

來吉及豐山地區危險聚落調查及防災治理規劃

(非土石流潛勢溪流範圍)

目 錄

摘要與建議.....	摘要與建議-I
第一章 前言.....	1-1
1.1 委託計畫範圍及目標.....	1-1
1.2 工作項目及內容.....	1-3
第二章 計畫範圍概況.....	2-1
2.1 行政區域、交通.....	2-1
2.2 聚落分布情形.....	2-2
2.3 氣象.....	2-9
2.4 水系分佈概況.....	2-10
2.5 地形概況.....	2-12
2.6 地質.....	2-15
2.6.1 地層概況.....	2-15
2.6.2 地質構造.....	2-16
2.7 土地利用概況.....	2-18
2.7.1 土地類別.....	2-18
2.7.2 土地利用.....	2-19
2.8 土石流潛勢溪流與崩場地分佈.....	2-21
2.9 歷年災害與治理概況.....	2-24
2.10 產業文化概況.....	2-30
2.11 生態概況.....	2-32
2.12 航空攝影.....	2-34

第三章 集水區問題與分析	3-1
3.1 危險聚落調查	3-1
3.1.1 崩塌地對聚落之影響	3-3
3.1.2 土石流潛勢溪流對聚落之影響	3-12
3.1.3 野溪對聚落之影響	3-18
3.1.4 道路水土保持對聚落之影響	3-26
3.2 問題評估分析	3-32
3.2.1 河道變遷趨勢分析	3-32
3.2.2 崩塌趨勢分析	3-59
3.2.3 道路水土保持問題	3-65
3.2.4 問題綜合評析	3-68
3.3 本區之危險聚落	3-69
第四章 水文資料蒐集分析	4-1
4.1 概述	4-1
4.2 水文測站	4-1
4.3 降雨量分析	4-3
4.4 暴雨頻率分析	4-10
4.5 洪峰流量分析	4-11
4.5.1 合理化公式	4-11
4.5.2 修正三角型單位歷線	4-13
4.5.3 土石流洪峰流量推估	4-16
4.5.4 洪峰流量推估結果與探討	4-16
4.6 水理斷面分析	4-19
4.7 粒徑調查	4-21
4.7.1 河床質粒徑調查	4-21
4.7.2 表面粒徑調查	4-26
4.7.3 河床粗糙係數	4-30
4.8 泥沙來源調查	4-32
第五章 防災治理對策	5-1

5.1 主流處理對策.....	5-2
5.2 支流處理對策.....	5-10
5.3 崩場地處理對策.....	5-24
5.4 道路水土保持處理對策.....	5-30
5.5 非工程處理對策.....	5-33
5.6 滯洪設施設置評估.....	5-42
5.7 景觀營造、生態維護及規劃區特色.....	5-45
5.8 整治願景.....	5-48
第六章 治理計畫.....	6-1
6.1 治理計畫內容.....	6-1
6.2 經費需求.....	6-5
6.3 分年分期實施計畫.....	6-5
6.4 重點區段工程細部設計規劃.....	6-7
第七章 預期效益.....	7-1
7.1 直接效益.....	7-1
7.2 間接效益.....	7-6
7.3 經濟效益評估.....	7-8
7.4 整治率.....	7-10
附錄一、審查意見	
附錄二、住戶調查成果	
附錄三、水理計算	
附錄四、成果展現	
附錄五、住戶訪談記錄	
附錄六、工作項目檢核表	

目錄.....	I
圖目錄.....	IV
表目錄.....	VIII

圖 目 錄

圖 1-1	計畫範圍圖.....	1-2
圖 2-1-1	本區行政區域圖	2-1
圖 2-1-2	本區道路分布圖	2-1
圖 2-2-1	聚落分布圖	2-3
圖 2-2-2	豐山村 1 鄰聚落分布圖	2-4
圖 2-2-3	豐山村 2、3、4、5 鄰聚落分布圖	2-5
圖 2-2-4	來吉村 1、2 鄰聚落分布圖	2-6
圖 2-2-5	來吉村外 3 鄰、4 鄰聚落分布圖	2-7
圖 2-2-6	來吉村內 3 鄰、5 鄰聚落分布圖	2-8
圖 2-4-1	本集水區水系分布圖	2-11
圖 2-5-1	集水區高程分佈圖	2-14
圖 2-5-2	集水區坡度分佈圖	2-14
圖 2-5-3	集水區坡向分布圖	2-14
圖 2-5-4	集水區土壤分布圖	2-14
圖 2-6-1	區域地質圖	2-17
圖 2-7-1	本區土地利用分布圖	2-20
圖 2-8-1	集水區土石流潛勢溪流分布圖	2-22
圖 2-8-2	本集水區歷年崩場地分布圖	2-23
圖 2-9-1	本區歷年治理位置分布圖	2-29
圖 3-1-1-1	崩場地影響村落範圍示意圖.....	3-4
圖 3-1-1-2	崩場地可能影響範圍研判示意圖.....	3-4
圖 3-1-1-3	來吉村與鄰近崩場地相對位置圖.....	3-6

圖 3-1-1-4 豐山村與鄰近崩場地相對位置圖.....	3-7
圖 3-1-2-1 土石流淤積停止段之溢流點影響聚落範圍示意圖.....	3-13
圖 3-1-2-2 豐山村之土石流影響範圍.....	3-14
圖 3-1-2-3 來吉村之土石流影響範圍.....	3-15
圖 3-1-3-1 野溪坑溝對來吉村聚落之影響範圍.....	3-20
圖 3-1-3-2 野溪坑溝對豐山村聚落之影響範圍.....	3-21
圖 3-1-4-1 本區道路問題及中斷位置區位分佈圖.....	3-31
圖 3-2-1-1 本區之平面樁號區位圖.....	3-36
圖 3-2-1-2 本區之歷年河道寬度變化圖.....	3-37
圖 3-2-1-3 雙溪嘴匯流口至草嶺堰塞湖之縱坡實測變化情形.....	3-44
圖 3-2-1-4 雙溪嘴匯流口至草嶺堰塞湖之數化深槽線之縱坡變化情形.....	3-45
圖 3-2-1-5 阿里山溪 87 年、92 年及 96 年河道縱斷面圖.....	3-47
圖 3-2-1-6 石鼓盤溪 87 年、92 年及 96 年河道縱斷面圖.....	3-48
圖 3-2-1-7 阿里山溪 87 年、92 年、96 年河道橫斷面圖.....	3-51
圖 3-2-1-8 石鼓盤溪 87 年、92 年、96 年河道橫斷面圖.....	3-54
圖 3-2-2-1 集水區歷史災害時間分布圖.....	3-59
圖 3-2-2-2 來吉村歷史災害點位分布圖.....	3-60
圖 3-2-2-3 豐山村歷史災害點位分布圖.....	3-61
圖 3-2-2-4 集水區內歷年崩場地變化統計圖.....	3-62
圖 3-2-2-5 來吉村需處理之崩場地區位.....	3-63
圖 3-2-2-6 豐山村需處理之崩場地區位.....	3-64
圖 3-2-3-1 來吉地區道路水土保持問題（道路中斷）區位.....	3-66
圖 3-2-3-2 豐山地區道路水土保持問題（道路中斷）區位.....	3-67
圖 3-3-1 來吉地區之危險聚落及道路易中斷區位圖.....	3-73
圖 3-3-2 豐山地區之危險聚落及道路易中斷區位圖.....	3-74
圖 4-2-1 集水區鄰近雨量站及控制點分布圖.....	4-2
圖 4-3-1 集水區之年平均等雨量線圖.....	4-4
圖 4-3-2 歷年月降雨量統計圖.....	4-5
圖 4-3-3 歷年一日、二日、三日最大暴雨量分布圖.....	4-10
圖 4-5-1 集水區之 SSGM 設計雨型圖.....	4-14
圖 4-5-2 三角形單位歷線示意圖.....	4-15
圖 4-7-1-1 河床質及表面粒徑調查點位分布圖.....	4-23
圖 4-7-1-2 #1「來吉國小下方護岸工程」河床質粒徑分布曲線.....	4-24
圖 4-7-1-3 #2「哇啞啞娜野溪整治工程」河床質粒徑分布曲線.....	4-24

圖 4-7-1-4	#3「絲嘛吉他野溪整治工程」河床質粒徑分布曲線.....	4-25
圖 4-7-1-5	#4「來吉橋上下游整治工程」河床質粒徑分布曲線.....	4-25
圖 4-7-2-1	#1「來吉國小下方護岸工程」表面粒徑分布曲線.....	4-27
圖 4-7-2-2	#2「哇啍啍娜野溪整治工程」表面粒徑分布曲線.....	4-27
圖 4-7-2-3	#3「哇啍啍娜野溪整治工程」表面粒徑分布曲線.....	4-28
圖 4-7-2-4	#4「絲嘛吉他野溪整治工程」表面粒徑分布曲線.....	4-28
圖 4-7-2-5	#5「來吉橋上下游整治工程」表面粒徑分布曲線.....	4-29
圖 5-1	整體規劃主軸示意圖.....	5-1
圖 5-1-1	來吉地區主流河道整體防災治理規劃配置圖.....	5-4
圖 5-1-2	豐山地區主流河道整體防災治理規劃配置圖.....	5-5
圖 5-1-3	主流河道工程複式斷面模擬圖.....	5-6
圖 5-1-4	本區主流河道工程模擬圖.....	5-7
圖 5-1-5	阿里山溪複式斷面治理案例(來吉五鄰大橋上游).....	5-7
圖 5-1-6	來吉地區主流橫斷面工程配置圖.....	5-8
圖 5-1-7	豐山地區主流橫斷面工程配置圖.....	5-9
圖 5-2-1	來吉地區支流河道整體防災治理規劃配置圖.....	5-11
圖 5-2-2	豐山地區支流河道整體防災治理規劃配置圖.....	5-12
圖 5-2-3	支流防砂壩標準圖.....	5-14
圖 5-2-4	哇啍啍娜野溪整體規劃平面圖.....	5-15
圖 5-2-5	哇啍啍娜野溪整治一期工程平面配置圖.....	5-16
圖 5-2-6	哇啍啍娜野溪整治二、三期工程平面配置圖.....	5-17
圖 5-2-7	哇啍啍娜野溪整治一期工程縱斷面圖.....	5-18
圖 5-2-8	哇啍啍娜野溪整治二期工程縱斷面圖.....	5-19
圖 5-2-9	哇啍啍娜野溪整治三期工程縱斷面圖.....	5-20
圖 5-2-10	絲嘛吉他野溪整體規劃平面配置圖.....	5-21
圖 5-2-11	絲嘛吉他野溪整治工程縱斷面圖.....	5-22
圖 5-2-12	本區之哇啍啍娜野溪整治工程效益彙整圖.....	5-23
圖 5-3-1	來吉地區崩場地整體防災治理規劃配置圖.....	5-25
圖 5-3-2	豐山地區崩場地整體防災治理規劃配置圖.....	5-26
圖 5-4-1	塔山橋上游整治.....	5-31
圖 5-4-2	塔山橋下游整治.....	5-31
圖 5-5-1	緊急災害通報及應變組織架構圖.....	5-33
圖 5-5-2	豐山土石流觀測站.....	5-34
圖 5-5-3	土石流緊急避難路線圖.....	5-34

圖 5-5-4	建議緊急避難路線及避難所位置圖.....	5-35
圖 5-5-5	來吉地區之地區安全警戒系統網絡圖.....	5-41
圖 5-5-6	豐山地區之地區安全警戒系統網絡圖.....	5-42
圖 5-6-1	哇嘟嘟娜野溪滯洪區.....	5-43
圖 5-6-2	本區滯洪設施設置區位示意圖.....	5-44
圖 5-8-1	來吉村整治 3D 願景圖.....	5-49
圖 5-8-2	豐山村整治 3D 願景圖.....	5-49
圖 6-1-1	整體規劃配置圖.....	6-2
圖 6-3-1	分年分期經費統計圖.....	6-7
圖 6-4-1	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程模擬圖.....	6-8
圖 6-4-2	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程第一工區平面圖.....	6-9
圖 6-4-3	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程第二工區平面圖.....	6-10
圖 6-4-4	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程第一工區縱斷面圖.....	6-11
圖 6-4-5	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程第二工區縱斷面圖.....	6-12
圖 6-4-6	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程潛壩標準圖.....	6-13
圖 6-4-7	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程重力式護岸標準圖.....	6-14
圖 6-4-8	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程乾砌石護岸標準圖.....	6-15
圖 6-4-9	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程固床工標準圖.....	6-16
圖 6-4-10	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程丁壩標準圖.....	6-17
圖 6-4-11	哇嘟嘟娜野溪整治二期工程地籍套繪圖.....	6-18
圖 7-1-1	國民平均年所得的推估(1998~2023).....	7-3

表 目 錄

表 2-1-1	本區行政區域統計表.....	2-2
表 2-2-1	本區人口統計表.....	2-2
表 2-2-2	本區各鄰戶數統計表.....	2-2
表 2-3-1	本集水區氣候資料統計表.....	2-9
表 2-5-1	本集水區地形資訊分析表.....	2-12
表 2-5-2	土壤與特性分布統計一覽表.....	2-13
表 2-6-1	本集水區地層基本資訊一覽表.....	2-15
表 2-7-1	集水區土地類別分布統計表.....	2-18
表 2-7-2	本集水區土地利用統計表.....	2-19
表 2-8-1	本集水區土石流潛勢溪流資訊統計表.....	2-21
表 2-9-1	本區歷年災害之影響.....	2-24
表 2-9-2	本區歷年治理工程一覽表.....	2-26
表 3-1-1	危險聚落評估原則與調查方法.....	3-2
表 3-1-1-1	崩塌地危險度等級表.....	3-3
表 3-1-1-2	崩塌地優先處理分級準則.....	3-4
表 3-1-1-3	聚落鄰近之崩塌地資訊一覽表.....	3-8
表 3-1-1-4	來吉村聚落之 A、B 級崩塌地現況.....	3-9
表 3-1-1-5	豐山村聚落之 A、B 級崩塌地現況.....	3-10
表 3-1-1-6	來吉村及豐山村聚落之 A、B 級崩塌地影響之保全對象.....	3-11
表 3-1-2-1	土石流潛勢溪流影響範圍調查成果.....	3-16
表 3-1-2-2	豐山村土石流潛勢溪流現況照片彙整.....	3-17
表 3-1-2-3	來吉村土石流潛勢溪流現況照片彙整.....	3-18
表 3-1-3-1	野溪坑溝影響範圍之保全對象.....	3-22
表 3-1-3-2	野溪坑溝對豐山村通行道路影響之現況照片彙整一覽表.....	3-23
表 3-1-3-3	野溪坑溝對來吉村通行道路影響之現況照片彙整一覽表.....	3-24
表 3-1-3-4	野溪土砂堆積溪床之現況照片彙整一覽表.....	3-25
表 3-1-4-1	區內道路水土保持問題照片彙整一覽表.....	3-28
表 3-1-4-2	豐山村聚落之道路中斷區位照片彙整一覽表.....	3-29
表 3-1-4-3	來吉村聚落之道路中斷區位照片彙整一覽表.....	3-30

表 3-2-1-1	阿里山溪河寬變化統計表.....	3-38
表 3-2-1-2	石鼓盤溪河寬變化統計表.....	3-39
表 3-2-1-3	阿里山溪每 200 公尺間距河道面積變化統計表.....	3-40
表 3-2-1-4	石鼓盤溪每 200 公尺間距河道面積變化統計表.....	3-41
表 3-2-1-5	草嶺地區歷次崩塌潰決簡要表.....	3-43
表 3-2-1-6	草嶺地區歷年沖淤趨勢表.....	3-44
表 3-2-1-7	既有構造物毀損一覽表.....	3-57
表 3-3-1	本區之危險聚落彙整一覽表.....	3-69
表 3-3-2	本區之受影響道路彙整一覽表.....	3-70
表 3-3-3	本區之受影響耕地彙整一覽表.....	3-71
表 4-2-1	集水區附近雨量站站況一覽表.....	4-1
表 4-3-1	集水區降雨量資料統計表.....	4-3
表 4-3-2	集水區降雨量資料統計表.....	4-5
表 4-3-3	集水區歷年一日最大暴雨量一覽表.....	4-6
表 4-3-4	集水區歷年二日最大暴雨量一覽表.....	4-7
表 4-3-5	集水區歷年三日最大暴雨量一覽表.....	4-8
表 4-3-6	集水區歷年一日、二日、三日最大暴雨量一覽表.....	4-9
表 4-4-1	集水區一日最大暴雨量頻率分析一覽表.....	4-10
表 4-5-1	逕流係數參考值表.....	4-12
表 4-5-2	合理化公式推估不同重現期距洪峰流量一覽表.....	4-13
表 4-5-3	集水區之 SSGM 設計雨型降雨時序分配表.....	4-14
表 4-5-4	三角形單位歷線推估不同重現期距洪峰流量一覽表.....	4-15
表 4-5-5	集水區出口端不同重現期距之洪峰流量演算成果比較表.....	4-17
表 4-5-6	合理化公式推估 6 子集水區之出口端洪峰流量一覽表.....	4-18
表 4-6-1	橋樑及壩體水理分析檢算結果一覽表.....	4-20
表 4-7-1-1	河床質粒徑分析成果一覽表.....	4-22
表 4-7-2-1	泥砂粒徑調查成果一覽表.....	4-26
表 4-7-3-1	集水區曼寧粗糙係數計算表.....	4-30
表 4-7-3-2	河道植生狀況相關數值表.....	4-31
表 4-7-3-3	Manning 式渠床糙度係數經驗表.....	4-31
表 4-8-1	NCDR 統計不同坡度可能引發崩塌深度表.....	4-32
表 4-8-2	崩塌量統計一覽表.....	4-33
表 4-8-3	土地利用型態與 C 值對應表.....	4-34
表 4-8-4	集水區土壤流失量分布統計表.....	4-35

表 5-2-1	支流整體防災治理規劃項目及內容一覽表.....	5-13
表 5-3-1	來吉地區之崩場地整治工法示意圖彙整一覽表.....	5-27
表 5-3-2	豐山地區之崩場地整治工法示意圖彙整一覽表.....	5-28
表 5-3-3	各衛星影像遙測圖資之特性表.....	5-30
表 5-4-1	「豐山村五鄰道路水土保持工程整治工法及模擬示意圖」.....	5-32
表 5-5-1	本區之避難處所現有物資彙整一覽表.....	5-36
表 5-5-2	水土保持局土石流警戒基準值明細表 96.5 修訂.....	5-38
表 5-5-3	地區安全警戒系統示範區設置照片一覽表.....	5-40
表 5-7-1	構造物融入人文特色.....	5-47
表 5-7-2	區內景點.....	5-47
表 6-1-1	整體治理項目及經費一覽表.....	6-3
表 6-3-1	分年分期經費一覽表.....	6-6
表 7-1-1	台灣地區歷年國民年所得.....	7-3
表 7-1-2	來吉及豐山地區危險聚落調查及防災治理規劃預期效益計算一覽表.....	7-5
表 7-3-1	益本比計算表.....	7-9

摘要與建議

一、計畫目標

本計畫目標主要為針對來吉村及豐山村聚落之居住地、耕作地、區內外之聯絡道路，依照受崩塌地、土石流、野溪、坑溝、道路等災害之威脅程度，進行調查評估，提出易致災區位，同時針對現況問題進行分析，擬定防災治理計畫，以降低災害規模，達到加速治理易淹水地區及治山防洪，建構安全穩定之永續坡地環境。

二、計畫範圍概述

本計畫委託範圍為嘉義縣阿里山鄉來吉村及豐山村，面積共6,188公頃，本區之水系有阿里山溪、乾坑溪、石鼓盤溪及蛟龍溪。本計畫除針對來吉村及豐山村聚落進行危險聚落調查外，亦已涵蓋來吉村及豐山村之集水區，進行整體考量，集水區面積為13,114.28公頃。本區計畫範圍如圖1所示。

近十年來，本區歷經賀伯颱風、九二一大地震、桃芝颱風、納莉颱風、敏督利颱風、碧利斯颱風、聖帕颱風、柯羅莎颱風等多次重大事件，曾多次造成土石下移影響聚落安全及造成道路交通中斷，對本區整體安全造成很大的影響，故需進行防災治理規劃，以保護危險聚落之安全。

三、危險聚落調查

本計畫依據水土保持局「集水區整體治理調查規劃參考手冊」精神，整合蒐集、分析、現場調查與訪談之初步資料並配合各項圖資影像判釋之結果，依據表1之災害對聚落之影響評估方式，針對本區災害對聚落造成之影響進行安全性評定，綜合探討本區崩場地、土石流潛勢溪流、野溪、道路水土保持等現況災害問題對聚落之影響，確認本區危險聚落區位，以作為後續探討整治需求性與進行防災治理規劃之依據。

依據表1調查，本區易致災之地區，需加以保護之住戶共31戶、道路共5,355公尺及耕地共138筆地號。同時，本計畫分析河道型態變化影響土砂輸送、堆積之歷年平面、縱橫斷面特性，如圖2及3所示，發現本區溪流沖淤或泛溢可能造成住戶之潛在威脅之影響，其需加以保護之住戶有5戶。茲將表1及得知本區來吉及豐山地區之危險聚落區位（含土石流潛勢溪流聚落）及道路易中斷區位，如圖4及圖5所示。

四、防災治理規劃

本計畫依據聚落所處區位與環境特性，擬定防災治理項目包含野溪處理、崩場地處理、道路水土保持處理、河道整理等項目，同時，針對地區安全警戒系統，提出強化與建置規劃，期以工程防災與非工程警戒，達到保護危險聚落，降低地區災害規模之目的。

治理規劃項目中，阿里山溪與石鼓盤溪主流，採取穩定流心，加速回復穩定河道，避免兩岸泛溢為對策，工法上利用複式斷面，配合溪流沖淤趨勢，逐漸回復河川階地安全空間，營造穩定安全坡地環境。坡度較大之支流與坑溝，規劃上乃避免大量土砂下移對淤積之土砂造成過大負荷，同時也考慮土砂移動過程對聚落之影響，因此採用橫向構造物如防砂壩進行土砂控制與流心調整，而兩岸有保護對象者，仍採用縱向構造物如護岸進行保護。

相對於溪流處理，由崩塌趨勢來看，上游崩場地有趨向於逐漸復育之情形，對於無直接保全對象者，將以尊重自然方式處理，對保護對象有立即影響者，包含有來吉村之四處與豐山村四處，則提出崩塌處理措施。道路水土保持方面，針對因土砂下移阻斷道路通行之道路立即進行疏通，以維護道路通行安全；整體處理配合主支流及崩場地處理對策，進行道路水土保持問題災害控制，可維持道路暢通。整體防災治理規劃配置如圖6。

除工程項目規劃，本計畫針對地區安全警戒亦提出建議。依據本計畫範圍災害現況，『提早疏散』與『自動監測』是可以強化地區安全警戒之原則。『提早疏散』乃是本區聚落分散程度大，道路特別容易中斷，民眾可能無法到達疏散避難中心，形成孤立無援之情形；『自動監測』著眼於本區之警戒措施中之最重要雨量資訊，必須人工操作之困擾，可能於災害時立即

應變，未來與監測電子儀器之介面整合也會有問題，同時，目前警戒基準值雨量站採用草嶺與豐山站，對於來吉是否有同樣雨量強度，亦無法完全確認。本計畫建議可提供各村長、防災專員及各鄰鄰長先行快速判定降雨警戒標準值之無線式雨量筒（本計畫已針對來吉村進行建置），可快速提供各鄰居民該次降雨是否已達警戒標準，以提早進行疏散避難，配合未來酌以降低修改警戒標準值。

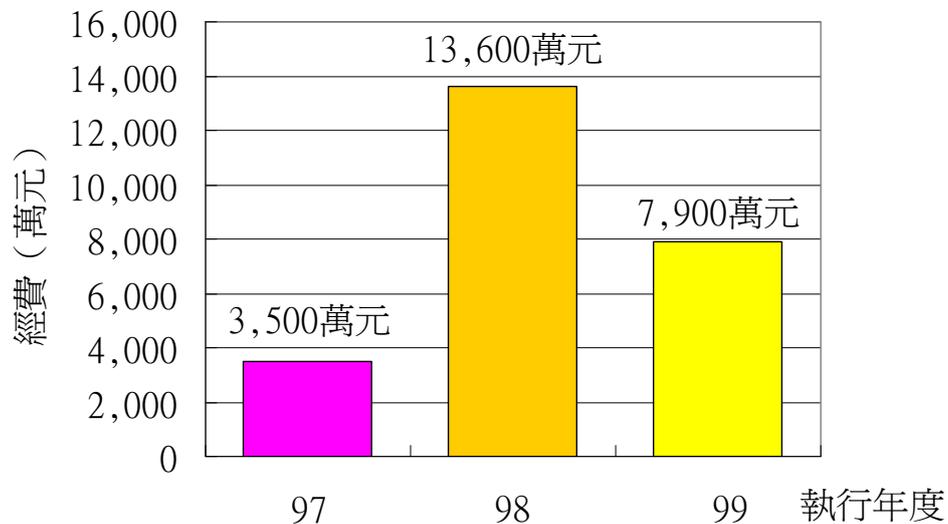
據調查結果及本區沖淤（再淤）趨勢、崩塌地分佈，地區安全警戒系統如避難路線規劃、崩塌地變遷監測、防災救災系統應一併考量，才可減少災害威脅。

五、分年分期治理計畫

依據上述之治理規劃，治理計畫編定包含河道整治、野溪處理、崩塌地處理、道路水土保持等項目。整體治理項目及經費彙整如表2所示。對於有保全對象且具立即危險性者，編列為緊急治理工程，預定於今（97）年度辦理；對於有保護對象且經常發生災害者，列為優先治理工程，預定於98年度辦理，以期能收到治理之即效性；有保護對象，但無立即危險者，列為計畫治理工程，預定於99年度辦理；其餘無保護對象，需辦理環境復育及改善，列為暫不治理，不編列經費，但需持續進行觀測。

其中，97年度預計辦理之治理經費為新台幣3,500萬元，98年度工程之治理經費為新台幣13,600萬元，99年度工程之治理經費為新台幣7,900萬元，總

治理經費為新台幣25,000萬元，茲將分年分期經費彙整如下圖所示。



六、預期效益

執行本計畫後除達到直接危險聚落安全之目的外，並達到集水區資源保育、維護國土資源、涵養水源、淨化水質、增進集水區內土地利用之價值，以及提升當地觀光產業，促進當地經濟繁榮，增加地區競爭力等間接效益。

由計畫防砂效益以及經濟評價分析，執行本計畫確可達到調節土砂下移，整治率為16.22%，可減少災害發生機率及程度，保護聚落安全之效果。分析計畫效益約19,600萬元，益本比為1.68，符合工程經濟，具投資之價值。

七、建議事項

依據調查及分析結果，本計畫除完成整治規劃之外，並提出以下建議事項，提供相關單位參考。

(一) 本規劃區編列之97年度細部設計3,500萬元及98、99年度編列之工程經費21,500萬元，建議依年度編列預算進行施工，以保護聚落安全。

(二) 本計畫所編列之分年分期工程整治經費，林務單位共編列11,950萬元、水利單位編列2,400萬元，建議林務單位及水利單位參酌後進行治理。

表1 危險聚落評估原則與調查方法

編號	自然環境區位	危險區位評估原則	調查方法
1	崩塌地	<p>(1) 危險等級A之極不安定崩塌地、危險等級B之較不安定崩塌地，有保護對象者，依照現地條件擬定適當工法。</p> <p>(2) 交通無法到達或岩坡崩塌地、岩層裸露者，以自然演替。</p>	<p>崩塌地危險度評估以崩塌地和保護對象之距離遠近進行A、B、C、D分級</p> <p>(1)A級：聚落或道路距上邊坡$<1H$、下邊坡$<2H$，有立即災害者。</p> <p>(2)B級：聚落或道路距上邊坡$<1H$，下邊坡$<2H$，無立即災害者。</p> <p>(3)C級：一般建築距上邊坡$<1H$、下邊坡$<2H$，有立即災害者。</p> <p>(4)D級：其他距上邊坡$<1H$、下邊坡$<2H$，無立即災害者。</p>
2	土石流潛勢溪流	<p>(1) 屬高潛勢土石流潛勢溪流者。</p> <p>(2) 對下游保護對象(聚落、交通動線、公共設施)有造成危害之虞者。</p> <p>(3) 溝谷土石淤積嚴重會隨著洪流輸往下游河道者。</p>	<p>現場調查發生段、流動段和淤積停止段對聚落所造成之影響。</p> <p>(1)發生段和流動段，經由正射影像判釋及現場調查後，將位處土石流發生段和流動段之保全對象列為危險聚落。</p> <p>(2)淤積停止段以水土保持局所劃設之溢流點土石流影響範圍進行勘查，所得出之土石流潛勢溪流影響範圍內之保全對象列為危險聚落。</p>

編號	自然環境區位	危險區位評估原則	調查方法
3	野溪	(1) 有保護對象或鄰近土砂災害地點者。 (2) 位於河道輸砂條件變化之河段，容易有沖淤變化者。 (3) 道路橋樑底淨空不足阻礙排洪者。	(1)以位於歷年洪氾範圍所造成最大影響範圍內之保護對象即為危險區域。包含921地震前(87年4月1日)、桃芝颱風後(92年3月13日)及最新拍攝(96年10月29日)之航照正射影像。 (2)沿野溪進行現場逐一勘查。
4	道路	道路損壞地區嚴重影響附近居民通行者。	區內所有道路系統逐一清查道路水土保持現況，據以提出道路水土保持需求性。

註：H表崩塌體的高，其上邊冠部起H以內，或下邊坡址部起3H以內。

(1) 若有公共設施、聚落或社區，且可能會有立即危害者，則該崩塌體為A級。

(2) 若有公共設施，但無立即危害者，則該崩塌體為B級。

表2 整體治理項目及經費表

圖1 計畫範圍圖

圖2 阿里山溪87年、92年及96年河道縱斷面圖 (改A3_PPT)

圖3 石鼓盤溪87年、92年及96年河道縱斷面圖 (改A3_PPT)

圖4 來吉地區之危險聚落及道路易中斷區位圖 (~ A4彩色)

圖5 豐山地區之危險聚落及道路易中斷區位圖 (~ A4彩色)

圖6 整體防災治理規劃配置圖

第一章 前言

1.1 委託計畫範圍及目標

本計畫委託範圍為嘉義縣阿里山鄉來吉村及豐山村，面積共6,188公頃(以下簡稱本區)，本區之水系有阿里山溪、乾坑溪、石鼓盤溪及蛟龍溪。本計畫除針對來吉村及豐山村聚落進行危險聚落調查外，亦已涵蓋來吉村及豐山村之集水區，進行整體考量，以提出本區之防災治理對策，其中涵蓋來吉村及豐山村之集水區，係由全仔社橋以下約500公尺之阿里山溪與石鼓盤溪匯流處起算，其集水面積為13,114.28公頃(以下簡稱本集水區)。

本區山高坡陡、河川流急、地質年輕且脆弱、地震頻繁，每遇颱風豪雨，輒易發生土砂災害，從85年7月賀伯、90年7月桃芝、90年9月納莉、93年7月敏督利、95年6月0609豪雨、95年7月碧利斯及96年10月柯羅莎等颱風，接連造成災情，威脅本區聚落之安全及生活品質，可見本區目前所處之情況，急待進行防災治理規劃工作，降低災害規模，保護聚落安全。本區規劃範圍詳圖1-1所示。

本計畫目標為針對聚落之居住地、耕作地、區內外之聯絡道路，依照受崩塌地、土石流、溪流沖淤等土砂災害之威脅程度，進行調查評估，以提出問題進行防災治理規劃，達到加速治理易淹水地區及治山防洪，並打造優質環境，帶動地

方發展之目標，達到保育水土資源、降低水土災害及涵養水源，建構安全穩定之永續坡地環境。

圖1-1 本區計畫範圍圖_A4_PPT

1.2 工作項目及內容

依據委託服務契約書規定，本計畫之工作項目及內容如下：

〈一〉集水區基本資料調查

- 1、規劃區域基本資料(包括地文、人文相關資料，例如：行政區域、人口、交通、氣象、水文、地質與土壤及生態環境等)調查。
- 2、土地利用現況調查。
- 3、溪流、崩塌地、土石流潛勢溪流、危險村落分布及現況。
- 4、以往災害情形資料蒐集分析並具體研判致災原因及提供因應對策〈應繪出設計標準圖及電腦模擬完工後景象〉。
- 5、歷年集水區內整治概況〈含其他單位整治情形〉。
- 6、溪流原有構造物對環境及災情衝擊之影響分析並具體研判原因及提供改善對策〈應繪出改善標準圖及電腦模擬完工後景象〉。
- 7、詳述規劃區內特色及各社區居民意願動向。

〈二〉集水區問題分析

〈三〉水文資料、泥砂粒徑蒐集分析及斷面分析

- 1、水文資料蒐集與分析〈包含鄰近雨量站雨量統計分析〉。
- 2、水理演算：主流及各支流洪峰流量估算。
- 3、斷面分析：主流及各支流斷面分析。

- 4、泥砂來源分析及細設工程河段粒徑調查分析。
- 5、滯洪設施地點評估及建議處理方式。

〈四〉部落安全性評估

〈五〉細部規劃與設計及地籍套繪有關事宜

- 1、現有構造物水理演算及安定分析。
- 2、廠商需於期中及期末報告提出細部規劃原則及構造物斷面圖並提供電腦模擬完工後景象圖。
- 3、廠商接獲機關通知辦理工程細部規劃後開始編製工程細部規劃書，其工作期限依契約書第五條第一項第三款規定辦理。
- 4.細部規劃與設計套彙地籍資料應於審查會議中一併提出，並於會後會同鄉公所及村長調查土地所有權人土地提供意願，以利日後取得工程用地同意書，所需有關費用皆由廠商支應辦理之。

〈六〉地區安全警戒系統之建立

〈七〉規劃效益及規劃整治願景

- 1、包含直接效益及間接效益分別詳細敘述。
- 2、規劃各社區特色及整治後願景〈需提供電腦模擬願景圖〉。
- 3、泥砂抑制與抑止。
- 4、排水系統規劃。
- 5、聚落安全性評估及對策。

- 6、緊急避難機制之建立。
- 7、地區安全警戒系統之建立。
- 8、生態維護。
- 9、景觀營造及規劃區特色展現。
- 10、村落發展。
- 11、工程需求性。

〈八〉圖資建立：航空照片拍攝。

〈九〉成果研提及展現

〈十〉審查費用及會議有關事宜

〈十一〉報告編印：依契約書第五條辦理，報告內容編列及封面依規定辦理。

第二章 計畫範圍概況

2.1 行政區域、交通

本區位於嘉義縣阿里山鄉境內，包含來吉村及豐山村兩個村，其面積分別為3,766.02公頃及2,421.98公頃，共6,188公頃；本計畫除針對來吉村及豐山村村落進行危險聚落調查及防災治理規劃外，對於涵蓋來吉村及豐山村之集水區，亦進行整體考量，並提出整體治理之對策。本區行政區域分布及面積統計彙整如表2-1-1及圖2-1-1所示。

交通方面，可由省道台18線（阿里山公路）轉縣道169再接鄉道嘉155後可進入來吉村，再續行縣道149甲可再到達豐山村；或可由國道3號竹崎交流道接省道台3線，轉縣道149再銜接縣道149甲亦可到達本區。鄉道嘉155及縣道149甲為本區之主要聯外道路，區內亦有部分農路支線，為聚落間連結之道路，茲將交通分布詳圖2-1-2。



圖 2-1-1 本區行政區域圖

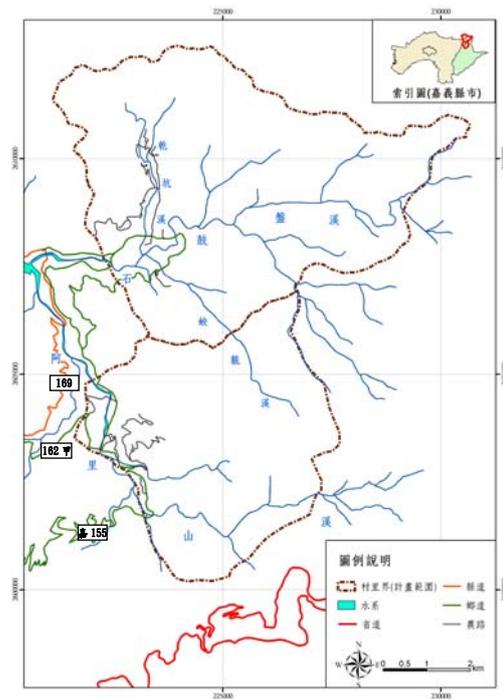


圖 2-1-2 本區道路分布圖

表 2-1-1 本區行政區域面積統計表

鄉鎮別	村里別	面積 (公頃)	百分比 (%)
阿里山鄉	豐山村	3,766.02	60.86
阿里山鄉	來吉村	2,421.98	39.14
合計		6,188	100

2.2 聚落分布情形

本區包括豐山村及來吉村兩處聚落，其中豐山村為平地村，來吉村為原住民族部落，根據嘉義縣阿里山鄉戶政事務所至97年5月統計，本區人口共817人，其中豐山村共有381人，來吉村共436人，本區人口統計如表2-2-1、2-2-2所示。

表 2-2-1 本區人口統計表

村里別	鄰數	戶數	男	女	合計
豐山村	5	114	217	164	381
來吉村	5	119	224	212	436
合計	10	235	441	376	817

資料來源：嘉義縣阿里山鄉戶政事務所（至 97 年 5 月止）

表 2-2-2 本區各鄰戶數統計表

鄰別 村里別	1 鄰	2 鄰	3 鄰	4 鄰	5 鄰	合計
豐山村	6 戶	26 戶	41 戶	23 戶	18 戶	114 戶
來吉村	55 戶		20 戶	31 戶	13 戶	119 戶

本次聚落分布依各次審查會建議，將以鄰單位，各鄰分布位置請參見圖2-2-1所示，主要調查內容包含各住戶詳細分布位置、耕地範圍、區外及區內道路通行狀況與各鄰住戶可能遭受崩塌地、土石流、溪流及坑溝等災害問題進行全面性調查，調查結果以作為後續評估災害整治需求性之重要依據。本區聚落各住戶分布位置如圖2-2-2～2-2-7所示；本區住戶調查現況照片、住戶座標位置及住戶門牌號碼，請詳附錄二。

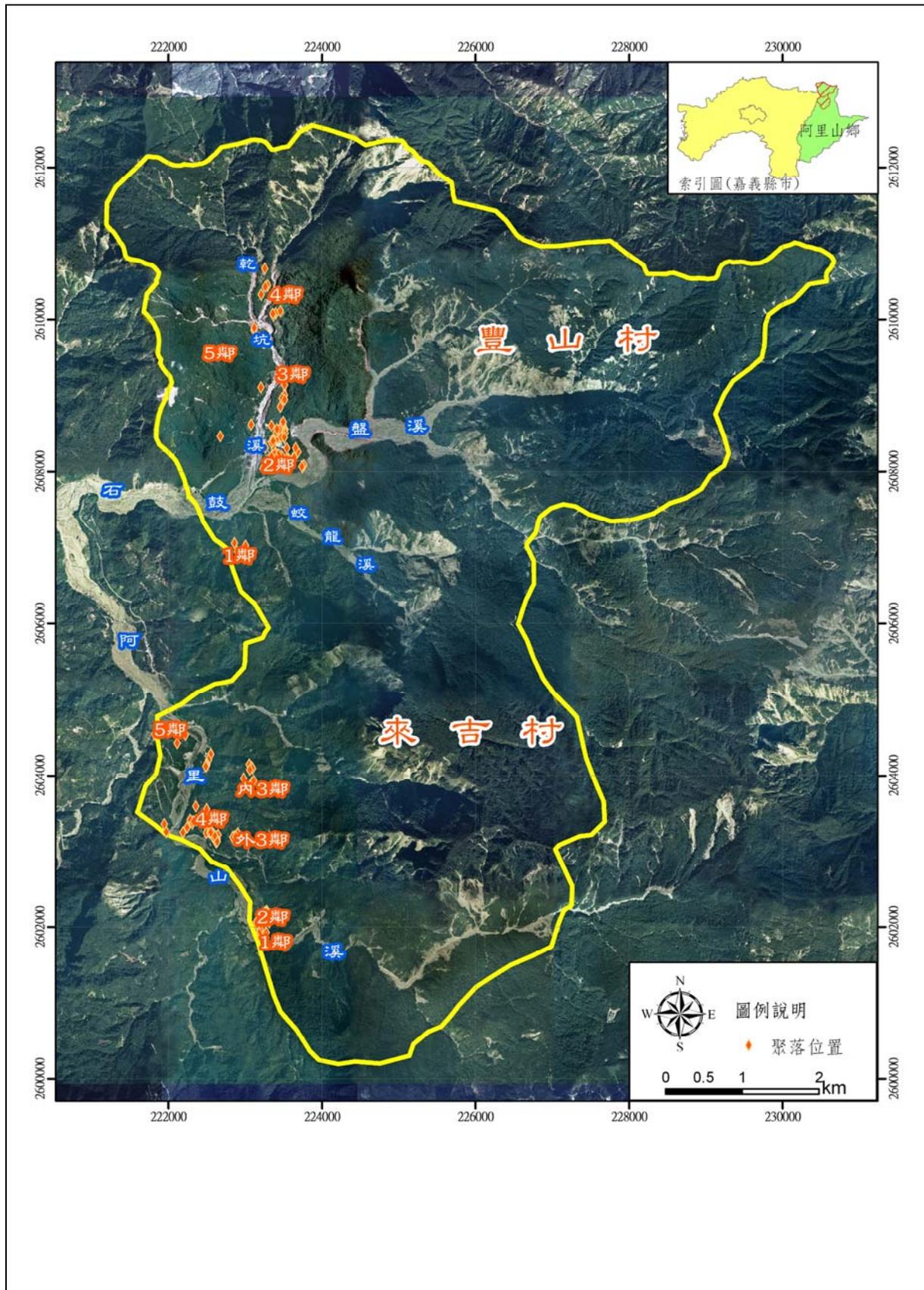


圖 2-2-2 豐山村 1 鄰聚落分布圖 (A4...PPT)

**圖 2-2-3 豐山村 2、3、4、5 鄰聚落分布圖 (A4...
PPT)**

圖 2-2-4 來吉村 1、2 鄰聚落分布圖 (A4...PPT)

圖 2-2-5 來吉村外 3 鄰 4 鄰聚落分布圖(A4...PPT)

圖 2-2-6 來吉村內 3 鄰 5 鄰聚落分布圖(A4...PPT)

2.3 氣象

本集水區氣象資料係基於形狀相似、地理位置相近等條件考量，選出足以代表其氣象、水文狀況之測站蒐集所得，距集水區最近之氣象站測站為中央氣象局之阿里山站；雨量站為經濟部水利署內茅埔(2)、草嶺(2)、望鄉、東埔、水山、新高口、樂野雨量站。根據測站之統計所得，共包括溫度、相對濕度、平均雨量等項目，相關統計資料如表2-3-1所示。

本集水區位於嘉義縣阿里山鄉境內，四周高山環列，氣候涼爽，溫度變化不大。根據阿里山氣象站資料顯示，年平均溫度為10.8°C，月平均溫度以7月14.2°C最高，以1月5.7°C最低，年平均高溫15.5°C，年平均低溫7.2°C，四季涼爽，氣溫較同緯度的嘉義地區低14°C，冬夏之溫差不到10°C；相對濕度方面以8月93%最大，以12月80%最小。

由於本集水區附近山嶺高峻，地形複雜，日照少且多霧，近10年內的日照率均在37%~44%之間，霧日多達244天，11~12月至翌年1月等三個月的天氣較為晴朗，日照率超過50%。

表 2-3-1 本集水區氣候資料統計表

月份	平均雨量 (毫米)	平均氣溫 (°C)	相對濕度 (%)	最高氣溫 (°C)	最低氣溫 (°C)
1月	46.1	5.7	81	10.9	1.8
2月	73.2	6.7	85	11.3	3.0
3月	95.8	9.0	82	13.7	5.2
4月	141.8	11.1	85	15.6	7.5
5月	365.5	12.6	90	16.6	9.4
6月	484.2	14.0	90	18.0	10.9

7月	436.5	14.2	90	18.8	10.7
8月	579.2	14.0	93	18.3	10.8
9月	270.7	13.3	91	18.0	9.8
10月	74.5	12.0	88	17.4	8.2
11月	26.7	9.8	84	15.3	5.8
12月	32.1	7.1	80	12.5	3.0
合計	2,641.7	-	-	-	-
平均	-	10.8	86	15.5	7.2

資料來源：1.平均氣溫、相對濕度、最高氣溫與最低氣溫採用中央氣象局阿里山氣象站民國60年~民國97年統計資料。

2.平均雨量採用經濟部水利署內茅埔(2)、草嶺(2)、望鄉、東埔、水山、新高口、樂野雨量站資料

2.4 水系分布概況

本集水區主要位於清水溪水系上游，清水溪水系為濁水溪的第三大支流，發源於阿里山脈的西北麓。由上游石鼓盤溪、乾坑溪、蛟龍溪及阿里山溪四條溪匯集而成，茲將水系分布位置如圖2-4-1所示，各主要支流基本資料簡述如下。

- (1)石鼓盤溪：清水溪上游與阿里山溪合流口以上，經全仔社橋以上至匯流口間，主流長度13.91公里，平均坡降13.36%。
- (2)乾坑溪：於石鼓盤溪主流匯流口附近往北，主流長度8.77公里，平均坡降16.46%。
- (3)蛟龍溪：於石鼓盤溪主流匯流口附近往東南延伸，發源於阿里山山脈之塔山，主流長度5.41公里，平均坡降36.72%。
- (4)阿里山溪：阿里山溪發源自阿里山山脈綿月山，短短6公里流程的落差，高達1,300多公尺，因此水速湍急，在河床上造成難以細數的大小瀑布和潭淵，阿里山溪的另一條支流哇嘟嘟娜溪，落差大，溪流短，形成有名的瀑布群。阿里山溪主流長度14.5公里，平均坡降10.61%。



圖 2-4-1 本集水區水系分布圖

2.5 地形概況

本集水區最低高程為545.13公尺，最高高程為2,659.84公尺，平均高程為1,476.80公尺，高程分布主要分布在1,000公尺～1,600公尺，面積5,183.07公頃，佔集水區面積之39.53%。坡度方面，以六級坡為最多，面積5,750.53公頃，佔集水區面積之43.85%，其次為五級坡，面積2,477.39公頃，佔集水區面積之18.89%。坡向分布以西北向坡為最多，面積為2,341.40公頃，佔集水區面積之17.85%。綜合高程、坡度、坡向之分析結果彙整如表2-5-1及圖2-5-1～圖2-5-3所示。

表 2-5-1 本集水區地形資訊分析表

高程 (公尺)	面積 (公頃)	百分比 (%)
$H \leq 1000$	2,614.55	19.94
$1000 < H \leq 1,300$	2,677.55	20.42
$1,300 < H \leq 1,600$	2,505.52	19.11
$1,600 < H \leq 1,900$	2,133.40	16.26
$1,900 < H \leq 2,200$	2,034.72	15.52
$2,200 < H$	1,148.54	8.75
合計	13,114.28	100
坡度 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)
一級坡 ($S \leq 5\%$)	88.48	0.67
二級坡 ($5\% < S \leq 15\%$)	501.15	3.83
三級坡 ($15\% < S \leq 30\%$)	1,377.29	10.50
四級坡 ($30\% < S \leq 40\%$)	1,325.70	10.11
五級坡 ($40\% < S \leq 55\%$)	2,477.39	18.89
六級坡 ($55\% < S \leq 100\%$)	5,750.53	43.85
七級坡 ($S > 100\%$)	1,593.74	12.15
合計	13,114.28	100
坡向	面積 (公頃)	百分比 (%)

北	1,970.92	15.03
東北	1,473.37	11.24
東	1,191.38	9.08
東南	1,130.66	8.62
南	1,443.09	11.01
西南	1,690.29	12.89
西	1,873.17	14.28
西北	2,341.40	17.85
合計	13,114.28	100

土壤分布由行政院農委會於民國84年6月出版之『台灣地區土壤分布圖』萃取得，集水區土壤分布有崩積土及石質土，以崩積土涵蓋面積最廣，約佔集水區之82.13%。集水區土壤分布資訊如表2-5-2及圖2-5-4所示。茲將土壤特徵概述如下：

1.崩積土：

此乃鄰近高山地區之土壤物質因滾落、滑降、甚至崩塌等位移作用而生成者，新生成者表土有機物多，表層較暗者稱為「暗色崩積土」，堆積時間較久其有機物已分解殆盡顏色較淡，稱為「淡色崩積土」。

2.石質土：

此乃由母質經由簡單之物理、化學風化作用生成之土壤，通常很淺，含石量超過50%以上，排水、通氣良好，唯土層淺肥力低，大都分布於山坡地或森林地之陡峭區。

表 2-5-2 土壤與特性分布統計一覽表

土壤類別	土壤質地	面積(公頃)	百分比(%)
崩積土	壤質細砂土、粗砂質壤土、砂質壤土、細砂質壤土、壤土、粘質壤土、坩質粘壤土	10,770.31	82.13
石質土	粗砂土、砂土、壤土	57.41	0.44
無資料區	--	2,286.56	17.43
合計		13,114.28	100

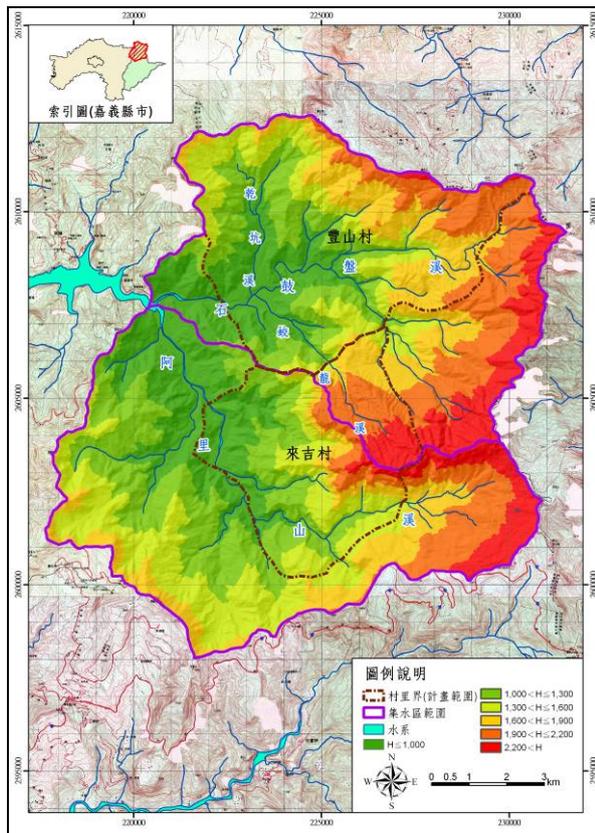


圖 2-5-1 集水區高程分布圖

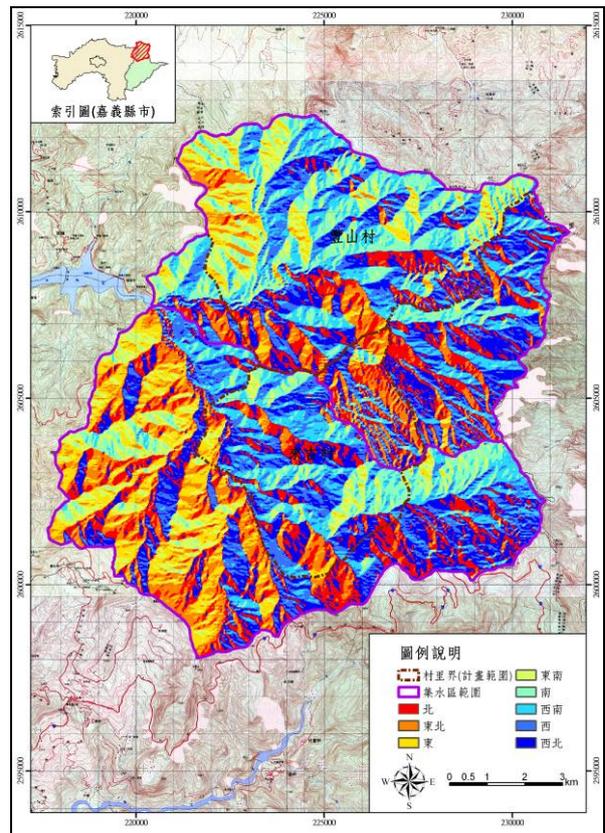


圖 2-5-3 集水區坡向分布圖

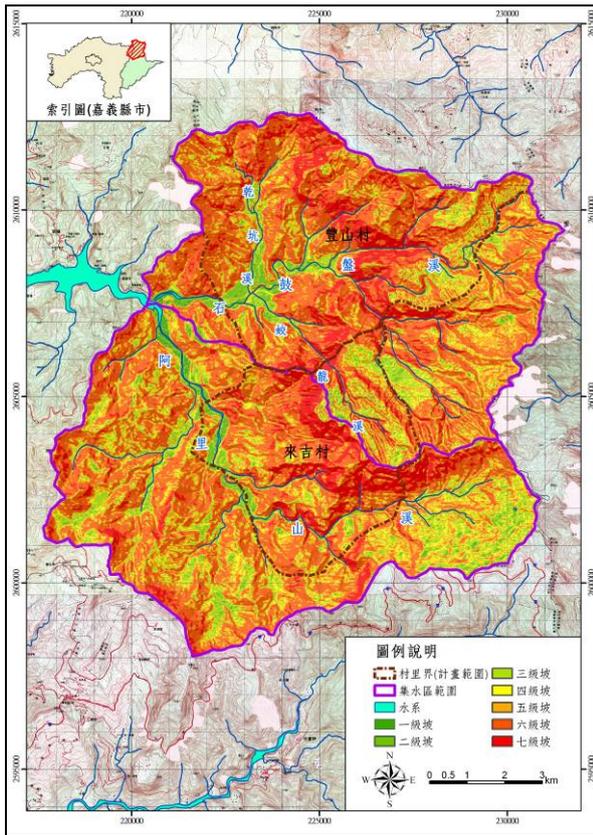


圖 2-5-2 集水區坡度分布圖

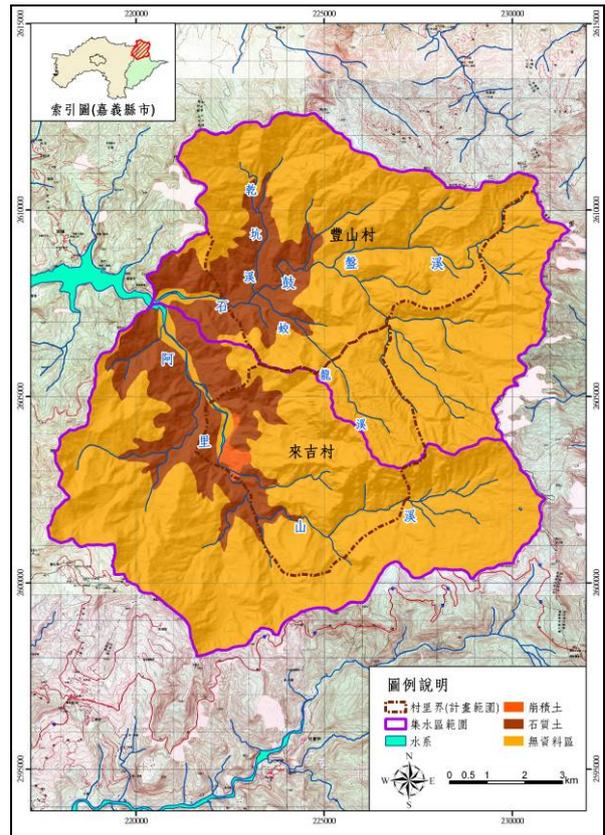


圖 2-5-4 集水區土壤分布圖

2.6 地質

2.6.1 地層概況

依據經濟部中央地質調查所於民國89年出版之50萬分之一地層圖幅，集水區之地層包括南莊層及桂竹林層，以南莊層分布最廣，面積8,253.82公頃，佔集水區面積62.94%。茲將地層分布與基本資訊整理如圖2-6-1及表2-6-1所示，各地層特性分布如下。

南莊層 (Nc) 以砂岩為主，夾薄層頁岩和砂岩與頁岩之薄葉互層。砂岩大部分為數公分至數十公分之薄層至中層，間夾3~4公尺厚之塊狀厚層，質地堅緻、純淨、細粒，灰白至淡灰色，屬原石英砂岩類，局部含長石或石灰質。砂岩與頁

岩之薄葉互層中所夾的砂岩則為細粒、純淨、淺灰至青灰色，層理良好，若質堅硬緻密，並含有多層貝類化石密集帶。

桂竹林層 (Kc) 下部由厚層青灰色細粒緻密砂岩、暗灰色頁岩、粉砂岩及砂頁岩互層所組成，局部夾有薄煤層及殼灰質砂岩。青灰色砂岩厚度一般為1至20公尺，風化後變為黃灰色；部份砂岩內含保存不良之貝類化石及泥塊，有時可於砂岩內發現多量的植物碎屑及少量的煤屑、煤塊。本層的上部則以厚層、細粒至中粒的泥質砂岩為主，部份層位夾厚層暗灰色砂質頁岩及砂頁岩互層。泥質砂岩厚度一般在2公尺以上，內含多量的雲母或炭質碎片，少數亦含煤粒；有時亦可見薄層炭質頁岩夾於其中。

表 2-6-1 本集水區地層基本資訊一覽表

地層別	地質年代	岩性	面積(公頃)	百分比(%)
南莊層	中新世	砂岩及頁岩互層	8,253.82	62.94
桂竹林層	中新至上新	砂岩及頁岩互層	4,860.46	37.06
合計			13,114.28	100.00

2.6.2 地質構造

本集水區附近之出現之地質構造主要有社後坪斷層、內磅斷層、社前湖斷層及布袋窟斷層。茲將上述地質構造型質說明如后：

1. 社後坪斷層



位於豐山村之北側，走向由西端的西北走向至東端轉為北西走向。其西端為大尖山斷層截失，東端於豐山村東方向外延伸。將草嶺背斜與石坎湖背斜截開，為一北側地塊上昇之斜移斷層。

2.內磅斷層

自西北隅荷苞山附近，呈北西走向，向東南延伸，至豐山村附近轉折成南南東走向繼續向南延伸至區外。斷層南段為斷面向東之逆斷層，斷面滑動方向尚伴有左移之滑動，至北段走向轉為北西後，則漸成為左移性質的斷層。斷層西段於樟湖山東南方將大尖山斷層向左錯移約1公里左右，向西延於荷苞山附近斷跡已不明。目前推測本斷層可能為在大尖山斷層發展後期，與之同時向西逆衝活動而造成，也可能向西延伸不遠並止於桐樹湖斷層。

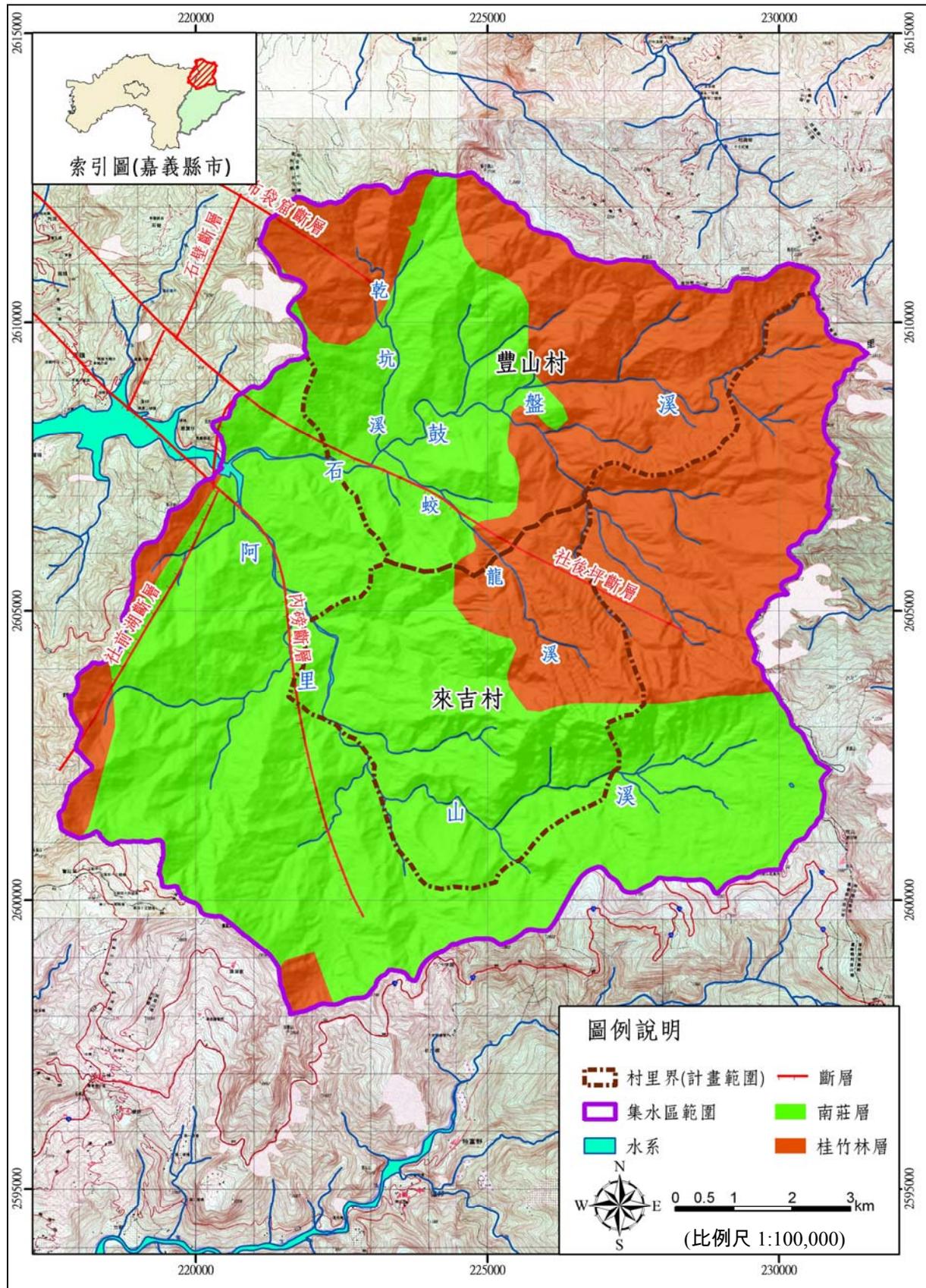
3.社前湖斷層

位於豐山村來吉村西側，略呈北北東走向，由光崙山西北方向北延伸為內磅斷層向左錯移，後再向北延伸為社後坪斷層截失。本斷層為一斷面向東之逆斷層，其形成可能為內磅斷層由北北西走向轉為北西走向，並向左錯移之壓應力造成的。

4.布袋窟斷層

位於豐山村西北側，呈西北西走向。本斷層為一右移斷層，將石坎湖背斜截切成南北兩地塊，南側地塊受本斷層向西擠壓，造成背斜西側另一向斜構造。





資料來源：經濟部中央地質調查所，本計畫整理

圖 2-6-1 區域地質圖



2.7 土地利用概況

2.7.1 土地類別

土地類別方面，區分為林班地及山坡地，本集水區以林務局嘉義林區管理處所管轄之大埔事業區林班範圍分布最廣，面積共計11,198.06公頃，佔集水區面積之85.39%，山坡地主要分布於阿里山溪下游，面積1916.22公頃，佔集水區之14.61%，其中，來吉聚落屬於原住民保留地，面積357.25公頃，佔集水區之2.72%。茲將集水區之土地類別資料如表2-7-1所示。

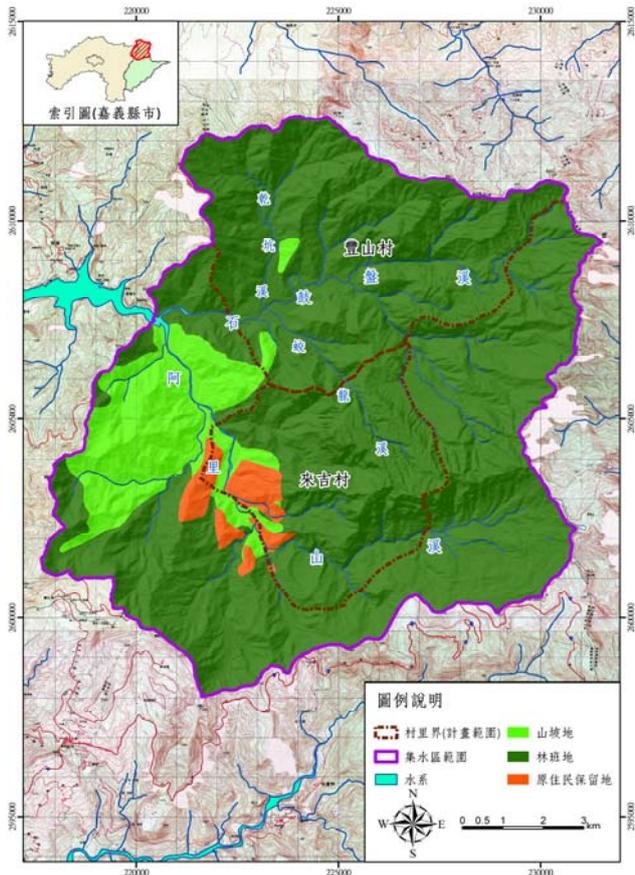


表 2-7-1 集水區土地類別分布統計表

土地類別	面積 (公頃)	百分比 (%)
山坡地	1916.22	14.61

林班地	11,198.06	85.39
合計	13,114.28	100.00

2.7.2 土地利用

依據水土保持局之土地利用分類資料中土地利用圖、96年航拍影像判釋及現場調查，分析集水區土地利用現況，多屬林務局國有林班事業區範圍，土地利用以闊葉林及針葉林為主，佔集水區總面積82.78%；部分土地為原住民保留地，由於平地少，可利用之土地面積稀少，多以種植竹林、茶園、水田、檳榔以及果園為主，合計即佔集水區總面積8.84%；位於道路沿線為聚落聚集之處，同時也是建築區分布面積有45.40公頃，佔集水區總面積0.35%。茲將本集水區之土地利用統計整理如表2-7-1及圖2-7-1所示。

表 2-7-2 本集水區土地利用統計表

土地利用	面積 (公頃)	百分比 (%)	土地利用	面積 (公頃)	百分比 (%)
水池	0.92	0.01	道路	29.82	0.23
香蕉園	1.08	0.01	建築區	45.40	0.35

水田	7.34	0.06	河流	59.6	0.45
果園	7.85	0.06	草生地	295.52	2.25
灌木區	12.58	0.1	檳榔	177.2	1.35
崩塌地	653.96	4.98	茶園	320.12	2.44
竹林	646.21	4.93	針葉林	2,617.54	19.96
闊葉林	8,239.14	62.82	合計	13114.28	100

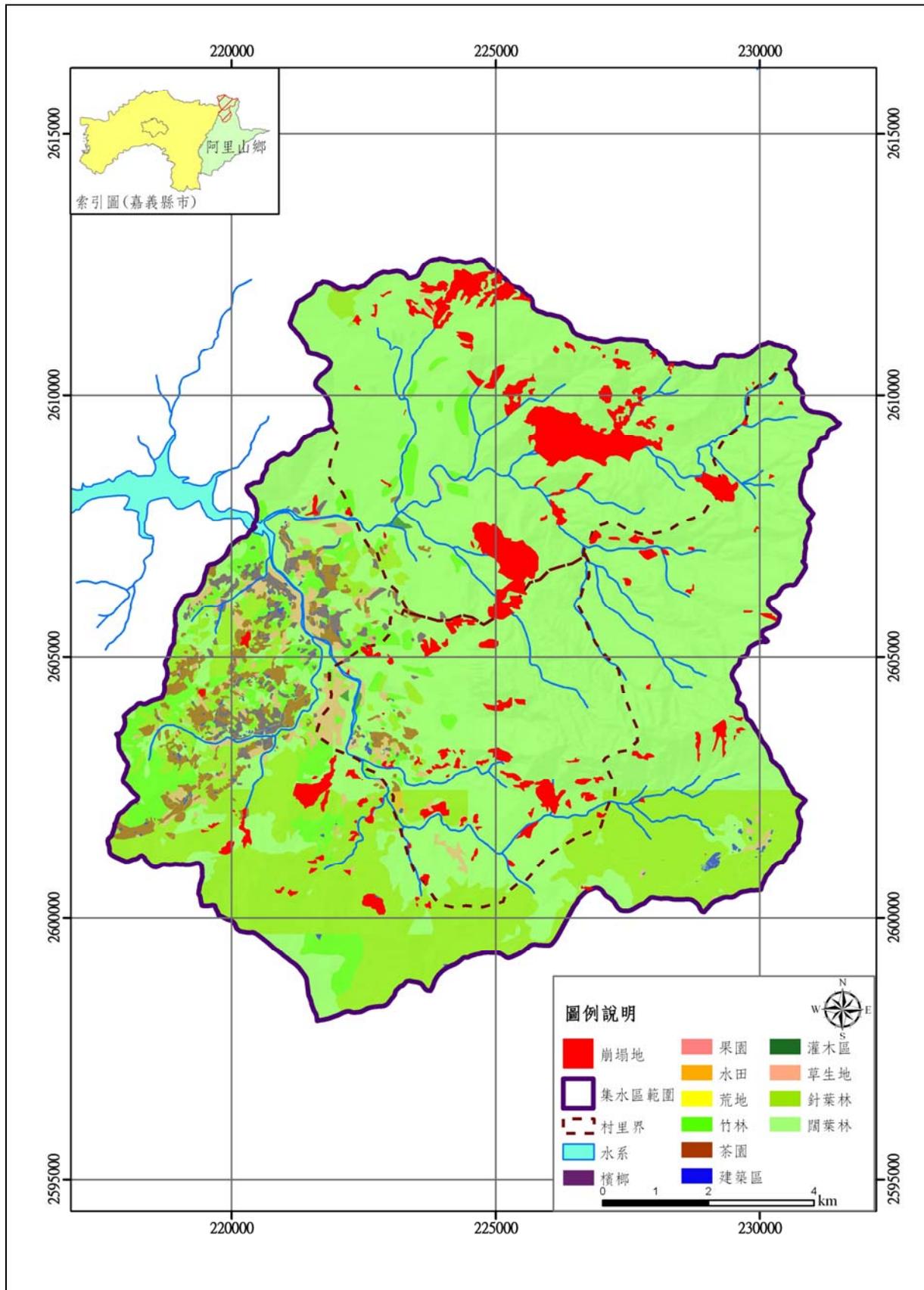


圖 2-7-1 本集水區土地利用分布圖

2.8 土石流潛勢溪流與崩場地分布

依照水土保持局94年度公告之1,420條土石流潛勢溪流，豐山聚落位於嘉義001、嘉義002及嘉義A001三條土石流潛勢溪流交匯處；來吉聚落附近則有嘉義003及嘉義A002二條土石流潛勢溪流分布，茲將本集水區土石流潛勢溪流資訊，如表2-8-1及圖2-8-1所示。

表 2-8-1 本集水區土石流潛勢溪流資訊統計表

土石流潛勢溪流編號	長度(公尺)	溪流名稱	E	N	地標	優先處理
嘉義001	4716.00	乾坑溪	223100	2607925	石鼓盤	高
嘉義002	5418.00	蛟龍坑	223269	2607738	內來吉	中
嘉義003	923.00	阿里山溪支流	221989	2603148	外來吉	中
嘉義A001	23981.00	豐山溪	222475	2607500	石鼓盤溪	低
嘉義A002	1660.00	阿里山溪支流	223219	2601640	絲嘛吉他野溪	中

資料來源：水土保持局，本計畫整理

崩場地部分，依據水土保持局於921大地震後、桃芝颱風後和72水災後之崩場地分布資料，在集水區內於921大地震後調查之崩場地有33處，面積353.69公頃；桃芝颱風後調查之崩場地有150處，面積691.50公頃；72水災後調查之崩場地有202處，面積763公頃；本計畫於95年調查統計有163處崩場地，面積共696.37公頃；於96年以航拍影像判釋及調查統計，本集水區有159處崩場地，面積共653.96公頃。本區歷年崩場地分布如圖2-8-2所示。

**圖 2-8-1 集水區土石流潛勢溪流位置分布圖
(A4_PPT)**



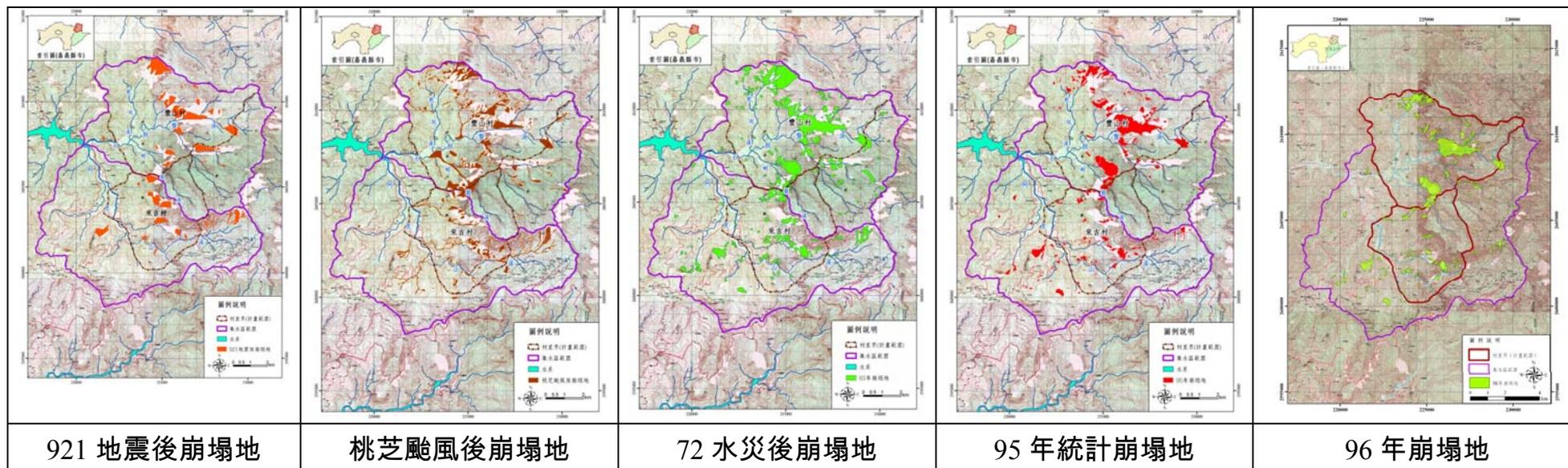


圖 2-8-2 本集水區歷年崩塌地分布圖

2.9 歷年災害與治理概況

近十年來，本區經歷了賀伯颱風、九二一大地震、桃芝颱風、納莉颱風、敏督利颱風、95年之0609豪雨及碧利斯颱風、96年聖帕颱風與柯羅莎颱風等多次重大事件，曾多次造成土石下移影響聚落安全及造成道路交通中斷，對本區整體安全造成很大的影響，茲將歷年重大災情整理如表2-9-1。

表 2-9-1 本區歷年災害之影響

日期	災害名稱	災害情形
85年 7月31日	賀伯颱風	賀伯颱風帶來驚人的降雨量與強大的風力，阿里山測站每小時降雨強度超過 100 毫米以上，24 小時降雨量(1,748.5 毫米)更打破台灣地區 24 小時之最大雨量紀錄(1672 毫米)。該次颱風累積雨量為 1,994 毫米，造成集水區嚴重的土砂災害，大量雨水沖刷導致溪水暴漲、土石淹埋河道及道路損壞。
88年 9月21日	921 大地震	921 大地震時受到強震力作用致土石鬆動，崩落大量土石堆積在溪床。集水區下游草嶺地區，因受地震影響發生大規模山崩，崩塌土石堆積在清水溪河床，造成新草嶺潭。
89年 4月28日	豪雨	民國 89 年 4 月 28 日本區首次土石流發生，沖毀乾坑溪中游之豐石橋掩埋下游乾坑橋（橋函）之災害，聚落聯外交通頓時中斷，同年接連發生五次土石流，日期分別為 5 月 26 日、6 月 7 日、6 月 12 日、6 月 19 日、6 月 29 日，土石災害頻仍。
90年 7月30日	桃芝颱風	桃芝颱風為嘉義縣山區帶來 750 毫米雨量，造成本區豐山、來吉村再度爆發土石流，豐山村內石鼓盤溪水位暴漲，挾帶大量土砂，石鼓盤溪上之善天橋、行天橋沖毀，全仔社橋橋墩撞壞一支，橋面下陷，溪流中二座潛壩沖毀，豐山國小邊坡下方的護岸及部分溪段護岸損毀，部分淤埋於土石中；豐山村內乾坑溪上之乾坑橋沖毀，三座防砂壩(含副壩)、一座固床工沖毀，潛壩二座損壞，護岸 456.4 公尺全數沖毀，重力式護岸部分沖毀，部分掩埋，部分因河道刷深而懸空；豐

日期	災害名稱	災害情形
		山村內蛟龍溪上游蛟龍橋沖毀，溪流中之防砂壩一座沖毀，一座損壞，下游一座防砂壩被掩埋；造成豐山村交通頓時斷絕。來吉村的來吉橋、來吉大橋、三龍橋三座對外橋樑都被土石流沖毀，所幸土石流爆發前，村民已疏散到安全處所，並無人員傷亡。
90年 9月17日	納莉颱風	民國90年9月納莉颱風來襲，再度爆發多處土石流，豐山村乾坑溪便道及來吉村三龍橋涵管便道，均被土石流吞噬，聯外交通全部中斷，約二百餘戶、四百餘人受困，幸未傳出人員傷亡。另外石鼓盤溪之土石流沖毀一片農地及房舍一棟。
93年 7月2日	敏督利 颱風	敏督利颱風時溪水暴漲沖毀了乾坑溪與石鼓盤溪上的對外聯絡便橋，導致當地110戶、412人無法出入，所幸村民大都有儲備糧食，無斷炊之虞。道路多處坍方、落石不斷。
95年 6月9日	0609 豪雨	集水區內降下超大豪雨，24小時累積雨量已達811.5毫米，創下歷年各氣象站梅雨季最大記錄值。豐山村149線豐山支線道路，坍方50~60公尺，豐山往社後坪道路，路面又被大水沖毀，導致豐山村對外的2條道路全中斷，一度形同封村，149支線搶通後才又有路可通。
95年 7月13日	碧利斯 颱風	碧利斯颱風引進的旺盛西南氣流帶來超大豪雨，阿里山測站7月13日24小時累積雨量已達741毫米。149甲線來吉大橋附近及來吉五鄰大橋處發生坍方，造成交通中斷。
96年 8月18日	聖帕颱風	聖帕颱風引進旺盛西南氣流影響，山區雨勢不斷，因邊坡裸露土質鬆軟，嘉155沿線都有零星落石，幸未傳出人員傷亡。
96年 10月6日	柯羅莎 颱風	柯羅莎颱風帶來超大豪雨，阿里山測站累積雨量已達741毫米。由全仔社橋通往豐山村路段，邊坡崩塌導致聯外道路無法通行，而來吉村在通往3、5鄰道路也因道路邊坡崩塌，導致道路中斷。

歷年治理部分，自民國80年~民國97年水土保持局第三工程所、嘉義林區管理處、嘉義縣政府、阿里山鄉公所對本區進行相關整治計畫計79件，總金額449,818千元，其中水土保持局第三工程所共21件，經費共87,927千元；嘉義林區管理處

共48件，經費共319,593千元；嘉義縣政府共8件，經費共44,600千元；阿里山鄉公所共5件，經費共25,341千元。茲將目前所蒐集之相關單位治理工程整理如圖2-9-1與表2-9-2所示。

表 2-9-2 本區歷年治理工程一覽表

項次	計畫年度	工程名稱	座標		工程內容	工程經費(元)	執行機關
			E	N			
1	80	阿區 162、165 林班蚊龍溪防砂壩新建工程	223372	2607662	防砂壩 1 座 壩長 66M 壩高 12.5M 副壩 1 座 壩長 56M 壩高 7M	4,322,000	林務局嘉義林區管理處
2	80	蚊龍溪上游防砂壩加強工程	223466	2607574	加強主壩、副壩	2,412,525	林務局嘉義林區管理處
3	82	乾坑溪第一號防砂工程	223416	2609202	防砂壩 1 座 壩長 77M 壩高 11M 副壩 1 座 壩長 44M 壩高 4M	6,150,999	林務局嘉義林區管理處
4	85	石鼓盤溪護岸工程	224078	2608495	護岸長 243.58M 高 6M 丁壩 6 座	10,326,240	林務局嘉義林區管理處
5	85	石鼓盤溪第一期防砂壩工程	223921	2608136	潛壩 1 座 壩長 66M 壩高 4.5M	4,928,004	林務局嘉義林區管理處
6	85	乾坑溪支流第一期防砂工程	223065	2610272	上段護岸 長 87.29M 高 5M 下段護岸 長 54.5M 高 5M	2,160,000	林務局嘉義林區管理處
7	86	乾坑溪第一號防砂壩工程翼牆及護岸工程	223315	2609006	修復翼牆 長 23M 高 4M 護岸 長 209.5M 高 5M	5,512,440	林務局嘉義林區管理處
8	86	善天橋災修	223561	2608170	賀伯災修	7,577,000	第三工程所
9	87	乾坑溪二號防砂壩及護岸工程	223182	2608331	防砂壩 1 座 壩長 98M 壩高 8M 丁壩 2 座 固床工 1 處 護岸 長 261M 高 5~6M	12,200,484	林務局嘉義林區管理處
10	87	蚊龍溪第三號防砂壩工程	224539	2606628	防砂壩 1 座 壩長 50M 壩高 10M 副壩 1 座 壩長 39M 壩高 5M 護岸 長 44.5M 高 5M	7,604,371	林務局嘉義林區管理處
11	87	蚊龍溪第五號防砂壩工程	223921	2607164	防砂壩 1 座 壩長 43M 壩高 10M 副壩 1 座 壩長 42M 壩高 6M	4,260,000	林務局嘉義林區管理處
12	87	蚊龍溪上游防砂壩加強工程	223782	2607959	主壩翼牆延長、修復副壩	4,073,897	林務局嘉義林區管理處
13	89	阿里山溪支流三號防砂壩新建及一號壩加強工程	224388	2602827	防砂壩乙座、舊壩修補	4,438,276	林務局嘉義林區管理處
14	89	乾坑溪三號防砂壩及護岸工程	223421	2610686	防砂壩 1 座 壩長 82M 壩高 12M 副壩 1 座 壩長 48M 壩高 4M	6,002,047	林務局嘉義林區管理處
15	89	乾坑溪崩塌地處理及石盤谷護岸工程	223392	2610342	塊石護岸 長 140.4M 高 5M 丁壩 1 座 長 6M 高 3M 寬 5M	1,558,696	林務局嘉義林區管理處
16	89	乾坑溪支流護岸加強	222880	2609858	固床工 1 座 長 15M 高 4M 甲護岸 長 16M 高 5.8M 乙護岸 高 20M 高 3M	2,636,212	林務局嘉義林區管理處
17	89	乾坑溪整治工程	223384	2609618	潛壩 2 座 A 座 長 80M 高 3M B 座 長 118M 高 3M 塊石護岸 長 316M 高 5M 疏浚 466.5M	6,640,030	林務局嘉義林區管理處
18	89	豐石橋上、下游緊急疏浚工程	223435	2609454	疏浚 岩方 5609M 土石方 13088M ³	2,240,293	林務局嘉義林區管理處
19	89	乾坑溪第一號壩上、下游疏浚及護岸加高工程	223466	2609284	疏浚 岩方 3658M ³ 土石方 6760M ³ 護岸 長 182.8M 高 3.8~5.8M	4,892,122	林務局嘉義林區管理處
20	89	乾坑溪護岸延長工程	223252	2608886	護岸 長 204.46M 高 3.8~6M	3,250,000	林務局嘉義林區管理處



項次	計畫年度	工程名稱	座標		工程內容	工程經費(元)	執行機關
			E	N			
21	89	乾坑溪緊急疏浚工程	223252	2608886	疏浚 岩方 11500M ³ 土石方 26385M ³	2,414,962	林務局嘉義林區管理處
22	89	乾坑溪二號防砂壩上、下游緊急疏浚工程	223151	2608022	疏浚 280M 岩方 3869M ³ 土石方 7263M ³	1,370,000	林務局嘉義林區管理處
23	89	蚊龍溪橋下防砂壩復健工程	223940	2608022	潛壩復健、新建防砂壩 1 座 壩長 69M 壩高 11M	5,820,000	林務局嘉義林區管理處
24	89	阿區 166 林班善天橋下方潛壩及護岸工程	223883	2608262	潛壩 1 座 壩長 74M 壩高 6M	3,446,479	林務局嘉義林區管理處
25	89	乾坑溪一號防砂壩上下游疏浚及護岸加高工程	223080	2607978	防砂壩疏浚及護岸加高工程	4,943,511	林務局嘉義林區管理處
26	89	乾坑溪護岸延長工程	223191	2608200	護岸延長工程	3,435,338	林務局嘉義林區管理處
27	89	乾坑溪三號防砂壩及護岸工程	223629	2610878	防砂壩及護岸工程	6,006,757	林務局嘉義林區管理處
28	90	乾坑溪支流護岸加強工程	223063	2610398	護岸加強工程	2,642,500	林務局嘉義林區管理處
29	90	阿里山區 15 林班崩場地緊急處理工程	223956	2601876	防砂壩乙座	5,720,000	林務局嘉義林區管理處
30	90	阿里山鄉來吉五鄰大橋上下游疏浚及乾砌塊石緊急災修工程	223310	2601750	土石(疏濬)清除 2750 立方公尺,其他:67500	4,930,000	阿里山鄉公所
31	90	阿里山鄉三龍橋上下游疏浚緊急災修工程	222720	2604164	土石(疏濬)清除 9000 立方公尺,	540,000	阿里山鄉公所
32	90	阿里山溪整治工程	222150	2603750	護岸 150 公尺,	13,500,000	嘉義縣政府
33	90	塔山橋下游野溪復建工程	223234	2602786	固床工 3 座,護岸 150 公尺,	6,000,000	嘉義縣政府
34	90	來吉行諄橋野溪復建工程	222537	2602980	固床工 2 座,護岸 40 公尺,擋土牆 60 公尺,	7,500,000	嘉義縣政府
35	90	來吉一鄰護岸復建工程	223205	2601855	固床工 11 座,護岸 550 公尺,	12,000,000	嘉義縣政府
36	91	阿里山鄉來吉五鄰崩場地源頭處理工程	221989	2604102	種子撒播 1ha、其他: 乾砌塊石 120M (H = 5M) 乾砌塊石 60M (H = 2M)	691,000	第三工程所
37	91	三龍溪一號防砂壩工程	222326	2604912	防砂壩二座各長 76m 高 5m、長 71m、高 5m	5,360,000	林務局嘉義林區管理處
38	91	乾坑溪第六、七號防砂壩新建工程	223640	2611039	砂壩新建工程	12,023,293	林務局嘉義林區管理處
39	91	蚊龍溪第五號防砂壩復舊及一號壩補修工程	224230	2607113	防砂壩復舊及補修工程	8,351,634	林務局嘉義林區管理處
40	91	石鼓盤溪第二期護岸工程	223360	2607950	護岸工程	3,596,370	林務局嘉義林區管理處
41	91	乾坑溪第四、五號防砂壩新建	223753	2611188	防砂壩新建	14,195,782	林務局嘉義林區管理處
42	91	咬人貓溪崩場地處理工程	224554	2608649	崩場地處理工程	10,330,731	林務局嘉義林區管理處
43	92	豐社橋旁裸露地加強處理	223313	2607025	種子撒播 0.8ha,	74,000	第三工程所
44	92	來吉公墓下裸露地加強處理	222778	2602759	種子撒播 1.5ha,	138,000	第三工程所
45	92	清水溪便道旁裸露地加強處理	222294	2603965	種子撒播 1.2ha,	112,000	第三工程所
46	92	阿里山溪五鄰大橋段整治工程	223272	2604265	其他:護岸 115 公尺、固床 115 公尺、流路疏通 320 公尺	8,492,000	第三工程所
47	92	阿里山溪內來吉護岸整治工程	223356	2602716	護岸 48.5 公尺、護岸 263 公尺、石籠護坡 50 公尺	7,200,000	第三工程所
48	92	阿里山區 162、164 林班護岸工程	223307	2607068	護岸工程	7,313,986	林務局嘉義林區管理處
49	92	乾坑溪第三號防砂壩復舊工程	223568	2610947	防砂壩復舊工程	7,110,198	林務局嘉義林區管理處

項次	計畫年度	工程名稱	座標		工程內容	工程經費(元)	執行機關
			E	N			
50	92	蚊龍溪第六號防砂壩工程	224363	2606866	防砂壩工程	5,390,747	林務局嘉義林區管理處
51	92	蚊龍溪第六號防砂壩工程	224391	2607035	防砂壩工程	5,390,747	林務局嘉義林區管理處
52	92	阿比哈那農路改善工程	221789	2603775	PC 路面 700m	1,000,000	嘉義縣政府
53	92	來吉村二鄰整治二期工程	222210	2603650	其他: 整治 100 公尺	3,000,000	嘉義縣政府
54	94	來吉橋下游護岸工程	223390	2601809	護岸 78 公尺,其他:基礎補強 42m	3,500,000	第三工程所
55	94	來吉三鄰護岸工程	222987	2602917	整治 72.36 公尺,	3,500,000	第三工程所
56	94	來吉橋下游護岸工程	223390	2601809	護岸 78 公尺,其他:基礎補強 42m	1,500,000	第三工程所
57	94	來吉三鄰護岸工程	222987	2602917	整治 72.36 公尺	3,500,000	第三工程所
58	94	阿里山區第 15、159 林班第二期防砂工程	223787	2601951	梳子壩一座及乾砌塊石護岸	8,500,000	林務局嘉義林區管理處
59	94	阿里山溪上游支流防砂壩工程	223704	2602677	護岸及固床工	5,000,000	林務局嘉義林區管理處
60	94	乾坑溪上游段及支流整治工程	223315	2609924	支流整治	4,115,869	林務局嘉義林區管理處
61	94	咬人貓西防砂工程	224631	2608912	防砂工程	8,952,206	林務局嘉義林區管理處
62	94	阿里山區 170、176 林班野溪整治工程	223293	2610240	野溪整治工程	8,398,207	林務局嘉義林區管理處
63	94	石鼓盤溪上游防砂壩工程	225243	2608486	防砂壩工程	10,827,657	林務局嘉義林區管理處
64	94	蚊龍溪上游段治理工程	224078	2607124	治理工程	16,926,101	林務局嘉義林區管理處
65	94	風石橋上下游治理工程	223410	2609220	治理工程	13,692,478	林務局嘉義林區管理處
66	94	豐山村五鄰吊橋上下游治理工程	223243	2610088	治理工程	15,239,746	林務局嘉義林區管理處
67	94	乾坑溪第八、九、十號防砂壩新建工程	223426	2610784	防砂壩新建工程	17,469,441	林務局嘉義林區管理處
68	94	哇都都那溪水水土保持災修工程	223095	2602758	1.護岸 L=350m H=5-10m	8,724,000	阿里山鄉公所
69	94	阿里山溪水水土保持災修工程	223325	2601827	1.護岸 L=750m H=8-10m 2.輪濬 L=800m H=7-10m W=50-60m	10,447,000	阿里山鄉公所
70	94	來吉 3 鄰水土保持災修工程	223090	2602742	擋土牆	700,000	阿里山鄉公所
71	94	來吉社區環境改善工程	223248	2601938	綠美化 1 式,蓄水池 1 座,其他:排水改善 3 處及綠美化 1 式	800,000	嘉義縣政府
72	94	來吉社區環境改善工程	223248	2601938	其他:排水改善 3 處及綠美化 1 式	800,000	嘉義縣政府
73	95	來吉橋上游緊急處理工程	223362	2601727	土石(疏濬)清除 22000 立方公尺,	1,500,000	第三工程所
74	95	五鄰大橋上下游緊急處理工程	222477	2604394	土石(疏濬)清除 22000 立方公尺,	1,500,000	第三工程所
75	95	五鄰大橋上下游緊急處理工程	222516	2604475	其他:土石疏通 7,000m ³	500,000	第三工程所
76	95	來吉國小下方護岸治山防洪工程	222540	2603161	其他:固床工 3 座,護岸 150*2 公尺	6,000,000	第三工程所
77	95	來吉橋上下游治山防洪工程	223362	2601727	固床工 16 座,護岸長 300*2m	8,000,000	第三工程所
78	95	哇啞啞野溪整治工程	223235	2602784	固床工 5 座,護岸長 100*2m,橋樑 1 座	5,000,000	第三工程所
79	95	來吉橋下游護岸工程	223390	2601809	護岸 78 公尺,其他:基礎補強 42m	1,500,000	第三工程所
80	97	來吉國小下方護岸二期工程	223386	2601765	1.新設護岸 22.5 公尺。 2.丁壩 5 座 3.丁壩間加設消能塊, 共計 48 個。	4974,700	第三工程所
81	97	來吉橋下游整治二期工程	223368	2601740	1.主流護岸 79 公尺。 2.主流丁壩 9 座。	16,100,400	第三工程所



項次	計畫年度	工程名稱	座標		工程內容	工程經費(元)	執行機關
			E	N			
					3.支流護岸 126 公尺。4.支流潛霸 2 座。 5.支流固床工 3 座。		
82	97	絲麻吉他野溪整治二期工程	223219	2601640	1.潛壩 1 座。 2.護岸共計 149 公尺。 3.跌水工 2 座。 4.固床工 5 座。	6,568,700	第三工程所

資料來源：水土保持局第三工程所、林務局嘉義林區管理處、嘉義縣政府、阿里山鄉公所及本計畫整理

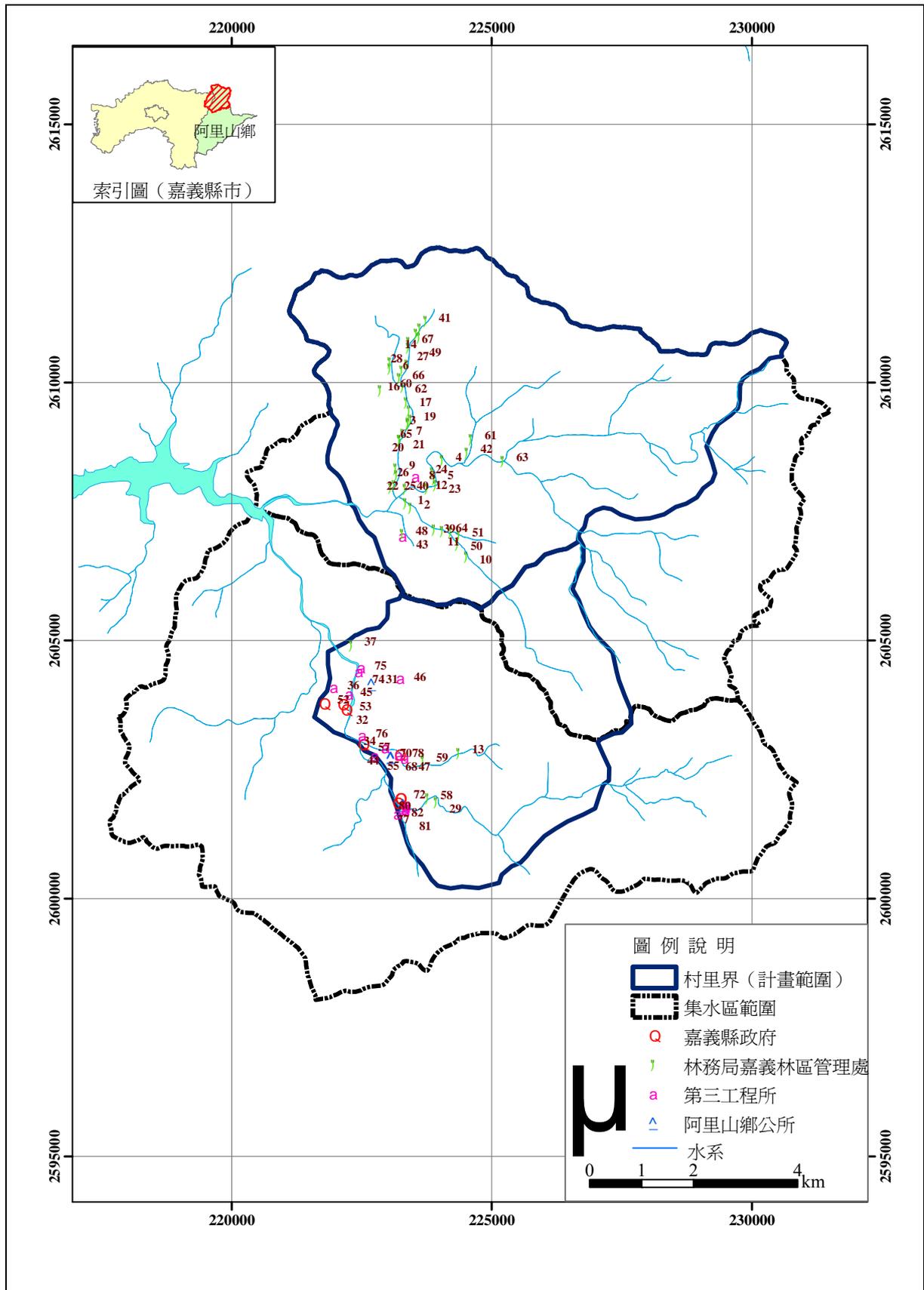


圖2-9-1 本區歷年治理位置分布圖

2.10 產業文化概況

本區來吉村屬於鄒族原住民部落，以下茲對鄒族文化做一概略敘述。

- (1) 家庭組織：鄒族為父系社會，男主外、女主內。有重男的觀念，尤其是對長男的重視。
 - (2) 婚姻：鄒族的婚姻之形成多是靠說媒，由父母親訂定，也有指腹為婚的情況。結婚的對象血源不能太近，且不與外族通婚。
 - (3) 聚落：鄒族有 12 個部落，每個部落的習俗大致相同，部落的長老皆是世襲形成，且皆為此家族的長男繼承。
 - (4) 衣飾：鄒族人在獸皮上使用非常廣泛，可從服飾看出其獨特工藝的表現，而獸皮取材多半來自山羌、山羊、鹿皮，縫製成皮衣、背心、披肩、鞋子及男子盛裝時的綁腿，甚至族人也將獸皮製成皮帽，帽頂上預留小洞綁帝雉尾羽。皮帽象徵的意義為成年的族人、責任與意志。顏色以紅色為主，黑色為副，顏色簡單。頭飾以象徵錢幣、富貴的貝殼來裝飾，而對男子而言還有鯨魚的骨頭以及羽毛（珍貴鳥類如公帝雉的尾毛）來做裝飾。祭典時才以神樹為裝飾。
- 另外，鄒族男子盛裝參加祭儀戴上皮帽，還要在帽外繫上熊皮製的飾帶，不但看起來色澤光艷，而且略帶剛毅之氣，據部落耆老表示熊皮飾帶代表著族人男子狩獵時的勇猛。
- (5) 建築：建築方式有家屋、會所、棚圈等三種；會所為部落單位之公共建築，棚圈為豬柵、雞栖，主要建築材料有木材、石塊、茅草、竹片、籐皮等，

以圓木架為樑柱，茅管豎列為牆，茅草蓋頂。

(6) 信仰：鄒族信仰天神(Ha-Mo)及小米神(Mai-Do-Lu)。

(7) 傳統祭典：達邦及特富野為大社，保有傳統會所及頭目體制，在族人對外戰鬥勝利時就舉辦瑪亞士比(Mayasivi)與在小米收成月份舉辦小米收穫祭(Homeyaya)，但目前已演變為每年的2月15日及8月15日舉辦豐年祭。Mayasvi包含迎送戰神祭儀、道路祭、男童登會所及成年禮等連串儀式。歌曲和舞步充滿了敬神如神在的凝斂和虔誠風格。歌謠中有許多的歌詞屬於古代語言，且包含隱喻，現代已不易考其語意。

(8) 社會組織：鄒族人的社會組織可以分為大社、氏族、聯合家族、單一姓氏家族四個部份。大社(hosa)，由幾個氏族聯合組成。氏族(aemana)：由幾個聯合家族組成，可能有血緣關係，也可能沒有血緣關係，同一氏族之間禁止通婚。聯合家族(ongo-no-emo)，由幾個單一姓氏的家族組成，共有耕地、共有河流漁區、共有小米祭祀小屋(又稱粟祭屋)。單一姓氏家族(emo)。例如，特富野社的安家是本家，由安家分出武家與洋家，而鄭家與田家又是安家的養子，因此安、武、鄭、洋、田等五家為同一氏族，不得通婚；達邦社的莊家與溫家、杜家與楊家共同一個小米祭屋，屬於聯合家族，亦不能通婚，獵區、漁區可共同使用。由聯合家族推派的長老，共同主持長老會議是鄒族部落的最高決策單位。頭目依長老會議的指示分派工作，賦予每一個聯合家族責任與義務。

(9) 特殊地位：鄒族沒有階級制度，卻有幾個特殊地位的人物。頭目(peogsi)：



由其一家族固定承襲。征帥(eozomu)：爭戰、獵首的指揮官，有時可能是頭目，如果戰事頻繁，會有好幾個征帥。勇士(maotana)：在戰場上有特殊功勳的族人。目前傳統的價值觀與社會制度已被行政體系的運作所取代，只有在傳統祭典時，頭目、征帥家族的地位才會被凸顯出來，沒有了戰爭，所謂的征帥、勇士已不復存在，倒是家族長老的地位依然屹立不搖，年經人對長輩的尊崇不僅表現在文化上，也表現於日常生活當中。

- (10) 產業：鄒族人生計以農業及狩獵為主，由於禁止狩獵的法令限制，迫使鄒人口外流，由於阿里山區為高山茶及山葵的種植區，許多鄒族的朋友開始在保留地上種植山葵並跟平地的茶農學習種茶的技術，這兩項高經濟作物使得一些年輕人回流至部落。除了茶葉與山葵，桂竹筍、竹高筍、高麗菜也是經濟作物之一。近年更有族人研究花卉的種植，尤其是高單價的香水百合更是新興的精緻農業。

2.11 生態概況

茲依據特有生物保育研究中心及本計畫調查彙整相關生態資料，簡單概述如下：

集水區至少有植物類、哺乳類17種、鳥類62種、爬蟲類14種、兩生類13種、蝴蝶194種、魚類18種、甲殼類2種。另依據特有生物研究保育中心之資料，哺乳類中有4種為保育類、瀕臨絕種保育鳥類有6種及臺灣特有種6種。

一、植物相

受到高度變化的影響，植物分布呈現熱帶、暖帶、溫帶與寒帶，並且植物種類相當繁多。大致說來，從平地到海拔800公尺的獨立山一帶，屬於丘陵地形的熱帶林，此區顯著的植物相以相思樹、山黃麻和構樹為主，產業則以龍眼、麻竹與桂竹林最為常見。

從獨立山到海拔1,800公尺的屏遮那則屬於暖帶林的範圍，代表樹種為樟、楠、楓和殼斗科植物為多，而奮起湖與十字路一帶的柳杉林為此區較單一的植物相。廣泛分布的茶園，以及孟宗竹林則是開墾山林所形成的產業景觀。

溫帶林指的是屏遮那以上到海拔3,000公尺以下的地區，阿里山五木(鐵杉、台灣扁柏、華山松、台灣杉與紅檜)主要分布於此。其中紅檜原始林舉世知名，最受到矚目。至於，3,000公尺以上到3,500公尺以下的寒帶林區，主要生長台灣冷杉，阿里山山脈所佔範圍較稀少。

從阿里山麓森林園區網路資料的調查結果，植物相記錄的植物分別有桃花、射干菖莆、蔓陀羅、芭蕉花、巴西牡丹(野牡丹)、山櫻花、瓊花、石蓮、佛手瓜、靈芝、紅肉李、虎杖、臺灣百合、台灣龍膽、臺灣馬桑、玉山假沙梨、台灣紅榨槭、臺灣笑靨花、玉山石竹、臺灣二葉松、山油點草、火炭母草、阿里山忍冬、海芋、銀杏、明日葉。

阿里山植物相中代表性植物有紅檜、扁柏、臺灣杉、樟樹、水柯仔(即台灣赤楊，為崩塌地的常見樹種)、台灣肖楠、台灣欒樹、通條木(亦稱蓮草)、台灣一葉蘭。

二、鳥類相

鳥類有62種，其中留鳥51種、過境鳥2種、候鳥9種。在阿里山鄉海拔較高之阿里山地區，據專家在當地調查每季約可觀察到40種鳥類，為賞鳥的好地區。分別有深山竹雞、栗背林鴉、台灣紫嘯鶇、白耳畫眉、大冠鶯、綠鳩、紅胸啄花、黃腹琉璃鳥、紅山椒、赤腹鶇、鉛色水鶇、深山鶯、翠翼鳩、鳩鵲、黃山雀、林雕、藍腹鶇、帝雉、褐林鴉、火冠戴菊鳥、紋翼畫眉、冠羽畫眉、酒紅朱雀、煤山雀、臺灣藍鶇、灰喉山椒鳥、藪鳥、黑枕藍鶇、白環鸚嘴鶇、大彎嘴、山紅頭、小啄木、小卷尾、小彎嘴、頭烏線、五色鳥、紅嘴黑鶇、樹鶇、棕面鶯、繡眼畫眉、白鶇、金翼白眉、灰頭花翼、朱鶇、青背山雀、紅頭山雀、鱗胸鶇、竹鳥、綠畫眉、八色鳥、灰面鶯、老鷹、斑鳩、赤腹鷹、耳鴉、灰林鴉、長耳鴉、領角鴉、黃嘴角鴉、赤腹鶇，瀕臨絕種保育類者有林雕、赫氏角鷹、藍腹鶇、帝雉、褐鴉、米鶇、灰林鴉、黃魚鴉等。



三、哺乳類相

哺乳類有17種，分別為台灣煙尖鼠、寬吻髭蝠、赤腹松鼠、條蚊松鼠、大赤鼯鼠、白面鼯鼠、巢鼠、台灣野豬、台灣獼猴、台灣黑熊、山羌、穿山甲、黃鼠狼、白鼻心、水鹿、台灣長鬃山羊、石虎等動物，其中松鼠、鼯鼠的族群已危害森林、樹木。其中台灣獼猴、台灣黑熊、山羌、穿山甲為4種保育類哺乳類動物。

四、兩棲類相

兩棲類相有13種分別為拉都希氏赤蛙、褐樹蛙是最常見的，也有澤蛙、古氏赤蛙、日本樹蛙、白額樹蛙、莫氏樹蛙、虎皮蛙、梭德氏赤蛙、巴氏小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙、斯文豪氏赤蛙、盤古蟾蜍。其中巴氏小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙、虎皮蛙、莫氏樹蛙、褐樹蛙為珍貴稀有保育類。

五、爬蟲類相

爬蟲類主要分布在中低海拔地區，常見之爬蟲類有蜥蜴類及蛇類。常見之毒蛇有阿里山龜殼花、菊池氏龜殼花、赤尾鮎、雨傘節、赤尾青竹絲、飯匙倩、鏈鎖蛇、百步蛇等，其他則有過刀山、南蛇、錦蛇等。蜥蜴類則有斯文豪氏攀木蜥蜴、麗蚊石龍子與印度蜥蜴等。

六、水域生物相

水域生物相分別有何氏棘魚、高身鯛魚、草魚、紅鰭魚、鯽魚、鯉魚、鱧魚、翹嘴紅、烏尾冬、吳郭魚、筍殼魚、高山固魚、曲腰魚、蝦、蟹、鱸鰻、石斑、台灣石賓、台灣馬口魚。



七、昆蟲相

本區蝴蝶有194種，佔臺灣蝴蝶半數以上。較常見有玉帶鳳蝶、青帶鳳蝶、大琉璃紋鳳蝶、大紅紋鳳蝶、銀紋淡黃蝶、水青粉蝶、眼紋擬蛺蝶、白紋鳳蝶、青斑蝶、臺灣麝香鳳蝶、麝香鳳蝶、黑鳳蝶、無尾白紋鳳蝶、紫斑蝶、樺斑蝶、大鳳蝶、沖繩小灰蝶、蛇目蝶、紅紋鳳蝶、小灰蝶、三線蝶、豹紋蝶、黃蛺蝶、紅邊黃小灰蝶、琉璃紋鳳蝶、青帶鳳蝶、小紋青斑蝶、小紫斑蝶、江崎黃蝶。阿里山地區每年四至六月為主要賞螢季，以黑翅螢、端黑螢、紅胸黑翅螢等為大宗，其他季節常見如端黑螢、大端黑螢、山窗螢、臺灣山窗螢、雪螢、神木螢、鋸角雪螢、黃綠螢、黃胸黑翅螢、梭德氏脈翅螢、雲南扁螢、雙色垂鬚螢。

2.12 航空攝影

本計畫進行之航空攝影，其航拍範圍主要針對來吉及豐山聚落所在範圍進行航拍。其航空攝影之原則如下：

1. 於地形圖上設計航線，航線方向以南北為原則，或者平行於預定路線，可視氣候情形地形狀況而斟酌決定。
2. 航空攝影應於天氣晴朗，能見度佳，並於上午十時至下午二時之間實施為原則。主要考量為量測、製圖及正射鑲嵌影像使用。
3. 航攝像比例尺一萬分之一數位垂直照片，航向重疊 (overlap) 60%，側向重疊 (sidelap) 30%，各航帶前後應於測區外各多拍兩個像對。
4. 航空器：航空攝影使用之飛機應符合航空攝影之要求。本案選用 BN2B-20 型飛

機，飛行高度可達 6000 公尺，可涵蓋本計畫區範圍。



5.相機：採精密測圖專用航空數位攝影機。



6.航空攝影後，應繪涵蓋圖，表示像片之重疊情形及各像片在測區之位置，如檢查影像有下列情形應重行攝影或補攝。

- (1) 航線偏差超過 10%。
- (2) 重疊不足像對不能涵蓋全測區。
- (3) 航高過高或過低，致像片比例尺與規定相差 10%以上。

- (4) 航偏角及航傾角大於五度以上。
- (5) 底片有雲，影像模糊，陰影過長及其他因攝影條件，或不能完全消除視差，致無法用於量測及製圖。

7. 航拍時以 GPS 導航定位。

一、航線

因來吉及豐山地區高程較高且坡度陡峭，故需要至少飛 4500 公尺航高 GSD 平均約 20cm(18~22cm)，本計畫已依契約規定於民國 96 年 10 月 26 日進行航拍，航拍之航線如下圖 4-3-9-1-1 及 4-3-9-1-2 所示。



來吉地區航拍之航線計畫



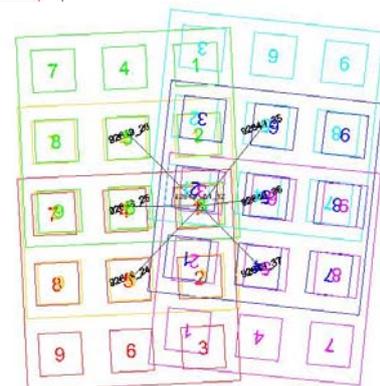
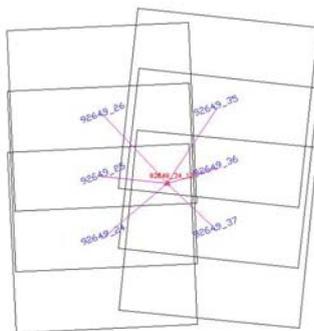
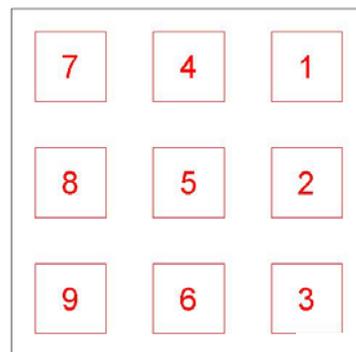
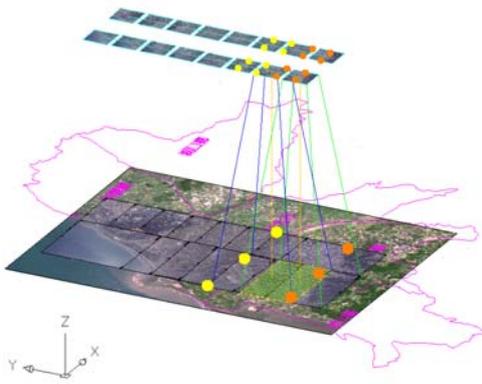
豐山地區航拍之航線計畫

二、空中三角測量

- 1.空中三角測量採用 LPS 數值立體測圖儀 (工作站), 量測模型連接點及全部設有航空標之控制點、水準點之坐標。



- 2.空中三角像片連接點應分布每一像片九個標準點位上，每一標準點位至少二點以上，空中三角平差偵錯後，每一標準點位至少留存一點。



- 3.空中三角測量平差採用光束法計算，最小約制平差後所得之觀測中誤差，其平面中誤差不得超過 $10\mu\text{m}$ ，高程中誤差不得超過 $20\mu\text{m}$ 。強制附合至地面控制點後中誤差之增加量，應不超過前述 30%，否則應重新檢核地面控制點之正確性。

三、正射影像製作

- 1.利用數值航測影像工作站或同等精度之航測儀器，配合數值地形模型資料作為正射糾正之高程控制資料，將中心投影之航空像片，糾正成正射投影，消除像片上投影誤差，製作數位正射影像資料檔，記錄在光碟等電腦磁性媒體。
- 2.正射影像糾正使用之數值地形模型資料，係包含地面覆蓋物之地面高程，其網格間距應在圖上二公厘（地面十公尺）以內。
- 3.數位正射影像以彩色影像表示為原則。
- 4.數位正射影像資料檔以 TIFF 格式儲存，並與基本圖圖檔相配合，以每幅圖一個檔案為原則。
- 5.正射糾正影像之鑲接與修色處理以不失真及不損及幾何性原則下，無接縫影像拼接後，再依據基本圖圖幅範圍切割出具備地理座標的影像 TIFF 檔案。以下為影像色調連續性調整及影像幾何性修正步驟：

（1）影像色調連續性之調整：

- A.針對相鄰影像之色調進行初步色調調整。如：調整色調一致、自動色階處理以增加影像色彩飽和度...等。

B.再以 Ortho Vista 進行色調自動調整

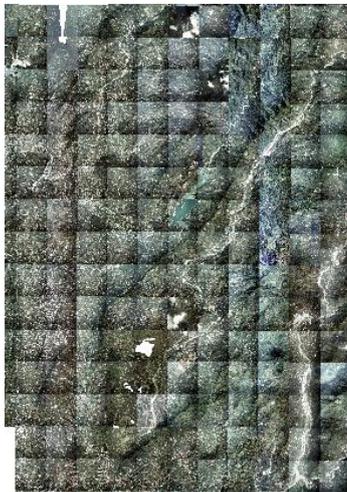


色調處理前之原始影像



色調處理後之影像

C. Ortho Vista 之處理成果展示 : (每一區塊代表一幅基本圖)



影像處理前之原始影像拼接圖



影像處理後之影像拼接圖

(2) 影像幾何性之修正 :

A.於影像重疊區上，依據影像內容描繪影像接合線(以道路、巷道、河流、山脊、山谷...等明顯界線為最佳選擇)

B.依據影像接合線，調整各影像之顯示範圍，並進行拼接。

C.確立重疊區之影像，並與原影像進行拼接，再重新依據圖幅範圍裁切影像。



影像接邊處明顯產生接邊不符情形

繪製影像接合線

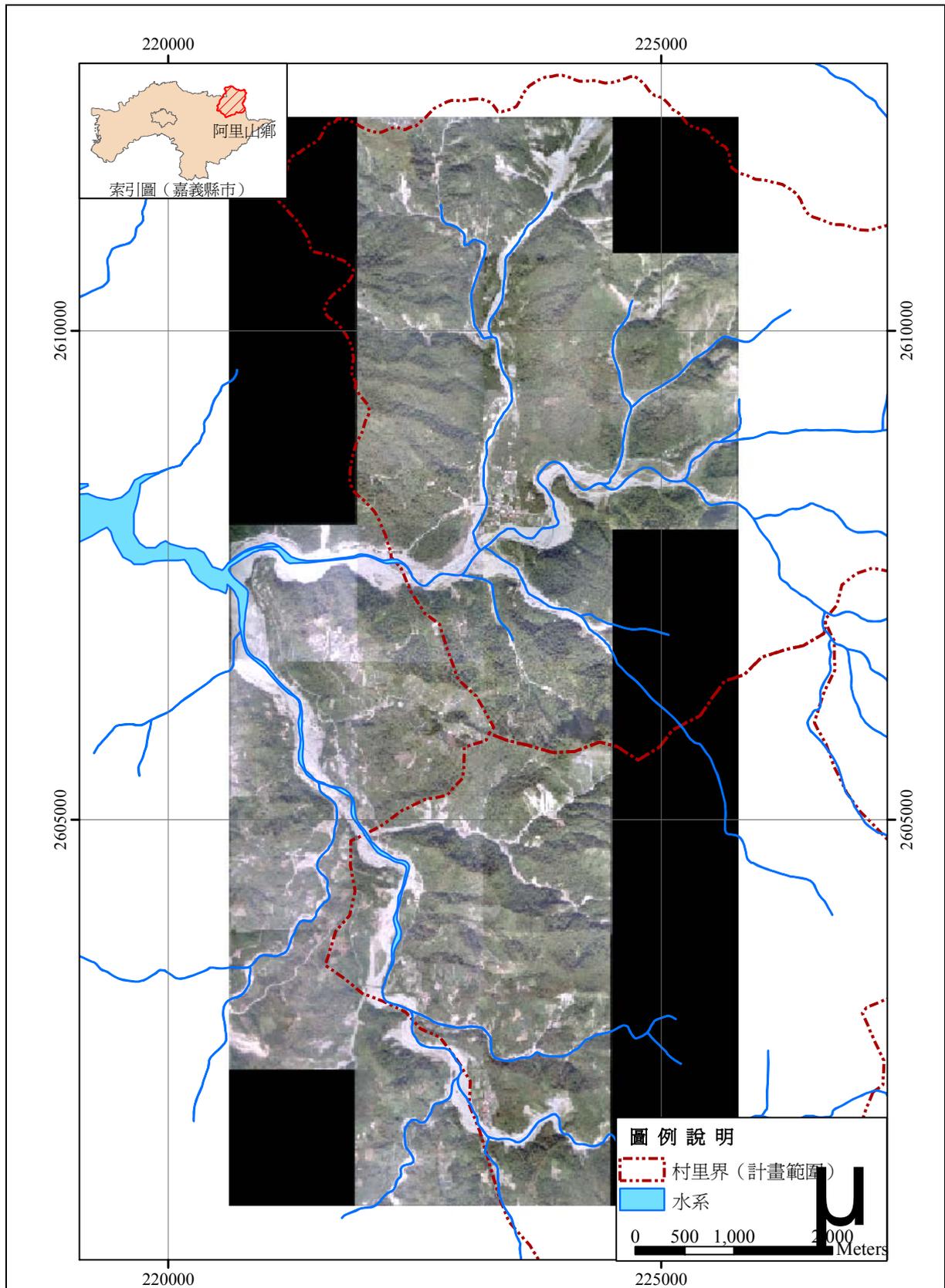


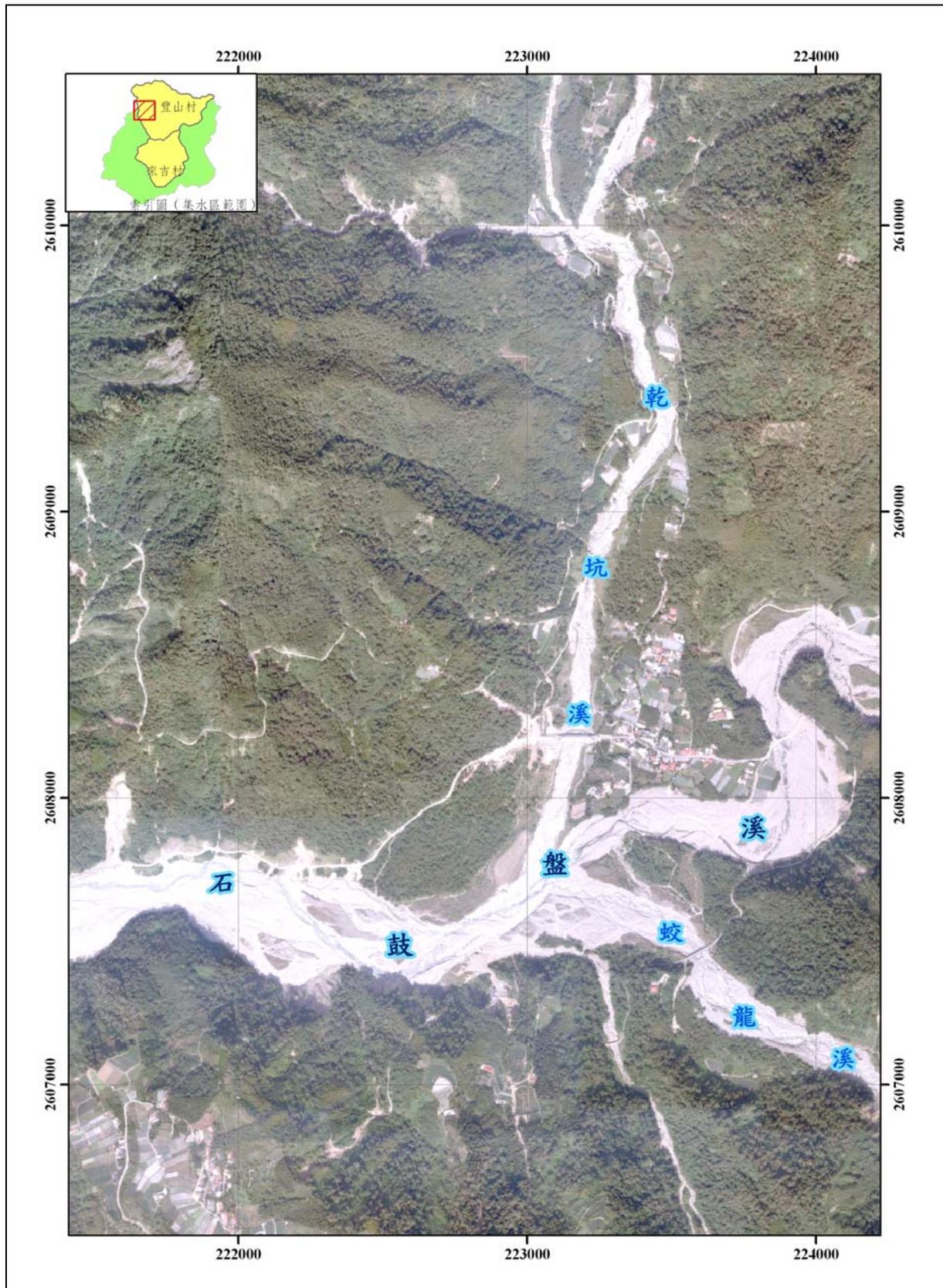
依據影像接合線進行 mosaic 之成果

四、攝影記錄

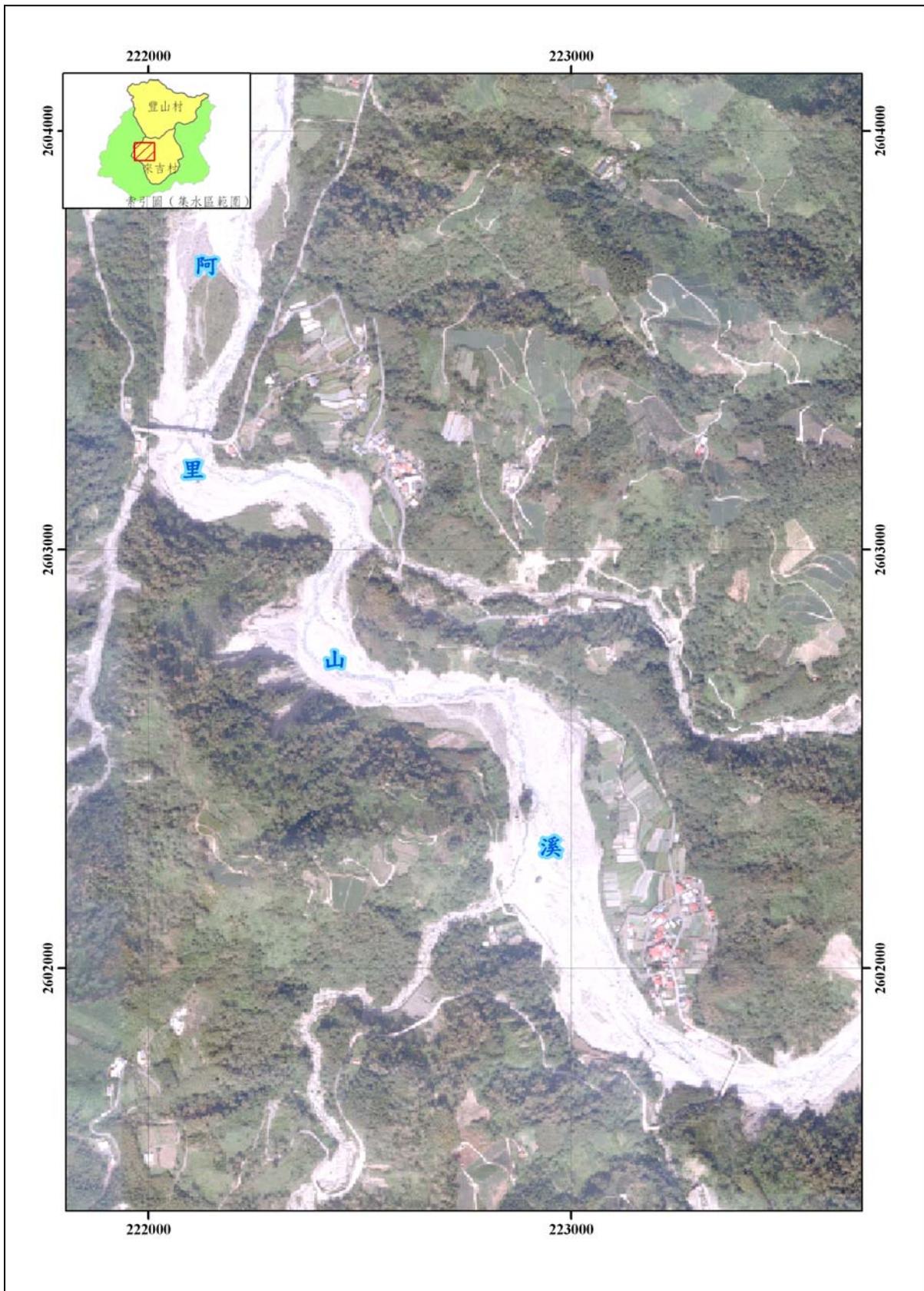
攝影記錄__A4__WORD

五、正射影像成果





豐山村正射影像圖



來吉村正射影像圖

第三章 集水區問題與分析

依據本計畫之目標，本章節主要係針對聚落之居住地、耕作地、區內外之聯絡道路，依據其受崩場地、土石流、溪流沖淤等土砂災害之威脅程度，進行現地調查評估，並針對災害影響聚落之調查結果提出問題與治理需求性。

根據現場調查成果，本區災害主要與土砂生產、輸送、堆積的過程有關，本計畫乃再以集水區為單元進行探討，包含進行河道地形量化，河床質採樣，崩場地變遷分析等，以量化本區土砂對聚落安全影響之評定。

3.1 危險聚落調查

本節將整合蒐集、分析、現場調查與訪談之初步資料並配合各項圖資影像判釋之結果，綜合探討本區崩場地、土石流潛勢溪流、野溪、道路水土保持等現況災害問題對聚落之影響，進行水土保持問題分析，以作為後續探討整治需求性與進行整體規劃之依據。以下將依據表3-1-1之災害對聚落之影響評估方式，針對本區災害對聚落造成之影響進行安全性評定。災害對聚落之影響評估方式列如下表3-1-1所示。

表3-1-1 危險聚落評估原則與調查方法

編號	自然環境區位	危險區位評估原則	調查方法
1	崩塌地	<p>(1) 危險等級A之極不安定崩塌地、危險等級B之較不安定崩塌地，有保護對象者，依照現地條件擬定適當工法。</p> <p>(2) 交通無法到達或岩坡崩塌地、岩層裸露者，以自然演替。</p>	<p>崩塌地危險度評估以崩塌地和保護對象之距離遠近進行A、B、C、D分級</p> <p>(1)A級：聚落或道路距上邊坡$<1H$、下邊坡$<2H$，有立即災害者。</p> <p>(2)B級：聚落或道路距上邊坡$<1H$，下邊坡$<2H$，無立即災害者。</p> <p>(3)C級：一般建築距上邊坡$<1H$、下邊坡$<2H$，有立即災害者。</p> <p>(4)D級：其他距上邊坡$<1H$、下邊坡$<2H$，無立即災害者。</p>
2	土石流潛勢溪流	<p>(1) 屬高潛勢土石流潛勢溪流者。</p> <p>(2) 對下游保護對象(聚落、交通動線、公共設施)有造成危害之虞者。</p> <p>(3) 溝谷土石淤積嚴重會隨著洪流輸往下游河道者。</p>	<p>現場調查發生段、流動段和淤積停止段對聚落所造成之影響。</p> <p>(1)發生段和流動段，經由正射影像判釋及現場調查後，將位處土石流發生段和流動段之保全對象列為危險聚落。</p> <p>(2)淤積停止段以水土保持局所劃設之溢流點土石流影響範圍進行勘查，所得出之土石流潛勢溪流影響範圍內之保全對象列為危險聚落。</p>

編號	自然環境區位	危險區位評估原則	調查方法
3	野溪	(1) 有保護對象或鄰近土砂災害地點者。 (2) 位於河道輸砂條件變化之河段，容易有沖淤變化者。 (3) 道路橋樑底淨空不足阻礙排洪者。	(1)以位於歷年洪氾範圍所造成最大影響範圍內之保護對象即為危險區域。包含921地震前(87年4月1日)、桃芝颱風後(92年3月13日)及最新拍攝(96年10月29日)之航照正射影像。 (2)沿野溪進行現場逐一勘查。
4	道路	道路損壞地區嚴重影響附近居民通行者。	區內所有道路系統逐一清查道路水土保持現況，據以提出道路水土保持需求性。

註：H表崩塌體的高，其上邊冠部起H以內，或下邊坡趾部起3H以內。

- (1) 若有公共設施、聚落或社區，且可能會有立即危害者，則該崩塌體為A級。
 (2) 若有公共設施，但無立即危害者，則該崩塌體為B級。

3.1.1 崩塌地對聚落之影響

崩塌地造成之災害現象是否應進行人為處理，與其是否對保全對象造成影響有關，其中又以災害對聚落之影響最為重要，其次為重要公共設施(如主要道路、橋梁...等)，故應對區內之主要保全對象進行調查，以作為後續評估災害整治需求性之依據。

對於崩塌地對本區聚落之影響，將依據下述二項原則進行評定：

- (1) 危險等級A之極不安定崩塌地、危險等級B之較不安定崩塌地，有保護對象者。
- (2) 交通無法到達或岩坡崩塌地、岩層裸露者，採自然演替。

針對上述之崩塌地對聚落之影響評估方式，其作法為以崩塌地和保護對象之距離遠近進行A、B、C、D分級，亦即進行崩塌地之危險度分析。崩塌地危險度評估為A級及B級之保護對象列為危險聚落。

崩塌地之危險度分析擬參照工業技術研究院能源與資源研究所採用之方法，依據崩塌地位置附近是否有重要公共設施或建築物，將該崩塌地之危險度分為A、B、C、D四級，各級區分標準如表3-1-1-2所示。再依據崩塌地危險度分級，將處理順序優先順序分為：(1) 急需處理，(2) 暫緩處理，(3) 自然復原等三個等級，各優先順序與危險度之關係如表3-1-1-1～表3-1-1-2所示，崩塌地影響村落範圍如圖3-1-1-1，崩塌地可能影響範圍如圖3-1-1-2。

表3-1-1-1 崩塌地危險度等級表

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

註：H表崩塌體的高，其上邊冠部起H以內，或下邊坡趾部起3H以內。

- (1) 若有公共設施、聚落或社區，且可能會有立即危害者，則該崩塌體為A級。
- (2) 若有公共設施，但無立即危害者，則該崩塌體為B級。

表3-1-1-2 崩塌地優先處理分級準則

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

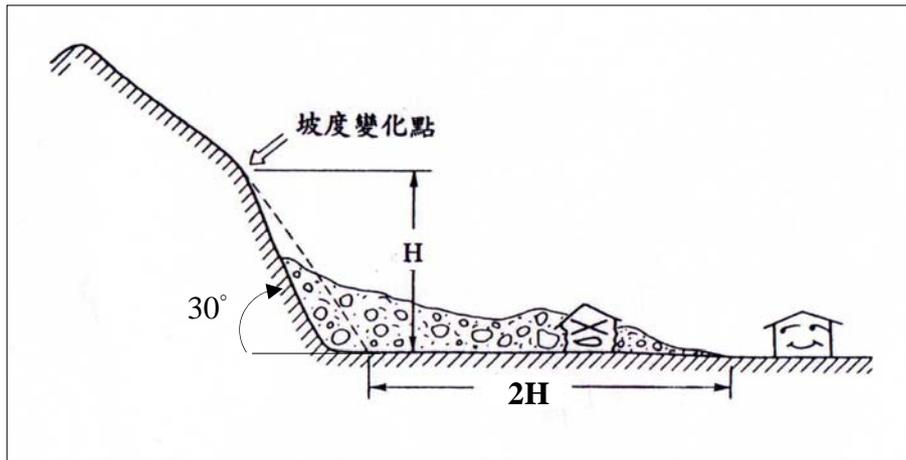


圖 3-1-1-1 崩塌地影響村落範圍示意圖

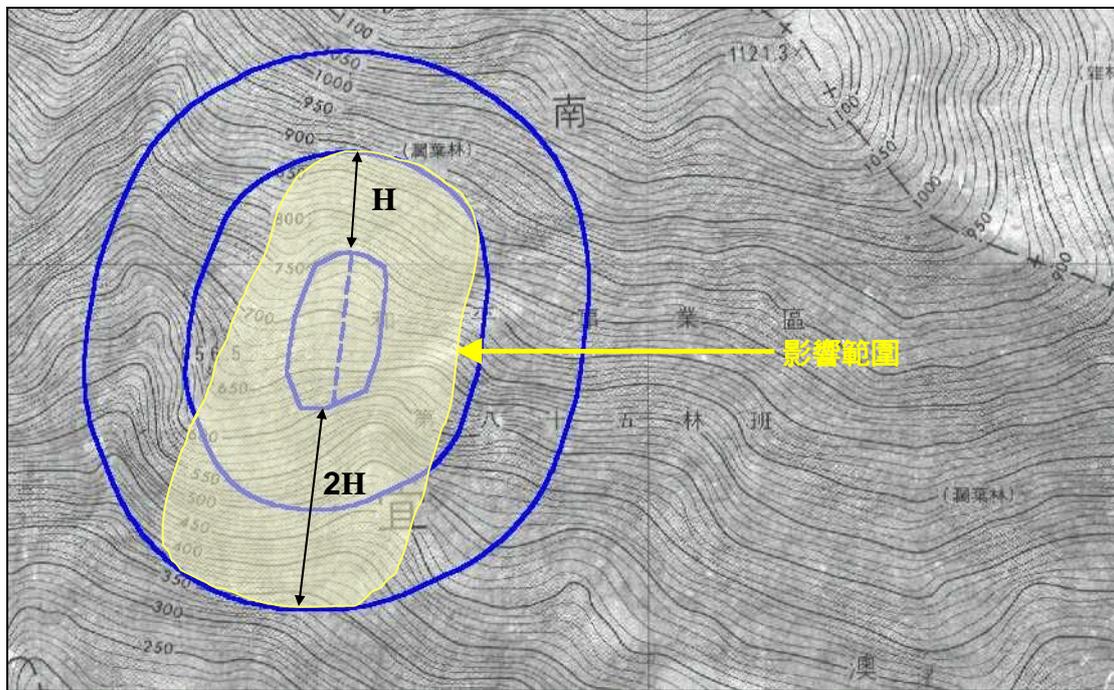


圖 3-1-1-2 崩塌地可能影響範圍研判示意圖

經實地調查結果，目前本區受崩塌地影響之保全對象主要為聚落之通行道路，包含有來吉村第一～五鄰、豐山村第一～五鄰等之通行道路，包含縣道149甲、豐山道路、豐石道路、鄉道嘉155及其他支線道農路等。將上述保全對象之

調查結果，與崩塌地之調查結果進行套疊比對，即可瞭解崩塌地與保全對象之空間分布關係，據以判斷各崩塌地之危險度等級，以做為後續治理需求性之參考。

依據前述之危險等級劃分方式及現場調查結果，本區聚落周圍崩塌地分布詳圖3-1-1-3～圖3-1-1-4所示；聚落周圍之崩塌地危險等級及相關資訊詳表3-1-1-3；來吉村之A及B級崩塌地現況照片及危險等級如表3-1-1-4；豐山村之A及B級崩塌地現況照片及危險等級如表3-1-1-5；來吉村及豐山村A、B級崩塌地影響之保全對象資訊詳表3-1-1-6所示。

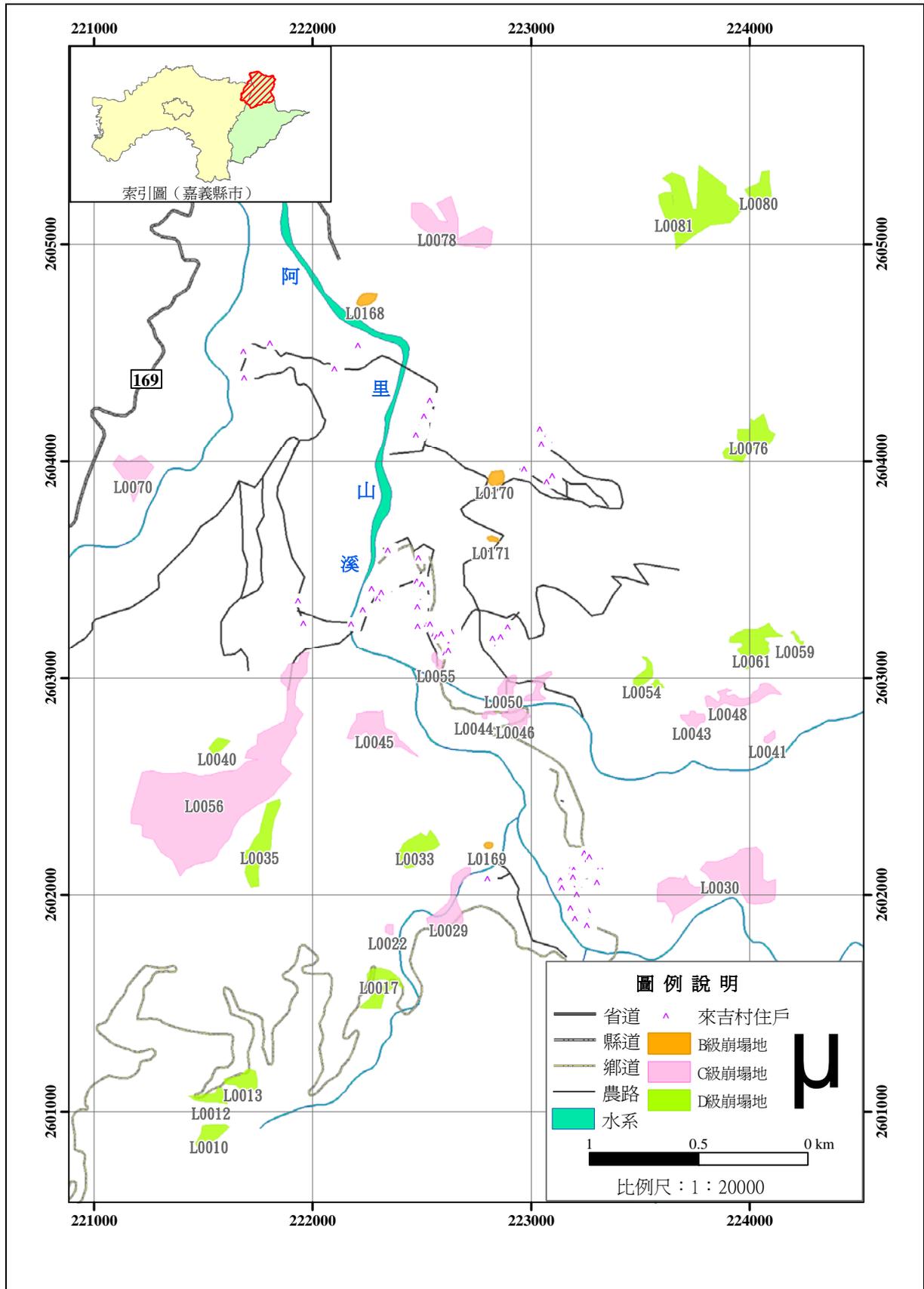


圖3-1-1-3 來吉村與鄰近崩塌地相對位置圖

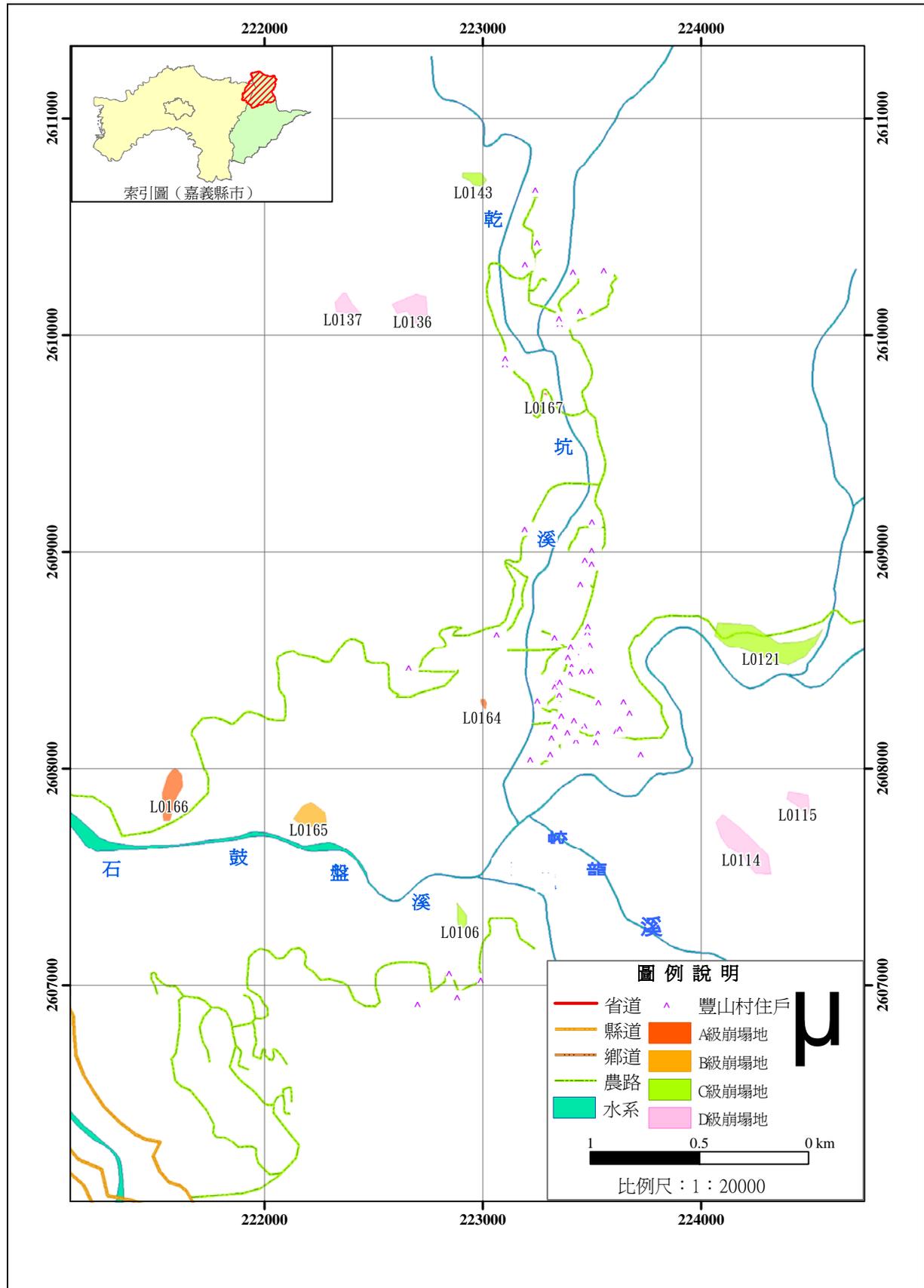


圖 3-1-1-4 豐山村與鄰近崩塌地相對位置圖

表3-1-1-3 聚落鄰近之崩場地資訊一覽表

項次	崩場地編號	E	N	村里別	面積 (公頃)	危險等級
1	L0106	222902	2607315	豐山村	0.32	C
2	L0114	224193	2607649	豐山村	2.84	D
3	L0115	224450	2607856	豐山村	0.60	D
4	L0121	224283	2608583	豐山村	4.49	C
5	L0136	222686	2610125	豐山村	1.40	D
6	L0137	222374	2610140	豐山村	0.64	D
7	L0143	222964	2610727	豐山村	0.46	C
8	L0164	223004	2608305	豐山村	0.07	A
9	L0165	222213	2607786	豐山村	1.19	B
10	L0166	221574	2607893	豐山村	1.37	A
11	L0167	223287	2609733	豐山村	0.01	A
12	L0010	221534	2600903	來吉村	0.84	D
13	L0012	221542	2601073	來吉村	0.65	D
14	L0013	221688	2601147	來吉村	0.93	D
15	L0017	222313	2601581	來吉村	1.53	D
16	L0022	222352	2601845	來吉村	0.16	C

項次	崩塌地編號	E	N	村里別	面積 (公頃)	危險等級
17	L0029	222630	2601934	來吉村	2.45	C
18	L0030	223872	2602065	來吉村	7.67	C
19	L0033	222475	2602219	來吉村	1.73	D
20	L0035	221763	2602239	來吉村	2.58	D
21	L0040	221571	2602694	來吉村	0.38	D
22	L0041	224090	2602730	來吉村	0.17	C
23	L0043	223742	2602813	來吉村	0.54	C
24	L0044	222800	2602836	來吉村	0.13	C
25	L0045	222290	2602761	來吉村	2.42	C
26	L0046	222933	2602818	來吉村	0.84	C
27	L0048	223957	2602914	來吉村	1.53	C
28	L0049	223576	2602973	來吉村	0.13	D
29	L0050	222959	2602956	來吉村	1.25	C
30	L0054	223514	2603012	來吉村	0.63	D
31	L0055	222570	2603077	來吉村	0.22	C
32	L0056	221556	2602478	來吉村	25.66	C
33	L0059	224216	2603190	來吉村	0.11	D

項次	崩塌地編號	E	N	村里別	面積 (公頃)	危險等級
34	L0061	224017	2603160	來吉村	2.41	D
35	L0070	221182	2603950	來吉村	1.82	C
36	L0076	224002	2604103	來吉村	2.33	D
37	L0078	222621	2605088	來吉村	3.95	C
38	L0080	224049	2605258	來吉村	1.02	D
39	L0081	223756	2605181	來吉村	7.18	D
40	L0168	222247	2604751	來吉村	0.07	B
41	L0169	222805	2602236	來吉村	0.08	B
42	L0170	222840	2603924	來吉村	0.10	B
43	L0171	222825	2603644	來吉村	0.08	B

資料來源：彙整97年1月現場調查成果及水土保持局南投分局96年10月「石壁等集水區整體治理調查規劃」案

表3-1-1-4 來吉村聚落之A、B級崩塌地現況

崩塌地 編號	E	N	現況照片	危險等級	說明
L0168	222201	2604718		B	縣道 149 甲由來 吉村往三龍橋道 路上邊坡崩塌，

崩塌地 編號	E	N	現況照片	危險等級	說明
					崩塌面積約寬 10m*深 20m。
L0169	222813	2602239		B	來吉一、二鄰對 岸，處瑪納橋之 上邊坡崩塌，已 進行乾砌石檔土 牆處理，坡面尚 未處理，崩塌面 積約 30m*30m。
L0170	222849	2603635		B	外三鄰往內三 鄰，上邊坡竹叢 滑落崩塌面積約 3m*6m，下邊坡 路基淘空，長度 6m。

崩塌地 編號	E	N	現況照片	危險等級	說明
L0171	222805	2603921		B	外三鄰往內三鄰,道路寬3m上邊坡崩塌,原有竹叢滑落至下邊坡堆積,崩塌面積約寬8m*深50m。

資料來源：彙整97年1月現場調查成果及水土保持局南投分局96年10月「石壁等集水區整體治理調查規劃」案

表3-1-1-5 豐山村聚落之A、B級崩塌地現況

崩塌地 編號	E	N	現況照片	危險等級	說明
L0164	223007	2608299		A	豐山村2、3鄰往5鄰通行道路(土地公廟旁)上邊坡崩塌至坡頂,影響通行及土地

					公廟安全。
L0165	222213	2607763		B	豐山道路上邊坡崩塌裸露崩塌。
L0166	221563	2607772		A	豐山道路上邊坡崩塌，土方堆積至下邊坡，造成道路中斷。
L0167	223302	2609729		A	4 鄰往 5 鄰通行道路因坑溝沖刷造成上下邊坡崩塌，造成道路中斷。

資料來源：彙整97年1月現場調查成果及水土保持局南投分局96年10月「石壁等集水區整體治理調查規劃」案

表3-1-1-6 來吉村及豐山村聚落之A、B級崩塌地影響之保全對象

項次	崩塌地編號	村里	E	N	面積(公頃)	危險等級	影響之保全對象
1	L0164	豐山村	223004	2608305	0.07	A	豐山村 2、3 鄰往 5 鄰通行道路 (土地)

							公廟旁)
2	L0165	豐山村	222213	2607786	1.19	B	豐山道路
3	L0166	豐山村	221574	2607893	1.37	A	豐山道路
4	L0167	豐山村	223287	2609733	0.01	A	豐山村 4 鄰往 5 鄰 農路
5	L0168	來吉村	222247	2604751	0.07	B	縣道 149 甲
6	L0169	來吉村	222805	2602236	0.08	B	來吉村三鄰農路
7	L0170	來吉村	222840	2603924	0.10	B	來吉村三鄰農路
8	L0171	來吉村	222825	2603644	0.08	B	來吉一鄰農路

3.1.2 土石流潛勢溪流對聚落之影響

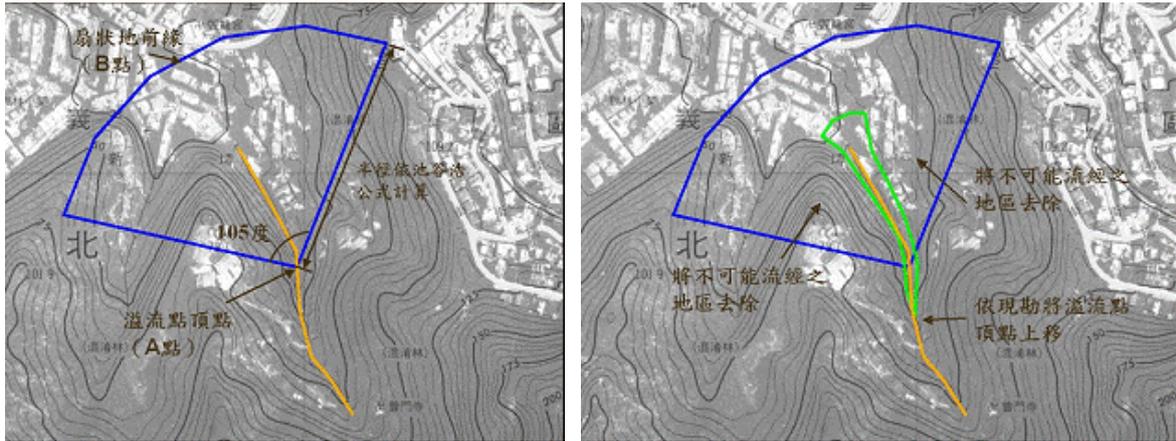
由於本區之土石流災害頻仍，尤其以豐山最為嚴重，為減緩土石災害，保護保全對象之安全，歷年來各主管機關於本區之土石流潛勢溪流已施設多處防砂及

整流工程，依現場情形看來，這些工程構造物確實有達到其調整溪床坡度、減少下移之土砂量等功效，但由於土砂量過於龐大，單以工程治理之方式並無法完全減免災害之發生，詳細的影響範圍調查，將有助於災害規模的有效降低。

對於土石流潛勢溪流對本區聚落之影響，將依據下述三項原則進行評定：

- (1) 屬高潛勢土石流潛勢溪流者。
- (2) 對下游保護對象（聚落、交通動線、公共設施）有造成危害之虞者。
- (3) 溝谷土石淤積嚴重會隨著洪流輸往下游河道者。

由上述之評定方式，其作法將由現場調查發生段、流動段和淤積停止段對聚落所造成之影響，其中土石流發生段和流動段，經由正射影像判釋及現場調查後，將位處土石流發生段和流動段之保全對象列為危險聚落；土石流淤積停止段以水土保持局所劃設之土石流影響範圍進行勘查，所得出之土石流潛勢溪流影響範圍內之保全對象列為危險聚落。土石流淤積停止段影響聚落範圍示意圖如圖 3-1-2-1。



初步劃設之影響範圍圖

影響範圍區修正範例圖

圖3-1-2-1 土石流淤積停止段之溢流點影響聚落範圍示意圖

經調查結果，目前本計畫範圍內之土石流潛勢溪流主要影響聚落包含豐山村之2、3、4、5鄰及來吉村之1、2、4鄰。其中，豐山村之土石流影響範圍如圖3-1-2-2；來吉村之土石流影響範圍如圖3-1-2-3；位於影響範圍之聚落茲列如下表3-1-2-1；豐山村及來吉村之土石流潛勢溪流照片如表3-1-2-2～3-1-2-3。

圖3-1-2-2 豐山村之土石流影響範圍

圖3-1-2-3 來吉村之土石流影響範圍

表3-1-2-1 土石流潛勢溪流影響範圍調查成果

土石流潛勢 溪流編號	村里別	發生段	流動段	淤積停止段
嘉義 001	豐山村	無	無	住戶：(3 鄰) 55 號、68 號、72 號、73 號、74 號、77 號、77-1 號、78 號、79 號、無門牌。(4 鄰) 50 號、70 號。(5 鄰) 無門牌*2。
				道路：3、4、5 鄰農路。
嘉義 002	豐山村	無	無	耕地：85、125、126、127、142、142-1、142-2、143、143-1、144、144-1、149、149-1、150-4、150-7、150-9、151-1、169、526 等地號。
嘉義 A001	豐山村	無	道路：3、4 鄰農路	住戶：(2 鄰) 6 號、7 號、8 號、39 號、40 號、41 號、43 號、45 號、45-1 號。
嘉義 003	來吉村	無	道路：4 鄰農路	住戶：(4 鄰) 無門牌。
				道路：4 鄰農路。
嘉義 A002	來吉村	無	無	住戶：(1 鄰) 3 號、7 號、8 號、37-1 號、無門牌。(2 鄰) 農會辦事處。

				<p>道路：嘉義 155 鄉道、1 鄰農路。</p>
				<p>耕地：426、443、443-1、443-2、443-4、443-5、 445、446、446-1、446-2、446-4、447、447-1、 448、448-2、449、449-1、451、452、453、 455、456、456-1、470、564、568、585、586、 587、587-1、592、9004-1、9004-3 等地號。</p>

表 3-1-2-2 豐山村土石流潛勢溪流現況照片彙整

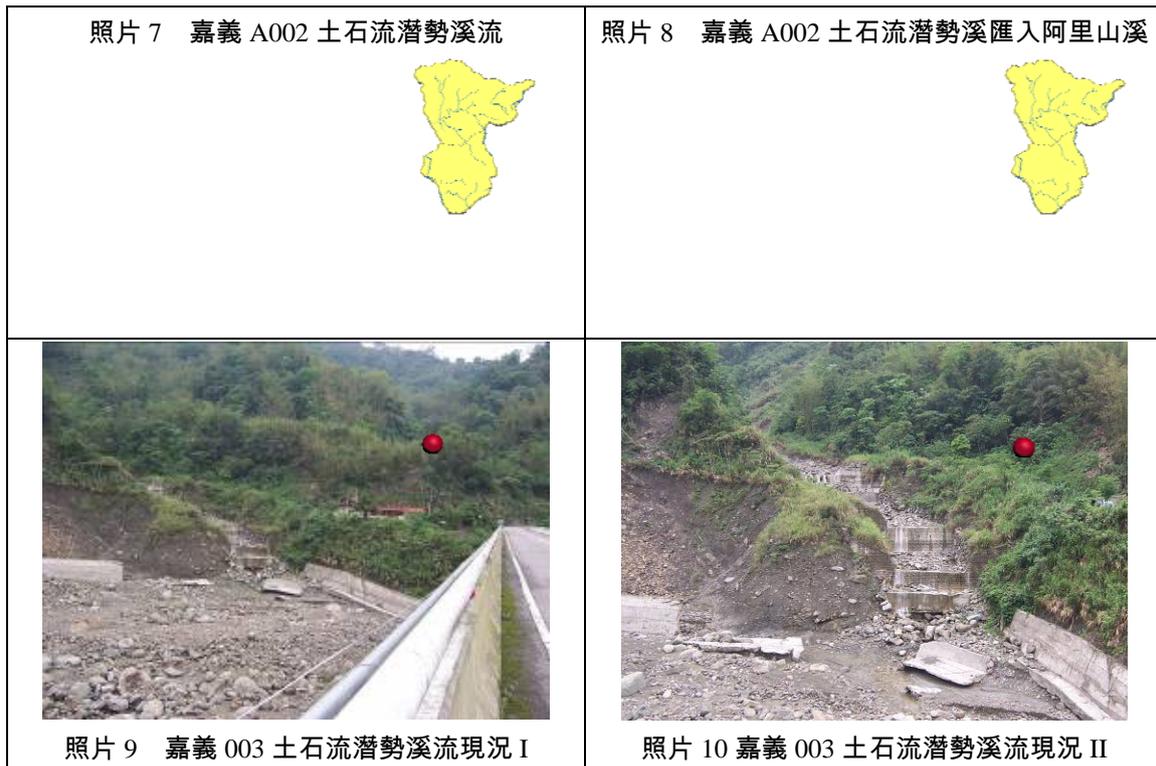




資料來源：彙整97年1月現場調查成果及水土保持局南投分局96年10月「石壁等集水區整體治理調查規劃」案

表 3-1-2-3 來吉村土石流潛勢溪流現況照片彙整





資料來源：彙整97年1月現場調查成果及水土保持局南投分局96年10月「石壁等集水區整體治理調查規劃」案

3.1.3 野溪對聚落之影響

針對野溪對聚落之影響，其評估方式將依據下述三項原則進行評估：

- (1) 有保護對象或鄰近土砂災害地點者。
- (2) 位於河道輸砂條件變化之河段，容易有沖淤變化者。
- (3) 道路橋樑底淨空不足阻礙排洪者。

上述之野溪評估方式亦包含坑溝，坑溝係指水土保持手冊內所界定之溝寬 20 公尺以下，且集水面積在 20 公頃以下之蝕溝。

針對上述之野溪對聚落之影響評估方式，其作法為將位於歷年洪氾範圍所造成最大影響範圍內之保護對象列為評估重點，即將位於最大洪氾影響範圍內之聚落列為危險聚落；坑溝則進行現場逐一調查。

本計畫蒐集歷年空中正射影像進行數化判釋，包含民國 88 年 921 大地震前（87 年 4 月 1 日）及桃芝颱風後（92 年 3 月 13 日）之航空照片，配合本年度（96 年 10 月 29 日）最新拍攝之航空照片，找出位於野溪最大洪氾影響範圍之聚落（住戶）及道路等保全對象，並將上述位於影響範圍之保全對象列為危險區位；對於較大之坑溝可由 1/5000 相片基本圖進行判釋，較小之坑溝實無法於地形圖上直接判釋，故配合現場沿著坑溝逐一勘查，以坑溝對聚落（住戶）及道路等保全對象直接危害為主，將上述位於坑溝影響範圍之保全對象列為危險區位。

野溪坑溝對聚落之影響範圍詳圖 3-1-3-1～圖 3-1-3-2。位於影響範圍之住戶為來吉村 5 鄰 9 號住戶，共 1 戶，以及來吉村及豐山村之耕地、道路、橋梁等，茲列如下表 3-1-3-1。其中，野溪坑溝對聚落之通行道路之影響現況照片詳表 3-1-3-2～表 3-1-3-3 所示，主要影響為土砂下移堆積路面。

另本區經現場調查，來吉地區及豐山地區因主、支流兩岸與上游坡面有大量之崩場地分布，導致雨後洪水挾帶大量土砂往下游流動，致使溪床壅高，導致部分橋樑通水斷面有不足之情形，若再經颱風豪雨，將可能造成橋樑毀損之問題，如來吉五鄰大橋，95 年碧利斯颱風時，阿里山溪上游大量土砂下移，致使阿里山

溪溪床壅高，一度危及橋樑安全，所幸目前已進行疏通，較無立即危險，現況如表 3-1-3-4 之照片 1，但上下游土砂仍堆積甚高，未來豪雨來臨時，將再度可能造成溪床壅高、橋梁通水斷面不足。阿里山溪之社興橋及豐山村之全仔社橋上下游因上游土砂下移堆積，如表 3-1-3-4 照片 2 及 3，造成溪床壅高，若再經颱風豪雨，土砂將可能泛溢橋面、淹沒橋樑及兩岸土地，進而造成道路中斷。

圖 3-1-3-1 野溪坑溝對來吉村聚落之影響 範圍 (A3 _ PPT)

**圖 3-1-3-2 野溪坑溝對豐山村聚落之影響範圍
(A4 _ PPT)**

表 3-1-3-1 野溪坑溝影響範圍之保全對象

項次	溪流名稱	村落	影響之住戶 門牌號碼	影響之保全對象
1	阿里山溪	來吉村	5 鄰 9 號	來吉段 1、2、4、6、7、8、25、46、48、49、50、 74、80、81、82、83、84、85、89、97、140、 142、170、172、334、365、366、370、377、382、 445、446、447、448、449、456、478、479、480、 482、483、483、497、498、499、500、501、502、 513、515、519、525、526、528、551、555、556、 558、559、560、562、563、564、565、586、587、 588、589、592、662、663、673、674、675、677、 679、684、83-1、83-2、85-1、18-1、9004-3、9006-1、

				9008-4、9012-4、9013-1、9013-4、9013-5、9015-1、 140-1、141-5、142-2、152-1、192-2、341-1、443-1、 446-1、446-2、446-4、447-1、448-2、477-2、554-1、 587-1 等地號之耕地。 嘉 155 縣道 1K+474~690、2K+716~856、 5K+610~870、來吉五鄰大橋、來吉大橋、來吉 橋
2	石鼓盤溪	豐山村	-	2 鄰往 1 鄰之通行道路 3 鄰之農路
3	乾坑溪	豐山村	-	4 鄰往 5 鄰之通行道路 5 鄰之農路 石鼓盤橋
4	蛟龍溪	豐山村	-	2 鄰往 1 鄰之農路
5	坑溝 01	豐山村	-	5 鄰農路
6	坑溝 02	豐山村	-	2、3 鄰往 1 鄰農路
7	坑溝 03	豐山村	-	2、3 鄰往 1 鄰農路
8	坑溝 04	豐山村	-	2、3 鄰往 1 鄰農路
9	坑溝 05	豐山村	-	1 鄰農路

10	坑溝 06	來吉村	-	149 甲
11	坑溝 07	來吉村	-	5 鄰往 4 鄰農路
12	坑溝 08	來吉村	-	4 鄰農路
13	坑溝 09	來吉村	-	4 鄰往外 3 鄰農路
14	坑溝 10	來吉村	-	4 鄰往外 3 鄰農路

表3-1-3-2 野溪坑溝對豐山村通行道路影響之現況照片彙整一覽表

編號	E	N	現況照片	自然環境 區位	說明
1	222887	2608635		坑溝 	5 鄰之通行道路 之上、下邊坡崩 塌，路基淘空， 下邊坡已施設有 砌石護岸。
2	222801	2608637		坑溝 	5 鄰通行道路之 上邊坡崩塌，路 基淘空，下邊坡 施設有砌石護 岸。

編號	E	N	現況照片	自然環境 區位	說明
3	222933	2606996		坑溝 	1 鄰內之通行道路，因柯羅莎颱風來臨時引發土石災害，導致大量土石下移，造成電線桿傾倒、農田毀損、雞舍及豬舍遭掩沒，目前道路已經搶通。(曾造成道路中斷)
4	223231	2607154		坑溝 	2、3 鄰往蛟龍溪(1 鄰)之通行道路上邊坡崩塌寬 12m*深 30m。

編號	E	N	現況照片	自然環境 區位	說明
5	224072	2607909		坑溝 	2、3 鄰往蛟龍溪 (1 鄰)道路下邊 坡護岸遭沖毀。 (曾造成道路中 斷)

資料來源：彙整97年1月現場調查成果

表3-1-3-3 野溪坑溝對來吉村通行道路影響之現況照片彙整一覽表

編號	E	N	現況照片	自然環境 區位	說明
6	223235	2602784		哇啞啞娜 溪流冲刷 	哇啞啞娜野溪於 桃芝颱風後發生 崩塌，洪水挾帶 大量土砂下移導 致既有橋梁與部 分護岸被沖毀，3 鄰唯一對外之聯 絡道路中斷，現

編號	E	N	現況照片	自然環境 區位	說明
					已新設橋梁以供通行。
7	222501	2604119		坑溝 	來吉五鄰內坑溝造成土石崩落至道路上。
8	222445	2603974		坑溝 	來吉五鄰往四鄰坑溝造成土石崩落至道路上。
9	223044	2603002		坑溝 	四鄰往外三鄰(塔山橋往外三鄰)上方邊坡崩塌, 影響通行安全。(曾造成道路中斷)

編號	E	N	現況照片	自然環境 區位	說明
10	223198	2602931		坑溝 	四鄰往外三鄰 (塔山橋往外三鄰) 上方邊坡崩塌，影響通行安全。(曾造成道路中斷)

資料來源：彙整97年1月現場調查成果

表3-1-3-4 野溪土砂堆積溪床之現況照片彙整一覽表

編號	E	N	現況照片	自然環境 區位	說明
1	222424	2604437		阿里山溪 	來吉五鄰大橋
2	221355	2606017		阿里山溪 	社興橋

編號	E	N	現況照片	自然環境 區位	說明
3	220949	2607782		石鼓盤溪 	全仔社橋

資料來源：彙整97年1月現場調查成果

3.1.4 道路水土保持對聚落之影響

對於道路水土保持對本區聚落之影響，將以道路損壞地區嚴重影響附近居民通行者進行評定。其作法為將區內所有道路系統逐一清查道路水土保持現況，據以提出道路水土保持需求性。其中以道路中斷對聚落之影響最為嚴重，將列為重點治理區段。

依照現場調查結果，本區道路水土保持問題主要有以下三點：一為道路排水不良問題，二為道路與溪流、坑溝交會處漫溢所導致之問題、三為邊坡崩塌影響道路通行問題，包含道路中斷。以下將針對區內主要道路及支線農路之問題進行說明。

在道路排水問題部分，整體而言，本區內縣道、鄉道等主要道路，其縱、橫向排水設施較為齊備，道路與溪流、坑溝交會處均有施設橋涵，較無明顯因排水

不良所導致之問題，排水不良問題主要出現在支線農路，由於部分農路開闢時僅有鋪設路面，或因地形條件影響較少設置排水系統，此項問題目前大多不影響通行（如照片 1，農路目前狀況尚屬穩定），但有部分農路因缺乏排水系統，有沖刷之情形，如來吉村絲麻吉他野溪旁農路（照片 2）。本區道路排水不良問題照片詳表 3-1-4-1 之照片 1～照片 2 所示。

道路與坑溝交會處漫溢問題，大多為坑溝因逕流沖刷下移之土石掩埋道路或阻塞交會處管涵而發生之問題，此問題雖大多為開闢道路時未將坑溝做適當之處理，或因埋設管涵未考慮坑溝土石輸送所產生之問題，但由於處理時需將坑溝一併進行整治，始能降低相同問題再次發生之機率，故需配合野溪坑溝進行整治。但以維持道路暢通為首要整治目標。道路與坑溝交會處漫溢問題詳表 3-1-4-1 之照片 3～照片 7 所示。

故對於上述二項之道路水土保持問題，建議可由道路主管單位針對下移之土石掩埋道路進行清除，以維道路暢通。

在道路邊坡崩塌影響通行問題部分，依調查結果，本區道路邊坡之崩塌發生原因，由於本區自然坡度較陡、地質破碎，以及人為道路開闢因素，再加上長延時或高強度降雨之影響，坡面土體含水量大增，使其有效應力大幅降低而形成不安定之狀態，終而發生崩塌，崩塌土體堆積於道路上而使交通暫時中斷，造成路基流失，後續將配合崩場地處理對策建議道路主管機關進行整治。本區道路易中

斷區位照片詳表 3-1-4-2 ~ 表 3-1-4-3，其道路問題及中斷位置分布詳圖 3-1-4-1。

表 3-1-4-1 區內道路水土保持問題照片彙整一覽表

編號	E	N	現況照片	說明
1	223125	2602124		來吉村 3 鄰內之農路目前未設置排水系統，但目前狀況尚屬穩定。
2	223275	2601403		來吉村絲嘛吉他野溪旁農路現況。
3	223044	2603002		來吉村四鄰往外三鄰（塔山橋往外三鄰）坑溝沖刷，邊坡崩塌，土砂下移堆積，影響通行安全。

編號	E	N	現況照片	說明
4	223198	2602931		來吉村四鄰往外三鄰（塔山橋往外三鄰）上方邊坡崩塌，土砂下移堆積，影響通行安全。
5	222887	2608635		豐山村 5 鄰之通行道路之上、下邊坡崩塌，土砂下移堆積，下邊坡已施設有砌石護岸。
6	222933	2606996		豐山村 1 鄰內之通行道路，因柯羅莎颱風來臨時引發土石災害，導致大量土砂下移，造成電線桿傾倒、農田毀損、雞舍及豬舍遭掩沒。
7	224072	2607909		豐山村 2、3 鄰往蛟龍溪（1 鄰）道路下邊坡護岸遭沖毀。

資料來源：彙整97年1月現場調查成果

表3-1-4-2 豐山村聚落之道路中斷區位照片彙整一覽表

編號	E	N	現況照片	自然環境區位	說明
----	---	---	------	--------	----

編號	E	N	現況照片	自然環境區位	說明
B01	221563	2607772		崩塌地 L0166	縣道 149 甲道路上 邊坡崩塌，土方堆 積至下邊坡，造成 道路中斷。
B02	223302	2609729		崩塌地 L0167	4 鄰往 5 鄰通行道 路因坑溝沖刷造 成上下邊坡崩 塌。(曾造成道路中 斷)
B03	223094	2609959		嘉義 001 土石流	5 鄰內之通行道路 及橋梁因豪雨造 成中斷，上下游施 設之防砂壩於去 (96)年9月因颱 風造成毀損，並於 10月補強下游潛 壩。(曾造成道路中

編號	E	N	現況照片	自然環境區位	說明
					斷)

資料來源：彙整97年1月現場調查成果

表3-1-4-3 來吉村聚落之道路中斷區位照片彙整一覽表

編號	E	N	現況照片	自然環境區位	說明
B04	222849	2603635		崩塌地 L0170	外三鄰往內三鄰，上邊坡竹叢滑落崩塌面積約3m*6m，下邊坡路基淘空，長度6m。(曾造成道路中斷)
B05	222898	2602998		哇啞啞娜野溪	四鄰往外三鄰(塔山橋往外三鄰)，哇啞啞娜野溪右岸上方邊坡崩塌，造成四鄰往三鄰之道路路基流

編號	E	N	現況照片	自然環境區位	說明
					失，影響通行安全。(曾造成道路中斷)

資料來源：彙整97年1月現場調查成果

圖3-1-4-1 本區道路問題區位及中斷區位分布
圖(A4_PPT)

3.2 問題評估分析

從前述之現場調查成果顯示，本區之聚落受到崩塌地、土石流、野溪、道路水土保持等問題之影響，其中以集水區土砂生產、輸送、堆積之特性對於聚落之影響相關性最大，故針對上述之土砂特性進行探討，將有助於擬定本計畫之防災治理規劃之正確性。

本計畫將採用不同時期之正射影像資料分析崩塌地變遷趨勢，探討土砂生產特性；河道型態變化影響土砂輸送、堆積特性，本計畫將分析河道平面、縱橫斷面之變化，探討土砂之沖淤特性；而對於工程細部設計採用河床質採樣調查，以作為水理分析計算及工程資材採用之依據。

3.2.1 河道變遷趨勢分析

本計畫為能確實掌握計畫區內河道之變遷及土砂沖淤情形，特向行政院農業委員會林務局農林航空測量所申請民國88年921大地震前（87年4月1日）及桃芝颱風後（92年3月13日）之原始航空照片，配合本計畫本年度（96年10月29日）最新拍攝之航空照片，經由比對經過地面控制點及空中三角測量的航空正射影像，再由數值影像工作站匹配作業後，產生數值地形模型(DEM)，以製作各期2×2公尺之DEM，此處之DEM為地表面之高程值，將其檔案格式轉成Grid格式，以利ArcView GIS讀取。利用兩期DEM將高程網格進行分析運算，劃分出地形變化範圍以及變化量。

經由上述三期（87年、92年、96年）之原始航空照片製作之數值地形模型(DEM)，配合本計畫蒐集之既有資料，並針對河道變遷情形、河道縱橫斷面進行分析探討，所得之結果說明如下。

一、河道平面變化探討

本計畫採用200m為一樁位，其平面樁號區位圖如圖3-2-1-1，歷年河道寬度變化圖如圖3-2-1-2。由範圍中，自阿里山溪及石鼓盤溪兩溪匯流處起(樁號A0K+000或B0K+000)，分別進行來吉地區（阿里山溪）及豐山地區（石鼓盤溪）主流河道87年、92年及96年之河幅變遷分析，統計每200m間距之河道寬度變化，阿里山

溪斷面統計至樁號A8K+400，石鼓盤溪斷面統計至樁號B6K+800，所得之成果如表3-2-1-1～3-2-1-2。

另計算87年、92年及96年阿里山溪及石鼓盤溪，每200m長之河道其所佔面積之比值（如96年河道所佔面積/92年河道所佔面積），所得之成果如表3-2-1-3～3-2-1-4。

河道寬度變化及河道面積比之比值大於1代表河道河幅變化大，比值越大則越可能因土砂堆積或河道兩岸侵蝕而造成河幅加寬加大，其比值越趨近於1則代表河道變遷小，其向河道兩岸沖刷侵蝕之程度較輕微。

針對阿里山溪之歷年河寬變化比較（A0K+000～A8K+400），由數據上可知，92年與921大地震前（87年）之河寬斷面變化，共有32個斷面河寬有明顯變化（比值大於1）、11個斷面河寬縮小（比值小於1），顯現多數河道寬度有增加之趨勢；比較96年與92年之河寬斷面變化，共有21個斷面河寬有明顯變大、22個斷面河寬縮小；比較96年與87年之河寬斷面變化，共有34個斷面河寬有明顯變大、9個斷面河寬縮小，顯現10年當中河道寬度有逐年增加之趨勢。

比較石鼓盤溪之歷年河寬變化（B0K+000～B4K+200），92年與921大地震前（87年）之河寬斷面變化，共有18個斷面河寬有明顯變化（比值大於1）、4個斷面河寬縮小（比值小於1），顯現多數河道寬度有增加之趨勢；比較96年與92年之河寬斷面變化，共有9個斷面河寬有明顯變大、13個斷面河寬縮小；比較96年與

87年之河寬，共有18個斷面河寬有明顯變大、4個斷面河寬縮小，顯現10年當中河道寬度有逐年增加之趨勢。

另比較阿里山溪之每200公尺間距之河道面積 (A0K+000 ~ A8K+400)，92年與921大地震前 (87年) 之河道面積比，共有34個斷面有明顯變化 (比值大於1)、8個斷面縮小 (比值小於1)，顯現河道平面面積有增加之趨勢；比較96年與92年之河道面積比，共有19個斷面有明顯變大、23斷面縮小；比較96年與87年之河道面積比，共有35個斷面有明顯變大、7個斷面縮小，顯現10年當中河道平面面積有逐年增加之趨勢。

比較石鼓盤溪之每200公尺間距之河道面積 (B0K+000 ~ B4K+200)，92年與921大地震前 (87年) 之河道面積比，共有18個斷面有明顯變化 (比值大於1)、4個斷面縮小 (比值小於1)，顯現河道平面面積有增加之趨勢；比較96年與92年之河道面積比，共有9個斷面有明顯變大、13斷面縮小；比較96年與87年之河道面積比，共有19個斷面有明顯變大、3個斷面縮小，顯現10年當中河道平面面積有逐年增加之趨勢。

由以上可知，10年當中阿里山溪及石鼓盤溪之河道寬度有逐年增加之趨勢，顯示921大地震發生後，大量土砂生產、輸出堆積於河道，影響河道平面之變化，可能對聚落或公共設施造成影響。

另由數據分析，位於阿里山溪下游匯流點 (A0K+000) 社興橋 (A2K+000)、來吉五鄰大橋 (A4K+030)、來吉大橋 (A5K+265)、來吉橋 (A7K+710) 等附近

以及來吉村一、二鄰聚落 (A6K+600 ~ A6K+800)，其河道寬度都有變大之情形，與現場情況相符，且現場皆有大量土砂堆積之情形；而於石鼓盤溪下游匯流點 (B0K+000) 全仔社橋 (B0K+860) 等附近以及豐山村二、三鄰聚落 (B3K+400 ~ B4K+000)，其河道寬度都有變大之情形，與現場情況相符，且現場皆有大量土砂堆積之情形。將可能對聚落或公共設施造成影響。

由現場調查測量發現，於來吉村一、二鄰聚落 (A6K+400 ~ A7K+600) 距離河道最近處約7.8m，豐山村二、三鄰聚落 (B3K+600 ~ B5K+000) 距離河道最近處約26.8m，現況可能有泛溢之情形，其中來吉村於A7K+400處之住戶 (1鄰7號) 距離河道約7.8m，A5K+200處之左岸住戶 (4鄰無門牌) 距離河道約12.9m，A5K+200處之右岸住戶 (4鄰無門牌) 距離河道約26.6m，豐山村B5K+800處之住戶 (2鄰40號) 距離河道約26.8m，B6K+200處之左岸住戶 (2鄰8號) 距離河道約54.1m，皆可能受到影響。

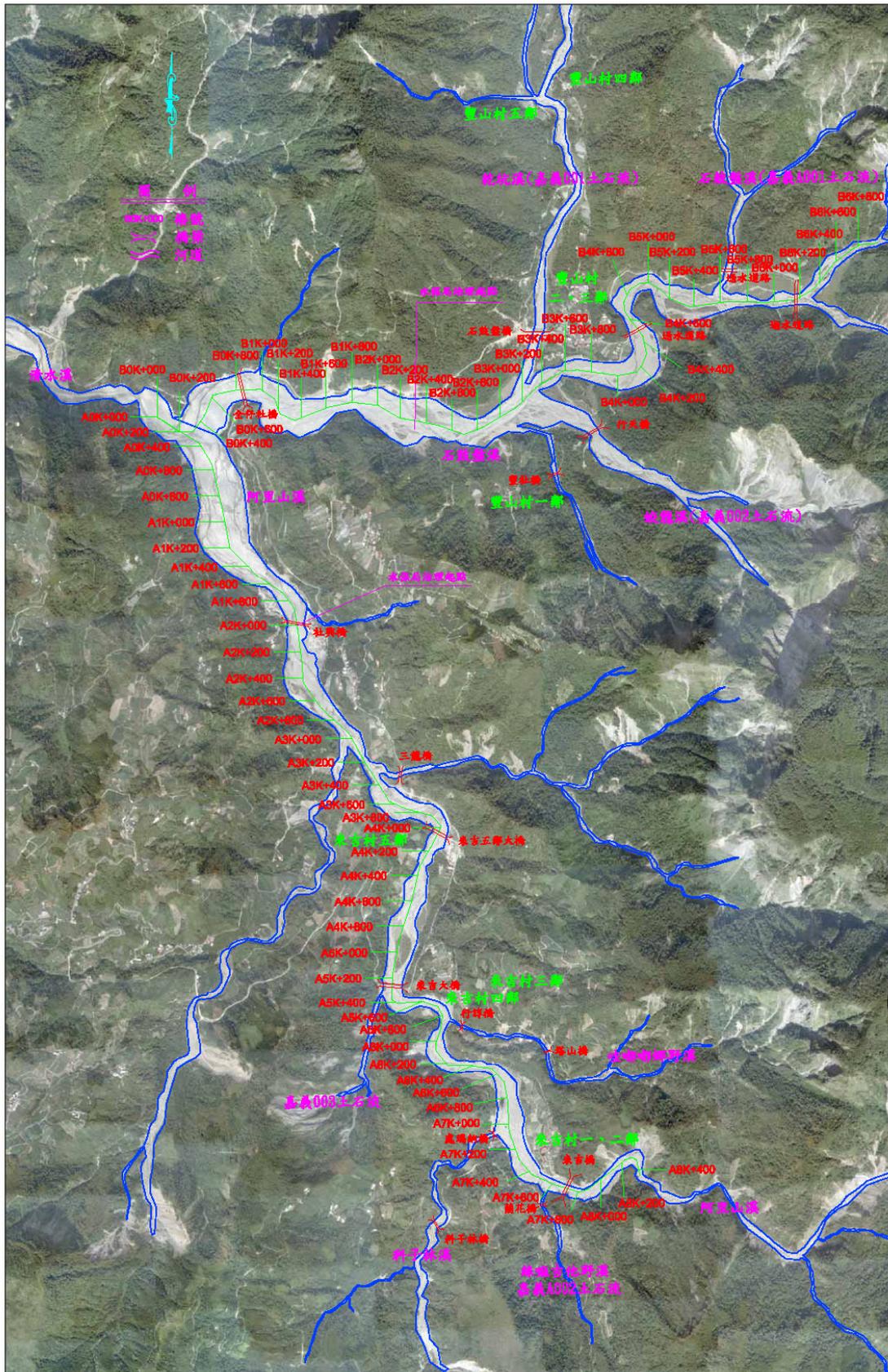


圖3-2-1-1 本區之平面橋號區位圖

表3-2-1-1 阿里山溪河寬變化統計表

阿里山溪	96 年河道	92 年河道	87 年河道	河寬變化			備註	
	橋位 寬度 W (m)	寬度 W (m)	寬度 W (m)	W96/W92	W96/W87	W92/W87	控制點	控制點橋位
A0K+000	235.00	210.30	185.90	1.117	1.264	1.131	匯流點	下游
A0K+200	165.40	170.10	189.00	0.972	0.875	0.900		
A0K+400	279.00	271.30	251.20	1.028	1.111	1.080		
A0K+600	312.50	298.60	127.20	1.047	2.457	2.347		
A0K+800	356.20	282.10	192.00	1.263	1.855	1.469		
A1K+000	414.50	288.30	294.30	1.438	1.408	0.980		
A1K+200	329.10	287.30	232.50	1.145	1.415	1.236		
A1K+400	241.00	212.90	191.10	1.132	1.261	1.114		
A1K+600	119.40	164.50	186.20	0.726	0.641	0.883		
A1K+800	168.60	198.30	202.30	0.850	0.833	0.980		
A2K+000	132.90	130.70	148.00	1.017	0.898	0.883	社興橋	A2K+000
A2K+200	156.00	262.90	72.50	0.593	2.152	3.626		
A2K+400	260.00	246.40	192.20	1.055	1.353	1.282		
A2K+600	200.40	176.30	95.60	1.137	2.096	1.844		
A2K+800	110.40	193.60	66.30	0.570	1.665	2.920		
A3K+000	134.10	187.10	97.60	0.717	1.374	1.917		
A3K+200	66.00	82.40	51.80	0.801	1.274	1.591		
A3K+400	127.50	192.40	50.50	0.663	2.525	3.810		
A3K+600	192.70	264.60	58.30	0.728	3.305	4.539		
A3K+800	156.80	174.30	102.40	0.900	1.531	1.702		
A4K+000	120.70	123.70	76.60	0.976	1.576	1.615	來吉五鄰大橋	A4K+030
A4K+200	94.40	125.80	79.30	0.750	1.190	1.586		
A4K+400	115.30	109.50	94.60	1.053	1.219	1.158		
A4K+600	163.30	200.10	167.50	0.816	0.975	1.195		
A4K+800	201.50	181.20	189.20	1.112	1.065	0.958		
A5K+000	196.30	194.00	196.30	1.012	1.000	0.988		
A5K+200	157.50	127.00	120.00	1.240	1.313	1.058	來吉大橋	A5K+265
A5K+400	150.90	136.00	136.60	1.110	1.105	0.996		
A5K+600	68.10	88.20	162.80	0.772	0.418	0.542		

A5K+800	80.00	85.30	95.70	0.938	0.836	0.891		
A6K+000	122.90	125.50	102.90	0.979	1.194	1.220		
A6K+200	121.90	120.00	69.10	1.016	1.764	1.737	來吉村一、二鄰	
A6K+400	83.60	110.50	59.60	0.757	1.403	1.854	來吉村一、二鄰	
A6K+600	99.80	163.70	87.70	0.610	1.138	1.867	來吉村一、二鄰	
A6K+800	157.70	131.40	100.90	1.200	1.563	1.302		
A7K+000	214.20	208.00	129.10	1.030	1.659	1.611	來吉橋	A7K+710
A7K+200	129.60	111.50	56.10	1.162	2.310	1.988		
A7K+400	175.90	143.60	85.00	1.225	2.069	1.689		
A7K+600	95.40	107.80	85.10	0.885	1.121	1.267		
A7K+800	77.50	93.60	60.70	0.828	1.277	1.542		
A8K+000	76.00	126.90	114.00	0.599	0.667	1.113		
A8K+200	91.60	72.80	81.80	1.258	1.120	0.890		
A8K+400	42.10	83.10	62.10	0.507	0.678	1.338		上游

表3-2-1-2 石鼓盤溪河寬變化統計表

石鼓盤溪 樁位	96年河道	92年河道	87年河道	河寬變化			備註	
	寬度 W (m)	寬度 W (m)	寬度 W (m)	W96/92	W96/87	W92/87	控制點	控制點樁位
B0K+000	240.40	238.10	184.90	1.010	1.300	1.288	匯流點	下游
B0K+200	159.80	156.60	187.50	1.020	0.852	0.835		
B0K+400	294.30	304.40	292.90	0.967	1.005	1.039		
B0K+600	290.30	189.20	295.10	1.534	0.984	0.641		
B0K+800	189.70	184.80	178.40	1.027	1.063	1.036	全仔社橋	B0K+860
B1K+000	199.30	192.60	194.80	1.035	1.023	0.989		
B1K+200	337.50	349.80	294.90	0.965	1.144	1.186		

B1K+400	286.80	265.20	256.30	1.081	1.119	1.035		
B1K+600	170.70	176.40	168.20	0.968	1.015	1.049		
B1K+800	158.10	158.90	148.40	0.995	1.065	1.071		
B2K+000	285.10	279.60	189.60	1.020	1.504	1.475		
B2K+200	330.10	363.10	109.00	0.909	3.028	3.331		
B2K+400	293.70	307.20	222.30	0.956	1.321	1.382		
B2K+600	237.30	258.30	104.30	0.919	2.275	2.477		
B2K+800	211.40	327.90	232.30	0.645	0.910	1.412		
B3K+000	206.20	271.70	171.60	0.759	1.202	1.583		
B3K+200	227.00	308.00	152.40	0.737	1.490	2.021		
B3K+400	132.60	129.10	108.40	1.027	1.223	1.191	豐山村二、三鄰	
B3K+600	104.40	106.70	87.10	0.978	1.199	1.225	豐山村二、三鄰	
B3K+800	152.60	145.50	153.50	1.049	0.994	0.948	豐山村二、三鄰	
B4K+000	206.70	227.20	200.40	0.910	1.031	1.134	豐山村二、三鄰	
B4K+200	235.30	299.10	227.00	0.787	1.037	1.318		
B4K+400	188.00	170.50	—	1.103	—	—	過水道路	B4K+500
B4K+600	90.40	98.20	—	0.921	—	—		
B4K+800	137.30	223.20	—	0.615	—	—		
B5K+000	120.60	172.50	—	0.699	—	—		
B5K+200	247.60	230.80	—	1.073	—	—		
B5K+400	243.70	260.50	—	0.936	—	—		
B5K+600	190.10	237.30	—	0.801	—	—		
B5K+800	85.20	289.00	—	0.295	—	—		
B6K+000	106.90	315.30	—	0.339	—	—	過水道路	B6K+160
B6K+200	83.80	239.80	—	0.349	—	—		
B6K+400	116.90	236.00	—	0.495	—	—		
B6K+600	101.20	142.10	—	0.712	—	—		

B6K+800	80.10	92.70	—	0.864	—	—		上游
---------	-------	-------	---	-------	---	---	--	----

表3-2-1-3 阿里山溪每200公尺間距河道面積變化統計表

阿里山溪 樁位	96年河道	92年河道	87年河道	200公尺間距河道面積比			備註	
	面積(ha)	面積(ha)	面積(ha)	A96/A92	A96/A87	A92/A87	控制點	控制點樁位
A0K+000	3.82	3.65	3.54	1.047	1.079	1.031	匯流點	下游
A0K+200	4.14	4.05	3.97	1.022	1.043	1.020		
A0K+400	5.90	5.58	3.40	1.057	1.735	1.641		
A0K+600	6.75	6.20	2.76	1.089	2.446	2.246		
A0K+800	7.50	5.03	5.12	1.491	1.465	0.982		
A1K+000	7.59	5.84	5.11	1.300	1.485	1.143		
A1K+200	5.53	4.69	3.86	1.179	1.433	1.215		
A1K+400	3.65	3.42	3.44	1.067	1.061	0.994		
A1K+600	2.76	3.78	3.92	0.730	0.704	0.964		
A1K+800	3.16	3.55	3.48	0.890	0.908	1.020		
A2K+000	2.69	4.76	2.01	0.565	1.338	2.368	社興橋	A2K+000
A2K+200	4.69	4.97	2.54	0.944	1.846	1.957		
A2K+400	4.75	4.32	3.13	1.100	1.518	1.380		
A2K+600	2.96	3.07	1.53	0.964	1.935	2.007		
A2K+800	2.20	4.61	1.72	0.477	1.279	2.680		
A3K+000	1.83	2.44	1.45	0.750	1.262	1.683		
A3K+200	1.73	2.74	1.05	0.631	1.648	2.610		
A3K+400	3.54	5.03	0.95	0.704	3.726	5.295		
A3K+600	3.40	4.00	1.39	0.850	2.446	2.878		
A3K+800	2.63	2.94	2.18	0.895	1.206	1.349		
A4K+000	2.28	2.04	1.22	1.118	1.869	1.672	來吉五鄰大橋	A4K+030
A4K+200	1.78	2.67	1.44	0.667	1.236	1.854		
A4K+400	3.07	3.30	2.37	0.930	1.295	1.392		
A4K+600	3.23	3.80	3.71	0.850	0.871	1.024		
A4K+800	4.10	3.85	3.61	1.065	1.136	1.066		

A5K+000	3.37	3.22	3.31	1.047	1.018	0.973		
A5K+200	2.82	2.73	2.05	1.033	1.376	1.332	來吉大橋	A5K+265
A5K+400	2.01	2.13	2.96	0.944	0.679	0.720		
A5K+600	1.42	2.08	2.24	0.683	0.634	0.929		
A5K+800	1.64	1.81	1.60	0.906	1.025	1.131		
A6K+000	2.75	2.91	1.30	0.945	2.115	2.238		
A6K+200	1.78	1.78	1.35	1.000	1.319	1.319		
A6K+400	1.54	2.38	1.10	0.647	1.400	2.164		
A6K+600	2.83	3.39	1.93	0.835	1.466	1.756	來吉村一、二鄰	
A6K+800	3.65	3.46	2.58	1.055	1.415	1.341	來吉村一、二鄰	
A7K+000	3.48	3.24	1.59	1.074	2.189	2.038	來吉橋	A7K+710
A7K+200	3.05	2.11	1.42	1.445	2.148	1.486		
A7K+400	2.37	2.19	1.38	1.082	1.717	1.587		
A7K+600	1.67	1.77	1.25	0.944	1.336	1.416		
A7K+800	1.86	2.47	2.13	0.753	0.873	1.160		
A8K+000	1.39	2.05	2.14	0.678	0.650	0.958		
A8K+200	1.86	1.84	1.86	1.011	1.000	0.989		
A8K+400	—	—	—	—	—	—		上游

表3-2-1-4 石鼓盤溪每200公尺間距河道面積變化統計表

石鼓盤溪	96年河道	92年河道	87年河道	200公尺間距河道面積比			備註	
	面積(ha)	面積(ha)	面積(ha)	A96/A92	A96/87	A92/A87	控制點	控制點樁位
B0K+000	3.84	3.65	3.58	1.052	1.073	1.020	匯流點	下游
B0K+200	4.32	3.88	3.66	1.113	1.180	1.060		
B0K+400	6.27	5.75	6.29	1.090	0.997	0.914		
B0K+600	4.04	3.43	3.89	1.178	1.039	0.882		

B0K+800	4.35	3.88	3.73	1.121	1.166	1.040	全仔社橋	B0K+860
B1K+000	5.39	5.55	4.99	0.971	1.080	1.112		
B1K+200	5.10	5.22	4.48	0.977	1.138	1.165		
B1K+400	4.65	4.85	4.58	0.959	1.015	1.059		
B1K+600	2.76	2.96	2.82	0.932	0.979	1.050		
B1K+800	4.19	4.44	3.54	0.944	1.184	1.254		
B2K+000	5.67	5.86	2.76	0.968	2.054	2.123		
B2K+200	6.87	7.04	2.46	0.976	2.793	2.862		
B2K+400	5.24	5.17	3.30	1.014	1.588	1.567		
B2K+600	3.91	5.25	3.36	0.744	1.164	1.563		
B2K+800	4.12	5.46	3.95	0.755	1.043	1.382		
B3K+000	4.63	5.95	3.56	0.778	1.301	1.671		
B3K+200	2.72	4.05	2.51	0.672	1.084	1.614		
B3K+400	2.21	2.06	1.94	1.073	1.139	1.062	豐山村一、二鄰	
B3K+600	2.73	2.73	2.22	1.000	1.230	1.230	豐山村一、二鄰	
B3K+800	3.56	3.59	3.61	0.992	0.986	0.994	豐山村一、二鄰	
B4K+000	4.17	4.35	4.03	0.959	1.035	1.079	豐山村一、二鄰	
B4K+200	4.20	3.96	4.20	1.061	1.000	0.943		
B4K+400	2.76	2.75	—	1.004	—	—	過水道路	B4K+500
B4K+600	2.42	2.97	—	0.815	—	—		
B4K+800	2.19	4.86	—	0.451	—	—		
B5K+000	3.07	3.37	—	0.911	—	—		
B5K+200	5.32	5.46	—	0.974	—	—		
B5K+400	3.75	4.81	—	0.780	—	—		
B5K+600	2.58	6.13	—	0.421	—	—		
B5K+800	1.23	6.11	—	0.201	—	—		
B6K+000	1.92	5.07	—	0.379	—	—	過水道路	B6K+160
B6K+200	1.90	4.44	—	0.428	—	—		

B6K+400	2.06	3.37	—	0.611	—	—		
B6K+600	1.51	2.04	—	0.740	—	—		
B6K+800	—	—	—	—	—	—		上游

二、河道縱斷面變化探討

集水區下游之草嶺潭堰塞湖，自1862年至今，共發生4次大規模崩塌形成堰塞湖及潰決，綜觀世界上因地震及豪雨所引發之順向坡屢次造成大型崩塌並形成堰塞湖，其後又屢次潰決之特殊案例，僅有草嶺一例，草嶺地區崩塌及潰決之簡要表如表3-2-1-5所示。

表 3-2-1-5 草嶺地區歷次崩塌潰決簡要表

次別	崩 塌			潰 決			壩高 (m)	崩塌土方量 (m ³)	蓄水量 (m ³)	河道阻斷 (m)	資料 來源
	日期	時間	原因	日期 及時間	溢流 高程	原因					
(1)	1862.05.11	07~09	地震				—	—	—	—	A
				1875	—	—					A
	1888		地震	1898	—	豪雨					B
(2)	1941.12.17	04:17AM	地震				共 200	1 億 5 仟萬	1 億 2 千萬*	約 2,000	A
	1942.08.10	12:00PM	豪雨		580 公尺			2 億			A
				1951.05.18	—	豪雨					C
(3)	1979.08.15	04:00AM	豪雨				90	5 百萬			C
				1979.08.24	525.75	豪雨			4 千萬	約 2,000	C
(4)	1999.09.21	01:47AM	地震	2004.07.02	539.6		50	1 億 2 千 萬	4 千 3 百萬	約 4,815	—

資料來源：A.川田三郎，「台南州斗六郡草嶺 震生湖」，東京帝國大學地震研究所彙報第 21 號，昭和 18 年(1943)，第 317-325 頁。

B.「雲林海埔地四十九及五十年度工作報告」，台灣糖業公司雲林海埔地墾殖實驗處，民國五十一年五月。

C.「草嶺山崩記」，台灣省水利局，民國六十八年十月。

資料來源：經濟部水利處，草嶺崩塌之處理對策評估，民國八十九年五月。

資料來源：鄭新興，2005，「順向坡大型崩塌地形演化分析之研究」，國立中興大學水土保持學研究所博士論文。

為探討上游崩場地與草嶺地區歷次崩塌對集水區所造成之影響，本計畫依據經濟部水利署第四河川局及水利規劃試驗所實測結果，與相關專家學者研究報

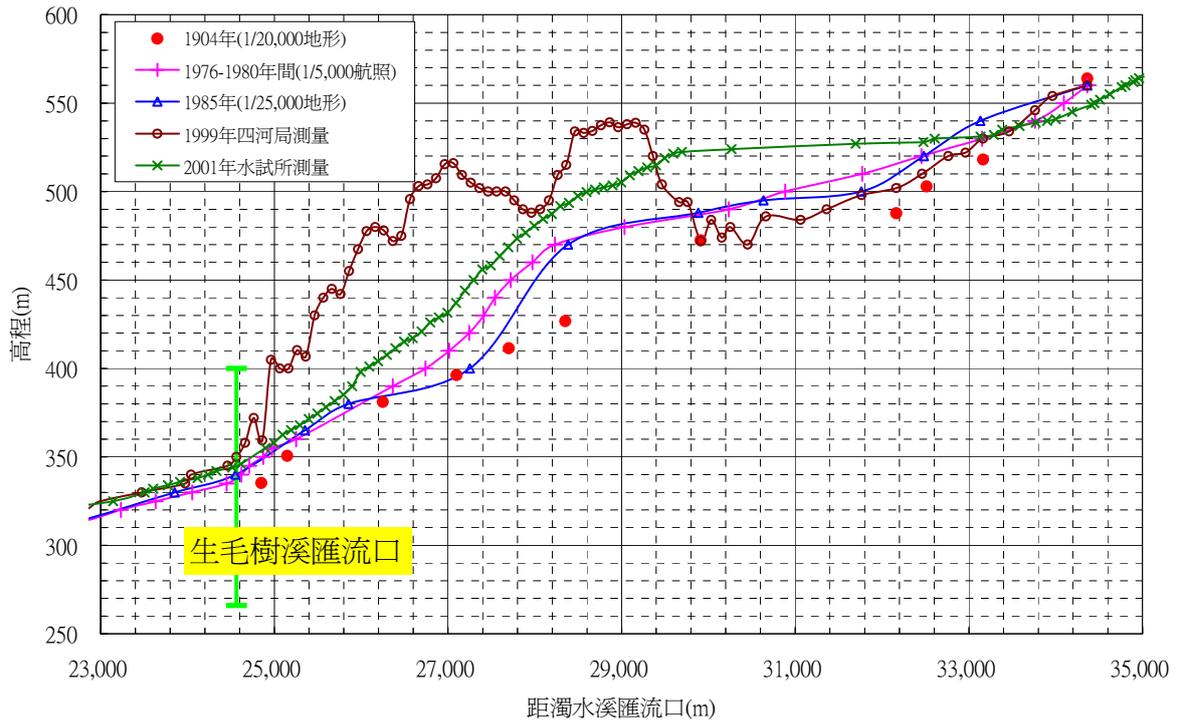
告，探討集水區歷年河道沖淤變化趨勢，相關變化如圖3-2-1-3及3-2-1-4所示。草嶺潭潰決後之高程變化

由圖3-2-1-3得知，在草嶺潭潰決後之河道高程歷年變化，於1904年測得高程為470m，於1985年測得高程為486m，於1999年921地震後測得高程為491m，於2001年則淤高為521m。比較2001年與921地震後，草嶺潭潰決之高程升高約30 m，造成上游土砂淤積，1999年至2001年上游河道變化為逐漸淤積至濁水溪匯流口33公里處，但再往上游即有刷深之情形。而2004年72水災潰堤後，河道呈現刷深之情形，坡度約為3.5%，逐漸朝向回復921大地震前原有之坡降。可知河道目前應產生回溯侵蝕之情形。

再由圖3-2-1-4，整理相對於1979年後，河道之沖淤趨勢如表3-2-1-6所示，得知目前河道呈現沖刷之趨勢，對照草嶺潭崩塌歷史，2004年該潭再度發生潰決，草嶺潭上游河道勢必朝向沖刷之趨勢，此趨勢與現場調查之下游河道趨勢一致。

表3-2-1-6 草嶺地區歷年沖淤趨勢表

統計年度	沖淤趨勢	統計年度	沖淤趨勢
1980	沖刷	2001	淤積
1985	淤積	2002	沖刷
1998	沖刷	2003	沖刷
1999	淤積	2004	沖刷



資料來源：經濟部水利處，草嶺崩塌之處理對策評估

圖 3-2-1-3 雙溪嘴匯流口至草嶺堰塞湖之縱坡實測變化情形

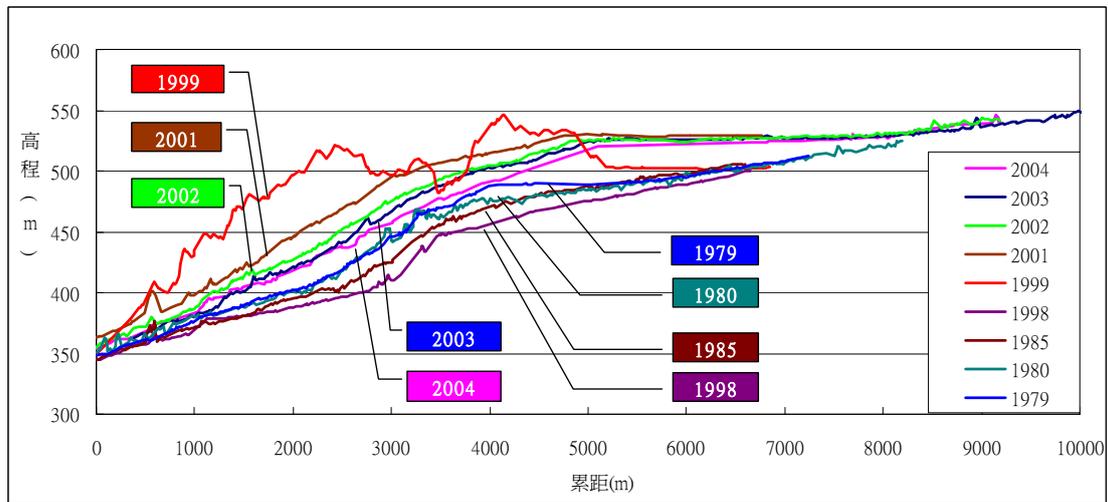


圖 3-2-1-4 雙溪嘴匯流口至草嶺堰塞湖之數化深槽線之縱坡變化情形

(資料來源：鄭新興，2005，「順向坡大型崩塌地形演化分析之研究」，國立中興大學水土保持學研究所博士論文。)

因上述之縱坡變化分析範圍僅至社興橋下游，故本計畫針對阿里山溪與石鼓盤溪中上游範圍再進行河道縱坡分析，以瞭解河道縱坡變化以及土砂輸送堆積情形。故以前述之三期（87年、92年、96年）原始影像，經由數值影像工作站匹配作業後，產製之各期2×2公尺之DEM進行河道縱斷面分析，阿里山溪分析範圍至來吉橋上游（A8K+400）、石鼓盤溪分析範圍至豐山村二、三鄰聚落上游（B6K+800）。分析之阿里山溪及石鼓盤溪87年、92年及96年河道縱斷面成果，分別整理如圖3-2-1-5及3-2-1-6所示。

經由本計畫河道縱斷面分析數據可知，比較阿里山溪及石鼓盤溪96年、92年與87年之縱坡變化，顯現河道有逐年淤積之情形，由最近幾年，經賀伯颱風、921地震、敏督利颱風迄今，河道變化趨勢，大多為淤積現象，由上述之分析草嶺潭堰塞湖有回溯侵蝕之現象，但尚未到達本區。

本區上游之崩場地持續生產土砂，並因河道輸砂作用致使土砂下移堆積於中游溪段之聚落旁溪床，如土砂未往下游運移，將漫溢溪床掩沒聚落，可見草嶺潭堰塞湖之回溯侵蝕現象尚未到達本區，但本區中上游之區域變化亦受到下游草嶺潭堰塞湖之影響。

比較圖3-2-1-5之阿里山溪縱斷面，於87年至92年間，樁號A0K+000～A2K+200，即社興橋之下游有淤積之情形；樁號A2K+200～A4K+200，即社興橋往上游至來吉五鄰大橋之間，河道有沖淤互見之情形；樁號A4K+200之上游，即來吉五鄰大橋之上游以沖刷作用為主，故可知87年至92年間於本區段有大量土砂

輸出之情形，對照其間之歷史災情，本區於90年桃芝及納莉颱風時，大量土砂之下移，造成來吉橋及來吉大橋遭受沖毀，與縱斷面情形相符。

比較92年至96年間之阿里山溪縱斷面，樁號A0K+000～A6K+000有淤積之情形，且社興橋之下游及來吉五鄰大橋上下游淤積情形較為顯著，A6K+000之上游有沖淤互見之情形，經現場調查，此與現場情況相符。

比較圖3-2-1-6之石鼓盤溪縱斷面，於87年至92年間，樁號B0K+000～B2K+000，即社興橋之上下游為沖淤互見之情形；樁號B2K+000～B4K+200，有淤積之情形。於92年至96年間，整體來說為沖淤互見之情形，其中於B0K+000～1K+600，即全仔社橋上下游為淤積之情形。

整體來看，阿里山溪及石鼓盤溪之87年、92年至96年共10年間之河道縱斷面變化，由下游到上游，有沖淤互見之情形，但以堆積情形較多。其中於阿里山溪A0K+000～A2K+800（匯流口、社興橋）、A3K+600～A4K+800（來吉五鄰大橋）、A5K+800～A7K+800（來吉村一、二鄰）以及石鼓盤溪B0K+000～B1K+600（全仔社橋、土砂堆積高距離橋面高度約為2m）、B2K+200～B4K+200（豐山村二、三鄰）等呈現堆積情形，可見草嶺潭之溯源侵蝕尚未到達本區聚落所在區位。另A2K+800～A3K+600、A4K+800～A5K+800、B1K+600～B2K+200、B4K+200～6K+800呈現沖刷情形、A7K+800～A8K+600呈現沖淤互見情形。

圖3-2-1-5 阿里山溪87年、92年及96年河道縱斷面圖 (改A3_PPT)

**圖3-2-1-6 石鼓盤溪87年、92年及96年河道縱斷面圖
(改A3_PPT)**

三、河道橫斷面探討

由上述之縱斷面逐年淤積趨勢，將對本區之聚落造成影響，故針對本區之河道橫斷面進行分析。包含分析阿里山溪及石鼓盤溪之87年、92年及96年河道橫斷面，分別整理如圖3-2-1-7及3-2-1-8所示。

經由河道橫斷面圖可知，阿里山溪及石鼓盤溪之河道流心之各斷面非一致，其流心有亂竄之情形，由現場勘查之結果發現，與分析之結果相符。

比較阿里山溪之橫斷面變化，於87年至92年間，斷面樁號A1K+400、A1K+600、A1K+800、A2K+000等為淤積之情形；其餘有沖刷之現象。於92年至96年間，斷面樁號A1K+400、A1K+600、A1K+800、A2K+000、A2K+200、A2K+400、A2K+600、A2K+800等為淤積之情形；A7K+600、A7K+800、A8K+000、A8K+200等有沖刷之情形；其餘斷面為沖淤互見。

比較石鼓盤溪之橫斷面變化，於87年至92年間，為沖淤互見之情形。於92年至96年間，斷面樁號B0K+400、B0K+600、B0K+800、B1K+000、B1K+200、B1K+400等為淤積之情形；斷面樁號B4K+400、B4K+600、B5K+000、B5K+200、B5K+400、B5K+600、B5K+800、B6K+200、B6K+400、B6K+800等有沖刷之情形；其餘斷面為沖淤互見。

經由上述之河道橫斷面分析數據可知，比較阿里山溪及石鼓盤溪96年、92年與87年等之10年間之橫斷面變化，顯現於下游地區河道有逐年淤積之情形，由最近幾年，經賀伯颱風、921地震、敏督利颱風迄今，河道變化趨勢，大多為淤積現象。

故由以上河道型態變化探討，目前溪床呈現堆積，與聚落高差有逐年呈現縮小之趨向，平常水流時因水流擺盪造成兩岸掏刷，部分構造物有毀損之情形，如表3-2-1-7所示，而洪水期高水位，將造成水流泛溢兩岸，淹沒住戶、農田及道路，危及聚落安全。故後續需加以考量上述之情形，對於低水位之水流，針對聚落重要地方，採用穩定流心措施；在洪水期高水位，在防災治理上考量水流泛溢對聚落之影響。另由本計畫分析及現場調查之結果，對於溪流影響聚落之區位，已詳列於前述之表3-1-3-1所示。

圖3-2-1-7 阿里山溪87年、92年、96年河道橫斷面圖
(1K+400 ~ 8K+000) _A3_Word

圖3-2-1-7 阿里山溪87年、92年、96年河道橫斷面圖
(1K+400 ~ 8K+000) _A3_Word

圖3-2-1-7 阿里山溪87年、92年、96年河道橫斷面圖
(1K+400 ~ 8K+000) _A3_Word

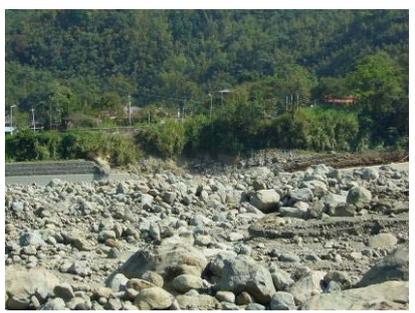
**圖3-2-1-8 石鼓盤溪87年、92年、96年河道橫斷面圖
(0K+400 ~ 6K+800) _A3_Word**

**圖3-2-1-8 石鼓盤溪87年、92年、96年河道橫斷面圖
(0K+400 ~ 6K+800) _A3_Word**

**圖3-2-1-8 石鼓盤溪87年、92年、96年河道橫斷面圖
(0K+400 ~ 6K+800) _A3_Word**

表3-2-1-7 既有構造物毀損一覽表

村里	工程位置		數量	現況照片
	E	N		
來吉村 4 鄰	222540 , 2603161 		護岸毀損 300 m	
來吉村 1 鄰	223073 , 2601812 		受損護岸長度 150 m	

村里	工程位置		數量	現況照片
	E	N		
來吉村 1 鄰	222934 , 2602097 		受損護岸長度 100m	
來吉村 2 鄰	223167 , 2601909 		受損護岸長度 100m	
豐山村 1 鄰	224071 , 2608018 		受損護岸長度 100m	
豐山村 5 鄰	223306 , 2610243 		道路中斷 50m	

村里	工程位置		數量	現況照片
	E	N		
豐山村 5 鄰	223084, 2609976 		道路中斷 30m	
豐山村 5 鄰	223307, 2609714 		受損護岸長度 200m	

3.2.2 崩塌趨勢分析

對於本區之崩場地問題，將針對涵蓋來吉村及豐山村村落之上游集水區進行分析探討。在921大地震時產生大面積崩塌（崩場地33處，面積計353.69公頃），大量土砂產生，隨後經過歷次暴雨事件，包含民國90年之桃芝颱風與納莉颱風、民國93年敏督利颱風、民國95年之0609豪雨及碧利斯颱風、民國96年聖帕颱風與柯羅莎颱風等多次土砂災害，大量土砂下移，形成主要土砂來源，威脅聚落安全

及造成道路交通中斷，集水區歷史災害時間分布如圖3-2-2-1所示，來吉村及豐山村聚落歷史災害區位如圖3-2-2-2～圖3-2-2-3。

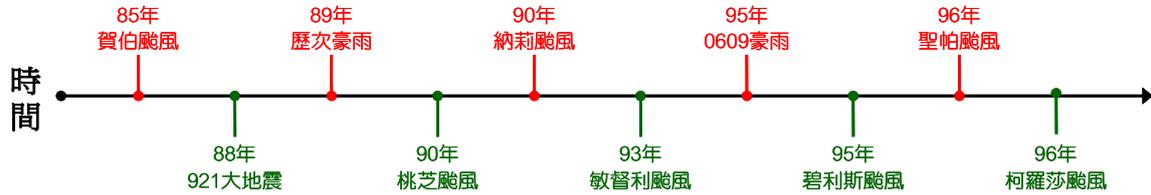


圖3-2-2-1 集水區歷史災害時間分布圖

由災害歷史過程，本計畫依照所蒐集之圖資，分析集水區崩塌地面積變化應有助於探討土砂生產之問題。

經分析集水區內自921地震後歷年崩塌地分布趨勢，在集水區內於民國88年921大地震後調查之崩塌地有33處，面積共353.69公頃；民國90年桃芝颱風後調查之崩塌地有150處，面積共691.50公頃；民國93年72水災後調查之崩塌地有202處，面積共計794.31公頃；於95年調查統計，本集水區內有108處崩塌地，面積共575.94公頃；於今(97)年度調查統計，本集水區內有159處崩塌地，面積共653.96公頃。茲將歷年崩塌地隨時間變遷之處數與面積統計如圖3-2-2-4所示。

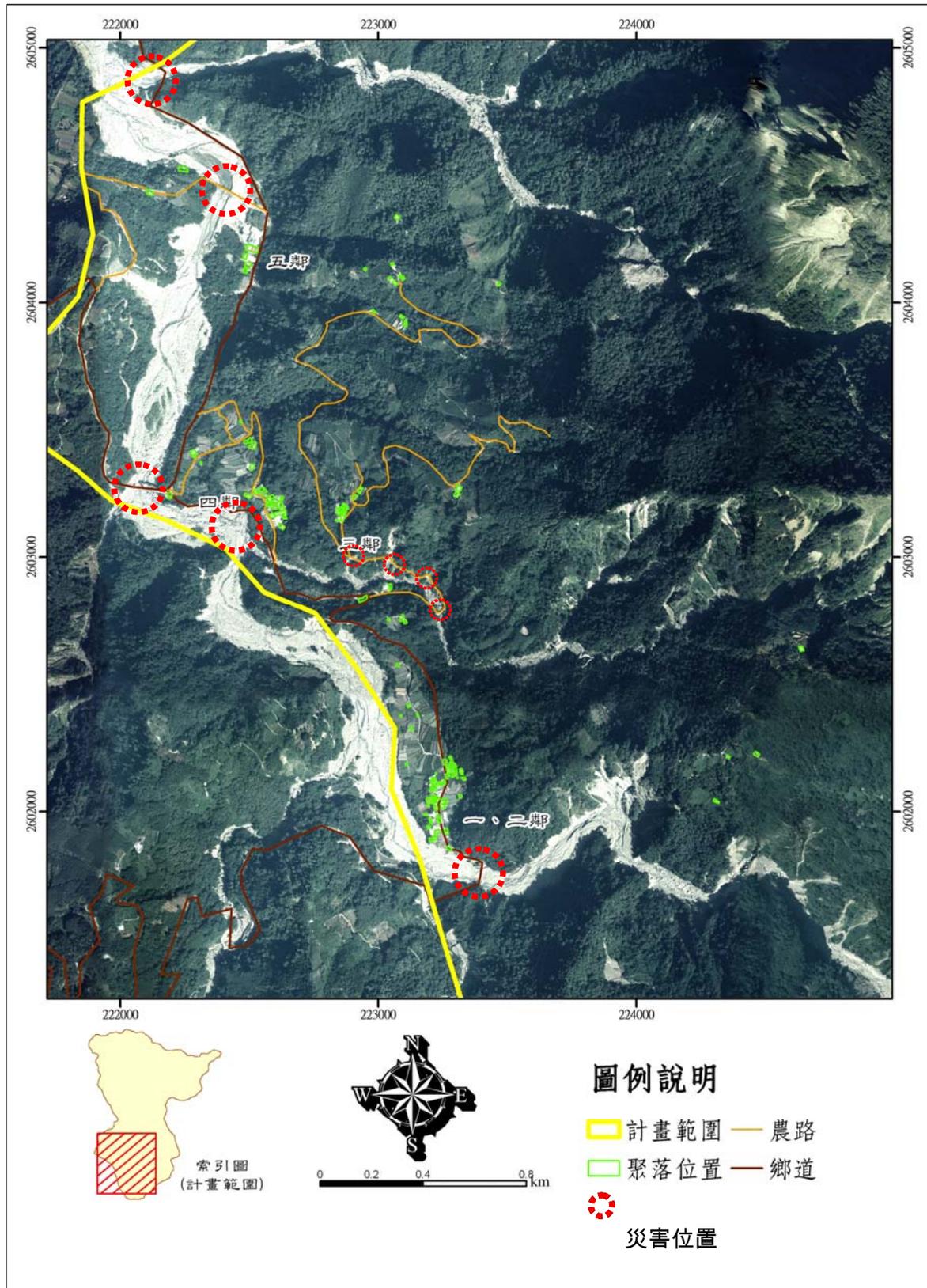


圖3-2-2-2 來吉村歷史災害點位分布圖

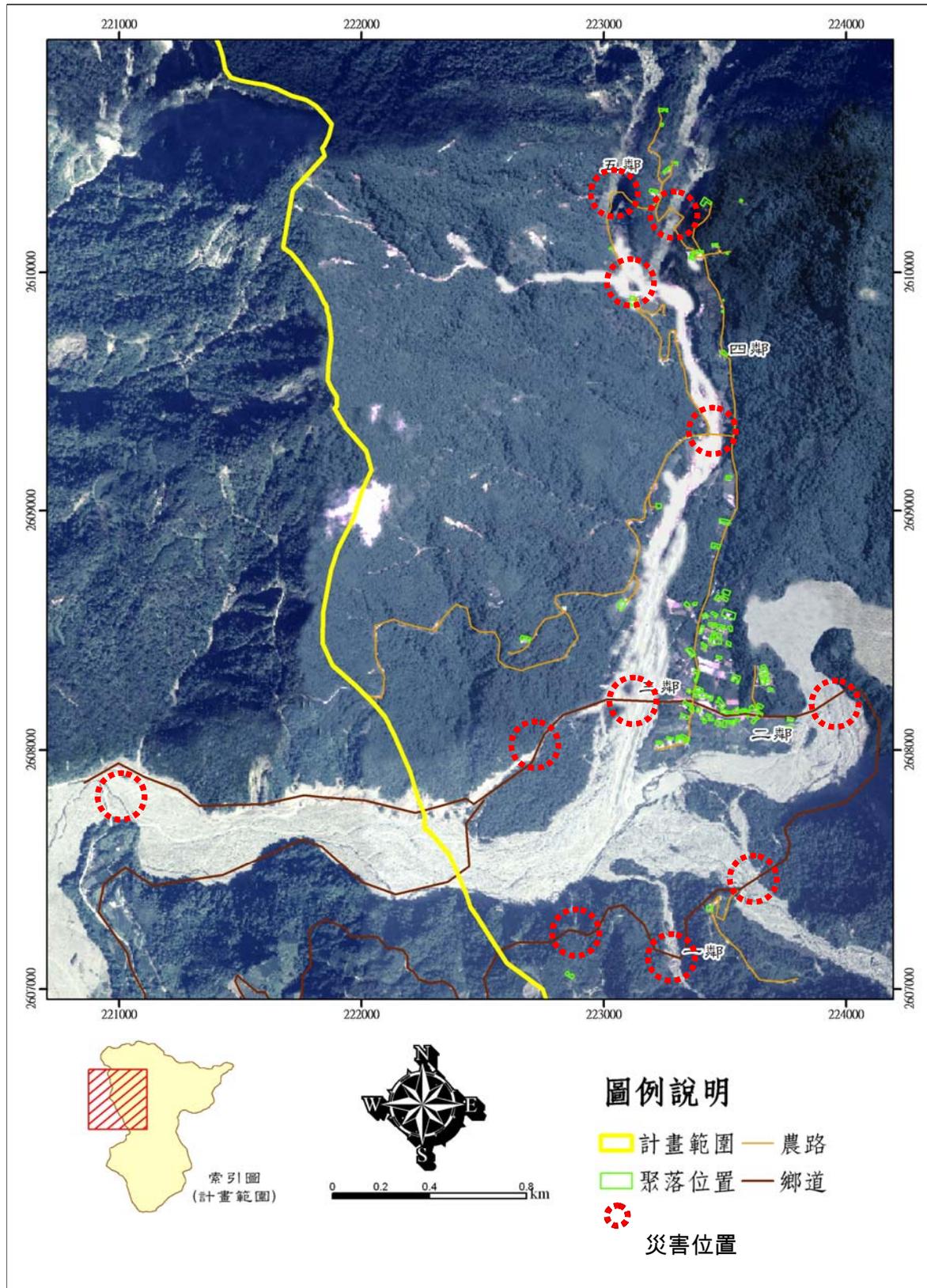


圖3-2-2-3 豐山村歷史災害點位分布圖

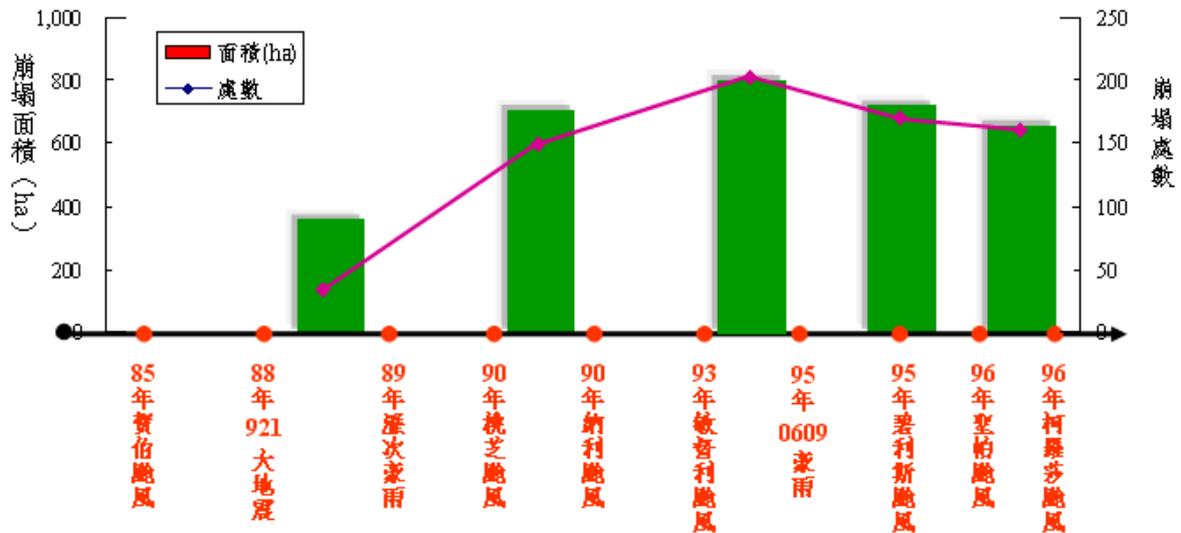


圖 3-2-2-4 集水區內歷年崩塌地變化統計圖

由上述之圖3-2-2-4之歷年崩塌地變化可知，本集水區內之崩塌地於88年921大地震造成大量崩塌地增加，面積共353.69公頃；於93年敏督利颱風72水災後面積及處數達到最高峰，面積共計794.31公頃；而後開始下降，至97年調查後，面積共653.96公頃，可知本集水區內上游之崩塌地現階段呈現減少之趨勢。

故由以上分析結果及現場調查可知，目前上游地區坡度仍陡，輸砂能力仍強，如大量崩塌土砂帶往下游，除對來吉地區及豐山地區之阿里山溪及石鼓盤溪主流造成負擔外，對於既有構造物及通行道路亦將造成毀損。由本計畫分析及現場調查之結果，對於崩塌地及土石流影響聚落、農田、道路等之區位，已詳列於前述之表3-1-1-6、3-1-2-2、3-1-5-2及3-1-5-3所示。

針對上述之影響區位，其防災治理規劃包含土砂控制及兩岸土地保全。由歷年崩場地分析之結果，本區之崩場地有趨向於逐漸復育之情形，故對於本區之崩場地處理，除對聚落有直接影響，應加以基本控制外，其餘可採間接控制方式進行崩場地復育（即配合溪流構造物處理）。由現場調查結果表3-1-1-4～表3-1-1-6可知，本區崩場地主要影響道路通行問題，建議後續需進行崩場地處理。建議本區之來吉地區及豐山地區需處理之崩場地問題區位如圖3-2-2-5及3-2-2-6所示。

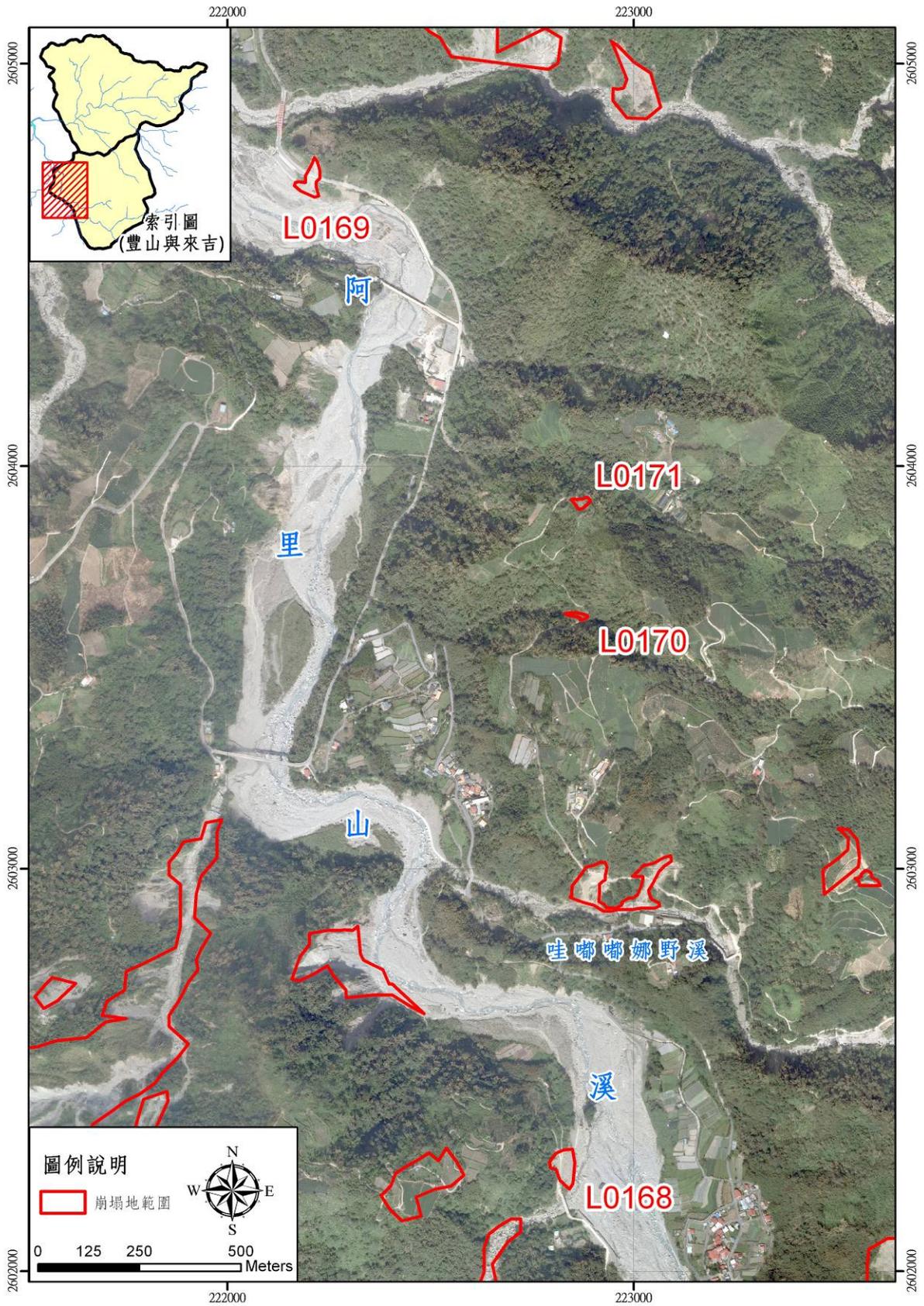


圖3-2-2-5 來吉村需處理之崩塌地區位

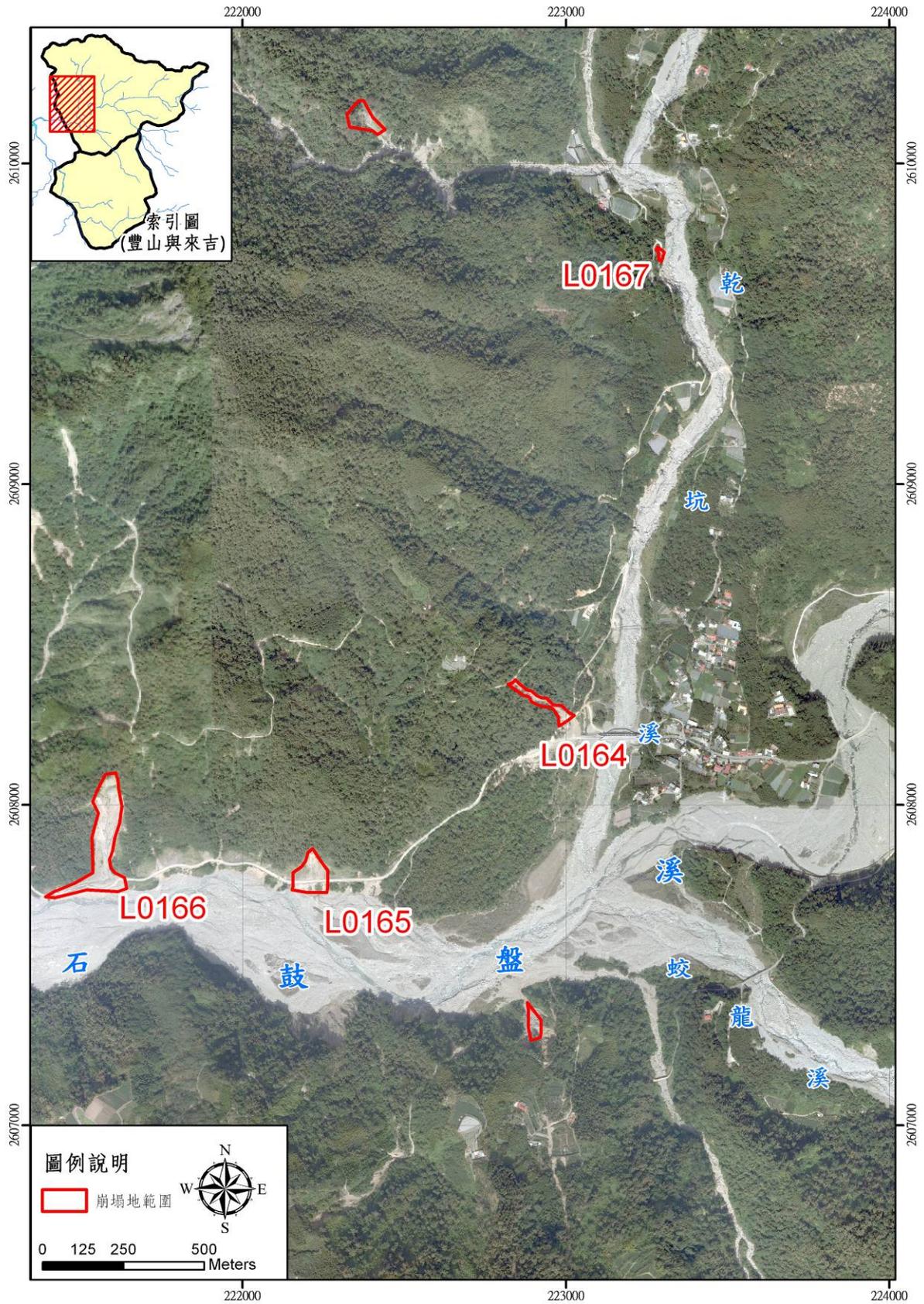


圖3-2-2-6 豐山村需處理之崩塌地區位

3.2.3 道路水土保持問題探討

經由現場調查之結果，本區之道路水土保持問題，包含有道路排水不良問題、道路與溪流坑溝交會處漫溢所導致之問題、邊坡崩塌影響道路通行問題，包含道路中斷問題等。

其中道路排水不良問題、道路與溪流坑溝交會處漫溢所導致之問題，造成土砂移動堆積路面，如前述之表3-1-4-1所示，需配合野溪坑溝進行整治。由於本區常因豪雨即造成道路中斷之特性，對於因豪雨造成土砂移動堆積路面之問題，以維持道路暢通為首要整治目標，故建議可由道路主管單位針對下移之土石掩埋道路進行清除，以維道路暢通。

邊坡崩塌造成道路中斷之問題，對於有保全對象者需立即進行基本控制；而因野溪坑溝造成之崩場地，需先進行支流整治；而對於因主流沖刷造成道路路基流失，需配合主流工程配置，可讓道路維持暢通。建議本區需處理之道路水土保持問題需針對道路中斷區位進行改善，如圖3-2-3-1及圖3-2-3-2所示，後續應配合溪流整治及崩場地處理進行道路水土保持問題之改善。

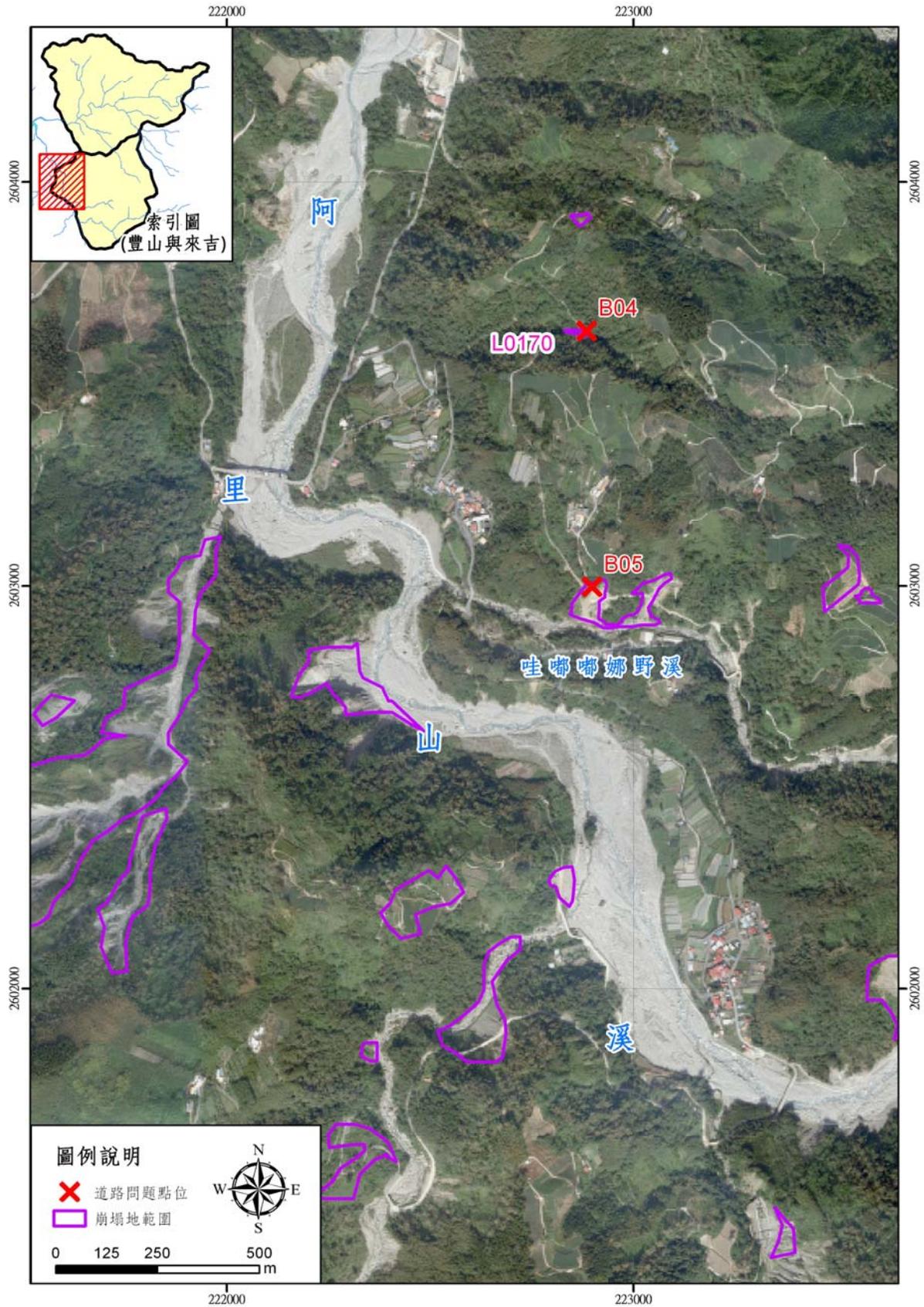


圖3-2-3-1 來吉地區道路水土保持問題 (道路中斷) 區位

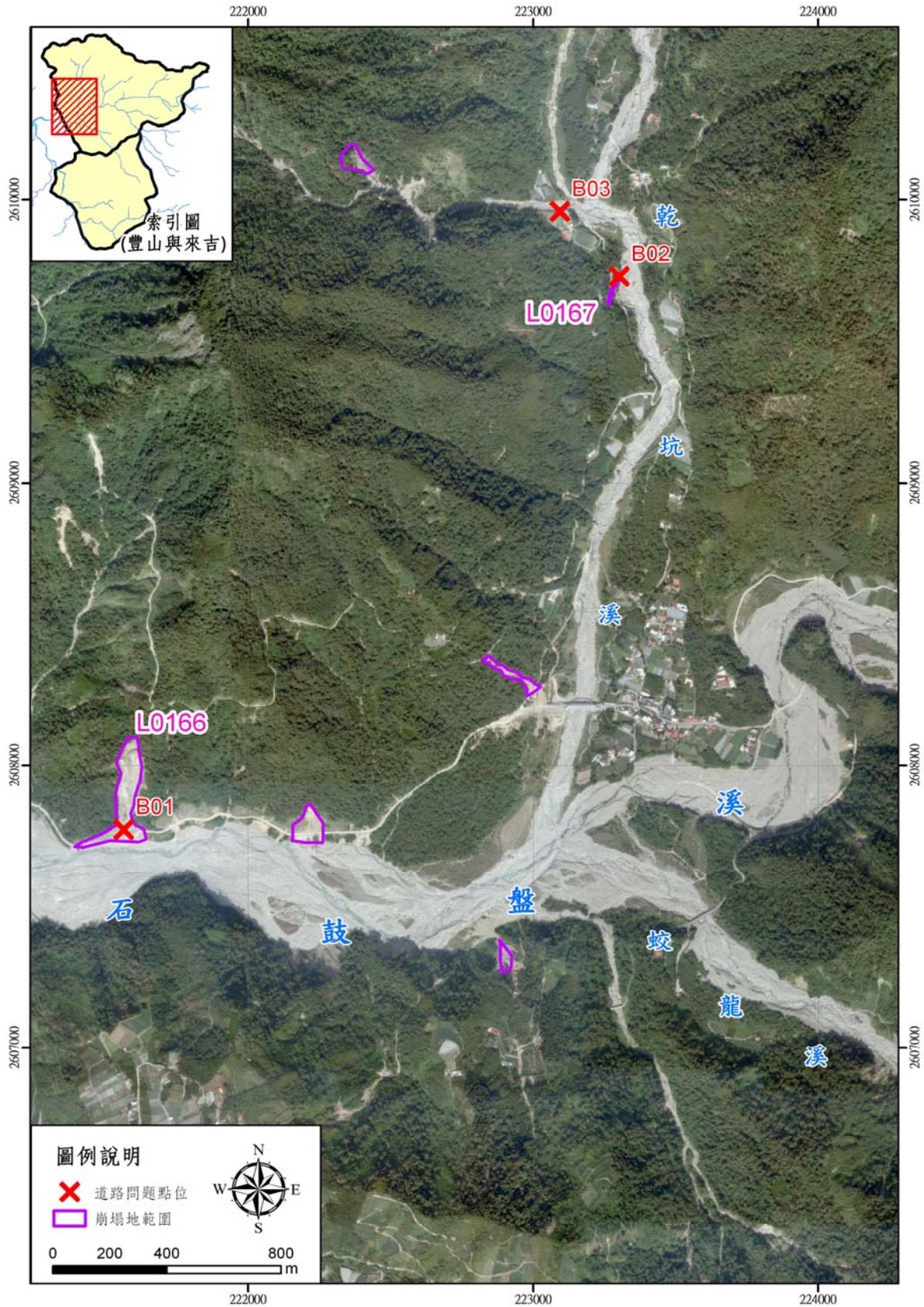


圖3-2-3-2 豐山地區道路水土保持問題 (道路中斷) 區位

3.2.4 問題綜合評析

從以上問題討論可知，本區防災治理規劃重點應區分四個項目，分別為主流問題、支流問題、崩場地問題、道路水土保持問題，分期分區處理。

阿里山溪及石鼓盤溪之主流問題，應考量平常水流流心擺盪問題，進行溪流流心控制；另外，於洪水期高水位流量時應避免泛溢發生。必須強調河道沖淤乃屬自然土砂運移行為，本計畫乃考量在其運移過程中，對保護對象有影響者，應進行處理，茲依據前述調查，將需治理之區位說明如下。其可能泛溢之區位為來吉村A1K+800～A2K+800、A6K+400～A7K+600及豐山村B0K+400～B2K+000、B3K+600～B5K+000等區位。

支流問題，避免大量土砂下移對淤積之土砂造成過大負荷，同時也考慮土砂移動過程對聚落之影響，因此，支流治理首要工作在於調節大量土砂下移；並針對聚落保全對象，採用橫向構造物如防砂壩進行保護，而兩岸有保護對象者，才採用縱向構造物如護岸進行保護。依據前述調查結果，需進行保護之處，包含有哇啞啞娜野溪、絲麻吉他野溪、科子林溪、嘉義003土石流潛勢溪流、阿里山溪支流、乾坑溪、蛟龍溪及石鼓盤溪支流等區位。

崩場地問題方面，由崩塌趨勢來看，上游崩場地有趨向於逐漸復育之情形，應以尊重自然方式處理；對於有立即影響保全對象者，進行基本控制；在防災治理規劃上，直接處理以自然復育方式進行，間接處理以支流防砂壩進行控制。依據前述調查結果，基本控制地點有豐山村土地公廟上方崩場地、豐山道路四鄰往五鄰、來吉村外三鄰往內三鄰、縣道149甲之聯絡要道之崩場地等區位。

而對於道路水土保持問題，配合上述之主支流及崩場地處理對策，將解決大部分道路水土保持問題，故防災治理重點僅需進行道路水土保持問題災害控制，以維持道路暢通。

除工程處理措施外，有鑑於本區仍處於大量土砂運移之階段，非工程之避難、減災系統、安全警戒系統亦應一併討論。

3.3 危險聚落

依據前述之調查結果，本區因崩場地、土石流潛勢溪流、野溪及道路水土保持之影響，其需加以保護之住戶共31戶、道路共5,355公尺及耕地共138筆地號。

其中，非土石流潛勢溪流範圍之住戶為來吉村5鄰9號住戶，共1戶。

另針對本區溪流沖淤或泛溢可能造成住戶之潛在威脅之影響，其需加以保護之住戶有來吉村1鄰7號、4鄰無門牌之住戶2戶以及豐山村2鄰40號、2鄰8號等，共有5戶。茲彙整如下表3-3-1～表3-3-3所示。

由於本區一遇豪雨即容易造成道路中斷，影響聚落之維生通行路線，故將本區來吉及豐山地區之危險聚落區位（含土石流潛勢溪流聚落）及道路易中斷區位彙整如圖3-3-1及圖3-3-2所示。

表3-3-1 本區之危險聚落彙整一覽表

項次	村落	影響之住戶門牌號碼	影響因子
1	豐山村	3 鄰 55 號	土石流
2	豐山村	3 鄰 68 號	土石流
3	豐山村	3 鄰 72 號	土石流
4	豐山村	3 鄰 73 號	土石流
5	豐山村	3 鄰 74 號	土石流
6	豐山村	3 鄰 77 號	土石流
7	豐山村	3 鄰 77-1 號	土石流
8	豐山村	3 鄰 78 號	土石流
9	豐山村	3 鄰 79 號	土石流
10	豐山村	3 鄰無門牌	土石流
11	豐山村	4 鄰 50 號	土石流
12	豐山村	4 鄰 70 號	土石流
13	豐山村	5 鄰無門牌 I	土石流

項次	村落	影響之住戶門牌號碼	影響因子
14	豐山村	5 鄰無門牌 II	土石流
15	豐山村	2 鄰 6 號	土石流
16	豐山村	2 鄰 7 號	土石流
17	豐山村	2 鄰 8 號	土石流、溪流
18	豐山村	2 鄰 39 號	土石流
19	豐山村	2 鄰 40 號	土石流、溪流
20	豐山村	2 鄰 41 號	土石流
21	豐山村	2 鄰 43 號	土石流
22	豐山村	2 鄰 45 號	土石流
23	豐山村	2 鄰 45-1 號	土石流
24	來吉村	1 鄰 3 號	土石流
25	來吉村	1 鄰 7 號	土石流、溪流
26	來吉村	1 鄰 8 號	土石流
27	來吉村	1 鄰 37-1 號	土石流
28	來吉村	1 鄰無門牌	土石流
29	來吉村	2 鄰農會辦事處	土石流
30	來吉村	4 鄰無門牌	土石流
31	來吉村	5 鄰 9 號	野溪
32	來吉村	4 鄰無門牌	溪流
33	來吉村	4 鄰無門牌	溪流

表3-3-2 本區之受影響道路彙整一覽表

項次	村落	影響之道路	影響長度 (m)	影響因子
1	豐山村	豐山道路	165	崩塌地
2	豐山村	1 鄰農路	150	坑溝
3	豐山村	2、3 鄰往 1 鄰農路	250	坑溝
4	豐山村	2 鄰往 1 鄰之通行道路	540	野溪
5	豐山村	3 鄰之農路	270	野溪
6	豐山村	3、4 鄰農路	190	土石流
7	豐山村	3、4、5 鄰農路	300	土石流
8	豐山村	4 鄰往 5 鄰之通行道路	135	野溪、崩塌地
9	豐山村	5 鄰之農路	150	野溪、坑溝
10	豐山村	2、3 鄰往 5 鄰通行道路	250	崩塌地
11	來吉村	嘉義 155 鄉道	340	土石流
12	來吉村	嘉 155 縣道 1K+474~ 690、 2K+716~856、5K+610 ~870	500	野溪

13	來吉村	縣道 149 甲	155	崩塌地、坑溝
14	來吉村	1 鄰農路	285	土石流、崩塌地
15	來吉村	3 鄰農路	360	崩塌地
16	來吉村	4 鄰農路	480	土石流、坑溝
17	來吉村	4 鄰往外 3 鄰農路	440	坑溝
18	來吉村	5 鄰農路	245	坑溝
19	來吉村	5 鄰往 4 鄰農路	150	坑溝

表 3-3-3 本區之受影響耕地彙整一覽表

項次	村落	影響之地號	影響因子	項次	村落	影響之地號	影響因子
1	豐山村	85	土石流	35	來吉村	81	野溪
2	豐山村	125	土石流	36	來吉村	82	野溪
3	豐山村	126	土石流	37	來吉村	83	野溪
4	豐山村	127	土石流	38	來吉村	83-1	野溪
5	豐山村	142	土石流	39	來吉村	83-2	野溪
6	豐山村	142-1	土石流	40	來吉村	84	野溪
7	豐山村	142-2	土石流	41	來吉村	85	野溪
8	豐山村	143	土石流	42	來吉村	85-1	野溪
9	豐山村	143-1	土石流	43	來吉村	89	野溪
10	豐山村	144	土石流	44	來吉村	97	野溪
11	豐山村	144-1	土石流	45	來吉村	140	野溪
12	豐山村	135	土石流	46	來吉村	140-1	野溪
13	豐山村	149	土石流	47	來吉村	141-5	野溪

項次	村落	影響之地號	影響因子	項次	村落	影響之地號	影響因子
14	豐山村	149-1	土石流	48	來吉村	142	野溪
15	豐山村	150-4	土石流	49	來吉村	142-2	野溪
16	豐山村	150-7	土石流	50	來吉村	152-1	野溪
17	豐山村	150-9	土石流	51	來吉村	192-2	野溪
18	豐山村	151-1	土石流	52	來吉村	170	野溪
19	豐山村	169	土石流	53	來吉村	172	野溪
20	豐山村	526	土石流	54	來吉村	334	野溪
21	來吉村	1	野溪	55	來吉村	341-1	野溪
22	來吉村	2	野溪	56	來吉村	365	野溪
23	來吉村	4	野溪	57	來吉村	366	野溪
24	來吉村	6	野溪	58	來吉村	370	野溪
25	來吉村	7	野溪	59	來吉村	377	野溪
26	來吉村	8	野溪	60	來吉村	382	野溪
27	來吉村	18-1	野溪	61	來吉村	426	土石流
28	來吉村	25	野溪	62	來吉村	443	土石流
29	來吉村	46	野溪	63	來吉村	443-1	野溪、土石流
30	來吉村	48	野溪	64	來吉村	443-2	土石流

項次	村落	影響之地號	影響因子	項次	村落	影響之地號	影響因子
31	來吉村	49	野溪	65	來吉村	443-4	土石流
32	來吉村	50	野溪	66	來吉村	443-5	土石流
33	來吉村	74	野溪	67	來吉村	445	野溪、土石流
34	來吉村	80	野溪	68	來吉村	446	野溪、土石流
69	來吉村	446-1	野溪、土石流	104	來吉村	554-1	野溪
70	來吉村	446-2	野溪、土石流	105	來吉村	555	野溪
71	來吉村	446-4	野溪、土石流	106	來吉村	556	野溪
72	來吉村	447	野溪、土石流	107	來吉村	558	野溪
73	來吉村	447-1	野溪、土石流	108	來吉村	559	野溪
74	來吉村	448	野溪、土石流	109	來吉村	560	野溪
75	來吉村	448-2	野溪、土石流	110	來吉村	562	野溪
76	來吉村	449	野溪、土石流	111	來吉村	568	土石流
77	來吉村	449-1	土石流	112	來吉村	563	野溪
78	來吉村	451	土石流	113	來吉村	564	野溪、土石流
79	來吉村	452	土石流	114	來吉村	565	野溪
80	來吉村	453	土石流	115	來吉村	585	土石流
81	來吉村	455	土石流	116	來吉村	586	野溪、土石流

項次	村落	影響之地號	影響因子	項次	村落	影響之地號	影響因子
82	來吉村	456	野溪、土石流	117	來吉村	587	野溪、土石流
83	來吉村	456-1	土石流	118	來吉村	587-1	野溪、土石流
84	來吉村	470	土石流	119	來吉村	588	野溪
85	來吉村	477-2	野溪	120	來吉村	589	野溪
86	來吉村	478	野溪	121	來吉村	592	野溪、土石流
87	來吉村	479	野溪	122	來吉村	662	野溪
88	來吉村	480	野溪	123	來吉村	663	野溪
89	來吉村	482	野溪	124	來吉村	673	野溪
90	來吉村	483	野溪	125	來吉村	674	野溪
91	來吉村	497	野溪	126	來吉村	675	野溪
92	來吉村	498	野溪	127	來吉村	677	野溪
93	來吉村	499	野溪	128	來吉村	679	野溪
94	來吉村	500	野溪	129	來吉村	684	野溪
95	來吉村	501	野溪	130	來吉村	9004-1	土石流
96	來吉村	502	野溪	131	來吉村	9004-3	野溪、土石流
97	來吉村	513	野溪	132	來吉村	9006-1	野溪
98	來吉村	515	野溪	133	來吉村	9008-4	野溪

項次	村落	影響之地號	影響因子	項次	村落	影響之地號	影響因子
99	來吉村	519	野溪	134	來吉村	9012-4	野溪
100	來吉村	525	野溪	135	來吉村	9013-1	野溪
101	來吉村	526	野溪	136	來吉村	9013-4	野溪
102	來吉村	528	野溪	137	來吉村	9013-5	野溪
103	來吉村	551	野溪	138	來吉村	9015-1	野溪

圖3-3-1 來吉地區之危險聚落及道路易中斷區位圖 (~ A4彩色)

(補上危險聚落31+2戶及5處道路易中斷處)

請ELLEN幫忙處理

圖3-3-2 豐山地區之危險聚落及道路易中
斷區位圖 (~ A4彩色)

(補上危險聚落31+2戶及5處道路易中斷處)

第四章 水文與泥砂資料分析

4.1 概述

本章主要內容包含資料蒐集，以及歷年雨量分析、暴雨頻率分析、洪峰流量分析，斷面分析則依照洪峰流量分析結果與曼寧公式檢核斷面合理性。

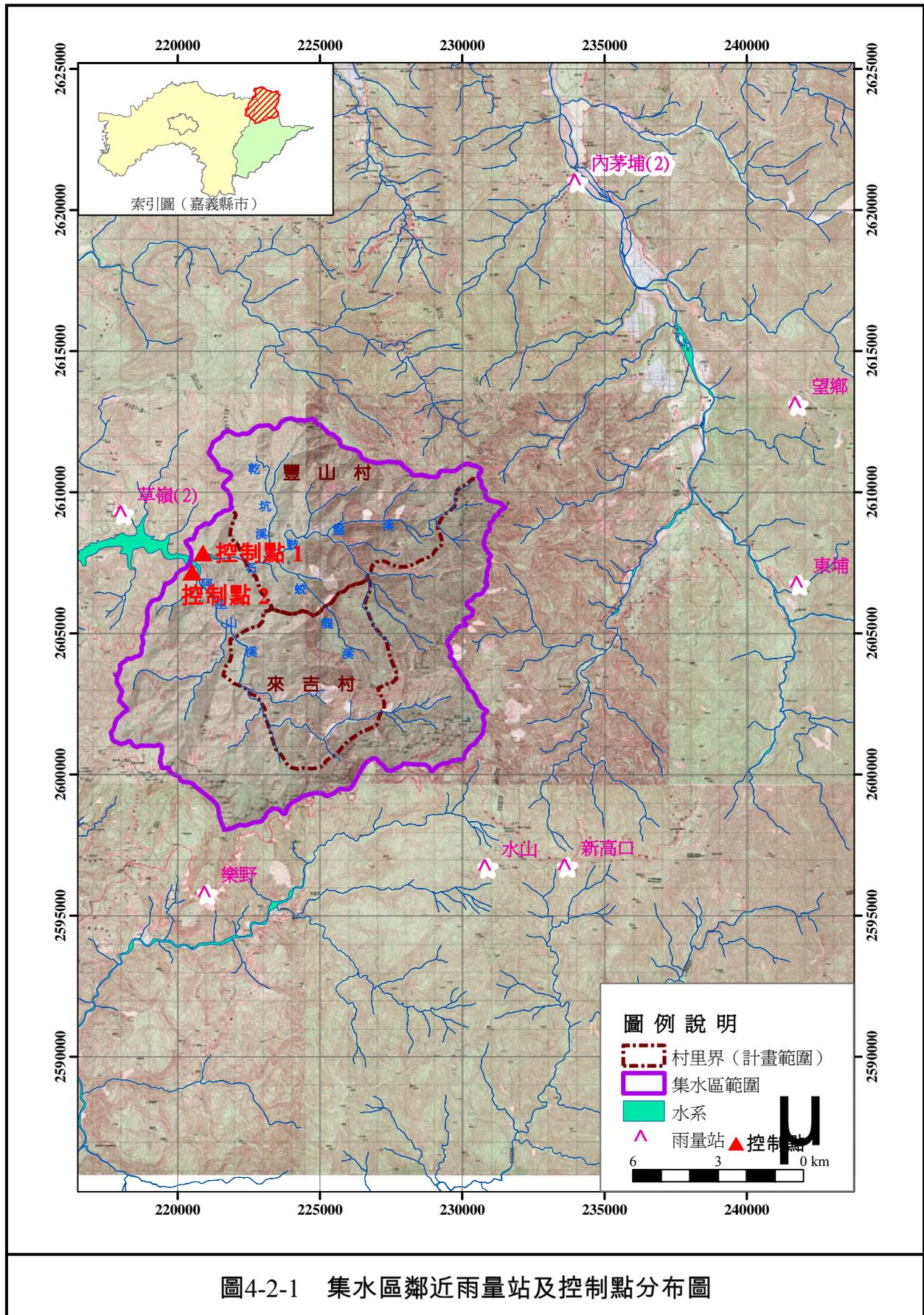
4.2 水文測站

集水區之水文資料係採用經濟部水利署內茅埔(2)、草嶺(2)、望鄉、東埔、水山、新高口、樂野雨量站之資料，茲將測站之資訊整理如表4-2-1，測站位置詳圖4-2-1所示。

表 4-2-1 集水區附近雨量站站況一覽表

站名	編號	所屬單位	站址	GPS		高程 (公尺)	記錄年份	記錄 年度
				E	N			
內茅埔(2)	01H780	經濟部水利署	南投縣信義鄉自強村(台大營林區)	234059	2620973	485	1980~迄今	26
草嶺(2)	01J970	經濟部水利署	雲林縣古坑鄉草嶺村(永利賓館蓄水塔塔頂)	218105	2609212	724	1965~迄今	41
望鄉	01H390	經濟部水利署	南投縣信義鄉望美村(林務局望鄉工作站)	241806	2613068	2200	1960~迄今	46
東埔	01H400	經濟部水利署	南投縣信義鄉東埔村(東埔派出所)	241857	2606707	1135	1923~迄今	83
水山	H1M230	經濟部水利署	嘉義縣阿里山鄉白雪村水山 23 號	230905	2596676	2450	1969~1996,1998~迄今	36
新高口	01M310	經濟部水利署	嘉義縣阿里山鄉自忠村	233701	2596708	2540	1983~迄今	23
樂野	H1M240	經濟部水利署	嘉義縣阿里山鄉樂野村(福山)	221043	2595755	1850	1976~1996,1998~迄今	29

資料來源：經濟部水利署

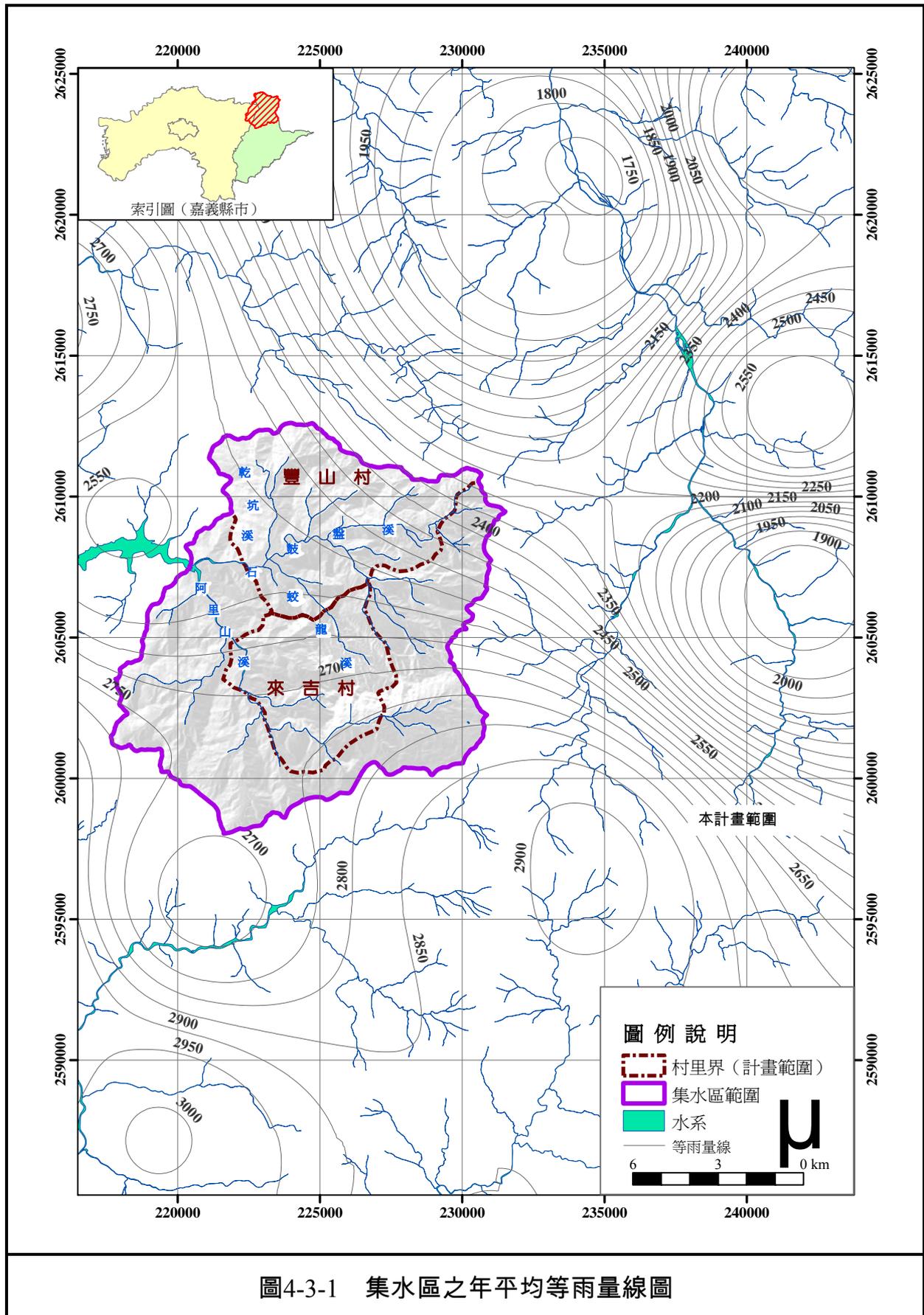


4.3 降雨量分析

豐山及來吉地區之集水區降雨分布受地形因素影響，因此根據地形以及溪流分布，依照7個雨量站空間分布特性，以徐昇式法推估各雨量站權重，其權重如表4-3-1所示，以此權重作為推估集水區年平均降雨量之依據，經加權後年平均降雨量為2,641.7毫米。集水區年平均等雨量線圖如圖4-3-1所示。

表4-3-1 集水區降雨量資料統計表

雨量站	內茅埔 (2)	草嶺(2)	望鄉	東埔	水山	新高口	樂野
年平均 降雨量 (毫米)	1,718.2	2,547.3	2,573.1	1,872.3	2,861.5	2,928.1	2,687.6
權重 (%)	1.59	48.31	0.18	1.05	20.49	4.32	24.06
平均降雨量(毫米)	2,641.7						



各月份降雨量中，以11月為整年中最少，以及8月為整年中最多。11月平均降雨量為26.7毫米，8月平均降雨量為579.2毫米。歷年的年降雨量統計詳表4-3-2，月平均降雨量如圖4-3-2所示。

統計集水區37年之降雨資料，歷年一日最大降雨量發生於西元1996年，降雨量691.3毫米；歷年二日及三日最大降雨量均發生於西元1996年，降雨量分別為1,047.4毫米、1,060.0毫米。集水區歷年一日、二日、三日最大暴雨量分析詳表4-3-3～表4-3-6及圖4-3-3。

表4-3-2 集水區降雨量資料統計表

月份	平均降雨量 (毫米)	最大月降雨量 (毫米)	最小月降雨量 (毫米)
1	46.1	124.7	3.2
2	73.2	330.1	4.9
3	95.8	403.5	2.6
4	141.8	631.2	6.4
5	365.5	743.8	62.2
6	484.2	1,140.8	79.5
7	436.5	1,236.4	58.2
8	579.2	1,344.9	104.9
9	270.7	957.8	39.4
10	74.5	438.7	2.5
11	26.7	89.4	0.4
12	32.1	117.1	1.5

資料來源：經濟部水利署經濟部水利署內茅埔(2)、草嶺(2)、望鄉、東埔、水山、新高口、樂野雨量站

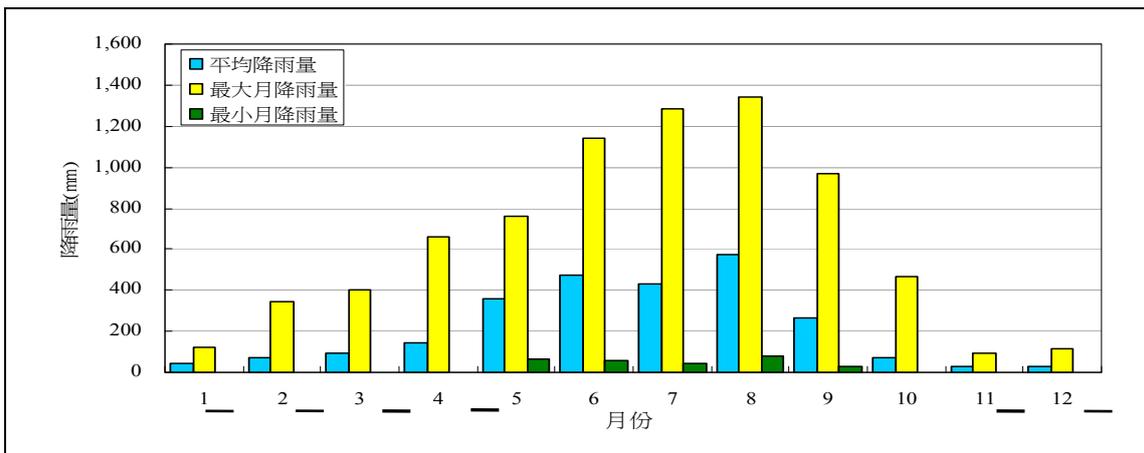


圖4-3-2 歷年月降雨量統計圖

表4-3-3 集水區歷年一日最大暴雨量一覽表

年度	內茅埔 (2)		草嶺 (2)		望鄉		東埔		水山		新高口		樂野	
	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期
1969	--	--	361	1969/9/26	423	1969/9/26	290	1969/9/26	387	1969/9/26	--	--	--	--
1970	--	--	434.5	1970/9/6	352	1970/9/6	131.6	1970/9/6	230.5	1970/9/6	--	--	--	--
1971	--	--	542.1	1971/9/18	268.8	1971/9/22	163.6	1971/9/22	255	1971/9/22	--	--	--	--
1972	--	--	393.5	1972/8/16	366	1972/8/16	227.7	1972/8/16	334	1972/6/12	--	--	--	--
1973	--	--	124.6	1973/7/18	111.7	1973/10/9	104.2	1973/10/9	209.5	1973/7/17	--	--	--	--
1974	--	--	254.3	1974/6/18	251.7	1974/6/18	220.7	1974/6/18	370	1974/6/18	--	--	--	--
1975	--	--	467.6	1975/8/3	230.7	1975/8/3	175.3	1975/9/22	550	1975/8/3	--	--	--	--
1976	--	--	271.5	1976/7/3	594.5	1976/8/9	236.4	1976/8/9	347.5	1976/7/3	--	--	488	1976/7/3
1977	--	--	273.2	1977/8/22	324.3	1977/7/31	223.8	1977/7/31	336.5	1977/8/22	--	--	403	1977/8/22
1978	--	--	200.5	1978/7/31	178.3	1978/7/31	134.6	1978/7/31	341	1978/7/31	--	--	382	1978/7/31
1979	--	--	326.8	1979/8/24	273.5	1979/8/14	146.8	1979/6/8	345	1979/8/24	--	--	444	1979/8/24
1980	344	1980/8/27	582	1980/8/27	379	1980/8/27	247	1980/8/27	426	1980/8/27	--	--	455	1980/8/27
1981	137	1981/6/20	194	1981/6/20	143	1981/6/20	94	1981/6/20	275	1981/6/20	--	--	316	1981/9/1
1982	80	1982/7/30	176.7	1982/8/9	167.7	1982/8/9	184.2	1982/7/28	148	1982/6/2	--	--	285	1982/7/29
1983	198	1983/6/3	207.5	1983/6/3	207.7	1983/6/3	194.8	1983/6/3	243	1983/6/3	317	1983/6/3	300	1983/6/3
1984	88	1984/6/3	115.3	1984/7/3	123.6	1984/6/29	86.7	1984/5/28	167	1984/6/3	182	1984/6/3	201	1984/6/24
1985	191.5	1985/8/22	305	1985/8/22	299	1985/8/22	191.4	1985/8/22	234	1985/8/22	262.5	1985/8/22	533	1985/8/23
1986	182.5	1986/8/22	264.5	1986/8/21	226	1986/8/22	194	1986/8/22	12.8	1986/8/22	187.5	1986/9/18	24.3	1986/9/17
1987	110	1987/7/27	204	1987/7/26	155.2	1987/7/27	178.8	1987/7/27	28.2	1987/7/27	297	1987/7/27	42.2	1987/7/27
1988	214	1988/8/13	499	1988/8/13	128	1988/8/13	125	1988/8/13	345	1988/8/13	329.4	1988/8/13	524	1988/8/13
1989	404	1989/9/12	601	1989/9/12	368	1989/9/12	234.5	1989/9/12	30.1	1989/9/12	404.7	1989/9/12	48.3	1989/9/12
1990	423	1990/8/19	580	1990/8/19	420	1990/8/19	301	1990/8/19	394	1990/8/19	430	1990/8/19	408	1990/8/19
1991	106	1991/6/24	131	1991/6/24	108	1991/6/24	111	1991/6/24	165	1991/6/23	45	1991/9/19	204	1991/6/23
1992	176	1992/8/30	355	1992/8/30	220	1992/8/30	201	1992/8/30	581	1992/8/30	287	1992/8/29	663	1992/8/30
1993	68	1993/7/21	124	1993/6/16	77	1993/5/3	68	1993/5/26	164	1993/6/5	156	1993/6/5	209	1993/5/26
1994	260	1994/8/8	245	1994/10/10	300	1994/8/7	298	1994/8/8	198	1994/8/8	477	1994/8/8	226	1994/8/7
1995	111	1995/6/11	112	1995/6/8	101	1995/6/8	101	1995/6/8	154	1995/6/8	113	1995/6/8	196	1995/6/8
1996	433	1996/7/31	742	1996/7/31	637	1996/7/31	453	1996/7/31	465	1996/7/31	552	1996/7/31	835	1996/7/31
1997	94	1997/3/21	156	1997/8/29	257	1997/8/18	129	1997/8/18	--	--	110	1997/3/21	--	--
1998	245	1998/10/16	350	1998/10/16	318	1998/10/16	261	1998/10/16	218	1998/8/4	199	1998/8/4	395	1998/8/4
1999	88	1999/5/28	247	1999/8/9	99	1999/5/28	104	1999/5/28	146	1999/5/27	125	1999/5/28	142	1999/5/27
2000	96	2000/4/1	130	2000/8/23	142	2000/8/22	201	2000/8/22	173	2000/8/22	197	2000/6/13	136	2000/8/22
2001	463	2001/7/30	518	2001/9/17	573	2001/7/30	477	2001/7/30	378	2001/7/29	578	2001/7/30	339	2001/9/17
2002	125	2002/5/31	104	2002/7/6	195	2002/7/4	91	2002/7/4	110	2002/7/3	133	2002/5/17	125	2002/7/11
2003	90	2003/6/7	147	2003/6/7	137	2003/6/7	105	2003/6/7	123	2003/6/7	205	2003/6/7	148	2003/6/7
2004	293	2004/7/4	362	2004/8/24	407	2004/8/24	370	2004/7/4	395	2004/7/2	495	2004/7/4	641	2004/7/2
2005	264	2005/8/4	425	2005/9/1	313	2005/8/4	248	2005/8/4	384	2005/7/18	442	2005/7/19	497	2005/8/31

資料來源：經濟部水利署經濟部水利署內茅埔 (2)、草嶺 (2)、望鄉、東埔、水山、新高口、樂野雨量站



表4-3-4 集水區歷年二日最大暴雨量一覽表

年度	內茅埔 (2)		草嶺 (2)		望鄉		東埔		水山		新高口		樂野	
	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期
1969	--	--	451.5	1969/9/26	447.5	1969/9/26	310.6	1969/9/26	471	1969/9/26	--	--	--	--
1970	--	--	492.5	1970/9/6	369.2	1970/9/6	140.7	1970/9/6	290.5	1970/9/6	--	--	--	--
1971	--	--	567.2	1971/9/17	272.8	1971/9/22	175.2	1971/9/21	274.5	1971/9/22	--	--	--	--
1972	--	--	464.9	1972/8/16	440	1972/8/16	234.6	1972/8/16	478	1972/6/5	--	--	--	--
1973	--	--	234.6	1973/7/17	152.5	1973/10/8	114.7	1973/10/9	404.5	1973/7/17	--	--	--	--
1974	--	--	391.3	1974/6/17	333.7	1974/6/17	254.7	1974/6/17	420	1974/6/18	--	--	--	--
1975	--	--	498	1975/8/2	293.5	1975/8/2	234.4	1975/8/2	655	1975/8/2	--	--	--	--
1976	--	--	503.5	1976/7/3	611.8	1976/8/9	309.2	1976/7/3	591.5	1976/7/3	--	--	835	1976/7/3
1977	--	--	445.3	1977/7/30	340.3	1977/7/30	247.2	1977/7/30	490	1977/7/25	--	--	556	1977/7/25
1978	--	--	375.5	1978/7/31	326.6	1978/7/31	229	1978/7/31	674	1978/7/31	--	--	619	1978/7/31
1979	--	--	494.2	1979/8/23	294.7	1979/8/14	168.6	1979/6/8	465	1979/8/23	--	--	584	1979/8/23
1980	390	1980/8/27	749	1980/8/27	409.5	1980/8/27	265	1980/8/27	449	1980/8/27	--	--	623	1980/8/27
1981	139	1981/6/19	345.4	1981/9/1	212	1981/5/31	143	1981/5/30	450	1981/8/31	--	--	570	1981/8/31
1982	140	1982/7/29	291.7	1982/7/29	233.3	1982/7/28	291.6	1982/7/28	236	1982/6/1	--	--	419	1982/7/29
1983	228	1983/6/2	297.3	1983/6/2	267.5	1983/6/2	255.6	1983/6/2	352	1983/6/1	441	1983/6/2	402	1983/6/2
1984	99	1984/6/2	148.1	1984/5/27	158.8	1984/5/27	124.3	1984/5/28	251	1984/5/26	206.5	1984/6/2	260	1984/5/27
1985	306	1985/8/22	495	1985/8/22	431.4	1985/8/22	280.3	1985/8/22	453	1985/8/22	432.6	1985/8/22	828	1985/8/22
1986	293	1986/8/21	480.5	1986/8/21	295	1986/8/21	270.7	1986/8/21	24.7	1986/9/18	311.6	1986/9/18	38.9	1986/8/21
1987	142	1987/7/26	352.1	1987/7/26	260.5	1987/7/26	280.4	1987/7/26	49.4	1987/7/26	532.5	1987/7/26	66.7	1987/7/26
1988	342.1	1988/8/13	747	1988/8/13	195	1988/8/13	169.6	1988/8/13	541	1988/8/12	469.4	1988/8/13	704	1988/8/13
1989	510	1989/9/11	851.8	1989/9/11	613	1989/9/11	454.5	1989/9/11	49.4	1989/9/11	656.2	1989/9/11	66.5	1989/9/11
1990	425	1990/8/18	728	1990/8/19	530	1990/8/19	390	1990/8/19	594	1990/8/19	617	1990/8/19	650	1990/8/19
1991	147	1991/6/23	199.5	1991/6/24	184	1991/6/23	165	1991/6/23	384	1991/6/22	70	1991/9/18	360	1991/6/22
1992	224	1992/8/30	444	1992/8/30	263	1992/8/29	264	1992/8/30	717	1992/8/29	385	1992/8/29	762	1992/8/30
1993	83	1993/5/26	233	1993/6/16	108	1993/5/26	109	1993/5/26	233	1993/6/3	210	1993/5/26	289	1993/5/26
1994	377	1994/8/8	294	1994/8/8	456	1994/8/7	490	1994/8/8	502	1994/8/7	642	1994/8/8	380	1994/8/7
1995	169	1995/6/8	184	1995/6/8	162	1995/6/8	160	1995/6/8	273	1995/6/8	211	1995/6/8	327	1995/6/8
1996	808	1996/7/31	1320	1996/7/31	940	1996/7/31	717	1996/7/31	580	1996/7/30	853	1996/7/31	964	1996/7/31
1997	141	1997/3/21	201	1997/8/17	377	1997/8/17	232	1997/8/17	--	--	175	1997/3/21	--	--
1998	297	1998/10/15	378	1998/10/15	440	1998/10/15	413	1998/10/15	387	1998/6/6	303	1998/10/15	400	1998/8/3
1999	144	1999/5/27	252	1999/8/9	163	1999/5/27	136	1999/5/27	208	1999/5/27	206	1999/5/27	253	1999/8/7
2000	133	2000/10/31	178	2000/8/22	217	2000/10/31	268	2000/8/22	259	2000/6/12	296	2000/8/22	247	2000/8/22
2001	471	2001/7/29	785	2001/9/17	611	2001/7/29	517	2001/7/29	471	2001/7/29	623	2001/7/29	486	2001/9/17
2002	154	2002/5/30	108	2002/7/3	322	2002/7/3	160	2002/7/3	146	2002/7/9	163	2002/7/3	187	2002/7/10
2003	102	2003/6/6	165	2003/6/7	158	2003/6/7	125	2003/6/7	242	2003/6/6	241	2003/6/7	263	2003/6/6
2004	494	2004/7/3	603	2004/8/24	617	2004/7/3	598	2004/7/3	1007	2004/7/2	896	2004/7/3	874	2004/7/2
2005	360	2005/8/4	704	2005/7/18	505	2005/8/4	390	2005/7/18	778	2005/7/18	786	2005/7/18	896	2005/7/18



資料來源：經濟部水利署經濟部水利署內茅埔（2）、草嶺（2）、望鄉、東埔、水山、新高口、樂野雨量站

表4-3-5 集水區歷年三日最大暴雨量一覽表

年度	內茅埔 (2)		草嶺 (2)		望鄉		東埔		水山		新高口		樂野	
	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期	降雨量	發生日期
1969	--	--	451.5	1969/9/25	452.6	1969/9/26	310.6	1969/9/25	471	1969/9/25	--	--	--	--
1970	--	--	499.9	1970/9/6	378	1970/9/5	143.7	1970/9/5	375.5	1970/9/6	--	--	--	--
1971	--	--	571.6	1971/9/17	289.4	1971/9/20	178	1971/9/21	296	1971/7/25	--	--	--	--
1972	--	--	486.5	1972/8/16	444.8	1972/8/16	239.4	1972/8/16	576.5	1972/8/16	--	--	--	--
1973	--	--	285.2	1973/7/17	184.1	1973/6/5	133.4	1973/6/5	448.5	1973/7/17	--	--	--	--
1974	--	--	396.6	1974/6/17	350.4	1974/6/17	277.8	1974/6/17	466	1974/6/17	--	--	--	--
1975	--	--	498.8	1975/8/1	298.9	1975/8/2	239.5	1975/8/1	725	1975/8/2	--	--	--	--
1976	--	--	688.7	1976/7/3	647.3	1976/8/9	386	1976/7/3	780.5	1976/7/3	--	--	1092	1976/7/3
1977	--	--	467.8	1977/7/30	367.3	1977/7/29	257.7	1977/7/29	537.5	1977/7/25	--	--	612	1977/7/25
1978	--	--	439.1	1978/7/31	342.2	1978/7/31	244.8	1978/7/31	738	1978/7/30	--	--	676	1978/7/30
1979	--	--	545.7	1979/8/23	335.8	1979/8/22	191.8	1979/8/22	512.5	1979/8/22	--	--	664	1979/8/23
1980	390	1980/8/26	749	1980/8/26	410.2	1980/8/27	266	1980/8/27	452	1980/8/27	--	--	623	1980/8/26
1981	156	1981/6/18	510.9	1981/8/31	266	1981/5/30	159	1981/5/29	581	1981/8/31	--	--	783	1981/8/31
1982	160	1982/7/28	302.8	1982/7/29	339.5	1982/7/28	395.8	1982/7/28	289.9	1982/7/28	--	--	488	1982/7/29
1983	246	1983/6/1	371.3	1983/6/1	279.8	1983/6/1	258	1983/6/1	339	1983/6/2	460.5	1983/6/1	446	1983/6/1
1984	133	1984/5/26	224.2	1984/5/26	241.6	1984/5/26	161.6	1984/5/26	198	1984/5/27	288.3	1984/5/26	320	1984/5/27
1985	338.2	1985/8/22	557	1985/8/22	469.4	1985/8/22	301.9	1985/8/22	404	1985/8/22	475.7	1985/8/22	991	1985/8/22
1986	302	1986/8/21	491.1	1986/8/21	310.1	1986/8/21	281.9	1986/8/21	23.9	1986/9/18	318.8	1986/9/18	39.4	1986/8/21
1987	154	1987/7/26	385.6	1987/7/25	277.5	1987/7/26	284.4	1987/7/26	46.6	1987/7/26	562.9	1987/7/26	71.4	1987/7/26
1988	356.1	1988/8/12	788	1988/8/12	214.2	1988/8/12	182.8	1988/8/12	498	1988/8/13	516.9	1988/8/12	759	1988/8/12
1989	516	1989/9/11	872	1989/9/11	623	1989/9/11	458.5	1989/9/11	47	1989/9/11	684.5	1989/9/11	70	1989/9/11
1990	425	1990/8/17	839	1990/8/19	574	1990/8/19	434	1990/8/19	533	1990/8/19	714	1990/8/19	748	1990/8/19
1991	187	1991/6/22	264	1991/6/22	241	1991/6/22	212	1991/6/22	296	1991/6/22	87	1991/9/29	483	1991/6/22
1992	234	1992/8/29	493	1992/8/30	284	1992/8/29	298	1992/8/29	664	1992/8/30	415	1992/8/29	826	1992/8/29
1993	108	1993/5/26	257	1993/6/16	125	1993/6/5	114	1993/5/25	216	1993/5/26	232	1993/6/5	316	1993/5/25
1994	431	1994/8/7	406	1994/8/8	539.5	1994/8/7	540	1994/8/7	368	1994/8/7	744	1994/8/8	539	1994/8/7
1995	206	1995/6/9	228	1995/6/8	186	1995/6/8	179	1995/6/8	261	1995/6/8	241	1995/6/8	343	1995/6/7
1996	808	1996/7/31	1331	1996/7/31	941	1996/7/30	717	1996/7/30	528	1996/7/30	857	1996/7/31	1038	1996/7/30
1997	164	1997/3/21	227	1997/6/9	377	1997/8/16	232	1997/8/16	--	--	273	1997/3/21	--	--
1998	297	1998/10/14	378	1998/10/14	440	1998/10/14	413	1998/10/14	303	1998/6/7	355	1998/6/6	411	1998/8/2
1999	177	1999/8/10	354	1999/8/7	165	1999/5/27	147	1999/8/10	187	1999/5/27	211	1999/5/26	319	1999/8/7
2000	134	2000/10/30	202	2000/8/22	224	2000/10/30	278	2000/8/22	243	2000/8/22	341	2000/8/22	255	2000/8/22
2001	471	2001/7/29	793	2001/9/16	611	2001/7/29	517	2001/7/29	471	2001/7/29	629	2001/7/28	608	2001/9/16
2002	161	2002/5/30	159	2002/7/4	360	2002/7/3	175	2002/7/3	114	2002/7/9	183	2002/7/9	277	2002/7/9
2003	128	2003/6/7	174	2003/6/7	172	2003/6/7	132	2003/6/7	203	2003/6/6	279	2003/6/7	294	2003/6/6
2004	648	2004/7/2	834	2004/7/2	784	2004/7/2	764	2004/7/2	757	2004/7/2	1228	2004/7/2	1025	2004/7/2
2005	422	2005/8/4	803	2005/7/18	532	2005/8/4	480	2005/7/18	667	2005/7/18	988	2005/7/18	1050	2005/7/18

資料來源：經濟部水利署經濟部水利署內茅埔 (2)、草嶺 (2)、望鄉、東埔、水山、新高口、樂野雨量站



表4-3-6 集水區歷年一日、二日、三日最大暴雨量一覽表

年度	一日最大降雨量	二日最大降雨量	三日最大降雨量
1969	367.70	273.97	455.10
1970	370.05	455.08	457.84
1971	451.71	427.80	484.32
1972	373.53	474.91	509.02
1973	149.10	465.21	330.44
1974	287.64	282.32	415.00
1975	486.71	397.52	560.58
1976	343.63	605.46	808.35
1977	319.72	480.92	517.31
1978	276.73	501.04	562.42
1979	358.61	506.78	564.36
1980	508.89	641.42	642.07
1981	239.98	418.52	584.27
1982	196.44	309.45	345.73
1983	241.48	338.31	383.16
1984	148.67	197.62	242.57
1985	340.46	558.44	620.24
1986	149.69	268.04	273.72
1987	131.22	224.94	243.26
1988	457.01	668.96	695.64
1989	335.16	479.96	491.45
1990	488.31	668.26	737.69
1991	151.17	269.10	313.79
1992	467.77	568.19	598.25
1993	152.47	241.57	257.61
1994	241.71	376.01	446.86
1995	140.71	237.28	262.05
1996	691.27	1,047.39	1,060.03
1997	120.96	158.38	181.80
1998	324.60	381.09	368.77
1999	191.48	238.14	299.86
2000	143.38	216.60	228.91
2001	447.63	633.60	667.08
2002	111.90	138.83	179.77
2003	143.46	206.21	212.17
2004	440.70	761.88	877.42

2005	430.04	759.78	832.62
------	--------	--------	--------

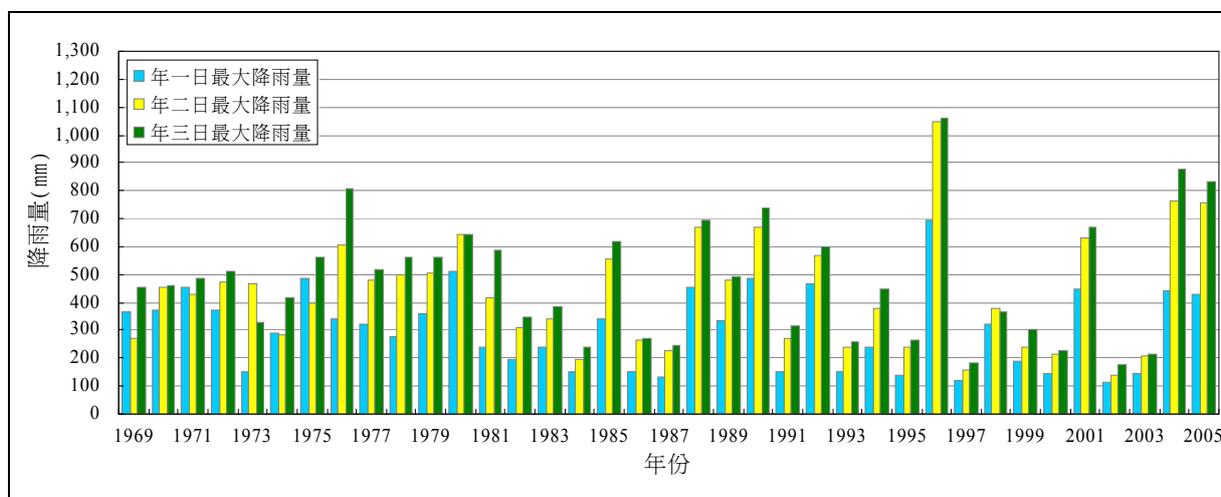


圖4-3-3 歷年一日、二日、三日最大暴雨量分布圖

4.4 暴雨頻率分析

依據水文測站之暴雨資料，推得集水區之歷年最大一日暴雨量，整理如表 4-4-1。根據該資料分別以 Log-Normal II、Log-Normal III、Pearson III、Log Pearson III 及 Extreme I 等五種機率分布進行暴雨頻率分析，並利用海生及威伯等點繪法，以平方差和(SSE)及標準差(SE)兩種方式加以檢定，經分析最大一日暴雨量頻率分析結果如表 4-4-1，以 Log Pearson III 分布之適合性最佳，故選擇此分布為採用值。

表 4-4-1 集水區一日最大暴雨量頻率分析一覽表 (單位：mm)

重現期距 機率分布	2	5	10	25	50	100	200
二參數對數常態	275	405	517	671	794	924	1061

三參數對數常態	293	432	531	651	737	820	903
皮爾遜三型分布	292	433	533	653	738	819	898
對數皮爾遜三型	274	412	541	726	880	1048	1230
極端值一型分布	281	446	563	711	821	930	1038

4.5 洪峰流量分析

本計畫將依照水土保持技術規範第十七規定，以合理化公式及修正三角型單位歷線法推估洪峰流量，並將計算結果進行比較。

4.5.1 合理化公式

$$Q_p = \frac{1}{3.6} CIA$$

依照水土保持技術規範之合理化公式法，分析各重現期距下之洪峰流量。

式中； Q_p ：洪峰流量(cms)；

A ：集水區面積(km²)；

C ：逕流係數；

I ：降雨延時等於集流時間之平均降雨強度(mm/hr)

(1) 降雨強度：採用無因次降雨強度公式，公式如下：

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

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

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

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

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

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

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

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)。

(2) 逕流係數

逕流係數為逕流量與降雨量的比值。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，一般可分為下列三種：

(i) 洪峰逕流係數：為洪峰流量對時間內之平均降雨量的比值。

(ii) 一場暴雨逕流係數：為一場暴雨內之總逕流量與總降雨量的比值。

(iii) 長時間逕流係數：係指長期(如年、季節、月等)逕流係數，為長期內

之總逕流量與總降雨量的比值。

一般水土保持工程構造物設計時，皆採用洪峰逕流係數計算逕流量，以提高構造物的安全，逕流係數的決定可參考表 4-5-1。

表 4-5-1 逕流係數參考值表

集水區狀態	陡峻山地	山嶺區	丘陵地及森林區	平地耕地	灌溉中水田	山地河川	平地小河川	大半為平地之大河川
一次暴雨逕流係數%	75 90	70 80	50 75	45 60	70 80	75 85	45 75	50 75

本計畫位於山區或山坡地，逕流係數勢必較一般地區為高，故在無實測可靠資料地區，建議採用洪峰逕流係數採用 0.8。

(3) 集流時間

集流時間(T_c)係指逕流自集水區最遠一點到達控制點出水口所需時間，一般為流入時間與流下時間之和。其計算公式如下：

$$t_c = t_0 + t'$$

$$t_0 = l/v$$

式中， t_c 為集流時間(hr)； t_0 為流入時間(雨水經地表面由集水區邊界流至河道所需時間)(hr)； t' 為流下時間(雨水流經河道由上游至下游所需時間)(hr)； l 為坡面長度(km)； v 為漫地流流速(一般採用 0.3 ~ 0.6m/sec)，本計畫為安全考量，取 0.6 m/sec 計算。天然河段可採用下列芮哈(Rziha)經驗公式估算：

芮哈(Rziha)公式：

$$t' = L / W$$

$$\text{其中，} W = 72(H/L)^{0.6}$$

式中， t' 為流下時間(hr)； W 為流下速度(km/hr)； H 為溪流縱斷面平均高度(km)； L 為溪流長度(km)。茲依照上述過程演算濁水溪流域-1、濁水溪流域-2 大集水區出口端，其不同重現期距之流洪峰流量如表 4-5-2 所示。

表 4-5-2 合理化公式推估不同重現期距洪峰流量一覽表

重現期距 分析位置	2	5	10	25	50	100	200
控制點-1	1,021	1,213	1,358	1,551	1,696	1,842	1,987
控制點-2	1,014	1,205	1,350	1,541	1,686	1,831	1,975
單位：cms							

4.5.2 修正三角型單位歷線

依據「水文設計應用手冊」(經濟部水資源局，90)中建立全台灣之區域設計雨型為分析的雨型來源。該手冊以各站之 SSGM 雨型為基礎，用以建立區域型之設計雨型，SSGM 雨型係為簡單尺度不變性高斯馬可夫雨型，為一符合隨機碎形特性與高斯馬可夫歷程的無因次雨型。

茲將集水區之 SSGM 設計雨型降雨時序分配表及雨型圖如表 4-5-3 與圖 4-5-1

所示。

表 4-5-3 集水區之 SSGM 設計雨型降雨時序分配表

降雨時序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
降雨百分比 (%)	0.4	1.036	1.352	2.126	3.364	3.398	3.467	3.61	5.654	6.116	6.977	7.911
降雨時序	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
降雨百分比 (%)	14.61	9.986	7.748	5.047	3.423	2.842	2.696	2.287	2.188	1.911	1.179	0.674

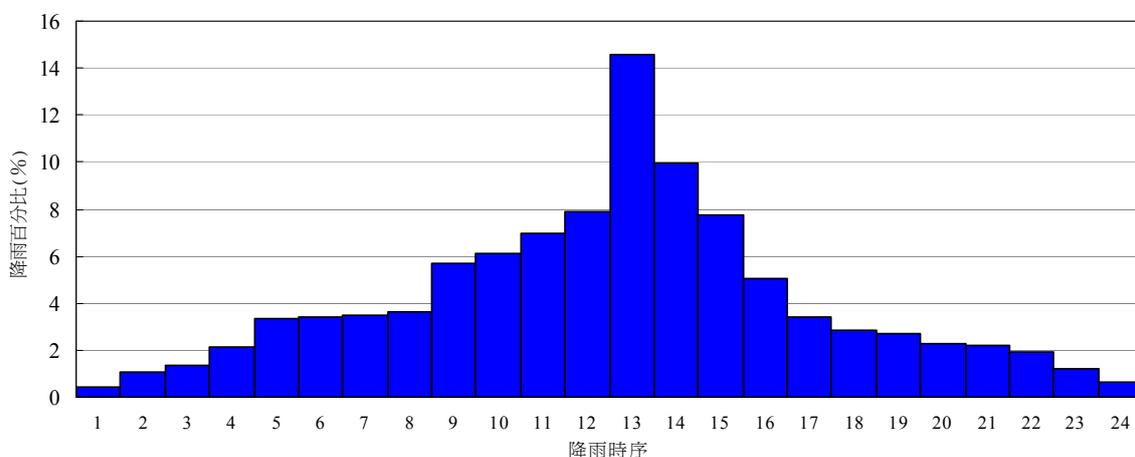


圖 4-5-1 集水區之 SSGM 設計雨型圖

修正三角形單位歷線法為推估都市排水及無實測流量記錄之小集水區系統之洪峰流量，此方法對海洋島嶼型小集水區之水文歷線分析適用性較佳。

修正三角形單位歷線法為一極其簡易之降雨歷線推求法，其歷線形狀及參數如圖4-5-2所示，依美國水土保持局(U.S. Soil Conservation Service)分析歸納成以下公式：

$$Q_p = \frac{0.208A Re}{T_p}$$

$$T_p = D/2 + 0.6T_c$$

$$T_r = 1.67T_p$$

式中， Q_p ：洪峰流量(cms)；

A ：流域面積(km²)；

R_e ：超滲降雨(mm)；

T_c ：集流時間(hr)；

T_p ：開始漲水至洪峰發生時間(hr)；

D ：單位降雨延時(hr)；

T_r ：洪峰流量發生至歷線終端之時間(hr)；

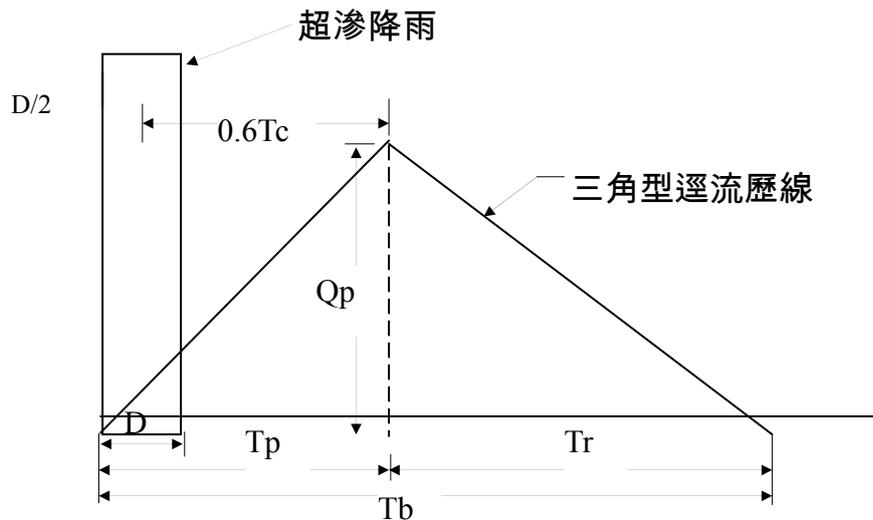


圖4-5-2 三角形單位歷線示意圖

上式中集流時間係指逕流自集水區最遠處流至出口所需之時間，集流時間通常可由地文參數算得，常用之經驗公式為 Rziha 公式。求得集流時間後，配合集水區一日暴雨量，以及集水區設計雨型，即可依序算得 t_p 、 t_b 及 Q_p ，茲將出口端洪峰流量計算整理如表 4-5-4。

表 4-5-4 三角形單位歷線推估不同重現期距洪峰流量一覽表

重現期距 分析位置	2	5	10	25	50	100	200
控制點-1	648	775	950	1,184	1,365	1,553	1,749
控制點-2	659	789	968	1,206	1,390	1,581	1,780
單位：cms							

4.5.3 土石流洪峰流量推估

區內具有土石流潛勢之溪流，或子集水區內不穩定土砂量較大，為安全考量，於規劃整治工程及檢討既有斷面時，將以土石流洪峰流量作為設計洪峰流量。土石流流量以下式推估：

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

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

式中； Q_d ：土石流流量， $Q_d \leq 10Q_w$

C_d ：流動中土石流體積濃度，但 $C_d \leq 0.9C^*$

C^* ：溪床中土石堆積物體積濃度 $C^* = 1 - Pr$

Pr ：溪床中土石堆積之孔隙率

ρ ：水之密度

σ ：土石密度

θ ：溪床平均坡度

φ ：土石之內摩擦角

4.5.4 洪峰流量推估結果與探討

表 4-5-5 為整理上述不同推估方式所得之不同重現期距洪峰流量演算結果。

依據表 4-5-5，以重現期距 50 年為例，合理化公式洪峰流量估算法較大，修正三角形單位歷線法較小。

表 4-5-5 集水區出口端不同重現期距之洪峰流量演算成果比較表

重現期距		2	5	10	25	50	100	200
合理化	控制點-1	1,021	1,213	1,358	1,551	1,696	1,842	1,987
	控制點-2	1,014	1,205	1,350	1,541	1,686	1,831	1,975
三角形單位歷線	控制點-1	648	775	950	1,184	1,365	1,553	1,749
	控制點-2	659	789	968	1,206	1,390	1,581	1,780

單位：cms

考慮暴雨之輸砂能力，應酌予考量水流含砂情形，水流含砂洪峰流量可表為：

$$Q_d = Q_w (1 + \alpha)$$

式中； Q_d ：考慮水流含砂時之洪峰流量

α ：水流中泥砂混合率，一般採用以流量之 5%~10% 為原則，本計畫含砂率 α 採用為 10%。

原則上，不同推估方式會有不同結果，有鑑於本案為治山防災之工作，安全仍為第一考量，因此本計畫將採用合理化公式之推估方式演算洪峰流量。

本計畫採用 50 年重現期距，以合理化公式演算 6 子集水區之洪峰流量，茲將各出口端洪峰流量計算整理如表 4-5-6。

表4-5-6 合理化公式推估6子集水區之出口端洪峰流量一覽表

編號	1	2	3	4	5	6
子集水區 名稱	塔山	亞杉坪林道	千人洞	眠月	石夢谷	阿里山溪
E	222335	225284	224627	226663	226646	221998
N	2607593	2608563	2608427	2607125	2607090	2604849
流域	濁水溪	濁水溪	濁水溪	濁水溪	濁水溪	濁水溪
年平均降雨量 (毫米)	2,641.7	2,641.7	2,641.7	2,641.7	2,641.7	2,641.7
集水面積 A (公頃)	5,982.27	1,328.42	1,965.75	631.32	812.88	4,574.95
溪流長度 L2(公尺)	11,832.33	7,316.40	8,147.22	4,466.98	4,740.86	11,739.79
高程差 ΔH (公尺)	1,673	1,456	1,510	1,324	1,478	1,662
溪床坡降(%)	14.14	19.90	18.53	29.64	31.18	14.16
集流時間 t (min)	37.53	21.70	24.30	11.38	11.65	39.95

編號	1	2	3	4	5	6
降雨強度 I (mm/hr)	123.47	137.84	135.17	150.04	149.68	121.61
清水流量 Q_w (cms)	1,641.40	406.91	590.47	210.50	270.38	1,234.75
含砂流量 Q_d (cms)	1,805.54	447.60	649.52	231.55	297.42	1,359.99
土石流流量 Q_D (cms)	2,872.45	712.09	1,033.32	368.38	473.17	2,160.81

4.6 水理斷面分析

為瞭解本區溪流之通水斷面是否足夠，本節以 50 年重現期距所發生之洪峰流量（含砂水流或土石流洪峰流量）進行水理分析，檢算區內重要跨河橋樑及防砂工程構造物之通水斷面，斷面檢算將依據水土保持技術規範規定之曼寧公式進行檢算，在出水高之選定，為安全計，以 1 公尺進行演算。

曼寧公式普遍運用於水土保持坡地排水及河溪整治工程中，其計算公式加入通水斷面積後可表如下式。

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

式中，Q：規劃斷面或既有斷面之設計流量

A：通水斷面積

R：水力半徑（= A/P；P：潤周長）

S：底床坡度

n：曼寧粗糙係數

經檢算區內溪流橋樑及防砂工程構造物之通水斷面，皆可以通過 50 年重現期距所發生之洪峰流量，水理分析結果整理於表 4-6-1。後續細部設計，將以上述水文水理方式進行演算。

表4-6-1 橋樑及壩體水理分析檢算結果一覽表

_A3_WORD

4.7 粒徑調查

本計畫依照合約規定，主要針對細設工程河段進行粒徑調查，以做為細部設



計以及未來相關規劃、對策研擬之參考。

4.7.1 河床質粒徑調查

(一) 調查位置

河床質粒徑調查，本計畫在目前已確定之細部設計河段，以 500 公尺採樣一處為原則，目前共進行採 4 個採樣點，位置如圖 4-7-1-1 所示。

(二) 採樣方法

係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，試驗坑面積為一公尺之正方形，由於受到溪床堆積深度與堆積層水位之限制，深度約為 50~60 公分，挖掘時即著手進行野外粗顆粒篩分析，粗顆粒部分則以四分法，採取部分樣品攜回室內分析；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) 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。

(四) 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錄，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之百分率及通過之百分率。

(五) 粒徑分析結果

由上述顆粒分析結果之粒徑別百分率，可繪出各採樣孔之顆粒分布累積曲線，藉以繪出各河段之河床質顆粒級配情形。由顆粒分布累積曲線直接讀出代表粒徑，並以下式計算其平均粒徑：

$$D_m = \frac{1}{100} \sum_i^n (D_i \times P_i)$$

式中 D_m ：平均粒徑(單位：mm)

D_i ：兩相鄰篩號孔徑之幾何平均值，單位：mm

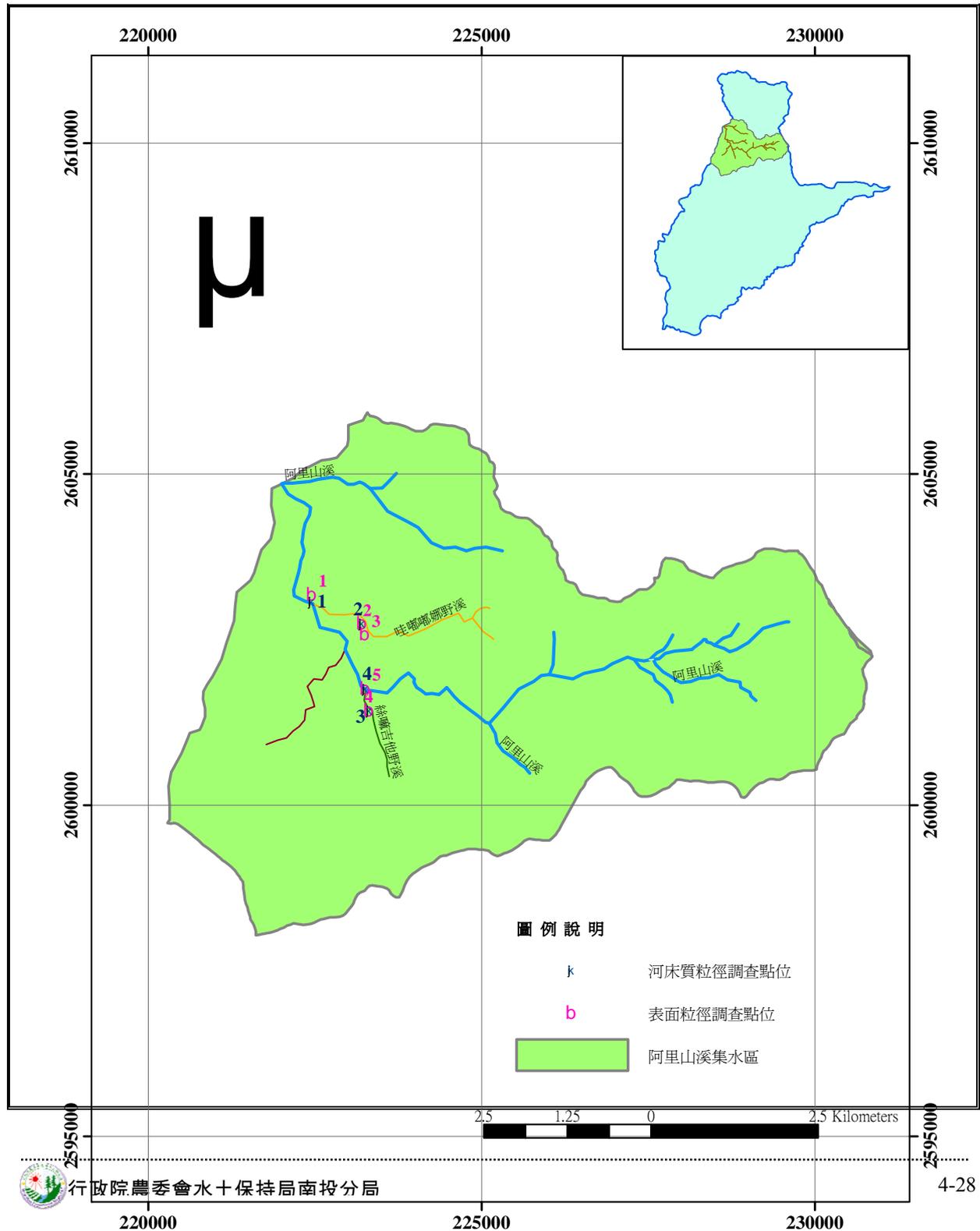
P_i ：篩號停留百分率 n ：篩的數目

經由粒徑分析結果本集水區河床質之平均粒徑，為 87mm ~ 113mm。河床質粒徑分析結果如表 4-7-1-1 及圖 4-7-1-2 ~ 圖 4-7-1-5 所示。

表4-7-1-1 河床質粒徑分析成果一覽表 (單位：mm)

編號	採樣位置		代表粒徑						D_{95}	均粒徑 D_m
	E	N	D_{10}	D_{35}	D_{50}	D_{60}	D_{75}	D_{90}		

1	222472	2603071	5.00	55.00	75.00	92.00	162.00	220.00	230	87
2	223221	2602743	5.00	57.00	85.00	130.00	190.00	265.00	290	113
3	223327	2601435	4.50	46.00	80.00	120.00	180.00	288.00	331	98
4	223272	2601762	8.00	40.00	83.00	128.00	167.00	285.00	322	105



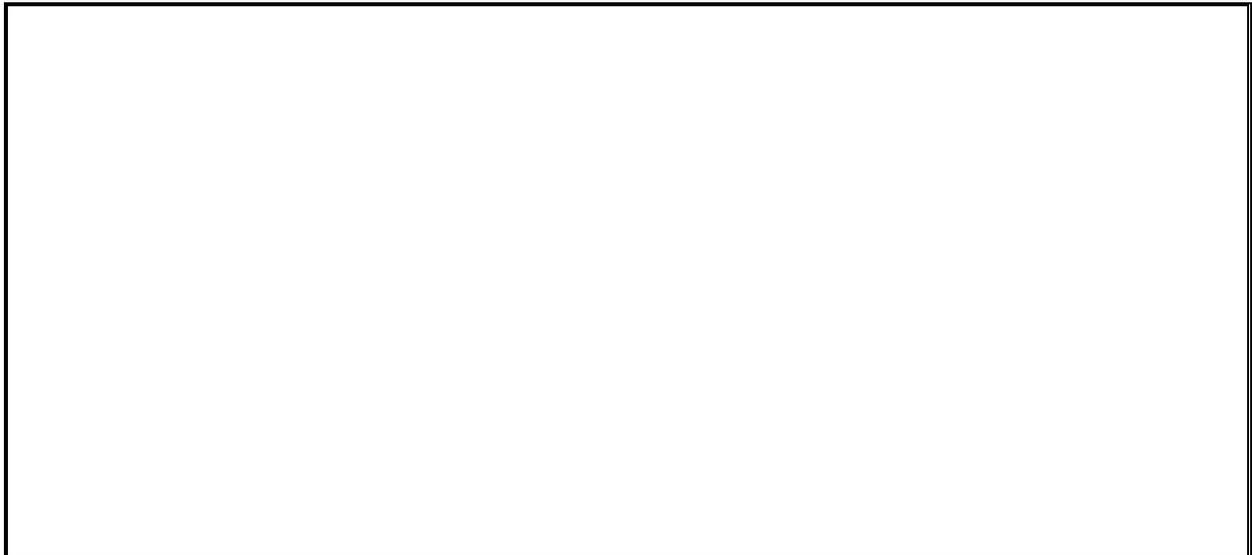


圖4-7-1-1 河床質及表面粒徑調查點位分布圖

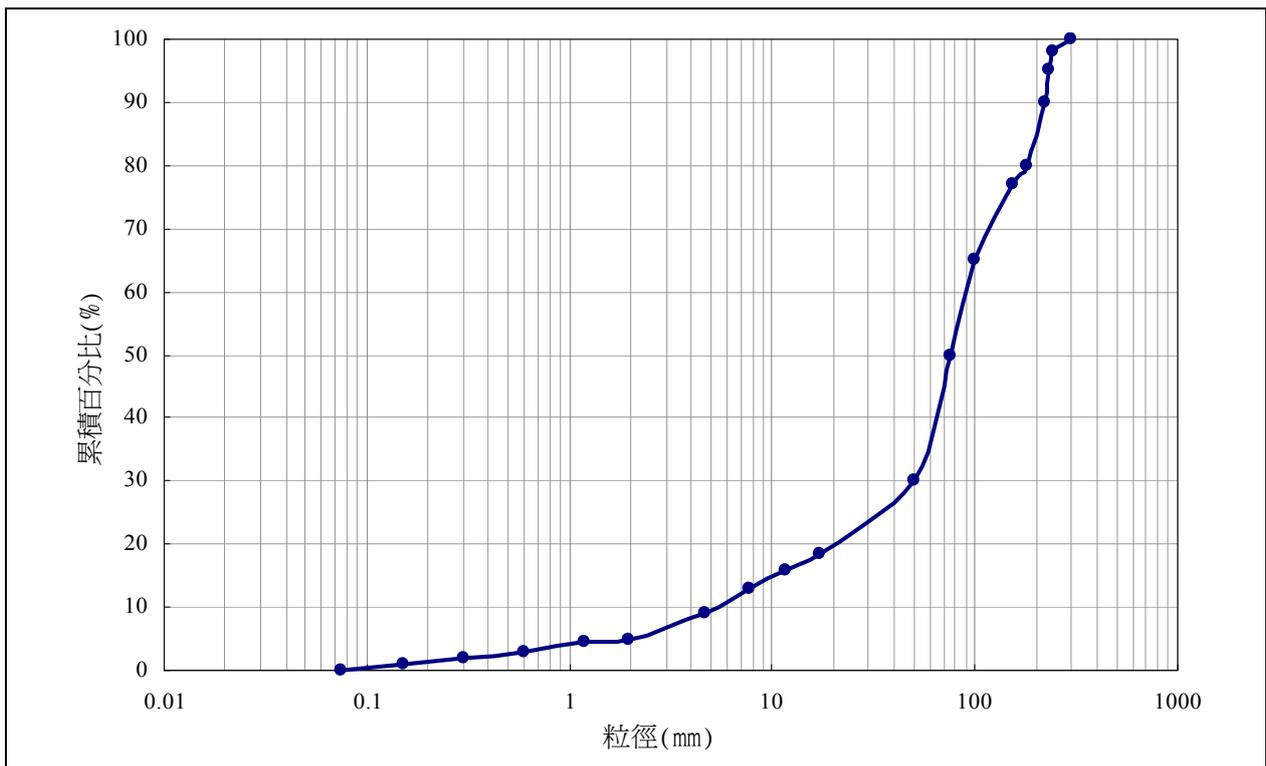


圖4-7-1-2 # 1 「來吉國小下方護岸工程」河床質粒徑分布曲線

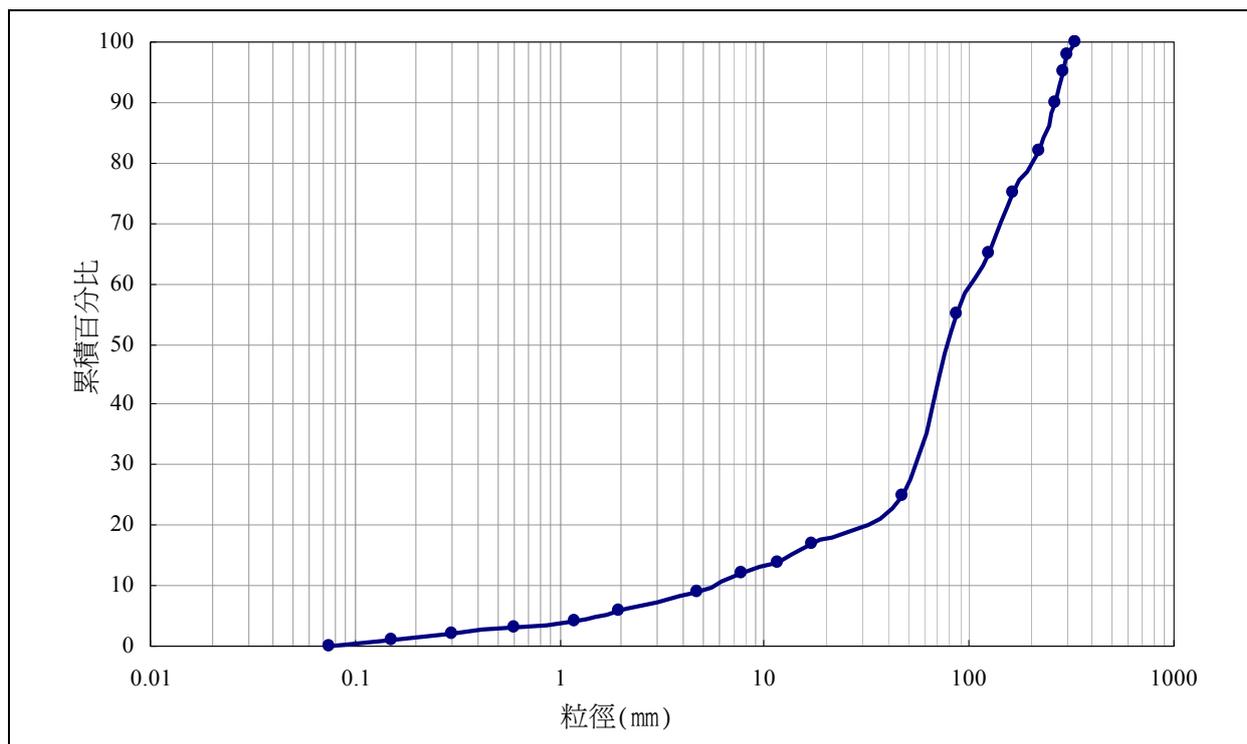


圖4-7-1-3 # 2 「哇啞啞娜野溪整治工程」河床質粒徑分布曲線

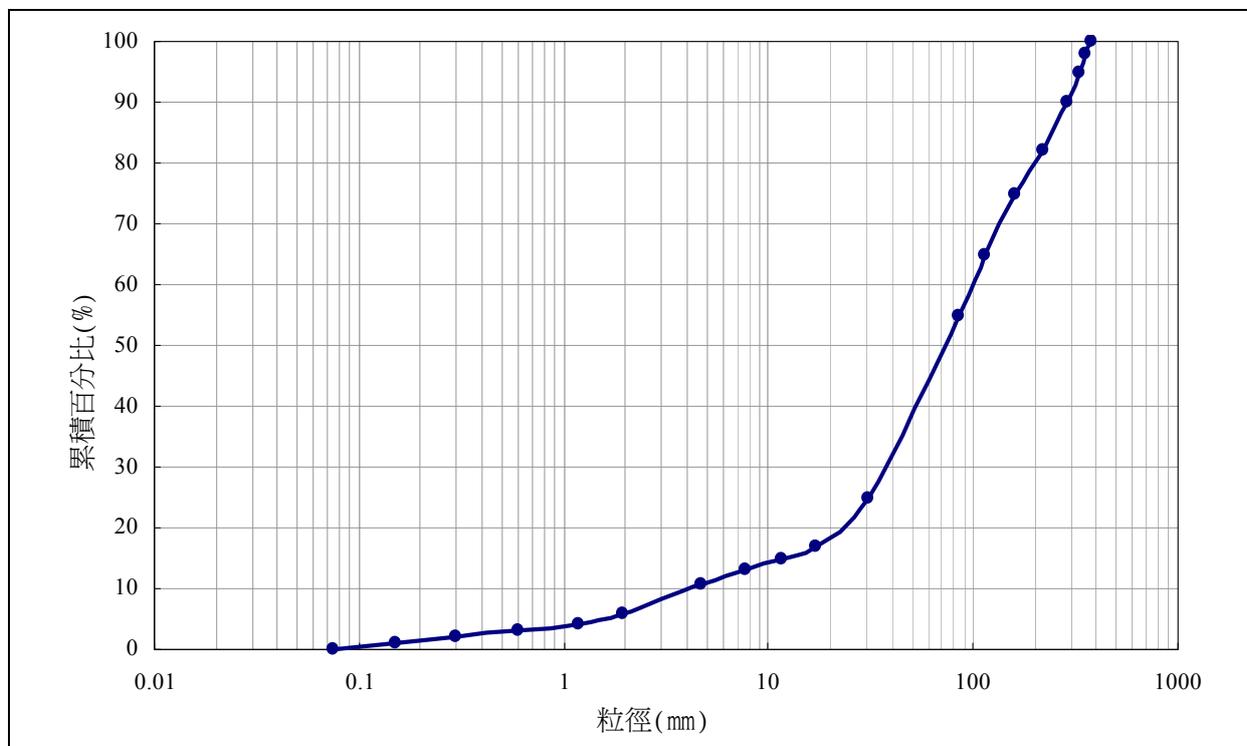


圖4-7-1-4 # 3 「絲嘛吉他野溪整治工程」河床質粒徑分布曲線

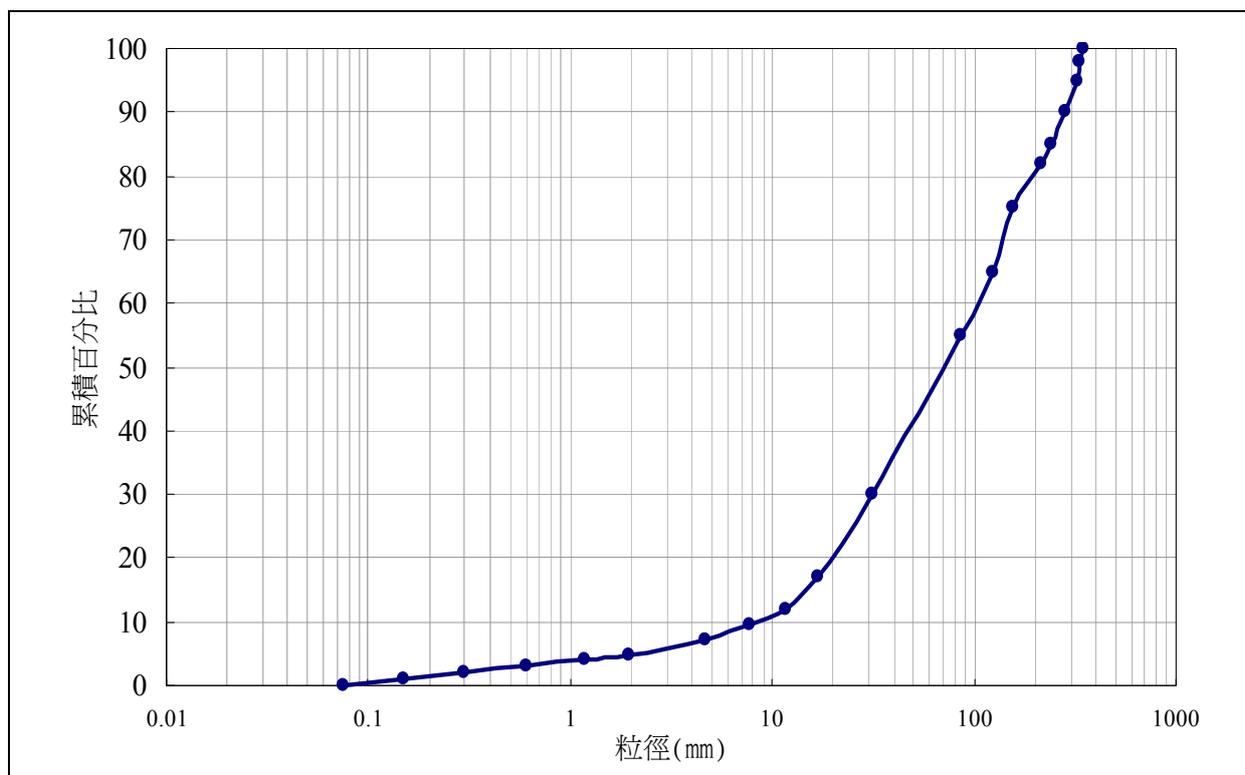


圖4-7-1-5 #4「來吉橋上下游整治工程」河床質粒徑分布曲線

4.7.2 表面粒徑調查

(一) 調查位置

現場河床表面粒徑調查部分，在進行細部設計溪段，以 250 公尺一處為原則進行調查，共進行 5 個採樣點。表面粒徑調查位置詳圖 4-7-2-1 所示。

(二) 調查方法

依照調查位置，量測在該測點 1 平方面積上之表面粒徑。以每一個斷面以不少於 5 個點位為原則，每一斷面上下游各取 2 個斷面，亦即每採樣點以量測

25 個點位為原則。各點位之間隔不得超過 5 公尺。

(三) 粒徑分析

每一測點量測 1 公分以上之粒徑分布，若小於 1 公分則向左右移動；依前揭量測 1 公分以上礫石之統計資料，分析可得粒徑累積曲線，藉以了解各河床表面顆粒分布情形。表面粒徑分析如圖 4-7-2-1 ~ 圖 4-7-2-5 所示。茲將調查結果整理如表 4-7-2-1 所示。經由粒徑調查與分析結果，現場超大粒徑約在 4.1 ~ 9.5 公尺之間，平均粒徑分布在 53 公分~75 公分之間。

表4-7-2-1 泥砂粒徑調查成果一覽表 (單位：cm)

編號	採樣位置		代表粒徑(cm)						最大粒徑	均粒徑
	E	N	D10	D35	D50	D60	D75	D90	Dmax(cm)	Dm(cm)
1	222468	2603185	12	33	45	61	79	110	210	75
2	223221	2602743	10	31	48	57	74	99	190	65
3	223262	2602580	9	34	46	58	71	95	200	60
4	223327	2601435	13	30	40	61	80	90	185	62
5	223272	2601762	9	26	42	51	72	121	170	53

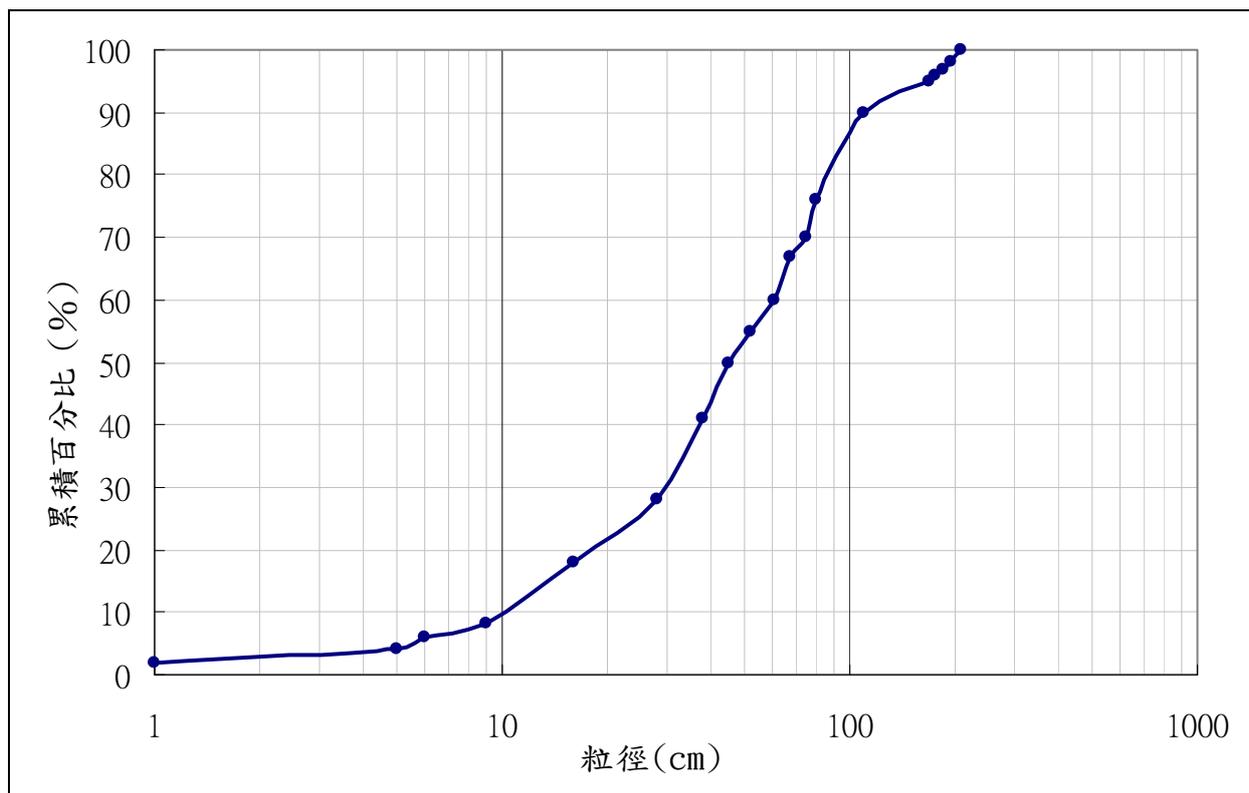


圖4-7-2-1 #1「來吉國小下方護岸工程」表面粒徑分布曲線

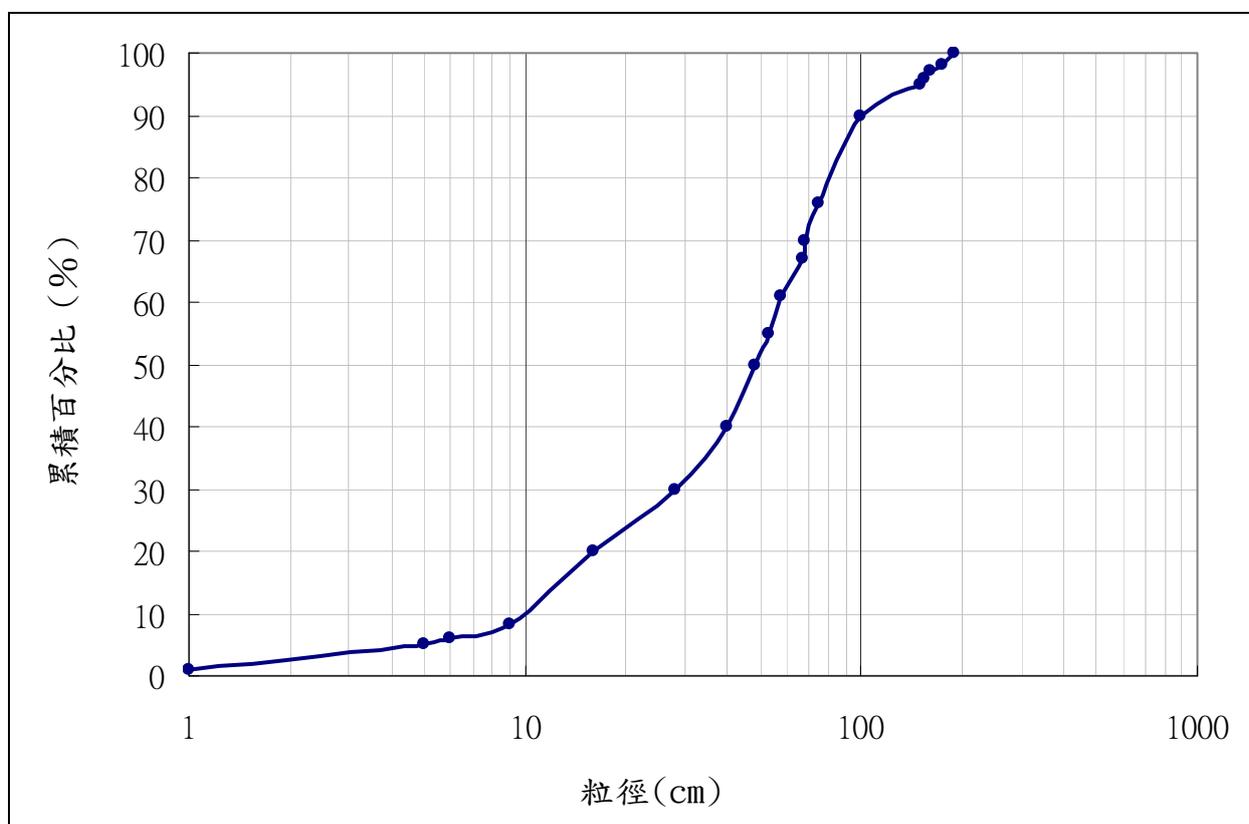


圖4-7-2-2 # 2 「哇啞啞娜野溪整治工程」表面粒徑分布曲線

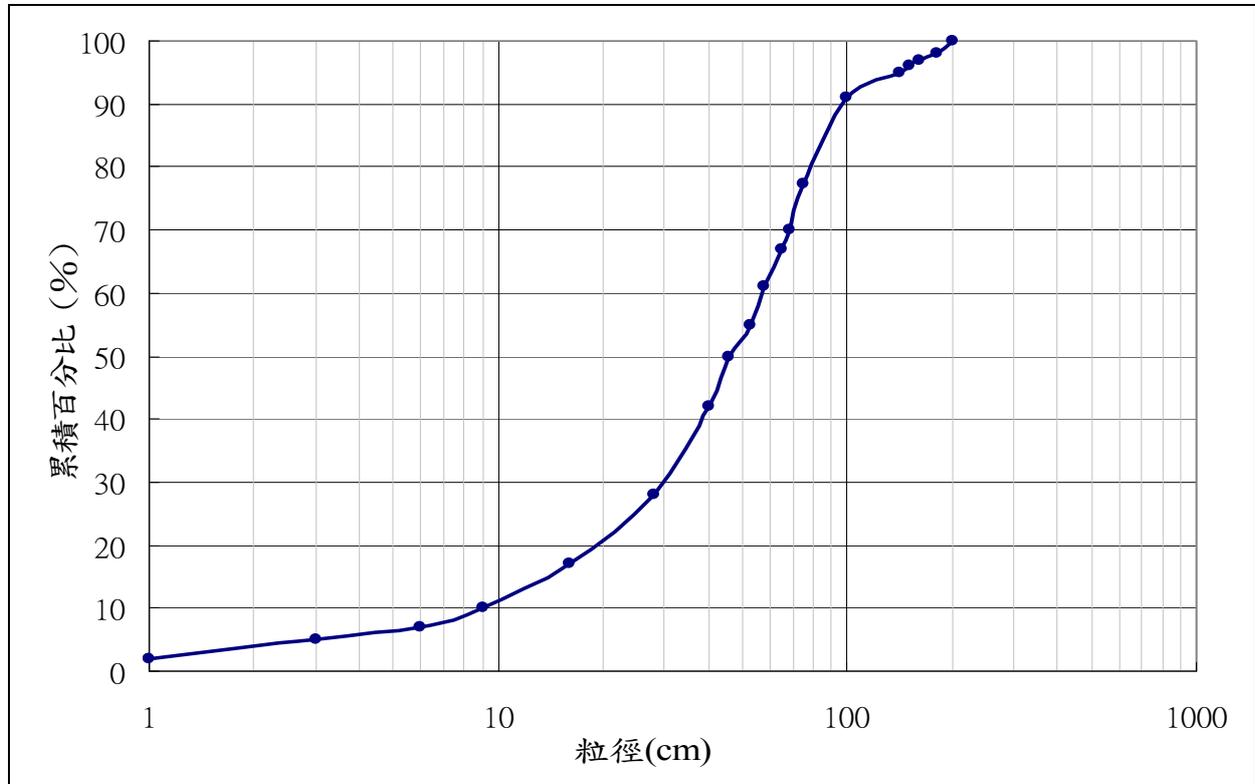


圖4-7-2-3 # 3 「哇啞啞娜野溪整治工程」表面粒徑分布曲線

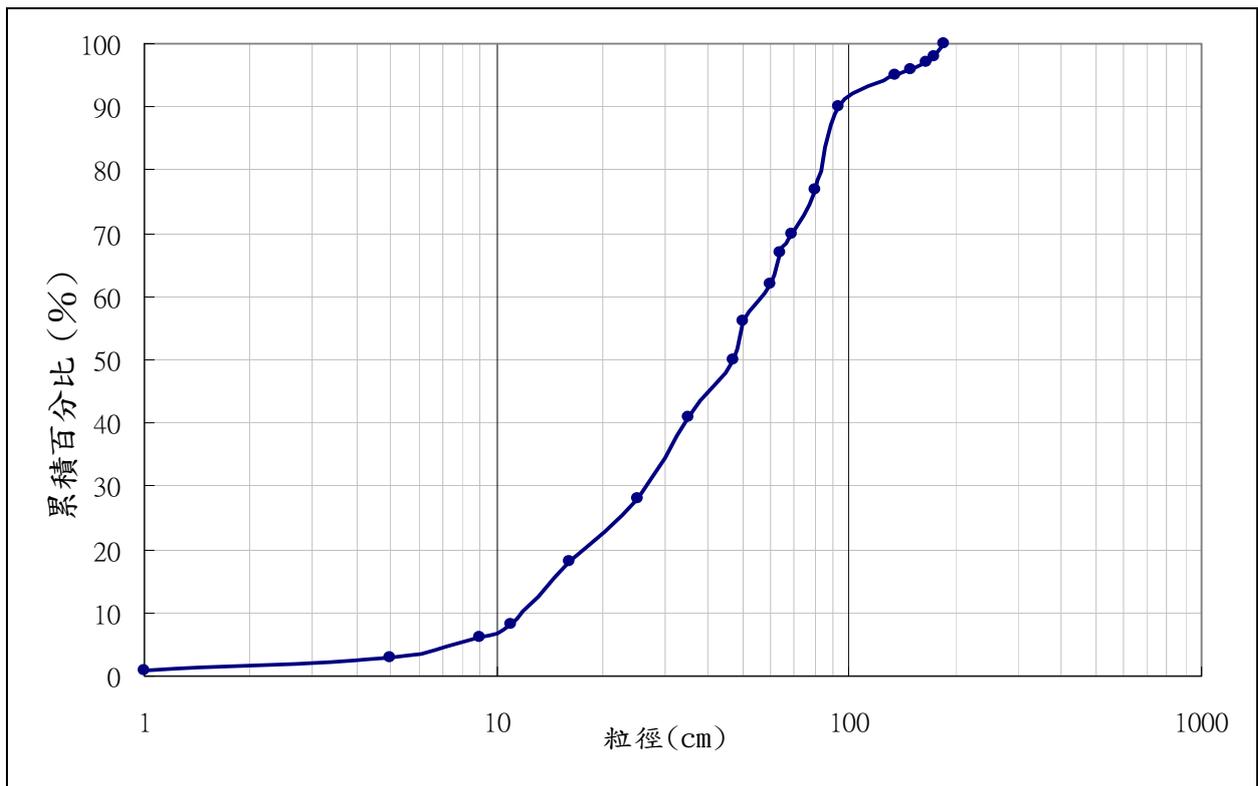


圖4-7-2-4 #4「絲嘛吉他野溪整治工程」表面粒徑分布曲線

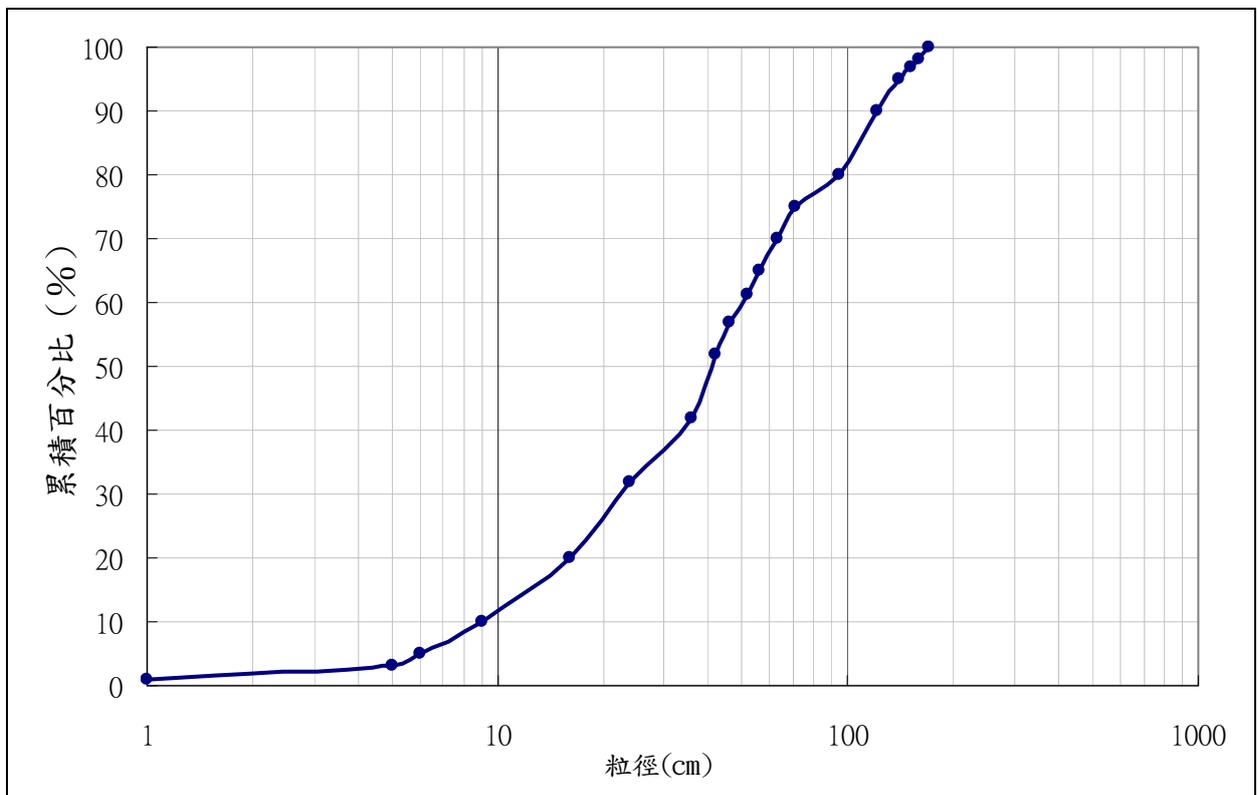


圖4-7-2-5 #5「來吉橋上下游整治工程」表面粒徑分布曲線

4.7.3 粗糙係數

本計畫之河床粗糙係數依據河床質調查分析結果，本計畫分別以 Mayer&Peter、Lane-carlson、Einstein 及 Strickler 四種經驗公式推求河床粗糙係數，經推求結果（表 4-7-3-1），本區細部設計點位之河床粗糙係數介於 0.0345 ~ 0.035。

另考慮當地地文及水文條件，依照河道植被、泥砂比重、顆粒大小、河床坡降等現場現況，分別參考周文德所著「Open Channel Hydraulics」書中所載河道植生狀況相關數值（表 4-7-3-2）外，以及 Manning 式渠床糙率係數經驗

表 (如表 4-7-3-3)。

基於安全考量下，對於計畫溪流之河道曼寧係數 n 之採用值，依據現地地形查表和粒徑分析計算兩種結果取較大值，故於應用於水理計算時，除土石流潛勢溪流之外，為求加強保障保全對象之安全，本區河床粗糙係數採用 0.035。

表 4-7-3-1 集水區曼寧糙係數計算表

採樣位置	經驗公式				採用值
	Mayer&Peter $0.01216D_{90}^{1/6}$	Lane-carlson $0.015D_{75}^{1/6}$	Einstein $0.0132D_{65}^{1/6}$	Strickler $0.015D_m^{1/6}$	
# 1	0.0299	0.0345	0.0284	0.0324	0.0345
# 2	0.0308	0.0350	0.0299	0.0341	0.0350
# 3	0.0312	0.0349	0.0295	0.0336	0.0349
# 4	0.0312	0.0348	0.0298	0.0339	0.0348

表 4-7-3-2 河道植生狀況相關數值表

渠道狀況	曼寧 n 值		
	最小值	正常值	最大值
1.新開挖或疏浚河道			

(1) 乾淨的新完成平直河道	0.016	0.018	0.020
(2) 彎曲、流速慢、無植生河道	0.023	0.025	0.030
2.天然河道			
(1) 低水河槽			
乾淨、平直、滿水、無支流或深塘	0.025	0.030	0.033
(2) 高灘地			
無灌木、短牧草	0.025	0.030	0.035
無灌木、長牧草	0.030	0.035	0.050

資料來源：1. 『OPEN-CHANNEL HYDAULICS』周文德著；

2. 河川治理及環境營造規劃參考手冊，2006。

表 4-7-3-3 Manning 式渠床糙度係數經驗表

天然渠道情況	糙率 n 值	備註
平原區之小河道、無雜草	0.025~0.033	
有雜草	0.030~0.040	
雜草多、礫石河床	0.040~0.055	
山地河道之礫石河床	0.030~0.050	
塊石及大塊石河床	0.040 以上	
潔淨平整支直段河渠	0.025~0.030	d_{75} 為粒徑配度曲線上小於此粒徑者之重量佔 75%，單位為英呎
彎曲河流有深潭及淺灘	0.033~0.040	
潔淨平直之淤積河川	$0.031 * d_{75}^{1/6}$	

4.8 泥沙來源調查

本計畫依照執行需求與合約規定，針對細設工程河段進行粒徑調查以及進行本區之泥沙來源及原因分析，並計算本區之崩塌土方量及土壤沖蝕量，以做為細部設計以及未來相關防砂率推求之依據。

本集水區泥沙主要來源有二，一為崩場地所產生之泥砂；二為坡面沖蝕所產生，這部分與當地土地利用有關。由泥沙來源分布顯示本區上游集水區泥沙生產主要乃由崩場地所造成，土壤沖蝕尚在合理範圍內。以下針對崩塌土方量、土壤沖蝕量進行分析說明。

一、崩塌土方量

計算崩塌量體之方式很多，由於其影響因素甚為複雜，應採用何種方式較為正確，至今並無明確規範。本計畫採用國家災害防救科技中心（National Science Technology Center for Disaster Reduction，以下簡稱 NCDR）針對台灣崩塌案例及彙整歷史文獻資料，統計出之坡度與崩塌深度之關係（如表 4-8-1 所示）以計算崩場地之崩塌量。

表 4-8-1 NCDR 統計不同坡度可能引發崩塌深度表

坡度 (°)	0 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 60	> 60
崩塌深度 (m)	5	4	3	2

註：NCDR 針對台灣崩塌案例及彙整過往文獻資料，統計出坡度與崩塌深度之關係

就崩場地之土砂生產量而言（本區崩場地之崩塌量計算詳表 4-8-2），本區總崩塌量共計 42,184,484.90 m³，其中，豐山地區共計 30,613,568.60m³，來吉地區共計 11,570,916.30 m³。

表 4-8-2 崩塌量統計一覽表

聚落	上游之子集水區	崩塌體積(m ³)
來吉村	阿里山溪	11,570,916.30
豐山村	塔山、亞杉坪林道、千人洞、眠月、石夢谷	30,613,568.60

二、土壤沖蝕量

土壤沖蝕量估計乃依據水土保持技術規範第 35 條之規定，採用通用土壤流失公式(USLE)估計，計算方式係將集水區細分成許多面積大小相同之正方形網格，給於各網格之基本參數，如降雨沖蝕指數、土壤沖蝕指數、覆蓋與管理、坡長、坡度及水土保持等因子參數，再利用 USLE 公式計算之，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 : 坡長因子

S : 坡度因子

C : 覆蓋與管理因子

P : 水土保持處理因子

1. 降雨沖蝕指數(R_m)

降雨沖蝕指數(R_m)依據水土保持手冊之台灣各地區已建立之年降雨沖蝕指數表，本區取鄰近阿里山站之 R_m 值 40191(Mj-mm/ha-hr-yr)作為計算依據。

2. 土壤沖蝕指數(K_m)

土壤沖蝕指數(K_m)依據水土保持手冊之台灣各地區已建立之土壤沖蝕指數表，本區採半天岩站之 K_m 值 0.0408(tons-ha⁻¹-yr/ha-Mj-mm)作為計算依據。

3. 坡長因子(L)

通用土壤流失公式中，坡長因子(L)係採用 Wischmeier and Smith (1965)之計算式： $L=(l / 22.13)^m$ ；式中 l 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， $m=0.5$ 。

4. 坡度因子(S)

坡度因子以計算各網格之平均坡度 (θ)，以 Wischmeier and Smith (1978) 所提出之坡度因子公式： $S=65.41\sin^2\theta+4.56\sin\theta+0.065$ 求算。

5. 覆蓋與管理因子(C)

覆蓋與管理因子 C 值 主要受本區土地利用型態之影響，依現場調查之土地利用型態以計算 C 值。茲將不同土地利用型態對應之 C 值如表 4-8-3 所示。

表 4-8-3 土地利用型態與 C 值對應表

土地利用型態	C值	土地利用型態	C值	土地利用型態	C值
旱田	0.15	墓地	0.01	荒地	0.05
闊葉林	0.01	茶園	0.15	檳榔	0.10
水池	0	景觀區	0.01	雞、豬舍	0.01
建築區	0.01	果園	0.20	開墾地	0.20
竹林	0.01	道路	0	鳳梨	0.20
草生地	0.01	河流	0	崩塌地	1

6. 水土保持處理因子(P)

有關本集水區水土保持處理因子即 P 值之決定，在無任何水土保持處理、或棄土場、或陸砂及農地砂石開採處，P 值設定為 1。

依上述通用土壤流失公式所需之各因子求出後，相乘可得本區之土壤流失量及分布與沖蝕深度整理如表 4-8-4 所示。本區年土壤流失深度為 0.39 公分，

相對於台灣平均土壤沖蝕量，應尚在合理自然沖蝕量範圍。

表 4-8-4 集水區土壤流失量分布統計表

聚落	上游之子集水區	面積 (公頃)	沖蝕量 m^3/yr	沖蝕深度 cm/yr
來吉村	阿里山溪	4,584.56	178648.84	0.39
豐山村	塔山、亞杉坪林道、千人洞、眠月、石夢谷	6,036.01	228,675.55	0.38

第五章 防災治理對策

本計畫之目標主要為保護聚落之安全，而由第三章之災害問題探討評定結果，本區之土砂生產、輸送和堆積與聚落之安全息息相關。

依前述之評定結果，本區目前之防災治理規劃需從上游至下游進行分段治理，其中對於下游主流之問題需進行調整流心及避免泛溢至河道兩岸之聚落；對於中上游支流之問題，需使用防砂構造物，調節土砂大量輸出及保護保全對象之安全；上游崩場地之問題，除採用自然復育外，加上持續監測，對於危及保全對象安全之崩場地採用災害基本控制；對於道路水土保持問題，因道路問題與溪流及崩塌相關，故由前述問題解決將可減輕道路水土保持問題；各項非工程之減災方法亦一併考量。

故本區之整體規劃主軸，基於安全、自然、永續之理念，考量本計畫之主要目標，以保護聚落之安全為首要考量，其次為維護道路之暢通，尊重土砂之生產、輸送和堆積之自然特性，提供聚落安全之坡地環境，建構一個以人為本之安全、自然、永續之坡地環境。來吉地區與豐山地區現階段整體防災治理規劃主軸如圖 5-1 所示。



圖 5-1 整體規劃主軸示意圖

5.1 主流處理對策

本區下游草嶺潭堰塞湖引起之溪床坡度變化，目前雖呈現沖刷趨勢，然而由於上游土砂仍大量生產，溪床仍呈現堆積情形，故加速泥砂輸送能力，現階段是必要措施。目前溪床堆積情形，已逐漸影響兩岸聚落與農地之安全，社興橋、全仔社橋等橋梁之通水斷面亦大幅降低。現階段應將溪床土砂清理，以保護橋梁安全。

另外，溪床土石堆積造成流心亂竄和兩岸崩塌加劇、土砂生產，使兩岸構造物基腳不斷受到掏刷，影響結構物之安全。對策上，應調整流心避免兩岸持續受到攻擊。

根據以上所述，本計畫規劃平常低水位水流時，以穩定流心為主要，加速回復穩定河道，降低災害風險。在洪水期高水位時，則以避免兩岸泛溢為優先考量，採用複式斷面，可減低災害，回復河川階地安全空間，營造穩定安全坡地環境。

在工法考量上，配合現場既有資材，建議將粗顆粒石材做為平時水流整治材料以及高水位時基腳保護，特大粒徑則建議維持現狀，另一方面，細顆粒則可作為堤岸上邊坡保護措施，並配合緩衝帶之設置，可防止高水位溢堤，營造較安全高階河灘地。另對於支流匯入處或曲流段，於後續進行細部設計時應予以依據現況測量結果詳加考量後進行設計。

規劃整治區位為阿里山溪主流河道及石鼓盤溪主流河道，以保護來吉村及豐山村聚落、道路、橋梁及耕地之安全，其整治區位樁號為阿里山溪A1K+800～A2K+800（社興橋上下游區段）、A6K+400～A7K+600（來吉村一、二鄰聚落區段）以及石鼓盤溪B0K+400～B2K+000（全仔社橋上下游區段）、B3K+600～B5K+000（豐山村二、三鄰聚落區段）。另來吉五鄰大橋上下游已進行整治。

茲將來吉地區及豐山地區之主流河道整體防災治理規劃配置區位，分別彙整詳如圖5-1-1及圖5-1-2所示。工法建議及模擬示意圖整理如圖5-1-3所示；阿里山溪及石鼓盤溪主流河道整治模擬如圖5-1-4；該工法在鄰近地區（阿里山溪來吉五鄰大橋上下游）已有整治成功之案例，應可運用於本集水區，附近已完成之整治案例詳圖5-1-5所示；來吉地區及豐山地區之主流橫斷面配置如圖5-1-6及圖5-1-7所示。

圖5-1-1 來吉地區主流河道整體防災治理規劃
配置圖 (A3)

圖5-1-2 豐山地區主流河道整體防災治理規劃
配置圖 (A3)



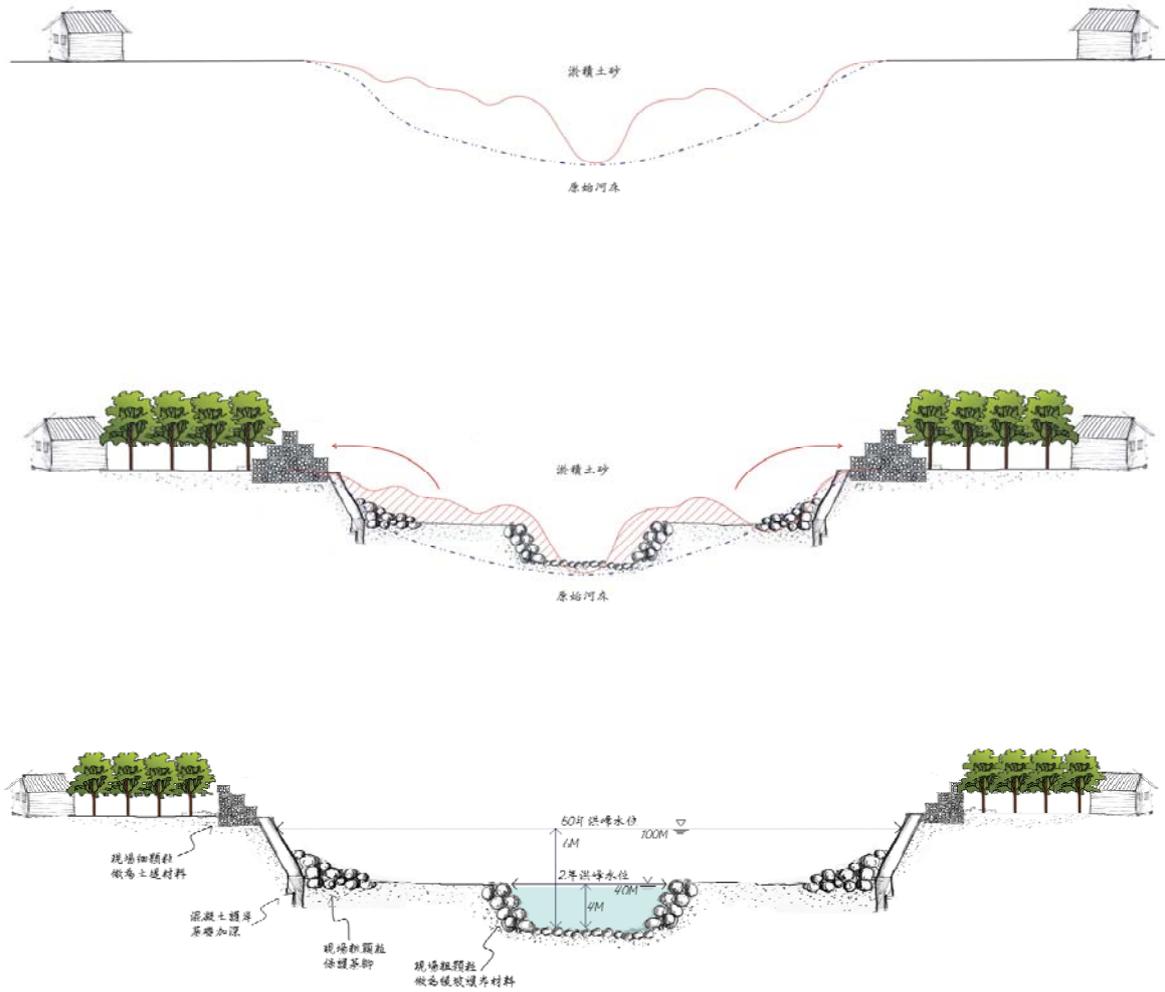


圖 5-1-3 主流河道工程複式斷面模擬圖



來吉地區阿里山溪現況



來吉地區阿里山溪整治後模擬示意圖



豐山地區石鼓盤溪現況



豐山地區石鼓盤溪整治後模擬示意圖

圖 5-1-4 本區主流河道工程模擬圖



圖5-1-5 阿里山溪複式斷面治理案例(來吉五鄰大橋上游)

圖5-1-6 來吉地區主流橫斷面工程配置圖 (A3)

圖5-1-7 豐山地區主流橫斷面工程配置圖(A3)

5.2 支流處理對策

本區之防災治理規劃重點，除前述針對主流進行河道整治外，對於支流大量土砂之下移，採用連續性或透過性壩體進行調節，降低土砂大量下移對淤積之主流加大負荷。而對於有保全對象者可配合混凝土護岸進行處理，以保護兩岸聚落、道路及耕地之安全。

在工法考量上，考量現場地形坡降，採用連續性或透過性壩體進行降坡，並可攔阻大量土砂下移；對於兩岸有保全對象者，採用混凝土護岸進行保護，並於崩塌坡面加強坡面保護，以穩定邊坡。

規劃整治區位為來吉地區之阿里山溪A5K+840之支流哇啞啞娜野溪、A7K+600之支流絲嘛吉他野溪、A7K+040之支流科子林溪、A5K+360之支流嘉義003土石流潛勢溪流以及阿里山溪主流上游A8K+450；豐山地區之石鼓盤溪B3K+200之支流乾坑溪、B3K+180之支流蛟龍溪等。

本地區之來吉地區及豐山地區支流整體防災治理規劃配置如圖5-2-1及5-2-2所示。本區支流整體防災治理規劃工程項目及內容如表5-2-1所示。

其中來吉國小下方護岸整治三期工程為延續前期之工程，因溪流沖刷致使既有構造物毀損，故施設混凝土護岸以保護來吉村四鄰聚落之安全。哇啞啞娜野溪整治二期工程及絲嘛吉他野溪整治三期工程為延續前期之規劃案(石壁等集水區整體治理調查規劃)，以使哇啞啞娜野溪及絲嘛吉他野溪之整治能更加完善，該工程於本區為一良好之整治成功案例，應可應用於本集水區，茲將哇啞啞娜野溪

整治工程及絲嘛吉他野溪整治工程之工程設計平面配置圖、縱斷面圖彙整如下圖5-2-3~5-2-11所示。另哇啍啍娜野溪整治工程其工程效益如圖5-2-12。

圖5-2-1 來吉地區支流整體防災治理規劃配置圖

圖5-2-2 豐山地區支流整體防災治理規劃配置圖
(LUKE)

表 5-2-1 支流整體防災治理規劃工程項目及內容一覽表 (A3)

圖 5-2-3 支流防砂壩標準圖

圖 5-2-4 哇啍啍娜野溪整體規劃平面配置圖

圖 5-2-5 哇啞啞娜野溪整治一期工程平面配置圖

圖 5-2-6 哇啍啍娜野溪整治二、三期工程平面配置圖

圖 5-2-7 哇啍啍娜野溪整治一期工程縱斷面圖

圖 5-2-8 哇啍啍娜野溪整治二期工程縱斷面圖

圖 5-2-9 哇啍啍娜野溪整治三期工程縱斷面圖

圖5-2-10 絲嘛吉他野溪整體規劃平面配置圖

圖5-2-11 絲嘛吉他野溪整治工程縱斷面圖



圖 5-2-12 本區之哇啾啾娜野溪整治工程效益彙整圖

(歷經各次颱風豪雨，仍維持維護坡地安全效果)

5.3 崩場地處理對策

因本區上游有大規模之崩場地，並無法完全抑制、抑止其崩塌之土砂下移，由於土砂運移原屬於自然現象，亦不需進行全面之整治，以免反而對生態環境造成過大之衝擊，甚至破壞大自然應有的穩定，故以尊重自然為原則，以自然復育為主，對於無直接保全對象者，需先行評估土石下移對下游段之影響程度；對保護對象有立即影響者，採基本控制處理。

在工法考量上，配合支流處理對策施行，採用間接處理方式，即在支流上設置防砂壩以攔阻大量下移之土砂，避免危及保護對象之安全。對於有立即影響保護對象安全者，進行基本控制；對於上游地區需評估大量土砂下移對下游之影響，若未危及保全對象者，以尊重自然方式處理，除需持續監控外，採自然復育方式進行。

規劃整治區位除5.2節所述之支流整治區位外，包含有來吉地區之L0168、L0169、L0170及L0171等崩場地；豐山地區之L0164、L0165、L0166及L0167等崩場地。

茲將來吉地區及豐山地區之崩場地整體治理防災規劃配置如圖5-3-1及圖5-3-2所示。上述之各崩場地其整治工法之建議及模擬整理如表5-3-1及表5-3-2所示。

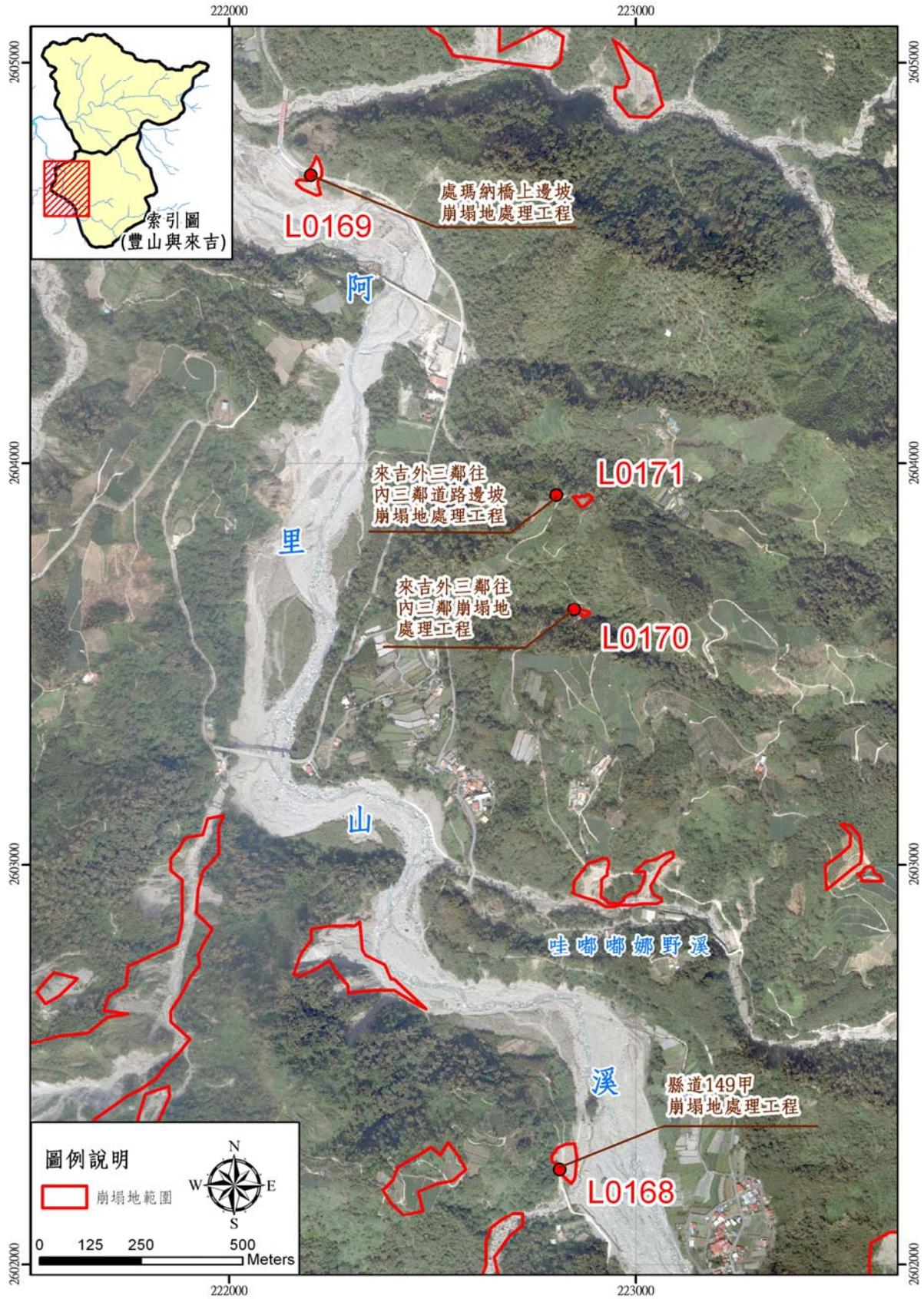


圖5-3-1 來吉地區崩場地整體防災治理規劃配置圖

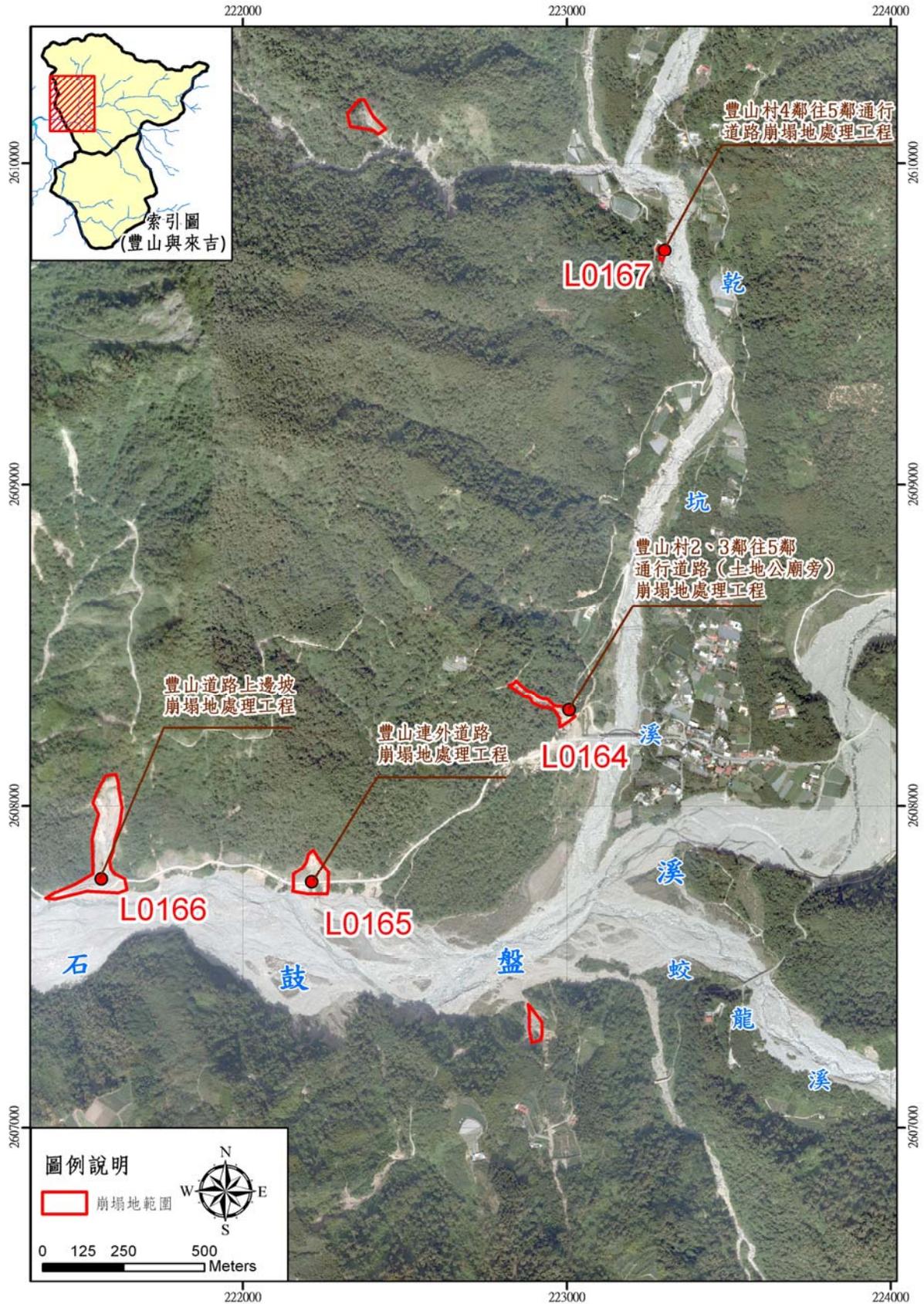


圖5-3-2 豐山地區崩塌地整體防災治理規劃配置圖

表5-3-1 來吉地區之各崩塌地整治工法及模擬示意圖 (A3)

~需修改整治工法及模擬示意圖之手繪圖為標準圖或模擬圖

表5-3-2 豐山地區之各崩場地整治工法及模擬示意圖 (A3)

另由於上游崩場地處於不穩定狀態，仍有大量土砂料原下移，可運用SPOT衛星影像監控崩塌地面積的變遷，評估不穩定土石數量。

應用衛星遙測技術從事崩塌地監測，具有以下幾項優點：

1. 可以快速處理。
2. 可以經常性地獲取新資訊。
3. 可以無偏差、均質地重複進行分類。
4. 可以相當低之成本製作特定地區之大比例尺地圖。

基於衛星影像擁有低成本、高效率、涵蓋面積廣、以及定量的種種特點，以及地物光譜反射的獨特性，大部分的土地利用現況可被快速且大範圍的經由衛星影像直接判釋出來，再加上更新週期較固定，在執行上遠較傳統費時、費財、費力的地面調查方式為優。但其解析度較固定，無法隨任務調整，且其週期並非可依任務調整，因此在機動性上較航空測量影像與無人載具影像來的不方便。

目前國內較常分析使用之衛星影像資料有SPOT 1~5衛星影像、福爾摩沙衛星二號、IKONOS衛星影像與QuickBird衛星影像等，比較各種衛星影像遙測圖資之特性如表5-3-3，依本計畫需求與取得之便利性及未來應用性之考量，本計畫建議選定SPOT衛星影像作為分析基本材料。

表 5-3-3 各衛星影像遙測圖資之特性表

衛星影像 各項比較	SPOT5 衛星影像	SPOT1~4 衛星影像	福衛二號 衛星影像	IKONOS	Quick Bird
單位面積 成本	低	低	低	最高	最高
涵蓋範圍 幅寬(Km)	最大 (60Km)	最大 (60Km)	大(24Km)	中(10Km)	中 (16.5Km)
空間解像 力(m)	黑白(5) 彩色多光譜 (10) SuperMode (2.5)	彩色多光譜 (20)	黑白(2) 彩色多光譜 (8)	黑白(1) 彩色多光譜 (4)	黑白(0.61) 彩色多光 譜(2.44)
時間 解像力	固定週期	固定週期	固定週期	固定週期	固定週期
機動性	低	低	低	低	低
穩定度	易受 天氣影響	易受 天氣影響	易受 天氣影響	易受 天氣影響	易受 天氣影響

衛星影像 各項比較	SPOT5 衛星影像	SPOT1~4 衛星影像	福衛二號 衛星影像	IKONOS	Quick Bird
影像處理	容易 處理	容易 處理	容易 處理	容易 處理	容易 處理
小區域 應用	適合	適合	適合	適合	適合

5.4 道路水土保持處理對策

由前述之道路水土保持問題區位，本區之道路水土保持對策，將針對影響道路通行安全之地區進行處理。由現場調查結果，道路因排水不良造成路基掏刷崩毀，邊坡崩塌，及沖蝕溝加大等現象，則應由道路上下邊坡排水系統加以處理，尤其道路與野溪坑溝交會處之治理尤為首要。

在工法考量上，配合現地地形及整治需求，對於道路排水應排放至安全出口處，對於道路與野溪坑溝交會處之治理可採用連續性低矮潛壩設計，符合基本災害控制之需求。

以本公司於鄰近塔山橋上下游整治為例，與坑溝交會處之道路，依據水文水理分析之結果，施設橋梁，提供較佳之通洪斷面，避免道路因洪水造成中斷，包

含野溪上游施設潛壩等整流工程可以避免縱橫向侵蝕掏刷，穩定坡面安全。整治建議工法如圖5-4-1～圖5-4-2所示。



圖 5-4-1 塔山橋上游整治



圖 5-4-2 塔山橋下游整治

由於本區經豪雨即會因邊坡崩塌而造成道路中斷，致使本區之維生路線受阻。對於本區因土砂下移，而阻斷道路通行之道路水土保持問題，建議由道路主管單位立即進行疏通，以維護道路通行安全；故對於本區道路水土保持問題建議針對道路中斷處，編列經費進行整治，以保護本區聚落通行之安全。

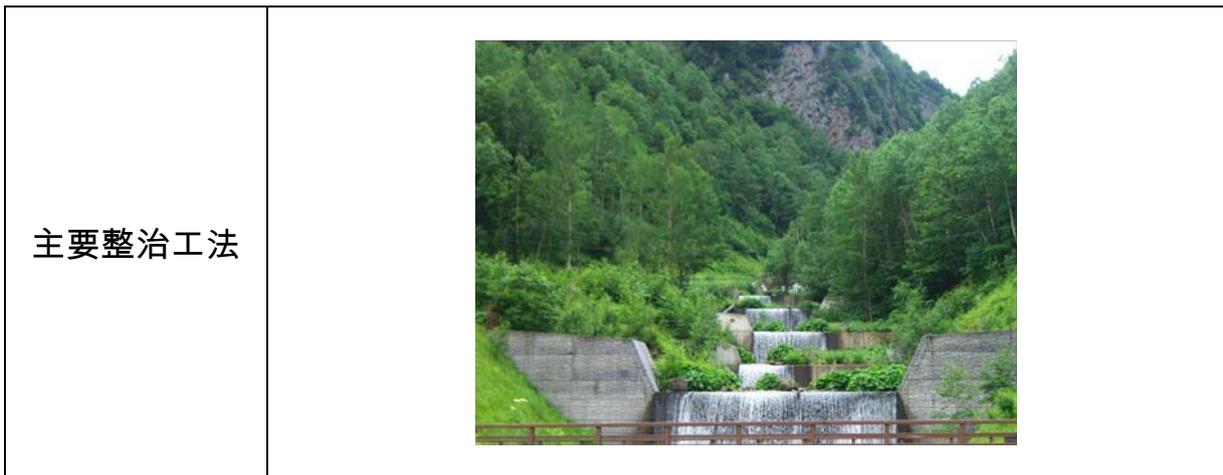
規劃整治區位為來吉地區之外三鄰往內三鄰之通行道路、四鄰往外三鄰（塔山橋往外三鄰）之通行道路；豐山地區縣道149甲、四鄰往五鄰之通行道路、五鄰內之通行道路等。

由於本區道路易中斷區位，其主要係因溪流沖淤或道路邊坡崩場所造成，已分別於前述之主支流處理對策及崩場地處理對策中提出整治工法，如編號B01已於崩場地L0166處理工程進行整治、編號B02於崩場地L0167處理工程進行整治、編號B04於崩場地L0170處理工程進行整治、編號B05已由嘉義縣政府於96年度編列經費進行道路水土保持處理，故於本章節皆不再贅述；剩餘之編號B03

(223094,2609959) 為豐山村五鄰內之通行道路問題，建議進行整治，工程名稱命名為「豐山村五鄰道路水土保持工程」，其整治工法之建議整理如表5-4-1。

表 5-4-1 「豐山村五鄰道路水土保持工程」整治工法及模擬示意圖

工程名稱	豐山村五鄰道路水土保持工程
編號	B03
座標	(223094,2609959)
照片	
問題	5 鄰內之通行道路及橋梁因豪雨造成中斷，上下游施設之防砂壩於去 (96) 年 9 月因颱風造成毀損，並於 10 月補強下游潛壩。(曾造成道路中斷)
治理對策	進行水理檢算以新設通水斷面充足之橋樑；於本處上下游適當處位置設置透過性壩體及沉砂池，並檢核其溪床坡度設置潛壩或跌水工；溪流兩側採用砌石護岸保護邊坡，其基礎以混凝土澆置。



5.5 非工程處理

經由前述提出之工程處理對策，將可保護本區聚落之安全，但就計畫範圍現況而言，工程處理實無法完全控制土砂之輸送、堆積所造成之災害，應配合非工程處理方法之實施，才可避免土砂災害所造成之災害規模。

本計畫由現場實地調查及當地居民訪談結果發現，水土保持局於本區已有系統性進行土石流災害應變系統，如圖 5-5-1，並有包含土石流防災疏散避難路線、土石流防災疏散避難演練及宣導、豐山土石流觀測站（如圖 5-5-2）、土石流防災專員、土石流防災簡易雨量筒等措施，提昇在地民眾避難意識及土石流災害防治與應變相關知識。緊急災害通報及應變組織架構參考圖 5-5-1 所示。豐山村及來吉村土石流防災疏散避難路線之規劃（避難處所分別為豐吉大飯店及來吉國小、來吉教會），如圖 5-5-3。然而，本計畫範圍不僅只有土石流災害，仍有野溪、崩

塌地、道路中斷等情形，因此符合地區性安全警戒措施仍應加強，本計畫將依據現況、針對聚落，提出地區安全警戒之建議與具體措施，以符合集水區現況。以下即針對本區特性提出三點建議，以強化本區之整體防災體系。

下即針對本區特性提出三點建議，以強化本區之整體防災體系。

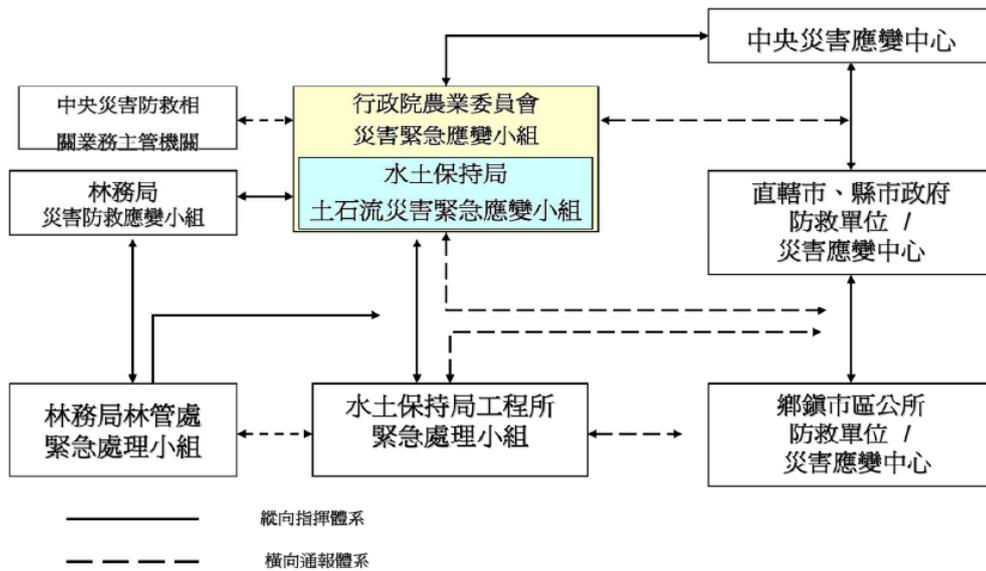


圖 5-5-1 緊急災害通報及應變組織架構圖



圖 5-5-2 豐山土石流觀測站



圖 5-5-3 土石流緊急避難路線圖

一、防災疏散避難路線改善建議

經由本計畫現場調查及訪談，在防災疏散避難路線方面，民眾多持肯定態度，水土保持局用心，當地民眾可以瞭解。本計畫依據當地現況，認為本區在防災疏散避難路線執行方面仍有改善空間。例如，在豐山村主要問題為聯外道路石鼓盤橋通往全仔社橋邊坡，遇雨相當容易因為土石崩塌導致道路中斷；豐山村區內道路2鄰往1鄰石鼓盤溪便橋常遭沖毀及3鄰往4鄰道路也易中斷。聚落民眾可能因為道路中斷，無法順利前往避難處所。在來吉村方面，外3鄰往4鄰聯外道路常因邊坡土石崩塌導致道路中斷，也是同樣的情形。

針對上述情形，防災疏散避難路線執行上，豐山村聯外道路易中斷，建議豐山2、3、4、5鄰停留在避難處，勿往鄰近鄉鎮撤離，減少災害風險，豐山村1鄰

住戶部分，建議可以統一前往觀景台，等待直昇機物資救援。來吉村方面則建議來吉5鄰停留在來吉渡假村，在來吉內3鄰及外3鄰住戶，統一停留至外3鄰，等待物資救援即可。建議避難路線及避難所位置請參見圖5-5-4。現有之避難處所物資設備彙整如表5-5-1所示。



圖 5-5-4 建議緊急避難路線及避難所位置圖

表 5-5-1 本區之避難處所現有物資彙整一覽表

村里	豐山村	來吉村
----	-----	-----

避難人員	1 鄰	2、3、4、5 鄰	1、2、3、4 鄰	5 鄰
避難處所	瞭望台	豐吉飯店 豐山山莊	來吉國小 蘭后民宿	來吉渡假村
容納人數	約 20 人	約 400 人	約 400 人	約 60 人
居住空間	使用空間約 200 坪可搭臨時帳棚	現有房間 60 間，使用空間約 400 坪可搭臨時帳棚	現有房間 10 間、教室 15 間，使用空間約 200 坪可搭臨時帳棚	現有房間 10 間、房間 10 間、使用空間約 300 坪可搭臨時帳棚
醫療單位	豐山衛生室	豐山衛生室	來吉衛生室	來吉衛生室
消防單位	奮起湖 消防分隊	奮起湖 消防分隊	奮起湖 消防分隊	奮起湖 消防分隊
廚房	無	有	有	有
浴室	無	有	有	有
無線電設備	無		無	
救災器材	無		無	
發電機設備	有		1 台 (集會所)	

照明設備	有	無
生活必需品	有 (包含白米、罐頭、泡麵等民生用品，放置於村辦公室)	2 月已發放完畢，目前無存量

備註：資料來源為本計畫 97 年 5 月電話及現場訪談並彙整水土保持網站資訊。

二、防災宣導訓練建議

經現場與民眾訪談得知，在豐山村由於多次颱風豪雨來臨時，雖然有緊急疏散撤離，但土石流災害無影響居民住戶，居民認為土石流災害不會危及自身安全，可知民眾對於防災意識明顯下降；在來吉村方面，當颱風來臨時，1、2鄰住戶會緊急撤離住家，同時會有十幾名青壯年駐守家園，監視溪流是否暴漲，給予指揮中心緊急通報，來吉村民對土石災害有防災常識，但是在設備方面明顯不足。

建議加強豐山及來吉國小相關課程防災常識教育，及阿里山鄉消防局規劃辦理年度防災訓練及宣導，落實推動防災教育，普及防災常識，使民眾於災害發生時，具有應變能力，減少災害損失。

三、地區安全警戒系統建議

由於本區以溪流及土石流潛勢溪流所造成之土砂災害對聚落影響最為嚴重，再加上因本區當地之特性，每逢颱風豪雨即造成道路中斷之情形。經由本計畫調查發現，本區土石流潛勢溪流影響之住戶共 30 戶、野溪影響之住戶共 6 戶（包含距離溪流較近之住戶 5 戶、含土石流潛勢溪流影響之住戶 3 戶），影響之耕地之地號共 138 筆，受影響之道路共 5,355 公尺。

水土保持局於本區有完備之中央層級防災體系，執行依據以及指揮系統已是完整。主要問題是該系統主要針對土石流災害所建立，而本計畫不僅針對土石流，亦針對其他災害影響聚落之情形進行調查。根據本計畫調查結果本區土石流潛勢溪流影響之住戶共 30 戶，其他災害因素影響住戶有 6 戶，整個受影響之耕地之地號共 138 筆，受影響之道路有 5,355 公尺。因此擬定符合地區安全需求，亦能配合中央目前指揮系統之地區安全警戒系統，將可強化民眾防災心態，確實降低災害規模。

依據本計畫範圍災害現況，『提早疏散』與『自動監測』是可以強化地區安全警戒之原則。『提早疏散』乃是本區檢討道路特別容易中斷，民眾可能無法到達疏散避難中心，形成孤立無援之情形，特別是豐山村，連外道路特別容易中斷，而形成『封村（台語發音即為豐山）』。另一方面，本計畫亦建議『提早疏散』，可以建議目前警戒累積雨量可酌以降低，形成習慣性的提早疏散，更可符合當地原住民族文化之特性。警戒累積雨量方面，水土保持局已建立妥善之降低

針對上述之地區安全警戒系統，本計畫建議除原有水土保持局已建立妥善之警戒基準值明細表，如表 5-5-2，本計畫建議土石流警戒累積雨量(mm)如達到 150 mm 時，即應開始進行警戒，達到 200 mm 時，降雨如還持續進行，各鄰長即應立即通知各鄰住戶進行疏散避難之準備。

表 5-5-2 水土保持局土石流警戒基準值明細表 96.5 修訂

縣市	鄉鎮	警戒區範圍		土石流警戒累積雨量(mm)	參考雨量站	
		警戒區座落村里(土石流潛勢溪流總數)	土石流潛勢溪流數(條)		代表站1	代表站2
嘉義縣	阿里山鄉	豐山村(3)、來吉村(2)	5	250	草嶺	豐山
註： 1.本表係指土石流發生機率70%時之土石流警戒值，容許誤差為正負50mm(另加註"*"者為受地震因素影響，調降為發生機率50%，並持續加強後續觀察者)；部分村里座落重覆，係因行政區位於兩集水區之交界。 2.土石流警戒區發布，除參考代表站雨量外，仍需依據當地實際降雨趨勢，進行警戒研判。 3.如有疏散作業費時或交通不便地區，可視當地降雨趨勢，提早發布土石流警戒區。 4.土石流警戒基準值相關資訊請參考本局土石流防災應變系統(http://fema.swcb.gov.tw)或中央氣象局網站 (http://www.cwb.gov.tw)即時雨量資料。						

資料來源：節錄水土保持局土石流防災應變系統(<http://fema.swcb.gov.tw>)

『自動監測』建議，著眼於本區之警戒措施，水土保持局雖已有土石流防災簡易雨量筒提供民眾自行製作使用，顏色標準亦相當明確，但雨量桶設置於戶外，下雨時需至戶外將積滿之雨量桶中之水倒出，是最大執行上的麻煩。再者，該雨量桶僅設於村長或指揮中心，就本計畫範圍聚落分散程度，也應加強。同時，目前警戒基準值雨量站採用草嶺與豐山站，對於來吉是否有同樣雨量強度，亦無法完全確認。

本計畫針對現場執行問題，特別提出建議可提供村長、防災專員及各鄰鄰長可先行快速判定降雨警戒標準值之無線式雨量筒，可快速提供各鄰居民該次降雨是否已達警戒標準，以提早進行疏散避難。無線式雨量筒主要功能為於室內接收屋外雨量筒訊號，可發揮無線功能，解決目前雨量桶執行上之問題。無線式雨量筒可於室內計算顯示並記錄雨量，記錄雨量訊號與時間雨量，LCD 顯示累計雨量與時間，按鍵查看日雨量以及操作容易等功能。無線式雨量筒其照片如下所示。此種無線式電子儀器，除可輔助雨量桶確實紀錄雨量資訊，亦可配合中央單位防災警戒之完備，民間市場上，此種雨量自動觀測儀器眾多，執行成本與取得應無問題。



無線式雨量筒接收器 (LCD 顯示器)

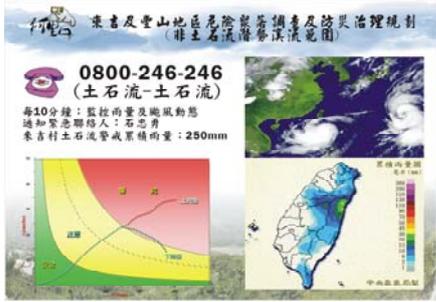


屋外無線式雨量筒發訊器

本計畫建議於計畫範圍內，包含豐山村與來吉村，建構無線式雨量網，強化地區安全警戒系統，同時也與中央警戒指揮系統不相抵觸，當可符合現地情況，符合地方長遠利益。本計畫並於來吉村進行設置示範(設置地址為來吉村4鄰97號來吉村辦公室)，其建置過程情形之照片彙整如下表 5-5-3 所示。

表 5-5-3 地區安全警戒系統示範區設置照片一覽表

<p>來吉及豐山地區危險聚落調查及防災治理規劃 (非土石流潛勢溪流範圍) 土石流防災專員</p> <p>主要任務 環境風險辨識 雨量資料蒐集 崩塌災害辨識 災害預警 協助無人看守 崩塌研習等專業能力</p> <p>災害影像回傳 發布警戒區</p> <p>協助訊息通報 02-2462445</p> <p>FEMA系統 通知土石流防災專員</p> <p>協助觀測雨量 主動(協助)通知疏散</p> <p>電子雨量筒自主觀測系統</p>	<p>來吉及豐山地區危險聚落調查及防災治理規劃 (非土石流潛勢溪流範圍)</p> <p>地區安全警戒系統網絡</p> <p>無線式電子雨量桶</p>
<p>圖 1 地區安全警戒系統海報 I</p>	<p>圖 2 地區安全警戒系統海報 II</p>

	
<p>圖 3 地區安全警戒系統海報 III</p>	<p>圖 4 地區安全警戒系統海報 IV</p>
	
<p>圖 5 無線式雨量筒安裝成果</p>	<p>圖 6 地區安全警戒系統宣導</p>

後續本計畫建議於豐山村及來吉村村長及各鄰鄰長處皆可設置無線式雨量筒進行觀測，如圖 5-5-5 及圖 5-5-6，將可達到整體之地區安全警戒系統網絡，提供本區完好良善之整體防災體系。

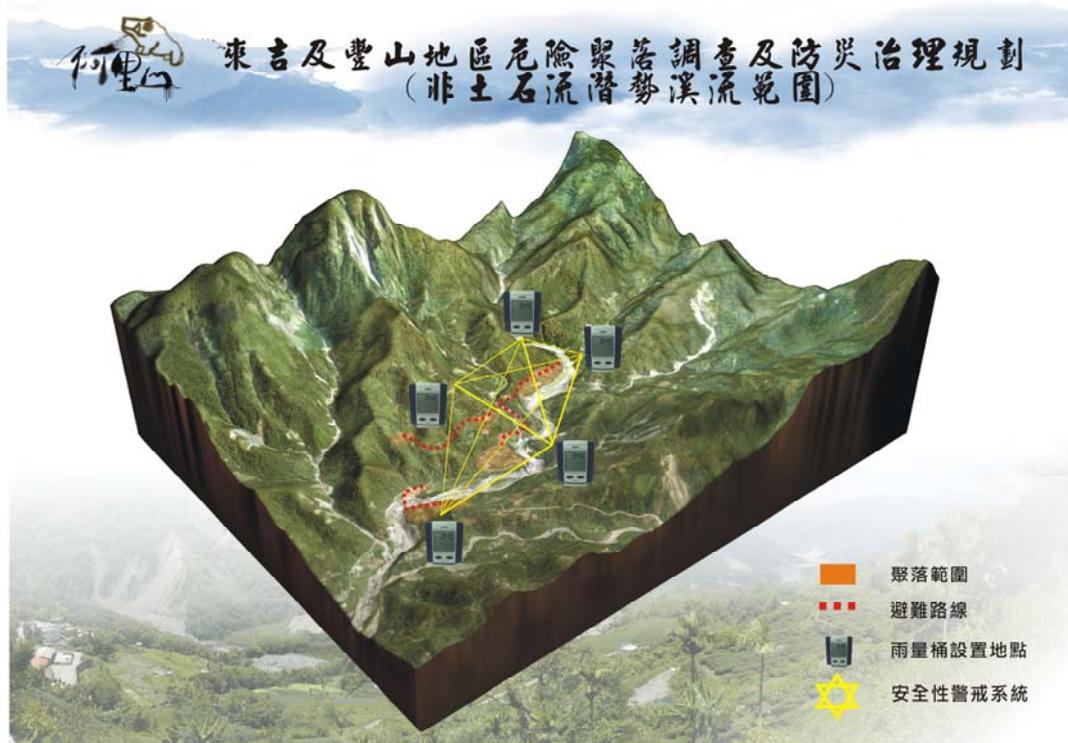


圖 5-5-5 來吉地區之地區安全警戒系統網絡圖

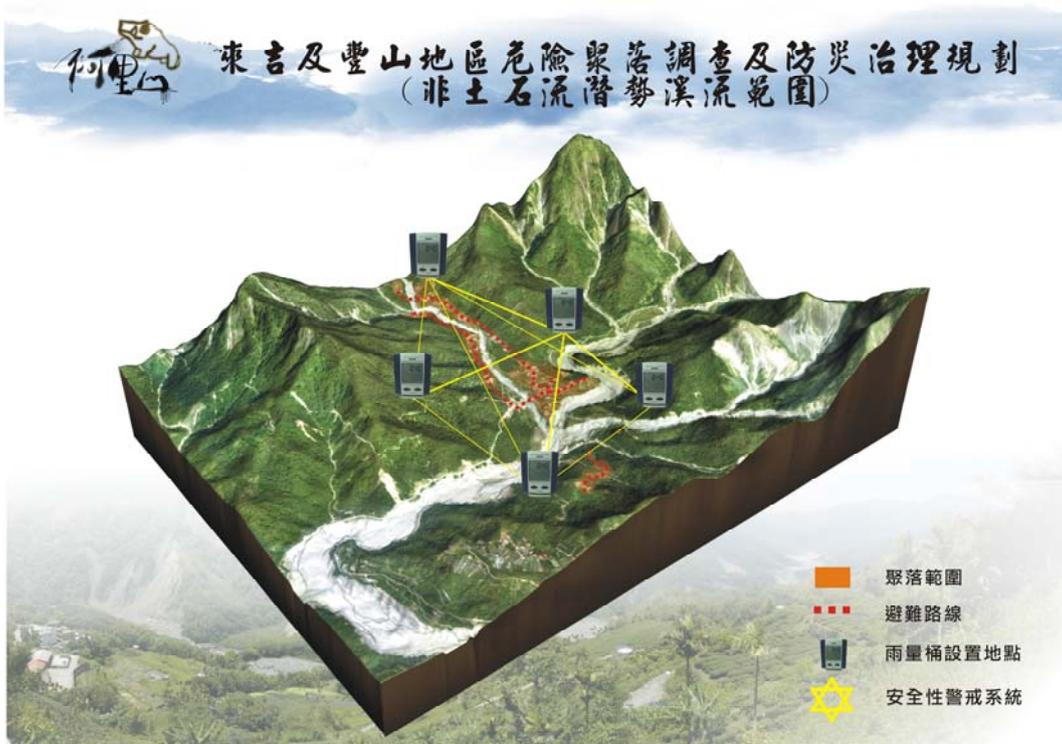


圖 5-5-6 豐山地區之地區安全警戒系統網絡圖

5.6 滯洪設施設置評估

由前述之整體防災治理規劃，已針對來吉地區及豐山地區提出相對應之處理對策，其中於主流河道防災治理規劃上，於阿里山溪河道樁號A1K+800～A2K+800、A6K+400～A7K+600以及石鼓盤溪B0K+400～B2K+000、B3K+600～B5K+000，將斷面打開，提供滯洪輸砂空間，可抒解泥砂不平衡對聚落所造成之威脅。

而於支流防災治理規劃，於來吉地區之哇啞啞娜野溪、絲麻吉他野溪所規劃提出之橫向構造物即具有滯洪效果，尤其哇啞啞娜野溪整治三期工程所規劃設置之滯洪設施地點，如圖5-6-1所示，具有很大之腹地，有調節河道泥沙及洪水之效果。另豐山地區規劃設置防砂設施，以攔阻泥砂，調節洪峰，可有一定之效果，建議後續可繼續朝河道型滯洪方式設置防砂滯洪設施，以抒解泥砂不平衡對聚落所造成之威脅。

本區之滯洪設施設置區位示意詳圖5-6-2所示，包含來吉地區阿里山溪主流河道A1K+800～A2K+800、A6K+400～A7K+600及豐山地區石鼓盤溪主流河道B0K+400～B2K+000、B3K+600～B5K+000，支流設置防砂設施提供防砂滯洪效果包括來吉地區之哇啞啞娜野溪、絲麻吉他野溪、科子林溪、嘉義003土石流潛勢溪流、阿里山溪主流上游等，豐山地區之乾坑溪、蛟龍溪等。

另經與地方民眾訪談，地方對於豪雨時溪流大量之土砂下移，可能造成居住地之威脅，深有疑慮，本計畫針對此問題以提出相對應之治理對策，應可符合地方之需求；另本區之整體環境營造將由前述之整治工程配合緩衝帶設置以及當地之生態環境及景觀營造，塑造河階高地之坡地環境。

圖5-6-1 哇啞啞娜野溪滯洪區 ~ A3

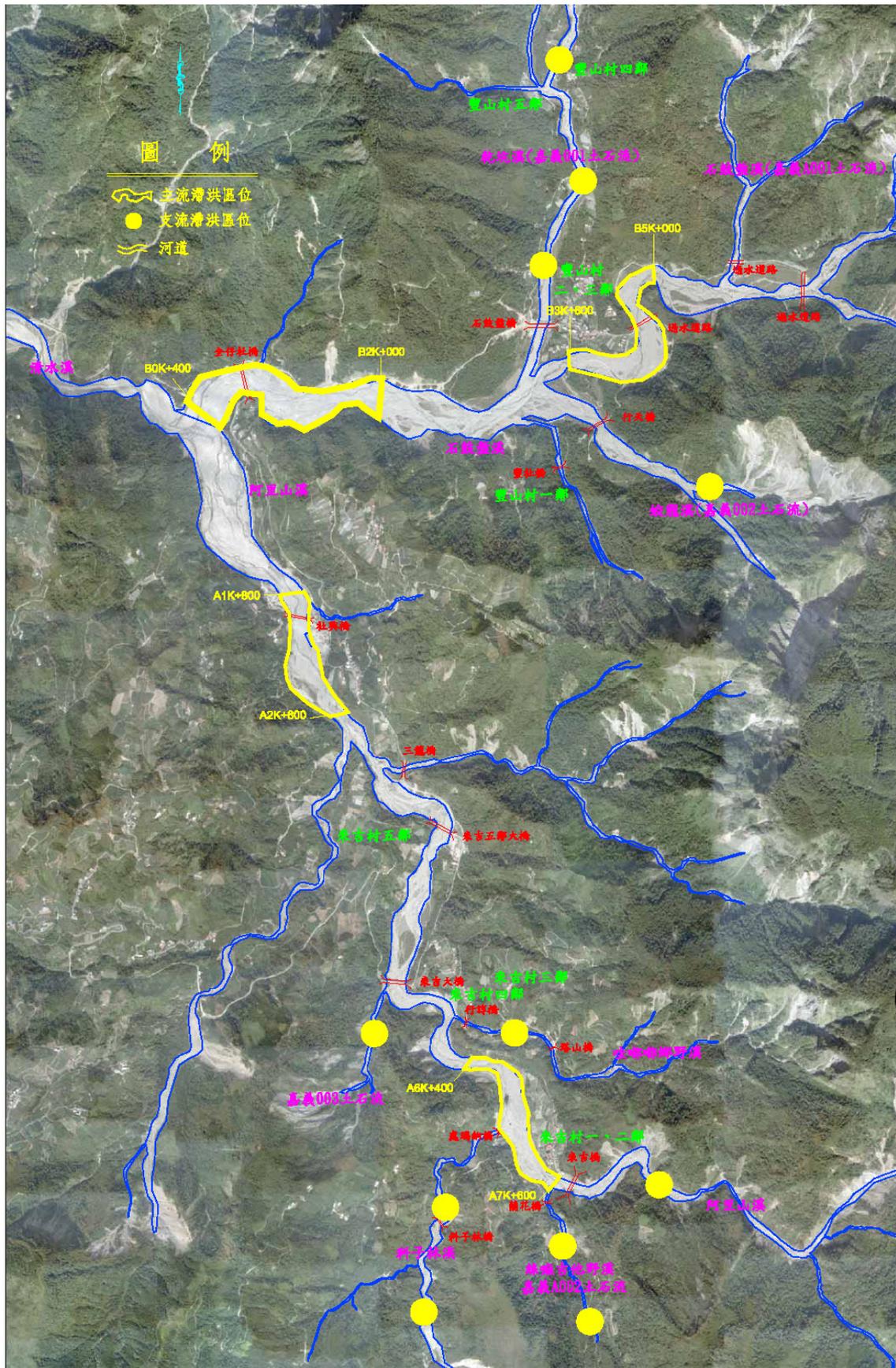


圖5-6-2 本區滯洪設施設置區位示意圖

5.7 景觀營造、生態維護及規劃區特色

阿里山風景特定區，其範圍為瑞里、奮起湖、豐山、來吉風景面，達邦、特富野、里佳地區，以及山美、新美、茶山地區為主，包含台18號省道、觸口至阿里山段及縣169、縣162之公路兩側部份土地，轄區跨嘉義縣梅山、竹崎、番路及阿里山鄉，面積約四萬餘公頃為「阿里山風景特定區」經營管理範圍。本區即位於阿里山鄉，包含豐山、來吉風景面，再加上達邦、特富野、里佳地區，以及山美、新美、茶山以及台18號省道等地區，為阿里山風景特定區之主要經營管理範圍。

由於本區位於阿里山風景特定區內，依據行政院於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，並在同年7月13日同意交通部成立阿里山國家風景區管理處。阿里山觀光資源豐富，「青山綠水、日出饗宴、雲海漫遊」素為國內外遊客喜愛，不僅為政府開放大陸人士來台觀光最嚮往的地點，更為吸引國際遊客來台觀光，最具指標性的國家級風景特定區。依據行政院核定交通部觀光局研擬「阿里山風景特定區九十至九十三年建設計畫」，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。

就自然、人文及實質環境資源來說，本區國家風景區的經營管理，除了以公部門的投資進行觀光資源的開發之外，更須對其特有的環境資源進行有效的規劃與管理。於「發展觀光條例」第十八條「具有大自然之優美景觀、生態、文化與人文觀光價值之地區，應規劃建設為觀光地區。該區域內之名勝、古蹟及特殊動植物生態等觀光資源，各目的事業主管機關應嚴加維護，禁止破壞。」與第十九條中「為保存、維護及解說國內特有自然生態資源，各目的事業主管機關應於自然人文生態景觀區，設置專業導覽人員，旅客進入該地區，應申請專業導覽人員陪同進入，以提供旅客詳盡之說明，減少破壞行為發生，並維護自然資源之永續發展。」即明確規定資源的保育與利用。

本區之景觀營造與農村發展應加強自然及人文資源保育工作，同時工程建設應以「價值工程」為導向、「生態工程」為手段，以符合行政院刻正推動永續發展及綠建築政策。故除土砂災害防治工作外，針對施設之工程構造物加以綠美化，並融合阿里山原住民鄒族文化，朝向自然生態之優質觀光旅遊區發展。

故本區之開發應朝向低度開發為主，生態維護及造林植生以不污染環境、破壞生態之方式進行，如以原有樹林為主，補植原生植栽，草本採用播種法，木本採用穴植。針對區內裸露地進行植生保護，避免因毛細作用導致農作物損失引起的糾紛及可有效攔阻泥砂及農藥的下移等。並由主管機關加以管理，方能發揮其保育水土資源、涵養水源、減少各種土石災害發生並減少土砂生產。

本區之規劃即配合阿里山國家風景區管理處之政策，朝向低度開發為主，除土石災害防治工作外，針對施設之工程構造物加以考慮生態及環境綠美化（可考量緩衝綠帶），並融合阿里山原住民鄒族文化（建議方式如表5-7-1）所示，結合及自然景觀原始美貌山景與豐富生態物種資源和產業、聚落資源（表5-7-2），朝向自然生態之優質觀光旅遊區發展。

另阿里山國家風景區管理處於本地設置路標、導引牌、路口意象等，將有助於本區景觀營造及環境美化之提升。

表 5-7-1 構造物融入人文特色





表 5-7-2 區內景點

		
豐山村-石鼓盤峭壁藝術林	豐山村-花崗水上青	豐山村-佛手靈樹
		
豐山村-蛟龍大瀑布	豐山村-石夢谷	來吉村-天水瀑布
		
來吉村-荼基谷瀑布群	來吉村-斯比斯比鐵達尼峭岩	來吉村-蘭后山莊鄒族文物館

5.8 整治願景

經由上述整治對策之實施，將可使本區之聚落免於土砂災害之侵襲，希望藉由水土資源永續管理，以達到保護來吉村及豐山村聚落安全之目標。本區之整治

願景希望未來能達到高階河階地安全，來吉及豐山地區之規劃整治3D願景分別如圖5-8-1及圖5-8-2所示。

由前述之整體防災治理規劃對策來看，欲達到坡地河階地安全，需依照本計畫提出之整體防災治理規劃對策，進行具體之實施，其施行之方法對策，包含主流處理、支流處理、崩場地處理、道路水土保持等工程，並配合非工程方法之施行，以保護聚落安全，其施行步驟將規劃如下：

- 1.由野溪處理塑造安全河階地形，避免聚落因溪流泛溢危及住戶之安全。
- 2.藉由支流處理，減少大量土砂下移造成主流之負荷，有利聚落居住環境之安全。
- 3.由崩場地處理及道路水土保持，針對聚落之維生道路進行改善，維護道路通行。
- 4.配合緊急避難路線及安全警戒系統之施行，將可提高本區聚落安全保障。
- 5.依據分析之溪流沖淤趨勢，順應自然，營造聚落高階河階地之安全生存與永續發展環境。



圖5-8-1 來吉村整治3D願景圖



圖5-8-2 豐山村整治3D願景圖



第六章 治理計畫

6.1 治理計畫內容

本計畫主要針對計畫範圍內，聚落之居住地、保留地（耕作地）、區內外之聯絡道路，進行調查評估，以提出問題進行防災治理規劃，達到加速治理易淹水地區及治山防洪，同時進行緊急及搶修工程，以收本計畫之立即成效。

治理對策之實施應有輕重緩急之分，以直接影響聚落安全為首要考量，影響如橋樑、道路等交通及房舍等設施次之，影響農作物等為第三考量要點，並依據現況勘查結果，提出治理對策，包含河道整治、野溪處理、崩場地處理、道路水土保持等項目，並因地制宜提出適當之整治工法。

茲將整體規劃配置彙整如圖6-1-1及表6-1-1。

圖 6-1-1 整體規劃配置圖 (A3-PPT)

表 6-1-1 整體治理項目及經費一覽表 ~ A3 ~ 1/2

表 6-1-1 整體治理項目及經費一覽表 ~ A3 ~ 2/2

6.2 經費需求

依據第三章之問題檢討及第五章之治理對策說明，整體治理編定本區治理工作項目主流河道整治工程、溪流整治工程、崩場地處理工程、道路水土保持工程等類別。本計畫治理經費之預估，參照水土保持局常用單價、最新之營建物價及行政院公共工程委員會網站上之各項材料單價來估算工程治理經費（不含用地費）。彙整治理項目，整體工程治理經費為新台幣25,000萬元。

其中河道整治工程包含有阿里山溪A區主流河道整治工程等四項工程項目，治理經費為7,200萬元。

野溪整治工程包含有哇啞啞娜野溪整治二期工程等十五項工程項目，治理經費為14,100萬元。

崩場地處理工程包含有豐山道路上邊坡崩場地處理工程等八項工程項目，治理經費為2,200萬元。

道路水土保持包含有豐山村五鄰道路水土保持工程一項治理工程項目，治理經費為1,500萬元。

整體規劃治理項目及經費彙整如前述之表6-1-1。

6.3 分年分期實施計畫

針對前述提出之治理對策，為能達到保護聚落安全之目標，對於本區之治理優先順序，將分為緊急治理、優先治理、計畫治理及暫不治理等工程，分年分期進行實施，分別說明如下。

1. 緊急治理：有保護對象，災情嚴重且具急迫性，應立即辦理處理措施者。
2. 優先治理：有保護對象，經常發生災害，應持續辦理處理措施者。
3. 計畫治理：有保護對象，無立即危險，與鄰近人民活動區域間有緩衝地帶者。
4. 暫不治理：非A、B、C級者，需實施長期水土保持措施或辦理環境復育及改善者。

本計畫中有保全對象且具立即危險性者，編列為緊急治理工程，預定於今(97)年度辦理，包含哇啞啞娜野溪整治二期工程、來吉國小下方護岸整治三期工程、絲麻吉他野溪整治三期工程等；對於有保護對象且經常發生災害者，列為優先治理工程，預定於98年度辦理，以期能收到治理之即效性，包含主流河道整治工程、溪流整治工程；有保護對象，但無立即危險者，列為計畫治理工程，預定於99年度辦理，包含溪流整治工程、道路水土保持工程、崩場地處理工程等；其餘無保護對象，需辦理環境復育及改善，列為暫不治理，不編列經費，但需持續進行觀測，如上游之崩場地自然復育等。

其中，97年度預計辦理之治理經費為新台幣3,500萬元，98年度工程之治理經費為新台幣13,600萬元，99年度工程之治理經費為新台幣7,900萬元，總治理經費為新台幣25,000萬元，茲將分年分期經費彙整如表6-3-1及圖6-3-1。

表6-3-1 分年分期經費一覽表

項次	執行年度	治理經費 (萬元)
1	97	3,500
2	98	13,600
3	99	7,900
總計		25,000

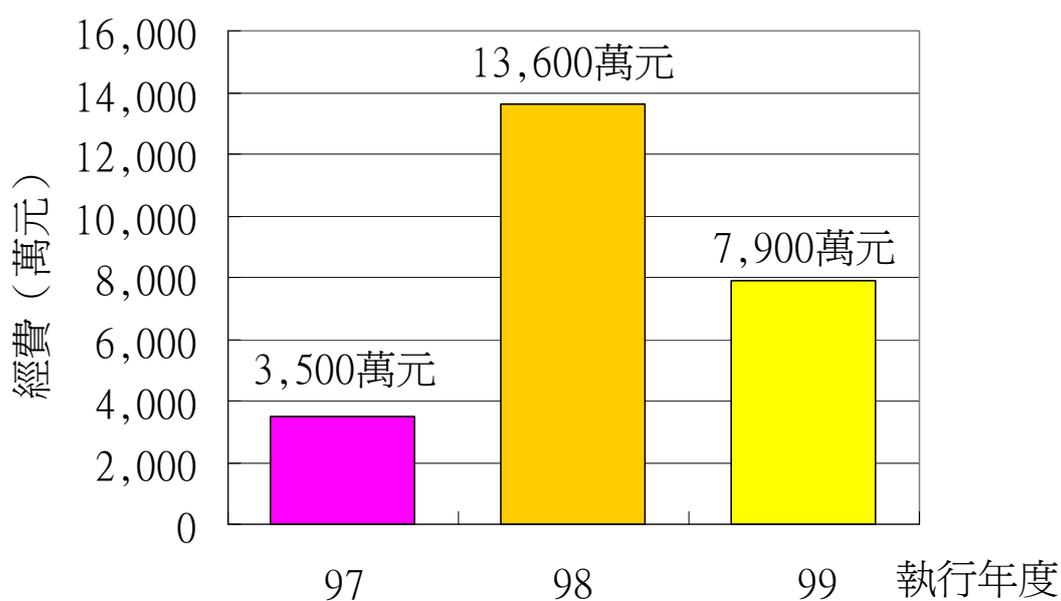


圖6-3-1 分年分期經費統計圖

執行機關方面，本計畫依據土地類別與權屬，訂定治理權屬，林班地範圍歸由林務局辦理；河川界點下游由水利署辦理；山坡地與原住民保留地則由水土保持局辦理；道路及其上下邊坡處理部分則提由縣政府辦理。依據表6-1-1，林務局執行件數為14件，經費為11,950萬元；水利署辦理件數為1件，經費為2,400萬元；水土保持局辦理件數為9件，經費為8,300萬元；嘉義縣政府辦理件數為4件，經費為2,350萬元。

6.4 重點區段工程細部規劃

由於本區哇啞啞娜野溪上之行諄橋及塔山橋為來吉村1、2、3鄰通往4鄰之通行要道，塔山橋曾因豪雨造成中斷之情形，故本區之哇啞啞娜野溪有立即整治之必要性，故將其命名為「哇啞啞娜野溪整治二期工程」，亦經審查委員審核同意辦理，並由工程所進行預算書審查，其工程模擬如圖6-4-1所示。哇啞啞娜野溪整治二期工程之工程設計平面配置圖、縱斷面圖。另其地籍套繪成果如圖6-4-11所示。



哇啞啞娜野溪行諄橋上游現況與模擬圖



哇啞啞娜野溪行諄橋下游現況與模擬圖

圖6-4-1 哇啞啞娜野溪整治二期工程模擬圖

圖6-4-2 ~ 圖6-4-10 哇啍啍娜野溪整治二期工程平面、縱斷面

圖6-4-11 地籍套繪圖

第七章 預期效益

本章預期效益將分為有形效益及無形效益，有形效益為對本區內民眾生命與財產安全之保護，為直接之效益，本計畫將直接以保護人口數、土地面積作為實際推估之效益。無形效益則包含社會效益、生態環境效益、風險管理效益等，為間接之效益，本計畫將以20%之直接效益為推估值。

7.1 直接效益

直接效益為對本區內危險聚落之保護與災害直接損失之減免，執行本計畫後之直接效益為：

- 一、保護區內共36戶、126人之生命財產安全，減輕當地民眾之土砂威脅。
- 二、保護區內138筆、94.44公頃農田（耕地）之安全及公共設施如社興橋、來吉五鄰大橋、來吉大橋、來吉橋、行諄橋、全仔社橋、石鼓盤橋、行天橋、豐社橋等橋樑之安全。
- 三、維護聯外道路如嘉155、縣道149甲等之安全及暢通，促進觀光人潮，提升產業價值。

本計畫效益評估將以人員保護效益（包含房屋保護效益）、農田（耕地）保護效益為直接效益量化評估之項目。

人員保護效益部分，依據水土保持局最新採用方式，其計量可採用影響範圍內『人口數』及『人口數×生命價值』計量之。根據國、內外相關文獻，一個人的生命價值多採用保險領域中的估算方式，係利用一個人生前所能獲得的總工資來計算藉以統計其「生命價值」其公式如下：

$$\text{生命價值} = \text{生前所能獲得之收入} = \sum_i^n \text{國民年所得}$$

式中， n 表人一生平均工作年數； i 表各年度的人民所得（如表7-1-1所示）。isher、Violette與Chestnut(1989)統計美國人口樣本計算出其生命價值的平均值約為5,600萬至14,000萬之間。而薛立敏與王素彎(1987)從1984年內政部勞動力調查資料中選出4,628全時工作人當做樣本，討論其年齡、性別、教育程度、婚姻及工作類別統計出台灣平均生命價值為新台幣1,200萬至3,400萬之間。Liu、Hammit與Liu(1997)利用1982-1986的內政部勞動力調查資料報告，進行研究估算顯示台灣平均生命價值為新台幣1,400萬至1,600萬之間。

假設未來20年社會經濟形態及其基本結構未有顯著的改變，且平均每人國民所得其變動率相似於最進公佈的五年(1999-2003)，將資料做二乘冪回歸分析推估20年後也就是2003~2023年間的平均每人國民年所得如圖7-1-1，假設受災民眾其平均工作年數為25年，可得到一概估得災民生命價值約為1,320萬元整，該結果也正好坐落於薛立敏與王素彎(1984)及Liu、Hammit與Liu(1997)等人研究範圍內，

故採用的生命價值為1,320萬。本計畫將以1,320萬為人員保護效益分析依據。

由本區之防災治理規劃對策所施行之整治工程可知，本區直接保護之住戶有36戶、126人，其中如發生土石流災害可能導致死亡之人數預估約9人（3戶），此以人員保護效益1,320萬計之，人員保護效益共11,880萬元；其餘若無配合地區安全警戒系統及避難措施可能約有117人將會造成受傷情形，此則參考水土保持局「土石流災害救助種類與標準」，重傷救助以10萬/人，人員保護效益共1,170萬元；故總計人員保護效益共13,050萬元。

表7-1-1 台灣地區歷年國民年所得

年代	平均每人國民生產毛額			平均每人國民所得		
	金額	年增率	折合美金	金額	年增率	折合美金
	(元)	(%)	(美元)	(元)	(%)	(美元)
1990	218 092	8.29	8 111	199 340	8.18	7 413
1991	240 909	10.46	8 982	219 637	10.18	8 189
1992	264 338	9.73	10 506	241 307	9.87	9 591
1993	289 337	9.46	10 964	264 196	9.49	10 011
1994	312 386	7.97	11 806	286 191	8.33	10 816
1995	336 042	7.57	12 686	308 086	7.65	11 630
1996	364 115	8.35	13 260	333 948	8.39	12 161
1997	389 059	6.85	13 556	356 624	6.79	12 426
1998	411 802	5.85	12 307	376 910	5.69	11 264
1999	425 235	3.26	13 177	387 708	2.86	12 015
2000	440 769	3.65	14 114	399 154	2.95	12 781
2001	432 701	-1.83	12 798	387 250	-2.98	11 454
2002	445 512	2.96	12 884	398 248	2.84	11 517
2003	452 259	1.51	13 139	403 056	1.21	11 710

2005 行政院主計處

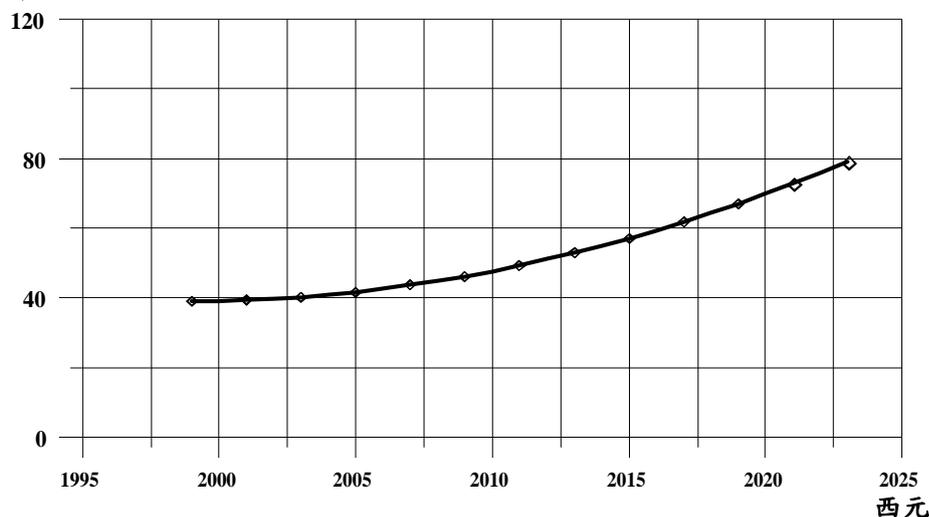
平均國民年所得
(萬)

圖7-1-1 國民平均年所得的推估(1998~2023)

土地利用效益方面，以工程治理前、後土砂危害範圍之減少，因而保護土地

免於流失或掩埋，採用『受保護之面積與流失或掩埋之填方或挖方單價乘積』計量之。執行本計畫後預計可保護流失之農田面積約90.36公頃，復原至其可使用狀態，乘以填方單價為其效益（單價以20元/平方公尺計）；另外亦可保護掩埋之農田面積約4.08公頃，復原至其可使用狀態，乘以挖方單價為其效益（單價以50元/平方公尺計）；總計土地利用效益約20,112,000元。

作物保護效益方面，土地流失視為作物完全消失，而埋沒後進行清淤部分作物有存活之可能，故其農田受災救助係依據「土石流災害救助種類與標準」內之規定，流失每公頃補助10萬，埋沒每公頃救助5萬元（土地之流失或掩埋已說明於前段）。依據上述救助標準，故執行本計畫後預計可保護流失之農作物面積約90.36公頃，可保護掩埋之農作物面積約4.08公頃，總計作物保護效益約9,240,000元。

屋舍保護效益方面，採用『房舍數目與房舍修建費用乘積』計量之。房舍因土石流災害而全毀之單價依據現有木造房舍造價進行估算，定每間約50萬元；房舍因溪流沖刷部分毀損依「土石流災害救助種類與標準」之安遷救助估算，定每人2萬元計。本計畫工程設施後預計將可保護免於因土石流災害而全毀之住戶共3戶，保護免於因溪流沖刷而部分房舍損毀需進行安遷救助33戶（約99人），則屋舍保護效益為3,480,000元。

綜合以上各項直接效益與衍生效益之可計量效益，茲歸納其計量方式、計量

單位及說明，如表7-1-2所示，可用以計算工程施行的益本比。

表7-1-2 來吉及豐山地區危險聚落調查及防災治理規劃預期效益計算一覽表

預期效益	項目	計量方式	單位	說明	計算結果
直接效益	居民生命保護效益	人口數	人	以影響範圍變更而免除水土災害威脅之人口數計算。	126
		人口數×生命價值	元	1.生命價值=1,320 萬元。 2.參考「土石流災害救助種類與標準」，重傷救助 10 萬/人。	130,500,000
	土地利用效益	增加受保護面積×土地生產(或利用)單價	元	以工程治理前、後土砂危害範圍之減少，因而保護土地免於流失或掩埋，採用『受保護之面積與流失或掩埋之填方或挖方單價乘積』計量之。	20,112,000
	地上物保護效益	作物保護效益(面積×單位面積收益)	元	參考「土石流災害救助種類與標準」，農田埋沒 5 萬/每公頃，流失 10 萬/每公頃。	9,240,000
		屋舍保護效益(數目×修建費用)	元	全毀依實際造價，定每間 50 萬元；部分毀損依「土石流災害救助種類與標準」之安遷救助，住戶每人 2 萬元補助。	3,480,000
	間接	社會效益	直接效益總和之 20%	元	間接效益難以量化，以直接效益總和 20%作為間接效益之量

效益	生態環境效益			化依據。	
	風險管理效益				

7.2 間接效益

執行本計畫後將可保護聚落住戶、道路及耕地之安全，間接效益依據水土保持處理與維護性質及功能，其間接效益包括社會效益、生態環境效益及風險管理效益等。

一、社會效益

- (一) 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。
- (二) 保護區內公共設施、交通動線與公共設備安全。
- (三) 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。
- (四) 在地人參與土石流及崩場地源頭整治，除增加就業機會外，激發居民建立出愛鄉、愛土之新價值觀。

二、生態環境效益

因整體治理而增加水土涵養功能、減少土壤沖刷、減少崩塌地面積、改善區域環境，提供動植物較佳之棲息環境、強化山坡地管理監測，確保國土資源永續利用等皆可屬於生態環境效益。而下游部分則有維持河川防災功能，確保河川區域環境安全、河堤美化、規劃自然型態等具有遊憩功能之水域等係屬此部分之效益。

- (一) 流域水土資源涵養功能增加，提高區域土壤地力，減少侵蝕。
- (二) 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。
- (三) 強化山坡地監測管理，確保水土資源永續利用。
- (四) 自然、人文環境協調，塑造水與綠之生活環境。
- (五) 規劃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。

三、風險管理效益

除了工程治理措施之外，長期水土保持計畫應特別重視非工程之風險管理措施，來降低致災風險，涵括規劃疏散避難路線、選定避難處所、地區安全警戒系統、建構觀測系統、建立自主防救災組織(或社區)、防災演練等，其具體效益除可達到避災效果外，亦能增進社區自救復原能力，可以在極短時間內通過社區有效管理制度迅速復原，以減少災害之損失。

四、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 32,666,400 元。

7.3 經濟效益評估

一、計畫成本

年計成本為投入之成本包括固定成本及運轉維護成本兩項，說明如下：

(一) 固定成本

1. 年利息：以總投資金額之X(%)計算。(總投資金額以總經費增加10%概估)

式中，X(%)：為公共工程分析之年利率，依當時利率調整。

2. 年償債基金：依總投資金額為準，依年息X%複率計算，在經濟分析年限內(採用50年)，其每年平均負擔數為總投資金額之 $X/[(1+X)^{50}-1]$ 。

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：一般以工程建造費之0.12%為保險費，0.5%為稅捐費，合計為0.62%。

(二) 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3.0%計。

二、效益分析

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

前節所述直接效益與間接效益總和約 19,600 萬元即為本計畫效益。

本計畫預計投資經費為 25,000 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，分析計畫效益約 19,600 萬元，年計成本約 11,684 萬元，益本比為 1.68，大於 1，極具投資價值。

如下表 7-3-1 所示。

表 7-3-1 益本比計算表

項目	金額(單位：萬元)
年計效益	19,600
年計成本	11,684
益本比	1.68

7.4 整治率

集水區整體治理係以河溪治理、土砂控制及坡地保育等為主軸，故可藉由各種現況整治率(complete ratio)，包含土砂生產整治率、洪峰流量整治率及環境保育整治率等，有效評估現階段水土保持處理與維護措施之整體成效，可提供作為集水區整體調查規劃工作成效之量化指標。

本計畫之整治率依其問題屬性內容可分為土砂、水流及環境保育等三種整治率進行估算。

一、土砂生產整治率：

$$CR_S(\%) = \frac{S_{so} - S_s}{S_{so} - S_{sp}} \quad (7.1)$$

式中， S_{so} ：治理規劃前集水區之泥砂生產量，以採用集水區歷史重大災害(如 921 地震、桃芝颱風..)之後的現況為原則，或一場設計暴雨條件下集水區之泥砂生產量； S_{sp} ：治理規劃時所設定之合理泥砂排放量； S_s ：現況泥砂生產量。

其中，治理規劃前集水區之泥砂生產量，採用桃芝颱風後之崩塌量為治理規劃前集水區泥砂生產量，計算得本區治理規劃前泥砂生產量為 20,745,000m³。

治理規劃時所設定之合理泥砂排放量以治理規劃前泥砂生產量扣除工程整治後防砂量估算之，為 20,705,637m³。

現況泥砂生產量依據 4.8 節之推估過程可得出泥砂生產量，由於崩塌量遠大坡面沖蝕量，就災害治理而言，本計畫乃採用崩塌量為集水區泥砂生產量，計算得本區現況泥砂生產量為 19,618,800m³。

故計算得之土砂生產整治率 CR_s 為 28.61%。

二、洪峰流量整治率：

$$CR_Q(\%) = \frac{Q_{so} - Q_s}{Q_{so} - Q_{sp}} \quad (7.2)$$

式中， Q_{so} ：治理規劃前集水區設計降雨強度之洪峰流量，以採用集水區歷史重大災害(如 921 地震、桃芝颱風)之後的現況為原則；
 Q_{sp} ：規劃時所設定之合理洪峰流量； Q_s ：現況洪峰流量。

其中，治理規劃前集水區設計降雨強度之洪峰流量，採用桃芝颱風後之洪峰流量，計算得本區治理規劃前集水區設計降雨強度之洪峰流量為 2,900.07cms。

規劃時所設定之合理洪峰流量，以完整植生覆蓋集水區之洪峰流量估算之，為 2,877.76 cms。

現況洪峰流量依據最新航拍(96 年度)進行判釋，依據其植生覆蓋程度進行洪峰流量推估，計算得本區現況洪峰流量為 2,898.79 cms。

故計算得之洪峰流量整治率 CR_Q 為 0.06%。

三、環境保育整治率：

$$CR_G(\%) = \frac{G_{so} - G_s}{G_{so} - G_{sp}} \quad (7.3)$$

式中， G_{so} ：治理規劃前集水區最大之總裸露地面積，以採用集水區歷史重大災害(如 921 地震、桃芝颱風)之後的現況為原則； G_{sp} ：規劃時所設定之合理裸露地面積； G_s ：現況集水區總裸露地面積。

其中，治理規劃前集水區最大之總裸露地面積，採用桃芝颱風後之最大總裸露地面積，計算得本區治理規劃前集水區最大之總裸露地面積為 691.50ha。

規劃時所設定之合理裸露地面積，以治理規劃前集水區最大之總裸露地面積扣除崩場地處理工程完成植生復育後崩場地面積估算之，為 688.53ha。

現況集水區總裸露地面積依據最新航拍影像(96 年度)裸露地判釋結果，計算得現況集水區總裸露地面積為 653.96ha。

故計算得之洪峰流量整治率 CR_G 為 12.64%。

四、綜合整治率

係將前述土砂生產整治率、洪峰流量整治率及環境保育整治率等進行加權相加後所取得之整治率，它表徵集水區在土砂、水體及環境等問題之綜合現況，以方程式表示，可寫為

$$CR(\%) = 0.5 \times CR_S + 0.35 \times CR_Q + 0.15 \times CR_G \quad (7.4)$$

故計算得之綜合整治率 CR 為 16.22%。