜合意見與建議：

評審委員	審 查 意 見	處理情形
張三郎委員	1.本計畫主題之『部落安全性調查』，因此將來之計畫成果是否需對轄區內 25 個部落之安全應給予交代。	遵照辦理，已按 22 個原住民部落分別完成。
	2.本執行計畫書前言所述崩塌地，如將來成果報告有需要加以陳述時，建議儘可能配合水土保持技術規範與水土保持手冊，且前言所述與 4.2 節不甚相同。	遵照辦理，已按規範修訂。
	3.P.4 表 2-1 族群有無必要配合國家所公布之原住民族群名稱。	遵照辦理，有重新整理。
	4.P.43 地層與層態此處所謂的層態與一般所謂的位態有何區別。	此「層態」與「位態」解釋相同
	5.預期效果所評估之指標的應為 25 個部落，再予以整合，且宜偏重住民安全與住家安全。	遵照辦理，完成各部落安全評估。
嚴嘉義教授	1.就既有的發生過的災害其治理成效參考，思考未來治理成效如何著手？	感謝委員提供意見，納入未來治理方向與方針。
葉昭憲教授	1.道路安全性調查，局內曾做過調查，可提供本計畫參考。	遵照辦理，已納入考量。
	2.防災地圖，局內有計畫正在進行，可參考該計畫著手方向。	遵照辦理，已引用入報告。

評審委員	審查意見	處理情形
葉昭憲教授	3.崩塌、地滑、土石流評估，以何種方式進行分析評估，將使用何種影像？	使用農林航測所最新版 1/5000 航空照片，再利用航空照片製作 DTM 進行分析。
	4.效益評估將以何種方式呈現？	本案暫不進行效益評估。
仁愛鄉公所	1.住民與住家在豪雨是否要撤離，可否提供意見？	經未來調查及治理規劃完畢後，再提出相關計畫參考。
林建仲技士	1.新建置之潛勢溪流圖及避難防災地圖更新可於期末報告後一併提出報局備查。	遵照辦理，已按規定提出。

六、結論：

- 1.請規劃單位依本次會議與會人員辦理，並依契約規定於 96 年 12 月 15 日前提送期中報告書，由本所擇期召開期中簡報。
- 2.報告內容經討論可行，照案通過，擬依契約書第十條第一款撥付第一期服務費用百分之二十計新台幣 958,000 元整。
- 3.數值地形成果將以何種方式呈現請於期中提出具體模式。
- 4.本規劃案需配合 TYPE A 辦理，另應協同本所辦理防災相關業務，如防災監控系統及前進指揮所之設置等，並提供所內『走入社區計畫』方案所需相關資料。
- 5.規劃案內相關部落資訊應與官方資料相符。
- 6.擇期辦理邀請委員參加仁愛鄉現勘事宜。

七、散會：下午 4 時 00 分。

附錄三 「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」期中簡報審查會議紀錄

壹、時間：97年1月3日（星期四）上午9時00分

貳、會議地點：本所二樓會議室

參、主持人：嚴代理所長義祥

記錄：吳正乾 技士

肆、出席人員：（詳如簽到簿）

伍、與會人員綜合意見與建議：

評審委員	審 查 意 見	處理情形
張三郎委員	1. 本計畫初步執行成果似對於野溪與河川，亦即水對於部落安全較少敘述。	遵照辦理，增加水對於部落安全敘述。
	2. P34,3.1 節第 2 點『可能致災的土石災害...』建議修正為水土災害。	遵照辦理，見報告內文。
	3. P36 表 3-2『與崩塌地距離』是否修正為『設施與崩塌地距離』較為明確，備註中『會有立即危害者 M』其意義不明。	遵照辦理。感謝委員意見修正為『會有立即危害者』。
	4. P37 圖 3-2 土石流潛勢，建議增列土石材料。無保全對象列為低土石流潛勢溪流似可再斟酌。	遵照辦理，依局統一規範執行。
	5. P38,3.2.2.3 節似乎未敘及硬體防災，僅只強調軟體部分。	遵照辦理，已修正標題。
	6. P107,4.2.7 節影響河道『反應』，如能修改為『變化』應較清楚。	遵照辦理，已修正。
	7. P72,3.4 節地形與河道的演變，其中現代地形圖建議補上等高線較易對應其演變狀況。	原圖沒有等高線。
	8. 以表 3-2 的標準，調查結果於成果報告，宜將必須避開之危險設施列出。	遵照辦理。

評審委員	審查意見	處理情形
閻嘉義教授	1. 雨量的調查結果未能與過去災害結合，請酌予考慮舉證。	遵照辦理，已補充。
	2. 早期的原住民行政局曾做過一些有關原住民部落排水規劃及工程，是否可以就其功效做一併檢討，作為防災治理規劃之參考。	遵照辦理，將排水現況納入考量。
巫仲民委員	1. 部落安全評估若納入各村避難收容處所評估，則可以提供給當地民眾各多安全保障。	遵照辦理，避難地點選擇水土保持局所公佈之土石流緊急避難路線圖內的避難處所為基礎。會對各避難所或避難路線是否有潛在危險進行評估。
仁愛鄉公所	1. 鄉內避難住所是否適當。	避難住所選擇已『土石流緊急避難路線圖』內的避難處所為準在加以評估是否適當。
	2. 部落週遭受否需設置預警系統。	部落週遭安全以土石流為主要災害，因此預警方式採用水土保持局是否發佈警戒。
	3. 部落排水系統是否需改善。	部落之排水系統尚符合目前排水狀態。
	4. 可否增設防災專員。	防災專員之設置，水土保持局內另有計畫處理。

陸、結論：

1. 期中報告通過，各委員意見請參照。
2. 地方說明會於時間於 1 月 29 日、30 日舉辦。

柒、散會：上午 10 時 40 分

附錄四 「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」期末簡報審查會議紀錄

壹、時間：97年2月26日（星期二）上午9時00分

貳、會議地點：本所三樓會議室

參、主持人：嚴代理所長義祥

記錄：吳正乾 技士

肆、出席人員：（詳如簽到簿）

伍、與會人員綜合意見與建議：

評審委員	審 查 意 見	處理情形
張三郎委員	1.摘要似過於簡略，似宜將重要調查成果描述，所述部落安全問題可分坡面崩塌與野溪土石流災害，似有不足，對野溪直接造成部落之水患亦有可能，安全評估應予重視。	摘要已修正並對調查及評估結果進行簡要歸納。
	2. P.14，圖 2-3 請補圖例。	圖 2-3 已補繪圖例。
	3. P. 26，圖 2-10 應是土地類別，非土地權屬。	圖 2-10 已更正為土地權屬。
	4. P. 27，圖 2-11 保留地坡度分級圖，其保留地外部份不宜上顏色。	將原有黃色底色去除，避免干擾分級圖。
	5.個人期中報告所提意見，處理情形都是遵照辦理，但都沒有修改。所謂遵照辦理即同意接受建議就應修改，其實只要有合理解釋不修改，亦無妨。	排版疏失已更正，所有遵照辦理部分以修改完畢。
	6.摘要與結論都敘及『對區內非直接相關之地質災害及主要道路等之災害，因另有主管單位與計畫進行，不在本調查工作內實施』但本報告 P201 已對多條道路加以評估。	已修正該段文字。

評審委員	審查意見	處理情形
張三郎委員	7.進出道路安全性評估，以透地雷達探測事實上似乎無法全面進行，仍然應採行勘查方式，選擇疑似有問題的地點，始作透地雷達探測了解真相。	初步探勘、規劃檢測地點及施測路線內容補充於 P.131。
	8.所謂泥砂石無害通過個人不反對，但應否考慮整個流域，而非指某處。	檢討時是以整體集水區作為考量，詳見報告書第八章。
閻嘉義教授	1. P.1 前言之最後一段是否以”肯定語法”來撰寫較為合期末報告的格式。	遵照辦理，已修正內文。
	2. P.8 ”合歡山”一般認知是在”花蓮縣秀林鄉富士林”而非在’南投縣仁愛鄉’	已將該段文字除去。
	3. P.9 有關烏溪水溪的敘述請在查考。	流向敘述已修正。
	4. P.112，圖 4-4 及 4-5 是否可以調整為同方向。	圖 4-4 及 4-5 加上標示後更能瞭解模擬圖與正射影像之關係。
	5. P.126，4.2.8 標題是否可以去掉仁愛鄉三個字，以求一致。	標題已刪除該段文字。
	6. P.126，計算式是否有誤，且可以略縮小字型，字體。	已刪除該段章節。
	7. P.151，可否標出 P.148 所敘之”力行一號橋”。	圖 5-19，已將力行一號橋位置標出。
	8. P.187，圖 5-90，圖 5-91，圖 5-93，看不太出來有何不同。	將三圖之親愛部落、松林部落、萬大部落標出便於區別三圖之不同。
葉昭憲委員	1.摘要部份應對調查及評估結果進行簡要歸納。	摘要已修正。
	2.圖 1-1 內未見土石流潛勢溪流之圖例，且其分布與 P.29 之圖 2-12 不一致。	已補圖例。

評審委員	審查意見	處理情形
葉昭憲委員	3. 針對土石流潛勢溪流所在之村落(P. 28 表 2-9)是否皆需要規劃「緊急避難路線」? 3. 2. 2. 3 節中僅列出五個村之路線, 精英村、春陽村及親愛村是否需要補充製作。	已補充精英村與親愛村之緊急避難路線。
	4. P. 111 地形資料變異分析是否於本計劃中進行? 若無應將流程圖刪除, 若有未見成果呈現。	已刪除變異分析流程圖。
	5. P. 129 現況 3D 測量對現況量化之功能為何?	已刪除該章節。
	6. P. 223 之 6. 3 節分區評估結果, 可否作為各地區後續防災治理之優先順序判斷基準?	可作為該分區治理優先順序。
	7. P. 245 之後續管理事項 6. 7. 8 可否列出建議對象?	建議對象應為相關權責主管單位。
巫仲民委員	1. 區內的治理單位眾多例如: 水庫管理單位及林務局等, 所以所裡同仁常需與上述單位進行工作協調, 建議本報告可就某些未來可能危急部落安全的地點, 但目前可能尚屬其他單位的權責, 可以學者客觀的觀點指出, 做為對外協調工作的利器。	已詳細列出後續需處理及再詳細評估之各項工作, 相關單位可依此進行協調。
	2. P. 216 圖 6-1 中各區的名稱可以與內文中一致。	名稱已修正為一致。
	3. 部分較簡易部落安全工作可否給與雇工購料進行建議。	可以納入預算書考量。

陸、結論：

1. 期末報告經審核原則通過, 同意依規定支付服務費用 20%, 並請規劃團隊依合約繼續執行本委託案。
2. 同意於仁愛鄉萬豐村旁野溪及可可亞野溪進行工程治理規劃。

柒、散會：上午 11 時 10 分