

目 錄

第壹章 前言	1-1
1.1 計畫緣起.....	1-1
1.2 工作範圍.....	1-2
1.3 工作項目	1-5
1.4 整體工作流程.....	1-8
第貳章 基本資料蒐集.....	2-1
2.1 集水區人文.....	2-1
2.1.1 行政區域.....	2-1
2.1.2 人口	2-1
2.1.3 產業經濟.....	2-2
2.1.4 交通.....	2-2
2.1.5 相關建設計畫	2-3
2.2 集水區地文.....	2-6
2.2.1 地理位置.....	2-6
2.2.2 地形地勢.....	2-6
2.2.3 地質	2-10
2.2.4 土壤.....	2-14
2.2.5 斷層分布狀況.....	2-16
2.2.6 河川分布	2-16
2.3 土地利用	2-24
2.3.1 土地權屬	2-24
2.3.2 土地可利用限度	2-26
2.3.3 土地利用現況與演變	2-27
2.3.4 植被狀況.....	2-29
2.4 氣象水文.....	2-30

2.4.1 氣象	2-30
2.4.2 水文特性	2-32
2.4.3 水理分析及泥砂粒徑蒐集分析及斷面分析	2-43
2.5 生態環境	2-44
2.5.1 陸域動植物生態	2-44
2.5.2 水域動植物生態	2-49
第參章 集水區現況調查分析	3-1
3.1 現況調查及分析	3-1
3.1.1 崩塌地調查及分析	3-1
3.1.2 土石流潛勢溪流調查及分析	3-10
3.1.3 野溪調查及分析	3-33
3.1.4 道路水土保持調查及分析	3-53
3.1.5 排水系統調查及分析	3-57
3.1.6 既有構造物調查及分析	3-57
3.1.7 淹水區位調查及分析	3-65
3.1.8 保全對象分布調查及分析	3-66
3.2 以往重大災害情形及原因	3-68
3.2.1 地震災害	3-69
3.2.2 颱風災害	3-69
3.3 以往治理規劃成果	3-70
3.4 現況土砂量調查	3-73
3.4.1 崩塌地現況土砂量調查	3-73
3.4.2 土石流潛勢溪流現況土砂量調查	3-75
3.4.3 野溪現況土砂量調查	3-76
3.5 河床質調查	3-77

第肆章 集水區水文水理與泥砂來源分析.....	4-1
4.1 水文分析檢討.....	4-1
4.1.1 野溪及主要河道洪水量.....	4-1
4.1.2 部落重要水源野溪檢討.....	4-14
4.2 水理分析檢討.....	4-15
4.2.1 河道通洪能力檢討.....	4-17
4.2.2 部落重要聯外橋樑通洪能力檢討.....	4-17
4.3 泥砂來源及產砂量分析.....	4-20
4.3.1 土砂量推估.....	4-20
4.3.2 崩塌潛勢及土石流潛勢分析.....	4-28
4.3.3 設計泥砂產量及流出量訂定.....	4-41
4.3.4 溪流各控制點安全輸砂量計算.....	4-43
第伍章 集水區問題、災害原因分析及安全性評估與水土保持需求性.....	5-1
5.1 集水區問題與水土保持需求性分析.....	5-1
5.1.1 坡面沖蝕與需求性分析.....	5-1
5.1.2 崩塌地問題與需求性分析.....	5-4
5.1.3 河道沖淤問題.....	5-8
5.1.4 道路排水問題.....	5-11
5.1.5 土石流潛勢溪流、野溪問題.....	5-14
5.1.6 土石流匯入主河道之衝擊.....	5-18
5.2 災害原因分析.....	5-21
5.2.1 土石流危險溪流情形.....	5-21
5.2.2 崩塌地情形.....	5-21
5.2.3 相關水土保持災害情形.....	5-21
5.3 評估方法與指標的確定.....	5-22

5.4 規劃區安全性評估.....	5-24
第陸章 集水區治理目標與對策	6-1
6.1 治理目標之研擬.....	6-1
6.2 治理級序評估.....	6-2
6.3 治理對策.....	6-4
6.3.1 崩塌地治理對策	6-8
6.3.2 土石流及野溪治理對策	6-13
6.3.3 道路水土保持治理對策	6-16
6.3.4 坡地水土保持.....	6-17
6.4 預算概估.....	6-18
6.5 易淹水潛勢及土砂災害潛勢部落防災地圖繪製與部落安全計畫 研擬.....	6-21
6.5.1 易淹水潛勢及土砂災害潛勢部落防災地圖	6-21
6.5.2 部落安全計畫研擬.....	6-21
6.6 規劃區數位影像資料庫建置及維護	6-25
6.6.1 資料庫內容說明	6-26
第柒章 整體治理計畫及規劃效益評估	7-1
7.1 實施計畫.....	7-1
7.1.1 治理計畫內容	7-1
7.1.2 分年實施計畫	7-4
7.2 經費需求.....	7-6
7.3 治理效益評估.....	7-7
7.3.1 直接效益	7-7
7.3.2 間接效益.....	7-9
7.3.3 效益評估	7-110
附錄一 審查意見回覆情形	

附錄二 集水區現況調查表

附錄三 莫拉克颱風災害調查

表目錄

表 1-1	本計畫集水區基本資料.....	1-2
表 2-1	各村里人口數量表	2-1
表 2-2	計畫集水區各方位極點位置表.....	2-6
表 2-3	計畫集水區高程分析表.....	2-6
表 2-4	計畫集水區坡度分析表.....	2-8
表 2-5	計畫集水區坡向分析表.....	2-9
表 2-6	計畫集水區出露地層一覽表.....	2-11
表 2-7	計畫集水區土壤統計表.....	2-14
表 2-8	計畫集水區河川分布情形一覽表.....	2-16
表 2-9	茄苳溪現況說明(一).....	2-19
表 2-10	茄苳溪現況說明(二).....	2-20
表 2-11	驛馬溪現況說明(一).....	2-22
表 2-12	計畫集水區土地類別統計表.....	2-24
表 2-13	計畫集水區土地權屬統計表.....	2-24
表 2-14	計畫集水區山坡地可利用限度分類表.....	2-26
表 2-15	計畫集水區 88 年到 95 年土地利用現況統計表.....	2-27
表 2-16	計畫集水區植被分布統計表.....	2-29
表 2-17	中央氣象局阿里山測站氣象資料統計表.....	2-31
表 2-18	計畫集水區地文參數分析表.....	2-33
表 2-19	鄰近集水區雨量站概況表.....	2-34
表 2-20	計畫集水區年平均降雨量(徐昇氏法)計算表	2-36
表 2-21	計畫集水區年平均降雨量(等雨量線法)計算表	2-38
表 2-22	計畫集水區年平均降雨量(反距加權法)計算表	2-39
表 2-23	年最大一日暴雨頻率分析成果表.....	2-40
表 2-24	年最大一日暴雨頻率適合度及誤差分析成果表.....	2-43

表 2-25	陸域動物種類概況表	2-45
表 2-26	魚類種類概況表	2-49
表 3-1	崩塌地處理優先順序分級準則.....	3-1
表 3-2	崩塌地調查成果表(94 年).....	3-4
表 3-3	崩塌地調查成果表(97 年).....	3-6
表 3-4	崩塌地面積變異比較表.....	3-8
表 3-5	計畫集水區土石流潛勢溪流一覽表.....	3-11
表 3-6	計畫集水區土石流潛勢溪流詳細資料表.....	3-12
表 3-7	計畫集水區土石流潛勢溪流分段分析表.....	3-14
表 3-8	野溪分布情形一覽表	3-33
表 3-9	區內道路一覽表	3-53
表 3-10	本計畫集水區既有工程構造物一覽表(1/3).....	3-59
表 3-11	以往治理工程現況表(1/3).....	3-62
表 3-12	主要保全對象分布一覽表.....	3-66
表 3-13	以往災害調查表	3-68
表 3-14	計畫集水區崩塌地土砂量統計表.....	3-74
表 3-15	計畫集水區土石流潛勢溪流土砂量統計表.....	3-75
表 3-16	計畫集水區野溪土砂量統計表.....	3-76
表 3-17	河床質平均粒徑分析成果表.....	3-79
表 3-18	曼寧粗糙係數分析成果表.....	3-79
表 3-19	河床質現場採樣照片	3-80
表 4-1	計畫集水區集流時間分析成果表.....	4-2
表 4-2	降雨強度計算成果表	4-3
表 4-3	計畫集水區逕流係數計算成果表.....	4-3
表 4-4	「水土保持技術規範」逕流係數參考表.....	4-4
表 4-5	合理化公式法洪峰流量計算成果表.....	4-5

表 4-6	計畫集水區三角形單位歷線參數表.....	4-7
表 4-7	三角形單位歷線法洪峰流量計算成果表.....	4-7
表 4-8	計畫集水區洪峰流量推算成果比較表.....	4-8
表 4-9	計畫集水區各控制點洪峰流量計算成果表.....	4-10
表 4-10	計畫集水區各控制點含砂水流計算成果表.....	4-12
表 4-11	土石流潛勢溪流之土石流量表.....	4-13
表 4-12	曼寧粗糙係數之經驗值表.....	4-15
表 4-13	集水區各溪流坑溝曼寧粗糙係數 n 值表.....	4-16
表 4-14	坡地排水粗糙係數表	4-16
表 4-15	橋樑含砂水流通洪能力檢算表.....	4-19
表 4-16	地表及植被狀況與 C 值.....	4-24
表 4-17	計畫集水區土壤沖蝕量估算表.....	4-25
表 4-18	各土石流潛勢溪流土砂流出量分析表.....	4-27
表 4-19	邊坡平均坡度之評分表.....	4-29
表 4-20	桃芝颱風崩塌地案例地層種類分布及地質指標評分表.....	4-29
表 4-21	岩性指標評分表	4-30
表 4-22	斷層分布指標評分表	4-31
表 4-23	不同土壤之滲透指標評分表.....	4-32
表 4-24	植被指標細部評估表	4-33
表 4-25	道路開發評估指標細部評估表.....	4-33
表 4-26	崩塌續發指標細部評估分數表.....	4-34
表 4-27	計畫集水區崩塌潛勢分析表.....	4-35
表 4-28	自然因子配分表	4-38
表 4-29	保全危害度因子配分表.....	4-39
表 4-30	計畫集水區土石流潛勢分析表.....	4-39
表 4-31	計畫集水區設計泥砂產量及及流出量分析表.....	4-42

表 4-32	溪流各控制點安全輸砂量分析表.....	4-43
表 5-1	各崩塌地現況照片	5-6
表 5-2	計畫區需優先處理崩塌地現場調查表.....	5-7
表 5-3	河道沖淤問題現況	5-9
表 5-4	計畫集水區河道治理問題與需求性分析表.....	5-9
表 5-5	計畫區道路需整治路段.....	5-12
表 5-6	計畫區道路需優先處理調查統計表.....	5-14
表 5-7	計畫區溪流問題現況	5-16
表 5-8	計畫集水區溪流治理問題與需求性分析表.....	5-18
表 5-9	計畫區土石流匯入主河道衝擊現況.....	5-20
表 5-10	保全對象加權等級評分表.....	5-22
表 5-11	防災構造物受損程度加權等級評分表.....	5-23
表 5-12	崩塌率加權等級評分表.....	5-23
表 5-13	土石流潛勢因子加權等級評分表.....	5-23
表 5-14	保全對象因子加權評分表.....	5-24
表 5-15	防災構造物受損程度因子加權評分表.....	5-25
表 5-16	集水區內崩塌因子加權評分表.....	5-26
表 5-17	土石流潛勢因子加權評分表.....	5-27
表 6-1	治理分級評分表	6-2
表 6-2	子集水區治理執行等級評估表.....	6-3
表 6-3	計畫集水區治理規劃工程內容一覽表.....	6-6
表 6-4	崩塌地處理對策表	6-10
表 6-5	溪流治理對策表	6-15
表 6-6	道路水土保持對策表	6-17
表 7-1	計畫集水區治理規劃工程內容與經費一覽表.....	7-2
表 7-2	計畫集水區各管轄機關負擔治理工程費用一覽表.....	7-4

表 7-3	計畫集水區治理工程分年分期實施費用總表.....	7-5
表 7-4	計畫集水區治理工程實施費用總表.....	7-6
表 7-5	各治理工程效益評估量化分析表.....	7-8
表 7-6	年直接效益表	7-9
表 7-7	年計成本計算表	7-11
表 7-8	益本比計算表	7-12

圖目錄

圖 1-1	本計畫集水區地理位置圖.....	1-3
圖 1-2	本計畫集水區範圍圖	1-4
圖 1-3	集水區整體調查治理規劃作業流程圖.....	1-8
圖 2-1	行政區域村里界圖	2-1
圖 2-2	計畫集水區交通路線圖.....	2-3
圖 2-3	竹崎鄉發展構想示意圖.....	2-4
圖 2-4	阿里山國家風景區景點分布圖.....	2-5
圖 2-5	計畫集水區高程分析圖.....	2-7
圖 2-6	計畫集水區坡度分析圖.....	2-8
圖 2-7	計畫集水區坡向分析圖.....	2-9
圖 2-8	區域地質圖	2-10
圖 2-9	計畫集水區土壤分布圖.....	2-14
圖 2-10	計畫集水區河川水系圖.....	2-17
圖 2-11	茄苳溪整體現況圖	2-18
圖 2-12	驛馬溪整體現況圖	2-21
圖 2-13	計畫集水區土地類別分布圖.....	2-25
圖 2-14	計畫集水區土地權屬分布圖.....	2-25
圖 2-15	計畫集水區山坡地土地可利用限度分布圖.....	2-26
圖 2-16	計畫集水區土地利用現況分布圖(88年).....	2-28
圖 2-17	計畫集水區土地利用現況分布圖(95年).....	2-28
圖 2-18	計畫集水區植被分布狀況.....	2-29
圖 2-19	計畫集水區徐昇氏多邊形網圖.....	2-35
圖 2-20	計畫集水區等雨量圖	2-37
圖 2-21	計畫集水區雨量站站距分布圖.....	2-39
圖 3-1	計畫範圍崩塌地分布圖(94年).....	3-3

圖 3-2	計畫範圍崩塌地分布圖(97 年).....	3-3
圖 3-3	崩塌地增減區位圖	3-10
圖 3-4	土石流潛勢溪流分布圖.....	3-13
圖 3-5	嘉縣 DF026 溪流分段位置圖	3-15
圖 3-6	嘉縣 DF026 溪流分段縱斷面圖.....	3-15
圖 3-7	嘉縣 DF023 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片	3-16
圖 3-8	嘉縣 DF023 溪流分段位置圖	3-17
圖 3-9	嘉縣 DF023 溪流分段縱斷面圖.....	3-17
圖 3-10	嘉縣 DF023 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片	3-18
圖 3-11	嘉縣 DF022 溪流分段位置圖	3-19
圖 3-12	嘉縣 DF022 溪流分段縱斷面圖.....	3-19
圖 3-13	嘉縣 DF022 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片	3-20
圖 3-14	嘉縣 DF021 溪流分段位置圖	3-21
圖 3-15	嘉縣 DF021 溪流分段縱斷面圖.....	3-21
圖 3-16	嘉縣 DF021 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片	3-22
圖 3-17	嘉縣 DF020 溪流分段位置圖	3-23
圖 3-18	嘉縣 DF020 溪流分段縱斷面圖.....	3-23
圖 3-19	嘉縣 DF020 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片	3-24
圖 3-20	嘉縣 DF019 溪流分段位置圖	3-25
圖 3-21	嘉縣 DF019 溪流分段縱斷面圖.....	3-25
圖 3-22	嘉縣 DF019 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片	3-26
圖 3-23	嘉縣 DF018 溪流分段位置圖	3-27
圖 3-24	嘉縣 DF018 溪流分段縱斷面圖.....	3-27
圖 3-25	嘉縣 DF018 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片	3-28
圖 3-26	嘉縣 DF024 溪流分段位置圖	3-29
圖 3-27	嘉縣 DF024 溪流分段縱斷面圖.....	3-29

圖 3-28	嘉縣 DF024 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片	3-30
圖 3-29	嘉縣 DF025 溪流分段位置圖	3-31
圖 3-30	嘉縣 DF025 溪流分段縱斷面圖.....	3-31
圖 3-31	嘉縣 DF025 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片	3-32
圖 3-32	計畫集水區河川水系圖.....	3-34
圖 3-33	茄苳仔集水區：野溪 L1 正射影像圖	3-35
圖 3-34	茄苳野溪 L1 現況照片	3-36
圖 3-35	茄苳仔集水區：野溪 L2 整體現況圖	3-37
圖 3-36	茄苳仔集水區：野溪 L2 現況照片	3-38
圖 3-37	石卓集水區：野溪 L1 整體現況圖	3-39
圖 3-38	石卓集水區：野溪 L1 現況照片	3-40
圖 3-39	石卓集水區：野溪 L2 整體現況圖	3-41
圖 3-40	石卓集水區：野溪 L2 現況照片	3-42
圖 3-41	石卓集水區：野溪 R1 整體現況圖	3-43
圖 3-42	石卓集水區：野溪 R1 現況照片	3-44
圖 3-43	石卓集水區：野溪 L3 整體現況圖	3-45
圖 3-44	石卓集水區：野溪 L3 現況照片	3-46
圖 3-45	石卓集水區：野溪 L4 整體現況圖	3-47
圖 3-46	石卓集水區：野溪 L4 現況照片	3-48
圖 3-47	石卓集水區：野溪 L5 整體現況圖	3-49
圖 3-48	石卓集水區：野溪 L5 現況照片	3-50
圖 3-49	石卓集水區：野溪 L6 整體現況圖	3-51
圖 3-50	石卓集水區：野溪 L6 現況照片	3-52
圖 3-51	道路現況照片	3-55
圖 3-52	道路現況照片	3-56
圖 3-53	工程位置分布圖	3-58

圖 3-54	計畫集水區現況 50 年重現期距淹水範圍分析圖	3-65
圖 3-55	主要保全對象分布圖	3-67
圖 3-56	以往災害分布圖	3-68
圖 3-57	治山防災計畫預辦工程位置圖	3-70
圖 3-58	規劃設計地理位置圖	3-71
圖 3-59	八掌溪流域位置圖	3-72
圖 3-60	觀光客倍增計畫阿里山旅遊線規畫成果圖(96)	3-72
圖 3-61	河床質採樣點位圖	3-77
圖 3-62	茄苳溪(茄苳溪匯流口下游)P01 河床質粒徑累積曲線圖	3-81
圖 3-63	茄苳溪(濁水溪橋上游)P02 河床質粒徑累積曲線圖	3-81
圖 3-64	茄苳溪(濁水溪橋下游)P03 河床質粒徑累積曲線圖	3-82
圖 3-65	茄苳溪(茄苳仔橋)P04 河床質粒徑累積曲線圖	3-82
圖 3-66	茄苳溪(茄苳仔橋下游)P05 河床質粒徑累積曲線圖	3-83
圖 3-67	茄苳溪(仁政橋)P06 河床質粒徑累積曲線圖	3-83
圖 3-68	茄苳溪(大蕉林橋)P07 河床質粒徑累積曲線圖	3-84
圖 3-69	驛馬溪(仁世橋)P08 河床質粒徑累積曲線圖	3-84
圖 3-70	驛馬溪(板仔寮橋)P09 河床質粒徑累積曲線圖	3-85
圖 3-71	驛馬溪(墘仔寮橋)P10 河床質粒徑累積曲線圖	3-85
圖 4-1	三角形單位歷線示意圖	4-5
圖 4-2	計畫集水區三角形單位歷線圖	4-7
圖 4-3	集水分區圖	4-9
圖 4-4	25 年重現期距現況流量分配圖	4-11
圖 4-5	橋樑通洪能力檢算位置圖	4-18
圖 4-6	計畫集水區降雨沖蝕指數分布圖	4-21
圖 4-7	計畫集水區土壤沖蝕指數分布圖	4-22
圖 4-8	計畫集水區 LS 分布圖	4-23

圖 4-9	計畫集水區覆蓋與管理因子分布圖.....	4-24
圖 4-10	計畫集水區土壤沖蝕量分布圖.....	4-26
圖 4-11	計畫集水區崩塌潛勢分布圖.....	4-35
圖 4-12	計畫集水區已崩塌地區再發生潛勢分布圖.....	4-37
圖 4-13	計畫集水區土石流潛勢分布圖.....	4-40
圖 5-1	集水區各類坡面沖蝕情況照片.....	5-3
圖 5-2	崩塌治理圖.....	5-7
圖 5-3	計畫集水區河道問題位置圖.....	5-10
圖 5-4	計畫集水區道路問題位置圖.....	5-13
圖 5-5	計畫集水區溪流問題位置圖.....	5-17
圖 6-1	計畫集水區優先治理區位圖.....	6-4
圖 6-2	計畫集水區治理規劃工程配置圖.....	6-5
圖 6-3	崩塌地處理工法.....	6-12
圖 6-4	柑仔宅尾橋上游整治工程示意圖.....	6-18
圖 6-5	仁世橋上下游整治工程示意圖.....	6-19
圖 6-6	溪坪野溪整治二期工程示意圖.....	6-19
圖 6-7	茄苳溪上游整治工程示意圖.....	6-20
圖 6-8	仁世橋上游治山防洪工程示意圖.....	6-20
圖 6-9	92 年水保局光華村避難路線圖.....	6-22
圖 6-10	97 年水保局光華防災圖.....	6-22
圖 6-11	97 年水保局光華防災圖.....	6-23
圖 6-12	97 年水保局光華防災圖.....	6-23
圖 6-13	防災避難方向指示圖.....	6-24
圖 6-14	集水區數位影像資料庫基本架構圖.....	6-25

摘要

本計畫主要針對八掌溪流域上游集水區內之崩塌地、土石流潛勢溪流與野溪、道路以及坡地水土保持，進行整體治理規劃。經由流域現況調查、資料統計分析，研擬治理對策以抑制砂石崩塌及下移，減低災害的發生，提供爾後治山防災及治理中、長期計畫之參考。

一、流域基本資料

本計畫集水區位於嘉義縣竹崎鄉東側，包括茄苳溪與驛馬溪，分別發源於水社寮與奮起湖，合流後為八掌溪往西流入台灣海峽，平均坡降分別為 1/8 與 1/11。地質主要由南莊層、桂竹林層與卓蘭層組成，並有崙後、鹿窟及水社寮斷層通過。區內高程 900 公尺以上皆為林班地，以 159 甲及 169 縣道為主要道路，並有 9 條土石潛勢溪流。

二、流域問題調查分析

(一)集水分區

本集水區根據土石流潛勢溪流集野溪細分成 20 個集水分區，其中分別將茄苳仔集水區細分成 9 個集水分區，石卓集水區細分成 11 個集水分區，考慮各集水分區之保全對象、災害危害程度及生態環境影響，分類其子集水區整治之優先順序，主要為嘉縣 DF018、茄苳溪(主流)、嘉縣 DF026、石卓 R1、石卓 L1 屬優先治理，需辦理治理項目為土石流治理及主河道治理等。

(二)崩塌地

本集水區內現存崩塌地共 53 處，與以往調查結果比較後發現其中有 18 處為新增崩塌地，35 處為 94 年調查既有崩塌地，由此可知，94 年後崩塌地由原來 40 處增加為 53 處，雖有 5 處已經復育，但崩塌地數量仍持續增加，總崩塌面積則由 69.00 公頃增加為 75.61 公頃。其中以土石流潛勢溪流嘉縣 DF018 集水區內之崩

塌面積最大，約 40 公頃，崩塌比為 33%。由崩塌地區位及面積變化的趨勢可知，本計畫集水區崩塌發生的主要因素分別為地形、地質與降雨。對於集水區內崩塌發生之主要因素，分述如下：

- (1)地形：高程落差約 1,430 公尺，五級坡以上之區域佔集水區總面積七成以上，地勢十分陡峭。
- (2)地質：岩性多屬砂頁岩互層，其中頁岩層較脆弱，容易遭侵蝕風化，又經過瑞里地震以及 921 地震導致地層結構鬆散。
- (3)降雨：集水區年平均降雨量經徐昇氏法計算為 3,262.8mm，較台灣年平均降雨量 2,510mm 多出 3 成，高降雨量除了增加溪流流量沖刷邊坡坡腳以外，降雨水份沿岩層風化裂縫下滲也造成邊坡的不穩定。

(三)土石流潛勢溪流

本計畫區內共有 9 條土石流潛勢溪流，分別為 5 條高潛勢溪流、1 條中潛勢溪流及 3 條低潛勢溪流。嘉縣 DF026，上游流速過快呈沖刷情形，下游水泥護岸遭大石撞擊損壞；嘉縣 DF023 上游設有多座潛壩，溪流兩岸有零星崩塌情形，下游茄苳溪匯流處道路路基座遭沖刷損壞，導致下移土砂堆積；嘉縣 DF022 溪流內有河道沖刷情形造成土石崩落，上游兩岸多為闊葉林植生良好；嘉縣 DF021 上游植生多屬闊葉林景觀，中游右岸有零星茶園，現況溪流有流速過快造成之沖刷情形；嘉縣 DF020 溪流有土石沖刷下移的情形，主要土石來源應為上游沿線兩岸的零星崩坍，區內中上游並無施作防洪工程；嘉縣 DF019 經調查溪流呈沖刷情形，無名版橋基底由於溪流流速過快有遭掏刷現象，沿線兩岸有零星崩坍，下游部分護岸有嚴重淘刷崩落情形；嘉縣 DF018 位於茄苳仔溪下游右側，上游有大規模崩坍面，下移之土石可能對下游濁水溪橋造成影響；嘉縣 DF024 經調查溪流尚屬穩定，區內已有施作穩定工程，但於 159 甲道路上邊坡坡度達 45 度以上，既有擋土石籠遭

冲刷有損壞情形；嘉縣 DF025 經調查溪流兩岸植生茂密，經過聚落岸大多已經施作水泥護岸，並有水泥封底。

(四) 野溪

計畫集水區內共有 9 條野溪，其中茄苳仔集水區內有 2 條位於茄苳溪左岸，石卓集水區內則有 6 條位於驛馬溪左岸、1 條位於右岸。茄苳仔 L1 上游由於溪流冲刷與農路旁崩塌，造成中游溪床有下移土砂堆積情形；茄苳仔 L2 流經縣道 159 甲匯入茄苳溪，區內崩塌多位於道路下邊坡；石卓 L1 因下移土砂致使河流流心不穩進而冲刷兩岸坡腳，誘發崩塌產生，使得兩岸崩塌情形增加；石卓 L2 下游匯入驛馬溪之過水箱涵基底遭淘刷損壞，顯示溪流有冲刷下切的情形；石卓 R1 溪流流量大且因冲刷下切造成兩岸土石崩落於溪床；石卓 L3 下游與驛馬溪匯流處河岸有因冲刷造成的崩塌情形；石卓 L4 流經三處崩塌面，下移土砂進入河道，造成既有潛壩有淤滿損壞現象；石卓 L5 中游經過光華村第 7 鄰聚落處既有護岸底部有嚴重淘刷情形；石卓 L6 流經兩處崩塌面，持續造成冲刷。

(五) 道路水土保持

主要範圍包含 159 甲及 169 縣道及區內農路等，道路旁多有崩塌地與蝕溝，亦有幾處基腳流失造成下邊坡崩塌，較嚴重者已由公路局暫時修復不至於影響通行。

三、集水區治理對策

依溪流、崩塌地及潛勢溪流相關水土保持需求區段提出治理對策，主要以減少土砂生產、移動、穩定溪流為主要原則，減少未來之土砂災害。針對上述目的提出對策如下：

(一) 崩塌地治理對策

本計畫集水區內之崩塌面積約 75.61 公頃，為集水區內之主要土砂生產來源，其中多數位於路不可及之林班地。崩塌地之處理措施通常需投入龐大成本，範圍又相當廣大，故多數崩塌地均

以自然復育為治理之對策。然部分具災害潛勢可能影響聚落安全或道路通行、及治理後可有效改善河道狀況之崩塌地，仍可考量以適當之工程進行治理。工程治理方式以打樁編柵、撒播、坡面排水及坡腳穩定為主。

(二)土石流及野溪治理對策

面對土石流災害的問題時，應先探討居民的居住模式是否合理，若不合理應先考慮改變居民之居住習慣，加強與民眾溝通，擬定遷移對策，以遠離災害潛勢點；其次方考慮各項的工程設施或源頭治理來減輕災害的規模，減低土石流災害發生的機會。工程治理方式以護岸、潛壩、固床工及河道整理清淤為主。

(三)道路水土保持治理對策

道路水土保持問題通常是伴隨崩塌地、野溪、土石流潛勢溪流問題而來，道路損壞路段為經常性使用道路者，需列為優先治理對象。工程治理方式以 AC 路面鋪設、路基修補、邊坡擋土牆、打樁編柵與坡面排水為主。

依據上述集水區治理對策與現場調查結果，研擬之治理工程項目包含溪流治理、崩塌地治理、道路水土保持以及既有構造物工程修復等四項，如下所示：

既有構造物

- 1 大蕉林橋
- 2 培英橋
- 3 茄荖仔橋
- 4 濁水溪橋
- 5 仁世橋
- 6 過溝溪橋
- 7 墩仔寮橋
- 8 板仔寮橋

既有構造物工程維護

- 22 縣道159甲線31k+700道路修復工程(優先順序2)
- 23 茄荖溪護岸修復工程(優先順序2)
- 24 驛馬溪潛壩修復工程(優先順序4)
- 25 嘉縣DF019橋梁基礎修復工程(優先順序3)
- 26 嘉縣DF021橋梁基礎修復工程(優先順序3)

野溪治理

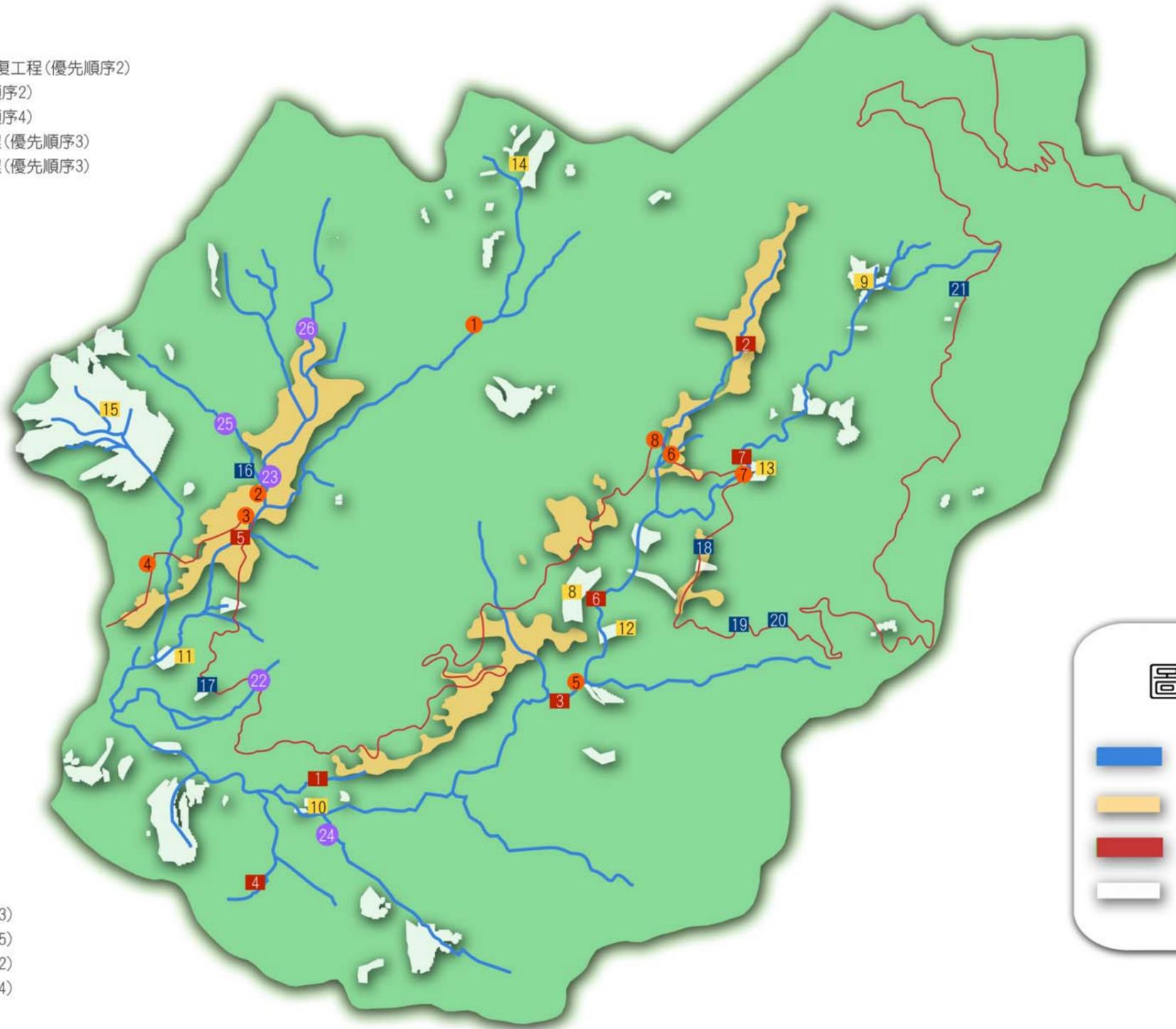
- 1 柑仔宅尾橋上游整治工程(優先順序1)
- 2 溪坪野溪整治工程(優先順序1)
- 3 仁世橋上下游整治工程(優先順序1)
- 4 光華村第7鄰野溪整治工程(優先順序2)
- 5 茄荖溪上游整治工程(優先順序2)
- 6 仁世橋上游整治工程(優先順序2)
- 7 墩仔寮橋上游整治工程(優先順序3)

崩塌地處理

- 8 頂笨仔崩塌地處理工程(優先順序2)
- 9 驛馬溪上游崩塌地處理工程(優先順序3)
- 10 柑仔寮崩塌地處理工程(優先順序5)
- 11 茄荖溪崩塌地處理工程(優先順序4)
- 12 驛馬溪中游崩塌地處理工程(優先順序3)
- 13 墩仔寮橋上游崩塌地處理工程(優先順序3)
- 14 嘉縣DF023崩塌地處理工程(優先順序6)
- 15 嘉縣DF018崩塌地處理工程(優先順序6)

道路水土保持

- 16 農嘉崎074線道路水土保持工程(優先順序2)
- 17 縣道159甲線31k+250道路水土保持一期工程(優先順序3)
- 18 縣道159甲線40k+900道路水土保持二期工程(優先順序5)
- 19 縣道159甲線42k+200道路水土保持三期工程(優先順序2)
- 20 縣道159甲線43k+970道路水土保持四期工程(優先順序4)
- 21 縣道169線17k+710道路水土保持工程(優先順序3)



圖例

- █ 河流
- 聚落
- █ 道路
- 97年既定崩塌地

計畫集水區治理規劃工程配置圖

計畫集水區治理規劃工程內容一覽表

工程編號	工程項目	工程名稱	集水區(溪流)名稱	TWD67座標		工程內容	設置位置	數量	單位	單價(元)	預估經費(萬元)	保全對象	優先順序	主管機關
				X	Y									
1	溪流治理	柑仔宅尾橋上游整治工程	石卓 R1	2143 38	2595 996	護岸	0K+450~0K+650	220	M	30,000	545	柑仔宅尾聚落及農地	1	水土保持局
						跌水工		3	座	138,600				
						固床工		5	座	300,000				
						基礎補強		1	式	8,600				
2	溪流治理	溪坪野溪整治工程	嘉縣 DF026	2170 49	2599 179	護岸	1K+400~1K+600	150	M	30,000	266	頂笨聚落及農地	1	水土保持局
						跌水工		5	座	210,550				
						固床工		2	座	3,800				
						基礎補強		1	式	54,500				
3	溪流治理	仁世橋上下游整治工程	驛馬溪	2158 92	2596 703	護岸	4K+150~4K+350	280	M	25,600	1775	驛馬溪河道	1	水土保持局
						固床工		2	座	30,000				
						護坦		1	座	275,000				
						副壩		1	座	2,633,000				
						河道整理		1	式	2,243,700				
4	溪流治理	光華村第7鄰野溪整治工程	石卓 L5	2138 17	2595 357	基礎補強	0K+450	1	式	1,000,000	143	光華村第7鄰聚落	2	林務局
						河道整理		1	式	430,000				
5	溪流治理	茄苳溪上游整治工程	茄苳溪	2137 15	2597 808	護岸	1K+750	200	M	30,000	825	茄苳溪河道、茄苳仔聚落	2	水土保持局
						潛壩		2	座	1,125,000				
6	溪流治理	仁世橋上游整治工程	驛馬溪	2161 03	2597 339	護岸	4K+850~5K+150	200	M	30,000	840	柑仔宅聚落及驛馬溪	2	水土保持局
						河道整理		1	式	2,400,000				
7	溪流治理	墘仔寮橋上游整治工程	石卓 L1	2170 79	2598 086	河道整理一式	0K+750~0K+850	1	式	1,400,000	500	墘仔寮橋及驛馬溪河道	3	水土保持局
						護岸		120	M	30,000				
8	崩塌地處理	頂笨仔崩塌地處理工程	驛馬溪	2160 85	2597 376	護岸	嘉 2009-11	350	M	30,000	1110	頂笨仔聚落及農地	2	水土保持局
						坡面排水		1200	M	500				
9	崩塌地處理	驛馬溪上游崩塌地處理工程	嘉縣 DF026、石卓 L1	2178 66	2599 265	打樁編柵	嘉義 0476、0478、嘉 2009-13 三處	1.06	ha	12,000,000	1289.5	頂笨仔聚落及野溪河道	3	林務局
						坡面排水		350	M	500				
10	崩塌地處理	柑仔宅崩塌地處理工程	驛馬溪	2141 01	2595 850	打樁編柵	嘉義 0484、嘉 2009-16	0.35	ha	12,000,000	443	柑仔宅聚落及驛馬溪	5	林務局
						坡面排水		460	M	500				
11	崩塌地處理	茄苳溪崩塌地處理工程	茄苳溪、茄苳仔 L2	2136 02	2597 169	打樁編柵	嘉 2009-17、18	2.02	ha	12,000,000	2478.5	茄苳仔溪河道及縣道 159 甲	4	水土保持局
						坡面排水		1090	M	500				
12	崩塌地處理	驛馬溪中游崩塌地處理工程	驛馬溪	2162 26	2596 995	節制壩	嘉 2009-14	4	座	1,500,000	660	茶園、驛馬溪河道	3	水土保持局
						坡面排水		1200	M	500				
13	崩塌地處理	墘仔寮橋上游崩塌地處理工程	驛馬溪、石卓 L1	2171 66	2598 070	種子直播	嘉義 0470	0.72	ha	2,000,000	621.5	墘仔寮橋及驛馬溪河道	3	林務局
						坡面排水		550	M	500				
						節制壩		3	座	1,500,000				

工程編號	工程項目	工程名稱	集水區(溪流)名稱	TWD67座標		工程內容	設置位置	數量	單位	單價(元)	預估經費(萬元)	保全對象	優先順序	主管機關
				X	Y									
1	溪流治理	柑仔宅尾橋上游整治工程	石卓 R1	2143 38	2595 996	護岸	0K+450~0K+650	220	M	30,000	545	柑仔宅尾聚落及農地	1	水土保持局
						跌水工		3	座	138,600				
						固床工		5	座	300,000				
						基礎補強		1	式	8,600				
2	溪流治理	溪坪野溪整治工程	嘉縣 DF026	2170 49	2599 179	護岸	1K+400~1K+600	150	M	30,000	266	頂笨聚落及農地	1	水土保持局
						跌水工		5	座	210,550				
						固床工		2	座	3,800				
						基礎補強		1	式	54,500				
3	溪流治理	仁世橋上下游整治工程	驛馬溪	2158 92	2596 703	護岸	4K+150~4K+350	280	M	25,600	1775	驛馬溪河道	1	水土保持局
						固床工		2	座	30,000				
						護坦		1	座	275,000				
						副壩		1	座	2,633,000				
						河道整理		1	式	2,243,700				
4	溪流治理	光華村第7鄰野溪整治工程	石卓 L5	2138 17	2595 357	基礎補強	0K+450	1	式	1,000,000	143	光華村第7鄰聚落	2	林務局
						河道整理		1	式	430,000				
5	溪流治理	茄苳溪上游整治工程	茄苳溪	2137 15	2597 808	護岸	1K+750	200	M	30,000	825	茄苳溪河道、茄苳仔聚落	2	水土保持局
						潛壩		2	座	1,125,000				
6	溪流治理	仁世橋上游整治工程	驛馬溪	2161 03	2597 339	護岸	4K+850~5K+150	200	M	30,000	840	柑仔宅聚落及驛馬溪	2	水土保持局
						河道整理		1	式	2,400,000				
7	溪流治理	墘仔寮橋上游整治工程	石卓 L1	2170 79	2598 086	河道整理一式	0K+750~0K+850	1	式	1,400,000	500	墘仔寮橋及驛馬溪河道	3	水土保持局
						護岸		120	M	30,000				
8	崩塌地處理	頂笨仔崩塌地處理工程	驛馬溪	2160 85	2597 376	護岸	嘉 2009-11	350	M	30,000	1110	頂笨仔聚落及農地	2	水土保持局
						坡面排水		1200	M	500				
9	崩塌地處理	驛馬溪上游崩塌地處理工程	嘉縣 DF026、石卓 L1	2178 66	2599 265	打樁編柵	嘉義 0476、0478、嘉 2009-13 三處	1.06	ha	12,000,000	1289.5	頂笨仔聚落及野溪河道	3	林務局
						坡面排水		350	M	500				
10	崩塌地處理	柑仔宅崩塌地處理工程	驛馬溪	2141 01	2595 850	打樁編柵	嘉義 0484、嘉 2009-16	0.35	ha	12,000,000	443	柑仔宅聚落及驛馬溪	5	林務局
						坡面排水		460	M	500				
11	崩塌地處理	茄苳溪崩塌地處理工程	茄苳溪、茄苳仔 L2	2136 02	2597 169	打樁編柵	嘉 2009-17、18	2.02	ha	12,000,000	2478.5	茄苳仔溪河道及縣道 159 甲	4	水土保持局
						坡面排水		1090	M	500				
12	崩塌地處理	驛馬溪中游崩塌地處理工程	驛馬溪	2162 26	2596 995	節制壩	嘉 2009-14	4	座	1,500,000	660	茶園、驛馬溪河道	3	水土保持局
						坡面排水		1200	M	500				
13	崩塌地處理	墘仔寮橋上游崩塌地處理工程	驛馬溪、石卓 L1	2171 66	2598 070	種子直播	嘉義 0470	0.72	ha	2,000,000	621.5	墘仔寮橋及驛馬溪河道	3	林務局
						坡面排水		550	M	500				
						節制壩		3	座	1,500,000				

結論與建議

一、結論

1. 區域內很多野溪邊坡崩塌多受河道沖淤的影響，應針對不穩定的邊坡、崩落堆積的土石、沖淤情形較嚴重的河道，以容易影響保全對象的溪流段作為重點治理區位。
2. 為求集中資源做必要的工程處理以維護保全對象的安全，植生復育、土砂量控制、既有工程維護等後續處理工程，應待重點溪流治理工程完成之後再規劃進行。
3. 總工程費用約為 157,789 仟元，依治理優先順序預計六年完成，其中溪流治理、崩塌地處理、道路水土保持及既有構造物工程維護屬治山防洪工程，經費來源建議由管理單位及水土保持局、林務局及公路總局提撥。
4. 本計畫執行完成後，可保全人口 84 人、屋舍 29 棟、道路 1.7 公里、土地 46.91 公頃、橋梁 10 座，並可控制土砂 16.26 萬立方公尺，益本比可達 1.30。

二、建議

1. 本計畫區內公告有 9 條土石流潛勢溪流，當風災豪大雨之預測雨量超過警戒值時，應儘速依程序進行疏散避難勸告或強制疏散，疏散路線及避難地點可參考規劃內容，以減低生命財產損失。
2. 區內之橋涵及防災構造物應定期檢查，保持排水暢通，避免因土石雜木堵塞而引起溢流，必要時應進行如壩體的清淤或適當補強，以期於颱風豪雨季節時發揮最大功能。

Abstract

This project aimed at the upper catchments of the Pachang River Basin landslide, debris flow potential rivers and streams, roads, and slope soil and water conservation, to conduct an overall management plan. The status of the investigation by the river basin, data statistical analysis, to develop countermeasures to contain the collapse and the downward movement of sand and gravel to reduce the occurrence of disasters and provide disaster prevention and management of afforestation and later, the long-term plans in Taiwan.

First, basic information on watershed

This project catchment area is located east of Chuchi Township, Chiayi County, including the Jiadong Creek River and horses, respectively, originated with the rise of water Sheliao Lake Bazhangxi after merging into the Taiwan Strait and west, with an average gradient were $1 / 8$ and $1 / 11$. Geological mainly by Nanchuang layer, Gui bamboo layer and cholans layer, and there Lun, the deer through the cave and water Sheliao fault. Elevation 900 meters or more, Jie Wei district forest tracts, so as to 159 A and 169 County Road, the main road, and has nine earth-rock potential rivers.

Second, the questionnaire analysis of river basin

(A) the catchment area

The catchment areas in light of landslides set of potential rivers and streams, subdivided into 20 catchment area, which, respectively Jiadong catchment area of Aberdeen, subdivided into nine catchment area, Zhuo Shi catchment areas

subdivided into 11 catchment area, to consider The catchment area of the preservation of the object, the extent of disaster hazards and ecological environmental impacts, classification of its sub-catchment remediation priorities, mainly for Kerry County, DF018, Jiadong River (mainstream), Kerry County, DF026, Zhuo Shi R1, Zhuo Shi L1 Priority treatment is required to apply for landslide control projects for the governance of governance and the main river.

(B) Landslides

The catchment areas of existing landslides in a total of 53, compared with the previous survey found that 18 of them for the new collapse, the 35-year survey of 94 existing landslide, can be seen, 94 years later by a landslide the original 40 increased to 53, although five had restoration, but the number of landslide continued to increase, from a total collapse of an area of 69.00 hectares increased to 75.61 hectares. Among them, debris-flow potential rivers Kerry County DF018 catchment area of the collapse of the largest of about 40 hectares, collapse ratio of 33%. By the collapse areas of our city and size of the changing trends we can see, this plan collapses occurred in catchment areas were the main factors topography, geology and rainfall. The catchment area for the major factor in the occurrence of collapse, as described below:

- (1) Terrain: elevation drop of about 1,430 meters, the region accounted for more than five watershed slope Qi Cheng a total area of more than a very steep terrain.

(2) Geology: rocks are mostly sandstone and shale interbedded, which makes rocks more fragile and prone to erosion. Weathering, and after another Riley earthquake and 921 stratigraphic structure due to earthquakes is loose.

(3) rainfall: average annual rainfall in the catchment area rose by Xu's method of 3,262.8 mm, compared with Taiwan's average annual rainfall is 2,510 mm more. In addition to the high rainfall, other than increasing the stream flow, increases beyond toe of slope erosion, rain water along the rock weathering fissure infiltration also caused seam slope instability.

(C) Debris-flow potential stream

This project area has a total of nine debris-flow potential streams, respectively, five high-potential rivers, one in three potential rivers and low-potential rivers. Kerry County, DF026, the upstream flow was excessive erosion situation, the downstream impact of cement stone revetment was damaged; Kerry County, with more than a dozen potential DF023 upstream dam, the river between the two sides collapsed sporadic cases, the confluence of the downstream Jiadong Creek Road base was washed damaged, led to sediment accumulation; Kerry County DF022 streams, river erosion conditions within the earth and rocks falling down the upper reaches of the two sides are mostly broad-leaved forest vegetation well; Jia County DF021 upstream vegetation is mostly broad-leaved forest landscape, the right bank of the middle reaches of sporadic tea plantations, the status of

rivers have the case of the erosion caused by excessive velocity; Kerry County DF020 rivers have washed down the case of earth and stone, the main source of earth and stone should be scattered on both sides along the upper reaches of Beng Tan, in the upper reaches of the region there is no facilities for flood control projects; Kerry County DF019 streams was investigated erosion cases, anonymous version of the bridge base stream flow rate too fast to have been due to dig brush phenomenon, there are scattered along the sides Beng Tan, downstream portions of the revetment BRUSHING avalanche of serious cases; Kerry County DF018 Jiadong Aberdeen Creek is located in the lower right side of the upstream face of mass Beng Tan , down the earth and stone bridges may be affected downstream Cho; Kerry County DF024 investigated streams is still stable and has facilities for stabilizing the region, but at 159 A on the road slope angle of 45 degrees Celsius, both earth and rock block cages were washed with damage to the case; Kerry County DF025 investigation streams cross the dense vegetation, mostly through the coastal villages have facilities for cement bank protection, and a concrete back cover.

(D) and streams,

A total of nine projects catchments and streams, which Jiadong Aberdeen is located in the catchment area there are two Jiadong River left bank, Zhuo Shi catchment area there are six horses in the river left bank, one is located on the right bank. Aberdeen L1 Jiadong scour the upper reaches of streams with agricultural roadside due to collapse,

resulting in accumulation of sediment down the middle had been washed away with the situation; Jiadong Aberdeen L2 flowing through County Road 159 A Import Jiadong Creek, located in the region over the road collapsed under the slope; Zhuo Shi L1 flow of sediment down the river because of cardiac instability and thus resulted in cross-strait slope erosion, induced collapse of production, increase in cross-strait situation collapses; Zhuo Shi L2 Creek downstream of imported horses over the water box culvert base was damaged BRUSHING, showing rivers have washed under the cut situations; Zhuo Shi R1 stream flow is large and has cut due to erosion caused by earth and rock avalanche on the two sides had been washed away; Zhuo Shi L3 River downstream of the confluence with the horses are due to erosion caused by river bank collapse situations; Zhuo Shi L4 flows through the three collapsed face, down into the river sediment, resulting in potential dam has overwhelmed the existing damage phenomena; Zhuo Shi Guanghua Village, L5 mid-stream after the first seven villages adjacent revetment at the bottom of the existing serious situation BRUSHING; Zhuo Shi L6 Bengtan surface flows through the two continuous caused by erosion.

(E) Road Soil and Water Conservation

The main range contains 159 A and 169 county roads and local agricultural roads and so on, the road has collapsed over the side with the erosion groove, there are caused by the loss of several feet under the base of slope failure in more serious cases a temporary repair by the highway authority does not affect the passage.

3, watershed management measures

According to streams, mountains, landslide and the latent demand for the relevant section of the proposed management of soil and water conservation measures, primarily to reduce sediment production, mobile, stable stream as the main principles of the sediment to reduce future disaster. To propose a solution for the above purpose are as follows:

(A) Landslide Countermeasures

The failure of this project catchment area of about 75.61 hectares, for the main catchment sediment sources of production, most of which can not be located at road and the forest tracts of land. The landslide treatment measures are usually required to put a huge cost, scope is very broad, most of Landslides are a natural for the management of the restoration measures. Potential natural disasters, some of which are settlements that may affect the safety or road access, and after the treatment can be effective in improving the situation of the landslide river may still consider the appropriate management of the works. Project management approach to the piling compiled gate, sow, slope drainage and slope stability reigned.

(B) landslides and streams, Countermeasures

Problems faced by landslides should first look into the living patterns are reasonable, if the irrational residents should consider changing living habits, to strengthen communication with the public to develop migration responses in order to stay away from disaster Potential points; second party to consider all items of works or the source of disaster

management to reduce the size, to reduce the occurrence of landslides. Project management approach to the revetment, latent dam, solid-bed dredging work and finishing the main river.

(3) Road Soil and Water Conservation Measures

Road erosion problems that are often accompanied by landslides, the streams, and landslides, and stream Potential problems from the road for the regular use of damaged sections of road are required to control as a priority target. Project management approach to the AC surfacing the roads, subgrade repair, slope retaining walls, piling series gate and the main drainage slope.

Water catchment area based on the above measures and on-site survey, to develop the management of the project includes stream management, landslide control, roads, water and soil conservation as well as helping to repair the four constructs, as follows:

第壹章 前言

1.1 計畫緣起

本計畫調查規劃範圍屬嘉義縣竹崎鄉光華村，屬八掌溪流域之上游集水區，主要聯外道路為縣道 159 甲，面積為 3,433 公頃。

本計畫集水區受到地形、地質及 921 地震等潛在因素影響，加上豪雨肆虐且崩塌地、土石流林立，包含土石流潛勢溪流嘉縣 DF018、嘉縣 DF023、嘉縣 DF020 及嘉縣 DF019 等，土砂災害嚴重，已影響居民之安全及生活品質。因此，為求有效減緩土砂及洪氾災害，特辦理整體治理調查規劃工作，期以整體性、安全性、經濟性、生態性及人文性等多面向作為考量，針對本計畫集水區原住民部落之安全與治山防洪進行調查及治理規劃，並規劃重點治理區段，除作為易淹水地區水患治理計畫第一階段治理計畫之依據外，並透過分年分期治理計畫，以抑止泥砂生產、下移與減低災害之發生，打造安全之環境，帶動地方之發展，促使本計畫集水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。

1.2 工作範圍

本計畫調查規劃範圍涵蓋茄苳仔（茄苳溪）集水區（集水區編號1501002，面積1,077公頃）以及石卓（驛馬溪）集水區（集水區編號1501001，面積2,356公頃），總計集水面積共3,433公頃。本計畫集水區位於嘉義縣竹崎鄉境內，奮起湖之西南側，受山脈走向影響溪流由東北向西南流，於石壁腳附近匯流後匯入八掌溪，本計畫集水區地理位置詳圖1-1，計畫集水區範圍詳圖1-2所示。

表1-1 計畫集水區基本資料表

子集水區及編號	地理位置	調查起點及 TWD67 二度分帶座標	集水面積（公頃）
茄苳仔集水區 編號：1501002	嘉義縣 竹崎鄉	匯入八掌溪 E 212719 N 2596534	1,077
石卓集水區 編號：1501001	嘉義縣 竹崎鄉	匯入八掌溪 E 212719 N 2596534	2,356

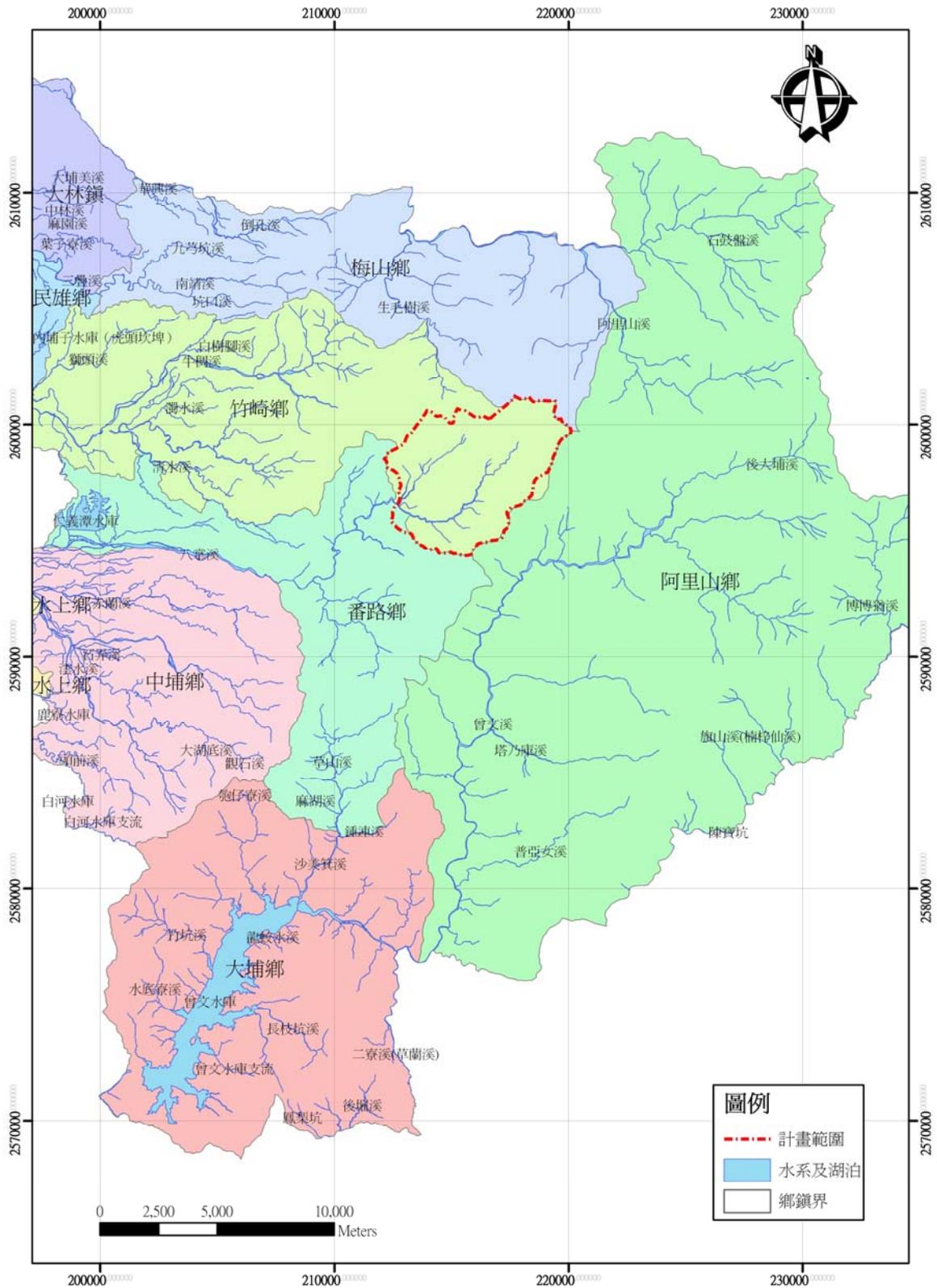


圖1-1 計畫集水區地理位置圖

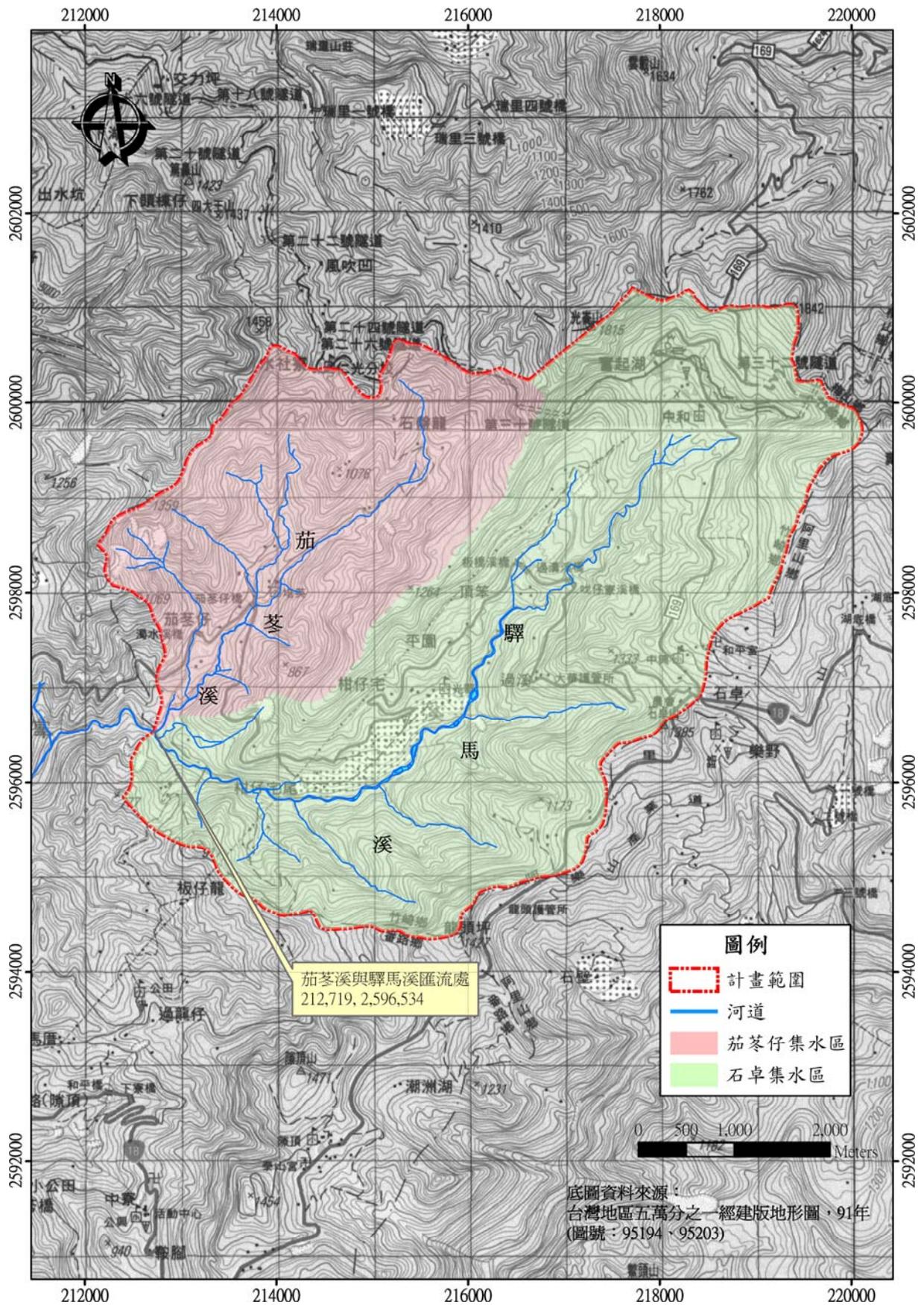


圖1-2 計畫集水區範圍圖

1.3 工作項目

本計畫依勞務採購契約規定，工作內容主要可分為治理規劃報告及工程細部設計，工作項目詳述如下：

一、基本資料蒐集：

- (一)集水區人文—包含行政區域、人口、產業發展、交通及相關建設計畫等。
- (二)集水區地文—包含地理位置、地形、地勢、地質、土壤、斷層分布狀況與河川分布。
- (三)土地利用—應包含土地權屬、土地可利用限度、土地利用現況、土地利用演變、植被狀況等。
- (四)氣象水文—包含氣象、水文特性、水理分析及泥砂粒徑蒐集分析及斷面分析等。
- (五)環境生態—包含陸域及水域主要動植物以及特有生物種類、數量及分布情形。

二、集水區現況調查分析：

- (一)進行崩塌地、地滑地、土石流潛勢溪流、野溪、道路水土保持、排水系統、既有構造物、淹水區位、保全對象分布之現況調查及分析。
- (二)探討以往重大災害情形及原因，並說明以往治理規劃成果。
- (三)進行崩塌地、土石流潛勢溪流及野溪之現況土砂量調查。
- (四)河床質調查（包含表面及採樣孔粒徑分析）。

三、集水區水文水理與泥砂來源分析：

- (一)水文分析檢討—包含野溪及主要河道洪水量與部落重要水源野溪檢討等。
- (二)水理分析檢討—包含河道與部落重要聯外橋樑通洪能力檢討等。
- (三)泥砂來源及產砂量分析—推估規劃區既有崩塌地、土石流潛勢溪流及野溪等土砂量，評估區內泥砂來源，並利用 GIS 進行區內崩塌潛勢及土石流潛勢分析，依據潛勢分析結果訂定設計泥砂產量及流出量。此外，計算溪流各控制點(如橋樑、斷面窄縮處..等)之安全輸砂量。

四、集水區問題、災害原因分析及安全性評估與水土保持需求性

- (一)坡面沖蝕、崩塌地、河道沖淤、道路水土保持、土石流潛勢溪流之問題分析。
- (二)土石流匯入主河道之衝擊與水土保持需求性分析。
- (三)災害原因分析：包含土石流危險溪流情形、崩塌地情形及相關水土保持災害情形等，造災原因分析並具體提供對策。
- (四)評估方法與指標的確定—針對可量化之指標透過評估方式，將災害來源、致災方式、保全數量、保全對象所在區位、保全對象機能等因子進行評估並建立相關模式。
- (五)規劃區安全性評估—針對評估參數在重點規劃區內進行潛勢高中低之判別，作為治理優先順序的評估依據。

五、集水區治理目標與對策：

- (一)治理目標之研擬
- (二)治理級序評估—評估規劃區內應治理區位之治理優先順序。

(三)治理對策—包含崩塌地、土石流潛勢溪流、野溪、排水系統、道路水土保持等項目之治理原則與治理計畫，並提出基本設計圖，包括平面布置圖（含土地權屬）及基本斷面圖，並概估預算。

(四)繪製規劃區易淹水潛勢及土砂災害潛勢部落防災地圖，並研擬部落安全維護計畫(含防災專員規劃及危險區監測規劃等軟硬體措施)。

(五)規劃區數位影像資料庫建置及維護。

六、工程細部設計：

(一)工程細部設計之測量，其測量展圖中心線 ($s=1/500$ 或 $1/1,000$) 及縱、橫斷面測量 ($s=1/100$ 或 $1/200$)，以每 20M 一整樁另於曲線再加樁為原則，如有明顯變化點及重要構造物亦請一併標示。

(二)針對災害嚴重地區及急需處理者，進行整體治理規劃及細部設計（含地籍圖套繪及提供土地所有權相關資料，提出之工程預算書需完全配合機關審查預算書機制及其編製規定辦理），細部設計之工程經費以不小於貳仟萬元為原則（工程件數由機關決定）。

(三)災害嚴重區經測量及分析後，於期中報告提出細部設計原則、構造物配置及斷面圖。

(四)於期末報告前完成工程預算書，並經機關審查同意後辦理之。

七、整體治理計畫及規劃效益評估

(一)實施計畫：針對治理對策中研提之工程內容，編列分年分期計畫。

(二)經費需求：說明各年度所需治理經費及其預期成果。

(三)說明治理計畫執行可獲得之直接及間接效益，並評估治理效益。

八、報告及工程預算書編製等有關項目編印

九、審查費用及會議有關事宜：包含本規劃地方說明會、期初、期中及期末審查會議有關事宜。

1.4 整體工作流程

本計畫整體工作流程如圖 1-3 所示。

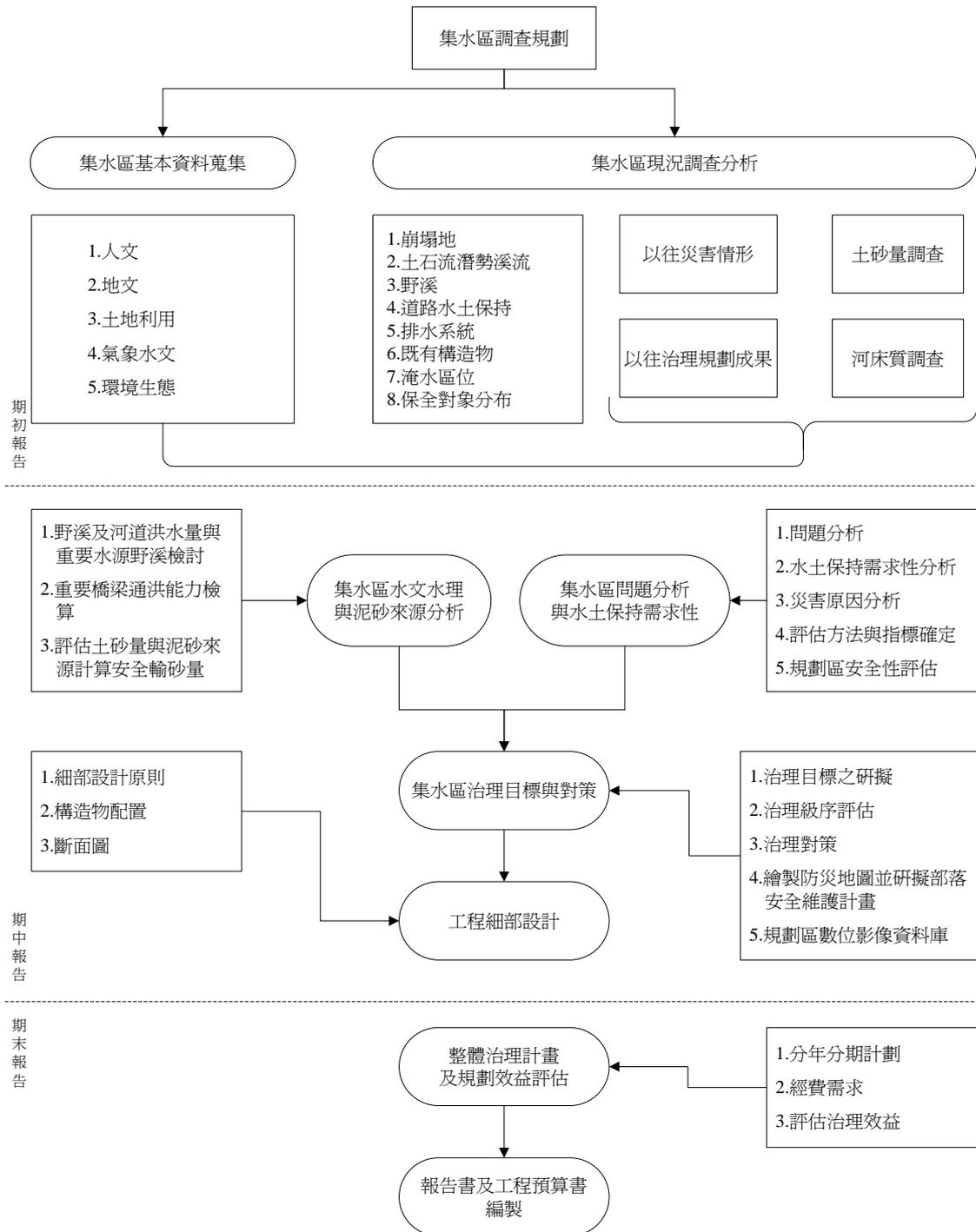


圖1-3 整體工作流程圖

第貳章 基本資料蒐集

2.1 集水區人文

2.1.1 行政區域

計畫集水區共包含 4 個村里，大部分座落於嘉義縣竹崎鄉光華村及中和村內，亦有一部分位於竹崎鄉仁壽村與番路鄉公田村，行政區位置如圖 2-1 所示。本地之地名由來乃是早年本地茄苳樹叢生，故稱『茄苳仔』。

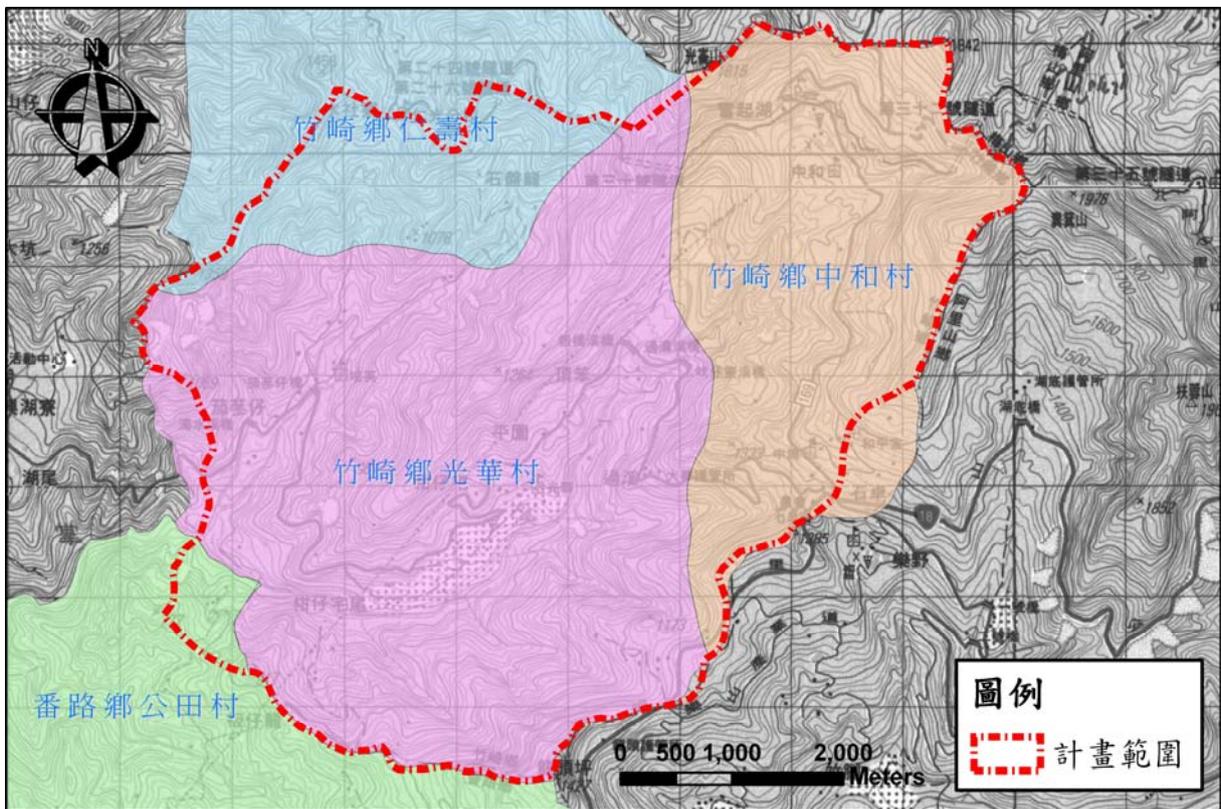


圖2-1 行政區域村里界圖

2.1.2 人口

計畫集水區人口分布狀態主要由頂笨仔、柑仔宅、茄苳仔、石卓、奮起湖及永和聚落所組成，茲列舉各村人口統計資料如表 2-1 所示。

表2-1 各村里人口數量表

鄉鎮別	村里別	戶數(戶)	男(人)	女(人)	合計(人)
竹崎鄉	中和村	359	579	457	1,036
	光華村	284	539	387	926
	仁壽村	123	184	119	303
番路鄉	公田村	501	674	530	1,204
合計		1,267	1,976	1,493	3,469

資料來源：嘉義縣竹崎鄉戶政事務所(97年12月)。

2.1.3 產業經濟

計畫集水區居民倚種高山茶、夏季蔬菜為主，產物以竹筍、甜柿、檳榔為副業。近年來推廣有機夏季蔬菜如青椒、蕃茄、敏豆、花瓜、胡瓜、高麗菜、薑等產品，增加村民收益。另奮起湖早期以產佛手瓜、龍鬚菜和台灣杉聞名，今被觀光事業取代。

2.1.4 交通

計畫集水區主要位於竹崎鄉內，區內交通主要以縣道159甲（大華產業道路）貫穿整個集水區，另於石卓連接省道台18線（阿里山公路），東側有縣道169（阿里山公路中和支線）由石卓連接至奮起湖，其餘則為農路串連兩條主幹線及各個零星聚落，計畫集水區主要交通分布如圖2-2所示。

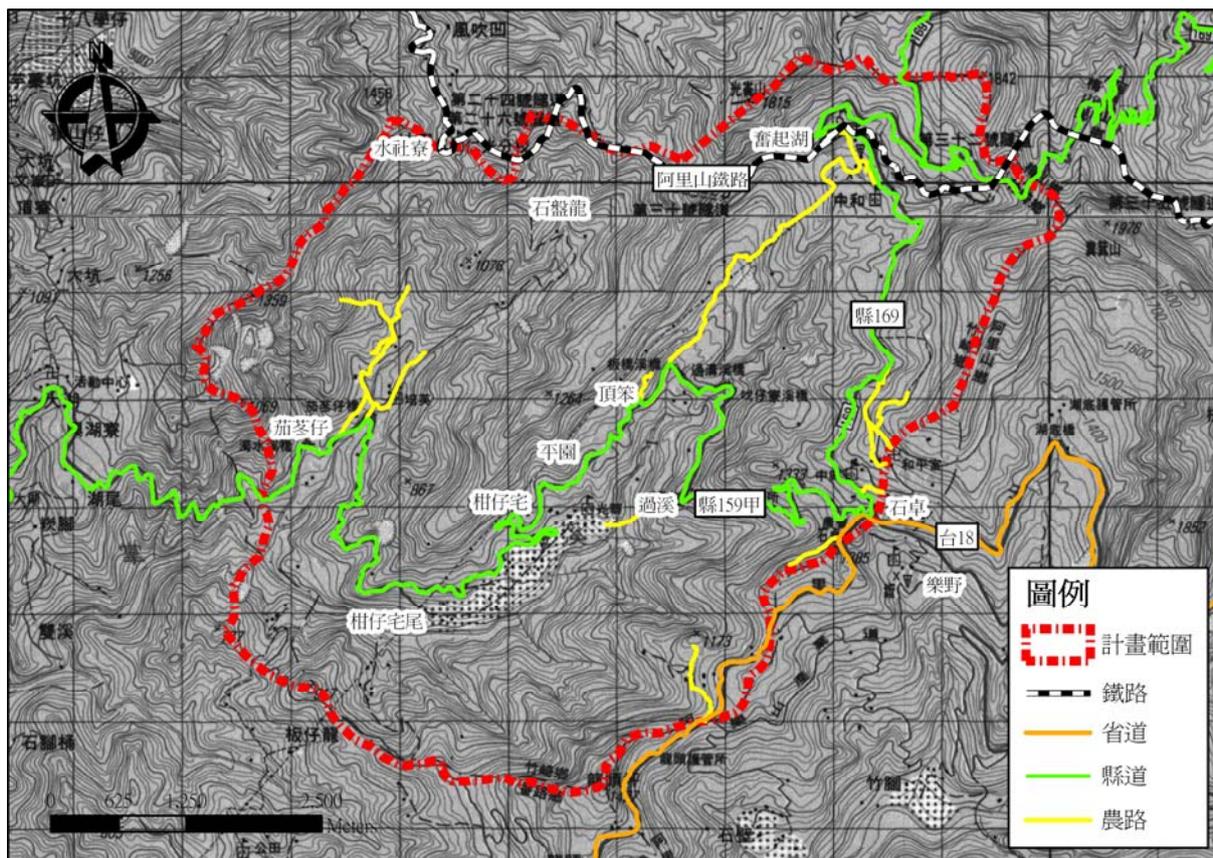
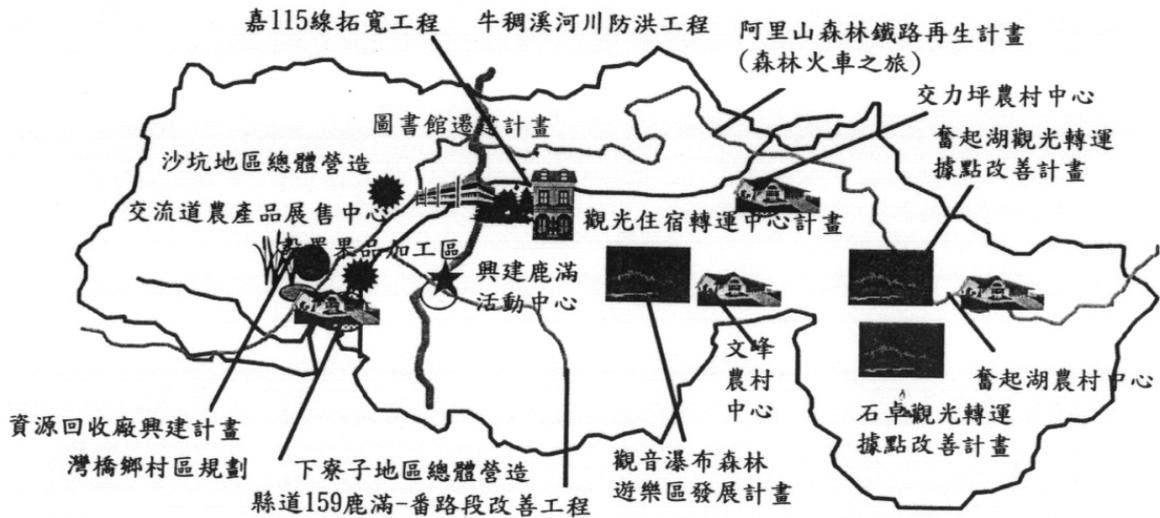


圖2-2 計畫集水區交通路線圖

2.1.5 相關建設計畫

1. 嘉義縣綜合發展計畫（民國 86 年 7 月）

計畫集水區在生活圈之劃分屬嘉義次生活圈；在都市體系層級上則屬於農村集居中心。因鄰近大嘉義都會地區，未來發展觀光及農業之潛力十足。依計畫集水區在嘉義縣的定位模式，發展構想為重塑高山森林鐵路轉運中心，帶動周遭觀光點之發展及成為嘉義縣山區的農產集散中心。在產業發展方面，擬運用其既有農業生產優勢，再發展大型果品加工區，並配合觀光及交通路線，於交流道及風景點設置農產品展售中心，發展構想如圖 2-3 所示。



資料來源：內政部營建署嘉義縣綜合發展計畫。

圖2-3竹崎鄉發展構想示意圖

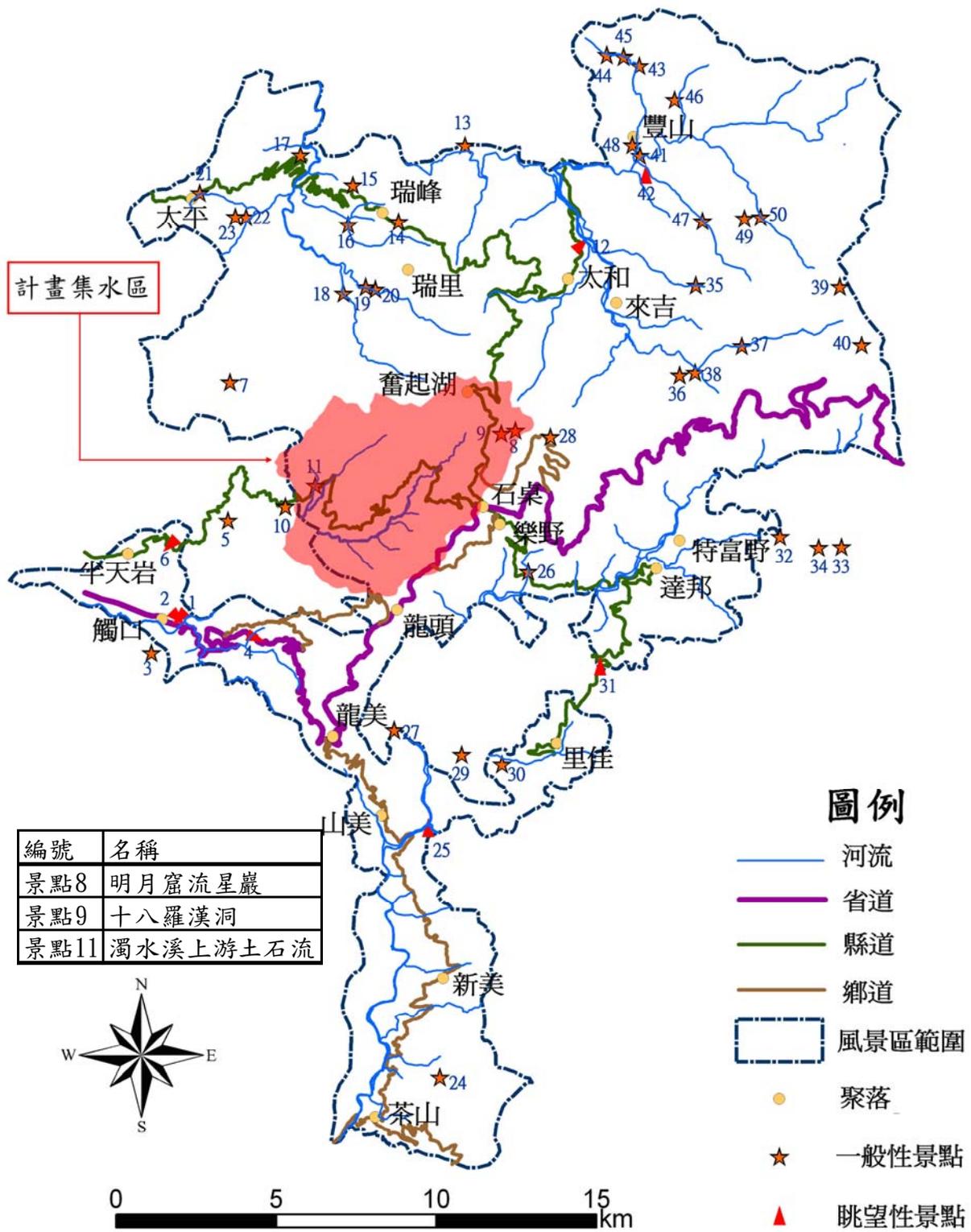
2. 大阿里山地區觀光整體規劃（民國 85 年）

規劃之目的為建立完整的觀光旅遊系統、發揮整體特有之自然景觀資源、提供多樣化高品質觀光旅遊活動、健全觀光事業推行實施體系及均衡發展地方經濟建設等促進觀光發展之方向。其內容包括：

- (1) 成立專責開發管理經營機構，培育觀光專門人才。
- (2) 建立全區交通連繫網線分期加以改善或闢建，以提昇國民休閒遊憩交通之便捷與服務品質和觀光遊憩供需。

3. 阿里山國家風景區地景資源調查（民國 93 年）

為落實使台灣成為永續發展的「綠色矽島」之政策，行政院已於 90 年 6 月 7 日核定將「阿里山風景特定區」提升為「國家級」風景特定區，同年 7 月 13 日同意交通部成立阿里山國家風景區管理處。並核定交通部觀光局研擬「阿里山風景特定區 2001 至 2004 年建設計畫」，期以「生態觀光」、「精緻旅遊」、「鄒族文化」及「產業觀光」四大主軸，建構阿里山風景特定區以主題遊程為導向的多元優質旅遊風景區，其中本計畫集水區與阿里山國家風景區相關位置如圖 2-4 所示。



資料來源：交通部觀光局阿管處阿里山國家風景區地景資源調查手冊。

圖2-4阿里山國家風景區景點分布圖

2.2 集水區地文

2.2.1 地理位置

計畫集水區主要座落於竹崎鄉境內，東接阿里山鄉，北毗梅山鄉，西臨民雄鄉，南連番路鄉。計畫集水區極東、極西、極南、與極北四個極點的位置，如表 2-2 所示。

表2-2計畫集水區各方位極點位置表

	位置	標高(公尺)	經緯度
極東地點	竹崎鄉與阿里山鄉交界地 畚箕山山脈嶺線上	1,871	東經 23°30' 00" 北緯 120°42' 29"
極西地點	竹崎鄉大湖尖山山脈	1,313	東經 23°29' 21" 北緯 120°37' 46"
極南地點	竹崎鄉與番路鄉交界地 龍頭坪山脈	1,427	東經 23°27' 6" 北緯 120°39' 48"
極北地點	竹崎鄉光崙山(奮起湖山)山脈	1,815	東經 23°30' 49" 北緯 120°41' 2"

2.2.2 地形地勢

一、高程分析

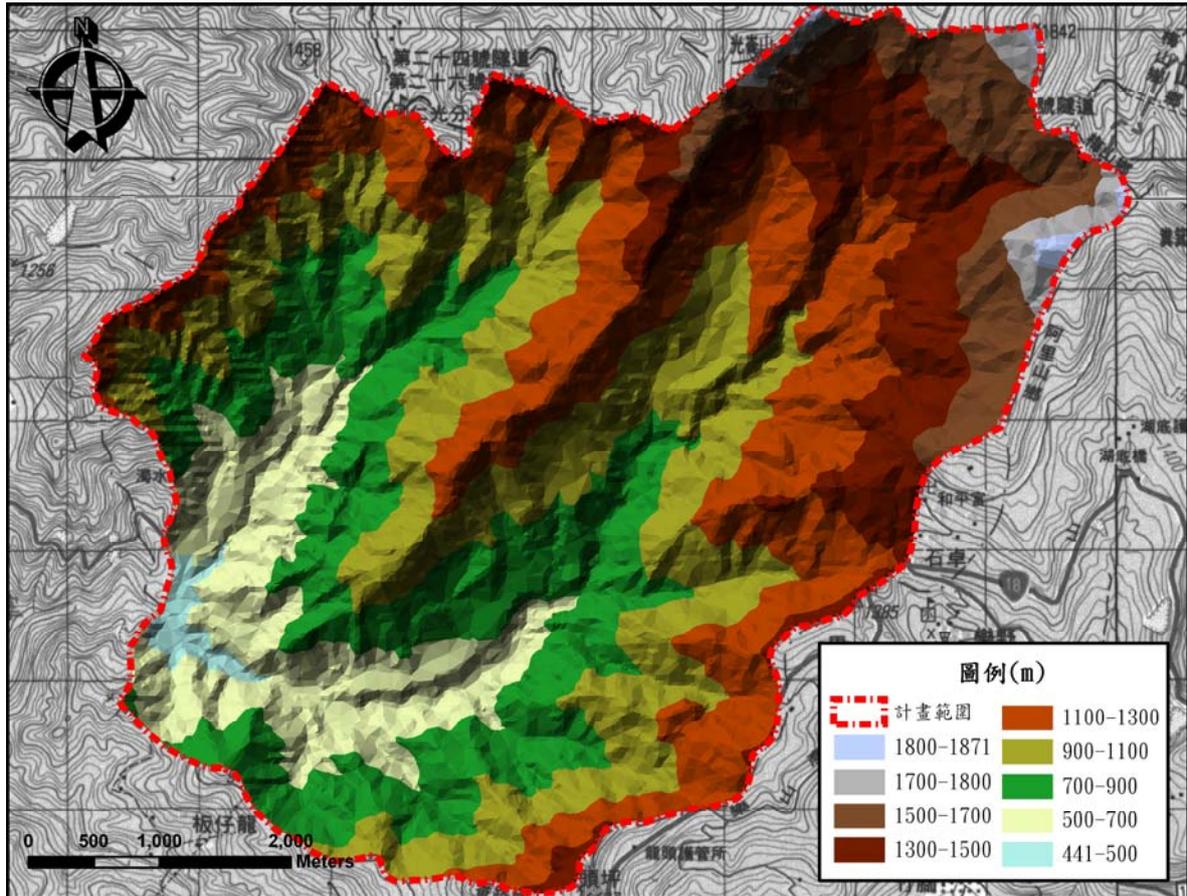
計畫集水區高程分析結果顯示，最低點為茄苳仔及石卓兩集水區匯入八掌溪處，其高程為 441 公尺，最高點為奮起湖東側奮起湖山嶺線，其高程為 1,871 公尺，集水區高程如圖 2-5 所示由西南往東北遞昇，高程落差約 1,430 公尺，集水區平均標高由表 2-3 所得約 1,059 公尺。

表2-3計畫集水區高程分析表

高程(m)	平均標高(m)	面積(ha)	累積面積(ha)	累積面積百分比(%)	平均標高 x 面積
441-500	470.5	33.81	33.81	1.0	15,907.605
500-700	600	393.65	427.46	12.5	236,190
700-900	800	705.65	1,133.11	33.0	564,520
900-1100	1,000	795.73	1,928.84	56.2	795,730

1100-1300	1,200	784.05	2,712.89	79.0	940,860
1300-1500	1,400	406.29	3,119.18	90.9	568,806
1500-1700	1,600	246.29	3,365.47	98.0	394,064
1700-1800	1,750	55.25	3,420.72	99.6	96,687.5
1800-1871	1,835.5	12.37	3,433.11	100	22,705.135
合計		3,433.11			3,635,470.24

集水區平均標高(m)=(平均標高 x 面積)/總面積= 1,058.9



資料來源：農林航測所 40x40(m)數值地形模型，本計畫整理。

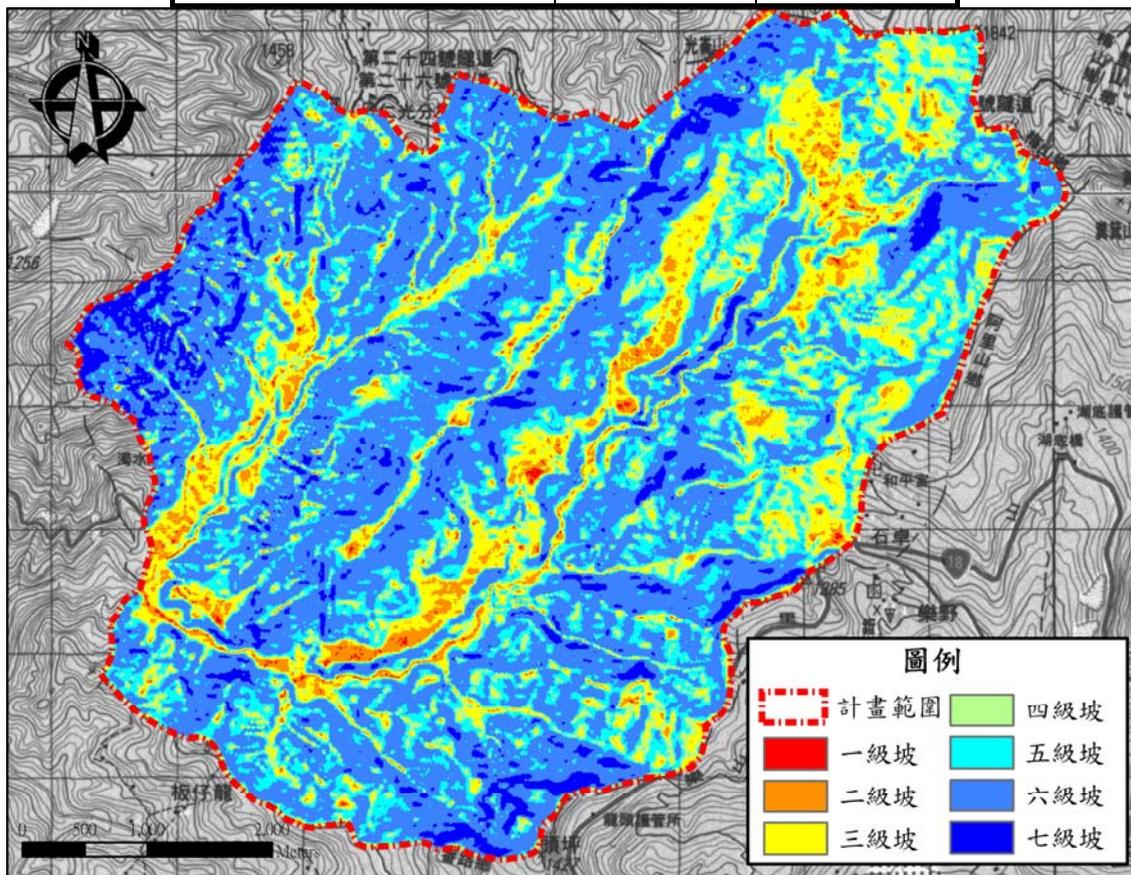
圖2-5計畫集水區高程分析圖

二、坡度分析

藉由計畫集水區坡度分布情形得知，計畫集水區主要坡度分布在六級坡範圍，佔總計畫集水區面積之 45.8%，超過五級坡之陡峭區塊估計計畫集水區面積之 72.4%，主要位於計畫集水區內林班地範圍。各級坡度分析成果見表 2-4 所示，坡度分布情形見圖 2-6 所示。

表2-4計畫集水區坡度分析表

坡度級別(坡度範圍)	面積(ha)	百分比(%)
一級坡($S \leq 5\%$)	10.73	0.3
二級坡($5\% < S \leq 15\%$)	131.96	3.8
三級坡($15\% < S \leq 30\%$)	421.53	12.3
四級坡($30\% < S \leq 40\%$)	386.18	11.2
五級坡($40\% < S \leq 55\%$)	719.16	20.9
六級坡($55\% < S \leq 100\%$)	1,568.85	45.8
七級坡($S > 100\%$)	194.70	5.7
合計	3,433.11	100



資料來源：農林航測所 40x40(m)數值地形模型，本計畫整理。

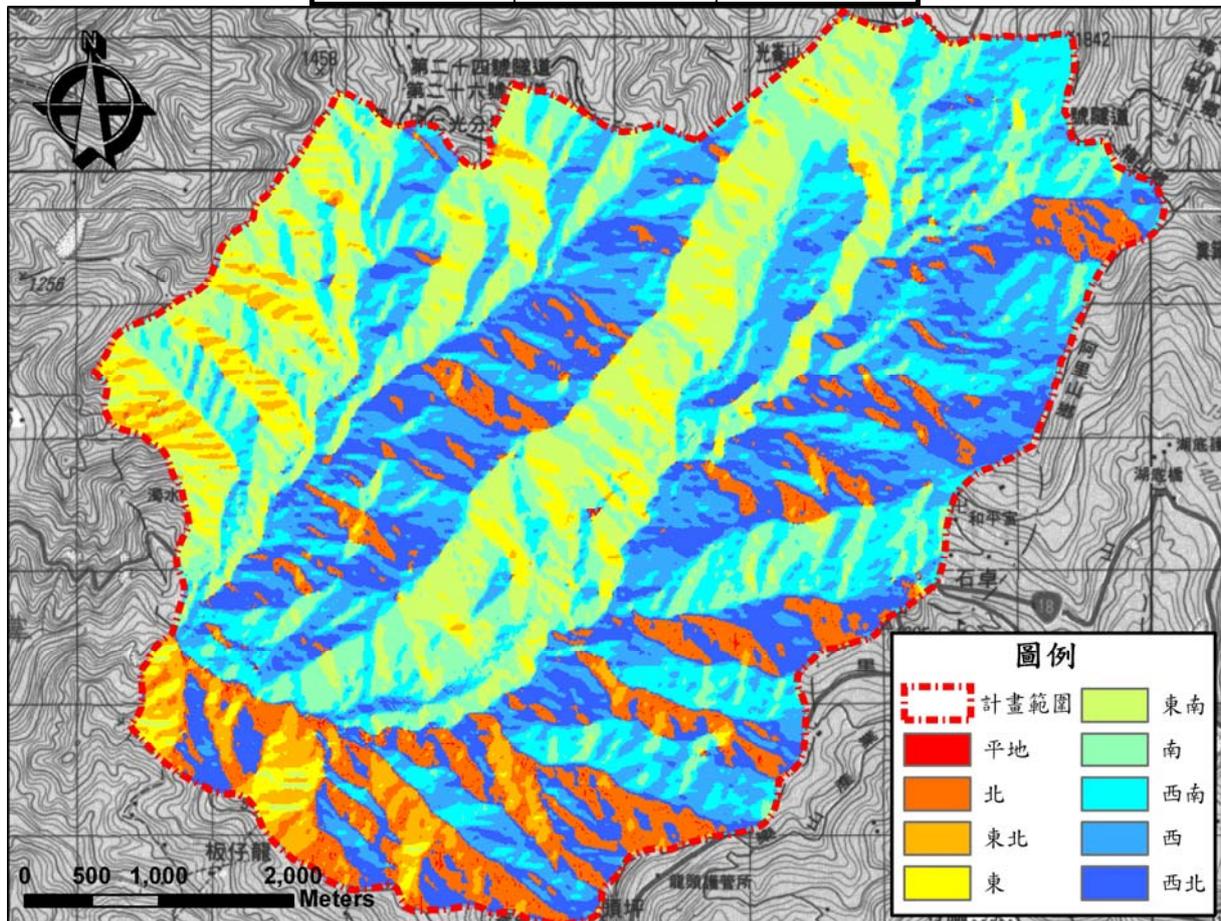
圖2-6計畫集水區坡度分析圖

三、坡向分析

茄荖仔集水區因溪流呈東北向西南流向，而石卓集水區因溪流上游呈東北向西南流向，至柑仔宅附近轉為東向西流向，因此集水區邊坡坡向以南、西、西南、西北向有較多分布；佔總計劃集水區面積之 81.6%。各級坡向分析成果如表 2-5 所示，坡向分布情形如圖 2-7 所示。

表2-5計畫集水區坡向分析表

坡向	面積(ha)	百分比(%)
平地	2.29	0.1
北	316.05	9.2
東北	113.97	3.3
東	197.17	5.7
東南	524.69	15.3
南	493.17	14.4
西南	574.13	16.7
西	640.21	18.6
西北	571.41	16.6
合計	3,433.11	100

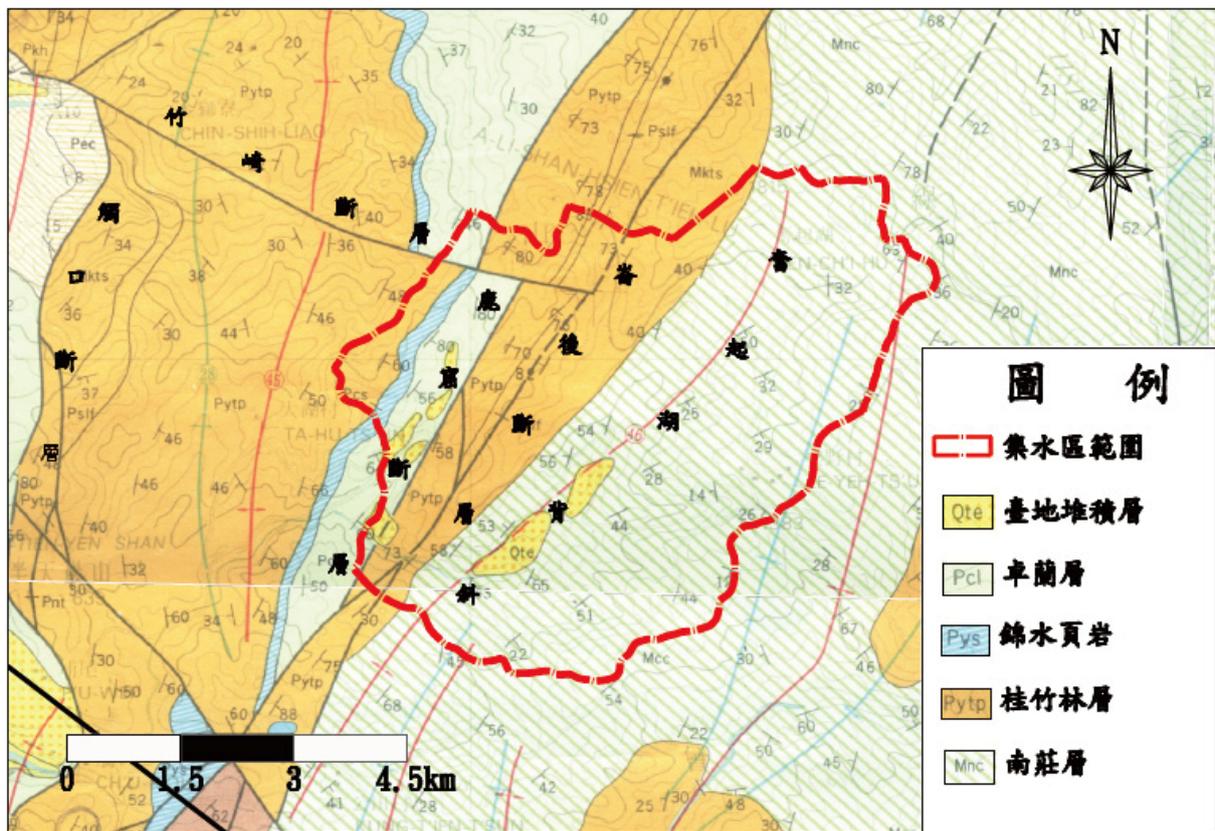


資料來源：農林航測所 40x40(m)數值地形模型，本計畫整理。

圖2-7計畫集水區坡向分析圖

2.2.3 地質

依據中央地質調查所於計畫範圍所進行之「易淹水地區上游集水區地質調查與資料庫建置(第1階段96年):集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫:土場、環山、萬大、丹大、阿里山五萬分之一圖幅說明書(97年)」調查結果,計畫集水區位於西部山麓地質區,地層主要以第三紀中新世晚期至第四紀更新世之沉積岩為主,地質分布如圖2-8及表2-6所示。



資料來源：中油臺灣油礦探勘總處。

圖2-8 區域地質圖

表2-6計畫集水區出露地層一覽表

時代	地層	岩性特徵	面積(ha)	百分比(%)
更新世	臺地堆積	主要由礫石、砂及泥土組成，上覆1~3公尺不等之紅土。礫石主要為砂岩及石英質砂岩，礫徑多在15公分以下，呈次圓形。厚度約20公尺。	113	3.29
上新世	卓蘭層	由淡青灰色或淡灰色細粒混濁砂岩、粉砂岩、泥岩和頁岩的互層所組成。厚度約2,000公尺。	213	6.20
	錦水頁岩	以深灰色頁岩為主，常夾有暗灰色凸鏡狀砂岩層以及粉砂岩和泥岩之薄層。厚度約150公尺。	49	1.43
	桂竹林層	由灰黑色頁岩和砂質頁岩組成，局部夾有泥質砂岩，地面和地下剖面厚度約500公尺。	961	27.99
中新世	南莊層	主要為厚層砂岩、砂岩及頁岩的薄互層，以及深灰色頁岩。砂岩單層厚度數公分至數十公分，間夾3~4公尺厚之塊狀厚層，質地堅緻、細粒，灰白至淡灰色，局部含長石或石灰質。厚度在1,200公尺以上。	2,097	61.08

資料來源：中央地質調查所。

一、地層

(一)南莊層

南莊層為中新世中晚期的地層，本層出露於觸口斷層東側，厚度約1200公尺，岩性上以縞狀層理發達之砂頁岩薄互層為主，以煤層堆積、粗粒碎屑岩與海相化石稀少為主要的特色，含煤的南莊層的南界位於阿里山，其南部含煤層被海相地層所取代。本層含有些炭質物及白雲母片，偶見砂棒及波痕，沉積環境為穩定之海相濱海至淺海陸棚沉積。

(二)桂竹林層

桂竹林層為中新世晚期至上新世早期之地層，本層以淺海相的砂、頁岩為其代表，整合上覆於南莊層之上，本區域厚度約為500公尺，而大尖山斷層以東大部分出露的都是桂竹林層。桂竹林層在本區可分為三個岩段，最老的下段為關刀山砂岩，中段為十六份頁岩，上段為大窩頁岩。本層內砂岩、頁岩所成薄互層或薄葉互層很多，砂岩中也有一些炭粒。

桂竹林層可對比至嘉義關子嶺地區的中崙層與烏嘴層。中崙

層覆於南莊層之上，主要為灰黑色頁岩和砂質頁岩，局部夾有泥質砂岩，一般層理均不明顯，其頁岩風化之後多呈洋蔥狀構造。烏嘴層覆於中崙層之上，由灰色砂岩和泥質砂岩組成，夾少量頁岩和砂質頁岩，在下段砂岩頂部可見化石密集帶。

(三) 錦水頁岩

錦水頁岩屬上新世的地層，上覆於桂竹林層之上，厚度約 150 公尺，具有貝類化石碎片，海膽等化石，為淺海或較略深環境中沉積而成。本層以暗灰色塊狀頁岩為主，通常含有暗灰色凸鏡狀砂岩層以及粉砂岩和泥岩之薄層，薄層砂岩層中可看到平行紋理、波狀紋理或低角度之交錯紋理。頁岩質較脆弱，具有球狀或洋蔥狀剝離構造。

(四) 卓蘭層

卓蘭層屬於上新世晚期至更新世早期的地層；整合於錦水頁岩上，厚度約 2000 公尺，為淺水環境之沉積，具交錯層及波痕等沉積構造。出露於草嶺背斜軸部一帶及鹿窟斷層西側。本層以細粒粉砂質層狀砂岩為主，淺灰至灰色，風化後常呈黃棕色。而卓蘭層上部夾有凸鏡體或薄層礫岩，向上礫岩增加，漸漸成為頭嵛山層。

(五) 臺地堆積層

臺地堆積層大多數由未經膠結的礫石及夾在其中的平緩的砂質或粉砂質凸鏡體組成，厚度約 20 公尺，一般層理和淘選度都很差。礫石直徑的大小可以從幾公厘一直到二公尺以上，小於二公厘的顆粒則為礦物和少量的岩石碎屑。礫石有各種不同岩石，種類隨著來源和地區的不同而異，通常以岩屑質砂岩和石英砂岩比較多。礫石通常和各種不同比例的砂-粉砂-粘土混雜在一起，有些地方臺地堆積層的主要成份是細粒碎屑（砂-粉砂-粘土）夾著少許礫石。粘土和粉砂所成的填充物是臺地堆積層的主要色劑，

礫石層一般都呈土黃色，由於局部受到褐鐵礦的浸染，也常變為褐黃色。在紅土臺地堆積層內紅色的粘土填充物總是發育在礫石層的頂部，向上漸變為紅土，所以礫石層的上部呈現紅色。

二、地質構造

(一)竹崎斷層（或稱水社寮斷層）

先前研究推測竹崎斷層為一南側地塊上升。而斷面向南之高角度橫移逆斷層，將大湖構造截開為南北兩段。但竹崎斷層露頭欠佳，甚難追蹤，大約通過於計畫集水區西北側。

(二)鹿窟斷層

鹿窟斷層為一高角度的逆斷層，其斷距達 2,000 公尺，斷層以東地區因斷層影響岩層近乎垂直，斷層北延為社後坪斷層所截，南延至公田西南為獺頭斷層所截。

(三)崙後斷層

崙後斷層北端至下路子以西為獺頭斷層所截失，南端延伸至北寮，通過計畫集水區域之西側茄苳仔野溪。此為一大逆斷層，斷線之東南為昇側。最大層位落差約達 3,000 公尺，較明顯的露頭一處於往阿里山之台 18 線上，仁愛橋下八掌溪上游河床；露頭寬約 80 公尺，岩性上大致為砂質泥岩，岩層變形甚小，且斷層帶內富含斷層泥。另一處露頭位於台三線上中崙五號橋附近可見崙後斷層所造成的崩塌現象，在崩塌處岩層受到強烈擾動，而岩層傾斜甚陡，在斷層帶內具有明顯的斷層泥，其上可看到有明顯的擦痕。

(四)奮起湖背斜

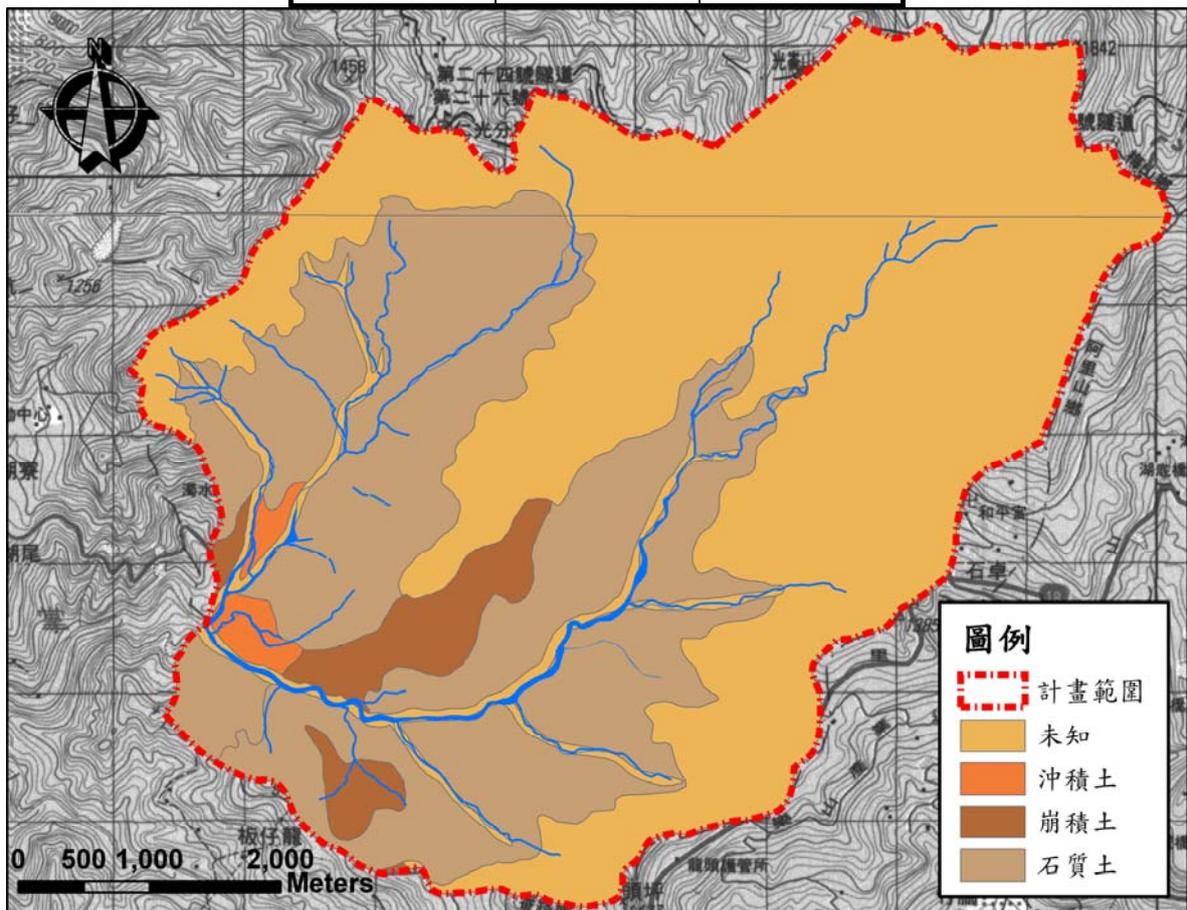
奮起湖背斜位於鹿窟斷層及崙後斷層之東側，背斜軸略平行於驛馬溪。

2.2.4 土壤

依據水土保持局全省山坡地土壤圖(84年)，計畫集水區主要土壤分布與統計如表2-7與圖2-9所示，已調查土壤中，以石質土居多，約1,252.4公頃，佔集水區面積之36.5%，主要分布於溪流中下游區域。其次則為崩積土及沖積土。其性質分別說明如下：

表2-7計畫集水區土壤統計表

種類	面積(ha)	百分比(%)
石質土	1,252.43	36.5
沖積土	37.61	1.1
崩積土	141.19	4.1
未知	2,001.88	58.3
合計	3,433.11	100.0



資料來源：水土保持局全省山坡地土壤圖(84年)，本計畫整理。

圖2-9計畫集水區土壤分布圖

一、石質土

石質土土壤多為滾落石塊，碎屑或細粒組成，或為土壤經風化後，因沖蝕盛行失去表面之絕大部分土壤，存留一部份土壤與風化母岩所組成，為很新的土壤，土壤的性質與原母岩相似，亦無明顯的化育層次，若為崩落堆積物，剖面中混有多量有機質，土壤甚肥沃，排水亦良好，但因崩積坡欠安定，尤其是陡坡地；坡度平緩者可為良好果園。

二、崩積土

凡較陡之地形其土壤乃由發育較久之土壤物質與發育時間較短者混合之，但因不同土壤物質發生土壤位移現象故稱崩積土，其特性為剖面內含有未成土之碎石或岩塊。崩積土因分布於地形較陡處，成土較不穩定，未充分發育，尚保有母質特性，肥力較高，滲透性較佳，且疏鬆，一般而言其通氣、排水性良好，此類土壤分布於本集水區東南側。

三、沖積土

沖積土土壤為河流泥砂沈積而成，剖面內土壤層次發育不明顯，尚具有明顯堆積跡象。依堆積年代及化育程度，可分為老沖積土與新沖積土。新沖積土的性質，受母岩之影響頗大；老沖積土雖呈色為灰黃至黃棕色，但其土壤性質仍近似母質，此類土壤多分布於本集水區兩支流匯流處附近。

2.2.5 斷層分布狀況

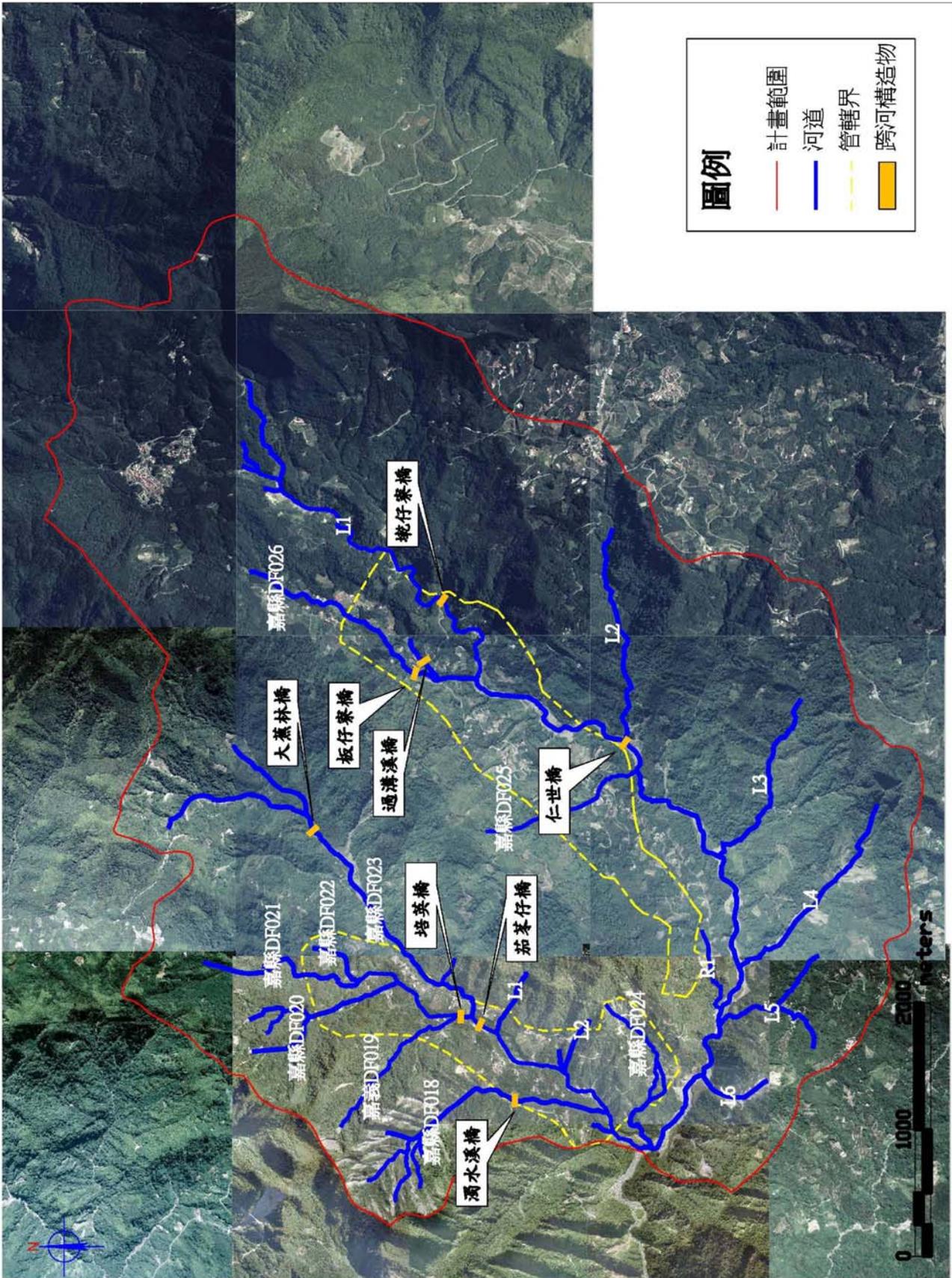
由環境地質圖研判，計畫集水區內涉及之竹崎斷層、鹿窟斷層及崙後斷層均非活動斷層，距離計畫集水區最近之活動斷層為觸口斷層，距計畫集水區西側約 3.3 公里，如圖 2-8 所示。觸口斷層為台灣主要構造線之一，南延至關仔嶺東方匯入崙後斷層，北延通過濁水溪稱為車籠埔斷層，至三義稱為三義斷層。觸口斷層為高角度逆斷層，斷層面傾角各地不一。觸口斷層在牛稠溪以北呈向西突出之形態，牛稠溪以南則呈南北方向延展。

2.2.6 河川分布

本計畫調查範圍涵蓋集水區為茄苳仔(編號：1501002)及石卓(編號：1501001)集水區，水保與水利管轄界點為計畫集水區下游約 7 公里處之觸口橋。計畫集水區內河川基本資料與分布情形如表 2-8 及圖 2-10 所示。

表2-8計畫集水區河川分布情形一覽表

河川	集水區	村里	面積(km ²)	流長(km)	主流平均坡度(%)
茄苳溪	茄苳仔	光華村、仁壽村	10.77	1.97	8.68%
驛馬溪	石卓	光華村、中和村、公田村	23.56	5.62	7.01%



底圖正射影像拍攝日期：97年5月

圖2-10計畫集水區河川水系圖

一、茄苳溪

茄苳溪位於光華村內，溪流流至下游與驛馬溪匯流進入八掌溪內，自八掌溪主流匯流處(計畫起點)上游之集水面積約 10.77 平方公里，主流長約 1.97 公里，主流溪床平均坡度約 8.68%。

上游處有四條土石流潛勢溪流於培英橋匯流，由於上游潛勢溪流的高差較大(坡度均在 20%以上)而呈現沖刷狀態，造成匯流處(培英橋)護岸沖刷損壞如照片點位 1、2。經過茄苳仔橋進入中游段，兩岸邊坡有零星崩塌情形如照片點位 3；另外因溪床坡度減緩，上游沖刷下移之土砂開始淤積，因此水土保持局南投分局與嘉義縣政府有多處溪流穩定工程分布以穩定河床，如照片點位 4。下游段於潛勢溪流嘉縣 DF018 匯流處至驛馬溪匯流處皆有明顯的土石堆積情形，如照片點位 5、6。

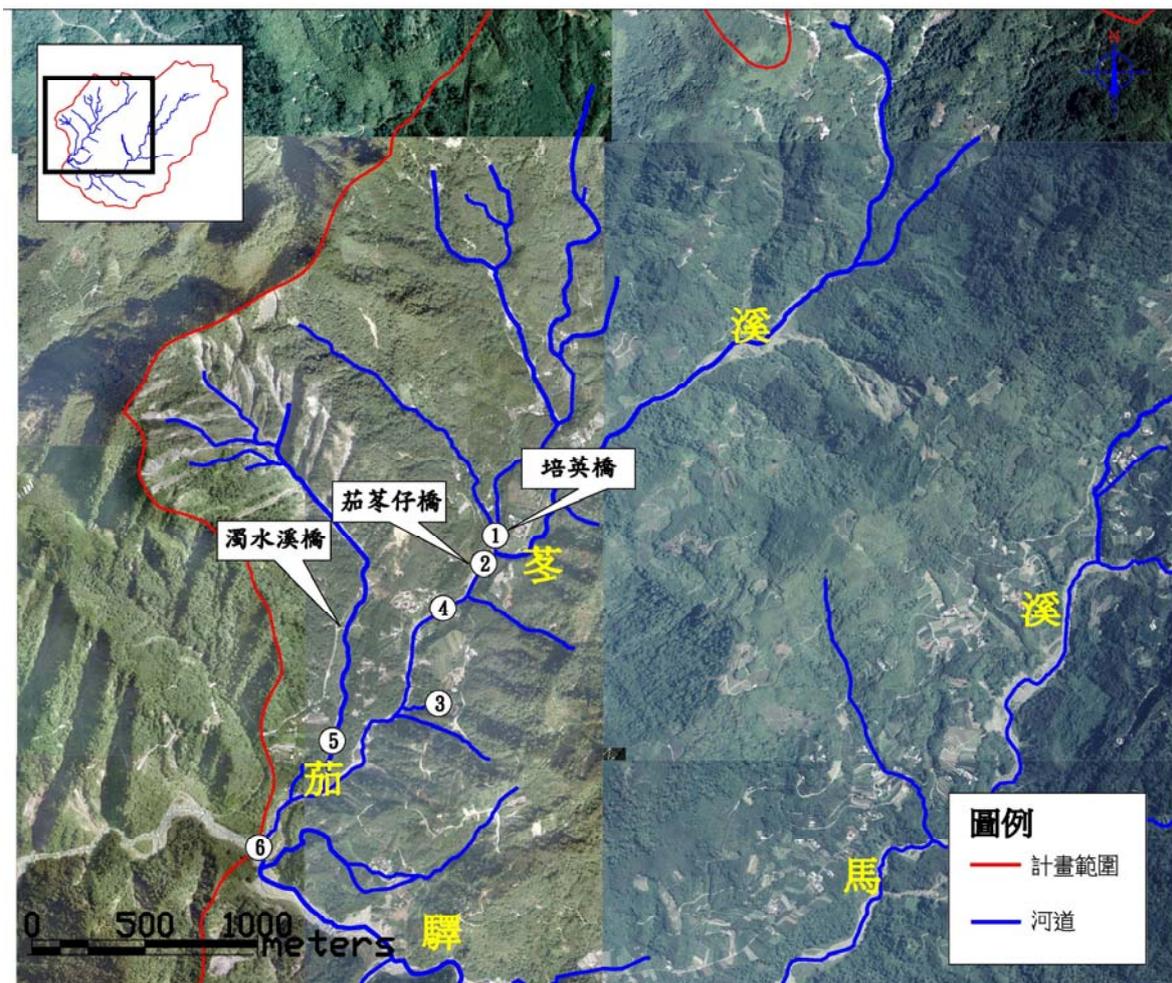


圖2-11 茄苳溪整體現況圖

表2-9 茄苳溪現況說明(一)

	<p>位置：培英橋</p> <p>現況：上游四條土石流潛勢溪流於培英橋匯流，</p> <p>(圖 2-11之點位 1)</p> <p>拍攝日期：980727</p>
	<p>位置：培英橋下游</p> <p>現況：上游溪流土石冲刷下移，匯流處(培英橋)下游護岸冲刷損壞。</p> <p>(圖 2-11之點位 2)</p> <p>拍攝日期：980727</p>
	<p>位置：茄苳溪主流中游</p> <p>現況：溪流兩岸邊坡有零星崩塌，造成 159 甲道路下邊坡損壞影響通行。</p> <p>(圖 2-11之點位 3)</p> <p>拍攝日期：980213</p>

表 2-9 茄苳溪現況說明(二)

	<p>位置：茄苳溪主流中游</p> <p>現況：有多處砌石護岸與河床穩定工程，土砂多淤積於溪流凹岸處。</p> <p>(圖 2-11之點位 4)</p> <p>拍攝日期：980122</p>
	<p>位置：潛勢溪流嘉縣 DF018 下游</p> <p>現況：潛勢溪流嘉縣 DF018 於濁水溪橋下游至茄苳溪匯流處溪床土石明顯堆積。</p> <p>(圖 2-11之點位 5)</p> <p>拍攝日期：980727</p>
	<p>位置：茄苳溪主流下游匯流處</p> <p>現況：與驛馬溪匯流處，計畫集水區集水區出口，溪床坡降平緩，土石明顯堆積。</p> <p>(圖 2-11之點位 6)</p> <p>拍攝日期：980727</p>

二、驛馬溪

驛馬溪發源於光崙山，位於光華村及公田村內，溪流流至下游與茄苳溪匯流進入八掌溪內，自八掌溪主流匯流處(計畫起點)上游之集水面積約 23.56 平方公里，主流長約 5.62 公里，主流溪床平均坡度約 7.01%。

驛馬溪上游有嘉縣 DF026 與野溪 L1 匯流，並於仁世橋上游段凹岸處新增加兩處崩坍面，分別為綠野仙蹤民宿茶園及天仁茶園旁，應為驛馬溪上游沖刷土砂下移堆積於凸岸，並切割凹岸坡腳導致崩塌如照片點位 1、2。經過仁世橋進入中游段，溪床因土石堆積抬高如照片點位 3，推測是由於照片點位 4 之既有防砂壩造成。下游段於野溪 L4 匯流處至茄苳溪匯流處坡降平緩，堆積情形明顯，如照片點位 5、6。

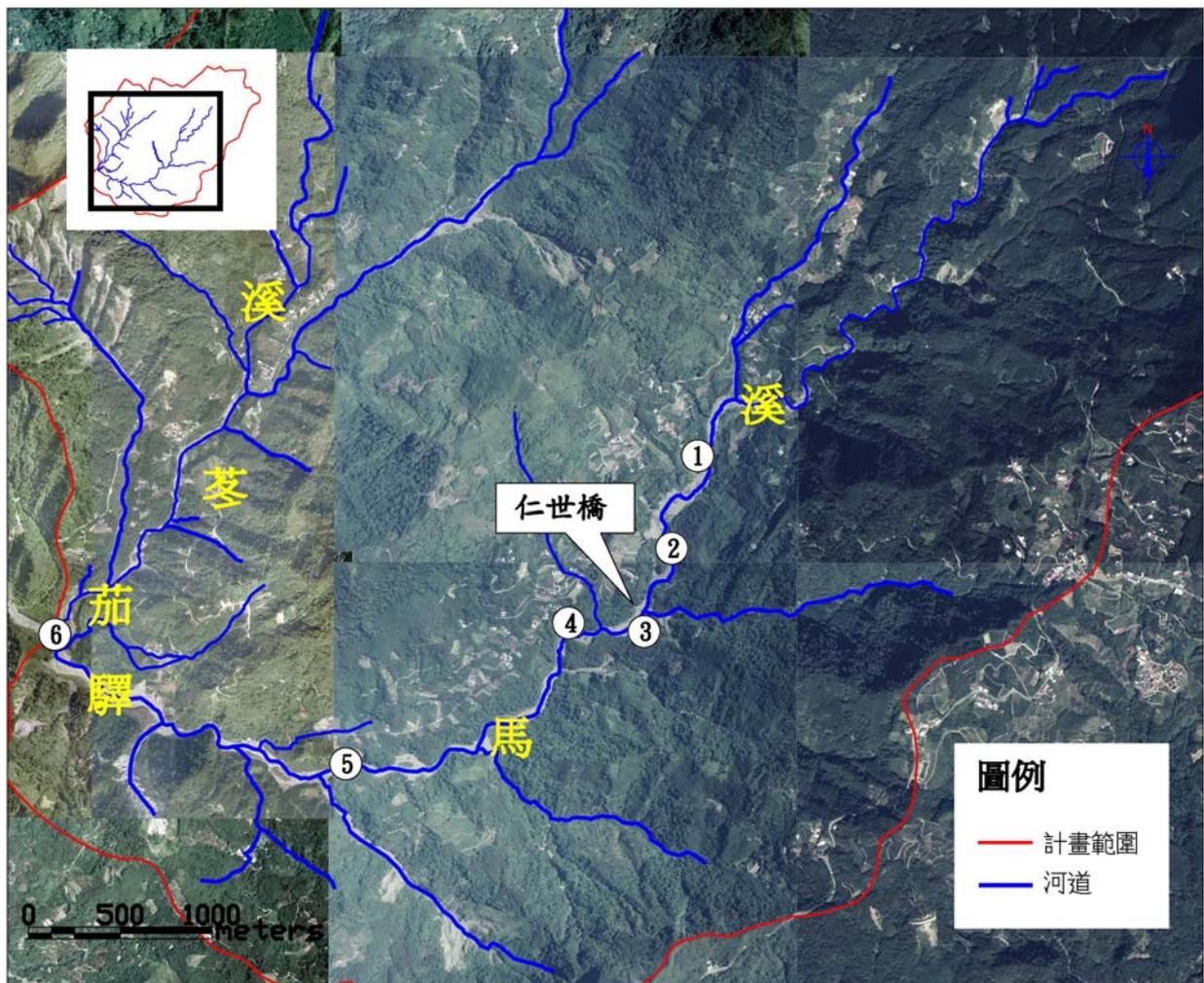


圖2-12驛馬溪整體現況圖

表2-10驛馬溪現況說明(一)

	<p>位置：光華村柑仔宅聚落旁</p> <p>現況：驛馬溪右岸凹岸處在柑仔宅聚落綠野仙蹤民宿後方有新增一崩塌地 970621-11。</p> <p>(圖 2-12之點位 1)</p> <p>拍攝日期：980213</p>
	<p>位置：驛馬溪與野溪 L2 匯流處。</p> <p>現況：驛馬溪左岸凹岸處在天仁茶園後方，即野溪 L2 出口旁有新增一崩塌地 970621-14。</p> <p>(圖 2-12之點位 2)</p> <p>拍攝日期：980727</p>
	<p>位置：仁世橋段</p> <p>現況：土石堆積，溪床抬高造成流心不穩。</p> <p>(圖 2-12之點位 3)</p> <p>拍攝日期：980727</p>

表 2-10 驛馬溪現況說明(二)

	<p>位置：仁世橋下游</p> <p>現況：主流中游段既有防砂壩造成上游溪床抬高，壩體下方因跌水造成淘刷。</p> <p>(圖 2-12之點位 4)</p> <p>拍攝日期：980525</p>
	<p>位置：與野溪 L4 匯流處</p> <p>現況：匯流處坡降減緩，土砂堆積情形明顯。</p> <p>(圖 2-12之點位 5)</p> <p>拍攝日期：980213</p>
	<p>位置：驛馬溪與茄苳溪匯流出口</p> <p>現況：與茄苳溪匯流處，計畫集水區集水區出口，溪床坡降平緩，土砂堆積，兩岸植生茂密多為混淆林。</p> <p>(圖 2-12之點位 6)</p> <p>拍攝日期：980213</p>

2.3 土地利用

2.3.1 土地權屬

計畫集水區土地類別統計列表見表 2-11 所示。其中林班地面積約 2,917.9 公頃，佔計畫集水區總面積之 84.9%，其權屬為行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處經營管理；山坡地保育區面積約 466.3 公頃，佔計畫集水區總面積之 13.5%。土地類別分布情形見圖 2-13 所示。

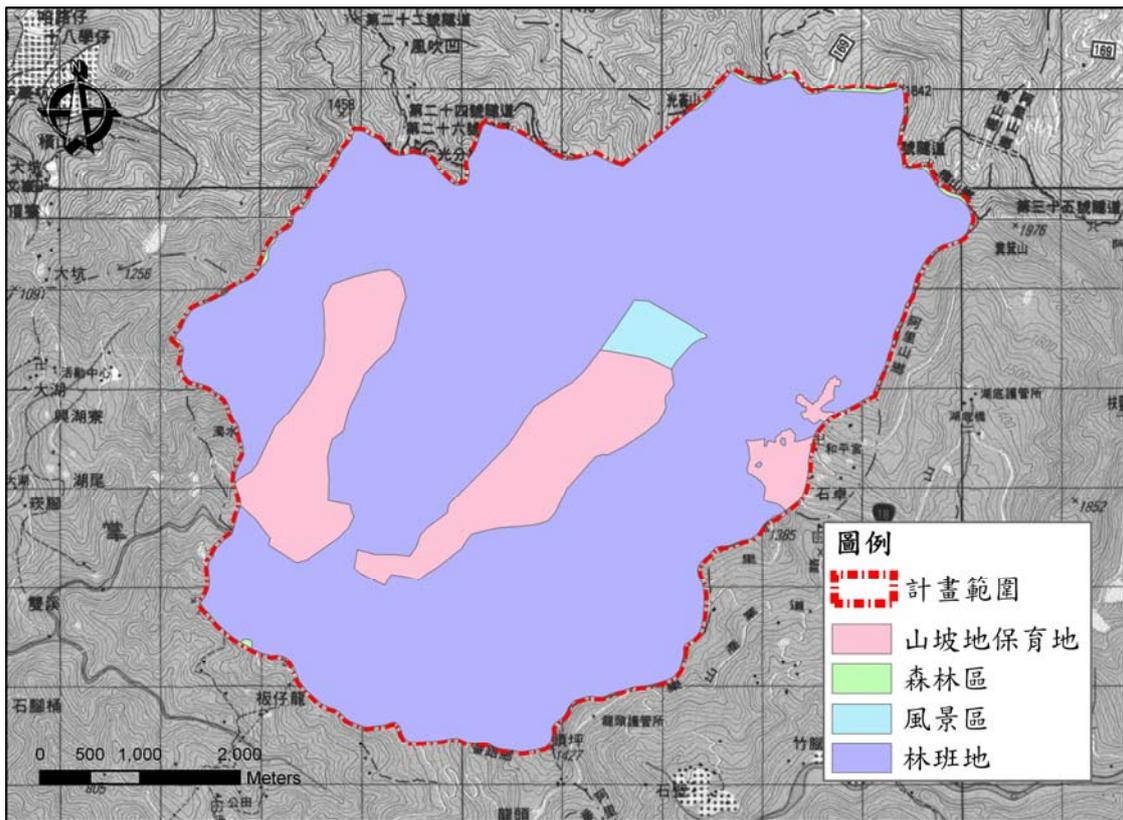
若依土地權屬區分，計畫集水區內包括公有地（國有地與國營事業所有地）及私有地，詳細分布如表 2-12 及圖 2-14 所示。

表2-11計畫集水區土地類別統計表

土地類別	面積(ha)	百分比(%)
山坡地保育區	466.30	13.58
林班地	2,917.90	84.99
風景區	39.54	1.15
森林區	9.36	0.27
合計	3,433.10	100.00

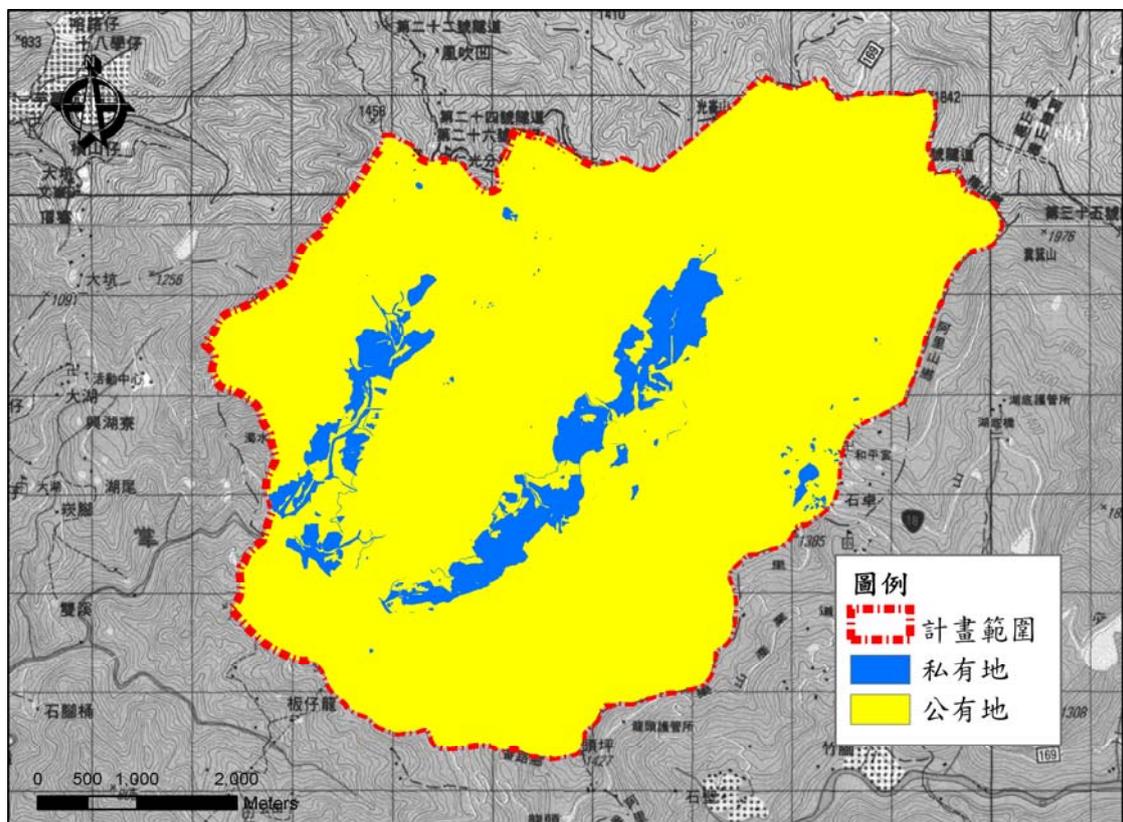
表2-12計畫集水區土地權屬統計表

土地權屬	面積(ha)	百分比(%)
公有地	3,060.22	89.14
私有地	372.88	10.86
合計	3,433.10	100.00



資料來源：營建署區域計畫地理資訊查詢系統非都市土地分區，本計畫整理。

圖2-13計畫集水區土地類別分布圖



資料來源：水土保持局嘉義縣山坡地地籍圖。

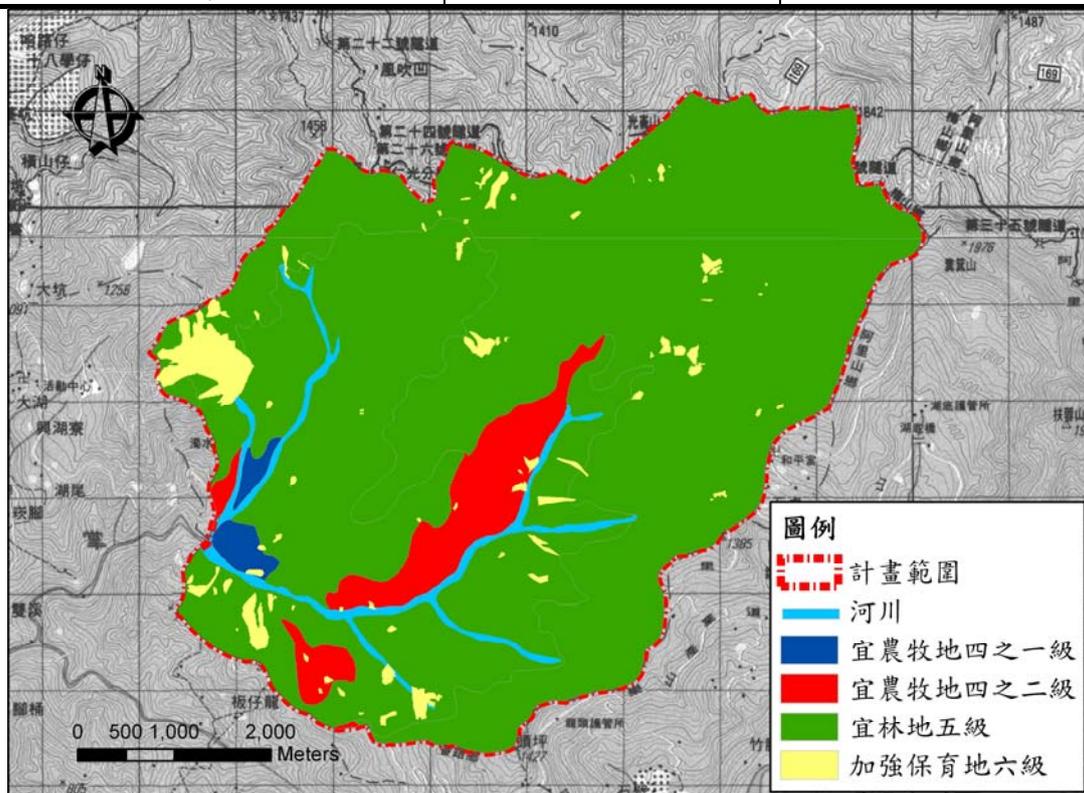
圖2-14計畫集水區土地權屬分布圖

2.3.2 土地可利用限度

根據「水土保持法暨相關法規」之山坡地可利用限度分類標準，山坡地可利用限度分類標準主要考量山坡地之(1)坡度，(2)土壤有效深度，(3)土壤沖蝕程度，(4)母岩性質等四項條件。若符合相關宜農牧、宜林或加強保育之使用者，則符合山坡地土地使用；反之，則稱為超限利用。本計畫依山坡地可利用限度分類標準，依相關調查成果資料進行分類，並依據山坡地土地利用限度之分類成果，進行山坡地之相關利用分析，計畫集水區內可利用限度相關成果如表 2-13及圖 2-15所示。

表2-13計畫集水區山坡地可利用限度分類表

土地利用類別	面積(ha)	百分比(%)
宜農牧地四之一級	37.61	1.10
宜農牧地四之二級	212.29	6.18
宜林地五級	3,112.83	90.67
加強保育地六級	61.85	1.80
河川	8.52	0.25
合計	3,433.10	100



資料來源：本計畫整理

圖2-15計畫集水區山坡地土地可利用限度分布圖

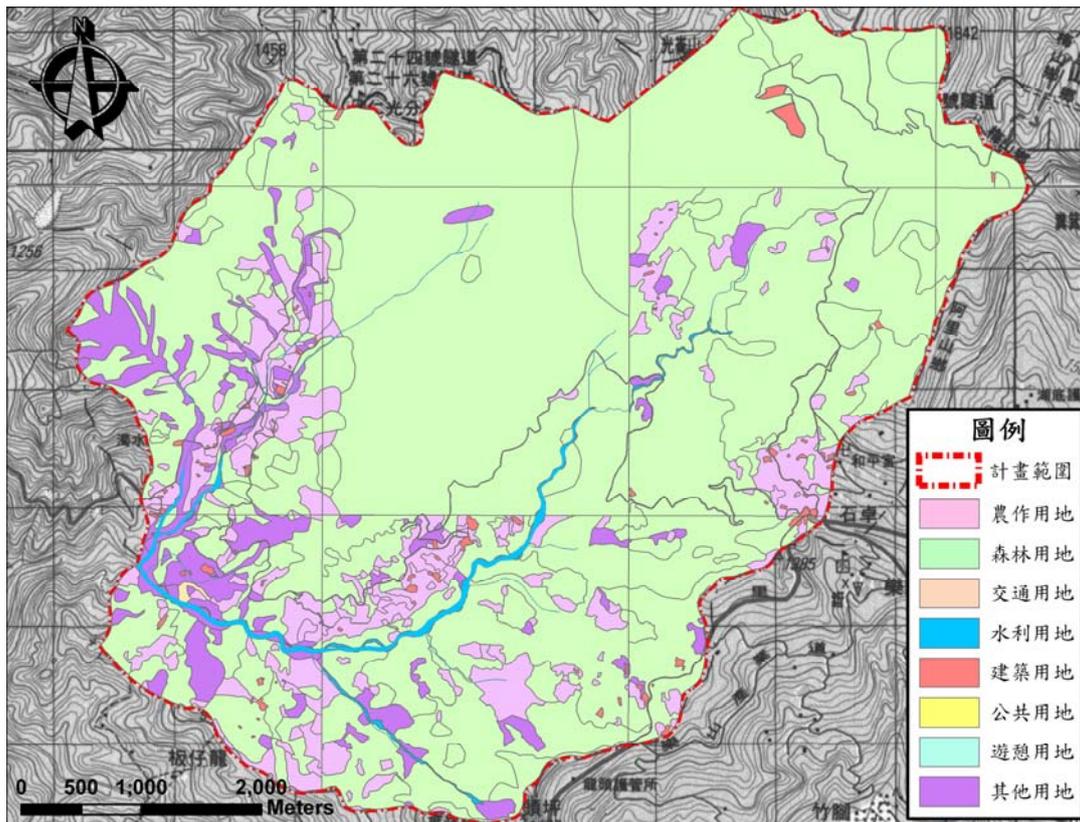
2.3.3 土地利用現況與演變

本計畫蒐集水土保持局全省山坡地土地利用現況資料（88 年）及工業技術研究院國土利用調查資料（95 年），並配合現地勘查結果，將本計畫集水區土地利用現況彙整如下：

計畫集水區之土地利用現況以森林用地為多數，如表 2-14 所示，佔總面積的 67.1%，比較後發現由 81.4% 減少了 14.3%；農作用地佔 22.4%，由 10.5% 增加了 11.9%。因此推論部分的森林用地已被開墾為農作用地，表示計畫集水區主要產業（農業）仍然在持續發展。另外，由於水土保持局全省山坡地土地利用現況資料並無統計公共用地與遊憩用地，因此無此兩項資料可供比較。而土地利用詳細分布情形如圖 2-16 及圖 2-17 所示。

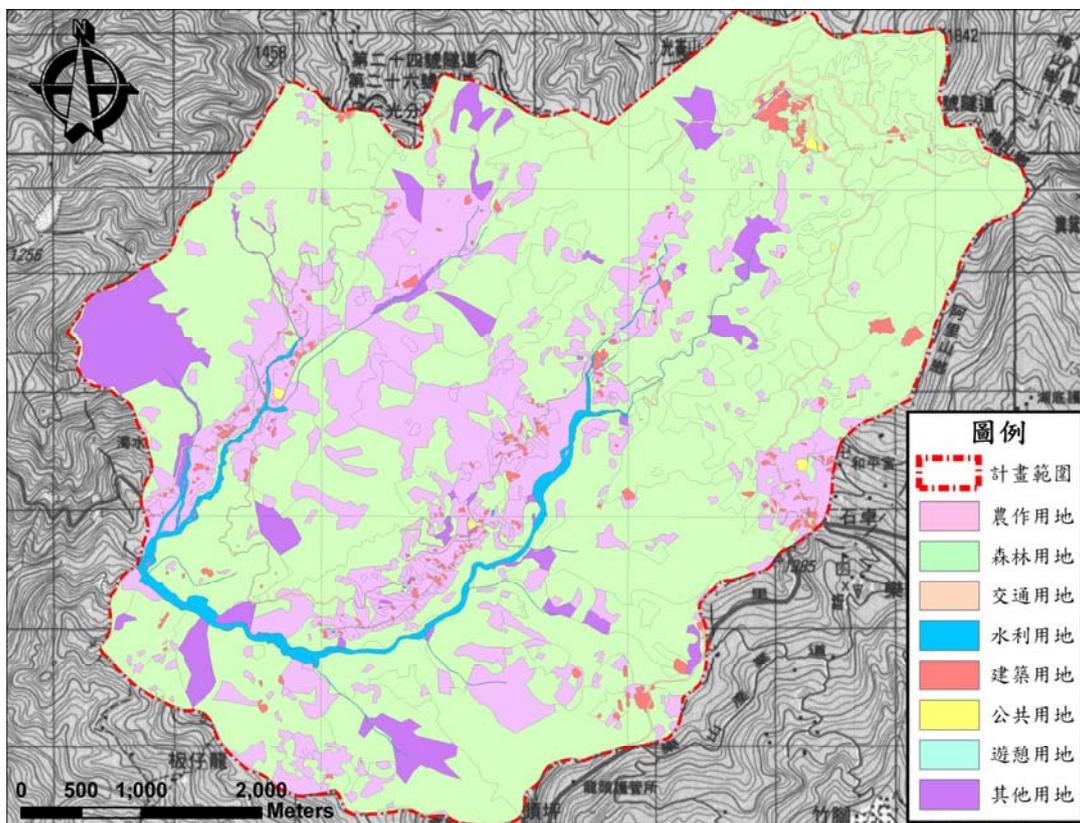
表2-14計畫集水區 88 年到 95 年土地利用現況統計表

土地利用	88 年		95 年		增減百分比(%)
	面積(ha)	百分比(%)	面積(ha)	百分比(%)	
農作用地	361.3	10.5	767.88	22.4	11.9
森林用地	2,792.8	81.4	2,306.48	67.1	-14.3
交通用地	17.2	0.5	33.82	1	0.5
水利用地	17.1	0.4	45.6	1.3	0.9
建築用地	22	0.6	59.77	1.7	1.1
公共用地	-	-	4.34	0.1	-
遊憩用地	-	-	0.46	0.1	-
其他用地	220.2	6.4	214.75	6.3	-0.1
合計	3,433.1	100	3,433.1	100	0



資料來源：水土保持局全省山坡地土地利用現況資料（88年）

圖2-16計畫集水區土地利用現況分布圖(88年)



資料來源：工業技術研究院國土利用調查資料（95年）

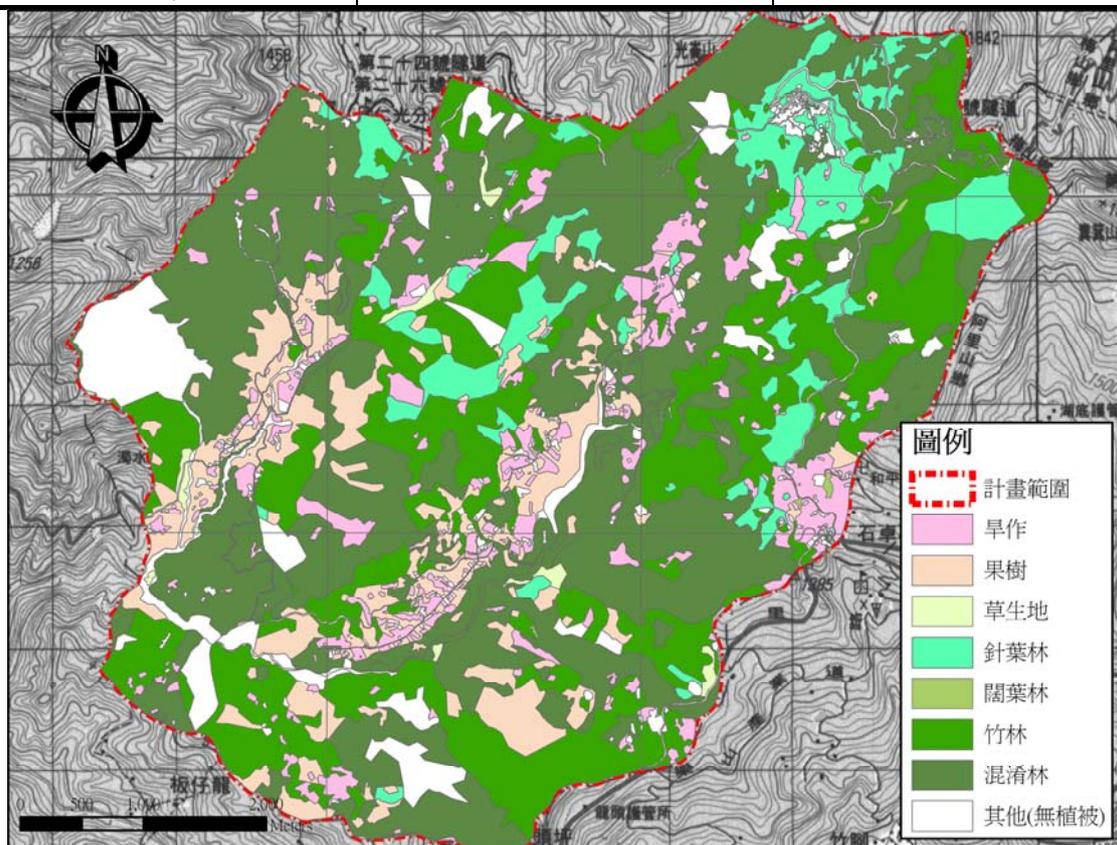
圖2-17計畫集水區土地利用現況分布圖(95年)

2.3.4 植被狀況

依據工業技術研究院國土利用調查資料(95年)，計畫集水區內植被分布狀況如表 2-15 所示，以竹針闊葉混淆林為主，面積約 1,467.17 公頃，佔計畫集水區總面積之 42.30%，主要位於林班地範圍內。山坡地則多已開墾並種植果樹、茶葉及高山蔬菜等，計畫集水區植被分布狀況如表 2-15 所示

表2-15計畫集水區植被分布統計表

植被類別	面積(ha)	百分比(%)
旱作	277.37	8.88
果樹	412.70	13.22
草生地	19.97	0.64
針葉林	271.85	8.71
闊葉林	5.36	0.17
竹林	814.09	26.08
竹針闊葉混淆林	1,467.17	42.30
合計	3,268.51	100



資料來源：工業技術研究院國土利用調查資料(95年)

圖2-18計畫集水區植被分布狀況

2.4 氣象水文

2.4.1 氣象

為瞭解計畫集水區氣象水文特性，茲選取鄰近之中央氣象局阿里山氣象站(站號：46753，海拔高度：2,413 公尺，東經：120°48' 18"，北緯：23°30' 37")之氣壓、氣溫、降水量、相對濕度、蒸發量、風向風速等長期觀測資料作為氣象依據。資料彙整於表 2-16 所示，計畫集水區氣象概況說明如下：

一、溫度及濕度

計畫集水區年平均溫度為 11.4°C，各月份中以 1 月份的平均溫度最低，約為 6.6°C，7 月份最高，為 14.7°C。年平均濕度為 78%，各月份差異不大，最低 71%，最高 83%。

二、日照時數

全年日照約有 1,357 小時，各月份中以 11 及 12 月份日照時數最高，約 141 小時，6 月份最低，僅約 85 小時。

三、風向及風速

全年盛行風向為西風，全年平均風速約 1.3 m/s，全年無明顯變化。最大風速介於 4.9 m/s 至 8.3 m/s 之間，最大風速發生在 8 月份。

四、蒸發量及輻射量

計畫集水區蒸發量約為 474.7mm，各月份大致相同；年輻射量為 4,509.6MJ/m²，各月份中以 3 月 402.7MJ/m² 最高。

五、降水

降水資料採用奮起湖雨量站資料，年平均降雨量約為 3,910.1mm，一年之中各月份的降雨量變化相當大，主要受季風、颱風影響，呈明

顯乾濕季，平均雨量最低之 11 月份降雨量約只有 46.6mm，而最高之 8 月份有 838.9mm。

表2-16中央氣象局阿里山測站氣象資料統計表

月份	平均氣壓 (hpa)	平均氣 溫 (°C)	平均 降水量 (mm)	平均 相對濕度(%)	平均風 速 (m/s)	盛行 風向	蒸發量 (mm)	輻射量 (MJ/m ²)	降水日 數 (天)	日照時 數 (hr)
1	765	6.6	87.8	75	1.4	WSW	35	350.1	8	128
2	765	7.5	144	77	1.6	W	32.9	322.7	10	110
3	765	9.5	161.4	75	1.5	W	44.6	402.7	11	131
4	765	11.7	256.8	76	1.4	W	42.8	376.4	13	110
5	764	13.2	530.9	80	1.3	W	41.1	392.4	20	96
6	763	14.1	711.1	82	1.3	W	35.5	356.7	21	85
7	763	14.7	590.7	82	1.3	WSW	40	384.9	21	107
8	763	14.5	838.9	83	1.2	N	34.8	337.2	23	101
9	764	13.7	344.7	82	1.1	ENE	34.8	338.1	19	90
10	766	12.3	136.1	79	1.0	NE	37	365.3	12	118
11	766	10.8	46.6	73	1.1	NNW	38.7	379.5	7	141
12	766	8.1	61.1	71	1.3	SSE	34	355.5	7	141
年	765	11.4	3,910.1	78	1.3	W	474.7	4,509.6	172	1,357

資料來源：中央氣象局阿里山測站氣候統計(1999~2008)。



2.4.2 水文特性

一、地文參數分析

茄苳仔集水區調查規劃面積約 10.77 公頃，其形狀細長自東北向西南呈窄口長袋狀，最遠點至出流口之直線投影長度約 5.40 公里，最寬處約 2.7 公里。石卓集水區調查規劃範圍約 23.56 公頃，其形狀細長自東北向西南、自柑仔宅附近轉為東向西呈窄口長袋狀，最遠點至出流口之直線投影長度約 8.06 公里，最寬處約 3.2 公里。計畫集水區地文參數分析如表 2-17 所示。

表2-17計畫集水區地文參數分析表

地文參數	代號及單位	分析參數值		說明
		茄苳仔	石卓	
集水區面積	A(km ²)	10.77	23.56	集水區面積
集水區周長	P(km)	14.96	23.91	集水區邊界長度
集水區長度	L(km)	5.40	8.06	集水區最遠點至出口之直線投影長
主流長度	L ₀ (km)	1.97	5.62	集水區內主要河川長度
河川總長度	L _r (km)	15.12	19.79	集水區內全部河川長度
主流及支流之河川總數	N(條)	9	11	集水區內主流及支流之河川總數
平均高程	H(m)	964.50	1102.30	集水區高程平均值
起伏量	R _r (m)	739.70	903.10	集水區之最大高差
主流平均坡度	S(%)	8.68	7.01	主流坡度平均值
起伏比	R	0.14	0.12	集水區之最大高差除以該兩點間之水平距離
集水區寬度	W(km)	5.47	4.19	集水區面積除以河川長度
形狀因子	F	2.78	0.75	集水區寬度除以河川長度
密集度	C	0.77	0.71	同一集水區面積所對應之圓周長除以集水區周長
圓比值	M	0.60	0.51	集水區面積除以與集水區周長等長之圓面積
細長比	E	0.69	0.68	與集水區相等面積之圓直徑除以集水區長度
水系密度	D _s (km/km ²)	0.37	0.32	集水區內全部河川長度除以集水區面積
谷密度	F _s (km/km ²)	1.40	0.84	集水區內主流及支流之河川總長度除以集水區面積

二、降雨量分析

計畫集水區內及鄰近降與觀測站如表 2-18 所示，其中由於計畫集水區內奮起湖雨量站僅 15 年雨量資料，而一般對於計畫地區之雨量站資料最少必須連續蒐集 25 年以上為原則，才能較合理的統計分析各頻率降雨量。故水文分析選用鄰近計畫集水區之雨量站，包括阿里山、小公田(2)、大湖山、樟腦寮(2)及樂野等五處雨量站，具有長期記錄且具數值化紀錄資料，其中阿里山站為中央氣象局所有，其餘四站則為水利署所有。

表 2-18 鄰近集水區雨量站概況表

測站站號	測站名稱	位置(TWD67)		與集水區 距離(km)	高程(m)	紀錄年月	所屬單位	不採用原因
		X	Y					
467530	阿里山	230097	2600825	14.86	2413	1933-2008	中央氣象局	
C1M390	瀨頭	213803	2589492	8.53	1090	1988-2008		年限不足 25年
C1M480	樟腦寮	209103	2603993	8.90	798	1993-2008		年限不足 25年
COM530	奮起湖	218452	2599233	3.22	1385	1993-2008		年限不足 25年
C1M570	大湖	210417	2597130	5.17	722	1993-2008		年限不足 25年
01L360	小公田(2)	212557	2591545	6.97	680	1967-2008	水利署	
01L390	大湖山	210373	2597161	5.21	725	1953-2008		
01L480	樟腦寮(2)	208592	2603575	9.01	545	1960-2008		
H1M240	樂野	221043	2595755	5.88	1850	1976-1996, 1998-2008		
H1M430	龍美	213633	2590031	8.04	1200	1990-1996, 1998-2008		年限不足 25年

資料來源：水利署水文水資源資料管理供應系統、中央氣象局網站。

為推求計畫集水區之代表年平均降雨量，分別採用徐昇氏多邊形法、等雨量線法及反距加權法進行年平均降雨量之求算。

(一)徐昇氏多邊形法

徐昇氏多邊形法為將雨量站控制面積加權，將各雨量站控制範圍列入

考慮。各雨量站之平均降雨量值乘以各站的面積總和，再以總面積除以，即得計畫集水區之平均雨量值。徐昇氏多邊形法的公式可寫成如下：

$$P_{mx} = \frac{\sum_{i=1}^m P_i A_i}{\sum_{i=1}^m A_i}$$

式中， P_{mx} = 為計畫集水區的年平均降雨量；

P_{mi} = 為雨量站 i 的年平均降雨量；

A_i = 為雨量站 i 的控制面積。

鄰近計畫集水區雨量站之徐昇氏多邊形網分布情形如圖 2-19 所示，圖中綠點為中央氣象局所屬測站、紅點為水利署所屬測站，其中奮起湖站資料不足未予以劃分，經依徐昇氏多邊形法劃分各雨量站資料相對於本集水區之面積權重，分別為樂野站 47.4%、大湖山站 44.8% 與小公田(2)站 7.8%，阿里山站及樟腦寮(2) 站權重值為 0。計畫集水區年平均降雨量經計算結果為 3,262.8mm，如表 2-19 所示。

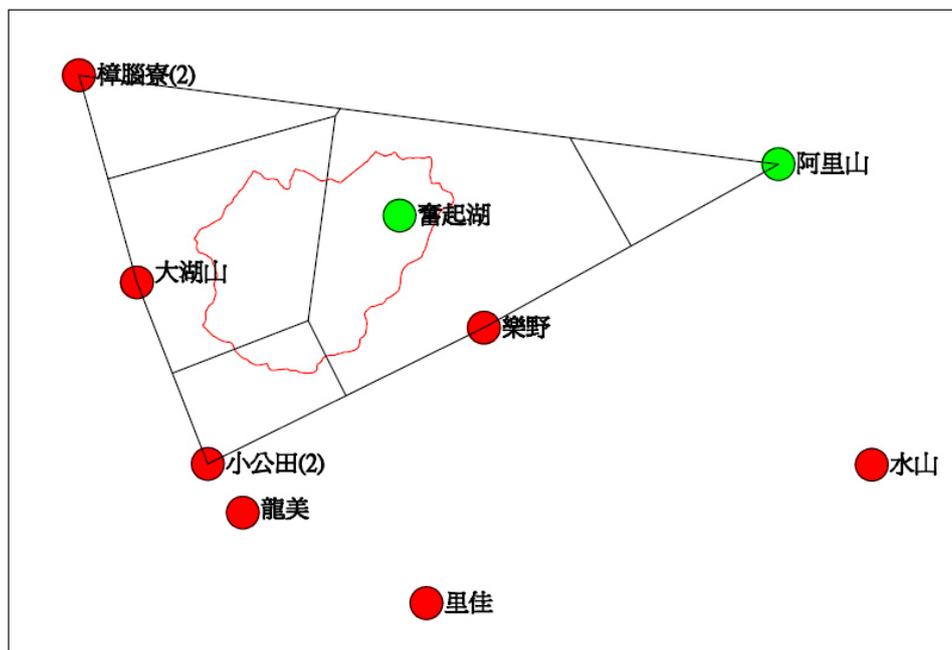


圖 2-19 計畫集水區徐昇氏多邊形網圖

表2-19計畫集水區年平均降雨量(徐昇氏法)計算表

雨量站	小公田		大湖山		樂野		徐昇	
	一日暴雨 (mm)	平均降雨 量(mm)	一日暴雨 (mm)	平均降雨 量(mm)	一日暴雨 (mm)	平均降雨 量(mm)	一日暴雨 (mm)	平均降雨 量(mm)
1976	368.0	3,323.5	288.0	3,310.4	488.0	3,605.0	389.1	3,451.1
1977	429.0	3,970.7	237.0	4,296.1	403.0	4,052.0	330.7	4,155.0
1978	252.0	3,662.5	384.0	4,205.3	382.0	3,551.0	372.8	3,852.8
1979	382.0	2,750.3	297.0	3,311.1	444.0	3,025.0	373.3	3,131.8
1980	378.0	1,940.0	513.0	2,381.4	455.0	1,783.0	475.0	2,063.3
1981	300.5	4,027.0	332.0	3,842.1	316.0	3,634.0	322.0	3,757.8
1982	420.0	2,846.3	203.0	2,429.3	285.0	3,151.0	258.8	2,804.0
1983	210.0	3,152.5	134.0	3,421.8	300.0	3,165.0	218.6	3,279.1
1984	220.0	2,525.2	142.0	2,694.3	201.0	2,627.0	176.0	2,649.2
1985	220.0	3,657.7	164.0	3,526.3	533.0	3,913.0	343.3	3,719.9
1986	318.0	2,974.6	375.0	3,096.2	-	-	-	-
1987	338.0	3,132.5	273.0	3,110.2	-	-	-	-
1988	454.0	3,013.4	450.0	3,035.8	524.0	2,692.0	485.4	2,871.0
1989	708.0	2,812.5	854.0	3,455.8	-	-	-	-
1990	415.0	1,856.0	563.0	3,910.0	408.0	3,269.0	478.0	3,446.2
1991	217.0	1,965.0	193.0	1,932.0	204.0	2,093.0	200.1	2,010.9
1992	456.0	3,798.0	570.0	3,987.5	663.0	3,760.0	605.2	3,864.9
1993	146.0	2,068.0	178.0	2,247.0	209.0	1,922.0	190.2	2,078.9
1994	202.0	3,467.2	199.0	3,754.0	226.0	2,989.0	212.0	3,368.9
1995	161.0	2,175.0	123.0	2,272.0	196.0	1,759.0	160.6	2,021.2
1996	734.0	3,184.0	832.0	3,649.0	835.0	2,856.0	825.8	3,236.8
1997	210.0	2,737.0	197.0	2,796.0	-	-	-	-
1998	376.0	3,534.0	203.0	3,497.0	395.0	3,435.0	307.5	3,470.5
1999	334.0	2,768.0	241.0	2,789.0	142.0	2,342.0	201.3	2,575.4
2000	261.0	2,460.0	176.0	2,677.0	136.0	2,453.0	163.6	2,553.9
2001	601.0	4,011.0	697.0	4,151.0	339.0	3,324.0	519.8	3,747.9
2002	153.0	2,163.0	209.0	2,645.0	125.0	1,741.0	164.8	2,178.8
2003	194.0	2,077.0	203.0	2,251.0	148.0	2,024.0	176.2	2,129.8
2004	532.0	3,179.0	408.0	2,949.0	641.0	3,445.0	528.1	3,202.1
2005	626.0	5,367.0	580.0	5,341.0	497.0	4,474.0	544.2	4,931.9
2006	667.0	4,825.0	649.0	4,770.0	549.0	4,184.0	603.0	4,496.4
2007	814.0	4,396.0	847.0	4,536.0	572.0	4,200.0	714.0	4,365.8
2008	680.0	5,058.0	722.0	5,478.0	633.0	4,973.0	676.5	5,205.8
平均	387.2	3,178.1	376.8	3,386.3	387.9	3,118.7	379.9	3,262.8

資料來源：水利署水文水資源資料管理供應系統，本計畫整理。

(二)等雨量線法



等雨量線法為將雨量站雨量以內差法連成等雨量線，再將不同兩等雨量線所圍成的面積求出，乘上兩等雨量線的平均值，累積其總和除以總面積即為所求區域的平均降雨量。等雨量線法的公式可寫成如下：

$$P_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{(P_i + P_{i+1})A_i}{2}}{\sum_{i=1}^m A_i}$$

式中， P_{avg} 為計畫集水區的年平均降雨量；

m =所求區域內的雨量測站數；

P_i =等雨量線的值；

A_i =控制面積。

鄰近計畫集水區雨量站之等雨量圖如圖 2-20 所示，經依等雨量線法劃分雨量資料如表 2-20 所示，計畫集水區年平均降雨量計算結果為 3,254.7mm。

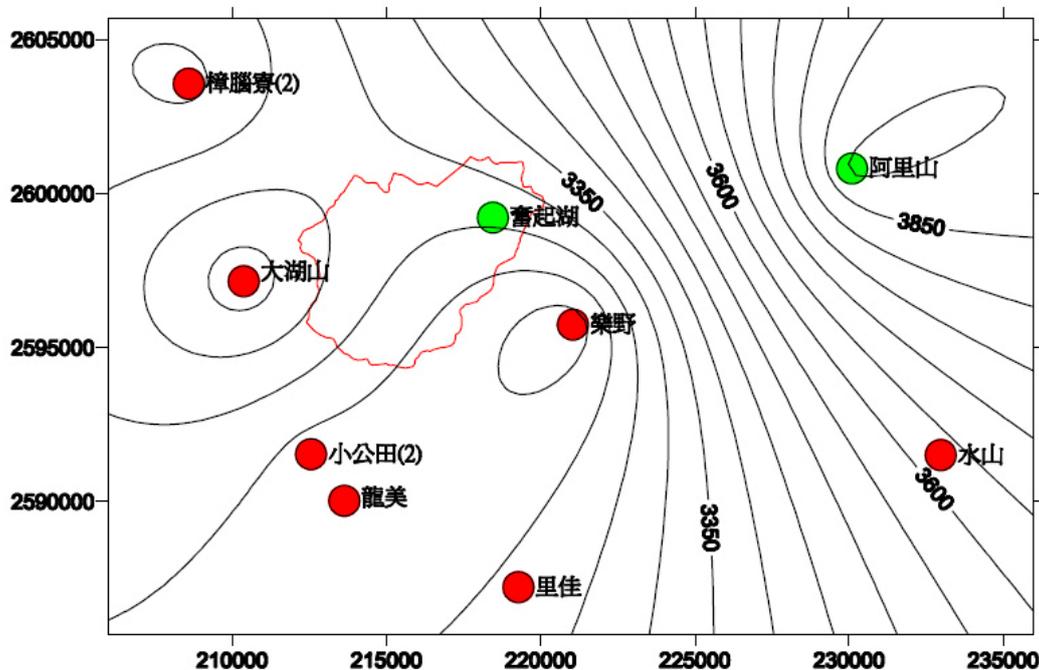


圖2-20計畫集水區等雨量圖

表2-20計畫集水區年平均降雨量(等雨量線法)計算表

雨量線值範圍 (mm)	雨量中值(mm)	面積(ha)	累積面積(ha)	累積面積百分比(%)	雨量中值×面積
3,150~3,200	3,175	233.1	233.1	6.8	740,149.8
3,200~3,250	3,225	1,160.3	1,393.5	40.6	3,742,091.5
3,250~3,300	3,275	1,808.2	3,201.6	93.3	5,921,789.5
3,300~3,350	3,325	231.5	3,433.1	100.0	769,643.1
		3,433.1			11,173,674.0
			集水區年平均降雨量=		3,254.7

(三)反距加權法

反距加權法係利用未知點周圍鄰近已知點的資料，以鄰近各已知點對未知點間的距離平方倒數作為各已知點的加權權重，推算未知點的資料。等雨量線法的公式可寫成如下：

$$P_{mx} = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{P_{mi}}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^m \frac{1}{L_i^2}}$$

式中， P_{mx} 為計畫集水區的年平均降雨量；

P_{mi} 為雨量站 i 的年平均降雨量；

L_i 為雨量站 i 距計畫集水區的距離。

鄰近計畫集水區雨量站之站距分布圖如圖 2-21所示，經依反距加權法劃分雨量資料如表 2-21所示，計畫集水區年平均降雨量計算結果為 3,268.5mm。

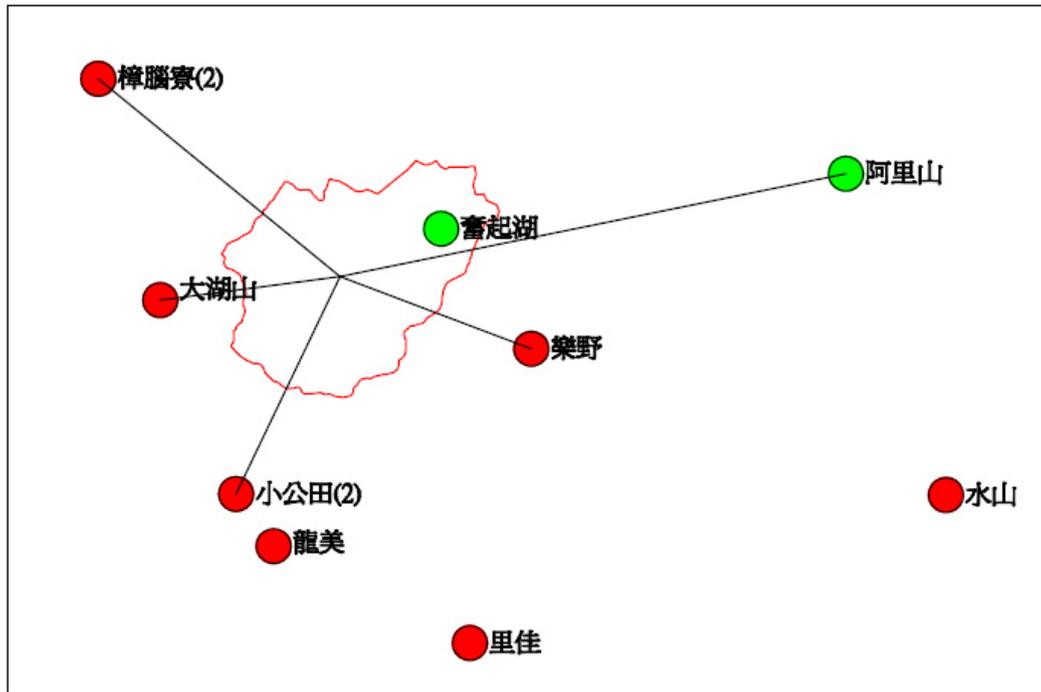


圖2-21計畫集水區雨量站站距分布圖

表2-21計畫集水區年平均降雨量(反距加權法)計算表

站名	平均降雨量(mm)	距集水區距離(km)	$1/L^2$	Rm/L^2
阿里山	3,910.1	14.86	0.0045	17.71
小公田(2)	3,178.1	6.97	0.0206	65.43
大湖山	3,386.3	5.21	0.0368	124.56
樟腦寮(2)	3,183.5	9.01	0.0123	39.22
樂野	3,118.7	5.88	0.0289	90.10
			0.1031	337.02
集水區年平均降雨量=				3,268.5

由上述徐昇氏多邊形法、等雨量線法及反距加權法進行年平均降雨量之求算結果得知彼此差異不大；以計算方式較簡易之徐昇氏多邊形法作為計畫集水區平均雨量之計算方法。

三、暴雨量分析

(一) 暴雨統計

降雨資料選用採年最大值序列法，以徐昇式法權重平均後雨量資料來代表計畫集水區平均雨量，選取自 1976 年至 2008 年之年最大一日暴雨量，如表 2-19 所示。

(二) 暴雨頻率分析

利用前節所述之年最大一日暴雨量紀錄，參考「水文設計應用手冊」建議之統計分布，應用常態、二參數對數常態、皮爾遜三型、對數皮爾遜三型及極端值 I 型等五種機率分布，進行各重現期距暴雨量頻率分析。分別推算重現期距 1.11 年、2 年、5 年、10 年、20 年、25 年、50 年、100 年及 200 年之一日暴雨量，如表 2-22 所示。

表 2-22 年最大一日暴雨頻率分析成果表

單位：mm

分布機率	重現期距(年)								
	1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
極端值一型分布	171.0	348.8	516.0	626.8	733.0	766.7	870.5	973.6	1076.2
常態分布	136.3	379.9	539.2	622.4	691.2	711.2	768.6	820.2	867.4
二參數對數常態	173.8	335.8	516.6	647.2	779.5	822.9	961.0	1104.9	1255.4
皮爾森三型分布	153.0	360.3	530.4	631.2	720.9	748.1	829.0	905.6	978.8
對數皮爾森三型	173.8	335.6	516.6	647.3	780.0	823.5	962.2	1106.8	1258.2
備註	1. 資料年數 29 年，最大值 825.80，最小值 160.58，平均值 379.86，偏態係數 0.6268，標準差 189.2749。 2. 對數平均值 5.8165，對數變異數 0.2621，對數偏態係數 0.0046，對數標準差 0.5120								

(三) 暴雨頻率分析

頻率分析時所假設之理論分布，其計算出之結果與實際資料相比較，差異性越小之分布越能代表實際資料之分布，亦即是其適合性越佳。因此為確定各延時降雨之頻率分析理論分布是否適用於實際情形，採用 K-S 檢定 (Kolomogorov-Smirnov test) 及卡方檢定 (chi-square test) 進行適合度檢定分析。

1. K-S 檢定

K-S 檢定所利用的檢定概念，是將資料按照大小排序，以排序資料的累積機率經驗公式(即點繪公式)估計每個排序樣本的累積機率值，比較每個樣本資料的累積機率與套配的機密度函數的累積機率，以兩者的最大差值的絕對值作為檢定指標，檢定指標定義如式(4-1)，其中 n 為資料數目：

$$D_{\max} = \text{MAX}_{i=1}^n |P(X_i) - S(X_i)|$$

式中， $P(X_i)$ ： $X \leq X_i$ 之樣本累積機率= $1-i/(n+1)$ ；

$S(X_i)$ ：用假設理論分布由 X 值反求分布累積機率。

再利用 K-S 臨界值統計量表，選用某一顯著水準($\alpha=0.2, 0.1$ 或 0.05)，視樣品數 n ，查得臨界統計量值 D_{n0} 。若 $D_{\max} < D_{n0}$ ，表示假設理論分布為一合適之分布。

2. 卡方檢定

卡方檢定公式，如式(4-2)所示：

$$\chi^2 = \sum_i^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

式中， k = 資料分組數(一般採 $k=1+3.3 \times \log n$ ， n =資料筆數)；

O_i = 實際觀測數量(observed value)；

E_i = 期望發生數量(expected value)。

再進一步查卡方分布表，若結果皆在 5% 顯著水準下(信賴度為 95%)，則能通過卡方檢定。

若有多種頻率分析符合適合度檢定，本計畫將再採用誤差分析(平方差合 SSE 與標準誤差 SE)指標值進行研判，並以標準誤差值最小之頻率分析作為最佳之統計分布。

3. 平方差和及標準差計算

因 K-S 檢定為檢驗機率分布，是否適用於描述某特定之水文資料，然而其檢定方法之重點為排除不合適之機率分布假設，並

無法提供精確之標準來決定最佳之機率分布，故為了進一步確認四種機率分布之正確性，再以平方差和(SSE)及標準差(SE)兩種方式加以確認機率分布選取之正確性，其公式如下式所示：

平方差和(SSE) = $\sum_{i=1}^n (X_i - \hat{X}_i)^2$ ，標準差(SE) = $\sqrt{SSE/(n-m)}$ ，式中：

X_i ：由大至小排序之觀測值，

\hat{X}_i ：理論累積機率對應推估值，

m：推估參數個數。

最佳機率分布擇取基準為利用四種點繪法計算求得 SSE 及 SE，其最小值出現次數最多之分布為最佳分布。

點繪法為水文頻率分析方法之一，主要利用一個適當點繪公式，將觀測資料點繪於適當機率紙上，其程序為：

- (1) 將資料 X_i ， $i = 1, 2, 3, \dots, N$ 由大至小排列得 X_m ， $m = 1, 2, 3, \dots, N$ ，如 X_1 為最大值。
- (2) 以機率點繪公式求 X_m 對應之超越機率 P_m 。
- (3) 選用適當之機率紙，點繪 (X_m, P_m) ， $m = 1, 2, 3, \dots, N$ 於其上。
- (4) 若資料滿足該假設機率分布，點繪結果應呈一直線，可藉此判斷資料之適合度。
- (5) 大多數點繪公式可表示，如下式所示：

$$P(X \geq x_{(m)}) = \frac{m-b}{N+1-2b} = \frac{1}{T}$$

其中，b 為一常數，於 Hazen 公式為 0.5；

Chegodayev 公式為 0.3；

Weibull 公式為 0；

Gringorten 公式為 0.44。

4. 檢定成果

依各機率分布之各延時一日暴雨量計算成果如表 2-23 所示。

表 2-23 年最大一日暴雨頻率適合度及誤差分析成果表

分布機率	適合度檢定				標準誤差 SE		U 指數	
	卡方檢定		K-S 檢定		Weibull	YU(2001)	Weibull	YU(2001)
極端值一型分布	7.7577	適合	0.15736	適合	37.8101	35.5841	0.94	0.88
常態分布	12.3460	不適合	0.14767	適合	50.5202	51.1117	1.25	1.27
二參數對數常態	6.3947	適合	0.14381	適合	35.3688	39.3871	0.88	0.98
皮爾森三型分布	8.4754	不適合	0.14350	適合	38.1314	36.4623	0.93	0.89
對數皮爾森三型	6.3949	適合	0.14375	適合	36.0997	40.2876	0.88	0.98
備註	1. 資料年數 29 年，於 150mm 至 850mm 分為 7 組分析，在 95% 信賴區間卡方值為 9.4877。 2. 資料年數 29 年，在 95% 信賴區間 K-S 臨界值 D_0 為 0.2460。							

上述五種機率分布對所有樣本數列並不具有絕對的最佳適合性，結果年最大一日暴雨以極端值一型分布為最佳統計分布。因此本計畫在年最大一日暴雨採用極端值一型分布來做為暴雨量各重現期距推算方法。

2.4.3 水理分析及泥砂粒徑蒐集分析及斷面分析

計畫區過往並無相關規劃報告，故對於水理分析及泥砂粒徑蒐集分析及斷面分析等資料均缺乏。

2.5 生態環境

2.5.1 陸域動植物生態

一、陸域動物

計畫集水區內有許多不同的動物資源，陸地動物包括哺乳類、兩棲類、爬蟲類、鳥類以及蝴蝶等。陸域動物種類如表 2-24 所示，根據特有生物研究保育中心於計畫集水區內所進行之調查成果如下所述：

(一) 哺乳類

區內共有哺乳類 4 科 4 種。有台灣葉鼻蝠、鼬獾、東亞家蝠及赤腹松鼠等，大多為小型哺乳類，多棲息於林班地中。

(二) 兩棲類

計畫集水區內共有兩棲類 4 科 13 種。有蟾蜍、狹口蛙、赤蛙及樹蛙科等，大多為小型蛙類，多棲息於河溪與坑溝旁，有數種已瀕臨絕種危機。

(三) 爬蟲類

計畫集水區內共有爬蟲類 7 科 20 種。大多為蛇類與小型爬蟲，棲息於林班地與田野間。

(四) 鳥類

計畫集水區內共有鳥類 29 科 64 種。大部分為小型鳥類，多棲息於林班地與田野間，另有少數中大型鳥類，但多為稀少種或已瀕臨絕種。

(五) 蝴蝶

計畫集水區內共有蝴蝶 8 科 46 種，均未分類為台灣特有種或稀少種，棲息地大多分布於森林中。

表2-24陸域動物種類概況表

	科名	名稱	特有性	稀有性	備註
哺乳類	葉鼻蝠科	台灣葉鼻蝠	◎		特有性=◎台灣特有種
	貂科	鼬獾	○		○台灣特有亞種
	松鼠科	赤腹松鼠			稀有性=※稀有種
	蝙蝠科	東亞家蝠			※※瀕臨絕種
兩棲類	蟾蜍科	黑眶蟾蜍			
	狹口蛙科	小雨蛙			
		黑蒙西氏小雨蛙		※※	
	赤蛙科	拉都希氏赤蛙			
		虎皮蛙		※※	
		貢德氏赤蛙		※※	
		梭德氏赤蛙			
		斯文豪氏赤蛙			
		澤蛙			
	樹蛙科	白領樹蛙			
		艾氏樹蛙			
		面天樹蛙			
		莫氏樹蛙		※※	
爬蟲類	飛蜥科	牧氏攀蜥	◎		
		斯文豪氏攀蜥	◎		
	黃領蛇科	大頭蛇			
		台灣鈍頭蛇	◎	※	
		白梅花蛇			
		赤背松柏根			
		花尾斜鱗蛇			
		青蛇			
		南蛇			
		臭青公			
		斯文豪氏遊蛇	◎	※	
		擬龜殼花			
	蝙蝠蛇科	雨傘節			※
		環紋赤蛇			※
壁虎科	無疣蝎虎				

表 2-24 陸域動物種類概況表(續)

	科名	名稱	特有性	稀有性	備註
鳥類	山雀科	青背山雀	○		特有性=◎台灣特有種
		黃山雀	◎	※	○台灣特有亞種
	山椒鳥科	灰喉山椒鳥		※	稀有性=※稀有種
	文鳥科	山麻雀			※※瀕臨絕種
		麻雀			
	王鶉科	黑枕藍鶉	○		
	伯勞科	紅尾伯勞			
	杜鵑科	中杜鵑			
	卷尾科	小卷尾	○		
	長尾山雀科	紅頭山雀			
	雨燕科	小雨燕			
	啄木鳥科	小啄木			
	梅花雀科	白腰文鳥			
		斑文鳥			
	畫眉科	大彎嘴	○		
		小彎嘴	○		
		山紅頭	○		
		白耳畫眉	◎		
		冠羽畫眉	◎		
		棕噪眉	○		
		黃胸藪眉	◎		
		綠畫眉			
		頭烏線	○		
		繡眼畫眉	○		
	雉科	台灣山鷓鴣	◎		
		竹雞	○		
	鳩鴿科	金背鳩	○		
		斑頭鳩	○		
	翠鳥科	翠鳥			
	鴉科	巨嘴鴉			
		樹鴉	○		
	燕科	毛腳燕			
赤腰燕					
洋燕					
鷓鴣科	黃嘴角鴉	○	※		
繡眼科	綠繡眼				
鶇科	白頭翁	○			
	白環鸚嘴鶇	○			

表 2-24 陸域動物種類概況表(續)

	科名	名稱	特有性	稀有性	備註
昆蟲類	小灰蝶科	沖繩小灰蝶			特有性=◎台灣特有種
		波紋小灰蝶			○台灣特有亞種
		紅邊黃小灰蝶			稀有性=※稀有種
		姬波紋小灰蝶			※※瀕臨絕種
		琉璃波紋小灰蝶			
		棋石小灰蝶			
	蛺蝶科	枯葉蝶			
		琉球三線蝶			
		琉璃蛺蝶			
		細蝶			
		黃三線蝶			
		樺蛺蝶			
	鳳蝶科	大紅紋鳳蝶			
		大鳳蝶			
		台灣麝香鳳蝶			
		青帶鳳蝶			
		紅紋鳳蝶			
		無尾鳳蝶			
		麝香鳳蝶			
	粉蝶科	台灣紋白蝶			
		台灣黃蝶			
		江崎黃蝶			
		紅紋粉蝶			
		紋白蝶			
		黑點粉蝶			
		端紅蝶			
		銀紋淡黃蝶			
	蛇目蝶科	大波紋蛇目蝶			
		小波紋蛇目蝶			
		小蛇目蝶			
切翅單環蝶					
台灣波紋蛇目蝶					
紫蛇目蝶					
雌褐蔭蝶					

資料來源：特有生物保育中心野生動物資料庫查詢系統。

二、陸域植物

植物種類有相思樹、山黃麻、龍眼、麻竹、桂竹林、樟、楠、楓、茶園、孟宗竹、柳杉林、五木、鐵杉、台灣扁柏、華山松、台灣杉、紅檜、冷杉、圓葉莧、青莢葉、明日葉、蜂斗葉等。植物分布也呈現熱帶、溫帶以及寒帶。一般而言平地至海拔 800 公尺是屬於丘陵地形的熱帶林，此區植物種類以相思樹、山黃麻、以及構樹為主；林楚有龍眼、麻竹、桂竹林；從 800 公尺至 1,800 公尺的屬於暖帶林，物種以樟樹、楠、殼斗科植物為居多，而在奮起湖十字路帶以柳杉林為主，農產則以茶元、孟宗竹為主；1,800 公尺至 3,000 公尺地區是五木、鐵杉、台灣扁柏、華山松、台灣杉、檜木為主要分布，其中紅檜為矚目；而 3,000 公尺以上至 3,500 公尺以下是寒帶地區，主要是台灣冷杉。

2.5.2 水域動植物生態

一、水域動物

根據特有生物研究保育中心野生動物資料庫查詢系統之調查成果，計畫集水區內共有魚類 8 科 14 種，如表 2-25 所示大多為初級性底棲淡水魚，棲息地主要分布於有常流水之河道及野溪中。

表 2-25 魚類種類概況表

	科名	名稱	特有性	稀有性	備註
魚類	鰻鱺科	白鰻			特有性=◎台灣特有種
		鱸鰻		※	○台灣特有亞種
	慈鯛科	吳郭魚			稀有性=※稀有種
	塘虱魚科	塘虱魚			※※瀕臨絕種
	鯉科	台灣石(魚賓)	◎		
		台灣馬口魚	◎		
		台灣鎰領魚			
		鯉魚			
		鯽魚			
	鰕虎科	褐吻鰕虎			
	平鰭鰍科	台灣間爬岩鰍	◎		
		台灣纓口鰍	◎		
	鯰科	鯰魚			
	合鰓科	黃鱔			

資料來源：特有生物保育中心野生動物資料庫查詢系統。

二、水域植物

根據特有生物研究保育中心台灣野生植物資料庫查詢系統之調查成果，計畫集水區內主要水生植物有蘆葦、水茄苳、水蠟燭、布袋蓮及滿江紅等，但由於野溪坑溝多為下移土砂淤積，故較難發現水生植物的蹤跡。

第參章 集水區現況調查分析

3.1 現況調查及分析

3.1.1 崩塌地調查及分析

一、崩塌地危險度分級

依崩塌地位置、保全對象、地質狀況、崩塌地植生狀況，分列A、B、C、D等四級危險度分級標準，考量整體性其輕重緩急分為：急需處理、需處理、暫緩處理及暫不處理等四類。對於集水區內A級、B級及C級崩塌地，需進行崩塌機制之分析與防治對策之規劃，瞭解其分布、型態及保全需求性，以決定其處理方案，並估算處理面積，其分類準則見表3-1所示。

表3-1 崩塌地處理優先順序分級準則

危險度	處理順序	說明
A	急需處理	岩層之層理、節理等不連續面極為發達，表土層經擾亂崩離，有土石持續崩塌現象，會直接影響居民生命財產安全而急需處理者。
B	需處理	崩塌地或其下部堆積物不穩定，層理、節理發達，風化程度較高，會直接或間接影響農路交通及農耕安全而需處理者。
C	暫緩處理	崩塌地或其下部堆積物稍穩定，仍會直接或間接影響下游河道或農耕，而可暫緩處理者。
D	暫不處理	崩塌地或其下部堆積物已達穩定狀況，層理、節理較不發達，且無人為誘因繼續存在者；或交通無法到達，下游無明顯保全對象，直接治理效益不高，可暫不處理者。

二、崩塌地分布

計畫集水區內主要崩塌區塊分布於主流上游之野溪坑溝與土石流潛勢溪流旁，並以陡峭邊坡自然形成之崩塌及溪流兩側沖刷所造成之崩塌為大宗。

三、崩塌地現況調查

依據水土保持局全省崩塌地範圍圖層(94 年)顯示，計畫集水區內崩塌地共有 40 處，崩塌面積合計 69 公頃；其中，以土石流潛勢溪流嘉縣DF023、嘉縣DF018 以及驛馬溪之坑溝L1、L4、L6 崩塌情形較為明顯，崩塌地調查結果如表 3-2 所示。

本計畫依據既有之資料及購得之最新衛星影像(97 年)作初步判釋，再於現場依據覆蓋土層類別及特性進行目視檢查，瞭解邊坡之地質狀況，如岩性、風化程度以及目前已發生之破壞情形或不穩定邊坡之範圍、規模、型態等。崩塌或裸露地以手持式衛星定位儀定出座標及建立數化影像檔案以瞭解集水區邊坡之穩定性。本計畫對崩塌地之現場調查進行查核，其餘崩塌地因無法到達僅以空照圖進行判釋。凡是本年度所發現之新增崩塌地，均以「嘉 2009-XX」表示之；其中「XX」代表兩碼編號，始於 01。

調查結果本集水區內現存崩塌地共 53 處，與以往調查結果比較後發現其中有 18 處為新增崩塌地，35 處為 94 年調查既有崩塌地，由此可知，94 年後崩塌地由原來 40 處增加為 53 處，雖有 5 處已經復育，但崩塌地數量仍持續增加，總崩塌面積則由 69.00 公頃增加為 75.61 公頃。相關調查成果如圖 3-1、圖 3-2 及表 3-2、表 3-3 所示。各崩塌地現勘資料如附錄二。

表3-2崩塌地調查成果表(94年)

編號	鄉鎮	村里	集水分區	X座標	Y座標	坡度(度)	高程(m)	面積(ha)	危險等級	用地類別
嘉義縣 0465	竹崎鄉	中和村	石卓	216136	2596575	41	908	0.90	C	林班地
嘉義縣 0466	竹崎鄉	中和村	石卓	217936	2596985	29	1245	0.06	D	林班地
嘉義縣 0467	竹崎鄉	中和村	石卓	218021	2597040	26	1298	0.58	D	山坡地
嘉義縣 0468	竹崎鄉	中和村	石卓	218421	2597885	22	1482	0.31	B	林班地
嘉義縣 0469	竹崎鄉	中和村	石卓	218646	2597950	31	1520	0.23	B	山坡地
嘉義縣 0470	竹崎鄉	中和村	石卓	217166	2598070	47	1020	0.72	A	林班地
嘉義縣 0471	竹崎鄉	中和村	石卓	217576	2598525	42	1117	0.46	C	林班地
嘉義縣 0472	竹崎鄉	中和村	石卓	217756	2598425	39	1214	2.51	D	林班地
嘉義縣 0473	竹崎鄉	中和村	石卓	217451	2598585	40	1105	1.35	C	林班地
嘉義縣 0474	竹崎鄉	中和村	石卓	218441	2599115	14	1331	0.08	A	林班地
嘉義縣 0475	竹崎鄉	中和村	石卓	218501	2599210	20	1344	0.06	A	林班地
嘉義縣 0476	竹崎鄉	中和村	石卓	217866	2599265	27	1190	0.31	C	林班地
嘉義縣 0477	竹崎鄉	中和村	石卓	218031	2599345	51	1238	0.08	C	林班地
嘉義縣 0478	竹崎鄉	中和村	石卓	217971	2599360	33	1230	0.60	C	林班地
嘉義縣 0479	竹崎鄉	中和村	石卓	218031	2599445	29	1235	0.08	C	林班地
嘉義縣 0480	竹崎鄉	中和村	石卓	217866	2599480	47	1297	0.14	C	林班地
嘉義縣 0481	竹崎鄉	光華村	石卓	214996	2594880	41	972	4.45	C	林班地
嘉義縣 0482	竹崎鄉	光華村	石卓	214646	2595150	43	741	0.08	D	林班地
嘉義縣 0483	竹崎鄉	光華村	石卓	214581	2595135	39	808	0.91	D	林班地
嘉義縣 0484	竹崎鄉	光華村	石卓	214101	2595850	32	579	0.19	B	山坡地
嘉義縣 0485	竹崎鄉	光華村	石卓	213386	2595915	37	628	0.63	C	林班地
嘉義縣 0486	竹崎鄉	光華村	石卓	213211	2595720	42	845	8.36	C	林班地
嘉義縣 0487	竹崎鄉	光華村	石卓	213451	2596615	37	670	0.20	D	山坡地
嘉義縣 0488	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	214311	2597875	28	849	0.08	D	林班地
嘉義縣 0489	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	214311	2597910	38	849	0.10	D	林班地
嘉義縣 0490	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215496	2598540	45	1182	0.16	C	林班地
嘉義縣 0491	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215566	2598555	44	1213	0.50	C	林班地
嘉義縣 0492	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	212706	2598410	47	1272	39.17	C	山坡地
嘉義縣 0494	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	212636	2598865	56	1341	0.42	D	林班地
嘉義縣 0495	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	212776	2598955	49	1312	1.61	D	林班地
嘉義縣 0496	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215326	2599585	40	1083	1.27	C	林班地
嘉義縣 0497	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215326	2599585	40	1083	0.01	C	林班地
嘉義縣 0498	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	216541	2599945	50	1487	0.15	D	林班地
嘉義縣 0499	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215881	2600120	53	1284	0.33	C	林班地
嘉義縣 0630	番路鄉	大湖村	茄苳仔	212706	2598410	47	1272	0.20	C	山坡地
嘉義縣 0631	番路鄉	大湖村	茄苳仔	212706	2598410	47	1272	0.02	C	山坡地

資料來源：水土保持局全省崩塌地範圍圖層(2005)

表 3-2 崩塌地調查成果表(94 年)(續)

編號	鄉鎮	村里	集水分區	X 座標	Y 座標	坡度(度)	高程(m)	面積 (ha)	危險等級	用地類別
嘉義縣 0633	番路鄉	大湖村	茄荖仔	212706	2598410	47	1272	0.003	D	山坡地
嘉義縣 0650	番路鄉	公田村	石卓	213021	2595640	45	720	0.06	C	林班地
嘉義縣 0651	番路鄉	公田村	石卓	212606	2596025	43	685	1.46	D	林班地
嘉義縣 0652	番路鄉	公田村	石卓	212526	2596125	46	611	0.16	D	林班地
崩塌總面積(ha)								69.0		

資料來源：水土保持局全省崩塌地範圍圖層(2005)

表3-3崩塌地調查成果表(97年)

編號	鄉鎮	村里	集水分區	X座標	Y座標	坡度(度)	高程(m)	面積(ha)	危險等級	用地類別
嘉義縣 0465	竹崎鄉	中和村	石卓	216136	2596575	41	908	0.90	C	林班地
嘉義縣 0466	竹崎鄉	中和村	石卓	217936	2596985	29	1245	0.06	D	林班地
嘉義縣 0470	竹崎鄉	中和村	石卓	217166	2598070	47	1020	0.72	A	林班地
嘉義縣 0471	竹崎鄉	中和村	石卓	217576	2598525	42	1117	0.99	C	林班地
嘉義縣 0472	竹崎鄉	中和村	石卓	217756	2598425	39	1214	0.72	D	林班地
嘉義縣 0473	竹崎鄉	中和村	石卓	217451	2598585	40	1105	0.61	C	林班地
嘉義縣 0476	竹崎鄉	中和村	石卓	217866	2599265	27	1190	0.45	C	林班地
嘉義縣 0477	竹崎鄉	中和村	石卓	218031	2599345	51	1238	0.22	C	林班地
嘉義縣 0478	竹崎鄉	中和村	石卓	217971	2599360	33	1230	0.74	C	林班地
嘉義縣 0479	竹崎鄉	中和村	石卓	218031	2599445	29	1235	0.08	C	林班地
嘉義縣 0480	竹崎鄉	中和村	石卓	217866	2599480	47	1297	0.28	C	林班地
嘉義縣 0481	竹崎鄉	光華村	石卓	214996	2594880	41	972	4.03	C	林班地
嘉義縣 0482	竹崎鄉	光華村	石卓	214646	2595150	43	741	0.47	D	林班地
嘉義縣 0483	竹崎鄉	光華村	石卓	214581	2595135	39	808	1.30	D	林班地
嘉義縣 0484	竹崎鄉	光華村	石卓	214101	2595850	32	579	0.14	B	山坡地
嘉義縣 0485	竹崎鄉	光華村	石卓	213386	2595915	37	628	0.59	C	林班地
嘉義縣 0486	竹崎鄉	光華村	石卓	213211	2595720	42	845	5.61	C	林班地
嘉義縣 0487	竹崎鄉	光華村	石卓	213451	2596615	37	670	0.14	D	山坡地
嘉義縣 0488	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	214311	2597875	28	849	0.08	D	林班地
嘉義縣 0489	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	214311	2597910	38	849	0.10	D	林班地
嘉義縣 0490	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215496	2598540	45	1182	0.32	C	林班地
嘉義縣 0491	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215566	2598555	44	1213	0.67	C	林班地
嘉義縣 0492	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	212706	2598410	47	1272	32.30	C	山坡地
嘉義縣 0494	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	212636	2598865	56	1341	0.38	D	林班地
嘉義縣 0495	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	212776	2598955	49	1312	1.38	D	林班地
嘉義縣 0496	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215326	2599585	40	1083	1.32	C	林班地
嘉義縣 0497	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215326	2599585	40	1083	0.16	C	林班地
嘉義縣 0498	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	216541	2599945	50	1487	0.17	D	林班地
嘉義縣 0499	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	215881	2600120	53	1284	0.22	C	林班地
嘉義縣 0630	番路鄉	大湖村	茄苳仔	212706	2598410	47	1272	0.18	C	山坡地
嘉義縣 0631	番路鄉	大湖村	茄苳仔	212706	2598410	47	1272	0.02	C	山坡地
嘉義縣 0633	番路鄉	大湖村	茄苳仔	212706	2598410	47	1272	0.003	D	山坡地
嘉義縣 0650	番路鄉	公田村	石卓	213021	2595640	45	720	0.08	C	林班地
嘉義縣 0651	番路鄉	公田村	石卓	212606	2596025	43	685	0.72	D	林班地
嘉義縣 0652	番路鄉	公田村	石卓	212526	2596125	46	611	0.19	D	林班地
嘉 2009-01	竹崎鄉	光華村	茄苳仔	213229	2598890	42	1011	0.34	D	林班地
嘉 2009-02	竹崎鄉	仁壽村	茄苳仔	213508	2599511	44	1004	1.24	D	林班地

表 3-3 崩塌地調查成果表(97 年)(續)

編號	鄉鎮	村里	集水分區	X 座標	Y 座標	坡度(度)	高程(m)	面積(ha)	危險等級	用地類別
嘉 2009-03	竹崎鄉	仁壽村	茄荖仔	215118	2599963	33	1233	0.18	D	林班地
嘉 2009-04	竹崎鄉	仁壽村	茄荖仔	215394	2599877	41	1063	0.21	D	林班地
嘉 2009-05	竹崎鄉	仁壽村	茄荖仔	215591	2600296	36	1121	0.85	D	林班地
嘉 2009-06	竹崎鄉	仁壽村	茄荖仔	215710	2600123	35	1165	2.81	C	林班地
嘉 2009-07	竹崎鄉	光華村	茄荖仔	213362	2597951	35	741	0.40	D	林班地
嘉 2009-08	竹崎鄉	光華村	石卓	214563	2594713	41	907	1.12	C	林班地
嘉 2009-09	番路鄉	公田村	石卓	212791	2596040	30	520	0.26	D	林班地
嘉 2009-10	番路鄉	公田村	石卓	212913	2596068	31	551	0.85	D	林班地
嘉 2009-11	竹崎鄉	光華村	石卓	216085	2597376	45	829	2.02	A	山坡地
嘉 2009-12	竹崎鄉	光華村	石卓	216478	2597377	45	885	1.22	C	林班地
嘉 2009-13	竹崎鄉	光華村	石卓	217964	2598705	28	778	0.15	A	林班地
嘉 2009-14	竹崎鄉	光華村	石卓	216226	2596995	48	888	2.22	B	林班地
嘉 2009-15	竹崎鄉	光華村	石卓	216147	2596169	40	856	1.19	D	林班地
嘉 2009-16	竹崎鄉	光華村	石卓	214415	2595868	44	590	0.16	D	林班地
嘉 2009-17	竹崎鄉	光華村	茄荖仔	213602	2597169	32.5	585	1.01	B	山坡地
嘉 2009-18	竹崎鄉	光華村	茄荖仔	214085	2596610	35	550	1.72	B	山坡地
崩塌總面積(ha)								75.61		

資料來源：本計畫正射影像判釋(2009)。

四、崩塌地現況分析

依據水土保持局全省崩塌地範圍圖層(94 年)顯示，本計畫集水區內崩塌地共有 40 處，崩塌面積合計 69 公頃；其中，以潛勢溪流嘉縣DF023、潛勢溪流嘉縣DF018 以及驛馬溪之坑溝L1、L4、L6 崩塌情形較為明顯。而本計畫依據既有之資料及購得之最新衛星影像(97 年)調查結果本集水區內現存崩塌地共 53 處，與以往調查結果比較後發現其中有 18 處為新增崩塌地，35 處為 94 年調查既有崩塌地。分別對 94 年與 97 年之資料整理比對後，崩塌地之面積差異如表 3-4 及圖 3-3 所示。

主要崩塌地分佈除了原有之嘉縣 DF023、嘉縣 DF018 以及驛馬溪之坑溝 L1、L4、L6 崩塌情形，另外驛馬溪上游段是本次調查新增崩塌主要發生區位。由不同時期的崩塌地調查結果，可得到以下發現：

- (一)若以兩個時期崩塌地變異比較，發現部分舊有崩塌地恢復地表植生復育現象。例如：94 年舊有崩塌地由原來 40 處減少為 34 處，崩塌面積減少為 56.34 公頃，減少了 18.35%，原舊有崩塌坡面及其下游的崩塌土體達到相對穩定狀態，有利於植生著床繁衍。
- (二)同樣以以兩個時期崩塌地變異比較，97 年較 94 年新增 18 處崩塌地，反應上游林班地及小部分山坡地範圍所發生的崩塌面積有增加的趨勢。由於崩塌地所在位置除少數區塊為人為修築道路致生崩塌區塊外，多非人為開墾或開發等行為致生之崩塌地，因此研判是與 921 地震造成坡地土石鬆動及後續豪雨造成鬆動土層滑落崩塌有關。

表3-4 崩塌地面積變異比較表

94 年		97 年		面積差異(%)	97 年	
94 年編號	面積(ha)	97 年編號	面積(ha)		新增編號	面積(ha)
嘉義縣 0465	0.9	嘉義縣 0465	0.9	-	嘉 2009-01	0.34
嘉義縣 0466	0.06	嘉義縣 0466	0.06	-	嘉 2009-02	1.24
嘉義縣 0467	0.58	-	-	植被復育	嘉 2009-03	0.18
嘉義縣 0468	0.31	-	-	植被復育	嘉 2009-04	0.21
嘉義縣 0469	0.23	-	-	植被復育	嘉 2009-05	0.85
嘉義縣 0470	0.72	嘉義縣 0470	0.72	-	嘉 2009-06	2.81

嘉義縣 0471	0.46	嘉義縣 0471	0.99	115.22	嘉 2009-07	0.40
嘉義縣 0472	2.51	嘉義縣 0472	0.72	-71.31	嘉 2009-08	1.12
嘉義縣 0473	1.35	嘉義縣 0473	0.61	-54.81	嘉 2009-09	0.26
嘉義縣 0474	0.08	-	-	植被復育	嘉 2009-10	0.85
嘉義縣 0475	0.06	-	-	植被復育	嘉 2009-11	2.02
嘉義縣 0476	0.31	嘉義縣 0476	0.45	45.16	嘉 2009-12	1.22
嘉義縣 0477	0.08	嘉義縣 0477	0.22	175.00	嘉 2009-13	0.15

表 3-4 崩塌地面積增減統計表(續)

94 年		97 年		面積差異(%)	97 年	
94 年編號	面積(ha)	97 年編號	面積(ha)		新增編號	面積(ha)
嘉義縣 0478	0.6	嘉義縣 0478	0.74	23.33	嘉 2009-14	2.22
嘉義縣 0479	0.08	嘉義縣 0479	0.08	-	嘉 2009-15	1.19
嘉義縣 0480	0.14	嘉義縣 0480	0.28	100	嘉 2009-16	0.16
嘉義縣 0481	4.45	嘉義縣 0481	4.03	-9.44	嘉 2009-17	1.01
嘉義縣 0482	0.08	嘉義縣 0482	0.47	487.50	嘉 2009-18	1.72
嘉義縣 0483	0.91	嘉義縣 0483	1.3	42.86		
嘉義縣 0484	0.19	嘉義縣 0484	0.14	-26.32		
嘉義縣 0485	0.63	嘉義縣 0485	0.59	-6.35		
嘉義縣 0486	8.36	嘉義縣 0486	5.61	-32.89		
嘉義縣 0487	0.2	嘉義縣 0487	0.14	-30.00		
嘉義縣 0488	0.08	嘉義縣 0488	0.08	-		
嘉義縣 0489	0.1	嘉義縣 0489	0.1	-		
嘉義縣 0490	0.16	嘉義縣 0490	0.32	100		
嘉義縣 0491	0.5	嘉義縣 0491	0.67	34.00		
嘉義縣 0492	39.17	嘉義縣 0492	32.3	-17.54		
嘉義縣 0494	0.42	嘉義縣 0494	0.38	-9.52		
嘉義縣 0495	1.61	嘉義縣 0495	1.38	-14.29		
嘉義縣 0496	1.27	嘉義縣 0496	1.32	3.94		
嘉義縣 0497	0.01	嘉義縣 0497	0.16	1500.00		
嘉義縣 0498	0.15	嘉義縣 0498	0.17	13.33		
嘉義縣 0499	0.33	嘉義縣 0499	0.22	-33.33		
嘉義縣 0630	0.2	嘉義縣 0630	0.18	-10.00		
嘉義縣 0631	0.02	嘉義縣 0631	0.02	-		
嘉義縣 0633	0.01	嘉義縣 0633	-	-100		
嘉義縣 0650	0.06	嘉義縣 0650	0.08	33.33		
嘉義縣 0651	1.46	嘉義縣 0651	0.72	-50.68		
嘉義縣 0652	0.16	嘉義縣 0652	0.19	18.75		
合計(ha)	69	合計(ha)	56.34	-18.35	新增面積(ha)	17.96
97 年新增崩塌地處數					18	
97 年新增崩塌地面積(ha)					17.96	
97 年新增崩塌地面積百分比(%)					26.02	

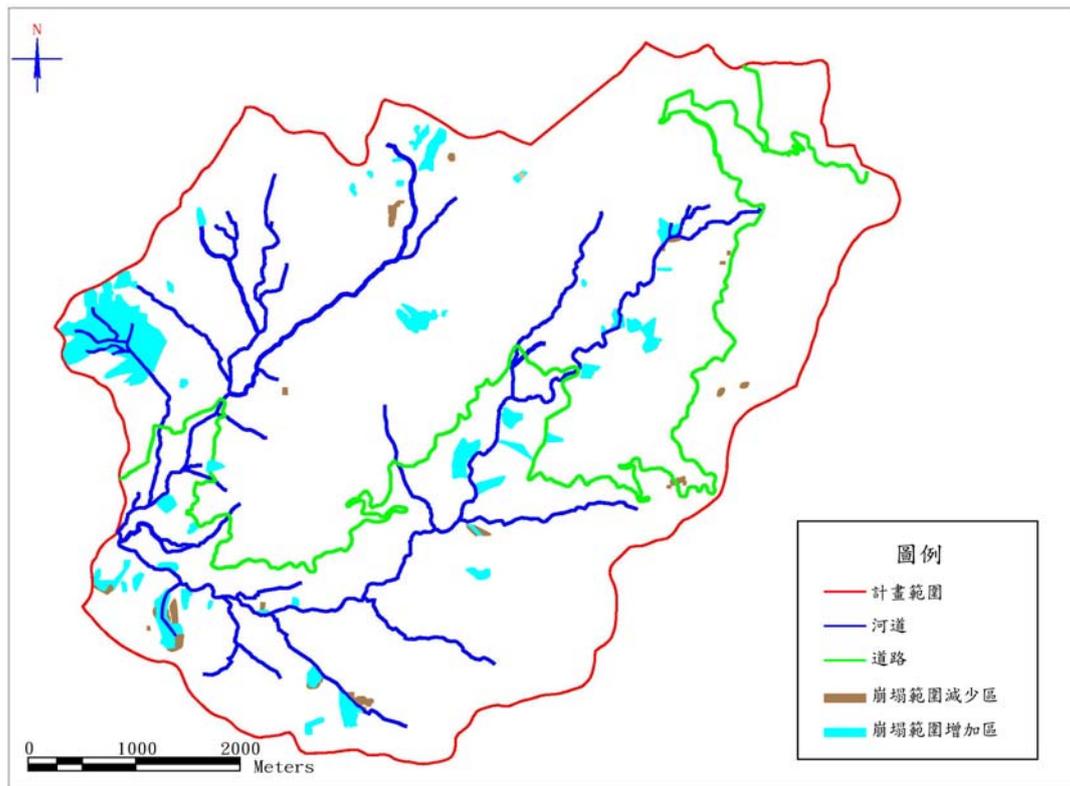


圖3-3 崩塌地增減區位圖

3.1.2 土石流潛勢溪流調查及分析

一、土石流潛勢溪流分級

目前土石流潛勢溪流之分級方法，主要是採有效集水面積、集水區內岩體之岩性、通過集水區內之斷層長度及溪流上游之崩塌等四個評估指標加總後乘 100% 即為土石流之發生度，再將發生度乘上保全對象危害度評估指標值加總後乘 100% 即可得各土石流潛勢溪流之危險等級值。再依危險等級值 20% 以下劃分為低危險度溪流、20%-50% 劃分為中危險溪流、50% 以上劃分為高危險溪流三個危險溪流等級。有關土石流潛勢溪流之等級劃分，為避免造成不安之疑慮，擬將危險度以潛勢予以說明。

計畫集水區於 2007 年經行政院農業委員會水土保持局劃定土石流潛勢溪流，分別為 5 條高潛勢溪流、1 條中潛勢溪流及 3 條低潛勢溪流；爾後於 2009 年水土保持局公告重新編碼後，仍維持 5 條高潛勢溪流、1 條中潛勢溪流及 3 條低潛勢溪流。

表3-5 計畫集水區土石流潛勢溪流一覽表

98年新編號	96年編號	縣市	鄉鎮	村里	集水區	子集水區	座標 (TWD67)_X	座標 (TWD67)_Y
嘉縣 DF018	嘉義 007	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	八掌溪流域	茄荖仔	2597519	214057
嘉縣 DF024	嘉義 008	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	八掌溪流域	石卓	2596155	214022
嘉縣 DF025	嘉義 009	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	八掌溪流域	石卓	2596732	216266
嘉縣 DF026	嘉義 A007	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	八掌溪流域	石卓	2598076	217354
嘉縣 DF023	嘉義 A008	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	八掌溪流域	茄荖仔	2597293	214253
嘉縣 DF022	嘉義 A009	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	八掌溪流域	茄荖仔	2598599	214876
嘉縣 DF021	嘉義 A010	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	八掌溪流域	茄荖仔	2598599	214876
嘉縣 DF020	嘉義 A011	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	八掌溪流域	茄荖仔	2597799	214876
嘉縣 DF019	嘉義 A012	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	八掌溪流域	茄荖仔	2597849	214550

資料來源：水土保持局空間資訊供應系統「土石流潛勢溪流圖層」(2009)

二、土石流潛勢溪流分布

計畫集水區內土石流潛勢溪流主要分布於茄苳仔集水區茄苳溪之中上游，全部 9 條土石流潛勢溪流中，有 7 條屬於茄苳仔集水區，只有嘉縣DF026 與嘉縣DF025 位於石卓集水區驛馬溪之右岸。各土石流潛勢溪流基本資料如表 3-6 所列，計畫集水區土石流潛勢溪流分布位置如圖 3-4 所示。

表3-6計畫集水區土石流潛勢溪流詳細資料表

土石流編號	類型	土地權屬	潛勢等級(2007)	潛勢等級(2009)	保全人數	長度(m)	集水面積(ha)	坡降15度以上集水面積(ha)	整治設施	地質	房屋
嘉縣DF018	坡面型	山坡地及林班地	高	高	0	1,923	121	76	防砂壩	新第三紀沈積岩	0
嘉縣DF024	坡面型	山坡地及林班地	低	低	24	1,486	63	28	石籠、擋土牆	新第三紀沈積岩	6
嘉縣DF025	坡面型	山坡地及林班地	低	低	4	966	45	31	護岸、固床工	新第三紀沈積岩	1
嘉縣DF026	溪流型	山坡地及林班地	低	低	20	2,103	262	-	護岸、跌水工	新第三紀沈積岩	4
嘉縣DF023	溪流型	山坡地及林班地	高	高	5	3,123	488	110	潛壩	新第三紀沈積岩	1
嘉縣DF022	溪流型	山坡地	中	中	8	481	16	4	無	新第三紀沈積岩	2
嘉縣DF021	溪流型	山坡地及林班地	高	高	2	1,345	74	29	無	新第三紀沈積岩	1
嘉縣DF020	溪流型	山坡地及林班地	高	高	8	1,343	69	40	護岸、防砂壩	新第三紀沈積岩	1
嘉縣DF019	溪流型	山坡地及林班地	高	高	8	1,489	57	20	護岸	新第三紀沈積岩	1

資料來源：水土保持局空間資訊供應系統「土石流潛勢溪流圖層」(2009)。

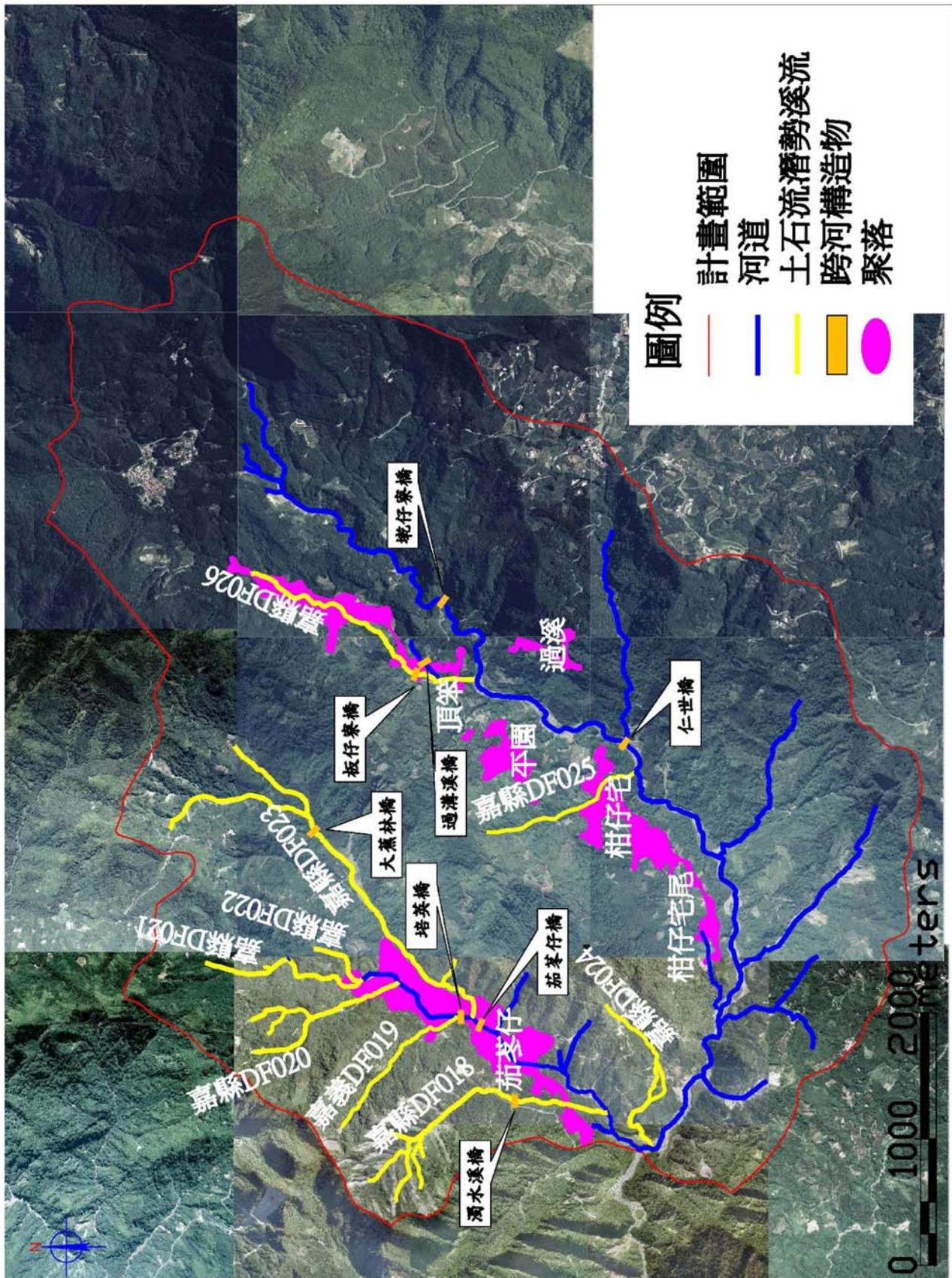


圖3-4 土石流潛勢溪流分布圖

三、土石流潛勢溪流現況調查

土石流潛勢溪流之縱斷面坡度大於 15° 以上區段稱為土石流發生段，土石材料在此與水充分混合，當堆積土石之含水量(土砂濃度)達臨界條件時開始起動；而溪流縱剖面坡降介於 $5\sim 15^\circ$ 之區段為土石流之輸送段，土石流經此區段挾帶泥砂輸送至下游地區；溪流縱剖面坡降小於 5° 以下區段稱之為土石流堆積段。因此繪製計畫集水區之土石流潛勢溪流縱剖面，劃分其發生、輸送及堆積區段，提供進一步研判土石潛勢溪流之河道特性，供治理規劃參考。各溪流分段分析結果詳表 3-7 所示。

表3-7計畫集水區土石流潛勢溪流分段分析表

土石流潛勢 溪流編號	溪流標示總里程 (m)	堆積段($\theta < 5^\circ$)	輸送段($5^\circ < \theta < 15^\circ$)	發生段($\theta > 15^\circ$)
嘉縣 DF018	1,923	—	0K+000-0K+990	0K+990-1K+923
嘉縣 DF024	1,486	—	0K+000-1K+132	1K+132-1K+486
嘉縣 DF025	966	—	0K+000-0K+329	0K+329-0K+966
嘉縣 DF026	2,103	—	0K+000-2K+103	—
嘉縣 DF023	3,123	—	0K+000-0K+978	0K+978-3K+123
嘉縣 DF022	481	—	0K+000-0K+127	0K+127-0K+481
嘉縣 DF021	1,345	—	0K+000-0K+542	0K+542-1K+345
嘉縣 DF020	1,343	—	0K+000-0K+658	0K+658-1K+343
嘉縣 DF019	1,489	—	0K+000-0K+638	0K+638-1K+489

(一)嘉縣 DF026

總長度約為 2,103 公尺，標高由 1,180 公尺降為 834 公尺，落差 346 公尺，集水面積約為 204 公頃，溪流分段位置標示見圖 3-5、圖 3-6 所示。本溪流目前歸類為低潛勢土石流潛勢溪流，由於保全對象眾多，雖然已設有護岸及固床工等設施，經現況調查發現溪流呈沖刷情形，流速過快導致兩岸土石下移，中游左岸民宅豪大雨來時有溢淹情形，且下游水泥護岸有遭大石撞擊損壞，護岸基腳亦有遭淘刷情形，溪流現況如圖 3-7 所示。

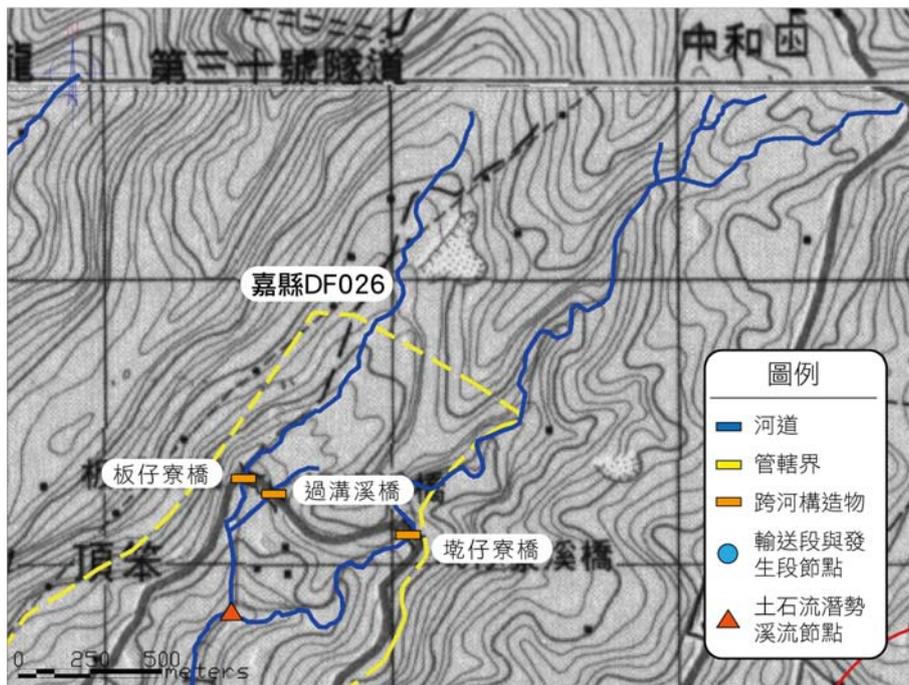


圖3-5 嘉縣 DF026 溪流分段位置圖

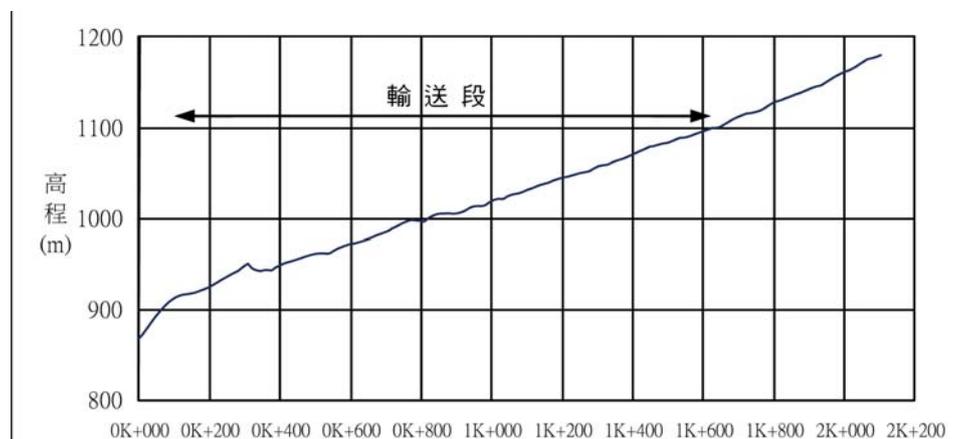


圖3-6 嘉縣 DF026 溪流分段縱斷面圖



說明：嘉縣DF026土石流潛勢正射影像圖(97年五月)



說明：嘉縣DF026土石流潛勢溪流3D模擬影像



點位(1)說明：既有砌石護岸未損壞，溪床土石有冲刷下移傾向。拍攝日期：971229



點位(2)說明：兩岸土石崩落於溪床，河段有冲刷狀況，規劃溪流整治工程。拍攝日期971229



點位(3)說明：護岸損壞崩落，土石有冲刷下移傾向，規劃護岸修復工程。拍攝日期：971229

圖3-7 嘉縣 DF023 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片

(二) 嘉縣 DF023

總長度約為 3,123 公尺，源頭標高 1,196 公尺降為 620 公尺，落差 576 公尺，集水面積約為 488 公頃，歸類為高潛勢溪流，上游兩岸多為樹林所覆蓋，沿農路往下游居住人口漸多，但保全對象大多位於右岸，與溪流間有約 15m 的緩衝帶，目前尚無危險狀況，溪流兩岸由於溪流沖刷有零星崩塌情形，崩塌面土石下移，與茄苳溪匯流處由於培英橋旁道路基座遭沖刷損壞，導致下移土石堆積於此處。

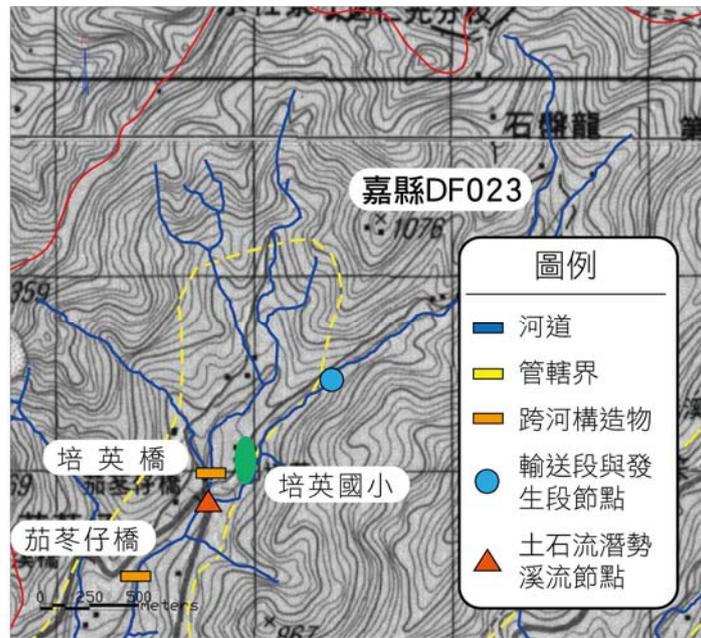


圖3-8 嘉縣 DF023 溪流分段位置圖

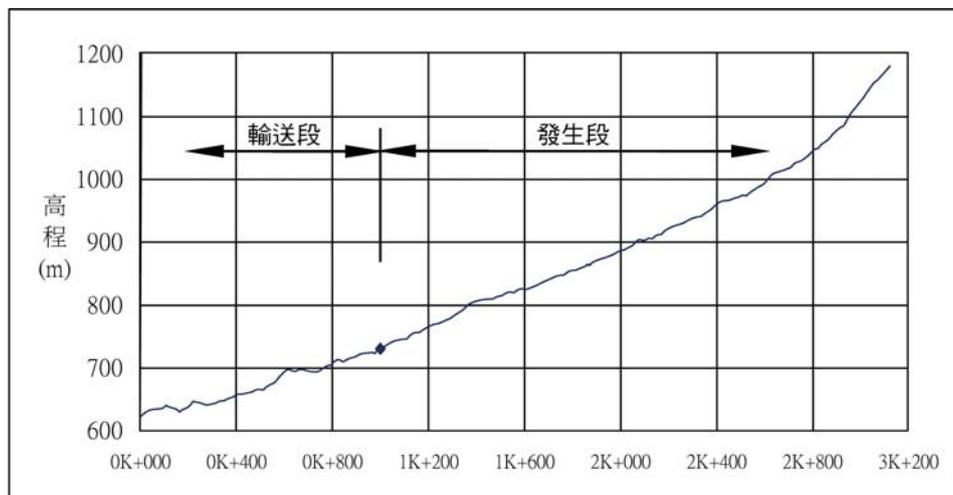
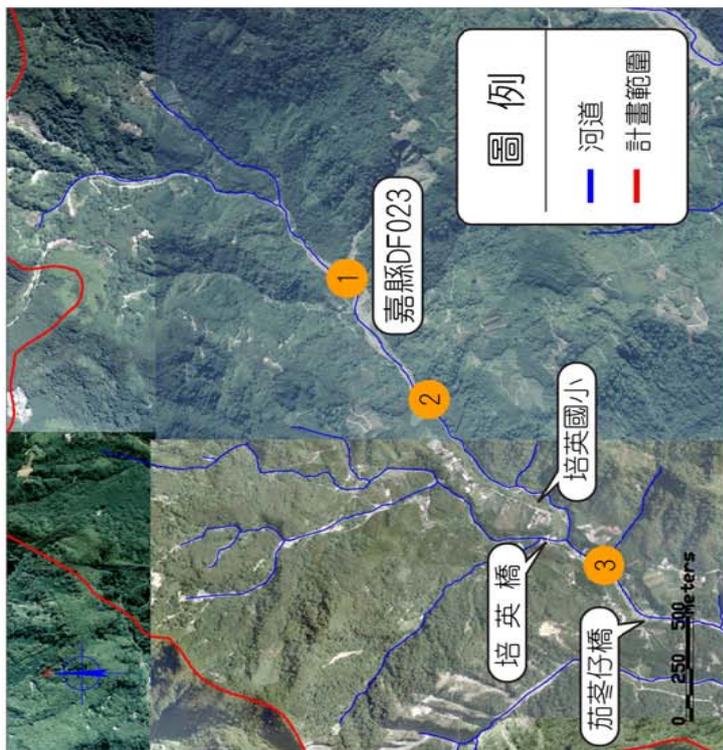


圖3-9 嘉縣 DF023 溪流分段縱斷面圖



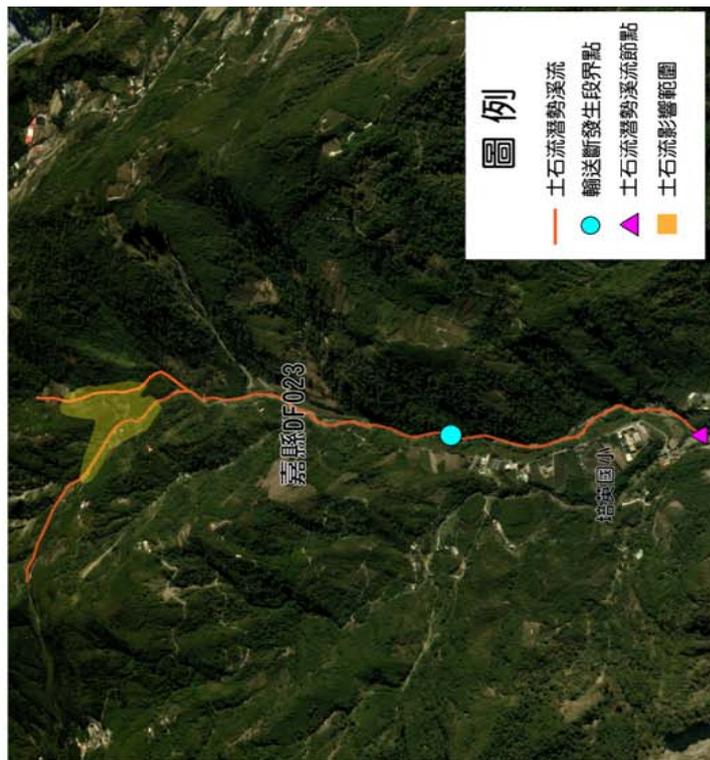
說明：嘉縣DF023土石流潛勢正射影像圖(97年五月)



點位(1)說明：土砂來源豐富，河道內土石堆積。
拍攝日期：980213



點位(2)說明：中游既有工程未見損壞，兩岸植生茂密。
拍攝日期：980213



說明：嘉縣DF023土石流潛勢溪流3D模擬影像



點位(3)說明：與茄荖溪交會處土砂堆積。
拍攝日期：971229

圖3-10 嘉縣 DF023 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片

(三)嘉縣 DF022

總長度約為 481 公尺，源頭標高 907 公尺降為 736 公尺，落差 171 公尺，集水面積約為 16 公頃，本溪流歸類為中潛勢土石流潛勢溪流，目前並沒有施作護岸設施，上游兩岸多為植生所覆蓋，多屬混淆林，溪流流路已不明顯，溪流內土石堆積，下游與 A010 匯流處有農宅，經現況調查發現下游版橋目前有基腳遭沖刷導致破損情形。

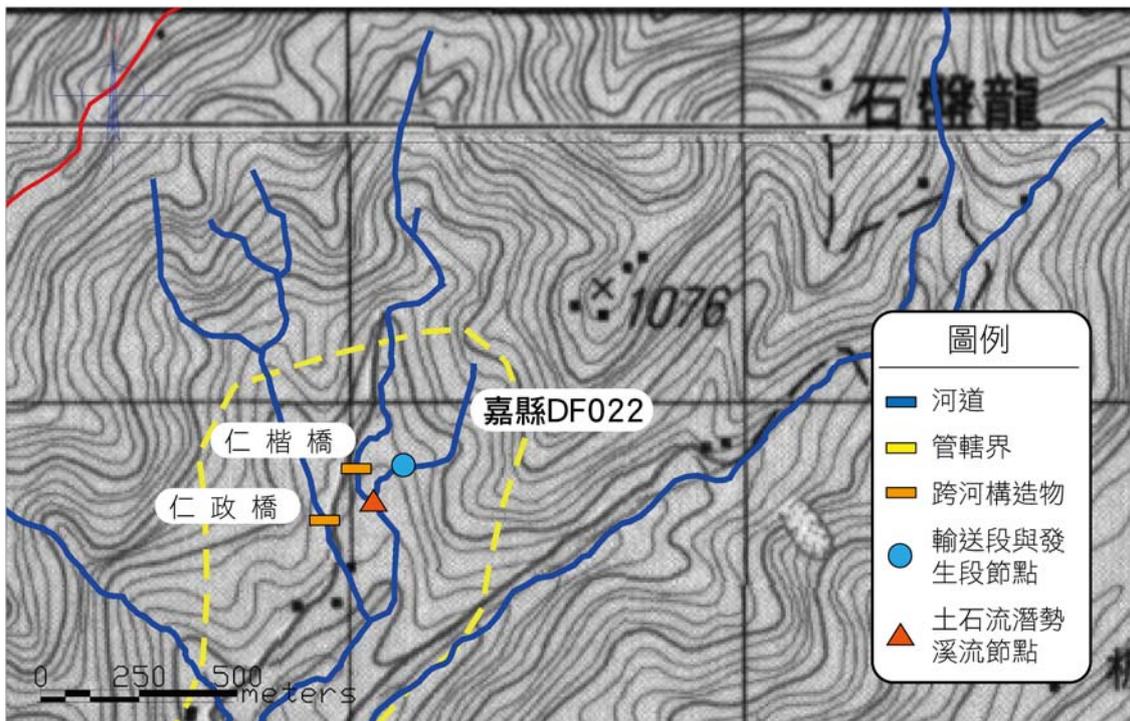


圖3-11 嘉縣 DF022 溪流分段位置圖

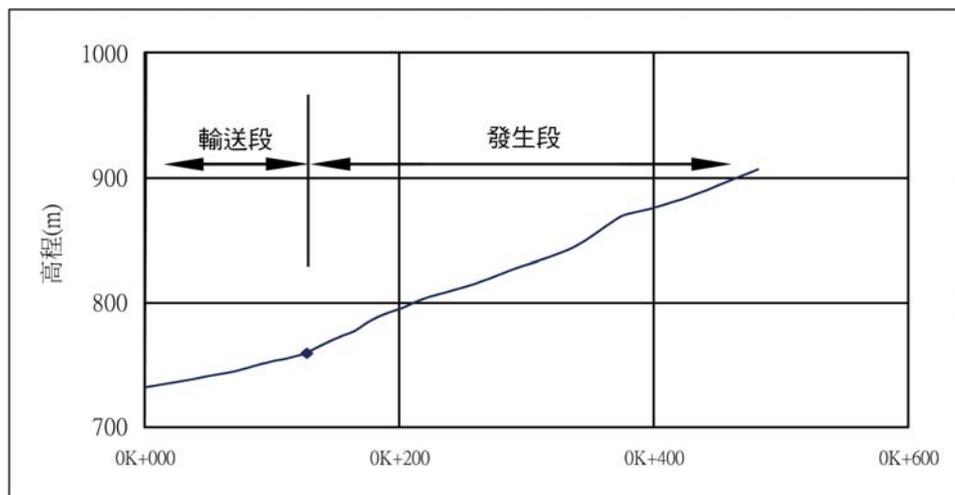
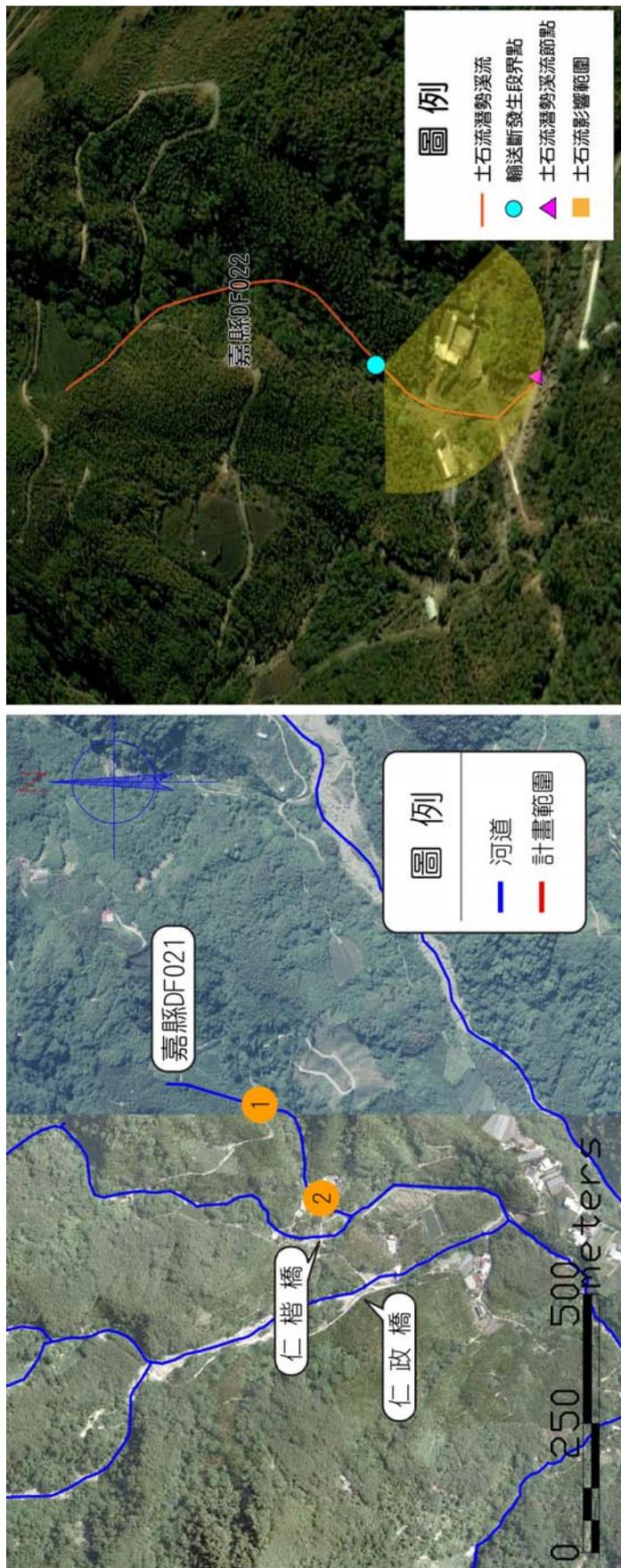


圖3-12 嘉縣 DF022 溪流分段縱斷面圖



說明：嘉縣DF022土石流潛勢溪流3D模擬影像

說明：嘉縣DF022土石流潛勢正射影像圖(97年五月)



點位(1)說明：溪流流路不明顯，多為植生所覆蓋。
拍攝日期：980229



點位(2)說明：無名橋基腳有遭沖刷破壞情形。
拍攝日期：980229

圖3-13 嘉縣 DF022 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片

(四)嘉縣 DF021

總長度約為 1,345 公尺，源頭標高 1,062 公尺降為 738 公尺，落差 324 公尺，集水面積約為 74 公頃，歸類為高潛勢溪流，上游兩岸多為植生所覆蓋無人居住，多屬混淆林，溪流流路已不明顯，中游右岸有零星茶園分布，農路過水管涵有下移土石堆積情形，位於下游與 A009 匯流處有農宅聚落，下游無名橋有基底遭沖刷破損的狀況。

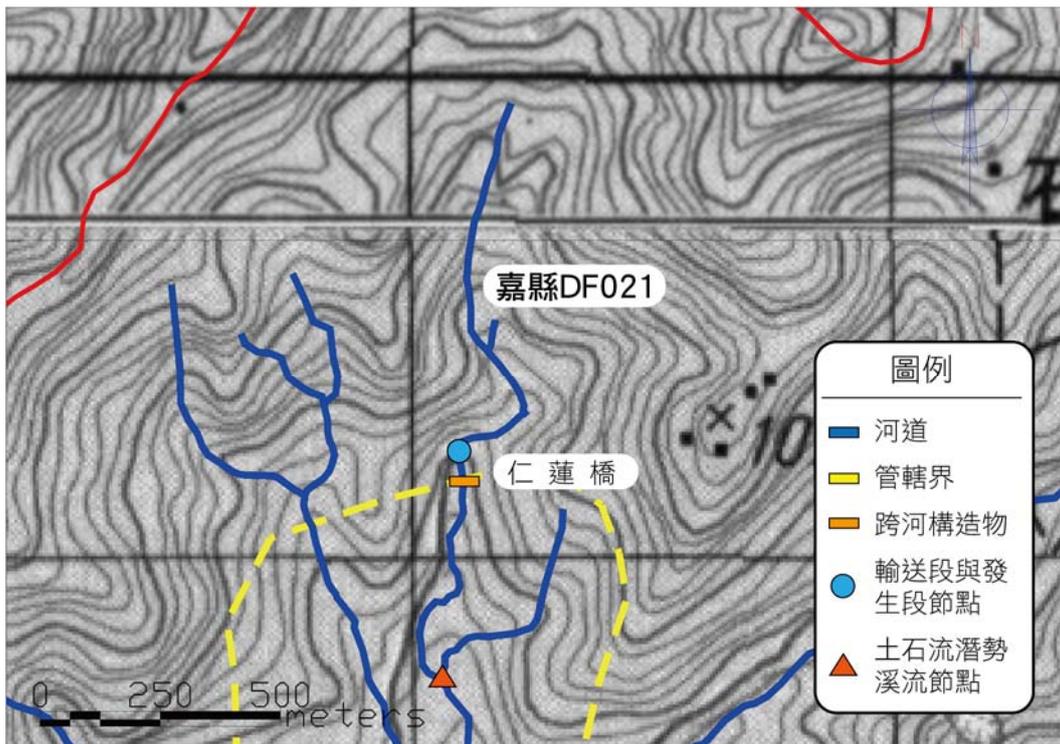


圖3-14 嘉縣 DF021 溪流分段位置圖

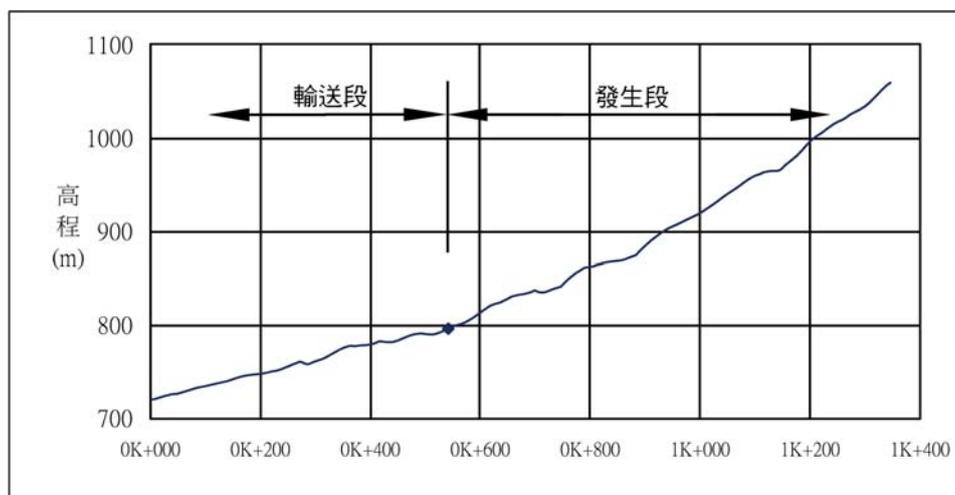
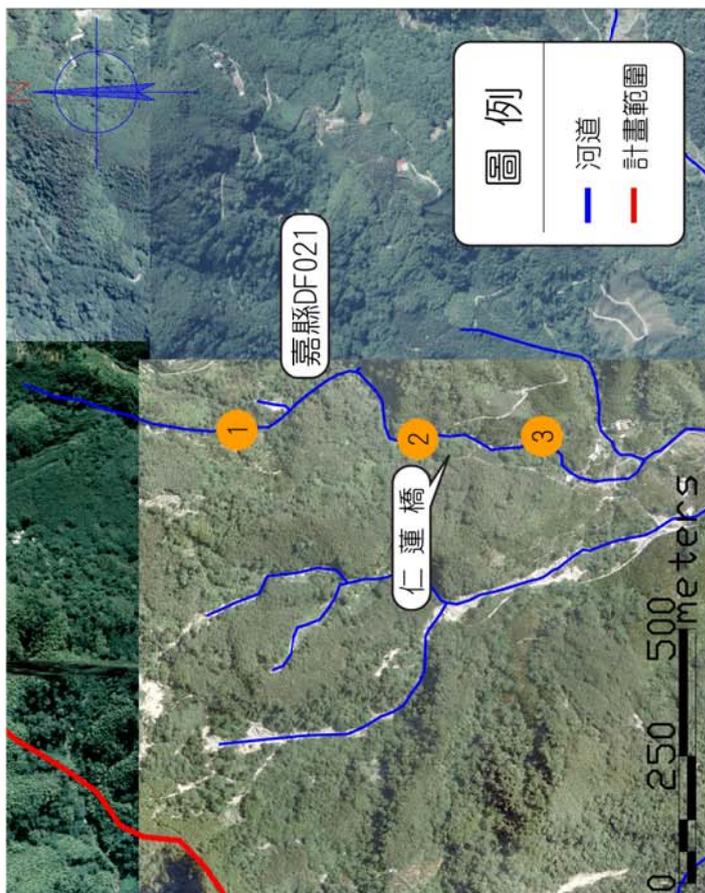
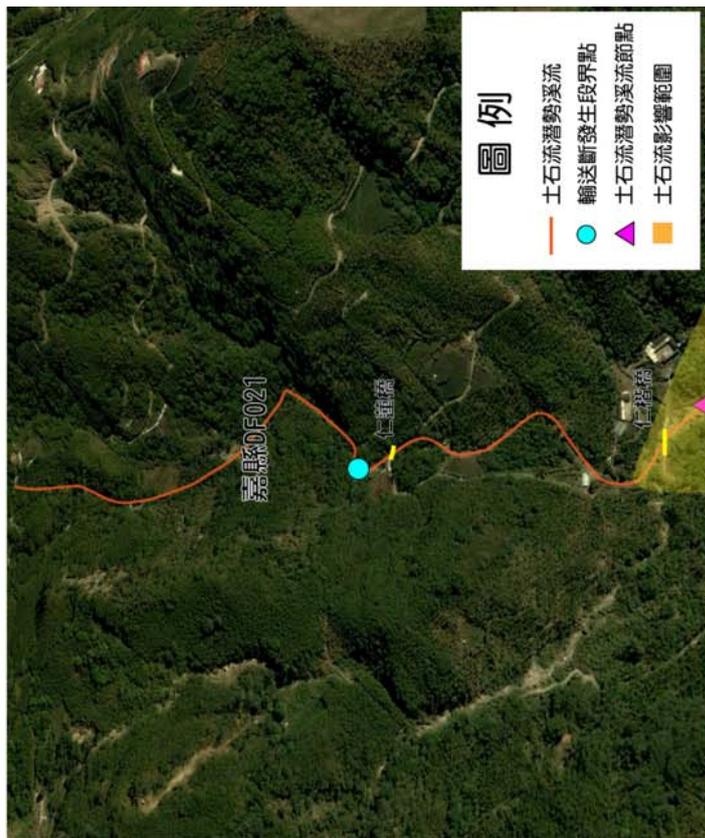


圖3-15 嘉縣 DF021 溪流分段縱斷面圖



說明：嘉縣DF021土石流潛勢溪流3D模擬影像

說明：嘉縣DF021土石流潛勢正射影像圖(97年五月)



點位(3)說明：下游無名橋有基底遭沖刷破損的狀況。拍攝日期：980229



點位(2)說明：中游溪流兩岸植生茂密，過水管涵有少量下移土石堆積。拍攝日期：980213



點位(1)說明：上游溪流流路不明顯，多為植生所覆蓋。拍攝日期：980213

圖3-16 嘉縣 DF021 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片

(五)嘉縣 DF020

總長度約為 1,343 公尺，源頭標高 1,069 公尺降為 701 公尺，落差 368 公尺，集水面積約為 69 公頃，歸類為高潛勢溪流，經調查溪流內部有下移土石堆積，主要土石來源應為上游沿線兩岸的零星崩坍土石遭溪流冲刷下移，區內上游已有施作砌石護岸，下流仁政橋匯流處有混凝土護岸，兩岸植生除混淆林以外多為檳榔。

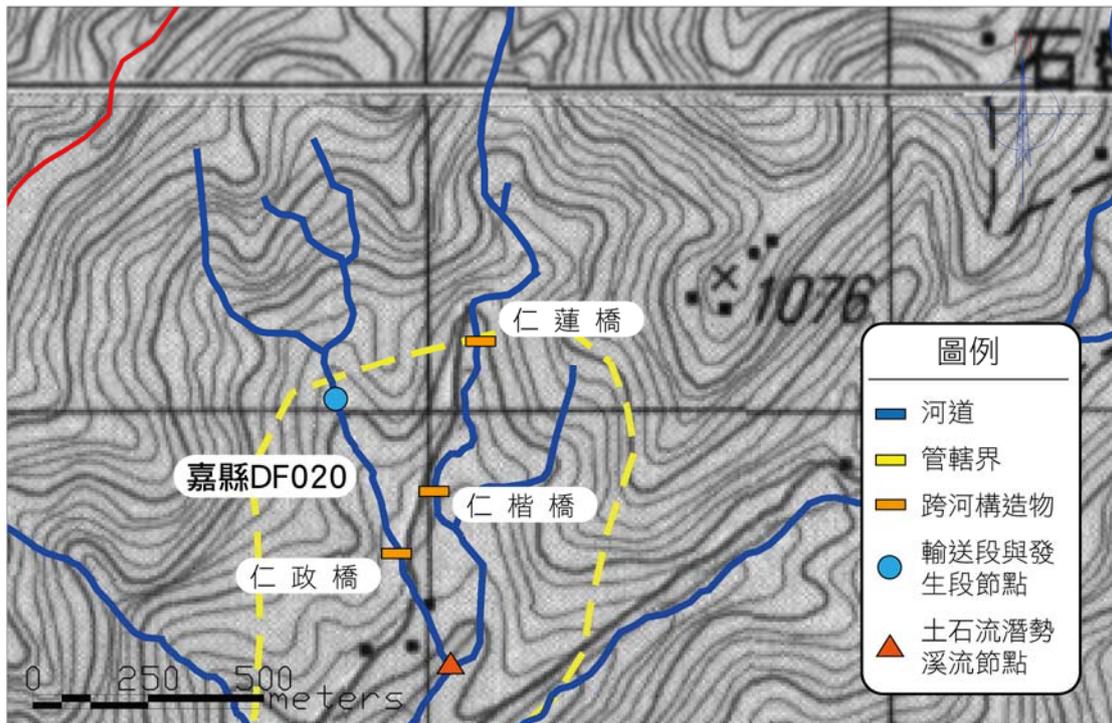


圖3-17 嘉縣 DF020 溪流分段位置圖

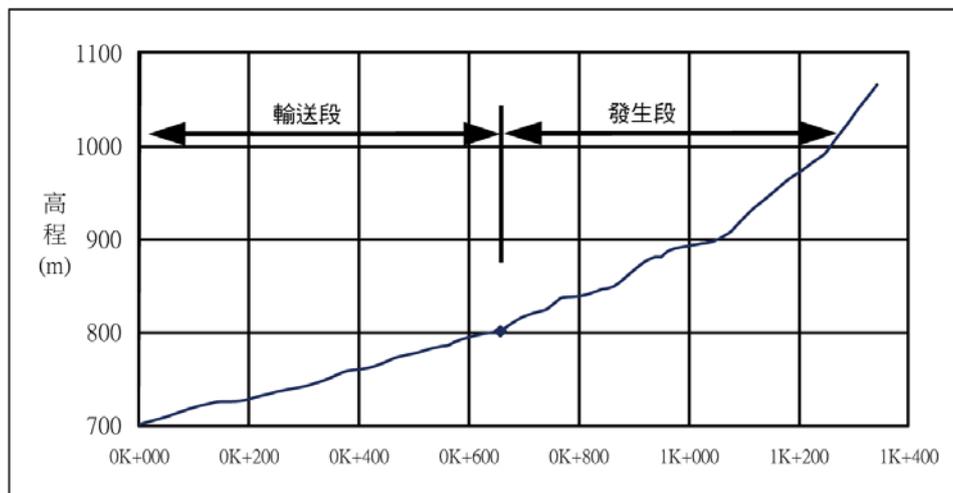
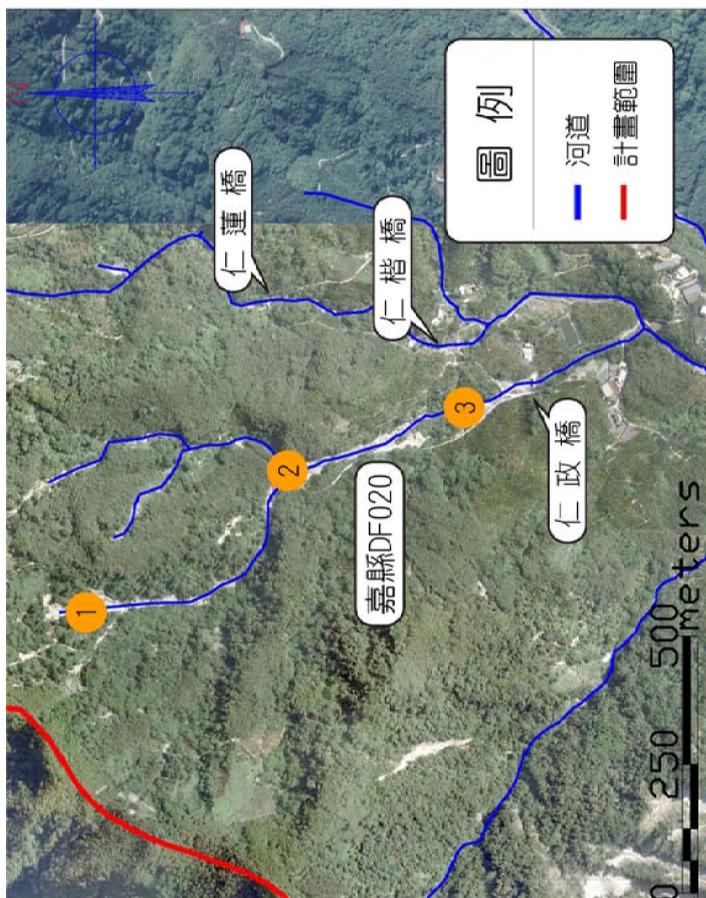


圖3-18 嘉縣 DF020 溪流分段縱斷面圖



說明：嘉縣DF020土石流潛勢溪流3D模擬影像



說明：嘉縣DF020土石流潛勢正射影像圖(97年五月)



點位(3)說明：兩岸植生茂密，防砂壩遭冲刷下移之土砂淤滿。拍攝日期：980229



點位(2)說明：支流匯流處上游崩塌土石下移。拍攝日期：980229



點位(1)說明：上游段既有施作砌石護岸。拍攝日期：980229

圖3-19 嘉縣 DF020 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片

(六)嘉縣 DF019

總長度約為 1,489 公尺，源頭標高 1,080 公尺降為 641 公尺，落差 439 公尺，集水面積約為 57 公頃，目前歸類為高潛勢溪流，經調查溪流呈冲刷情形，版橋基底由於溪流流速過快有遭掏刷現象，沿溪流兩岸有零星崩坍，主要土石來源應為上游崩塌面，下游部分護岸有嚴重淘刷崩落情形，連帶造成溪流旁道路下邊坡崩塌。

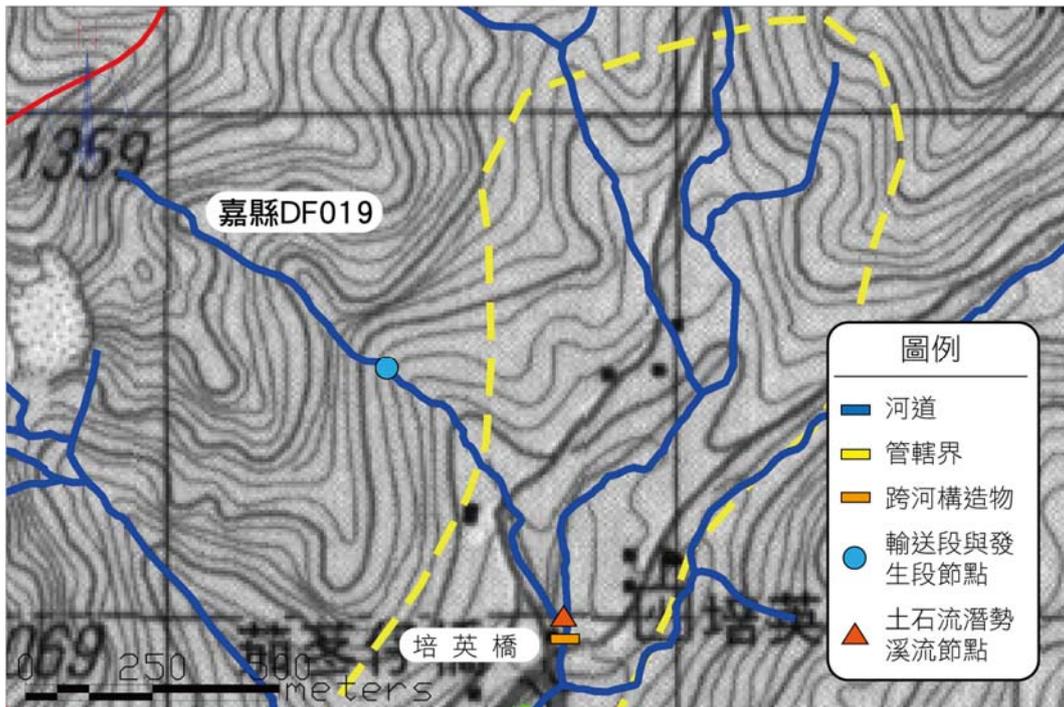


圖3-20 嘉縣 DF019 溪流分段位置圖

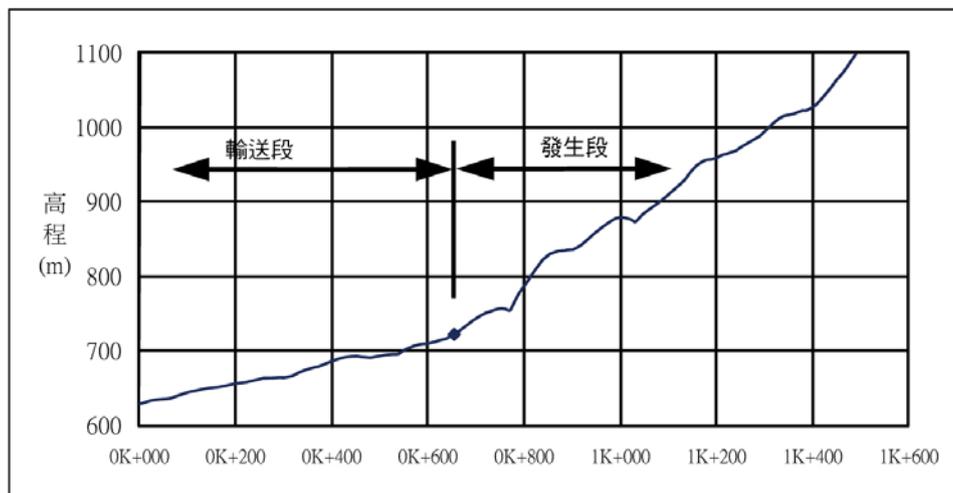


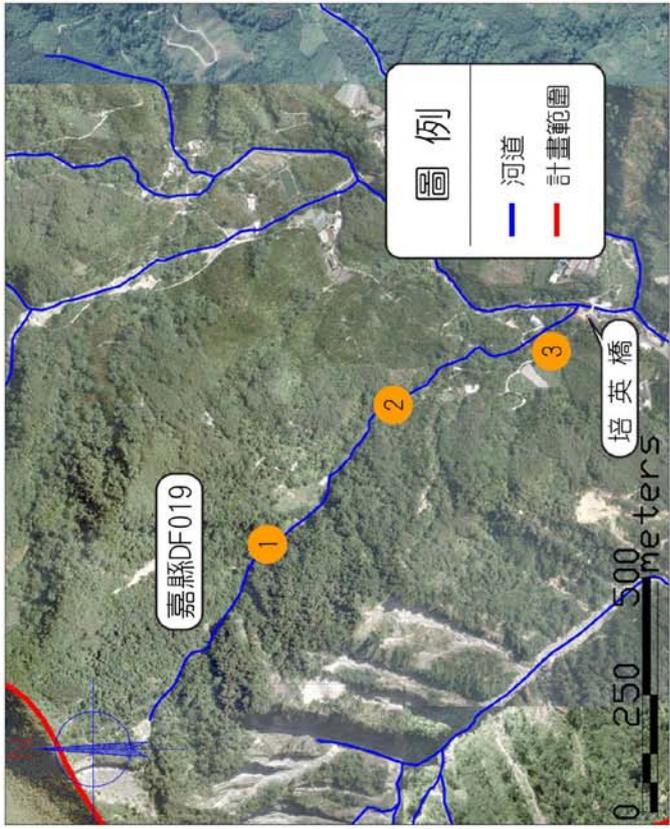
圖3-21 嘉縣 DF019 溪流分段縱斷面圖



說明：嘉縣DF019土石流潛勢溪流3D模擬影像



點位(3)說明：培英橋下游右岸道路與護岸遭沖刷損壞。拍攝日期：980310



說明：嘉縣DF019土石流潛勢正射影像圖(97年五月)



點位(2)說明：由於溪流流速過快，造成版橋基底冲刷。拍攝日期：980727



點位(1)說明：中游段溪流左岸農路旁，既有混凝土護岸狀況良好。拍攝日期：970623

圖3-22 嘉縣 DF019 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片

(七)嘉縣 DF018

總長度約為 1,923 公尺，源頭標高 1,069 公尺降為 486 公尺，落差 583 公尺，集水面積約為 75 公頃，目前歸類為高潛勢溪流，位於茄苳仔溪下游右側，上游有大規模崩坍面，現已有部分植生恢復，溪流寬度約 35 米，由上游崩塌面下移之土石有直徑達 3 米的大石，可能對下游濁水溪橋造成影響。



圖3-23 嘉縣 DF018 溪流分段位置圖

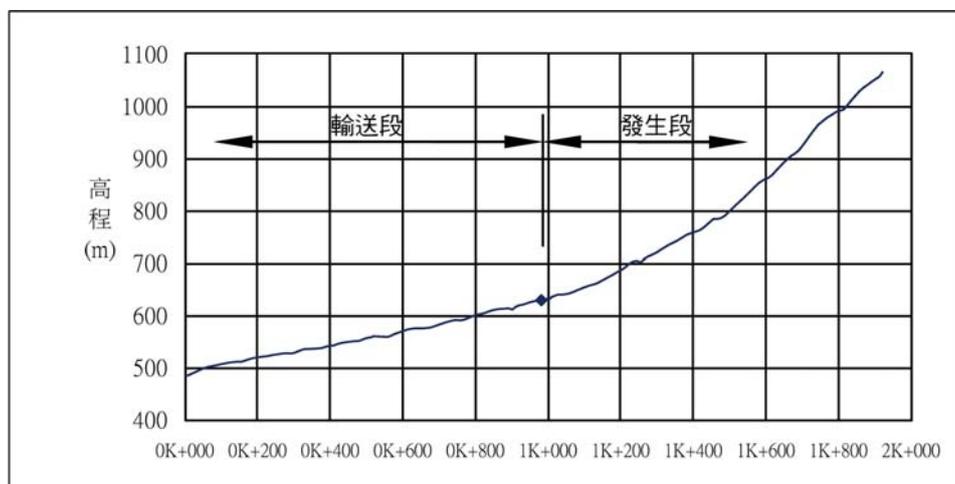
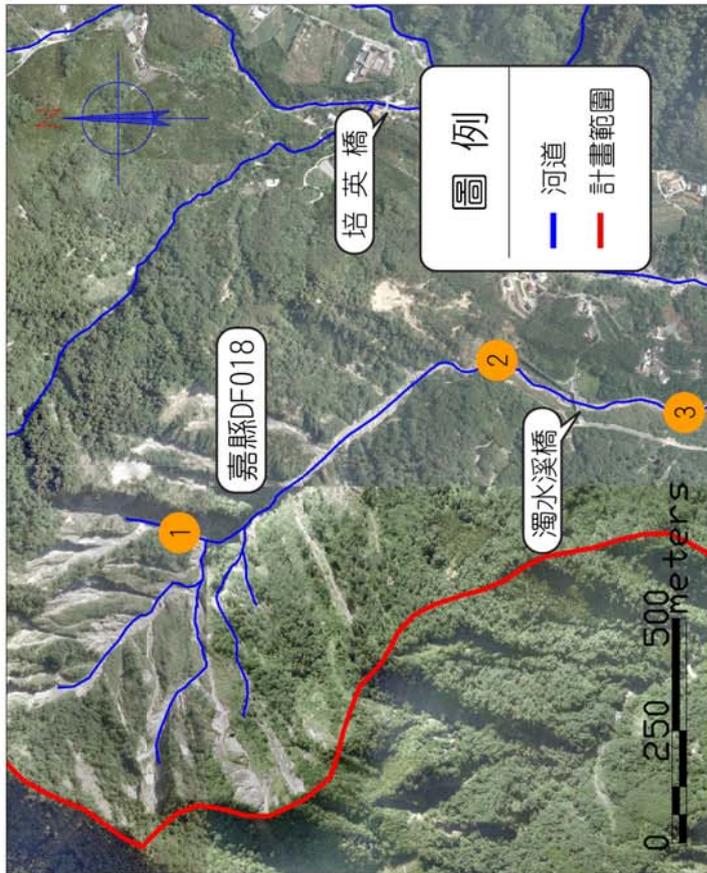


圖3-24 嘉縣 DF018 溪流分段縱斷面圖



說明：嘉縣DF018土石流潛勢正射影像圖(97年五月)



點位(1)說明：崩塌範圍占集水區上半部，已有部分植生恢復。拍攝日期：980122



說明：嘉縣DF018土石流潛勢溪流3D模擬影像



點位(2)說明：防砂壩淤滿，河床上有許多3m以上巨石堆積。拍攝日期：980122



點位(3)說明：下游溪床土石下移情形，兩岸植生茂密。拍攝日期：980122

圖3-25 嘉縣 DF018 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片

(八) 嘉縣 DF024

總長度約為 1,486 公尺，源頭標高 756 公尺降為 446 公尺，落差 310 公尺，集水面積約為 63 公頃，目前歸類為低潛勢溪流，經調查溪流尚屬穩定，區內已有施作穩定工程，位於 159 道路上坡面坡度達 45 度以上，既有擋土石籠遭沖刷有損壞情形。

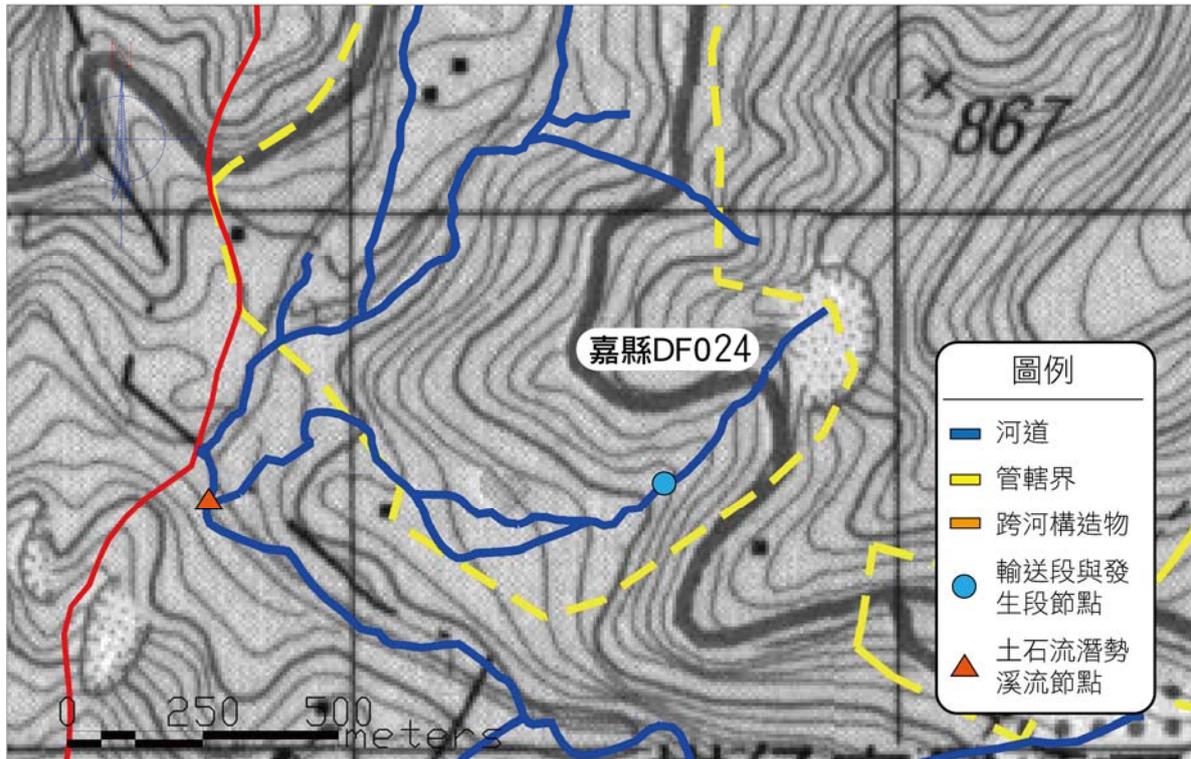


圖3-26 嘉縣 DF024 溪流分段位置圖

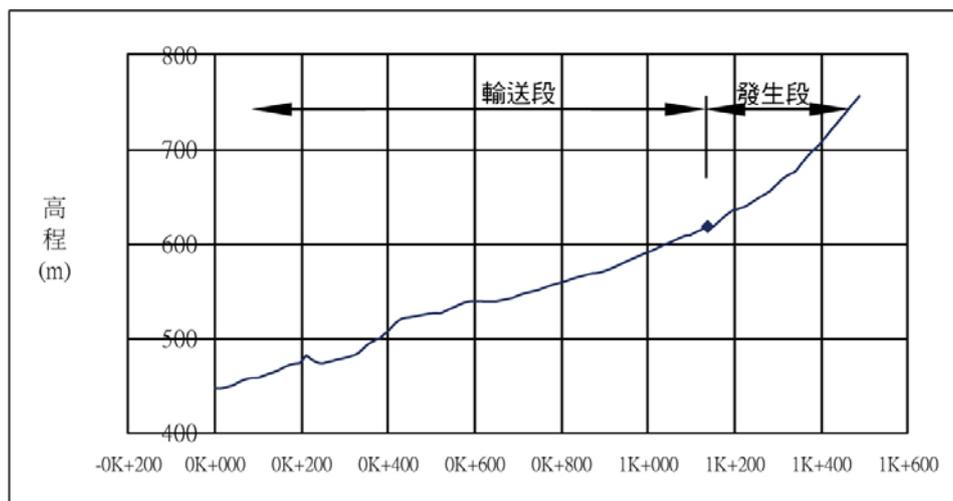
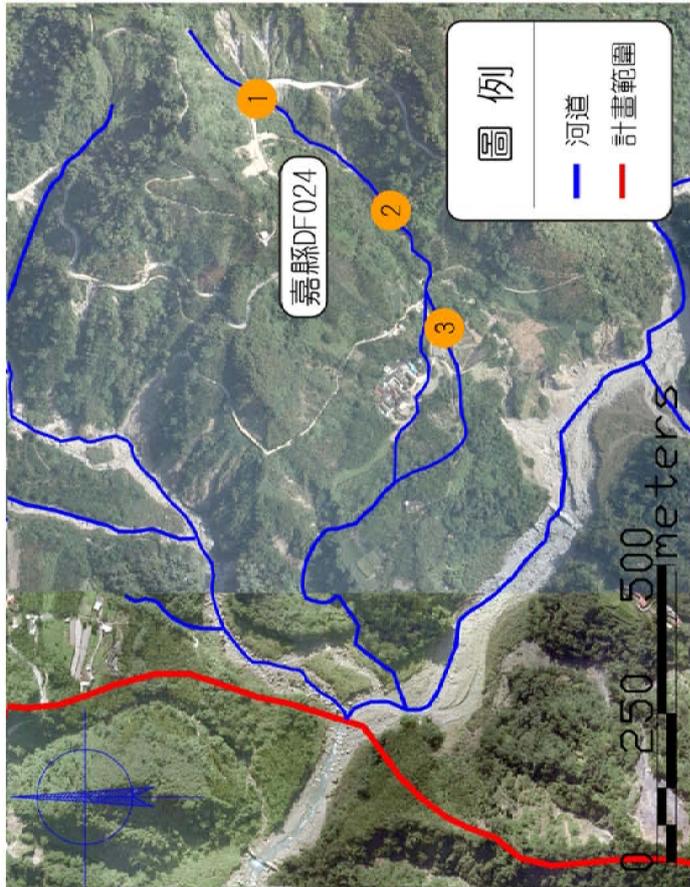


圖3-27 嘉縣 DF024 溪流分段縱斷面圖



說明：嘉縣DF024土石流潛勢溪流3D模擬影像



說明：嘉縣DF024土石流潛勢正射影像圖(97年五月)



點位(2)說明：溪流中段坡度減緩為10~20度，土石有持續下移現象。拍攝日期：980122



點位(3)說明：溪流中段兩岸植生茂密，多為草類及竹林。拍攝日期：980122



點位(1)說明：溪流上段溪床坡度達45度以上，經過縣道159甲處既有擋土石籠遭沖刷有損壞情形。拍攝日期：980727

圖3-28 嘉縣 DF024 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片

(九)嘉縣 DF025

總長度約為 966 公尺，源頭標高 1,130 公尺降為 780 公尺，落差 350 公尺，集水面積約為 45 公頃，目前歸類為低潛勢溪流，經調查區內已有施作穩定工程，兩岸植生茂密，大多已經施作水泥護岸，並有水泥封底，保全對象主要為光華國小及柑仔宅聚落。

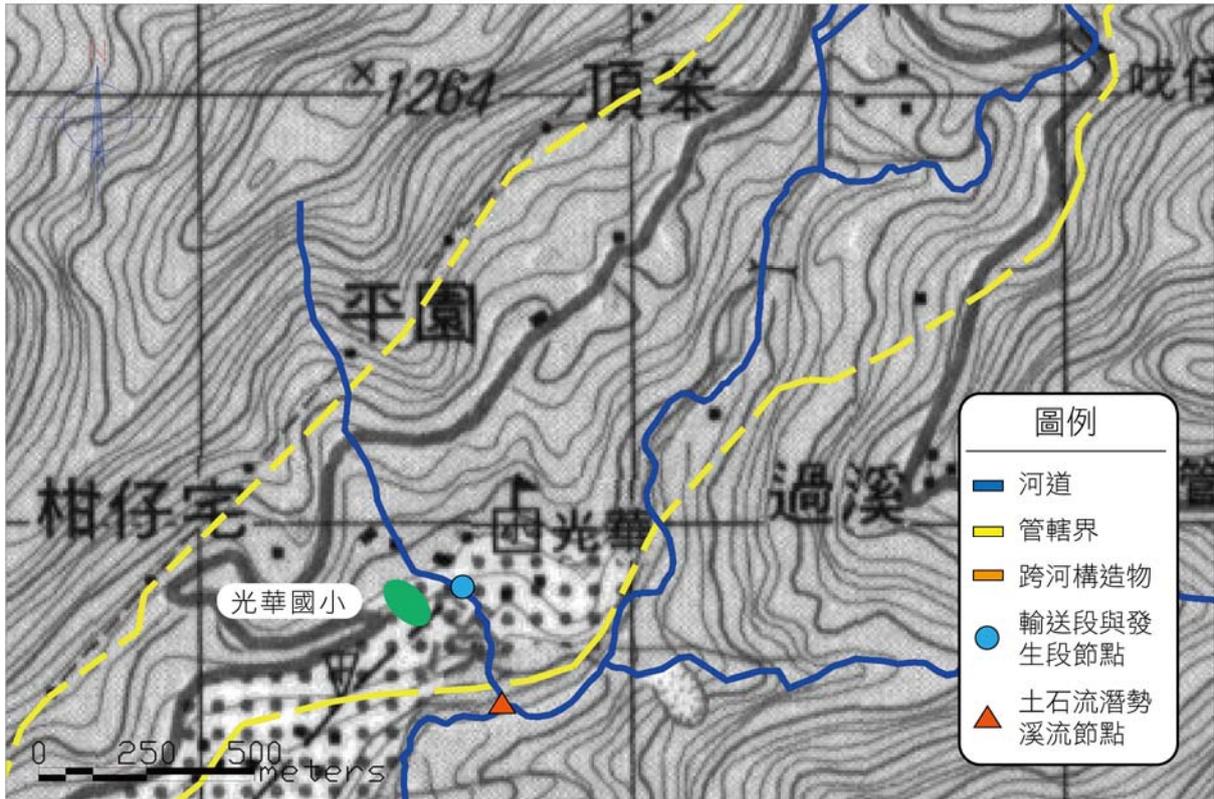


圖3-29 嘉縣 DF025 溪流分段位置圖

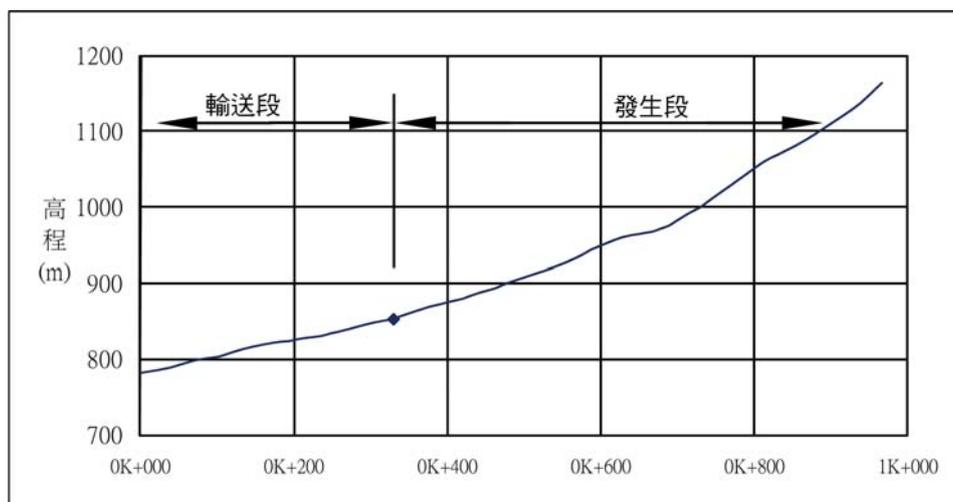
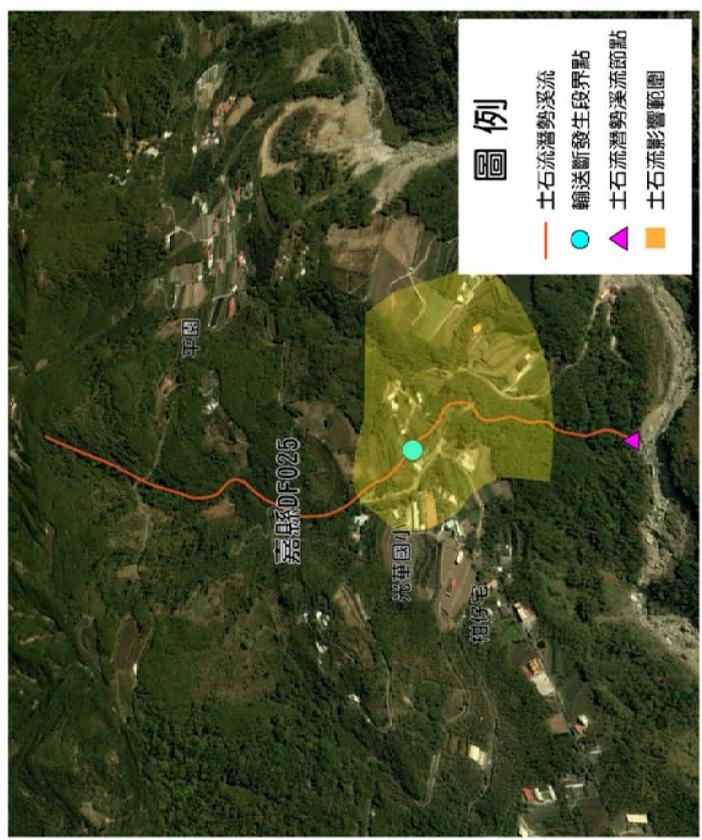


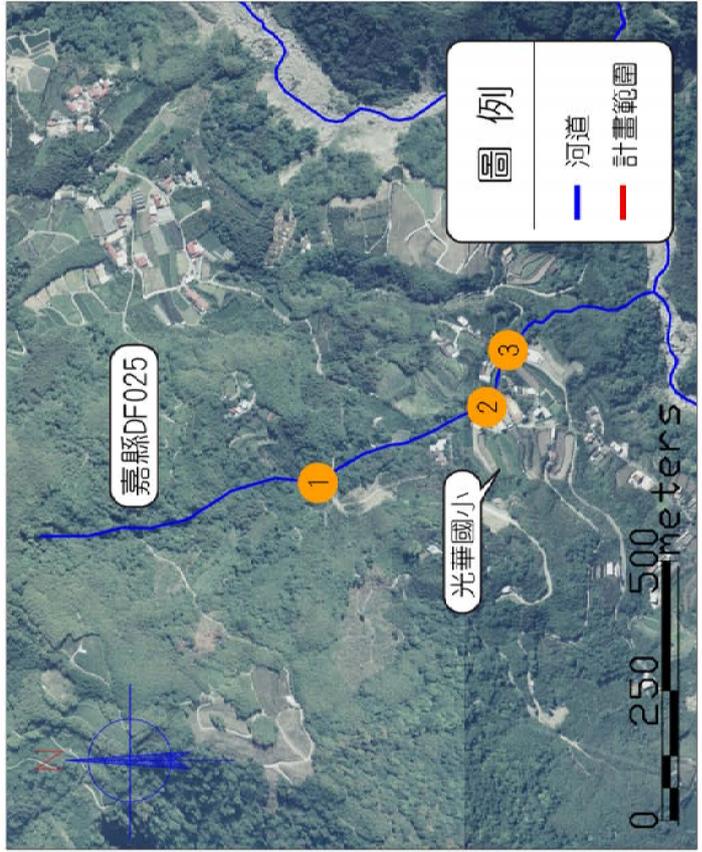
圖3-30 嘉縣 DF025 溪流分段縱斷面圖



說明：嘉縣DF025土石流潛勢溪流3D模擬影像



點位(3)說明：溪流旁兩岸植生茂密，多為草類及混淆林。
拍攝日期：971229



說明：嘉縣DF025土石流潛勢正射影像圖(97年五月)



點位(2)說明：光華國小兩岸旁植生茂密。
拍攝日期：971229



點位(1)說明：既有護岸等構造物未見損壞。
拍攝日期：971229

圖3-31 嘉縣 DF025 土石流潛勢溪流 3D 模擬影像及現況照片

四、土石流潛勢溪流現況分析

計畫集水區的土砂，主要來自於區內林班地界內的崩塌地及坑溝的侵蝕，目前僅嘉縣 DF018、嘉縣 DF020 設有防砂壩，因此仍有不少土砂暫置於河道，且多數河段的平均堆積坡度正界於輸送段的坡度分級範圍，顯示除了已具備足夠的堆積料源外，更具備溪床型土石流發生的坡度，倘若有足夠的溪水攜帶，將不排除發生溪床型土石流的可能，因此存在著不可預期以溪床型土石流的型態下移的潛在危機。

3.1.3 野溪調查及分析

一、野溪分布

計畫集水區內共有 9 條野溪，其中茄荖仔集水區內有 2 條位於茄荖溪左岸，石卓集水區內則有 6 條位於驛馬溪左岸、1 條位於右岸。區內各野溪之基本資料如表 3-8 所示，分布情形如圖 3-32 所示。

表3-8野溪分布情形一覽表

集水區	野溪編號	所在村里	流長(km)	坡度(%)
茄荖仔	L1	光華村	0.55	21.5
	L2	光華村	0.45	40.8
石卓	L1	光華村、中和村	3.82	13.5
	L2	光華村、中和村	1.78	23.1
	R1	光華村	1.53	8.3
	L3	光華村	1.54	22.6
	L4	光華村	1.76	27.5
	L5	光華村	1.02	28.3
	L6	光華村	0.59	51.5

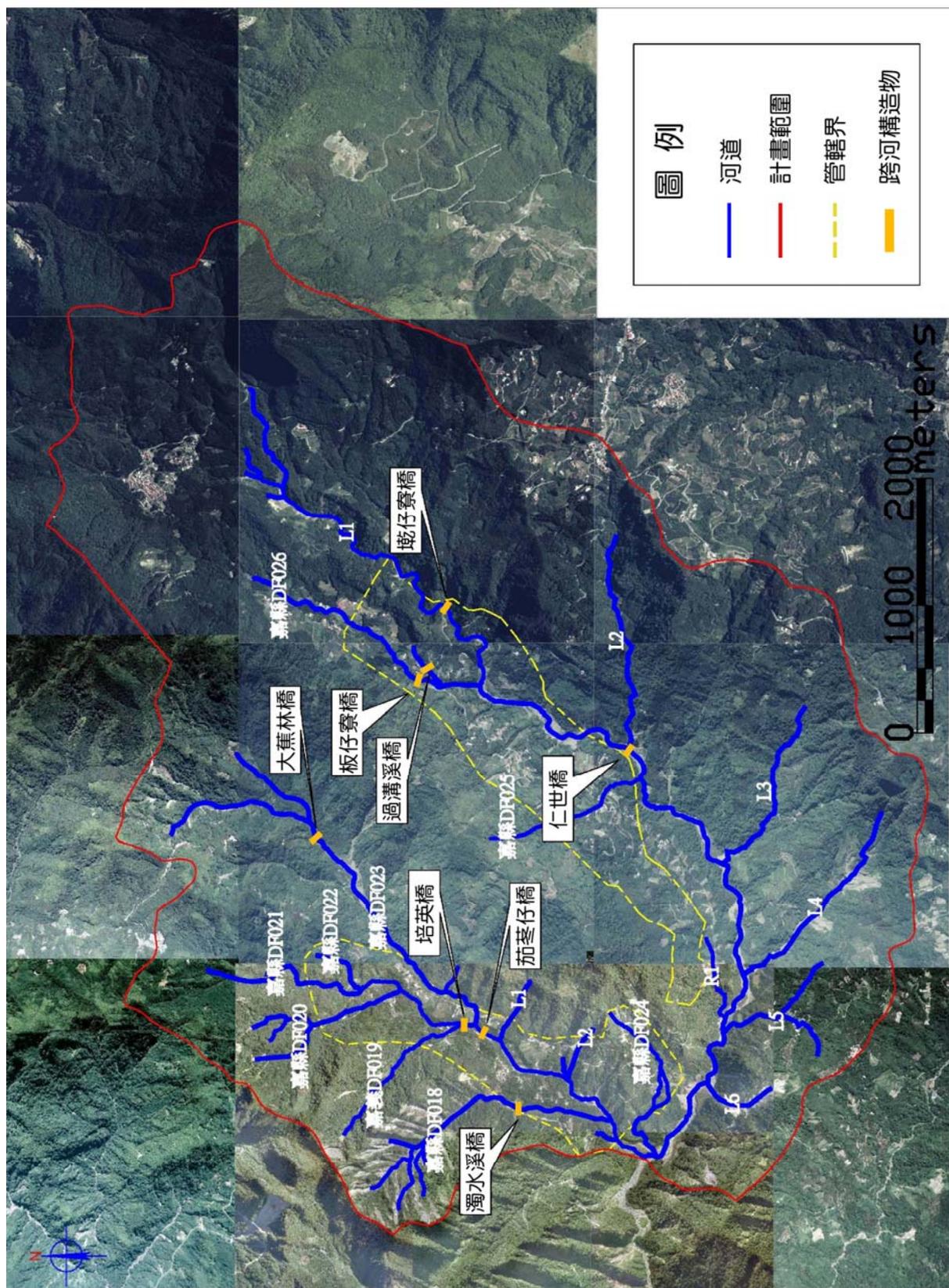


圖 3-32 計畫集水區河川水系圖

二、野溪現況調查

(一) 茄苳仔集水區：野溪 L1

茄苳仔集水區之野溪L1 屬茄苳溪下游南側之支流，位於光華村內，上游由於溪流冲刷與農路旁崩塌，造成中游溪床有下移土砂堆積情形，溪流兩岸植生多為混淆林與竹林，下游段有種植檳榔，區內除上游源流處以外並無明顯崩塌區，區內現況及溪流分布如圖 3-33 所示。

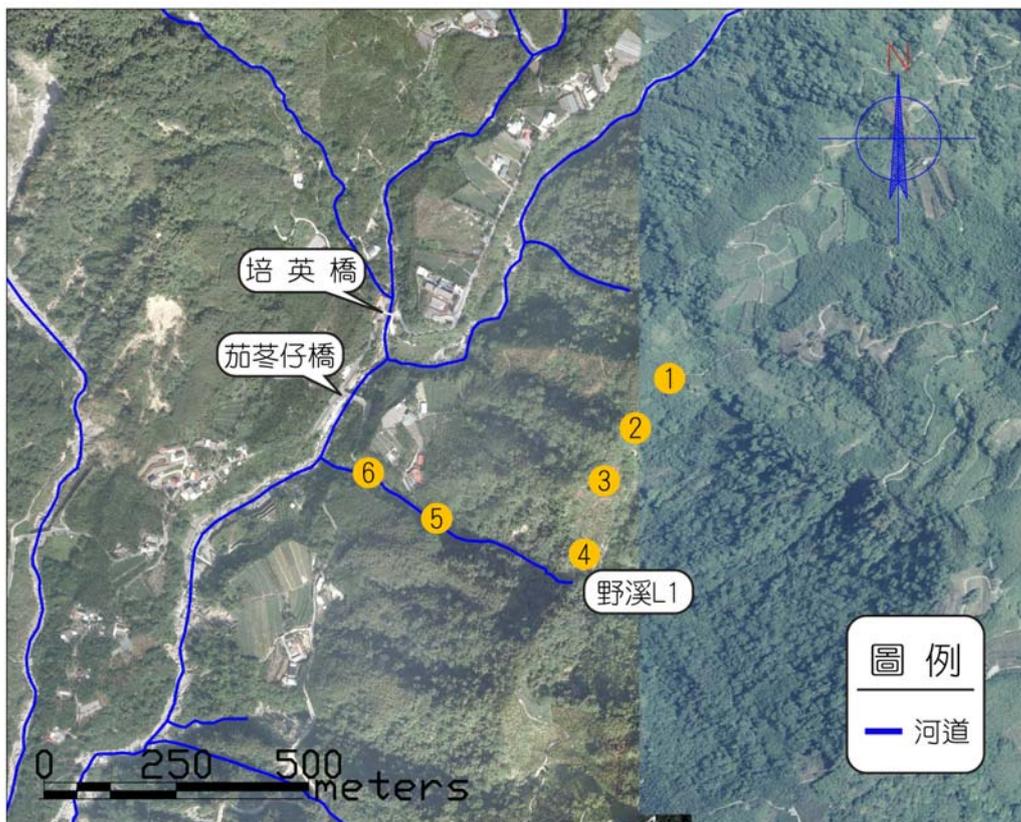


圖3-33 茄苳仔集水區：野溪 L1 正射影像圖



點位(1)說明：溪流上游有一處崩塌情形，
為集水區提供土砂來源。

拍攝日期：980213



點位(2)說明：溪流右岸為私設農路，未施
設防洪工程，植生茂密。

拍攝日期：980213



點位(3)說明：溪流兩岸植生茂密，溪床有
下移土砂堆積情形。

拍攝日期：980213



點位(4)說明：農路旁邊坡有裸露情形，無
道路排水系統。

拍攝日期：980213



點位(5)說明：經過 159 甲處道路管涵無明
顯破壞。

拍攝日期：980122



點位(6)說明：既兩岸植生茂密，構造物無
明顯破壞。

拍攝日期：980122

圖3-34 茄苳野溪 L1 現況照片

(二) 茄苳仔集水區：野溪 L2

茄苳仔集水區之野溪L2 屬茄苳溪下游南側之支流，位於光華村內，溪流經過縣道 159 甲匯入茄苳溪，區內崩塌多位於道路下邊坡，又由於下邊坡坡度大於 50%，植生較難恢復，目前較嚴重崩塌路段使用鋼軌固定，使道路暫可通行，區內現況及分布如圖 3-35 所示。

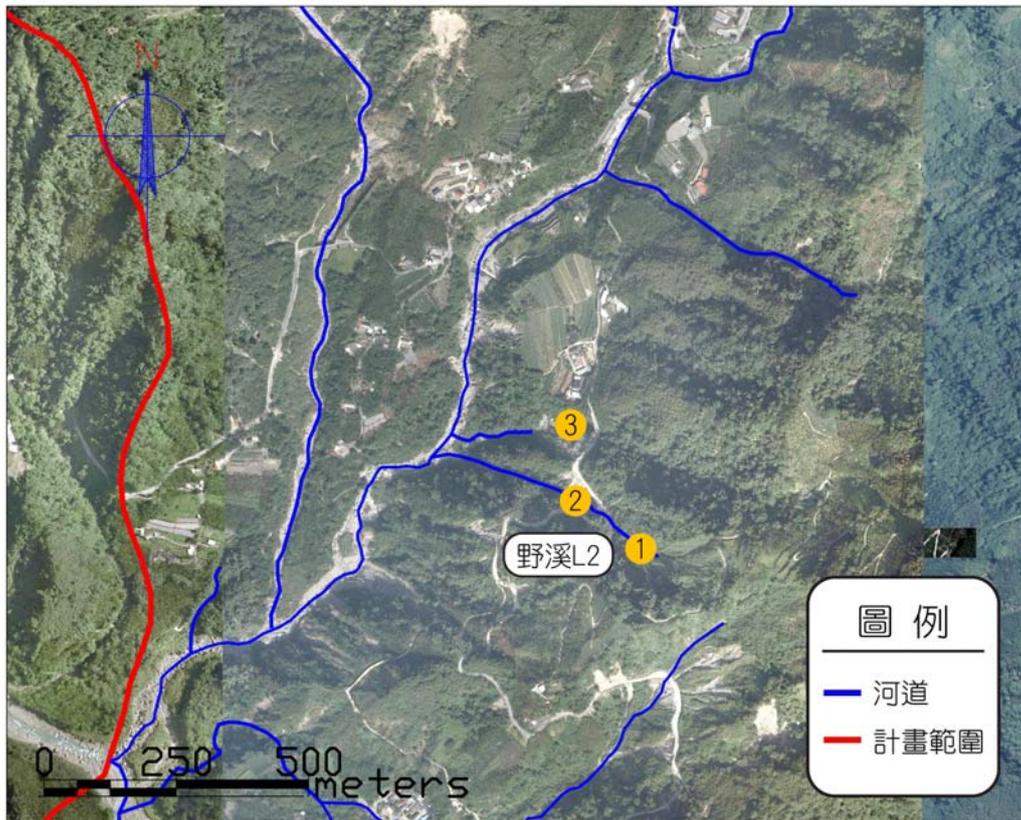


圖3-35 茄苳仔集水區：野溪 L2 整體現況圖



點位(1)說明：159 甲旁上邊坡，野溪 L2 經過 159 甲處，上邊坡植生茂密，箱涵無損壞狀況，有沖刷土石下移情形。

拍攝日期：980122



點位(2)說明：159 甲旁下邊坡，野溪 L2 經過 159 甲處下游。

拍攝日期：980213



點位(3)說明：159 甲旁下邊坡，159 甲處道路下邊坡新增崩塌情形。

拍攝日期：980213

圖3-36 茄苳仔集水區：野溪 L2 現況照片

(三) 石卓集水區：野溪 L1

石卓集水區之野溪L1 屬驛馬溪最上游東側之支流，位於光華村及中和村內，經調查中游段崩塌地甚多，除有嘉義縣 0468 等 12 個公告崩塌地外，亦於嘉義縣 0472 號崩塌面下游增加一處崩塌面(即照片點位 1 處)，推論是否因下移土砂致使河流流心不穩進而沖刷兩岸坡腳，誘發崩塌產生，使得兩岸崩塌情形增加。區內現況及分布如圖 3-37 所示。

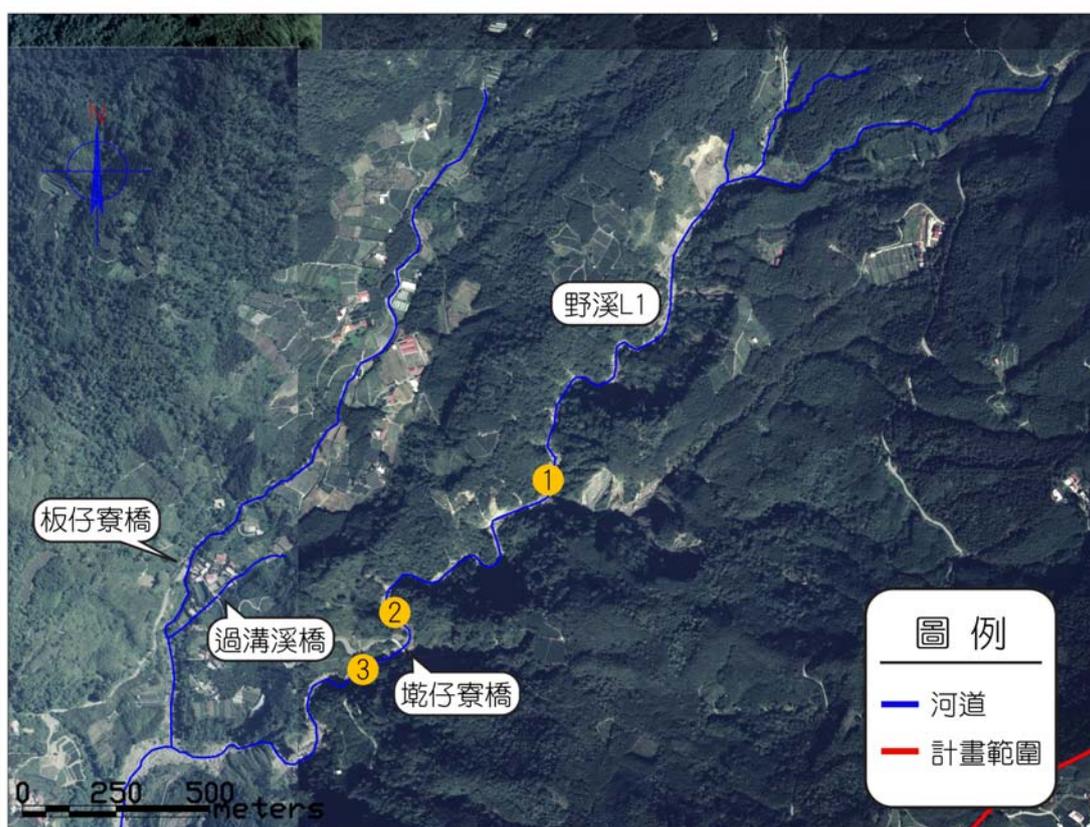


圖3-37 石卓集水區：野溪 L1 整體現況圖



點位(1)說明：野溪 L1 及溪流旁崩塌面，
溪流沖刷使崩塌有增加情形。
拍攝日期：980122



點位(2)說明：墘仔寮橋上游，上游崩塌土
砂材料豐富，土砂下移情形嚴重。
拍攝日期：980122



點位(3)說明：墘仔寮橋下，上游崩塌土石
下移，下游橋梁尚未受到影響。
拍攝日期：980122

圖3-38 石卓集水區：野溪 L1 現況照片

(四) 石卓集水區：野溪 L2

集石卓集水區之野溪L2 屬驛馬溪東側支流，位於光華村及中和村內，溪流上游為石卓聚落。匯流處旁嘉義縣 0465 崩塌面面積有增大情形，下游匯入驛馬溪之過水箱涵基底遭淘刷損壞，顯示溪流有沖刷下切的情形，現已由嘉義縣政府進行工程修復，區內現況及分布如圖 3-39 所示。

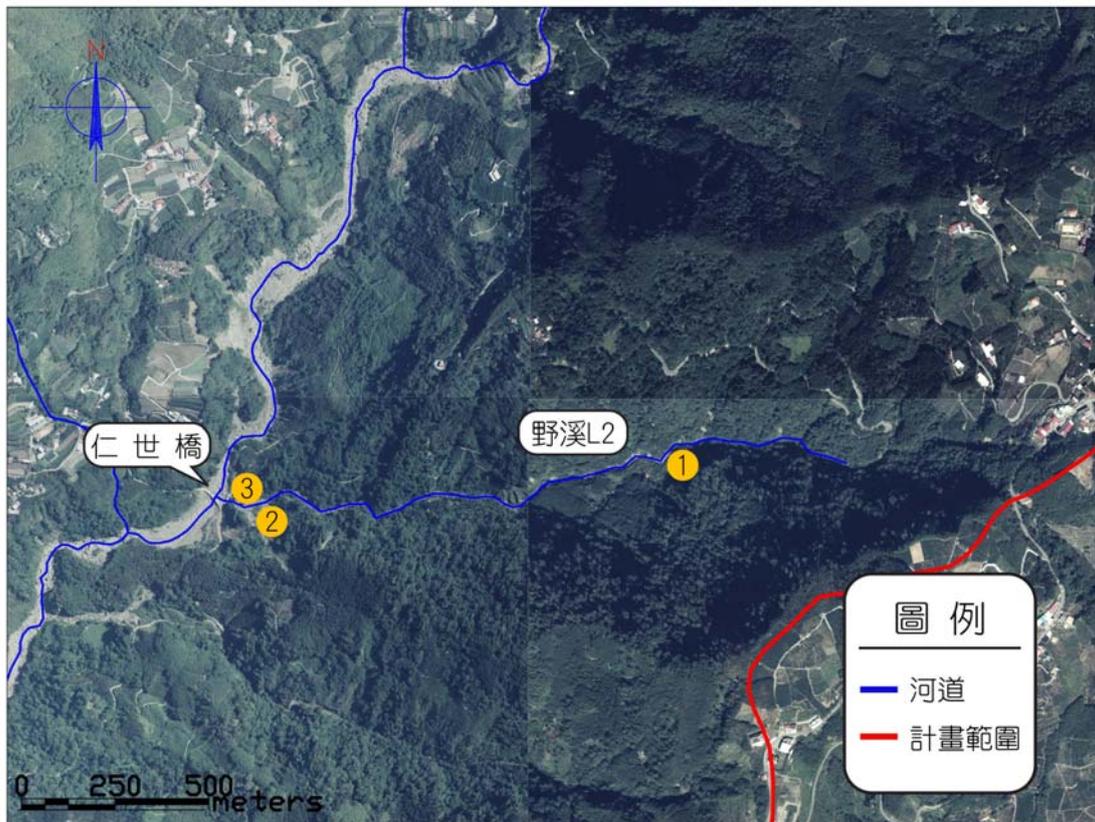


圖3-39 石卓集水區：野溪 L2 整體現況圖



點位(1)說明：忘憂谷民宿前，溪流中上游
土石下移，左岸有砌石護岸，高1-2m。
拍攝日期：980122



點位(2)說明：與驛馬溪匯流口旁崩塌，匯
流口旁崩塌土石下移，造成溪流高程抬升。
拍攝日期：980116



點位(3)說明：與驛馬溪匯流口箱涵，舊有
箱涵基底掏空損毀，通水能力不足，一旁
護岸也有淘刷情形，現已由嘉義縣政府進
行工程修復。
拍攝日期：980401

圖3-40 石卓集水區：野溪 L2 現況照片

(五) 石卓集水區：野溪 R1

石卓集水區之野溪R1 屬驛馬溪支流，位於光華村內，兩岸坡面植生良好，多為混淆林與竹林，溪流流量大且因沖刷下切造成兩岸土石崩落於溪床，由於經過保全對象柑仔宅聚落，建議清淤並施作固床工已穩定流心，區內現況及分布如圖 3-41 所示。

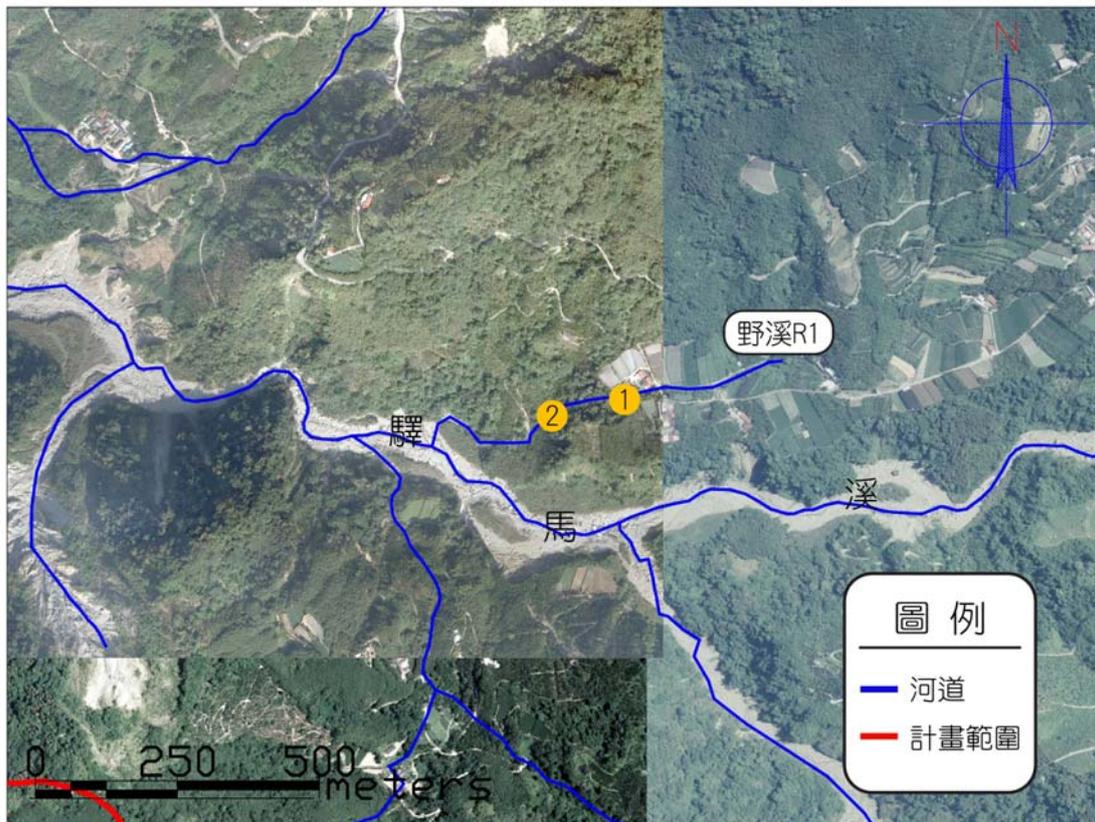


圖3-41 石卓集水區：野溪 R1 整體現況圖



點位(1)說明：遠瞰野溪 R1，植生茂密，無顯著崩塌，區內有保護對象柑仔宅社區。
拍攝日期：980213



點位(2)說明：溪流 R1 上游，兩岸植生茂密，兩岸土石遭沖刷崩落於溪床。
拍攝日期：971224



點位(3)說明：下游柑仔宅防災工程，上游土石有沖刷下移的傾向，下游既有防災工程無損壞。
拍攝日期：971224

圖3-42 石卓集水區：野溪 R1 現況照片

(六) 石卓集水區：野溪 L3

石卓集水區之野溪L3 屬驛馬溪東側支流，位於光華村內，經調查中上游兩岸坡面植生情形良好，多為混淆林與竹林，下游與驛馬溪匯流處河岸有因沖刷造成的崩塌情形，土砂下移進入河道，區內現況及分布如圖 3-43 所示。



圖3-43 石卓集水區：野溪 L3 整體現況圖



點位(1)說明：匯入驛馬溪處，匯流處有因溪流沖刷造成河岸崩塌的情形。

拍攝日期：980213



點位(2)說明：野溪 L3 中游，野溪中游植生茂密，無顯著崩塌。

拍攝日期：971213



點位(3)說明：野溪 L3 上游，野溪上游植生茂密，無顯著崩塌。

拍攝日期：971213

圖3-44 石卓集水區：野溪 L3 現況照片

(七) 石卓集水區：野溪 L4

石卓集水區之野溪L3 屬驛馬溪東側支流，位於光華村內，兩岸坡面植生多為混淆林及竹林，經調查野溪流經嘉義縣 0481、嘉義縣 0482 及嘉義縣 0483 共三處崩塌面，崩落土砂資源豐富，下移土砂進入河道，造成既有潛壩有淤滿損壞現象。區內現況及分布如圖 3-45 所示。

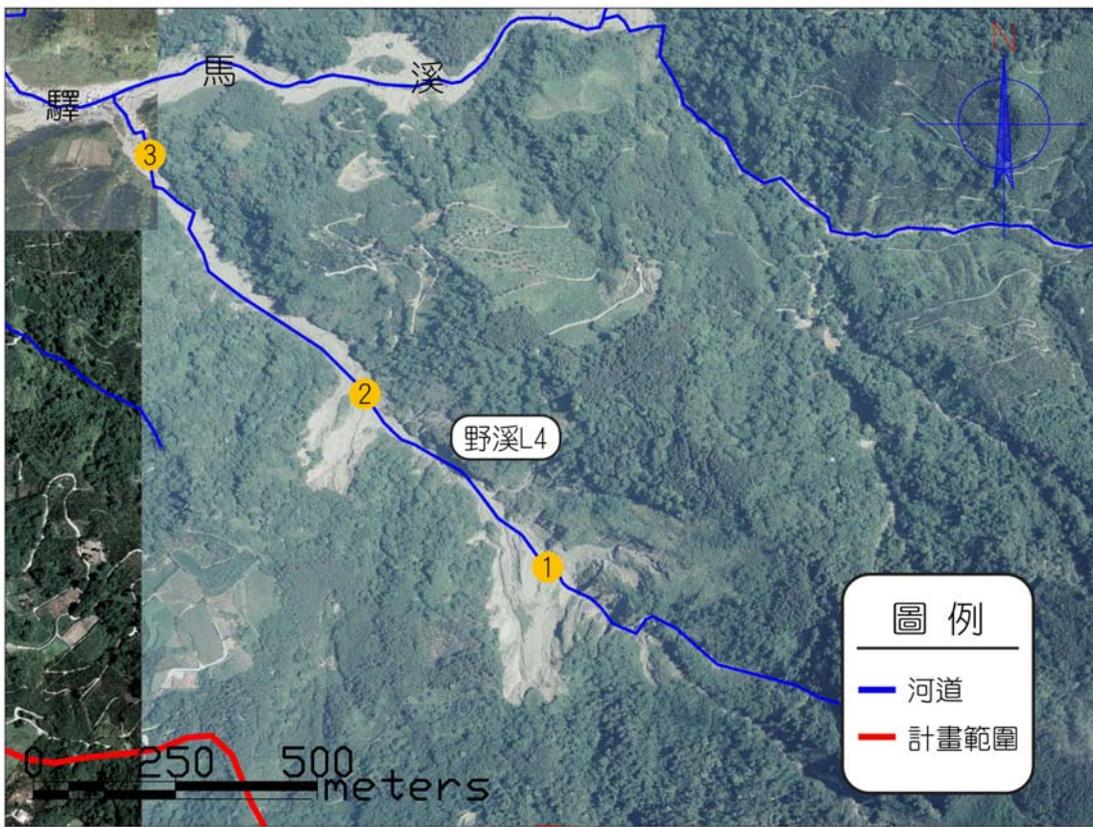


圖3-45 石卓集水區：野溪 L4 整體現況圖



點位(1)說明：溪流上游嘉義 0481，溪流冲刷，崩塌土石資源豐富。

拍攝日期：980213



點位(2)說明：溪流中游嘉義 0482、0483，崩塌土石下移進入溪流。

拍攝日期：971213



點位(3)說明：溪流下游匯流處，匯流處既有潛壩已淤滿，有龜裂損壞的情況。

拍攝日期：971213

圖3-46 石卓集水區：野溪 L4 現況照片

(八) 石卓集水區：野溪 L5

石卓集水區之野溪L5 屬驛馬溪東側支流，位於光華村內，區內植生多為混淆林與竹林，經現場調查，溪流上游在風災期間有土石沖刷下移的狀況，林務局已進行規劃興建防砂壩，而中游經過光華村第7鄰聚落處既有護岸底部有嚴重淘刷情形，下移土石阻塞造成通洪能力不足，導致於風災期間有溢流情形，影響聚落安全，區內現況如圖 3-47 所示。

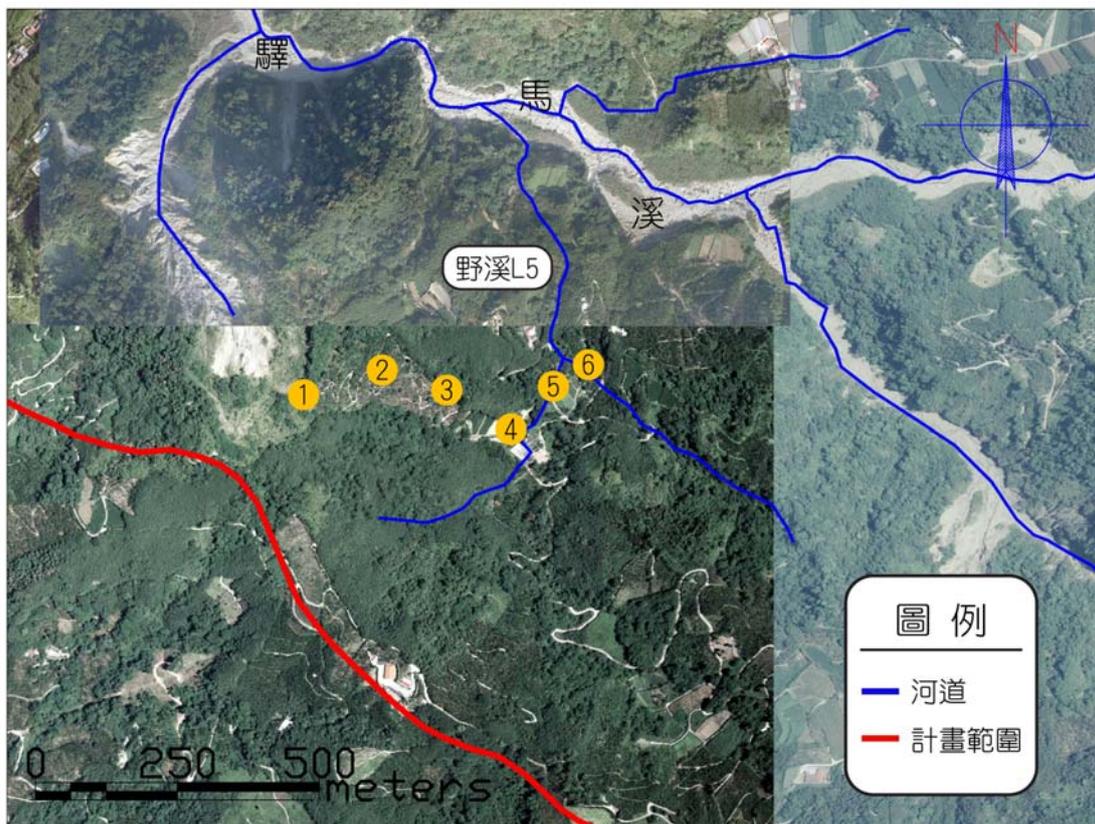


圖3-47 石卓集水區：野溪 L5 整體現況圖



點位(1)說明：上游無整治工程，溪流寬約3~4m，兩岸遭沖刷土石下移。
 拍攝日期：980310



點位(2)說明：現有板橋寬約3m，混凝土護岸基腳有遭淘刷情形。
 拍攝日期：980310



點位(3)說明：既有護岸龜裂、基腳淘刷嚴重，既有封底損壞。
 拍攝日期：980310



點位(4)說明：溪流穿過聚落中央，溪流寬約3m，既有護岸高約4m，兩旁有民宅四戶。
 拍攝日期：980310



點位(5)說明：支流匯流處管涵遭阻塞，風災期間土石溢流掩埋路旁車輛。
 拍攝日期：980310



點位(6)說明：溪流下游，道路箱涵有下移土石阻塞情形，兩岸為農田與檳榔林。
 拍攝日期：980310

圖3-48 石卓集水區：野溪 L5 現況照片

(九) 石卓集水區：野溪 L6

石卓集水區之野溪L6屬驛馬溪下游支流，溪流流經嘉義縣 0485 及 0486 兩處崩坍面，持續造成沖刷，區內無整治工程亦無需要保全對象，坡面植生多為混淆林與竹林。區內現況如圖 3-49 所示。

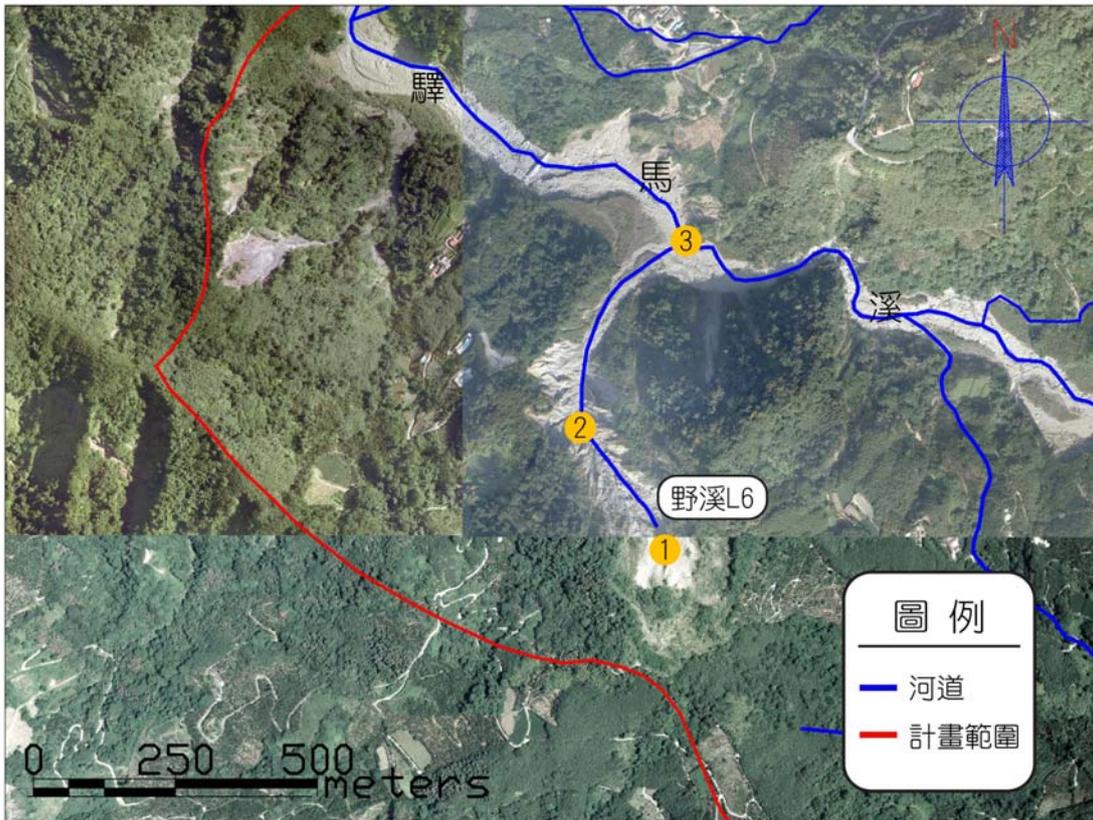


圖3-49 石卓集水區：野溪 L6 整體現況圖



點位(1)說明：野溪上游，野溪於陵線下開始即為崩塌面，沿溪流下切向下崩塌。

拍攝日期：980213



點位(2)說明：野溪中游，0486崩塌面涵蓋區內溪流全段，持續造成沖刷。

拍攝日期：971213



點位(3)說明：野溪遠眺與下游匯流處，周圍植生良好，最近的保全對象在野溪L6之陵線外，應無立即危險，可持續觀察。

拍攝日期：971213

圖3-50 石卓集水區：野溪 L6 現況照片

四、野溪現況分析

在已設置整流工程部分，河道左右岸的護岸與河道中的固床工，存在如固床工下游端的溪床因為溪水的掏刷，使得固床工構造懸空或河道轉彎處因為溪水的攻擊，而造成凸岸土砂堆積、凹岸溪床下切，使得護岸基礎掏空等現象。而未設置整流工程部分，亦因溪水的攻擊凹岸坡腳，溪床下切，致使崩塌發生。

3.1.4 道路水土保持調查及分析

一、道路分布

計畫集水區主要聯外道路以 159 甲及 169 縣道為主。其中 159 甲縣道東至中和村石卓，西至嘉義市市區；169 縣道則由石卓連絡奮起湖。除了上述二條主要道路外，其餘均靠農路來聯繫，集水區農路總計 21 條，配合水土保持局整合性網際網路地理資訊系統與搭配現地勘查後，詳細調查結果如附錄二所示，區內主要道路及農路相關資料如表 3-9 所列。

表3-9區內道路一覽表

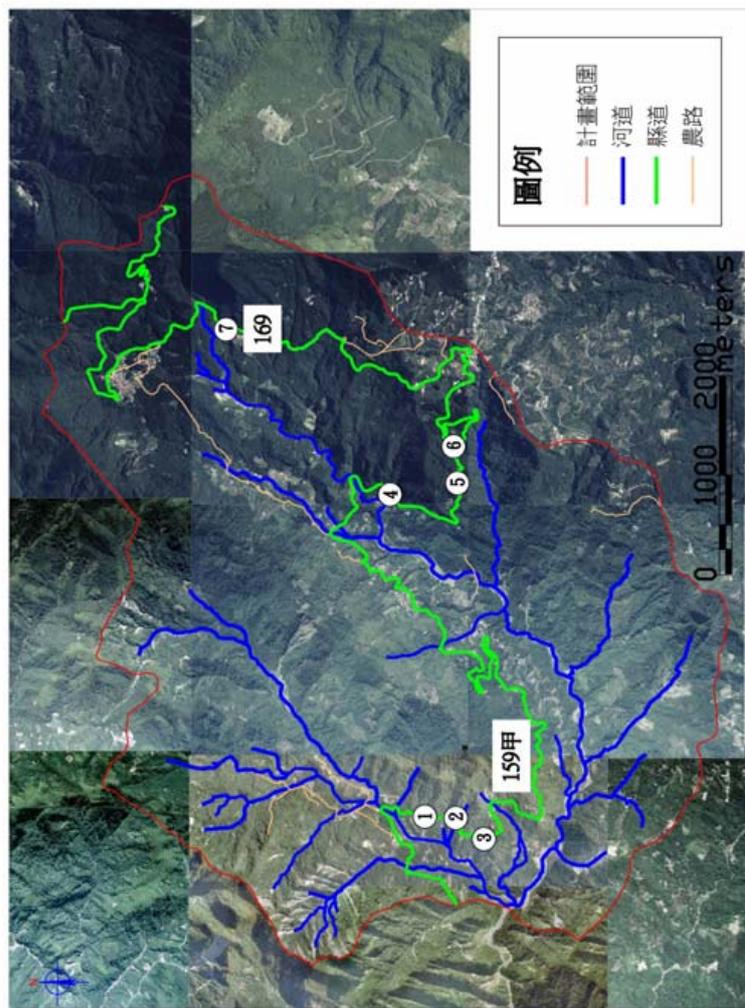
編號	路名	鄉鎮名	村里名	隸屬機關	路寬(m)	集水區
1	縣道 159 甲	竹崎鄉	光華村	嘉義縣政府	5	茄荖仔、石卓
2	縣道 169	竹崎鄉	中和村	嘉義縣政府	5	石卓
3	農嘉崎 086	竹崎鄉	中和村	嘉義縣政府	3	石卓
4	農嘉崎里 013	阿里山鄉	樂野村	第三工程所	4	石卓
5	農嘉崎 080	竹崎鄉	中和村	第三工程所	4	石卓
6	農嘉崎 077	竹崎鄉	中和村	嘉義縣政府	4	石卓
7	農嘉崎 051	竹崎鄉	中和村	嘉義縣政府	4	石卓
8	農嘉崎 050	竹崎鄉	中和村	嘉義縣政府	3-4	石卓
9	農嘉崎 078	竹崎鄉	中和村	嘉義縣政府	4	石卓
10	農嘉崎里 081	竹崎鄉	中和村	第三工程所	4-5	石卓
11	農嘉崎 087	竹崎鄉	中和村	嘉義縣政府	4	石卓
12	農嘉崎 076	竹崎鄉	光華村	嘉義縣政府	4	石卓
13	農嘉崎 073	竹崎鄉	光華村	嘉義縣政府	3-4	茄荖仔
14	農嘉崎 074	竹崎鄉	光華村	嘉義縣政府	4	茄荖仔
15	農嘉崎 070	竹崎鄉	光華村	嘉義縣政府	3	茄荖仔
16	農嘉崎 071	竹崎鄉	光華村	嘉義縣政府	3-4	茄荖仔
17	農嘉崎 072	竹崎鄉	光華村	嘉義縣政府	4-5	茄荖仔
18	農嘉崎 075	竹崎鄉	光華村	嘉義縣政府	4	茄荖仔

二、道路水土保持現況調查

縣道 159 甲為東西走向，橫貫整個計畫範圍，連接茄荖仔與石卓，沿路上經過多條潛勢溪流，道路旁多有崩塌地與蝕溝，亦有幾處基腳流失造成下邊坡崩塌，較嚴重者已由公路局暫時修復不至於影響通行。縣道 169 為南北走向，位於計畫範圍東部，連接石卓與奮起湖，現況與 159 甲相比較為良好，只有少數地方有崩塌情形。主要道路現況說明如圖 3-51 及圖 3-52 所示。

三、道路水土保持現況分析

無論是聯絡道路或產業道路，一旦於山坡地開發完成，均會造成對環境的破壞。因此儘速完成道路鋪面、截排水溝及裸露邊坡植生工程，可減少豪大雨期間地表逕流所沖刷造成的土石災害。現況道路破壞主要原因多為缺乏適當安全排水致使坡面發生災害。



點位(7)說明：縣道169 (17K+710)，道路排水不良造成下邊坡崩塌。

拍攝日期：980213



點位(6)說明：縣道159甲 (42K+970)，路旁路溝寬3-5m，坡面仍不穩定，土石持續崩落。

拍攝日期：980213



點位(4)說明：縣道159甲 (40K+900)，路旁新增崩塌面。

拍攝日期：980213



點位(3)說明：縣道159甲 (31K+250)，道路下方管涵狀況良好，邊坡坡降過陡 (大於45度)且稜線缺乏植生保護。

拍攝日期：980213



點位(2)說明：縣道159甲 (30K+950)，道路下邊坡崩塌面。

拍攝日期：980213



點位(1)說明：縣道159甲 (30K+500)，道路排水不良造成下邊坡淘刷崩塌，使用鋼軌固定。

拍攝日期：980213

圖3-51 道路現況照片

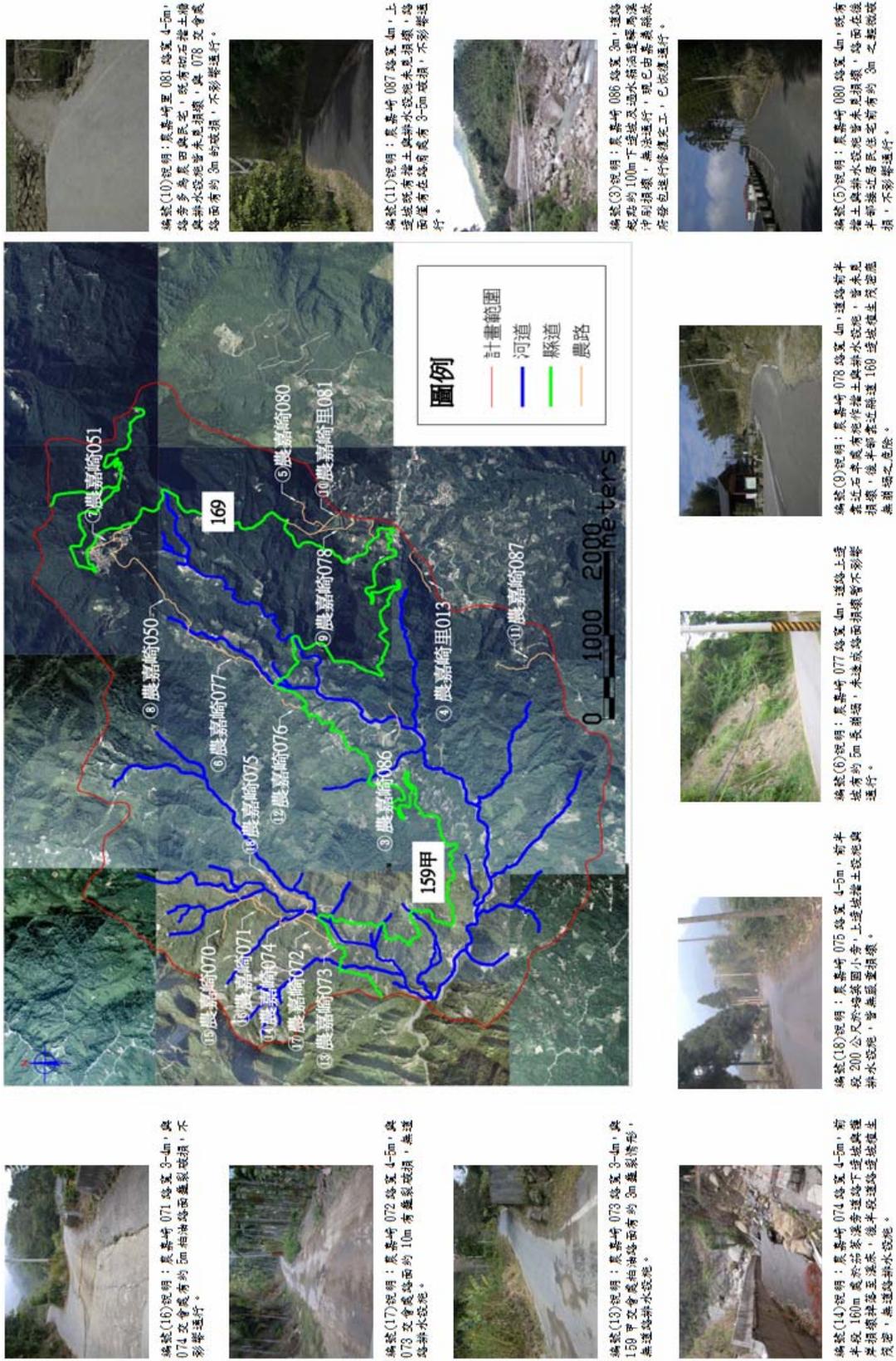


圖3-52 道路現況照片

3.1.5 排水系統調查及分析

計畫集水區位於山區，經現勘調查並無灌渠、區排或雨水下水道，計畫集水區內農業灌溉用水大多利用塑膠管引水，雨水與聚落生活廢水則直接排入野溪之中，直接影響環境水質。

3.1.6 既有構造物調查及分析

自 91 年到 97 年以來各相關主管機關包括嘉義縣政府、竹崎鄉公所、南投分局，為了保護集水區河道所興設相關工程。於本區進行之治山防災與防洪工程件數約 28 件，經現地實際調查後得知，既有構造物尚屬良好，有部份溪流固床工及護岸有基腳淘刷情形，工程分布如圖 3-53、表 3-10，現況如表 3-11 表 3-11 及附錄二所示。工程經費超過 8 仟 8 佰萬元以上。其中各執行機關之工程經費投入情形以南投分局之 77% 為最多，嘉義縣政府之 17% 次之，竹崎鄉公所之 6%。而配合國家政策導向，近年來林務局南投林區管理處也積極的從事崩塌地打樁編柵工程及造林的工作。

依據調查成果顯示，計畫集水區河段及野溪設有防砂壩、潛壩及系列整流固床工程。現況多處護岸基礎明顯裸露破壞及固床工上下游面之掏刷破壞，需持續工程維護確保其功能。

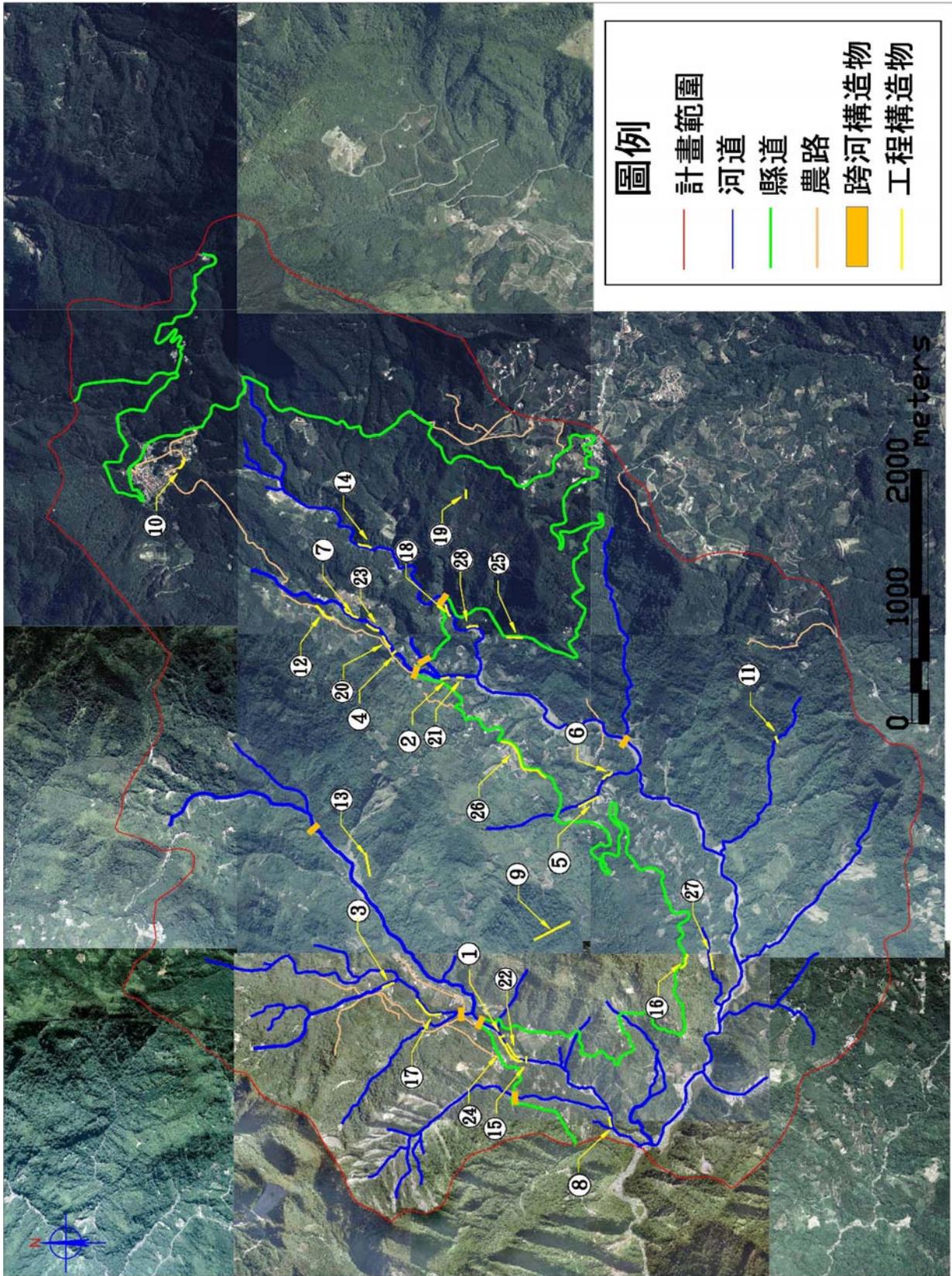


圖3-53 工程位置分布圖

表3-10 本計畫集水區既有工程構造物一覽表(1/3)

位置編號	年度	X 坐標	Y 坐標	工程名稱	主辦單位	執行單位	預算額度(仟元)	工程內容
1	91	213600	2597632	茄荖仔防砂壩維護工程	南投分局	億宏營造股份有限公司	3,500	防砂壩 1 座, 帶工 1 座
2	91	216430	2598141	板橋溪整治工程	南投分局	弘吉土木包工業	2,903	固床工 2 座, 整流 172 公尺, 帶工 12 座
3	92	214024	2598497	茄荖仔野溪整治工程	南投分局	佳傳營造有限公司	1,000	整治 100M
4	92	216690	2598504	頂笨仔板橋溪水泥版橋上游段整治工程	竹崎鄉公所	良晟土木包工業	1,800	護岸基礎工加強、固床工
5	92	215506	2596914	光華國小旁野溪整治工程	竹崎鄉公所	樺億營造有限公司	2,500	整治 200 公尺、箱涵 1 處
6	93	215506	2596914	光華國小旁野溪整治二期工程	南投分局	鼎宏營造有限公司	1,280	固床工 4 座, 雙側護岸 120m
7	93	216948	2598854	頂笨仔溪柑宅段黃森版橋下游段整治工程	嘉義縣政府	良晟土木包工業	1,481	雙側護岸 150m, 砌大塊石護岸, 固床工 5 座
8	93	212857	2596778	光華村濁水溪橋下游整治工程	南投分局	冠通營造有限公司	2,000	護岸 55 公尺, 跌水 1 座, 丁壩 3 座
9	93	214395	2597223	竹崎鄉糞箕湖段產業道路	嘉義縣政府	盈榮營造股份有限公司	745	PC 路面 230M*2M、砌石溝 420M*1.5M、版橋 3M*4M*2.5M
10	93	218128	2600127	中和村石棹奮起湖水土保持設施工程	竹崎鄉公所	協成營造有限公司	1,100	擋土牆 120M
11	92	216075	2595536	中和村牛山農路改善工程	嘉義縣政府	全模營造有限公司	1,000	版橋、路面工程
12	93	216804	2599072	柑仔宅道路災修工程	嘉義縣政府	崇富營造有限公司	1,770	PC 路面 560M*4M、擋土牆 70M*3.25M、箱涵 6M
13	93	214879	2598674	茄荖仔道路災修工程	嘉義縣政府	---	2,040	PC 路面 300M*3.5M、排水溝 40M、箱涵 12M、擋土牆 80M*4M

資料來源：行政院公共工程委員會政府採購資訊公告系統。

表 3-10 本計畫集水區既有工程構造物一覽表(2/3)

位置編號	年度	X 坐標	Y 坐標	工程名稱	主辦單位	執行單位	預算額度(仟元)	工程內容
14	93	217690	2598650	溪坪道路災修工程	嘉義縣政府	政發土木包工業	1,400	擋土牆 100M*4M
15	93	213393	2597472	光華村茄苳仔水土保持設施工程	竹崎鄉公所	景嘉營造有限公司	1,220	半重力擋土牆 25M、RC 加蓋排水溝 30M、固床工 50M
16	92	214223	2596051	光華村農路改善工程	嘉義縣政府	嘉翔營造有限公司	900	擋土牆、路面工程
17	94	213758	2598157	茄苳神木旁野溪整治工程	南投分局	燦吉營造有限公司	8,000	固床工 11 座, 護岸 356 公尺
18	94	216891	2598014	墘仔寮橋下游護岸工程	南投分局	文升營造有限公司	5,000	護岸 60 公尺
19	95	217896	2597904	頂笨仔社區農村新風貌規劃及營造工程	嘉義縣政府	侯勝雄建築師事務所	300	社區環境調查規劃及簡易綠美化
20	95	216692	2598532	板橋溪上游野溪治山防洪工程	南投分局	竣茂營造有限公司	3,000	固床工 7 座, 整流 118 公尺, 防砂設施 8 座、野溪處理 300 公尺
21	95	216291	2598014	墘仔寮橋下游護岸二期水土保持工程	南投分局	弘吉土木包工業	3,300	固床工 1 座, 整流 12.5 公尺, 護岸高 8 長 50 公尺
22	95	213561	2597586	茄苳橋下游野溪治山防洪工程	南投分局	政達營造工程股份有限公司	5,000	固床工 8 座, 護岸 334 公尺, 防砂設施 5 座, 野溪處理 300 公尺
22	95	213561	2597586	茄苳橋下游野溪治山防洪工程	南投分局	政達營造工程股份有限公司	5,000	固床工 8 座, 護岸 334 公尺, 防砂設施 5 座, 野溪處理 300 公尺
23	96	216692	2598532	板橋溪上游野溪治山防洪工程	南投分局	竣茂營造有限公司	4,000	固床工 7 座, 整流 118 公尺, 防砂設施 8 座, 野溪處理 300 公尺
24	96	213561	2597586	茄苳橋下游野溪治山防洪工程	南投分局	政達營造工程股份有限公司	11,000	固床工 8 座, 護岸 334 公尺, 防砂設施 5 座, 野溪處理 300 公尺
25	96	216506	2597547	光華社區頂笨仔生態營造工程	嘉義縣政府	景嘉營造有限公司	1,500	護欄 7.5 公尺, 步道 130 公尺, 綠美化 1 式, 解說設施 1 座, 灌木 940 株

資料來源：行政院公共工程委員會政府採購資訊公告系統。

表 3-10 本計畫集水區既有工程構造物一覽表(3/3)

位置 編號	年度	X 坐標	Y 坐標	工程名稱	主辦單位	執行單位	預算額度 (仟元)	工程內容
26	96	215980	2597448	頂笨仔野溪 整治工程	南投分局	政達營造 工程股份 有限公司	12,243	潛壩 4 座, 護岸 284 公尺, 排水溝 109 公尺, 護岸高 4m, 長 100m, 固床工 5 座, 高 5m, 長 15m, 鉛絲蛇籠長 600m
27	96	214229	2596020	柑仔宅土石災害 防治工程	嘉義 縣政府	裕民營造 有限公司	3,000	固床工 6 座, 護岸 96 公尺, 邊坡穩定設施 130m(高度 4m)
28	97	216899	2598008	墘仔寮橋下游 野溪等三件治山 防洪工程	南投分局	--	6,000	固床工 6 座, 護岸 169 公尺, 版橋 4 座, 帶工 10 座, 防砂設施 1 座, 坡面穩定設施 200m, 排水設施 60m

資料來源：行政院公共工程委員會政府採購資訊公告系統。

表3-11 以往治理工程現況表(1/3)

年度	工程名稱	現況描述	現況照片
91	茄荖仔防砂壩維護工程	防砂壩壩體無損壞，壩翼兩側基底有長約1m的淘刷情形。	
92	茄荖仔野溪整治工程	既有溪流基礎封底遭淘刷破損約10m，版橋基底未見損壞，上游有下移土石堆積。	
92	光華國小旁野溪整治工程	箱涵與護岸基礎未見損壞，兩岸植生十分茂密。	
92	光華國小旁野溪整治二期工程	固床工與護岸未見損壞。	
92	頂笨仔溪柑宅段黃森版橋下游段整治工程	RC護岸與固床工未損壞，砌石護岸有少量石塊崩落，與下移土石堆積溪床。	
93	中和村石棹奮起湖水土保持設施工程	既有溪流基礎封底與擋土牆均未損壞，兩岸植生茂密多為竹林。	

表 3-11 以往治理工程現況表(2/3)

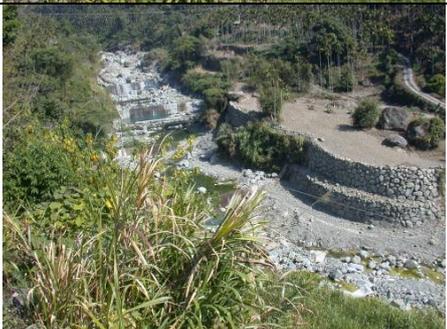
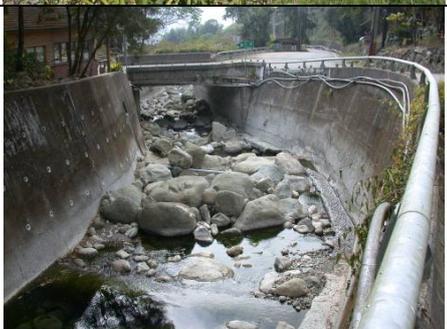
年度	工程名稱	現況描述	現況照片
93	柑仔宅道路災修工程	PC 路面與箱涵未損壞，砌石擋土牆有少量石塊崩落，不影響道路通行。	
95	墘仔寮橋下游護岸二期水土保持工程	固床工遭下移土砂掩埋，凹岸處護岸基底有淘刷約 10m 長、深 0.5m。	
95	茄苳橋下游野溪治山防洪工程	固床工與左岸砌石護岸未見損壞，右岸 RC 護岸上方植生茂密，上游土砂下移於溪床堆積約 1~2m。	
95	茄苳橋下游野溪治山防洪工程	固床工與左岸砌石護岸未見損壞，右岸 RC 護岸上方植生茂密，上游土砂下移於溪床堆積約 1~2m。	
95	板橋溪上游野溪治山防洪工程	固床工狀況良好，右岸 15m 長護岸損壞掉落至溪流中，影響通水能力。	

表 3-11 以往治理工程現況表(3/3)

年度	工程名稱	現況描述	現況照片
96	柑仔宅土石災害防治工程	下游護岸及固床工狀況良好，版橋下方基礎遭淘刷約 0.5m。	

3.1.7 淹水區位調查及分析

淹水分析係依據水文分析成果求得知洪峰流量利用其洪水位面進行水力分析，並套疊至地形圖以建立淹水範圍，如圖 3-54 所示。針對所繪製出的淹水範圍，進行現地勘查與居民訪談。其中在主流下游段附近因無居民，故無法驗證淹水區域範圍，僅能由河道現況植生及歷史洪水痕跡推估淹水區域。

在上游段之支流鄰近已有零星居民，因歷年來持續整治，淹水災害已逐漸減少。但在光華村近培英橋溪流，因土石堆積河道降低通洪能力，豪雨時有洪水滿溢狀況。中和村近奮起湖附近，溪流蜿蜒且部份小支流未設護岸保護，有河道沖刷及洪水衝擊狀況。

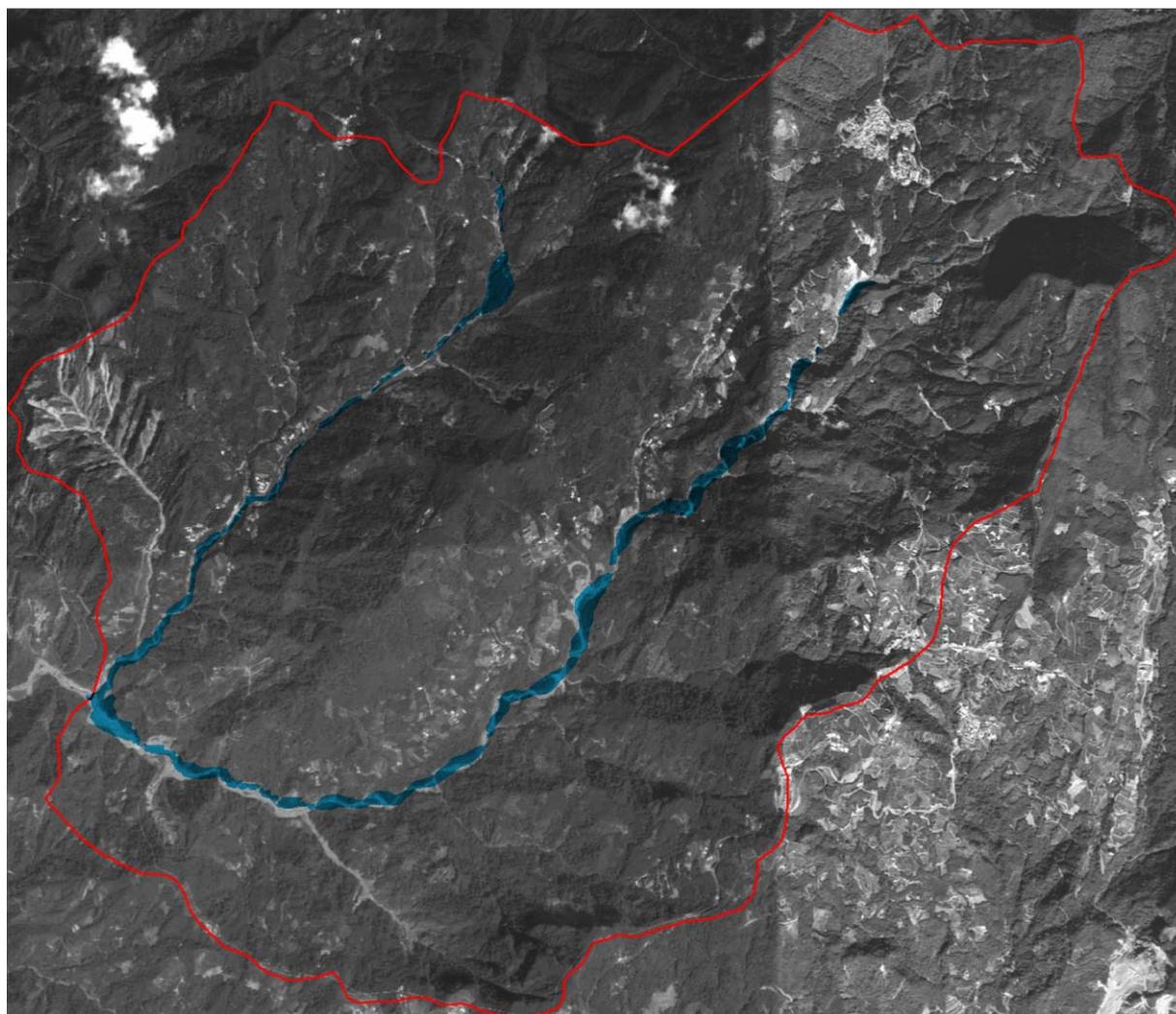


圖3-54 計畫集水區現況 50 年重現期距淹水範圍分析圖

3.1.8 保全對象分布調查及分析

調查計畫集水區範圍內主要保全對象包括六個聚落、兩條縣道以及八座橋梁，主要保全對象分析如表 3-12 所列，其分布如圖 3-55 所示。

表3-12 主要保全對象分布一覽表

類別	名稱	X 座標	Y 座標	保全對象數量	可能災害來源	
					溪流	崩塌地
聚落	茄苳仔	213258	2597587	居民 33 戶	嘉縣 DF018、嘉縣 DF019、茄苳溪	
	柑仔宅	215200	2596928	居民 15 戶+光華國小	嘉縣 DF025	
	柑仔宅尾	214165	2596048	居民 7 戶	石卓野溪 R1	
	平園	215713	2597523	居民 14 戶		970621-11
	頂笨	216363	2598082	居民 24 戶	嘉縣 DF026、驛馬溪	
	過溪	216556	2597020	居民 5 戶		970621-12、970621-14
道路	縣道 159 甲 30K+950	213649	2597193	路寬 5m、長 40m		970621-17
	縣道 159 甲 31K+720	213782	2596717	路寬 5m、長 10m	嘉縣 DF024	
	縣道 159 甲 36K+250	215324	2597204	路寬 5m、長 10m	嘉縣 DF025	
	縣道 159 甲 43K+970	217379	2597060	路寬 5m、長 10m	路旁蝕溝寬 3~5m	970621-12
	縣道 169 17K+710 處	218474	2598878	路寬 5m、長 20m	路旁蝕溝寬 3~5m	
橋梁	濁水溪橋	213112	2597523	橋長 40m, 橋寬 8m	嘉縣 DF018	
	茄苳仔橋	213725	2597798	橋長 35m, 橋寬 10m	嘉縣 DF019、茄苳溪	
	培英橋	213753	2597963	橋長 10m, 橋寬 5m	嘉縣 DF019	
	大蕉林橋	215246	2599108	橋長 15m, 橋寬 5m	嘉縣 DF023	
	板仔寮橋	216510	2598329	橋長 7.5m, 橋寬 8m	嘉縣 DF026	
	過溝溪橋	216611	2598219	橋長 6m, 橋寬 4m	嘉縣 DF026	
	墘仔寮橋	217050	2598100	橋長 28m, 橋寬 6m	石卓野溪:L1	
	仁世橋	215933	2596635	橋長 30m, 橋寬 8m	驛馬溪	嘉義縣 0465

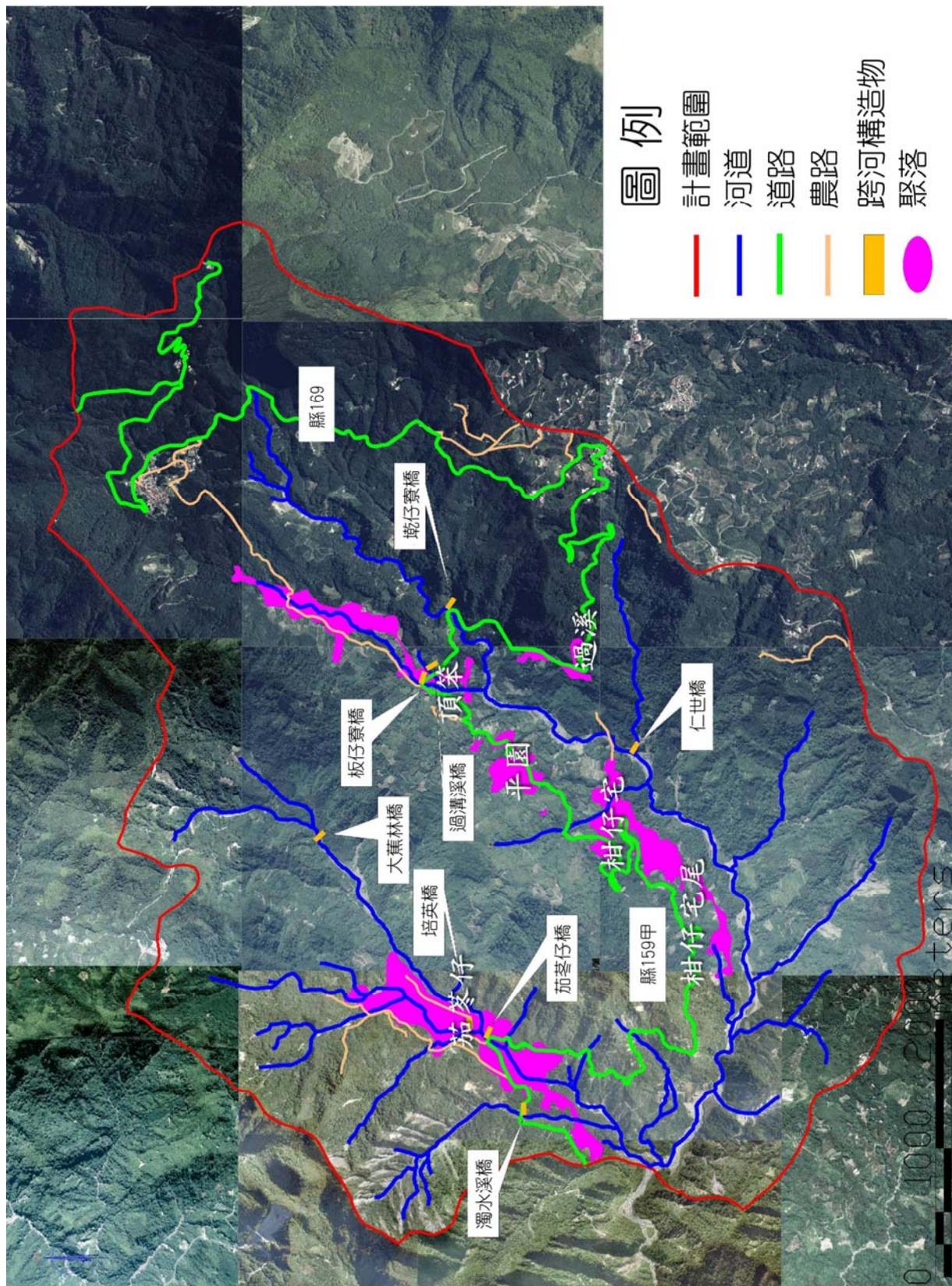


圖 3-55 主要保全對象分佈圖

3.2 以往重大災害情形及原因

影響本計畫集水區天然災害中較為嚴重者首推地震及颱風，茲將以往災害情形分述如下：

表3-13 以往災害調查表

災害種類	時間	災害原因	災損區位	災損規模	災損統計	處理情形
地震	87年	瑞里地震	培英國小	房舍全毀	多棟房舍損毀、公路損壞21處、3人死亡、6人輕重傷。	培英國小現已廢校，校舍改建為光華村緊急避難處所。
	88年	集集地震	計畫區全區	坡地崩塌	坡地土石鬆動多處崩塌、無人員傷亡。	縣政府及水保局規劃多項治理計畫。
颱風	90年	桃芝颱風	光華村茄苳31號	房舍全毀	3棟房舍全毀、2人死亡。	鄉公所規劃茄苳溪整治。
	95年	碧利斯颱風	縣道159甲	道路坍方	道路坍方約1km，中斷通行一天。	公路局緊急搶通後，已規劃工程修復。
	96年	聖帕颱風	茄苳仔聚落	坡地崩塌	20戶居民撤離避難。	鄉公所委託台灣坡地防災學會進行災修工程規劃。

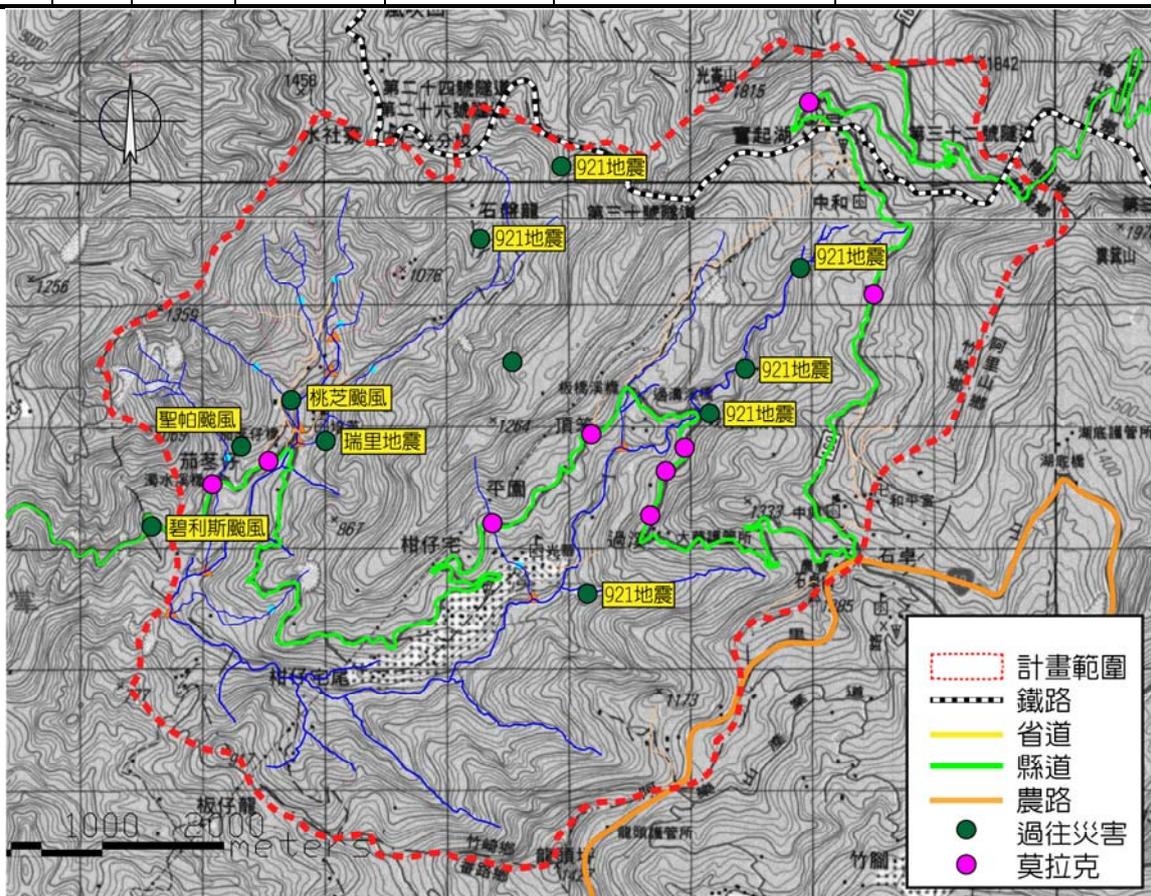


圖3-56 以往災害分布圖

3.2.1 地震災害

民國 87 年發生的瑞里地震，本地震總計造成 5 人死亡、27 人受傷、房屋全倒者計有 6 戶、半倒者有 45 戶，計畫區內的培英國小受到嚴重破壞，鋼筋暴露，扭曲變形。區內道路有 21 處駁坎塌陷，159 甲大華公路落石擊中車輛造成 3 人死亡，6 人輕重傷。

民國 88 年發生的 921 集集地震造成坡地土壤及岩體結構的破壞，在計畫集水區上游林班地部分引發多處崩塌，雖在未造成區內人員傷亡，但對區內的坡地安全造成莫大的威脅。

3.2.2 颱風災害

本區交通因為部份路段經常發生坍塌落石的情況，所以對外聯繫不便。近來，隨著大華隧道的完成與路段的拓寬，交通狀況已有大幅改善。惟風災期間仍有落石與土石坍方的情況，經常切斷 159 甲大華公路對外聯繫，居民只能繞路經由阿里山公路下山。又因本計畫集水區坡度陡峭，加上崩塌土砂材料豐富，颱風帶來的豪大雨往往引起山洪暴發，挾帶大量泥砂土石，危及公共設施及威脅人民生命財產安全。

民國 90 年的桃芝颱風侵襲，曾在光華村茄苳三十一號附近造成兩位居民被土石流沖走失蹤的意外。

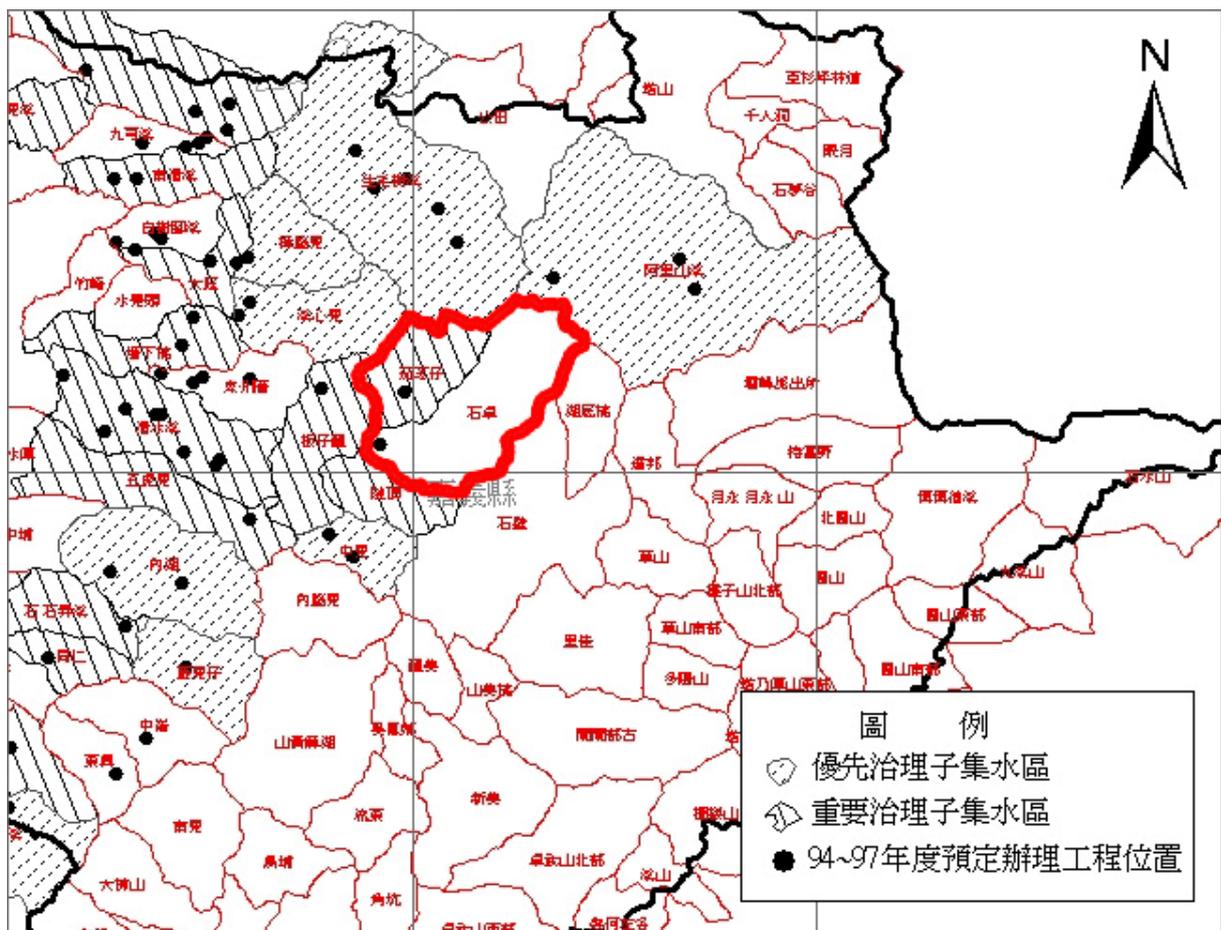
民國 95 年的碧利斯颱風帶來的連日超大豪雨沖刷下，嘉義縣山區交通柔腸寸斷，大華公路（嘉一五九甲線）二十七至二十八公里之間發生嚴重坍方，交通中斷。

民國 96 年的聖帕颱風期間，在光華村茄苳仔 9 鄰與 11 鄰後方山坡發生崩塌災害，當地二十戶居民撤離至光華村培英國小閒置校區（目前已改為竹崎鄉公所緊急避難處所）安置，所幸土石未直接衝進民宅，而是偏向濁水溪橋上游河道，以致未造成災害，現已由鄉公所委託台灣坡地防災學會進行災修工程規劃。

3.3 以往治理規劃成果

一、臺灣地區第四期治山防災計畫(93年)

在水土保持局臺灣地區第四期治山防災計畫(94~97年度)中，將本計畫範圍內之茄苳仔集水區分類為重要治理子集水區，並規劃由嘉義縣政府執行茄苳野溪整治工程，整治溪流150公尺，經費400萬元，預辦工程位置如圖3-57所示。



資料來源：行政院農委會水土保持局臺灣地區治山防災計畫第四期調查規劃總報告

圖3-57 治山防災計畫預辦工程位置圖

二、光華村茄苳水土保持及濁水野溪災修工程調查規劃設計(97年)

由於民國 96 年的聖帕颱風期間，在光華村茄苳仔 9 鄰與 11 鄰後方山坡（嘉縣DF018濁水溪橋上游）發生崩塌災害，地理位置如圖 3-58 所示，影響茄苳仔聚落安全。因此竹崎鄉公所委託台灣坡地防災學會，進行邊坡整治與災修工程規劃。

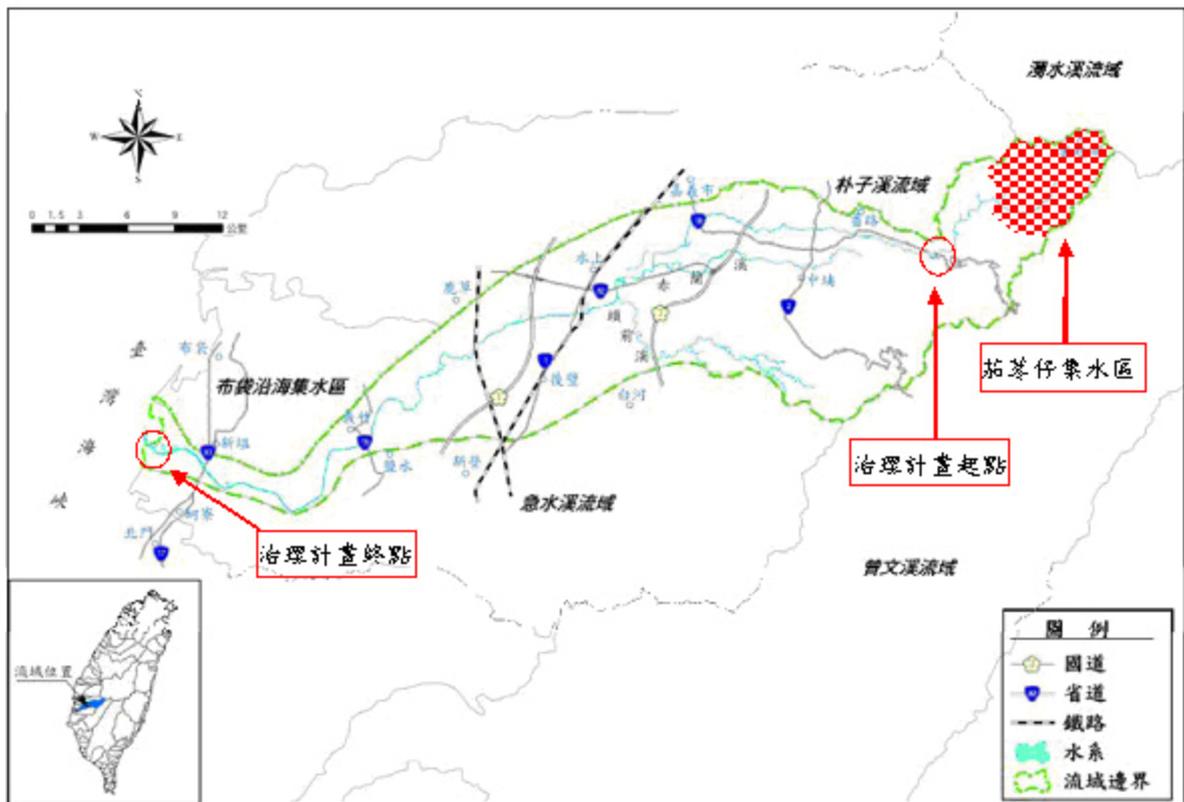


資料來源：光華村茄苳水土保持及濁水野溪災修工程調查規劃設計期中報告

圖3-58 規劃設計地理位置圖

三、八掌溪治理規劃檢討(97年)

下游八掌溪流域有水利署水利規劃試驗所辦理之八掌溪治理規劃及後續檢討，工作範圍自嘉義縣番路鄉觸口橋至布袋鎮出海口止，如圖 3-59 所示，全長約 61 公里，規劃內容針對水文變化情形、河川特性、現況河道地形及兩岸土地利用情況，檢討八掌溪治理規劃原則及措施，以有效減免洪災，作為河川管理、治理措施實施之依據及未來流域整體治理規劃之參考。根據檢討報告，位於本計畫集水區下游管轄界點之觸口橋，其 50 年重現期距洪峰流量為 1,550(立方公尺/秒)，可作為本計畫之治理依據。



資料來源：水利署水利規劃試驗所八掌溪治理規劃檢討報告

圖3-59 八掌溪流域位置圖

四、觀光客倍增計畫－阿里山旅遊線(96年)

交通部觀光局民國96年完成之「觀光客倍增計畫－阿里山旅遊線」計畫內容之城鄉街景改善部分，亦有包含本計畫集水區範圍內的石卓與奮起湖聚落，主要計畫內容為鄉村發展規劃與農村景觀設計等。

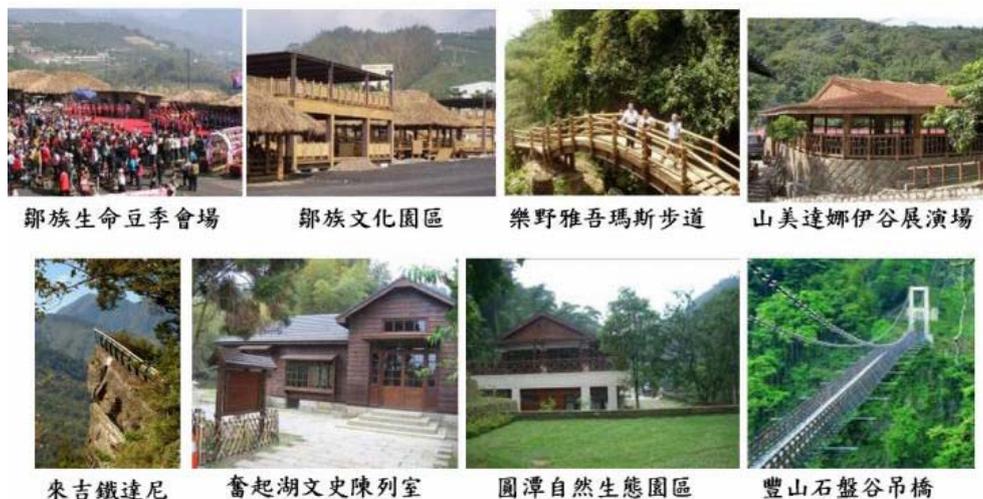


圖3-60 觀光客倍增計畫阿里山旅遊線規畫成果圖(96)

3.4 現況土砂量調查

3.4.1 崩塌地現況土砂量調查

針對崩塌地進行土石崩塌量之推估，依照水土保持技術規範第三十八條規定；「崩塌量調查方法，應由實測或部分配合推估實施之。新崩塌地，得利用實際勘查或利用航照圖判斷，亦可得利用衛星影像分析，以進行崩塌量之調查。」；本計畫利用現地調查成果，以目測方式與週遭地物比對所得個別崩塌地之崩塌深度、配合崩塌面積計算其崩塌量，並依各溪流集水區統計如表 3-14 所列。計畫集水區崩塌區位可分為茄苳仔與石卓兩集水區，以茄苳仔的「嘉縣DF018」與石卓的「驛馬溪」這兩子集水區崩塌地量體百分比為最高。而茄苳仔的「嘉縣DF018」子集水區崩塌地 5 處，崩塌面積約 32.94 ha，推估崩塌土石量約 652,330 m³ 最多；其次為石卓的「驛馬溪」子集水區崩塌地 11 處，崩塌面積約 10.45 ha，推估崩塌土石量約 201,970 m³ 最多。估算成果顯示，嘉縣DF018、驛馬溪崩塌土石量級佔總崩塌量體近 66%。

表3-14 計畫集水區崩塌地土砂量統計表

集水區	溪流	崩塌地 筆數	崩塌地面積		崩塌地量體		崩塌主因或機制
			面積 (ha)	百分比 (%)	量體 (m ³)	百分比 (%)	
茄苳仔	嘉縣 DF023	12	6.66	8.95	84,570	6.46	坡度陡峭、溪岸侵蝕、修建道路
	嘉縣 DF022	-	-	-	-	-	-
	嘉縣 DF021	-	-	-	-	-	-
	嘉縣 DF020	1	1.24	1.67	12,400	0.95	溪岸侵蝕
	嘉縣 DF019	2	1.72	2.31	18,890	1.44	坡度陡峭、向源侵蝕
	嘉縣 DF018	5	32.94	44.30	652,330	49.86	坡度陡峭、溪岸侵蝕、向源侵蝕
	茄苳仔 L1	-	-	-	-	-	-
	茄苳仔 L2	1	1.01	1.36	15,150	1.16	坡度陡峭、修建道路
	茄苳溪	2	2.12	2.85	31,800	2.43	溪岸侵蝕、修建道路
石卓	嘉縣 DF026	1	0.15	0.20	2,250	0.17	坡度陡峭
	嘉縣 DF025	-	-	-	-	-	-
	嘉縣 DF024	1	0.80	1.08	8,000	0.61	坡度陡峭、修建道路
	石卓 R1	-	-	-	-	-	-
	石卓 L1	9	3.97	5.34	60,445	4.62	坡度陡峭、溪岸侵蝕
	石卓 L2	2	0.96	1.29	10,200	0.78	溪岸侵蝕
	石卓 L3	-	-	-	-	-	-
	石卓 L4	4	6.14	8.26	86,560	6.62	坡度陡峭、溪岸侵蝕
	石卓 L5	-	-	-	-	-	-
	石卓 L6	2	6.19	8.33	123,800	9.46	坡度陡峭、溪岸侵蝕、向源侵蝕
驛馬溪	11	10.45	14.05	201,970	15.44	溪岸侵蝕、修建道路	
合計		53	74.35	100	1308365	100	-

3.4.2 土石流潛勢溪流現況土砂量調查

依據現勘調結果，進行土石流潛勢溪流土石堆積量的估算，估算結果如表 3-15 所示。其中土石堆積量體以嘉縣 DF018 子集水區最多，嘉縣 DF023 次之，而嘉縣 DF022 及嘉縣 DF025 並無明顯之土石堆積。

表3-15 計畫集水區土石流潛勢溪流土砂量統計表

集水區	溪流	堆積河段長度(m)	土石堆積			
			面積(m ²)	深度(m)	量體(m ³)	百分比(%)
茄苳仔	嘉縣 DF023	497	7,207	2.5	18,016	29.6
	嘉縣 DF022	-	-	-	-	-
	嘉縣 DF021	254	2,096	1	2,096	3.4
	嘉縣 DF020	189	1,559	1.5	2,339	3.8
	嘉縣 DF019	174	1,479	1	1,479	2.4
	嘉縣 DF018	531	12,213	2.5	30,533	50.2
石卓	嘉縣 DF026	167	2,171	2	4,342	7.1
	嘉縣 DF025	-	-	-	-	-
	嘉縣 DF024	267	2,003	1	2,003	3.3
合計					60,807	100

3.4.3 野溪現況土砂量調查

依據現勘調結果，進行野溪土石堆積量的估算，估算結果如表 3-16 所示。其中土石堆積量體以驛馬溪主河道最多，石卓 L1 及石卓 L4 次之。

表3-16 計畫集水區野溪土砂量統計表

集水區	溪流	堆積河段長度(m)	土石堆積			
			面積(m ²)	深度(m)	量體(m ³)	百分比(%)
茄苳仔	茄苳仔 L1	197	788	1	788	0.2
	茄苳仔 L2	24	144	1	144	0.0
	茄苳溪	850	14450	2	28,900	9.1
石卓	石卓 R1	94	423	0.5	212	0.1
	石卓 L1	1157	17355	3.5	60,743	19.1
	石卓 L2	453	4757	2.5	11,891	3.7
	石卓 L3	250	2750	1	2,750	0.9
	石卓 L4	1073	28971	2.5	72,428	22.8
	石卓 L5	131	524	0.5	262	0.1
	石卓 L6	155	3255	1.5	4,883	1.5
	驛馬溪	1674	38502	3.5	134,757	42.4
合計					317,756	100

3.5 河床質調查

河床質調查分析之目的，在於提供河川河性與水理研析之用。依各河段調查之河床質成果，據以分析河床質粒徑、平均粒徑、各種代表粒徑及含砂量等。供河道安定研究，粗糙係數驗證，輸沙量演算、水工模型試驗，防砂工程規劃，工程材料估價等參考。

一、採樣位置：

粒徑調查共採樣 10 處，為瞭解本計畫集水區內的河床質粒徑分布情形，因此將採樣點分布在驛馬溪與茄苳溪匯流口以上區域之主支流上，以期能完整呈現各主支流上中下游河床質特性，總計 10 個採樣點，各採樣調查點位置如圖 3-61 所示。

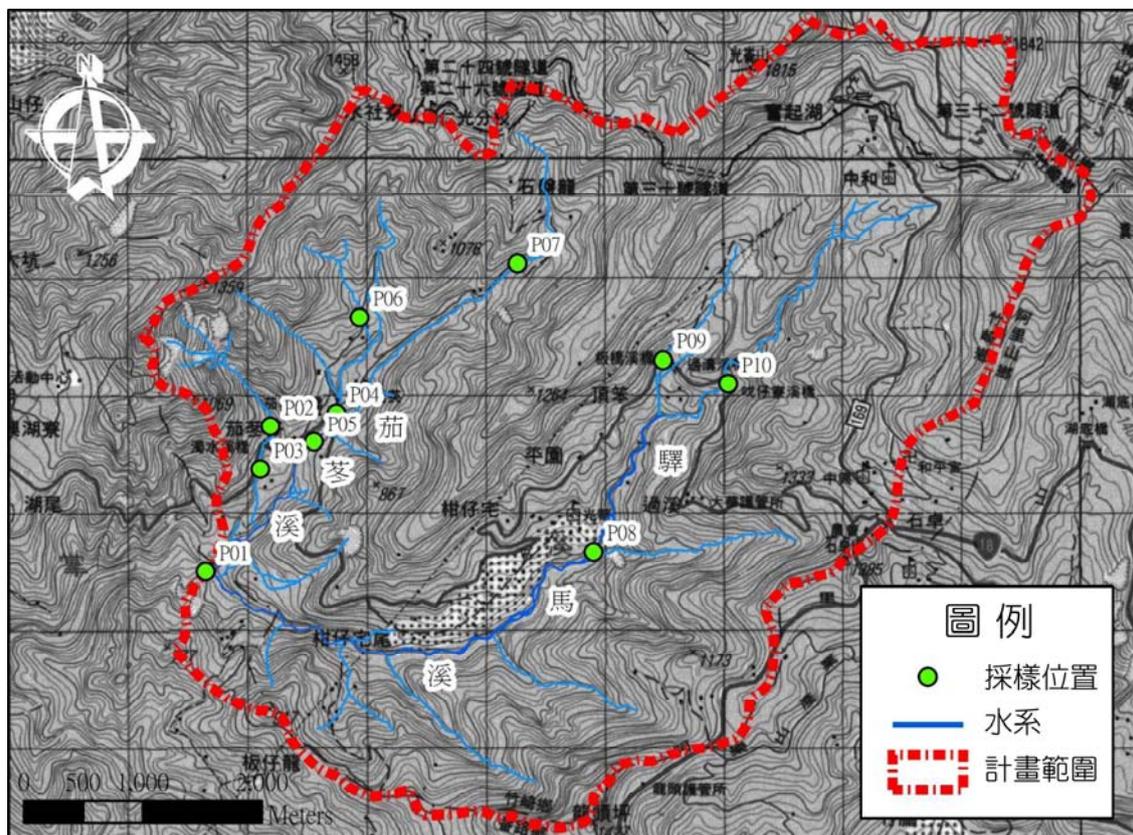


圖3-61 河床質採樣點位圖

二、採樣方法：

採樣方法以人工直接挖掘試驗坑採樣，挖掘之前若有洪水退落時所停留之砂層，滾石或雜物，則應將表面雜物剷除，挖掘時即著手進行野外粗顆粒篩分析，細顆粒部分則以四分法，採取部分樣品攜回室

內分析及試驗；此外，並記錄試驗坑尺寸，以推算採樣體積，同時記錄最大石徑之尺寸，以供粒徑分析累積曲線之繪製。

三、河床質粒徑分析

(一) 野外粗顆粒分析

凡大於美國標準篩 3/8 吋以上之礫石，分用 1 吋、1/2 吋、3/4 吋及 3/8 吋之方孔篩於挖掘現場做篩分析，將各篩上停留之礫石分別秤重記錄，大於 3 吋以上之礫石，則直接使用鋼卷尺量其粒徑並秤重，同時記錄各樣孔之最大石徑。

(二) 細粒徑分析

通過 3/8 吋之顆粒，於秤其總重後，以四分法檢取約二公斤重之樣品，裝入已編號之塑膠袋內，攜回烘乾後秤重，再於室內以美國標準篩 #4、#8、#16、#20、#30、#50、#100、#200 號分別做篩分析，將各篩上停留之砂秤重記量，然後依樣品重與採樣總重之比例，換算各粒徑別之停留重量，再與野外粗顆粒分析結果合併，依各粒徑分別算出其停留百分率及通過百分率。

四、粒徑分析結果

由上述顆粒分析結果之粒徑別百分比，可知各採樣點河床質之顆粒分布累積曲線，如圖 3-62 至圖 3-71 所示，藉以求得各河段之河床質顆粒級配情形。此外可由粒徑分布累積曲線直接讀出代表粒徑，並由 3.1 式計算求出平均粒徑：

$$D_m = \frac{\sum_{p=0}^{p=100} d \cdot P \Delta}{\sum_{p=0}^{p=100} \Delta P} \quad (3.1)$$

式中：

D_m ：平均粒徑(公厘)。

d ：各篩號間平均粒徑(公厘)。

ΔP ：篩號停留百分率(%)。

透過上述分析方法，河床質粒徑分析成果表，如表 3-17 所示。

表3-17 河床質平均粒徑分析成果表

採樣坑號	集水區	Dmax	代表粒徑(公厘)								Dmm (公厘)
			d 10	D20	d 30	d 40	d 50	d 65	d 75	d 90	
P01	茄苳仔	2500	9.9	13.53	17.17	22.06	28.38	37.86	66.68	191.53	64.86
P02	茄苳仔	9000	10.09	14.11	18.13	24.63	31.91	51.01	70.84	214.79	69.89
P03	茄苳仔	6000	10.74	17.18	26.16	36.2	49.97	71.94	163.77	277.97	96.53
P04	茄苳仔	15000	9.28	13.42	17.38	23.22	30.53	46.84	65.64	183.24	57.42
P05	茄苳仔	2000	10.26	14.67	19.08	25.71	32.34	66.99	139.6	232.47	77.11
P06	茄苳仔	1500	11.22	15.56	21.16	32.34	49.64	120.53	202.99	334.2	113.78
P07	茄苳仔	8000	11.53	15.3	19.07	25.96	32.88	75.36	132.57	314.66	92.49
P08	石卓	3000	11.18	14.95	18.71	26.72	35.21	65.29	113.97	215.07	72.61
P09	石卓	2500	11.6	15.44	19.54	29.32	41.29	153.12	260.03	508.12	152.44
P10	石卓	3000	11.29	14.68	18.06	24.38	31.98	65.35	161.62	319.07	95.61

五、曼寧粗糙係數推求

床質調查分析結果，依據 95 年水利署「河川治理及環境營造規劃手冊」，各斷面之河床質粒徑資料利用經驗公式計算 n 值。

依據河床質粒徑分析之結果，本計畫分別以 Meyer-Peter、Lane、Einstein 及 Strickler 所提出之經驗公式推求河床粗糙係數，主支流之採樣曼寧調查粗糙係數 n 介於 0.024~0.038 間，如表 3-18，於水理演算時應保守估算，因此建議採用最大

表3-18 曼寧粗糙係數分析成果表

採樣坑號	集水區	經驗公式				採用值
		Lane $n=0.15d^{751/6}$	Sanluis River $n=0.0142d^{751/6}$	Einstein $n=0.0132d^{651/6}$	Strickler $n=0.015dm^{1/6}$	
P01	茄苳仔	0.030	0.029	0.024	0.030	0.030
P02	茄苳仔	0.031	0.029	0.025	0.030	0.031
P03	茄苳仔	0.035	0.033	0.027	0.032	0.035
P04	茄苳仔	0.030	0.029	0.025	0.029	0.030
P05	茄苳仔	0.034	0.032	0.027	0.031	0.034
P06	茄苳仔	0.036	0.034	0.029	0.033	0.036
P07	茄苳仔	0.034	0.032	0.027	0.032	0.034
P08	石卓	0.033	0.031	0.026	0.031	0.033
P09	石卓	0.038	0.036	0.031	0.035	0.038
P10	石卓	0.035	0.033	0.026	0.032	0.035

表3-19 河床質現場採樣照片



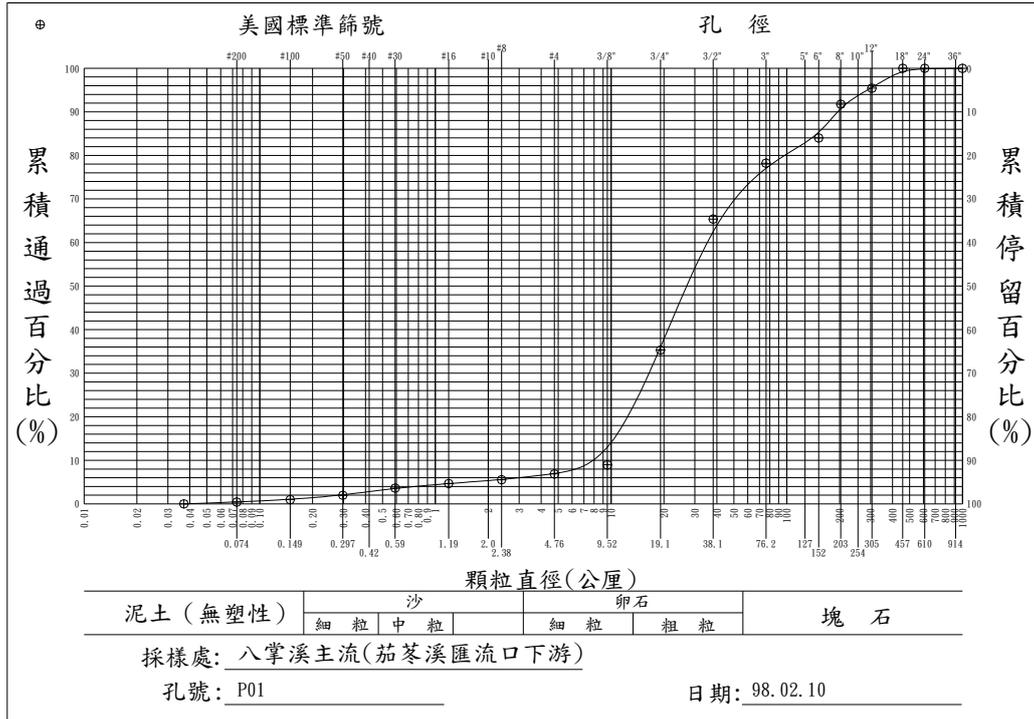


圖3-62 茄苳溪(茄苳溪匯流口下游)P01 河床質粒徑累積曲線圖

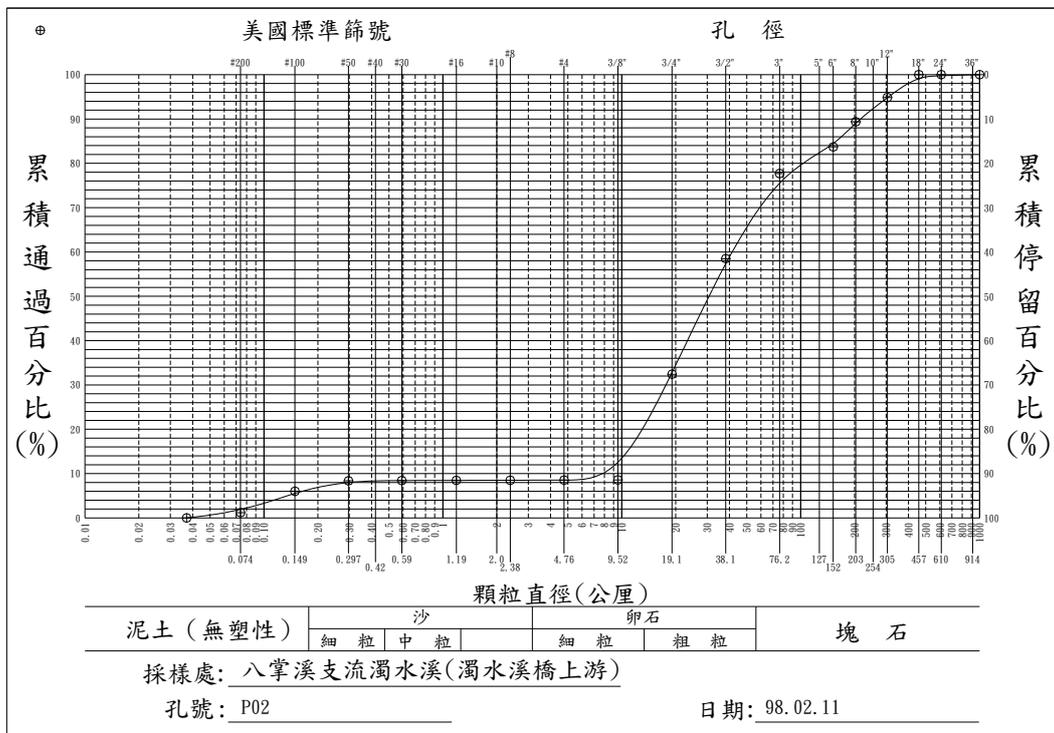


圖3-63 茄苳溪(濁水溪橋上游)P02 河床質粒徑累積曲線圖

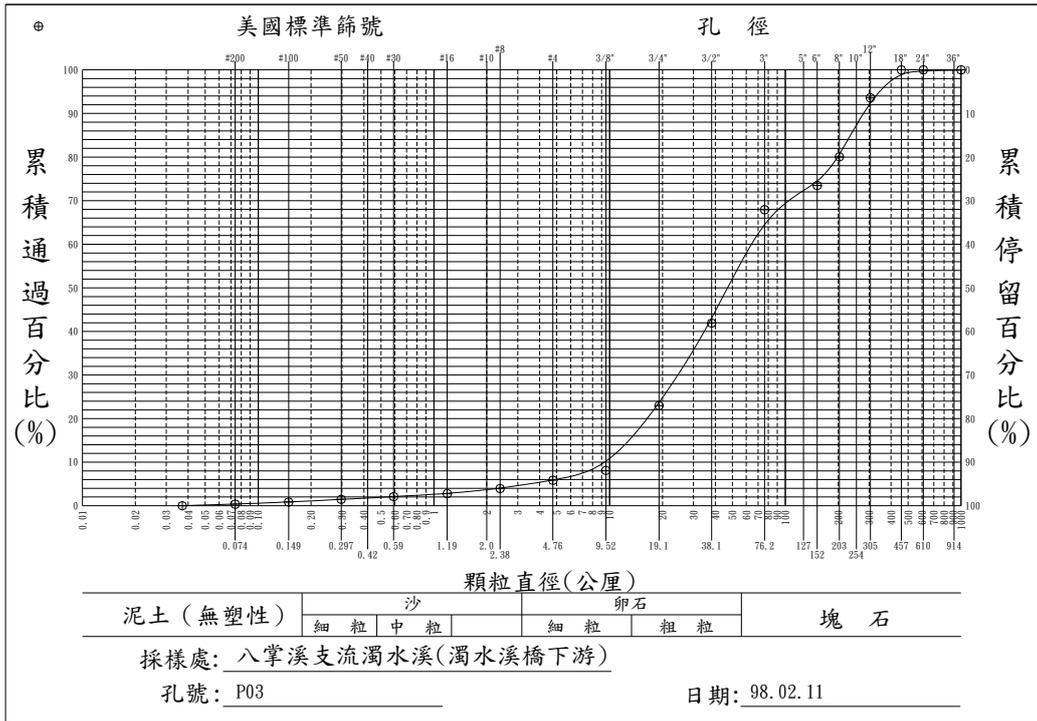


圖3-64 茄苳溪(濁水溪橋下游)P03 河床質粒徑累積曲線圖

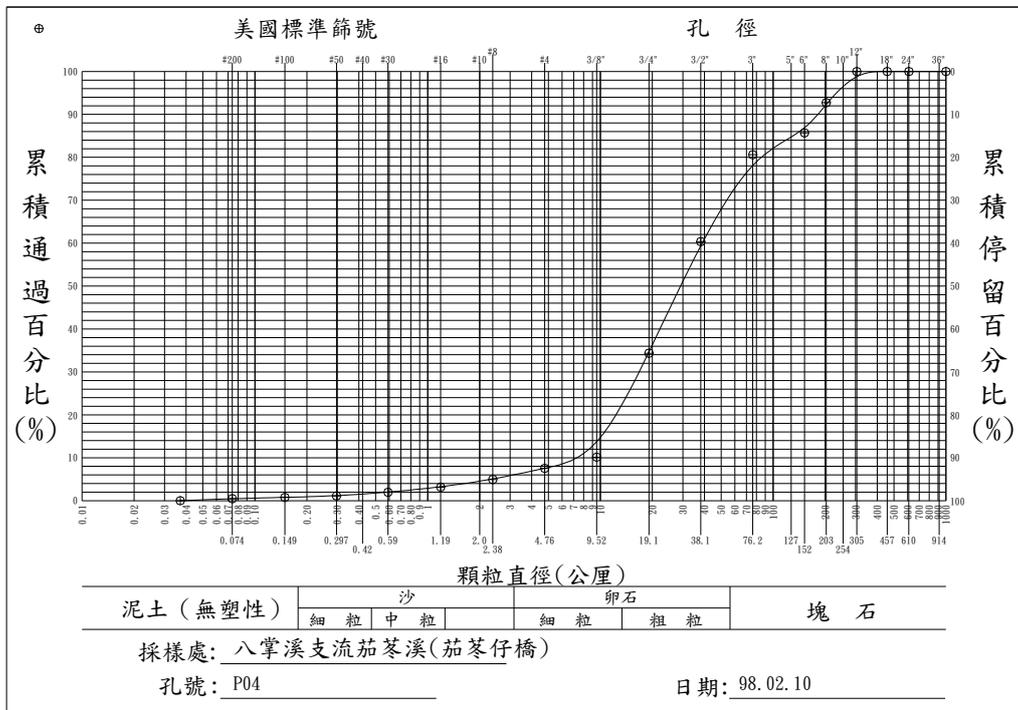


圖3-65 茄苳溪(茄苳仔橋)P04 河床質粒徑累積曲線圖

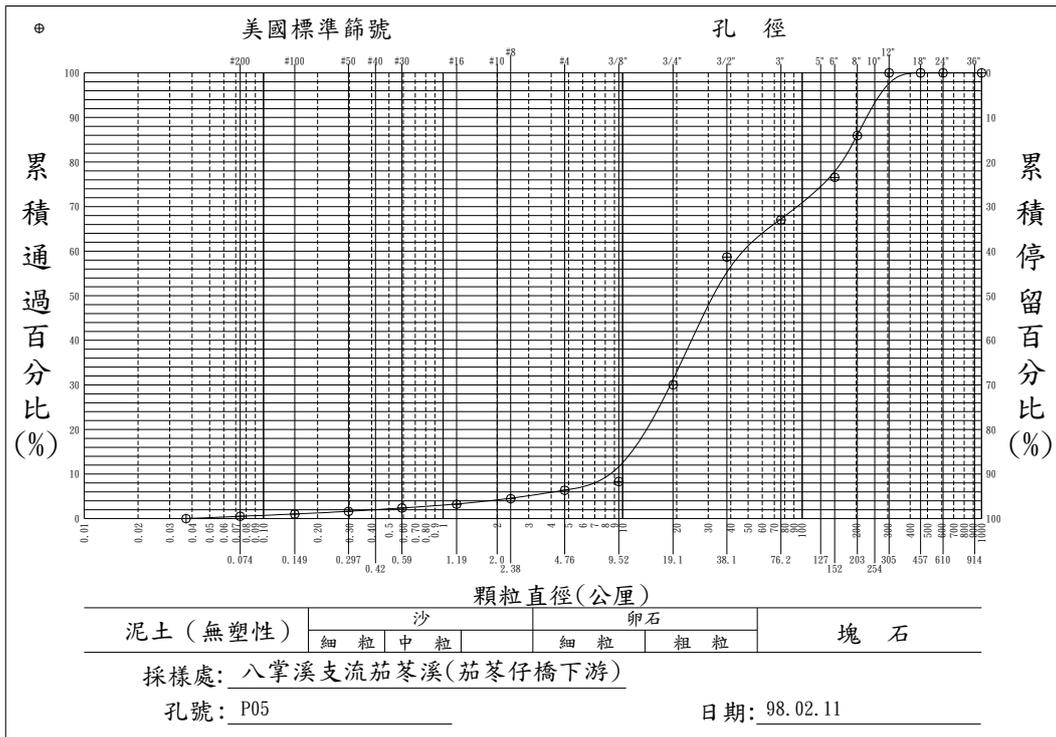


圖3-66 茄苳溪(茄苳仔橋下游)P05 河床質粒徑累積曲線圖

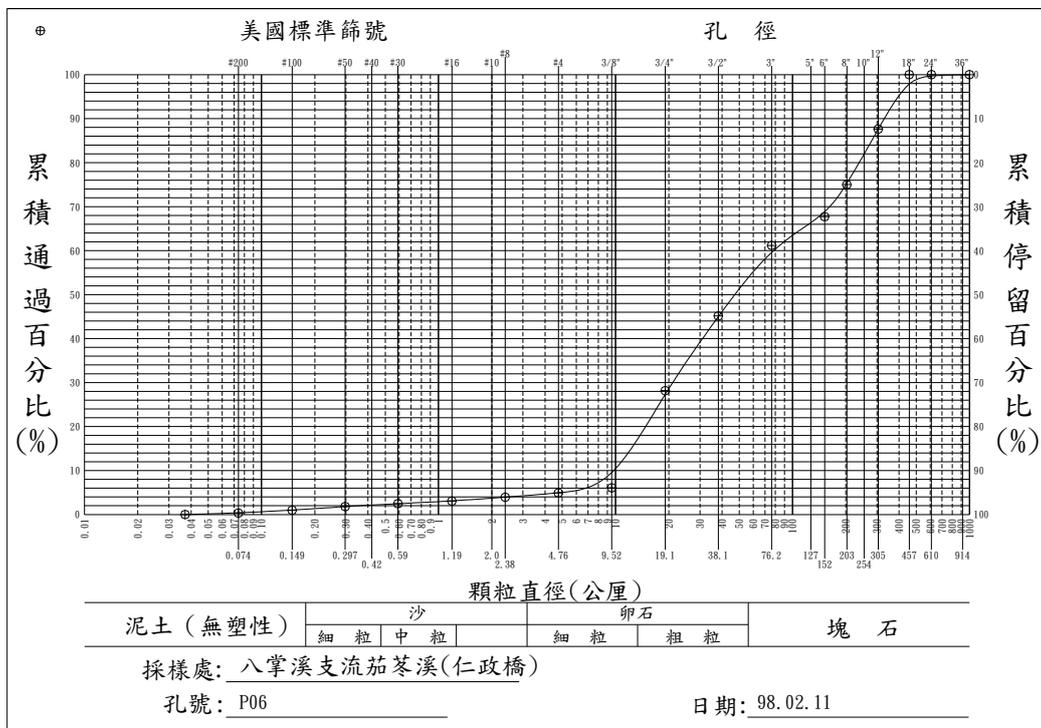


圖3-67 茄苳溪(仁政橋)P06 河床質粒徑累積曲線圖

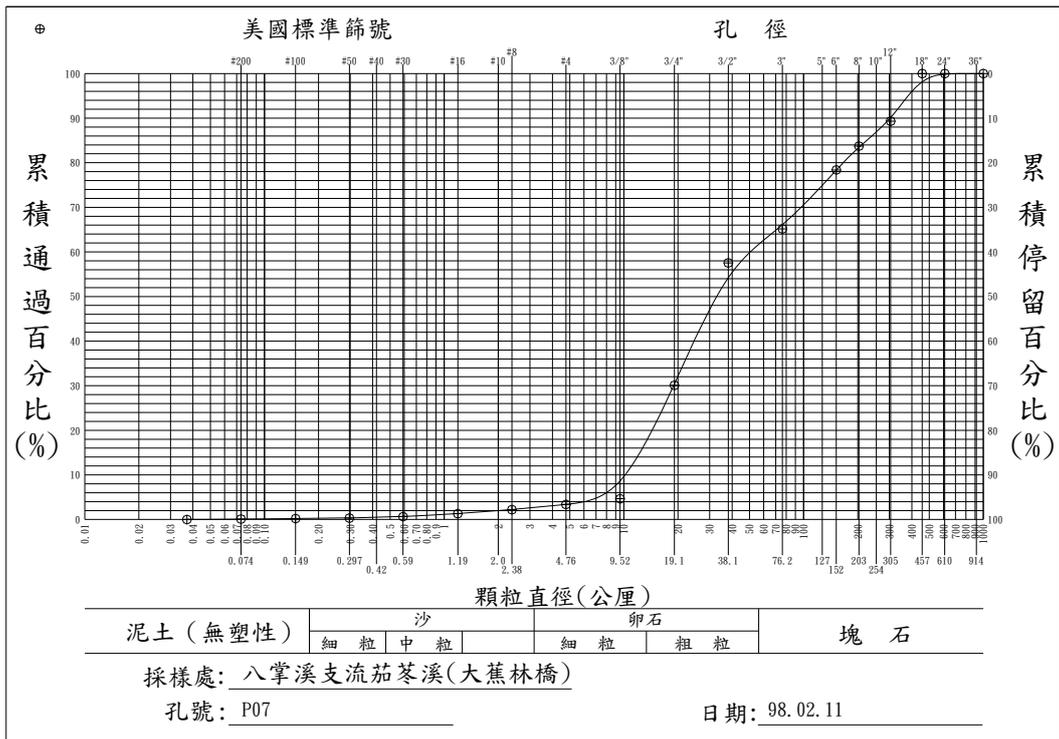


圖3-68 茄苳溪(大蕉林橋)P07 河床質粒徑累積曲線圖

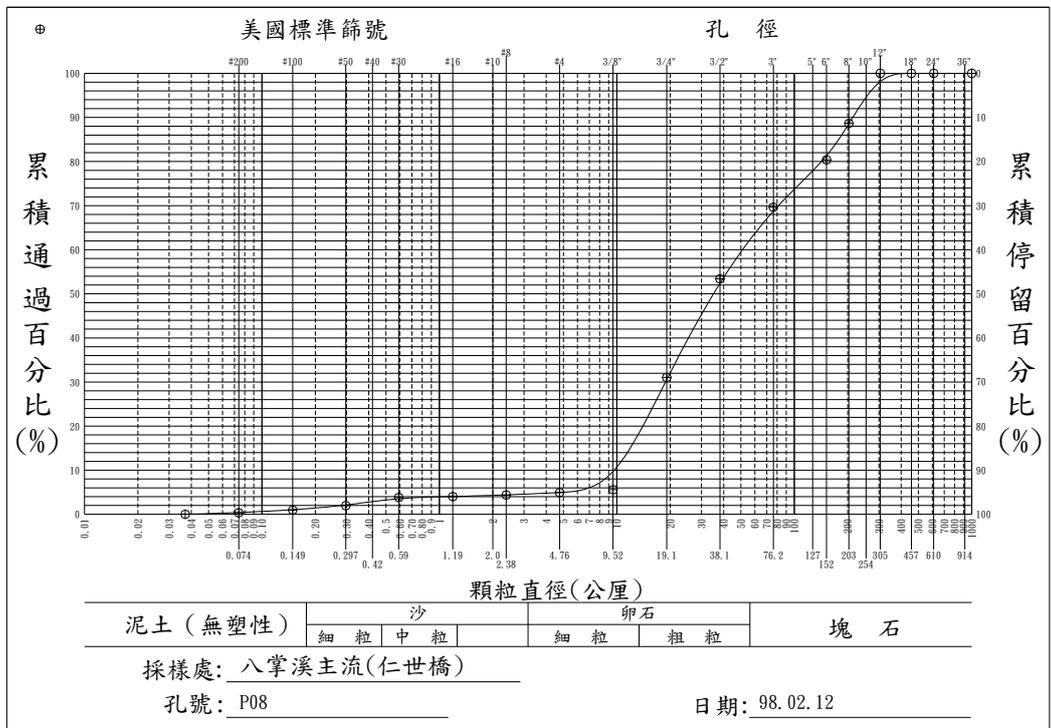


圖3-69 驛馬溪(仁世橋)P08 河床質粒徑累積曲線圖

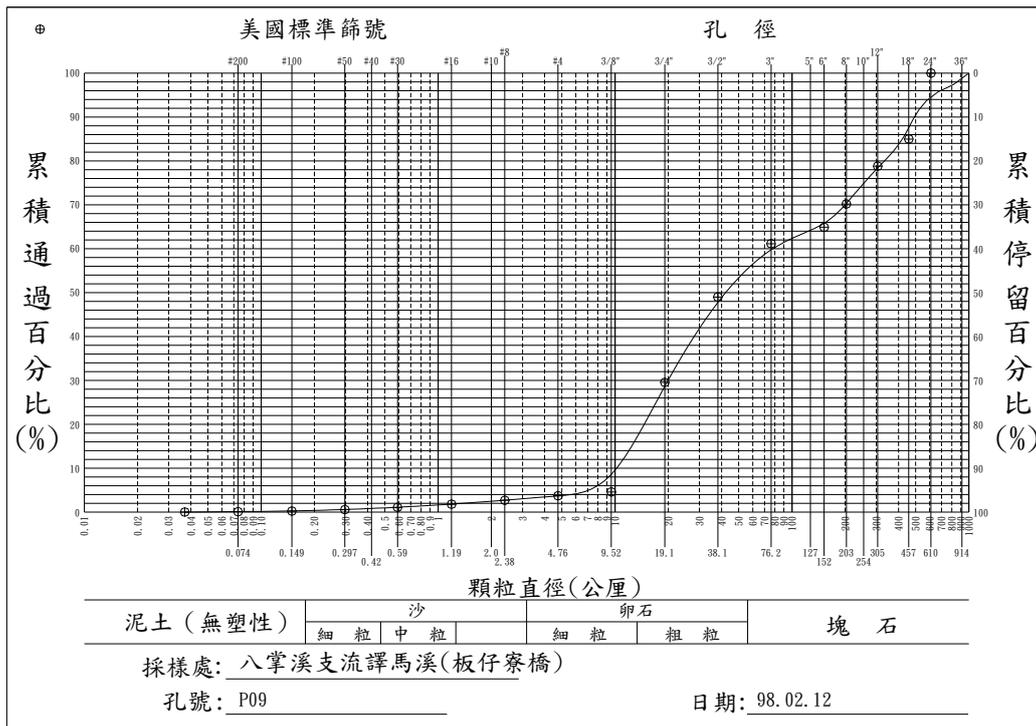


圖3-70 驛馬溪(板仔寮橋)P09 河床質粒徑累積曲線圖

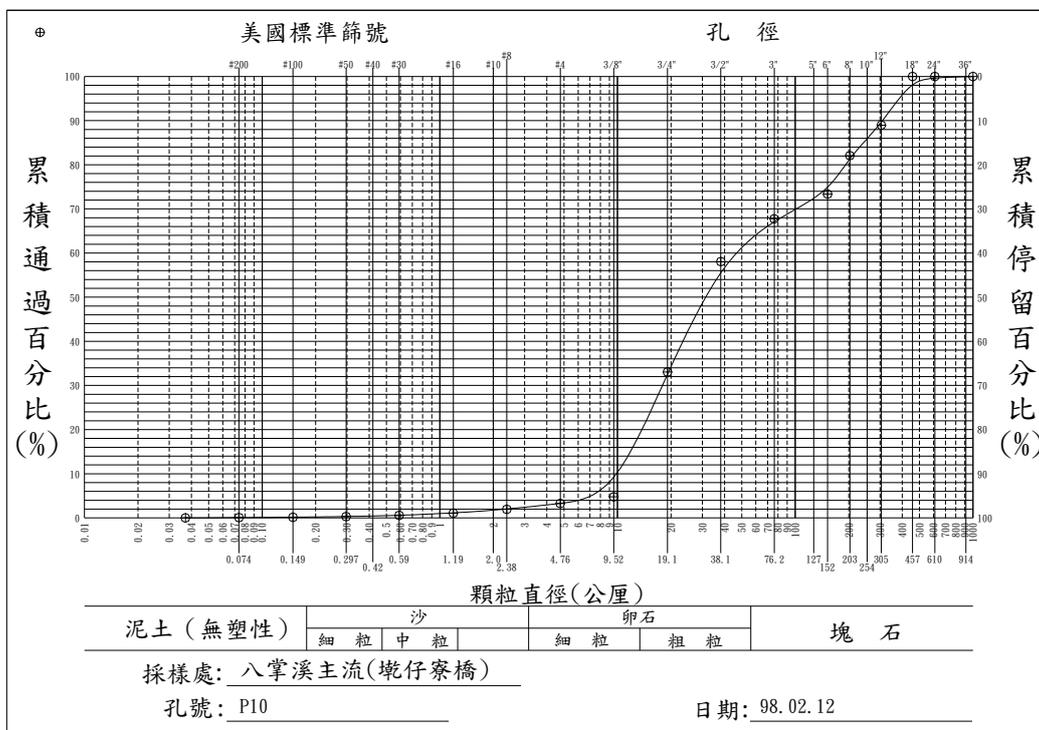


圖3-71 驛馬溪(壠仔寮橋)P10 河床質粒徑累積曲線圖

肆 第四章 集水區水文水理與泥砂來源分析

4.1 水文分析檢討

4.1.1 野溪及主要河道洪水量

一、集流時間

集流時間為流入時間與流下時間之和。其計算式如下：

$$t_c = t_o + t_s$$

式中， t_c =集流時間； t_o =逕流由集水區邊界流至河道旁所需的時間（坡面逕流時間）； t_s =坡面逕流流經河道，由上游至出水口所需時間（河道逕流時間）。

集流時間與集水區形狀大小、坡面、河道的物理特性，降雨強度等因子有關，且集流時間因降雨強度增大而縮短，因此集流時間不易估計，本計畫估算採用分段估算法，即 $t_c = t_o + t_s$ ，其中， t_o 之估算採用坡面長度除以坡面逕流速度估計之，坡面逕流的流速一般在 0.3~0.6 每秒公尺左右，因計畫集水區地勢較陡，故坡面逕流採每秒 0.5 公尺計算。 t_s 之估算則採加州公路局公式與 Rziha 公式推估，其計算公式分別如下所示：

(一)加州公路局公式：

$$t_s = \left(\frac{0.87L^3}{H} \right)^{0.385}$$

式中， t_s ：河道逕流時間（小時）；

L ：沿集水區內水道最上游點至控制點水平距離（公里）；

H ：集水區內水道最上游點至控制點之高程差（公尺）。

(二)Rziha 公式：

$$t_s = \frac{L}{W} \text{，其中 } W = 72 \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6}$$

式中，W=流下速度(每秒公尺)；

H=溪流縱斷面平均高度(公里)；

L=溪流長度(公里)；

ts=河道逕流時間(小時)。

計畫集水區之集流時間依上述公式計算如下表 4-1 所示，兩種估算結果皆未達 1 小時。為保守計，採集流時間較短之 Rziha 公式作為計算依據。

表4-1 計畫集水區集流時間分析成果表

集水區	集水面積 (Km ²)	河道 長度 (Km)	流域 高差 (m)	平均 坡降 (%)	坡面 長度 (m)	流入 時間 (m)	流下時間(hr)		採用 集流 時間 (hr)
							加州 公式	Rziha 公式	
茄苳仔	10.76	5.09	754.00	14.8%	100	0.06	0.48	0.22	0.28
石卓	23.56	9.44	904.00	9.6%	100	0.06	0.92	0.54	0.59

二、降雨強度

依據「水土保持技術規範」第二十三條規定，計畫集水區降雨強度以無因次降雨強度公式推估：

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^c} \text{-----(1)}$$

$$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P} \right)^2 \text{-----(2)}$$

$$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P} \right)^2 \text{-----(3)}$$

$$B = 55 \text{-----(4)}$$

$$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P} \right)^2 \text{-----(5)}$$

$$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P} \right)^2 \text{-----(6)}$$

$$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P} \right)^2 \text{-----(7)}$$

式中：T 為重現期距(年)；t 為降雨延時或集流時間(分)； I_t^T 為重現期距 T 年，降雨延時 t 分鐘之降雨強度(mm/hr)； I_{60}^{25} 為重現期距 25 年，降雨延時 60 分鐘之降雨強度(mm/hr)；P 為年平均降雨量(mm)。A、B、C、G、H 為係數。

表4-2 降雨強度計算成果表

單位：mm/hr

集水區	集水面積 (Km ²)	重現期距(年)								
		1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
茄苳仔	10.76	78.2	88.8	105.4	118.0	130.6	134.6	147.2	159.7	172.3
石卓	23.56	68.6	77.9	92.5	103.5	114.5	118.1	129.1	140.1	151.1

三、逕流係數

逕流係數 C 之影響因素頗多且不易實測，一般視地形、地勢、土壤、地質、集水區面積、土地利用及覆蓋情形、降雨總量、強度及延時等因子而異。逕流係數為總降雨深度扣除總降水損失後與一日暴雨各頻率之比值。計畫集水區域之逕流係數 C 值係一日暴雨各重現期距之時序降雨量扣除降水損失(4mm/hr)後，再將各重現期距之有效降雨量加總後與一日暴雨各頻率年之降雨量比值而得，其計算成果列如表 4-3 所示。

表4-3 計畫集水區逕流係數計算成果表

重現期距	1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
逕流係數	0.49	0.73	0.82	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91

另參考「水土保持技術規範」逕流係數值之選擇如表 4-4 所示，依計畫集水區狀況形態大致為陡峻山地森林地，因此採用值介於 0.87 至 0.89 之間尚屬合理。

表4-4 「水土保持技術規範」逕流係數參考表

集水區狀況	陡峻山地	山嶺區	丘陵地或森林地	平坦耕地	非農業使用
無開發整地區之逕流係數	0.75~0.90	0.70~0.80	0.50~0.75	0.45~0.60	0.75~0.95
開發整地區整地後之逕流係數	0.95	0.90	0.90	0.85	0.95~1.00

四、洪峰流量推估

計畫集水區因缺乏實測流量記錄可供分析洪峰流量，各重現期距洪峰流量僅能依集水區之地文因子及各重現期距日暴雨量藉以推算，一般推估洪峰流量常用方法有合理化公式法及三角形單位歷線法，考量計畫集水區面積 3,433 公頃，除採用合理化公式法進行推算外，亦採用三角形單位歷線法推估其洪峰流量進行比較。

1. 合理化公式法

在缺乏實測流量之小流域常以合理化公式推估洪峰流量，其公式如下：

$$Q_p = 0.278 \times C \times I \times A$$

式中：

Q_p ：尖峰流量（每秒立方公尺）；

C ：逕流係數；

I ：降雨強度（每小時公厘）；

A ：集水區面積（平方公里）。

依前述之集流時間、逕流係數及降雨強度，配合各集水區之集水面積，可求出其洪峰流量成果如表 4-5 所示：

上述中有效降雨延時(T_r)，即設計雨型之時間間距需先依排水集流時間 T_c 選擇雨型之單位時距 T_r ，依據下列原則選擇：

$$6\text{hr} < T_c, T_r = 1.0 \text{ hr}$$

$$3 \text{ hr} < T_c \leq 6 \text{ hr}, T_r = 0.8 \text{ hr}$$

$$1 \text{ hr} < T_c \leq 3 \text{ hr}, T_r = 0.4 \text{ hr}$$

$$T_c \leq 1 \text{ hr}, T_r = 0.15 \text{ hr}$$

依前節所述計畫區域集流時間皆小於 1 小時，故 T_r 採 0.15 小時計算之。若雨型單位刻度為 1 小時，有效降雨延時 T_r 之單位歷線須經過 S 歷線轉換為有效降雨延時為 1 小時之單位歷線，方可計算洪水歷線，推算步驟說明如下：

1. 將各重現期距暴雨量乘以雨型中各單位時間內之降雨百分率，求得每一單位時間的降雨量。
2. 參考 94 年 2 月水利署水利規劃試驗所「台灣地區重要河川單位歷線模式應用研究-八掌溪暨急水溪」報告，八掌溪觸口站暴雨平均降雨損失為每小時 4.74 公厘，斟酌計畫集水區域土地狀態，降水損失保守採用每小時 4.00 公厘。
3. 依上述經驗公式計算，可求得單位降雨延時的超滲降雨量所形成之三角形單位流量歷線。
4. 最後將降雨延時時段中已扣除降水損失之每一單位時間之超滲降雨量，套入三角形單位歷線，並依序錯開一個有效降雨延時後疊加之，即可求得各排水幹線各重現期距之洪峰流量。再以各排水幹線之流量歷線疊加，可得本計畫集水範圍總流量。

計畫集水區所採用之單位降雨延時及三角形單位歷線之相關參數，如表 4-6 及圖 4-2 所示，洪峰流量計算成果，如表 4-7 所示。

表4-6 計畫集水區三角形單位歷線參數表

集水區	集水面積 (Km ²)	排水長度 (Km)	流域高差 (m)	坡面長度 L' (m)	集流時間 Tc(hr)	洪峰時間 Tp(hr)	基期 Tb(hr)	單位洪峰流量 Qp(cms)
茄苳仔	10.76	5.093	754	100	0.28	0.24	0.65	92.54
石卓	23.56	9.44	904	100	0.59	0.43	1.15	114.03

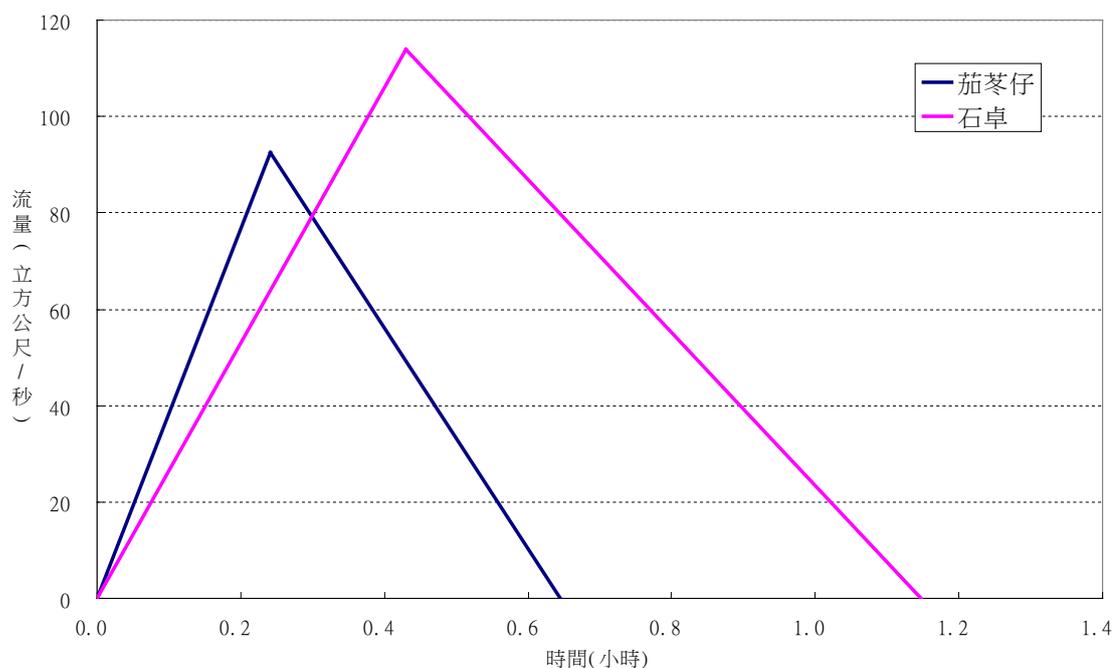


圖4-2 計畫集水區三角形單位歷線圖

表4-7 三角形單位歷線法洪峰流量計算成果表

單位：每秒立方公尺

集水區	面積 (Km ²)	各重現期距(年)								
		1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
茄苳仔	10.76	59.0	133.2	203.0	249.3	293.6	307.7	351.0	394.0	436.9
石卓	23.56	124.4	281.0	428.3	525.8	619.4	649.0	740.4	831.2	921.6

五、洪峰流量分析成果檢討

根據前述之合理化公式及三角形單位歷線法，計畫集水區洪峰流量計算成果比較如表 4-8 所示。由於兩者差異甚小，且考量三角形單位歷線具備歷線，有利於爾後相關工程規劃設計之水理分析，故本計畫採用三角形單位歷線所推估洪峰流量成果。

表4-8 計畫集水區洪峰流量推算成果比較表

單位：立方公尺/秒

集水區	分析方式	面積 (Km ²)	重現期距(年)								
			1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
茄荖仔	合理化公式	10.76	115.5	194.2	257.3	299.1	339.4	352.2	391.6	430.6	469.3
	三角形單位歷線		59.0	133.2	203.0	249.3	293.6	307.7	351.0	394.0	436.9
石卓	合理化公式	23.56	221.9	373.0	494.2	574.4	651.8	676.5	752.2	827.1	901.4
	三角形單位歷線		124.4	281.0	428.3	525.8	619.4	649.0	740.4	831.2	921.6

依前述決定各流域出口及匯流口之流量後，上游斷面各控制點之洪峰流量可由下式比面積法計算。計畫集水區各集水分區如圖 4-3 所示，依三角單位歷線法及 Horner 降雨強度兩型計算各控制點各重現期距之洪峰流量分配如圖 4-3 及表 4-9 所示。

$Q_1 = (A_1/A_2)^1 \times Q_2$ ，式中：

Q_1 、 Q_2 ：已知點之洪峰流量(立方公尺/秒)，

A_1 ：計算點之集水面積，

A_2 ：已知點之集水面積，

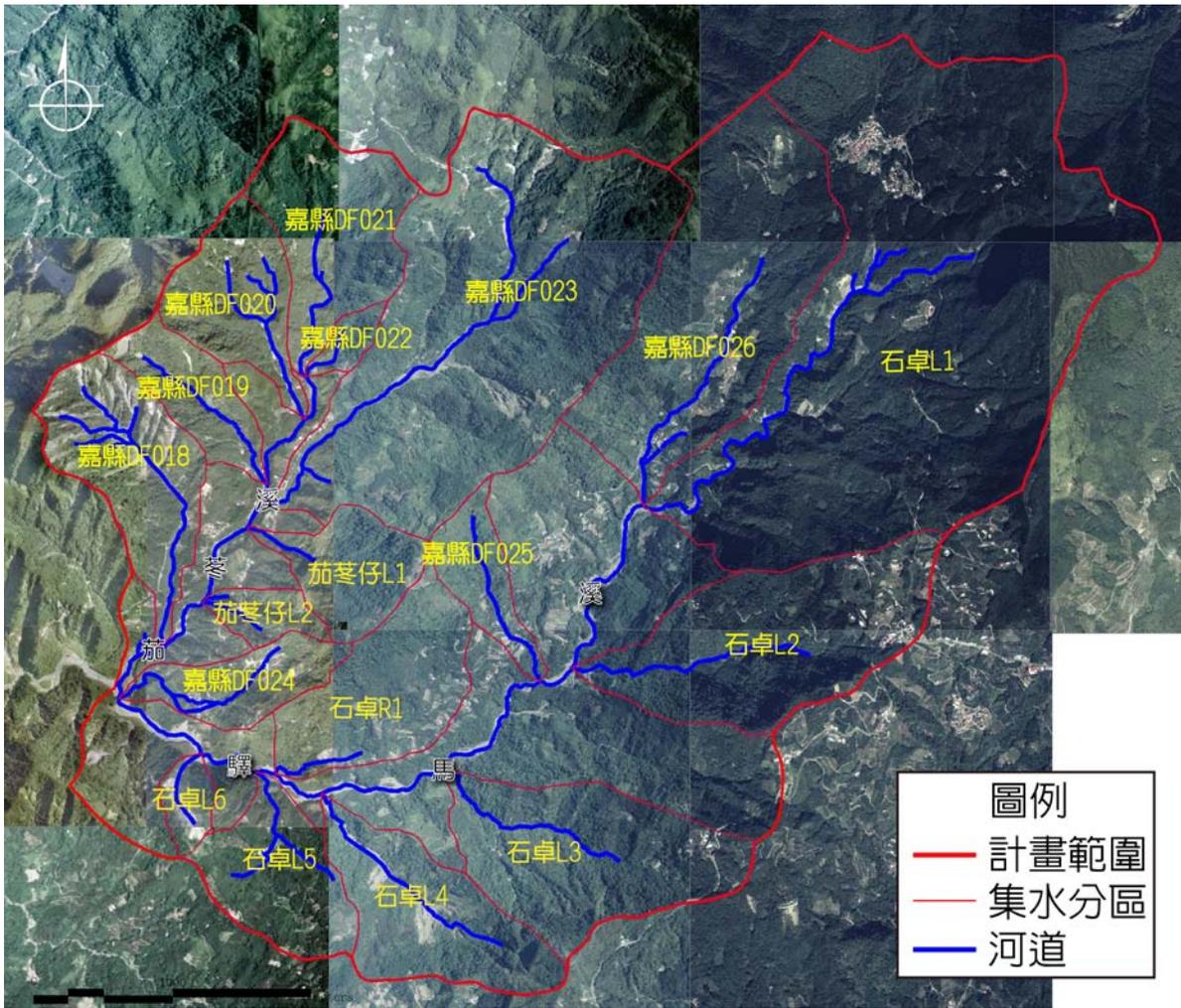


圖4-3 集水分區圖

表4-9 計畫集水區各控制點洪峰流量計算成果表

單位：cms

集水區	集水分區	面積 (km ²)	各重現期距(年)								
			1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
茄苳仔	嘉縣 DF023	488	52.4	88.1	116.7	135.6	153.9	159.7	177.6	195.3	212.9
	嘉縣 DF022	16	1.7	2.9	3.8	4.4	5.0	5.2	5.8	6.4	7.0
	嘉縣 DF021	74	7.9	13.4	17.7	20.6	23.3	24.2	26.9	29.6	32.3
	嘉縣 DF020	69	7.4	12.5	16.5	19.2	21.8	22.6	25.1	27.6	30.1
	嘉縣 DF019	57	6.1	10.3	13.6	15.8	18.0	18.7	20.7	22.8	24.9
	嘉縣 DF018	121	13.0	21.8	28.9	33.6	38.2	39.6	44.0	48.4	52.8
	茄苳仔 L1	66	7.1	11.9	15.8	18.3	20.8	21.6	24.0	26.4	28.8
	茄苳仔 L2	24	2.6	4.3	5.7	6.7	7.6	7.9	8.7	9.6	10.5
	茄苳溪	1076	115.5	194.2	257.3	299.1	339.4	352.2	391.6	430.6	469.3
石卓	嘉縣 DF026	262	24.7	41.5	55.0	63.9	72.5	75.2	83.6	92.0	100.2
	嘉縣 DF025	45	4.2	7.1	9.4	11.0	12.4	12.9	14.4	15.8	17.2
	嘉縣 DF024	63	5.9	10.0	13.2	15.4	17.4	18.1	20.1	22.1	24.1
	石卓 R1	118	11.1	18.7	24.8	28.8	32.6	33.9	37.7	41.4	45.1
	石卓 L1	749	70.5	118.6	157.1	182.6	207.2	215.1	239.1	262.9	286.6
	石卓 L2	203	19.1	32.1	42.6	49.5	56.2	58.3	64.8	71.3	77.7
	石卓 L3	171	16.1	27.1	35.9	41.7	47.3	49.1	54.6	60.0	65.4
	石卓 L4	123	11.6	19.5	25.8	30.0	34.0	35.3	39.3	43.2	47.1
	石卓 L5	90	8.5	14.2	18.9	21.9	24.9	25.8	28.7	31.6	34.4
	石卓 L6	19	1.8	3.0	4.0	4.6	5.3	5.5	6.1	6.7	7.3
	驛馬溪	2356	221.9	373.0	494.2	574.4	651.8	676.5	752.2	827.1	901.4

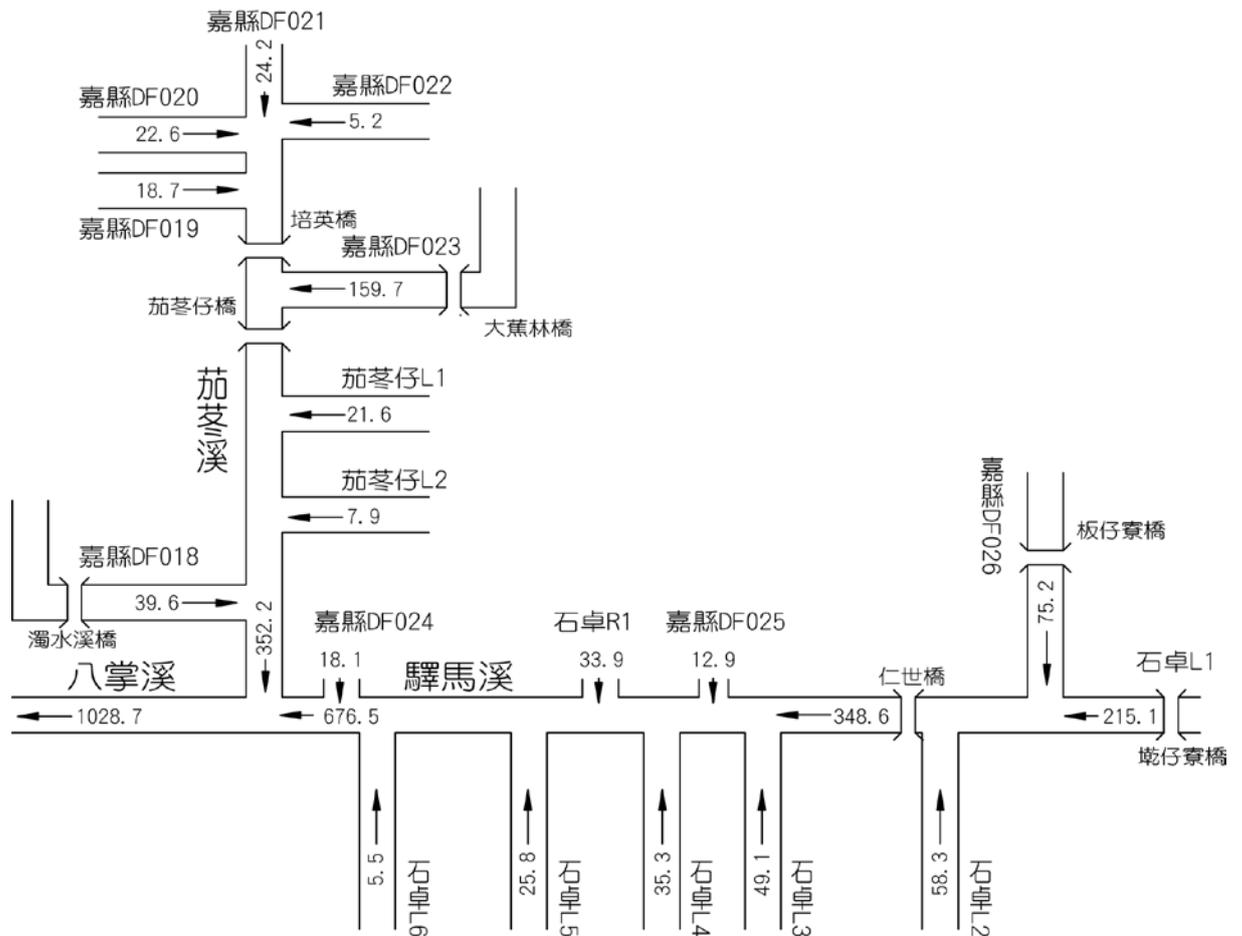


圖4-4 25年重現期距現況流量分配圖

六、含砂水流設計流量演算

對於一般溪流水流而言，考慮暴雨洪流之輸砂能力，酌予考量水流含砂情形。其計畫洪水量可表為：

$$Q_p = Q_o \times \frac{1}{1 - \alpha}$$

式中， Q_p =考慮水流含砂時之洪峰流量； α =水流中泥砂混合率； Q_o =清水流量(cms)，依據水土保持手冊整流工程一般採用以流量之5%至10%含砂率為原則，最大值為50%，由於計畫集水區屬於一般地質構造集水區，故採用10%做為含砂水流設計流量演算值，求得計畫集水區含砂水流設計流量如表4-10所列。

表4-10 計畫集水區各控制點含砂水流計算成果表

單位：cms

集水區	集水分區	面積 (km ²)	各重現期距(年)								
			1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
茄苳仔	嘉縣 DF023	488	58.2	97.9	129.7	150.7	171.0	177.5	197.3	217.0	236.5
	嘉縣 DF022	16	1.9	3.2	4.3	4.9	5.6	5.8	6.5	7.1	7.8
	嘉縣 DF021	74	8.8	14.8	19.7	22.9	25.9	26.9	29.9	32.9	35.9
	嘉縣 DF020	69	8.2	13.8	18.3	21.3	24.2	25.1	27.9	30.7	33.4
	嘉縣 DF019	57	6.8	11.4	15.1	17.6	20.0	20.7	23.1	25.3	27.6
	嘉縣 DF018	121	14.4	24.3	32.1	37.4	42.4	44.0	48.9	53.8	58.6
	茄苳仔 L1	66	7.9	13.2	17.5	20.4	23.1	24.0	26.7	29.3	32.0
	茄苳仔 L2	24	2.9	4.8	6.4	7.4	8.4	8.7	9.7	10.7	11.6
	茄苳溪	1076	128.3	215.8	285.9	332.3	377.1	391.3	435.1	478.5	521.5
石卓	嘉縣 DF026	262	27.4	46.1	61.1	71.0	80.5	83.6	92.9	102.2	111.4
	嘉縣 DF025	45	4.7	7.9	10.5	12.2	13.8	14.4	16.0	17.6	19.1
	嘉縣 DF024	63	6.6	11.1	14.7	17.1	19.4	20.1	22.3	24.6	26.8
	石卓 R1	118	12.3	20.8	27.5	32.0	36.3	37.6	41.9	46.0	50.2
	石卓 L1	749	78.4	131.8	174.6	202.9	230.2	238.9	265.7	292.2	318.4
	石卓 L2	203	21.2	35.7	47.3	55.0	62.4	64.8	72.0	79.2	86.3
	石卓 L3	171	17.9	30.1	39.9	46.3	52.6	54.6	60.7	66.7	72.7
	石卓 L4	123	12.9	21.6	28.7	33.3	37.8	39.2	43.6	48.0	52.3
	石卓 L5	90	9.4	15.8	21.0	24.4	27.7	28.7	31.9	35.1	38.3
	石卓 L6	19	2.0	3.3	4.4	5.1	5.8	6.1	6.7	7.4	8.1
	驛馬溪	2356	246.5	414.5	549.1	638.2	724.2	751.6	835.8	919.0	1001.6

七、土石流流量分析

計畫集水區內野溪上游及坑溝的河床上土石堆積，若遇豪大雨時，有可能發生土石流災害者，為維護各河道安全，推求野溪上游及土石流潛勢溪流之土石流量 Qd，其計算方法如下：

(一)依據水土保持技術規範之平衡濃度法，估算流動中之土石流體積濃度，土石流之濃度受溪床坡度影響甚大。

$$Cd = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

式中，Cd=流動中土石流體積濃度； ρ =水之密度； σ =土石密度； θ =溪床坡度； ϕ =土石內摩擦角。

(二)推估溪流中之清水流量 Q_w ，依據合理化公式或單位歷線法推估之。

(三)由清水流量 Q_w 及土石流體積濃度 C_d 可推求土石流之流量 Q_d 之關係：

$$Q_d = \frac{C^*}{C^* - C_d} Q_w$$

$$C_d \leq 0.9C^*$$

式中， $C^*=1-Pr$ ； Q_d =土石流流量； Q_w =溪谷上游清水流量； C^* =溪床上土石堆積物之體積濃度； Pr =溪床上土石堆積之孔隙率； C_d =流動中土石流之體積濃度。

計畫集水區土石流潛勢溪流土石流流量 Q_d 計算結果列如表 4-11 所示；其中 C_d 之估算值由平衡濃度法求得，而依據水土保持技術規範內之最高濃度，以堆積物之體積濃度 C^* 的 0.9 倍作為上限。

表4-11 土石流潛勢溪流之土石流量表

土石流潛勢溪流編號	嘉 縣	嘉 縣	嘉 縣	嘉 縣	嘉 縣	嘉 縣	嘉 縣	嘉 縣	嘉 縣	
	DF026	DF025	DF024	DF023	DF022	DF021	DF020	DF019	DF018	
集水面積(ha)	262	45	63	488	16	74	69	57	121	
Pr	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
溪床上土石堆積物之體積濃度(C^*)	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	
土石內摩擦角(ϕ)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	
溪床坡度(θ)	0.16	0.36	0.21	0.18	0.36	0.24	0.27	0.29	0.30	
土石密度(σ)	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650	
水之密度(ρ)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
流動中土石流之平均濃度(C_d)(估算值)	0.19	0.65	0.26	0.22	0.65	0.32	0.39	0.44	0.46	
流動中土石流之平均濃度(C_d)(採用值)	0.19	0.59	0.26	0.22	0.59	0.32	0.39	0.44	0.46	
$C^*/(C^*-C_d)$	1.40	10.00	1.65	1.50	10.00	1.96	2.50	3.11	3.47	
土石流流量	Qd, 25	105.4	129.2	29.9	239.6	52.4	47.4	56.4	58.0	137.5
	Qd, 50	117.2	143.7	33.3	266.5	58.2	52.7	62.7	64.5	152.9
	Qd, 100	128.9	158.0	36.6	293.0	64.0	58.0	68.9	70.9	168.1
	Qd, 200	140.5	172.2	39.9	319.3	69.8	63.2	75.1	77.2	183.2

4.1.2 部落重要水源野溪檢討

本計畫集水區聚落之主要水源大多來自於上游湧出之自然山泉，故並無水源野溪的存在。

4.2 水理分析檢討

一般設計排水斷面分析方法，依『水土保持技術規範』(2003)第 84 條規定，設計排水路的原則為：設計排水量大於逕流量，且水流速度應小於最大容許流速，超過其最大容許流速者，應於適當位置，設置消能設施。設計排水量之平均流速估算採用曼寧公式，其計算原理說明如下：

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \text{ , 式中:}$$

V=平均流速；R=水力半徑 (m)；S=水力坡降 (%)；n=粗糙係數

依據 3.5 河床質調查 (包含表面及採樣孔粒徑分析) 結果所計算出之各溪流曼寧粗糙係數 n 值，其值介於 0.030~0.038 之間。另表 4-12 則為周文德博士 1959 年所著的「Open Channel Hydraulics(明渠水力學)」所提議曼寧粗糙係數之經驗值。

表4-12 曼寧粗糙係數之經驗值表

河床特性	最小值	一般值	最大值
A. 緩坡河道			
1. 河道筆直、通水順暢、無窪蓄或深潭	0.025	0.030	0.033
2. 與 1 同，但河道中較多石塊及雜草	0.030	0.035	0.040
3. 河道通水順暢，具窪蓄、深潭及沙洲	0.033	0.040	0.045
4. 與 3 同，但河道中較多石塊及雜草	0.035	0.045	0.050
5. 與 3 同，河道中較多石塊及雜草，且低水位時出現較多的無效通水斷面	0.040	0.048	0.055
6. 與 4 同，但河道中具更多石塊	0.045	0.050	0.060
7. 河道通水困難因受阻而緩慢，雜草叢生，具窪蓄、深潭	0.050	0.070	0.080
8. 河道雜草非常茂密，具窪蓄、深潭，或通水斷面內有厚密的樹枝殘株及水草站立	0.075	0.100	0.150
B. 山澗，溪流中無植生，河岸通常陡峭，當高水位時岸邊植生會部份浸入水中			
1. 溪床粒徑以卵礫石為主，偶有大塊石塊	0.030	0.040	0.050
2. 溪床粒徑以卵石及大塊石塊為主	0.040	0.050	0.070

資料來源：Chow, V. T. 「Open Channel Hydraulics」(1959)

依據現場實際現勘主流中上游及各支流坑溝結果顯示，均為陡坡河道，溪床粒徑以卵礫石或大塊石為主；而主流下游則具緩坡河道型態，河道中有較多石塊及部分區段具沙洲，雜草叢生。據此，河道曼寧粗糙係數 n 值約介於 0.025~0.040 範圍之間，與本案粒徑調查結果分析所得計畫區各調查點曼寧粗糙係數 n 值分布範圍大致吻合。因此本計畫主流及各條支流坑溝之曼寧粗糙係數 n 值採用值列如下表表 4-13 所示。

表4-13 集水區各溪流坑溝曼寧粗糙係數 n 值表

溪流名稱	溪流型態	曼寧粗糙係數 n 值採用值	
		常流水範圍	兩側邊坡及高灘地
主流下游	緩坡河道	0.025	0.030~0.035
主流中上游	野溪	0.025~0.035	0.035~0.040
其他支流坑溝	野溪坑溝	0.025~0.035	0.035~0.040

治理規劃河段粗糙係數，於常流水範圍， n 值採 0.025~0.035；於兩側邊坡及高灘地， n 值採 0.035~0.040。粗糙係數之決定除利用河床質調查分析成果，同時對於河道斷面仍應參酌河槽實際狀況依水土保持技術規範決定之，如表 4-14 所列。

表4-14 坡地排水粗糙係數表

	溝內物質	n 值範圍	平均值		溝內物質	n 值範圍	平均值
	無 內 面 工 者	黏土質 溝身整齊者	0.016~0.022		0.020	有 內 面 工 者	漿砌磚
砂(粘)壤土 溝身整齊者		-	0.020	漿砌石	0.017~0.030		0.025
稀疏草生		0.035~0.045	0.040	乾砌石	0.025~0.035		0.033
全面密草生		0.040~0.060	0.050	有規則土底 兩岸砌石	-		0.025
雜有直徑 1-3 cm小石		-	0.022	不規則土底 兩岸砌石	0.023~0.035		0.030
雜有直徑 2-6 cm小石		-	0.025	純水泥漿 平滑面	0.010~0.014		0.012
平滑均勻岩質		0.030~0.035	0.033	礫石底 兩岸混凝土	0.015~0.025		0.020
不平滑岩質		0.035~0.045	0.040				

4.2.1 河道通洪能力檢討

經初步水理分析，茄荖仔集水區野溪下游河寬平均約 20 至 60 公尺，中上游段約 4 至 20 公尺寬，但因河道陡峻及部份蜿蜒及支流匯入，中游段部份因河寬不足流量陡增造成洪水壅塞水位抬升現象。石卓集水區野溪下游河寬平均約 30 至 100 公尺，中上游段約 15 至 30 公尺寬，部份河段有河道縱坡崎嶇排洪不順水位抬昇，亦有河寬不足造成瓶頸洪水壅塞現象。

4.2.2 部落重要聯外橋樑通洪能力檢討

溪流控制斷面(如橋涵、橋樑、窄縮段等)排洪輸砂能力係檢算其能否在一定的含砂流洪峰流量下安全通流輸砂，以作為治理規劃之依據。斷面檢算係包括斷面寬度及高度兩參數之分析和檢討，並依照洪水流和土石流各水理參數計算成果推估各控制斷面之斷面寬度及高度。由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年含砂流洪峰流量(設計流量)得知，當斷面水深(h)小於或等於控制斷面兩岸較低岸高(H_{min})時，即 $h \leq H_{min}$ ，表斷面通洪輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。部落重要聯外橋樑通洪能力檢討如圖 4-5 及表 4-15 所示，其中多數上游野溪及潛勢溪流有流速過快的情形，建議施作跌水工減緩流速，以及固床工降低沖刷情形。

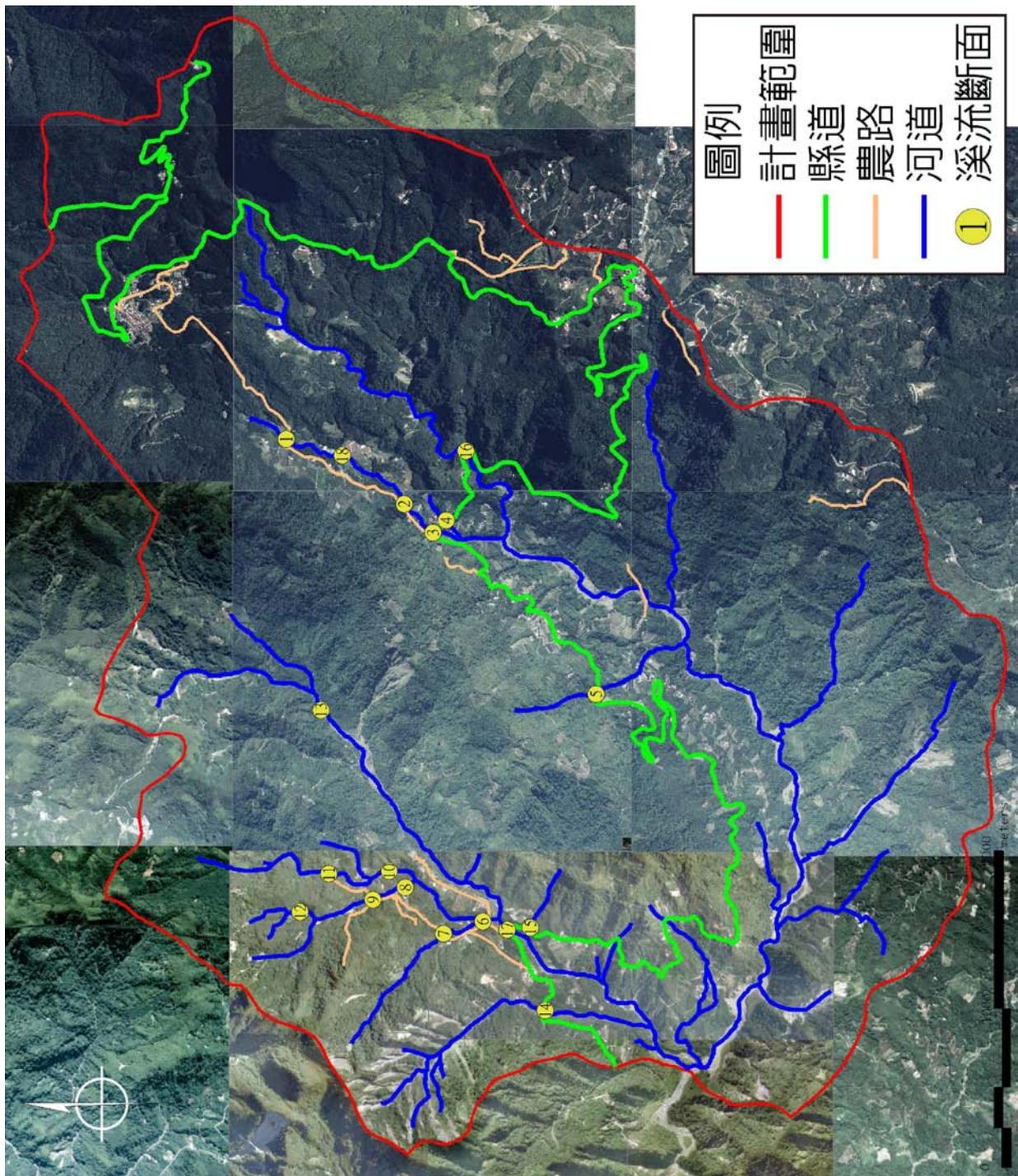


圖4-5 橋樑通洪能力檢算位置圖

表4-15 橋樑含砂水流通洪能力檢算表

編號	橋名	所屬次集水區	集水面積	橋長	橋寬	橋高	流速	計畫洪水量	安全排洪量	排洪流通性	備註
1	無名橋	DF026	117.83	4.0	5.0	3.0	0.4	41.8	109.9	OK	流速過快
2	無名橋	DF026	207.44	6.2	6.0	2.0	0.3	73.6	114.6	OK	流速過快
3	板仔寮橋	DF026	212.46	7.5	8.0	3.0	0.5	75.4	256.6	OK	流速過快
4	過溝溪橋	DF026	19.31	5.8	4.3	2.0	0.4	6.8	105.3	OK	
5	無名橋	DF025	30.83	2.2	6.0	2.5	0.4	10.9	55.3	OK	
6	無名橋	茄苳溪	252.22	6.0	6.0	3.0	1.0	80.5	139.0	OK	
7	無名橋	DF019	52.05	4.0	5.0	4.7	0.3	21.0	255.9	OK	流速過快
8	仁政橋	DF020	84.81	11.3	6.0	4.0	0.4	34.3	834.5	OK	
9	無名橋	DF020	80.17	5.9	7.9	5.0	0.4	32.4	466.3	OK	流速過快
10	無名橋	DF022	137.11	6.2	4.1	1.8	0.2	55.4	145.1	OK	流速過快
11	仁蓮橋	DF021	115.37	7.0	7.9	3.5	0.4	46.7	349.2	OK	流速過快
12	無名橋	DF020	27.64	7.5	3.9	4.3	0.2	11.2	536.5	OK	
13	無名橋	DF023	229.61	3.4	8.0	3.2	0.2	92.9	100.2	OK	流速過快
14	濁水溪橋	DF018	103.13	39.1	8.0	8.0	0.5	41.7	10961.9	OK	
15	茄苳仔橋	茄苳溪	772.97	37.8	10.0	9.3	0.8	312.6	7015.6	OK	
16	墘仔寮橋	石卓L1	630.54	27.8	6.4	12.0	1.0	223.7	8479.9	OK	流速過快
17	培英橋	茄苳溪	308.72	10.0	5.0	7.0	0.4	124.8	842.0	OK	
18	無名橋	DF026	162.79	7.0	5.3	2.5	1.0	57.7	182.6	OK	流速過快

4.3 泥砂來源及產砂量分析

4.3.1 土砂量推估

集水區之泥砂來源與集水區之地質結構、地形、河床坡度、崩塌地面積分布及土地利用情形等相關。因此，泥砂來源之調查須配合上述資料之收集及現場勘查工作，以研判計畫集水區之泥沙來源。經勘查及相關資料研判後，計畫集水區位屬中央山脈西翼地勢陡峭山坡地，溪床坡度陡急，邊坡地質相對脆弱，表土質易受沖刷流失。泥砂生產量主要源自河道堆積土石、溪谷兩側山崩落石、源頭崩塌、地表沖蝕及人為開發形成鬆動土石所造成。

一、坡面沖蝕生產量

本計畫將計畫集水區劃分為 20 個次集水區個別計算其土壤沖蝕量，次集水區分布如圖 4-6 所示。坡面沖蝕量乃計畫集水區平時土砂生產之來源，這部分之土砂量估計依據水土保持技術規範(2003)第 35 條之規定，採用通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation, USLE)估計，其公式如下。

$$A_m = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P$$

式中：

A_m ：土壤流失量(tons/ha/yr)

R_m ：降雨沖蝕指數(Mj-mm/ha-hr-yr)

K_m ：土壤沖蝕指數(tons-ha⁻¹-yr/ha-Mj-mm)

L ：坡長因數

S ：坡度因數

C ：覆蓋與管理因數

P ：水土保持處理因數

將通用土壤流失公式(USLE)各因子與土壤流失量估算模式說明如下：

(一) 降雨沖蝕指數(Rm)

降雨沖蝕指數(Rm) 係參考水土保持手冊，由查表找出距離各次集水區最近點位的降雨沖蝕指數，利用地理資訊系統統計求算台灣地區年平均降雨沖蝕指數等值圖如圖 4-6 所示。

(二) 土壤沖蝕指數(Km)

土壤沖蝕指數(Km) (tons-ha-yr/ha-Mj-mm) 依水土保持手冊資料查出各次集水區最近點之 Km 值，利用地理資訊系統統計可求算台灣地區土壤沖蝕指數等值圖如圖 4-7 所示。

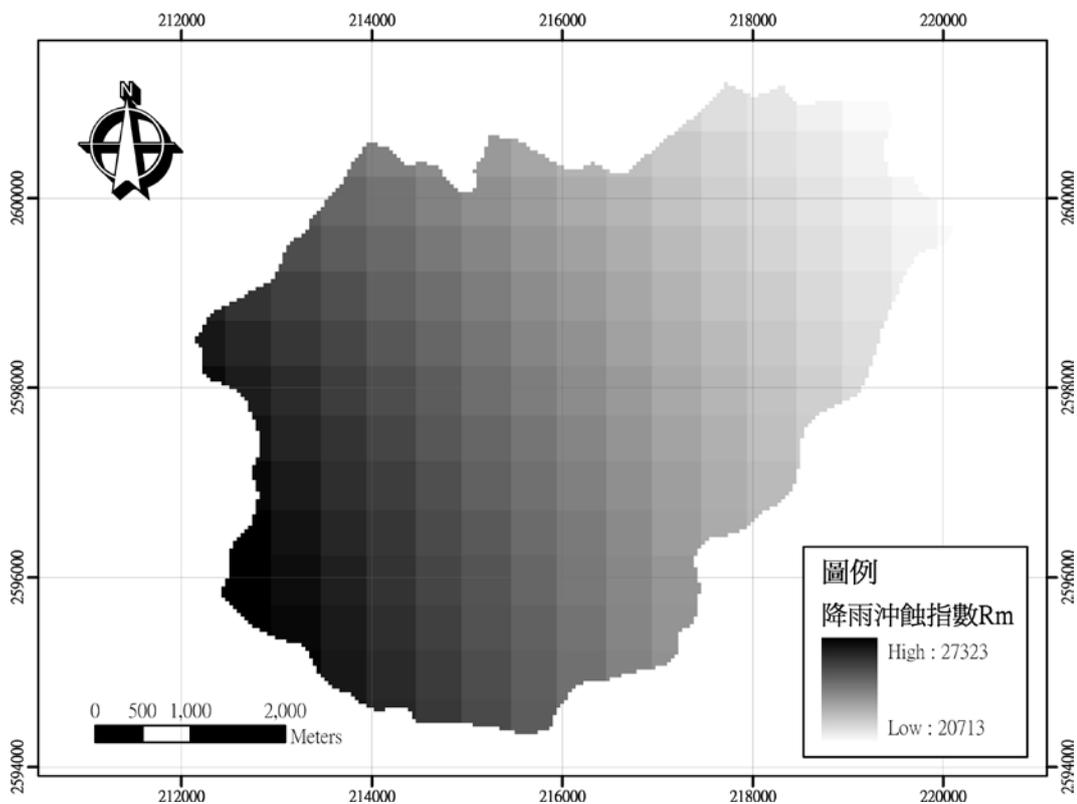


圖4-6 計畫集水區降雨沖蝕指數分布圖

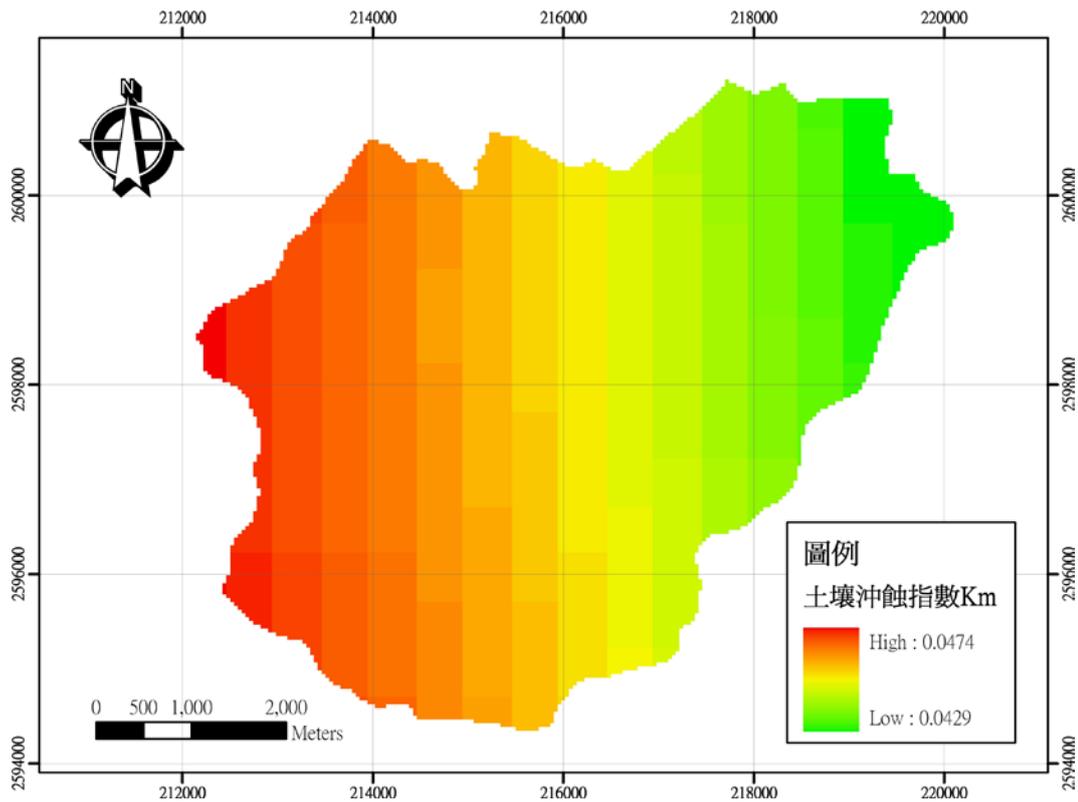


圖4-7 計畫集水區土壤沖蝕指數分布圖

(三)坡長因數(L)

通用土壤流失公式中，坡長因數(L)係採用 Wischmeier and Smith (1965)之計算式： $L=(\lambda / 22.13)^m$ ；式中 λ 為地表漫地流之流長(公尺)， m 隨著坡度而改變，Wischmeier and Smith (1978)分析指出：當坡度小於 1%時， $m=0.2$ ；當坡度介於 1%與 3%之間時， $m=0.3$ ；當坡度介於 3%與 5%之間時， $m=0.4$ ；而當坡度大於 5%時， $m=0.5$ 。

地表漫地流之流長係由地表逕流開始發生的地點起算，至沖蝕的土壤發生明顯淤積或至匯集逕流水之渠道為止其間的水平投影距離。

坡長因子之計算，除了田間小規模樣區試驗可直接量測之外；若以集水區為考量，多數學者係以固定坡長或網格大小來估算，至目前為止並無學者對集水區之坡長提出合理的計算。本研究假設集水區坡面受到地面窪蓄、入滲等作用以及山溝、道路側溝等之截流，地表漫地流支流長甚少超過 100 公尺，超過 100 公尺即需分段排水，否則逕流集中易形成蝕溝之條件下；以數值高程模型自動萃取集水區之坡長因子，網格解析度為 20 公尺 x 20 公尺，若以地表水之流向為指標，累計

流長在五個網格以下可視為漫地流，以此來估算集水區之坡長分布。

(四)坡度因數(S)

坡度因數以 Wischmeier and Smith (1978)所提出之坡度因數公式： $S=65.41\sin^2\theta+4.56\sin\theta+0.0654$ 求算，其坡長乘上坡度值如圖 4-8 所示。

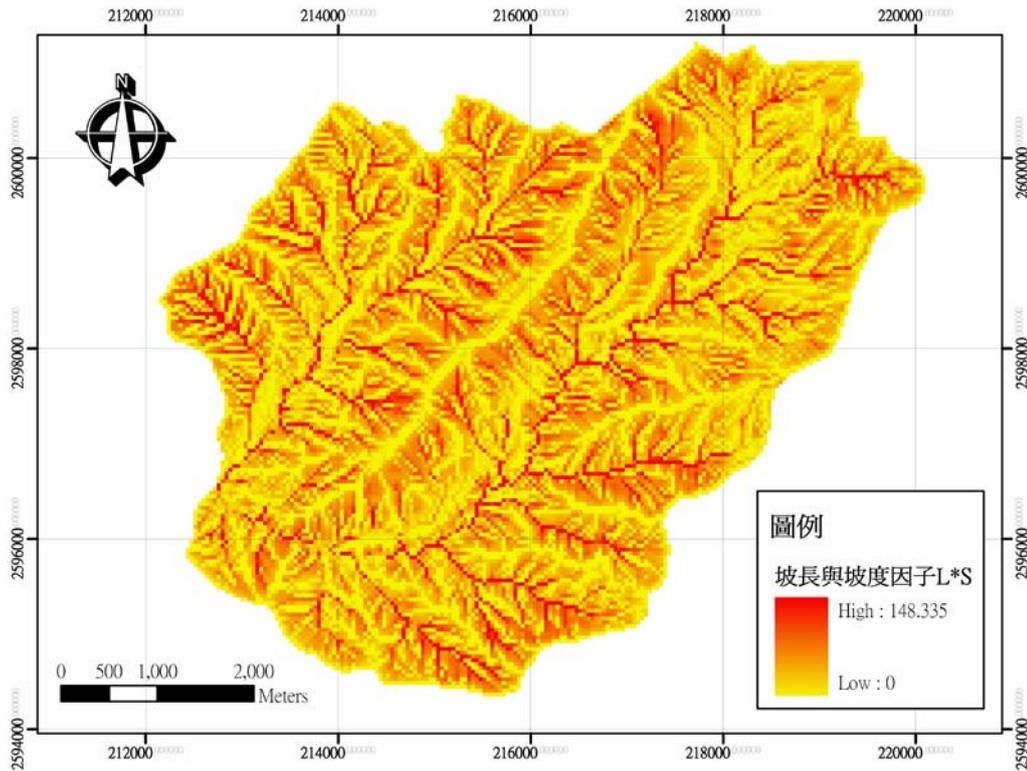


圖4-8 計畫集水區 LS 分布圖

(五)覆蓋與管理因數(C)

由於台灣地區之 C 值尚無資料庫可資利用，本計畫將現況土地利用資料轉換為 C 值，其土地利用狀況與 C 值之間關係參考水土保持手冊之規定如表 4-16 所示，計畫集水區 C 值分布狀況如圖 4-9 所示。

表4-16 地表及植被狀況與 C 值

土地利用	C 值	土地利用	C 值
百喜草	0.01	裸露地	1.00
水稻	0.10	水泥地	0.00
雜作	0.25	瀝青地	0.00
果樹	0.20	雜石地	0.01
香蕉	0.14	水體	0.00
鳳梨	0.20	建屋用地	0.01
林地	0.01	牧草地	0.15
蔬菜類	0.90	高爾夫球場植草地	0.01
茶	0.15	雜草地	0.05
特用作物	0.20	墓地	0.01
檳榔	0.10		

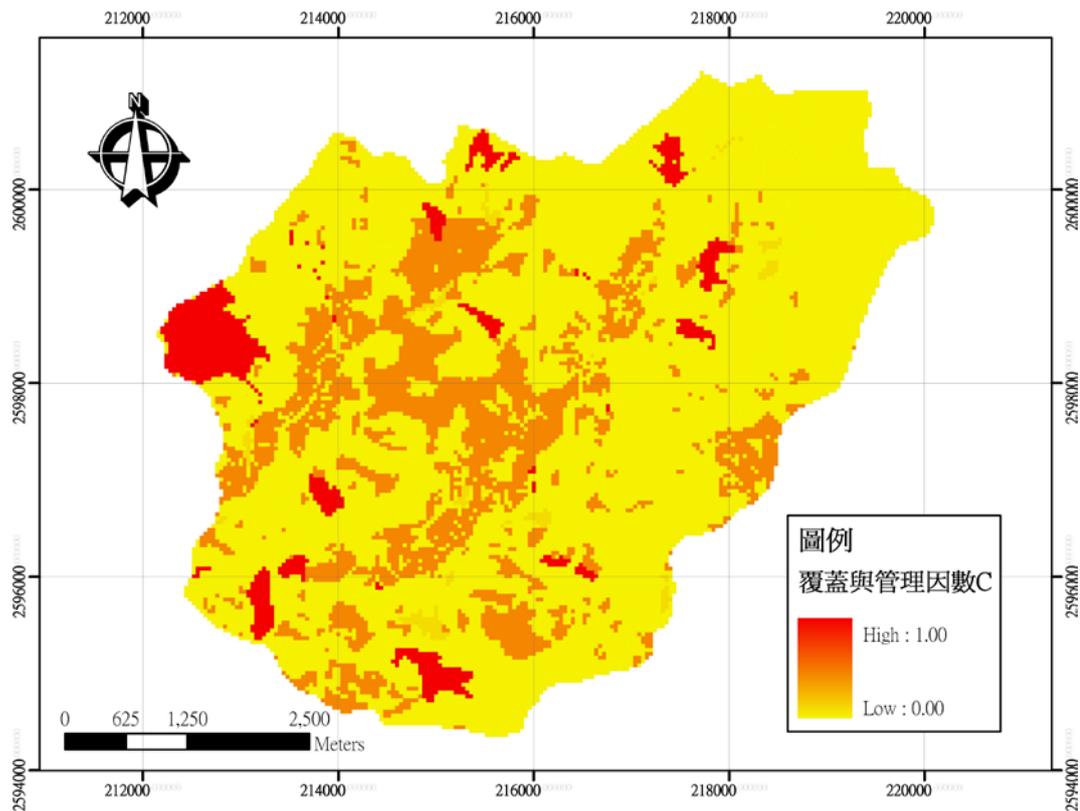


圖4-9 計畫集水區覆蓋與管理因子分布圖

(六)水土保持處理因數(P)

水土保持處理因數是 USLE 公式中最難以訂定之因數，原因在於不同水土保持處理方法對應土地型態之差異太大，難以有效的估計量化，當應用於大面積之集水區計算時，難以針對各種土地利用型態給定具有代表意義之 P 值，因此計畫集水區在估算時皆假設 P=1。

(七)土壤沖蝕量分析

依上述通用土壤流失公式，所得計畫集水區之土壤沖蝕量資料如表 4-17 所列，土壤沖蝕量分布如圖 4-10 所示。經調查土壤沖蝕問題主要為自然因素所造成，其中沖蝕量較大之集水區如嘉縣 DF018、石卓 L4、石卓 L6 等，區內皆有較大範圍裸露之崩塌地，可推論出計畫集水區之主要土壤沖蝕問題由崩塌地裸露坡面所造成。

表4-17 計畫集水區土壤沖蝕量估算表

集水分區	面積(ha)	土壤沖蝕量 Am(ton/yr)	年總沖蝕量(m ³)	百分比(%)	土壤沖蝕深度(cm)
嘉縣 DF022	16	3,919.46	2,799.61	0.12	1.75
嘉縣 DF021	74	23,411.68	16,722.63	0.69	2.26
嘉縣 DF020	69	46,712.72	33,366.23	1.38	4.84
嘉縣 DF019	57	54,572.78	38,980.56	1.62	6.84
嘉縣 DF023	488	499,921.77	357,086.98	14.82	7.32
嘉縣 DF018	121	688,238.73	491,599.09	20.40	40.63
茄苳仔 L1	66	39,814.53	28,438.95	1.18	4.31
茄苳仔 L2	24	23,028.96	16,449.26	0.68	6.85
茄苳溪	89	61,672.21	44,051.58	1.83	4.95
嘉縣 DF026	262	201,098.89	143,642.07	5.96	5.48
石卓 L1	749	382,438.63	273,170.45	11.33	3.65
石卓 L2	203	56,848.00	40,605.71	1.68	2.00
石卓 R1	118	55,897.63	39,926.88	1.66	3.38
嘉縣 DF024	63	35,461.90	25,329.93	1.05	4.02
石卓 L3	171	78,018.77	55,727.69	2.31	3.26
石卓 L4	123	262,610.43	187,578.88	7.78	15.25
石卓 L5	90	39,656.44	28,326.03	1.18	3.15
石卓 L6	19	114,297.89	81,641.35	3.39	42.97
嘉義 DF025	45	33,115.41	23,653.87	0.98	5.26
驛馬溪	513	673,612.94	481,152.10	19.96	9.38
合計			2,410,249.85	100.00	8.88

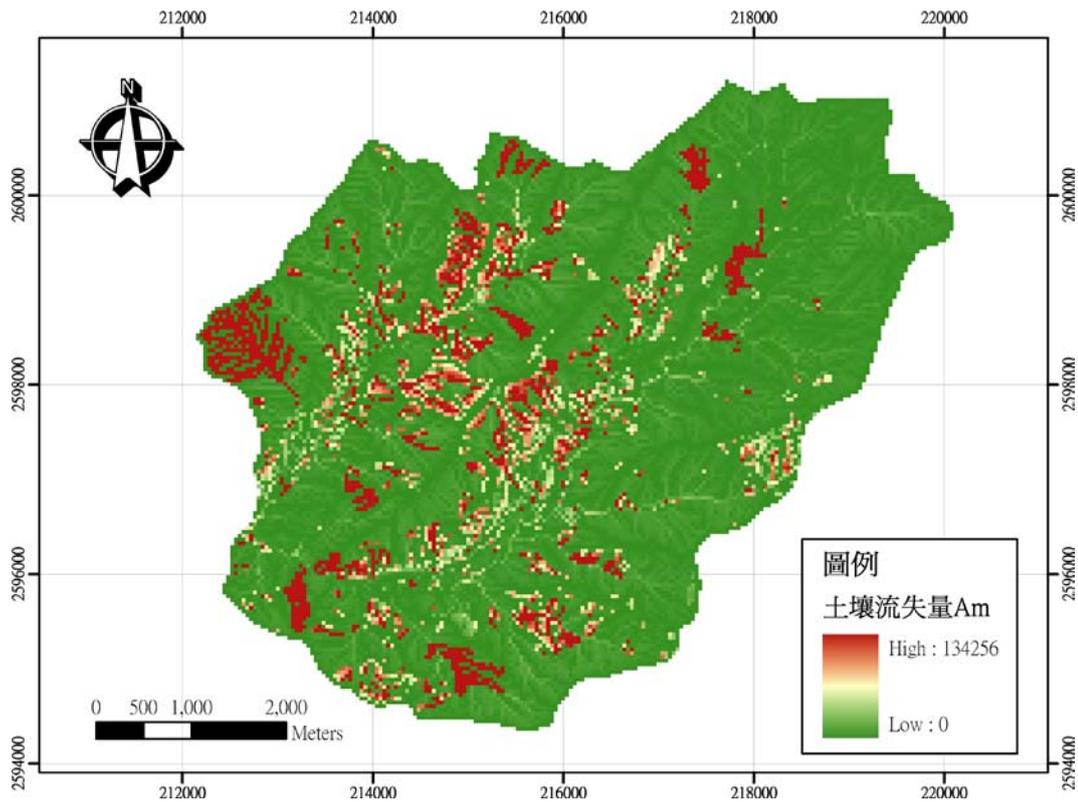


圖4-10 計畫集水區土壤沖蝕量分布圖

二、崩塌土砂生產量

如 3.4.1 崩塌地一節所述，計畫集水區配合現地調查成果推估崩塌地崩塌量約 1,308,365 立方公尺。

三、土石流潛勢溪流及野溪土砂量

土石流潛勢溪流及野溪土砂量涉及崩積料源供給量之不確定性及河道輸送能力之縱向變化，很難予以推估。如保守推估，參考「台灣地區土石流土砂流出量之迴歸公式」，以土砂流出量累積機率為 90% 之迴歸方程式作為土砂量之推估標準。

$$V_{90}(\text{m}^3) = 70,992 A$$

式中 A=溪流之有效集水面積(km²)

計畫集水區各土石流潛勢溪流土砂流出量成果如表 4-18 所示，約 195.8 萬立方公尺。此僅作為土石流潛勢溪流及野溪可能流出之土石潛能量，實

務應用上仍以崩塌地土方量於野溪出口處土石輸送量為準。

表4-18 各土石流潛勢溪流土砂流出量分析表

集水分區	集水面積(km ²)	土砂潛能量(m ³)
嘉縣 DF023	4.88	346,441
嘉縣 DF022	0.16	11,359
嘉縣 DF021	0.74	52,534
嘉縣 DF020	0.69	48,984
嘉縣 DF019	0.57	40,465
嘉縣 DF018	1.21	85,900
茄荖仔 L1	0.66	46,855
茄荖仔 L2	0.24	17,038
嘉縣 DF026	2.62	185,999
嘉縣 DF025	0.45	31,946
嘉縣 DF024	0.63	44,725
石卓 R1	1.18	83,771
石卓 L1	7.49	531,730
石卓 L2	2.03	144,114
石卓 L3	1.71	121,396
石卓 L4	1.23	87,320
石卓 L5	0.90	63,893
石卓 L6	0.19	13,488
合計	27.58	1,957,959

四、泥沙遞移率

泥砂遞移率的計算方式，係考慮集水區泥砂經由沖蝕傳輸至下游出口處者，謂之集水區泥砂產量；此與集水區總沖蝕量不同。在某一時期內通過溝渠或河流某一斷面之輸砂量與該斷面以上之集水區總沖蝕量之比，稱為泥砂遞移率(Sediment Delivery Ratio; SDR)。依照 Walling(1988)針對遞移率在美國水土保持學會所出版之「土壤沖蝕研究方法」(Soil Erosion Research Methods)中所定義之內容則為：集水區出水口泥砂產量(t/km²/yr)與泥砂總量(t/km²/yr)之比值。計畫集水區下游控制點並無泥砂流量資料且無針對計畫集水區有關泥砂遞移率之研究報告，故計畫集水區參考水土保持局(2006)「石門水庫土砂評量與整治率評估模式建立」推估泥砂遞移率之迴歸關係式。

$$SDR(\%) = 126.22A^{-0.35}S^{0.22} \quad R^2 = 0.92$$

其中 A 為集水區面積(km²)，S 為集水區平均坡度(%)。本計畫集水區面積為 33.43 平方公里，平均坡度為 28.55%，求得計畫集水區之泥砂遞移率為 76.54%。

4.3.2 崩塌潛勢及土石流潛勢分析

一、崩塌潛勢分析

(一) 崩塌潛勢分析方式

針對計畫集水區內之尚未崩塌地之崩塌發生潛勢，以及已發生崩塌地區之再發生率，採用之分析方式參考水利署「水庫集水區崩塌地潛勢分析及崩塌土方量估算之研究」(2005)報告，建議評估面間對崩塌潛勢之影響乃是種「累加效應」，故建構之崩塌潛勢評估模式權重分配應如下式所示：

崩塌潛勢評估模式=

$$0.179SI+0.250GI+0.153HI+0.089VI+0.144RDI+0.186RI$$

各評估面評分方式之決定，乃在於瞭解該細部因子不同情況下對崩塌潛勢之影響程度，而細部因子評分方式也會影響崩塌潛勢預測模式之準確性。該研究採用桃芝颱風於嚴重影響區域內之 9,149 處崩塌案例為依據，以各細部評估因子所引發崩塌之崩壞比，正規化為評分基準。

1. 地形評估面(SI)

就地形評估面而言，選擇邊坡坡度為細部評估因子，邊坡坡度對邊坡崩塌行為之影響，主要取決於坡度造成邊坡塊體之下滑力，過往各崩塌潛勢評估模式皆將邊坡坡度視為影響因子之一。由於邊坡塊體之下滑力作用端視坡度值而定，並無因地而異之特性，因此針對不同坡度值給定評分方式，並以邊坡坡度指標(Slope index；SI)代表邊坡坡度因子對邊坡崩塌之影響，其評分公式如表 4-19 所示。

表4-19 邊坡平均坡度之評分表

平均坡度	SI	平均坡度	SI	平均坡度	SI
<10°	1	25°~30°	5	45°~50°	9
10°~15°	2	30°~35°	6	>50°	10
15°~20°	3	35°~40°	7		
20°~25°	4	40°~45°	8		

2. 地質評估面(GI)

就地質評估面而言，選擇地層種類、岩性種類及斷層分布為其細部評估因子，為避免造成各評估面之評估總分不一，將三項細部評估因子之分數累加後除以三即為地質評估面之評估分數值，地質評估面之評分分數如下式：

$$\text{地質評估面(GI)} = (\text{GSI} + \text{LI} + \text{FDI}) / 3$$

(1) 地層種類(GSI)

就地層種類而言，不同地層會因地層形成年代及地層特性而具有不同地層強度，強度較弱之地層便容易引發邊坡崩塌及土砂災害。以桃芝颱風於嚴重影響區域崩塌案例為依據，統計各種不同岩層之崩壞比，並正規化為評分基準，本研究以地層指標(Geological stratum index; GSI)代表該地層降雨事件中引發邊坡崩塌之難易性，表4-20為彙整桃芝颱風崩塌地案例之地層種類分布及地質指標評分表。

表4-20 桃芝颱風崩塌地案例地層種類分布及地質指標評分表

地層名稱	崩壞比%	GSI	地層名稱	崩壞比%	GSI
三峽群及其相當地層	2.80	10.00	大桶山層	0.28	1.91
四稜砂岩	2.73	9.76	臺地堆積	0.27	1.87
廬山層	2.00	7.42	頭嵙山層及其相當地層	0.25	1.80
錦水頁岩及其相當地層	1.78	6.73	卓蘭層及其相當地層	0.25	1.79
乾溝層	1.50	5.81	西村層，新高層	0.09	1.28
瑞芳群及其相當地層	0.87	3.81	沖積層	0.01	1.03
野柳群及其相當地層	0.84	3.69	紅土臺地堆積	0.01	1.03
大南澳片岩	0.38	2.21	基性火成岩	0.00	1.00

(2) 地層岩性(LI)

就地層岩性而言，岩性強弱對邊坡崩塌之影響表現在植生生長及邊坡崩塌易發性上，軟弱岩性且呈現碎礫狀之地層，上方土壤層植物根系亦深入岩層擴展，但此類岩層遇降雨或地震發生，容易引發大規模之邊坡崩塌行為；堅硬岩性且呈現塊體狀之地層，上方土壤層植物根系不易深入岩層擴展，但除非有強烈地震發生，否則一般降雨行為難以破壞此類岩層而引發邊坡崩塌。根據桃芝颱風於嚴重影響區域所引發邊坡崩塌案例為依據，以岩性指標(Lithological Index; LI)代表岩性評估因子對邊坡崩塌之影響，評分方式如表 4-21 所示。

表4-21 岩性指標評分表

地層名稱	崩壞比%	LI	地層名稱	崩壞比%	LI
煤質頁岩	2.72	10.00	砂岩	0.28	1.93
頁岩	2.30	8.58	礫石	0.27	1.90
泥岩	1.78	6.88	綠色片岩	0.24	1.80
硬頁岩	1.78	6.88	千枚岩	0.09	1.28
變質石灰岩	1.37	5.28	紅土	0.01	1.03
黑色片岩	0.41	2.34	玄武岩質凝灰岩	0.00	1.00
礫岩	0.32	2.05	基性火成岩	0.00	1.00

(3) 斷層分布(FDI)

斷層分布對岩層岩性之影響甚大，斷層通過處之岩層岩性特別脆弱且易碎，當降雨或地震事件發生時，該地區極易引發邊坡崩塌。越接近斷層帶分布位置之地區，岩層越屬於破碎且軟弱，由於斷層帶對邊坡崩塌之影響僅在斷層帶分布位置附近，因此採用環域分析之方式，以距離斷層帶遠近評斷該地區岩層受斷層帶而引發邊坡崩塌之影響，以斷層分布指標(Fault distribution index; FDI)代表斷層分布評估因子對邊坡崩塌之影響，評分方式如表 4-22 所示。

表4-22 斷層分布指標評分表

邊坡與斷層帶之距離(m)	FDI	邊坡與斷層帶之距離(m)	FDI	邊坡與斷層帶之距離(m)	FDI
<100	10	400~500	6	800~900	2
100~200	9	500~600	5	900~1000	1
200~300	8	600~700	4	>1000	0
300~400	7	700~800	3		

3. 水文評估面(HI)

於水文評估面之主要考量為土壤水分飽和效應。降雨事件發生時，土壤滲透性快慢會影響邊坡崩塌行為之發生，主要影響則在兩方面，一方面為邊坡塊體上方土壤層與下方岩層之滲透係數差異太大，造成暫棲含水層效應(Perched Water)，另一方面則為表層土壤入滲之水分囤積於上方土壤層中，導致上方塊體形成暫態飽和現象，邊坡塊體之凝聚力不斷降低情況下，便容易產生邊坡崩塌現象。由於目前土壤圖層資料並未擴及全省(僅在海拔高度1000公尺以下之地區)，因此改以謝兆申、王明果(1991)對台灣全省調查各地土壤樣本之結果，並以滲透指標(Hydraulic Conductivity Index，簡寫為HCI)代表不同種類之土壤滲透係數高低對邊坡崩塌造成之影響程度，其評分方式如表4-23所示。

4. 植被評估面(VI)

植被對邊坡崩塌問題有兩個主要效益：1、鞏固土壤塊體穩定；2、減少降雨到達地表之衝擊力及雨量。Sidle(1992)亦曾針對森林大量砍伐與未經砍伐之集水區進行比較，其認為經砍伐過後之森林邊坡破壞機率比未砍伐前之森林破壞機率增加了3倍，由此可瞭解植被生長對邊坡土體之影響。針對植被評估面對邊坡崩塌之影響，以植被指標(Vegetation index；VI)代表植被評估面對邊坡崩塌之影響，細部評分方式如表4-24所示。

表4-23 不同土壤之滲透指標評分表

土壤種類	排水性	HCI	土壤種類	排水性	HCI
玄武岩石質土	良好	4	片岩暗色崩積土	良好	4
玄武岩暗色崩積土	良好	4	片岩淡色崩積土	良好	4
玄武岩淡色崩積土	尚可	6	片岩黃壤	良好	4
玄武岩鹼性黃壤	良好	4	片岩紅壤	良好	4
玄武岩酸性黃壤	良好	4	東北部粘板岩非石灰性老沖積土	良好至尚可	5
玄武岩紅壤	良好	4	東北部粘板岩石灰性老沖積土	尚可	6
玄武岩黑色土	良好	4	東北部粘板岩非石灰性新沖積土	非常不良	10
火成岩石質土	良好	4	東北部粘板岩石灰性新沖積土	不良	8
火成岩黑色土	良好	4	板岩石質土	良好	4
玢岩紅壤	良好	4	板岩暗色崩積土	良好	4
砂頁岩老沖積土	尚可	6	板岩淡色崩積土	良好	4
砂頁岩非石灰性新沖積土	尚可	6	板岩黃壤	良好	4
砂頁岩含石灰結核新沖積土	尚可	6	板岩紅壤	良好	4
砂頁岩石灰性新沖積土	不良	8	海岸山脈母岩沖積土	尚可	6
片岩石質土	良好	4	火成岩泥岩混合淡色崩積土	尚可	6
北部砂頁岩沖積土	不良	8	火成岩泥岩混合黑色土	不良	8
砂頁岩幼黃壤	良好	4	砂頁岩泥岩混合石質土	良好	4
砂頁岩石質土	良好	4	砂頁岩泥岩混合暗色崩積土	良好	4
砂頁岩暗色崩積土	良好	4	砂頁岩泥岩混合淡色崩積土	良好	4
砂頁岩淡色崩積土	良好至尚可	5	砂頁岩泥岩混合黃壤	尚可	6
砂頁岩黃壤	良好至尚可	5	洪積母質紅壤	良好	4
石灰岩黃壤	良好	4	洪積母質黃壤	良好	4
石灰岩紅壤	良好	4	洪積母質淡色崩積土	良好	4
泥岩石質土	不良	8	紅壤母質沖積土	不良	8
東北部片岩非石灰性沖積土	不良	8	低腐植質粘化土	不良	8
東北部片岩石灰性沖積土	不良	8	有機質土	非常不良	10
片岩老沖積土	不良	8	洪積物石灰岩混合黃壤	不良	8
片岩非石灰性新沖積土	不良	8	洪積物砂頁岩混合黃壤	良好	4
片岩石灰性新沖積土	尚可	6	砂頁岩石灰岩混合黃壤	良好	4

表4-24 植被指標細部評估表

分類	植被種類	VI
林地	繁密之針葉林、闊葉林	1
	稀疏之針葉林、闊葉林	2
	未成年之樹叢、竹林	3
草生地	百喜草、高爾夫球場、戀風草、南非鴿草	4
	雜草地	5
農墾地	檳榔、香蕉、茶園、水稻、牧草地	6
	柑橘、果樹、特有作物、鳳梨	7
	雜作、花生、玉米、高山蔬菜	8
水泥地、瀝青地、建屋用地、雜石地		9
裸露地		10

5. 道路開發評估面(RDI)

山坡地開發是山坡地土砂災害主要促發原因，山坡地區之人為開發又以道路開發為主，道路開發促使邊坡坡址不穩定而影響上方塊體之穩定性，極易造成邊坡坍方或路基流失。根據桃芝颱風崩塌地案例統計，10361 處崩塌地中有 4872 塊崩塌地與山區道路開發有關，約佔總崩塌地案例個數之 47%，可瞭解人為開發之山區道路對邊坡穩定之影響。針對人為開發評估面以人為開發指標(Road development index; RDI)為評估項目，評估方式如表 4-25 所示。

表4-25 道路開發評估指標細部評估表

人為開發狀況	RDI
評估點 100m 內有道路開發	10
評估點 100m 內沒有道路開發	0

6. 邊坡狀態評估面(RI)

邊坡是否穩定或發生崩塌行為，與邊坡土體穩定性有極大關係，一旦邊坡土體曾受擾動而發生邊坡崩塌破壞行為，在無人為協助重建下，邊坡土體之穩定性將需要非常長的時間才能恢復至過往未發生破壞前之穩定性，且崩塌行為也改變邊坡特性，如坡

度、坡型、土體凝聚力、岩層破碎程度、土體滲透性及植被覆蓋等因素，後續再度發生崩塌的機會相當高。崩塌續發行為對邊坡崩塌之影響，以崩塌續發指標(Reoccurrence index ; RI)評估崩塌續發評估面對邊坡崩塌之影響程度，評估分數則如表 4-26。

表4-26 崩塌續發指標細部評估分數表

過往崩塌情況	RDI
該處過往未曾發生過任何崩塌事件	0
該處過往曾發生過任何崩塌事件	10

(二) 崩塌潛勢分析結果

根據上述六個評估面八項細部評估因子之評分方式，以 ArcGIS 套疊分析後，所得之集水區崩塌潛勢分布如圖 4-11 所示，六個評估面相加總分最大值為 10.01，最小值為 1.046，將評分值分成高潛勢區(評分值為 7 至 10.01)、中潛勢區(評分值為 3 至 7)及低潛勢區(評分值為 1.046 至 3)等。另外針對已崩塌地區之再發生潛勢，經計算後可歸類出高崩塌發生潛勢之崩塌地有 8 處，配合第三章現況調查資料於後續章節中，整理出計畫集水區內關於崩塌地之重點治理區域。本計畫集水區已崩塌地區崩塌分析潛勢結果如表 4-27 及圖 4-12 所示。

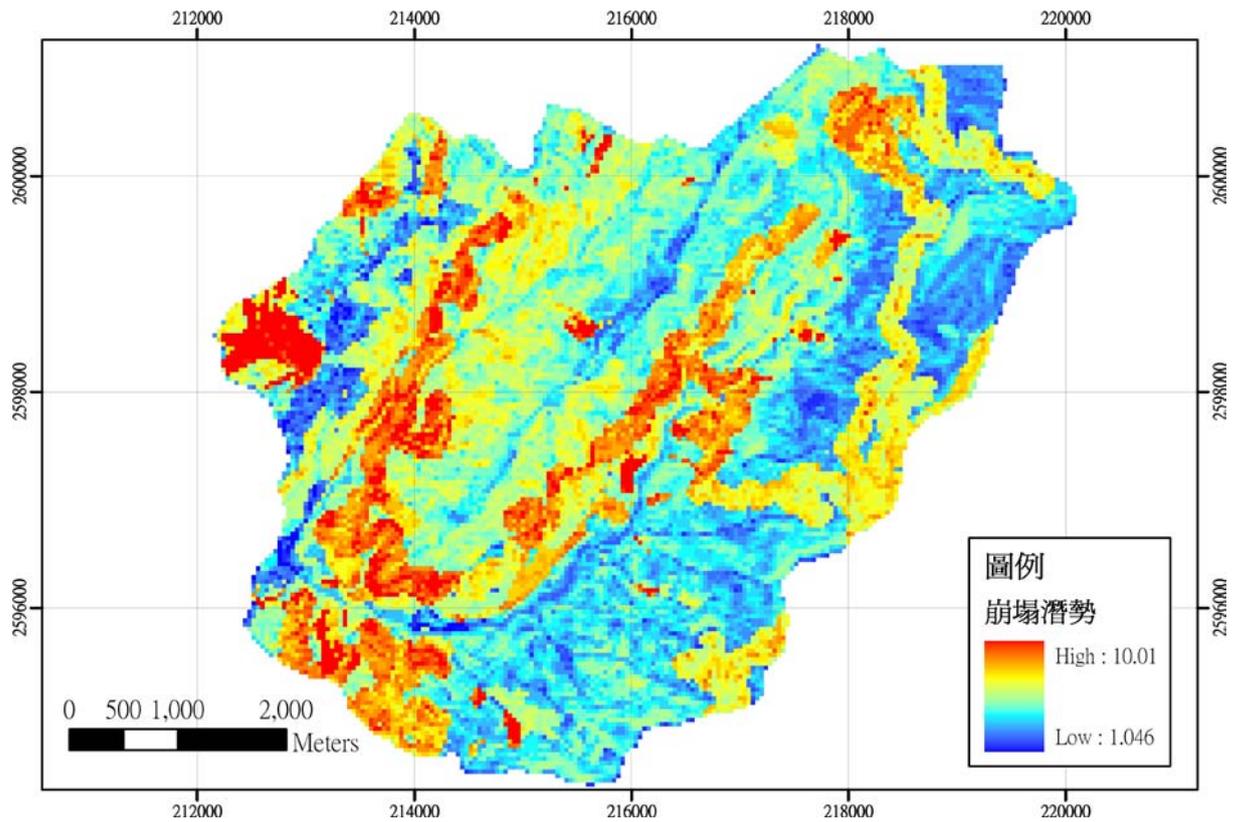


圖4-11 計畫集水區崩塌潛勢分布圖

表4-27 計畫集水區崩塌潛勢分析表

崩塌地編號	SI	GI			GI	HI	VI	RDI	RI	崩塌發生潛勢
		GSI	LI	FDI						
嘉義縣 0465	8	10.00	8.58	2	7.33	4	2	10	10	7.36
嘉義縣 0466	5	10.00	8.58	0	6.67	4	2	10	10	6.65
嘉義縣 0470	9	10.00	8.58	6	8.67	4	2	10	10	7.87
嘉義縣 0471	8	10.00	8.58	6	8.67	4	2	0	10	6.25
嘉義縣 0472	10	10.00	8.58	4	8.00	4	2	0	10	6.44
嘉義縣 0473	7	10.00	8.58	3	7.67	4	2	0	10	5.82
嘉義縣 0476	5	10.00	8.58	8	9.33	4	2	0	10	5.88
嘉義縣 0477	10	10.00	8.58	7	9.00	4	2	0	10	6.69
嘉義縣 0478	6	10.00	8.58	7	9.00	4	2	0	10	5.97
嘉義縣 0479	5	10.00	8.58	7	9.00	4	2	0	10	5.80
嘉義縣 0480	9	10.00	8.58	9	9.67	4	2	0	10	6.68
嘉義縣 0481	8	10.00	8.58	0	6.67	4	6	0	10	6.10
嘉義縣 0482	8	10.00	8.58	1	7.00	4	6	0	10	6.19
嘉義縣 0483	7	10.00	8.58	1	7.00	4	6	0	10	6.01
嘉義縣 0484	6	1.87	1.90	9	4.26	5	6	0	10	5.30
嘉義縣 0485	7	10.00	8.58	8	8.86	5	8	0	10	6.81

表 4-27 計畫集水區崩塌潛勢分析表(續)

崩塌地編號	SI	GI			GI	HI	VI	RDI	RI	崩塌發生潛勢
		GSI	LI	FDI						
嘉義縣 0486	8	10.00	8.58	7	8.53	5	8	0	10	6.90
嘉義縣 0487	7	10.00	8.58	9	9.19	6	4	10	10	8.13
嘉義縣 0488	5	10.00	8.58	10	9.53	4	3	0	10	6.02
嘉義縣 0489	7	10.00	8.58	10	9.53	4	3	0	10	6.37
嘉義縣 0490	8	10.00	8.58	5	7.86	4	3	0	10	6.14
嘉義縣 0491	8	10.00	8.58	4	7.53	4	3	0	10	6.05
嘉義縣 0492	9	6.73	8.58	2	5.77	4	7	0	10	6.15
嘉義縣 0494	10	10.00	8.58	0	6.19	4	7	0	10	6.43
嘉義縣 0495	9	10.00	8.58	0	6.19	4	2	0	10	5.81
嘉義縣 0496	7	10.00	8.58	10	9.53	4	3	0	10	6.37
嘉義縣 0497	7	10.00	8.58	9	9.19	4	3	0	10	6.29
嘉義縣 0498	9	10.00	8.58	4	7.53	4	3	0	10	6.23
嘉義縣 0499	10	10.00	8.58	10	9.53	4	3	0	10	6.91
嘉義縣 0630	9	10.00	8.58	2	6.86	4	7	0	10	6.42
嘉義縣 0631	9	10.00	8.58	2	6.86	4	7	0	10	6.42
嘉義縣 0633	9	10.00	8.58	2	6.86	4	7	0	10	6.42
嘉義縣 0650	8	10.00	8.58	9	9.19	5	6	0	10	6.89
嘉義縣 0651	8	10.00	8.58	10	9.53	5	6	0	10	6.97
嘉義縣 0652	9	1.79	1.93	9	4.24	5	6	0	10	5.83
嘉 2009-01	8	6.73	8.58	2	5.77	4	2	0	10	5.52
嘉 2009-02	8	6.73	8.58	3	6.10	4	2	0	10	5.61
嘉 2009-03	6	10.00	5.28	7	7.43	4	3	0	10	5.67
嘉 2009-04	8	10.00	5.28	8	7.76	4	3	0	10	6.11
嘉 2009-05	7	10.00	5.28	7	7.43	4	3	0	10	5.85
嘉 2009-06	6	10.00	5.28	9	8.09	4	3	0	10	5.84
嘉 2009-07	6	1.87	1.90	8	3.92	6	5	0	10	5.28
嘉 2009-08	8	10.00	8.58	0	6.19	4	6	0	10	5.99
嘉 2009-09	5	10.00	8.58	8	8.86	5	6	0	10	6.27
嘉 2009-10	6	10.00	8.58	8	8.86	5	5	0	10	6.36
嘉 2009-11	8	10.00	8.58	8	9.33	5	6	10	10	8.36
嘉 2009-12	8	10.00	8.58	6	8.67	5	6	10	10	8.20
嘉 2009-13	5	10.00	8.58	7	9.00	5	5	0	10	6.22
嘉 2009-14	9	10.00	8.58	4	8.00	5	6	10	10	8.21
嘉 2009-15	7	10.00	8.58	0	6.67	5	6	0	10	6.08
嘉 2009-16	8	1.87	1.90	7	3.59	5	6	0	10	5.49
嘉 2009-17	6	10.00	8.58	9	9.19	4	4	10	10	7.64
嘉 2009-18	4	10.00	8.58	9	9.19	4	4	0	10	5.84

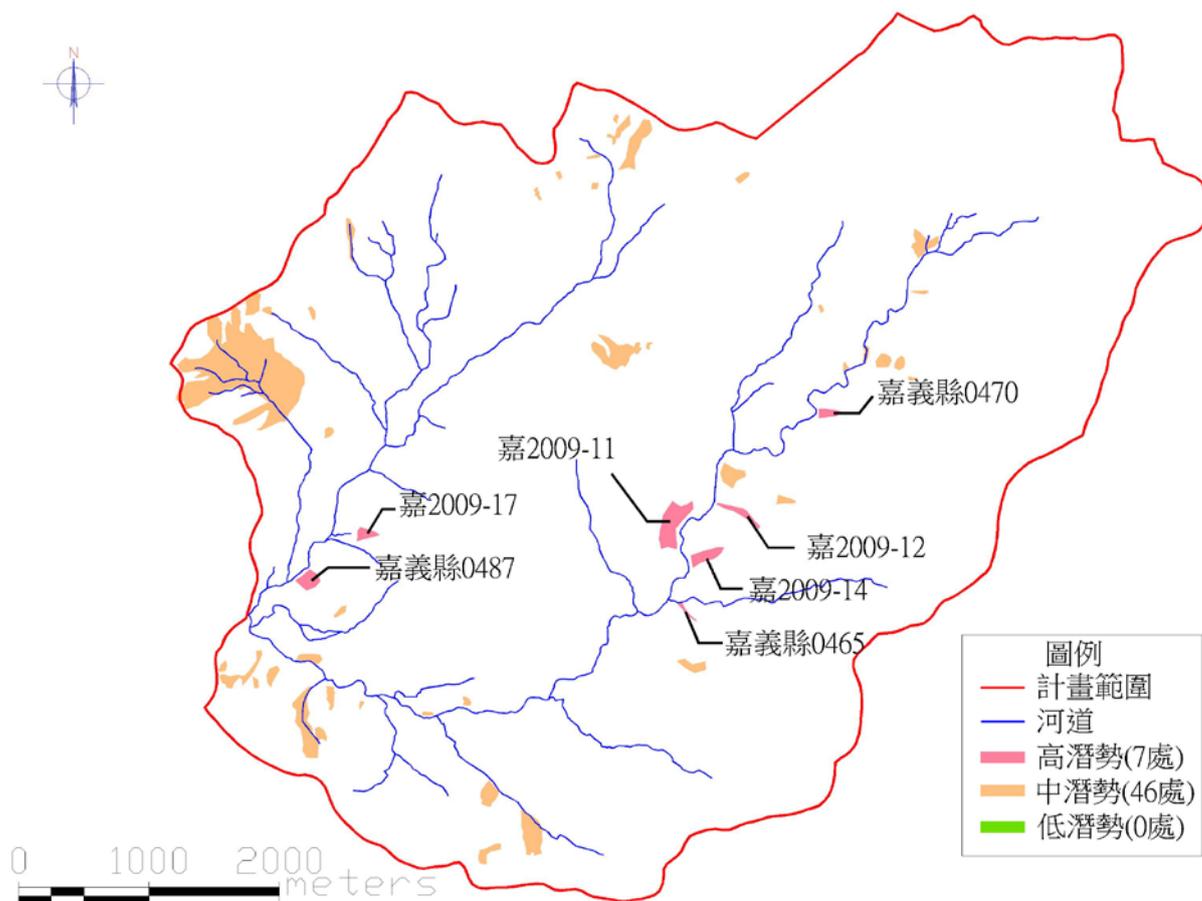


圖4-12 計畫集水區已崩塌地區再發生潛勢分布圖

二、土石流潛勢分析

(一) 土石流潛勢分析方式

土石流潛勢分析方式則是依據水土保持局「土石流潛勢溪流優先處理順序等級評估」進行。土石流潛勢溪流優先處理順序等級評估因子方法係區分為「土石流發生之自然環境潛在因素」及「所造成之保全對象危害」兩部分加以考量。考慮引致土石流發生之因素及其所造成的嚴重性，根據現地調查情形，選定影響土石流發生危險等級之自然潛在因子；再根據土石流潛勢溪流現地之保全對象與整治工程設施，進行土石流之優先處理順序等級評定。土石流之優先處理順序評估模式如下，最高得分為 100 分：

優先處理順序評分＝

(自然環境潛在因子×50%) + (保全危害度因子×50%)

1. 自然環境潛在因子選定

本模式根據土石流發生之三大條件：足夠堆積物、水、及坡度，挑選五個影響土石流發生之條件做為評分因子，分別為岩性因子、坡度因子、崩塌規模、材料破碎情形以及植生因子，並考慮各個因子與溪流發生潛勢之顯著影響關係加以配分，其配分方式如表 4-28 所示，最高得分為 100 分。

表4-28 自然因子配分表

因子	分類	評分
崩塌規模 (30)	明顯大面積崩塌	30
	小規模崩塌	15
	無明顯崩塌	5
坡度因子 (30)	上游區坡度大於 50°	30
	上游區坡度介於 30°~50°	15
	上游區坡度小於 30°	5
材料破碎 (20)	平均粒徑大於 12"	20
	平均粒徑介於 12" ~3"	13
	平均粒徑小於 3"	5
	無明顯堆積材料	0
岩性因子 (10)	第一類 (A、D、F 地質區)	10
	第二類 (C、E 地質區)	6
	第三類 (B、G 地質區)	3
植生因子 (10)	裸岩、落石堆積	10
	植被稀疏	6
	植被中等稀疏	3
	植被密集	1
最高評分合計		100

2. 保全危險因子

保全對象共選定兩個主要因素，分別為對建物之危害及對交通設施之危害。在建築物部分因公共建築一般使用人數較多，故評分等級最高，另外保全戶數越多，評分也越高；交通方面則以橋樑受損對交通之危害較高，故給予較高分數。而經歷 921 地震及桃芝颱風災害後，已有不少土石流潛勢溪流進行整治設施工

程，故於現地調查時加入現地整治設施成效評估，若整治設施成效良好，則可降低土石流潛勢溪流對保全對象之危害。其保全因子配分方式如表 4-29 所示，最高得分為 100 分。

表4-29 保全危害度因子配分表

因子	分類	評分
建物 (50)	公共建築（學校、醫院及民眾聚集場所等）	50
	15 戶民宅以上	50
	5 戶至 15 戶間之民宅	40
	5 戶以下	20
	無住戶	0
交通 (20)	橋樑	20
	道路	5
	無	0
現地整治成效 (30)	待改進或無整治設施	30
	尚可	20
	良好或不需整治	5
最高評分合計		100

(二) 土石流潛勢分析結果

根據上述兩個評估面八項細部評估因子之評分方式，兩個評估面相加總分最大值為 100，最小值為 9.5，將評分值分成高潛勢區(評分值為 70 至 100)、中潛勢區(評分值為 40 至 70)及低潛勢區(評分值為 9.5 至 40)等。經計算後可歸類出高土石流危險潛勢之溪流為嘉義 A007 與石卓 R1 野溪共兩處，計畫集水區土石流潛勢分析結果如表 4-30 及圖 4-13 所示。

表4-30 計畫集水區土石流潛勢分析表

	自然環境潛在因子					保全危險因子			優先處理 順序評分
	崩塌 規模	坡度 因子	材料 破碎	岩性 因子	植生 因子	建物	交通	現地整治 成效	
嘉縣 DF026	15	15	20	6	3	40	20	30	74.5
嘉縣 DF023	15	15	13	6	1	20	20	20	55
嘉縣 DF022	5	15	20	6	1	20	5	20	46

嘉縣 DF021	5	15	20	6	1	20	5	20	46
嘉縣 DF020	15	15	13	6	1	20	5	5	40
嘉縣 DF019	15	15	13	6	1	20	20	20	55
嘉縣 DF018	30	30	20	6	6	0	20	20	66
嘉縣 DF024	15	15	13	6	1	20	5	5	40
嘉縣 DF025	5	15	13	6	1	50	5	5	50
茄苳仔 L1	5	15	13	6	3	0	5	20	33.5
茄苳仔 L2	30	15	13	6	3	0	5	20	46
石卓 R1	15	15	13	6	6	40	20	30	72.5
石卓 L1	5	15	20	6	3	40	20	20	64.5
石卓 L2	5	15	13	6	3	40	5	20	53.5
石卓 L3	5	30	13	6	3	0	5	5	33.5
石卓 L4	15	30	13	6	6	0	0	5	37.5
石卓 L5	30	15	20	6	3	20	5	30	64.5
石卓 L6	30	30	20	6	10	0	0	5	50.5



圖4-13 計畫集水區土石流潛勢分布圖

4.3.3 設計泥砂產量及流出量訂定

集水區泥砂主要源自於區內地表之沖蝕、山崩及河岸坍塌等，一般而言，集水區之泥砂來源，不外乎以崩塌與坡地沖蝕兩類為產砂主因，且透過沖蝕量及崩塌量之估算，配合泥砂遞移率(SDR)概念進行調整，便可推求計畫集水區之設計泥砂產量。

$$\text{集水區產砂量} = (\text{沖蝕量} + \text{崩塌量}) \times \text{泥砂遞移率}$$

由通用土壤流失公式求得總土壤沖蝕量，為避免重複計算崩塌地之泥砂產量，扣除崩塌地之沖蝕量後為 594,475 立方公尺，崩塌量推估為 1,308,365 立方公尺，崩塌地所佔泥砂產量比重明顯大於土壤沖蝕量。如表 4-31 所示。

崩塌土方生產量約 30% ~40% 堆積於坡面或坡腳，其餘 60% ~70% 土砂將匯入河道，沿著河道往下游輸送。泥沙在河道中的運移受水流量、河道坡度、床質組成及河道尺寸等因素影響。由於較上游地區床質粒徑變化相當大且缺乏詳細之粒徑調查資料，故引用 Takahashi (1982) 實驗資料所迴歸之輸砂平衡濃度公式，做為陡坡且無粒徑調查地區之設計泥砂流出量概估公式。Takahashi 平衡濃度公式如下：

$$C_{d\infty} = \exp(1.73 \cdot \ln \theta - 5.83)$$

式中， $C_{d\infty}$ = 體積濃度， θ = 河道縱向坡度 (度)。

此公式可用於各種底床坡度下，求得輸砂平衡濃度，進一步計算輸砂量，惟此公式僅較適用於床質以礫石、粗砂等粗顆粒為主之河道。總計各集水分區出口匯入河道之年平均土砂輸送量約為 14.2 萬立方公尺。

表4-31 計畫集水區設計泥砂產量及及流出量分析表

集水區	面積(ha)	平均土壤沖蝕量(m ³) (不含崩塌地)	崩塌量(m ³)	泥沙遞移率(%)	設計泥沙產量(m ³)	設計泥沙流出量(m ³)
嘉縣 DF022	16	1,814	0	76.54	1,389	136
嘉縣 DF021	74	11,793	0		9,026	882
嘉縣 DF020	69	9,121	12,400		16,472	1,609
嘉縣 DF019	57	6,669	18,890		19,563	1,911
嘉縣 DF023	488	146,974	84,570		177,224	17,315
嘉縣 DF018	121	10,265	652,330		507,150	49,549
茄苳仔 L1	66	17,921	0		13,716	1,340
茄苳仔 L2	24	2,684	15,150		13,650	1,334
茄苳溪	89	14,005	31,800		35,059	3,425
嘉縣 DF026	262	41,578	2,250		33,546	3,277
石卓 L1	749	40,756	60,445		77,459	7,568
石卓 L2	203	27,046	10,200		28,508	2,785
石卓 R1	118	23,809	0		18,223	1,780
嘉縣 DF024	63	1,922	8,000		7,594	742
石卓 L3	171	36,433	0		27,886	2,724
石卓 L4	123	10,517	86,560		74,303	7,259
石卓 L5	90	17,740	0		13,578	1,327
石卓 L6	19	164	123,800		94,882	9,270
嘉義 DF025	45	14,212	0		10,878	1,063
驛馬溪	513	159,053	201,970		276,327	26,997
合計	3,433	594,475	1,308,365		1,456,434	142,294

4.3.4 溪流各控制點安全輸砂量計算

溪流各控制點安全輸砂量係依據設計泥沙流出量推估如表 4-32 所列。

表4-32 溪流各控制點安全輸砂量分析表

編號	橋名	所屬次集水區	集水面積(ha)	安全輸砂量(m3)
1	無名橋	DF026	117.83	1474
2	無名橋	DF026	207.44	2595
3	板仔寮橋	DF026	212.46	2657
4	過溝溪橋	DF026	19.31	242
5	無名橋	DF025	30.83	728
6	無名橋	茄苳溪	252.22	803
7	無名橋	DF019	52.05	1745
8	仁政橋	DF020	84.81	1978
9	無名橋	DF020	80.17	1869
10	無名橋	DF022	137.11	1165
11	仁蓮橋	DF021	115.37	1375
12	無名橋	DF020	27.64	645
13	無名橋	DF023	229.61	8147
14	濁水溪橋	DF018	103.13	42231
15	茄苳仔橋	茄苳溪	772.97	2460
16	墘仔寮橋	石卓 L1	630.54	6371
17	培英橋	茄苳溪	308.72	983
18	無名橋	DF026	162.79	2036

第五章 集水區問題、災害原因分析及安全性

評估與水土保持需求性

5.1 集水區問題與水土保持需求性分析

5.1.1 坡面沖蝕與需求性分析

根據第四章調查結果，參考表 4-3 與表 4-17，本計畫集水區總土壤沖蝕量為 2,410,249.85 立方公尺、不含崩塌地區之土壤沖蝕量為 594,474.87 立方公尺，另崩塌量體推估為 1,308,365 立方公尺，崩塌量所佔泥砂產量比重大於土壤沖蝕量。可知本計畫集水區造成土砂問題之主因應為崩塌地土砂下移所造成。

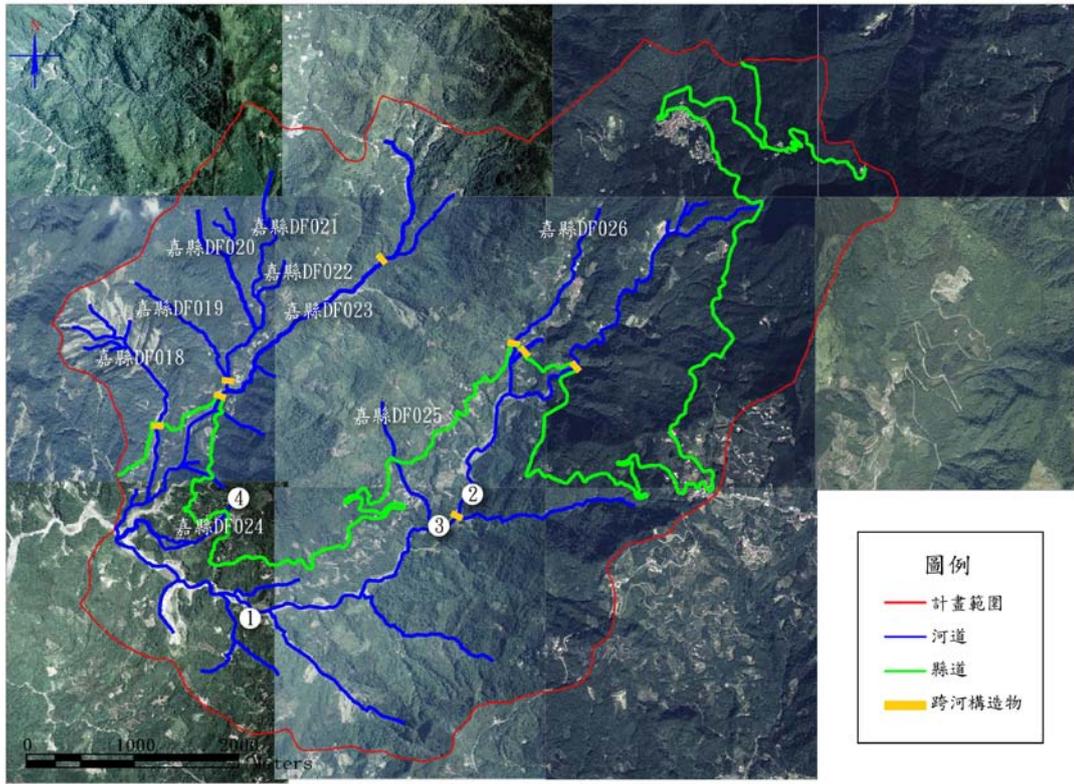
大體而言，本計畫集水區區域內非國有林班地的部分，地表僅出現少許的裸露坡面，地表大致覆蓋良好。而然，裸露的坡面易因為地表逕流水的匯集而形成集中逕流沖蝕，最後於裸露坡面上形成蝕溝。蝕溝側壁的持續沖刷，除使得蝕溝規模逐漸擴大外，更形成向源侵蝕，甚至誘發坡面的崩塌。

圖 5-1 點位(1)所示為位於溪岸的裸露坡地，所在位置緊臨河道，就該裸露坡地所在的區域而言，因周遭無保全對象且規模有限，故土砂威脅僅侷限於局部範圍，所產生的土砂可能會在發生點附近的河道中完成堆積而不致影響河道的產砂與河川型態的發展。當地表沖蝕的規模逐漸因向源頭切的發展而擴大如圖 5-1 點位(2)中的坡面崩塌時，受影響的層面易隨之擴大；其中包含：土砂產量的增加、坡面崩塌殘跡坡度的變陡、殘跡坡面穩定度的下降、治理對策規模的改變等等。

土砂量的增加，於颱風事件期間直接進入河道中，除增加溪流土砂的濃度外，亦可能引發因土砂淤積而改變水流流路的現象；而過多的土砂產生，亦將影響溪流的通水斷面，突增溪流發生洪氾的機會，如圖 5-1 點位(3)所示。

當坡面的沖蝕規模隨地表逕流的匯集而擴大時，蝕溝的深度、寬度及向源發展的長度隨之增加，而通常以 V 字型的沖蝕溝呈現，如圖 5-1 點位(4)。此時，V 型溝的側壁將因為蝕溝底床沖刷的持續發展而喪失坡腳的保護，隨坡腳侵蝕流失而來的是緊臨坡腳的小面積崩塌。這些沿著沖蝕溝側壁發展的局部性小面積崩塌，改變了其上邊坡地表逕流水匯流的路徑，使得地表逕流水朝此處流動，增加了裸露坡面不穩定的因素。

圖 5-1 點位(4)中的坑溝位於石卓集水區下游右岸的道路旁，其所產生的沖蝕土砂曾於降雨期間造成道路路面土砂的堆積及行車的不便。雖然災害規模有限，但對於坡地水土資源的保育及其相關的治理對策規模而言，將因為蝕溝的持續發展而改變。在地表沖蝕未發展至圖 5-1 點位(4)的蝕溝程度時，也許簡易的水土保持措施即可輕易處理。但當蝕溝開始發展之後，則較大規模的護坡工程將在所難免。



(1)石卓集水區位於溪岸之坡面裸露情形



(2)驛馬溪左岸因沖蝕所造成的坡面崩塌



(3)坡面土砂產出影響溪流通水斷面



(4)茄荖仔集水區內道路邊坡的蝕溝沖蝕

圖5-1 集水區各類坡面沖蝕情況照片

5.1.2 崩塌地問題與需求性分析

經三年兩期間調查集水區內崩塌地的結果，計畫集水區內大部分崩塌地自 94 年調查至今仍維持裸露，僅有 5 處地表植生復育。而新增的 18 處崩塌面中，大多位於計畫集水區上游未開發之林班地，以及茄苳溪與驛馬溪兩岸，可推論本集水區內之崩塌地發生原因主要為降雨及河道沖刷等自然環境因素。敏感地區有 6 處，因對保全對象影響較大，故治理需求大，其餘地區分佈於河岸兩旁或溪流源頭地區，因地處偏遠，不易到達，更無保全對象，處理效益不大，建議靜待自然復舊穩定。針對各重點治理區段於現場所發現之崩塌地情形及問題說明如下：

(1) 竹崎鄉中和村 (N:2596575, E:216136)

嘉義縣 0465 位於石卓集水區野溪 L2 與驛馬溪匯流口仁世橋旁，其寬約 50m、長約 180m，坡度約 41 度，溪流持續沖刷造成崩塌面面積有增大情形，下游有縣政府新建防砂壩與箱涵以維持通洪能力，建議持續觀察。

(2) 竹崎鄉中和村 (N:2598070, E:217166)

嘉義縣 0470 位於石卓集水區縣道 159 甲(41K+700)墘仔寮橋旁，其寬約 88m、長約 82m，坡度約 47 度，坡面上仍有稀疏草類植生，可能會影響崩塌地下游的墘仔溪橋，建議加以治理。

(3) 竹崎鄉光華村(N:2598410, E:215706)

嘉義縣 0492 位於茄苳仔集水區濁水溪橋上游 600m，寬約 731m、長約 442m，坡度約 47 度，崩塌地範圍已有部分植生恢復，溪床有崩塌土石堆積，影響下游濁水溪橋，其已崩落至岩層，建議持續觀察並做長期規劃。

(4) 竹崎鄉光華村 (N:2597376, E:216085)

嘉 2009-11 位於石卓集水區驛馬溪仁世橋上游約 500m

右岸處綠野仙蹤民宿，寬約 120m、長約 105m，坡度約 38.5 度，崩塌面上方有農地（茶園）與民宅，坡面排水不良，崩塌面下方為溪流，坡面土石仍不穩定，建議加以治理。

(5) 竹崎鄉光華村 (N:2597377, E:216478)

嘉 2009-12 位於石卓集水區驛馬溪仁世橋上游約 700m 左岸處，長約 320m、寬約 38m，坡度約 43.7 度，坡面植生為人工林闊葉林，道路排水不良導致邊坡崩塌，此道路路基有被沖刷之虞，故建議治理。

(6) 竹崎鄉光華村(N:2596169, E:216226)

嘉 2009-14 位於石卓集水區驛馬溪仁世橋上游約 170m 左岸處，長約 342m、寬約 65m，坡度約 35.9 度，崩塌面上方有農地與民宅一戶，排水不良，崩塌面下方溪流持續沖刷，建議加以治理。

表5-1 各崩塌地現況照片

	
<p>(1)嘉義縣 0465</p>	<p>(2)嘉義縣 0470</p>
	
<p>(3)嘉義縣 0492</p>	<p>(4)嘉 2009-11</p>
	
<p>(5)嘉 2009-12</p>	<p>(6)嘉 2009-14</p>

表5-2 計畫區需優先處理崩塌地現場調查表

集水區	編號	座標		崩塌地類型	坡度(度)	崩塌面積(ha)	安全性	危害對象	周圍植生	水土保持需求性	
茄苳仔	嘉義縣 0492	N	2598410	河岸崩塌	47	32.3	稍安定	河道及橋樑	闊葉林	低	坡面有岩盤出露，建議持續觀察
		E	215706								
石卓	嘉義縣 0465	N	2596575	河岸崩塌	41	0.9	稍安定	河道及橋樑	闊葉林	中	崩塌擴大，影響河道及箱涵
		E	216136								
	嘉義縣 0470	N	2598070	河岸山腹崩塌	47	0.72	不安定	河道及橋樑	闊葉林	中	崩塌擴大，影響護岸及橋樑
		E	217166								
	嘉 2009-11	N	2597376	河岸崩塌	38.5	1.25	不安定	河道及民宅	人工闊葉林	高	崩塌擴大，影響坡頂茶園及民宅
		E	216085								
	嘉 2009-12	N	2597377	道路邊坡崩塌	43.7	1.22	稍安定	道路	人工闊葉林	中	影響 159 甲縣道通行
		E	216478								
嘉 2009-14	N	2596169	河岸崩塌	35.9	2.22	不安定	河道及民宅	人工闊葉林	高	崩塌持續拓大，影響茶園及民宅	
	E	216226									

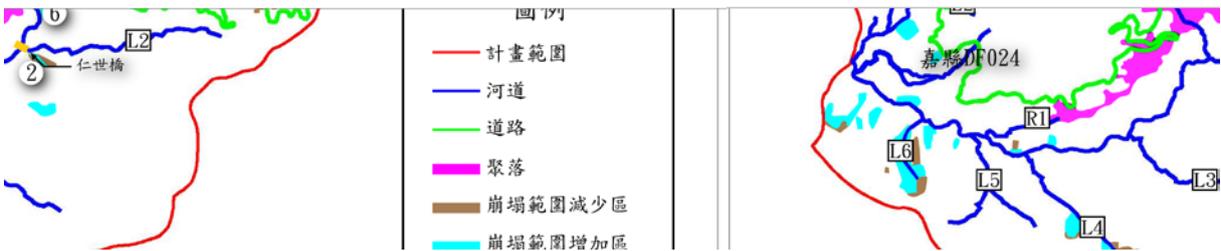
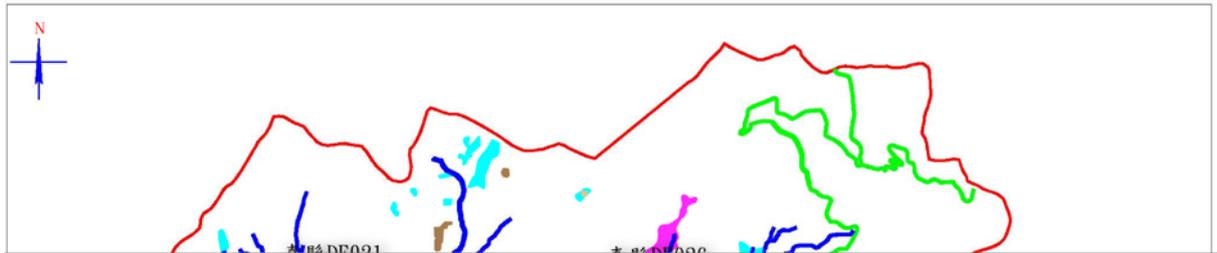


圖5-2崩塌治理圖

5.1.3 河道沖淤問題與需求性分析

依據現況調查，已整理出集水區內河道目前的現況，本節將針對計畫集水區內河道之問題與水土保持需求性進行分析：

(一) 茄苳溪

(1) 上游：[茄苳溪(1K+000~1K+950)]

由於上游多條溪流之下移土砂匯集，加上培英橋處護岸崩落，使得茄苳溪(1K+750~1K+950)段於培英橋與茄苳仔橋之間土砂淤積較嚴重，除與前述上游 A012 匯流處需修復護岸之外亦有清淤的必要性。

茄苳溪(1K+250~1K+600)段有砌石護岸約 250m，固床工八座間距約 20~60m 不等之治理工程，目前皆無損壞狀況，對兩岸保全對象(159 甲線與茄苳仔聚落)無立即影響。

(2) 下游：[茄苳溪(0K+000~1K+000)]

茄苳溪右側有嘉縣 DF018 土石潛勢溪流匯入，其土砂產量豐富，河道多土石堆積，但因下游河段寬闊(約 30 公尺)，無影響通洪疑慮。

(二) 驛馬溪

(1) 上游：[驛馬溪(2K+000~5K+600)]

驛馬溪主流(4K+850~5K+150)段於仁世橋上游處，由於右岸(凹岸)處未設護岸，溪流切割坡腳導致邊坡崩塌，影響上方柑仔宅聚落之安全，建議將左岸(凸岸)之淤積土石回填右岸(凹岸)，並於右岸下方施作護岸約 200m 以求恢復穩定，此處已規劃納入中期處理工程。

驛馬溪主流(4K+150~4K+350)段於仁世橋下游處，溪床由於坡降減緩且土石淤積嚴重，造成整體溪床抬高，流路不穩定。此處已有縣府規劃左岸護岸 200 公尺、固床工一座之既有工程。為求溪流整治的完整性，建議延續既有工程加以延伸，此處已規劃納入近期處理工程。

(2) 下游：[驛馬溪(0K+000~2K+000)]

驛馬溪主流(1K+300~1K+500)段溪流左側凹岸有邊坡遭沖刷的情形，凹岸上方為檳榔林與休耕農田，由於驛馬溪主流下游段兩岸皆距離重要保全對象較遠(100m 以上)，因此水土保持需求性較低。

茲將以上問題與需求性整理如表 5-4，問題位置如圖 5-3 所示。

表5-3河道沖淤問題現況

	
(1) 茄苳溪(1K+750~1K+900)	(2) 驛馬溪(4K+850~5K+150)
	
(3) 驛馬溪(4K+150~4K+350)	(4) 驛馬溪(1K+300~1K+500)

表5-4計畫集水區河道治理問題與需求性分析表

項目	溪流	位置	問題分析	水土保持需求性
1	茄苳溪	(1K+750~1K+900)	崩落構造體與土砂造成溪床淤積。	中 影響溪流通洪能力。
2	驛馬溪	(4K+850~5K+150)	溪流切割凹岸坡腳導致邊坡崩塌。	中 影響柑仔宅聚落之安全。
3	驛馬溪	(4K+150~4K+350)	土石淤積嚴重，整體溪床抬高，流路不穩定。	高 對柑仔宅聚落與農地造成影響。
4	驛馬溪	(1K+300~1K+500)	凹岸邊坡有坡腳遭沖刷的情形	低 距離保全對象較遠。

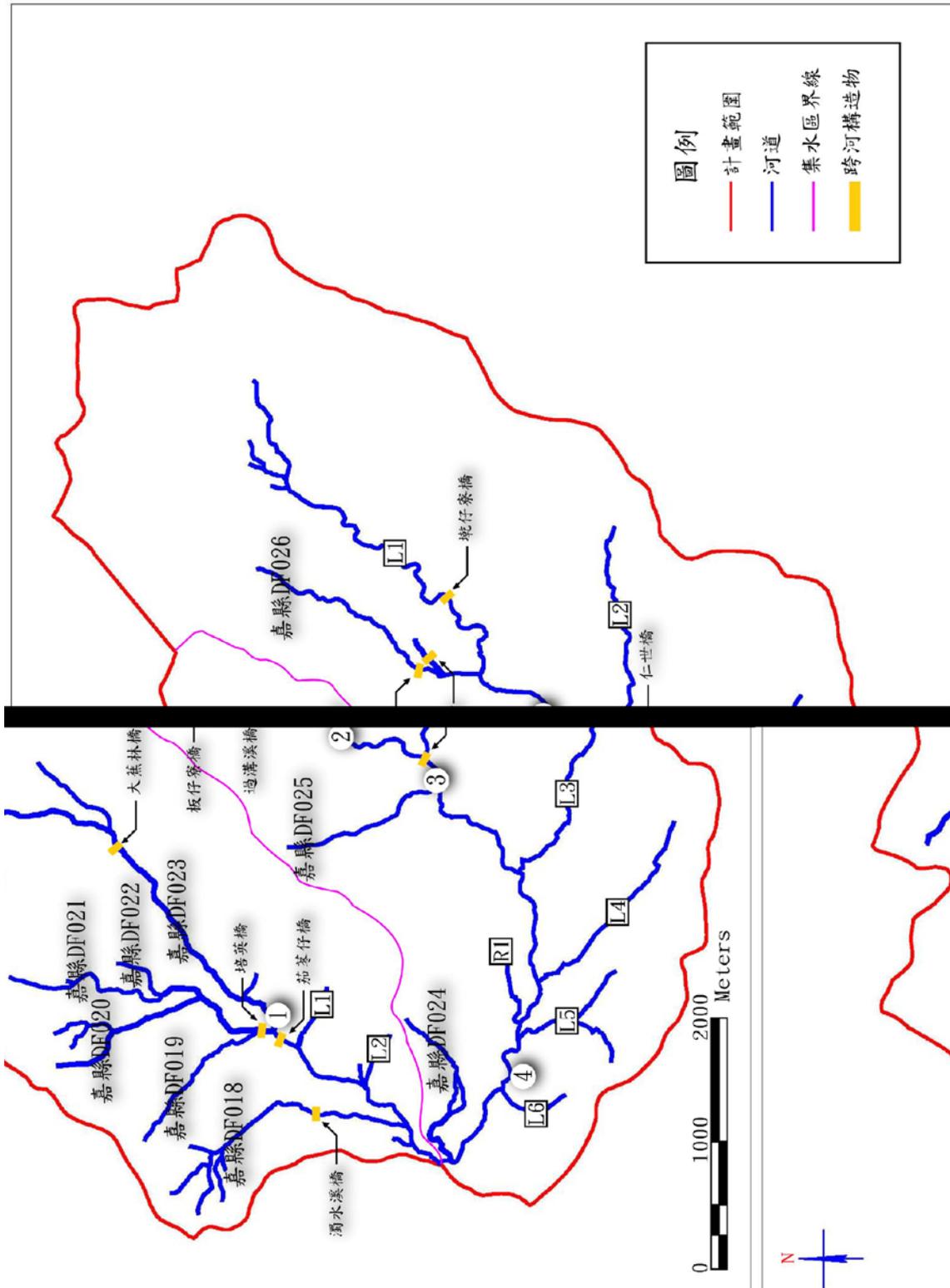


圖5-3計畫集水區河道問題位置圖

5.1.4 道路排水問題與需求性分析

集水區內主要道路有 159 甲縣道及 169 縣道兩條，其中 159 甲縣道串聯集水區東西方向，經石卓社區連結縣道 169 為南北走向，兩者均為集水區之主要交通要道。

經調查計畫區內 159 甲縣道沿線多零星崩塌，過乾仔寮橋約 710 公尺處因大規模崩塌(編號嘉 2009-17 崩塌地)，使 159 甲縣道數度中斷，目前已開挖臨時便道以便通行，其餘因崩塌導致道路損壞部份已由公路局養護工程處陸續進行整治改善。169 縣道沿線有少部份零星崩塌，多屬淺層崩塌導致土砂堆積道路影響通行，已由公路局陸續進行清除改善。急須加以改善之道路段分述如下：

(1) 培英橋旁(農嘉崎 074 線 0K+160 處)

座標 (N:2597749,E:214606)之培英橋沿河岸經過，平均路寬 4-5m，橋前半段茄荖溪旁道路下邊坡與護岸損毀掉落至溪床，影響交通行車安全，建議加以治理，如表 5-5。

(2) 縣道 159 甲線(31K+250 處)

縣道 159 甲線座標(N:2596607,E:214272)下邊坡崩塌嚴重，坡降過陡且裸露缺乏植生保護，建議掛網植生，另有地滑現象發生，公路局線以鋼軌樁臨時保護，如表 5-5。

(3) 縣道 159 甲線(40K+900 處)

縣道 159 甲線座標(N:2597202,E:217602)上邊坡大面積崩塌，且路旁新增崩塌狀況，土石可能持續崩落，建議加以治理，如表 5-5。

(4) 縣道 159 甲線(42K+200)

縣道 159 甲線座標(N:2597008,E:216715) 道路下邊坡遭崩塌阻斷，路基崩坍長 25 公尺深 15 公尺，建議予以治理，如表 5-5。

(5) 縣道 159 甲線(43K+970 處)

縣道 159 甲線座標(N:2597018,E:217485)旁上坡面仍不穩定，常有土石崩落，可能危及交通，建議予以治理，如表 5-5。

(6)縣道 169 線(17K+710 處)

縣道 169 線座標(N:2598579,E:219257)排水不良造成下邊坡崩塌，導致路面損壞，下邊坡基腳流失，建議以擋土牆保護，如表 5-5。

表5-5 計畫區道路需整治路段

	
<p>(1)培英橋旁(農嘉崎 074 線 0K+160)</p>	<p>(2)縣道 159 甲線(31K+250)</p>
	
<p>(3)縣道 159 甲線(40K+900)</p>	<p>(4)縣道 159 甲線(42K+200)</p>
	
<p>(5)縣道 159 甲(43K+970)</p>	<p>(6)縣道 169 線(17K+710)</p>

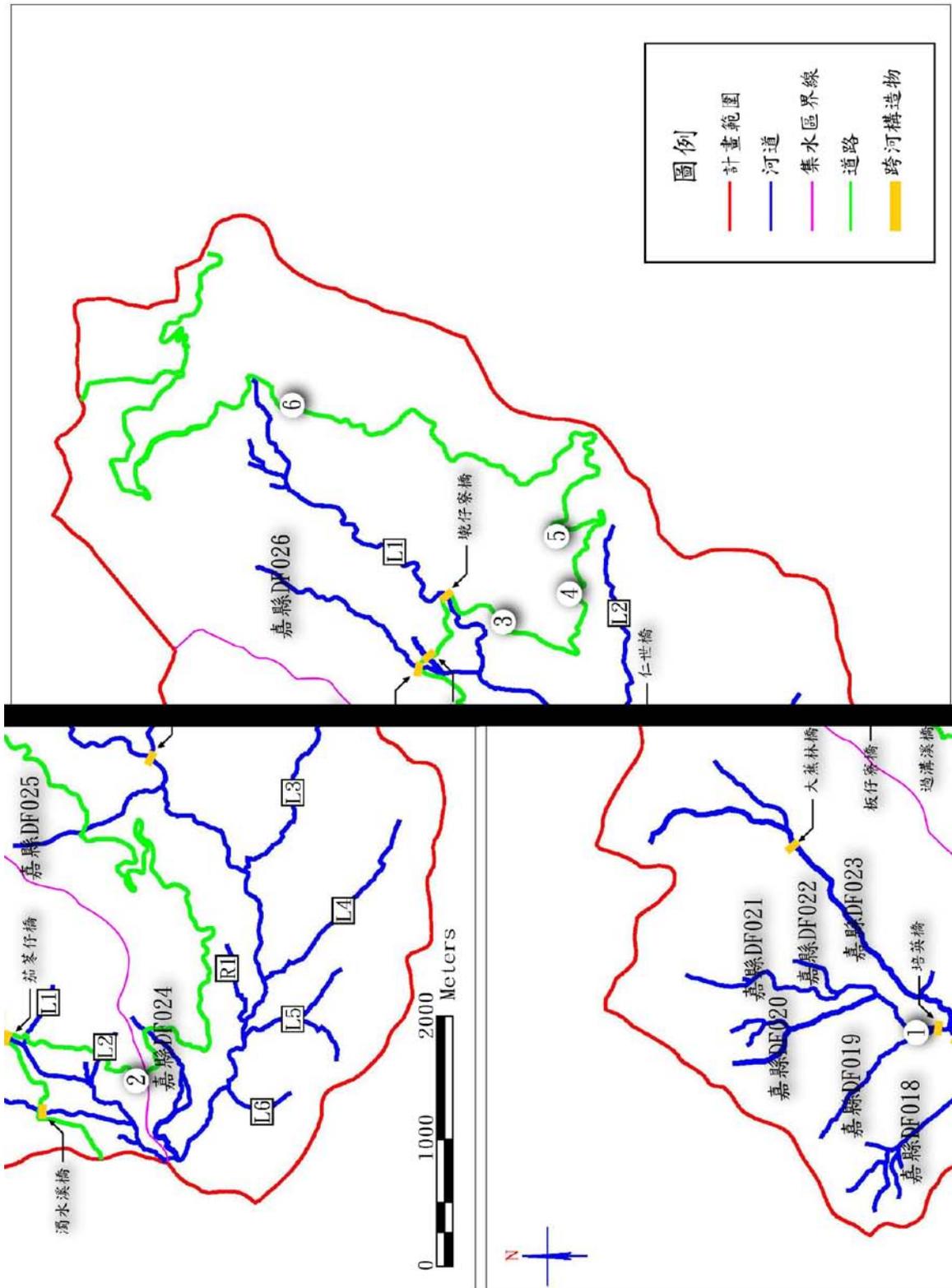


圖5-4計畫集水區道路問題位置圖

表5-6 計畫區道路需優先處理調查統計表

集水區	道路名稱	問題點	問題類型	安全性	危害對象
茄苳仔	農嘉崎 074	培英橋旁 (0K+160 處)	護岸損毀	不安定	道路及河道
	縣道 159 甲	31K+250 處	崩塌嚴重	稍安定	道路
石卓	縣道 159 甲	40K+900 處	崩塌擴大	稍安定	道路
	縣道 159 甲	42K+200 處	下邊坡崩塌	不安定	道路
	縣道 159 甲	43K+970 處	上坡面不穩定	稍安定	道路
	縣道 169	17K+710 處	下坡面基腳流失	不安定	道路

5.1.5 土石流潛勢溪流、野溪問題與需求性分析

(一) 茄苳仔集水區

嘉縣 DF023 源頭(1K+800~3K+100)段溪流兩岸有八處崩塌地分佈，影響範圍內皆無保全對象。嘉縣 DF023 (0K+900)處有防砂壩兩座間距約 30m 之治理工程。嘉縣 DF023 (0K+000~0K+900)段有土砂沖刷下移的現象，但右岸與保全對象(茄苳仔聚落)有相距 15m 以上之緩衝帶，應無立即影響。

嘉縣 DF022、DF021 溪流兩岸植生茂密，溪床土石堆積且有植生入侵，流路較不明顯，應無立即之影響，可持續觀察是否有疏濬之必要性。嘉縣 DF020(1K+000)處兩岸有施作砌石護岸約 150m 長，嘉縣 DF020 (0K+400~0K+700)段溪床有較明顯之土砂淤積，既有防砂壩與護岸皆無損壞狀況。

嘉縣 DF019 (0K+000)處經過培英橋與茄苳溪主流匯流處護岸有嚴重淘刷崩落情形，連帶造成溪流旁道路下邊坡有崩塌情形。由於對道路通行造成影響，此處已規劃納入中期處理工程。

(二) 石卓集水區

嘉縣 DF026(1K+400~1K+600)，由第二章斷面分析可知溪流流速過快，現地調查亦有發現沖刷情形，溪流侵蝕兩岸邊坡，崩落土石堆積溪床。由於可能影響聚落安全，且依據 4.3.2 節之土石流潛勢分析結果具有高土石流危險潛勢，此處已規劃納入近期處理工程。

石卓野溪 L1 溪流兩岸崩塌地甚多，於石卓 L1(1K+700)處以及石卓 L1(2K+650)處共有六處崩塌地，經調查在影響範圍內皆無保全對象，但崩塌土砂於溪床堆積，可能會影響石卓 L1(0K+750)處墩仔寮橋之安全，建議規劃清淤。

石卓野溪 R1(0K+450~0K+650)段邊坡崩坍土石堆積溪床，由於溪流靠近柑仔宅尾聚落，為優先保全對象，且依據 4.3.2 節之土石流潛勢分析結果具有高土石流危險潛勢，建議清淤整治，以保護聚落安全，此處已規劃納入近期處理工程。

石卓野溪 L5(0K+950)處有土石下移的狀況，林務局已進行規劃興建防砂壩，石卓 L5(0K+450)處由於下移土石阻塞造成通洪能力不足，影響保全對象(光華村第 7 鄰)之安全，建議清淤並對既有護岸實施基礎補強。

石卓野溪 L6 雖然有大面積(5 公頃)之崩塌面，但流域內並無保全對象，因此水土保持需求性低。

表5-7計畫區溪流問題現況



(1)嘉縣 DF019(0K+000)



(2)嘉縣 DF026(1K+400~1K+600)



(3)石卓野溪 L1(0K+750)



(4)石卓野溪 R1(0K+450~0K+650)



(5)石卓野溪 L5(0K+450)

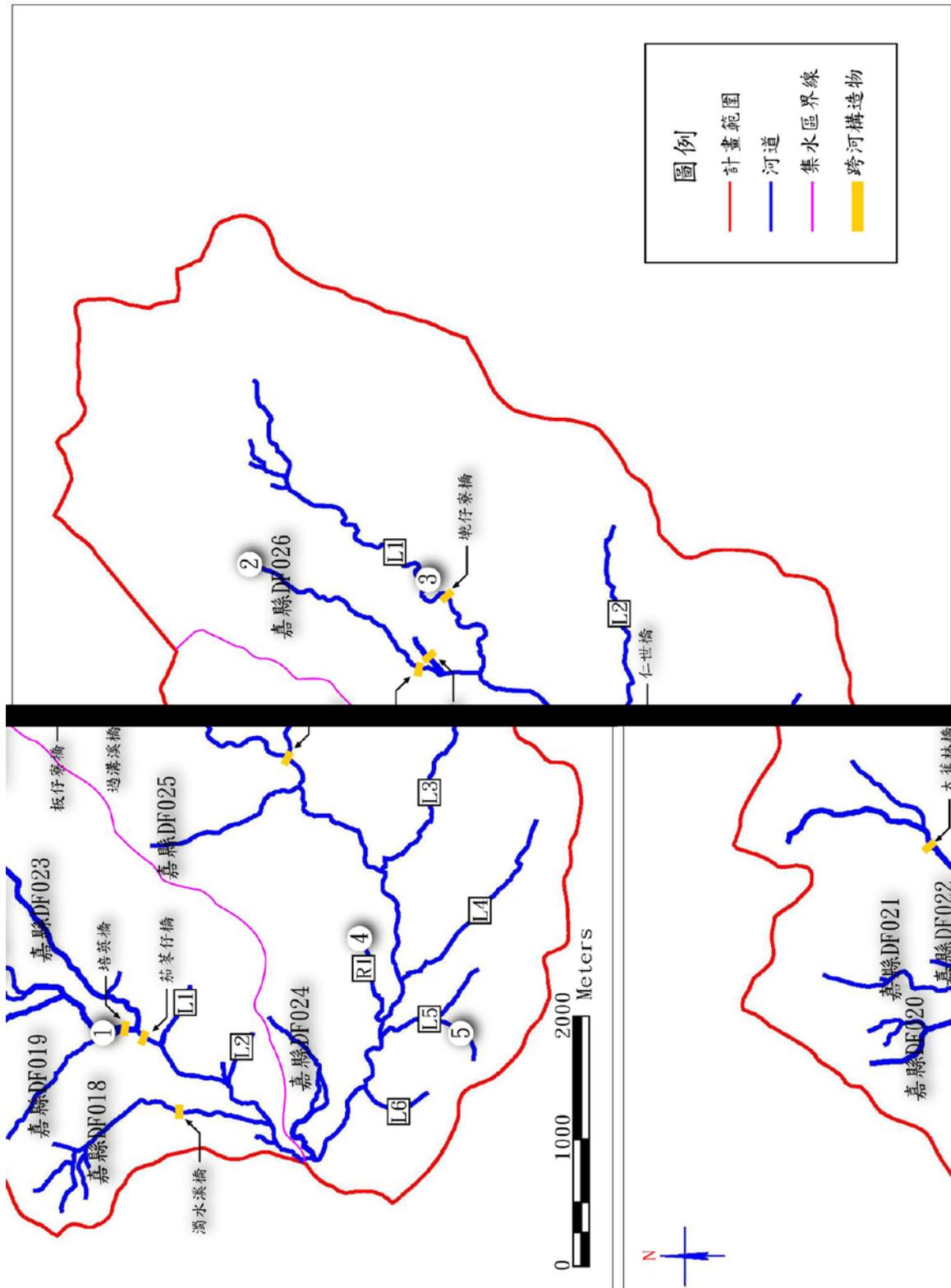


圖5-5計畫集水區溪流問題位置圖

表5-8計畫集水區溪流治理問題與需求性分析表

項目	溪流	位置	問題分析	水土保持需求性
1	嘉縣 DF019	(0K+000)	邊坡護岸淘刷崩落，構造體掉落溪床。	中 對上方道路農 嘉崎 074 的通行 造成影響。
2	嘉縣 DF026	(1K+400~1K+600)	溪流侵蝕兩岸邊坡，崩落土石堆積溪床。	高 影響兩岸聚落 安全。
3	石卓野溪 L1	(0K+750)	上游崩塌土砂於溪床堆積。	中 影響墘仔寮橋 橋墩安全。
4	石卓野溪 R1	(0K+450~0K+650)	邊坡崩坍土石堆積溪床。	高 影響柑仔宅尾 聚落與農地。
5	石卓野溪 L5	(0K+450)	下移土石阻塞造成通洪能力不足。	中 影響光華村第 7 鄰聚落之安全。

5.1.6 土石流匯入主河道之衝擊

土石流災害發生時，由於本身的性質、規模、地形條件和受害對象的不同，因此土石流匯入主河道之危害方式也有所不同。土石流常見的危害方式有以下數種方式：

(一) 沖刷：

發生在土石流的發生區和流動區內，大量坡面的土石和溝狀泥砂被土石流沖刷帶走，使得坡面成為難以利用的荒坡或是危坡，導致溝床的降低、溝岸的崩塌及沿岸的設施遭受到破壞。

(二) 撞擊：

快速流動的土石流，尤其是當其中有巨大的石塊，巨石帶有很大的動能，能夠衝毀沿途流經過的橋樑、壩堤以及各項設施。

(三) 磨蝕：

土石流具有大量的泥石，在流動的過程中造成磨損橋柱、堤防、防砂壩及其他水利設施及各項設施。

(四) 淤埋：

發生在土石流活動區內的平緩地帶，當土石流停止運動時，大量的泥石淤埋各種設施，若土石流發生的規模愈大，地勢又阻塞時，則產生的淤埋愈嚴重。

(五) 堵塞：

當土石流中含有大量的泥石，能夠堵塞自身流路或是匯入主河道後形成構造物堵塞，使得河道上游的水位增高，淹沒上游兩岸的設施，一旦河道被堵塞的構造物潰決後，又形成大規模的土石流或洪水，將危害下游河段的各項設施並且造成人民生命財產的損失。

(六)漫流改道:

土石流中的泥石材料，常常會堵塞住其流路，造成漫流改道，沖毀或淹沒各項設施。

(七)擠壓主要河道:

土石流匯入主河道後，大量的淤泥淤積成沖積扇，減少主河道通水的斷面積，並將主河道逼向對岸，使得對岸遭受到嚴重的沖刷，因此造成岸坡崩塌而危害沿岸各項設施。

(八)彎道超高:

土石流運動的直進性很強，流經過彎道時其超高的能力大，而且在凹岸處產生越岸淤埋或沖毀各項設施。

表5-9計畫區土石流匯入主河道衝擊現況



(1)嘉縣 DF026-漫流改道



(2)嘉縣 DF023-磨蝕



(3)嘉縣 DF019-撞擊



(4)嘉縣 DF018-淤埋



(5)嘉縣 DF018-堵塞



(6)驛馬溪-彎道超高

5.2 災害原因分析

5.2.1 土石流危險溪流情形

土石流形成的過程中包含的因素，分別為足夠的土石材料、適當的坡度、充足的水分等。而本計畫集水區由於在上游林班地區域遍布許多崩塌地，提供足夠的土石材料，加上中上游地區坡度大於土石流易發生之 15~30 度，因此每當有足夠降雨(本計畫集水區土石流臨界降雨警戒值為 450mm)，即有發生土石流之機會。

5.2.2 崩塌地情形

從崩塌地的發生條件來討論，計畫集水區因地質岩性多屬砂頁岩互層，其中頁岩層較脆弱，容易被侵蝕風化，加上經過瑞里地震以及 921 地震造成地層結構鬆散；地勢陡峻，超過五級坡之陡峭區域佔集水區面積七成以上。可知本計畫集水容易發生崩塌。

根據現況調查崩塌地多位於溪流兩岸邊坡與上游未開發之林班地，因此可推論崩塌的主要發生原因應為降雨水份沿岩層風化裂縫下滲，自然侵蝕風化與溪流冲刷破壞坡趾等自然誘發因素。

5.2.3 相關水土保持災害情形

計畫集水區相關水土保持災害主要為道路邊坡穩定問題，可歸納為以下原因：

(一) 排水設施不足或不良

破壞原有天然排水系統、集中逕流且未施設足夠之排水工程引起沖蝕或崩塌。橫向排水不足或地下水排水不良造成路面沖蝕及邊坡崩塌。

(二) 路線規劃設計與相關工程問題

道路於規劃路線並開挖時，對於施工所造成的邊坡破壞，未一併規劃相關保護工程，例如填方坡面太陡或未充分夯實，擋土設施不足，則遇雨易造成路基崩塌流失。

5.3 評估方法與指標的確定

本計畫將集水區內 20 處子集水區，依現地調查及既有資料，作為子集水區治理執行分級評估優先順序等級之重要因素。本計畫參考水土保持局「土石流潛勢溪流優先處理順序等級評估」，訂定各項評分因子，其各項評分因子分別為保全對象、防災構造物受損程度、集水區內崩塌率、土石流潛勢等，做為評估模式之因子。

因子一：保全對象因子

保全對象因子考量，集水區內人口數、房舍數、道路、農地、橋梁等五項子因子，按其重要程度比重分別為人口數佔 40%、房舍數 30%、道路 10%、農地 10%、橋梁 10%，加總後分別為保全因子所佔之加權比分(註一)如表 5-10。再按等級評分，可得保全對象等級因子分數。

表5-10保全對象加權等級評分表

保全加權	等級評分
0~25	1
26~50	2
51~75	3
>75	4

註一：加權得分=(人口數/最大人口數)*40%+(房舍數/最大房舍數)*30%+(道路數/最大道路數)*10%+(農地數/最大農地數)*10%+(橋梁數/最大橋梁數)*10%

因子二：防災構造物受損程度因子

防災構造物受損程度因子，考量野溪及坑溝治理程度、崩塌及邊坡治理程度等主要因子，將各工程構造物依現場調查資料分為未受損(0%)、受損一成以下(10%)、受損一成至三成(20%)、受損三成至五成(30%)及受損五成以上(40%)，於加權加總後分別為防災構造物受損程度因子所佔之加權比分(註二)如表 5-11。再按等級評分，可得防災構造物受損程度因子分數。

表5-11防災構造物受損程度加權等級評分表

損壞加權	等級評分
0~5	1
6~10	2
11~15	3
>16	4

註二：加權得分=(未受損工程數/總工程數)*0%+(受損一成工程數/總工程數)*10%+(受損一成至三成工程數/總工程數)*20%+(受損三成至五成工程數/總工程數)*30%+(受損五成以上工程數/總工程數)*40%

因子三：集水區內崩塌因子

集水區內崩塌因子以衛星影像進行崩塌地判釋，得各子集水區內之崩塌地面積總和，其佔子集水區面積之比例，則為子集水區內之崩塌率。將崩塌率按加權等級評分表如表 5-12，可得集水區內崩塌因子等級評分。

表5-12崩塌率加權等級評分表

崩塌率加權	等級評分
0~4.5	1
4.6~9.0	2
9.1~13.5	3
>13.5	4

因子四：土石流潛勢因子

土石流潛勢因子以土石流潛勢溪流之發生潛勢，以高中低分別併計算各子集水區內潛勢溪流數。將土石流潛勢因子按加權等級評分表如表 5-13，可得土石流潛勢因子等級評分。

表5-13土石流潛勢因子加權等級評分表

土石流潛勢因子加權	等級評分
0	1
1~2	2
3~5	3
>5	4

5.4 規劃區安全性評估

依據前述安全性評估方法，將既有資料代入各項評分因子後，可得到各因子加權評分表，如表 5-14 保全對象因子加權評分表、表 5-15 防災構造物受損程度因子加權評分表、表 5-16 集水區內崩塌因子加權評分表以及表 5-17 土石流潛勢因子加權評分表。

表5-14保全對象因子加權評分表

集水區	子集水區	人口 (40%)	房舍 (30%)	道路 (10%)	農地 (10%)	橋梁 (10%)	保全加權	加權評分
茄苳仔	嘉縣DF023	20	5	7500	250	1	20.48	1
	嘉縣DF022	8	2	1000	45	0	4.64	1
	嘉縣DF021	16	4	2000	32	1	9.90	1
	嘉縣DF020	8	2	3000	20	3	12.10	1
	嘉縣DF019	16	4	3000	30	1	10.22	1
	嘉縣DF018			3000	27	1	4.53	1
	茄苳仔 L1			500	132		4.46	1
	茄苳仔 L2			2500	5		1.12	1
	茄苳溪	120	30	10000	75	2	53.27	3
石卓	嘉縣DF026	80	20	12000	86	2	40.40	2
	嘉縣DF025	40	10	3000	19	1	18.27	1
	嘉縣DF024	20	5	5000	3		9.02	1
	石卓 R1	60	15	10000	163		30.12	2
	石卓 L1	160	40	26000	73	1	70.86	3
	石卓 L2	80	20	20000	54		37.44	2
	石卓 L3			2100	51		2.46	1
	石卓 L4				26		0.84	1
	石卓 L5	20	5	5000	37	1	12.62	1
	石卓 L6						0.00	1
	驛馬溪	80	20	20000	290	1	47.58	2

表5-15防災構造物受損程度因子加權評分表

集水區	子集水區	未受損	1成以下 (10%)	1~3成 (20%)	3~5成 (30%)	5成以上 (40%)	損壞加權	等級評分
茄苳仔	嘉縣 DF023	0	1	0	0	0	10.00	2
	嘉縣 DF022	0	0	0	0	0	0.00	1
	嘉縣 DF021	0	1	0	0	0	10.00	2
	嘉縣 DF020	1	0	0	0	0	0.00	1
	嘉縣 DF019	0	1	0	0	0	10.00	2
	嘉縣 DF018	1	0	1	0	0	10.00	2
	茄苳仔 L1	0	1	0	0	0	10.00	2
	茄苳仔 L2	1	0	1	0	0	10.00	2
	茄苳溪	1	2	1	0	0	10.00	2
石卓	嘉縣 DF026	0	2	3	1	0	18.33	4
	嘉縣 DF025	0	2	0	0	0	10.00	2
	嘉縣 DF024	1	1	0	0	0	5.00	1
	石卓 R1	0	0	2	0	0	20.00	4
	石卓 L1	1	2	0	0	0	6.67	2
	石卓 L2	1	0	0	0	0	0.00	1
	石卓 L3	0	2	0	0	0	10.00	2
	石卓 L4	0	0	0	0	0	0.00	1
	石卓 L5	0	0	2	1	0	23.33	4
石卓 L6	0	0	0	0	0	0.00	1	
驛馬溪	1	1	1	0	0	10.00	2	

表5-16集水區內崩塌因子加權評分表

集水區	子集水區	子集水區面積	崩塌地面積	崩塌率(%)	等級評分
茄苳仔	嘉縣 DF023	488	6.66	1.36	1
	嘉縣 DF022	16	0.00	0.00	1
	嘉縣 DF021	74	0.00	0.00	1
	嘉縣 DF020	69	1.24	1.80	1
	嘉縣 DF019	57	1.72	3.02	1
	嘉縣 DF018	121	32.94	27.22	4
	茄苳仔 L1	66	0.00	0.00	1
	茄苳仔 L2	24	1.01	4.21	1
	茄苳溪	161	2.12	1.32	1
石卓	嘉縣 DF026	262	0.15	0.06	1
	嘉縣 DF025	45	0.00	0.00	1
	嘉縣 DF024	63	0.80	1.27	1
	石卓 R1	118	0.00	0.00	1
	石卓 L1	749	3.97	0.53	4
	石卓 L2	203	0.96	0.47	1
	石卓 L3	171	0.00	0.00	1
	石卓 L4	123	6.14	5.00	2
	石卓 L5	90	0.00	0.00	1
	石卓 L6	19	6.19	32.58	4
	驛馬溪	2356	10.45	0.44	1

表5-17土石流潛勢因子加權評分表

集水區	子集水區	低潛勢	中潛勢	高潛勢	潛勢加權	等級評分
茄苳仔	嘉縣 DF023		1		2	2
	嘉縣 DF022		1		2	2
	嘉縣 DF021		1		2	2
	嘉縣 DF020	1			1	2
	嘉縣 DF019		1		2	2
	嘉縣 DF018		1		2	2
	茄苳仔 L1	1			1	2
	茄苳仔 L2		1		2	2
	茄苳溪				0	1
石卓	嘉縣 DF026			1	3	3
	嘉縣 DF025		1		2	2
	嘉縣 DF024	1			1	2
	石卓 R1			1	3	3
	石卓 L1		1		2	2
	石卓 L2		1		2	2
	石卓 L3	1			1	2
	石卓 L4	1			1	2
	石卓 L5		1		2	2
	石卓 L6		1		2	2
	驛馬溪				0	1

第陸章 集水區治理目標與對策

6.1 治理目標之研擬

探討集水區現況與分析結果，歷年治理確實已使集水區逐漸朝向穩定發展，就土砂災害與當地發展方面，在高度崩塌潛勢區域，崩塌地具有保護對象者將立即處理，並已能立即達到抑制災害發生為處理原則，例如土石流整治，配合坡面及坡腳等直接處理方式，務使達到防止土石流災害之成效；中度及低度崩塌潛勢區域，配合現況調查，目前會對保護對象產生影響的部分主要以溪流上流的坑溝為主，這些崩溝分布較為分散，目前雖無重大災害發生，但由於坑溝鄰近保護對象，因此作即時性之處理時有其必要性，目前對保護對象無影響之區域，則不規劃人工處理，以免破壞自然景觀並影響生態。上游土石流潛勢溪流範圍應防止土砂大量下移，保護現有觀光資源及下游景觀營造；根據集水區道路調查，目前道路通行良好，排水設施是改善之重點，遇雨或地震則亦產生土石崩落之情形，後續維護與處理應屬必要。

6.2 治理級序評估

集水區內治理等級評估考量保全對象、防災構造物受損程度、集水區內崩塌率、土石流潛勢等因子，將各治理因子得分加總可得治理等級總分。分級原則如下：

1. 優先治理：土砂淤積嚴重影響保全對象。
2. 一般治理：主要泥沙來源影響下游易淹水區域治理或水庫壽命。
3. 暫緩治理：無保全對象或對保全對象無立即影響且無繼續擴大崩塌。

表6-1 治理分級評分表

治理等級 評分	治理分級
0~25	暫緩治理
25~50	一般治理
> 50	優先治理

評估考量上述保全對象、防災構造物受損程度、集水區內崩塌率、土石流潛勢等因子，將各治理因子得分加總可得治理等級總分，依治理等級分級後：

表6-2子集水區治理執行等級評估表

集水區	子集水區	保全加權 (40%)	損壞加權 (20%)	崩塌加權 (20%)	土石流潛勢加權 (20%)	加權 總分	治理執行分 級
茄苳仔	嘉縣 DF023	1	1	1	2	30	一般治理
	嘉縣 DF022	1	0	1	2	25	一般治理
	嘉縣 DF021	1	1	1	2	30	一般治理
	嘉縣 DF020	1	1	1	2	30	一般治理
	嘉縣 DF019	1	1	1	2	30	一般治理
	嘉縣 DF018	1	2	4	2	50	優先治理
	茄苳仔 L1	1	1	1	2	30	一般治理
	茄苳仔 L2	1	2	1	2	35	一般治理
	茄苳溪	3	4	1	1	60	優先治理
石卓	嘉縣 DF026	2	6	1	3	70	優先治理
	嘉縣 DF025	1	2	1	2	35	一般治理
	嘉縣 DF024	1	2	1	2	35	一般治理
	石卓 R1	2	2	1	3	50	優先治理
	石卓 L1	3	3	4	2	75	優先治理
	石卓 L2	2	1	1	2	40	一般治理
	石卓 L3	1	2	1	2	35	一般治理
	石卓 L4	1	0	2	2	30	一般治理
	石卓 L5	1	3	1	2	40	一般治理
	石卓 L6	1	0	4	2	40	一般治理
	驛馬溪	2	3	1	1	45	一般治理

最後可得需要優先治理區域有子集水區嘉縣 DF018、茄苳溪(主流)、嘉縣 DF026、石卓 R1、石卓 L1 等五處，如表 6-2 與圖 6-1 所示，將參考此評估等級，於後續章節排定治理區位順序與對策。

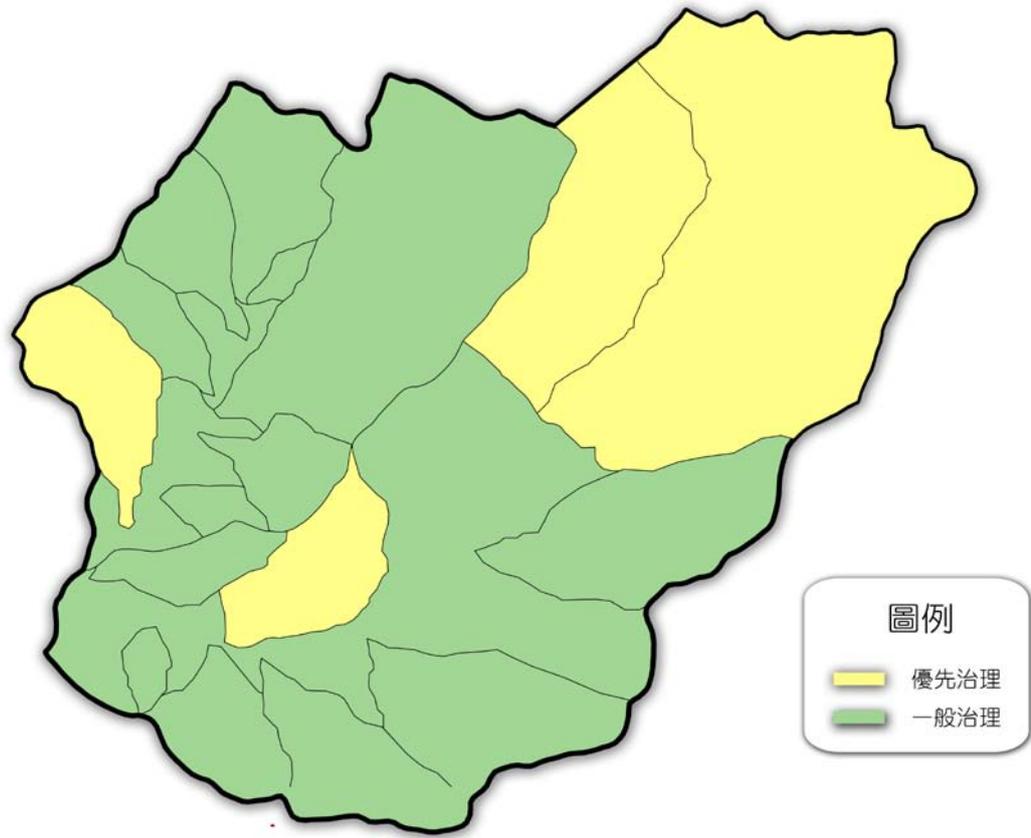


圖6-1 計畫集水區優先治理區位圖

6.3 治理對策

因本調查規劃目的係以減緩計畫集水區之土砂產量及洪氾災害、抑止土砂生產、下移與減低災害之發生為主；由於本計畫集水區面積廣大，在經費限制下，實無法將所有需整治的工程全數納入一年度的治理預算中，故不得不按治理項目的急迫性、一旦發生災害後的影響層面、及其重要性排定優先順序；其中，應以直接影響生命財產安全者為第一優先，道路橋梁與次要公共設施者次之。依此原則，本計畫除針對坡地沖蝕、崩塌地治理、道路水土保持、野溪及坑溝治理提出分年分期治理對策以外，並針對茄荖仔集水區內的沖淤嚴重河段土砂問題研提優先治理工程共計三處，於計畫第一年度執行，以達到集水區土砂整體治理的目標，提供相關單位後續治山防災工作執行參考。針對本計畫集水區問題擬定之治理對策，規劃工程配置見圖 6-2，規劃工程內容見表 6-3 所示。

既有構造物

- 1 大蕉林橋
- 2 培英橋
- 3 茄荖仔橋
- 4 濁水溪橋
- 5 仁世橋
- 6 過溝溪橋
- 7 墩仔寮橋
- 8 板仔寮橋

既有構造物工程維護

- 22 縣道159甲線31k+700道路修復工程(優先順序2)
- 23 茄荖溪護岸修復工程(優先順序2)
- 24 驛馬溪潛壩修復工程(優先順序4)
- 25 嘉縣DF019橋梁基礎修復工程(優先順序3)
- 26 嘉縣DF021橋梁基礎修復工程(優先順序3)

野溪治理

- 1 柑仔宅尾橋上游整治工程(優先順序1)
- 2 溪坪野溪整治工程(優先順序1)
- 3 仁世橋上下游整治工程(優先順序1)
- 4 光華村第7鄰野溪整治工程(優先順序2)
- 5 茄荖溪上游整治工程(優先順序2)
- 6 仁世橋上游整治工程(優先順序2)
- 7 墩仔寮橋上游整治工程(優先順序3)

崩場地處理

- 8 頂笨仔崩場地處理工程(優先順序2)
- 9 驛馬溪上游崩場地處理工程(優先順序3)
- 10 柑仔寮崩場地處理工程(優先順序5)
- 11 茄荖溪崩場地處理工程(優先順序4)
- 12 驛馬溪中游崩場地處理工程(優先順序3)
- 13 墩仔寮橋上游崩場地處理工程(優先順序3)
- 14 嘉縣DF023崩場地處理工程(優先順序6)
- 15 嘉縣DF018崩場地處理工程(優先順序6)

道路水土保持

- 16 農嘉崎074線道路水土保持工程(優先順序2)
- 17 縣道159甲線31k+250道路水土保持一期工程(優先順序3)
- 18 縣道159甲線40k+900道路水土保持二期工程(優先順序5)
- 19 縣道159甲線42k+200道路水土保持三期工程(優先順序2)
- 20 縣道159甲線43k+970道路水土保持四期工程(優先順序4)
- 21 縣道169線17k+710道路水土保持工程(優先順序3)

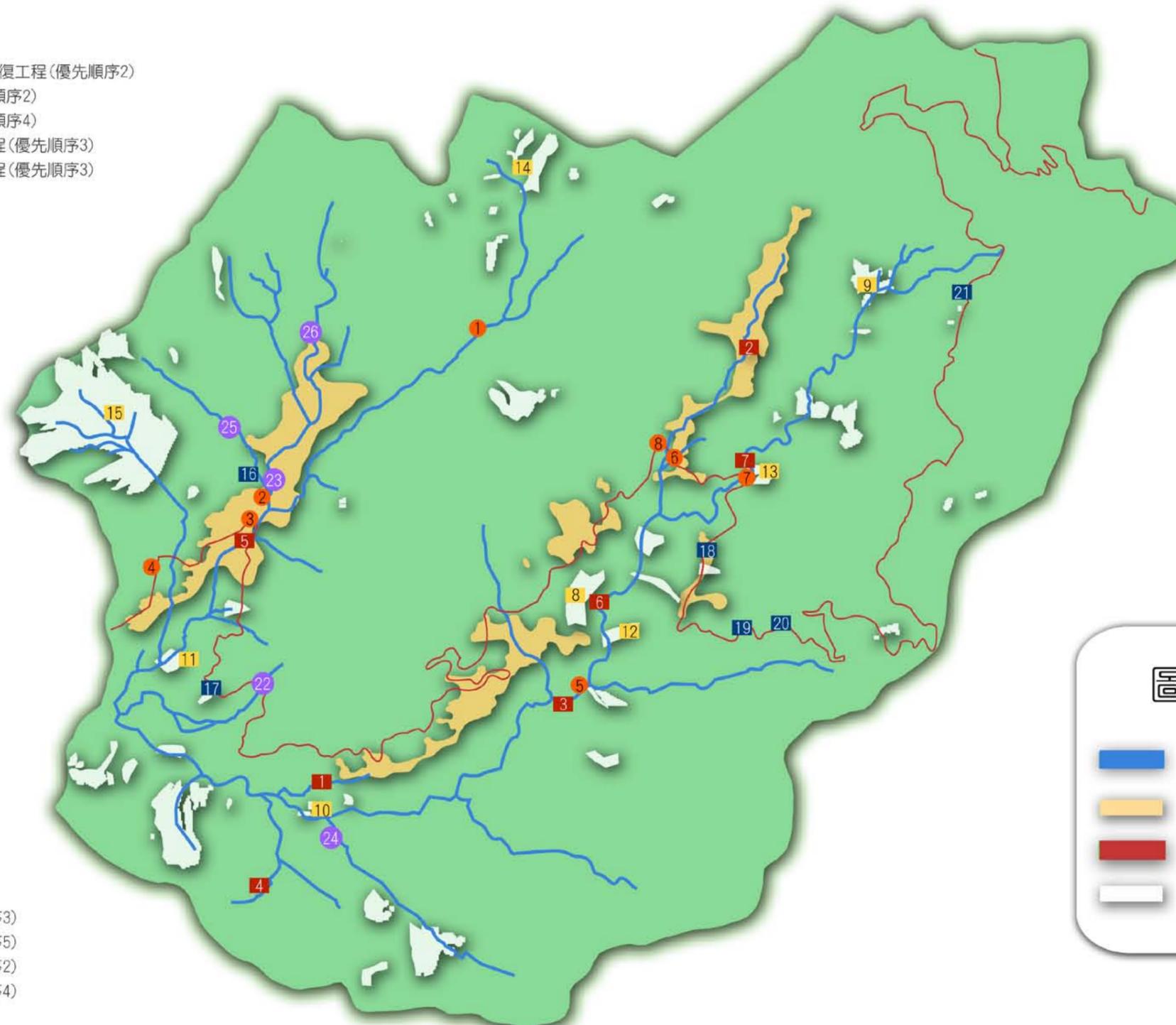


圖6-2 計畫集水區治理規劃工程配置圖

表6-3計畫集水區治理規劃工程內容一覽表

工程編號	工程項目	工程名稱	集水區(溪流)名稱	TWD67座標		工程內容	設置位置	數量	單位	單價(元)	預估經費(萬元)	保全對象	優先順序	主管機關
				X	Y									
1	溪流治理	柑仔宅尾橋上游整治工程	石卓 R1	2143 38	2595 996	護岸	0K+450~0K+650	220	M	30,000	545	柑仔宅尾聚落及農地	1	水土保持局
						跌水工		3	座	138,600				
						固床工		5	座	300,000				
						基礎補強		1	式	8,600				
2	溪流治理	溪坪野溪整治工程	嘉縣 DF026	2170 49	2599 179	護岸	1K+400~1K+600	150	M	30,000	266	頂笨聚落及農地	1	水土保持局
						跌水工		5	座	210,550				
						固床工		2	座	3,800				
						基礎補強		1	式	54,500				
3	溪流治理	仁世橋上下游整治工程	驛馬溪	2158 92	2596 703	護岸	4K+150~4K+350	280	M	25,600	1775	驛馬溪河道	1	水土保持局
						固床工		2	座	30,000				
						護坦		1	座	275,000				
						副壩		1	座	2,633,000				
						河道整理		1	式	2,243,700				
4	溪流治理	光華村第7鄰野溪整治工程	石卓 L5	2138 17	2595 357	基礎補強	0K+450	1	式	1,000,000	143	光華村第7鄰聚落	2	林務局
						河道整理		1	式	430,000				
5	溪流治理	茄苳溪上游整治工程	茄苳溪	2137 15	2597 808	護岸	1K+750	200	M	30,000	825	茄苳溪河道、茄苳仔聚落	2	水土保持局
					潛壩	2		座	1,125,000					
6	溪流治理	仁世橋上游整治工程	驛馬溪	2161 03	2597 339	護岸	4K+850~5K+150	200	M	30,000	840	柑仔宅聚落及驛馬溪	2	水土保持局
					河道整理	1		式	2,400,000					
7	溪流治理	墘仔寮橋上游整治工程	石卓 L1	2170 79	2598 086	河道整理一式	0K+750~0K+850	1	式	1,400,000	500	墘仔寮橋及驛馬溪河道	3	水土保持局
						護岸		120	M	30,000				
8	崩塌地處理	頂笨仔崩塌地處理工程	驛馬溪	2160 85	2597 376	護岸	嘉 2009-11	350	M	30,000	1110	頂笨仔聚落及農地	2	水土保持局
						坡面排水		1200	M	500				
9	崩塌地處理	驛馬溪上游崩塌地處理工程	嘉縣 DF026、石卓 L1	2178 66	2599 265	打樁編柵	嘉義 0476、0478、 嘉 2009-13 三處	1.06	ha	12,000,000	1289.5	頂笨仔聚落及野溪河道	3	林務局
						坡面排水		350	M	500				
10	崩塌地處理	柑仔宅崩塌地處理工程	驛馬溪	2141 01	2595 850	打樁編柵	嘉義 0484、 嘉 2009-16	0.35	ha	12,000,000	443	柑仔宅聚落及驛馬溪	5	林務局
						坡面排水		460	M	500				
11	崩塌地處理	茄苳溪崩塌地處理工程	茄苳溪、茄苳仔 L2	2136 02	2597 169	打樁編柵	嘉 2009-17、18	2.02	ha	12,000,000	2478.5	茄苳仔溪河道及縣道 159 甲	4	水土保持局
						坡面排水		1090	M	500				
12	崩塌地處理	驛馬溪中游崩塌地處理工程	驛馬溪	2162 26	2596 995	節制壩	嘉 2009-14	4	座	1,500,000	660	茶園、驛馬溪河道	3	水土保持局
						坡面排水		1200	M	500				
13	崩塌地處理	墘仔寮橋上游崩塌地處理工程	驛馬溪、石卓 L1	2171 66	2598 070	種子直播	嘉義 0470	0.72	ha	2,000,000	621.5	墘仔寮橋及驛馬溪河道	3	林務局
						坡面排水		550	M	500				
						節制壩		3	座	1,500,000				

工程編號	工程項目	工程名稱	集水區(溪流)名稱	TWD67座標		工程內容	設置位置	數量	單位	單價(元)	預估經費(萬元)	保全對象	優先順序	主管機關
				X	Y									
14	崩塌地處理	嘉縣 DF023 崩塌地處理工程	嘉縣 DF023	215496	2598540	航空噴植	嘉義 0499、嘉 2009-03、06	2.73	ha	1,000,000	272.8	嘉縣 DF023 河道	6	林務局
15	崩塌地處理	嘉縣 DF018 崩塌地處理工程	嘉縣 DF018	212706	2598410	節制壩	嘉義 0492	8	座	1,500,000	1200	嘉縣 DF018 河道、濁水溪橋、茄荖仔聚落	6	林務局
16	道路水土保持	農嘉崎 074 線道路水土保持工程	茄荖溪	213715	2597808	AC 路面鋪設	0K+160	250	M2	150	3.75	農嘉崎 074 線	2	水土保持局
17	道路水土保持	縣道 159 甲線 31K+250 道路水土保持工程	茄荖溪	213427	2596750	打樁編柵	31K+250	0.4	ha	12,000,000	485	縣道 159 甲線	3	公路總局
						坡面排水		100	M	500				
18	道路水土保持	縣道 159 甲線 40K+900 道路水土保持工程	驛馬溪	216478	2597377	打樁編柵	40K+900	1.22	ha	12,000,000	1526.6	縣道 159 甲線	5	公路總局
						坡面排水		100	M	500				
						邊坡擋土牆		20	M	30,000				
19	道路水土保持	縣道 159 甲線 42K+200 道路水土保持工程	石卓 L2	216715	2597008	路基修補	42K+200	375	M2	5,000	189.7	縣道 159 甲線	2	公路總局
						AC 路面鋪設		150	M2	150				
20	道路水土保持	縣道 159 甲線 43K+970 道路水土保持工程	石卓 L2	217485	2597018	邊坡擋土牆	43K+970	20	M	30,000	60	縣道 159 甲線	4	公路總局
21	道路水土保持	縣道 169 線 17K+710 道路水土保持工程	石卓 L1	219257	2598579	路基修補	17K+710	200	M2	5,000	176.5	縣道 169 線	3	公路總局
						AC 路面鋪設		100	M2	150				
						邊坡擋土橋		25	M	30,000				
22	既有構造物工程維護	縣道 159 甲線 31K+700 道路修復工程	嘉縣 DF024	213795	2596705	石籠擋土牆	31K+700	100	M	9,000	90	縣道 159 甲線	2	公路總局
23	既有構造物工程維護	茄荖溪護岸修復工程	茄荖溪	213715	2597808	既有護岸修復	1K+750	50	M	3,000	15	茄荖溪、農嘉崎 074 線	2	水土保持局
24	既有構造物工程維護	驛馬溪潛壩修復工程	石卓 L4	214218	2595678	既有潛壩維護	0K+125	2	座	1,125,000	225	驛馬溪河道	4	林務局
25	既有構造物工程維護	嘉縣 DF019 橋梁基礎修復工程	嘉縣 DF019	213700	2598199	橋梁基礎補強	0K+260	1	式	100,000	10	橋梁	3	水土保持局
26	既有構造物工程維護	嘉縣 DF021 橋梁基礎修復工程	嘉縣 DF021	214094	2598996	橋梁基礎補強	0K+500	1	式	280,000	28	橋梁	3	水土保持局
合計總經費(萬元)											15778.9			

6.3.1 崩塌地治理對策

本計畫集水區內之崩塌面積約 75.61 公頃，為集水區內之主要土砂生產來源，為避免現有崩塌地持續擴大並防制崩塌土石形成下游土砂災害供應源，將因地制宜進行崩塌地治理工作。

崩塌地之處理對策主要防患二次災害之發生。造成二次災害之主要原因，係由於崩塌地鬆軟之坡面因降雨或其他因素而造成崩塌地擴大或土石隨雨水逕流沖刷至下游地區造成土石流等土砂災害，擬定處理方法如下：

- (一)在源頭集水區上游因交通困難及保全對象較不顯著，直接治理效益不高，可暫不處理。
- (二)除上述情況外，崩塌坡面以植生方法處理，加速坡面穩定。源頭崩塌及坡面淺層崩塌露地，依危險等級排定處理順序。有鑑於本計畫集水區崩塌地數量與面積皆有逐年增加的趨勢，因此建議既使屬危險等級列為 D 級之崩塌區塊，若具可處理之優勢條件者，亦納入長期崩塌地治理計畫中，以有效控制本區崩塌地之擴張。

崩塌地植生處理方法依現地立地條件，建議採航空噴植綠化法、直播法或植生帶法進行植生復育，以下針對集水區內崩塌地處理方法進行詳述：

航空綠化法植生復育(每公頃之單價約 70~100 萬新台幣)

- (a)坡面作簡易之修坡。
- (b)選擇坡面低窪處修簡單之縱橫向排水溝。
- (c)用直昇機懸掛吊桶將種子與基材之混合體均勻撒播於施工坡面。
- (d)使用航空植生方法，應考慮坡面條件。其植生材料應充分攪拌均勻。種子材料宜先行進行發芽處理。並慎選施工季節，以確保成效。

直播法或植生帶法植生

(單價約 150~200 元/m²、每公頃約 150~200 萬新台幣)

(a)整坡，去枯枝、石塊

(b)坡長大約 10 公尺時，縱向上每 5~7 公尺設置橫向階段(寬 1.5~2 公尺，內斜 10%，縱斜 3~5%)。

(c)兩階段內以打地上樁法編柵，改善坡度為 35° 以下。

(d)用直播法將種子與肥料均勻撒播於施工坡面，或用植生帶法鋪設於坡面後敷稻草蓆並以鈎釘固定。

(e)根據水土保持手冊植生方法篇，直播法適用於以下情況：

(1)坡度緩於土壤安息角之填方坡面。

(2)經加鋪客土，坡度緩於 35° 之挖方坡面。

(3)配合栽植法之種子撒播。

(4)生育地條件較佳之一般坡面。

(f)根據水土保持手冊植生方法篇，植生帶法適用於以下情況：

(1)適用於坡度緩於 45°、土壤硬度小於 25mm(山中式硬度計測值)之一般土壤邊坡均適用。

(2)一般使用草類種子。

(三)防止土石移至下游河道，影響河道排洪效果，甚或形成土石流等災害，已形成坑溝者及坡腳之穩定，建議採用系列節制壩作連續穩定。

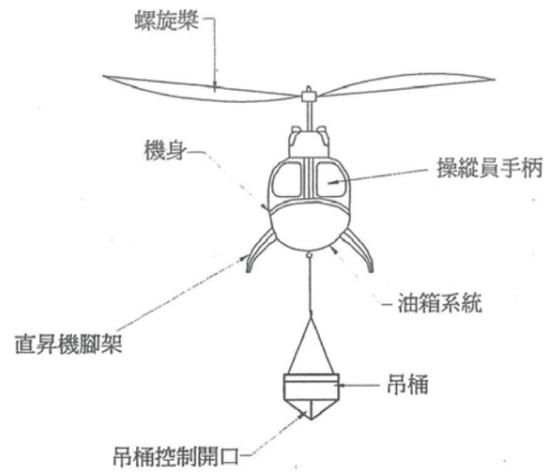
本計畫集水區崩塌地處理對策如表 6-1 所示，崩塌地處理工法詳如圖 6-3 所示。

表6-4崩塌地處理對策表

項次	編號	村里	子集水區	X_TWD67	Y_TWD67	坡度(度)	高程(m)	土地類別	面積	直接保全對象	危險等級	處理等級	整治對策	優先順序	管轄單位
1	嘉義縣0465	中和村	石卓L2	216136	2596575	41	908	林班地	0.900	農路箱涵	C	暫不處理	坡面下方已有新建防砂壩		林務局
2	嘉義縣0466	中和村	石卓L2	217936	2596985	29	1,245	林班地	0.060	無	D	暫不處理	-		林務局
3	嘉義縣0470	中和村	石卓L1	217166	2598070	47	1,020	林班地	0.720	橋梁	A	需處理	種子直播配合坡面排水(550m)及節制壩3座	2	林務局
4	嘉義縣0471	中和村	石卓L1	217576	2598525	42	1,117	林班地	0.994	無	C	暫不處理	-		林務局
5	嘉義縣0472	中和村	石卓L1	217756	2598425	60	1,214	林班地	0.605	無	D	暫不處理	-		林務局
6	嘉義縣0473	中和村	石卓L1	217451	2598585	40	1,105	林班地	0.444	無	C	暫不處理	-		林務局
7	嘉義縣0476	中和村	石卓L1	217866	2599265	27	1,190	林班地	0.310	農田	C	暫緩處理	打樁編柵配合排水(200m)及種子直播	4	林務局
8	嘉義縣0477	中和村	石卓L1	218031	2599345	51	1,238	林班地	0.080	農田	C	暫緩處理	-		林務局
9	嘉義縣0478	中和村	石卓L1	217971	2599360	33	1,230	林班地	0.600	農田	C	暫緩處理	打樁編柵配合排水(250m)及種子直播	4	林務局
10	嘉義縣0479	中和村	石卓L1	218031	2599445	29	1,235	林班地	0.080	無	C	暫不處理	-		林務局
11	嘉義縣0480	中和村	石卓L1	217866	2599480	47	1,297	林班地	0.140	無	C	暫不處理	-		林務局
12	嘉義縣0481	光華村	石卓L4	214996	2594880	41	972	林班地	4.034	無	C	暫不處理	-		林務局
13	嘉義縣0482	光華村	石卓L4	214646	2595150	43	741	林班地	0.080	無	D	暫不處理	-		林務局
14	嘉義縣0483	光華村	石卓L4	214581	2595135	39	808	林班地	0.910	無	D	暫不處理	-		林務局
15	嘉義縣0484	光華村	驛馬溪	214101	2595850	32	579	山坡地	0.190	農田	B	需處理	打樁編柵配合排水(230m)及種子直播	2	水保局
16	嘉義縣0485	光華村	石卓L6	213386	2595915	37	628	林班地	0.630	無	C	暫不處理	-		林務局
17	嘉義縣	光華	石卓L6	213211	259572	42	845	林班地	5.560	無	C	暫不處理	-		林務局

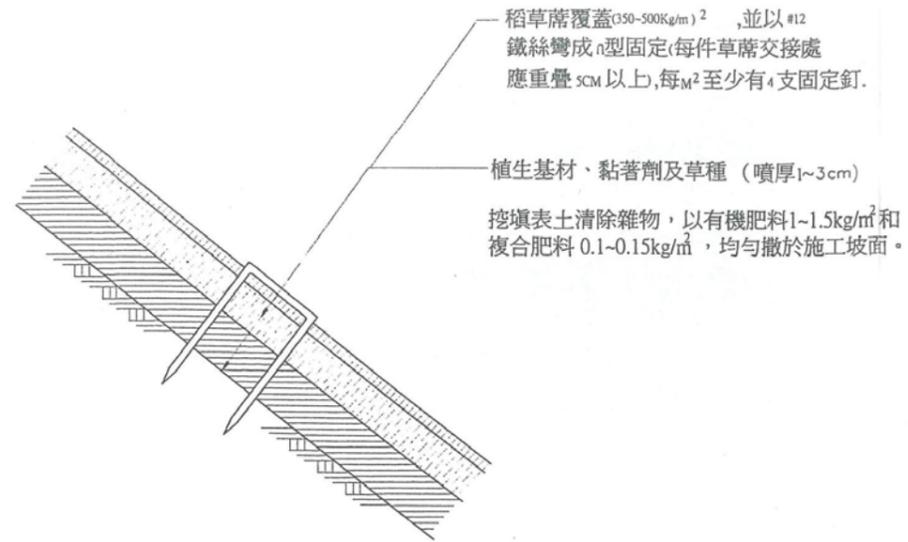
	0486	村			0												
18	嘉義縣 0487	光華 村	DF024	213451	259661 5	37	670	山坡地	0.800	無	D	坡面已處理	-				水保局
19	嘉義縣 0488	光華 村	DF023	214311	259787 5	28	849	林班地	0.080	無	D	暫不處理	-				林務局
20	嘉義縣 0489	光華 村	DF023	214311	259791 0	38	849	林班地	0.100	無	D	暫不處理	-				林務局
21	嘉義縣 0490	光華 村	DF023	215496	259854 0	45	1,182	林班地	0.160	無	C	暫不處理	-				林務局
22	嘉義縣 0491	光華 村	DF023	215566	259855 5	44	1,213	林班地	0.500	無	C	暫不處理	-				林務局
23	嘉義縣 0492	光華 村	DF018	212706	259841 0	47	1,272	山坡地	32.29 6	橋梁	B	需處理	節制壩 8 座	2			水保局
24	嘉義縣 0494	光華 村	DF018	212636	259886 5	56	1,341	林班地	0.420	無	D	暫不處理	-				林務局
25	嘉義縣 0495	光華 村	DF019	212776	259895 5	49	1,312	林班地	1.379	無	D	暫不處理	-				林務局
26	嘉義縣 0496	光華 村	DF023	215326	259958 5	40	1,083	林班地	1.266	無	C	暫不處理	-				林務局
27	嘉義縣 0497	光華 村	DF023	215326	259958 5	40	1,083	林班地	0.014	無	C	暫不處理	-				林務局
28	嘉義縣 0498	光華 村	DF023	216541	259994 5	50	1,487	林班地	0.150	無	D	暫不處理	-				林務局
29	嘉義縣 0499	光華 村	DF023	215881	260012 0	53	1,284	林班地	0.330	路基	C	暫緩處理	航空噴植	5			林務局
30	嘉義縣 0630	大湖 村	DF018	212706	259841 0	47	1,272	山坡地	0.199	無	C	暫不處理	-				水保局
31	嘉義縣 0631	大湖 村	DF018	212706	259841 0	47	1,272	山坡地	0.019	無	C	暫不處理	-				水保局
32	嘉義縣 0633	大湖 村	DF018	212706	259841 0	47	1,272	山坡地	0.003	無	D	暫不處理	-				水保局
33	嘉義縣 0650	公田 村	驛馬溪	213021	259564 0	45	720	林班地	0.718	無	C	暫不處理	-				林務局
34	嘉義縣 0651	公田 村	驛馬溪	212606	259602 5	43	685	林班地	1.460	無	D	暫不處理	-				林務局
35	嘉義縣 0652	公田 村	驛馬溪	212526	259612 5	46	611	林班地	0.160	無	D	暫不處理	-				林務局

36	嘉 2009-01	光華村	DF019	213229	2598890	42	1,011	林班地	0.340	無	D	暫不處理	-		林務局
37	嘉 2009-02	仁壽村	DF020	213508	2599511	44	1,004	林班地	1.240	無	D	暫不處理	-		林務局
38	嘉 2009-03	仁壽村	DF023	215118	2599963	33	1,233	林班地	0.182	農田	D	暫緩處理	航空噴植	5	林務局
39	嘉 2009-04	仁壽村	DF023	215394	2599877	41	1,063	林班地	0.214	無	D	暫不處理	-		林務局
40	嘉 2009-05	仁壽村	DF023	215591	2600296	36	1,121	林班地	0.848	無	D	暫不處理	-		林務局
41	嘉 2009-06	仁壽村	DF023	215710	2600123	35	1,165	林班地	2.812	路基	C	暫緩處理	航空噴植	4	林務局
42	嘉 2009-07	光華村	茄苳溪	213362	2597951	35	741	林班地	0.400	無	D	暫不處理	-		林務局
43	嘉 2009-08	光華村	石卓 L4	214563	2594713	41	907	林班地	1.120	無	C	暫不處理	-		林務局
44	嘉 2009-09	公田村	驛馬溪	212791	2596040	30	520	林班地	0.260	無	D	暫不處理	-		林務局
45	嘉 2009-10	公田村	驛馬溪	212913	2596068	31	551	林班地	0.850	無	D	暫不處理	-		林務局
46	嘉 2009-11	光華村	驛馬溪	216085	2597376	45	829	山坡地	2.020	民宅、農田	A	需處理	坡面排水(1200m)配合坡腳護岸長 350m	2	水保局
47	嘉 2009-12	光華村	驛馬溪	216478	2597377	45	885	林班地	1.218	路基	B	需處理	邊坡擋土牆 80m 配合排水(700m)及種子直播	2	林務局
48	嘉 2009-13	光華村	DF026	217964	2598705	28	778	林班地	0.150	民宅	B	需處理	打樁編柵配合排水(160m)及種子直播	2	林務局
49	嘉 2009-14	光華村	驛馬溪	216226	2596995	48	888	林班地	2.220	路基、農田	B	需處理	坡面排水(1200m)配合節制壩 4 座	2	林務局
50	嘉 2009-15	光華村	驛馬溪	216147	2596169	40	856	林班地	1.193	無	D	暫不處理	-		林務局
51	嘉 2009-16	光華村	驛馬溪	214415	2595868	44	590	林班地	0.160	農田	B	需處理	打樁編柵配合排水(230m)及種子直播	2	林務局
52	嘉 2009-17	光華村	茄苳仔 L2	213602	2597169	32.5	585	山坡地	1.010	路基	B	需處理	打樁編柵配合排水(490m)及種子直播	2	水保局
53	嘉 2009-18	光華村	茄苳溪	214085	2596610	35	550	山坡地	1.720	路基	B	需處理	打樁編柵配合排水(600m)及種子直播	2	水保局



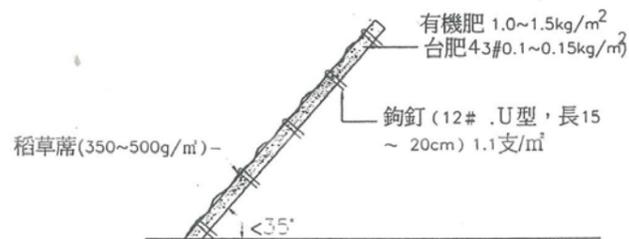
懸吊式機具裝置示意圖

N.T.S.



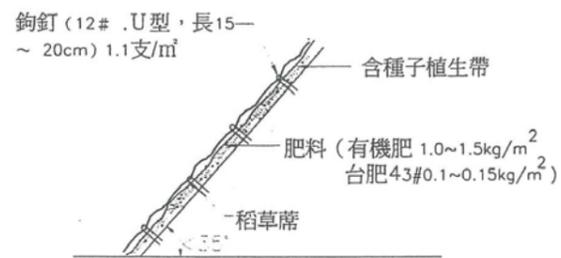
坡面薄層噴植法剖面示意圖

N.T.S.

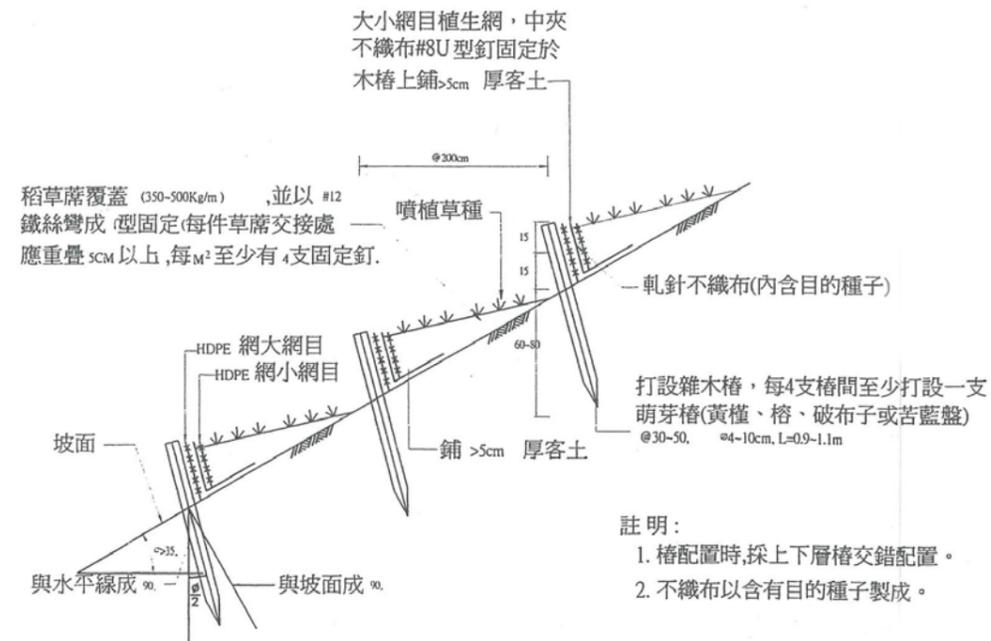


直播法+稻草蓆

N.T.S.



不織布植生帶法



打樁編柵工法詳圖

註明:

1. 樁配置時,採上下層樁交錯配置。
2. 不織布以含有目的種子製成。

圖6-3 崩塌地處理工法

6.3.2 土石流及野溪治理對策

面對土石流災害的問題時，應先探討居民的居住模式是否合理，若不合理應先考慮改變居民知居住習慣，加強與民眾溝通，擬定遷移對策，以遠離災害潛勢點；其次方考慮各項的工程設施或源頭治理來減輕災害的規模，減低土石流災害發生的機會。

本節依據 3.1 節現況調查內容，配合 4.3.2 節之潛勢分析、5.1 節問題與水土保持需求性分析，訂定治理對策。本計畫區內具有土石流發生潛勢或河道沖淤問題嚴重、且容易影響聚落安全之野溪與河道有 8 處，其治理對策分述如下：

(一) 茄苳仔集水區(茄苳溪)

(1) 嘉縣 DF019 (0K+000)

嘉縣 DF019 (0K+000)處經過培英橋與茄苳溪主流匯流處護岸有嚴重淘刷崩落情形，連帶造成溪流旁道路下邊坡有崩塌情形。由於對道路通行造成影響。此處已規劃納入中期處理工程，規劃內容：右岸既有損壞護岸修復 50m；左岸新建護岸 200m；防砂壩兩座間距 30m。

(2) 茄苳溪(1K+750~1K+950)

由於上游多條溪流之下移土砂匯集，加上培英橋處護岸崩落，使得茄苳溪(1K+750~1K+950)段於培英橋與茄苳仔橋之間土砂淤積較嚴重，除與前述上游 A012 匯流處需修復護岸之外亦有清淤的必要性。此處納入中期處理工程，規劃清淤河道 100m。

(二) 石卓集水區(驛馬溪)

(1) 嘉縣 DF026(1K+400~1K+600)

嘉縣 DF026(1K+400~1K+600)段溪流邊坡不穩定，由於地勢陡峻，導致流速過快侵蝕兩岸邊坡，崩落土石堆積溪床。由於

可能影響聚落安全，且依據 4.3.2 節之土石流潛勢分析結果具有高土石流危險潛勢。此處已規劃納入近期處理工程，規劃工程：新建護岸 230m；跌水工 3 座；固床工 7 座；既有護岸基礎補強一式 20m。

(2) 石卓 L1(0K+750)

石卓野溪 L1 溪流兩岸崩塌地甚多，於石卓 L1(1K+700) 處以及石卓 L1(2K+650) 處共有六處崩塌地，經調查在影響範圍內皆無保全對象，但崩塌土砂於溪床堆積，可能影響石卓 L1(0K+750) 處墘仔寮橋之安全。此處納入長期處理工程，規劃清淤河道 100m。

(3) 驛馬溪(4K+850~5K+150)

驛馬溪主流(4K+850~5K+150)段於仁世橋上游處，由於右岸(凹岸)處未設護岸，溪流切割坡腳導致邊坡崩塌，影響上方柑仔宅聚落之安全，建議將左岸(凸岸)之淤積土石回填右岸(凹岸)，並於右岸下方施作護岸約 200m 以求恢復穩定。此處已納入中期處理工程，規劃工程：護岸 200m；左岸土石清淤 100m；坡頂排水 200m。

(4) 驛馬溪(4K+150~4K+350)

驛馬溪主流(4K+150~4K+350)段於仁世橋下游處，溪床由於坡降減緩且土石淤積嚴重，造成整體溪床抬高，流路不穩定。此處已有縣府規劃左岸護岸 200 公尺、固床工一座之既有工程。為求溪流整治的完整性，建議延續既有工程加以延伸。此處已納入近期處理工程，規劃工程：固床工 4 座；護岸 400m。

(5) 石卓 R1(0K+450~0K+650)

在下游支流部分，石卓野溪 R1(0K+450~0K+650)段邊坡崩塌土石堆積溪床，由於溪流靠近保全對象(柑仔宅尾聚落)，且依據 4.3.2 節之土石流潛勢分析結果具有高土石流危險潛勢，

建議清淤整治，以保護聚落安全。此處已納入近期處理工程，規劃工程：護岸 200m；跌水工 3 座；固床工 7 座；基礎補強一式 2.5m。

(6) 石卓 L5(0K+450)

石卓野溪 L5(0K+950)處有土石下移的狀況，林務局已進行規劃興建防砂壩，石卓 L5(0K+450)處由於下移土石阻塞造成通洪能力不足，影響保全對象(光華村第 7 鄰)之安全，建議清淤並對既有護岸實施基礎補強。此處已納入長期處理工程，規劃工程：既有護岸基礎補強 60m；清淤 80m。

表6-5溪流治理對策表

編號	工程名稱	工程項目	所在里程	工程位置(TWD67)		工程內容
				X	Y	
1	柑仔宅尾橋上游整治工程	野溪治理- 整流工程	嘉縣 DF026 (1K+400~1K+600)	214338	2595996	1. 護岸 220m 2. 跌水工 3 座 3. 固床工 5 座 4. 基礎補強一式
2	溪坪野溪整治工程	野溪治理- 整流工程	石卓 R1(0K+450~0K+650)	217049	2599179	1. 護岸 150m 2. 跌水工 5 座 3. 固床工 2 座 4. 基礎補強一式
3	仁世橋上下游整治工程	野溪治理- 整流工程	驛馬溪 (4K+150~4K+350)	215892	2596703	1. 固床工 2 座 2. 護岸 280m 3. 護坦 1 座 4. 副壩 1 座 5. 河道整理一式
4	光華村第 7 鄰野溪整治工程	野溪治理- 整流工程	石卓 L5(0K+450)	213817	2595357	1. 基礎補強一式 60m 2. 河道整理一式
5	茄苳溪上游整治工程	野溪治理- 防砂工程	茄苳溪(1K+750)	213715	2597808	1. 護岸 200m 2. 潛壩 2 座
6	仁世橋上游整治工程	野溪治理- 防砂工程	驛馬溪 (4K+850~5K+150)	216103	2597339	1. 護岸 200m 2. 河道整理一式
7	墘仔寮橋上游整治工程	野溪治理- 防砂工程	石卓 L1(0K+750~0K+850)	217079	2598086	1. 河道整理一式 2. 溪岸崩塌坡腳節制壩 1 座

6.3.3 道路水土保持治理對策

道路水土保持問題通常是伴隨崩塌地、野溪、土石流潛勢溪流問題而來，針對本計畫區內各道路之問題點，提出治理對策如下：

(1) 培英橋旁(農嘉崎 074 線 0K+160)

座標位於(N:2597749, E:214606)之培英橋沿河岸經過，平均路寬 4-5m，橋前半段茄苳溪旁道路下邊坡與護岸損毀掉落至溪床，因影響交通行車安全，建議應配合嘉縣 DF019 (0K+000) 一併治理，以工程保護下邊坡並重新鋪設 AC 路面 50m。(中期)

(2) 縣道 159 甲線(31K+250)

座標位於(N:2596607, E:214272)道路坡降過陡且裸露缺乏植生保護，建議下邊坡掛網植生 0.3ha。(後期)

(3) 縣道 159 甲線(40K+900)

座標位於(N:2597202, E:217602)道路上邊坡大面積崩塌，土石可能持續崩落，建議配合崩塌地 970621-12 治理，邊坡設置擋土牆 10m。(後期)

(4) 縣道 159 甲線(42K+200)

座標位於(N:2597008, E:216715)道路下邊坡遭崩塌阻斷，路基崩坍長 25 公尺深 15 公尺，建議予以治理，邊坡設置擋土牆 10m。(後期)

(5) 縣道 159 甲線(43K+970)

座標位於(N:2597018, E:217485)道路旁上坡面仍不穩定，可能危及交通，建議上邊坡設擋土牆約 10m 保護路面。(後期)

(6) 縣道 169 線(17K+710)

座標位於(N:2598579, E:219257)道路排水不良造成下邊坡崩塌，導致路面損壞，下邊坡基腳流失，建議修補路基，重新鋪設 AC 路面 10m。(後期)

表6-6道路水土保持對策表

項次	所在道路里程	子集水區	土地類別	水土保持需要性	整治對策
1	農嘉崎074線0K+160	茄苳溪	山坡地	高	1. AC路面鋪設50m
2	縣道159甲線(31K+250)	茄苳溪	山坡地	中	1. 打樁編柵配合排水(100m)及種子直播
3	縣道159甲線(40K+900)	驛馬溪	林班地	中	1. 打樁編柵配合排水(100m)及種子直播 2. 邊坡擋土牆20m
4	縣道159甲線(42K+200)	石卓L2	林班地	高	1. 路基修補 2. AC路面30m。
5	縣道159甲線(43K+970)	石卓L2	林班地	中	1. 邊坡擋土牆20m
6	縣道169線(17K+710)	石卓L1	林班地	高	1. 路基修補 2. AC路面25m 3. 邊坡擋土橋25m

6.3.4 坡地水土保持

山坡地依照坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度及母岩性質，可將山坡土地可利用限度分為宜農牧地、宜林地及加強保育地三類。其中宜農牧地為坡度55%以下之山坡地，可提供農牧使用；宜林地為坡度在55%以上之山坡地，不可從事農牧使用，應維持自然林或進行造林，以維護地表植生覆蓋；加強保育地則指土壤沖蝕嚴重、崩塌、地滑或是脆弱母岩裸露之山坡地。

在治理上，加強保育地可歸為崩塌地治理的一部份，應如崩塌地治理原則，評估其可能造成之災程度，再擬定以自然復育方式保育或以崩塌地治理工法治理。宜林地應以相關法規加強管理與管制，以避免坡地超限利用造成坡地災害。

宜農牧地則為規劃重點，需針對具土石災害潛勢或徵兆之區域進行治理，治理之目的在於穩定坡地狀況，避免崩塌、地滑等土沙災害之發生。一般而言，其治理措施多以加強坡地排水為主，另可搭配植生、擋土牆、護坡等措施。

6.4 預算概估

本計畫集水區整體治理規劃合計 26 處，依照營建物價經費對本計畫之工程預算進行初步估算，各治理工程位置如圖 6-2 所示，本計畫集水區應辦理治理之總經費約為 157,789 仟元。圖 6-4 到圖 6-8 為近期與中期治理工程之設計示意圖。

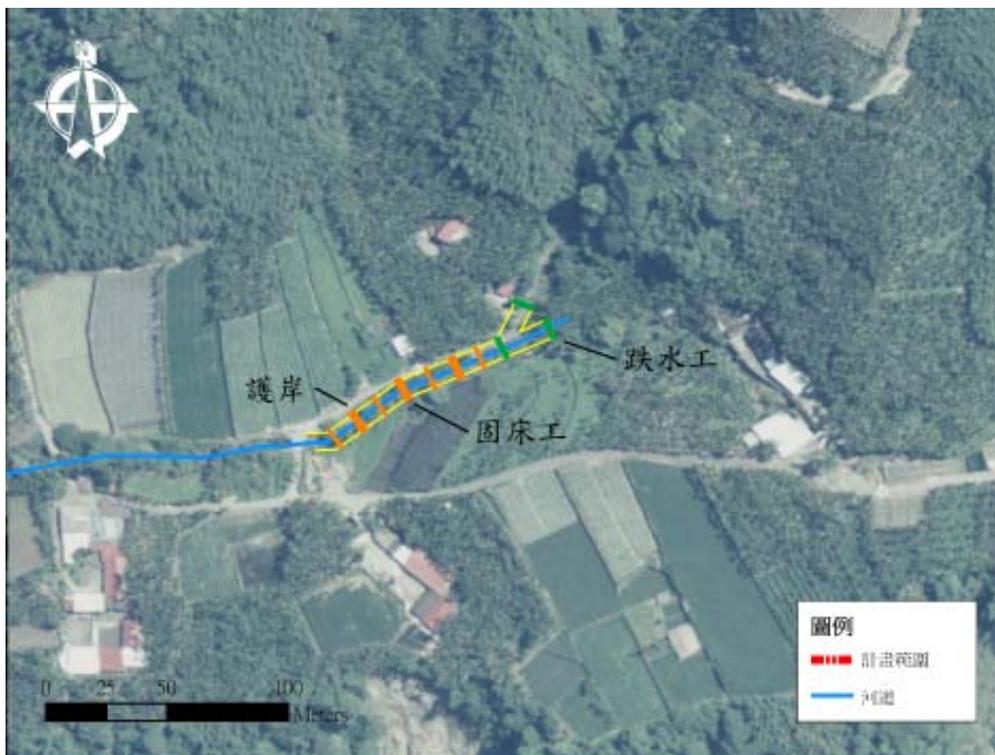


圖6-4 柑仔宅尾橋上游整治工程示意圖

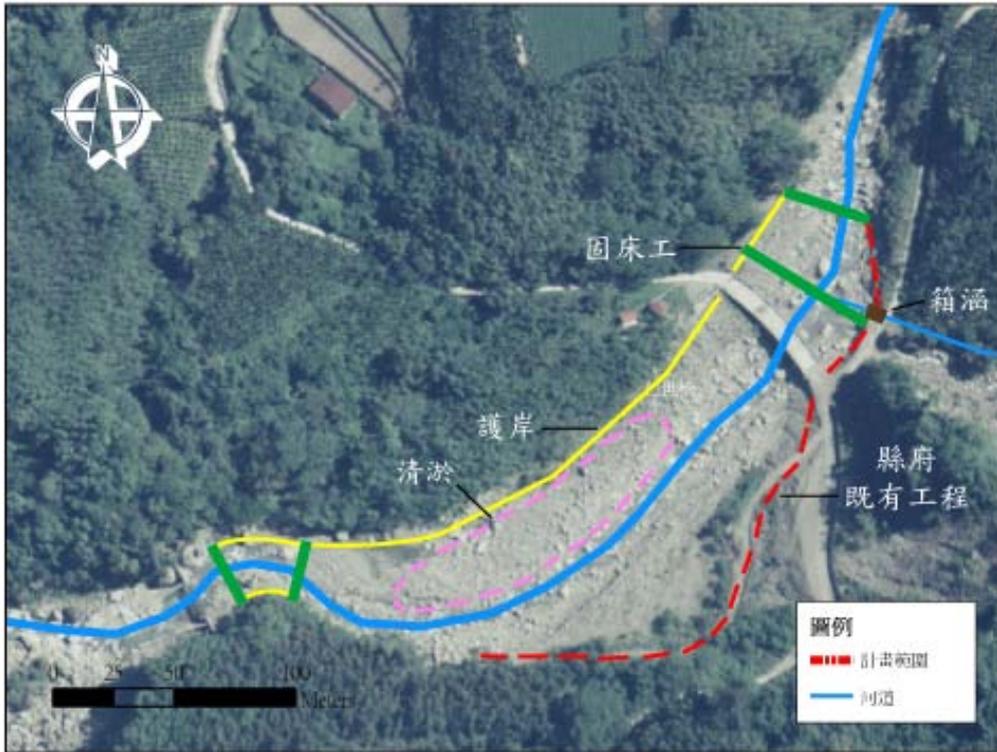


圖6-5 仁世橋上下游整治工程示意圖



圖6-6 溪坪野溪整治二期工程示意圖

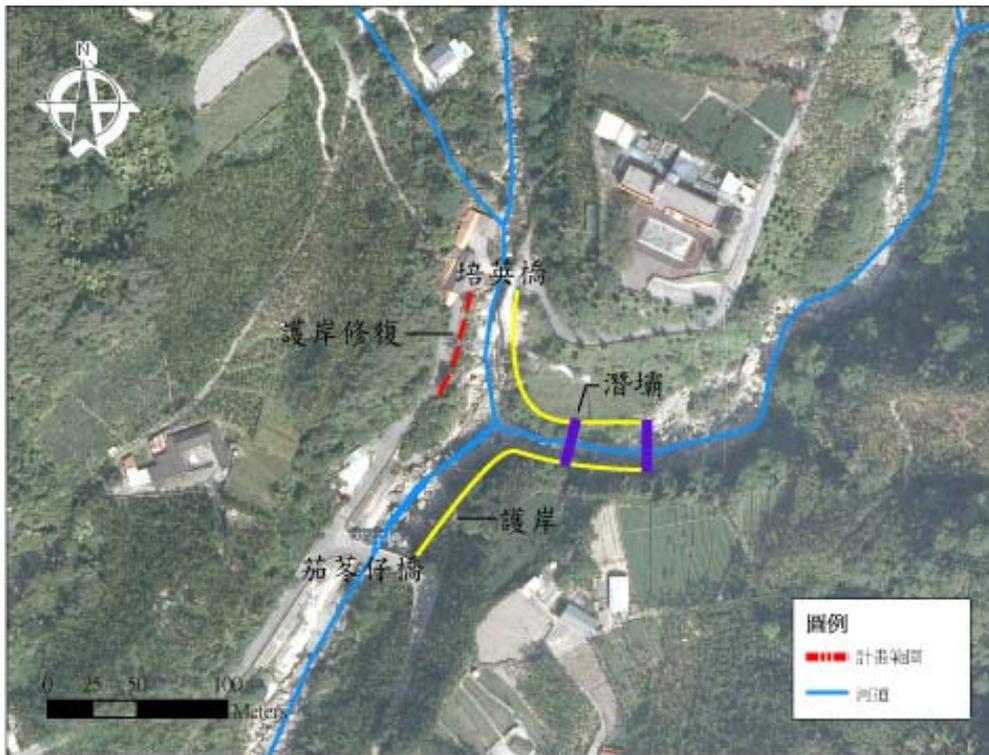


圖6-7 茄苳溪上游整治工程示意圖



圖6-8 仁世橋上游治山防洪工程示意圖

6.5 易淹水潛勢及土砂災害潛勢部落防災地圖繪製與部落安全計畫研擬

6.5.1 易淹水潛勢及土砂災害潛勢部落防災地圖

有鑑於坡地災害之形成、運動及規模變化難以掌握，為避免土石流災賴對人民造成生命財產損失，在工程防治措施之外，應輔以非工程措施，如設置土石流觀測系統，以求有效掌握土石流動態，同時針對受災村落規畫避難地點及緊急疏散路線，期望土石流危險區內之當地居民能瞭解土石流災害形成原因及危險區域後能降低土石流災害之威脅。

當風災豪大雨之預測雨量超過警戒值（水保局公布當地警戒基準值：450mm）時，地方政府依程序發佈黃色警戒並進行疏散避難勸告，當實際累積雨量超過警戒值時，則發佈紅色警戒並進行強制疏散，依照現有水土保持局與竹崎鄉公所規劃之土石流災害疏散路線及避難處所，避難地點為光華村培英國小閒置校區（目前已改為竹崎鄉公所緊急避難處所），可容納 160 人，以及光華社區活動中心，可容納 50 人，水土保持局過往製作防災地圖如圖 6-9~圖 6-12，本計畫新繪製之防災地圖如圖 6-13 所示。

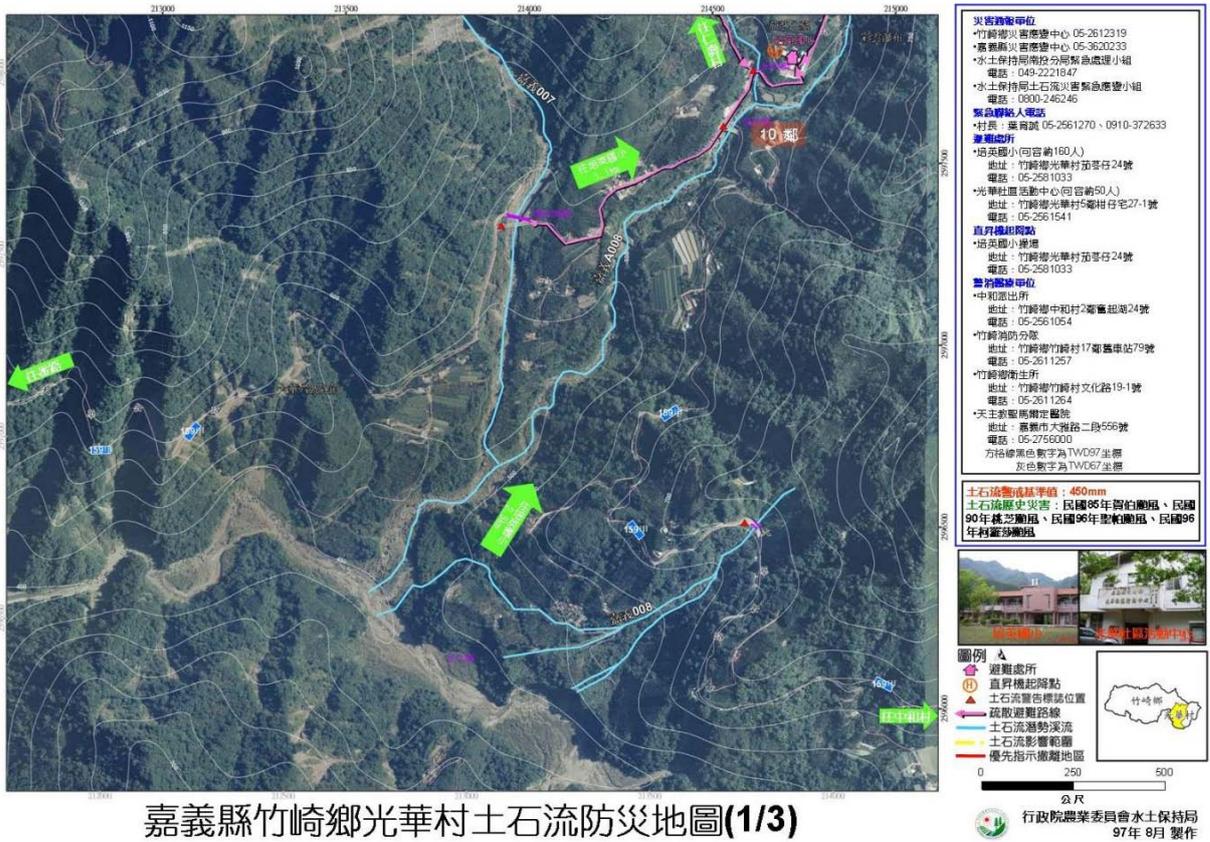
6.5.2 部落安全計畫研擬

當有緊急疏散之必要時，應由村長聯絡各區通報人，再由各區通報人聯絡各區居民，並提供必要之協助，同時村長應與鄰近之警消醫療單位聯繫，告知所需之補給、醫療等支援，並提報當地災害現況予災害通報單位，以利緊急搶修與後續整治工作之執行，其中當聯外道路中斷時，緊急物資運送之直昇機停機坪位置為培英國小操場及光華社區活動中心廣場。

嘉義縣竹崎鄉光華村土石流防災疏散避難圖

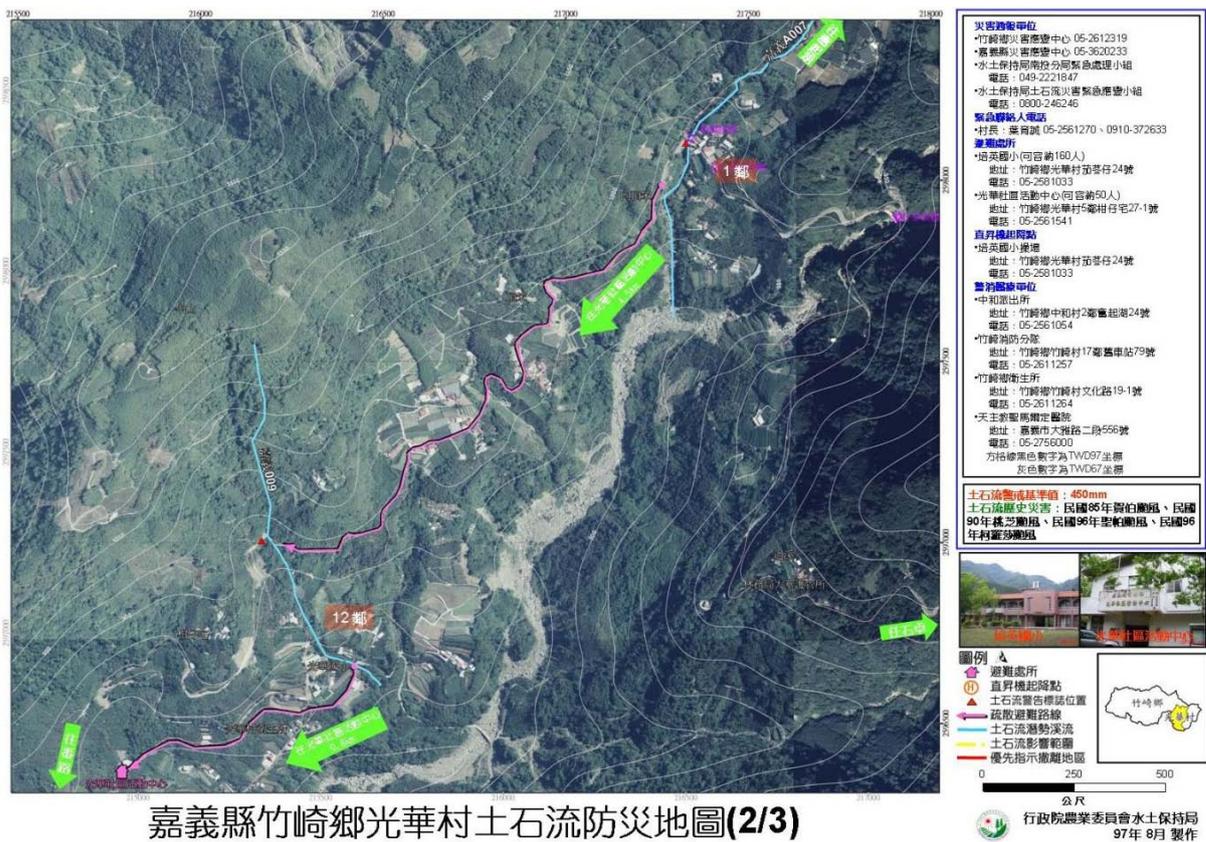


圖 6-9 92 年水保局光華村避難路線圖



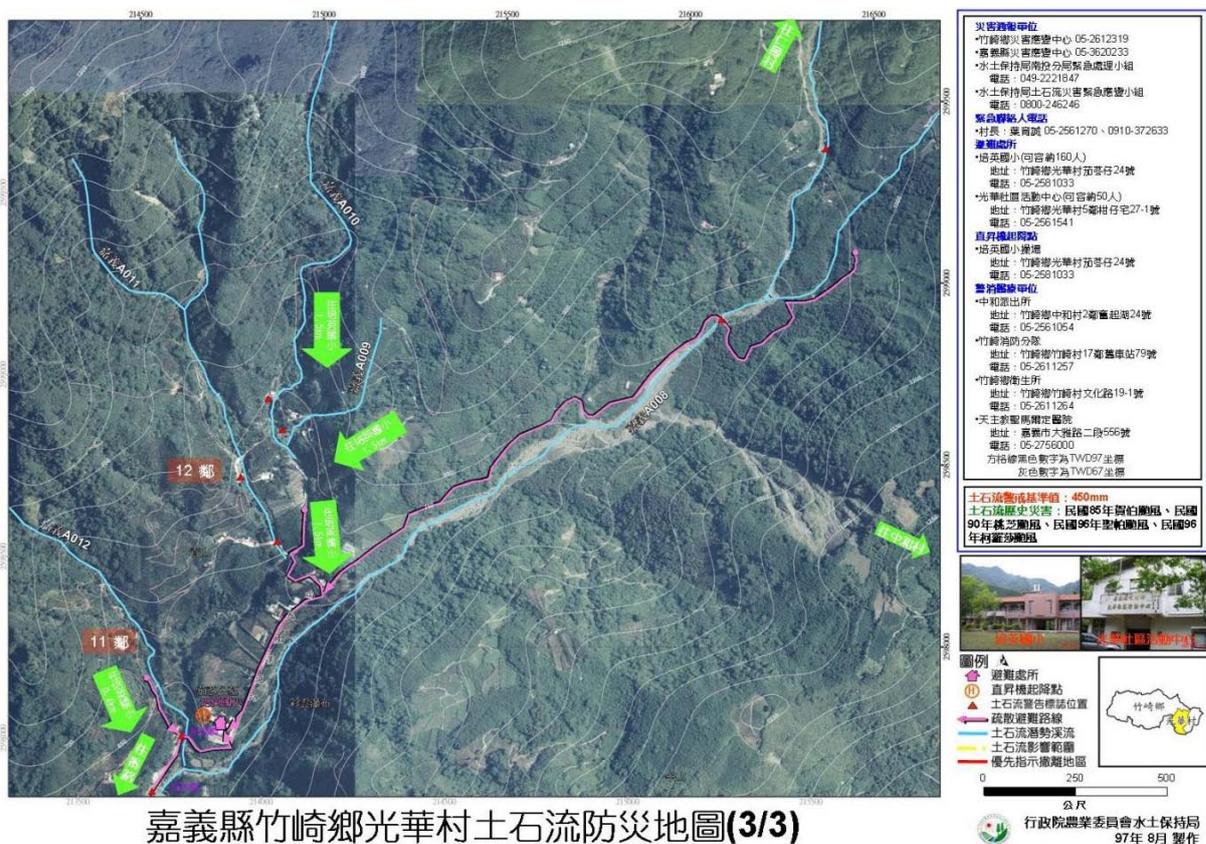
嘉義縣竹崎鄉光華村土石流防災地圖(1/3)

圖 6-10 97 年水保局光華防災圖



嘉義縣竹崎鄉光華村土石流防災地圖(2/3)

圖 6-11 97 年水保局光華防災圖



嘉義縣竹崎鄉光華村土石流防災地圖(3/3)

圖 6-12 97 年水保局光華防災圖

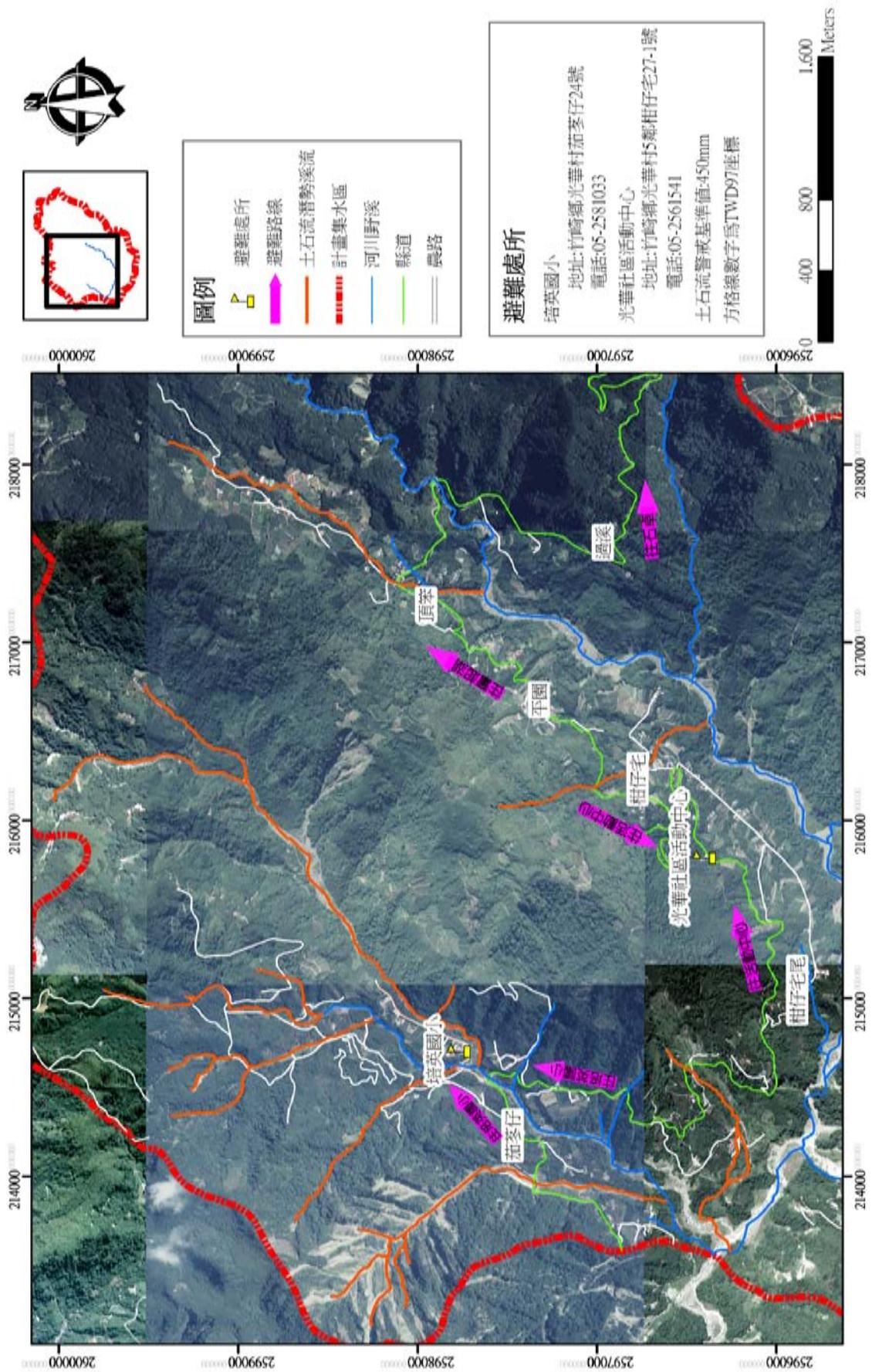


圖 6-13 防災避難方向指示圖

6.6 規劃區數位影像資料庫建置及維護

為協助使用者快速取得所需資訊，並方便使用者查詢及管理，在此將本計畫集水區資料庫查詢範圍分為各子集水區，再依基本資訊或治理對策施作之管理單位進行細項查詢。預計資料庫建置基本架構如 014 所示。

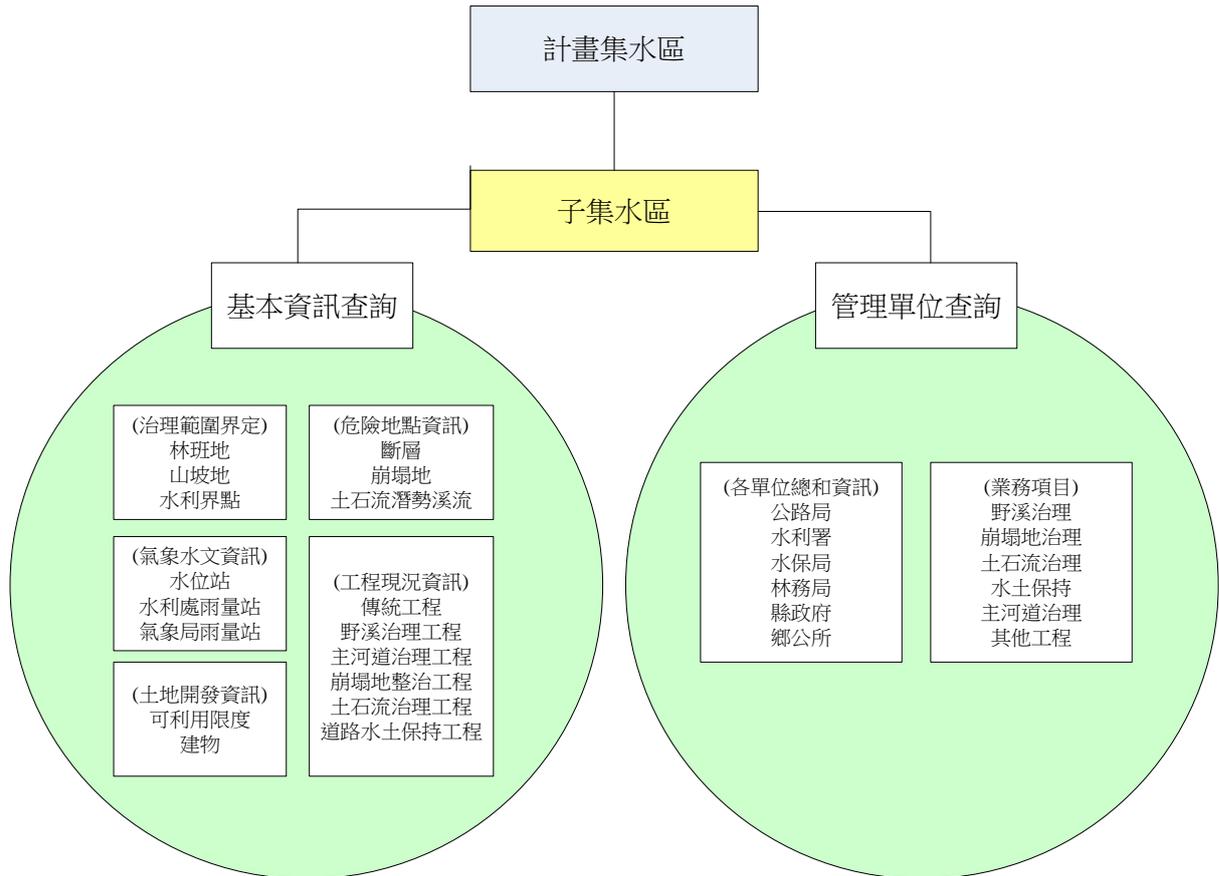
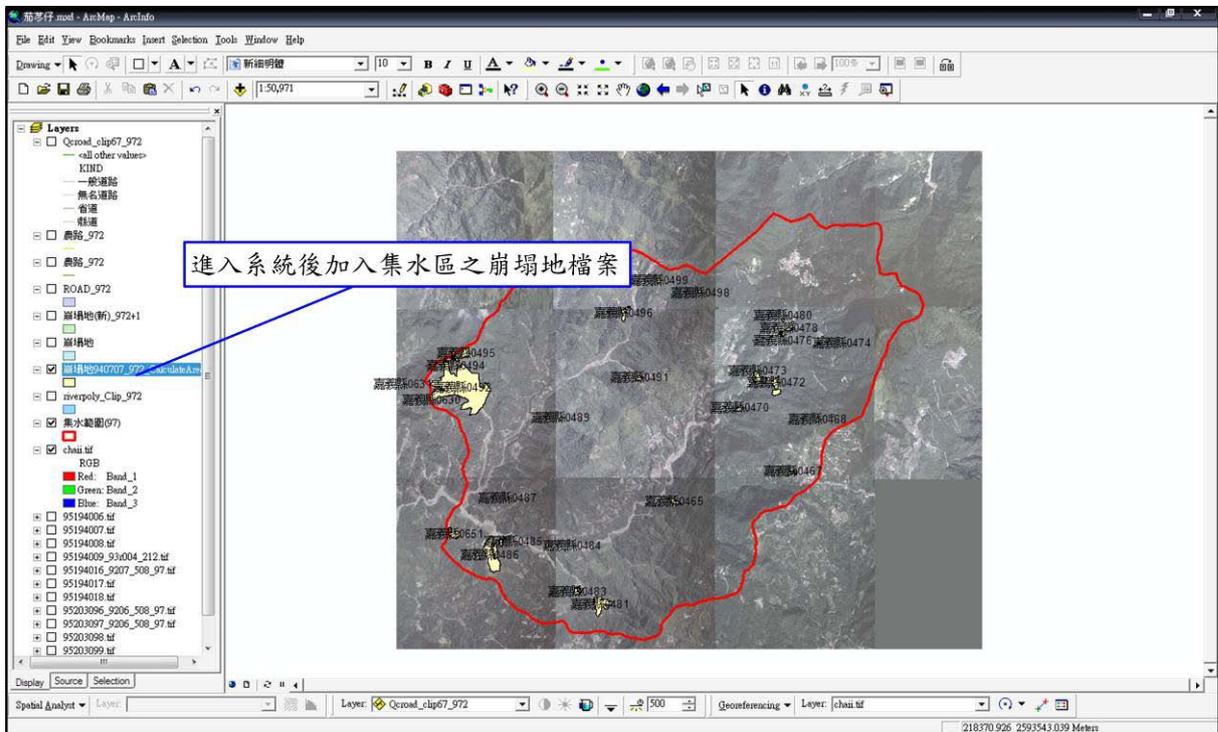


圖 6-14 集水區數位影像資料庫基本架構圖

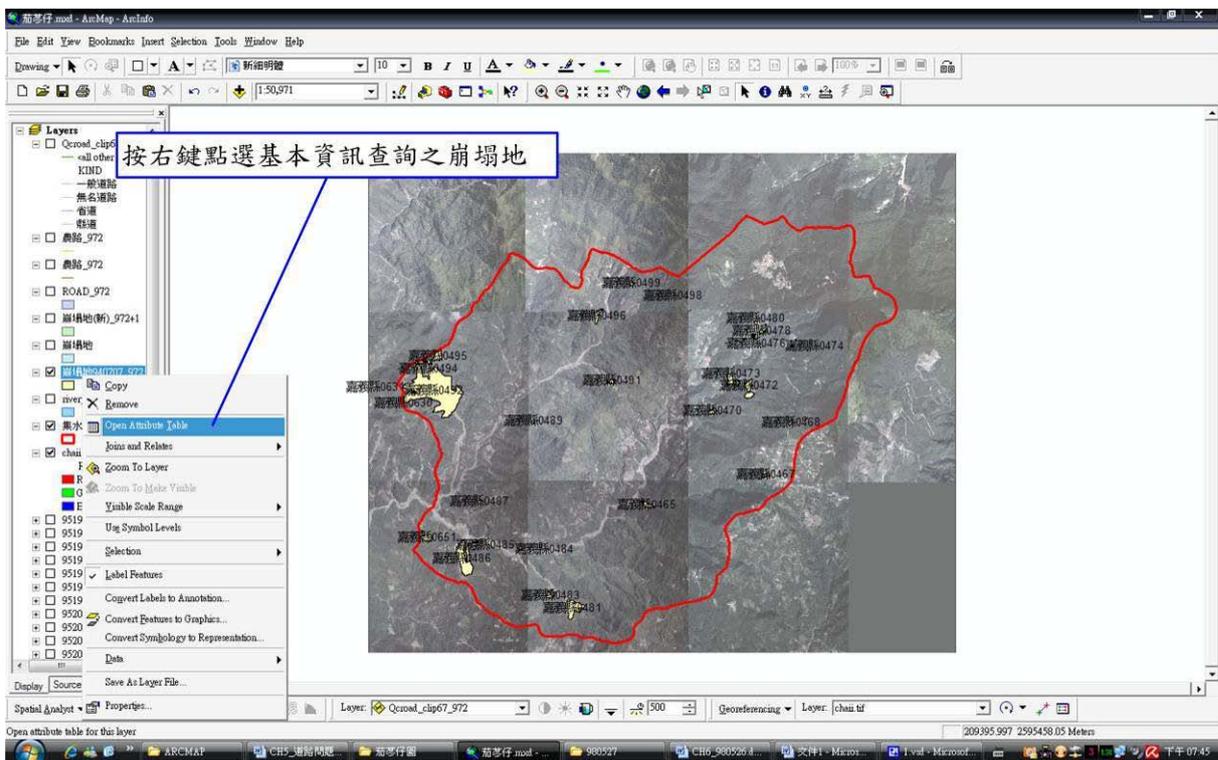
6.6.1 資料庫內容說明

以下以查詢計畫區 97 年調查崩塌地及新增崩塌地作為操作示範說明。

1. 開啟 ArcMap，之後點選崩塌地圖層，崩塌地位置及名稱顯示於圖中。



2. 在崩塌地圖層按右鍵點選 Open Attribute Table。



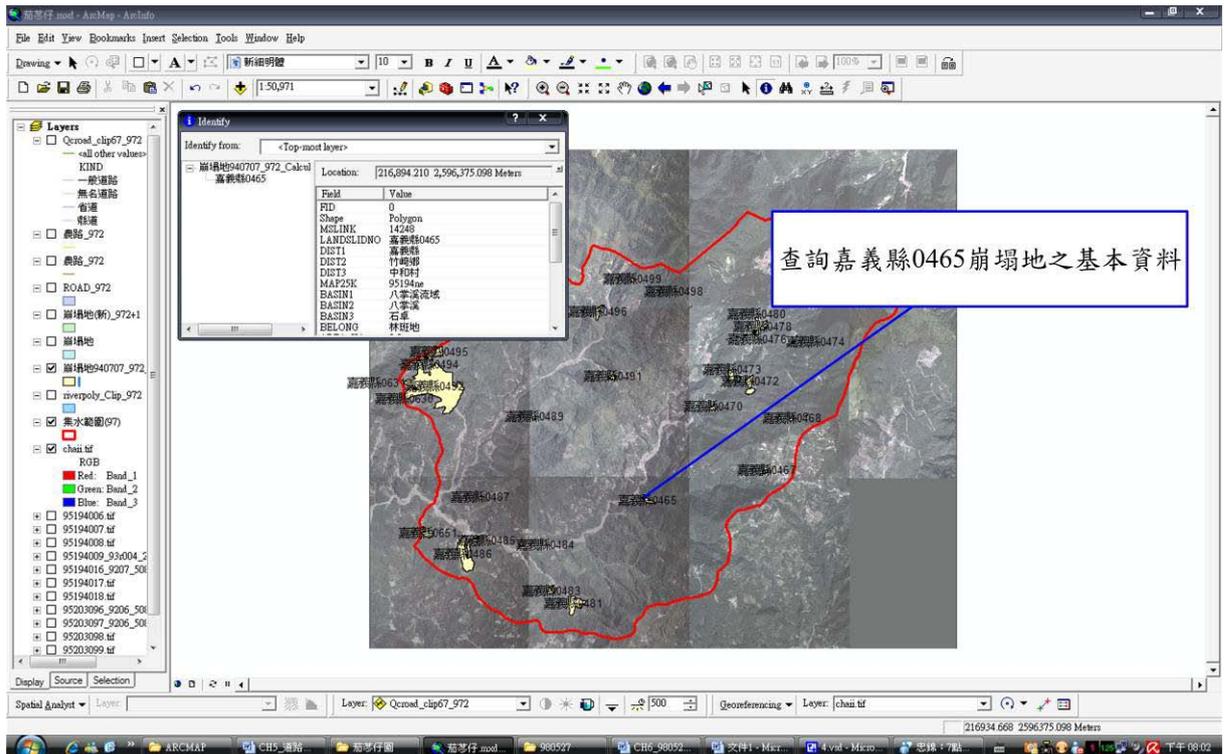
3. 取得計畫區崩塌地屬性及基本資料。

PID	Shape *	MSLXNK	LANDSLIDNO	DIS1	DIS2	DIS3	MAP25K	BSIN1	BSIN2	BSIN3	BELONG	AREA_HA	LOCATE_N	LOCATE_E	ELEVATION	GRADIENT	RISK	VARIA
1	Polygon	14246	嘉義縣0465	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.9	2596575	25136	903	41	C	
2	Polygon	14250	嘉義縣0467	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.06	2596985	217995	1297	29	D	
3	Polygon	14251	嘉義縣0468	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.58	2597040	218021	1738	26	D	
4	Polygon	14252	嘉義縣0469	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.31	2597885	218421	462	22	B	
5	Polygon	14253	嘉義縣0470	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.29	2597950	218646	1520	31	B	
6	Polygon	14254	嘉義縣0471	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.72	2598070	21766	1030	47	A	
7	Polygon	14255	嘉義縣0472	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.46	2598525	217575	1117	42	C	
8	Polygon	14256	嘉義縣0473	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	2.51	2598425	217756	1214	39	D	
9	Polygon	14257	嘉義縣0474	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	1.35	2598585	217451	1105	40	C	
10	Polygon	14258	嘉義縣0475	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.08	2599115	218441	1331	14	A	
11	Polygon	14259	嘉義縣0476	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.06	2599210	213501	1344	20	A	
12	Polygon	14260	嘉義縣0477	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.31	2599265	217865	1190	27	C	
13	Polygon	14261	嘉義縣0478	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.08	2599345	218034	1288	51	C	
14	Polygon	14262	嘉義縣0479	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.6	2599360	213771	1290	33	C	
15	Polygon	14263	嘉義縣0480	嘉義縣	竹崎鄉	中和村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.08	2599445	218031	1255	29	C	
16	Polygon	14264	嘉義縣0481	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.14	2599480	217865	1297	47	C	
17	Polygon	14265	嘉義縣0482	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	4.45	2594880	214996	972	41	C	
18	Polygon	14266	嘉義縣0483	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.08	2595100	214646	741	43	D	
19	Polygon	14267	嘉義縣0484	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.91	2595135	214831	808	39	D	
20	Polygon	14268	嘉義縣0485	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.19	2595580	214101	579	32	B	
21	Polygon	14269	嘉義縣0486	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.63	2595915	213396	628	37	C	
22	Polygon	14270	嘉義縣0487	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	8.36	259720	213211	645	42	C	
23	Polygon	14271	嘉義縣0488	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.2	259661	213451	630	37	D	
24	Polygon	14272	嘉義縣0489	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	0.08	2597375	214811	849	28	D	
25	Polygon	14273	嘉義縣0490	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	0.11	2597510	214811	849	33	D	
26	Polygon	14274	嘉義縣0491	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	0.16	2598540	215496	1152	45	C	
27	Polygon	14275	嘉義縣0492	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	0.5	2598555	215566	1213	44	C	
28	Polygon	14276	嘉義縣0493	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	39.174	2598410	212706	1272	47	C	
29	Polygon	14277	嘉義縣0494	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	0.42	2598665	212636	1341	56	D	
30	Polygon	14278	嘉義縣0495	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	1.61	2598955	212776	1312	49	D	
31	Polygon	14279	嘉義縣0496	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	1.366	2599585	215326	1083	40	C	
32	Polygon	14280	嘉義縣0497	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95203ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	0.014	2599585	215326	1083	40	C	
33	Polygon	14281	嘉義縣0498	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95203ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	0.35	2599945	216541	1487	50	D	
34	Polygon	14282	嘉義縣0499	嘉義縣	竹崎鄉	光華村	95203ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	林埤地	0.31	2600130	215881	1384	53	C	
35	Polygon	14413	嘉義縣0630	嘉義縣	番路鄉	大湖村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	山埤地	1.99	2598410	212706	1272	47	C	
36	Polygon	14414	嘉義縣0631	嘉義縣	番路鄉	大湖村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	山埤地	0.019	2598410	212706	1272	47	C	
37	Polygon	14416	嘉義縣0633	嘉義縣	番路鄉	大湖村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	茄苳仔	山埤地	0.038	2598410	212706	1272	47	C	
38	Polygon	14483	嘉義縣0650	嘉義縣	番路鄉	公田村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.06	2595640	213021	720	43	C	
39	Polygon	14484	嘉義縣0651	嘉義縣	番路鄉	公田村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	1.46	2596025	212066	685	43	D	
40	Polygon	14485	嘉義縣0652	嘉義縣	番路鄉	公田村	95194ae	八掌溪流域	八掌溪	石卓	林埤地	0.16	2596125	212526	611	46	D	

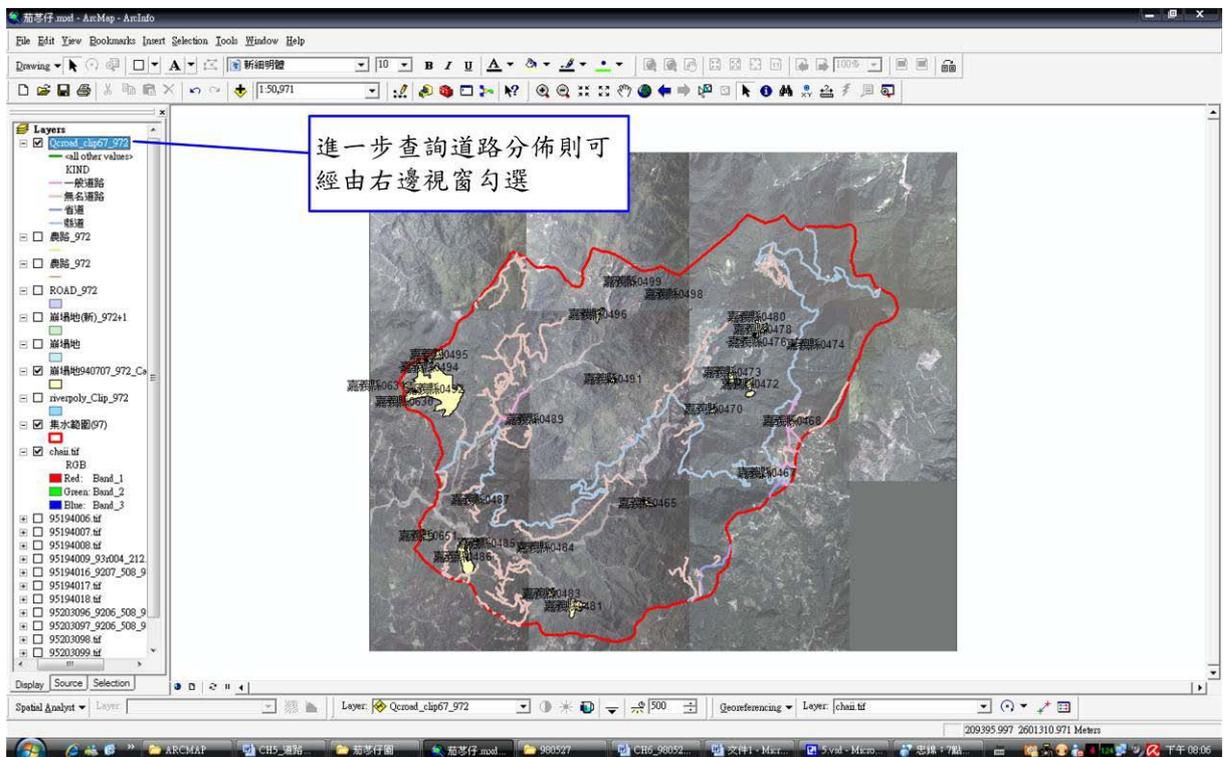
4. 點選上方查詢功能可查詢單一崩塌地屬性及基本資料。

單一崩塌地之基本資料查詢可先點此按鈕，再點選所需查詢之崩塌地，可顯示單一崩塌地

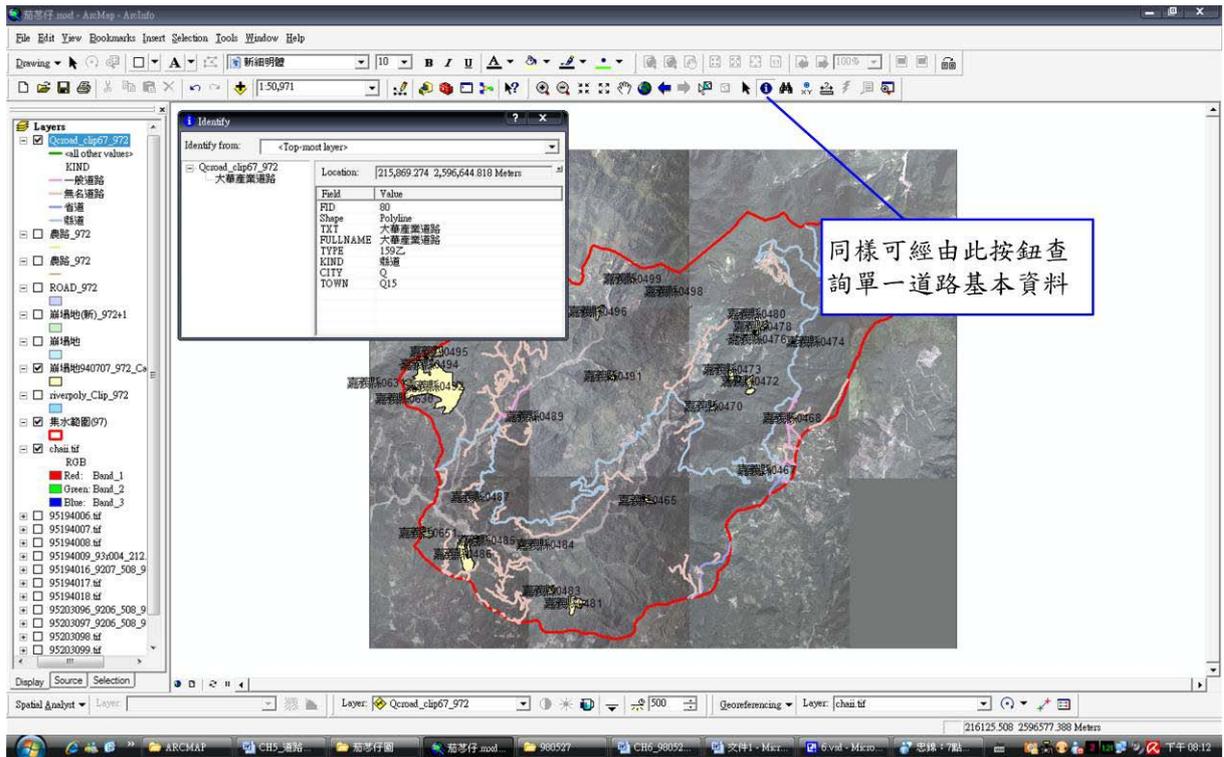
5. 查詢崩塌地嘉義縣 0465 之屬性及基本資料。



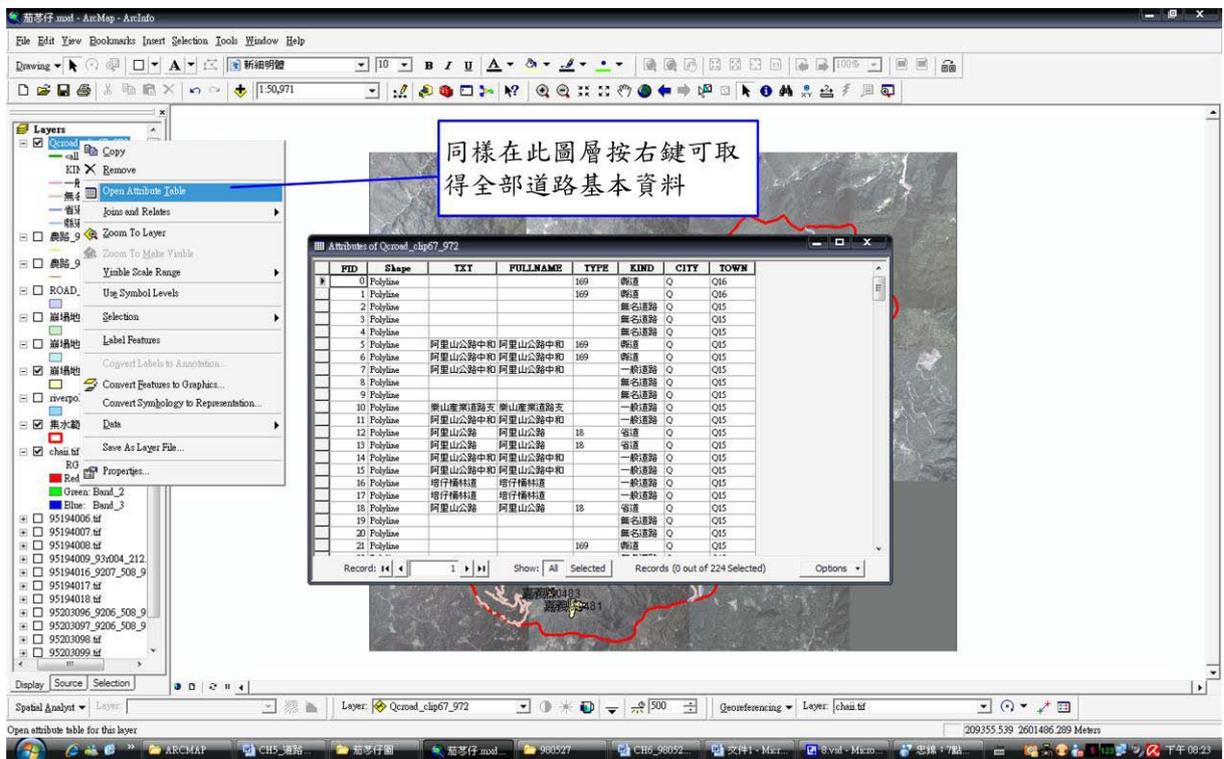
6. 如有道路圖層，勾選右邊視窗，可查詢道路分佈。



7. 同樣可利用查詢功能，查詢單一道路之屬性及基本資料。



8. 若要查詢全部道路屬性，可利用步驟 2、3 查詢。



第七章 整體治理計畫及規劃效益評估

7.1 實施計畫

7.1.1 治理計畫內容

對於計畫集水區整體治理調查規劃各期程之排定，以六年之集水區整治期程進行工程規劃，分別為近期(1~2年)、中期(3~4年)及長期(5~6年)。依治理願景、重要性排序、經濟效益大小及經費分配情形，排定優先次序以利分年執行。預計達成計畫集水區內溪流治理、崩塌地處理、道路水土保持、既有構造物工程維護等工作目標。治理計畫內容及經費如表 7-1 所示：

表7-1 計畫集水區治理規劃工程內容與經費一覽表

工程編號	工程項目	工程名稱	集水區(溪流)名稱	TWD67座標		工程內容	設置位置	數量	單位	單價(元)	預估經費(萬元)	保全對象	優先順序	主管機關
				X	Y									
1	溪流治理	柑仔宅尾橋上游整治工程	石卓 R1	2143 38	2595 996	護岸	0K+450~0K+650	220	M	30,000	545	柑仔宅尾聚落及農地	1	水土保持局
						跌水工		3	座	138,600				
						固床工		5	座	300,000				
						基礎補強		1	式	8,600				
2	溪流治理	溪坪野溪整治工程	嘉縣 DF026	2170 49	2599 179	護岸	1K+400~1K+600	150	M	30,000	266	頂笨聚落及農地	1	水土保持局
						跌水工		5	座	210,550				
						固床工		2	座	3,800				
						基礎補強		1	式	54,500				
3	溪流治理	仁世橋上下游整治工程	驛馬溪	2158 92	2596 703	護岸	4K+150~4K+350	280	M	25,600	1775	驛馬溪河道	1	水土保持局
						固床工		2	座	30,000				
						護坦		1	座	275,000				
						副壩		1	座	2,633,000				
						河道整理		1	式	2,243,700				
4	溪流治理	光華村第7鄰野溪整治工程	石卓 L5	2138 17	2595 357	基礎補強	0K+450	1	式	1,000,000	143	光華村第7鄰聚落	2	林務局
						河道整理		1	式	430,000				
5	溪流治理	茄苳溪上游整治工程	茄苳溪	2137 15	2597 808	護岸	1K+750	200	M	30,000	825	茄苳溪河道、茄苳仔聚落	2	水土保持局
						潛壩		2	座	1,125,000				
6	溪流治理	仁世橋上游整治工程	驛馬溪	2161 03	2597 339	護岸	4K+850~5K+150	200	M	30,000	840	柑仔宅聚落及驛馬溪	2	水土保持局
						河道整理		1	式	2,400,000				
7	溪流治理	墘仔寮橋上游整治工程	石卓 L1	2170 79	2598 086	河道整理一式	0K+750~0K+850	1	式	1,400,000	500	墘仔寮橋及驛馬溪河道	3	水土保持局
						護岸		120	M	30,000				
8	崩塌地處理	頂笨仔崩塌地處理工程	驛馬溪	2160 85	2597 376	護岸	嘉 2009-11	350	M	30,000	1110	頂笨仔聚落及農地	2	水土保持局
						坡面排水		1200	M	500				
9	崩塌地處理	驛馬溪上游崩塌地處理工程	嘉縣 DF026、石卓 L1	2178 66	2599 265	打樁編柵	嘉義 0476、0478、 嘉 2009-13 三處	1.06	ha	12,000,000	1289.5	頂笨聚落及野溪河道	3	林務局
						坡面排水		350	M	500				
10	崩塌地處理	柑仔宅崩塌地處理工程	驛馬溪	2141 01	2595 850	打樁編柵	嘉義 0484、 嘉 2009-16	0.35	ha	12,000,000	443	柑仔宅尾聚落及驛馬溪	5	林務局
						坡面排水		460	M	500				
11	崩塌地處理	茄苳溪崩塌地處理工程	茄苳溪、茄苳仔 L2	2136 02	2597 169	打樁編柵	嘉 2009-17、18	2.02	ha	12,000,000	2478.5	茄苳仔溪河道及縣道 159 甲	4	水土保持局
						坡面排水		1090	M	500				
12	崩塌地處理	驛馬溪中游崩塌地處理工程	驛馬溪	2162 26	2596 995	節制壩	嘉 2009-14	4	座	1,500,000	660	茶園、驛馬溪河道	3	水土保持局
						坡面排水		1200	M	500				
13	崩塌地處理	墘仔寮橋上游崩塌地處理工程	驛馬溪、石卓 L1	2171 66	2598 070	種子直播	嘉義 0470	0.72	ha	2,000,000	621.5	墘仔寮橋及驛馬溪河道	3	林務局
						坡面排水		550	M	500				
						節制壩		3	座	1,500,000				

表 7-1 計畫集水區治理規劃工程內容與經費一覽表(續)

工程編號	工程項目	工程名稱	集水區(溪流)名稱	TWD67 座標		工程內容	設置位置	數量	單位	單價(元)	預估經費(萬元)	保全對象	優先順序	主管機關
				X	Y									
14	崩塌地處理	嘉縣 DF023 崩塌地處理工程	嘉縣 DF023	215496	2598540	航空噴植	嘉義 0499、嘉 2009-03、06	2.73	ha	1,000,000	272.8	嘉縣 DF023 河道	6	林務局
15	崩塌地處理	嘉縣 DF018 崩塌地處理工程	嘉縣 DF018	212706	2598410	節制壩	嘉義 0492	8	座	1,500,000	1200	嘉縣 DF018 河道、濁水溪橋、茄荖仔聚落	6	林務局
16	道路水土保持	農嘉崎 074 線道路水土保持工程	茄荖溪	213715	2597808	AC 路面鋪設	0K+160	250	M2	150	3.75	農嘉崎 074 線	2	水土保持局
17	道路水土保持	縣道 159 甲線 31K+250 道路水土保持工程	茄荖溪	213427	2596750	打樁編柵	31K+250	0.4	ha	12,000,000	485	縣道 159 甲線	3	公路總局
						坡面排水		100	M	500				
18	道路水土保持	縣道 159 甲線 40K+900 道路水土保持工程	驛馬溪	216478	2597377	打樁編柵	40K+900	1.22	ha	12,000,000	1526.6	縣道 159 甲線	5	公路總局
						坡面排水		100	M	500				
						邊坡擋土牆		20	M	30,000				
19	道路水土保持	縣道 159 甲線 42K+200 道路水土保持工程	石卓 L2	216715	2597008	路基修補	42K+200	375	M2	5,000	189.7	縣道 159 甲線	2	公路總局
						AC 路面鋪設		150	M2	150				
20	道路水土保持	縣道 159 甲線 43K+970 道路水土保持工程	石卓 L2	217485	2597018	邊坡擋土牆	43K+970	20	M	30,000	60	縣道 159 甲線	4	公路總局
21	道路水土保持	縣道 169 線 17K+710 道路水土保持工程	石卓 L1	219257	2598579	路基修補	17K+710	200	M2	5,000	176.5	縣道 169 線	3	公路總局
						AC 路面鋪設		100	M2	150				
						邊坡擋土牆		25	M	30,000				
22	既有構造物工程維護	縣道 159 甲線 31K+700 道路修復工程	嘉縣 DF024	213795	2596705	石籠擋土牆	1K+400	100	M	9,000	90	縣道 159 甲線	2	公路總局
23	既有構造物工程維護	茄荖溪護岸修復工程	茄荖溪	213715	2597808	既有護岸修復	1K+750	50	M	3,000	15	茄荖溪、農嘉崎 074 線	2	水土保持局
24	既有構造物工程維護	驛馬溪潛壩修復工程	石卓 L4	214218	2595678	既有潛壩維護	0K+125	2	座	1,125,000	225	驛馬溪河道	4	林務局
25	既有構造物工程維護	嘉縣 DF019 橋梁基礎修復工程	嘉縣 DF019	213700	2598199	橋梁基礎補強	0K+260	1	式	100,000	10	橋梁	3	水土保持局
26	既有構造物工程維護	嘉縣 DF021 橋梁基礎修復工程	嘉縣 DF021	214094	2598996	橋梁基礎補強	0K+500	1	式	280,000	28	橋梁	3	水土保持局
合計總經費(萬元)											15778.9			

7.1.2 分年實施計畫

本計畫依治理優先順序預計六年完成，其中，溪流治理、崩塌地處理、道路水土保持及既有構造物工程維護屬治山防洪工程，經費來源建議由管理單位及水土保持局、林務局及公路總局提撥；各管轄機關所需負擔治理工程費用如表 7-2 所示，分年分期實施計畫分配情形，見表 7-5 所示。

表7-2計畫集水區各管轄機關負擔治理工程費用一覽表

項次	主管機關	經費(元)	百分比(%)	工程項目
1	水土保持局	90,562,500	57.4	溪流治理、崩塌地處理、既有構造物工程維護、道路水土保持及宣導教育。
2	林務局	41,948,000	26.6	溪流治理、崩塌地處理、既有構造物工程維護。
3	公路總局	25,276,500	16.0	道路水土保持。
經費合計		157,789,000	100	

表7-3計畫集水區治理工程分年分期實施費用總表

工程項目	分年分期	98年	99年	100年	101年	102年	103年	合計(元)	經費來源
溪流治理	1	25,860,000	-	-	-	-	-	47,510,000	水土保持局
	2	-	16,650,000	-	-	-	-		
	3	-	-	5,000,000	-	-	-		
	2	-	1,430,000	-	-	-	-	1,430,000	林務局
崩塌地處理	2	-	11,100,000	-	-	-	-	42,485,000	水土保持局
	3	-	-	6,600,000	-	-	-		
	4	-	-	-	24,785,000	-	-		
	3	-	-	19,110,000	-	-	-	38,268,000	林務局
	5	-	-	-	-	4,430,000	-		
	6	-	-	-	-	-	14,728,000		
道路水土保持	2	-	37,500	-	-	-	-	37,500	水土保持局
	2	-	1,897,500	-	-	-	-	24,378,500	公路總局
	3	-	-	6,615,000	-	-	-		
	4	-	-	-	600,000	-	-		
	5	-	-	-	-	15,266,000	-		
既有構造物工程維護	2	-	150,000	-	-	-	-	530,000	水土保持局
	3	-	-	380,000	-	-	-		
	2	-	900,000	-	-	-	-	900,000	公路總局
	4	-	-	-	2,250,000	-	-	2,250,000	林務局
合計(元)		25,860,000	32,165,000	37,705,000	27,635,000	19,696,000	14,728,000	157,789,000	

7.2 經費需求

(一)基本單價

乃參考水土保持局工程預算書、工料分析表之經費編治原則估算，工料及基本工資則依水土保持局現行頒佈之工料分析及計價基準並酌參當地材料價格進行各工程項目基本單價計算。

(二)總工程費

總工程費依本案建議規劃工程項目及數量計算工程施工所需之材料、人工進行估算，然實際工程數量及所需工程預算，仍應以細部設計階段測設數據為準。針對工程規劃配治之總工程費用，概估約為 157,789 仟元，如表 7-4 所示。

表7-4計畫集水區治理工程實施費用總表

執行年	溪流治理	崩塌地處理	道路水土保持	既有構造物工程維護	合計(元)	分年經費百分比(%)
第一年	25,860,000	-	-	-	25,860,000	16.39
第二年	18,080,000	11,100,000	1,935,000	1,050,000	32,165,000	20.38
第三年	5,000,000	25,710,000	6,615,000	380,000	37,705,000	23.90
第四年	-	24,785,000	600,000	2,250,000	27,635,000	17.51
第五年	-	4,430,000	15,266,000	-	19,696,000	12.48
第六年	-	14,728,000	-	-	14,728,000	9.33
合計(元)	48,940,000	80,753,000	24,416,000	3,680,000	157,789,000	100.00
金額百分比(%)	31.02	51.18	15.47	2.33	100.00	

7.3 治理效益評估

本章節針對前述之各計畫實施後之效益進行評估，經評估本計畫執行完成後，可保全人口 84 人、屋舍 29 棟、道路 1.7 公里、土地 46.91 公頃、橋梁 10 座，並可控制土砂 16.26 萬立方公尺，益本比可達 1.30，各工程效益量化分析如表 7-5 所示，其分析如下：

7.3.1 直接效益

一、減災效益

1. 土砂量控制

集水區內之崩塌地及野溪作有計畫之保育後可減少土砂下移至主河道，其整治效益分析如下：

- (1) 土石災害復育：包含固床工及護岸等設施，主要功效除防止砂石下移外，並可調節河床坡度及控制水流流向，可減少河床縱向或橫向之沖刷及避免河岸崩塌。
- (2) 坡地保育與崩塌地處理：坡地保育包含坡面保護、坡腳保護及排水等設施，主要功效除控制現有崩塌地避免繼續擴展外，並可恢復坡面植生減低坡面沖蝕能力。

本計畫規劃之土石流潛勢溪流治理措施，以護岸及河床保護工為主，可有效保護約 46.91 公頃土地，避免約 30.43 萬方土石流失，以 1 立方 60 元砂石平均價格估計，土石量控制效益約 18,261 仟元。

2. 保障土地及屋舍

本計畫實施後，可保護使用土地面積約 46.91 公頃及房屋 29 棟，土地受益以每公頃 50,000 元計，則保障土地效益約 2,345 仟元，房屋以每棟修復費 200 仟元計，總計屋舍保護效益約 5,800 仟元，合計上述效益約 8,145 仟元，平均每年約 163 仟元。

3. 保障道路

本計畫實施後，可保障道路約 1.72 公里，以 200 元/公尺之效益估算，可得保障道路效益約 344 仟元。

表7-5各治理工程效益評估量化分析表

編號	工程名稱	保護土地 (公頃)	保護橋梁 (座)	保護房舍 (棟)	保全人口 (人)	保護道路 (公尺)	土砂控制 (m ³)
1	柑仔宅尾橋上游整治工程	0.088	1	7	21	235	2,760
2	溪坪野溪整治工程	0.063	1	4	12	75	3,323
3	仁世橋上下游整治工程	0.28	1	-	-	400	14,000
4	光華村第7鄰野溪整治工程	0.12	-	3	9	90	3,600
5	茄苳溪上游整治工程	0.20	2	3	9	200	10,000
6	仁世橋上游整治工程	0.20	-	1	-	-	10,000
7	墘仔寮橋上游整治工程	0.18	1	-	-	-	9,900
8	頂笨仔崩塌地處理工程	2.02	-	2	6	100	6,423
9	驛馬溪上游崩塌地處理工程	1.06	-	3	9	-	7,488
10	柑仔宅崩塌地處理工程	0.35	-	1	3	-	770
11	茄苳溪崩塌地處理工程	2.02	-	-	-	300	4,040
12	驛馬溪中游崩塌地處理工程	2.22	-	1	3	*	2,620
13	墘仔寮橋上游崩塌地處理工程	0.72	1	-	-	-	1,540
14	嘉縣 DF023 崩塌地處理工程	2.73	-	-	-	-	5,460
15	嘉縣 DF018 崩塌地處理工程	32.29	1	4	12	*	132,389
16	農嘉崎 074 線道路水土保持工程	-	-	-	-	50	-
17	縣道 159 甲線 31K+250 道路水土保持工程	0.30	-	-	-	30	600
18	縣道 159 甲線 40K+900 道路水土保持工程	1.22	-	-	-	20	2,440
19	縣道 159 甲線 42K+200 道路水土保持工程	-	-	-	-	25	-
20	縣道 159 甲線 43K+970 道路水土保持工程	0.10	-	-	-	20	2,000
21	縣道 169 線 17K+710 道路水土保持工程	-	-	-	-	25	-
22	縣道 159 甲線 31K+700 道路修復工程	0.50	-	-	-	100	1,000
23	茄苳溪護岸修復工程	0.25	-	-	-	50	4,000
24	驛馬溪潛壩修復工程	-	-	-	-	-	80,000
25	嘉縣 DF019 橋梁基礎修復工程	-	1	-	-	-	-
26	嘉縣 DF021 橋梁基礎修復工程	-	1	-	-	-	-
	合計	46.91	10	29	84	1,720	304,353

二、經濟效益

本計畫集水區屬嘉義縣竹崎鄉，依據人口統計及平均所得資料，每戶平均年經常性收入約 538,639 元/戶，影響較大之竹崎鄉光華村在本計畫集水區內約有 289 戶，本計畫實施後，將可減少重要聯絡道路失聯日數，按照每年平均颱風次數 3.5 次以及道路搶修日數 2 日造成聯外道路中斷，推算計畫實施可使每年區域內產業活動減少 7 日之交通不便損失，可視為本計畫之產業活動維持效益約計 2,985 仟元。

由前述各項本計畫直接效益合計每年約為 21,753 仟元，如表 7-6 所示：

表7-6年直接效益表

直接效益	項目	效益金額(仟元)
減災效益	土砂量控制	18,261
	保障土地及屋舍	163
	保障道路	344
經濟效益	產業活動維持	2,985
合計		21,753

7.3.2 間接效益

包含社會效益及生態環境效益，簡述如下：

一、社會效益

- (1) 保護人民生命及財產安全、穩定計畫區域人心、提升居民之積極進取心與生產力。
- (2) 保護流域內公共設施、交通動線與公共設備安全。
- (3) 強化被保護居民之防災意識、公共參與，提高社區營造之共識。
- (4) 在地人參與土石流及崩塌地源頭整治，除增加重建區就業機會外，激發居民建立出愛鄉、愛土之新價值觀。

二、生態環境效益

- (1) 流域水土資源涵養功能增加，提高區域土壤地力，減少侵蝕。
- (2) 美化大地改善動植物生態棲息環境、減少污染促使區域生活環境提升。
- (3) 強化山坡地監測管理，確保水土資源永續利用。
- (4) 自然、人文環境協調，塑造水與綠之生活環境。
- (5) 規劃親水性及自然型態之整治工法，強化自然生態環境，增強環境抗災能力。

因間接效益難以量化，本計畫以直接效益總和 20%作為間接效益，約 2,649 仟元。

上述直接及間接效益總和 15,897 仟元即為本計畫之年計效益。

7.3.3 效益評估

一、計畫成本

年利率採 6%，經濟分析年限採 50 年，年計成本包括固定成本及運轉維護成本。

1. 固定成本

- (1) 年利息：以總投資金額之 6% 計算。(總投資金額以總經費增加 1 成概估)
- (2) 年償債積金：依總投資金額為準，依年息 6% 複率計算，在經濟分析年限內，其每年平均負擔數為總投資金額之 0.344%。
- (3) 年中期換新準備金：併運轉及維護成本計算。
- (4) 年稅捐保險費：以工程建造費之 0.12% 為保險費，0.5% 為稅捐費，合計為 0.62%。

2. 運轉及維護成本

年中期換新準備金及運轉維護成本以工程建造費之 3% 計。

經前述的估算原則及方法，計算集水區年計成本如表 7-7。

表 7-7 年計成本計算表

項目	金額(仟元)
總經費	157,789
總投資金額	173,568
工程建造費	157,789
年計成本	16,723
年利息	10,414
年償債積金	597
年稅捐保險費	978
年期中換新準備金及運轉維護成本	4,733.67

二、經濟效益

以益本比之模式估算，本計畫之益本比定義如下：

$$I=B\div C$$

I=益本比

B=整治後計畫區域之年計效益

C=整治計畫投資之年計成本

本計畫集水區治山防洪規劃，預計在 6 年間投資 15.77 千萬元，預期整治工作完成後，計畫區域之環境將有效改善，災害發生機率降低，人民安全、社會發展獲得保障，分析計畫年計效益約 21,753 仟元，年計成本約 16,723 仟元，益本比為 1.30，如表 7-8 所示。

表7-8 益本比計算表

項目	金額(仟元)
年計效益	21,753
年計成本	16,723
益本比	1.30