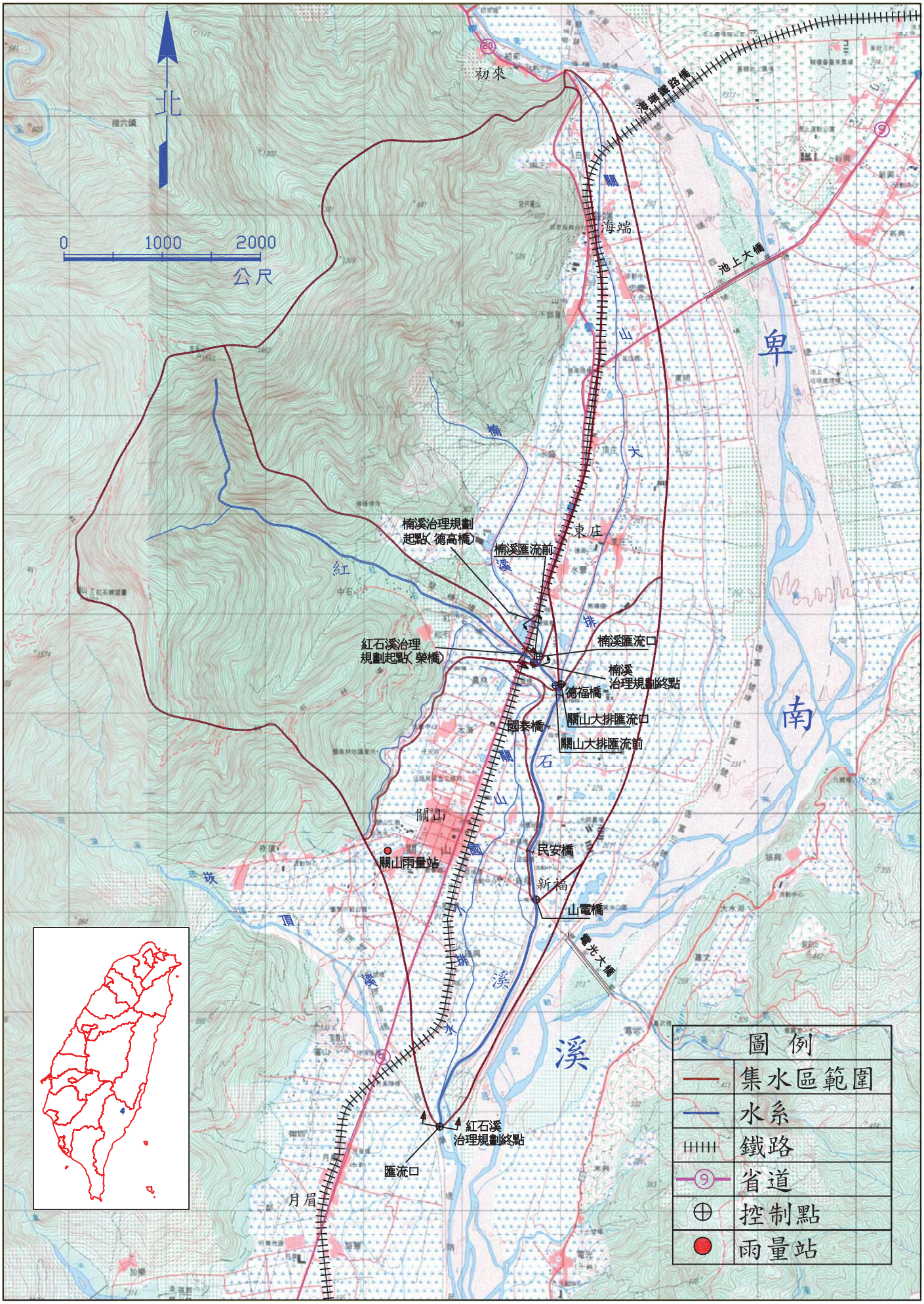
經濟部

卑南溪支流紅石溪治理規劃報告

執行機關：經　濟　部　水　利　署

主辦單位：經濟部水利署第八河川局

中 華 民 國 100年 3月



紅石溪流域位置及概況圖

目　　錄

目錄 目-1
表目錄 表-1
圖目錄 圖-1
摘要 摘-1
Abstract A-1
結論與建議 結-1

第壹章　概述 1-1
　一、緣由 1-1
　二、規劃範圍及目的 1-1

第貳章　流域一般概況 2-1
　一、人文資料調查 2-1
　　(一)　人口 2-1
　　(二)　交通 2-2
　　(三)　社會經濟 2-6
　二、地文資料蒐集 2-8
　　(一)　地形與地勢 2-8
　　(二)　地質與土壤 2-12
　　(三)　土石流潛勢溪流 2-15
　三、氣象水文資料蒐集 2-19
　　(一)　氣象 2-19
　　(二)　水文 2-20
　四、社會環境調查 2-23
　　(一)　景觀資源 2-23

(二) 機關學校 2-28
五、土地資料調查 2-29
(一) 土地利用 2-29
(二) 公私有地 2-32
六、灌溉及排水系統調查 2-32
(一) 灌溉區域 2-32
(二) 排水系統 2-32
七、水資源調查 2-35
(一) 自來水系統 2-35
(二) 水質水量保護區 2-36
(三) 地下水分區 2-37
八、下水道系統調查 2-37
(一) 既有雨水下水道系統 2-37
(二) 規劃中雨水下水道系統 2-37
九、砂石資源調查 2-41
十、河川自然資源 2-41
十一、相關計畫蒐集 2-43
(一) 相關計畫 2-43
(二) 相關治理工程計畫 2-48
(三) 相關法規蒐集 2-50

第參章 河道調查與測量 3-1
一、河道測量 3-1
(一) 河道大斷面位置選定 3-1
(二) 斷面樁埋設 3-1
(三) 河道大斷面測繪 3-1
(四) 河道地形測繪 3-1
二、河工構造物調查 3-1

(一) 防洪工程構造物 3-5
(二) 跨河構造物 3-5
三、河床質調查 3-5
四、洪災事件調查 3-6
(一) 耐特颱風淹水範圍 3-6
(二) 近年關山地區淹水事件..... 3-7
(三) 莫拉克颱風造成台東縣災情..... 3-7
五、 土地權屬調查 3-10

第肆章 水文分析..... 4-1
一、水文站 4-1
(一) 雨量站 4-1
(二) 水位流量站 4-2
二、降雨量分析 4-4
(一) 平均雨量 4-4
(二) 頻率分析 4-5
(三) 雨型分析 4-13
三、計畫流量分析 4-23
(一) 應用降雨－逕流模式推求..... 4-23
(二) 計畫流量推估檢討 4-37
四、計畫流量分配圖與說明 4-42

第伍章 河川水理特性分析..... 5-1
一、 河川特性分析 5-1
(一) 河床質分析 5-1
(二) 河道坡降 5-2
(三) 河槽型態 5-2
(四) 流路變遷 5-2

二、現況水理分析 5-5
(一) 計畫河段水理計算 5-5
(二) 河道輸砂能力分析 5-14
(三) 河川特性綜論 5-22

第陸章 河道治理計畫之研擬 6-1
一、 治理原則 6-1
二、 計畫洪水量 6-1
三、 計畫河寬及水道治理計畫線之研擬 6-1
(一) 計畫河寬 6-1
(二) 水道治理計畫線研擬 6-3
(三) 治理措施 6-4
(四) 計畫堤頂高 6-6
(五) 計畫水道縱橫斷面 6-6

第柒章 現有防洪及跨河構造物功能檢討 7-1
一、檢討原則及目的 7-1
二、現有防洪構造物堤頂高程檢討 7-1
三、現有跨河構造物安全性檢討 7-1
四、改善措施研擬 7-4
(一) 防洪構造物改善措施 7-4
(二) 跨河構造物改善措施 7-4

第捌章 綜合治水對策方案研擬 8-1
一、綜合治水對策探討 8-1
二、綜合治水原則及目標 8-1
(一) 綜合治水原則 8-1
(二) 改善目標 8-2

三、綜合治水對策及相關治理措施..... 8-2
(一) 工程措施 8-2
(二) 非工程措施 8-3

第玖章 環境營造規劃..... 9-1
一、目標與規劃原則 9-1
二、環境營造課題研析 9-7
(一) 相關法令與計畫研析 9-7
(二) 發展潛力與限制 9-9
三、治理河段生態調查與評析 9-11
(一) 環境概述 9-11
(二) 調查範圍及日期 9-12
(三) 調查方法 9-12
(四) 調查結果與分析 9-15
四、水質與水量保全 9-32
(一) 台灣河川魚類指標 9-32
(二) 水生昆蟲指標 9-33
(三) 淡水棲貝類指標 9-33
(四) 藻屬指數 9-33
五、河川環境使用分區規劃 9-34
(一) 使用分區劃分原則 9-34
(二) 分區類別與使用限制 9-35
六、河川棲地改善與復育 9-36
(一) 生物之棲地需求 9-36
(二) 棲地改善與復育規劃原則..... 9-37
七、景觀與遊憩、親水之規劃設計理念..... 9-38
(一) 國泰橋上游 9-39
(二) 國泰橋下游 9-41

(三) 山電橋附近 9-42
(四) 親水公園旁 9-44

第拾章 工程計畫 10-1
一、工程計畫原則 10-1
二、工程布置 10-1
(一) 支流楠溪規劃治理河段 10-1
(二) 主流紅石溪規劃治理河段 10-1
三、工程設計 10-2
(一) 治理工法之建議 10-3
(二) 工程規劃設計 10-3
四、工程數量及單價 10-4
五、工程費估算 10-4
(一) 工程用地費 10-4
(二) 工程建造費 10-11
(三) 總工程費 10-11

第拾壹章 經濟效益評估 11-1
一、洪災損失 11-1
二、經濟效益基本原則 11-2
三、效益分析 11-2
(一) 直接效益 11-2
(二) 間接效益 11-2
(三) 不可量化效益 11-3
四、年計成本分析 11-3
(一) 年利息 11-3
(二) 年償債基金 11-3
(三) 年運轉及維護費 11-3

(四) 年稅捐保險費 11-3
(五) 年計成本估算 11-3
五、經濟評價 11-4

第拾貳章 相關計畫及配合措施 12-1
一、相關計畫配合 12-1
(一) 土地利用之配合 12-1
(二) 都市計畫之配合 12-2
(三) 橋梁工程之配合 12-2
(四) 水利會取水設施之配合..... 12-2
(五) 流域水土保持計畫之配合..... 12-3
(六) 排水流入工之配合 12-3
(七) 區域排水改善之配合 12-3
(八) 計畫區內相關治理計畫之配合..... 12-3
(九) 強化淹水預警及災害防救..... 12-4
二、河川管理注意事項 12-4
(一) 河川管理 12-4
(二) 構造物施設與濫建之管理..... 12-4
(三) 水質與環境之維護 12-4
三、相關權責單位配合之事項 12-5

附件一 紅石溪水道治理計畫及重要工程布置圖
附件二 紅石溪水道治理計畫洪水到達區域圖
附件三 紅石溪水道治理計畫公私有地分布圖
附件四 紅石溪水道治理計畫地形圖

附錄一　工作人員名單
附錄二　重要公文函件
附錄三　歷次審查意見處理情形
附錄四　參考文獻
附錄五　氣象資料統計
附錄六　紅石溪主河道周邊土地清冊
附錄七　Horner 公式雨型計算表
附錄八　植物名錄
附錄九　台東縣關山鎮紅石溪環境及工作照

表目錄

表 2-1　計畫區人口統計表 2-2
表 2-2　計畫區周邊道路路段狀況 2-4
表 2-3　計畫區周邊道路交通量 2-5
表 2-4　流域坡度分析表 2-10
表 2-5　流域坡向分析表 2-11
表 2-6　紅石溪流域土石流潛勢溪流分布範圍 2-17
表 2-7　台東地區氣象資料統計 2-19
表 2-8　瑞源流量站月平均流量 2-21
表 2-9　新武呂(4)流量站月平均流量 2-21
表 2-10 計畫區排水路基本資料一覽 2-35
表 2-11 關山鎮雨水下水道(竣工)統計表 2-38
表 2-12 關山鎮雨水人孔(竣工)統計表 2-38
表 2-13 關山鎮雨水下水道(規劃中)統計表 2-40
表 2-14 關山地區物種名錄 2-42
表 2-15 變更暨擴大關山都市計畫土地使用面積分配表 2-44
表 2-16 紅石溪既有治山防災工程計畫 2-49
表 2-18 本計畫相關法規架構表 2-53
表 2-17 紅石林道既有治山防災工程計畫 2-51
表 3-1　紅石溪河道斷面樁埋設成果表 3-2
表 3-2　紅石溪計畫河段現有跨河構造物統計表 3-5
表 3-3　紅石溪河床質代表粒徑分析成果表 3-6
表 3-4　近 3 年關山地區淹水地點調查表 3-9
表 4-1　本計畫區鄰近雨量站況表 4-2
表 4-2　卑南溪流域現有流量站況表 4-3
表 4-3　徐昇氏雨量站權重表 4-4
表 4-4　本計畫流域年最大 24 小時暴雨量序列表 4-6
表 4-5　本計畫流域年最大 48 小時暴雨量序列表 4-7
表 4-6　本計畫流域各重現期 24 小時雨量推算成果表 4-8

表 4-7　本計畫流域各重現期 48 小時雨量推算成果表 4-8
表 4-8　本計畫流域 24 小時暴雨機率分布適合度分析成果表 4-10
表 4-9　本計畫流域 48 小時暴雨機率分布適合度分析成果表 4-11
表 4-10 本計畫流域各重現期 24 小時及 48 小時暴雨量 4-12
表 4-11 本計畫選用暴雨記錄一覽表 4-13
表 4-12 數場暴雨資料 24 小時降雨設計降雨雨型表 4-16
表 4-13 數場暴雨資料 48 小時降雨設計降雨雨型表 4-17
表 4-14 本計畫流域各控制點基本地文參數表 4-21
表 4-15 新武(3)站各重現期 Horner 公式常數表 4-22
表 4-16 本計畫合理化公式法洪峰流量計算成果表 4-25
表 4-17 本計畫三角型單位歷線參數表 4-26
表 4-18 本計畫流域各控制點三角型單位歷線表 U(0.4,t)..... 4-29
表 4-19 本計畫三角型單位歷線法洪峰流量分析成果表 4-34
表 4-20 本計畫瞬時單位歷線參數表 4-36
表 4-21 本計畫流域各控制點瞬時單位歷線表 4-39
表 4-22 本計畫瞬時單位歷線法洪峰流量分析成果表 4-40
表 4-23 本計畫洪峰流量分析成果比較表 4-41
表 4-24 計畫流量採用成果表 4-43
表 5-1　本計畫起算水位比較表 5-5
表 5-2　n 值計算表 5-7
表 5-3　河道現況建議曼寧粗糙係數 n 值 5-7
表 5-4　局部損失係數參考表 5-10
表 5-5　紅石溪現況水理演算成果表 5-15
表 5-6　楠溪現況水理演算成果表 5-16
表 5-7　紅石溪現況通洪斷面分析成果表 5-18
表 5-8　紅石溪橋樑通洪斷面分析成果表 5-19
表 5-9　紅石溪現況輸砂能力計算成果表 5-21
表 6-1　本計畫各治理規劃河段計畫河寬計算表 6-2

表 6-2　紅石溪計畫水理演算成果表 6-6
表 6-3　楠溪計畫水理演算成果表 6-8
表 6-4　紅石溪計畫水理輸砂能力計算成果表 6-9
表 7-1　紅石溪現有防洪構造物堤頂高度不足統計表 7-2
表 7-2　紅石溪現況橋梁通洪斷面分析成果表 7-3
表 8-1　紅石溪流域內防災保全區域概況 8-5
表 9-1　植物歸隸特性 9-16
表 9-2　紅石溪與楠溪匯流口草生樣區 9-17
表 9-3　民安橋草生樣區 9-17
表 9-4　關山鎮環保親水公園下游草生樣區 9-18
表 9-5　台東縣關山鎮紅石溪鳥類資源表 9-19
表 9-6　台東縣關山鎮紅石溪兩棲爬蟲類資源表 9-21
表 9-7　台東縣關山鎮紅石溪魚類資源表 9-22
表 9-8　台東縣關山鎮紅石溪底棲生物類資源表 9-24
表 9-9　卑南溪支流紅石溪治理規劃浮游植物資源表 9-25
表 9-10　卑南溪支流紅石溪治理規劃浮游動物資源表 9-28
表 9-11　卑南溪支流紅石溪治理規劃附生藻類資源表 9-30
表 10-1　本計畫治理規劃河段防洪工程加高及改建數量統計表 10-2
表 10-2　本計畫新建堤防工程每公尺造價分析表 10-7
表 10-3　本計畫既有堤防加高工程每公尺造價分析表 10-8
表 10-4　本計畫工程用地費估算表 10-10
表 10-5　本計畫工程建造費估算表 10-11
表 11-1　紅石溪流域各重現期距可能淹水損失估算表 11-2
表 11-2　本計畫年計成本估算表 11-4

圖目錄

圖 2-1　紅石溪流域行政區域圖 2-1
圖 2-2　計畫區交通系統圖 2-3
圖 2-3　紅石溪流域地形圖 2-8
圖 2-4　紅石溪流域坡度圖 2-9
圖 2-5　紅石溪流域坡向圖 2-10
圖 2-6　紅石溪流域地質圖 2-12
圖 2-7　紅石溪流域土壤分布圖 2-14
圖 2-8　紅石溪流域週邊活動斷層分布圖 2-15
圖 2-9　計畫區土石流潛勢溪流分布圖 2-16
圖 2-10 紅石溪流域鄰近流量站月平均流量變化圖 2-22
圖 2-11 計畫區休閒景觀設施位置圖 2-24
圖 2-12 關山親水公園 2-26
圖 2-13 環鎮自行車道 2-27
圖 2-14 計畫區土地利用圖 2-30
圖 2-15 變更暨擴大關山都市計畫示意圖 2-31
圖 2-16 台東農田水利會關山大圳灌溉圳路平面圖 2-33
圖 2-17 紅石溪流域排水系統分布圖 2-34
圖 2-18 紅石溪流域水質水量保護區位置圖 2-36
圖 2-19 關山都市下水道分布圖 2-39
圖 2-20 紅石溪流域林班地及林道既有工程位置圖 2-46
圖 3-1　近 3 年計畫流域附近淹水災害位置圖 3-8
圖 4-1　本計畫鄰近雨量站位置圖 4-1
圖 4-2　卑南溪流域現有流量站位置圖 4-3
圖 4-3　本計畫流域徐昇氏圖 4-4
圖 4-4　本計畫 24 小時暴雨量頻率曲線及機率點繪圖 4-12
圖 4-5　本計畫 48 小時暴雨量頻率曲線及機率點繪圖 4-12
圖 4-6　數場暴雨 24 小時累積雨量百分比分布圖 4-15
圖 4-7　數場暴雨 48 小時累積雨量百分比分布圖 4-15

圖 4-8　數場暴雨 24 小時設計降雨雨型圖 4-18
圖 4-9　數場暴雨 48 小時設計降雨雨型圖 4-18
圖 4-10 Horner 公式 24 小時設計降雨雨型圖 4-22
圖 4-11 Horner 公式 48 小時設計降雨雨型圖 4-23
圖 4-12 楠溪匯流口三角型單位歷線圖 4-27
圖 4-13 關山大排匯流口三角型單位歷線圖 4-27
圖 4-14 楠溪匯流前三角型單位歷線圖 4-27
圖 4-15 關山大排匯流前三角型單位歷線圖 4-28
圖 4-16 山電橋三角型單位歷線圖 4-28
圖 4-17 匯流口處三角型單位歷線圖 4-28
圖 4-18 匯流口流量歷線圖（一） 4-35
圖 4-19 匯流口處流量歷線圖（二） 4-35
圖 4-20 楠溪匯流口瞬時單位歷線圖 4-38
圖 4-21 關山大排匯流口瞬時單位歷線圖 4-38
圖 4-22 楠溪匯流前瞬時單位歷線圖 4-38
圖 4-23 關山大排匯流前瞬時單位歷線圖 4-38
圖 4-24 山電橋瞬時單位歷線圖 4-38
圖 4-25 匯流口瞬時單位歷線圖 4-38
圖 4-26 匯流口處流量歷線圖 4-40
圖 4-27 紅石溪流域計畫流量分配圖 4-43
圖 5-1　紅石溪計畫河段河床質粒徑分布與河道縱斷面關係圖 5-1
圖 5-2　本計畫規劃河段縱斷面圖 5-3
圖 5-3　紅石溪流路變遷圖 5-4
圖 5-4　本計畫河道現況縱斷面圖 5-17
圖 6-1　本計畫河道整理示意圖 6-5
圖 6-2　本計畫河道計畫縱斷面圖 6-10
圖 6-3　本計畫河道計畫橫斷面圖（一） 6-11
圖 6-4　本計畫河道計畫橫斷面圖（二） 6-12
圖 8-1　紅石溪流域疏散避難路線圖 8-6

圖 9-1　卑南溪支流紅石溪環境營造規劃分區圖 9-2
圖 9-2　低灘地生態池剖面示意圖 9-37
圖 9-3　紅石溪生態規劃軸心理念 9-39
圖 9-4　紅石溪國泰橋上游小水塘生態棲地營造復育點位圖 9-40
圖 9-5　紅石溪國泰橋上游小水塘生態棲地營造復育剖面示意圖 9-40
圖 9-6　紅石溪國泰橋下游環境改善區段圖 9-41
圖 9-7　紅石溪國泰橋下游環境現況及改善建議圖 9-42
圖 9-8　紅石溪山電橋上游環境現況 9-42
圖 9-9　紅石溪山電橋附近親水遊憩空間改善區位圖 9-43
圖 9-10 紅石溪山電橋附近親水遊憩空間改善剖面示意圖 ... 9-43
圖 9-11 紅石溪山電橋附近親水遊憩空間模擬示意圖 9-44
圖 9-12 卑南溪支流紅石溪親水公園旁環境現況 9-45
圖 9-13 紅石溪親水公園旁小水塘生態棲地營造區位圖 9-45
圖 9-14 紅石溪親水公園旁小水塘生態棲地剖面示意圖 9-46
圖 10-1 本計畫新建堤防示意圖 10-5
圖 10-2 本計畫既有堤防加高示意圖 10-6
圖 11-1 農地浸水深度與作物減產關係曲線圖 11-1

摘　要

一、流域概況

紅石溪流域位於台東縣東北端，花東縱谷南端，屬卑南溪沖積原野地，兩側山脈夾峙，背（西）有中央山脈為枕，面（東）有秀麗的都蘭山為鞍。紅石溪為卑南溪支流，流域面積約 35.50 平方公里，主流長度約 10.60 公里。紅石溪主流沿山谷東流經省道台九線與其支流楠溪匯流而下，再與關山大排匯流後略折西南向，之後經新福與卑南溪右岸堤防約略平行，於堤防堤尾附近與崁頂溪匯流後再流入卑南溪。

二、規劃範圍與目的

本計畫規劃範圍，紅石溪河道主流部分：自與崁頂溪匯流處迄省道台九線榮橋，長度約計 4,990 公尺，支流無名溪部分：自與主流紅石溪匯流口迄台九線德高橋，長度約計 481 公尺，合計規劃總長度約 5,471 公尺。

規劃目的在考量本河段之河川特性、現有防洪設施及跨河構造物及流域內農工商業之發展等，研擬綜合治理措施以減輕水患，維持河川水流正常機能，並維持河道自然平衡，俾供作為紅石溪河川管理及治理措施實施之依據。

三、水文分析

(一)　洪水量分析

本計畫流域各重現期距洪峰流量議採用數場暴雨 24 小時雨型配合三角型單位歷線法之計算結果如摘表 1 所示。

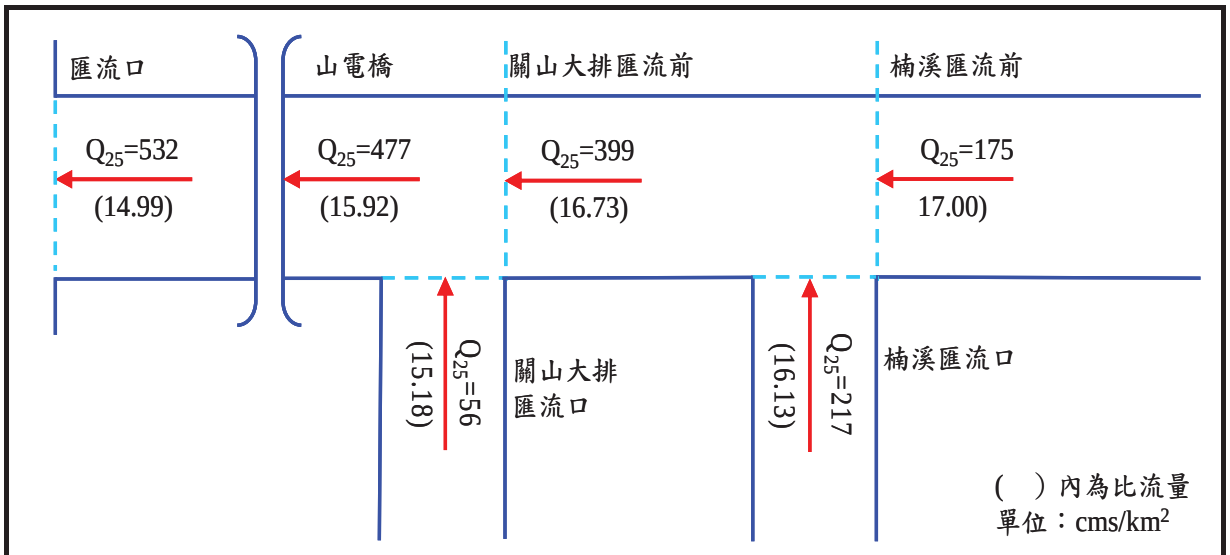
摘表 1　本計畫流量採用成果表

控制點	集水面積A (平方公里)	重現期(年)					
		2	5	10	25	50	100
楠溪匯流口	13.47	92 (6.83)	140 (10.40)	173 (12.87)	217 (16.13)	251 (18.63)	286 (21.20)
關山大排匯流口	3.69	24 (6.40)	36 (9.77)	45 (12.10)	56 (15.18)	65 (17.54)	74 (19.97)
楠溪匯流前	10.28	74 (7.21)	113 (10.97)	140 (13.57)	175 (17.00)	202 (19.63)	230 (22.34)
關山大排匯流前	23.84	169 (7.09)	257 (10.79)	318 (13.35)	399 (16.73)	460 (19.31)	524 (21.98)
山電橋	29.93	201 (6.72)	307 (10.26)	380 (12.70)	477 (15.92)	550 (18.39)	627 (20.93)
滙流口	35.50	224 (6.31)	342 (9.64)	424 (11.94)	532 (14.99)	615 (17.32)	700 (19.71)

註：1.流量單位：cms
　　2.括弧內數字為比流量：cms/km^2

(二)　計畫洪水位

本計畫紅石溪屬卑南溪（中央管河川）之支流，其計畫洪水量擬採用 25 年重現期距洪峰流量之水位加 1.0 公尺出水高。本計畫流域各控制點計畫流量配置如摘圖 1 所示。



摘圖 1　紅石溪流域計畫流量分配圖

四、河川水理特性

(一) 河川特性

1、 河道坡降

本計畫各河道縱坡變化係屬於一般河川上凹曲線之型態，上游之坡降略大而下游坡降較小，但上下游的坡降差異並不大，其中紅石溪平均坡度約為 1/100，楠溪平均坡度約為 1/90。

2、 河槽型態

本計畫河段在紅石溪主流部分，現況河寬大致在 40 公尺~80 公尺之間。在支流楠溪部分，計畫河段之河寬約在 30~40 公尺之間。由於本計畫河段有農田灌溉之尾水排入，因此河道中常時有水流但流量不大，有自然形成之低水流路蜿蜒於河槽之中。

3、 流路變遷

本計畫河段河寬不大且兩岸堤防均已施作，因此各年之河道流路雖略有不同，但差異不大。大致而言，紅石溪在楠溪及關山大排滙入時流路較偏左岸，其餘部分之河段流路大多位於河道中心位置。

(二) 現況水理

本計畫採用 HEC-RAS 程式進行水理演算，同時利用河床質調查結果以 Shocklitsch 公式估算計畫河道內各斷面輸砂能力，

1、 斷面資料

水理分析範圍河道斷面資料採用第八河川局於 98 年度辦理之「卑南溪大斷面測量」計畫中紅石溪河道測量成果。

2、 起算水位

水理分析之起算水位採用紅石溪匯流口的正常水深水位計算值。

3、 曼寧粗糙係數

經現場踏勘河床植生覆蓋情況，包括植生種類、分布狀況及密度等，本計畫河道曼寧 n 值採用 0.03。

4、 輸砂能力

由紅石溪現況輸砂能力分析可知，在斷面 1、2、8、10、11、12-1、14-1、15 及 17 等其輸砂能力皆超過 1,000 公斤/秒，可見前述斷面在相同的流況下較易受到沖刷。而在斷面 11-2、15-1、17-1、18-1 及 19-1 等其輸砂能力皆不足 100 公斤/秒，這些斷面則可視為較易淤積之河段。

五、河道治理計畫

(一) 計畫河寬

由於本計畫治理規劃河段兩岸皆已施作堤防或護岸，為避免徵用私有地影響計畫期程，治理計畫採用河寬初步以現況河寬為主要考量（摘表 2）。

摘表 2 本計畫各治理規劃河段計畫河寬計算表

主支流	治理規劃河段	計畫流量 (cms)	台灣一般計畫河寬相關公式(m)	日本河川計畫一般標準(m)	治理計畫採用河寬(m)
支流楠溪	台9線德高橋 ~ 與紅石溪匯流口	217	15~47	28~45	20
主流紅石溪	台9線榮橋~ 楠溪匯流口	175	12~38	24~38	25
	楠溪匯流口~ 關山大排匯流口	399	27~85	45~71	25
	關山大排匯流口~ 山電橋	477	32~101	51~82	30~56
	山電橋~ 與崁頂溪滙流口	532	35~112	55~89	44~81

(二) 水道治理計畫線研擬

1、 支流楠溪

自台 9 線德高橋開始以既設堤防為劃設，至斷面 2 時以 20 公尺的河寬順接無名橋上下游的現有堤防，往下則繼續以既有堤防劃設水道治理計畫線。

2、 主流紅石溪

(1) 斷面 1 至斷面 9

自山電橋開始沿現有堤防劃設，直至崁頂溪匯流口連接崁頂溪水道治理計劃線。

(2) 斷面 9-1 至斷面 17

自斷面 17 開始沿既有堤防劃設，至斷面 15 時以 30 公尺的河寬順接國泰橋上下游的現有堤防，往下游則繼續沿現有堤防劃設治理計畫線，至斷面 13 時以 30 公尺的河寬順接上下游之既有堤防，之後再沿既有堤防劃設治理計畫線至山電橋。

(3) 斷面 17-2 至斷面 18

自斷面 18 處開始沿既設堤防劃設，至斷面 17 時以 30 公尺的河寬順接德福橋上下游的現有堤防，往下則繼續以既有堤防劃設水道治理計畫線。

(4) 斷面 18-1 至斷面 20-1

沿兩岸既有堤防劃設。

(三) 治理措施

1、 支流楠溪

斷面 1~斷面 2 之河段右岸需新建堤防放寬河道至 20 公尺，左岸之堤防堤頂高程則依計畫水位加計出水高進行加高改善。

2、 主流紅石溪

(1) 斷面 1 至斷面 9

以河道整理進行改善。

(2) 斷面 9-1 至斷面 17

國泰橋及民安橋須進行改建，斷面 9-1 至斷面 17 進行河道整理，右岸堤防在斷面 10~14、斷面 15-1~16 之間進行加高改善。左岸堤防在斷面 11-2~14、斷面 15-1~16 間進行加高改善。

(3) 斷面 17-2 至斷面 18

德福橋須進行改建，右岸堤防在斷面 17-2~18 之間需進行加高改善。左岸堤防在斷面 17-1~18 之間需進行加高改善。

(4) 斷面 18-1 至斷面 20-1

本河段已符合計畫通水需求，不需進行改善。

六、綜合治水對策

本計畫綜合治水對策將同時採用工程與非工程措施分述如後：

(一) 工程措施

1、 集水區治理

(1) 東縣 DF017：河道淤積嚴重，建議增設防砂工程。

(2) 東縣 DF021：現河道尚淤積大量土石，但經水土保持局整體治理規劃後，已漸趨穩定狀態。

(3) 東縣 DF018：中游河段常有洪害，建議施作相關工程保護農地。上游寺廟建築緊鄰河道，建議主管機關應了解有無違規情形，並輔導其加強水保設施，以防坡地災害發生。

(4) 東縣 DF013：河道現況穩定，但下游鐵路處河道縮減嚴重，建議於中游處設置沉砂區，減少下游淤積。

2、 河道治理

本計畫治理規劃河段之防洪構造物，經水理檢討後若有堤頂高程不足時以堤頂加設防洪牆的方式進行改善，若現況河道寬度小於計畫河寬時，建議將現有堤防或護岸進行改建。另外，而跨河構造物的部分包括楠溪的無名橋及紅石溪的德福橋、國泰橋與民安橋等四座橋梁需進行改建。

3、 環境營造

本計畫環境營造兼顧區域內的排水灌溉、生態保護、休閒遊憩功能等，藉由規劃的過程發展該地區水域環境永續經營的願景，將水域空間由邊緣化的角色轉為空間的主軸，串連周邊景觀特色、人文歷史、生態環境等營造多樣化的風貌。

(二) 非工程措施

1、 災害預報

(1) 主管機關應隨時掌握最新颱風或豪雨之氣象動態，並與其保持動態聯繫，透過連線取得雨量資料與氣象衛星雲圖等氣象資訊，進行監控。

(2) 紅石溪上游流域有水土保持局建立之土石流潛勢溪流基本資料，建議長期蒐集與調查以作為本計畫流域災害警戒基準值之參考。

(3) 相關防救災單位加強雨量監測之研究與警報系統之開發，藉由歷次預報警報之發布與各項措施之研擬，提昇預報、警報發布時機之準確性。

2、 災害預警

(1) 當中央氣象局發布颱風警報或豪雨特報後，相關單位應成立災害應變小組或災害應變中心。

(2) 若氣象預報降雨可能超過警戒雨量時，應迅速將相關資訊傳達至民眾降低人員傷亡及財物損失。

3、 災害應變

若本計畫區內經研判有疏散居民的必要時，紅石溪流域內關山鎮各里防災保全區域概況如摘表 3。

摘表 3 紅石溪流域內防災保全區域概況

里別	水災危險潛勢區	主要避難場所	保全戶數	避難路線	保全區域概況
德高里	5、18、8、9、23 鄰	德高里活動中心	189 戶	由台 9 線省道轉德高里聯外道路前往避難場所	此區域地勢較低窪，且關山大排有溢淹之危險。保全區及附近有德高國小，其週邊聚落密集。
豐泉里	7、8 鄰	豐泉里活動中心	45 戶	由台 9 線省道轉豐泉里聯外道路前往避難場所	此區域地勢較低窪，且紅石溪有溢淹之危險。保全區及附近有慈濟醫院關山分院、公路局第五工務段辦公室等。
中福里	—	中福里活動中心	—	由台 9 線省道轉中福里聯外道路前往避難場所	此區域地勢較低窪，且紅石溪有溢淹之危險。保全區及附近有關山國小、關山工商、關山鎮公所、台電關山服務所、水利工作站、自來水給水站、衛生所、老人會館、天主堂、天后宮等機關學校及公共設施。
里壟里	3、20、21 鄰	里壟里活動中心	35 戶	由里內的民權路、學東路前往避難場所	此區域地勢較低窪，且里壟排水有溢淹之危險。保全區及附近有關山火車站、鐵路警察局、關山鎮代表會、關山國中、圖書館等機關學校及公共設施。

資料來源：台東縣水災危險潛勢地區保全計畫，台東縣政府，民國 98 年。

4、 土地使用管理

目前本計畫區尚未劃設都市計畫及區域計畫，未來相關計畫應與本計畫密切配合，水患區土地利用之基本原則一為可確保行水區水流之暢通，另一為不與水爭地，並管制土地之合理利用，以降低水患引起之災情。

七、環境營造規劃

紅石溪位處關山鎮環保親水公園旁，流經的區域亦多為平坦的水田，因此屬於低密度開發利用的環境，以生態資源保存、利用與復育為核心，在以融合防洪排水、自然教育、污染防治、農業用水、景觀及遊憩等多重功能下，利用簡易環境營造手法，以達防洪與自然體驗並重的目的。

(一) 國泰橋上游

將國泰橋上游河段劃為生態保育區，以保育珍貴稀有物種為優先考量。審視紅石溪現有環境並無於洪汛期或乾旱時，可供菊池氏細鯽穩定的棲地，因此營造適合此緩流及埤塘靜水域魚種繁衍避難（洪水）的空間-小水塘有其必要。於此小水塘的營造極為簡易且取自天然素材，避免水泥製品。於此水塘中可栽種浮葉植物如馬來眼子菜、沉水植物如馬藻等除提供菊池氏細鯽產卵需求外，亦可淨化水質。

(二) 國泰橋下游

本河段雖無較大腹地供親水遊憩空間，惟覆蓋在消波塊上的藤蔓植物顯示：部份消波塊遠高於尋常水位。過大的孔隙及高低起伏的水泥塊對此小尺度的溪流而言，易對於岸邊活動的遊憩行為造成安全上的威脅。因此可將過大孔隙及高低突出物以砂石填補。對自然景觀亦有所助益。

(三) 山電橋附近

本河段地勢平緩，水流較緩，親水性高，適合作為戲水等遊憩活動。因此只要在平台附近護岸設置簡易有趣階梯至溪床即可。而基於安全考量及提供戲水者歇憩，則擬於河道邊嵌入塊石。

(四) 親水公園旁

將此河段劃為自然觀察區，營造適合緩流及埤塘靜水域魚種（如台灣石鮒）繁衍避難（洪水）的空間-水窪地，並種植香蒲、過溝蕨等水生植物，可提供彩鷸等涉禽及蛙類的棲地。而此河段以觀察自然生態為主要訴求，因此在解說牌的設置上，有其必要性。設置的點位以堤內堤防坡面為優先考量，而顧及戶外解說牌因長期日照而易使解說圖文印刷品受損，因此宜設置在有樹冠遮蔭處較佳。

八、工程計畫

(一) 工程布置

1、 支流楠溪

由水理分析結果可知，楠溪自斷面 2（無名橋）開始，現況河道寬度不足，因此斷面 2 至斷面 1 之間的右岸堤防需要改建以增加河寬，此段堤防改建長度約 312 公尺，而左岸堤防斷面 2 至斷面 1 之間堤頂高度不足需加高改善，長度約 330 公尺。

2、 主流紅石溪規劃治理河段

目前紅石溪自斷面 1 至斷面 9-1 及斷面 18-1 至斷面 20-1 的河道斷面可符合本計畫之通水需求，尚無更新改善之必要，斷面 10 至斷面 18 之有部分堤防需加高改善，總加高長度約 3,546 公尺。

(二) 工程經費

本計畫工程用地費約新台幣 2,775 萬元，工程建造費新台幣 2,280 萬元，合計本計畫總工程費約為新台幣 5,055 萬元。

九、經濟效益

(一) 年計效益

1、 直接效益

本計畫直接效益約為新台幣 57 萬元。

2、 間接效益

在計畫工程實施後，可有效減免洪災，進而提高農地利用價值，促進區域繁榮及農村發展等之間接效益擬以直接效益之 25%概略計之，每年約新台幣 15 萬元。

3、 不可量化效益

本計畫實施後，可增加生命財產之保障、環境之改善、生活品質之提昇、並可促進區域之發展。

(二) 年計成本

本計畫年計成本係由總工程經費計算，每年應分擔之成本包括年利息、年償債基金、年期中換新準備金、年運轉維護費用與年稅捐保險費，本計畫年計成本約為 297 萬元。

(三) 經濟評價

本治理計畫益本比為 0.24，計畫實施後對河道兩岸土地及農作將有更進一步之保障，農業產值及觀光效益得以提高，同時可促進物產流通及地方繁榮，此等皆為本計畫無法量化之效益。防洪工程一般亦視為政府保護人民生命、財產安全之基本建設，攸關人們生命財產之保護及國土保全，故本計畫相關治理措施建議應提早實施。

Abstract

I. Background information

Hong-Shi River is located at the northeast end of Taitung County, at the south end of Huatung Valley, an alluvial plain of Peinan River. Hong-Shi River is a tributary of Peinan River with a total drainage area of 35.65 square kilometers and 10.6 kilometers of main stream length. The mainstream of Hong-Shi River flows along the highway no. 9 and converges with Guanshan Channel and bound for southwest, then goes along with Kanding River and flows into Peinan River.

II. Scope and purpose

The total planning scope is 5,471 meters in length including the mainstream of Hong-Shi River, 4,990 meter in length, from the converging point of Peinan River to the Ron Bridge upon Highway no. 9. For the Nan tributary, the length from the converging point to Degou River upon Highway No.9. is 481 meters.

In considering with the characteristics of the river, existing flood prevention facilities, crossing structures and industrial development of the river basin, the purpose of this project aims to develop a management plan to relieve inundation and maintain the mechanism and natural balance of river flow.

III. Hydrological analysis

1. Flood discharge

Based on several return period intervals and peak discharge with 24 hours rainfall pattern, the result by using the Triangular Unit Hydrograph method is shown in Table. 1.

Table 1. River flow adopted result of the project

Control Point	Catchment Area A (square kilometer)	Recurrence Period (year)					
		2	5	10	25	50	100
Nan River Convergence	13.47	92 (6.83)	140 (10.40)	173 (12.87)	217 (16.13)	251 (18.63)	286 (21.20)
Guanshan Channel Convergence	3.69	24 (6.40)	36 (9.77)	45 (12.10)	56 (15.18)	65 (17.54)	74 (19.97)
Nan River pre-Confluence	10.28	74 (7.21)	113 (10.97)	140 (13.57)	175 (17.00)	202 (19.63)	230 (22.34)
Guanshan Channel Pre-confluence	23.84	169 (7.09)	257 (10.79)	318 (13.35)	399 (16.73)	460 (19.31)	524 (21.98)
Shandian Bridge	29.93	201 (6.72)	307 (10.26)	380 (12.70)	477 (15.92)	550 (18.39)	627 (20.93)
Convergence	35.50	224 (6.31)	342 (9.64)	424 (11.94)	532 (14.99)	615 (17.32)	700 (19.71)

ps.1.Flow unit：cms

2.Figures in brackets denote flow ratio：cms/km^2

2. Flood level

Hong-Shi River is a tributary of Peinan River (central government administered). The flood level is designed by 25 years return period peak discharge with one meter freeboard. The flow distribution of each control point is as in Fig. 1.

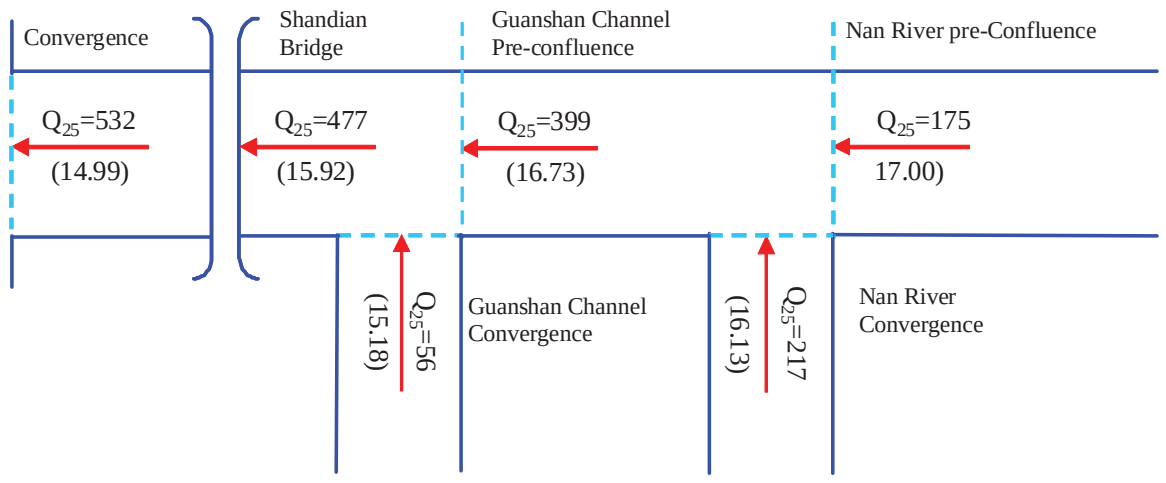


Fig 1. Flow distribution of Hong-Shi River Basin

IV. Hydraulic characteristics

1. River characteristic

(1) River slope

The channel slope variation of this project can be classified as general concave upward. Upstream slope is slightly greater than downstream slope. The average slope of Hong-Shi River is 1/100 and 1/90 for Nan River.

(2) Pattern

The river width of Hong-Shi River mainstream is about 40~80 meters and 30~40 meters for Nan River. Since there's only some irrigation tail water discharge into the river, therefore, the flow rate is small with the meandering reach.

(3) Flow route variation

The flow path variation for each year is no so obvious because the river width within scope is not wide and the embankment constructions for two sides are completed.

Generally speaking, the flow path of Hong-Shi is left skewed at the convergence of Nan River and Guanshan channel.

2. Current status

HEC-RAS program was applied in this project for hydraulic routing and Shocklitsch formula was used to evaluate the sediment transportation capacity for each section of the river way.

(1) Section profile

The river cross section data of Hong-Shi River applied in the hydraulic analysis in this study is from the project of "Peinan River Large Cross Section Measurement" of Eighth River Management Office in 2009.

(2) Initial water level

The initial water level applied for the hydraulic analysis is the calculated value of normal water depth level of Hong-Shi River convergence.

(3) Manning's coefficient of roughness

According to the on-site visit result of the river bed vegetation coverage including varieties, distribution and density, the Manning n value for this project is 0.03.

(4) Sediment transportation capacity

From the current sediment transportation capacity analysis result, it is known that for cross sections 1, 2, 8, 10, 11, 12-1, 14-1, 15 and 17, the sediment transportation capacity are over 1,000 kg/sec. under the same flow condition, the above sections are more likely to be eroded.

For sections 11-2, 15-1, 17-1, 18-1 and 19-1, the sediment transportation capacity are under 100kg/sec. Therefore, these sections can be considered as easily deposited.

V. River management plan

1. River width

Since the both sides of the river for this project are restricted with embankment or revetment. To avoid the complicated process of private land requisition, the current river width is proposed here(Table 2).

Table 2. Project river width calculation chart

Main Tributary	River Planning Section	Project Flow Volume（cms）	Relevant river wide formula for Taiwan（m）	General standard for river planning in Japan（m）	River wide porposed in this project（m）
Nan River (tributary)	Highway No.9 Degou Bridge to the convergence of Hong-Shi River	217	15~47	28~45	20
Hong-Shi River (mainstream)	Highway No.9 Ron Bridge to the convergence of Nan River	175	12~38	24~38	25
	Nan River convergence to Guanshan Channel convergence	399	27~85	45~71	25
	Guanshan Channel convergence to Shandian Bridge	477	32~101	51~82	30~56
	Shandian Bridge to Peinan River convergence	532	35~112	55~89	44~81

2. Development of waterway management plan

(1) Nan River (tributary)

The planning point started from the existing embankment of Degou Bridge upon Highway No.9 till the cross section two which connected with the existing embankment of Nameless Bridge's upstream and downstream with 20 meters river width.

(2) Hong-Shi River (mainstream)

A. Cross section1 to 9

From the existing embankment of Shandian Bridge to Peinan River convergence and connect Peinan River waterway management line.

B. Cross section 9-1 to 17

From cross section 17, the planning goes along the existing embankment, till section 15, the river width will be 30 meters and connect to the existing embankment of Guotai Bridge's upstream and downstream. At corss section no.13, the river width will be 30 meters and merge into the existing embankment then goes along the planning line to Shandian Bridge.

C. Cross section 17-2 to 18

From cross section 18, the planning line goes along the existing embankment until cross section 17. The river width will be 30 meters and connect with the existing embankment of Defu Bridge's upstream and downstream and goes along with the existing embankment.

D. Cross Section 18-1 to 20-1

The planning line will follow the existing embankment.

3. Management measures

(1) Nan River (tributary)

In section 1 and 2, the watercourse enlargement to 20 meters at the riverbank right and the embankment height reinforcement to the riverbank left are suggested.

(2) Hong-Shi River (mainstream)

A. Section 1 to 9

Watercourse collation and reorganization is proposed.

B. Section 9-1 to 17

The renovation of Guo-Tai Bridge and Ming-An Bridge is necessary, section 9-1 to 9-17 waterway reorganization, right riverbank heightening of section 10 to 14 and 15-1 to 16 and heightening of section 11-2 to 14 and 15-1 to 16 to the riverbank left are recommended.

C. Section 17-2 to 18

De-Fu Bridge renovation is needed, right riverbank heightening of section 17-2 to 18 and riverbank left of section 17-1 to 18 are required.

D. Cross section 18-1 to 20-1

This river reach corresponds with the project

requirement, no improvement and amendment is needed.

VI. Water management strategy

The comprehensive water management strategy for this project will apply both engineering and non-engineering measures as follows:

1. Engineering measeures

(1) Watershed management

According to the potential debris flow torrent in the basin, the water and soil conservation management measures includes:

A. Taitung County DF017: River erosion control is need for severely silted waterway.

B. Taitung County DF021: Serious debris deposition in the waterway, after the overall management work by Soil and Water Conservation Bureau, the situation has relieved.

C. Taitung County DF018: flood occurs in midstream, relevant engineering work is necessary to protect farmland. Temples in the upstream is close to the river, it is suggested that the authority should learn if there's any violations to the laws and regulations. Water conservation should be reinforced to avoid slop land disasters.

D. Taitung DF013: stable in current status, but the constrain of waterway in downstream near railroad is severe. A sediment area in midstream is suggested to

relieve the silting situation at downstream.

(2) Waterway management

The existing flood prevention facilities will be evaluated and improvement plan will be proposed such as additional flood wall installation and embankment renovation. Besides, there are four bridges including Wu-Min Bridge upon Nan River, Fude Bridge, Guotai and Minan Bridge upon Hong-Shi River needs reconstruction.

(3) Environmental Creation

The environmental creation of this project includes irrigation and drainage, ecology protection and recreational function. The goal of the planning is not only to develop regional water environment, but also hope to create a sustainable water environment. Integrate the diversity features of water with landscape, ecology, environment, humanity and history.

2. Non-engineering measures

(1) Disaster forecast

A. The authorities should have good grasp of the latest extreme weather movement such as typhoon and storm.

B. The elementary information collected by Soil and Water Conservation Bureau on the upstream of Hong-Shi River basin is available. It is suggested that the data mentioned above can serve as the reference of river disaster alert of this area.

C. The relevant disaster prevention and reuse authorities should put more efforts on the research of rainfall monitoring and warning system to improve the accuracy of alert issuing.

(2) Disaster forecast

A. The authority should establish disaster control center When Central Weather Bureau announce the typhoon or storm warning.

B. If the weather forecast shows the rainfall warning, the first hand relevant information should be passed to the general public immediately to lower the damage and harm.

(3) Disaster response

The evacuation plan of Hong-Shi River Basin is list in table 3.If evacuation of the resident is necessary in certain circumstances.

(4) Land urge management

At present, there is no urban planning and regional planning for this project area. It is suggested that the future relevant plan should integrate with this project. For the land utilization of high flood risk area, the priority us to ensure the smooth of water flow as well as control the purpose of land use to lower the damage of flood.

Table 3. Evacuation plan of Hong-Shi River Basin

Borough	Potential flood risk area	Main emergency refuge	Capacity	Evacuation Route	Profile of safety area
Degou Borough	Region 5, 18, 8, 9, 23	Degou Recreation Center	189 families	From Highway no.9 to Degou Borough access road to the designated refuge	Low-lying area with high flood risk of Guanshan Channel. The safety area is located near Degou Elementary School and intensive villages.
Fongcheng Borough	Region 7 & 8	Fongcheng Recreation Center	45 families	From Highway no.9 to Fongcheng Borough access road to the designated refuge	Low-lying area with high flood risk of Hong-Shi River. The safety area is located near Tzuchi Hospital, Highway Administration Office.
Chongfu Borough	—	Chongfu Recreation Center	—	From Highway no.9 to Chongfu Borough access road to the designated refuge	Low-lying area with high flood risk of Hong-Shi River. The safety area is located near Guanshan Elementary School, vocational school, town hall, electric service center, water station, health center, senior citizen hall, church, temple and other facilities.
Lilong Borough	Region 3, 20, 21	Lilong Recreation Center	35 families	From Mingcheng and Shuedong Road to the designated refuge.	Low-lying area with high flood risk Lilong Drainage. The safety area is located near Guanshan Railroad Station, railroad police office, council hall, junior high school library, and other facilities.

Source: Taitung County Potential Flood Risk Area Preservation Plan, Taitung County Government, 2009.

VII. Environmental creation plan

Hong-Shi River is located near Guanshan Water-Friendly Park where the land in this area is mostly flat farmland. It is considered as low-density development environment with the core value of ecology resources conservation, utilization and restoration. The goal is not only for flood prevention and drainage purposes, but also combines natural education, pollution prevention, agricultural irrigation, landscaping and recreation together in people’s daily life.

1. Upstream of Guotai Bridge

The upstream of Guotai Bridge is planned to be the ecological conservation area. The priority is to conserve and restore endangered species. Since Hong-Shi River has no flood or drought period, it is a suitable place to breed Aphyocypris Kikuchii. Small ponds build with natural materials are necessary to this area. Some plants such as Malaianus and Potamogeton play the water purification function.

2. Downstream of Guotai Bridge

There’s no much space for a water-friendly facility in this area. Some energy dissipating concrete block is much higher than the normal water level. The excessive pores and undulation concrete blocks are the treat to people. Therefore, reasonable fill up with sand and gravel will improve safety and landscape.

3. Shandian Bridge surrounding

The topography of this river section is mild; the water flow is also slow and smooth, a suitable place for water-friendly activities. Hence, the installation of a simple stairway at the revetment near the platform which link to the riverbed is proposed. For safety reason, some stone embedded into the river edge may help.

4. Water-friendly park surrounding

This part of the river is designated as the natural environment observation area. Puddles can be set up for species such as Taiwan Carp, cattail, vegetable fern. This area can also serve as the habitat for painted snipes and frogs. For educational

purposes, an explanation board is necessary

VIII. Project engineering plan

1. Project arrangement

(1) Nan River (tributary)

The hydraulic analysis result shows that from cross section 2 (Nameless Bridge), the river width is insufficient; therefore, the revetment renovation between section 1 and 2 is needed to enlarge the river width. The proposed length of the left revetment is 330 meters and 312 meters for the right revetment.

(2) Hong-Shi River (mainstream)

The current status of cross section 10 to 18 caters the need of this project.

2. Construction expenses

The land requisition expenses will be NTD$27.75 million and the construction expenses will be NTD$22.80 million, the total expense of this project will be NTD$50.55 million.

IX. Economic benefit

1. Annual Benefit

(1) Directive benefit

The direct benefit of this project is 0.57 million.

(2) Indirect benefit

After the implementation of the project, the flood control capability will be improved and the farmland value will be increased. The estimated benefit will be about 25% of the direct benefit which will be NTD$0.15 million.

(3) Non-quantitative benefit

After the implementation of this project, the life and property will be more secure, the environment and living quality will be elevated.

2. Annual cost

The annual cost is based on the total construction expense. The annual cost includes interest, sinking fund, reserve fund, operational and maintenance cost and insurance, the total annual cost will be NTD$2.97 million.

3. Economic evaluation

The benefit cost ratio of the project is 0.24. After the implementation of the project, the land and the crop of both side of the river will be more secure. The regional prosperities will be elevated and residents' life and property will be more secure. Hence the implementation of this project us urgent.

結論與建議

一、結論

(一) 本計畫包括紅石溪河道主流及支流楠溪，合計規劃總長度約5,471 公尺，在考量本河段之河川特性、現有防洪設施及跨河構造物及流域內農工商業之發展後，研擬綜合治理措施以減輕水患，維持河川水流正常機能，並維持河道自然平衡，俾供作為紅石溪河川管理及治理措施實施之依據。

(二) 紅石溪流域各重現期距洪峰流量，採用數場暴雨 24 小時雨型配合三角型單位歷線法之計算結果。由於紅石溪屬卑南溪（中央管河川）之支流，其計畫洪水量採用 25 年重現期距之洪峰流量。計畫堤頂高程採計畫洪水量之水位加計 1 公尺出水高。

(三) 本計畫治理規劃河道坡降約在 1/100 左右，兩岸均已設置防洪構造物。河道常年有流量，河床質最大粒徑約在 300mm 左右。主要的排水瓶頸皆位於跨河橋梁通過處，皆有梁底高度不足的問題，而橋台及橋墩設置所造成通水斷面減少更是使橋梁上游洪水溢堤的主因。

(四) 本計畫綜合治水方案除傳統的防洪工程結構物外，也同時考量洪災預警及防災演練等非工程措施來降低極端氣候所造成之損失，並將環境保護與生態保育等因素納入考慮，因地制宜，確保自然資源之永續利用。

(五) 依據田野調查成果，可紅石溪河段分為保育區、遊憩區及自然觀察區等三區。保育區設置在國泰橋上游河段，此河段主要保育對象為稀特有種魚類-菊池氏細鯽；遊憩區則劃設在國泰橋下游至山電橋間；自然觀察區則設在山電橋下游至與卑南溪匯流處之河段。

(六) 本計畫新建堤防在主要在計畫河段上游，堤防平均高度在 3.6 公尺~4.2 公尺之間，堤前主要以砌塊石作為坡面，並規劃高灘地及低水護岸以維生態及景觀所需，在堤前坡趾處在計畫河床線以下則設有混凝土固床工以保護坡腳。堤後初步建議可使用加勁格網配合箱籠設置，如此不但可節省土地使用面積，同時也可達到景觀綠化的效果。

(七) 本計畫工程用地費約新台幣 2,275 萬元，工程建造費約新台幣 2,280 萬元，總工程費約為新台幣 5,055 萬元，工程執行後可達 25 年重現期加 1 公尺出水高之保護標準，並兼顧防洪安全及自然景觀。

(八) 本報告之規劃設計示意圖僅供參考及作為工程估價之依據，將來構築堤防應視河道現況及地方需求另行研議工法。

二、建議

(一) 本計畫已依據紅石溪現況調查及當地景觀完成環境營造規劃，建議關山鎮公所在執行”關山鎮紅石溪水岸景觀改善”時可參考相關成果。

(二) 本計畫在楠溪計有鐵路橋及無名橋，紅石溪計有德福橋、國泰橋、民安橋及無名橋等 6 座橋梁需進行改善。橋梁改建時，需注意其造形及周邊變化，並須符合跨河構造物設置審核要點之規定。

第壹章　概述

一、緣由

目前中央管河川卑南溪已完成規劃及核定的部分包括卑南溪主流、鹿野溪、鹿寮溪及鹿野溪支流嘉豐一號、嘉豐二號、和平溪等，已完成規劃但尚未核定者包括萬安溪、嘉武溪、中野溪及濁水溪等，本計畫紅石溪屬卑南溪流域內未曾規劃之支流。

紅石溪流域位於台東縣東北端，花東縱谷南端，屬卑南溪沖積原野地，兩側山脈夾峙，背（西）有中央山脈為枕，面（東）有秀麗的都蘭山為鞍。紅石溪為卑南溪支流，流域面積約 35.50 平方公里，主流長度約 10.60 公里。紅石溪主流沿山谷東流經省道台九線與其支流楠溪匯流而下，再與關山大排匯流後略折西南向，之後經新福與卑南溪右岸堤防約略平行，於堤防堤尾附近與崁頂溪匯流後再流入卑南溪。

民國 80 年 9 月耐特颱風曾造成關山地區較大災害，其中紅石溪及其支流因流量由山區直瀉而下，並於關山大排匯流處聚集，導致附近農田淹水。因紅石溪以往尚未辦理過河川治理規劃，為日後河川治理及管理有所依循，爰提列計畫辦理「卑南溪支流紅石溪治理規劃」（以下簡稱本計畫）。

二、規劃範圍及目的

本計畫規劃範圍，紅石溪河道主流部分：自與崁頂溪匯流處迄省道台九線榮橋，長度約計 4,990 公尺，支流楠溪部分：自與主流紅石溪匯流口迄台九線德高橋，長度約計 481 公尺，合計規劃總長度約 5,471 公尺，相關位置如流域位置及概況圖所示。

規劃目的在考量本河段之河川特性、現有防洪設施及跨河構造物及流域內農工商業之發展等，研擬綜合治理措施以減輕水患，維持河川水流正常機能，並維持河道自然平衡，俾供作為紅石溪河川管理及治理措施實施之依據。

第貳章　流域一般概況

一、人文資料調查

(一)　人口

本計畫流域含括關山鎮德高里、中福里、新福里的大部份，豐泉里的全部、里壟里局部、月眉里及電光里的少部份範圍，另含括海端鄉海端村、崁頂村之少部份範圍，如圖 2-1，至 98 年 7 月，本計畫流域主要含括村里之人口合計約 7,996 人，如表 2-1 所示。

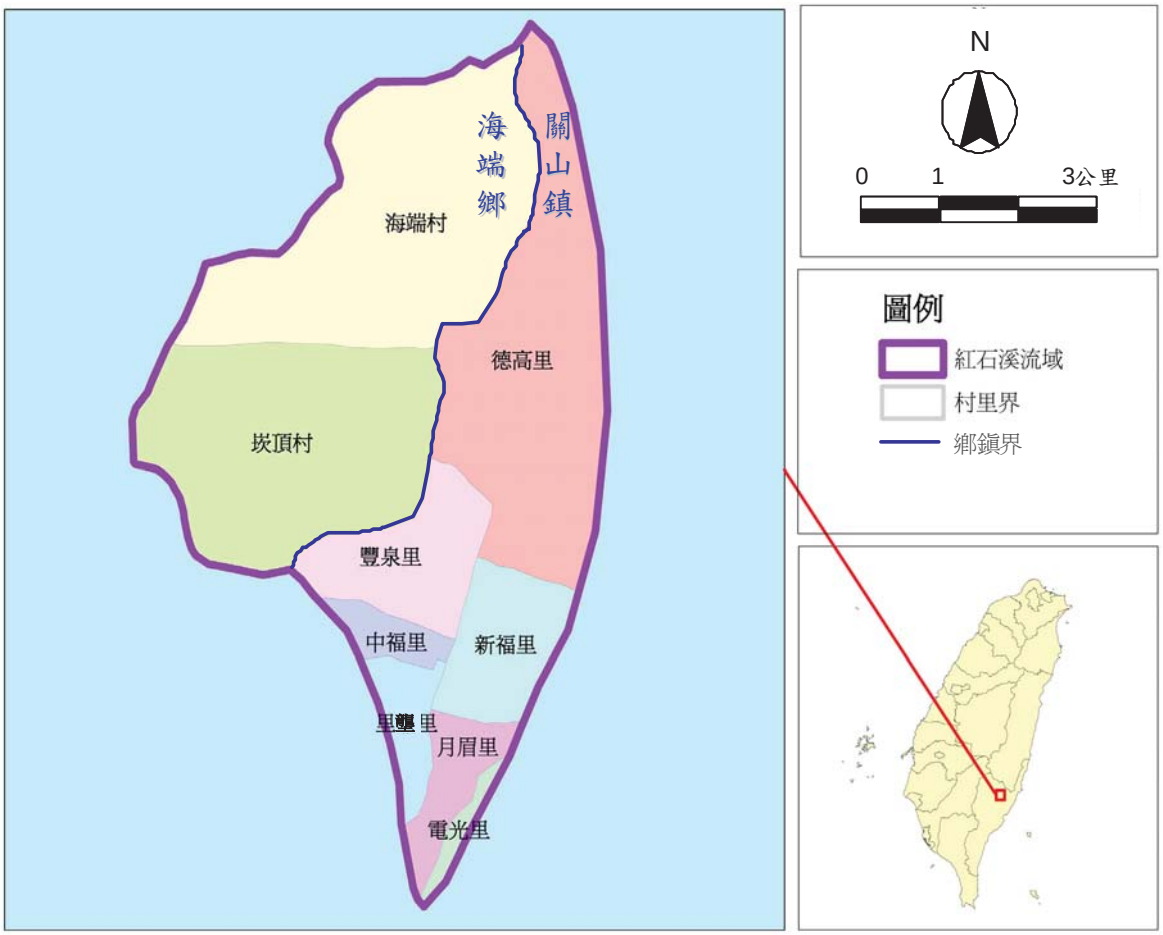


圖 2-1　紅石溪流域行政區域圖

表 2-1　計畫區人口統計表

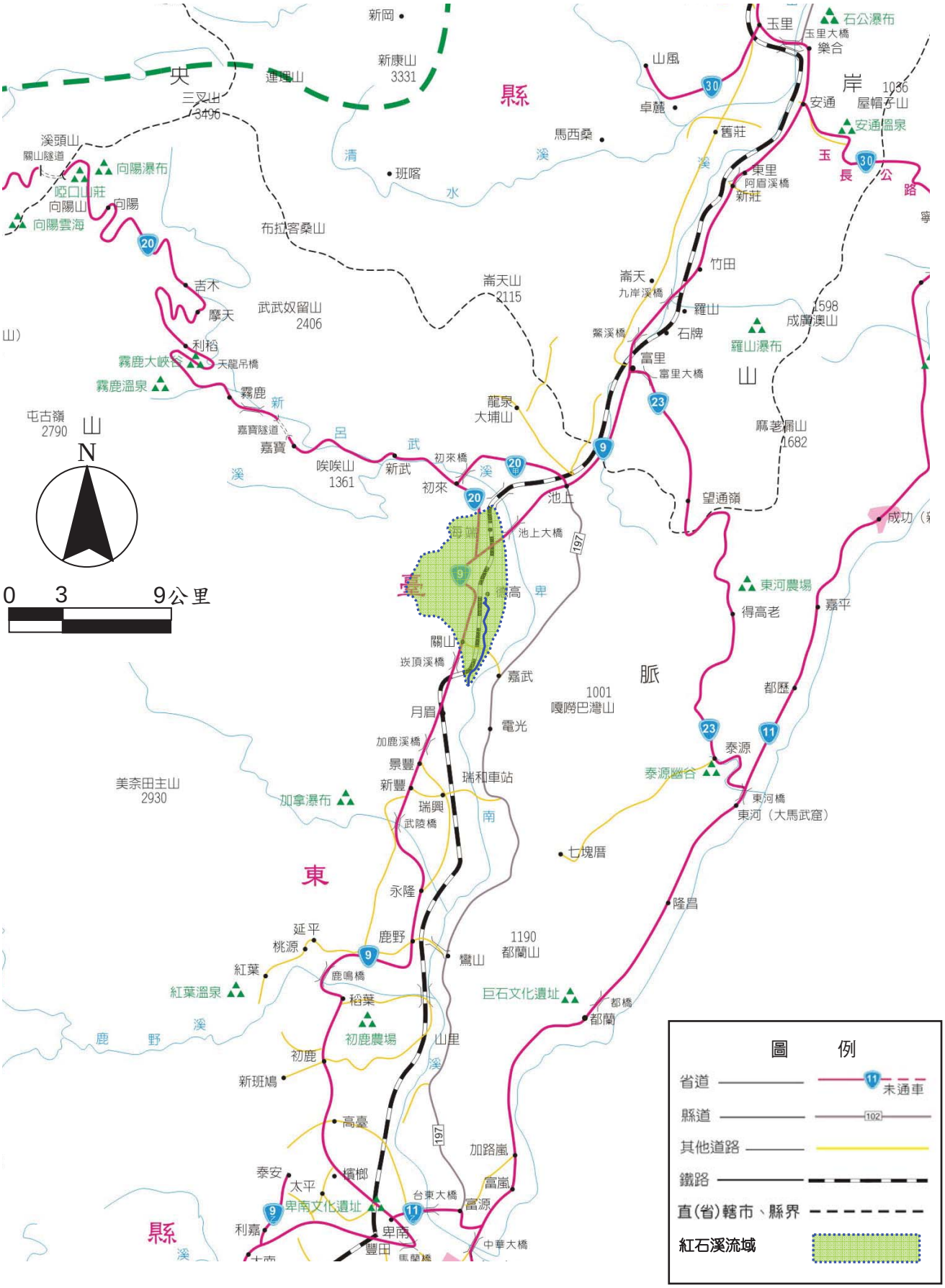
鄉別	村里別	戶數	人口		
			合計	男	女
關山鎮	德高里	676	2,145	1,151	994
	豐泉里	441	1,459	749	710
	中福里	363	1,088	543	545
	新福里	385	1,203	657	546
海端鄉	海端村	309	1,285	702	583
	崁頂村	201	816	455	361

資料來源：1.關山鎮戶政事務所(http：//www.kuans-house.gov.tw)
2.海端戶政事務所(http：//www.haitu.gov.tw)

關山鎮位於臺東縣北部，自古山麓、河川原野地帶，為昔阿美族同胞居住所在，自清光緒年間，方有漢人由本省西部移民開墾，其後移民者日漸增多，其後又有南北向交通之經由，現有鎮公所所在地歷經一百多年之經營發展，逐漸發展成為一市街地區並成為鄰近農村聚落農產品之集散及商業、文化、政治等活動中心。昔日本地區名稱為「里壠」，係源自高山族語。

(二)　交通

本計畫區有一南北向之省道台 9 線貫穿，循省道北行可接東西向之省道台 20 線，另於池上可銜接南北向之 197 縣道。經由台 9 線省道向，北可到池上、富里、玉里、瑞穗、光復，往南可通鹿野、卑南、台東，道路系統分佈如圖 2-2，計畫區週邊道路路段狀況如表 2-2 所示，茲就週邊道路之幾何特性、交通量等分述如下。



資料來源：交通部公路總局（http://www.thb.gov.tu)

圖 2-2 計畫區交通系統圖

表 2-2　計畫區周邊道路路段狀況

路名	路段	地形	里程(km)	路寬(m)	方向	車道佈設(m)			方向係數
						快車道寬	慢車道寬	路肩寬	
台9線	花蓮縣界~月眉	丘陵區	16.0	10.0	北	2.6	1.7	0.5	0.51
					南	2.6	1.7	0.7	
	月眉~鹿寮	丘陵區	11.0	9.8	北	2.7	1.6	0.5	0.50
					南	2.7	1.6	0.5	
	鹿寮~鹿鳴橋	丘陵區	10.0	11.6	北	2.7	1.6	0.9	0.51
					南	2.7	1.6	0.9	
197線	池上~嘉武	丘陵區	13.0	10.0	北	2.9	0.0	2.0	0.56
					南	2.9	0.0	2.0	
	嘉武~上野	丘陵區	26.8	6.2	北	2.8	0.0	0.2	0.55
					南	2.8	0.0	0.2	
	巒山~富源	丘陵區	20.0	4.8	北	2.4	0.0	0.0	0.54
					南	2.4	0.0	0.0	

資料來源：交通部公路總局，97 年度公路交通量調查統計表。

註：1.方向係數係指雙向車流中較高流向之流量，佔雙向總流量之百分比。

1、 道路幾何特性

(1) 台 9 線省道

計畫區主要道路台 9 線公路大致沿卑南溪河道呈南北走向，自花蓮縣縣界至鹿鳴橋段，長 37.0 公里，雙向 2 車道，路寬約 9.8~11.6 公尺。

(2) 197 線縣道

197 線縣道為南北向平行台 9 線省道之道路，池上至富源段長約 59.8 公里，雙向 2 車道，路寬約 4.8~10.0 公尺。

2、 道路交通特性

台 9 線為台東地區主要聯絡幹道之一，近計畫區路段由北而南分別為花蓮縣縣界至月眉段、月眉至鹿寮、鹿寮至鹿鳴橋段，表 2-3 之路段交通量資料顯示，於花蓮縣縣界至鹿鳴橋段之交通量分佈頗為均勻，全日約在 3,400～6,600 pcu（單位小客車）。

197 線近計畫區路段由北而南分別為池上至嘉武段、嘉武至上野段、巒山至富源段，路段交通量資料顯示，於池上至嘉武段之交通量較大，約 600 pcu /日，於嘉武至富源段之交通量則較小，約 90～200 pcu /日。

表 2-3 計畫區周邊道路交通量

路名	路段	地形	方向	機車(輛/日)	小型車(輛/日)	大型車(輛/日)	特種車(輛/日)	合計(輛/日)	流量(pcu/日)
台9線	花蓮縣界~月眉	丘陵區	北	575	2,920	205	109	3,809	4,368
			南	674	3,227	198	81	4,180	4,563
	月眉~鹿寮	丘陵區	北	281	1,481	345	166	2,273	3,487
			南	255	1,578	295	175	2,303	3,466
	鹿寮~鹿鳴橋	丘陵區	北	1,053	4,026	332	138	5,549	6,239
			南	1,152	4,219	372	129	5,872	6,556
197線	池上~嘉武	丘陵區	北	257	319	10	1	587	483
			南	306	412	10	2	730	605
	嘉武~上野	丘陵區	北	98	64	2	0	164	119
			南	74	51	2	1	128	99
	巒山~富源	丘陵區	北	64	133	5	1	203	185
			南	57	116	4	0	177	157

資料來源：交通部公路總局，97 年度公路交通量調查統計表。

在車種比例上，大部分路段均以小型車所佔之比例最高，皆在 54%以上，其中台 9 線花蓮縣縣界至月眉段小型車比例約達 80%，大部份路段車種比例次高的是機車，約介於 11%～20%，而大型車（含大客車與大貨車）與特種車所佔比例合計約佔 6%~23%以下。

3、 鐵路

本計畫區有花東鐵路線南北貫穿，花東鐵路大致平行於省道台 9 線，由關山站北往海端站，南接月美站，如圖 2-2。

(三) 社會經濟

紅石溪流域東半部含括關山鎮 7 個里，多為縱谷區，西半部含括海端鄉 2 個村，多為山脈區，主要經濟活動集中在流域內關山鎮行政區。

1、 農業

依據 96 年台東縣統計要覽，關山鎮耕地面積約 2,761.50 公頃，其中水田 2,115.42 公頃，旱田 646.08 公頃。農作收穫主要包括稻米、普通作物、特用作物、蔬菜、水果。稻米第 1 期收穫面積 1,896.25 公頃（收穫量 11,708 公噸），均為水稻，稻米第 2 期收穫面積 1,948.35 公頃（收穫量 8,457 公噸）。普通作物收穫面積 37.49 公頃（收穫量 195 公噸），包括食用玉蜀黍、粟（小米）、甘藷。特用作物收穫面積 14.19 公頃（收穫量 823 公噸），包括生食用甘蔗、茗葉、茗花、落花生。蔬菜收穫面積 44.77 公頃（收穫量 1,000 公噸），包括甘藍、花椰菜、竹筍、蘿蔔、芋。果品收穫面積 56.96 公頃（收穫量 593 公噸），包括香蕉、鳳梨、文旦柚、番荔枝（釋迦）、荔枝、梅。

依據台東縣綜合發展計畫—產業部門計畫，台東縣年農畜漁產值約 8,803,293,000 元，其中農產值佔 72.9％、畜產值佔 16.0%、漁產值佔 11.1%。農產量中，稻米產量佔 17.3%，普通作物產量佔 6.1％、特有作物產量佔 62.1%、蔬菜產量佔 4.3%、水果產量佔 10.2%。就關山鎮而言，其稻米產量佔全縣 32.3%、普通作物產量佔全縣 5.6%、特用作物產量佔全縣 6.9%、蔬菜產量佔全縣 21.2%、水果產量佔全縣 6.1%。據以估算 96 年關山鎮農業產值約 347,930,000 元。

2、 畜牧業

96 年關山鎮有雞 95,650 隻，牲畜 26,611 隻，牲畜部份包括豬 26,314 隻、羊 296 隻、馬 1 隻。

3、 漁業

96 年關山鎮有漁戶 8 戶，均為沿岸漁戶，漁戶人口數 28 人。

4、 工商業

96 年關山鎮既有工廠 14 家，包括食品製造業 5 家，非金屬礦物製品製造業 4 家，金屬製品製造業 3 家、石油及煤製品業 2 家。

依據台東縣綜合發展計畫—產業部門計畫，台東縣工商業年產值約 26,690,000,000 元，其中食品製造業均產值 14,090,000 元/家、非金屬礦物製品製造業均產值 4,442,000 元/家、金屬製品製造業均產值 2,890,000 元/家、石油及煤製品業均產值 24,909,000/家，據以估算 96 年關山鎮工商業產值約 146,706,000 元。

二、地文資料蒐集

(一) 地形與地勢

1、 流域高程

紅石溪流域西倚中央山脈，亦是台東縱谷平原之一部份。本流域面積約 35.50 平方公里（主流長約 10.6 公里，平均坡度約降 1/10），大致呈西北高東南低的趨勢，西側最高處為中央山脈的楠山（高程 EL.1621 公尺）、本吉山（高程 EL.1,562 公尺），流域東南出口處高程 EL.190 公尺，高程差 1,431 公尺。本流域大致分成西側地勢陡峻的中央山脈區，高程介於 EL.240 公尺～1,621 公尺，東側為地勢平緩的台東縱谷平原區，高程介於 EL.190 公尺～240 公尺，紅石溪流域地形如圖 2-3。

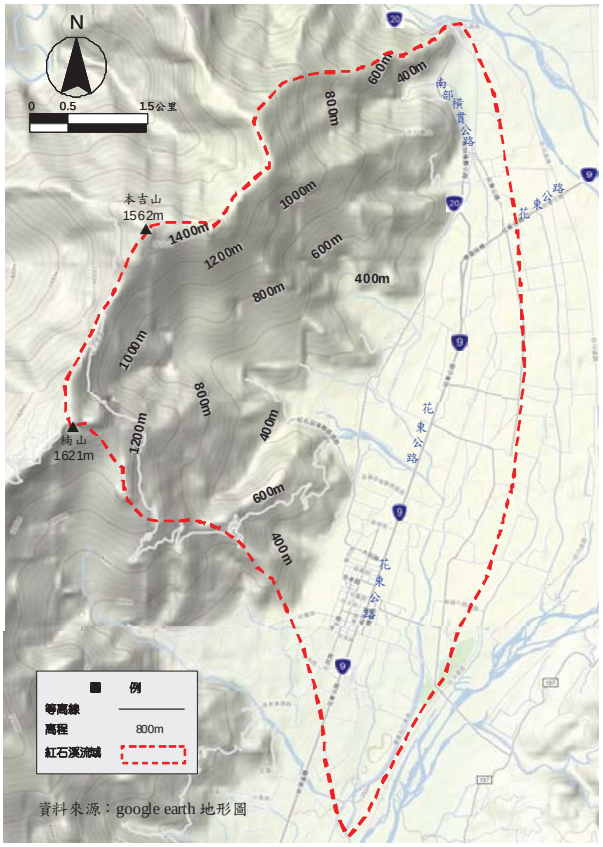


圖 2-3 紅石溪流域地形圖

2、 流域坡度與坡向

經坡度分析，紅石溪流域中以一級坡最多，佔 35.1%，六級坡次之，佔 34.8%，其次為五級坡，佔 11.3%，二級坡則佔 10.4%，三、四級坡較少，各佔 4.2%。流域坡度圖如圖 2-4，坡度分析如表 2-4 所示。

流域內坡地坡向以東南向最多，佔 24.9%，東向次之，佔 20.1%，其次為南向，佔 17.7%。北向坡則佔 16.9%，其他之東北向、西南向、西向及西北向坡較少，各約佔 10%以下。流域坡向圖如圖 2-5，坡向分析如表 2-5 所示。

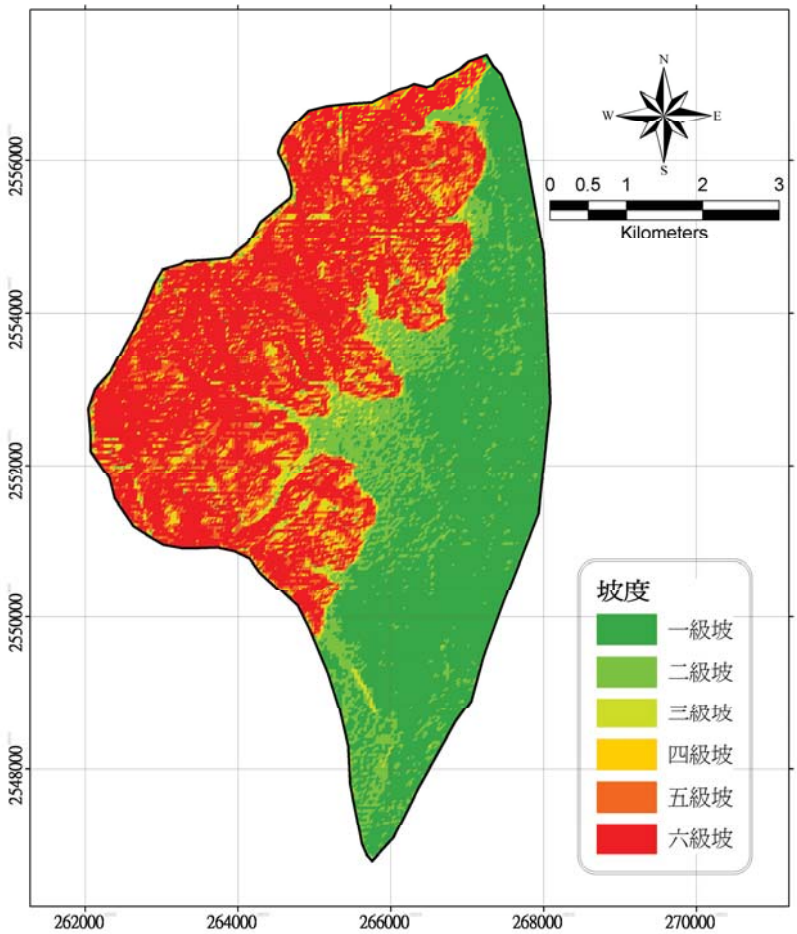


圖 2-4 紅石溪流域坡度圖

表 2-4　流域坡度分析表

坡度級別	面積(m^2)	比例(%)	說明
一級坡	12,435,200	35.1	S≤5%
二級坡	3,704,000	10.4	5%＜S≤15%
三級坡	1,483,200	4.2	15%＜S≤30%
四級坡	1,489,600	4.2	30%＜S≤40%
五級坡	4,019,200	11.3	40%＜S≤55%
六級坡	12,326,400	34.8	55%＜S
合計	35,457,600		

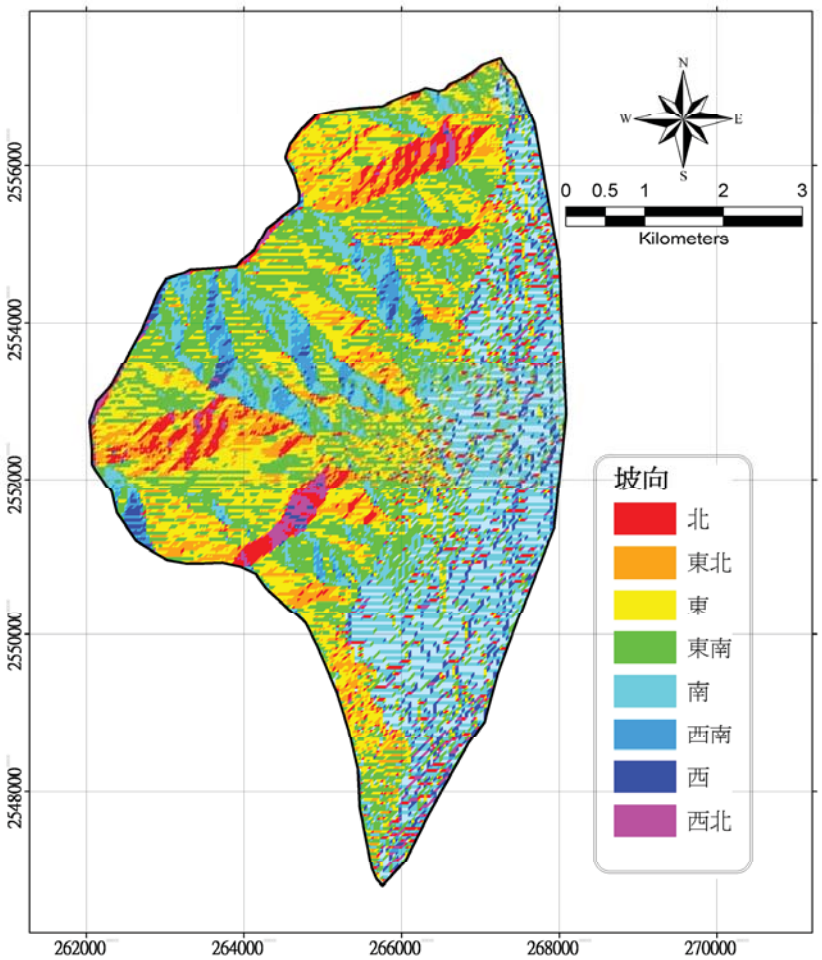


圖 2-5　紅石溪流域坡向圖

表 2-5　流域坡向分析表

坡向別	面積(m^2)	比例(%)
北(N)	5,974,400	16.9
東北(NE)	3,654,400	10.3
東(E)	7,118,400	20.1
東南(SE)	8,827,200	24.9
南(S)	6,291,200	17.7
西南(SW)	1,353,600	3.8
西(W)	1,272,000	3.6
西北(NW)	966,400	2.7
合計	35,457,600	100.0

3、 重要控制點

為推求紅石溪河道之洪水量，本計畫於紅石溪主流控制處或與重要支流匯流處設置控制點，由上游至下游分別有楠溪匯流前、楠溪匯流口、關山大排匯流口、關山大排匯流前、山電橋與紅石溪匯流口共六個流量控制點，並依分水嶺界劃分各流量控制點之集水區域，本計畫各控制點說明如後。

(1) 楠溪匯流前：本控制點屬紅石溪主流控制點，設置於紅石溪在支流楠溪匯入之前。

(2) 楠溪匯流口：本控制點屬支流控制點，設置於支流楠溪匯入紅石溪主流之前。

(3) 關山大排匯流前：本控制點屬主流控制點，設置於紅石溪在支流關山大排匯入之前。

(4) 關山大排匯流口：本控制點屬支流控制點，設置於支流關山大排匯入紅石溪主流之前。

(5) 山電橋：本控制點屬主流控制點，設置於紅石溪山電橋。

(6) 匯流口：本控制點屬主流控制點，設置於紅石溪匯入卑南溪處（本計畫治理規劃終點）。

(二) 地質與土壤

1、 地質

本流域西側主要屬西村層，少部份為大南澳片岩，右側主要為臺地堆積，少部份為沖積層。如圖 2-6 所示。

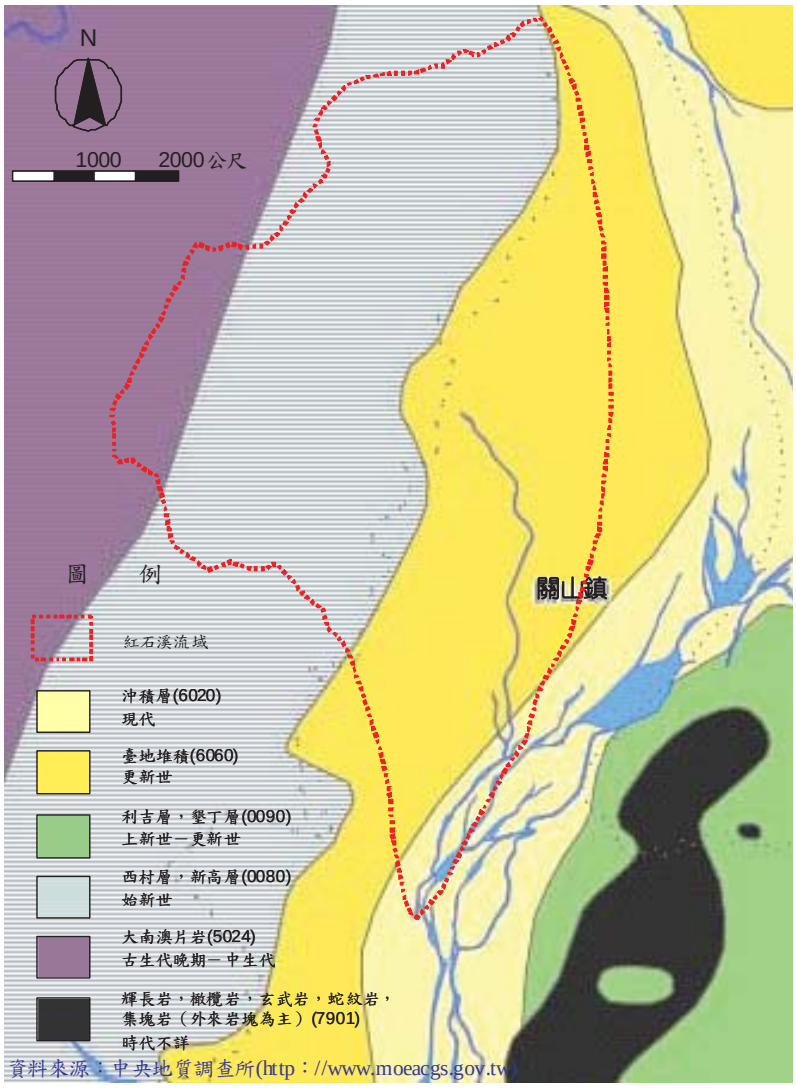


圖 2-6 紅石溪流域地質圖

(1) 大南澳片岩

大南澳片岩多屬綠色片岩及黑色片岩，岩性單調，偶夾有比較顯著的砂質和大理岩層，每一層的厚度從幾十公分至幾公尺。其中黑色片岩在許多地方為許多小石英脈穿切，片狀和凸鏡狀的燧石也夾於其中。其外表呈深灰至黑灰色，且具有發育良好的葉理面。片岩成粒至細粒，主要為石英、雲母、綠泥石、納長石、文石和石墨等礦物所構成。其中鈉長石有時呈斑狀變晶體存在，而原岩沉積物質則可能是較富炭質的頁岩、粉砂岩和砂岩。

(2) 臺地堆積層

臺地堆積大多數由未經膠結的礫石及夾在其中平緩的砂質或粉砂質凸鏡體組成，一般層理和淘選度很差。礫石直徑可以從幾公厘至 2 公尺以上，小於 2 公厘的顆粒則為礦物和少量的岩石碎屑。礫石通常和各種不同比例的砂-粉砂-粘土混雜，有些地方臺地堆積層的主要成分是細礫碎屑（砂-粉砂-粘土）夾著少許礫石。粘土和粉砂所成的填充物是臺地堆積層的主要色劑，礫石層一般都成土黃色，局部受到褐鐵礦的侵染，也常變為褐黃色。在紅土臺地堆積層內紅色的粘土填充物總是發育在礫石層的頂部，向上漸變為紅土，所以礫石層的上部呈現紅色。

2、 土壤

紅石溪流域東半部地勢平坦，地表土壤多為粘質壤土，其間夾雜部份區塊為壤土。流域土壤分布如圖 2-7 所示。

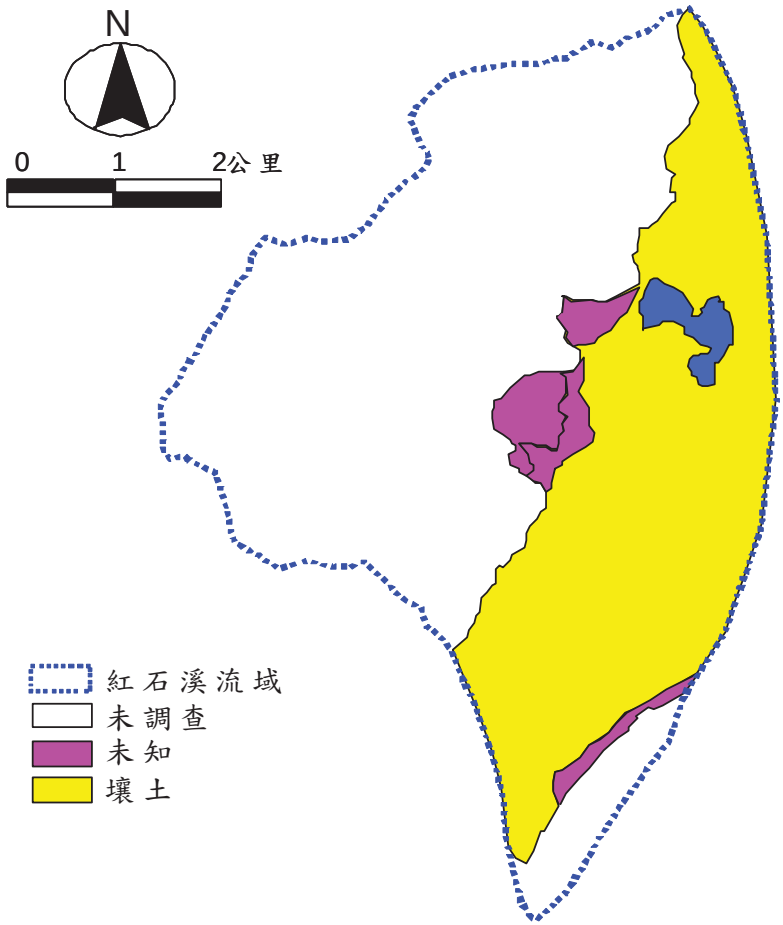
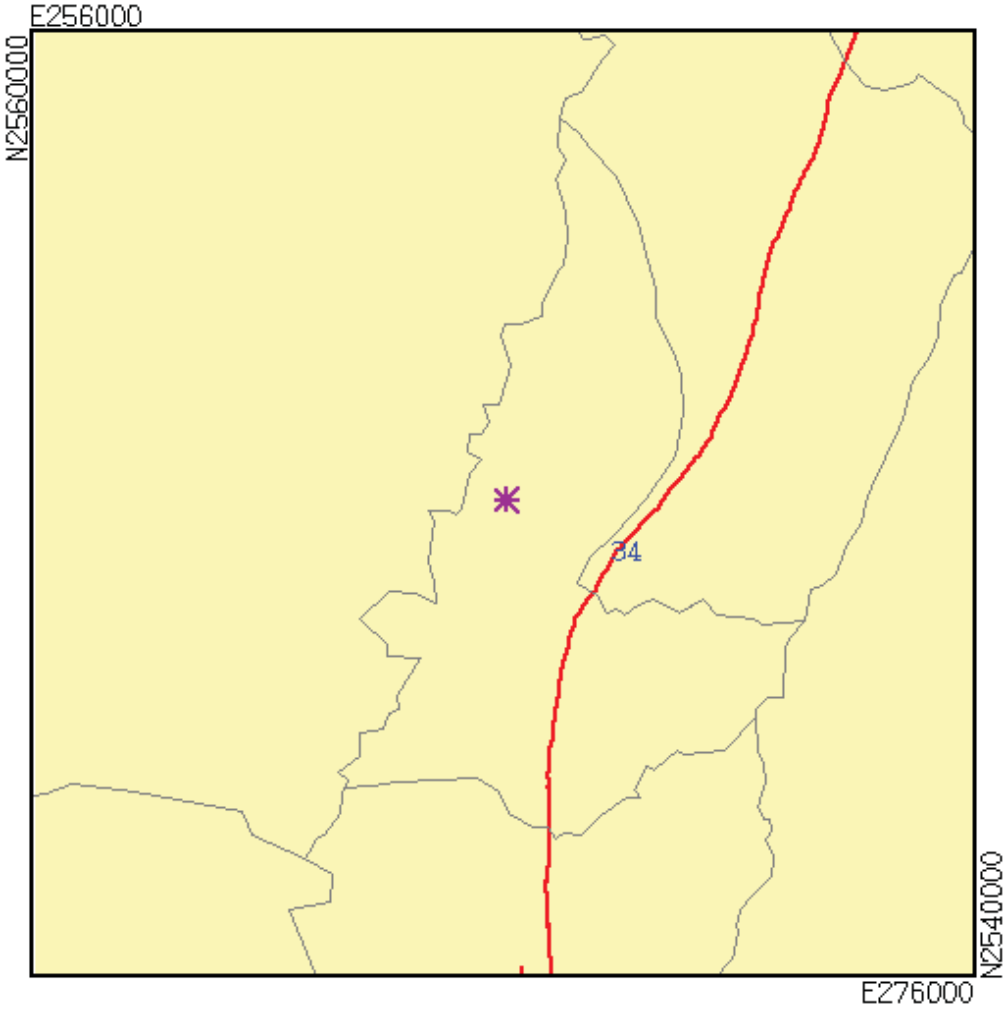


圖 2-7　紅石溪流域土壤分布圖

縱谷土壤大部分為中央山脈東側片岩風化物之新沖積物，土壤質地多屬微酸性淡灰色土與砂質壤土、礫質壤土，因較靠近河邊低地，受卑南溪水系沖績，土壤深度超過 60 公分。一般而言地形較安全之地，多生成紅壤、黃壤及黑色土，緩坡次安定之地則多分布崩積土類，而山勢陡峻之地形則多為石質土分布。

3、 斷層

依據經濟部中央地質調查所之數位化資料，距本計畫區最近的活動斷層為 2 公里以外的海岸山脈斷層南段。如圖 2-8。



資料來源：中央地質調查所

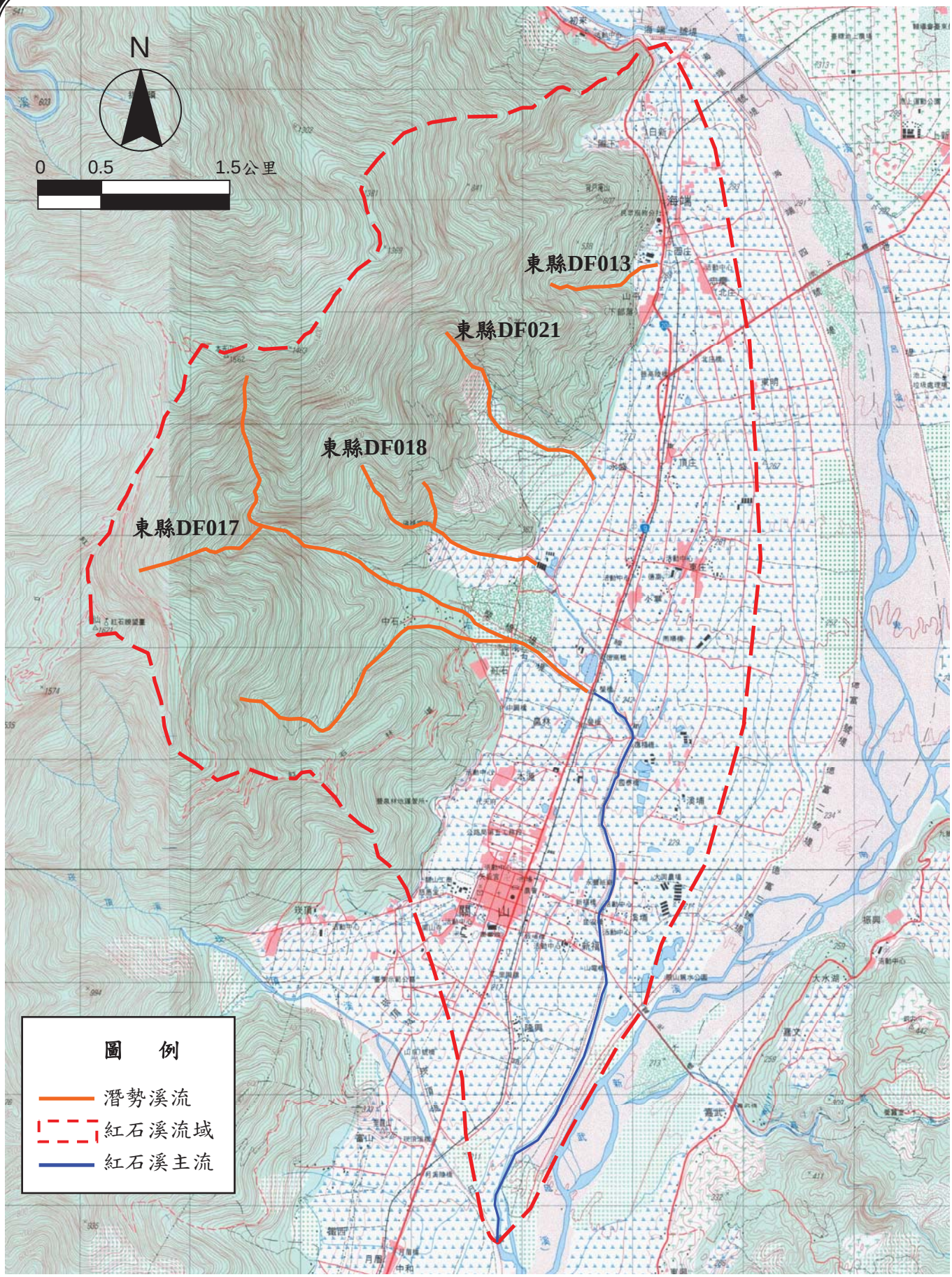
距離場址 10 km 圖幅範圍內活斷層一覽表

編號	斷層名稱	距離(Km)
34	海岸山脈斷層南段	2.595

圖 2-8 紅石溪流域週邊活動斷層分布圖

(三) 土石流潛勢溪流

本流域西半部地勢陡峻，潛藏許多土石流潛勢區，由北而南包括（依據水土保持局 98 年 7 月 1 日水保防字第 0981853224 號函編號系統）東縣 DF013、東縣 DF021、東縣 DF018、東縣 DF017 等 4 條土石流潛勢溪流，如圖 2-9、表 2-6 所示。



資料來源：行政院農業委員會水土保持局，土石流防災資訊網(http：//246.swcb.gov.tw)

圖 2-9 計畫區土石流潛勢溪流分布圖

表 2-6　紅石溪流域土石流潛勢溪流分布範圍

溪流編號	明顯地標	下游端位置 (x 座標，y 座標)	溪流長度 (公尺)	平均坡度 (度)	集水面積 (公頃)	土石流影響範圍	警戒等級	保全戶數
東縣 DF013	海端國中	267250 2555410	1,189	13.8	107	西庄聚落西南方	中	12
東縣 DF021	永盛聚落	266630 2553470	1,729	14.4	236	永盛聚落西方	中	1
東縣 DF018	佛緣禪寺	266130 2552690	2,339	17.5	193	佛緣禪寺週邊	低	10
東縣 DF017	紅石派出所	266630 2551630	4,217	14.9	763	中石聚落附近	高	22

資料來源：水土保持局第五工程所，「台東地區(卑南溪等)上游集水區整體調查規

1、 東縣 DF013

此集水區位於海端鄉海端國中旁。現場無大面積崩塌分布，上游坡面植生覆蓋完整。河道無常流水，無明顯土石淤積現象。土石流影響範圍內保全對象眾多，包含海端國中、台 20 線橋樑及花東鐵路。台 20 線橋樑下游至花東鐵路間河道逐漸縮減，至鐵路下方僅有一箱涵通過。此溪通過鐵路後排入區域排水系統中。此溪上游坡地植生良好，河道現況穩定，但下游河道縮減嚴重，依據水土保持局相關規劃報告建議於中游處設置沉砂區，儲留及調節土砂輸送，減少下游淤積。

2、 東縣 DF021（楠溪）

此集水區上游屬海端鄉海端村，下游則屬關山鎮德高里。現場崩塌坡面已漸漸復育，上游坡面植生覆蓋完整。水土保持局歷年已完成此溪之整體治理，對於穩固河床、攔阻土砂及保護下游居民有極佳的成效。中上游河道淤積情形嚴重，但已漸趨穩定狀態。下游段河道無淤積或沖刷

情形。此溪下游與紅石溪匯流後穿越台 9 線，排入區域排水系統中。依據水土保持局相關規劃報告建議定期清除沉砂區土石，保持儲砂空間，以減少下游淤積。

3、 東縣 DF018

此集水區位於海端鄉崁頂村。現場無大面積崩塌分布，集水區內較少人為土地利用情形。河道無常流水，但河床內隨處可見塊石分佈。此溪於產業道路下游已有整治，中游則尚未治理。當地居民表示，每逢豪雨水流往往漫淹附近農地。此溪上游有一寺廟，其房舍緊鄰河道，並於建築後方河道以 PC 封底，目前房舍上游河道可見大石堆積，為集水區潛在災害因素。此溪與楠溪匯流後於台 9 線下游排入區域排水系統中。此溪坡地覆蓋良好，無崩塌裸露。中游段常有洪害，依據水土保持局相關規劃報告建議施作整流工程保護農地。

4、 東縣 DF017（紅石溪）

此集水區位於海端鄉崁頂村。水土保持局於民國 69~74 間於主流中上游設有系列防砂壩三座，對於穩固河床、攔阻土砂及保護下游居民有極佳的成效。但由於溪床內大塊石遍佈，淤積情形嚴重，淤積土石如下移，可能影響下游橋樑排洪斷面。支流河道野草密佈，亦可有土石淤積。土石流影響範圍內保全住戶主要為中石部落，部落旁已有設置堤防，且水土保持局臺東分局已於 96 年完成相關治理工程銜接該堤防，使土石流對該部落威脅性降低。此溪於台 9 線下游與楠溪匯流後排入區域排水系統中。紅石溪上游坡地無崩塌，植生覆蓋良好，但河床堆積有大量塊石，下游河道呈現淤積情形。

三、氣象水文資料蒐集

(一) 氣象

計畫區附近最近之中央氣象局氣象測站為台東測候站，該測站自民國 88 年至民國 97 年的氣象資料彙整如表 2-7，各年氣象資料彙錄於附錄五，分別說明如後。

表 2-7 台東地區氣象資料統計

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水 日數 (日)	日照 時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對 濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分 位)
1 月	19.8	27.8	8.2	87.8	81.5	71.5	1017.8	NNW	1.8	8.1
2 月	20.2	28.5	7.2	86.9	81.6	70.9	1017.4	NNW	1.8	8.1
3 月	21.8	30.2	9.2	100.5	94.5	72.3	1014.5	NNW	1.7	8.2
4 月	24.4	49.1	9.1	117.3	106.3	75.1	1011.8	NNW	1.7	7.8
5 月	26.5	128.7	13.6	153.0	122.5	76.1	1008.3	NE	1.7	7.4
6 月	28.0	215.1	11.6	206.3	130.6	76.4	1006.2	NW	1.6	6.4
7 月	28.9	271.9	10.2	248.5	148.7	75.9	1004.9	NW	1.7	5.3
8 月	28.6	391.6	11.5	223.6	140.8	76.2	1004.9	NW	1.7	5.9
9 月	27.5	323.3	14.4	159.8	117.4	76.5	1007.3	NNW	1.7	7.2
10 月	25.8	142.2	9.2	159.6	125.1	71.5	1012.6	NE	2.1	6.7
11 月	23.6	88.1	7.4	114.5	98.8	70.7	1015.5	NNW	2.0	7.3
12 月	20.8	58.4	7.5	101.0	87.8	68.3	1018.2	NNW	2.0	7.7
合計	—	**1755.0**	**119**	**1758.6**	**1335.7**	—	—	—	—	—
平均	**24.7**	**146.3**	**10**	**146.5**	**111.3**	**73**	**1011.6**	—	**1.8**	**7.2**

資料來源：中央氣象局，氣候資料年報，民國 88~97 年版。

1、 氣溫

台東地區歷年四季之平均氣溫變化不大，介於 19.8～28.9 ℃之間，年平均氣溫約為 24.7℃，月平均氣溫以 7 月最高，而以 1 月份最低。

2、 降水及蒸發

台東地區歷年平均降雨量約 1,755.0 公釐，全年降雨主要集中於 6～10 月，歷年平均之降水日數約為 119 日。平均年蒸發量為 1,335.7 公釐，低於年降水量，平均月蒸

發量以 7 月最高，2 月最低。

3、 日照時間

台東地區平均年日照時數為 1,758.6 小時，月平均日照時數以 7 月最高，2 月則最少。

4、 相對濕度

年平均相對濕度為 73.0%，全年以 9 月濕度最高，而以 12 月最低。

5、 氣壓

歷年之月平均氣壓介於 1,004.9～1,018.2hpa 之間，年平均氣壓在 1,011.6hpa 左右，以 12 月之氣壓最高，而 7 月、8 月之氣壓最低。

6、 風速與風向

年平均風速為 1.8m/s，風向受季風的影響明顯，全年平均以北北西風為主，分佈於冬季及春季，6～8 月間主要為西北風。

(二) 水文

1、 雨量站

本計畫區及週邊計有 15 座雨量站，分別由經濟部水利署、台東農田水利會、台灣糖業公司、土地銀行、中央氣象局、行政院退輔會及農業委員會林務局設置，流域內有關山、中福里及新設的林班瞭等 3 座自記雨量站，這些雨量站記錄年份最多者達 60 年，提供豐富的雨量紀錄，其相關敘述如文第肆章。

2、 流量站

本流域內無流量站，計畫區所屬的卑南溪流域計有 5 座流量站，係由經濟部水利署設置，這些流量站記錄年份最多者達 65 年。近本流域上、下游較近之新武呂(4)及瑞

源流量站近年流量紀錄如表 2-8、表 2-9，流量變化圖如圖 2-10 所示。

表 2-8　瑞源流量站月平均流量

單位：CMS

年＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2001	16.76	10.47	6.79	15.27	110.64	277.77	240.20	80.67	154.35	55.66	24.06	19.81
2002	10.59	6.02	4.42	4.16	5.89	27.35	39.88	52.51	17.60	11.84	10.12	11.94
2003	7.10	2.01	2.02	5.98	2.89	35.90	6.25	72.43	175.22	26.24	32.14	22.66
2004	11.17	7.93	7.82	6.38	8.06	11.78	311.04	33.93	48.44	19.89	8.17	102.16
2005	12.40	10.61	26.10	27.36	32.09	116.49	168.77	206.09	154.20	57.28	23.86	17.05
2006	10.17	5.23	6.91	19.10	51.65	107.40	157.05	79.17	69.82	31.97	22.55	14.56
2007	77.25	65.61	42.62	1.09	10.46	18.73	4.22	142.07	142.60	96.49	53.28	34.32
2008	14.65	13.35	10.44	12.22	7.32	46.00	75.91	97.78	236.02	60.10	21.51	16.44

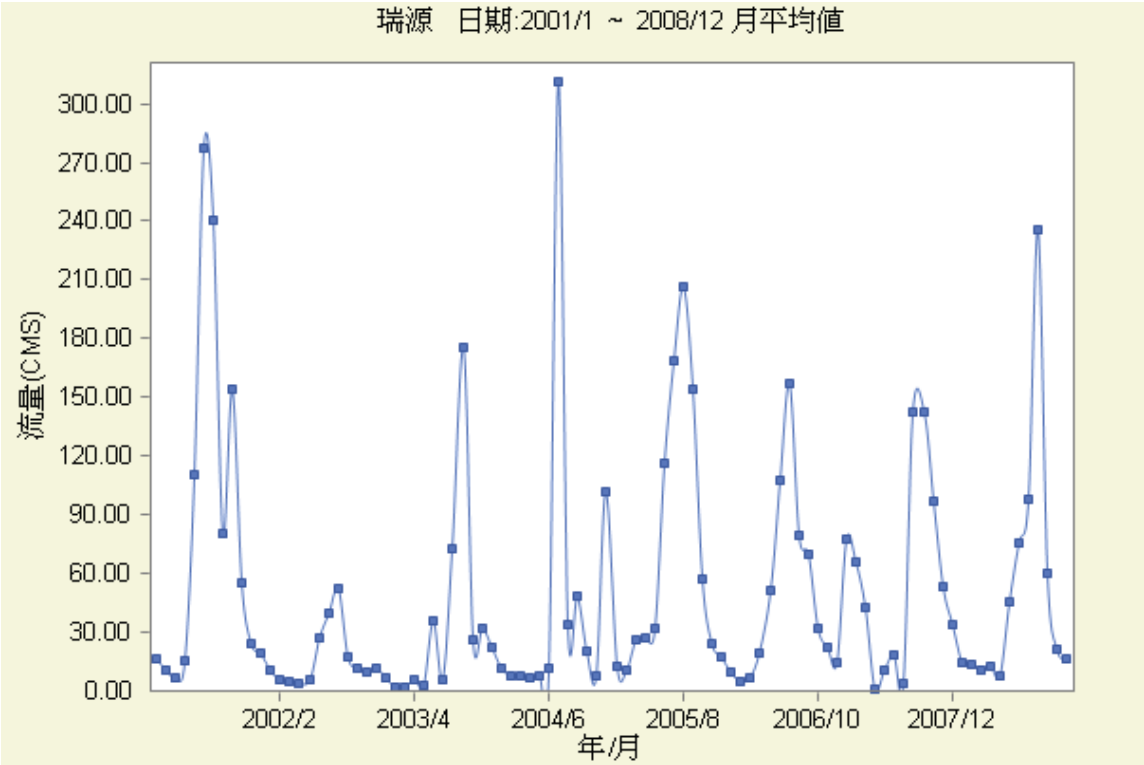
資料來源：水利署，水文水資源管理供應系統
註：站號：2200H022
站址：台東縣鹿野鄉瑞源村寶華大橋
流域面積：815.27 平方公里

表 2-9　新武呂(4)流量站月平均流量

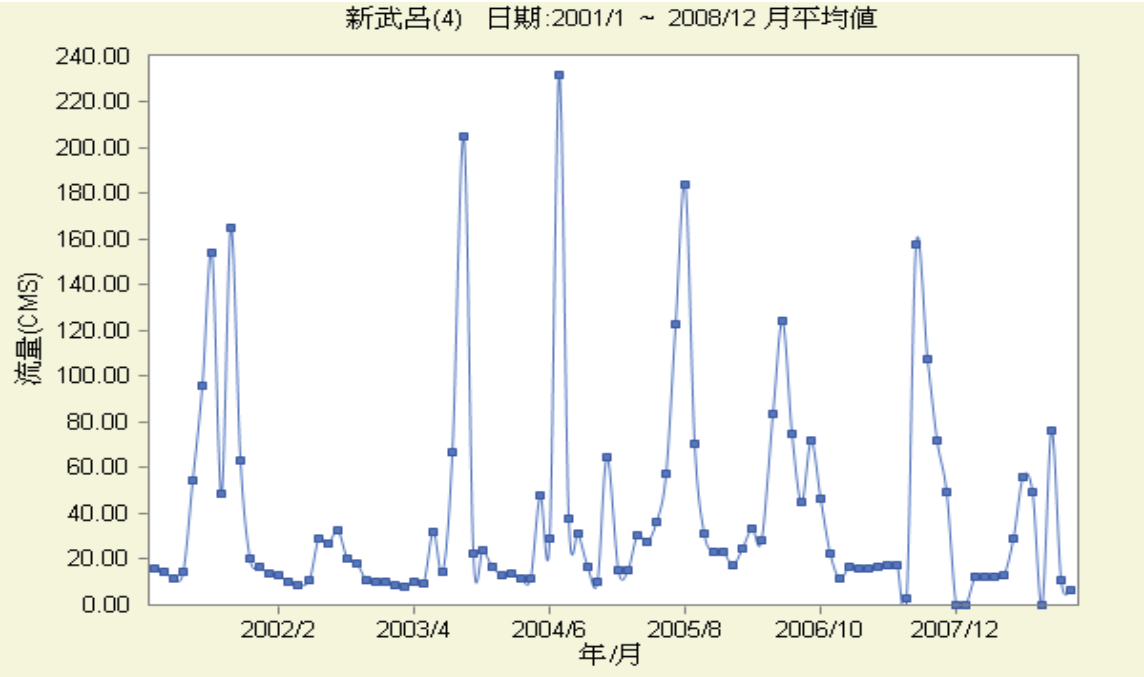
單位：CMS

年＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2001	15.66	14.34	11.29	14.19	54.45	96.13	154.02	49.02	164.99	63.58	20.57	16.65
2002	13.94	12.86	10.13	9.01	10.58	29.33	27.06	32.37	20.57	18.52	10.80	9.97
2003	10.42	8.82	8.24	10.43	9.19	31.72	14.71	67.13	205.15	22.71	24.20	17.02
2004	13.08	13.49	11.48	11.42	48.01	28.93	231.69	37.57	31.44	16.62	9.92	64.96
2005	15.36	15.20	30.86	27.86	36.51	57.72	122.96	183.95	70.45	31.62	23.00	23.11
2006	17.17	24.76	33.16	28.62	83.46	124.54	75.10	45.27	71.73	46.89	22.82	11.47
2007	16.74	16.11	15.80	16.64	17.38	17.47	3.18	157.66	107.30	71.84	49.71	*
2008	*	12.69	12.63	12.72	12.75	29.36	56.05	49.57	*	76.01	11.14	6.49

資料來源：水利署，水文水資源管理供應系統
註：站號：2200H020
站址：台東縣海端鄉初來村
流域面積：638.78 平方公里
*：表無資料



瑞源站



新武呂(4)站

圖 2-10　紅石溪流域鄰近流量站月平均流量變化圖

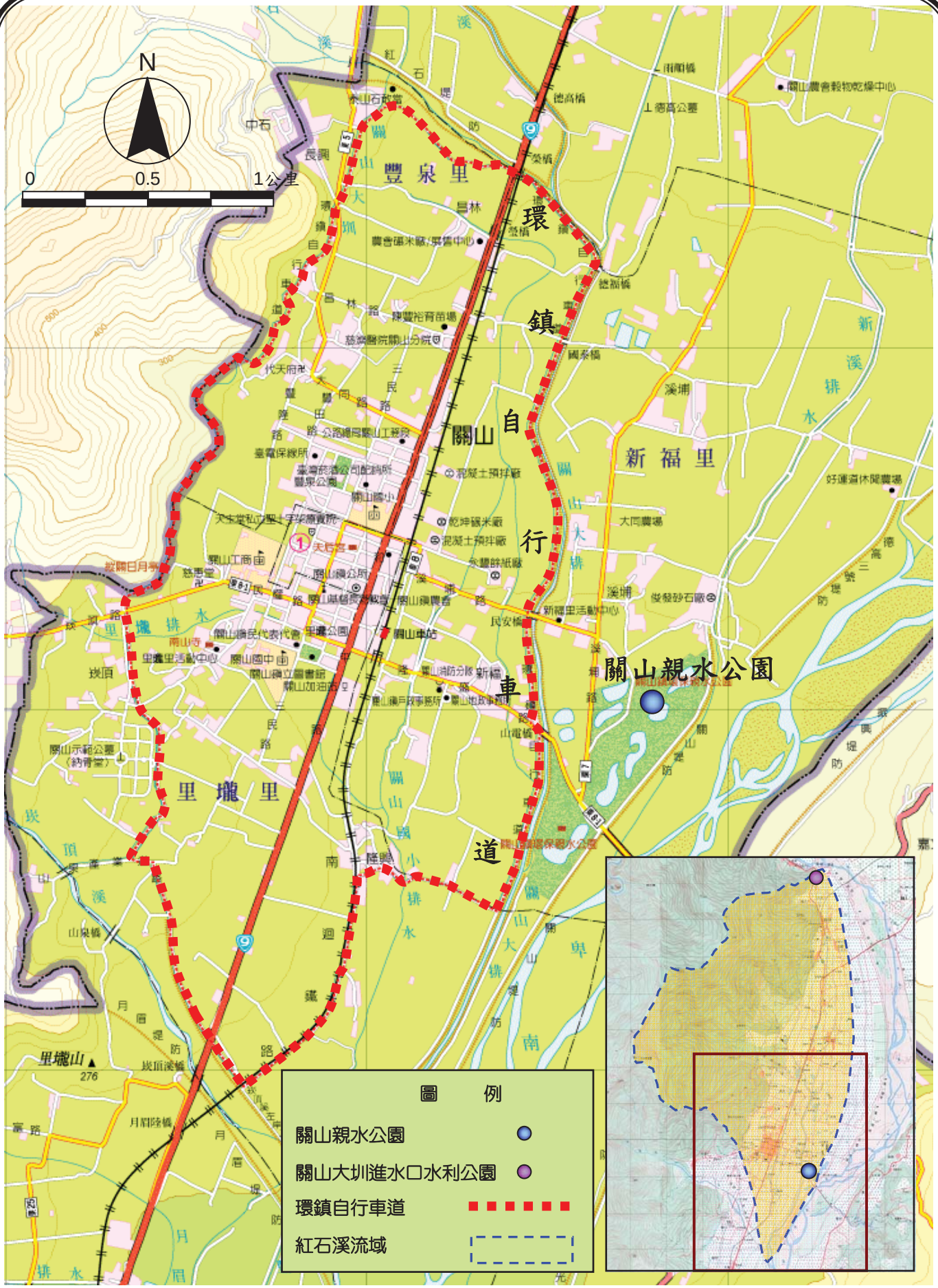


圖 2-11 計畫區休閒景觀設施位置圖

高山上，山高水急，因而形成了峽谷、瀑布、曲流、河階、沖積扇、斷層及惡地等不同的地質地形，造就了豐富的自然景觀。風景特定區管理範圍南北長達 158 公里，涵蓋花東 15 個鄉鎮，其所饒富的觀光遊憩資源，頗具多樣化，成為國人休閒旅遊的最佳選擇。

沿省道台 9 線公路而行，週邊一片綠意和綿延的秀麗山脈，縱谷內果園、茶園、稻田、牧場、金針花田、油菜花田等景觀不斷映入眼廉。其中最著名的景點有鯉魚潭、秀姑巒溪、關山親水公園、鹿野高台茶園、紅葉溫泉、南橫公路、初鹿牧場、利吉惡地等。

2、 關山親水公園（如圖 2-12）

關山親水公園第一期工程設置環鎮自行車道及公園管理中心、中央廣場、露天表演廣場、觀星臺、賞鳥屋、生態池、人行步道、綠化栽植等。第二期工程完成公園、大門、圍牆、公廁、文化廣場、遊客中心、戲水區等設施。民國 87 年進行第三期工程，完成兒童遊戲場、各項生態教育設備、停車場等工程。親水公園分為三大區：

(1) 動態園區：本區主要設施有停車場、售票亭、遊客服務中心、戲水池、小型表演廣場、吊橋、原住民節慶表演廣場，可供划船、釣魚之人工湖泊等。

(2) 靜態園區：本區以空氣、土壤、水質、動物、植物之保育為主，提供自然環保教育的功能。主要設施有觀星臺、能見度指標、日晷、賞鳥屋、賞鳥牆、人工湖泊等。除提供鳥類、魚類最好的環境棲息地，並可供遊客作為戶外自然教學。

圖 2-12　關山親水公園

(3) 蓮花池區：導引園外不潔的水源，集中於本區淨化處理後，排放至下游紅石溪，本區遍植蓮花供遊客觀賞，結合環保生態教育於一環。

3、 環鎮自行車道（如圖 2-13）

關山環鎮自行車道在民國 86 年開通使用，成為全國第一條觀光休閒專用自行車道。此自行車道主要沿關山大圳興建，全長約 12 公里，分為三段：

第一段：由中興橋水圳分叉點至土地公廟，約 3 公里。

第二段：由土地公廟至紅石溪尾端，約 5 公里。

第三段：由紅石溪尾端至中興橋分水圳分叉點，約 4 公里。

圖 2-13　環鎮自行車道

全線路面寬約 3 至 4 公尺，以水泥舖設，中間則用紅色磚塊隔成雙向車道。每隔一百公尺處，另以彩色地磚拼成各種花紋圖案，美化路面並標示里程數。經過水圳或溪邊路兩側，豎置褐色枕木以維護安全，同時兼具樸拙的造景效果。

關山鎮的自行車道環山繞水，將卑南溪水、兩側高山和農村風光連成一動態美景。由靠近環保親水公園起點出發，先行「親水段」路線，親水段沿著紅石溪右岸，溯溪岸而行，溪水清澈、淙淙水聲，令人流連。到紅石溪畔，偶或可見水牛在溪中泡水，牛背上或有白鷺絲佇立，一派自然農村景緻。沿途經過檳榔小徑，在檳榔花開季節，濃郁花香撲鼻，別有一番風味。除檳榔樹外還有各色樹種，如破布仔樹、水黃皮樹等，各具特色。

流量紀錄顯示，新武呂(4)站年平均流量約 41CMS，流量高峰期發生在每年的 6 月至 9 月，10 月至翌年 5 月是枯水期，在民國 93 年 7 月的平均流量達到 230CMS 為最高。瑞源站年平均流量約 51CMS，其流量紀錄亦呈現出相同的變化趨勢，每年 6 月至 9 月為豐水期，10 月至翌年 5 月為枯水期，在民國 93 年 7 月的平均流量達到 310CMS 為最高。

四、社會環境調查

(一) 景觀資源

本計畫區氣候溫和、景色怡然、風光悠靜，屬花東縱谷國家風景特定區，計畫區內及鄰近之遊憩設施，分布如圖 2-11，茲分述如下。

1、 花東縱谷風景特定區

依據民國 85 年 5 月行政院核定之花東縱谷風景特定區經營管理範圍:東自海岸山脈台 9 線目視所及第 1 條山稜線，西至台 9 線目視所及第 1 條山稜線，另包括木瓜溪沿岸至龍澗地區及南橫至利稻之台 20 線公路沿線。南至台東市都市計畫以北（即卑南鄉界即卑南溪南側以北），北達花蓮溪、木瓜溪南側所為之花蓮、台東兩縣縱谷平原，但不括範圍內 9 處都市計畫地區、東華大學特定區，總面積合計為 138,368 公頃。

花東縱谷是指中央山脈與海岸山脈之間的狹長谷地，因地處歐亞大陸陸板塊與菲律賓海板塊相撞的縫合處，產生許多斷層帶。加上花蓮溪、秀姑巒溪和卑南溪 3 大水系構成綿密的網路，其源頭都在海拔 2、3 千公尺的

自行車專用道大部分的路段平坦，只有少數路段有點坡度，就是著名的好漢坡。過了好漢坡，就來到環鎮自行車道的「親山段」。親山段位於中央山脈山腳下，此段車道也是沿著關山大圳修建，所經之處有山有水，風景如畫。親山路段居高臨下，關山鎮市街景觀盡收眼底，令人心曠神怡。

4、 關山大圳進水口水利公園

民國 37 年前臺灣省水利局斥資興建、歷時 10 年才竣工完成的關山大圳自卑南溪初來段引水長達 20 公里，進水量每秒 17.7 立方公尺，灌溉面積達 2,270 餘公頃，使關山地區山麓一帶的荒野坡地化為良田美宅，孕育無窮生機。台東農田水利會近年針對主要進水口、幹線、支線到分線有系統的進行綠化美化工作，民國 88 年關山大圳進水口開始綠化，並在上游 4 公里導水路旁的管理道路兩側栽植楓樹，新武呂溪初來段右岸出口的關山圳砂池與假山、雙併式涼亭、戲水池和戲水空間在初來部落秀麗山川景緻的背景襯托下，構成花東縱谷間一幅美麗的圖畫。

(二) 機關學校

1、 關山鎮公所

關山鎮公所位於紅石溪流域南方關山鎮中山路 54 號，設有 6 課 1 室及其他附屬單位。

2、 關山鎮農會

關山鎮農會位於鎮公所附近省道台 9 線上，原為碾米工廠，近年農會成立休閒旅遊中心，積極推廣休閒農業體驗活動。

3、 關山郵局

關山郵局位於鎮公所西方 150 公尺中正路上，長期服務關山地區民眾。

4、 關山工商

關山工商位於鎮公所西方約 300 公尺，該校前身為省立台東中學關山分部，民國 85 年改制為「國立關山高級工商職業學校」。

5、 關山國中

關山國中位於關山工商南方約 300 公尺，創立於民國 57 年校地面積 3.86 公頃，背倚里壟山，前俯新武呂溪，景色秀麗。

6、 關山國小

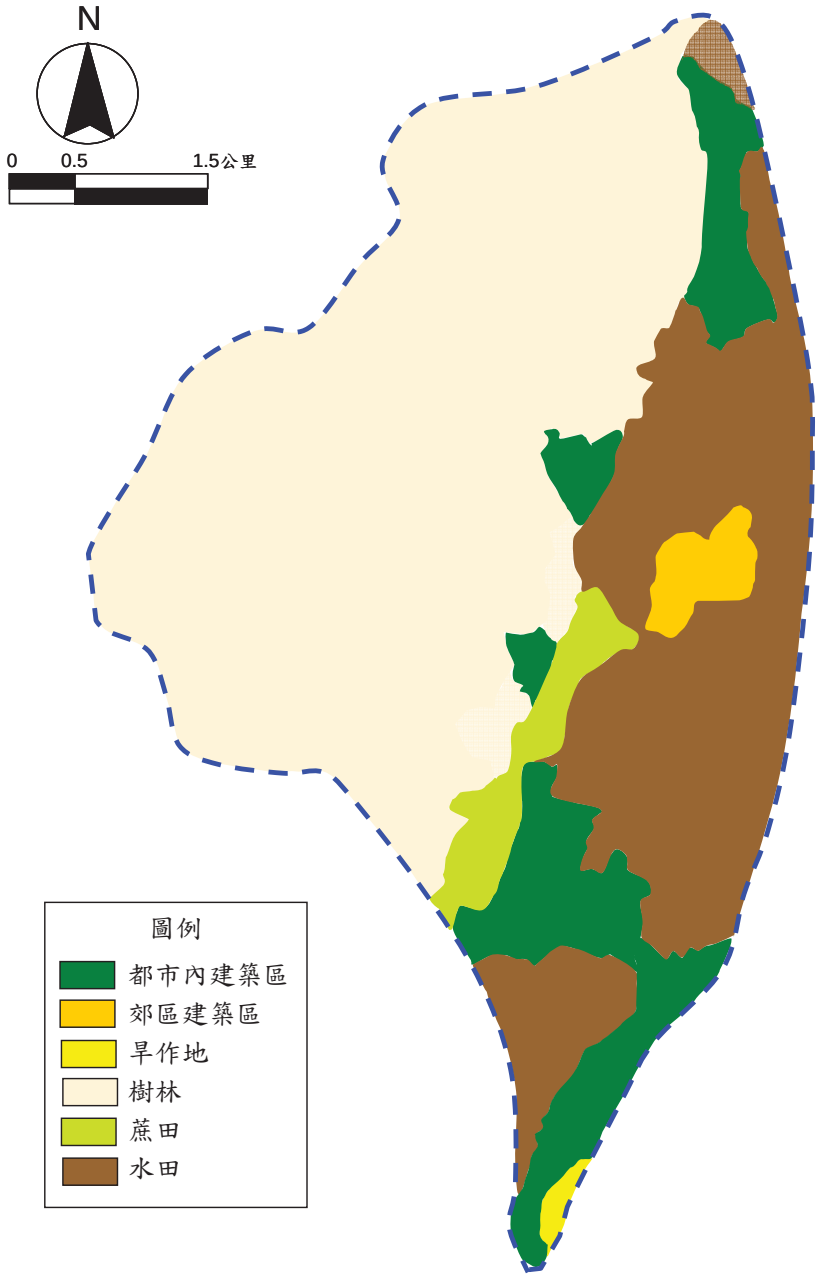
關山國小位於鎮公所北方約 200 公尺省道台 9 線旁，創立於民國前 6 年，教育場所及軟體設備充實，經常被上級指定為教育實驗學校。

五、土地資料調查

(一) 土地利用

1、 土地利用狀況

本流域範圍內西半部土地利用以林地為主，東半部則多水田，蔗田、矮林、果園零星分布其間，建築區則主要集中於流域內之中部（德高里）及南部（關山都市計畫區），如圖 2-14。

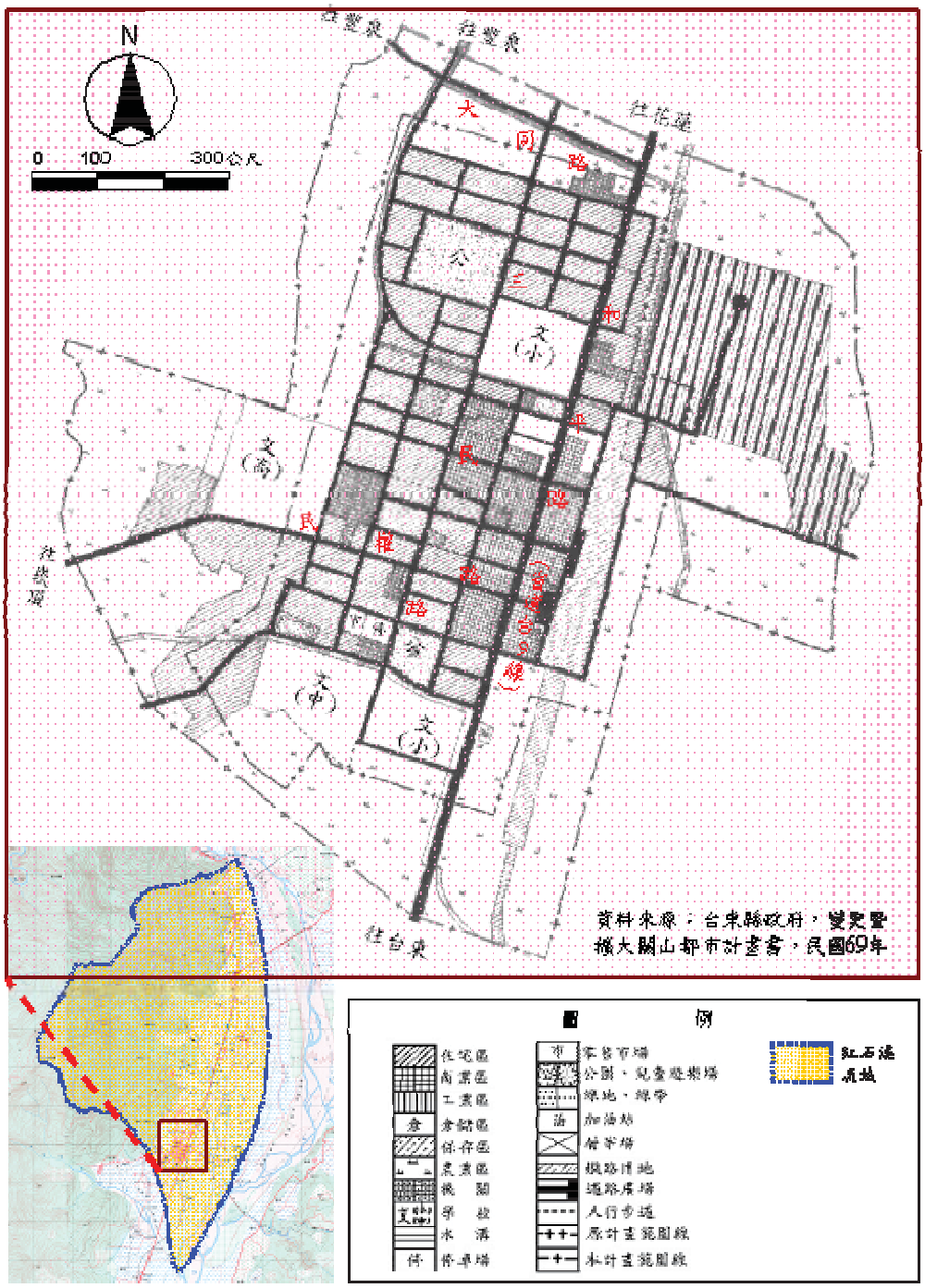


資料來源:行政院環境保護署，環境資料庫(http://edb.epa.gov.tw)

圖 2-14　計畫區土地利用圖

2、 都市計畫區

依據台東縣政府民國 69 年 11 月制定「變更暨擴大關山都市計畫」，關山都市計畫區面積約 183 公頃，如圖 2-15。



資料來源：台東縣政府，變更暨擴大關山都市計畫書，民國 69 年

圖 2-15　變更暨擴大關山都市計畫示意圖

(二) 公私有地

經地籍圖套繪，計畫區主流河道內及週邊地區地籍套繪成果圖及土地權屬調查成果詳述於文第參章。

六、灌溉及排水系統調查

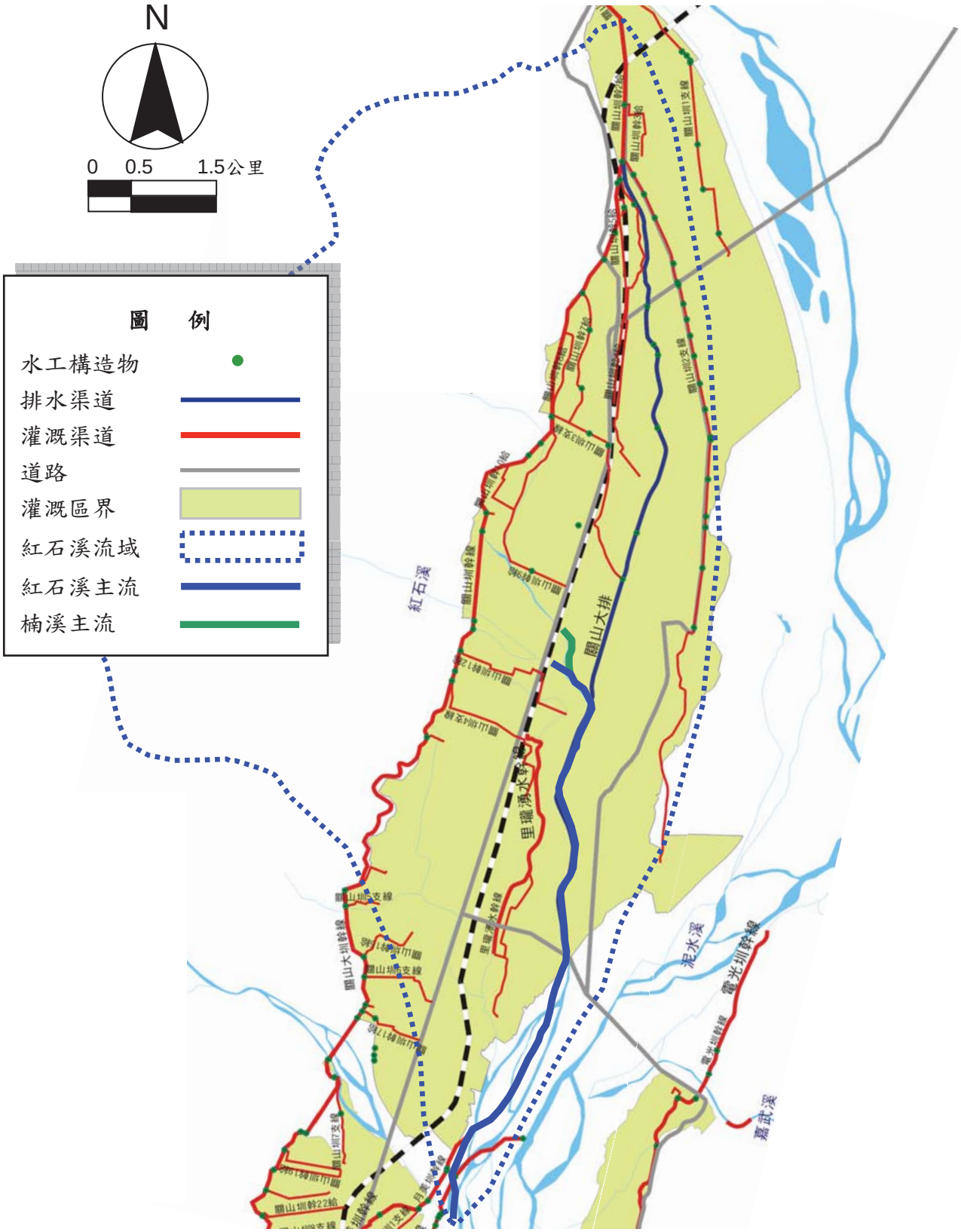
(一) 灌溉區域

台灣省台東農田水利會關山工作站灌溉區域囊括關山鎮、海端鄉、池上鄉及鹿野鄉等 4 鄉鎮，主要灌溉圳路有關山大圳、豐源圳、月美圳、里壟湧水圳、電光圳及電光 1~6 號山圳等，灌溉總面積約 2,977 公頃，本計畫流域內主要為關山大圳（如圖 2-16）。關山大圳北自海端鄉初來村，南至鹿野鄉瑞源村，全長 18.2 公里，灌溉面積約 2,037 公頃。由於枯水期水源嚴重不足，因此將此段灌區劃分成單期田（第 7~17 支線、幹 18 給~幹 31 給）及雙期田（第 1~6 支線、幹 1 給~幹 17 給）二種，第一期作僅雙期田有供水。豐源圳灌溉面積約 658 公頃；電光圳包含電光山圳灌溉面積約 172 公頃；湧水圳灌溉面積約 65 公頃；月美圳灌溉面積約 42 公頃。

該站灌溉渠道除電光山圳由海岸山脈溪流引水外，其餘圳路均由卑南溪施作臨時擋水土堤引水。關山大圳第 1 期作平均取水量為 4.24CMS，第 2 期作平均取水量為 7.90CMS；豐源圳第 1 期作平均取水量為 2.45CMS，第 2 期作平均取水量為 2.93CMS；電光圳第 1 期作平均取水量為 0.56CMS，第 2 期作平均取水量為 0.63CMS；其他零星埤圳第 1 期作平均取水量為 0.40CMS，第 2 期作平均取水量為 0.47CMS。

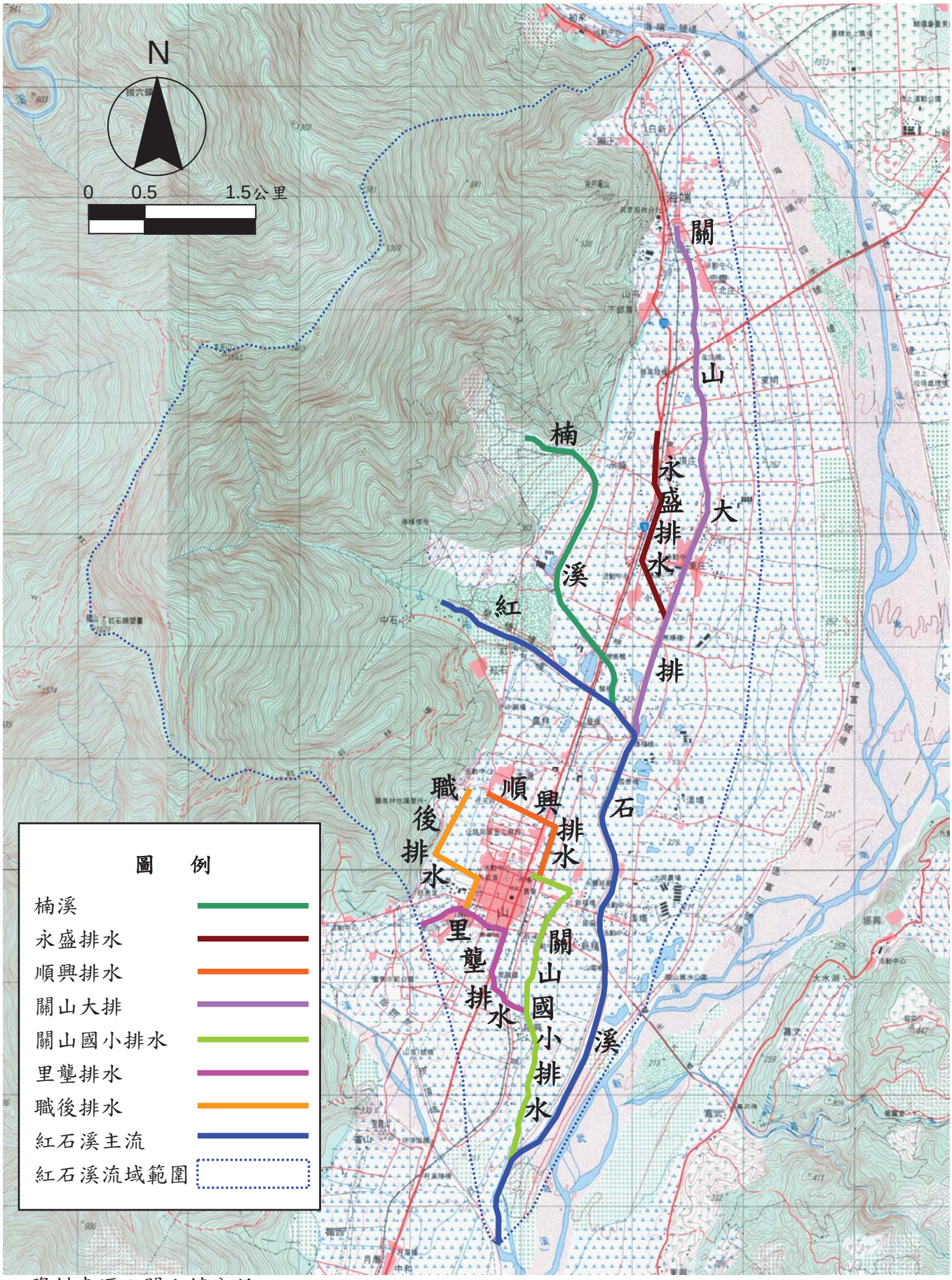
(二) 排水系統

本流域排水系統包括永盛排水、順興排水、關山大排、關山國小排水、里壟排水、職後排水等，相關位置如圖 2-17 所示、各排水基本資料如表 2-10 所示。



資料來源:台東農田水利會關山工作站

圖 2-16 台東農田水利會關山大圳灌溉圳路平面圖



資料來源：關山鎮公所

圖 2-17 紅石溪流域排水系統分布圖

表 2-10　計畫區排水路基本資料一覽

名稱	類別	治理單位	起訖點	出口
永盛排水	區域排水	關山鎮公所	起點：關山大排匯流處 終點：頂庄（1k+549）	關山大排
順興排水	區域排水	關山鎮公所	起點：關山國小排水匯流處 終點：本源（1k+120）	關山國小排水
關山大排	區域排水	台東縣政府	起點：紅石溪匯流處 終點：台 20 線瀧下橋	紅石溪
關山國小排水	區域排水	台東縣政府	起點：紅石溪匯流處 終點：台 9 線與仁愛路交點	紅石溪
里壟排水	區域排水	關山鎮公所	起點：關山國小排水匯流處 終點：關山大圳（1k+000）	關山國小排水
職後排水	區域排水	關山鎮公所	起點：里壟排水匯流處 終點：本源（1k+120）	里壟排水

資料來源：台東縣政府、關山鎮公所

七、水資源調查

(一) 自來水系統

關山自來水系統設有關山淨水場，該場係於日據時代興建，是台灣自來水公司第十區管理處較具歷史之淨水場，現由池上營運所管轄。該場設於關山鎮上方高處之崁頂部落，供應中福、里壟、月眉、電光、豐田 5 個里用水外，於民國 92 年於管網增設加壓設備，並取代供應池上鄉振興村之振興淨水場。

該場原水取自崁頂溪源頭，場內設有乙口深井、沉澱池兩座、慢濾池 465 平方公尺、快濾機乙套、清水池 3 座計 1530 噸、加藥設備兩套、80KW 備用發電機乙台、餘氯、濁度等水質監測儀器，為應供水需要及地方發展，於 90 年增設快濾機乙組，致實際出水能量每日可達 6,000 立方公尺，現該場使用次氯酸鈉消毒，留滯場內清水池約 12 小時後，再以加壓及重力方式，分別供應高低區之用水。

(二) 水質水量保護區

本計畫區北側有一處海端自來水水質水量保護區，該區係依據自來水法第 11 條於民國 93 年 12 月 23 日公告，公告面積 221.50 公頃，其位置如圖 2-18。

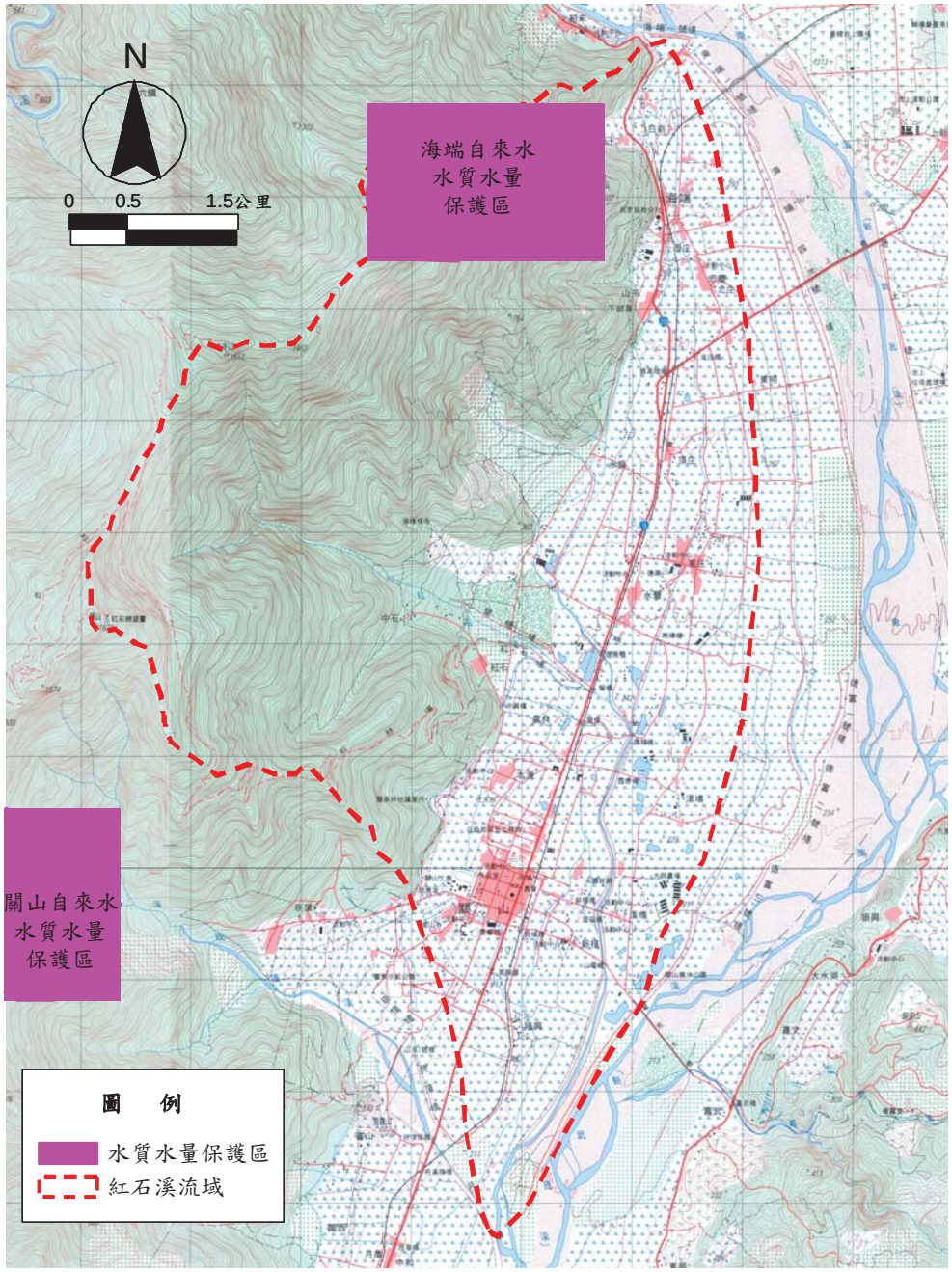


圖 2-18 紅石溪流域水質水量保護區位置圖

(三) 地下水分區

紅石溪流域東半部屬於花東縱谷地下水分區。該區北起花蓮縣立霧溪下游，經海岸山脈和中央山脈間之谷地，南至台東縣知本溪下游，全長約 183 公里，寬 2~7 公里，面積約 800 平方公里。縱谷內地層為沖積層，沖積厚度應超過 100 公尺，本區沖積層主要為卵石及砂礫所組成，其孔隙較多，透水性強，積聚之地下水量相當豐富。

八、下水道系統調查

台東縣設有雨水管線 28 公里（至 98 年 3 月止），佔全國雨水管線總長約 1%，全縣設置了 337 個雨水人孔，約佔全國雨水人孔數的 0.7%。在污水下水道的部份，全縣尚未設有污水管線及污水人孔。本計畫區內雨水下水道系統主要位於關山鎮，其下游皆匯入區域排水，茲說明如下。

(一) 既有雨水下水道系統

關山鎮竣工的雨水下水道分布在自強路、三民路、中正路、仁愛路、中山路、民權路等路段，長度合計約 724.5 公尺，下水道寬度介於 1.49~2.12 公尺，高度介於 1.56~3.04 公尺，坡度介於 0.52%~6.86%，下水道系統設有 9 個雨水人孔，人孔深度介於 1.76~4.21 公尺，關山都市雨水下水道分布如圖 2-19，雨水下水道及雨水人孔統計如表 2-11 及表 2-12。

(二) 規劃中雨水下水道系統

關山鎮規劃設置雨水下水道 42 條多集中在和平路、中正路、民權路、民族路、三民路、中華路、民生路、中山路。長度合計 8,228 公尺，規劃設置雨水人孔 4 個。規劃中雨水下水道系統亦如圖 2-19，相關資料如表 2-13。

表 2-11　關山鎮雨水下水道(竣工)統計表

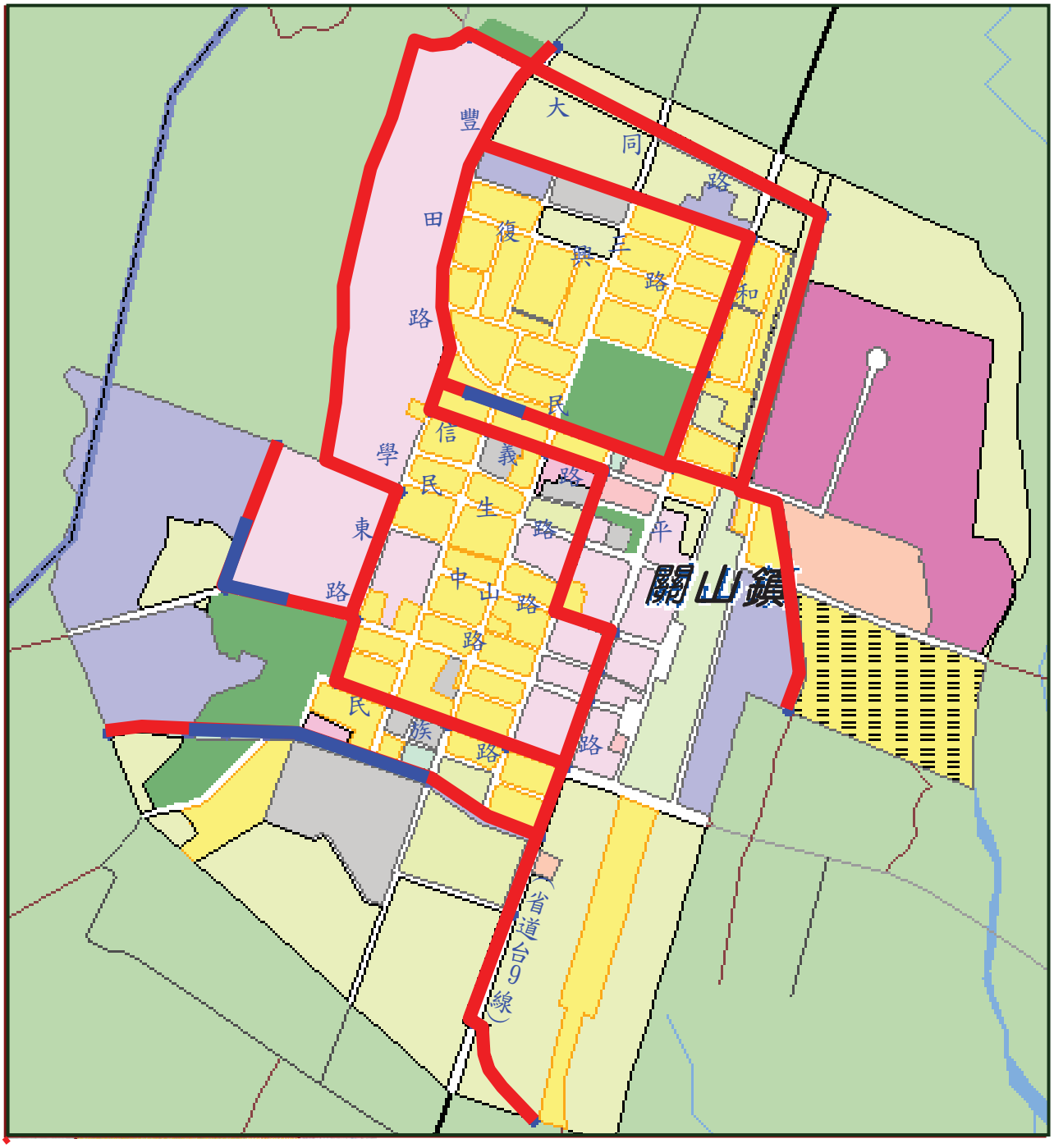
編號	上游人孔編號	下游人孔編號	下水道				上游管底高程(EL.m)	上游管底高程(EL.m)
			寬度(m)	高度(m)	長度(m)	坡度(%)		
1	10014-96193077-1	10014-96193077-2	1.84	3.01	101.47	0.52	223.85	223.32
2	10014-96193076-1	10014-96193087-3	1.49	1.56	215.47	0.59	222.15	220.86
3	10014-96193087-1	10014-96193087-4	2.12	2.99	101.42	2.35	218.88	216.49
4	10014-96193087-2	10014-96193087-1	2.11	3.02	177.36	2.93	224.08	218.88
5	10014-96193086-1	10014-96193087-2	2.11	3.04	66.63	4.44	227.04	224.08
6	10014-96193086-2	10014-96193086-1	2.11	3.01	62.19	6.86	231.30	227.04

資料來源：營建署，下水道資料庫資訊網（http://sewergis.cpami.gov.tw）

表 2-12　關山鎮雨水人孔(竣工)統計表

編號	人孔編號	道路名稱	人孔		入流管高程(EL.m)	出流管高程(EL.m)	人孔頂高程(EL.m)	竣工日期
			深度(m)	寬度(m)				
1	10014-96193087-4	自強路、三民路	2.91	2.99	216.49	216.49	219.40	93/06
2	10014-96193077-1	中正路	2.18	3.01	223.85	223.85	226.03	93/06
3	10014-96193077-2	仁愛路	2.14	3.06	223.32	223.32	225.46	93/06
4	10014-96193087-1	自強路、中山路（關山中學）	3.61	2.99	218.88	218.88	222.49	93/06
5	10014-96193087-2	自強路、崁頂	4.21	3.02	224.08	224.08	228.29	93/06
6	10014-96193086-1	自強路、南山新村	3.27	3.01	227.04	227.04	230.97	93/06
7	10014-96193086-2	自強路、南山新村	3.27	3.01	231.30	231.30	234.57	93/06
8	10014-96193087-3	民權路	2.28	1.51	220.86	220.86	223.14	93/06
9	10014-96193076-1	民權路	1.76	1.56	222.15	222.15	223.91	93/06

資料來源：營建署，下水道資料庫資訊網（http://sewergis.cpami.gov.tw）



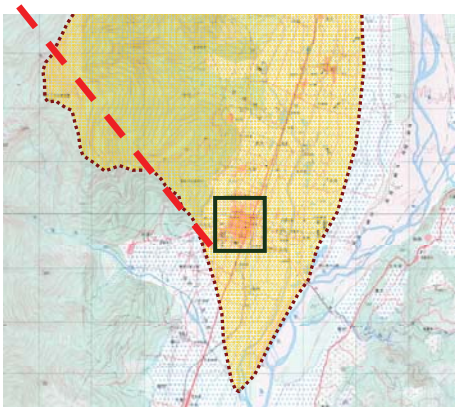


圖　例

既有雨水下水道

規劃雨水下水道

紅石溪流域

N

0　100　300公尺

資料來源：營建署，下水道資料庫資訊網（http://sewergis.cpami.gov.tw）

圖 2-19 關山都市下水道分布圖

表 2-13 關山鎮雨水下水道(規劃中)統計表

編號	上游人孔編號	下游人孔編號	下水道				上游管底高程(EL.m)	下游管底高程(EL.m)
			寬度(m)	高度(m)	長度(m)	坡度(%)		
1	A4-8-3	A4-8	1.50	1.35	408.00	0.009	226.35	222.34
2	A1	A2	0.60	0.00	290.00	0.014	234.61	230.65
3	A4-1	A4-2	0.40	0.00	260.00	0.014	232.75	229.24
4	B12	B	4.55	2.10	290.00	0.005	211.55	209.50
5	A4-8-2	A4-8-3	1.25	1.15	540.00	0.015	234.66	226.55
6	A4-8-1	A4-8-2	1.00	1.15	110.00	0.021	237.00	234.69
7	B1	B2	2.60	1.60	935.00	0.010	236.50	221.83
8	B2	B3	3.00	1.80	215.00	0.002	221.83	220.19
9	B3-1	B3-2	1.25	1.60	240.00	0.003	223.03	222.31
10	B3-2	B3	1.20	1.20	225.00	0.007	222.31	220.72
11	B3	B4	3.00	1.80	110.00	0.003	220.19	219.34
12	B4	B5	3.00	1.80	95.00	0.003	219.34	218.62
13	B5	B6	3.00	1.80	110.00	0.003	218.62	217.15
14	B6	B7	3.00	1.80	100.00	0.003	217.15	216.85
15	B7	B8	3.00	1.80	100.00	0.003	216.85	215.54
16	B8-1	B8-2	0.30	0.00	90.00	0.003	225.00	224.77
17	B8-2	B8-3	0.30	0.00	110.00	0.010	224.74	223.61
18	B8-3	B8-4	0.30	0.00	95.00	0.012	223.53	222.41
19	B8-4	B8-5	0.40	0.00	75.00	0.017	222.40	221.16
20	B8-5	B8-6	0.50	0.00	45.00	0.005	220.98	220.78
21	B8-6	B8-7	0.60	0.00	120.00	0.01	220.78	218.65
22	B8-7	B8-8	1.00	0.00	100.00	0.00	218.65	218.30
23	B8-8	B8-9	1.00	0.00	70.00	0.01	218.30	217.87
24	B8-9	B8-10	1.00	0.00	60.00	0.01	217.87	217.35
25	B8-10	B8	1.00	0.00	100.00	0.01	217.25	216.26
26	B8	B9	3.30	1.98	135.00	0.00	215.38	215.04
27	B11	B12	4.55	2.10	240.00	0.00	213.02	211.55
28	B10	B11	4.50	2.10	200.00	0.00	214.42	213.04
29	B9-3	B9	2.00	1.90	190.00	0.01	217.63	215.52
30	B9-1	B9-2	2.00	1.80	310.00	0.01	241.00	224.08
31	B9-2	B9-3	2.00	1.90	240.00	0.01	223.98	217.63
32	B9	B10	4.50	2.10	130.00	0.00	215.04	214.42
33	A3	A4	1.30	1.25	460.00	0.01	228.46	221.90
34	A2	A3	1.30	1.25	300.00	0.01	230.69	228.46
35	A4	A	2.00	1.90	355.00	0.00	221.90	217.04
36	A4-8	A4	2.00	1.80	200.00	0.00	222.34	221.90
37	A4-4	A4-5	0.60	0.00	50.00	0.01	226.43	224.66
38	A4-3	A4-4	0.50	0.00	50.00	0.02	227.76	226.57
39	A4-5	A4-6	1.10	0.00	50.00	0.00	224.66	224.54
40	A4-6	A4-7	1.10	0.00	75.00	0.00	224.54	224.35
41	A4-7	A4-8	1.30	1.30	160.00	0.00	224.28	222.34
42	A4-2	A4-3	0.50	0.00	190.00	0.07	229.09	227.76

參考資料：營建署，下水道資料庫資訊網（http://sewergis.cpami.gov.tw）

九、砂石資源調查

經詢查關山鎮公所，紅石溪主流無砂石開採之行為。另調查經濟部礦物局資料，紅石溪流域內有俊發砂石場，流域週邊有灝業採石場、皇生實業股份有限公司（砂石場）、鹿原砂石場及鹿野鄉瑞源農場平地砂石資源區。其中，鹿野鄉瑞源農場砂石資源區之砂石種類屬平（農）地砂石，主要岩性為變質砂岩片岩，規劃面積約 177 公頃，採深以 15 公尺計，可採砂石量約 2,655 萬立方公尺。

十、河川自然資源

關山地區生物資源豐富，依據特有生物研究保育中心民國 96 調查資料顯示，關山鎮計有動物 39 類，地區出現的動物主要可分為爬蟲類、兩棲類、魚類及蝴蝶類，其中爬蟲類有 2 科、2 種，兩棲類有 5 科、10 種，魚類有 2 科、9 種，蝴蝶類有 7 科 18 種，如表 2-14 所示。這些物種中屬台灣特有種者為褐樹蛙、莫氏樹蛙、何氏棘魞、台灣石（魚賓）、高身鏟頜魚、菊池氏細鯽、粗首鱲、台灣馬口魚。

(一) 褐樹蛙分布在海拔 1,300 公尺以下，棲地多變，繁殖季節時則下降到溪流配對產卵。

(二) 莫氏樹蛙常出現於水池或人工蓄水池附近，尤其是池邊有水草或是姑婆芋的環境，其棲地分布在海拔 2,500 公尺以下之山區，列為瀕臨絕滅的動物。

(三) 何氏棘魞棲息於河川中下層水域，喜好水流稍急、河底為礫石之幹道水域，分布於台灣東部溪流，雜食偏肉食性，主要攝食水生昆蟲，有掠食行為，捕捉小魚蝦等，亦食藻類和水生植物碎屑。

表 2-14 關山地區物種名錄

類別	科名	物種	學名
魚類	鰕虎科	大吻鰕虎	Rhinogobius gigas
		日本禿頭鯊	Sicyopterus japonicus
		明潭吻鰕虎	Rhinogobius candidianus
	鯉科	台灣石(魚賓)	Acrossocheilus paradoxus
		台灣馬口魚	Candidia barbata
		何氏棘魚	Spinibarbus hollandi
		高身鏟頜魚	Varicorhinus alticorpus
		粗首鱥	Zacco pachycephalus
		菊池氏細鯽	Aphyocypris kikuchii
兩棲類	叉舌蛙科	虎皮蛙	Hoplobatrachus rugulosus
		澤蛙	Fejervarya limnocharis
	赤蛙科	牛蛙	Lithobates catesbeiana
		拉都希氏赤蛙	Hylarana latouchii
	狹口蛙科	小雨蛙	Microhyla fissipes
	樹蛙科	日本樹蛙	Buergeria japonicus
		白頜樹蛙	Polypedates megacephalus
		莫氏樹蛙	Rhacophorus moltrechti
		褐樹蛙	Buergeria robustus
	蟾除科	黑眶蟾蜍	Bufo melanosticus
爬蟲類	黃頜蛇科	臭青公	Elaphe carinata carinata
	壁虎科	蝎虎	Hemidactylus frenatus
蝴蝶	小灰蝶科	台灣棋石小灰蝶	Shijimia moorei (Leech，1889)
		台灣黑星小灰蝶	Megisba malaya sikkima Moore，1884
		波紋小灰蝶	Lampides boeticus (Linnaeus，1767)
	弄蝶科	狹翅弄蝶	Isoteinon lamprospilus formosanus Fruhstorfer，1911
	粉蝶科	紋白蝶	Pieris rapae crucivora Boisduval，1836
		荷氏黃蝶	Eurema hecabe (Linnaeus，1758)
	蛇目蝶科	切翅單環蝶	Mycalesis zonata Matsumura，1909
		台灣波紋蛇目蝶	Ypthima motschulskyi multistriata Futler，1883
		永澤黃斑蔭蝶	Neope muirheadi nagasawae Matsumura，1919
		無紋蛇目蝶	Mycalesis perseus blasius(Fabricius，1798)
		紫蛇目蝶	Elymnias hypermnestra hainana Moore，1878
		黑樹蔭蝶	Melanitis phedima polishana Fruhstorfer，1908
		樹蔭蝶	Melanitis leda (Linnaeus，1758)
	斑蝶科	紫端斑蝶	Euploea mulciber barsine Fruhstorfer，1904
	蛺蝶科	台灣小紫蛺蝶	Dravira chrysolora (Fruhstorfer，1908)
		樺蛺蝶	Ariadne ariadne pallidior (Fruhstorfer，1899)
	鳳蝶科	大紅紋鳳蝶	Byasa polyeuctes termessus (Fruhstorfer，1908)
		玉帶鳳蝶	Papilio polytes pasikrates Fruhstorfer，1908

資料來源：特有生物研究保育中心（http://www.tesri.gov.tw）
註：調查時間為民國96年

(四) 台灣石（魚賓）分布於中游或中上游水流湍急、清澈之流水、深潭中，成魚常發現於急瀨中巨石下的潭淵處，夜間攝食，以括食石頭上附著之藻類及撿食水生昆蟲為主。

(五) 高身鏟頜魚棲息於水流湍急、流量較大、水質清澈水域之急瀨及深潭區，分布於台灣南部及東部溪流，雜食偏藻食性，以刮取岩石上附著的藻類及水生昆蟲為主。

(六) 菊池氏細鯽主要棲息於緩流河渠或池沼中，尤其是水生植物繁生之水域，分布於花、東、宜蘭等地區，以掉落水面之昆蟲和藻類為食。

(七) 粗首鱵性喜涼溫性水域，棲息於各種型態水域，包括淺流、深流、瀨區，潭區及湖泊與溝渠，普遍分布於花東各大河中，幼魚為雜食性，主要攝食石頭上附著之藻類，成魚偏肉食性，嗜食水生昆蟲、小魚及蝦。

十一、相關計畫蒐集

(一) 相關計畫

1、 關山都市計畫

(1) 計畫簡述

A、 主辦機關：台東縣政府

B、 計畫期程：民國 90 年

C、 計畫範圍：關山都市計畫區 183 公頃

D、 主要內容：

關山都市計畫區如圖 2-14 所示，該計畫人口訂為 10,000 人，所擬定之實質計畫包括土地使用計畫、公共設施計畫及交通系統計畫，其土地使用面積分配如表 2-15 所示。

表 2-15　變更暨擴大關山都市計畫土地使用面積分配表

使用類別	面積(公頃)	百分比		備　註
		不包括農業區	包括農業區	
住宅區	29.78	30.17	16.27	
商業區	6.82	6.91	3.73	
工業區	12.18	12.34	6.66	
倉儲區	0.28	0.28	0.15	
保存區	0.68	0.69	0.37	保一 0.27 公頃，保二 0.33 公頃，保三 0.08 公頃。
機關	2.56	2.59	1.40	
學校	13.40	13.58	7.32	國小 5.07 公頃，國中 3.57 公頃，高職 74.76 公頃。
公園	3.60	3.65	1.97	公一 0.84 公頃，公二 2.76 公頃，公一、公二內應配設面積 0.20 公頃之兒童遊樂場各 1 處。
兒童遊樂場	0.41	0.42	0.22	
綠地(地)	0.03	0.03	0.02	
市場	0.52	0.53	0.28	
停車場	0.51	0.52	0.28	
加油站	0.14	0.14	0.08	
屠宰場	0.03	0.03	0.02	
水溝	3.05	3.09	1.67	
道路(廣場)	17.34	17.57	9.47	
鐵路用地	7.36	7.46	4.02	
農業區	84.31	—	46.07	
小計(1)	98.69	—	—	不包括農業區
小計(2)	183	—	—	包括農業區

資料來源：台東縣政府，變更暨擴大關山都市計畫書，民國 69 年。

(2) 影響分析

本計畫將完成紅石溪排水治理規劃，除達到河川治理目標，可結合關山都市計畫之上、下水道之系統規劃，解決市區淹水問題，改善生活環境。

2、 縱谷西側關山及瑞源集水區國有林班地整體調查規劃

(1) 計畫簡述

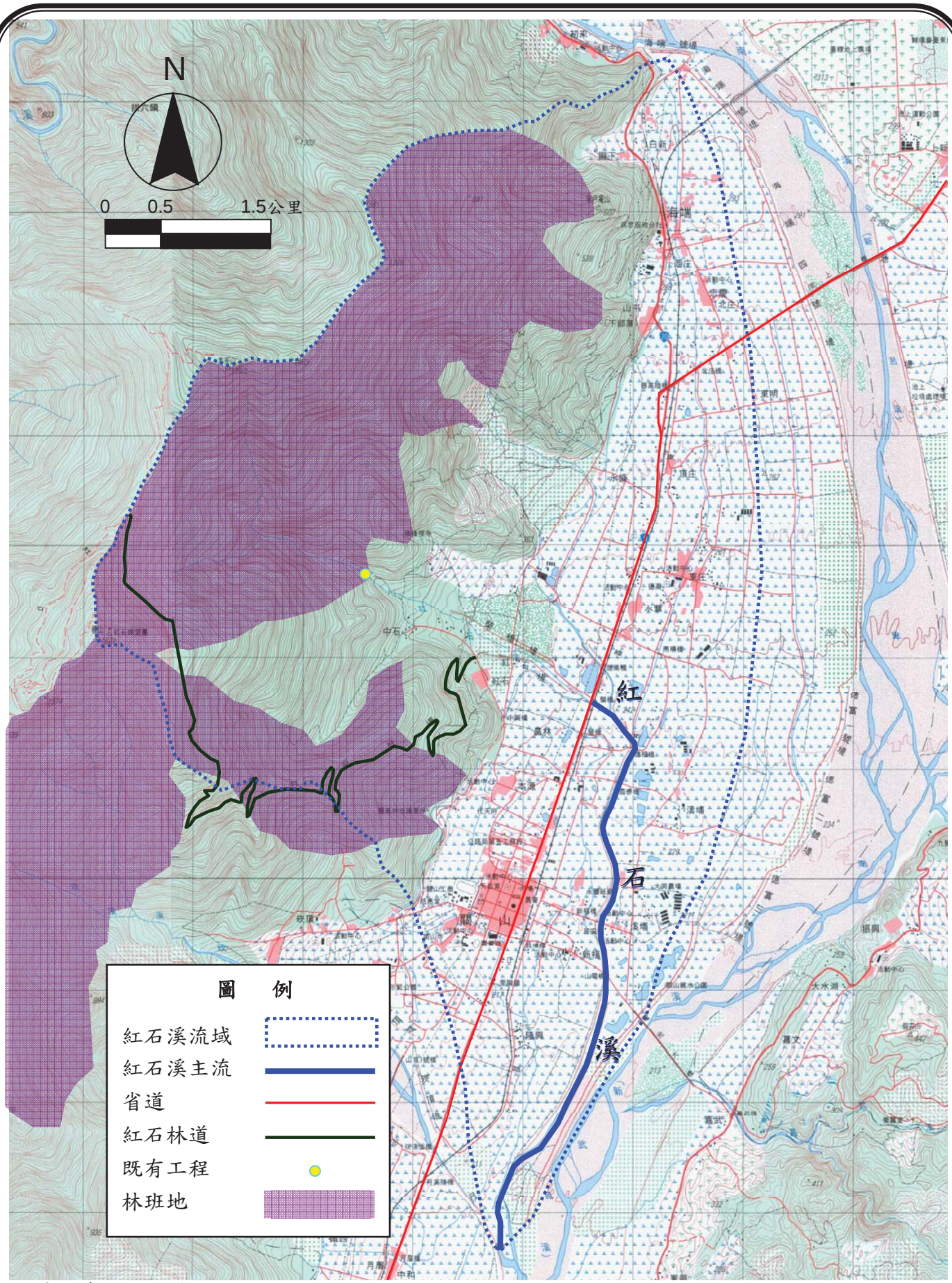
A、 主辦機關：林務局台東林區管理處

B、 計畫期程：96 年 10 月完成規劃

C、 計畫範圍:縱谷西側關山及瑞源集水區國有林班地

D、 主要內容：

既有治山防災工程功能評估與治理成效檢討:「紅石溪既有整治工程均多為民國 74~75 年興建之工程設施。因此水土保持局臺東分局已於民國 95 年著手規劃紅石溪之整治工程。而就實地野外調查，並配合林務局航測圖與福衛二號圖資比對，並無發生明顯崩塌情況。故為避免人為擾動，造成林班地內發生災後，建議以保持紅石溪林班地（如圖 2-20 所示）自然現況為宜。」在崩塌及土石流危險調查部份:「規劃區內四條溪流（包括紅石溪）上游林班地內並無嚴重之崩塌情形發生，因此對於溪流部分無規劃崩塌地規劃治理對策。」集水區問題分析:「於規劃區內四條溪流上游屬林務局興建之既有工程件數並不多，因此僅針對溪流土礫石分布較多處加強輸砂與防砂之水土保持工程措施或工程有所損毀處做修復的建議。」



資料來源：林務局

圖 2-20 紅石溪流域林班地及林道既有工程位置圖

(2) 影響分析

該計畫已完成關山集水區國有林班地整體調查規劃，透過對規劃區溪流（包括紅石溪）與林班地邊坡進行調查，完成現有地層滑動災害分布及其破壞機制之相關調查，並針對較嚴重且具保護對象之集水區，進行崩塌地滑之調查與特性分析，同時應用生態工程之設計原理與理念，並兼顧社會、人文、當地動植物適生性與自然景觀，研擬集水區整體治理對策，作為該地區之集水區長期維護整治計畫之參考依據。

3、 98 年度「台灣城鄉風貌整體規劃示範計畫」

(1) 計畫簡述

A、 主辦機關：內政部營建署

B、 計畫期程：98 年度

C、 計畫範圍：全國

D、 主要內容：

內政部營建署推動「創造台灣城鄉風貌示範計畫」,主要推動方式係透過每年度依據立法院審查通過之補助預算額度，設定補助重點及審查原則，組織專業之申請計畫篩選補助計畫評審團，配合各項補助計畫進行管考，整合執行。該示範計畫 98 年度政策引導型第二階段補助計畫審查結果台東縣有 13 件獲選補助計畫，包括「關山鎮紅石溪水岸景觀改造工程計畫」，其審查重點為 1.將維護管理能力納入規劃設計考量、2.考量與關山親水公園間串聯之可行性、3.規劃水岸複層植栽或自行車道、4.工程費待規劃後再編列提出審核。

(2) 影響分析

「關山鎮紅石溪水岸景觀改造工程計畫」規劃設計將著重於水岸複層植栽自行車道之佈設及與關山親水公園之串聯，本計畫後續之紅石溪環境營造計畫將與該計畫規劃設計成果配合檢討規劃。

4、 台東縣政府 98 年度重要施政計畫

(1) 計畫簡述

A、 主辦機關：台東縣政府

B、 計畫期程：98 年度

C、 計畫範圍：台東縣

D、 主要內容：

台東縣政府編訂 98 年度施政計畫，其目標與重點之一即「推動河川防洪工程」，主要工作包括：1.爭取中央補助興建縣管河川堤防。2.整修破損堤防及零星緊急災修工程。3.推動縣管河川治理計畫。4.配合中央計畫辦理「易淹水地區水患治理計畫」各項業務。5.督促各鄉鎮市公所辦理防汛搶險演習及組織搶險隊，並加強防汛宣導。6.辦理災害防救相關業務。

(2) 影響分析

該計畫之推動河川防洪工程實施完成後，將可配合本計畫整體改善關山地區河川防洪工程，有效減低水患受災程度。

(二) 相關治理工程計畫

1、 紅石溪治理工程

本計畫區上游之歷年治理係依權責分工，林務局台東林區管理處、水土保持局臺東分局、台東縣政府及各鄉鎮

公所均進行相關之治理計畫，紅石溪民國 70 至 98 年之相關整治工程約 18 件，如表 2-16。

表 2-16　紅石溪既有治山防災工程計畫

年度	契約/工程編號	工程名稱	X	Y	工程地點	執行單位	工程內容	工程現況或效益
74	山五(二)工合約字第 032 號	紅石溪三期防砂壩工程	264589	2552727	關山鎮	水土保持局臺東分局	1. 防砂壩 1 座 (長 144m，高 4.6m) 2. 堤防長 21m 3. 越堤路長 78m	壩體現況良好
75	山五(二)工合約字第 039 號	紅石溪第二期護岸工程	—	—	關山鎮	水土保持局臺東分局	1. 護岸 467m 2. 蛇籠 972m	—
92	92W502-175	紅石溪堤防二期工程	265408	2549984	關山鎮	台東縣政府	1. 基腳 L=275m 2. 10T 消能塊計 132 塊	尚良好有淤積
95	95-WS-5-V09-149	紅石溪三期治山防洪工程	265818	2551950	海端鄉	水土保持局臺東分局	1. 新建砌石護岸 89.61 公尺 2. 乾砌石保護工 10 公尺 3. 主流段箱涵引道保護工 15 公尺 4. 新建混凝土潛堰 A 型 2 座、B 型 4 座 5. 新建混凝土防砂壩 1 座（主壩 1 座、副壩 1 座）	保護紅石部落與農地約 10 公頃之安全
95	95WH301-008	紅石野溪復育工程	266281	2552127	海端鄉	水土保持局臺東分局	1. 砌石護岸 260 公尺 2. A 型固床工 6 座 3. B 型固床工 5 處 4. 箱涵保護工 1 處	保護下游農戶及兩側農地（約 6 公頃）安全
98	—	紅石野溪加強整治處理工程	—	—	關山鎮	水土保持局臺東分局	1. 河道整理 180 公尺 2. 新設固床工 3 座、堤防修護 30 公尺、基礎加強 60 公尺	—

資料來源：1. 水土保持局臺東分局。
2. 林務局台東林區管理處，縱谷西側關山及瑞源集水區國有林班地整體調查規劃，民國 96 年。

2、 紅石林道治理工程

紅石林道入口處標示牌全長約 32km，里程標示牌約至 16K 處，林道自 2.7K 後屬林班地範圍。96 年度林務局台東林區管理處在紅石林道新興建 4 處鋼籬柵與潛壩工程及 9 處 PC 路面工程，部分工程亦配合施作排水工程設施。林道既有工程多半將林道碎石路面整治修繕成 PC 混凝土路面、埋設涵管、縱橫向排水、排水溝、駁坎工程與護坡工程（混凝土護坡、乾砌石塊護坡、木排樁護坡）等。紅石林道既有治山防災工程約 22 件，如表 2-17。

(三) 相關法規蒐集

1、 相關法系分析

水利工程設置先期作業主要可分規劃、土地取得、土地使用變更審議及開階段，茲就各先期作業及維護管理階段相關法規彙整如表 2-18。

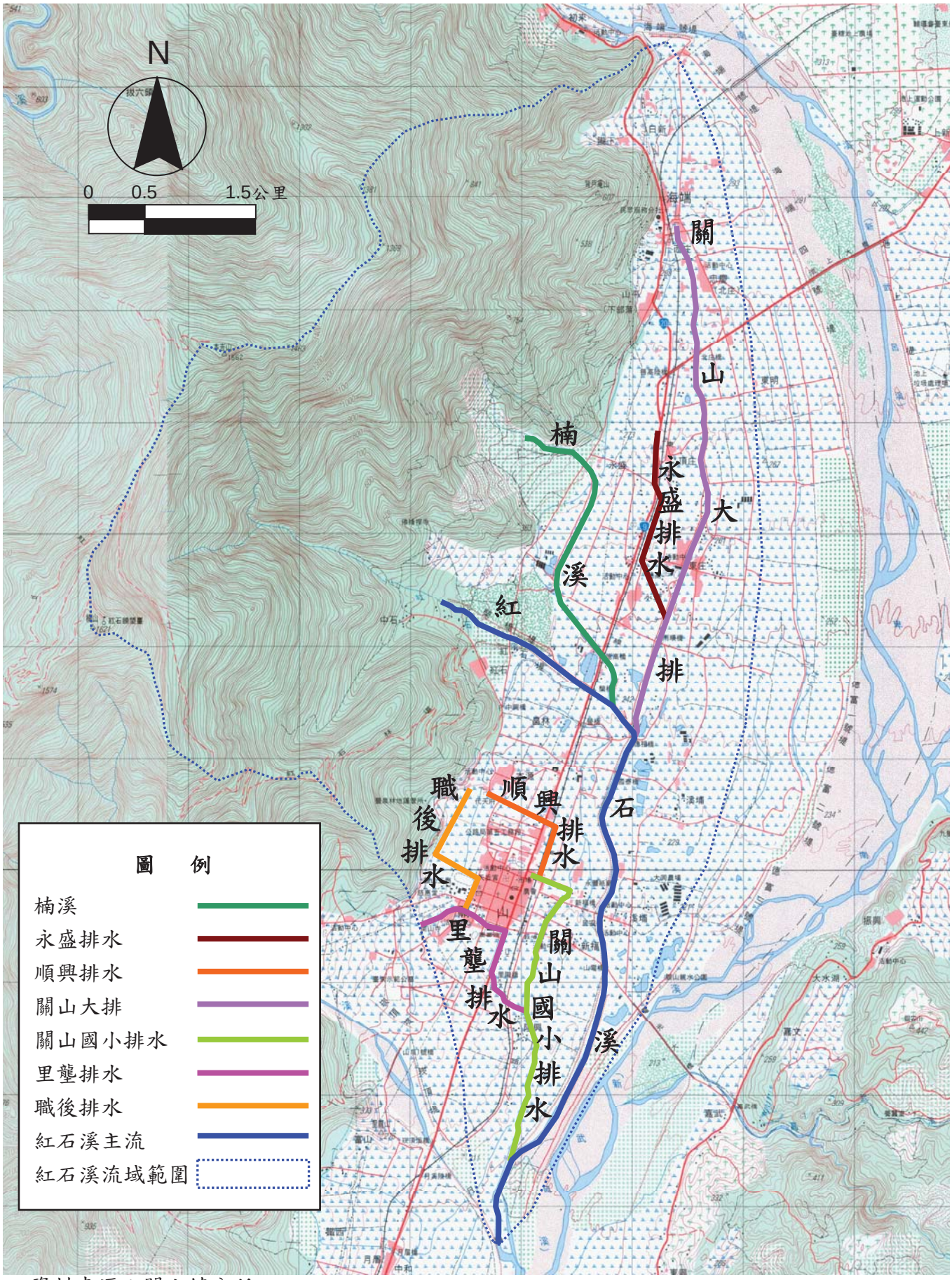
2、 相關法令之規定

本計畫水利工程設置先期作業主要涉及水利法、非都市土地使用管制規則、開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準，茲就先期作業及維護管理階段各相關法條摘要分述如後。

(1) 水利法（97 年 5 月 7 日）

第 65 條—主管機關為減輕洪水災害，得就水道洪水泛濫所及之土地，分區限制其使用。

前項土地限制使用之範圍及分區辦法，應由主管機關就洪水紀錄及預測之結果，分別劃訂，報請上級主管機關核定公告後行之。



資料來源：關山鎮公所

圖 2-17 紅石溪流域排水系統分布圖

表 2-17　紅石林道既有治山防災工程計畫(1/2)

年度	契約/工程編號	工程名稱	工程地點	執行單位	工程內容
79	東特字第 5 號	紅石林道水土保持工程	關山 51 林班	台東林區管理處	● 1:3:6 駁砍 72m ● 排水溝 72m ● 橫向排水 1 處
79	東治字第 1 號	紅石林道 10K+970~990 邊坡水土保持工程	關山 51 林班	台東林區管理處	● 1:3:6 擋土牆 20m ● 1:3:6 駁坎 20m ● 排水溝 20m
79	東治字第 2 號	紅石林道 11K 邊坡水土保持工程	關山 51 林班	台東林區管理處	● 1:3:6PC 駁坎 345.8m^2 ● 雙面 PC 排水溝 147.2m ● PC 緣石(護欄)56 個 ● 11K+200 靜水池出水口 1 處 ● 11K+121.4 埋設 ø60AP 涵管 1 支
79	東治字第 6 號	紅石林道維護工程工資	紅石林道	台東林區管理處	● 0K~15K 割草 ● 11K~15K 清理坍方 ● 0K~15K 路面整修 11km ● 9K~9K+200 鋪設級配 200m
79	東治字第 8 號	紅石林道 11K 邊坡基礎加強工程	紅石林道	台東林區管理處	● 駁坎長 13m、高 2.5~4m
79	東治字第 3 號	紅石林道維護工程	關山事業區第 45、46、51、53 林班	台東林區管理處	● 清除坍方 1500m^3 ● 填列用土 500m^3 ● 整修路基 1K~18K
80	東治字第 11 號	紅石 9K~11K 林道維護與改善工程	關山事業區第 51、53 林班	台東林區管理處	● 駁坎 9K+798~9K+825、11K+260~11K+278、11K+350~11K+390，共 85m ● 擋土牆 9K+805~9K+830，計 25m，H=2.5m ● 11K+260~11K+348 1:3:6 混凝土路面鋪設計 88m
80	東治字第 3-11 號	紅石林道維護工程	紅石林道	台東林區管理處	
81	東治字第 13 號	紅石林道 0K~3K 路基路面維護及邊坡穩定處理工程	關山事業區第 52 林班	台東林區管理處	● 1:3:6PC 路面 1300m ● PC 擋土牆 75m^2
81	東治字第 16 號	紅石 11K 林道維護與改善工程 (11K+348~648)	關山事業區第 51 林班	台東林區管理處	● 修改路面
82	東治字第 13 號	紅石林道 1K+300 及 2K+200 整建改善工程	海端鄉	台東林區管理處	● 1:3:6 P.C.路面 900m ● 埋設 ø30AP 涵管 3 處
82	東治字第 15 號	紅石林道 2K+200 及 3K+150 維護及改善工程	海端鄉	台東林區管理處	● 3K+150~2K+200 1:3:6P.C. 路面 950m ● 埋設 ø30AP 涵管 1 處
83	東治字第 6 號	紅石林 3K+150 及 150 維護及改善工程	海端鄉	台東林區管理處	● 120kg/cm^2 P.C.路面 1000m ● 埋設 ø60AP 涵管 1 處

表 2-17　紅石林道既有治山防災工程計畫(2/2)

年度	契約/工程編號	工程名稱	工程地點	執行單位	工程內容
89	東道(復)字第 4 號	紅石林道 921 震災復建工程	海端鄉	台東林區管理處	● 清除坍方 957.55m^3 ● 路面整理 8500m ● 路面及邊坡割草 5ha
92	東道(擴)字第 1 號	紅石林道改善工程	海端鄉	台東林區管理處	● 護坡 79 m ● 駁坎 44 m ● 橫溝 16 m ● 碎石級配 10,500m^2
92	東道字第 4-6 號	紅石林道 4k~7k 改善工程	海端鄉	台東林區管理處	● 路基分層鋪設卵塊石、碎石級配，路面鋪設再生利用 AC 各 7,875m^2
94	東道(復)字第 1 號	紅石林道 7k~13k 改善工程	關山事業區第 51、52 林班	台東林區管理處	● PC 路面 659m ● 砌石護坡 324m^2 ● 過水路面 22 處 ● 下邊坡駁砍 512m^2 ● 鋼柵欄 1 處
94	東道字第 3-2 號	紅石林道 6k~13k 災害搶修工程	海端鄉	台東林區管理處	● 清除邊坡坍方土石 ● 路面整理(整平)
95	東道字第 3-3 號	紅石林道整修工程	海端鄉	台東林區管理處	● 駁坎工程 L=23m ● PC 路面工程 L=40m
96	東道字第 1 號	紅石林道 4K-12K 改善工程	海端鄉	台東林區管理處	● PC 路面 239m ● 鋼籬柵護坡 27m ● 駁坎 96m ● 潛壩 1 座 ● 整流工 31m ● 集水井 1 座 ● 過水路面 6 處
98	東道字第 1 號	紅石林道 4K-13K 改善工程	海端鄉	台東林區管理處	● RC 路面 1,260m ● 橫向排水溝 7 處 ● 駁坎工程 52m ● 箱涵 1 處 ● 集水井 1 處 ● 護欄(鋼板+H 型鋼)86m
99	東道字第 1 號	紅石林道災害復建工程	海端鄉	台東林區管理處	● RC 路面 1,207m ● 矮牆 1,279m ● 集水井 1 處 ● 截水溝 42.5m ● 相形石籠 63m^3 ● 鋼板護欄 561m ● 木排樁 490m ● 擋土牆 20m ● 不鏽鋼反射鏡 8 面

資料來源：林務局台東林區管理處。

表 2-18　本計畫相關法規架構表

作業階段	法規類別	法規名稱
規劃階段	目的事業類	水利法及其施行細則
土地取得	土地類	土地法及其施行細則
		水利事業穿越私有土地之上空或地下地上權徵收補償辦法
審議階段	開發許可類	區域計畫法及其施行細則
		非都市土地使用管制規則
		農業主管機關同意農業用地變更使用審查作業要點
		環境影響評估法及其施行細則
		開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準
		水土保持法及其施行細則
開發階段	建築前置作業類	水土保持計畫審核監督辦法
		非都市土地變更編定執行要點
維護管理	水利類	河川管理辦法
		水利建造物檢查及安全評估辦法
其他	規費及開發義務	非都市土地開發許可審查收費標準
		非都市土地開發影響費徵收辦法
		農業用地變更回饋金撥繳及分配利用辦法
		環境影響評估書件審查收費辦法
		水土保持計畫審查收費標準

資料來源：本計畫整理。

第 78 條之 3—排水設施範圍內禁止下列行為：

一、 填塞排水路。

二、 毀損或變更排水設施。

三、 啟閉、移動或毀壞水閘門或其附屬設施。

四、 棄置廢土或廢棄物。

五、 飼養牲畜或其他養殖行為。

六、 其他妨礙排水之行為。

排水設施範圍內之下列行為，非經許可不得為之：

一、 施設、改建、修復或拆除建造物。

二、 排注廢污水。

三、 採取或堆置土石。

四、 種植植物。

五、 挖掘、埋填或變更排水設施範圍內原有形態之使用行為。

第 79 條—水道沿岸之種植物或建造物，主管機關認為有礙水流者，得報經上級主管機關核准，限令當事人修改、遷移或拆毀之。但應酌予補償。

前項水道沿岸係指未建堤防之水道，在尋常洪水位到達地區外緣毗連之土地。

第 82 條—水道治理計畫線或堤防預定線內之土地，經主管機關報請上級主管機關核定公告後，得依法徵收之；未徵收者，為防止水患，並得限制其使用，但不得逕為分割登記。

第 83 條—尋常洪水位行水區域之土地，不得私有；其已為私有者，得由主管機關依法徵收之，未徵收者，為防止水患，並得限制其使用但不得逕為分割登記。

前項所稱洪水位行水區域，由主管機關報請上級主管機關核定公告之。

第 83 條之 1—前二條主管機關所為已逕為分割編定或變更編定為水利用地之私有土地，其所有權人得申請變更編定為適當用地。

依前條規定限制使用之私有土地,得以依區段徵收或水利地重劃等方式，辦理用地之取得。

前項水利地重劃辦法,由中央主管機關會同中央地政機關定之。

(2) 水利法施行細則（98 年 11 月 3 日）

第 58 條—本法第八十二條所稱水道治理計畫線，指水道治理計畫之臨水面堤肩線或計畫水面寬度範圍線；堤防預定線，指自堤外之堤址線起，包括堤基、堤內水防道路、歲修養護保留使用地及應實施安全管制地之境界線。

第 59 條—本法第八十三條所稱尋常洪水位，指洪峰流量重現期距為二年所對應之洪水位;尋常洪水位行水區域,指尋常洪水位向水岸之二岸臨陸面加列一定範圍後之區域。

(3) 非都市土地使用管制規則（99 年 4 月 28 日）

第 3 條—非都市土地依其使用分區之性質,編定為甲種建築、乙種建築、丙種建築、丁種建築、農牧、林業、養殖、鹽業、礦業、窯業、交通、水利、遊憩、古蹟保存、生態保護、國土保安、墳墓、特定目的事業等使用地。

(4) 開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準（98 年 12 月 12 日）

第 14 條—防洪排水工程之開發，有下列情形之一者，應實施環境影響評估：

一、 河川水道變更工程。但河川天然改道，不在此限。

二、 河川疏濬計畫，沿河身計其長度五公里以上，或同一主、支流河川之疏濬長度累積五公里以上，或同一水系之疏濬長度累積十五公里以上者。

三、 防洪排水（含兼具灌溉工程）興建或擴建工程，符合下列規定之一者：

位於國家公園。

位於野生動物保護區或野生動物重要棲息環境。

同一排水路沿河身計其長度十公里或累積長度二十公里以上者。

河堤工程，沿河身計其長度十公里以上，或同一主、支流河川之河堤長度累積二十公里以上，或同一水系之河堤長度累積三十公里以上者。

(5) 河川管理辦法（96 年 1 月 17 日）

第 13 條—河川治理規劃應以一水系或利害有關之數水系為一規劃單元，由管理機關統一為之。

第 14 條—河川治理工程應由管理機關依優先次序釐訂分年分期實施計畫，經主管機關核定後實施。但管理機關得因事實之需要，報經主管機關核准後變更。其他機關在同一水系實施相關治理工程時，依本法第六十三條規定辦理。

第 15 條—管理機關經辦完工之河防建造物，應列冊並附圖管理；其他機關或公、私法人或自然人依河川治理計畫線及管理機關許可經辦完工河防建造物，應檢附有關資料及圖說，列冊移交管理機關接管。

第 16 條—河川區域私有土地所有權人得報經管理機關核轉主管機關核准後，依河川治理計畫自行興建河防建造物，並應於興建完成後將河防建造物及其所在土地無償移轉為公有。

管理機關應於前項程序完成後，將其堤後土地劃出河川區域，並公告之。

第一項土地所有權人自行施設河防建造物範圍內有他人所有或使用之土地者，應先取得該土地所有權人同意無償移轉及其他權利人放棄權利之相關文件。

第 17 條—為維持河川治理通洪斷面，河川管理機關所為疏濬等必要工程，除施設防護工程所需用地或辦理疏濬後其土地無法為原來之使用，應依法徵收其土地外，得不經河川私有地所有人之同意逕行為之，但其原有合法地上物應予補償。

(6) 山坡地土地可利用限度分類標準（92 年 2 月 27 日）

一、山坡地土地可利用限度之分類分級查定基準規定如下：

(一) 坡度：指一坵塊土地之平均傾斜比，以百分比表示之，其分級如下：

坡度級別	分級範圍
一級坡	坡度百分之五以下。
二級坡	坡度超過百分之五至百分之十五。
三級坡	坡度超過百分之十五至百分之三十。
四級坡	坡度超過百分之三十至百分之四十。
五級坡	坡度超過百分之四十至百分之五十五。
六級坡	坡度超過百分之五十五。

(二) 土壤有效深度：指從土地表面至有礙植物根系伸展之土層深度，以公分表示之，其分級如下：

有效深度級別	分級範圍
甚深層	超過九十公分。
深層	超過五十公分至九十公分。
淺層	超過二十公分至五十公分。
甚淺層	二十公分以下。

(三) 土壤沖蝕程度：依土地表面所呈現之沖蝕徵狀與土壤流失量決定之，其分級如下：

沖蝕程度級別	土地沖蝕徵狀及土壤流失量
輕微	地面無小沖蝕溝跡象，表土流失量在百分之二十五以下。
中等	地面有蝕溝系統之跡象，礫石、碎石含量在百分之二十以下，表土流失量超過百分之二十五至百分之七十五。
嚴重	地面沖蝕溝甚多，片狀沖蝕活躍，土石顏色鮮明，礫石、碎石含量超過百分之二十至百分之四十，底土流失量在百分之五十以下。
極嚴重	掌狀蝕溝分歧交錯，含石量超過百分之四十，底土流失量超過百分之五十，甚至母岩裸露，局部有崩塌現象。

(四) 母岩性質：依土壤下接母岩之性質對植物根系伸展及農機具施工難易決定之，其分類如下：

母岩性質類別	母岩特性
軟質母岩	母岩鬆軟或呈碎礫狀，部分植物根系可伸入其間，農機具施工無大礙者。
硬質母岩	母岩堅固連接，植物根系無法伸入其間，農機具施工有礙者。

二、山坡地土地之可利用限度分類標準如下：

<table>
<tr><th>土地可利用限度類別</th><th colspan="2">土地等級</th><th>土地特性</th><th>備註</th></tr>
<tr><td rowspan="12">宜農牧地</td><td colspan="2" rowspan="2">一級地</td><td>甚深層之一級坡。</td><td rowspan="2">依中央主管機關規定之水土保持技術規範實施水土保持。</td></tr>
<tr><td>深層之一級坡。</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">二級地</td><td>甚深層之二、三級坡。</td><td rowspan="3">同上</td></tr>
<tr><td>深層之二級坡。</td></tr>
<tr><td>淺層之一級坡。</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">三級地</td><td>甚深層之四級坡。</td><td rowspan="3">同上</td></tr>
<tr><td>深層之三級坡。</td></tr>
<tr><td>淺層之二級坡。</td></tr>
<tr><td rowspan="5">四級地</td><td rowspan="4">1</td><td>甚深層之五級坡。</td><td rowspan="4">同上</td></tr>
<tr><td>深層之四、五級坡。</td></tr>
<tr><td>淺層之三、四級坡。</td></tr>
<tr><td>甚淺層之一、二、三級坡。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>淺層之五級坡。</td><td>1.土地利用僅限於種常年地面覆蓋不須全面擾動土壤之多年生果樹或牧草。</td></tr>
<tr><td>甚淺層之四級坡。</td><td>2.如必須栽種勤耕作物，應由主管機關指定其水土保持設施。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">宜林地</td><td colspan="2" rowspan="4">五級地</td><td>甚深層、深層、淺層之六級坡。</td><td rowspan="4">應行造林或維持自然林木或植生覆蓋，不宜農耕之土地，初期造林有沖蝕嚴重現象時，應配合必要之水土保持。</td></tr>
<tr><td>甚淺層之五、六級坡。</td></tr>
<tr><td>淺層之五級坡，土壤沖蝕嚴重者。</td></tr>
<tr><td>甚淺層之四級坡，土壤沖蝕嚴重或下接硬質母岩者。</td></tr>
<tr><td>加強保育地</td><td colspan="2">六級地</td><td>沖蝕極嚴重、崩坍、地滑、脆弱母岩裸露等，應加強保育處理，減免災害發生之土地。</td><td>依主管機關指定方式實施水土保持。</td></tr>
</table>

三、 山坡地有下列情事之一者，中央或直轄市主管機關得查定為宜林地，不受前二點規定之限制：

(一) 必須依賴森林或林木以預防災害，保育水土資源，維護公共安全之土地或林業試驗用地及重要母樹或紀念性林木生育之土地。

(二) 保護自然文化景觀、生態環境、名勝、古蹟、公共衛生之用地。

(三) 水庫集水區或河川保護地帶。

(四) 區域計畫擬定機關配合山坡地多目標發展之保育利用，所擬整體發展計畫之區域。

第參章　河道調查與測量

本計畫外業測量調查分析工作包括：河道大斷面測量調查、河道地形測量、防洪構造物調查、跨河構造物調查及河床質調查等，茲將各項調查內容及分析成果概述如後：

一、河道測量

(一) 河道大斷面位置選定

依水理計算需要及河道地形之特殊條件，以河心距 100~400 公尺設置一處斷面，若遇跨河橋梁則其上下游皆設置斷面，紅石溪主流共施測河道斷面 34 處，支流楠溪共施測斷面 7 處。斷面樁原則上每個施測斷面皆進行埋設，若遇跨河橋梁則埋設單側斷面，紅石溪主流共計埋設斷面樁 27 處，支流楠溪共計埋設斷面樁 4 處（詳表 3-1）。

(二) 斷面樁埋設

紅石溪斷面樁係於民國 98 年 6 月依上述擇定之斷面位置埋設，材質為水泥樁。

(三) 河道大斷面測繪

依擇定之斷面樁位由左向右施測距離及高程，共測設 34 個大斷面，並利用 CAD 軟體繪製 34 個大斷面成果圖。

(四) 河道地形測繪

從計畫起點至計畫終點施測河道及左右兩岸之地形，引用河道兩岸所設之導線點及斷面樁之座標及高程資料，測量距離及高程並繪製地形圖。

二、河工構造物調查

河工構造物包括防洪工程構造物、灌溉排水工程構造物及跨河構造物。防洪工程構造物包括堤防、護岸、丁壩、水門等，灌溉排水工程構造物包括堰壩、取水口、排水口、閘門，跨河構造物則包括鐵公路橋樑，過河涵管或輸電（水、油）管。茲引述「卑南溪大斷面測量」計畫構造物調查初步成果如下：

表 3-1　紅石溪河道斷面樁埋設成果表(1/3)

樁號	坐標系統	左岸			右岸			備註
		縱座標(N)	橫座標(E)	高程(m)	縱座標(N)	橫座標(E)	高程(m)	
紅石溪主流								
1	TM97	2547008.937	266635.771	203.247	2547048.758	266564.223	203.561	
	TM67	2547214.184	265807.220		2547254.005	265735.671		
	地籍	-124001.667	49091.669		-123961.966	49019.983		
1-1	TM97	2547134.624	266712.328	203.293	2547170.738	266671.580	203.447	
	TM67	2547339.871	265883.779		2547375.985	265843.030		
	地籍	-123875.843	49167.945		-123839.797	49127.083		
2	TM97	2547181.665	266756.659	205.534	2547218.975	266728.225	205.529	
	TM67	2547386.912	265928.111		2547424.223	265899.676		
	地籍	-123828.722	49212.181		-123791.458	49183.636		
3	TM97	2547340.277	267006.044	204.360	2547373.675	266975.527	204.322	
	TM67	2547545.525	266177.501		2547578.923	266146.984		
	地籍	-123669.673	49461.299		-123636.314	49430.695		
4	TM97	2547533.058	267154.978	205.793	2547554.219	267115.241	205.704	
	TM67	2547738.307	266326.439		2547759.468	266286.701		
	地籍	-123476.584	49609.871		-123455.481	49570.069		
5	TM97	2547808.525	267284.742	208.110	2547825.39	267244.847	208.151	
	TM67	2548013.775	266456.205		2548030.64	266416.310		
	地籍	-123200.801	49739.085		-123183.994	49699.139		
6	TM97	2548176.5	267447.792	211.057	2548194.628	267408.084	211.034	
	TM67	2548381.752	266619.259		2548399.88	266579.550		
	地籍	-122832.36	49901.466		-122814.289	49861.706		
7	TM97	2548483.755	267539.761	213.275	2548493.711	267496.490	213.305	
	TM67	2548689.008	266711.230		2548698.964	266667.958		
	地籍	-122524.785	49992.865		-122514.894	49949.560		
8	TM97	2548747.04	267599.374	215.839	2548747.065	267554.916	215.140	
	TM67	2548952.294	266770.844		2548952.319	266726.385		
	地籍	-122261.256	50051.983		-122261.302	50007.513		
9	TM97	2548870.019	267599.986	219.455	2548897.817	267554.935	216.762	
	TM67	2549075.274	266771.456		2549103.072	266726.404		
	地籍	-122138.211	50052.355		-122110.47	50007.240		
10	TM97	2549263.308	267546.623	219.488	2549247.215	267498.012	218.467	
	TM67	2549468.564	266718.092		2549452.471	266669.480		
	地籍	-121744.805	49998.217		-121760.981	49949.630		

表 3-1　紅石溪河道斷面樁埋設成果表(2/3)

樁號	坐標系統	左岸			右岸			備註
		縱座標(N)	橫座標(E)	高程(m)	縱座標(N)	橫座標(E)	高程(m)	
11	TM97	2549406.915	267527.924	222.078	2549415.625	267500.110	222.105	
	TM67	2549612.172	266699.393		2549620.882	266671.578		
	地籍	-121601.153	49979.240		-121592.480	49951.406		
11-1	TM97	2549547.586	267612.184	223.314	2549563.613	267585.631	223.317	
	TM67	2549752.843	266783.655		2549768.871	266757.101		
	地籍	-121460.287	50063.235		-121444.290	50036.649		
12	TM97	2549754.061	267664.263	225.003	2549757.033	267628.441	225.064	
	TM67	2549959.319	266835.735		2549962.291	266799.912		
	地籍	-121253.635	50114.914		-121250.713	50079.085		
12-1	TM97	2549899.854	267669.965	225.196	2549888.536	267632.303	226.229	
	TM67	2550105.113	266841.437		2550093.795	266803.774		
	地籍	-121107.799	50120.305		-121119.171	50082.668		
13	TM97	2550045.898	267609.223	227.708	2550038.821	267584.557	227.394	
	TM67	2550251.158	266780.694		2550244.081	266756.027		
	地籍	-120961.816	50059.246		-120968.928	50034.597		
13-1	TM97	2550243.296	267543.827	230.004	2550238.567	267513.291	229.728	
	TM67	2550448.556	266715.296		2550443.827	266684.760		
	地籍	-120764.473	49993.428		-120769.242	49962.907		
14	TM97	2550312.759	267556.816	230.633	2550324.070	267524.537	229.959	
	TM67	2550518.02	266728.286		2550529.331	266696.006		
	地籍	-120694.978	50006.266		-120683.705	49973.968		
14-1	TM97	2550484.525	267621.281	232.433	2550494.870	267593.854	232.464	
	TM67	2550689.786	266792.752		2550700.131	266765.324		
	地籍	-120523.092	50070.350		-120512.776	50042.907		
15	TM97	2550631.704	267677.026	235.202	2550637.108	267651.408	235.419	
	TM67	2550836.966	266848.498		2550842.370	266822.880		
	地籍	-120375.818	50125.760		-120370.441	50100.139		
16	TM97	2550780.784	267735.236	236.348	2550791.312	267707.698	236.086	
	TM67	2550986.047	266906.709		2550996.575	266879.171		
	地籍	-120226.651	50183.622		-120216.149	50156.072		

表 3-1　紅石溪河道斷面樁埋設成果表(3/3)

樁號	坐標系統	左岸			右岸			備註
		縱座標(N)	橫座標(E)	高程(m)	縱座標(N)	橫座標(E)	高程(m)	
17	TM97	2550952.046	267821.6	238.912	2550960.098	267798.700	238.541	
	TM67	2551157.309	266993.075		2551165.361	266970.175		
	地籍	-120055.210	50269.602		-120047.178	50246.694		
17-1	TM97	2551064.536	267807.647	239.267	2551047.153	267781.75	239.282	
	TM67	2551269.8	266979.122		2551252.417	266953.224		
	地籍	-119942.669	50255.424		-119960.091	50229.572		
18	TM97	2551222.242	267659.337	241.413	2551203.144	267638.233	241.190	
	TM67	2551427.506	266830.809		2551408.408	266809.704		
	地籍	-119785.051	50106.842		-119804.184	50085.784		
18-1	TM97	2551297.296	267606.360	242.600	2551275.762	267591.952	242.709	
	TM67	2551502.561	266777.831		2551481.027	266763.422		
	地籍	-119710.024	50053.728		-119731.586	50039.369		
19	TM97	2551393.663	267485.871	244.870	2551367.234	267469.816	245.736	
	TM67	2551598.928	266657.339		2551572.499	266641.284		
	地籍	-119613.747	49933.084		-119640.213	49917.088		
20	TM97	2551408.216	267455.452	248.394	2551371.736	267442.736	248.370	
	TM67	2551613.481	266626.920		2551577.001	266614.203		
	地籍	-119599.223	49902.646		-119635.741	49890.007		
紅石溪支溪楠溪								
1	TM97	2551279.24	267630.935	241.650	2551298.908	267608.228	242.606	
	TM67	2551484.505	266802.406		2551504.173	266779.699		
	地籍	-119728.059	50078.332		-119708.409	50055.592		
2	TM97	2551562.985	267676.906	245.297	2551568.618	267665.525	245.295	
	TM67	2551768.251	266484.378		2551773.884	266836.997		
	地籍	-119444.085	50123.711		-119438.462	50112.323		
3	TM97	2551708.639	267570.515	249.213	2551664.205	267556.224	248.722	
	TM67	2551913.905	266741.985		2551869.471	266727.694		
	地籍	-119298.473	50017.805		119342.952	50002.867		
4	TM97	2551718.078	267564.805	249.262	2551656.945	267543.952	249.175	
	TM67	2551923.345	266736.275		2551862.211	266715.421		
	地籍	-119289.034	50011.336		-119350.231	49990.614		

(一) 防洪工程構造物

紅石溪計畫河段內現有防洪工程構造物計有右岸約 5,471 公尺，左岸約 5,471 公尺。

(二) 跨河構造物

本計畫河段中紅石溪主流跨河構造物有 7 座，由下游往上游分別有無名橋、山電橋、民安橋、國泰橋、德福橋、鐵路橋及榮橋，支流楠溪有 3 座跨河構造物，由下游往上游分別為無名橋、鐵路橋及德高橋。各跨河構造物之橋長、橋寬、樑底高程及橋墩數如表 3-2。

表 3-2 紅石溪計畫河段現有跨河構造物統計表

	樁號	斷面	橋梁名稱	橋長 (公尺)	橋寬 (公尺)	梁底高程 (公尺)	橋墩數
紅石溪	0K+224	2	無名橋	42.86	7.03	203.42	—
	2K+185	9	山電橋	50.00	8.49	217.62	1
	2K+719	11	民安橋	28.08	12.95	220.74	1
	4K+021	15	國泰橋	24.03	5.69	234.11	1
	4K+376	17	德福橋	15.68	6.05	237.46	—
	4K+959	19	鐵路橋	36.98	5.80	245.07	2
	4K+977	20	榮橋	36.34	13.12	246.95	1
支流楠溪	0K+287	2	無名橋	8.00	5.00	244.93	—
	0K+456	3	鐵路橋	39.89	5.63	247.28	1
	0K+465	4	德高橋	35.64	15.35	248.70	1

三、河床質調查

依據民國 98 年 7 月第八河川局「卑南溪大斷面測量」第 1 階段成果報告，針對紅石溪河床質採樣分析工作選擇 7 處溪床採樣點，於 98 年 5 月 18、19 日進行採樣作業，紅石溪河床質粒徑分析成果如表 3-3 所示。由表可知，紅石溪河床質 d_{30} 介於

0.34~7.6mm，d_{60} 介於 1.2~56mm，d_{90} 介於 24~180mm，最大石徑介於 133~422mm，含砂量介於 21~79%。

表 3-3　紅石溪河床質代表粒徑分析成果表

位置	d_{10} (mm)	d_{20} (mm)	d_{30} (mm)	d_{40} (mm)	d_{50} (mm)	d_{60} (mm)	d_{70} (mm)	d_{80} (mm)	d_{90} (mm)	最大石徑 (mm)	砂質含量 (%)
斷面 15-1	0.21	0.74	1.80	4.80	9.50	17.00	32.00	66.00	160.00	256.00	40
楠溪匯流處	0.70	1.60	2.70	4.80	7.60	14.00	23.00	44.00	76.00	248.00	40
德福橋	0.08	0.19	0.34	0.48	0.76	1.20	2.20	6.10	24.00	133.00	79
斷面 12	0.18	1.50	5.60	12.00	19.00	36.00	60.00	102.00	180.00	295.00	28
山電橋	0.84	2.60	5.80	14.00	35.00	56.00	82.00	102.00	180.00	265.00	27
斷面 5	0.18	0.68	1.90	5.20	11.00	22.00	48.00	92.00	180.00	261.00	39
匯流口	1.60	4.20	7.60	12.00	16.00	21.00	29.00	42.00	76.00	422.00	21

資料來源：卑南溪大斷面測量第 1 階段成果報告，水利署第八河川局，民國 98 年。

四、洪災事件調查

(一) 耐特颱風淹水範圍

民國 80 年 9 月耐特颱風於關山地區造成之淹水範圍如下：

1、 關山大排水系統

與大圳交會處，因排水容量不足，約 8 公頃農田淹水。永豐村莊亦發生同樣情形淹水。紅石溪匯流處因各大流量聚集而使農田淹水，而永盛排水鐵路涵洞太小及下游斷面太小而造成 39 公頃農地淹水。

2、 關山國小排水系統

由於鐵路梁底太低公路箱涵管線太多，造成部分市區淹水。而里琨排水山區之洪水沖入都市下水道，容量不足，使部分市區淹水。本系統約有 11 公頃市區淹水。

3、 東明排水系統

上游因公路涵洞太小，造成約 16 公頃農田及房屋淹水，中游東庄附近約 33 公頃農田淹水。

(二) 近年關山地區淹水事件

經調查，近 3 年來本計畫流域附近共有 5 處曾發生淹水事件，主要集中在關山鎮（相關位置如圖 3-1），造成程度不一的災害損失，其發生主因均由於瞬間雨量過大，加上溝渠淤塞或堤防溢堤，形成里壟里民族路及和平路、隆盛路及新福路、電光里中興路、德高里永豐路及東庄路、月眉里中和路等地區淹水（如表 3-4）。

(三) 莫拉克颱風造成台東縣災情

1、 颱風概況

莫拉克（MORAKOT）颱風屬中度颱風，於 98 年 8 月 4 日在菲律賓東北方約 1,000 公里海面上生成，8 月 8 日在花蓮市附近登陸，8 月 10 日中央氣象局解除颱風警報，近中心最大風速 40 公尺/秒。颱風帶來強風豪雨，參考中央氣象局颱風資料庫累積雨量圖可知，8 月 8 日紅石溪流域一日雨量約達 300 公釐。

2、 颱風災情

依據台東縣消防局 98 年 8 月 12 日發佈資料，截至發佈日期為止，台東縣主要颱風災情集中在太麻里鄉、金峰鄉、大武鄉及達仁鄉等南部地區，其中太麻里溪溪水暴漲致南太麻里橋處因堤防潰堤使交通中斷，洪峰急流造成拉灣橋（金峰鄉嘉蘭村）、嘉蘭橋（金峰鄉嘉蘭村）、土坂一號橋（達仁鄉土坂村）、土坂二號橋（達仁鄉土坂村）、舊阡仔崙橋（金峰鄉金崙村）、舊大竹橋（大武鄉大竹村）等 6 座橋樑斷橋，強風豪雨亦造成全縣 3,858 戶住家停電。

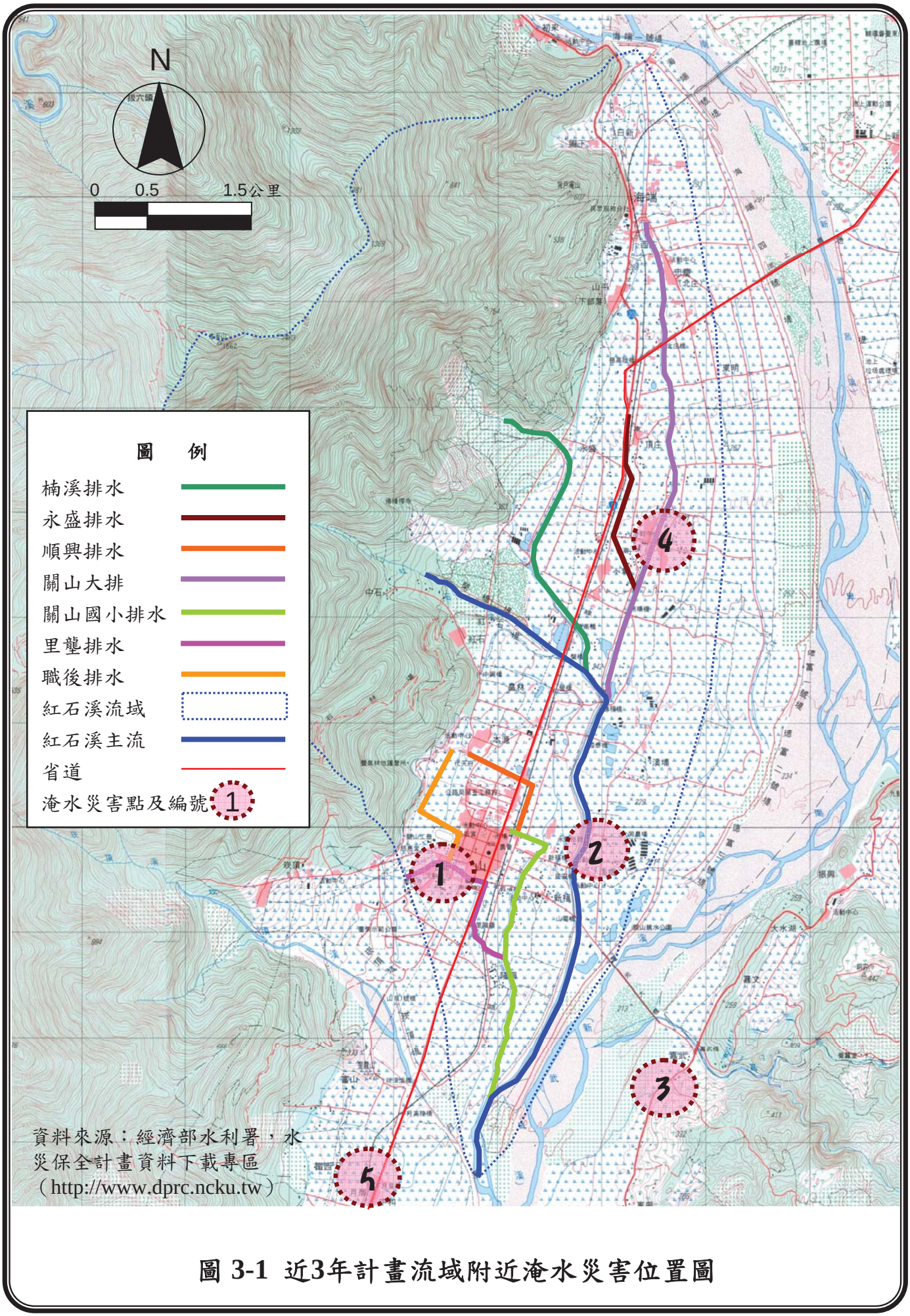


圖 3-1 近3年計畫流域附近淹水災害位置圖

表 3-4　近 3 年關山地區淹水地點調查表

災害點	淹水範圍	淹水原因	事件概述
1	里壟里民族路、和平路	瞬間雨量過大、溝渠淤塞	民國 92 年間颱風，關山大圳、里壟排水因流木枝葉堵塞，水流溢出，造成週邊五公頃範圍淹水 10~40cm，影響住家約 200 戶。因民安橋堵塞溢淹頻繁，後於民安橋段挖深渠床，降低約 1m，以改善排水狀況。
2	里壟里隆盛路、新福路	瞬間雨量過大、堤防溢堤	民國 89 年 10 月 31 日~11 月 1 日象神颱風，紅石溪民安橋至德福橋間右岸約 50 公尺溢堤，造成週邊里壟里 5、6 鄰約 10 公頃地區淹水，淹水深約 10~20cm，其間多為水田，影響住家約 70~80 戶。
3	電光里中興路	瞬間雨量過大、溝渠淤塞	中興排水因土石堵塞水流溢淹，致週邊地區淹水。
4	德高里永豐路、東庄路	瞬間雨量過大、溝渠淤塞	東明排水、關山大排因土石堵塞水流溢淹，造成週邊約 2 公頃範圍淹水約 20cm 深。後就部份排水段渠底挖深 1m，增加通水斷面，以改善排水狀況。
5	月眉里中和路	瞬間雨量過大、溝渠淤塞	山順排水因土石堵塞水流溢淹，造成週邊約 1 公頃範圍淹水約 20~30cm。

資料來源：1. 經濟部水利署，水災保全計畫資料下載專區（http://www.dprc.ncku.tw）
2. 關山鎮公所

台東縣災害應變中心 98 年 8 月 10 日災情管制表詳列出台東縣 118 項災情，全縣致災事件多發生在太麻里鄉、卑南鄉、大武鄉、達仁鄉等地區，紅石溪流域附近僅有 1 處災害事件發生，係 8 月 9 日 11 時 25 分關山鎮電光大橋橋樑損壞，在封橋數小時後，於當天 17 時開放通行。上述統計資料顯示，莫拉克颱風對紅石溪流域未造成重大災情。

五、土地權屬調查

本計畫利用內政部國土測繪中心地籍圖資，經套繪像片基本圖，紅石溪本計畫主流河段含括關山鎮親水段、隆盛段、溪埔段及新福段之土地，河道地籍套繪成果列於附件三，相關土地清冊列於附錄六。

初步調查彙整，本計畫河道週邊土地中公有地 104.91 公頃，佔 65.23%，私有地 55.92 公頃，佔 34.77%，合計 160.83 公頃。公有地管理者有經濟部水利署、台東縣政府、台東縣關山鎮公所、財政部國有財產局、內政部營建署城鄉發展分署、交通部台灣鐵路管理局，土地公告現值 110~700 元/平方公尺。

第肆章　水文分析

一、水文站

(一)　雨量站

依據「河川治理及環境營造規劃參考手冊」內有關雨量站之選用以計畫區內及鄰近之雨量站中，觀測資料可靠、紀錄較長且資料完整之雨量站，雨量站紀錄之年限以大於 25 年為原則。經調查目前本計畫區鄰近(距本計畫流域 15 公里內)共計有 15 座雨量站，各站位置、所屬單位、記錄年數等資料如圖 4-1 及表 4-1 所示。

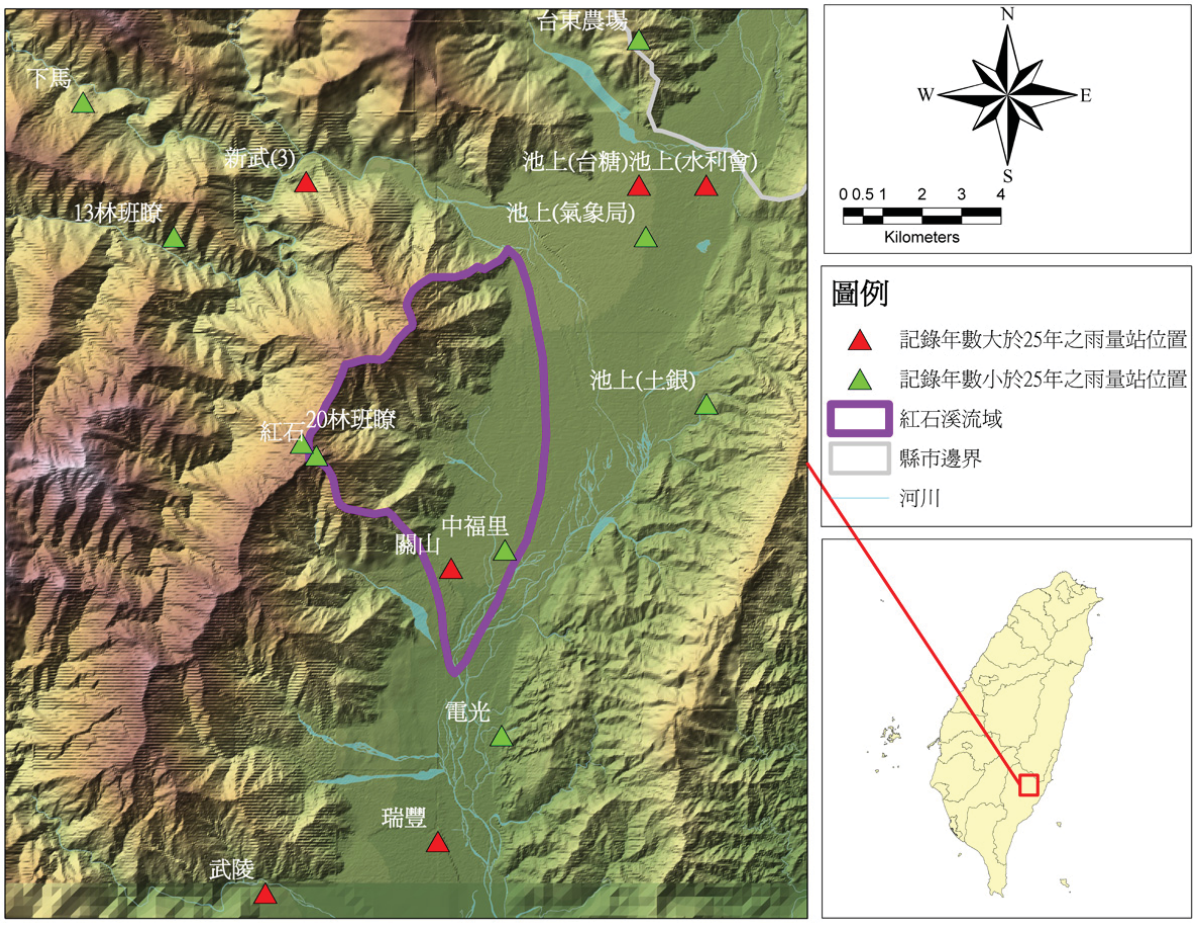


圖 4-1　本計畫鄰近雨量站位置圖

表 4-1　本計畫區鄰近雨量站況表

編號	水利署站號	站名	類別	經辦單位	位置			記錄年份	統計年數	備註	採用
					TM2_X (公尺)	TM2_Y (公尺)	標高 (公尺)				
1	2200P043	武陵	自記	經濟部水利署	261000	2541149	280	1973~迄今	36		※
2	2200P049	新武(3)	自記	經濟部水利署	262033	2559164	420	1972~迄今	37		※
3	2200P057	電光	自記	經濟部水利署	266996	2545136	-	2006~迄今	3		
4	2200P006	關山	自記	臺東農田水利會	265713	2549375	231	1950~迄今	53		※
5	2370P002	池上	自記	臺東農田水利會	272189	2559073	273	1938~1944, 1950~迄今	60		※
6	2200P009	瑞豐	自記	臺灣糖業公司	265379	2542454	200	1947~1947, 1949~1996	49		
7	2200P007	中福里	自記	臺灣糖業公司	267079	2549838	220	1986~1996	11		
8	2370P003	池上	自記	臺灣糖業公司	270482	2559071	270	1947~1947, 1949~2002	54		
9	2200P054	池上	自記	土地銀行	272197	2553536	328	1985~1985, 1987~1988	3		
10	C0S740	池上	自記	中央氣象局	270656	2557773	22	1997~迄今	11		
11	C0S760	紅石	自記	中央氣象局	262296	2552227	2435	1997~迄今	11		
12	C1S660	下馬	自記	中央氣象局	256372	2561174	794	1997~迄今	11		
13	2370P032	台東農場	自記	行政院退輔會	270477	2562762	272	1987~1990, 1994~1998	8		
14	2200P037	13 林班瞭	自記	行政院農委會林務局	258677	2557767	1349	1966~1975	10		
15	2200P038	20 林班瞭	自記	行政院農委會林務局	261925	2552540	1621	1985	1		

註：1.資料來源：經濟部水利署水文水資源管理供應系統網站 (http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/)及本計畫整理
2. "-" 表缺資料

(二) 水位流量站

經查本計畫流域內並無流量站設置，而卑南溪流域至目前為止仍有記錄之流量站計有 5 站（表 4-2），相關位置如圖 4-2 所示。

表 4-2　卑南溪流域現有流量站況表

編號	站號	站名	河川名	集水面積(平方公里)	經辦單位	位置			記錄起始年月(西元年/月)	記錄年份(西元年)	備註
						TM2_X(公尺)	TM2_Y(公尺)	標高(公尺)			
1	2200 H007	延平	卑南溪	476.16	經濟部水利署	257849	2533238	151	1955/7	1955~迄今	
2	2200 H011	台東大橋	卑南溪	1584.29	經濟部水利署	263621	2521408	25	1941/8	1941~1944, 1947~2003, 2005~迄今	
3	2200 H020	新武呂(4)	卑南溪	638.78	經濟部水利署	266748	2558617	316	1978/1	1978~迄今	
4	2200 H021	大崙	卑南溪	302	經濟部水利署	261355	2559233	366	1958/1	1958~1969, 1981~迄今	
5	2200 H022	瑞源	卑南溪	815.27	經濟部水利署	266536	2541712	168	2000/9	2000~迄今	

資料來源：經濟部水利署水文水資源管理供應系統網站(http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/)。

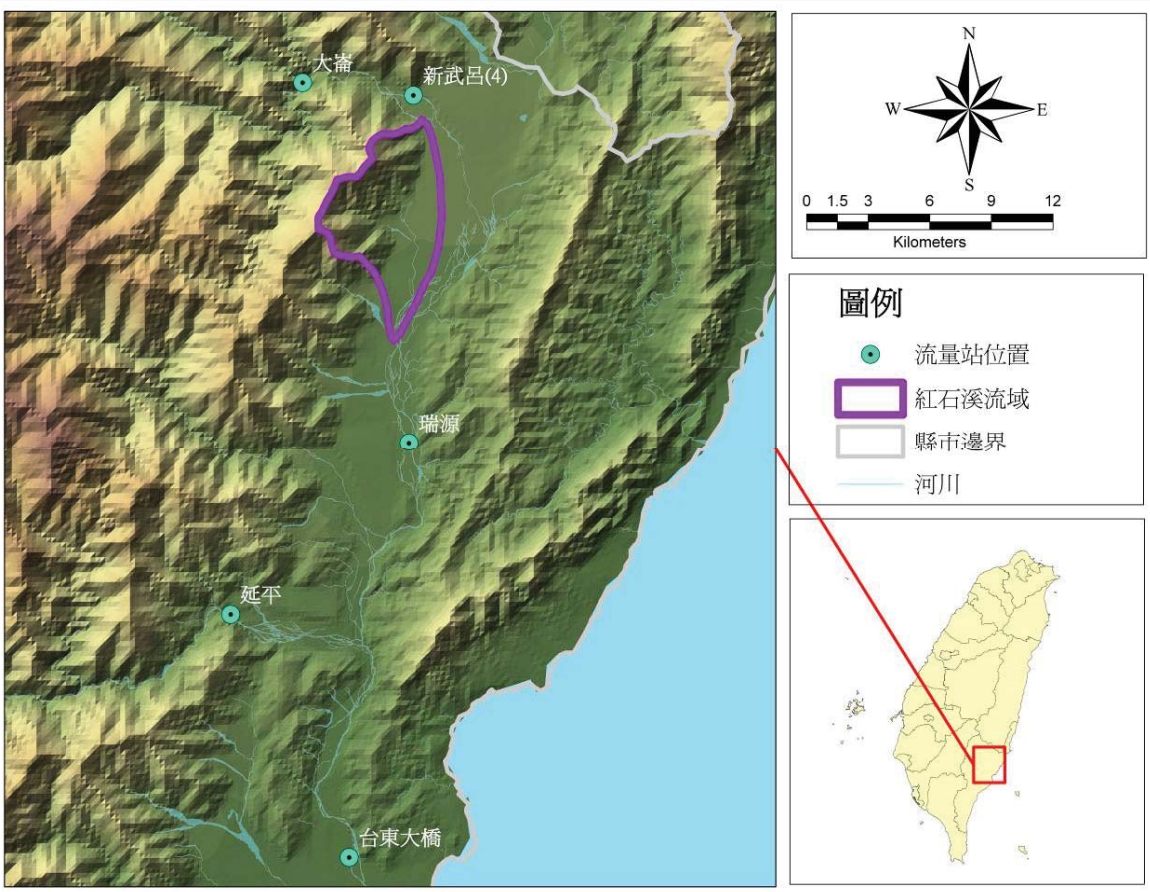


圖 4-2　卑南溪流域現有流量站位置圖

二、降雨量分析

(一) 平均雨量

由表 4-1 可知，本計畫區鄰近雨量站符合資料連續且具有 25 年以上雨量資料之雨量站共有水利署所設置的新武(3)與武陵及台東農田水利會所設置的池上與關山等四站，經由徐昇氏法分析後可知武陵站所佔之權重為 0，因此，本計畫後續以新武(3)、池上及關山等 3 座雨量站之雨量資料進行分析，本流域各雨量站權重如表 4-3 所示，徐昇氏法多邊形如圖 4-3 所示。

表 4-3 徐昇氏雨量站權重表

雨量站	新武(3)	池上	關山	合計
面積權重（%）	15.03	3.76	81.21	100

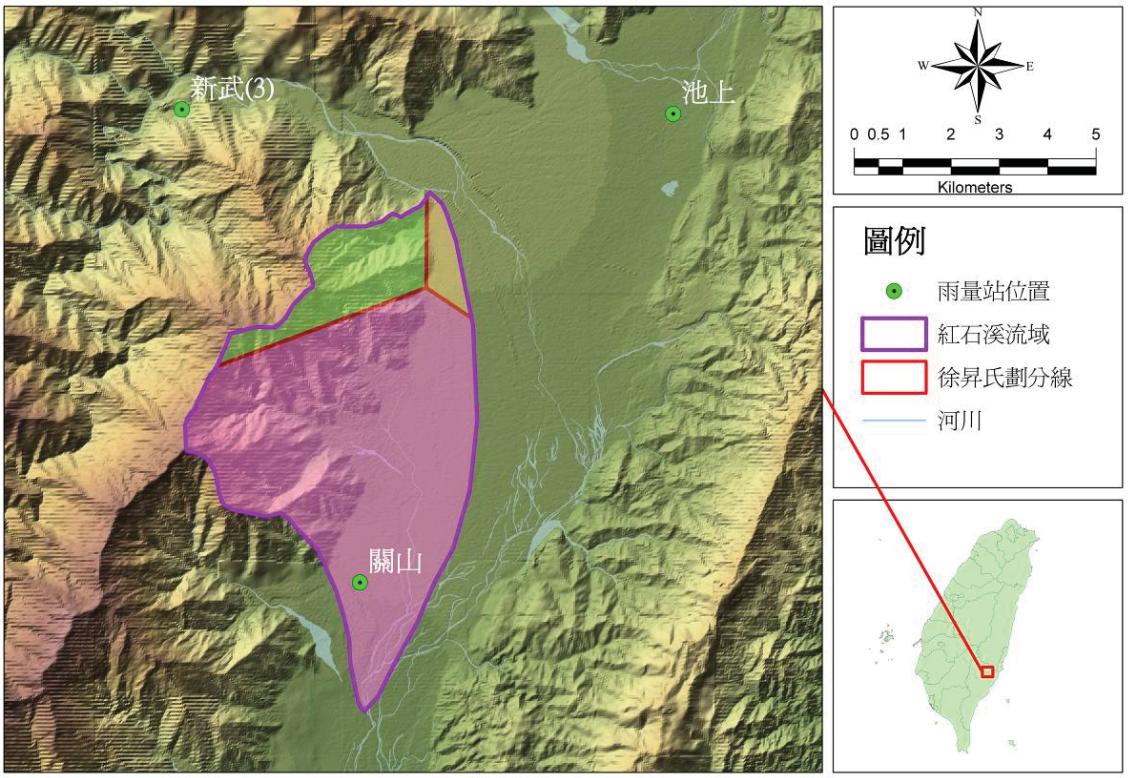


圖 4-3 本計畫流域徐昇氏圖

本計畫依據徐昇式法所計算之權重係數，分別計算出集水區最大一日平均暴雨量及最大二日平均暴雨量，然由於水利會關山、池上雨量站僅記錄日雨量資料，本計畫無法利用日雨量記錄求得連續 24 小時及連續 48 小時最大雨量據以分析，為求反映計畫區域內雨量，本計畫參酌「水利工程技術規範-河川治理篇(草案)」之年最大雨量修正係數參考表，東部地區 1 日雨量轉換為連續 24 小時雨量之轉換係數為 1.17，東部地區 2 日雨量轉換為連續 48 小時雨量之轉換係數為 1.05～1.09（本計畫採用 1.09）。茲將最大一、二日暴雨量乘上轉換係數作後續頻率分析計算。年最大一日及二日雨量及其轉換後結果如表 4-4 及表 4-5 所示。

(二) 頻率分析

本計畫分別以常態分布（二參數）、對數常態分布（二參數）、對數常態分布（三參數）、皮爾遜三型（三參數）、對數皮爾遜三型（三參數）、極端值一型（二參數）等六種機率分布方法，推求本計畫流域的各重現期距之 24 小時及 48 小時暴雨量如表 4-6 及表 4-7 所示。

本計畫以卡方檢定（Chi-Square Test）判別各機率分布之適合度，並利用威伯（Weibull）點繪法，計算其平方差和（SSE）與標準誤差（SE）兩種指標進行研判，選用本計畫區最適合之機率分布，有關卡方檢定方法及平方差和與標準誤差之估算方法說明如下：

1、 卡方檢定（Chi-Square Test）

統計量 X^2 計算如下，當 $X^2 < X^2_{\alpha,k-r-1}$ 時，資料滿足該假設機率分布。

表 4-4 本計畫流域年最大24小時暴雨量序列表

民國 (年)	日期(月日)	新武(3) 權重15.03	池上 權重3.76	關山 權重81.21	流域平均	轉換平均 (×1.17)
		雨量(mm)	雨量(mm)	雨量(mm)	雨量(mm)	雨量(mm)
62	1009	720.0	78.5	699.3	677.6	792.8
63	1017	220.0	255.0	274.7	265.7	310.9
64	0922	386.0	439.0	374.2	378.6	442.9
65	0823	206.0	89.8	261.2	246.1	287.9
66	0724	320.6	321.0	256.0	268.3	313.9
67	0825	101.0	128.5	166.7	155.3	181.7
68	0801	365.0	444.4	342.4	349.9	409.3
69	0918	197.4	203.7	167.5	173.4	202.9
70	0920	310.0	252.4	227.7	241.0	282.0
71	0728	350.0	345.6	273.0	287.5	336.3
72	0724	107.0	85.2	113.3	111.2	130.1
73	0814	115.0	248.5	288.5	260.9	305.2
74	0622	252.5	239.0	199.9	209.4	244.9
75	0517	257.0	220.5	255.0	253.9	297.1
76	0909	541.5	468.1	383.4	410.5	480.3
77	0601	158.5	339.0	163.3	169.6	198.4
78	0911	196.8	230.3	156.0	165.1	193.2
79	0908	188.0	294.7	172.3	179.6	210.1
80	0930	36.0	299.0	265.5	232.4	271.9
81	0921	83.0	138.5	135.5	127.7	149.5
82	0912	156.0	175.0	164.0	163.2	191.0
83	0803	82.0	310.0	296.0	264.5	309.4
84	0830	274.0	302.0	302.5	298.2	348.9
85	0726	326.0	312.5	255.0	268.0	313.5
86	0828	107.0	154.0	118.0	117.8	137.8
87	1015	336.0	356.0	304.0	310.9	363.7
88	0606	401.0	260.5	273.5	292.1	341.8
89	1031	521.0	447.0	417.5	434.2	508.0
90	0926	212.0	19.0	173.5	173.1	202.5
91	0708	61.0	8.5	69.5	65.8	77.0
92	0902	340.0	254.0	235.5	251.9	294.7
93	1203	462.0	329.0	301.5	326.7	382.2
94	0812	376.0	281.0	281.0	295.3	345.4
95	0517	350.0	188.5	198.0	220.4	257.9
96	1126	192.0	72.0	174.5	173.0	202.4
97	0605	90.0	106.0	105.5	103.2	120.7

表 4-5 本計畫流域年最大48小時暴雨量序列表

民國 (年)	日期(月日)	新武(3) 權重15.03	池上 權重3.76	關山 權重81.21	流域平均	轉換平均 (×1.09)
		雨量(mm)	雨量(mm)	雨量(mm)	雨量(mm)	雨量(mm)
62	1009-1010	980.0	435.3	1097.1	1053.1	1147.8
63	1016-1017	331.0	303.2	326.3	326.1	355.4
64	0922-0923	409.0	484.2	427.2	426.8	465.2
65	0626-0627	326.0	327.6	327.0	326.9	356.3
66	0724-0725	427.6	389.0	322.0	340.5	371.2
67	0825-0826	158.0	175.1	219.2	208.3	227.0
68	0801-0802	581.5	662.2	592.0	593.2	646.6
69	0917-0918	392.4	330.1	302.3	316.9	345.5
70	0920-0921	392.0	422.7	356.6	364.6	397.4
71	0728-0729	484.0	390.0	351.0	372.5	406.0
72	1011-1012	132.0	161.8	124.1	126.8	138.2
73	0813-0814	233.0	375.4	434.7	402.1	438.3
74	0622-0623	314.5	298.3	267.9	276.1	301.0
75	0709-0710	570.0	268.8	378.0	402.4	438.7
76	0909-0910	643.0	584.0	421.9	461.5	503.1
77	0920-0921	303.5	325.1	314.8	313.5	341.7
78	0910-0911	229.8	303.6	182.2	194.2	211.7
79	0907-0908	308.0	565.2	338.8	343.2	374.1
80	0929-0930	36.0	300.0	267.3	233.9	255.0
81	0920-0921	104.0	181.6	173.0	163.0	177.7
82	0912-0913	241.0	239.5	232.8	234.3	255.4
83	0803-0804	381.0	466.0	484.0	467.8	509.9
84	0830-0831	408.0	328.0	323.5	336.4	366.6
85	0725-0726	471.0	558.5	486.5	487.1	530.9
86	0828-0829	150.0	225.0	205.0	197.6	215.3
87	1024-1025	363.0	491.0	491.0	471.8	514.3
88	0605-0606	425.0	450.0	441.5	439.4	478.9
89	0822-0823	799.0	692.5	542.5	587.0	639.8
90	0925-0925	253.0	109.0	239.0	235.9	257.1
91	0707-0708	90.0	8.5	78.0	77.0	84.0
92	0901-0902	455.0	510.0	491.5	486.8	530.6
93	1203-1204	572.0	341.0	316.0	355.4	387.4
94	0812-0813	506.0	312.5	312.5	341.5	372.3
95	0516-0517	398.0	253.5	257.5	278.4	303.5
96	1126-1127	261.0	72.0	240.5	236.8	258.2
97	0922-0923	121.0	155.0	120.5	122.0	132.9

表 4-6　本計畫流域各重現期 24 小時雨量推算成果表

單位：mm

重現期(年) / 機率分布	2	5	10	25	50	100
常態分布(二參數)	290.0	401.6	460.0	522.3	562.5	598.6
對數常態分布(二參數)	263.4	385.9	471.2	583.0	669.0	757.1
對數常態分布(三參數)	261.4	390.4	480.3	598.2	688.8	781.6
皮爾遜三型(三參數)	250.7	369.7	460.1	581.4	674.9	770.0
對數皮爾遜三型(二參數)	272.5	388.2	458.7	540.9	597.4	650.3
極端值(二參數)	268.2	385.4	463.1	561.2	633.9	706.2

表 4-7　本計畫流域各重現期 48 小時雨量推算成果表

單位：mm

重現期(年) / 機率分布	2	5	10	25	50	100
常態分布(二參數)	381.5	540.8	624.0	712.7	770.1	821.7
對數常態分布(二參數)	340.9	518.0	644.5	813.8	946.1	1083.3
對數常態分布(三參數)	337.4	523.0	655.8	833.3	972.1	1116.0
皮爾遜三型(三參數)	318.8	482.4	615.7	801.4	948.0	1099.4
對數皮爾遜三型(二參數)	360.9	521.4	613.9	715.6	781.8	840.8
極端值(二參數)	350.4	517.6	628.3	768.2	872.0	975.0

$$X^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \qquad (4\text{-}1)$$

式中，n 為資料個數；k 為分組之個數；p_i 為各分組內該假設機率分布之理論機率；n_i 為落於各分組之資料個數；r 為機率分布之參數個數；α 為顯著水準，一般選定為 α=0.05。

2、 平方差和（SSE）與標準誤差（SE）

因卡方檢定為檢驗機率分布是否適用於描述某特定

之水文資料，然而其檢定方法之重點為排除不合適之機率分布假設，並無法提供精確之標準來決定最佳之機率分布，故為了進一步確認六種機率分布之正確性，本計畫將以平方差和（SSE）及標準差（SE）兩種方式加以確認機率分布選取之適用性。平方差和及標準差的計算方式如下所示：

$$SSE = \left[\sum_{i=1}^{n} \left(X_i - \hat{X}_i \right)^2 \right] \qquad (4\text{-}2)$$

$$SE = \left[\frac{1}{n-r} \sum_{i=1}^{n} \left(X_i - \hat{X}_i \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (4\text{-}3)$$

式中，n：資料年數

r：機率分布之參數個數

X_i：實測資料由大至小排列第 i 個觀測值

$\hat{X}_i$：為選定之點繪法之推估值

利用威伯點繪法計算求得平方差和及標準差，其值最小之分布為最佳分布，本計畫流域 24 小時及 48 小時暴雨機率分布適合度分析結果如表 4-8 及表 4-9 所示，由表中可知，在 24 小時暴雨部分，本計畫流域各機率分布除皮爾遜三型分布外，其餘皆能通過卡方檢定。而在 48 小時暴雨部分，各機率分布中對數常態分布（三參數）、皮爾遜三型（三參數）及對數皮爾遜三型（三參數）未能通過卡方檢定，其餘皆能通過卡方檢定。經分析後，本計畫流域 24 小時及 48 小時暴雨以對數常態分布（二參數）之 SE 及 SSE 最小，因此，本計畫流域各重現期 24 小時及 48 小時暴雨量採用對數常態分布（二參數）計算如表 4-10 及圖 4-4~圖 4-5 所示。

表 4-8 本計畫流域24小時暴雨機率分布適合度分析成果表

機率分布	分組	分組區間	實際次數	理論超越機率	理論機率	期望次數	卡方值 X^2		通過檢定	SSE	SE	採用方法
	i	X_{Li}~X_{Ui}	O_i	$P(X>X_{Ui})$	P_i	E_i	分析值	理論值				
常態分布(二參數)	1	0~ 120	1	0.901	0.099	3.55	1.829	7.81	是	80344	6.44	
	2	120~ 240	12	0.654	0.247	8.90	1.081					
	3	240~ 360	16	0.310	0.344	12.40	1.047					
	4	360~ 480	4	0.082	0.228	8.19	2.144					
	5	>480	3		0.082	2.97	1.003					
	合計		36			36.00	7.105					
對數常態分布(二參數)	1	0~ 120	1	0.954	0.040	1.44	0.135	7.81	是	39054	4.49	◎
	2	120~ 240	12	0.585	0.369	13.29	0.125					
	3	240~ 360	16	0.249	0.336	12.10	1.257					
	4	360~ 480	4	0.093	0.156	5.63	0.471					
	5	>480	3		0.093	3.33	0.034					
	合計		36			35.79	2.021					
對數常態分布(三參數)	1	0~ 120	1	0.926	0.067	2.40	0.813	5.99	是	388054	14.49	
	2	120~ 240	12	0.529	0.397	14.30	0.371					
	3	240~ 360	16	0.224	0.305	10.98	2.298					
	4	360~ 480	4	0.086	0.138	4.96	0.187					
	5	>480	3		0.086	3.11	0.012					
	合計		36			35.75	3.681					
皮爾遜三型(三參數)	1	0~ 120	1	0.996	0.001	0.02	49.567	5.99	否	51970	5.30	
	2	120~ 240	12	0.568	0.428	15.39	0.748					
	3	240~ 360	16	0.239	0.329	11.83	1.468					
	4	360~ 480	4	0.090	0.149	5.37	0.351					
	5	>480	3	0.000	0.090	3.23	0.016					
	合計		36			35.85	52.15					
對數皮爾遜三型(三參數)	1	0~ 120	1	0.966	0.020	0.73	0.100	5.99	是	56404	5.52	
	2	120~ 240	12	0.543	0.423	15.21	0.678					
	3	240~ 360	16	0.224	0.319	11.50	1.765					
	4	360~ 480	4	0.091	0.133	4.78	0.128					
	5	>480	3	0.000	0.091	3.27	0.067					
	合計		36			35.48	2.74					
極端值一型(二參數)	1	0~ 120	1	0.944	0.053	1.91	0.434	7.81	是	45065	4.82	
	2	120~ 240	12	0.604	0.340	12.24	0.005					
	3	240~ 360	16	0.254	0.350	12.60	0.918					
	4	360~ 480	4	0.087	0.167	6.01	0.671					
	5	>480	3	0.000	0.087	3.14	0.017					
	合計		36			35.89	2.04					

◎表本計畫採用

表 4-9 本計畫流域48小時暴雨機率分布適合度分析成果表

機率分布	分組	分組區間	實際次數	理論超越機率	理論機率	期望次數	卡方值 X^2		通過檢定	SSE	SE	採用方法
	i	X_{Li}~X_{Ui}	O_i	$P(X>X_{Ui})$	P_i	E_i	分析值	理論值				
常態分布(二參數)	1	0~ 150	3	0.883	0.117	4.22	0.352	7.81	是	204814	10.29	
	2	150~ 300	8	0.665	0.218	7.86	0.002					
	3	300~ 450	15	0.367	0.297	10.71	1.720					
	4	450~ 600	7	0.135	0.232	8.36	0.222					
	5	>600	3		0.135	4.85	0.821					
	合計		36			36.00	3.117					
對數常態分布(二參數)	1	0~ 150	3	0.898	0.087	3.13	0.006	7.81	是	112361	7.62	◎
	2	150~ 300	8	0.556	0.343	12.33	1.521					
	3	300~ 450	15	0.289	0.267	9.60	3.032					
	4	450~ 600	7	0.143	0.146	5.26	0.576					
	5	>600	3		0.143	5.16	1.050					
	合計		36			35.48	6.186					
對數常態分布(三參數)	1	0~ 150	3	0.420	0.450	16.20	10.757	5.99	否	812783	20.97	
	2	150~ 300	8	0.255	0.165	5.92	0.728					
	3	300~ 450	15	0.166	0.089	3.21	43.333					
	4	450~ 600	7	0.109	0.057	2.05	11.990					
	5	>600	3		0.109	3.93	1.132					
	合計		36			31.31	67.942					
皮爾遜三型(三參數)	1	0~ 150	3	0.958	0.039	1.39	1.876	5.99	否	155986	9.18	
	2	150~ 300	8	0.588	0.370	13.33	2.134					
	3	300~ 450	15	0.287	0.301	10.83	1.609					
	4	450~ 600	7	0.126	0.161	5.80	0.249					
	5	>600	3		0.126	4.53	0.561					
	合計		36			35.88	6.43					
對數皮爾遜三型(三參數)	1	0~ 150	3	0.931	0.034	1.24	2.501	5.99	否	173277	9.68	
	2	150~ 300	8	0.466	0.465	16.75	4.571					
	3	300~ 450	15	0.223	0.243	8.73	4.499					
	4	450~ 600	7	0.115	0.108	3.90	2.462					
	5	>600	3		0.115	4.16	0.648					
	合計		36			34.78	14.68					
極端值一型(二參數)	1	0~ 150	3	0.922	0.076	2.73	0.027	7.81	是	129164	8.17	
	2	150~ 300	8	0.618	0.304	10.95	0.794					
	3	300~ 450	15	0.302	0.316	11.36	1.164					
	4	450~ 600	7	0.125	0.177	6.38	0.061					
	5	>600	3	0.000	0.125	4.49	0.510					
	合計		36			35.90	2.56					

◎表本計畫採用

表 4-10　本計畫流域各重現期 24 小時及 48 小時暴雨量

重現期（年）	2	5	10	25	50	100
24 小時暴雨量（mm）	263.4	385.9	471.2	583.0	669.0	757.1
48 小時暴雨量（mm）	340.9	518.0	644.5	813.8	946.1	1083.3

註：本次分析採用對數常態分布（二參數）

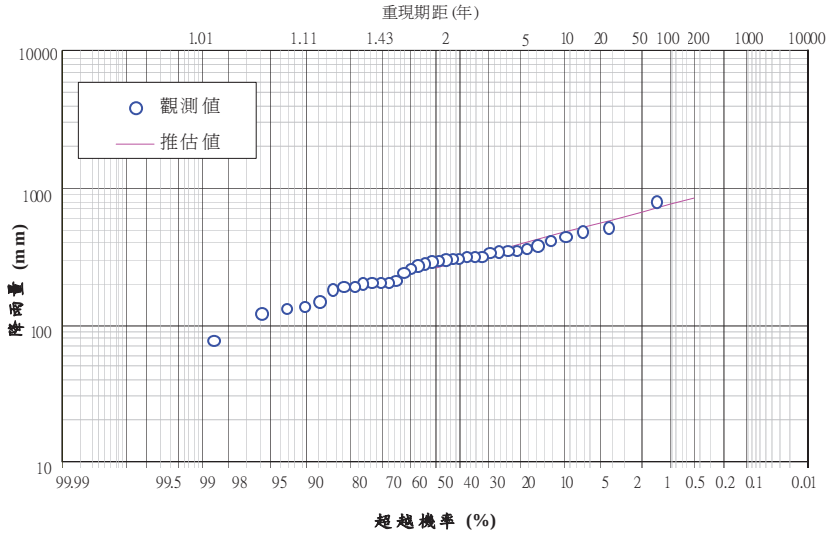


圖 4-4　本計畫 24 小時暴雨量頻率曲線及機率點繪圖

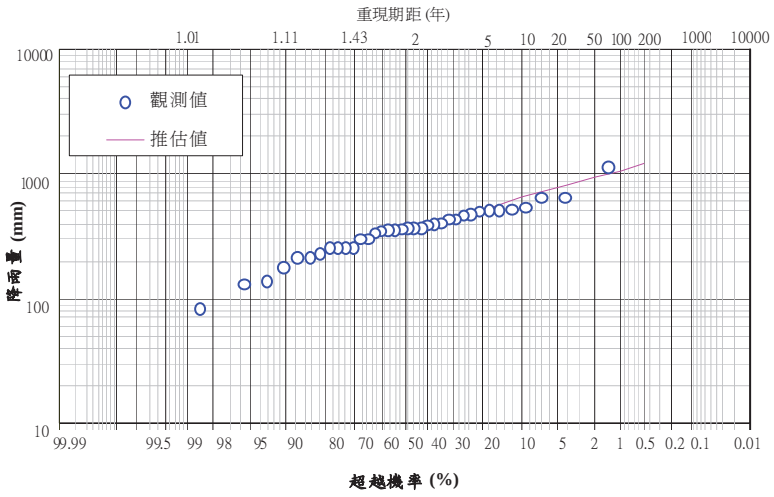


圖 4-5　本計畫 48 小時暴雨量頻率曲線及機率點繪圖

(三) 雨型分析

雨型分析在設計暴雨總降雨深度之時間分配關係，雨型分析之目的在於設計一種能代表該集水區降雨延時分布特性；本計畫設計雨型採用數場暴雨資料分析之雨型及 Horner 降雨強度公式設計之雨型，茲分述如下。

1、 數場暴雨資料分析

本計畫流域鄰近雨量站以水利署所設置的新武（3）站有較完整的時雨量資料，因此各降雨事件將採用新武（3）站記錄資料。由於台灣地區河川之洪水主要係由於較大的暴雨事件所產生，且近年來氣候的變遷相當明顯，為能充分掌握紅石溪流域集水區降雨分布特性，茲根據表 4-4 及表 4-5 的一日及二日流域平均雨量的計算結果，分別選取近 15 年來所發生的前六場最大降雨事件(表 4-11)進行分析。

表 4-11 本計畫選用暴雨記錄一覽表

場次	一日暴雨事件		二日暴雨事件	
	發生日期	事件名稱	發生日期	事件名稱
1	1995/08/30	肯特颱風	1996/07/25-26	葛樂禮颱風
2	1998/10/15	瑞伯颱風	1998/10/24-25	芭比絲颱風
3	1999/06/06	瑪姬颱風	1999/06/05-06	瑪姬颱風
4	2000/10/31	象神颱風	2000/08/22-23	碧利斯颱風
5	2004/12/03	南瑪都颱風	2003/09/01-02	杜鵑颱風
6	2005/08/12	珊瑚颱風	2004/12/03-04	南瑪都颱風

資料來源：水利署、中央氣象局及本計畫整理

首先將各場次暴雨事件以水準軸為無因次時間，T 為各場暴雨之降雨延時，垂直軸為各場暴雨累積降雨對總量之百分數，繪製其 24 小時及 48 小時雨型百分比狀況如圖 4-6 及圖 4-7 所示；由圖中可看出各場暴雨之降雨型態較接近集中型，且臺灣河川規劃大多以集中型作為設計雨型，因此，本計畫將利用所選定之暴雨場次以中央集中法分析數場暴雨雨型。

就所選定之歷年較大暴雨延時 24 小時或 48 小時之時雨量資料，將每場暴雨每一小時雨量求其佔該暴雨量之百分比，並依大小順序重新排列成所需之降雨分配型態（依集中型將降雨百分比之最大值放置在中間，再依右大左小排列），最後將各場暴雨各時間之比例平均計算分析本計畫流域之設計雨型，相關分析結果如表 4-12、表 4-13 及圖 4-8、圖 4-9 所示。

2、 Horner 雨量強度公式

Horner 降雨強度公式如下：

$$I_t = \frac{a}{(T+b)^c} \qquad (4\text{-}4)$$

式中

It：降雨延時 T 小時內之平均降雨強度（毫米/每小時）

T：降雨延時（分）

a，b，c：常數

應用 Horner 公式之前，須求得流域內各控制點之集流時間，由於本計畫流域高山與平原的地形變化相當明顯，因此將以山地與平原為界，分段計算集流時間。集流時間將分別以加州公路局公式、Rziha 公式及周文德公式推估，各公式說明如下：

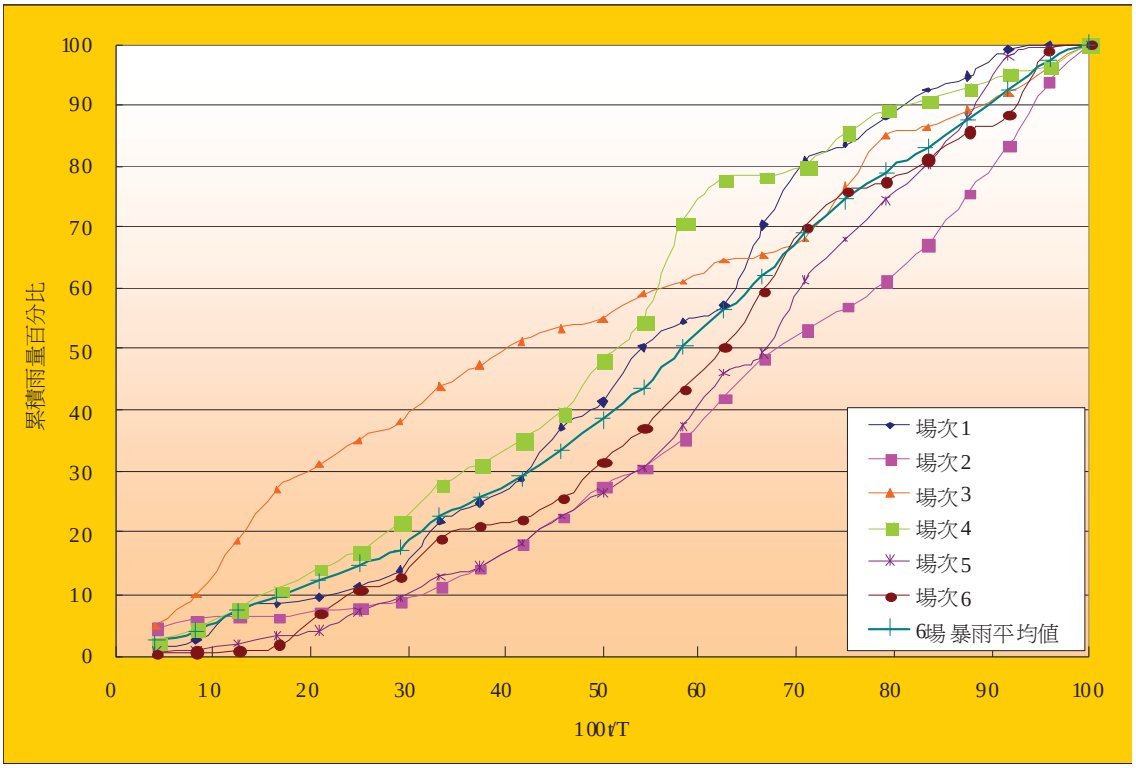


圖 4-6　數場暴雨 24 小時累積雨量百分比分布圖

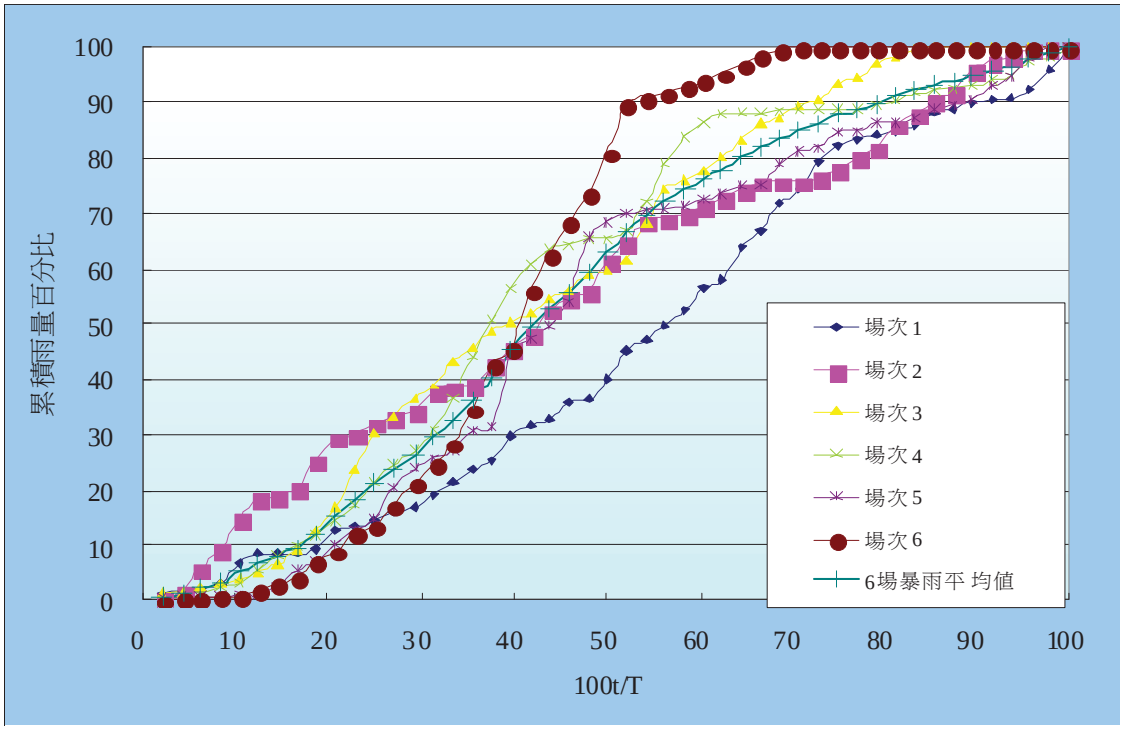


圖 4-7　數場暴雨 48 小時累積雨量百分比分布圖

表 4-12 數場暴雨資料24小時降雨設計降雨雨型表

時間	84/08/30 肯特颱風			87/10/15 瑞伯颱風			88/06/06 瑪姬颱風			89/10/31 象神颱風			93/12/03 南瑪都颱風			94/08/12 珊瑚颱風			平均百分比(%)	採用雨型(%)	序位
	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)			
1	3	44	13.06	15	35	10.42	20	37	8.98	12	90	16.27	2	62	11.88	1	47	10.71	11.89	0.80	23
2	5	35	10.39	4	27	8.04	20	35	8.50	12	47	8.50	2	52	9.96	1	47	10.71	9.35	1.23	21
3	17	30	8.90	2	27	8.04	37	35	8.50	17	39	7.05	5	45	8.62	1	40	9.11	8.37	1.63	19
4	3	29	8.61	0	23	6.85	35	34	8.25	18	35	6.33	7	41	7.85	4	30	6.83	7.45	2.33	17
5	4	27	8.01	3	21	6.25	16	23	5.58	19	34	6.15	5	36	6.90	22	29	6.61	6.58	3.05	15
6	6	17	5.04	2	21	6.25	17	20	4.85	15	30	5.42	16	35	6.70	18	29	6.61	5.81	3.56	13
7	9	15	4.45	3	20	5.95	13	20	4.85	28	28	5.06	12	32	6.13	9	27	6.15	5.43	4.12	11
8	27	15	4.45	9	17	5.06	23	17	4.13	34	25	4.52	18	31	5.94	29	25	5.69	4.97	4.44	9
9	10	14	4.15	10	16	4.76	14	17	4.13	18	22	3.98	8	23	4.41	8	23	5.24	4.44	5.43	7
10	13	14	4.15	14	16	4.76	17	17	4.13	22	20	3.62	21	23	4.41	5	22	5.01	4.35	6.58	5
11	29	14	4.15	14	15	4.46	8	16	3.88	25	20	3.62	23	21	4.02	14	20	4.56	4.12	8.37	3
12	14	13	3.86	17	15	4.46	7	16	3.88	47	19	3.44	19	19	3.64	27	18	4.10	3.90	11.89	1
13	30	10	2.97	10	14	4.17	16	16	3.88	35	18	3.25	23	18	3.45	23	16	3.64	3.56	9.35	2
14	14	10	2.97	16	14	4.17	8	15	3.64	90	18	3.25	35	17	3.26	29	14	3.19	3.41	7.45	4
15	9	9	2.67	23	12	3.57	15	14	3.40	39	17	3.07	45	16	3.07	30	11	2.51	3.05	5.81	6
16	44	9	2.67	21	10	2.98	4	13	3.16	2	15	2.71	17	12	2.30	40	9	2.05	2.64	4.97	8
17	35	8	2.37	16	10	2.98	11	12	2.91	10	13	2.35	62	8	1.53	47	8	1.82	2.33	4.35	10
18	10	6	1.78	12	9	2.68	35	11	2.67	30	12	2.17	36	7	1.34	25	7	1.59	2.04	3.90	12
19	15	5	1.48	15	4	1.19	34	11	2.67	20	12	2.17	32	6	1.15	7	5	1.14	1.63	3.41	14
20	14	4	1.19	20	3	0.89	6	8	1.94	9	11	1.99	31	5	0.96	16	5	1.14	1.35	2.64	16
21	8	3	0.89	27	3	0.89	11	8	1.94	11	10	1.81	41	5	0.96	20	4	0.91	1.23	2.04	18
22	15	3	0.89	27	2	0.60	12	7	1.70	13	9	1.63	52	4	0.77	11	1	0.23	0.97	1.35	20
23	3	3	0.89	35	2	0.60	17	6	1.46	7	7	1.27	6	2	0.38	47	1	0.23	0.80	0.97	22
24	0	0	0.00	21	0	0.00	16	4	0.97	20	2	0.36	4	2	0.38	5	1	0.23	0.32	0.32	24
合計	337	337	100.00	336	336	100.00	412	412	100.00	553	553	100.00	522	522	100.00	439	439	100.00	100.00	-	

表 4-13 數場暴雨資料48小時降雨設計降雨雨型表

時間	85/07/25 葛樂禮颱風			87/10/24 芭比絲颱風			88/06/05 瑪姬颱風			89/08/22 碧利斯颱風			92/09/01 杜鵑颱風			93/12/03 南瑪都颱風			平均百分比(%)	採用雨型(%)	序位
	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)	雨量(MM)	排序	百分比(%)			
1	2	31	6.09	3	26	5.62	3	37	6.95	8	64	7.38	1	69	13.14	1	62	10.84	8.34	0.00	47
2	3	26	5.11	6	25	5.40	2	35	6.58	8	60	6.92	1	61	11.62	1	52	9.09	7.45	0.09	45
3	1	26	5.11	19	22	4.75	3	35	6.58	1	56	6.46	0	29	5.52	0	45	7.87	6.05	0.19	43
4	5	24	4.72	16	20	4.32	3	34	6.39	10	51	5.88	0	23	4.38	2	41	7.17	5.48	0.27	41
5	19	22	4.32	25	19	4.10	6	23	4.32	8	49	5.65	2	20	3.81	2	36	6.29	4.75	0.49	39
6	9	21	4.13	16	19	4.10	7	20	3.76	19	45	5.19	0	19	3.62	5	35	6.12	4.49	0.53	37
7	0	21	4.13	4	19	4.10	7	20	3.76	23	43	4.96	8	18	3.43	7	32	5.59	4.33	0.71	35
8	0	19	3.73	7	18	3.89	15	17	3.20	14	37	4.27	14	18	3.43	5	31	5.42	3.99	0.86	33
9	5	19	3.73	22	18	3.89	20	17	3.20	18	36	4.15	9	16	3.05	16	23	4.02	3.67	0.94	31
10	17	18	3.54	19	17	3.67	20	17	3.20	22	33	3.81	16	15	2.86	12	23	4.02	3.51	1.03	29
11	4	17	3.34	2	16	3.46	37	16	3.01	25	26	3.00	15	15	2.86	18	21	3.67	3.22	1.31	27
12	5	17	3.34	10	16	3.46	35	16	3.01	36	25	2.88	10	15	2.86	8	19	3.32	3.14	1.44	25
13	8	16	3.14	5	16	3.46	16	16	3.01	26	23	2.65	29	14	2.67	21	18	3.15	3.01	1.67	23
14	5	15	2.95	6	15	3.24	17	16	3.01	22	23	2.65	19	14	2.67	23	17	2.97	2.91	1.84	21
15	10	14	2.75	17	14	3.02	13	15	2.82	33	23	2.65	10	14	2.67	19	16	2.80	2.79	2.08	19
16	13	14	2.75	2	12	2.59	23	15	2.82	49	23	2.65	8	13	2.48	23	12	2.10	2.56	2.36	17
17	11	13	2.55	2	11	2.38	14	14	2.63	64	22	2.54	18	12	2.29	35	10	1.75	2.36	2.79	15
18	9	13	2.55	16	10	2.16	17	14	2.63	56	22	2.54	4	10	1.90	45	8	1.40	2.20	3.01	13
19	22	12	2.36	15	10	2.16	8	13	2.44	51	19	2.19	69	10	1.90	17	8	1.40	2.08	3.22	11
20	10	11	2.16	12	10	2.16	7	12	2.26	37	18	2.08	15	9	1.71	62	8	1.40	1.96	3.67	9
21	5	10	1.96	20	10	2.16	16	12	2.26	23	15	1.73	12	9	1.71	36	7	1.22	1.84	4.33	7
22	17	10	1.96	11	9	1.94	8	11	2.07	7	14	1.61	23	8	1.52	32	7	1.22	1.72	4.75	5
23	2	10	1.96	5	8	1.73	15	11	2.07	9	13	1.50	61	8	1.52	31	7	1.22	1.67	6.05	3
24	19	9	1.77	26	7	1.51	4	8	1.50	1	12	1.38	15	8	1.52	41	6	1.05	1.46	8.34	1
25	26	9	1.77	14	7	1.51	11	8	1.50	11	11	1.27	8	8	1.52	52	6	1.05	1.44	7.45	2
26	10	8	1.57	18	7	1.51	35	8	1.50	45	10	1.15	2	8	1.52	6	5	0.87	1.36	5.48	4
27	14	8	1.57	2	7	1.51	34	7	1.32	60	9	1.04	2	8	1.52	4	5	0.87	1.31	4.49	6
28	14	7	1.38	4	7	1.51	6	7	1.32	43	8	0.92	3	7	1.33	7	4	0.70	1.19	3.99	8
29	21	6	1.18	7	6	1.30	11	7	1.32	23	8	0.92	6	6	1.14	6	2	0.35	1.03	3.51	10
30	7	6	1.18	7	6	1.30	12	7	1.32	12	8	0.92	5	6	1.14	8	2	0.35	1.03	3.14	12
31	31	5	0.98	6	6	1.30	17	6	1.13	2	8	0.92	7	5	0.95	8	2	0.35	0.94	2.91	14
32	16	5	0.98	6	6	1.30	16	6	1.13	0	7	0.81	2	4	0.76	10	1	0.17	0.86	2.56	16
33	24	5	0.98	0	6	1.30	6	6	1.13	2	7	0.81	20	4	0.76	7	1	0.17	0.86	2.20	18
34	13	5	0.98	0	5	1.08	12	5	0.94	1	7	0.81	13	4	0.76	2	0	0.00	0.76	1.96	20
35	26	5	0.98	4	5	1.08	5	5	0.94	0	6	0.69	3	3	0.57	0	0	0.00	0.71	1.72	22
36	15	5	0.98	7	4	0.86	16	4	0.75	0	6	0.69	14	3	0.57	0	0	0.00	0.64	1.46	24
37	6	4	0.79	10	4	0.86	5	3	0.56	1	5	0.58	1	2	0.38	0	0	0.00	0.53	1.36	26
38	4	4	0.79	9	4	0.86	14	3	0.56	6	4	0.46	8	2	0.38	0	0	0.00	0.51	1.19	28
39	4	4	0.79	18	4	0.86	7	3	0.56	7	3	0.35	0	2	0.38	0	0	0.00	0.49	1.03	30
40	5	3	0.59	10	3	0.65	8	2	0.38	13	2	0.23	4	2	0.38	0	0	0.00	0.37	0.86	32
41	12	3	0.59	10	2	0.43	1	1	0.19	4	2	0.23	8	1	0.19	0	0	0.00	0.27	0.76	34
42	3	3	0.59	8	2	0.43	0	0	0.00	3	1	0.12	4	1	0.19	0	0	0.00	0.22	0.64	36
43	6	2	0.39	19	2	0.43	0	0	0.00	5	1	0.12	6	1	0.19	0	0	0.00	0.19	0.51	38
44	3	2	0.39	7	2	0.43	0	0	0.00	8	1	0.12	14	1	0.19	0	0	0.00	0.19	0.37	40
45	1	1	0.20	4	1	0.22	0	0	0.00	6	1	0.12	8	0	0.00	0	0	0.00	0.09	0.22	42
46	8	1	0.20	6	0	0.00	0	0	0.00	23	0	0.00	18	0	0.00	0	0	0.00	0.03	0.19	44
47	18	0	0.00	1	0	0.00	0	0	0.00	7	0	0.00	9	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.03	46
48	21	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	15	0	0.00	1	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	48
合計	509	509	100.00	463	463	100.00	532	532	100.00	867	867	100.00	525	525	100.00	572	572	100.00	100.00	-	

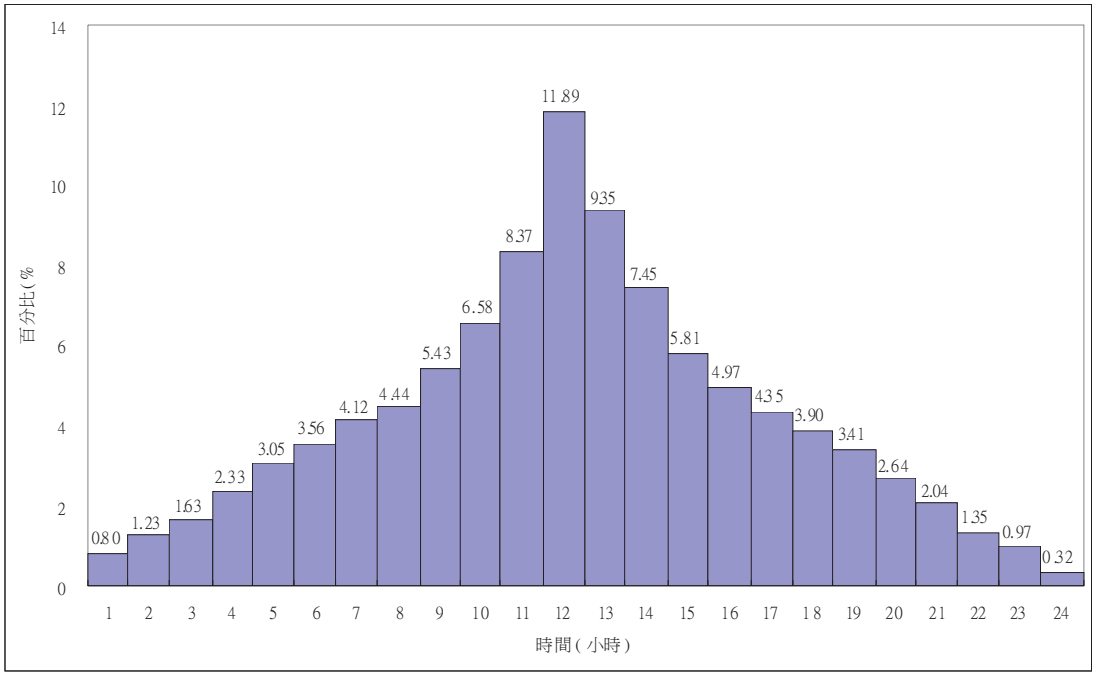


圖 4-8　數場暴雨 24 小時設計降雨雨型圖

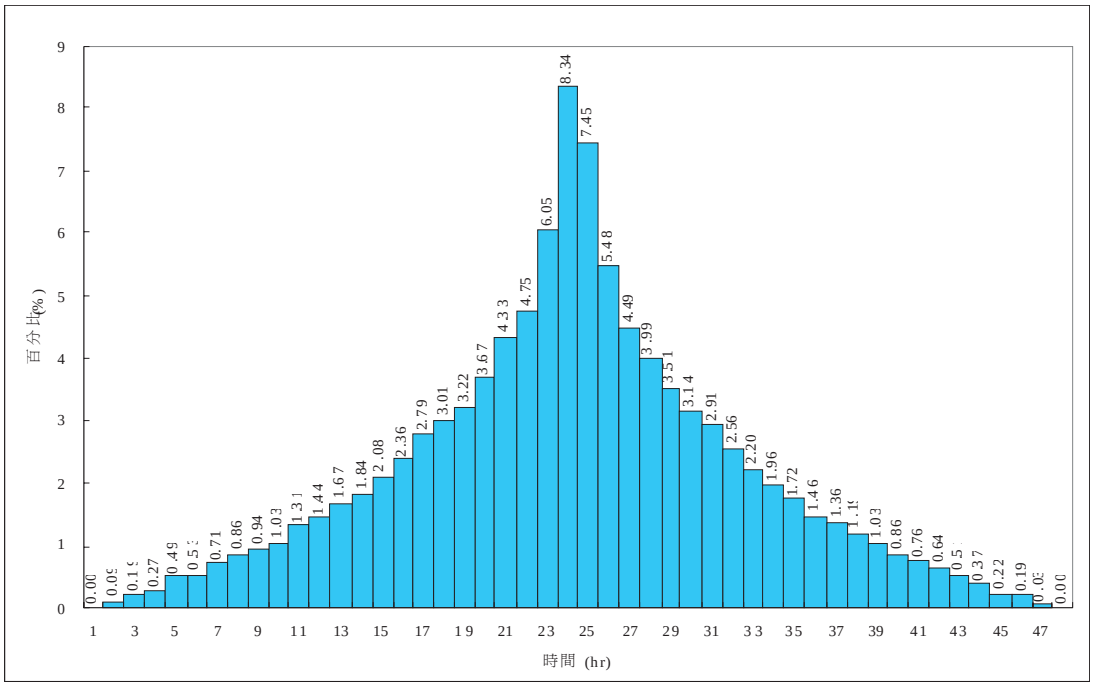


圖 4-9　數場暴雨 48 小時設計降雨雨型圖

(1) 加州公路局公式

$$T_c = \left(\frac{0.87L^3}{H}\right)^{0.385} \qquad (4\text{-}5)$$

式中

Tc： 集流時間（hr）。

L： 沿集水區內排水路最上游點至控制點之水準距離（km）。

H： 集水區內排水路最上游點至控制點之高程差（m）。

(2) Rziha 公式

$$T_c = \frac{L}{W} \qquad (4\text{-}6)$$

$$W = 72\left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \qquad (4\text{-}7)$$

式中

Tc： 集流時間（hr）。

W： 洪水流速（km/hr）。

L： 沿集水區內排水路最上游點至控制點之水準距離（km）。

H： 集水區內排水路最上游點至控制點之高程差（km）。

(3) 周文德公式

$$T_c = 0.005 \times \left(\frac{1000 \times L}{(100 \times S)^{0.5}}\right)^{0.64} / 0.6 \qquad (4\text{-}8)$$

式中

T_c： 集流時間（hr）。

L： 沿集水區內排水路最上游點至控制點之水準距離（km）。

S： 集水區內排水路最上游點至控制點之平均坡度（%）。

首先將各控制點的地文因數（包括河道長度 L、高程差 H 及平均坡度 S）分為高山段（L1、H1、S1）及平原段（L2、H2、S2），分別經由前述三種公式計算，計算成果如表 4-14 所示，由計算結果可發現，本計畫流域匯流口集流時間在 1.14~2.59 小時之間，以 Rziha 公式所計算之集流時間最短，而周文德公式所計算之集流時間最長。考量本計畫流域大多位於植生狀況較佳的山坡地，地表逕流須較長的時間進入河道，因此，本計畫各控制點的集流時間採用最大值，亦即周文德公式所計算的結果。

接著利用流域內各控制點集流時間（Tc）計算結果，以 24 小時雨型之設計為例，分析步驟如下：

(1) 依下列原則選擇雨型之單位時間刻度△D

Tc＞6hr　　D＝1hr

3hr＜Tc≦6hr　D＝0.8hr

1hr＜Tc≦3hr　D＝0.4hr

Tc≦1hr　　D＝0.15hr

(2) 以該強度公式求出各場暴雨延時（△D、2△D、.....、24hr）之降雨強度，其對應之各延時降雨量為各延時降雨強度乘以降雨延時的乘積，再將各延時降雨量相減，即得 24 小時雨型之每個單位時間降雨量。

(3) 將每個單位時間降雨量除以 24 小時總降雨量，可得每個單位元時間降雨量佔全部降雨量之百分比。再依中間最大，其次按右大左小排列，即為設計雨型。

表 4-14 本計畫流域各控制點基本地文參數表

主支流	控制點	集水面積 A（Km^2）	河道長度L（Km）		高程差H（m）		平均坡度 S		集流時間Tc（hr）									採用值
									加州公路			Rziha			周文德			
			L_1	L_2	H_1	H_2	S_1	S_2	T_1	T_2	T	T_1	T_2	T	T_1	T_2	T	
支流	楠溪匯流口	13.47	3.6	2.5	1089	38	0.30	0.02	0.28	0.67	0.95	0.10	0.43	0.53	0.53	1.09	1.62	1.62
	關山大排匯流口	3.69	0.0	6.5	0	58	-	0.01	-	1.72	1.72	-	1.53	1.53	-	2.38	2.38	2.38
主流	楠溪匯流前	10.28	3.8	1.6	1321	58	0.35	0.04	0.28	0.34	0.62	0.10	0.16	0.26	0.52	0.62	1.14	1.14
	關山大排匯流前	23.84	3.8	1.9	1321	64	0.35	0.03	0.28	0.40	0.68	0.10	0.20	0.30	0.52	0.71	1.23	1.23
	山電橋	29.93	3.8	4.1	1321	88	0.35	0.02	0.28	0.86	1.14	0.10	0.57	0.67	0.52	1.34	1.86	1.86
	滙流口	35.50	3.8	6.8	1321	103	0.35	0.02	0.28	1.46	1.74	0.10	1.17	1.27	0.52	2.07	2.59	2.59

經查水利署於民國 92 年完成之新武（3）站 Horner 公式分析強度公式，其常數 a，b，c 值如表 4-15，由表 4-14 可知，本計畫各控制點之集流時間皆在 1 小時與 3 小時之間，因此依前述原則以 D=0.4hr，重現期為 25 年進行 24 小時及 48 小時雨型分析，結果如圖 4-10 及圖 4-11 所示，相關計算過程詳附錄九。

表 4-15　新武(3)站各重現期 Horner 公式常數表

重現期	a	b	c
2 年	262.234	5.751	0.4115
5 年	299.305	-0.342	0.3802
10 年	329.914	-1.537	0.3677
25 年	359.788	-3.514	0.3519
50 年	387.432	-4.113	0.3445
100 年	411.392	-4.687	0.3368

資料來源：經濟部水利署

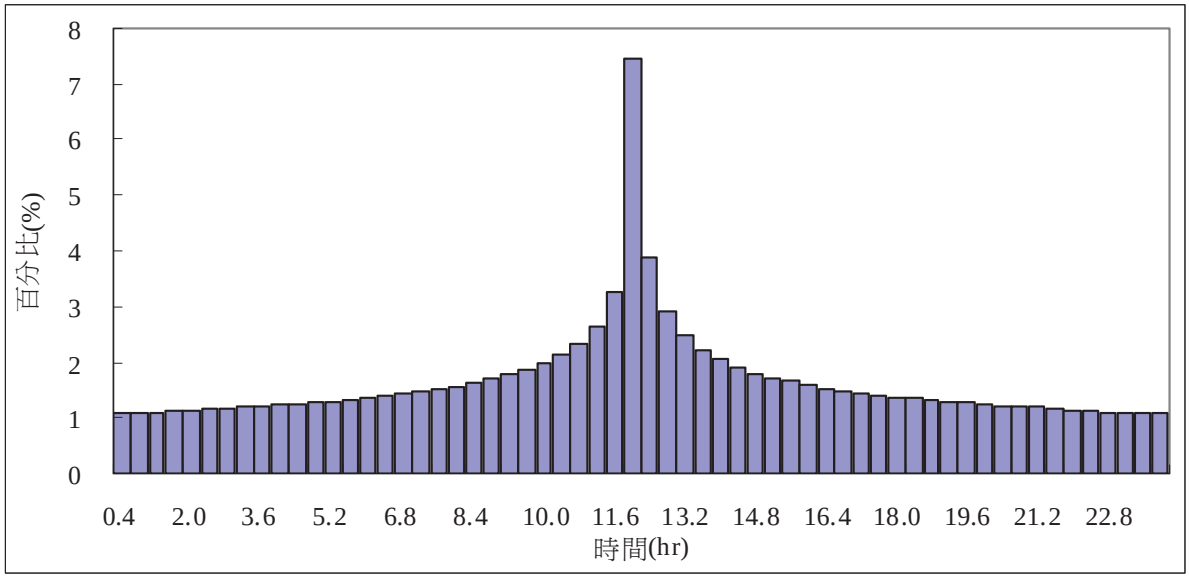


圖 4-10　Horner 公式 24 小時設計降雨雨型圖

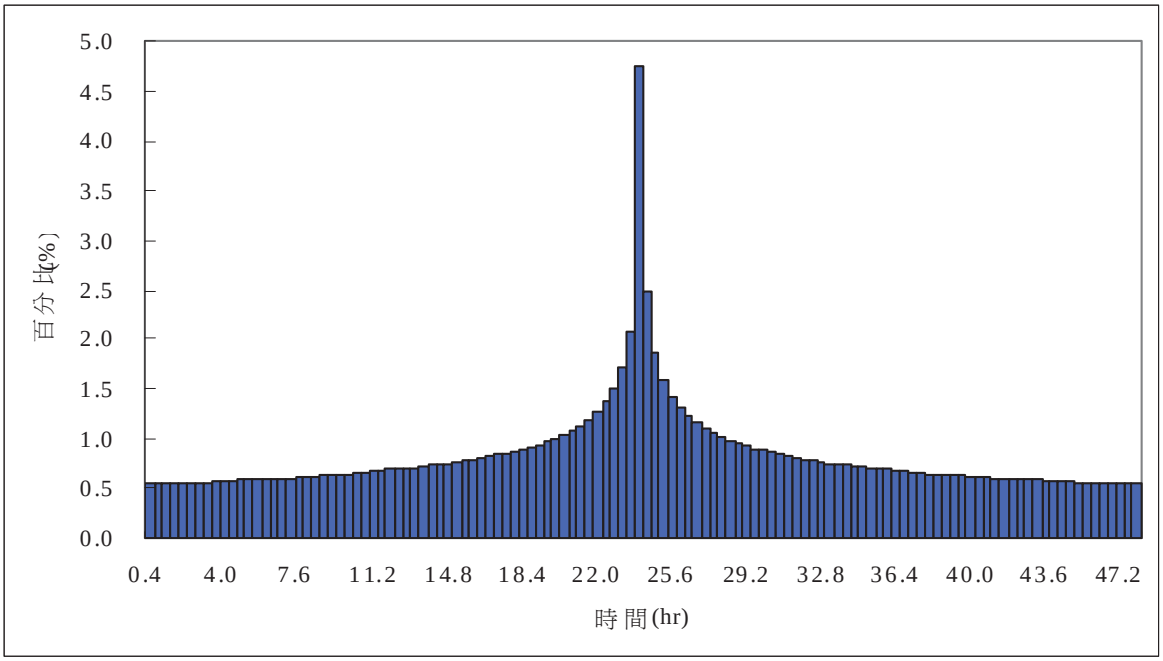


圖 4-11　Horner 公式 48 小時設計降雨雨型圖

三、計畫流量分析

本計畫以合理化公式法、三角形單位歷線法及瞬時單位歷線法進行流域內各控制點的流量分析。

(一) 應用降雨－逕流模式推求

1、 合理化公式法

合理化公式法適用於缺乏實測流量及集水面積較小之流域，其公式如下：

$$Q_p = \frac{C \times I \times A}{3.6} \qquad (4\text{-}9)$$

式中：

Q_p：洪峰流量（cms）

C：逕流係數

I：降雨強度（mm/hr）

A：集水區面積（km^2）

本計畫 I 值採用新武（3）站的 Horner 降雨強度公式計算，各控制點的集流時間採用周文德公式所計算的結果，在逕流係數 C 估算部分，由於影響 C 值的因素頗多不易實測，因此本計畫所採用之逕流係數，將降雨延時 24 小時暴雨量所佔百分比，扣除入滲損失 3.0 mm/hr（參考卑南溪治理規劃報告），所求得之超降雨除以總降雨量即為逕流係數，經計算後，本計畫流域各控制點各重現期之洪峰流量如表 4-16 所示。。

2、 三角形單位歷線法

三角形單位歷線法係假定單位延時降雨量所造成之洪水過程線為三角形，由於洪峰發生時間通常均不會剛好於整數小時，因此本計畫使用修正三角形流量歷線分析，計算流域中各控制點的洪峰流量。

依美國農業部水土保持局（SCS）之經驗式如下：

$$Qp = 0.208 \times A \times Re/Tp \qquad (4\text{-}10)$$

$$Tp = D/2 + 0.6Tc \qquad (4\text{-}11)$$

$$Tr = 1.67Tp \qquad (4\text{-}12)$$

式中

Qp= 洪峰流量(cms)

A = 集水區面積(km^2)

R_e = 超滲降雨量(mm)

T_p = 開始漲水至洪峰發生之時間(hr)

T_c = 集流時間(hr)

D = 單位降雨延時(hr)

T_r =洪峰發生時間至歷線終端(hr)

表 4-16　本計畫合理化公式法洪峰流量計算成果表

控制點			重現期(年)					
			2	5	10	25	50	100
逕流係數 C			0.74	0.82	0.85	0.88	0.89	0.91
支流	楠溪匯流口	降雨強度 I (mm/hr)	39.23	52.21	60.64	71.19	78.95	86.67
		集流面積 A (km^2)	13.47					
		洪峰流量 (CMS)	**108.6**	**159.8**	**192.9**	**234.0**	**264.0**	**293.7**
	關山大排匯流口	降雨強度 I (mm/hr)	33.35	44.45	51.59	60.46	66.95	73.37
		集流面積 A (km^2)	3.69					
		洪峰流量 (CMS)	**25.3**	**37.3**	**45.0**	**54.4**	**61.3**	**68.1**
主流	楠溪匯流前	降雨強度 (mm/hr)	45.10	60.13	70.01	82.47	91.69	100.90
		集流面積 (km^2)	10.28					
		洪峰流量 (CMS)	**95.3**	**140.4**	**170.0**	**206.9**	**234.0**	**260.9**
	關山大排匯流前	降雨強度 (mm/hr)	43.79	58.35	67.89	79.91	88.78	97.63
		集流面積 (km^2)	23.84					
		洪峰流量 (CMS)	**214.6**	**316.1**	**382.3**	**464.8**	**525.4**	**585.5**
	山電橋	降雨強度 (mm/hr)	37.01	49.26	57.19	67.08	74.34	81.55
		集流面積 (km^2)	29.93					
		洪峰流量 (CMS)	**227.7**	**335.0**	**404.3**	**489.9**	**552.3**	**614.0**
	滙流口	降雨強度 (mm/hr)	32.16	42.89	49.79	58.33	64.58	70.75
		集流面積 (km^2)	35.50					
		洪峰流量 (CMS)	**234.6**	**346.0**	**417.5**	**505.3**	**569.1**	**631.8**

其中各控制點的集流時間（Tc）將採用周文德公式計算的結果，單位降雨延時（D）則與 Horner 公式相同，本計畫依據集流時間計算結果，流域內各控制點採用 D=0.4 小時，經計算後各控制點參數如表 4-17 所示。

本計畫利用數場暴雨雨型及 Horner 公式法雨型進行分析，數場暴雨雨型因其單位刻度為 1 小時，因此有效降雨延時 D 之單位歷線須經過 S 歷線轉換為有效降雨延時為 1 小時，而 Horner 公式法雨型因其單位刻度與有效降雨延時 D 一致，單位歷線不須再經轉換，經計算後本計畫各控制點三角型單位歷線如圖 4-12~圖 4-17 及表 4-18 所示：

表 4-17　本計畫三角型單位歷線參數表

主支流	控制點	集水面積 A(Km^2)	河道長度 L(Km)	集流時間 Tc(hr)	單位延時 D (hr)	洪峰時間 Tp (hr)	洪峰流量 Qp(cms)	基期時間 Tb(hr)
支流	楠溪匯流口	13.47	6.10	1.62	0.40	1.17	23.95	3.12
	關山大排匯流口	3.69	6.50	2.38	0.40	1.63	4.71	4.35
主流	楠溪匯流前	10.28	5.40	1.14	0.40	0.89	24.03	2.38
	關山大排匯流前	23.84	5.70	1.23	0.40	0.94	52.75	2.51
	山電橋	29.93	7.90	1.86	0.40	1.32	47.16	3.52
	滙流口	35.50	10.60	2.59	0.40	1.76	41.95	4.70

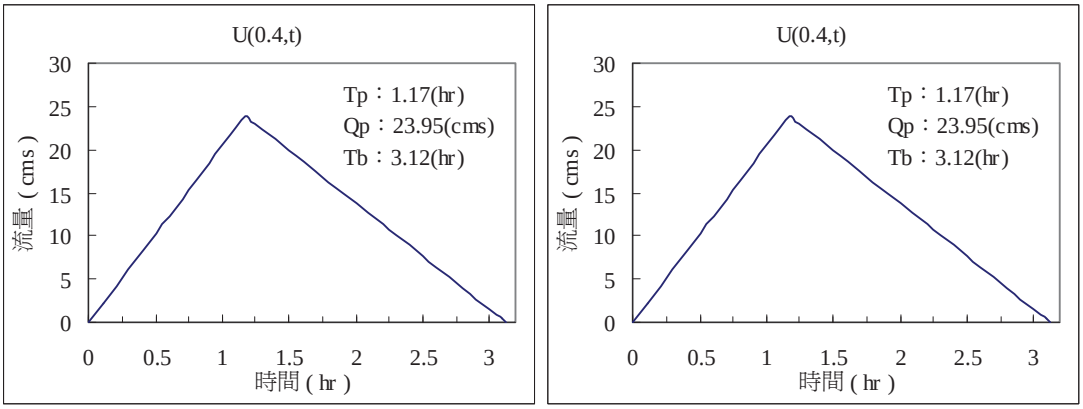


圖 4-12　楠溪匯流口三角型單位歷線圖

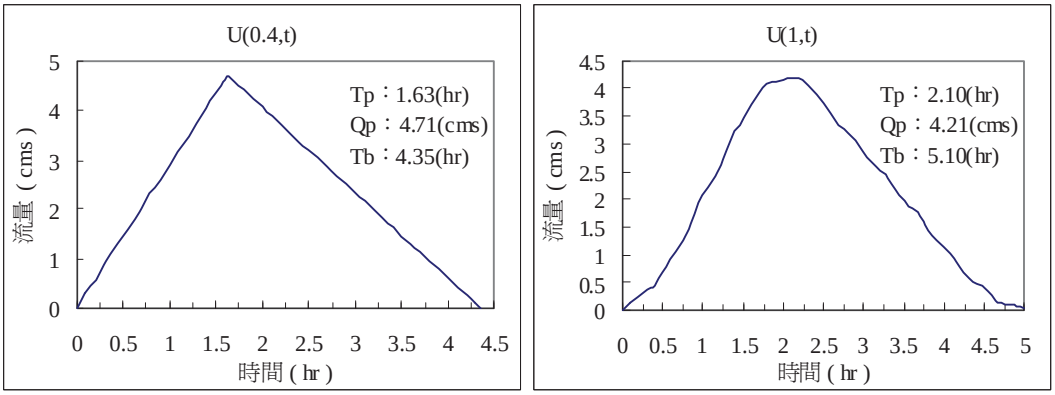


圖 4-13　關山大排匯流口三角型單位歷線圖

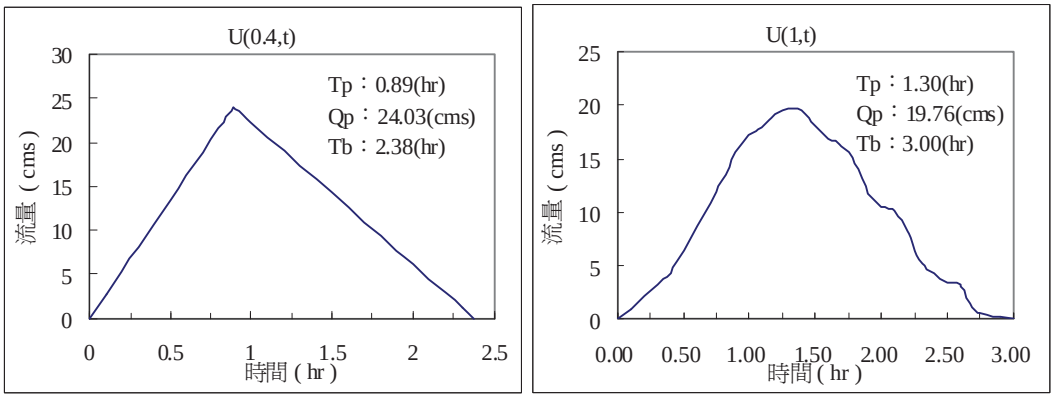


圖 4-14　楠溪匯流前三角型單位歷線圖

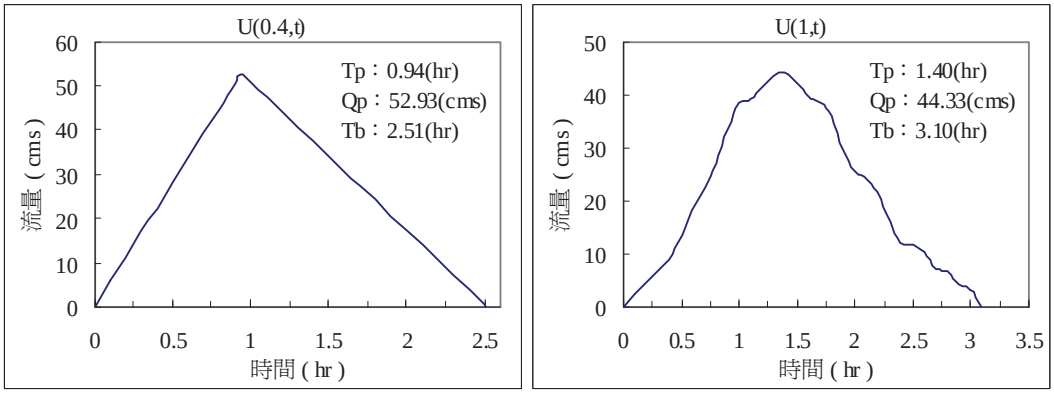


圖 4-15　關山大排匯流前三角型單位歷線圖

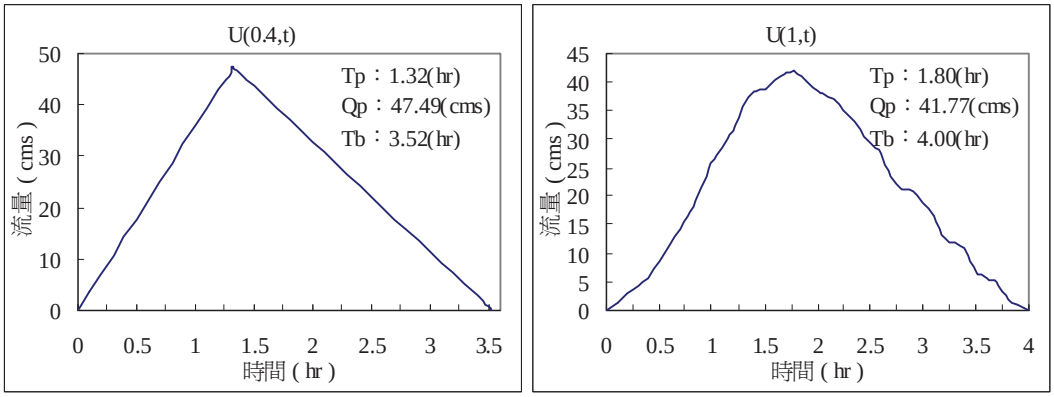


圖 4-16　山電橋三角型單位歷線圖

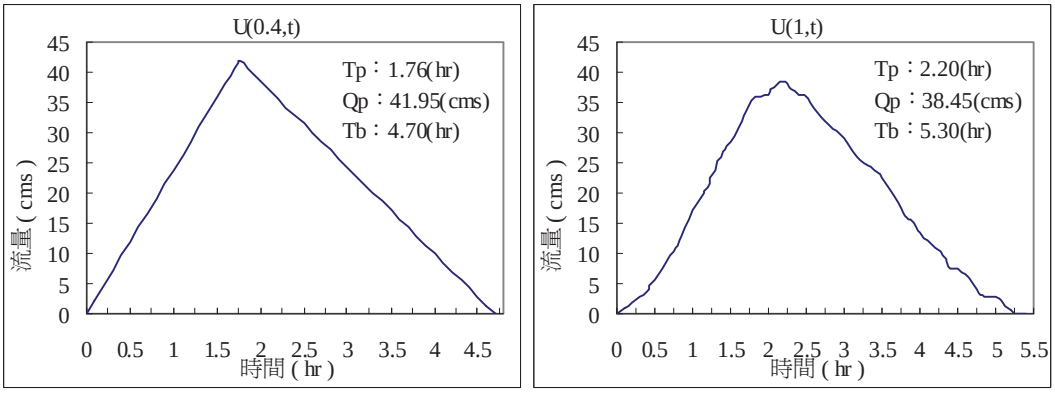


圖 4-17　匯流口處三角型單位歷線圖

表 4-18 本計畫流域各控制點三角型單位歷線表U(0.4,t) (1/4)

楠溪匯流口		關山大排匯流口		楠溪匯流前		關山大排匯流前		山電橋		匯流口	
時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	2.05	0.10	0.29	0.10	2.70	0.10	5.61	0.10	3.57	0.10	2.38
0.20	4.09	0.20	0.58	0.20	5.40	0.20	11.22	0.20	7.15	0.20	4.77
0.30	6.14	0.30	0.87	0.30	8.10	0.30	16.84	0.30	10.72	0.30	7.15
0.40	8.19	0.40	1.16	0.40	10.80	0.40	22.45	0.40	14.29	0.40	9.54
0.50	10.24	0.50	1.45	0.50	13.50	0.50	28.06	0.50	17.87	0.50	11.92
0.60	12.28	0.60	1.73	0.60	16.20	0.60	33.67	0.60	21.44	0.60	14.30
0.70	14.33	0.70	2.02	0.70	18.90	0.70	39.28	0.70	25.01	0.70	16.69
0.80	16.38	0.80	2.31	0.80	21.60	0.80	44.90	0.80	28.58	0.80	19.07
0.90	18.42	0.90	2.60	0.90	23.87	0.90	50.51	0.90	32.16	0.90	21.46
1.00	20.47	1.00	2.89	1.00	22.26	1.00	50.91	1.00	35.73	1.00	23.84
1.10	22.52	1.10	3.18	1.10	20.64	1.10	47.55	1.10	39.30	1.10	26.22
1.20	23.58	1.20	3.47	1.20	19.03	1.20	44.19	1.20	42.88	1.20	28.61
1.30	22.35	1.30	3.76	1.30	17.42	1.30	40.83	1.30	46.45	1.30	30.99
1.40	21.13	1.40	4.05	1.40	15.80	1.40	37.47	1.40	45.78	1.40	33.38
1.50	19.90	1.50	4.34	1.50	14.19	1.50	34.11	1.50	43.63	1.50	35.76
1.60	18.67	1.60	4.62	1.60	12.58	1.60	30.75	1.60	41.49	1.60	38.14
1.70	17.44	1.70	4.59	1.70	10.97	1.70	27.39	1.70	39.34	1.70	40.53
1.80	16.21	1.80	4.42	1.80	9.35	1.80	24.04	1.80	37.20	1.80	41.38
1.90	14.98	1.90	4.24	1.90	7.74	1.90	20.68	1.90	35.06	1.90	39.95
2.00	13.76	2.00	4.07	2.00	6.13	2.00	17.32	2.00	32.91	2.00	38.53
2.10	12.53	2.10	3.90	2.10	4.52	2.10	13.96	2.10	30.77	2.10	37.10
2.20	11.30	2.20	3.72	2.20	2.90	2.20	10.60	2.20	28.63	2.20	35.67
2.30	10.07	2.30	3.55	2.30	1.29	2.30	7.24	2.30	26.48	2.30	34.24
2.40	8.84	2.40	3.38	2.40	0.00	2.40	3.88	2.40	24.34	2.40	32.82

表 4-18 本計畫流域各控制點三角型單位歷線表U(0.4,t) (2/4)

楠溪匯流口		關山大排匯流口		無名溪匯流前		關山大排匯流前		山電橋		匯流口	
時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)
2.50	7.61	2.50	3.20			2.50	0.52	2.50	22.20	2.50	31.39
2.60	6.39	2.60	3.03			2.60	0.00	2.60	20.05	2.60	29.96
2.70	5.16	2.70	2.86					2.70	17.91	2.70	28.54
2.80	3.93	2.80	2.68					2.80	15.76	2.80	27.11
2.90	2.70	2.90	2.51					2.90	13.62	2.90	25.68
3.00	1.47	3.00	2.34					3.00	11.48	3.00	24.26
3.10	0.25	3.10	2.16					3.10	9.33	3.10	22.83
3.20	0.00	3.20	1.99					3.20	7.19	3.20	21.40
		3.30	1.82					3.30	5.05	3.30	19.98
		3.40	1.65					3.40	2.90	3.40	18.55
		3.50	1.47					3.50	0.76	3.50	17.12
		3.60	1.30					3.60	0.00	3.60	15.70
		3.70	1.13							3.70	14.27
		3.80	0.95							3.80	12.84
		3.90	0.78							3.90	11.41
		4.00	0.61							4.00	9.99
		4.10	0.43							4.10	8.56
		4.20	0.26							4.20	7.13
		4.30	0.09							4.30	5.71
		4.40	0.00							4.40	4.28
										4.50	2.85
										4.60	1.43
										4.70	0.00
Tp	**1.17**	**Tp**	**1.63**	**Tp**	**0.89**	**Tp**	**0.94**	**Tp**	**1.32**	**Tp**	**1.76**
Qp	**23.95**	**Qp**	**4.71**	**Qp**	**24.03**	**Qp**	**52.93**	**Qp**	**47.49**	**Qp**	**41.95**
Tb	**3.12**	**Tb**	**4.35**	**Tb**	**2.38**	**Tb**	**2.51**	**Tb**	**3.52**	**Tb**	**4.70**

表 4-18 本計畫流域各控制點三角型單位歷線表U(1,t) (3/4)

楠溪匯流口		關山大排匯流口		楠溪匯流前		關山大排匯流前		山電橋		匯流口	
時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.82	0.20	0.23	0.10	1.08	0.10	2.24	0.10	1.43	0.20	1.91
0.20	1.64	0.40	0.46	0.20	2.16	0.20	4.49	0.20	2.86	0.40	3.82
0.30	2.46	0.60	0.92	0.30	3.24	0.30	6.74	0.30	4.29	0.60	7.63
0.40	3.28	0.80	1.39	0.40	4.32	0.40	8.98	0.40	5.72	0.80	11.44
0.50	4.92	1.00	2.08	0.50	6.48	0.50	13.47	0.50	8.58	1.00	17.16
0.60	6.55	1.20	2.54	0.60	8.64	0.60	17.96	0.60	11.44	1.20	20.98
0.70	8.19	1.40	3.24	0.70	10.80	0.70	22.45	0.70	14.29	1.40	26.70
0.80	9.83	1.60	3.70	0.80	12.96	0.80	26.94	0.80	17.15	1.60	30.52
0.90	12.28	1.80	4.08	0.90	15.55	0.90	33.67	0.90	21.44	1.80	35.62
1.00	14.74	2.00	4.17	1.00	17.21	1.00	38.32	1.00	25.73	2.00	36.39
1.10	16.38	2.10	4.21	1.10	17.98	1.10	39.22	1.10	28.58	2.20	38.45
1.20	17.62	2.20	4.18	1.20	19.10	1.20	41.23	1.20	31.44	2.40	36.17
1.30	18.77	2.40	3.90	1.30	19.76	1.30	43.27	1.30	35.73	2.60	34.18
1.40	19.91	2.60	3.54	1.40	19.54	1.40	44.33	1.40	38.32	2.80	31.10
1.50	20.24	2.80	3.21	1.50	18.05	1.50	42.05	1.50	38.89	3.00	28.89
1.60	20.18	3.00	2.85	1.60	16.96	1.60	39.66	1.60	40.11	3.20	25.53
1.70	20.01	3.20	2.52	1.70	16.22	1.70	38.51	1.70	41.46	3.40	23.88
1.80	19.84	3.40	2.16	1.80	14.64	1.80	35.98	1.80	41.77	3.60	20.67
1.90	18.86	3.60	1.82	1.90	11.80	1.90	29.71	1.90	40.05	3.80	16.33
2.00	17.50	3.80	1.47	2.00	10.51	2.00	25.52	2.00	38.33	4.00	13.34
2.10	16.02	4.00	1.13	2.10	10.14	2.10	24.32	2.10	37.55	4.20	11.05
2.20	14.93	4.20	0.78	2.20	8.19	2.20	21.55	2.20	36.07	4.40	7.63
2.30	13.95	4.40	0.47	2.30	5.35	2.30	16.28	2.30	34.11	4.60	6.64
2.40	12.58	4.60	0.26	2.40	4.19	2.40	12.09	2.40	31.67	4.80	3.23

表 4-18 本計畫流域各控制點三角型單位歷線表U(1,t) (4/4)

楠溪匯流口		關山大排匯流口		無名溪匯流前		關山大排匯流前		山電橋		匯流口	
時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)
2.50	11.10	4.80	0.09	2.50	3.46	2.50	11.64	2.50	29.48	5.00	2.64
2.60	10.02	5.00	0.01	2.60	3.16	2.60	10.25	2.60	27.50	5.20	0.55
2.70	9.04	5.10	0.00	2.70	0.96	2.70	7.33	2.70	23.49	5.30	0.00
2.80	7.67			2.80	0.45	2.80	6.71	2.80	21.18		
2.90	6.19			2.90	0.21	2.90	4.12	2.90	20.90		
3.00	5.10			3.00	0.00	3.00	3.32	3.00	18.92		
3.10	4.13					3.10	0.00	3.10	16.45		
3.20	3.15							3.20	12.60		
3.30	2.16							3.30	11.80		
3.40	1.57							3.40	10.35		
3.50	1.08							3.50	7.01		
3.60	0.59							3.60	5.55		
3.70	0.10							3.70	4.89		
3.80	0.00							3.80	2.21		
								3.90	0.89		
								4.00	0.00		
Tp	**1.50**	**Tp**	**2.10**	**Tp**	**1.30**	**Tp**	**1.40**	**Tp**	**1.80**	**Tp**	**2.20**
Qp	**20.24**	**Qp**	**4.21**	**Qp**	**19.76**	**Qp**	**44.33**	**Qp**	**41.77**	**Qp**	**38.45**
Tb	**3.80**	**Tb**	**5.10**	**Tb**	**3.00**	**Tb**	**3.10**	**Tb**	**4.00**	**Tb**	**5.30**

本計畫流域各控制點洪水歷線推算步驟說明如下：

(1) 依上述公式計算，求得單位降雨延時 10mm 超滲降雨量所形成之三角型單位歷線。

(2) 將各重現期距雨量乘以各雨型中各單位時間內之降雨百分率，求得每一單位時間的降雨量。

(3) 為考慮降雨損失，自每一單位時間之降雨量扣除 3.0 mm/hr 之損失量。

(4) 最後將降雨延時時段中已扣除滲漏損失之每一單位時間之降雨量，套入三角型單位歷線，並依序錯開一個單位時間後疊加之，即可求得各控制點各重現期距洪水歷線，計算結果如表 4-19 所示。流量歷線以本計畫終點匯流口處之重現期 25 年數場暴雨及 Horner 公式 24 小時雨型所分析之結果為例，如圖 4-18 及圖 4-19 所示。

3、 瞬時單位歷線法

假設於計畫區之 1 公分有效降雨延時收縮至無窮小時，所產生之洪水歷線稱為瞬時單位歷線，以 U(0,t)表示之，其原理係將集水區視為線性水庫，而以概念模式導出該項歷線之洪水過程線及洪峰流量，其洪峰到達時間 Tm 及洪峰流量 Um，相關公式如下：

$$U(0,t)=\frac{2.78A}{K\Gamma(N)}e^{-t/K}\left(t/K\right)^{(N-1)} \quad \text{（cms）} \qquad (4\text{-}13)$$

$$T_m=(N-1)K \quad \text{（hr）} \qquad (4\text{-}14)$$

$$U_m=\frac{2.78A}{K\Gamma(N)}e^{-(N-1)}(N-1)^{(N-1)} \quad \text{（cms）} \qquad (4\text{-}15)$$

表 4-19 本計畫三角型單位歷線法洪峰流量分析成果表

單位：CMS

控制點	集水面積 A (平方公里)	推估方法	重現期(年)					
			2	5	10	25	50	100
楠溪匯流口	13.47	數-△-一日	91.95	140.12	173.37	217.29	250.92	285.58
		數-△-二日	86.44	137.26	173.42	222.19	259.96	299.18
		H-△-一日	103.86	148.82	178.36	216.23	245.30	273.85
		H-△-二日	87.91	128.52	156.42	191.28	219.03	246.27
關山大排匯流口	3.69	數-△-一日	23.60	36.06	44.66	56.03	64.72	73.69
		數-△-二日	22.37	35.62	45.05	57.75	67.60	77.83
		H-△-一日	24.66	35.59	42.86	52.17	59.35	66.44
		H-△-二日	20.82	30.68	37.53	46.11	52.60	59.70
楠溪匯流前	10.28	數-△-一日	74.12	112.81	139.53	174.80	201.81	229.65
		數-△-二日	68.72	109.06	137.74	176.44	206.43	237.55
		H-△-一日	90.29	129.00	154.48	186.52	211.22	235.40
		H-△-二日	76.56	111.54	13536.00	165.10	188.71	211.80
關山大排匯流前	23.84	數-△-一日	169.05	257.33	318.29	398.75	460.38	523.90
		數-△-二日	157.47	249.79	315.42	404.04	472.66	543.88
		H-△-一日	203.16	290.06	346.83	419.56	475.32	529.86
		H-△-二日	172.21	250.78	304.41	371.37	424.60	476.72
山電橋	29.93	數-△-一日	201.27	307.07	380.10	476.56	550.40	626.51
		數-△-二日	189.90	301.87	381.57	489.04	572.28	658.72
		H-△-一日	220.72	316.92	380.51	461.90	524.57	586.25
		H-△-二日	186.63	273.52	333.48	408.47	468.29	527.05
滙流口	35.50	數-△-一日	223.84	342.32	424.01	532.08	614.69	699.87
		數-△-二日	211.99	337.71	427.25	547.88	641.33	738.49
		H-△-一日	229.63	332.22	400.57	488.24	555.79	622.61
		H-△-二日	193.71	286.33	350.66	431.36	495.85	559.41

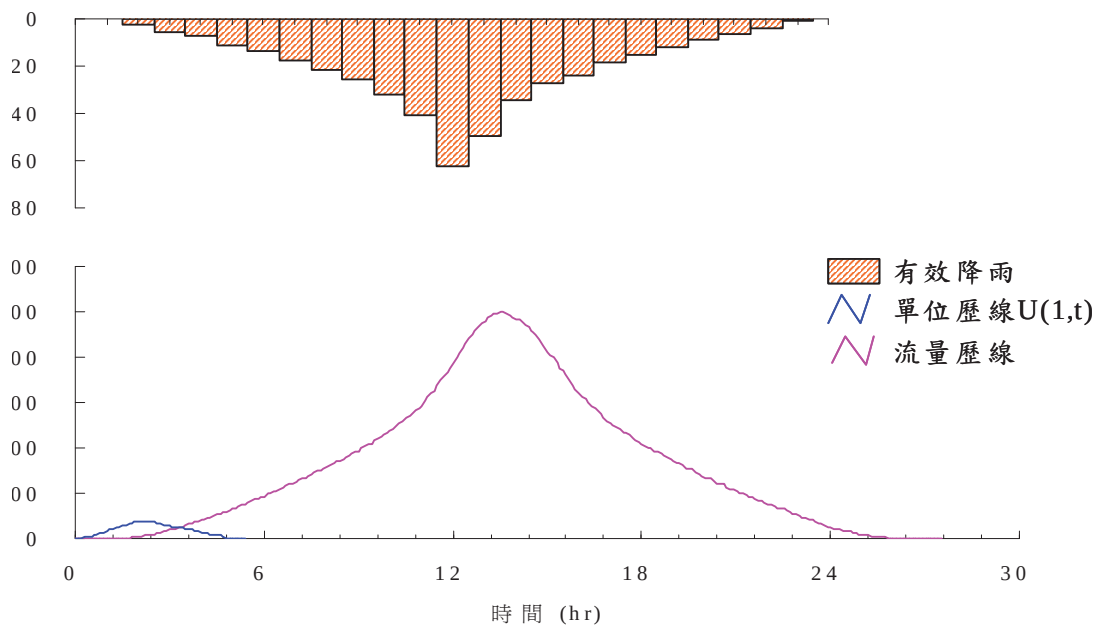
註：

1.數-△-一日 表示數場暴雨24小時雨型配合三角型單位歷線計算結果

2.數-△-二日 表示數場暴雨48小時雨型配合三角型單位歷線計算結果

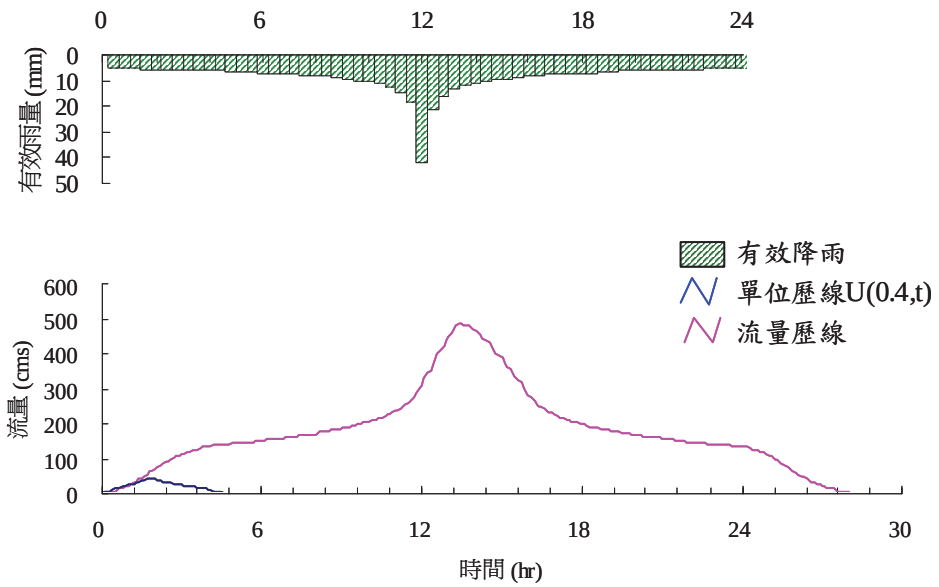
3.H-△-一日 表示Horner公式24小時雨型配合三角型單位歷線計算結果

4.H-△-二日 表示Horner公式48小時雨型配合三角型單位歷線計算結果



註：數場暴雨一日雨型，重現期距T=25年，單位延時D=1.0小時

圖 4-18　匯流口流量歷線圖（一）



註：Horner一日雨型，重現期距T=25年，單位延時D=0.4小時

圖 4-19　匯流口處流量歷線圖（二）

式中

A =流域面積（km^2）

N =Gamma 函數因數

K=水庫蓄水常數

Γ(N)=伽瑪函數

上式水庫蓄水常數 K 及 Gamma 函數因數之關係可由王如意教授根據臺灣各大河川之 K、N 值與其流域地文特性推導而得，其計算式如下

$$K=0.4997A^{0.09414}Lca^{0.82734}S^{0.17751}/L^{0.19398} \quad (4\text{-}16)$$

$$N=1.899L^{0.40325}/A^{0.06451}Lca^{0.58346}S^{0.26322} \quad (4\text{-}17)$$

其中，L 為主要水路長度，Lca 為主要水路重心距，S 為平均坡度。經計算後本計畫流域各控制點之地文因數如表 4-20 所示。

表 4-20　本計畫瞬時單位歷線參數表

主支流	控制點	A (Km^2)	L (Km)	Lca (Km)	S	N	K	Um（cms）	Tm（hr）
支流	楠溪匯流口	13.47	6.10	3.57	0.185	2.47	0.95	12.20	1.40
	關山大排匯流口	3.69	6.50	2.98	0.009	6.80	0.42	3.99	2.43
主流	楠溪匯流前	10.28	5.40	3.55	0.255	2.21	1.00	9.66	1.21
	關山大排匯流前	23.84	5.70	3.62	0.243	2.14	1.08	21.28	1.23
	山電橋	29.93	7.90	5.47	0.178	2.05	1.38	21.66	1.45
	滙流口	35.50	10.60	7.34	0.134	2.07	1.61	21.87	1.73

根據水利署所頒「水文分析圖表範例及作業參考手冊」所建議，在一般實務上，瞬時單位歷線 U(0,t)可利用一簡便之方式進行轉換成所需有效降雨延時之單位歷線

U(T,t)，即將 U(0,t)各隔 T 小時求其相鄰之 U(0,t)值，U(T,t)即為兩相鄰 U(0,t)之平均值。例如：T＝0.8 小時，先將 U(0,t) 對時間軸平移 0.8 小時為 U(0,t-0.8)，則 $U(T,t) \approx \frac{1}{2}[U(0,t)+U(0,t-0.8)]$。本計畫利用上述方式及表 4-20 之參數計算結果，分析流域內各控制點之瞬時單位歷線如圖 4-20~圖 4-25 及表 4-21 所示。

在以瞬時單位歷線求得降雨延時為 1 小時之 10mm 超滲降雨量所形成之單位歷線後，再分別以數場暴雨雨型配合 24 小時及 48 小時之超滲雨量即可求得各控制點各重現期距洪水歷線，計算結果如表 4-22 所示。流量歷線以本計畫終點匯流口處之重現期 25 年數場暴雨 24 小時雨型所分析之結果為例，如圖 4-26 所示。

(二) 計畫流量推估檢討

本計畫以合理化公式法、三角型單位歷線法及瞬時單位歷線法等三種方法分析流域內各控制點各重現期距之洪峰流量如表 4-23 所示，計算成果分析檢討如下：

1、 由表 4-23 之計算成果顯示，各控制點的洪峰流量以 Horner 公式雨型配合三角型單位歷線所估算的洪峰流量較大，而以數場暴雨雨型配合瞬時單位歷線所計算的各重現期距洪峰流量較小。

2、 一般而言，以合理化公式推算洪峰流量，受集水區面積大小限制，其面積至多以不超過 1,000 公頃為宜，本計畫流域各個控制點之集水面積除關山大排匯流口外，其餘皆超過 1,000 公頃。因此合理化公式推算出之分析值僅提供比較參考用。

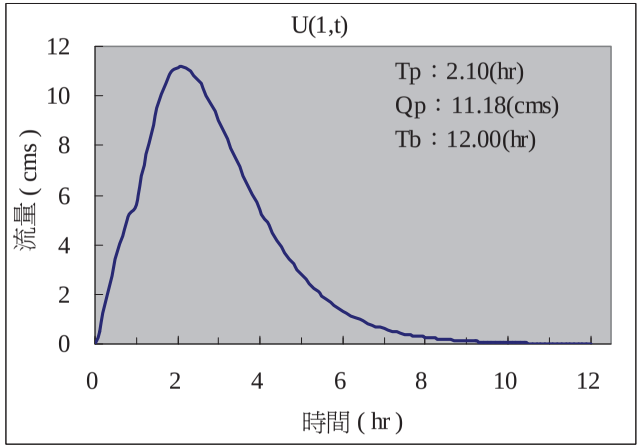


圖 4-20 楠溪匯流口
瞬時單位歷線圖

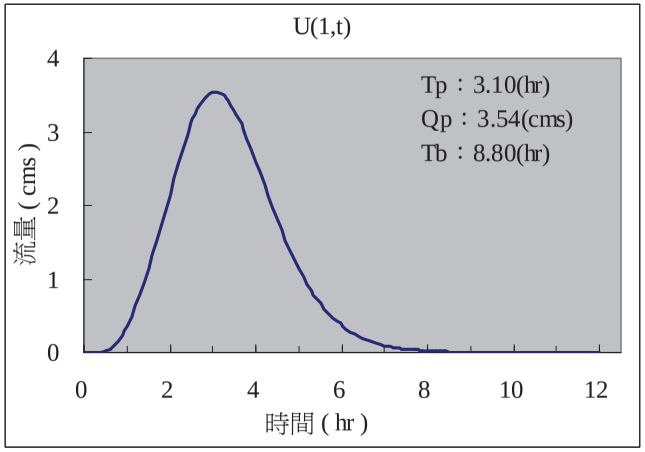


圖 4-21 關山大排匯流口
瞬時單位歷線圖

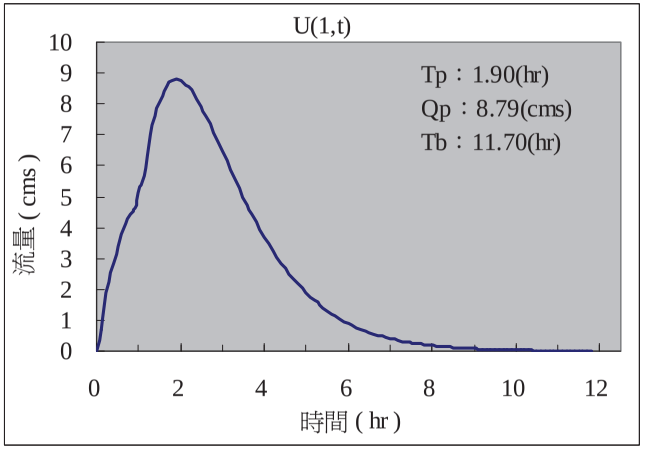


圖4-22 楠溪匯流前
瞬時單位歷線圖

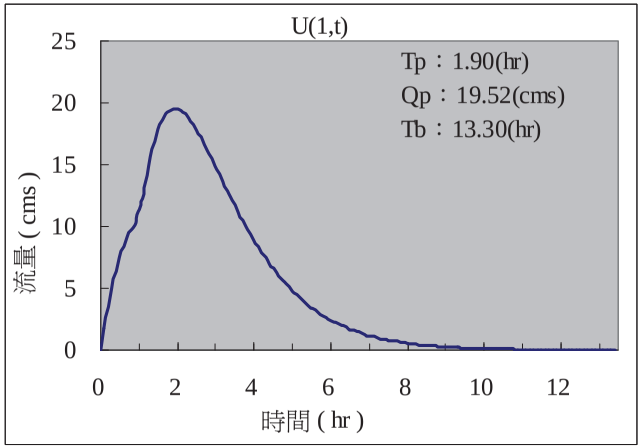


圖4-23 關山大排匯流前
瞬時單位歷線圖

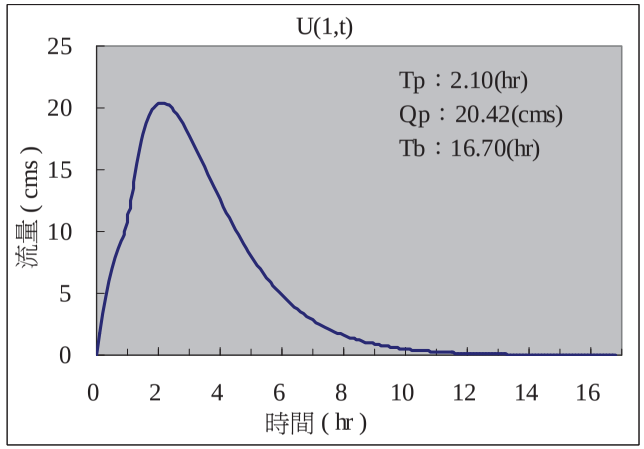


圖 4-24 山電橋瞬時
單位歷線圖

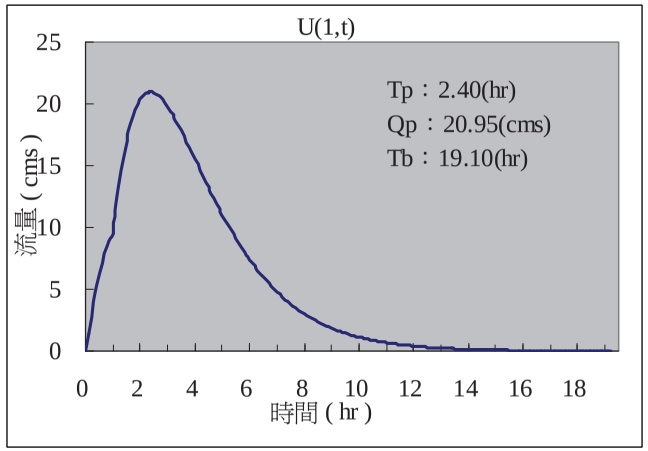


圖 4-25 匯流口瞬時
單位歷線圖

表 4-21 本計畫流域各控制點瞬時單位歷線表

楠溪匯流口		關山大排匯流口		楠溪匯流前		關山大排匯流前		山電橋		匯流口	
時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)	時間（hr）	q (cms)
1.00	5.65	1.00	0.35	1.00	4.73	1.00	10.39	1.00	10.15	1.00	9.56
2.00	11.15	2.00	2.15	2.00	8.76	2.00	19.49	2.00	20.35	2.00	20.37
3.00	9.00	3.00	3.54	3.00	6.46	3.00	14.83	3.00	17.79	3.00	19.78
4.00	5.38	4.00	2.59	4.00	3.70	4.00	8.90	4.00	12.56	4.00	15.54
5.00	2.79	5.00	1.14	5.00	1.88	5.00	4.79	5.00	8.40	5.00	11.05
6.00	1.33	6.00	0.36	6.00	0.90	6.00	2.41	6.00	4.85	6.00	7.42
7.00	0.60	7.00	0.09	7.00	0.41	7.00	1.17	7.00	2.82	7.00	4.79
8.00	0.26	8.00	0.02	8.00	0.18	8.00	0.55	8.00	1.60	8.00	3.01
9.00	0.11	9.00	0.00	9.00	0.08	9.00	0.25	9.00	0.89	9.00	1.86
10.00	0.05	10.00		10.00	0.03	10.00	0.11	10.00	0.49	10.00	1.13
11.00	0.01	11.00		11.00	0.01	11.00	0.05	11.00	0.26	11.00	0.68
12.00	0.00	12.00		12.00	0.00	12.00	0.02	12.00	0.14	12.00	0.40
13.00		13.00		13.00		13.00	0.01	13.00	0.07	13.00	0.24
14.00		14.00		14.00		14.00	0.00	14.00	0.04	14.00	0.14
15.00		15.00		15.00		15.00		15.00	0.02	15.00	0.08
16.00		16.00		16.00		16.00		16.00	0.01	16.00	0.05
17.00		17.00		17.00		17.00		17.00	0.00	17.00	0.03
18.00		18.00		18.00		18.00		18.00		18.00	0.02
19.00		19.00		19.00		19.00		19.00		19.00	0.01
20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00	
Tp	**2.10**	**Tp**	**3.10**	**Tp**	**1.90**	**Tp**	**1.90**	**Tp**	**2.10**	**Tp**	**2.40**
Qp	**11.18**	**Qp**	**3.54**	**Qp**	**8.79**	**Qp**	**19.52**	**Qp**	**20.42**	**Qp**	**20.95**
Tb	**12.00**	**Tb**	**8.80**	**Tb**	**11.70**	**Tb**	**13.30**	**Tb**	**16.70**	**Tb**	**19.10**

表 4-22　本計畫瞬時單位歷線法洪峰流量分析成果表

控制點	集水面積 A (平方公里)	推估方法	重現期(年)					
			2	5	10	25	50	100
楠溪匯流口	13.47	數-瞬-一日	79.04	121.34	150.49	189.07	218.56	248.93
		數-瞬-二日	75.32	120.43	152.59	195.86	229.41	264.30
關山大排匯流口	3.69	數-瞬-一日	22.61	34.62	42.89	53.84	62.22	70.84
		數-瞬-二日	21.44	34.19	43.27	55.51	64.99	74.84
楠溪匯流前	10.28	數-瞬-一日	60.98	93.61	116.09	145.85	168.60	192.02
		數-瞬-二日	58.18	93.01	117.83	151.25	177.15	204.08
關山大排匯流前	23.84	數-瞬-一日	139.38	214.09	265.57	333.71	385.78	439.41
		數-瞬-二日	133.02	212.77	269.63	346.15	405.47	467.16
山電橋	29.93	數-瞬-一日	162.96	250.99	311.66	391.98	453.35	516.54
		數-瞬-二日	155.95	250.13	317.35	407.70	477.80	550.71
滙流口	35.50	數-瞬-一日	183.35	283.08	351.81	442.79	512.30	583.79
		數-瞬-二日	176.60	283.88	360.46	463.40	543.24	626.33

註： 1.數-瞬-一日　表示數場暴雨 24 小時雨型配合瞬時單位歷線計算結果
　　 2.數-瞬-二日　表示數場暴雨 48 小時雨型配合瞬時單位歷線計算結果

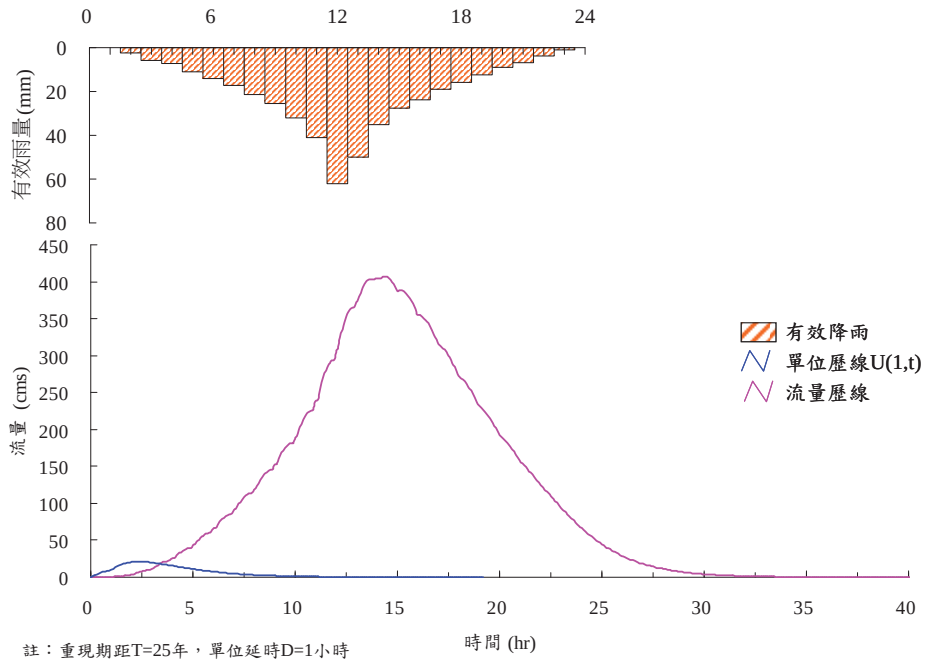


圖 4-26　匯流口處流量歷線圖

表 4-23 本計畫洪峰流量分析成果比較表

單位：CMS

控制點	集水面積 A (平方公里)	推估方法	重現期(年)					
			2	5	10	25	50	100
楠溪匯流口	13.47	合理化公式法	108.61	159.78	192.94	233.99	263.99	293.68
		數-△-一日	91.95	140.12	173.37	217.29	250.92	285.58
		數-△-二日	86.44	137.26	173.42	222.19	259.96	299.18
		H-△-一日	103.86	148.82	178.36	216.23	245.30	273.85
		H-△-二日	87.91	128.52	156.42	191.28	219.03	246.27
		數-瞬-一日	79.04	121.34	150.49	189.07	218.56	248.93
		數-瞬-二日	75.32	120.43	152.59	195.86	229.41	264.30
關山大排匯流口	3.69	合理化公式法	25.29	37.27	44.97	54.44	61.32	68.10
		數-△-一日	23.60	36.06	44.66	56.03	64.72	73.69
		數-△-二日	22.37	35.62	45.05	57.75	67.60	77.83
		H-△-一日	24.66	35.59	42.86	52.17	59.35	66.44
		H-△-二日	20.82	30.68	37.53	46.11	52.60	59.70
		數-瞬-一日	22.61	34.62	42.89	53.84	62.22	70.84
		數-瞬-二日	21.44	34.19	43.27	55.51	64.99	74.84
楠溪匯流前	10.28	合理化公式法	95.28	140.44	170.00	206.87	233.98	260.93
		數-△-一日	74.12	112.81	139.53	174.80	201.81	229.65
		數-△-二日	68.72	109.06	137.74	176.44	206.43	237.55
		H-△-一日	90.29	129.00	154.48	186.52	211.22	235.40
		H-△-二日	76.56	111.54	13536.00	165.10	188.71	211.80
		數-瞬-一日	60.98	93.61	116.09	145.85	168.60	192.02
		數-瞬-二日	58.18	93.01	117.83	151.25	177.15	204.08
關山大排匯流前	23.84	合理化公式法	214.57	316.05	382.32	464.81	525.39	585.53
		數-△-一日	169.05	257.33	318.29	398.75	460.38	523.90
		數-△-二日	157.47	249.79	315.42	404.04	472.66	543.88
		H-△-一日	203.16	290.06	346.83	419.56	475.32	529.86
		H-△-二日	172.21	250.78	304.41	371.37	424.60	476.72
		數-瞬-一日	139.38	214.09	265.57	333.71	385.78	439.41
		數-瞬-二日	133.02	212.77	269.63	346.15	405.47	467.16
山電橋	29.93	合理化公式法	227.66	334.98	404.30	489.90	552.33	614.02
		數-△-一日	201.27	307.07	380.10	476.56	550.40	626.51
		數-△-二日	189.90	301.87	381.57	489.04	572.28	658.72
		H-△-一日	220.72	316.92	380.51	461.90	524.57	586.25
		H-△-二日	186.63	273.52	333.48	408.47	468.29	527.05
		數-瞬-一日	162.96	250.99	311.66	391.98	453.35	516.54
		數-瞬-二日	155.95	250.13	317.35	407.70	477.80	550.71
滙流口	35.50	合理化公式法	234.62	345.98	417.47	505.30	569.05	631.82
		數-△-一日	223.84	342.32	424.01	532.08	614.69	699.87
		數-△-二日	211.99	337.71	427.25	547.88	641.33	738.49
		H-△-一日	229.63	332.22	400.57	488.24	555.79	622.61
		H-△-二日	193.71	286.33	350.66	431.36	495.85	559.41
		數-瞬-一日	183.35	283.08	351.81	442.79	512.30	583.79
		數-瞬-二日	176.60	283.88	360.46	463.40	543.24	626.33

註：

1.數-△-一日 表示數場暴雨24小時雨型配合三角型單位歷線計算結果
2.數-△-二日 表示數場暴雨48小時雨型配合三角型單位歷線計算結果
3.H-△-一日 表示Horner公式24小時雨型配合三角型單位歷線計算結果
4.H-△-二日 表示Horner公式48小時雨型配合三角型單位歷線計算結果
5.數-瞬-一日 表示數場暴雨24小時雨型配合瞬時單位歷線計算結果
6.數-瞬-二日 表示數場暴雨48小時雨型配合瞬時單位歷線計算結果

3、 由瞬時單位歷線所推算出各控制點各重現期距之洪峰流量明顯小於其他方法之推算值，且相差甚多，為避免低估洪峰流量影響計畫安全性，故瞬時單位歷線所推算出各重現期距之洪峰流量僅列入作為比較參考用。

4、 在雨型的選用考量上，由於 Horner 公式法雨型為統計經驗公式所推算，公式中相關參數的雨量資料年代較久（民國 90 年以前），可能較無法顯現近年來氣候的變化情形。而數場暴雨所分析的雨型來自本計畫流域在最近 15 年內所發生較具代表性的暴雨事件，為能使降雨-逕流分析較能反應近年來所發生的氣候狀況，因此本計畫採用由數場暴雨雨型所計算的洪峰流量。

5、 由於本計畫流域面積不大，最下游的控制點集流時間也在 3 小時以內，因此採用 24 小時雨型較能符合本計畫流域之特性。

6、 綜上所述，本計畫流域各重現期距洪峰流量建議採用數場暴雨 24 小時雨型配合三角型單位歷線法之計算結果如表 4-24 所示。

四、計畫流量分配圖與說明

本計畫紅石溪屬卑南溪（中央管河川）之支流，其計畫洪水量擬採用 25 年重現期距之洪峰流量。本計畫流域各控制點計畫流量配置如圖 4-27。

表 4-24　計畫流量採用成果表

控制點	集水面積A (平方公里)	重現期(年)					
		2	5	10	25	50	100
楠溪匯流口	13.47	92 (6.83)	140 (10.40)	173 (12.87)	217 (16.13)	251 (18.63)	286 (21.20)
關山大排匯流口	3.69	24 (6.40)	36 (9.77)	45 (12.10)	56 (15.18)	65 (17.54)	74 (19.97)
楠溪匯流前	10.28	74 (7.21)	113 (10.97)	140 (13.57)	175 (17.00)	202 (19.63)	230 (22.34)
關山大排匯流前	23.84	169 (7.09)	257 (10.79)	318 (13.35)	399 (16.73)	460 (19.31)	524 (21.98)
山電橋	29.93	201 (6.72)	307 (10.26)	380 (12.70)	477 (15.92)	550 (18.39)	627 (20.93)
滙流口	35.50	224 (6.31)	342 (9.64)	424 (11.94)	532 (14.99)	615 (17.32)	700 (19.71)

註：1.流量單位：cms
　　2.括弧內數字為比流量：cms/km^2

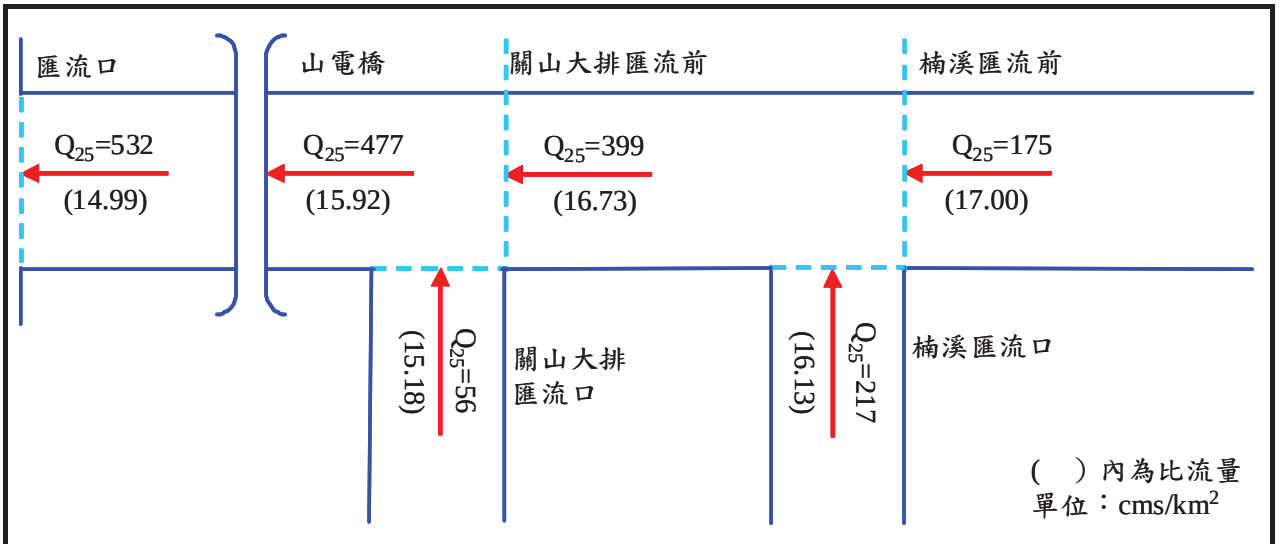


圖 4-27　紅石溪流域計畫流量分配圖

第伍章　河川水理特性分析

一、河川特性分析

紅石溪流域西倚中央山脈，亦是台東縱谷平原之一部份。本流域面積約 35.50 平方公里（主流長約 10.6 公里，平均坡度約降 1/10），大致呈西北高東南低的趨勢，西側最高處為中央山脈的楠山（高程 EL.1621 公尺）、本吉山（高程 EL.1,562 公尺），流域東南出口處高程 EL.190 公尺，高程差 1,431 公尺。本流域大致分成西側地勢陡峻的中央山脈區，高程介於 EL.240 公尺～1,621 公尺，東側為地勢平緩的台東縱谷平原區，高程介於 EL.190 公尺～240 公尺。

(一)　河床質分析

本計畫流域西半部主要屬板岩、千枚岩夾石英岩質砂岩，東半部主要為礫石、紅土、土、砂層，土、砂、礫層零星分布其週邊。計畫河段河床質調查結果如表 3-3 所示，各調查點位粒徑分布與河道縱斷面之關係如圖 5-1。由圖 5-1 可知，紅石溪在中值粒徑（D_{50}）以下之河床質在整個河段差異不大，可視為均勻的分布。而 D_{90} 則在 24mm~180mm 之間，分布差異較大，以支流（楠溪、關山大排）匯入處及匯流口之粒徑較小。

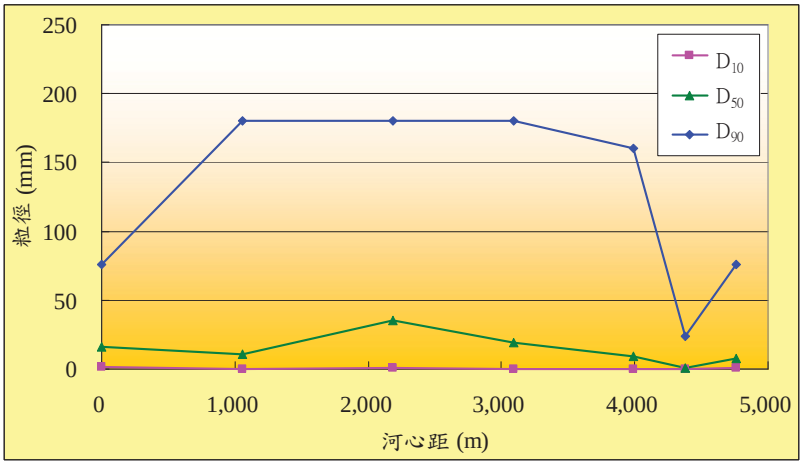


圖 5-1　紅石溪計畫河段河床質粒徑分布與河道縱斷面關係圖

(二) 河道坡降

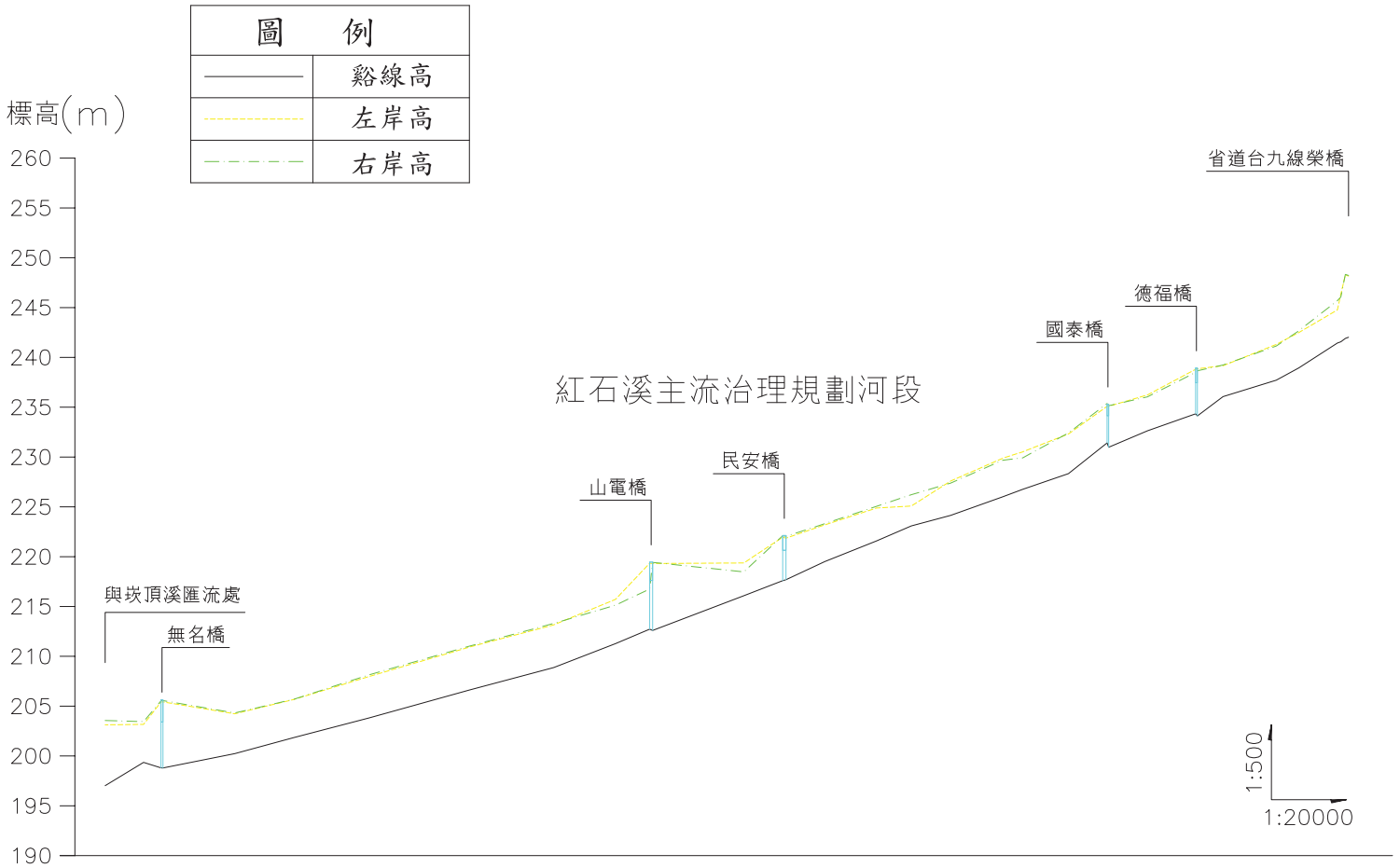
本計畫治理規劃河段在紅石溪主流部分自與崁頂溪匯流處至省道台九線榮橋共 4,990 公尺，支流楠溪部分自與紅石溪匯流處至台九線德高橋共 481 公尺，規劃河段之河道縱斷面如圖 5-2 所示。由圖中結果顯示，本計畫各河道縱坡變化係屬於一般河川上凹曲線之型態，上游之坡降略大而下游坡降較小，但上下游的坡降差異並不大，其中紅石溪平均坡度約為 1/100，楠溪平均坡度約為 1/90。

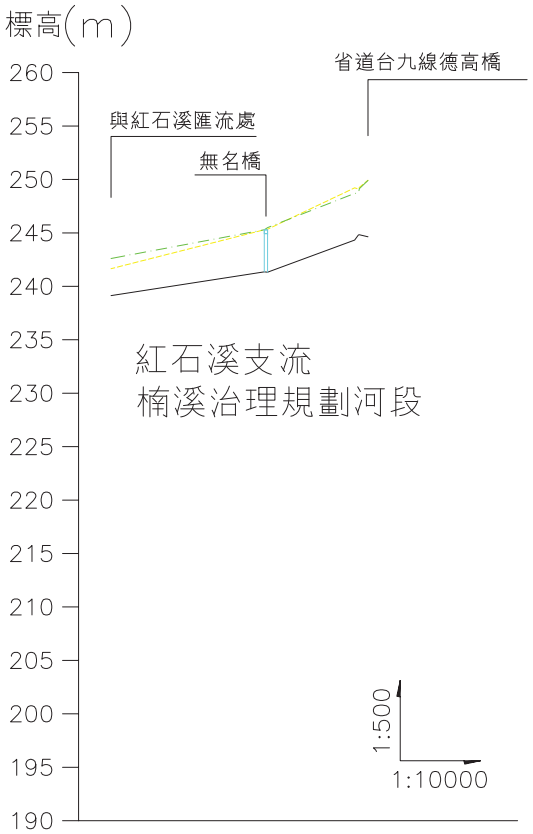
(三) 河槽型態

本計畫河段在紅石溪主流部分，現況河寬大致在 40 公尺~80 公尺之間，本河段目前兩岸均有既設防洪構造物，其中在山電橋上游護岸為主，而山電橋下游則均為堤防。在支流楠溪部分，計畫河段之河寬約在 30~40 公尺之間，兩岸之防洪構造物以護岸為主。由於本計畫河段有農田灌溉之尾水排入，因此河道中常時有水流但流量不大，有自然形成之低水流路蜿蜒於河槽之中。

(四) 流路變遷

本計畫收集農林航測所製作之第二版（民國 89 年）5,000 分之一像片基本圖及第三版（民國 90 年）2 萬 5,000 分之一地形圖，配合去年（民國 98 年）紅石溪河道地形測量成果初步分析本計畫河段流路變遷情形。首先以 5,000 分之一像片基本圖為底圖，套繪 2 萬 5000 分之一地形圖及 98 年測量成果紅石溪流路圖（圖 5-3）。由於本計畫河段河寬不大且兩岸堤防均已施作，因此前述兩年之河道流路雖略有不同，但差異不大。大致而言，紅石溪在楠溪及關山大排滙入時流路較偏左岸，其餘部分之河段流路大多位於河道中心位置。





斷面	河心距(m)	谿線高(m)	左岸高(m)	右岸高(m)
1	0k+000	197.02	203.25	203.56
1-1	0k+154	199.36	203.29	203.45
2	0k+224	198.81	205.53	205.53
2-1	0k+232	198.80	205.55	205.56
3	0k+520	200.24	204.36	204.32
4	0k+757	201.84	205.79	205.70
5	1k+060	203.82	208.11	208.15
6	1k+463	206.63	211.06	211.03
7	1k+800	208.87	213.27	213.30
8	2k+048	211.2	215.84	215.14
9	2k+185	212.73	219.45	216.76
9-1	2k+197	212.60	219.43	219.44
10	2k+563	216.08	219.49	218.48
11	2k+719	217.59	220.08	222.10
11-2	2k+732	217.69	221.98	222.05
11-1	2k+888	219.51	223.31	223.32
12	3k+096	221.58	225.00	225.06
12-1	3k+235	223.09	225.20	226.23
13	3k+393	224.15	227.71	227.39
13-1	3k+603	226.02	230.00	229.73
14	3k+682	226.76	230.63	229.96
14-1	3k+866	228.34	232.43	232.46
15	4k+021	231.42	235.20	235.42
15-1	4k+027	230.98	235.20	235.19
16	4k+183	232.63	236.35	236.09
17	4k+376	234.34	238.91	238.54
17-2	4k+383	234.13	238.97	238.70
17-1	4k+486	236.06	239.27	239.28
18	4k+700	237.71	241.41	241.19
18-1	4k+790	238.94	242.60	242.71
19	4k+945	241.44	244.87	245.74
19-1	4k+959	241.57	246.46	246.11
20	4k+977	241.90	248.39	248.37
20-1	4k+990	242.02	248.26	248.27

斷面	河心距(m)	最低河床高(m)	左岸高(m)	右岸高(m)
1	0k+000	239.13	241.65	242.61
2	0k+287	241.36	245.30	245.30
2-1	0k+293	241.32	245.34	245.32
3	0k+456	244.33	249.21	248.72
3-1	0k+460	244.31	249.26	248.75
4	0k+468	244.83	249.26	249.18
4-1	0k+481	244.64	249.93	249.94

圖5-2 本計畫規劃河段縱斷面圖

圖5-3 紅石溪流路變遷圖

二、現況水理分析

為檢討現況河段之通洪能力，作為工程計畫、河川區域線劃設及洪災損失估算之依據，本計畫以各重現期距之計畫洪水量配合河道大斷面測量成果，採用 HEC-RAS 程式進行水理演算。另外，本計畫利用河床質調查結果以 Shocklitsch 公式估算計畫河道內各斷面輸砂能力，茲分別說明如後。

(一) 計畫河段水理計算

1、 斷面資料

本計畫水理分析範圍河道斷面資料採用第八河川局於 98 年度辦理之「卑南溪大斷面測量」計畫中紅石溪河道測量成果。

2、 起算水位

依據第八河川局於民國 88 年所辦理之「台東縣崁頂溪排水改善規劃報告」成果，本計畫中紅石溪於崁頂溪第 5 號河道斷面附近匯入崁頂溪，茲將其各重現期計畫水位與利用 Hec-Ras 模式計算之紅石溪匯流口之正常水深水位列表比較如表 5-1，由表中可知紅石溪匯流口之正常水深水位略大於滙流口計畫水位，因此，本計畫水理分析之起算水位採用紅石溪匯流口的正常水深水位計算值（採用之坡降為 0.012）。

表 5-1　本計畫起算水位比較表

單位：公尺

重現期距（年）	2	5	10	25	50	100
崁頂溪第 5 號斷面計畫水位	197.98	198.97	199.18	199.38	199.55	199.70
紅石溪匯流口正常水深水位	198.77	199.13	199.37	199.67	199.88	200.10
本計畫採用起算水位	198.77	199.13	199.37	199.67	199.88	200.10

3、 曼寧粗糙係數

一般曼寧粗糙係數可用經驗公式或視河道現況估算，茲說明如下：

(1) 以各斷面之河床質粒徑資料利用經驗公式計算 n 值，供作初步參考，經驗公式如下：

A、 Lane & Carlson：

$$n=0.015D_{75}^{1/6} \quad (5\text{-}1)$$

B、San Luis：

$$n=0.0142D_{75}^{1/6} \quad (5\text{-}2)$$

C、Einstein：

$$n=0.0132D_{65}^{1/6} \quad (5\text{-}3)$$

D、 Bray：

$$n=0.0163D_{65}^{0.179} \quad (5\text{-}4)$$

E、 Strickler：

$$n=0.015D_{50}^{1/6} \quad (5\text{-}5)$$

其中，D_{50}、D_{65} 及 D_{75} 分別為通過 50%、65%及 75%重量之代表粒徑，粒徑單位為毫米。

茲利用本計畫河床質調查成果代入公式 5-1~5-5 可估算相關斷面之曼寧粗糙係數如表 5-2 所示。由表中可知 Strickler 公式估算值最低而 Bray 公式估算值最高。

表 5-2　n 值計算表

位置	Lane & Carlson	San Luis	Einstein	Bray	Strickler
斷面 15-1	0.029	0.027	0.024	0.029	0.022
斷面 18-1	0.027	0.025	0.023	0.027	0.021
德福橋	0.019	0.018	0.016	0.018	0.014
斷面 12	0.031	0.030	0.027	0.033	0.025
山電橋	0.032	0.030	0.029	0.035	0.027
斷面 5	0.030	0.029	0.026	0.031	0.022
匯流口	0.027	0.026	0.024	0.029	0.024

(2) 現場踏勘河床植生覆蓋情況，依河道表面狀況及渠床所用材料研判修正初估之 n 值，n 之經驗數值將參考周文德所著「Open Channel Hydraulics」書中所載河道植生狀況相關數值，詳表 5-3。

表 5-3　河道現況建議曼寧粗糙係數 n 值

渠道情況	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：Chow VT.（1959）, Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, New York.

(3) 本計畫採用值

由於相關經驗公式所適用的範圍不同，各個經驗公式之間所估算之 n 值差異相當大，因此，其計畫成果僅供參考比較用。本計畫經現場踏勘河床植生覆蓋情況，包括植生種類、分布狀況及密度等，河道曼寧 n 值初步採用 0.03。

4、 流量分配

本計畫河道各河段之流量分配採用第肆章水文分析成果，採重現期距 25 年之洪峰流量為計畫洪水量，各重現期距之流量分配如表 4-24 所示，計畫流量分配如圖 4-27 所示。

5、 水理分析

本計畫水理演算模式係採用美國陸軍工程師團水文工程中心（Hydrologic Center, U.S. Army Corps of Engineers）所發展計算水面剖線之數值模式 HEC-RAS 4.0 進行水理分析。其模擬演算係利用能量方程式以標準步驟推求各斷面之水位及流速等水理狀況。

HEC-RAS 模式其基本計算步驟在於對一維能量方式求解，能量水頭損失由評估摩擦損失（曼寧公式）及漸變（擴張／束縮）損失（流速水頭變化乘以係數）求得。各類阻礙物如橋樑、涵洞、堰及洪氾平原上之水工結構物所產生之效應都可在計算中被加以考慮。有關 HEC-RAS 模式水理演算之基本理論及水頭損失、橋樑壅高之考量分述如下：

(1) 基本理論

採用定量非等速（Steady-nonuniform）之理論，

其常微分方程式：

$$\frac{dy}{dx}=\frac{s_0-s_f}{1-F^2} \qquad (5\text{-}6)$$

式中

s_o ：河床坡度

s_f ：摩擦坡度

F：福祿數

能量方程式（本模式採用之控制方程式）

$$z_1+y_1+\alpha_1\frac{v_1^2}{2g}=z_2+y_2+\alpha_2\frac{v_2^2}{2g}+H_T \qquad (5\text{-}7)$$

式中

y_1、y_2：水深

z_1、z_2：底床高程

v_1、v_2：流速

α_1、α_2：能量係數

g：重力加速度

H_T ：能量水頭損失

$$H_T=L\overline{S}_f+C\left|\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}-\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}\right| \qquad (5\text{-}8)$$

C：突縮或突擴張損失係數

$\overline{S}_f$ ：兩斷面間摩擦坡降

L：兩斷面間長度

$$L=\frac{L_{lob}\overline{Q}_{lob}+L_{ch}\overline{Q}_{ch}+L_{rob}\overline{Q}_{rob}}{Q_{lob}+Q_{ch}+Q_{rob}} \qquad (5\text{-}9)$$

L_{ch}、L_{lob}、L_{rob}：兩斷面間主渠道與左、右溢岸距離

$\overline{Q}_{ch}$ 、$\overline{Q}_{lob}$ 、$\overline{Q}_{rob}$ ：兩斷面間主渠道與左右溢岸平均流量

(2) 水頭損失

應用此系統之水面曲線演算方程式計算，水頭損失僅考慮摩擦損失及渦流損失兩種，說明如下：

A、 摩擦損失

$$H_f = L\bar{S}_f \qquad (5\text{-}10)$$

式中平均傳輸方程式（本計畫採用）： $\bar{S}_f = \left[\frac{Q_1 + Q_2}{k_1 + k_2}\right]^2$

平均摩擦坡降方程式: $\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2}$

何平均坡降方程式： $\bar{S}_f = \sqrt{S_{f1} \bullet S_{f2}}$

調和平均坡降方程式: $\bar{S}_f = \frac{S_{f1} \times S_{f2}}{\frac{1}{2}(S_{f1} + S_{f2})}$

B、渦流損失：

$$H_0 = C\left|\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}\right| \qquad (5\text{-}11)$$

其中 C 為突縮或突擴損失係數，一般而言，突縮係數介於0.1~0.6之間，突擴係數介於0.3~0.8間。HEC-RAS模式對各種流況之建議表5-4所示。

表 5-4 局部損失係數參考表

流況	突擴係數 *Ce*	突縮係數 *Cc*
無漸變	0.0	0.0
漸變	0.3	0.1
橋樑	0.5	0.3
劇變	0.8	0.6

(3) 橋樑壅高

HEC-RAS 模式進行橋樑壅高之計算在低流量況係採 Yarnell 公式、美國聯邦道路管理局（FHWA）WSPRO 方法及動量平衡方法，高流量流況採能量方程式。

A、低流量流況

(A) A 類渠流（緩流流況）：

a. 採 Yarnell 公式

$$H = 2k(k + 10w - 0.6)(\alpha + 15\alpha^4)\frac{v_2^{\ 2}}{2g} \qquad (5\text{-}12)$$

式中

H ：束縮段上、下游水面之落差（公尺）

k：試驗之橋墩形狀係數

w：速度水頭與束縮段下游水深之比

：水平束縮比

v_2 ：束縮段下游之流速（公尺／秒）

g：重力加速度（公尺／秒 ^{2}）

b. 採 FHWA WSPRO 方法：

$$h_4 + \frac{\alpha_4 v_4^{\ 2}}{2g} = h_1 + \frac{\alpha_1 v_1^{\ 2}}{2g} + h_{L(4-1)} \qquad (5\text{-}13)$$

式中

h_1 ：下游斷面水位高程

v_1 ：下游斷面流速

h_4 ：上游斷面水位高程

v_4 ：上游段面流速

$h_{L(4-1)}$ ：上下游段面能量損失

(B) B 類渠流（急流流況）：

採動量平衡公式：

第一步驟：平衡下游斷面至下游橋面動量平衡。

$$A_{BD}\overline{Y}_{BD}+\frac{\beta_{BD}Q^2{}_{BD}}{gA_{BD}}=A_2\overline{Y}_2-A_{PBD}\overline{Y}_{PBD}+\frac{\beta_2Q_2{}^2}{gA_2}+F_f-W_x$$

.....（5-14）

式中

A_2 、 A_{BD} ：下游斷面至下游橋面通水面積

A_{PBD} ：下游邊橋樑阻塞面積

水 $\overline{Y}_{BD}$ 、$\overline{Y}_2$：面至 A_2 ， A_{BD} 重力中心垂直距離

$\overline{Y}_{PBD}$ ：水面至 PBD 重力中心垂直距離

β_2 、β_{BD} ：動量方程式係數

Q_2 、Q_{BD} ：下游斷面至下游橋樑面流量（相同）

g：重力加速度

F_f：外在摩擦力

W_x：水重力

第二步驟：平衡下游橋面至上游橋面動量平衡。

$$A_{BU}\overline{Y}_{BU}+\frac{\beta_{BU}Q^2{}_{BU}}{gA_{BU}}=A_{BD}\overline{Y}_{BD}+\frac{\beta_{BD}Q_{BD}{}^2}{gA_{BD}}+F_f+W_x$$

.....（5-15）

第三步驟：平衡上游橋面至上游段面動量平衡。

$$A_3\overline{Y}_3+\frac{\beta_3Q^2{}_3}{gA_3}=A_{BU}\overline{Y}_{BU}+\frac{\beta_{BU}Q_{BD}{}^2}{gA_{BU}}+A_{PBU}\overline{Y}_{PBU}+\frac{1}{2}C_D\frac{A_{PBU}Q_3{}^2}{gA_3{}^2}+F_f-W_x$$

.....（5-16）

式中

C_D：曳引力係數

B、 高流量流況

HEC-RAS 模式有能力以能量方程式計算高流量流況,或 以獨立之水力方程式計算壓力流或堰流，簡述如下：

- 能量方程式：以標準步推法演算。
- 水力方程式計算壓力流

(A) 橋樑僅上游浸沒時

$$Q = C_d A_{BU}\left[Y_3 - \frac{z}{2} + \frac{\alpha_3 v_3^{\ 2}}{2g}\right]^{1/2} \qquad (5\text{-}17)$$

式中

C_d：壓力流係數

A_{BU}：橋樑上游斷面面積

Y_3：上游斷面水力深度

z：上游河床與橋樑底板高差

(B) 橋樑上下游皆浸沒時

$$Q = CA\sqrt{2gH} \qquad (5\text{-}18)$$

式中

C：浸沒壓力流係數

A：橋樑淨面積

H：上游能量線與下游水面高差

C、 堰流計算

水流完全漫過橋梁時

$$Q = CLH^{3/2} \qquad (5\text{-}19)$$

式中

C： 堰流係數（一般約 0.8）L：堰有效長度 H：上游能量線與橋樑冠頂高

水理演算所需資料包括流量、縱橫斷面、曼寧係數、起算水位及跨河構造物等，其中曼寧係數及起算水位前節已提及，流量資料係依據水文分析所估算之各重現期洪水量，縱橫斷面及跨河構造物則採用 98 年度測量成果。將上述資料輸入 HEC-RAS 模式計算後，相關成果如表 5-5 及表 5-6 所示，其中重現期距 25 年之現況河道縱斷面如圖 5-4 所示。

6、 現況河道輸洪能力檢討

經水理分析結果顯示（詳表 5-7 及表 5-8），本計畫規劃河段在紅石溪主流，部分跨河橋梁之梁底高程均不足使 Q_{25} 之洪水通過，其中位於紅石溪主流 17 號斷面德福橋尤其嚴重，此處為紅石溪主流河道最需優先改善之處，在堤岸部分，除 3、11-1~11-2、12-1~14-1、15-1~16 及 17-2~18-1 號斷面有堤高不足之情形外，其餘河段之河道可容 Q_{25} 洪水通過。在支流楠溪部分，位於 2 號斷面之無名橋同樣有梁底高程不足之問題，斷面 1~斷面 2-1 之間堤高不足，其餘河段之河道可容 Q_{25} 洪水通過。

(二) 河道輸砂能力分析

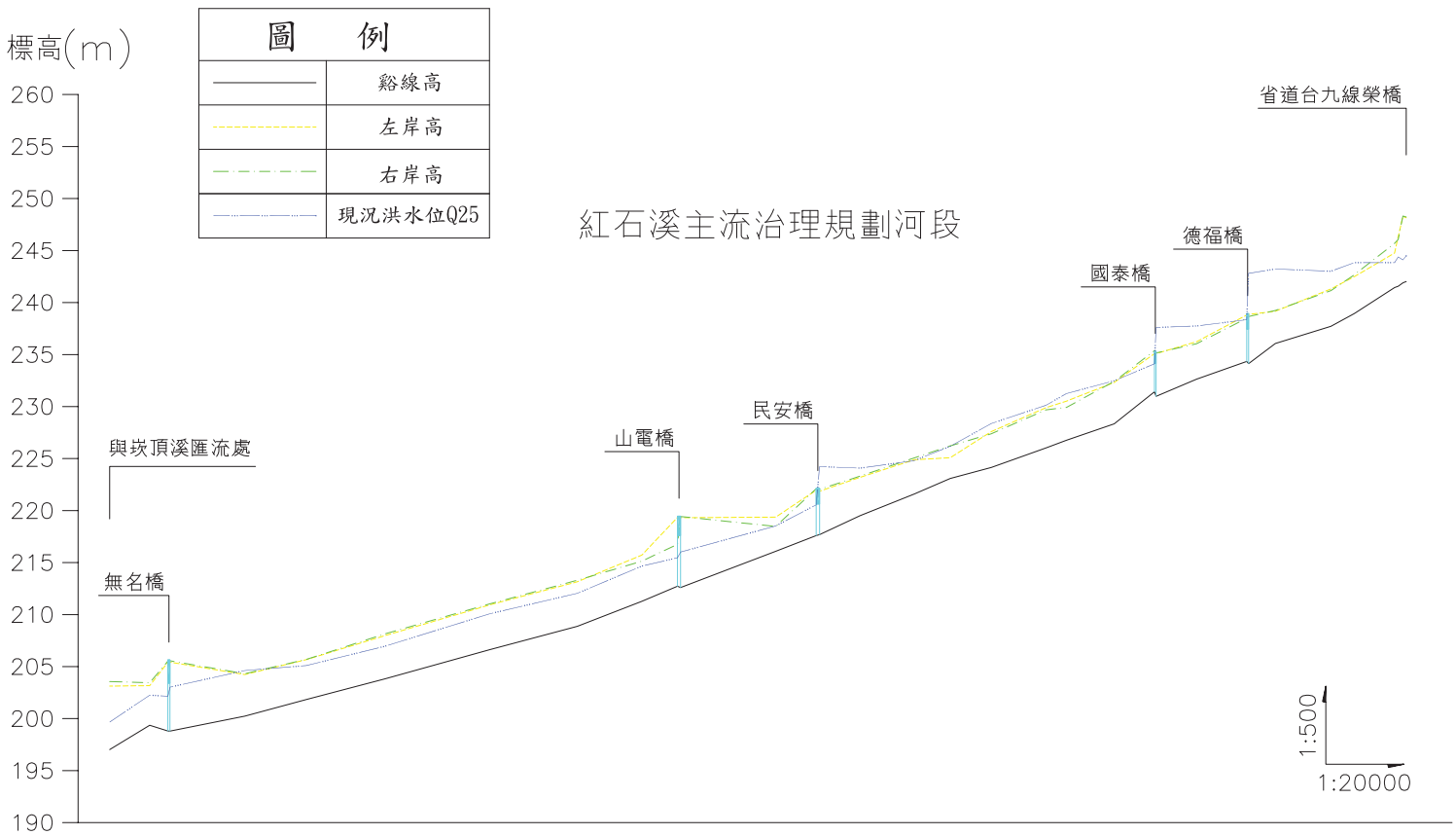
1、 各斷面輸砂能力

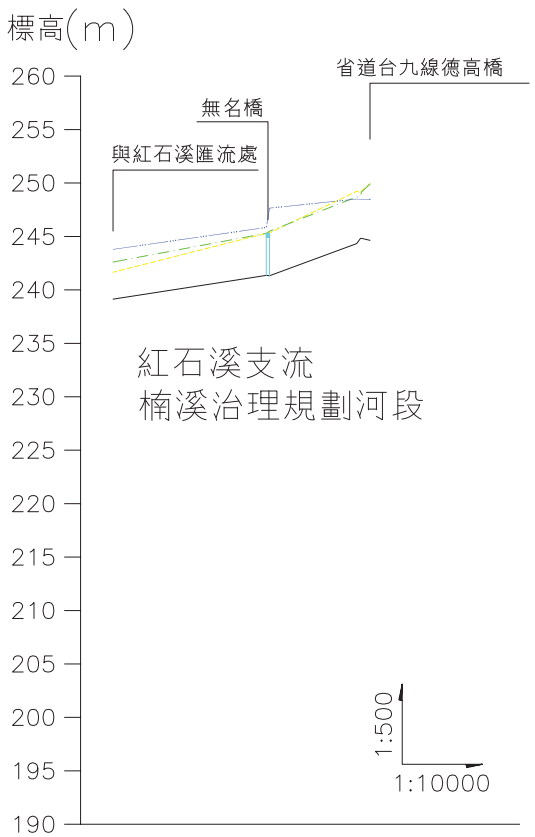
表 5-5 紅石溪現況水理演算成果表

斷面號	河心距 (m)	現況洪水位（Q_{25}）及水理因素						各重現期距洪水位（m）				
		洪水位 (m)	通水面積 (m^2)	水面寬（m）	平均流速 (m/sec)	能量坡降	福祿數	Q_{100}	Q_{50}	Q_{10}	Q_5	Q_2
1	0	199.67	82.47	42.14	6.45	0.016	1.47	200.10	199.88	199.37	199.13	198.77
1-1	154	202.25	111.23	47.44	4.78	0.007	1.00	202.75	202.50	201.89	201.59	201.10
2	224	202.15	86.97	36.52	6.12	0.011	1.27	202.70	202.43	201.77	201.45	201.68
2-1	232	203.02	110.45	38.69	4.82	0.005	0.91	203.72	203.40	202.57	202.16	201.59
3	520	204.62	153.41	44.33	3.47	0.002	0.60	205.25	204.95	204.09	203.68	202.95
4	757	205.10	105.43	40.53	5.05	0.007	1.00	205.64	205.37	204.71	204.40	203.89
5	1,060	206.96	100.29	39.27	5.30	0.008	1.06	207.43	207.20	206.83	206.54	206.05
6	1,463	210.08	104.76	39.94	5.08	0.007	1.00	210.63	210.36	209.70	209.38	208.86
7	1,800	212.05	93.51	38.50	5.69	0.010	1.17	212.52	212.29	211.72	211.46	211.24
8	2,048	214.66	105.38	40.58	5.05	0.007	1.00	215.23	214.93	214.28	213.96	213.45
9	2,185	215.46	98.63	45.86	5.39	0.010	1.17	215.90	215.69	215.14	214.89	214.47
9-1	2,197	216.01	132.02	43.13	4.03	0.004	0.74	216.64	216.33	215.57	215.21	214.64
10	2,563	218.52	74.25	38.74	6.42	0.016	1.48	218.78	218.64	218.22	218.00	217.71
11	2,719	220.55	58.57	23.92	8.14	0.022	1.66	221.19	220.85	220.48	220.27	219.73
11-2	2,732	224.23	170.30	34.87	2.92	0.001	0.40	224.80	224.47	222.62	221.58	220.64
11-1	2,888	224.08	106.48	31.01	4.48	0.004	0.77	224.60	224.29	223.09	222.73	222.14
12	3,096	224.80	80.80	34.64	5.90	0.011	1.23	225.23	225.03	224.47	224.14	223.58
12-1	3,235	226.18	72.00	31.52	6.62	0.014	1.40	226.57	226.37	225.92	225.69	225.40
13	3,393	228.37	82.63	25.66	5.77	0.008	1.03	229.08	228.74	227.83	227.40	226.65
13-1	3,603	230.12	75.76	29.26	6.30	0.012	1.25	230.57	230.35	229.79	229.52	229.13
14	3,682	231.25	84.03	25.47	5.68	0.007	1.00	231.91	231.58	230.78	230.37	229.71
14-1	3,866	232.48	73.62	28.23	6.48	0.013	1.28	232.88	232.68	232.09	231.67	231.15
15	4,021	234.11	55.32	23.89	8.62	0.026	1.81	234.67	234.39	234.00	233.94	233.53
15-1	4,027	237.60	143.67	25.52	3.32	0.002	0.45	238.43	238.02	236.21	235.11	234.09
16	4,183	237.75	120.26	28.51	3.97	0.003	0.62	235.89	235.82	235.57	235.36	234.58
17	4,376	238.35	51.99	15.39	9.17	0.022	1.59	240.51	239.28	237.63	237.17	237.50
17-2	4,383	242.80	147.11	21.85	3.24	0.001	0.40	243.07	242.76	242.04	241.34	238.29
17-1	4,486	243.23	195.25	31.19	2.04	0.000	0.26	244.00	243.36	242.39	241.64	239.03
18	4,700	243.01	99.32	23.53	4.02	0.003	0.62	243.11	243.05	242.16	241.33	240.41
18-1	4,790	243.84	85.59	23.76	2.04	0.001	0.34	244.52	244.15	243.02	242.39	241.61
19	4,945	243.84	43.10	25.50	4.06	0.008	1.00	244.43	244.02	243.60	243.40	243.07
19-1	4,959	244.39	62.35	31.13	2.81	0.003	0.63	244.85	244.62	244.08	243.11	242.82
20	4,977	244.11	38.43	29.96	4.55	0.015	1.28	244.40	244.25	243.91	243.75	243.41
20-1	4,990	244.62	46.11	31.79	3.80	0.009	1.01	244.91	244.77	244.41	244.24	243.96

表 5-6　楠溪現況水理演算成果表

斷面號	河心距(m)	現況洪水位（Q_{25}）及水理因素						各重現期距洪水位（m）				
		洪水位（m)	通水面積(m^2)	水面寬(m)	平均流速(m/sec)	能量坡降	福祿數	Q_{100}	Q_{50}	Q_{10}	Q_5	Q_2
1	0	243.79	99.06	26.84	2.19	0.001	0.36	244.45	244.09	242.97	242.34	241.55
2	287	245.84	34.20	11.33	6.35	0.015	1.17	246.85	246.51	245.13	245.24	244.40
2-1	293	247.65	57.30	12.75	3.79	0.004	0.57	248.48	248.02	246.72	246.31	244.72
3	456	248.50	125.50	60.81	1.75	0.001	0.32	249.51	248.98	247.64	247.14	245.74
3-1	463	248.48	112.83	38.35	1.92	0.001	0.36	249.50	248.96	247.61	247.11	246.08
4	465	248.48	108.51	42.21	2.00	0.001	0.40	249.49	248.96	247.60	247.09	246.34
4-1	481	248.48	100.01	33.42	2.17	0.001	0.40	249.45	248.94	247.62	247.15	246.68





斷面	河心距(m)	縱線高(m)	左岸高(m)	右岸高(m)	現況洪水位(m)
1	0k+000	197.02	203.25	203.56	199.67
1-1	0k+154	199.36	203.29	203.45	202.25
2	0k+224	198.81	205.53	205.53	202.15
2-1	0k+232	198.80	205.55	205.56	203.02
3	0k+520	200.24	204.36	204.32	204.62
4	0k+757	201.84	205.79	205.70	205.10
5	1k+060	203.82	208.11	208.15	206.96
6	1k+463	206.63	211.06	211.03	210.08
7	1k+800	208.87	213.27	213.30	212.05
8	2k+048	211.2	215.84	215.14	214.66
9	2k+185	212.73	219.45	218.76	215.46
9-1	2k+197	212.60	219.43	219.44	216.01
10	2k+563	216.08	219.49	218.48	218.52
11	2k+719	217.59	222.08	222.10	220.55
11-2	2k+732	217.69	221.98	222.05	224.23
11-1	2k+888	219.51	223.31	223.32	224.08
12	3k+096	221.58	225.00	225.06	224.80
12-1	3k+235	223.09	225.20	226.23	226.18
13	3k+393	224.15	227.71	227.39	228.37
13-1	3k+603	226.02	230.00	229.73	230.12
14	3k+682	226.76	230.63	229.96	231.25
14-1	3k+866	228.34	232.43	232.46	232.48
15	4k+021	231.42	235.20	235.42	234.11
15-1	4k+027	230.98	235.20	235.19	237.60
16	4k+183	232.63	236.35	236.09	237.75
17	4k+376	234.34	238.91	238.54	238.35
17-2	4k+383	234.13	238.97	238.70	242.80
17-1	4k+486	236.06	239.27	239.28	243.23
18	4k+700	237.71	241.41	241.19	243.01
18-1	4k+790	238.94	242.60	242.71	243.84
19	4k+945	241.44	244.87	245.74	243.84
19-1	4k+959	241.57	246.46	246.11	244.39
20	4k+977	241.90	248.39	248.37	244.11
20-1	4k+990	242.02	248.26	248.27	244.62

斷面	河心距(m)	最低河床高(m)	左岸高(m)	右岸高(m)	現況洪水位(m)
1	0k+000	239.13	241.65	242.61	243.79
2	0k+287	241.36	245.30	245.52	245.84
2-1	0k+293	241.32	245.34	245.52	247.85
3	0k+456	244.33	249.21	248.72	248.50
3-4	0k+465	244.31	249.26	248.81	248.48
4	0k+465	244.63	249.26	248.78	248.48
4-1	0k+481	244.64	249.93	249.94	248.48

圖5-4 本計畫河道現況縱斷面圖

表 5-7 紅石溪現況通洪斷面分析成果表

斷面號	河心距 (m)	(1) 現況洪水位 (m)	(2) 左岸高程 (m)	左岸堤防名稱	(1)-(2) 左岸高檢討 (m)	左岸出水高度不足 1.0m	左岸洪水溢堤	(3) 右岸高程 (m)	右岸堤防名稱	(1)-(3) 右岸高檢討 (m)	右岸出水高度不足 1.0m	右岸洪水溢堤	備註
1	0	199.67	203.25	紅石左岸八號堤防	3.58			203.56	紅石右岸六號堤防	3.89			
1-1	154	202.25	203.29	紅石左岸八號堤防	1.04			203.45	紅石右岸六號堤防	1.19			
2	224	202.15	205.53	紅石左岸八號堤防	3.38			205.53	紅石右岸六號堤防	3.38			無名橋
2-1	232	203.02	205.55	紅石左岸七號堤防	2.53			205.56	紅石右岸五號堤防	2.54			
3	520	204.62	204.36	紅石左岸七號堤防	-0.26	☆	☆	204.32	紅石右岸五號堤防	-0.30	☆	☆	
4	757	205.10	205.79	紅石左岸七號堤防	0.69	☆		205.70	紅石右岸五號堤防	0.60	☆		
5	1,060	206.96	208.11	紅石左岸七號堤防	1.15			208.15	紅石右岸五號堤防	1.19			
6	1,463	210.08	211.06	紅石左岸七號堤防	0.98	☆		211.03	紅石右岸五號堤防	0.95	☆		
7	1,800	212.05	213.27	紅石左岸六號堤防	1.22			213.30	紅石右岸五號堤防	1.25			
8	2,048	214.66	215.84	紅石左岸六號堤防	1.18			215.14	紅石右岸五號堤防	0.48	☆		
9	2,185	215.46	219.45	紅石左岸六號堤防	3.99			216.76	紅石右岸五號堤防	1.30			山電橋
9-1	2,197	216.01	219.43	紅石左岸五號堤防	3.42			219.44	紅石右岸四號堤防	3.43			
10	2,563	218.52	219.49	紅石左岸五號堤防	0.97	☆		218.48	紅石右岸四號堤防	-0.04	☆	☆	
11	2,719	220.55	222.08	紅石左岸五號堤防	1.53			222.10	紅石右岸四號堤防	1.55			民安橋
11-2	2,732	224.23	221.98	紅石左岸四號堤防	-2.25	☆	☆	222.05	紅石右岸三號堤防	-2.18	☆	☆	
11-1	2,888	224.08	223.31	紅石左岸四號堤防	-0.77	☆	☆	223.32	紅石右岸三號堤防	-0.76	☆	☆	
12	3,096	224.80	225.00	紅石左岸四號堤防	0.20	☆		225.06	紅石右岸三號堤防	0.26	☆		
12-1	3,235	226.18	225.20	紅石左岸三號堤防	-0.99	☆	☆	226.23	紅石右岸三號堤防	0.05	☆		
13	3,393	228.37	227.71	紅石左岸三號堤防	-0.66	☆	☆	227.39	紅石右岸三號堤防	-0.98	☆	☆	
13-1	3,603	230.12	230.00	紅石左岸三號堤防	-0.12	☆	☆	229.73	紅石右岸三號堤防	-0.39	☆	☆	
14	3,682	231.25	230.63	紅石左岸三號堤防	-0.62	☆	☆	229.96	紅石右岸三號堤防	-1.29	☆	☆	
14-1	3,866	232.48	232.43	紅石左岸三號堤防	-0.05	☆	☆	232.46	紅石右岸三號堤防	-0.02	☆	☆	
15	4,021	234.11	235.20	紅石左岸三號堤防	1.09			235.42	紅石右岸三號堤防	1.31			國泰橋
15-1	4,027	237.60	235.20	紅石左岸二號堤防	-2.40	☆	☆	235.19	紅石右岸二號堤防	-2.41	☆	☆	
16	4,183	237.75	236.35	紅石左岸二號堤防	-1.40	☆	☆	236.09	紅石右岸二號堤防	-1.66	☆	☆	
17	4,376	238.35	238.91	紅石左岸二號堤防	0.56	☆		238.54	紅石右岸二號堤防	0.19	☆		德福橋
17-2	4,383	242.80	238.97	紅石左岸一號堤防	-3.83	☆	☆	238.70	紅石右岸一號堤防	-4.10	☆	☆	
17-1	4,486	243.23	239.27	紅石左岸一號堤防	-3.96	☆	☆	239.28	紅石右岸一號堤防	-3.95	☆	☆	
18	4,700	243.01	241.41	紅石左岸一號堤防	-1.60	☆	☆	241.19	紅石右岸一號堤防	-1.82	☆	☆	
18-1	4,790	243.84	242.60	榮橋堤防	-1.24	☆	☆	242.71	榮橋堤防	-1.13	☆	☆	
19	4,945	243.84	244.87	榮橋堤防	1.03			245.74	榮橋堤防	1.90			鐵路橋
19-1	4,959	244.39	246.46	榮橋堤防	2.07			246.11	榮橋堤防	1.72			
20	4,977	244.11	248.39	榮橋堤防	4.28			248.37	榮橋堤防	4.26			榮橋
20-1	4,990	244.62	248.26	榮橋堤防	3.64			248.27	榮橋堤防	3.65			
支流-楠溪													
1	0	243.79	241.65	楠溪堤防	-2.14	☆	☆	242.61	楠溪堤防	-1.18	☆	☆	
2	287	245.84	245.30	楠溪堤防	-0.54	☆	☆	245.30	楠溪堤防	-0.55	☆	☆	無名橋
2-1	293	247.65	245.34	楠溪堤防	-2.31	☆	☆	245.52	楠溪堤防	-2.13	☆	☆	
3	456	248.50	249.21	楠溪堤防	0.71	☆		248.72	楠溪堤防	0.22	☆		鐵路橋
3-1	463	248.48	249.10	楠溪堤防	0.62	☆		248.75	楠溪堤防	0.27	☆		
4	465	248.48	249.26	楠溪堤防	0.78	☆		249.18	楠溪堤防	0.70	☆		德高橋
4-1	481	248.48	249.93	楠溪堤防	1.45			249.94	楠溪堤防	1.46			

表 5-8 紅石溪橋梁通洪斷面分析成果表

主支流	橋梁名稱	權責單位	斷面號	計畫河寬(m)	(1)現況洪水位(m)	橋梁概況				(2)-(1)出水高(m)	出水高度不足1.0m	梁底低於計畫洪水位	長度不足
						長度(m)	橋寬(m)	橋墩寬(m)	(2)橋底高(m)				
主流紅石溪	榮橋	交通部公路總局	20	30.00	244.11	36.34	13.12	1*1.34	246.95	2.84			
	鐵路橋	交通部台灣鐵路管理局	19	30.00	243.84	36.98	5.80	2*1.5	245.07	1.23			
	德福橋	台東縣政府	17	30.00	238.35	15.68	6.05	無落墩	237.46	-0.89	☆	☆	☆
	國泰橋	台東縣政府	15	30.00	234.11	24.03	5.69	1*0.7	234.11	0.00	☆		☆
	民安橋	台東縣政府	11	30.00	220.55	28.08	12.95	1*1.0	220.74	0.19	☆		☆
	山電橋	台東縣政府	9	47.00	215.46	50.00	8.49	1*1.5	217.62	2.16			
	無名橋	台東縣政府	2	50.00	202.15	42.86	7.03	無落墩	203.42	1.27			☆
支流楠溪	德高橋	交通部公路總局	4	20.00	247.08	35.64	15.35	1*1.25	248.70	1.62			
	鐵路橋	交通部台灣鐵路管理局	3	20.00	246.31	39.89	5.63	1*1.15	247.28	0.97	☆		
	無名橋	台東縣政府	2	20.00	244.00	8.00	5.00	無落墩	244.93	0.93	☆		☆

目前計算河道輸砂的方式大多利用經驗公式如 Schoklitsch,Meyer-Peter,Muller,Parker,Klingeman,McLean 等公式，其中以 Schoklitsch 公式較易使用且較為保守，為檢討各河段之輸砂能力，供河道治理規劃之參考，本計畫以 Schoklitsch 公式採用粒徑別法計算推移質之輸砂能力，並由實測河床質資料與水理計算因子，求得紅石溪河道現況 25 年重現期距計畫流量下之輸砂能力如表 5-9 所示。

Schoklitsch 輸砂能力推算式：

$$G_s = \frac{7,000}{d^{0.5}} S_e^{3/2} (Q - Bq_0) \qquad (5\text{-}20)$$

$$q_0 = 0.0000194 d / S_e^{4/3} \qquad (5\text{-}21)$$

Gs =推移質輸砂能力（kg/sec）

Q =流量（cms）

S_e=水面坡降或能量坡降

B =河道水面寬（m）

d =推移質粒徑（mm）常以河床質 d_{50} 代表，惟在此粒徑別中，係以各砂礫群最大與最小粒徑之幾何平均值。

q_0=單位水面寬之輸砂臨界流量（m^3／sec／m）

由輸砂能力計算成果可知，各斷面由於現況通水能力及河床質粒徑分布之不同，造成相鄰之斷面輸砂能力有相當大的差異，且本水理及輸砂演算為非序率定床模式，故各斷面現況輸砂計算成果僅供研判河道輸砂能力趨勢，此現象在未來規劃綜合治水對策時將一併納入考量。

表 5-9 紅石溪現況輸砂能力計算成果表

斷面編號	河心距 (m)	Q (cms)	d_{50} (mm)	能量坡降 (Se)	q_0 (m^3/sec/m)	水面寬 (m)	G_S (kg/sec)
1	0	532	16	0.01595	0.08	42.14	1,863
1-1	154	532	16	0.00678	0.24	47.44	509
2	224	532	16	0.01113	0.12	36.52	1,084
2-1	232	532	16	0.00546	0.32	38.69	367
3	520	532	11	0.00230	0.70	44.33	117
4	757	532	11	0.00706	0.16	40.53	658
5	1,060	532	11	0.00789	0.14	39.27	780
6	1,463	532	11	0.00698	0.16	39.94	646
7	1,800	532	11	0.01029	0.10	38.50	1,164
8	2,048	532	35	0.00696	0.51	40.58	351
9	2,185	532	35	0.00983	0.32	45.86	597
9-1	2,197	532	35	0.00363	1.22	43.13	124
10	2,563	477	35	0.01628	0.16	38.74	1,157
11	2,719	477	35	0.02171	0.11	23.92	1,796
11-2	2,732	477	19	0.00096	3.90	34.87	16
11-1	2,888	477	19	0.00412	0.56	31.01	195
12	3,096	477	19	0.01088	0.15	34.64	860
12-1	3,235	477	19	0.01406	0.11	31.52	1,268
13	3,393	477	19	0.00763	0.25	25.66	504
13-1	3,603	477	19	0.01190	0.14	29.26	987
14	3,682	477	19	0.00725	0.26	25.47	466
14-1	3,866	477	9.5	0.01302	0.06	28.23	1,604
15	4,021	477	9.5	0.02616	0.02	23.89	4,579
15-1	4,027	477	9.5	0.00156	1.02	25.52	63
16	4,183	477	0.76	0.00262	0.04	28.51	513
17	4,376	477	0.76	0.02170	0.00	15.39	12,246
17-2	4,383	477	0.76	0.00145	0.09	21.85	210
17-1	4,486	399	7.6	0.00047	4.01	31.19	7
18	4,700	399	7.6	0.00281	0.37	23.53	147
18-1	4,790	175	7.6	0.00085	1.82	23.76	8
19	4,945	175	7.6	0.00848	0.09	25.50	343
19-1	4,959	175	7.6	0.00324	0.31	31.13	77
20	4,977	175	7.6	0.01543	0.04	29.96	846
20-1	4,990	175	7.6	0.00904	0.08	31.79	377

2、 年平均輸砂量

依據「河川治理及環境營造規劃手冊」中所建議，本計畫區年平均輸砂量可用下式計算：

$$Qs=0.059A0.768 \qquad (5\text{-}22)$$

式中 Qs =平均年輸砂量（百萬噸/年）

A=集水面積（km^2）

本計畫流域面積約為 35.50 平方公里，利用前述公式計算可得本計畫區年平均輸砂量約為 91.5 萬噸，由於水土保持局台東分局已於計畫河段上游施設多處防砂壩，進入本計畫河段的砂石量將受到前述防砂壩是否定期清淤的影響。因此，本計畫河段的年輸砂量計算成果僅供參考。

(三) 河川特性綜論

綜合以上定性（河道坡降及河床質分析）及定量（現況水理分析及輸洪能力檢討）分析結果，初步將本計畫各治理規劃河段內之河川特性及所衍生之洪氾問題檢討如下：

1、 主流紅石溪：本計畫之河道坡降相當平均，約在 1/100 左右，河道因關山地區農田灌溉排水之尾水排入而常年均有流量，河床質最大粒徑約在 300mm 左右，零星的散落在河道中。目前計畫河道兩岸均設有護岸或堤防等防洪構造物，河槽內則有自然形成之低水流路，生態及景觀相當良好。經初步水理分析成果可知，目前大部分河道斷面均可容納 Q_{25} 之計畫流量通過，主要的排水瓶頸皆位於跨河橋梁通過處，目前紅石溪之跨河橋梁皆有梁底高度不足的問題，而橋台及橋墩設置所造成通水斷面減少更是使橋梁上游洪水溢堤的主因，故本治理計畫將優先考量針對既有橋梁提出改善建議，以確保本計畫河

段之防洪安全。

2、 支流楠溪：本計畫河段之河川特性與主流紅石溪相當類似，河道坡降均勻約在 1/90 左右，河道常年有水且兩岸均已施設護岸。經水理計算結果可知，河道內各跨河橋梁梁底高程不足，而既有護岸在無名橋以下同樣有堤頂高度不夠的問題，未來治理計畫應優先考量改善現有橋梁，同時配合主流紅石溪治理計畫適度提高匯流處至無名橋之間的堤防高度。

3、 由紅石溪現況輸砂能力分析可知，在斷面 1、2、8、10、11、12-1、14-1、15 及 17 等其輸砂能力皆超過 1,000 公斤/秒，可見前述斷面在相同的流況下較易受到沖刷。而在斷面 11-2、15-1、17-1、18-1 及 19-1 等其輸砂能力皆不足 100 公斤/秒，這些斷面則可視為較易淤積之河段。未來在治理計畫完成後，相關維護管理措施可依照不同河段的沖淤特性研擬，在易沖刷之河段須定期檢視相關防洪構造物之基礎安全，而在易淤積之河段則須注意有無清淤之必要。

第陸章　河道治理計畫之研擬

一、治理原則

依據本計畫各流域內河川特性及現有防洪功能，初步研擬相關治理措施，除須顧及有效性、安全性和經濟性外，同時以河川多目標永續經營及環境生態平衡相配合為主要考量。

二、計畫洪水量

紅石溪屬中央管河川支流，計畫堤頂高採用 25 年重現期距之洪峰流量之洪水位加 1.0 公尺出水高，相關整治計畫以能將計畫洪水量安全暢洩為目的，計畫流量分配如圖 4-27 所示。

三、計畫河寬及水道治理計畫線之研擬

計畫河寬及水道治理計畫線除參考經濟部水利署 99 年 7 月 5 日公布實施之「河川區域劃定作業要點」規定外，並斟酌地域性及其需求依下列原則訂定：

1、 暢洩計畫洪水量，維持排洪功能。

2、 河道平面布置盡量以原河道為布置依據，考量現況地形、排水、河川流路、河性，以維持河道之自然平衡。

3、 儘量利用現有堤防、護岸等防洪設施。

4、 對於不同河寬之漸變段儘量沿高崁或平順曲線相接。

5、 考慮土地利用價值與計畫河道內公私有地利用情形。

6、 參酌兩岸高崁位置、河川區域線位置、公私有地分布情況，酌量放大河寬。

(一) 計畫河寬

參酌台灣及日本一般計畫河寬、計畫流量與河寬相關公式，經計算比較後，擇定合理之河寬。河寬經驗公式略述如下，計算成果如表 6-1。

表 6-1　本計畫各治理規劃河段計畫河寬計算表

主支流	治理規劃河段	計畫流量（cms）	台灣一般計畫河寬相關公式（m）	日本河川計畫一般標準（m）	治理計畫採用河寬（m）
主流紅石溪	台9線榮橋~楠溪匯流口	175	12~38	24~38	25
	楠溪匯流口~關山大排匯流口	399	27~85	45~71	25※註
	關山大排匯流口~山電橋	477	32~101	51~82	30~56※註
	山電橋~與崁頂溪滙流口	532	35~112	55~89	44~81※註
支流楠溪	台9線德高橋 ~與紅石溪匯流口	217	15~47	28~45	20※註

※註：本計畫兩岸已施作護岸，治理計畫採用河寬初步以現況河寬為主。

1、 台灣一般計畫河寬相關公式

前水利局規劃總隊於「台灣河川穩定與計畫河寬之初步探討」研究論文中，曾將本省已規劃治理完成之 28 條河川，依其計畫河寬迴歸陡坡河川（S>1/140）之計畫河寬公式如下：

中值迴歸方程式　$B=0.133Q^{0.963}$　（6-1）

上限迴歸方程式　$B=0.265Q^{0.963}$　（6-2）

下限迴歸方程式　$B=0.084Q^{0.963}$　（6-3）

（相關係數 R=0.90）

2、 日本河川計畫一般標準

依據日本經驗公式，計畫河寬與計畫流量關係式如下：

$B=(0.5\sim0.8)Q^{0.75}$　（6-4）

其中：

B：河寬(m)

Q：計畫流量(cms)

初步依據前述原則及計算公式估算計畫河寬，由於本計畫治理規劃河段兩岸皆已施作堤防或護岸，為避免徵用私有地造成爭議，治理計畫採用河寬初步以現況河寬為主要考量。

(二) 水道治理計畫線研擬

本計畫將依前述計畫河寬及現況河道研擬各治理規劃河段之水道治理計畫線，俾供河川管理之依據，茲分述如下：

1、 支流楠溪治理規劃河段

本河段治理計畫線自與主流紅石溪匯流處開始，以平滑圓順曲線連接主流紅石溪水道治理計畫線，往上游以 20 公尺之計畫河寬連接至 2 號斷面無名橋處，再往上游沿既有堤防劃設治理計畫線至台 9 線德高橋。

2、 主流紅石溪治理規劃河段

(1) 崁頂溪匯流口至山電橋（斷面 1 至斷面 9）

本計畫河段均已施設堤防設施，經水理計算結果可知現有河寬均可容納 Q_{25} 之計畫流量通過，因此本河段之水道治理計畫線自山電橋開始沿現有堤防劃設，直至崁頂溪匯流口以平滑圓順曲線連接崁頂溪水道治理計劃線。

(2) 山電橋至關山大排匯流口（斷面 9-1 至斷面 17）

本計畫河段河寬在 30 公尺至 56 公尺之間，經水理計算結果，斷面 15 國泰橋及斷面 13 之現況河寬均不足 30 公尺，其餘河段之河寬均滿足通水需求，因此本河段之治理計畫線自斷面 17 開始沿既有堤防劃

設，至斷面 15 時以 30 公尺的河寬順接國泰橋上下游的現有堤防，往下游則繼續沿現有堤防劃設治理計畫線，至斷面 13 時以 30 公尺的河寬順接上下游之既有堤防，之後再沿既有堤防劃設治理計畫線至山電橋。

(3) 關山大排匯流口至楠溪匯流口（斷面 17-2 至斷面 18）

經水理分析結果顯示，本河段斷面 17 德福橋附近因斷面局部束縮（上下游斷面河寬約 25 公尺，本處河寬約 21 公尺）而形成主要通水瓶頸，因此本河段水道治理計畫線從斷面 18 處開始沿既設堤防劃設，至斷面 17 時以 25 公尺的河寬順接德福橋上下游的現有堤防，往下則繼續以既有堤防劃設水道治理計畫線。

(4) 楠溪匯流口至台 9 線榮橋（斷面 18-1 至斷面 20-1）

本河段經現況水理分析結果顯示，現有河道寬度已足以通過計畫洪水量，因此初步建議河道治理計畫線沿兩岸既有堤防劃設。

(三) 治理措施

由第伍章河川特性分析顯示，本計畫各流域治理河段皆屬山地河道之下游段，主要之功能在接納農田排水及分洩洪水，因此在治理上以能約束河道內流量不漫溢為原則。本計畫各河段治理措施分述如下：

1、 支流楠溪治理規劃河段

本河段無名橋為主要之通水瓶頸，將來改建時應提高梁底高程並增加橋長至 20 公尺，斷面 1~斷面 2 之河段右岸需新建堤防放寬河道至 20 公尺，左岸之堤防堤頂高程則依計畫水位加計出水高進行加高改善。

2、 主流紅石溪治理規劃河段

(1) 崁頂溪匯流口至山電橋（斷面 1 至斷面 9）

由於本計畫河段之現有堤防經水理計算後大多為出水高略有不足，因此主要以谿線高進行河道整理來達到改善的目的，如圖 6-1 所示。

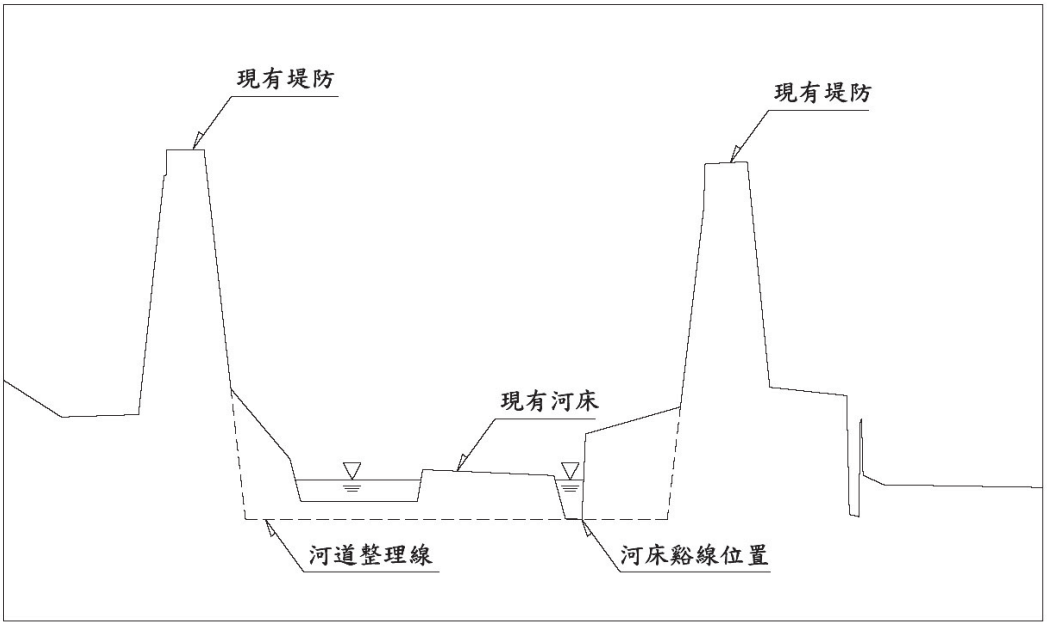


圖 6-1 本計畫河道整理示意圖

(2) 山電橋至關山大排匯流口（斷面 9-1 至斷面 17）

本計畫河段國泰橋及民安橋須進行改建，為減少治理工程的經費支出，因此在計畫河道在斷面 9-1 至斷面 17 以谿線高進行整理。右岸堤防在斷面 10~14、斷面 15-1~16 之間需要依計畫水位加計出水高進行改善。左岸堤防在斷面 11-2~14、斷面 15-1~16 間需要依計畫水位加計出水高進行改善。

(3) 關山大排匯流口至楠溪匯流口（斷面 17-2 至斷面 18）

本河段德福橋須加高加長進行改建，由於本河段需利用現有之河道進行環境營造，因此治理措施以堤防改善為主。右岸堤防在斷面 17-2~18 之間需依計畫水位加計出水高進行改善。左岸堤防在斷面 17-1~18 之間需依計畫水位加計出水高進行改善。

(4) 楠溪匯流口至台 9 線榮橋（斷面 18-1 至斷面 20-1）

本河段現有河寬及堤防高程已符合計畫通水需求，不需進行改善。

(四) 計畫堤頂高

計畫堤頂高為計畫洪水位加出水高度，本計畫出水高採 1.0 公尺。

(五) 計畫水道縱橫斷面

本計畫各河段計畫洪水位係依據計畫河寬及水道治理計畫線，配合該河段之計畫洪水位及計畫斷面以 HEC-RAS 模式進行演算，起算水位採用與崁頂溪匯流處之正常水深，水理分析結果如表 6-2 及表 6-3 所示，各斷面計畫水理輸砂能力如表 6-4 所示，計畫河道縱斷面如圖 6-2 所示。

表 6-2 紅石溪計畫水理演算成果表(1/2)

斷面號	河心距 (m)	計畫洪水位（Q_{25}）及水理因素						各重現期距洪水位（m）				
		洪水位 (m)	通水面積 (m^2)	水面寬（m）	平均流速 (m/sec)	能量坡降	福祿數	Q_{100}	Q_{50}	Q_{10}	Q_5	Q_2
1	0	199.26	87.55	42.06	6.08	0.013	1.34	199.69	199.48	198.97	198.73	198.36
1-1	154	201.38	107.53	43.19	4.95	0.007	1.00	201.93	201.66	201.00	200.67	200.11
2	224	202.32	150.07	43.35	3.54	0.003	0.61	202.89	202.61	201.89	201.53	200.90
2-1	232	202.41	158.15	44.14	3.36	0.002	0.57	203.00	202.71	201.97	201.59	200.96
3	520	203.00	112.11	42.49	4.75	0.006	0.93	203.20	203.30	202.58	202.24	201.74

表 6-2　紅石溪計畫水理演算成果表(2/2)

斷面號	河心距 (m)	計畫洪水位（Q_{25}）及水理因素						各重現期距洪水位（m）				
		洪水位 (m)	通水面積 (m^2)	水面寬（m）	平均流速 (m/sec)	能量坡降	福祿數	Q_{100}	Q_{50}	Q_{10}	Q_5	Q_2
4	757	204.61	104.84	40.02	5.07	0.007	1.00	205.13	204.86	204.24	203.93	203.52
5	1,060	206.70	104.70	39.01	5.08	0.007	0.99	207.16	206.92	206.36	206.07	205.52
6	1,463	209.50	104.11	38.98	5.11	0.007	1.00	210.05	209.78	209.11	208.79	208.33
7	1,800	211.34	90.06	38.24	5.91	0.011	1.23	211.79	211.57	211.02	210.77	210.36
8	2,048	214.12	104.64	39.64	5.08	0.007	1.00	214.66	214.39	213.73	213.40	212.89
9	2,185	214.51	84.70	44.38	6.28	0.016	1.45	214.91	214.71	214.23	214.00	213.63
9-1	2,197	215.94	131.68	43.02	4.04	0.004	0.74	216.56	216.25	215.50	215.14	214.56
10	2,563	217.58	60.48	37.82	7.89	0.032	1.99	217.93	217.74	217.36	217.19	216.92
11	2,719	221.47	86.77	28.12	5.50	0.007	1.00	222.35	221.79	220.87	220.46	219.79
11-2	2,732	221.84	95.85	27.77	4.98	0.005	0.85	222.51	222.43	221.38	220.91	220.19
11-1	2,888	222.40	81.33	29.65	5.86	0.009	1.13	223.00	222.69	221.99	221.67	221.18
12	3,096	224.53	92.43	34.08	5.16	0.007	1.00	225.12	224.82	224.09	223.76	223.23
12-1	3,235	224.94	68.19	37.50	7.00	0.022	1.66	225.27	225.10	224.73	224.55	224.28
13	3,393	227.76	84.19	25.66	5.67	0.007	1.00	228.42	228.09	227.24	226.84	226.19
13-1	3,603	229.54	97.75	28.90	4.88	0.005	0.85	230.31	229.91	229.02	228.61	227.96
14	3,682	230.15	107.52	32.91	4.44	0.004	0.78	230.95	230.54	229.60	229.17	228.51
14-1	3,866	230.73	63.33	27.12	7.53	0.020	1.57	231.17	230.95	230.42	230.18	229.78
15	4,021	233.74	67.93	24.18	7.02	0.014	1.34	234.41	234.07	233.30	232.97	232.45
15-1	4,027	234.12	71.98	24.21	6.63	0.011	1.23	234.82	234.46	233.65	233.28	232.73
16	4,183	236.27	87.15	28.51	5.47	0.007	1.00	236.87	236.57	235.77	235.38	234.73
17	4,376	237.00	70.98	24.39	6.72	0.013	1.26	237.64	237.85	236.52	236.15	235.62
17-2	4,383	236.99	68.32	24.38	6.98	0.014	1.33	237.70	237.34	236.52	236.17	235.61
17-1	4,486	239.13	74.05	24.92	5.39	0.008	1.00	239.69	239.41	238.70	238.35	237.79
18	4,700	240.78	74.00	24.78	5.39	0.008	1.00	241.38	241.08	240.14	239.70	239.11
18-1	4,790	241.53	32.97	20.18	5.31	0.014	1.33	243.19	242.74	241.28	241.07	240.74
19	4,945	243.84	43.10	25.50	4.06	0.008	1.00	244.19	244.02	243.60	243.40	243.07
19-1	4,959	244.39	62.35	31.13	2.81	0.003	0.63	244.84	244.62	244.08	243.11	242.82
20	4,977	244.11	38.43	29.96	4.55	0.015	1.28	244.40	244.25	243.91	243.74	243.41
20-1	4,990	244.62	46.11	31.79	3.80	0.009	1.01	244.91	244.77	244.41	244.24	243.96

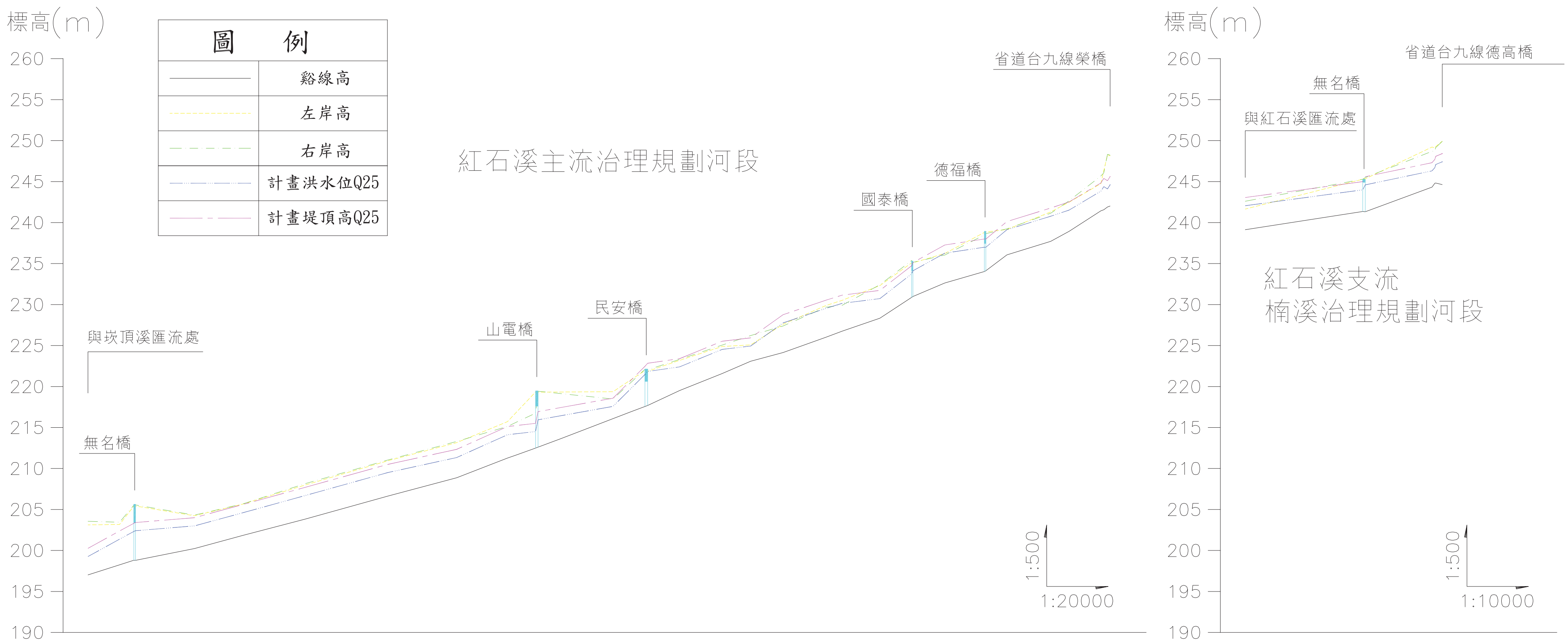
表 6-3　楠溪計畫水理演算成果表

斷面號	河心距 (m)	計畫洪水位（Q_{25}）及水理因素						各重現期距洪水位（m）				
		洪水位（m）	通水面積 (m^2)	水面寬 (m)	平均流速 (m/sec)	能量坡降	福祿數	Q_{100}	Q_{50}	Q_{10}	Q_5	Q_2
1	0	242.06	52.75	26.18	4.11	0.007	0.93	243.04	242.57	241.65	241.40	240.99
2	287	244.00	43.25	16.85	5.02	0.009	1.00	244.52	244.26	243.76	243.51	243.10
2-1	293	244.60	55.95	17.64	3.88	0.004	0.70	245.23	244.91	244.16	243.82	243.29
3	456	246.31	42.89	35.74	5.06	0.019	1.47	246.58	246.44	246.13	245.98	245.74
3-1	463	246.72	48.09	36.01	4.51	0.013	1.25	247.01	246.86	246.52	246.36	246.08
4	465	247.08	55.54	35.73	3.91	0.008	1.00	247.40	247.24	246.84	246.65	246.34
4-1	481	247.42	65.29	32.31	3.32	0.004	0.75	247.70	247.57	247.20	247.01	246.68

由表 6-4 可看出，在本計畫實行後，在紅石溪斷面 1、7、9、10、12-1、14-1~17-2 其輸砂能力在超過 1,000kg/sec，後續維護管理需定期檢視其沖刷情形，而在斷面 2-1 及 19-1 處其輸砂能力不足 100kg/sec，後續需注意定期清淤。另外，河道橫斷面除需能充分使計畫流量通過外，也需確保河川原有生物之生態環境，因此，本計畫之河道橫斷面仍依現況河槽採現況斷面如圖 6-3 及圖 6-4 所示。

表 6-4 紅石溪計畫水理輸砂能力計算成果表

斷面編號	河心距 (m)	Q (cms)	d_{50} (mm)	能量坡降 (Se)	q_0 (m^3/sec/m)	水面寬 (m)	G_S (kg/sec)
1	0	532	16	0.01309	0.10	42.06	1,383
1-1	154	532	16	0.00679	0.24	43.19	510
2	224	532	16	0.00256	0.89	43.35	112
2-1	232	532	16	0.00224	1.06	44.14	90
3	520	532	11	0.00608	0.19	42.49	523
4	757	532	11	0.00700	0.16	40.02	649
5	1,060	532	11	0.00684	0.16	39.01	627
6	1,463	532	11	0.00697	0.16	38.98	646
7	1,800	532	11	0.01093	0.09	38.24	1,275
8	2,048	532	35	0.00690	0.52	39.64	347
9	2,185	532	35	0.01572	0.17	44.38	1,223
9-1	2,197	532	35	0.00364	1.21	43.02	125
10	2,563	477	35	0.03160	0.07	37.82	3,153
11	2,719	477	35	0.00737	0.47	28.12	347
11-2	2,732	477	19	0.00525	0.40	27.77	284
11-1	2,888	477	19	0.00950	0.18	29.65	701
12	3,096	477	19	0.00725	0.26	34.08	464
12-1	3,235	477	19	0.02164	0.06	37.50	2,427
13	3,393	477	19	0.00747	0.25	25.66	488
13-1	3,603	477	19	0.00529	0.40	28.90	288
14	3,682	477	19	0.00441	0.51	32.91	216
14-1	3,866	477	9.5	0.01968	0.03	27.12	2,984
15	4,021	477	9.5	0.01440	0.05	24.18	1,867
15-1	4,027	477	9.5	0.01138	0.07	24.21	1,310
16	4,183	477	0.76	0.00692	0.01	28.51	2,202
17	4,376	477	0.76	0.01256	0.01	24.39	5,390
17-2	4,383	477	0.76	0.01413	0.00	24.38	6,429
17-1	4,486	399	7.6	0.00773	0.10	24.92	685
18	4,700	399	7.6	0.00775	0.10	24.78	686
18-1	4,790	175	7.6	0.01430	0.04	20.18	756
19	4,945	175	7.6	0.00848	0.09	25.50	343
19-1	4,959	175	7.6	0.00324	0.31	31.13	77
20	4,977	175	7.6	0.01543	0.04	29.96	846
20-1	4,990	175	7.6	0.00904	0.08	31.79	377



斷面	河心距 (m)	谿線高 (m)	左岸高 (m)	右岸高 (m)	計畫洪水位 (m)	計畫堤頂高 (m)
1	0k+000	197.02	203.25	203.56	199.26	200.26
1-1	0k+154	198.25	203.29	203.45	201.38	202.38
2	0k+224	198.81	205.53	205.53	202.32	203.32
2-1	0k+232	198.80	205.55	205.56	202.41	203.41
3	0k+520	200.24	204.36	204.32	203.00	204.00
4	0k+757	201.84	205.79	205.70	204.61	205.61
5	1k+060	203.82	208.11	208.15	206.70	207.70
6	1k+463	206.63	211.06	211.03	209.50	210.50
7	1k+800	208.87	213.27	213.30	211.34	212.34
8	2k+048	211.2	215.84	215.14	214.12	215.12
9	2k+185	212.50	219.45	216.76	214.51	215.51
9-1	2k+197	212.60	219.43	219.44	215.94	216.94
10	2k+563	216.08	219.49	218.48	217.58	218.58
11	2k+719	217.59	222.08	222.10	221.47	222.47
11-2	2k+732	217.69	221.98	222.05	221.84	222.84
11-1	2k+888	219.51	223.31	223.32	222.40	223.40
12	3k+096	221.58	225.00	225.06	224.53	225.53
12-1	3k+235	223.09	225.20	226.23	224.94	225.94
13	3k+393	224.15	227.71	227.39	227.76	228.76
13-1	3k+603	226.02	230.00	229.73	229.54	230.54
14	3k+682	226.76	230.63	229.96	230.15	231.15
14-1	3k+866	228.34	232.43	232.46	230.73	231.73
15	4k+021	230.88	235.20	235.42	233.74	234.74
15-1	4k+027	230.98	235.20	235.19	234.12	235.12
16	4k+183	232.63	236.35	236.09	236.27	237.27
17	4k+376	234.03	238.91	238.54	237.00	238.00
17-2	4k+383	234.13	238.97	238.70	236.99	237.99
17-1	4k+486	236.06	239.27	239.28	239.13	240.13
18	4k+700	237.71	241.41	241.19	240.78	241.78
18-1	4k+790	238.94	242.60	242.71	241.53	242.53
19	4k+945	241.44	244.87	245.74	243.84	244.84
19-1	4k+959	241.57	246.46	246.11	244.39	245.39
20	4k+977	241.90	248.39	248.37	244.11	245.11
20-1	4k+990	242.02	248.26	248.27	244.62	245.62

斷面	河心距 (m)	最低河床高 (m)	左岸高 (m)	右岸高 (m)	計畫洪水位 (m)	計畫堤頂高 (m)
1	0k+000	239.13	241.65	242.61	242.06	243.06
2	0k+287	241.36	245.30	245.30	244.00	245.00
2-1	0k+293	241.32	245.34	245.52	244.60	245.60
3	0k+456	244.33	249.21	248.72	246.31	247.31
3-1	0k+463	244.81	249.10	248.75	246.72	247.72
4	0k+465	244.83	249.26	249.18	247.08	248.08
4-1	0k+481	244.64	249.93	249.94	247.42	248.42

圖6-2 本計畫河道計畫縱斷面圖

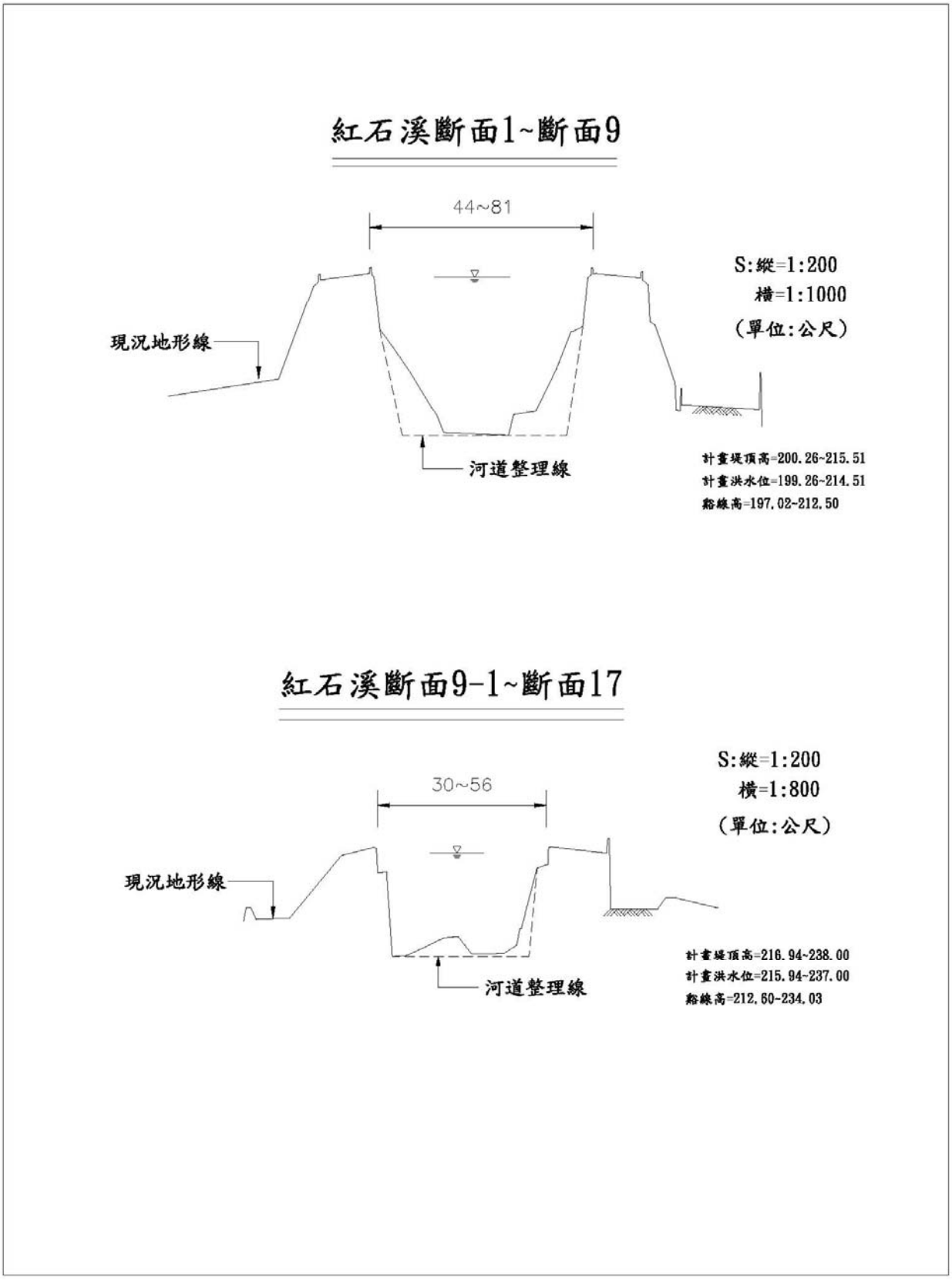


圖 6-3 本計畫河道計畫橫斷面圖(一)

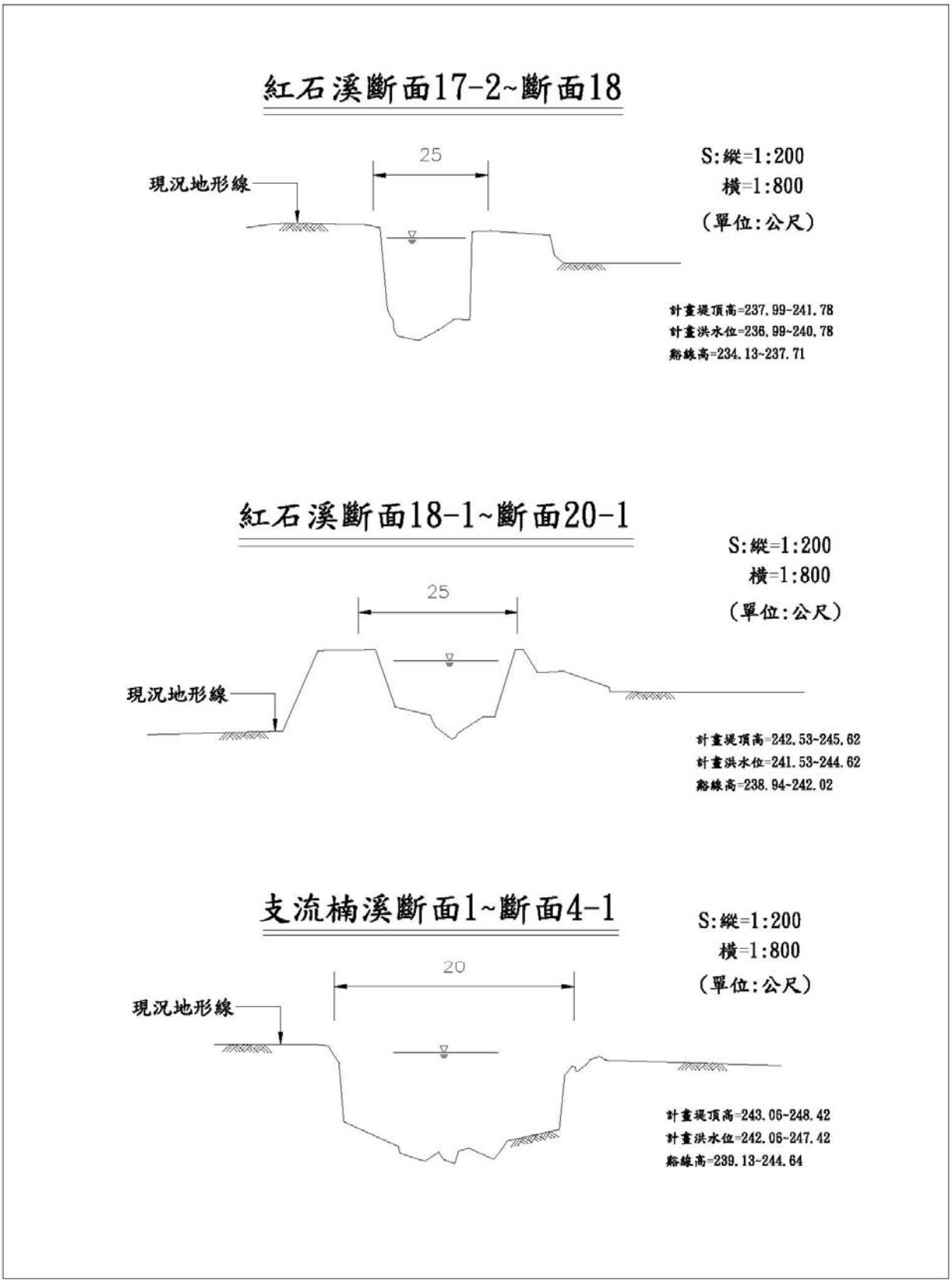


圖 6-4 本計畫河道計畫橫斷面圖(二)

第柒章　現有防洪及跨河構造物功能檢討

一、檢討原則及目的

(一) 以第陸章所擬定之計畫堤頂高為檢討之依據，若堤頂高度不足者則予以加高。

(二) 依水理計算結果，檢討現有跨河構造物之通洪能力，以決定橋梁是否需配合拓寬跨度或加高改建。

二、現有防洪構造物堤頂高程檢討

目前本計畫河段兩岸皆有護岸或堤防設施，將其現況堤頂高縱斷資料與其對應位置之計畫堤頂高相互比較檢討，成果詳表 7-1。結果顯示在支流楠溪部分，計畫河段除在匯入紅石溪處及斷面 2-1 有堤高不足的情形外，其餘河段的現有防洪構造物堤頂高程均滿足計畫需求。另外，在主流紅石溪部分，現在防洪構造物在斷面 10~18 等河段之現有防洪構造物部分有堤頂高程不足之情形，不足的高度在 0.08 公尺~1.37 公尺之間。

三、現有跨河構造物安全性檢討

本計畫河段主流紅石溪中現有之跨河構造物自上游至下游為榮橋、鐵路橋、德福橋、國泰橋、民安橋、山電橋及無名橋等 7 座橋梁，支流楠溪中現有之跨河構造物自上游至下游為德高橋、鐵路橋及無名橋等 3 座橋梁，水理檢討如表 7-2 所示。由表中顯示，在本計畫支流楠溪部分，主要是無名橋橋長及出水高不足，鐵路橋則是出水高不足，初步建議該橋配合本計畫改建增加橋梁長度。在主流紅石溪部分，無名橋橋長不足，鐵路橋出水高不足，德福橋、國泰橋及民安橋梁底高程低於計畫洪水位且長度不足，建議配合本計畫抬高梁底並增加橋梁長度。

表 7-1 紅石溪現有防洪構造物堤頂高度不足統計表

斷面號	計畫洪水位(m)	(1)計畫堤頂高(m)	左岸				右岸				備註
			(2)現況高程(m)	(2)-(1)高差(m)	左岸現況堤防高度不足	堤防名稱	(3)現況高程(m)	(3)-(1)高差(m)	右岸現況堤防高度不足	堤防名稱	
1	199.26	200.26	203.25	2.99		紅石左岸八號堤防	203.56	3.30		紅石右岸六號堤防	
1-1	201.38	202.38	203.29	0.91		紅石左岸八號堤防	203.45	1.07		紅石右岸六號堤防	
2	202.32	203.32	205.53	2.21		紅石左岸八號堤防	205.53	2.21		紅石右岸六號堤防	無名橋
2-1	202.41	203.41	205.55	2.14		紅石左岸七號堤防	205.56	2.15		紅石右岸五號堤防	
3	203.00	204.00	204.36	0.36		紅石左岸七號堤防	204.32	0.32		紅石右岸五號堤防	
4	204.61	205.61	205.79	0.18		紅石左岸七號堤防	205.70	0.09		紅石右岸五號堤防	
5	206.70	207.70	208.11	0.41		紅石左岸七號堤防	208.15	0.45		紅石右岸五號堤防	
6	209.50	210.50	211.06	0.56		紅石左岸七號堤防	211.03	0.53		紅石右岸五號堤防	
7	211.34	212.34	213.27	0.93		紅石左岸六號堤防	213.30	0.96		紅石右岸五號堤防	
8	214.12	215.12	215.84	0.72		紅石左岸六號堤防	215.14	0.02		紅石右岸五號堤防	
9	214.51	215.51	219.45	3.94		紅石左岸六號堤防	216.76	1.25		紅石右岸五號堤防	山電橋
9-1	215.94	216.94	219.43	2.49		紅石左岸五號堤防	219.44	2.50		紅石右岸四號堤防	
10	217.58	218.58	219.49	0.91		紅石左岸五號堤防	218.48	-0.10	☆	紅石右岸四號堤防	
11	221.47	222.47	222.08	-0.39	☆	紅石左岸五號堤防	222.10	-0.37	☆	紅石右岸四號堤防	民安橋
11-2	221.84	222.84	221.98	-0.86	☆	紅石左岸四號堤防	222.05	-0.79	☆	紅石右岸三號堤防	
11-1	222.40	223.40	223.31	-0.09	☆	紅石左岸四號堤防	223.32	-0.08	☆	紅石右岸三號堤防	
12	224.53	225.53	225.00	-0.53	☆	紅石左岸四號堤防	225.06	-0.47	☆	紅石右岸三號堤防	
12-1	224.94	225.94	225.20	-0.75	☆	紅石左岸三號堤防	226.23	0.29		紅石右岸三號堤防	
13	227.76	228.76	227.71	-1.05	☆	紅石左岸三號堤防	227.39	-1.37	☆	紅石右岸三號堤防	
13-1	229.54	230.54	230.00	-0.54	☆	紅石左岸三號堤防	229.73	-0.81	☆	紅石右岸三號堤防	
14	230.15	231.15	230.63	-0.52	☆	紅石左岸三號堤防	229.96	-1.19	☆	紅石右岸三號堤防	
14-1	230.73	231.73	232.43	0.70		紅石左岸三號堤防	232.46	0.73		紅石右岸三號堤防	
15	233.74	234.74	235.20	0.46		紅石左岸三號堤防	235.42	0.68		紅石右岸三號堤防	國泰橋
15-1	234.12	235.12	235.20	0.08		紅石左岸二號堤防	235.19	0.07		紅石右岸二號堤防	
16	236.27	237.27	236.35	-0.92	☆	紅石左岸二號堤防	236.09	-1.18	☆	紅石右岸二號堤防	
17	237.00	238.00	238.91	0.91		紅石左岸二號堤防	238.54	0.54		紅石右岸二號堤防	德福橋
17-2	236.99	237.99	238.97	0.98		紅石左岸一號堤防	238.70	0.71		紅石右岸一號堤防	
17-1	239.13	240.13	239.27	-0.86	☆	紅石左岸一號堤防	239.28	-0.85	☆	紅石右岸一號堤防	
18	240.78	241.78	241.41	-0.37	☆	紅石左岸一號堤防	241.19	-0.59	☆	紅石右岸一號堤防	
18-1	241.53	242.53	242.60	0.07		榮橋堤防	242.71	0.18		榮橋堤防	
19	243.84	244.84	244.87	0.03		榮橋堤防	245.74	0.90		榮橋堤防	鐵路橋
19-1	244.39	245.39	246.46	1.07		榮橋堤防	246.11	0.72		榮橋堤防	
20	244.11	245.11	248.39	3.28		榮橋堤防	248.37	3.26		榮橋堤防	榮橋
20-1	244.62	245.62	248.26	2.64		榮橋堤防	248.27	2.65		榮橋堤防	
支流-楠溪											
1	242.06	243.06	241.65	-1.41	☆	楠溪堤防	242.61	-0.45	☆	楠溪堤防	
2	244.00	245.00	245.30	0.30		楠溪堤防	245.30	0.29		楠溪堤防	無名橋
2-1	244.60	245.60	245.34	-0.26	☆	楠溪堤防	245.52	-0.08	☆	楠溪堤防	
3	246.31	247.31	249.21	1.90		楠溪堤防	248.72	1.41		楠溪堤防	鐵路橋
3-1	246.72	247.72	249.10	1.38		楠溪堤防	248.75	1.03		楠溪堤防	
4	247.08	248.08	249.26	1.18		楠溪堤防	249.18	1.10		楠溪堤防	德高橋
4-1	247.42	248.42	249.93	1.51		楠溪堤防	249.94	1.52		楠溪堤防	

表 7-2 紅石溪現況橋梁通洪斷面分析成果表

主支流	橋樑名稱	權責單位	斷面號	計畫河寬(m)	(1)計畫洪水位(m)	橋梁概況				(2)-(1)出水高(m)	出水高度不足1.0m	梁底低於計畫洪水位	長度不足
						長度(m)	橋寬(m)	橋墩寬(m)	(2)橋底高(m)				
主流紅石溪	榮橋	交通部公路總局	20	25.00	244.62	36.34	13.12	1*1.34	246.95	2.33			
	鐵路橋	交通部台灣鐵路管理局	19	25.00	244.39	36.98	5.80	2*1.5	245.07	0.68	☆		
	德福橋	台東縣政府	17	30.00	237.00	15.68	6.05	無落墩	237.46	0.46	☆		☆
	國泰橋	台東縣政府	15	30.00	234.12	24.03	5.69	1*0.7	234.11	-0.01	☆	☆	☆
	民安橋	台東縣政府	11	30.00	221.84	28.08	12.95	1*1.0	220.74	-1.10	☆	☆	☆
	山電橋	台東縣政府	9	47.00	215.94	50.00	8.49	1*1.5	217.62	1.68			
	無名橋	台東縣政府	2	50.00	202.41	42.86	7.03	無落墩	203.42	1.01			☆
支流楠溪	德高橋	交通部公路總局	4	20.00	247.42	35.64	15.35	1*1.25	248.70	1.28			
	鐵路橋	交通部台灣鐵路管理局	3	20.00	246.72	39.89	5.63	1*1.15	247.28	0.56	☆		
	無名橋	台東縣政府	2	20.00	244.60	8.00	5.00	無落墩	244.93	0.33	☆		☆

四、改善措施研擬

由水理計算成果判斷，目前部分計畫河段部分防洪構造物有堤頂高程不足之情況，而跨河構造物則有橋長不足及梁底高程不足之情形，初步研擬改善措施說明如後：

(一) 防洪構造物改善措施

1、 主流紅石溪

由表 7-1 可知，紅石溪在斷面 10~18 皆有堤高不足的現象，初步建議於前述各斷面加高現有堤防至計畫堤頂高，並順接上下游現況堤防。

2、 支流楠溪

由表 7-1 可知，楠溪在斷面 1 及斷面 2-1 有堤高不足的現象，初步建議由匯入紅石溪處以計畫堤頂高程加高現有堤防，往上游延伸至 2 號斷面處順接現有堤防。

(二) 跨河構造物改善措施

1、 主流紅石溪

初步建議德福橋、國泰橋、民安橋須提高現有梁底高程至 17、15 及 11 號斷面之計畫堤頂高且橋長須分別加長至 30 公尺，無名橋須加長橋長至 50 公尺。

2、 支流楠溪

初步建議無名橋以橋長 20 公尺進行加長改建，鐵路橋則須提高現有梁底高程至 3 號斷面之計畫堤頂高。

第捌章　綜合治水對策方案研擬

一、綜合治水對策探討

綜合治水方案不只包括傳統的防洪工程結構物，同時必須考量洪災預警及防災演練等非工程措施來降低極端氣候所造成之損失，並應將環境保護與生態保育等因素納入考慮，因地制宜，確保自然資源之永續利用。

目前紅石溪治理規劃河段兩岸皆已設置防洪構造物，由第參章計畫區範圍洪災事調查結果可知，歷年來所發生之淹水事件大多由於雨量過大洪水漫過堤防所致。本計畫將依據水文水理分析及土地權屬調查成果擬定河道治理計畫，相關防洪構造物以 25 年重現期為保護標準進行規劃，同時將研擬相關洪災預警及防災避險措施以因應超過保護標準之洪水事件。另外，紅石溪在平日主要收集計畫區內農田之灌溉排水，河道內常年水流不斷，部分河段岸側亦設有自行車步道，因此在環境營造部分將針對計畫河段生態保育兼具休閒遊憩功能詳加探討。

二、綜合治水原則及目標

(一) 綜合治水原則

1、 考慮生態：應符合生態保育理念，因地制宜，降低對環境之衝擊。

2、 綜合治水：在安全標準下，結合流域上、中、下游整體治理。

3、 配合景觀：融合當地景觀、環境及構造物，避免造成視覺障 礙。

4、 結合地方特色：結合當地文化背景及觀光特色，營造具地方 特性之環境。

(二) 改善目標

減輕計畫區淹水災害、維護生態環境、提升生活環境品質、確保自然資源之永續利用。

三、綜合治水對策及相關治理措施

依據前述綜合治水原則，本計畫綜合治水對策將同時採用工程與非工程措施，相關治理措施分述如後：

(一) 工程措施

1、 集水區治理

由第貳章可知，本計畫流域內共有四條土石流潛勢溪流，其中位於崁頂村的 DF013、DF017 及 DF019 等三條屬高處理順序，而位於德高里的 DF021 則屬中處理順序。目前水土保持局臺東分局已完成前述各潛勢溪流的調查工作，並規劃以下水土保持處理措施：

(1) 東縣 DF017：河道淤積嚴重，建議增設防砂工程。

(2) 東縣 DF021：現河道尚淤積大量土石，但經水土保持局整體治理規劃後，已漸趨穩定狀態。

(3) 東縣 DF018：中游河段常有洪害，建議施作相關工程保護農地。上游寺廟建築緊鄰河道，建議主管機關應了解有無違規情形，並輔導其加強水保設施，以防坡地災害發生。

(4) 東縣 DF013：河道現況穩定，但下游鐵路處河道縮減嚴重，建議於中游處設置沉砂區，減少下游淤積。

2、 河道治理

由第柒章現有防洪及跨河構造物功能檢討結果顯示，在支流楠溪部分，計畫河段除匯入紅石溪處之斷面有堤高不足的情形外，其於河段的現有防洪構造物堤頂高程

均滿足計畫需求。另外，在主流紅石溪部分，現在防洪構造物在斷面 3~4、斷面 10~18-1 等河段之現有防洪構造物亦有堤頂高程不足之情形。

本計畫治理規劃河段之防洪構造物，經水理檢討後若有堤頂高程不足時以堤頂加設防洪牆的方式進行改善，若現況河道寬度小於計畫河寬時，建議將現有堤防或護岸進行改建。另外，而跨河構造物的部分包括楠溪的無名橋及紅石溪的德福橋、國泰橋與民安橋等四座橋梁需進行改建。

3、 環境營造

河川整治需兼顧區域內的排水灌溉、生態保護、休閒遊憩功能等，藉由規劃的過程發展該地區水域環境永續經營的願景，將水域空間由邊緣化的角色轉為空間的主軸，串連周邊景觀特色、人文歷史、生態環境等營造多樣化的風貌。本計畫將蒐集計畫區及鄰近地區洪患頻率及生態資料後，並進行實地田野調查工作，以了解計畫區內生物資源的分布狀況及與過去文獻所載之改變，透過簡易的規劃手段而達到溪流可親性、安全性與生物多樣的目標，相關環境營造規劃詳第玖章。

(二) 非工程措施

近年來極端氣候發生的頻率及強度有增加的趨勢（全國治水會議，民國 98 年），因此本計畫以災害預報、預警及應變與土地使用管理等非工程措施來降低或避免計畫區內發生超過保護標準的颱洪事件時的損失。茲將相關措施說明如後：

1、 災害預報

(1) 主管機關應利用中央氣象局網站隨時掌握最新颱風

或豪雨之氣象動態，並與其保持動態聯繫，透過連線取得雨量資料與氣象衛星雲圖等氣象資訊，進行監控。

(2) 紅石溪上游流域有水土保持局建立之土石流潛勢溪流基本資料，建議長期蒐集與調查以作為本計畫流域災害警戒基準值之參考。

(3) 相關防救災單位加強雨量監測之研究與警報系統之開發，藉由歷次預報警報之發布與各項措施之研擬，提昇預報、警報發布時機之準確性。

2、 災害預警

(1) 當中央氣象局發布颱風警報或豪雨特報後，相關單位應成立災害應變小組或災害應變中心，隨時注意氣象資訊，同時依據其所提供之降雨預報及本計畫區歷年洪災事件資料（詳第參章），迅速分析研判災害發生之可能性與影響範圍。

(2) 本計畫流域河道保護標準為 25 年重現期，相對應的 24 小時降雨量約為 587mm，48 小時降雨量約為 813mm，若氣象預報降雨可能超過前述雨量時，應迅速運用村里鄰長、警義消人力及巡邏車、廣播車傳遞災害預報消息，於災害發生前將相關資訊傳達至民眾、村里鄰社區住戶、以利迅速採取防範措施，降低人員傷亡及財物損失。

3、 災害應變

若本計畫區內經研判有疏散居民的必要時，相關避難路線及避難場所可依據台東縣政府 98 年 4 月完成「台東縣水災危險潛勢地區保全計畫」，其參考近 3 年重大淹水

地區調查表，針對淹水嚴重地區、村落聚集處、重要保護標的或歷年有實際執行水災疏散避難之區域劃定水災危險潛勢地區，製作地區防災地圖。紅石溪流域內關山鎮各里防災保全區域概況如表 8-1，疏散避難路線如圖 8-1 所示。

表 8-1　紅石溪流域內防災保全區域概況

里別	水災危險潛勢區	主要避難場所	保全戶數	避難路線	保全區域概況
德高里	5、18、8、9、23 鄰	德高里活動中心	189 戶	由台 9 線省道轉德高里聯外道路前往避難場所	此區域地勢較低窪，且關山大排有溢淹之危險。保全區及附近有德高國小，其週邊聚落密集。
豐泉里	7、8 鄰	豐泉里活動中心	45 戶	由台 9 線省道轉豐泉里聯外道路前往避難場所	此區域地勢較低窪，且紅石溪有溢淹之危險。保全區及附近有慈濟醫院關山分院、公路局第五工務段辦公室等。
中福里	—	中福里活動中心	—	由台 9 線省道轉中福里聯外道路前往避難場所	此區域地勢較低窪，且紅石溪有溢淹之危險。保全區及附近有關山國小、關山工商、關山鎮公所、台電關山服務所、水利工作站、自來水給水站、衛生所、老人會館、天主堂、天后宮等機關學校及公共設施。
里壟里	3、20、21 鄰	里壟里活動中心	35 戶	由里內的民權路、學東路前往避難場所	此區域地勢較低窪，且里壟排水有溢淹之危險。保全區及附近有關山火車站、鐵路警察局、關山鎮代表會、關山國中、圖書館等機關學校及公共設施。

資料來源：台東縣水災危險潛勢地區保全計畫，台東縣政府，民國 98 年。

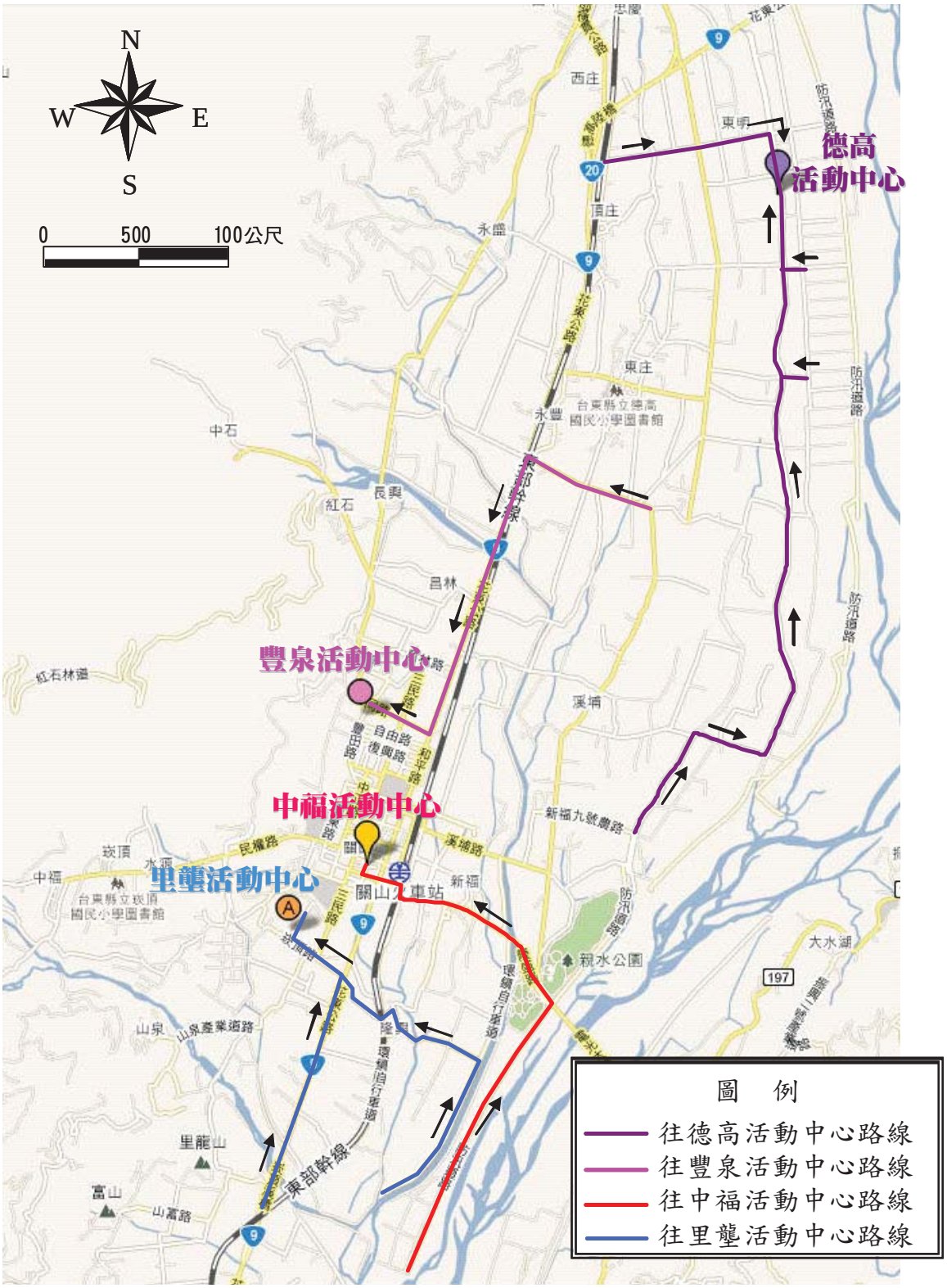


圖 8-1 紅石溪流域疏散避難路線圖

4、 土地使用管理

目前本計畫區尚未劃設都市計畫及區域計畫，未來相關計畫應與本計畫密切配合，水患區土地利用之基本原則一為可確保行水區水流之暢通，另一為不與水爭地，並管制土地之合理利用，以降低水患引起之災情。

第玖章　環境營造規劃

一、目標與規劃原則

河川整治需兼顧區域內的排水灌溉、生態保護、休閒遊憩功能等，藉由規劃的過程發展該地區水域環境永續經營的願景，將水域空間由邊緣化的角色轉為空間的主軸，串連周邊景觀特色、人文歷史、生態環境等營造多樣化的風貌。

本計畫蒐集計畫區及鄰近地區洪患頻率及生態資料後，並進行實地田野調查工作，以了解計畫區內生物資源的分布狀況及與過去文獻所載之改變，透過簡易的規劃手段而達到溪流可親性、安全性與生物多樣的目標。因此規劃如下：

(一) 生態保育：依據生態與棲地田野調查結果，在紅石溪與楠溪匯流口上游小支流有發現稀有的特有種魚類-菊池氏細鯽，此魚種目前僅發現在台北、宜蘭、花蓮及台東的池塘、湖泊、溝渠及平緩的溪流，因此未來紅石溪的水域生物，可以菊池氏細鯽列為保育及復育的目標物種對象。另一種俗稱「牛屎鯽」的台灣石鮒在紅石溪下游紅鐵橋及周邊農田灌溉溝渠有較多的族群，此魚種的俗名與常在紅石溪活動的水牛可互相呼映，而其繁殖時會將卵注入二枚貝中如石蚌進行共生，此可做為水域生態解說教育的題材。而在下游河床而草生地常見珍貴稀有的保育類鳥種-環頸雉出沒，此為台東地區農耕地常見的景象，在台灣西部平原區域卻屬罕見。因此環頸雉及其草生地與灌叢的棲地型態可為紅石溪集水區的保全對象。而依據田野調查初步成果，可依資源的分佈、水文狀況及周邊土地利用型態等影響因子將紅石溪河段分為現況河道保育區、遊憩區及自然觀察區等（圖 9-1）。現況河道保育區設置在國泰橋上游河段，此河段主要保育對象為稀特有種魚類-菊池氏細鯽；遊憩區則劃設在國泰橋下游至山電橋間，此河段

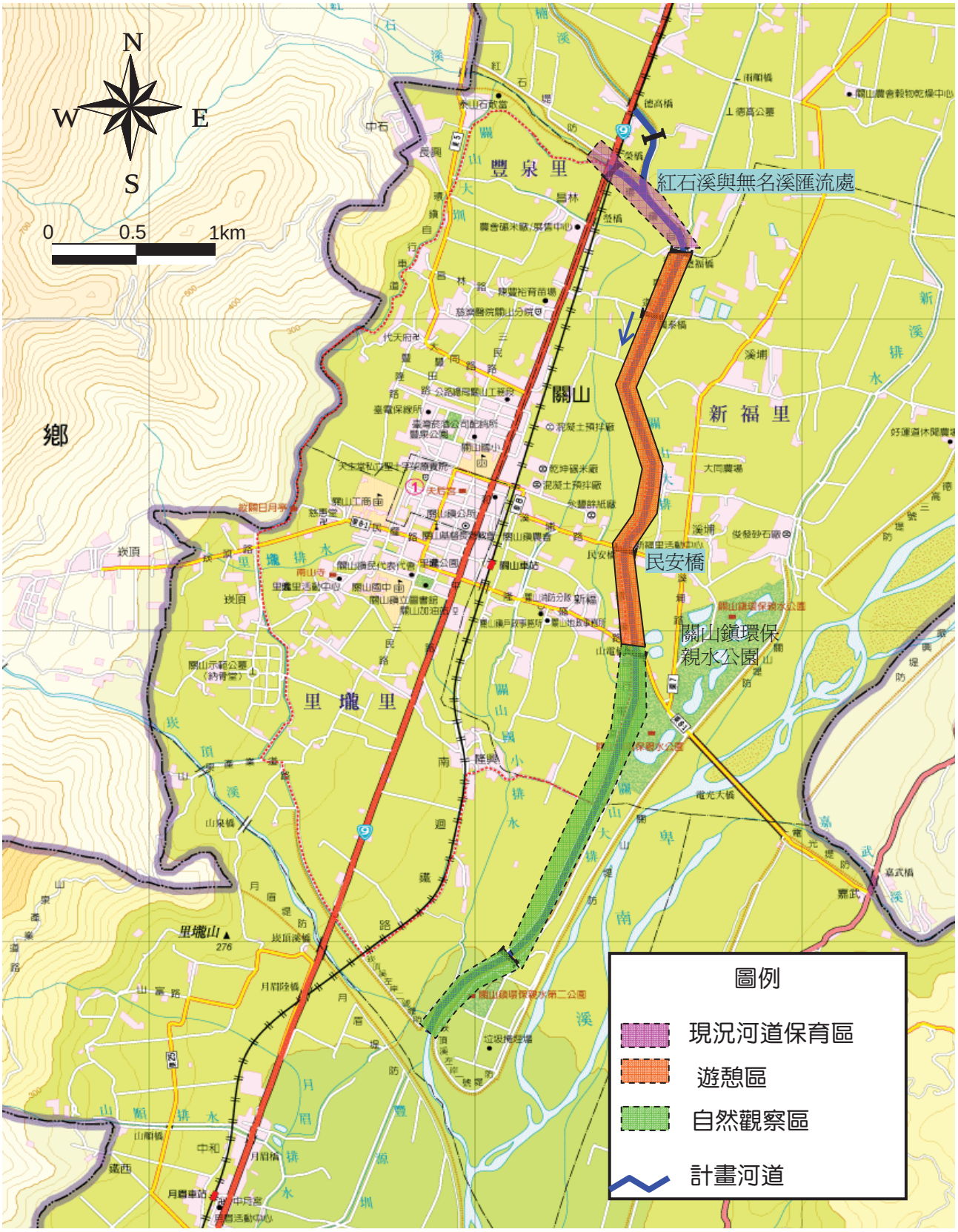


圖 9-1 卑南溪支流紅石溪環境營造規劃分區圖

近關山鎮鬧區，有較多農莊、民宿及公共設施。此河段與自行車道高程落差較小，行水區較平緩，低灘地腹地較寬廣；自然觀察區則設在山電橋下游至與崁頂溪匯流河段，此河段左岸有關山環保親水公園，草生地灌叢常見環頸雉出沒，冬季則可觀看冬候鳥，於賞鳥屋中並有解說設施。而在紅石溪河道及豐源圳等農田水路則可觀察台灣石鮒等魚種。

菊池氏細鯽

台灣石鮒

二枚貝(石蚌)

環頸雉

(二) 遊憩發展：目前在紅石溪周圍的遊憩活動以騎乘自行車及賞鳥活動為主，前者為關山當地主要的遊憩型態，因此花東縱谷風景區管理處有規劃自行車專用道環繞關山鎮；後者則集中在秋、冬候鳥季(約 10 月至翌年 2 月)於環保公園水池旁，公園內並設有賞鳥屋及解說設施。而紅石溪或因水體濁度過

高、或無適當引導及設施配合，因此罕見垂釣、戲水等鄉村型態水域休閒活動產生。為使紅石溪除發揮灌溉給水、防洪排水與水域生物棲地的功能外，透過利用水質自然淨化與遊憩動線的規劃引導，於安全無虞下，提供當地居民或遊客玩水、戲水的空間。而為提高戲水的安全性及方便性，擬於河道邊嵌入塊石提供戲水遊客歇坐。

(三) 景觀及綠美化：河川的景觀美質在於自然的野性與藍帶的曲線美感，這些都是自然雕琢的痕跡，且隨降雨、水量及季節、生物如水鳥的出沒會有所改變，因此在因應遊憩及安全需求而需增添人工設施外，其餘區域應維持其原始自然樣貌。而人工設施物的材質則以原木、石材等天然材質優先考量。就植生而言，紅石溪行水區內的植物多為自生型草本植物，如香蒲、巴拉草、狗牙根、野稗、木賊、斷節莎、磚子苗等。在外圍自行車道沿線則栽種小葉欖仁、欖仁、豔紫荊、鳳凰木等樹種，帶有地方特色的鄉土植物如茄冬、芒果樹、楝樹等較為少見。

(四) 交通及公共設施：紅石溪因地處台東關山鎮，對外交通主要依賴省道台九線及台鐵，大眾運輸系統不發達，鎮民主賴摩拖車與小客車。而觀光客來此遊玩，主要以自行車代步，尤其強調節能減碳的當時，短距離騎乘腳踏車已蔚為風潮。加上火車及客運有託運腳踏車的服務，因此在關山鎮騎乘自行車的遊客比例甚高。環鎮自行車道全長約 12 公里，沿紅石溪段約 5 公里。沿岸的公共設施包括花東縱谷風管處設置的導覽地圖、花架、木作平台、座椅、自行車架、護欄等。交通對汛期搶修及遊憩尤其重要，目前圍繞紅石溪的山電橋上游右岸道路僅開放自行車及當地農車通行；山電橋下游則有防汛道路開放一般車輛通行。

(五) 防洪水利設施近自然工法：基於防洪的必要性而須設置水利設施，應考量其設置是否會阻絕水域生物的遷徙、是否會減少微棲地的多樣性而降低生物物種的歧異度等，因此設置位置、量體大小與材料形式等均須依生態調查結果進一步考量。在紅石溪兩岸幾乎均有護岸及堤防等防洪設施，部分河段有消波塊保護堤岸。惟早期防洪工程以工程結構安全為優先考量，因此邊坡及基腳則未納入生態微棲地的考量，為本規劃可補充加強之處。

(六) 民意徵詢及溝通：河川規劃以防洪、生態保育、遊憩景觀等各面向的權重均與當地居民息息相關，本計畫相關環境營造原則將同時納入關山鎮公所 98 年度所辦理之「關山鎮紅石溪水岸景觀改善計畫」之成果，包括：

1.採木棧步道，於適當地點設置可到達紅石溪攤地之階梯步道，以增加步道之親水性。

2.適度導入生態性設施，營造河川物種棲地多孔隙環境，積極引入原本已消失之物種，以豐富基地生態特色。

俾使相關環境營造成果可以得到最大效益，同時有助於後續計畫的推動與設施的維護管理。

二、環境營造課題研析

在溪流環境營造之最大課題莫過於其環境屬不穩定的棲地，易受降雨量多寡改變而影響棲地或微棲地，經訪查紅石溪附近居民表示，紅石溪於民國 98 年八八水災前水質尚稱清澈，於水災後，水體至今仍呈現混濁。再者，河川被賦予防洪排水的功能，因此水利法規對環境營造的規模大小、植栽大小及構造物等皆有諸多限制，此亦為進行河川環境營造時不可避免的另一重要課題。

(一) 相關法令與計畫研析

有關河川環境營造的相關法規包括：「辦理河川區域內施設構造物應行注意事項」（88.10.7）、「河川區域內申請施設休閒遊憩使用審核要點」（93.7.28）中「第三條 申請使用範圍之寬度總計不得大於該河川之河川區域寬度之三分之一」、「第四條 ……，所設人工渠道經常水深不得高於三十公分」。

「河川區域種植規定」（99.3.5）等。其中「辦理河川區域內施設構造物應行注意事項」第三條：公園、遊樂或運動

場所，僅准就地整平使用，並不得施設固定建造物及種植高莖植物。「河川區域種植規定」有關植栽位置、種類及尺寸大小皆有詳細規定

「河川管理辦法」（96.1.17）「第五十條 申請作為休閒遊憩兼具本法第七十八條之一規定二種以上許可使用事項者，以下列為限：

一、賽車運動場、自行車道、漆彈場。

二、高爾夫球練習場。

三、超輕型飛行機具起降場。

四、球類或其他運動場。

五、親水場地。

前項許可事項之設施超過五十公分以上者，以可拆卸式之臨時性設施為限，申請使用人應負責其使用範圍內之維護管理工作，並納入其使用計畫書中，其內容包括下列事項：

一、使用私有土地之土地所有人、合法使用權人同意書或公有土地管理機關准許使用證明文件。

二、目的事業主管機關同意文件。

三、使用管理計畫，應載明下列事項：

(一)依使用範圍河川高低水治理施設所為排洪功能影響評估。

(二)原有地上物處理措施。

(三)設施布置、分區及使用動線與頻率預估。

(四)聯外道路、衛生設備等其他配套措施。

(五)安全防護及夜間使用之加強管制措施。

(六)維護管理措施與編組。

(七)籌設及營運使用預定時間表。

(八)協助河川管理事項。

四、汛期應變計畫，應載明下列事項：

(一)警告、警報系統建立及緊急疏散措施。

(二)區間封閉管制措施。

(三)防汛器材整備。

(四)非固定設施之拆遷暫置。

(五)應變任務編組。

依環境影響評估法需辦理環境影響評估者，於開工前應檢附有關書圖文件及該管環境主管機關同意文件報經河川管理機關同意後發給使用許可書。」

(二) 發展潛力與限制

依據紅石溪歷史資料及環境現況進行 SWOT 分析，以定位紅石溪規劃方向及發展的可能性。依目前田野調查結果顯示：紅石溪集水區的遊憩型態主要為騎乘自行車與偏向自然生態旅遊的活動，這些活動所產生的污染甚低，對紅石溪的影響甚小。因此可將上述的遊憩活動導入紅石溪，活動內容可包括垂釣、戲水、自然觀察等。惟目前紅石溪水體自去年八八水災後至今含砂量高而仍呈混濁狀態，此對水域生物復育及親水活動皆為限制因子。此須從源頭治本的方式加以解決。

SWOT 分析

1、 優勢（Strength）

紅石溪計畫區於地理區位、生態景觀與遊憩資源的優勢分析如下：

(1) 計畫區位在關山環保親水公園旁，距關山火車站為步行可及範圍，且有自行車道沿部分溪段而行，此對遊憩推廣為有利因子。

(2) 紅石溪為卑南溪支流，兩岸土地利用型態主要為稻田及公園綠地，水質汙染情形較輕微，雖有人工護岸，但低灘地地被植物覆蓋度高，空間尺度仍與自然景觀相融合。

(3) 紅石溪及旁邊灌溉溝渠水域生態有發現稀特有的菊池氏細鯽及台灣石鮒原生魚種，下游草生地則常見珍貴稀有特有鳥種環頸雉在活動，因此在自然生態上仍保有花東地區平原地帶的特色。

2、 劣勢（Weakness）

(1) 自八八水災後，紅石溪水體變得相當混濁，此不利水域生物生存及親水活動。

(2) 紅石溪為河川區域，在土地利用、設施佈設與植栽上有諸多法令限制，包括「河川區域種植規定」、「河川管理辦法」等。

(3) 計畫區地處偏遠，遊客多集中在假日，人潮不易分散於平常日，對環境負荷較大。

3、 機會（Opportunity）

(1) 紅石溪旁有關山鎮熱門的自行車車道，假日有相當多騎乘自行車的遊客，對於紅石溪觀光遊憩的推展奠定利基。

(2) 結合附近既有的觀光資源如環保公園、農莊等，可將紅石溪發展為生態及遊憩並重的溪流。

(3) 藉由生態保育、低耗能無污染交通工具（自行車）等健康無毒有機觀念的推廣，使關山地區稻米等農作朝自然農法耕作更形普遍，創造從食、衣、住、行、育、樂等一應俱全的自然生態聚落。

(4) 將關山自然農法與生態保育、綠色節能結合的成功模式，推廣至台灣其他有相同條件的鄉村，以改善農村經濟與維護自然純樸的田野景觀。

4、 威脅（Threat）

(1) 紅石溪行水區經常有群水牛活動，對於親水活動為潛在的安全威脅。

(2) 計畫區屬溪流型態，暴雨時行水區內的地形地貌容易改變，對於人工營造環境或設施為潛在威脅。

(3) 紅石溪水源均來自卑南溪，在卑南溪水體含砂量及濁度持續過高情形下，水域生物將面臨逐漸消失的生存威脅。

綜合以上 SWOT 分析，吾人應善用紅石溪在地理環境與鄰近地區資源的優勢，將水體濁度降低，將水牛群規劃在下游活動，經過簡易的環境營造復育過程，則可強化休閒遊憩與生態保育的深度。

三、治理河段生態調查與評析

(一) 環境概述

計畫區紅石溪位處台東縣關山鎮，全區位在海拔 250 公尺以下，附近地勢平坦，往西可接台 9 線花東公路及南迴鐵路，東鄰卑南溪，紅石溪未端則注入崁頂溪。計畫區附近屬於為人干擾頻繁的區域，土地利用型式以農地居多，多以水田種植水稻為主，亦有少部分旱田以種植蔬菜為主，而部分區域則零星散布有農村聚落或建築物，為農村型式的開發區域。紅石溪流域有人為放養牛群，主要分布在灘地上取食灘地上的草生植物，屬於難得見到的農村景觀。

(二) 調查範圍及日期

針對陸域維管束植物、陸域動物（鳥類、爬蟲類、兩棲類）及水域生物（魚類、蝦蟹螺貝類、水生昆蟲、浮游動植物及附著藻)等項目進行調查。水陸域生態調查範圍為紅石溪與楠溪匯流口、民安橋、關山鎮環保親水公園下游共 3 測站，各測站沿線 300 公尺範圍內，調查時間為 99 年 5 月 3~6 日完成。

(三) 調查方法

陸域生態調查範圍、方法內容及報告撰寫係依據行政院環保署公告之『動物生態評估技術規範』（92.12.29 環保署綜字第 0920094979 號公告（與『植物生態評估技術規範』（91.3.28 環署綜字第 0910020491 號公告）進行生物資源調查。

1、 植物

(1) 調查方式

於選定調查範圍（計畫區周圍 300 公尺內）沿可及路徑進行維管束植物種類調查，包含原生、特有、歸化及栽種之種類。如發現稀有植物或在生態上、商業上、歷史上（如大樹）、美學上、科學與教育上具特殊價值的植物時，則標示其分布位置，並說明其重要性。大樹（胸徑 DBH≧80cm 或胸圍≧250cm）部份，以 GPS 於地圖上將標示其分布外，並量測其胸徑、胸圍及拍照。

(2) 鑑定及名錄製作

植物名稱及名錄主要依據『Flora of Taiwan』（Huang et al., 1997-2003）為主。稀特有植物之認定

則配合『植物生態評估技術規範』中所附之台灣地區植物稀特有植物名錄。

(3) 樣區設置

於測站範圍內之草生地，設置 1×1 平方公尺之草生地樣區各 10 個，記錄物種名及其覆蓋度。

2、 動物

(1) 鳥類

鳥類調查以穿越線調查法為主，記錄目擊與聽見之鳥類的種類與數量。調查時以 Nikon 8×30 雙筒望遠鏡進行觀察，除直接目擊外，鳥鳴辨識或是路死個體亦列入記錄。由於不同鳥類有其特定的活動時間，為避免遺漏所有可能物種，調查時段將區分成白天及夜間等兩時段，白天為清晨六點之後開始調查，夜間則為太陽下山後一小時開始調查。

(2) 兩棲爬蟲類

在各樣區範圍內以逢機漫步的方式，輔以徒手翻尋捕捉、排水溝觀察及叫聲辨識調查兩生爬蟲類。而為了調查安全起見，每次都由兩個固定調查員進行調查工作。調查時段將區分成白天及夜間等兩時段，白天為清晨六點之後開始調查，夜間則為太陽下山後一小時開始調查。

調查過程中訪談鄰近區之農民或住戶，配合圖片說明，詢問最近半年內曾出現之兩生爬類動物。而由於一般民眾對於赤尾青竹絲、眼鏡蛇、雨傘節、龜殼花、臭青公、南蛇、錦蛇、青蛇等物種的辨識度較高，因此訪談採信的部份將以民眾辨識度較高的物種為主。

(3) 魚類

魚類主要利用誘捕法及手拋網法進行調查。魚類誘捕法是在各水域樣站施放 5 個蝦籠（口徑 12cm），以混合魚餌、炒熟狗食等進行誘引，置放隔夜後收集籠中獲物，共置放 3 天 2 夜，捕獲魚類經鑑定後原地釋回。手拋網選擇河岸底質較硬以及可站立之石塊上下網，每樣站選擇 3 個點，每點投擲 3 網。

(4) 底棲生物（蝦蟹類、水棲昆蟲及螺貝類）

蝦蟹類主要利用誘捕法進行調查。誘捕法是在各水域樣站施放 5 個蝦籠（口徑 12cm），以混合魚餌、炒熟狗食等進行誘引，置放隔夜後收集籠中獲物，共置放 3 天 2 夜，捕獲蝦蟹類經鑑定後原地釋回。

水棲昆蟲採集係在沿岸水深 50 公分內，以蘇伯氏採集網（Surber net sampler），在河中的各種流況下採 3 網。水質較深或水質過於混濁，則以手抄網於濱水植物區進行撈捕，撈捕總長度以 20 公尺為原則，但依現地濱水植物狀況作調整。較大型的水棲昆蟲以鑷子夾取，而較小型的水棲昆蟲則以毛筆沾水將其取出。採獲之水棲昆蟲先以 10%福馬林液固定，記錄採集地點與日期後，帶回實驗室鑑定分類。

螺貝類採集包含在水棲昆蟲網（50 cm × 50cm ×3 網）的範圍內可採者。若目視水棲昆蟲網旁邊（靠水岸的)有螺貝類，以 1 平方公尺為樣區進行採樣。

(5) 浮游生物

浮游性藻類樣品係以保特瓶取 2 公升水樣，靜置沈澱數分鐘，取上清液 1 公升（或視情況決定）直接裝瓶。本項採集避免於大雨後一週內進行。採集到的樣品以 3~5%之中性福馬林固定保存，再帶回實驗室

後以濾膜過濾，並置於烘箱內以 50℃烘 24 小時再製成玻片，進行鑑定分類。

(6) 附著性藻類

附著性藻類樣品係取水深 10cm 處之石頭，以細銅刷或毛刷刮取 10 cm ×10 cm 定面積上之藻類，之後打散、溶解、過濾。本項採集避免於大雨後一週內進行。採集到的樣品都以 3-5%之中性福馬林固定保存，再帶回實驗室鑑定分類。

(四) 調查結果與分析

1、 植物生態

(1) 植物種類及統計

調查共計發現植物 69 科 149 屬 175 種，其中草本植物有 73 種（佔 41.71%），喬木類植物有 61 種（佔 34.86%），灌木類有 28 種（佔 16%），藤本植物有 13 種（佔 7.43%）；在屬性方面，原生種有 93 種（佔 53.14%），特有種有 6 種（佔 3.43%），歸化種有 38 種(佔 21.71%)，栽培種有 38 種(佔 21.71%)。就物種而言，蕨類植物 6 科 6 屬 6 種、裸子植物 3 科 4 屬 4 種、雙子葉植物 50 科 109 屬 130 種，單子葉植物 10 科 30 屬 32 種（植物名錄見附錄八，物種歸隸特性統計詳見表 9-1）。

(2) 稀特有植物

調查中並無發現『環保署植物生態評估技術規範』訂定為瀕臨絕滅之植物，而特有種植物計有台灣肖楠、台東蘇鐵、台灣火刺木、水柳、台灣欒樹、桂竹等 6 種。

表 9-1　植物歸隸特性

歸隸特性		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	6	3	50	10	69
	屬數	6	4	109	30	149
	種數	9	4	130	32	175
生長習性	草本	9	0	38	26	73
	喬木	0	3	52	6	61
	灌木	0	1	27	0	28
	藤本	0	0	13	0	13
屬性	原生	9	2	71	11	93
	特有	0	2	3	1	6
	歸化	0	0	26	12	38
	栽培	0	0	30	8	38

(3)　草生樣區

於紅石溪與楠溪匯流口、民安橋、關山鎮環保親水公園下游共 3 測站，每測站分別設置 10 個草生樣區，其調查結果如下：

A、 紅石溪與楠溪匯流口

紅石溪與楠溪匯流口處地勢平坦，附近有牛群活動，因此濱溪植物顯得低矮，僅留下部分牛群不吃的小灌木如長穗木、密花苧麻等。樣區內以狗牙根較為優勢，相對覆蓋度為 85.4%，重要值指數為 109.79（詳見表 9-2）。

B、 民安橋

民安橋附近亦有牛群活動，因此濱溪植物顯得低矮，僅留下部分牛群不吃的植物如長穗木、頭花香苦草等。樣區內以狗牙根較為優勢，相對覆蓋度為 82.79%，重要值指數為 111.82（詳見表 9-3）。

表 9-2　紅石溪與楠溪匯流口草生樣區

植物名稱	相對頻度(%)	相對覆蓋度(%)	重要值指數
狗牙根	24.39	85.40	109.79
鴨跖草	9.76	6.65	16.41
頭花香苦草	12.20	2.39	14.58
大花咸豐草	12.20	2.08	14.27
紫花藿香薊	7.32	1.87	9.19
蠅翼草	2.44	0.31	2.75
克非亞草	7.32	0.26	7.58
小花蔓澤蘭	4.88	0.26	5.14
青葙	2.44	0.21	2.65
茵陳蒿	4.88	0.21	5.09
含羞草	4.88	0.21	5.09
加拿大蓬	4.88	0.10	4.98
黃鶴菜	2.44	0.05	2.49
總計	100.00	100.00	200.00

表 9-3　民安橋草生樣區

植物名稱	相對頻度(%)	相對覆蓋度(%)	重要值指數
狗牙根	29.03	82.79	111.82
小花蔓澤蘭	9.68	7.84	17.52
粉綠狐尾藻	9.68	3.77	13.45
大花咸豐草	16.13	3.05	19.18
布袋蓮	9.68	1.12	10.80
銀膠菊	6.45	0.92	7.37
鴨跖草	6.45	0.31	6.76
黃鶴菜	12.90	0.20	13.11
總計	100.00	100.00	200.00

C、 關山鎮環保親水公園下游

關山鎮環保親水公園下游處並無牛群活動，故此區的濱溪植物屬於高草的形態，物種種類並不多，主要是以巴拉草為主，其相對覆蓋度 96.2%，重要值指數為 155.02（詳見表 9-4）。

表 9-4 關山鎮環保親水公園下游草生樣區

植物名稱	相對頻度(%)	相對覆蓋度(%)	重要值指數
巴拉草	58.82	96.20	155.02
大花咸豐草	17.65	1.80	19.45
象草	5.88	1.00	6.88
粉綠狐尾藻	11.76	0.90	12.67
鴨跖草	5.88	0.10	5.98
總計	100.00	100.00	200.00

2、 陸域動物生態

(1) 鳥類

A、 種屬組成

調查共記錄鳥類 7 目 18 科 25 種 123 隻次，包括雨燕科的小雨燕；雁鴨科的花嘴鴨；八哥科的白尾八哥、家八哥；百靈科的小雲雀；伯勞科的紅尾伯勞；卷尾科的大卷尾；梅花雀科的斑文鳥；麻雀科的麻雀；燕科的家燕、洋燕；繡眼科的綠繡眼；鵯科的烏頭翁；鶺鴒科的白鶺鴒、黃鶺鴒；鳩鴿科的紅鳩；雉科的環頸雉；秧雞科的白腹秧雞、紅冠水雞、緋秧雞；彩鷸科的彩鷸；鷸科的磯鷸；鷺科的黃頭鷺、小白鷺、夜鷺等（如表 9-5）。

表 9-5　台東縣關山鎮紅石溪鳥類資源表

目名	科名	中名	學名	特化性	保育類	遷移性	紅石溪與楠溪匯流口	民安橋	關山鎮環保親水公園下游
雨燕目	雨燕科	小雨燕	*Apus affinis*			CR	8		
雁形目	雁鴨科	花嘴鴨	*Anas poecilorhyncha*			CW,RR			8
燕雀目	八哥科	白尾八哥	*Acridotheres javanicus*			CI	3	2	2
		家八哥	*Acridotheres tristis*			CI		2	
	百靈科	小雲雀	*Alauda gulgula*			CR			2
	伯勞科	紅尾伯勞	*Lanius cristatus*		III	CT,UW	1	1	1
	卷尾科	大卷尾	*Dicrurus macrocercus*	Es		CR		2	2
	梅花雀科	斑文鳥	*Lonchura punctulata*			CR			3
	麻雀科	麻雀	*Passer montanus*			CR	6	8	5
	燕科	家燕	*Hirundo rustica*			CS,RW		3	
		洋燕	*Hirundo tahitica*			CR		5	
	繡眼科	綠繡眼	*Zosterops japonicus*			CR		4	5
	鵯科	烏頭翁	*Pycnonotus taivanus*	E	II	CR	3	3	4
	鶺鴒科	白鶺鴒	*Motacilla alba*			CW,CR			2
		黃鶺鴒	*Motacilla flava*			CW			1
鴿形目	鳩鴿科	紅鳩	*Streptopelia tranquebarica*			CR	2	3	5
雞形目	雉科	環頸雉	*Phasianus colchicus*	Es	II	RR			2
鶴形目	秧雞科	白腹秧雞	*Amaurornis phoenicurus*			CR	1	1	2
		紅冠水雞	*Gallinula chloropus*			CR			2
		緋秧雞	*Porzana fusca*			CR			1
鸛形目	彩鷸科	彩鷸	*Rostratula benghalensis*		II	CS,RR		2	
	鷸科	磯鷸	*Actitis hypoleucos*			CW	2	2	4
	鷺科	黃頭鷺	*Bubulcus ibis*			CS,UW		2	3
		小白鷺	*Egretta garzetta*			CR		1	
		夜鷺	*Nycticorax nycticorax*			CR			2
7 目	18 科	25 種		3 種	4 種		26	41	56

註 1：「特化性」一欄「E」指台灣特有種；「Es」指台灣特有亞種。

註 2：「保育類」一欄「II」屬於珍貴稀有的二級保育類動物；「Ⅲ」屬於應予保育的三級保育類動物。保育類依據 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告。

註 3：「遷留性」一欄，英文代碼第 1 碼為豐度屬性(C：普遍；R：稀有；U：不普遍；L：局部分布)，第 2 碼為留候鳥屬性(R：留鳥；W：冬候鳥；S：夏候鳥；T：過境鳥；I：外來種)，以「；」隔開者為本物種兼具兩種屬性族群。屬性參考來源：台灣省野鳥學會網站 http://www.bird.org.tw/。

註 4：各分區欄位未特別註明之物種數量單位為「隻次」。

註 5：調查時間為 99 年 5 月 3～6 日。

B、 特化性物種

在特化性物種組成分析方面，記錄有特有種之烏頭翁及特有亞種之大卷尾、環頸雉等共 3 種，佔所有出現種類的 12.0%。

C、 保育類物種

保育類物種記錄有珍貴稀有（二級保育類）之烏頭翁、環頸雉、彩鷸；其他應予保育（三級保育類）之紅尾伯勞等共 4 種，保育類之物種數佔本季調查出現物種的 16.0%，數量方面則佔調查記錄總數量之 13.8%。

D、 優勢物種

數量較多的物種為麻雀與烏頭翁，分佔出現數量的 15.4%、8.1%。

E、 樣站概況

紅石溪與楠溪匯流口樣站調查結果共記錄鳥類 5 目 8 科 8 種 26 隻次，數量較多的物種為小雨燕，分佔出現數量的 30.8%；民安橋樣站調查結果，共記錄鳥類 4 目 12 科 15 種 41 隻次，數量較多的物種為麻雀與洋燕，分佔出現數量的 19.5%、12.2%；關山鎮環保親水公園下游樣站調查結果，共記錄鳥類 6 目 15 科 19 種 56 隻次，數量較多的物種為花嘴鴨，分佔出現數量的 14.3%。記錄之鳥種大多為一般平原農田及濱溪常見鳥類物種。

(2) 爬蟲類

A、 種屬組成

調查共記錄兩棲爬蟲類3目6科6種31隻次（表9-6），包括飛蜥科的斯文豪氏攀蜥；黃頷蛇科的細紋南蛇；鱉科的鱉；蟾蜍科的黑眶蟾蜍；赤蛙科的澤蛙；狹口蛙科的小雨蛙等。

表 9-6 台東縣關山鎮紅石溪兩棲爬蟲類資源表

目名	科名	中名	學名	特化性	保育類	紅石溪與楠溪匯流口	民安橋	關山鎮環保親水公園下游
有鱗目	飛蜥科	斯文豪氏攀蜥	*Japalura swinhonis*	E				1
	黃頷蛇科	細紋南蛇	*Ptyas korros*				1	1
龜鱉目	鱉科	鱉	*Pelodiscus sinensis*				1	
無尾目	蟾蜍科	黑眶蟾蜍	*Bufo melanostictus*			4	4	7
	赤蛙科	澤蛙	*Fejervarya limnocharis*			3	2	3
	狹口蛙科	小雨蛙	*Microhyla ornata*					4
3目	6科	6種		1種	0種	7	8	16

註1：「特化性」一欄「E」指台灣特有種。
註2：「保育類」一欄「II」屬於珍貴稀有的二級保育類動物；「Ⅲ」屬於應予保育的三級保育類動物。保育類依據98年3月4日農林務字第0981700180號公告。
註3：各分區欄位未特別註明之物種數量單位為「隻次」。
註4：調查時間為99年5月3~6日。

B、 特化性物種

在特化性物種組成分析方面，記錄有特有種之斯文豪氏攀蜥1種。

C、 保育類物種

調查期間未發現保育類物種。

D 優勢物種

數量較多的物種為黑眶蟾蜍、澤蛙與小雨蛙，分佔出現數量的48.4%、25.8%、12.9%。

E、 各樣站概況

紅石溪與楠溪匯流口樣站調查結果，共記錄兩棲爬蟲類 1 目 2 科 2 種 7 隻次，數量較多的物種為黑眶蟾蜍，分佔出現數量的 57.1%；民安橋樣站調查結果，共記錄兩棲爬蟲類 3 目 4 科 4 種 8 隻次，數量較多的物種為黑眶蟾蜍與澤蛙，分佔出現數量的 50.0%、25.0%；關山鎮環保親水公園下游樣站調查結果，共記錄兩棲爬蟲類 2 目 5 科 5 種 16 隻次，數量較多的物種為黑眶蟾蜍與小雨蛙，分佔出現數量的 43.8%、25.0%。

(3) 水域動物生態

A、 魚類

(a) 種屬組成

調查共記錄魚類 3 目 4 科 5 種 10 尾(表 9-7)，包括鯉科的菊池氏細鯽、革條田中鱊鮀；鰍科的泥鰍；鰻鱺科的鱸鰻；慈鯛科的吳郭魚等。

表 9-7 台東縣關山鎮紅石溪魚類資源表

目名	科名	中名	學名	特化性	保育類	紅石溪與楠溪匯流口	民安橋	關山鎮環保親水公園下游
鯉形目	鯉科	菊池氏細鯽 台灣石鮒	*Aphyocypris kikuchii* *Tanakia himantegus*	E		1		4
	鰍科	泥鰍	*Misgurnus anguillicaudatus*			2		
鰻鱺目	鰻鱺科	鱸鰻	*Anguilla marmorata*		II		1	
鱸形目	慈鯛科	吳郭魚	Cichlids					2
3 目	4 科	5 種		1 種	1 種	3	1	6

註 1：「特化性」一欄「E」指台灣特有種。

註 2：「保育類」一欄「II」屬於珍貴稀有的二級保育類動物。保育類依據 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告。

註 3：各分區欄位未特別註明之物種數量單位為「尾」。

註 4：調查時間為 99 年 5 月 3~6 日。

(b) 特化性物種

在特化性物種組成分析方面，記錄有特有種之菊池氏細鯽 1 種。

(c) 保育類物種

調查期間未發現保育類物種。

(d) 優勢物種

數量較多的物種為台灣石鮒與泥鰍，分佔出現數量的 40.0%、20.0%。

(e) 各樣站概況

紅石溪與楠溪匯流口樣站調查結果，共記錄魚類 1 目 2 科 2 種 3 尾，分別為菊池氏細鯽及泥鰍；民安橋樣站調查結果，僅訪問記錄魚類鱸鰻 1 種；關山鎮環保親水公園下游樣站調查結果，記錄魚類 2 目 2 科 2 種 6 尾，分別為革條田中鰟鮍及吳郭魚。據現地訪問，紅石溪自 88 水災之後，水質較為混濁，魚類族群數量已大不如前。

B、 底棲生物

(a) 種屬組成

調查結果共記錄蝦蟹類 1 種（拉氏清溪蟹）、螺貝類 2 種（福壽螺、小椎實螺）、水生昆蟲 3 種（紋石蛾、細蟌及搖蚊）（如表 9-8）。

(b) 特化性物種

調查期間未發現特化性物種。

表 9-8　台東縣關山鎮紅石溪底棲生物類資源表

目名	科名	中名	學名	特化性	保育類	紅石溪與楠溪匯流口	民安橋	關山鎮環保親水公園下游
十足目	溪蟹科	拉氏清溪蟹	*Candidiopotamon rathbunae*	E		3	2	
中腹足目	蘋果螺科	福壽螺	*Pomacea canaliculata*			2	3	2
基眼目	椎實螺科	小椎實螺	*Austropeplea ollula*			4	6	
毛翅目	網石蠶科	網蠶蛾	<GEN> sp. (Hydropsychidae)			2		
蜻蛉目	細蟌科	細蟌	<GEN> sp. (Coenagrionidae)			1		
雙翅目	搖蚊科	搖蚊	<GEN>sp. (Chironomidae)			8	5	2
6 目	6 科	6 種		1 種	0 種	20	16	4

註 1：各分區欄位未特別註明之物種數量單位為「隻」。
註 2：調查時間為 99 年 5 月 3～6 日。

(c)　保育類物種

調查期間未發現保育類物種。

(d)　優勢物種

調查期間記錄之底棲生物種類及數量均少，無明顯優勢物種。

(e)　各樣站概況

紅石溪與楠溪匯流口樣站調查結果，記錄 6 種底棲生物，為調查樣站中記錄最多物種的樣站；民安橋樣站調查結果，記錄 4 種底棲生物；關山鎮環保親水公園下游樣站調查結果，記錄 2 種底棲生物，為調查樣站中記錄最少物種的樣站。由於目前紅石溪水質較為混濁，影響了水中浮游植物及附著性藻類之光合作用及生存，間接影響取食藻類等生物族群，調查結果顯示目前紅石溪底棲生物資源較為貧乏。

C、 浮游植物

浮游植物分別於紅石溪與楠溪匯流口（上游樣站）、民安橋（中游樣站）及關山鎮環保親水公園下游（下游樣站）進行採樣，共記錄浮游植物 4 門 25 屬 35 種，記錄的種類以綠藻門與矽藻門居多，分別個為 15 種；而數量上其浮游植物豐度則以綠藻門略高些，有 49.0 %；其次為矽藻門佔豐度 41.3 %；藍藻門與裸藻門豐度均低（表 9-9）。

表 9-9 卑南溪支流紅石溪治理規劃浮游植物資源表（1/2）

門名	中文名	學名	紅石溪與楠溪匯流口(上游樣站)	民安橋(中游樣站)	關山鎮環保親水公園下游(下游樣站)
			99.05	99.05	99.05
藍藻門	隱球藻	*Aphanocapsa* sp.			50
	膠刺藻	*Gloeotrichia* sp.		50	100
	顫藻	*Oscillatoria* sp.	150	750	150
	浮絲藻	*Planktothrix* sp.	350		200
綠藻門	空星藻	*Coelastrum* sp.1		250	
		Coelastrum sp.2		1,100	300
	鼓藻	*Cosmarium* sp.		150	
	十字藻	*Crucigenia* sp.			200
	膠網藻	*Dictyosphaerium* sp		900	
	單殼縫藻	*Monoraphidium* sp.			50
	卵囊藻	*Oocystis* sp.			100
	二角盤星藻	*Pediastrum duplex*		1,000	850
	單角盤星藻	*Pediastrum symplex*		1,900	1,100
綠藻門	四角盤星藻	*Pediastrum tetras*			200
	柵藻	*Scenedesmus* sp.1		2,050	1,700
		Scenedesmus sp.2		400	100
		Scenedesmus sp.3		150	
		Scenedesmus sp.4			150
	月牙藻	*Selenastrum* sp.		50	

表 9-9　卑南溪支流紅石溪治理規劃浮游植物資源表（2/2）

門名	中文名	學名	紅石溪與楠溪匯流口(上游樣站)	民安橋(中游樣站)	關山鎮環保親水公園下游(下游樣站)
			99.05	99.05	99.05
矽藻門	溝鏈藻	*Aulacoseira* sp.		650	550
	小環藻	*Cyclotella* sp.		2,150	1,800
	橋彎藻	*Cymbella* sp.		50	50
	等片藻	*Diatoma* sp.			50
	脆杆藻	*Fragilaria* sp.	200	600	300
	異極藻	*Gomphonema* sp.	100	150	
	布紋藻	*Gyrosigma* sp.		300	750
	水鏈藻	*Hydrosera* sp.			250
	舟形藻	*Navicula* sp.1	100		150
		Navicula sp.2			150
		Navicula sp.3			250
矽藻門	菱形藻	*Nitzschia* sp.1		200	
		Nitzschia sp.2		300	250
		Nitzschia sp.3		650	550
	側鏈藻	*Pleurosira* sp.			150
裸藻門	裸藻	*Euglena* sp.		400	300
4 門	25 屬	35 種	900	14,200	10,800
藻屬指數(GI)			-	0.02	0.02
Simpson 優勢度指數(C)			0.25	0.09	0.09
Shannon-Wiener 多樣性指數(H’)			0.65	1.16	1.22
Margelef 指標(SR)			1.35	5.06	6.69
Pielou 均勻度指數(J’)			0.92	0.86	0.85

註 1：單位為 cells/L。

註 2：Simpson 優勢度指數為(C) = ΣPi^2

註 3：Shannon-Wiener 歧異度指數為(H') = $-\Sigma Pi \log Pi$

註 4：Margelef 豐富度指數為(SR) = $(S-1)/\log N$ 其中 Pi 為各群聚中第 i 種物種所占的數量百分比 S 為各群聚中所記錄到之物種數

註 5：Pielou 均勻度指數(J') = $H'/\log S$

註 6：藻屬指數(GI) = (*Achnanthes* + *Cocconeis* + *Cymbella*)/(*Cyclotella* + *Melosira* + *Nitzschia*)
GI 值與水質之關係：GI>30 為極輕微污染水質；30>GI>11 為微污染水質；11>GI>1.5 為輕度污染水質；1.5>GI>0.3 為中度污染水質；0.3>GI 為嚴重污染水質。

註 7：“-”表藻屬指數值因未發現部分計算藻種而無法計算。

註 8：調查時間為 99 年 5 月 03 ~06 日。

在個別樣站方面，紅石溪與楠溪匯流口樣站，本次調查記錄浮游植物 2 門 5 屬 5 種，密度為 900cells/L。記錄藻屬以藍藻門之浮絲藻（Planktothrix sp.）數量較豐富，佔總記錄數量的 38.9 %，藻屬指數（GI）值部份因未發現曲殼藻（Achnanthes sp.）、卵形藻（Cocconeis sp.）、橋彎藻（Cymbella sp.）小環藻（Cyclotella sp.）、直鏈藻（Melosira sp.）與菱形藻（Nitzschia sp.）等物種，而無法計算。民安橋樣站記錄浮游植物 4 門 16 屬 22 種，密度為 14,200 cells/L。綠藻門的盤星藻（Pediastrum spp.）、柵藻（Scenedesmus spp.）與小環藻數量較多，分佔總記錄數量的 20.4 %、18.3 %與 15.1 %，GI 值為 0.02，屬嚴重污染水質程度。關山鎮環保親水公園下游樣站，本次調查記錄游植物 4 門 21 屬 28 種，密度為 10,800 cells/L。記錄藻屬以盤星藻、柵藻與小環藻數量較多，分佔總記錄數量的 19.9 %、18.1 %與 16.7 %，GI 值為 0.02，表水體處於嚴重污染程度。

調查結果顯示，各物種分布上略有差異，樣站中記錄的類群及豐富度，綠藻門與矽藻門分布相當，另外，藍藻門及裸藻門在各採樣點水樣中出現的比例並不多。出現頻度較高的藻屬，包括綠藻門的盤星藻、柵藻與小環藻等，這些均是富營養性水域中常見的藻類（王、廖，1998）。配合 GI 值與上述部份藻種特性，顯示本計劃水質狀況應有部分受到不同程度的污染並不理想。若以優

勢度、歧異度與豐富度等指數綜合評估各樣站的多樣性，以民安橋、關山鎮環保親水公園下游二樣站水域環境略高於紅石溪與楠溪匯流口樣站。

D、 浮游動物

浮游動物分別於紅石溪與楠溪匯流口（上游樣站）、民安橋（中游樣站）及關山鎮環保親水公園下游（下游樣站）進行採樣，共記錄浮游動物 2 門 7 屬 7 種。記錄的 7 種浮游動物中，包括原生動物門 6 種與輪蟲動物門 1 種（表 9-10）。

表 9-10　卑南溪支流紅石溪治理規劃浮游動物資源表

門名	中文名	學名	紅石溪與楠溪匯流口(上游樣站)	民安橋(中游樣站)	關山鎮環保親水公園下游(下游樣站)
			99.05	99.05	99.05
原生動物門	楯纖蟲	*Aspidisca* sp.	50	300	100
	板殼蟲	*Coleps* sp.		50	
	游僕蟲	*Euplotes* sp.	50		
	彈跳蟲	*Halteria* sp.	50		
	俠盜蟲	*Strobilidium* sp.		50	
	管葉蟲	*Trachelophyllum* sp.		50	50
輪蟲動物門	鬚足輪蟲	*Euchlanis* sp.	50		
2 門	7 屬	7 種	200	450	150

註 1：單位為 ind./L。
註 2：調查時間為 99 年 5 月 03 ~06 日。

在個別樣站方面，紅石溪與楠溪匯流口樣站，本次調查記錄浮游動物 2 門 4 屬 4 種，包括原生動物門的楯纖蟲（Aspidisca sp.）、游僕蟲（Euplotes sp.）、彈跳蟲（Halteria sp.）；輪蟲動物門的鬚足輪蟲（Euchlanis sp.）等，密度為 200 ind./L，各物種豐富度均勻差別不大，未有較明顯優勢之物種；在民安橋樣站，本次調查記錄浮游動物 1 門 4 屬 4 種，為原生動物門的楯纖蟲、板殼蟲（Coleps sp.）、俠盜蟲（Strobilidium sp.）與管葉蟲（Trachelophyllum sp.）等，密度為 450 ind./L，以楯纖蟲數量較多，佔總記錄數量的 66.7 %。在關山鎮環保親水公園下游樣站，本次調查記錄浮游動物 1 門 2 屬 2 種，為原生動物門的楯纖蟲與管葉蟲等，密度為 150 ind./L，以楯纖蟲數量略多些，佔總記錄數量的 66.7 %。

樣站中調查記錄到的物種並不高，記錄數量較豐富的物種為多以細菌為食的楯纖蟲。在類群及數量上皆以原生動物門分布較廣較豐富些。由於原生動物生活週期很短，即使在僅存留幾天的雨後積水坑塘、水窪等間歇性水體中也能繁殖後代。所以有水的地方幾乎就有原生動物存在。

E、 附生藻類

附生藻類分別於紅石溪與楠溪匯流口（上游樣站）、民安橋（中游樣站）及關山鎮環保親水公園下游（下游樣站）進行採樣，共記錄附生藻類 3 門 10 屬 13 種，包括藍藻門 2 屬 2 種、綠藻門 2

屬 2 種與矽藻門 6 屬 9 種。樣站間以矽藻門居多，佔附生藻類總種數的 69.2 %（表 9-11）。

表 9-11　卑南溪支流紅石溪治理規劃附生藻類資源表

門名	中文名	學名	紅石溪與楠溪匯流口(上游樣站)	民安橋(中游樣站)	關山鎮環保親水公園下游(下游樣站)
			99.05	99.05	99.05
藍藻門	鞘絲藻	*Lyngbya* sp.	100		
	顫藻	*Oscillatoria* sp.	140	100	
綠藻門	單角盤星藻	*Pediastrum symplex*		20	
	柵藻	*Scenedesmus* sp.		20	
矽藻門	溝鏈藻	*Aulacoseira* sp.		20	
	小環藻	*Cyclotella* sp.	20	80	
	異極藻	*Gomphonema* sp.	60	100	
	布紋藻	*Gyrosigma* sp.		420	
	舟形藻	*Navicula* sp.1	640		
		Navicula sp.2	800	360	
		Navicula sp.3	1,280	520	
	菱形藻	*Nitzschia* sp.1	960	620	
		Nitzschia sp.2	320	200	
3 門	10 屬	13 種	4,320	2,460	0
藻屬指數(GI)			-	-	-
Simpson 優勢度指數(C)			0.20	0.17	0.00
Shannon-Wiener 多樣性指數(H')			0.77	0.85	0.00
Margelef 指標(SR)			2.20	2.95	0.00
Pielou 均勻度指數(J')			0.80	0.81	0.00

註 1：單位為 cells/cm^2。

註 2：Simpson 優勢度指數為(C) = ΣPi^2

註 3：Shannon-Wiener 歧異度指數為(H') = $-\Sigma Pi \log Pi$

註 4：Margelef 豐富度指數為(SR) = $(S-1)/\log N$ 其中

Pi 為各群聚中第 i 種物種所占的數量百分比

S 為各群聚中所記錄到之物種數

註 5：Pielou 均勻度指數(J') = $H'/\log S$

註 6：藻屬指數(GI) = (*Achnanthes* + *Cocconeis* + *Cymbella*)/(*Cyclotella* + *Melosira* + *Nitzschia*)

GI 值與水質之關係：GI>30 為極輕微污染水質；30>GI>11 為微污染水質；11>GI>1.5 為輕度污染水質；1.5>GI>0.3 為中度污染水質；0.3>GI 為嚴重污染水質。

註 7："-"表藻屬指數值因未發現部分計算藻種而無法計算。

註 8：調查時間為 99 年 5 月 03 ~06 日。

在個別樣站方面，紅石溪與楠溪匯流口樣站，本次調查記錄附生藻類 2 門 6 屬 9 種，包括藍藻門的鞘絲藻（Lyngbya sp.）、顫藻（Oscillatoria sp.）；矽藻門的小環藻、異極藻（Gomphonema sp.）、舟形藻（Navicula spp.）與菱形藻等，密度為 4,320 cells/cm2。記錄數量較多藻屬為舟形藻，其次為菱形藻，分佔總記錄數量的 63.0 %與 29.6 %。GI 值部份因缺少部份藻屬而無法計算。民安橋樣站記錄附生藻類 3 門 9 屬 11 種，包括藍藻門的顫藻；綠藻門的盤星藻與柵藻；矽藻門的溝鏈藻（Aulacoseira sp.）、小環藻、異極藻、布紋藻（Gyrosigma sp.）、舟形藻與菱形藻等，密度為 2,460 cells/cm2。記錄數量較多藻屬為舟形藻與菱形藻，分佔總記錄數量的 35.8 %與 33.3 %。本樣站仍因缺少代表潔淨水域之藻屬，故無法計算 GI 值。在關山鎮環保親水公園下游樣站，本次調查並未記錄到任何附生藻類，推測由於泥沙淤積不斷沖刷，附生藻類的族群受到棲地河床擾動大造成底質不穩影響所致。樣站之間藻種與細胞數變化並不一致，調查記錄中，於關山鎮環保親水公園下游樣站因泥沙淤積不斷沖刷，附生藻類的族群受到棲地河床擾動大造成底質較不穩，也因此在此環境變動區域並未記錄到任何附生藻類。結果顯示附生藻類的分布及其豐度以矽藻門較多，記錄數量較豐富的藻屬為單細胞浮游矽藻，於淡水、半鹹水和海水均有分佈而種類極多的舟形藻

（梁等，1998）與在嚴重污染水域中常可以發現的菱形藻（田、汪，2004），此兩屬單位面積的細胞個數佔有較高的比例組成，分別為 53.1 %與 31.0 %，其他各藻屬所佔的比例均在 6.5 %以下。各樣站間雖無藻屬指數（GI）值可供參考，但從環境中記錄的物種顯示，計畫區內水體狀況應有部分受到不同程度的污染，並不理想。

四、水質與水量保全

水質與水量為影響水域生物分佈的影響因子之一，且水量大小會影響河川的自淨功能。水量的保全需考量到集水區環境、生物需求、河道形態、水體利用、地方性保育標準等因素，目前紅石溪主要水源來自卑南溪並有農田水利會閘門控制。若以紅石溪尋常水位河道平均寬度為 3 公尺計算，要滿足水域棲地較為多樣的型態以供水生物生存的條件（水深為 30 公分），則上游水量至少需要 0.45cms。而目前農田水利會灌溉溝渠的進水量為 0.5 cms 應可滿足生態的用水需求。惟若於枯水期水量不足時，則透過在灘地中挖設幾處窪地囤水則可減輕對水域生物短期缺水的傷害，相關做法如下章節「河川棲地改善與復育」所述。

本計畫針對紅石溪水質的檢測方式分為生物性因子定性及定量分析。依採集的指標性生物包括魚類、水生昆蟲、螺貝類、附著藻等加以判讀水質好壞。茲就各水質汙染指標因子分述如下：

(一) 台灣河川魚類指標

本計畫以環境保護署環境檢驗所訂定的指標魚種（王，2002）來評估水質狀況。由於指標魚類是以物種對不良水質的耐受度加以評估，而非指該物種出現在環境中即代表該污染等級，所以在評估過程中，如遇二種以上水質等級之指標

魚種，則取較好的水質狀況為結果。依目前所發現的魚種，部份雖無水質污染的指標如菊池氏細鯽及台灣石鮒等，代表中度污染的鯽魚則有發現，因此紅石溪的水質狀況應屬普通至中度污染之間。

(二) 水生昆蟲指標

經田野調查結果，於紅石溪三處樣站共僅發現網蠶蛾、細蟌及搖蚊等 3 種水生昆蟲，此三種水生昆蟲對於水質好壞適應性強，因此無具指標性功能的水生昆蟲出現。歸究其因，應與調查時紅石溪水中含砂量過高而不適合水生昆蟲生存有關，因此發現水生昆蟲種類及數類均偏低，無法判讀紅石溪水質受污染情形。

(三) 淡水棲貝類指標

經田野調查結果，於紅石溪三處樣站共僅發現福壽螺及小椎實螺等 2 種，其中福壽螺屬外來強勢螺類，於水質未受污染及嚴重污染水域均能存活，其代表有人為活動的環境，如水稻田等。而小椎實螺則非指標性螺類。因此本調查所發現的螺類亦無法斷定紅石溪水質的汙染情形。

(四) 藻屬指數

經田野調查結果，於紅石溪三處樣站共僅發現游植物 4 門 25 屬 35 種，記錄的種類以綠藻門與矽藻門居多，未發現藻屬指數（GI）值部份曲殼藻（Achnanthes sp.)、卵形藻（Cocconeis sp.)、橋彎藻（Cymbella sp.）小環藻（Cyclotella sp.）、直鏈藻（Melosira sp.）與菱形藻（Nitzschia sp.）等物種，而無法計算，此與水中濁度過高而使藻類無法行光合作用，造成好潔淨水域的曲殼藻、卵形藻、橋彎藻等無法生長，因此無法判讀紅石溪水質受污染情形。

五、河川環境使用分區規劃

(一) 使用分區劃分原則

河川環境的利用規劃應依河川的特性、使用者的安全性、生物的分佈現況、交通可及性、鄰近土地的使用狀況及維護管理的難易等進行考量。各影響因子的考量原則如下：

1、 河川特性

依據紅石溪的尋常水位、流量、流速、水質狀況、行水區灘地分佈狀況與水災發生頻度高低等各因子加以評定該河段較適宜之用途。如尋常水位過深（≧40 公分）則不適作為兒童戲水活動等。水災發生頻度高易使河川區域環境經常變動，亦不適合進行環境營造。

2、 使用者的安全性

河川區域為開放空間且具易變動、危險、自然野性與景緻獨特等特質，因此常會吸引人親近。惟在規劃親水空間時，應將使用對象及其安全性優先考量。

3、 生物的分佈現況

生物調查為自然環境規劃設計的重要參要參考依據，其反應當地自然資源的豐富與多樣性。而依據生物的分佈狀況擬定保存或改善方案，經由規劃設計手法已達自然資源永續經營利用的目的。以紅石溪而言，水域生物如菊池氏細鯽屬於稀有魚種，因此在規劃上以保存現有棲地並增加其棲地與避難空間則為優先考量因子。

4、 交通可及性

交通可及性為推展遊憩觀光的重要因素，對生態棲地的維護亦潛藏威脅因子。就紅石溪而言，右岸沿線有自行車道（當地居民汽車可通行），交通可及性高，因此在規

劃遊憩親水空間時，應以右岸優先考量。

5、 鄰近土地的使用狀況

紅石溪為一帶狀河川，且行水區狹窄，生態環境易受鄰近土地的使用狀況影響。因此在分區規劃時應考慮鄰近土地的使用狀況，並能將鄰近區域較豐富的生物資源誘引至紅石溪，相得益彰。如山電橋下游左岸邊有腹地較大的環保親水公園，秋冬季節有較多冬候鳥聚集，因此紅石溪再分區規劃時即可思考如何將紅石溪與親水公園結合延伸成為一體。

6、 維護管理的難易

紅石溪的本質為環境變動較陸地大的河川，受降雨量的影響尤其明顯。因此在河川設置人工設施或植栽時，除應符合相關法規的規定外，維護管理的難易亦應考量，尤其在經費預算及人力執行上，常決定規劃設計成功與否的關鍵因子。因此在分區規劃上，以生態保育為重點區域，採粗放式低維護管理為重點；以遊憩為重點區域，則以安全為考量重點；以自然觀察及解說教育為重點區域，則解說設施維護便為優先考量因子。

綜合上述規劃考量因子，紅石溪主流上、下游河段環境相似，周邊土地利用型態雷同，因此自楠溪與紅石溪匯流口至關山鎮環保第二親水公園間，紅石溪主流河段可以親水遊憩並融合生態保育的使用規劃而由上游至下游劃分為現況河道保育區、遊憩區及自然觀察區（圖 9-1）。

(二) 分區類別與使用限制

基於對河川自然資源的永續利用與河防安全的考量，一般可將河川劃分為現況河道保育區、遊憩區及自然觀察區等

三種不同使用強度與內容的區塊，且應可隨時調整。就紅石溪而言，國泰橋上游河段（圖 9-1）因有發現菊池氏細鯽稀有魚種，因此基於物種及其棲地的保護，將該河段劃為現況河道保育區，避免遊憩活動及工程的干擾。

在國泰橋下游至山電橋之間紅石溪河段，接近關山鎮鬧區與鄰近有民宿、餐飲等商家，遊憩活動及遊客較多，水域生物種類及數量較上游少，行水區內有低灘地，因此適合作為遊憩用途，遊憩活動內容包括垂釣、戲水等，惟水體濁度應予改善以作為戲水的條件較妥適。而此區域常有成群的水牛活動，因此遊憩時的安全應加以顧慮。

在山電橋下游至崁頂溪匯流口之間紅石溪河段，此河段左岸為關山環保親水公園，因此本河段定位為自然觀察區，與環保公園的遊憩行為相融合。自然觀察區在秋冬候鳥季時可看到較多的水鳥如鷸鴴科、鷺科，平時在灌叢草生地則可見環頸雉此珍貴稀有鳥種。在水域生物的部份，俗稱牛屎鯽的革條田中魚旁魚皮為具觀賞價值的原生魚種，而其俗名可與行水區中的牛隻相呼應。而為強化自然觀察區的功能，解說牌及導引指示牌則有其必要性。

六、河川棲地改善與復育

(一) 生物之棲地需求

紅石溪主流河段於平時非降雨期河道並不寬廣，低灘地佔大部分面積，這些低灘地遭地被植物覆蓋後形成一草生地，因此出現的物種多以草生地鳥種居多，如褐頭鷦鶯、灰頭鷦鶯等。因此為營造更多樣性的水域環境，藉以吸引水鳥如彩鷸及兩生類聚集，在低灘地可營造淺窪地的小水池（圖

5、 經濟或遊憩功能規劃。

(三) 棲地改善與復育方式

依據目前河川生態調查結果發現，紅石溪仍存在僅分佈在東部的稀有魚種-菊池氏細鯽，惟數量稀少，因此此魚種為本案環境營造與復育可設定的目標物種。而目前以現地復育所面臨較大課題為自八八水災後，紅石溪水體濁度過高，其直接影響為水中提供其食物來源的附著藻類無法生長。而紅石溪水源來自卑南溪，因此水體濁度提高應是來自八八水災造成的河川淤積，因此有效解決高濁度的問題應是進行卑南溪清淤的工作。再者，稀有魚種菊池氏細鯽其所在的水域河道水量甚小，在枯水期恐有斷流的危機。因此建議在低灘地挖設小水塘（半徑約 1.5~4 公尺，深度約 30 公分），將水道的水導入，除增加紅石溪適合菊池氏細鯽靜態水域面積，並可於洪水期避免全數被沖至下游，在枯水期更可保有水體，增加生存機會。而此靜態水域亦可提供其他魚類產卵、仔稚魚棲息，對種源的庇護有重要意義。

七、景觀與遊憩、親水之規劃設計理念

紅石溪因位處關山鎮環保親水公園旁，流經的區域亦多為平坦的水田，因此屬於低密度開發利用的環境，以生態資源保存、利用與復育為核心，在以融合防洪排水、自然教育、污染防治、農業用水、景觀及遊憩等多重功能下，利用簡易環境營造手法，以達防洪與自然體驗並重的目的（圖 9-3）。因此在景觀規劃設計確保河川特性與多樣性、棲地環境的連貫性與完整性、自然資源可利用性、親水空間的安全性及水的循環利用等面向，茲選擇四處河段之規劃設計如下：

9-2），於降雨積水時即可吸引許多水鳥及蛙類聚集。就魚類而言，不同生長階段的魚類及魚種對棲地的需求不同，如鯉科魚類仔稚魚多在水流緩慢的潭區、繁殖期則在淺瀨交配等。並可提供魚類於枯水期蓄積雨水及洪峰期避難的避難所。若以河道平均寬度為 3 公尺計算，要滿足水域棲地較為多樣的型態以供水生物生存的條件，則上游水量至少需要 0.45cms。而目前農田水利會灌溉溝渠的進水量為 0.5 cms 應可滿足生態的用水需求。

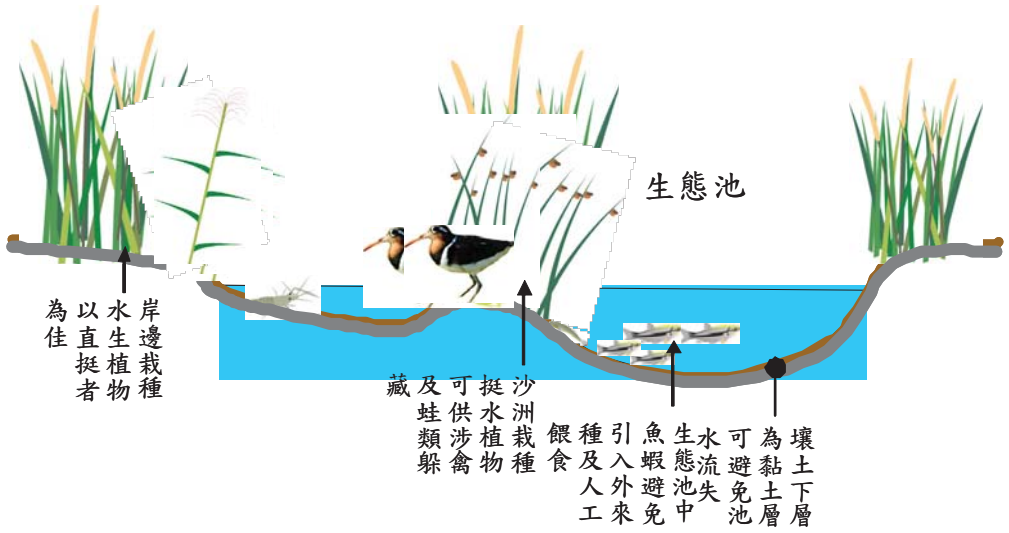


圖 9-2　低灘地生態池剖面示意圖

(二) 棲地改善與復育規劃原則

棲地改善與復育規劃係依據田野調查結果加以擬定，大致內容包括：

1、 指標性物種及其棲地的保育或復育。

2、 生態功能性規劃。

3、 環境保護功能規劃。

4、 教育功能規劃。

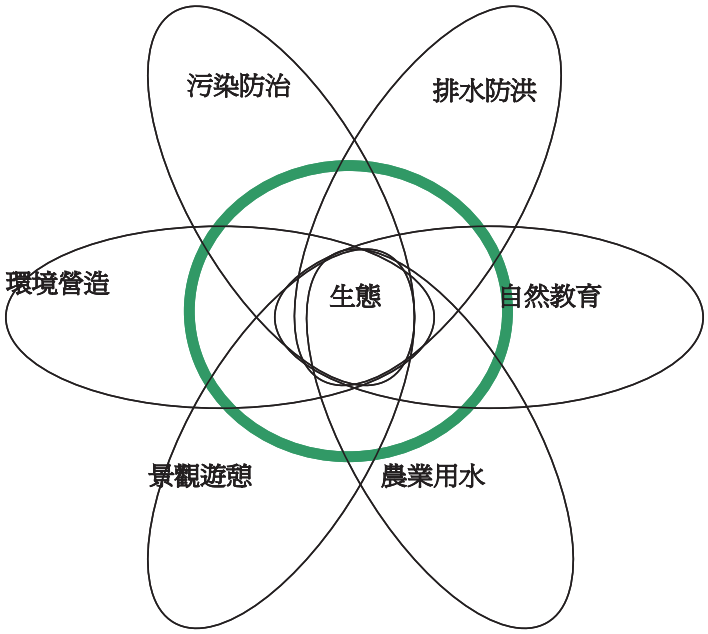


圖 9-3　紅石溪生態規劃軸心理念

(一)　國泰橋上游

環境現況：右岸為水稻田，自行車道沿溪而行，護岸為水泥砌石，原木護欄。左岸為水泥護岸，岸邊列植台灣欒樹。河床草生地以禾本科植物為優勢，覆蓋度高，顯現尋常水位位置及環境穩定性。依田野調查結果，此河段有記錄到稀有的菊池氏細鯽魚種。

規劃設計手法：將國泰橋上游河段劃為現況河道保育區（圖 9-4 及圖 9-5），以保育珍貴稀有物種為優先考量。審視紅石溪現有環境並無於洪汛期或乾旱時，可供菊池氏細鯽穩定的棲地，因此營造適合此緩流及埤塘靜水域魚種繁衍避難（洪水）的空間-小水塘有其必要。於此小水塘的營造極為簡易且取自天然素材，避免水泥製品。於此水塘中可栽種浮葉植物如馬來眼子菜（現地既有）、沉水植物如馬藻（Potamogeton crispus）等除提供菊池氏細鯽產卵需求外，亦

可淨化水質。

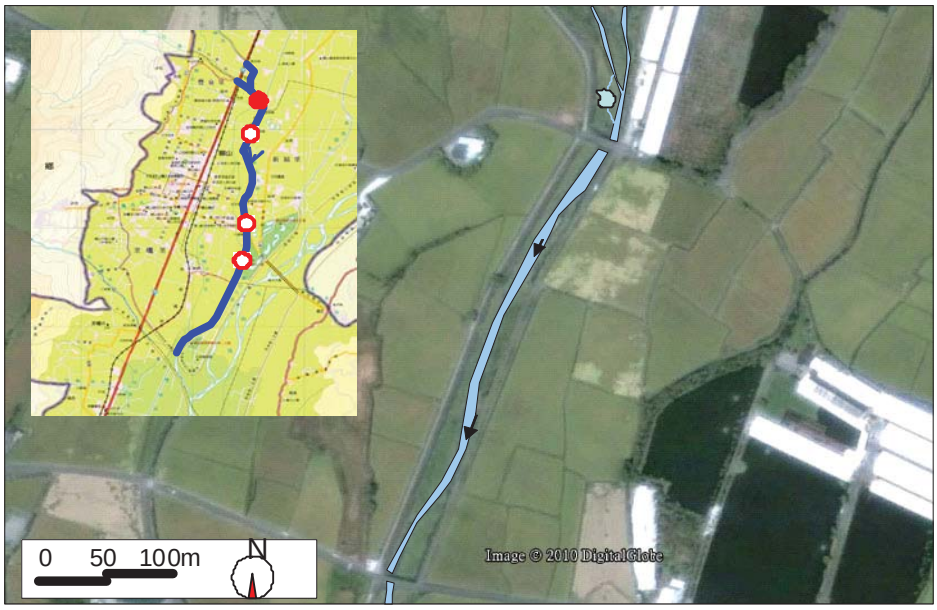


圖 9-4 紅石溪國泰橋上游小水塘生態棲地營造復育點位圖

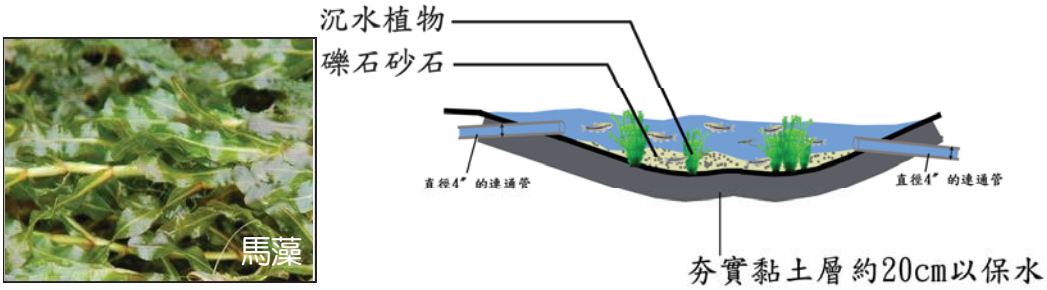
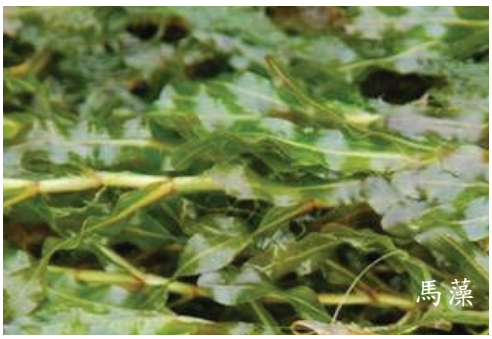


圖 9-5 紅石溪國泰橋上游小水塘生態棲地營造復育剖面示意圖



(二) 國泰橋下游

環境現況（圖 9-6 及圖 9-7）：此河段右岸為水稻田，自行車道沿溪而行，有木質花架，護岸為水泥砌石。左岸為水稻田，岸邊有零星喬木生長。溪床有消波塊固床工，排列高低不一，並有大孔縫間隙，河川斷面高低落差大。

規劃設計手法：本河段雖無較大腹地供親水遊憩空間，惟覆蓋在消波塊上的藤蔓植物顯示：部份消波塊遠高於尋常水位。過大的孔隙及高低起伏的水泥塊對此小尺度的溪流而言，易對於岸邊活動的遊憩行為造成安全上的威脅。因此可將過大孔隙及高低突出物以砂石填補。對自然景觀亦有所助益（圖 9-7）。

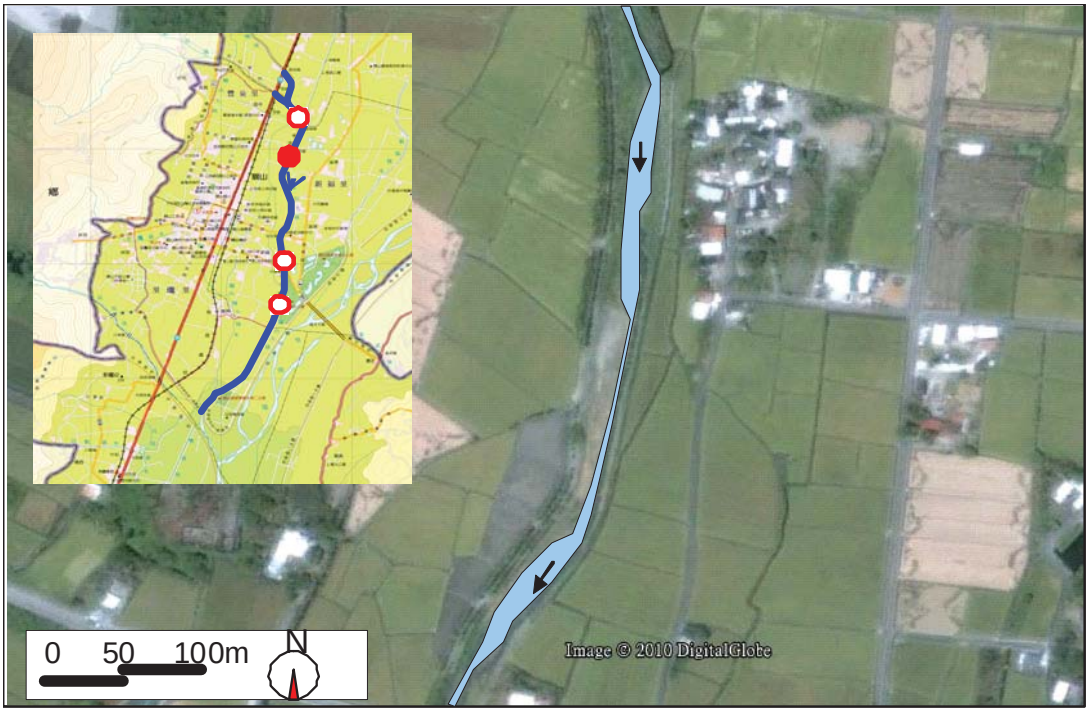


圖 9-6 紅石溪國泰橋下游環境改善區段圖

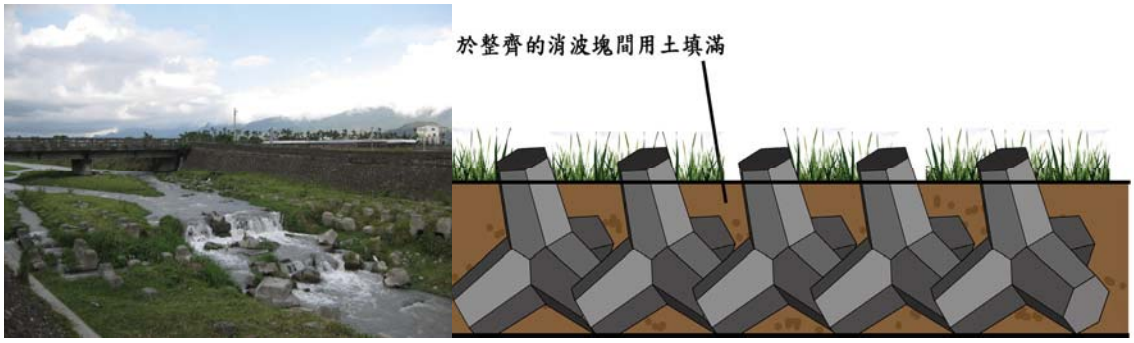


圖 9-7　紅石溪國泰橋下游環境現況及改善建議圖

(三)　山電橋附近

環境現況（圖 9-8）：上游右岸有民宿聚集，自行車道沿溪而行，上下游有休息平台，部份路段栽種行道樹，水泥砌石護岸。左岸為水稻田，水泥砌石護岸。低灘地地被植物覆蓋度高。

規劃設計手法（圖 9-9～9-11）：本河段地勢平緩，水流較緩，親水性高，適合作為戲水等遊憩活動。因此只要在平台附近護岸設置簡易有趣階梯至溪床即可。而基於安全考量及提供戲水者歇憩，則擬於河道邊嵌入塊石。

圖 9-8　紅石溪山電橋上游環境現況

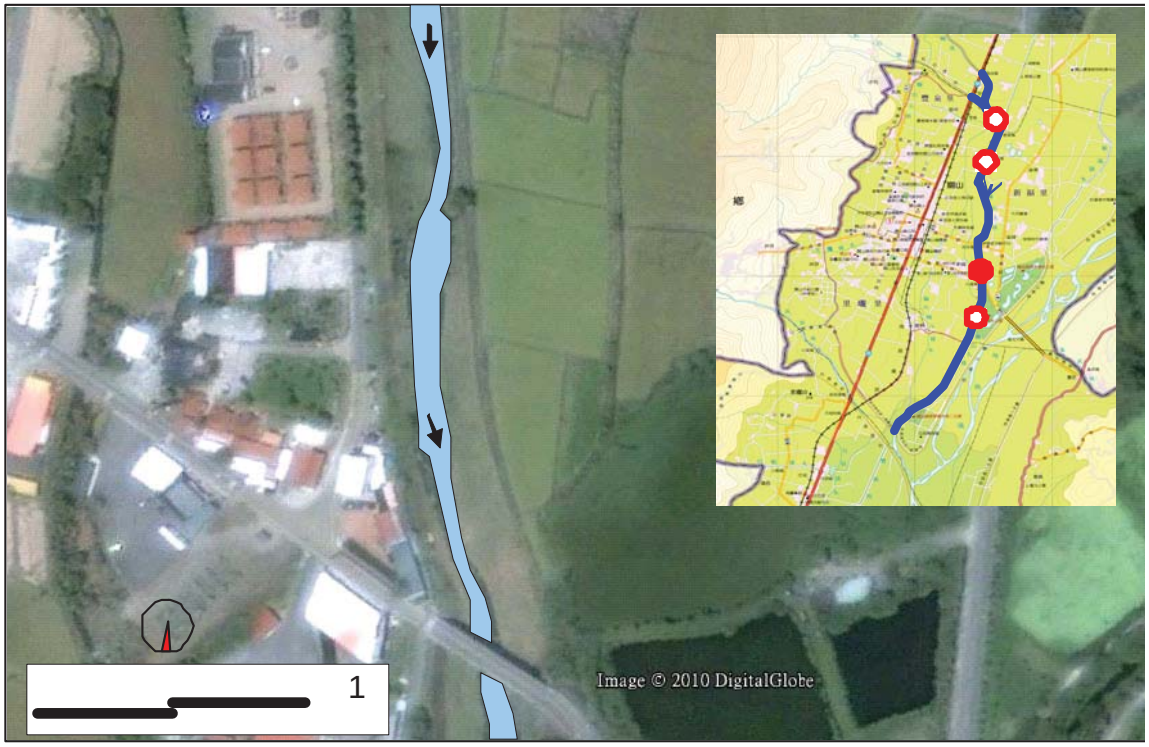


圖 9-9　紅石溪山電橋附近親水遊憩空間改善區位圖

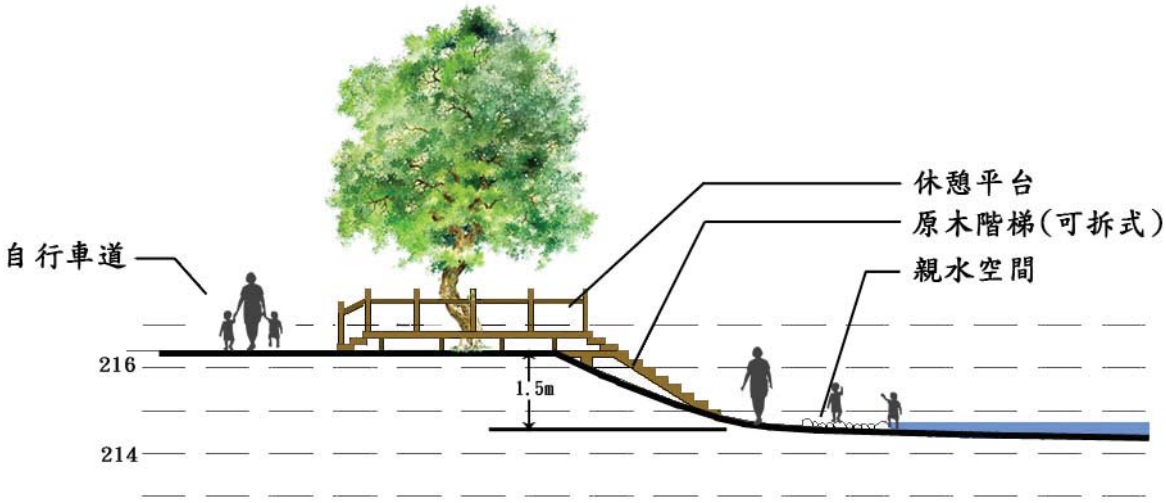


圖 9-10　紅石溪山電橋附近親水遊憩空間改善剖面示意圖

圖 9-11　紅石溪山電橋附近親水遊憩空間模擬示意圖

(四)　親水公園旁

環境現況（圖 9-12）：右岸為水道田，有自行車道沿溪而行，水泥砌石護岸。左岸為親水公園。低灘地有消波塊部份露出地表，地被植物覆蓋度高。

規劃設計手法：將此河段劃為自然觀察區，營造適合緩流及埤塘靜水域魚種（如台灣石鮒）繁衍避難（洪水）的空間-水窪地，並種植香蒲、過溝蕨等水生植物，可提供彩鷸等涉禽及蛙類的棲地（圖 9-13、9-14）。而此河段以觀察自然生態為主要訴求，因此在解說牌的設置上，有其必要性。設置的點位以堤內堤防坡面為優先考量，而顧及戶外解說牌因長期日照而易使解說圖文印刷品受損，因此宜設置在有樹冠遮蔭處較佳。

圖 9-12　卑南溪支流紅石溪親水公園旁環境現況

圖 9-13　紅石溪親水公園旁小水塘生態棲地營造區位圖

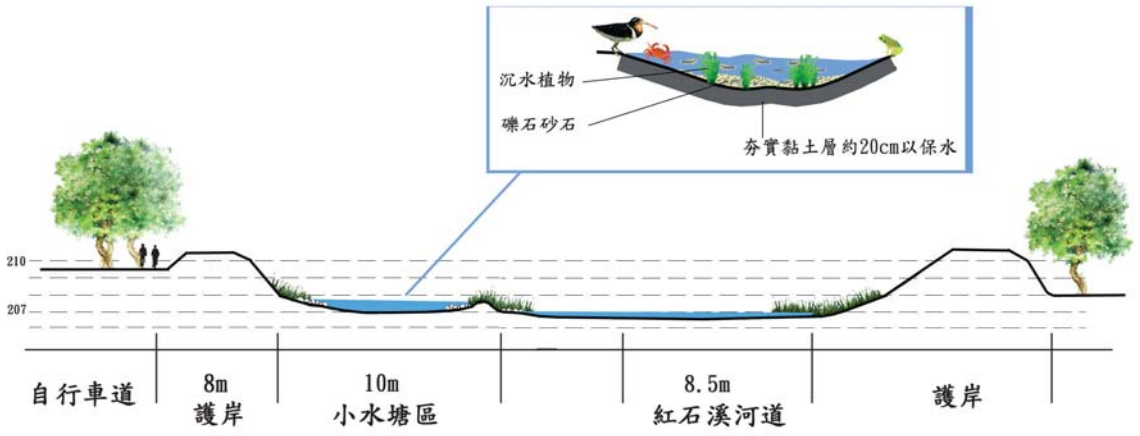


圖 9-14　紅石溪親水公園旁小水塘生態棲地剖面示意圖

第拾章　工程計畫

本計畫紅石溪治理規劃河段兩岸皆已佈設堤防，因此相關工程計畫主要以現有堤防加高配合當地自行車及環保親水活動進行規劃。

一、工程計畫原則

(一) 為穩定河道、暢洩河水、減少洪災損失、提高土地利用價值及保護沿岸居民生命財產安全。

(二) 本計畫各治理河段採重現期距 25 年洪峰流量之洪水位加出水高 1.0 公尺為計畫堤頂高。

(三) 依據河道現況地形、水理要素、洪災特性、經濟性、保護生態及維護原始自然風貌而擬定工法。

(四) 檢討現有堤防，結構強度不足處予以整修；堤高不足者則予以加高。

二、工程布置

本治理河段依據上述工程計畫原則，及防洪構造物檢討結果，針對治理區段內河段之特性，擇定適當之工程布置與工法，以期達到河川治理目標。據此擬定工程布置如下：

(一) 支流楠溪規劃治理河段

由水理分析結果可知，楠溪自斷面 2（無名橋）開始，現況河道寬度不足，因此斷面 2 至斷面 1 之間的右岸堤防需要改建以增加河寬，此段堤防改建長度約 312 公尺，而左岸堤防斷面 2 至斷面 1 之間堤頂高度不足需加高改善，長度約 330 公尺（詳表 10-1）。

(二) 主流紅石溪規劃治理河段

目前紅石溪自斷面 1 至斷面 9-1 及斷面 18-1 至斷面 20-1

的河道斷面可符合本計畫之通水需求，尚無更新改善之必要，斷面 10 至斷面 18 之有部分堤防需加高改善，總加高長度約 3,546 公尺（詳表 10-1）。

表 10-1　本計畫治理規劃河段防洪工程加高及改建數量統計表

溪流名稱	岸別	編號	堤防名稱	建造長度（公尺）	備註
紅石溪	左岸	9	紅石左岸四號堤防加高加強	510	平均加高高度（Hb）=0.5 公尺
紅石溪	左岸	11	紅石左岸三號堤防加高加強	540	平均加高高度（Hb）=0.7 公尺
紅石溪	左岸	13	紅石左岸二號堤防加高加強	252	平均加高高度（Hb）=0.4 公尺
紅石溪	左岸	15	紅石左岸一號堤防加高加強	372	平均加高高度（Hb）=0.6 公尺
紅石溪	右岸	6	紅石右岸四號堤防加高加強	166	平均加高高度（Hb）=0.1 公尺
紅石溪	右岸	8	紅石右岸三號堤防加高加強	1,050	平均加高高度（Hb）=0.7 公尺
紅石溪	右岸	10	紅石右岸二號堤防加高加強	264	平均加高高度（Hb）=0.6 公尺
紅石溪	右岸	12	紅石右岸一號堤防加高加強	392	平均加高高度（Hb）=0.7 公尺
支流楠溪	左岸	1	楠溪堤防加高加強	330	平均加高高度（Hb）=0.8 公尺
支流楠溪	右岸	2	楠溪堤防新建	312	平均堤防高度（Ha）=4.0 公尺

三、工程設計

本計畫治理河段將依河川之特性、水理因素、土地利用情形及參照現有防洪工程規模、設計標準而擬定，相關設施基腳應深入河床低於現況河床谿線以下，以防止沖刷，並依現場實地情形配合棲地營造及景觀設計綠美化設施。

(一) 治理工法之建議

1、 本計畫現有堤防之堤高與計畫堤頂高比較檢討結果不足者，依計畫堤頂高程於現有堤防施設防洪牆予以加高。

2、 現況河道寬度不足之河段，初步依土地利用現況改建堤防。

3、 河道盡量加強湍、瀨、深潭、淺灘之維護與營造為原則，河道整理時應保留粒徑較大之河床質，以作為人工瀨區及深潭營造之需。

4、 考慮水中生物之生息環境，於辦理河道整理工程時，應考慮河道之蜿蜒特性。

5、 在楠溪無名橋附近、紅石溪鐵路橋、德福橋及斷面 14 附近有水利會取水口，後續進行堤防改建或加高施工時應維持其原有功能，完工後須對原有取水設施一併復舊。

(二) 工程規劃設計

本計畫初步依據水理計算成果、環境營造構想及治理規劃河段內之防洪構造物現況，規劃設計適用之防洪構造物作為估算工程費之依據。未來權責單位於施工設計時應做詳細之地形、地質調查及安定性分析，以確保安全。

1、 新建堤防

一般而言，堤防設施主要考量維護人民生命財產安全為主，而本計畫治理規劃河段平時生態樣貌相當豐富，兩岸大多為農田，右岸堤防之堤後道路亦規劃為自行車道使用，休閒遊憩機能也相當發達，堤防規劃設計將兼顧前述安全與生態需求。

本計畫新建堤防在主要在計畫河段上游，堤防平均高度在 3.6 公尺~4.2 公尺之間，堤前主要以砌塊石作為坡面，並規劃高灘地及低水護岸以維生態及景觀所需，在堤

前坡趾處在計畫河床線以下則設有混凝土固床工以保護坡腳。堤後初步建議可使用加勁格網配合箱籠設置，如此不但可節省土地使用面積，同時也可達到景觀綠化的效果。新建堤防規劃設計示意圖詳圖 10-1 所示。

2、 既有堤防加高

本計畫既有堤防加高方式初步以防洪牆的型式規劃，亦即在原有的堤防或護岸上再設置一座防洪牆，相關規劃設計示意圖詳圖 10-2 所示。

四、工程數量及單價

本計畫工程單價採用工程會公共工程價格資料庫 99 年 7 月資料，依前述新建堤防及既有堤防加高規劃設計圖概估工程數量，如表 10-2 及表 10-3 所示(工程實施時應以實地測量設計之數量為準)。

五、工程費估算

工程費為工程用地費及工程建造費之合計，茲估算如下：

(一) 工程用地費

工程用地費包括用地補償費(土地補償費、施工獎勵金、地上物補償費）、用地取得行政作業費及物價調整費：

1、 土地補償費

本計畫治理河段內公地原則上無償撥用，而私有地用地補償費用初步以平均公告現值（每公頃新台幣 320 萬元）加四成及配合施工獎勵金（每公頃新台幣 120 萬元）概估，共計每公頃新台幣 568 萬元。

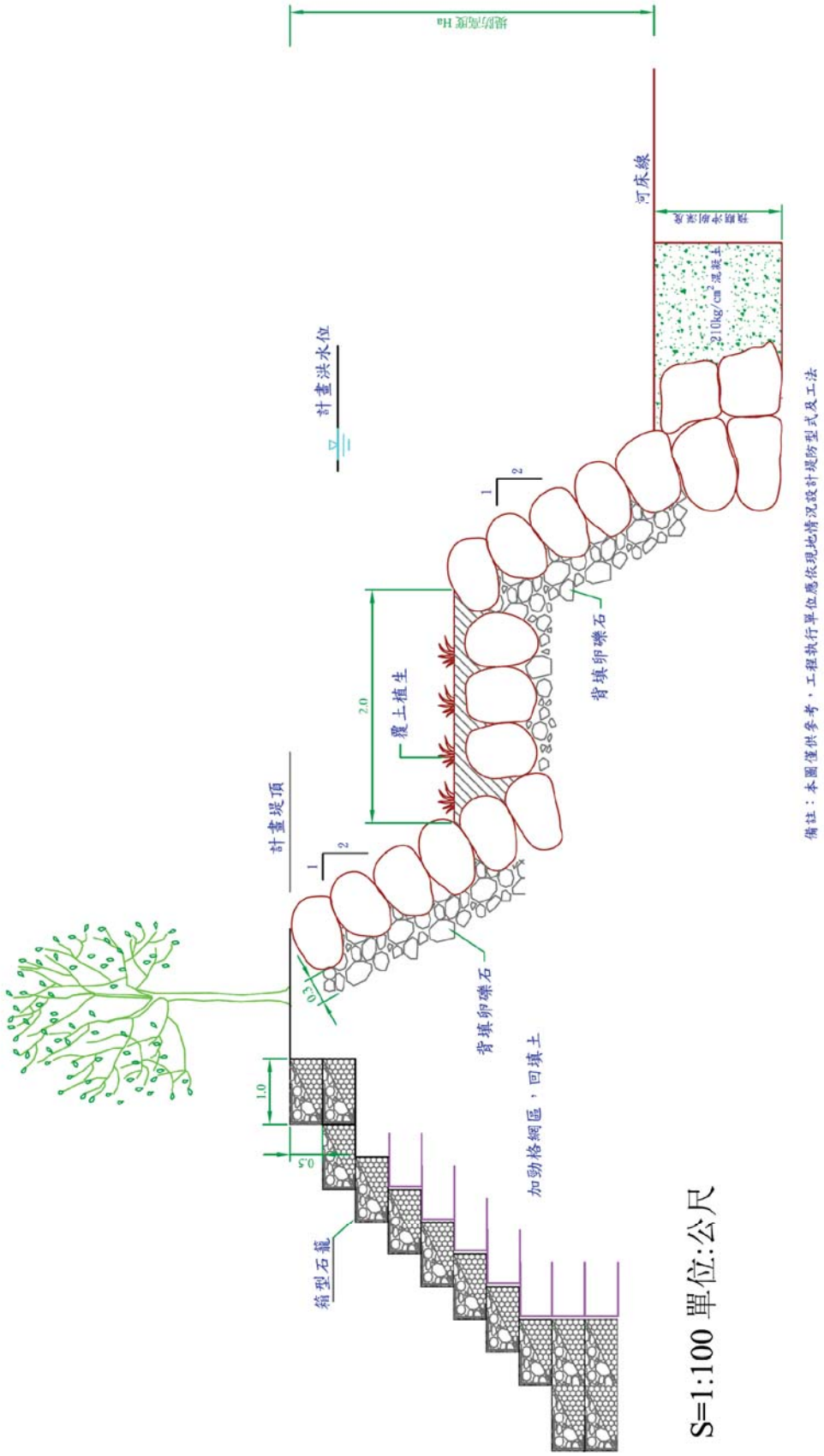


圖10-1 本計畫新建堤防示意圖

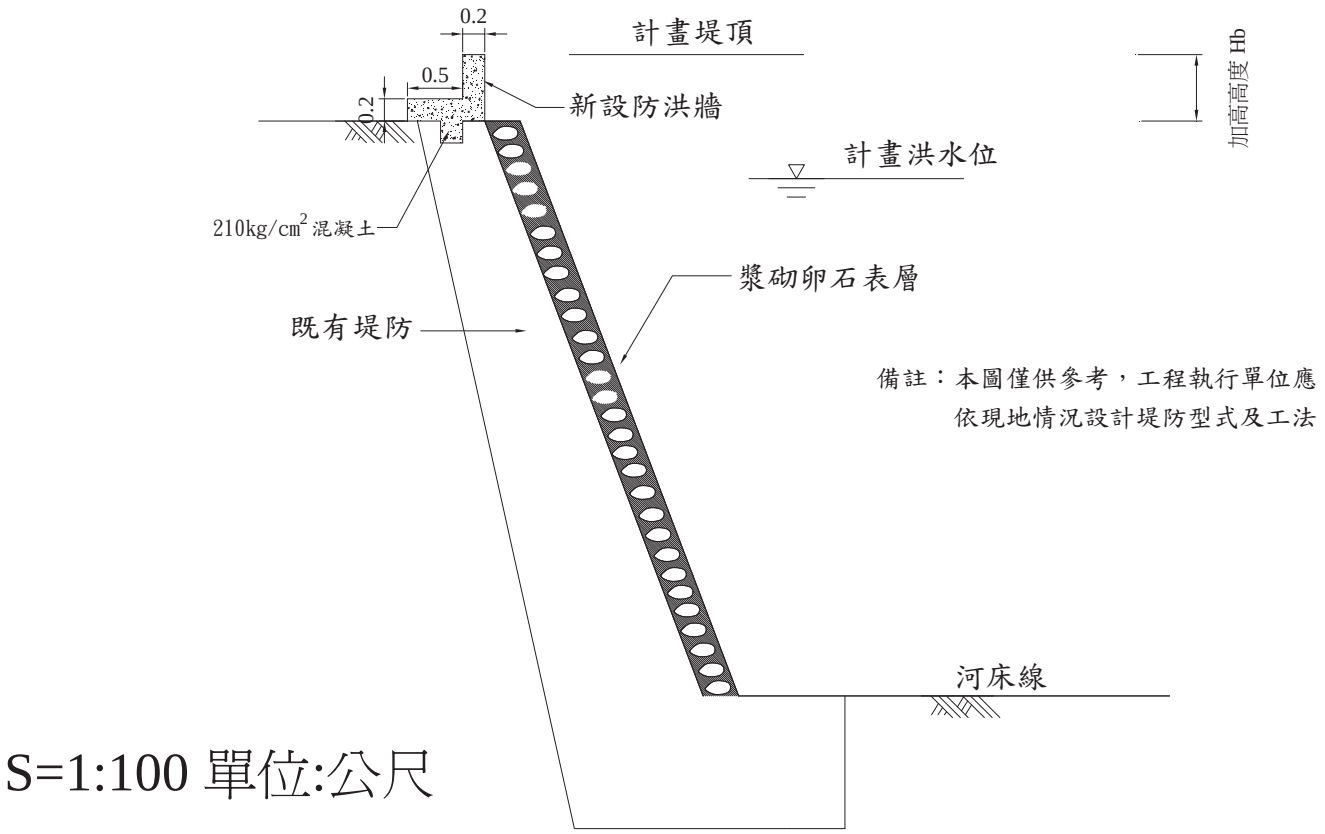


圖 10-2 本計畫既有堤防加高示意圖

表 10-2　本計畫新建堤防工程每公尺造價分析表

工程項目	說明	單位	數量	單價（元）	總價（元）	附註
新建堤防（平均高度 4.0 公尺）						
（一）直接工程成本						
塊石	單顆粒徑>50 公分	m^3	5.00	900.00	4,500.00	塊石來源以鄰近河川清淤石材為主
背填卵礫石		m^3	2.00	400.00	800.00	
210kg/cm^2 混凝土		m^3	2.00	1,940.00	3,880.00	
乙種模版		m^2	2.00	210.00	420.00	
機編石籠	0.5m*1m*1m	組	6.00	1,500.00	9,000.00	
綠化植生	含客土、草種及原生灌木	式	1.00	2,000.00	2,000.00	
小計					20,600.00	
雜項工程費及其他附屬設施					6,290.00	約 30%
施工安全衛生及環保措施					420.00	約 2%
包商管理費					2,060.00	約 10%
營業稅					1,030.00	約 5%
合計					30,400.00	
（二）間接工程成本					1,520.00	（一）項之 5%
（三）工程預備費					6,080.00	（一）項之 20%
總計					38,000.00	（一）至（三）項之和

表 10-3　本計畫既有堤防加高工程每公尺造價分析表

工程項目	說明	單位	數量	單價（元）	總價（元）	附註
既有堤防加高（平均高度 0.6 公尺）						
（一）直接工程成本						
210kg/cm^2 混凝土		m^3	0.26	1,940.00	504.00	
乙種模版		m^2	2.20	210.00	462.00	
鋼筋		T	0.03	20,100.00	627.00	
小計					1,593.00	
雜項工程費及其他附屬設施					477.00	約 30%
施工安全衛生及環保措施					40.00	約 2%
包商管理費					160.00	約 10%
營業稅					80.00	約 5%
合計					2,350.00	
（二）間接工程成本					130.00	（一）項之 5%
（三）工程預備費					420.00	（一）項之 20%
總計					2,900.00	（一）至（三）項之和

2、 地上物補償費

地上物補償費依臺東縣政府（90 年）「臺東縣辦理徵收土地農林作物、魚類及畜牧遷移（補償）費查估基準」辦理，本區種植使用現況多為水稻，地上物補償費平均每公頃約 20 萬元。

3、 用地取得行政作業費

本項費用包括徵收及撥用作業費之計列，本計畫依據下列相關法規辦理：

(1) 內政部 89 年 7 月 5 日台內地字第 897073 號函訂頒「直轄市或縣（市）政府辦理土地徵收業務作業費基準」。

(2) 內政部 90 年 2 月 3 日台內地字第 900650 號函訂頒「直轄市或縣（市）政府受託辦理土地撥用業務作業費基準」。

(3) 台灣省水利處 71 年 7 月 7 日水政字第 31392 號函訂頒各局所需用地作業費編訂標準。

依據前列相關規定，本計畫公有地用地取得行政作業費每公頃以新台幣 6 萬元計，私有地用地取得行政作業費每公頃以新台幣 8 萬元計。

4、 物價調整費

本計畫以用地補償費與用地取得行政作業費合計之 30％估算物價調整費。

5、 工程用地費估算

本計畫相關工程計用所需使用公有地約 0.74 公頃，私有地約 3.45 公頃，工程用地費用初步估算約新台幣 2,775 萬元（表 10-4）。

表 10-4　本計畫工程用地費估算表

堤防名稱	用地面積（公頃）		一. 土地補償費（萬元）	二. 地上物補償費（萬元）	三. 行政作業費（萬元）	四. 小計（一+二+三）	五. 物價調整費（四×30%）（萬元）	總用地費用（萬元）
	公有地	私有地						
紅石左岸四號堤防加高加強	0.00	0.51	289.68	10.20	8.00	307.88	92.36	400.24
紅石左岸三號堤防加高加強	0.00	0.54	306.72	10.80	14.00	331.52	99.46	430.98
紅石左岸二號堤防加高加強	0.02	0.23	131.78	4.64	14.00	150.42	45.12	195.54
紅石左岸一號堤防加高加強	0.02	0.35	199.94	7.04	14.00	220.98	66.29	287.27
紅石右岸四號堤防加高加強	0.00	0.17	94.29	3.32	14.00	111.61	33.48	145.09
紅石右岸三號堤防加高加強	0.35	0.70	397.60	14.00	6.00	417.60	125.28	542.88
紅石右岸二號堤防加高加強	0.11	0.16	89.18	3.14	8.00	100.32	30.09	130.41
紅石右岸一號堤防加高加強	0.13	0.26	148.82	5.24	9.00	163.06	48.92	211.97
楠溪堤防加高加強	0.06	0.27	155.63	5.48	8.00	169.11	50.73	219.85
楠溪堤防新建	0.06	0.25	143.14	5.04	14.00	162.18	48.65	210.83
總計								2775.06

(二) 工程建造費

本計畫工程建造費包括直接工程成本、間接工程成本（直接工程成本 5%）及工程預備費（直接工程成本之 20%），經計算本工程建造費約為新台幣 3,904 萬元（表 10-5）。

(三) 總工程費

本計畫工程用地費約新台幣 2,775 萬元，加上工程建造費新台幣 2,280 萬元後，經估算本計畫總工程費約為新台幣 5,055 萬元。

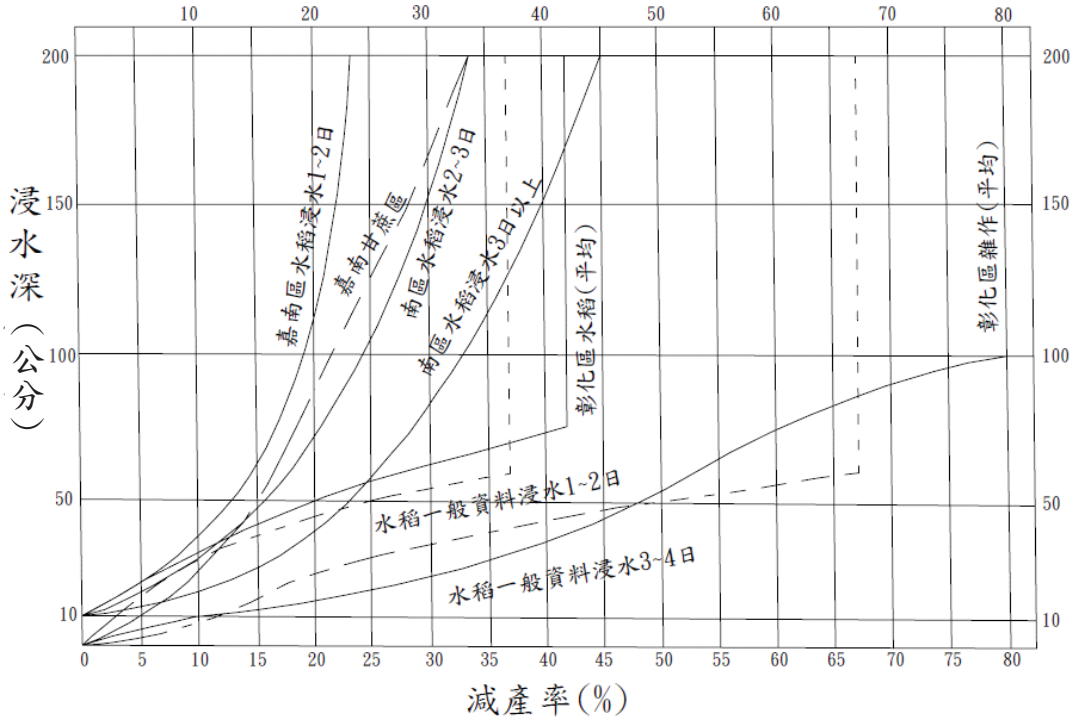
表 10-5 本計畫工程建造費估算表

堤防名稱	每公尺單價（元）	建造長度（公尺）	總價（元）
紅石左岸四號堤防加高加強	2,900	510	1,479,000
紅石左岸三號堤防加高加強	2,900	540	1,566,000
紅石左岸二號堤防加高加強	2,900	252	730,800
紅石左岸一號堤防加高加強	2,900	372	1,078,800
紅石右岸四號堤防加高加強	2,900	166	481,400
紅石右岸三號堤防加高加強	2,900	1,050	3,045,000
紅石右岸二號堤防加高加強	2,900	164	475,600
紅石右岸一號堤防加高加強	2,900	392	1,136,800
楠溪堤防加高加強	2,900	330	957,000
楠溪堤防新建	38,000	312	11,856,000
總計			22,806,400

第拾壹章　經濟效益評估

一、洪災損失

本計畫初步以各重現期距洪水估算其可能之淹水面積，由於本計畫可能淹水範圍大多是水稻田，因此農作物直接損失估算將參考台灣省統計分析之農地浸水深度與作物減產率關係曲線（圖 11-1），以平均淹水深度來估算作物損失。經以平均淹水深度與圖 11-1 比對後，以南區水稻浸水 2-3 日曲線，水深 100 公分時水稻的減產率大約為 24 %，一般稻作物平均每公頃每年收入約新台幣 20 萬元，因此將淹水面積代入計算後，可初步估算本計畫各重現期距之洪災損失如表 11-1 所示，年平均損失約為新台幣 57 萬元。



資料來源：河川治理及環境營造規劃參考手冊，經濟部水利署水規所，民國 95 年 6 月。

圖 11-1　農地浸水深度與作物減產關係曲線圖

表 11-1　紅石溪流域各重現期距可能淹水損失估算表

重現期距(年)	2	5	10	25	50	100
可能淹水面積(公頃)	0	10	30	63	112	205
淹水損失(萬元)	0	48	144	302	538	984

二、經濟效益基本原則

基於有限的社會資源必須有效利用，規劃中之待辦計畫一般均以經濟觀點評估其是否合格可行，在效益與成本的比較之下，計畫產出的價值必須大於投入的價值，使社會財富及福利因有計畫而增加，方屬合算，而計畫成本亦須較低廉方合經濟原則。

本計畫經濟分析年限以 50 年為準，由於效益與成本發生的時間不同，而經濟分析中對成本與效益的處理又皆係以貨幣單位計價，且貨幣價值又包括時間因素在內，為期兩者能於同一基準下作比較，通常將發生於將來的成本與效益折算為現值總額，或採用年計效益與年計成本比較，本計畫將以後者（即年計效益與年計成本）為經濟效益評估基本原則。

三、效益分析

工程之效益分為可量化效益與不可量化效益，可量化效益為實際可見並量測獲得之防洪成果，不可量化效益則估算其所可預防之災害程度；可量化效益可分為直接、間接效益。

(一)　直接效益

由前節分析可知本計畫洪災損失約為新台幣 57 萬元，當相關防洪工程完成後，洪災損失便可視為直接效益，因此本計畫直接效益約為新台幣 57 萬元。

(二)　間接效益

在計畫工程實施後，可有效減免洪災，進而提高農地利

用價值，促進區域繁榮及農村發展等之間接效益擬以直接效益之 25%概略計之，每年約新台幣 15 萬元。

(三) 不可量化效益

本計畫實施後，可增加生命財產之保障、環境之改善、生活品質之提昇、並可促進區域之發展。

四、年計成本分析

本計畫年計成本係由總工程經費計算，每年應分擔之成本包括年利息、年償債基金、年運轉維護費用與年稅捐保險費，茲分述如下：

(一) 年利息

年利息為投資之利息負擔，依總工程經費為準，依統一利息方式計算，本計畫工程投資年利息採 3%計算。

(二) 年償債基金

為本計畫工程投資攤還基金，依經濟分析年限 50 年計算，每年平均攤還，年償債基金為總工程經費之 0.887%。

(三) 年運轉及維護費

包括設施維修及養護、安全檢查及評估等費用，一般以工程建造費 3%估算。

(四) 年稅捐保險費

本計畫以工程建造費之 0.12%為保險費，0.5%為稅捐費，合計為 0.62%。

(五) 年計成本估算

本計畫工程建造費約為 2,280 萬元，工程用地費約 2,775 萬元，總工程經費約 5,505 萬元，依上述各項費用計算後，本計畫年計成本約為新台幣 297 萬元（表 11-2）。

表 11-2　本計畫年計成本估算表

單位：新台幣萬元

成本項目	金額	備註
一、總工程經費	5,505	
二、工程建造費	2,280	
（一）年利息	165	第一項之 3%
（二）年償債基本	49	第一項之 0.887%
（四）年運轉及維護費	68	第二項之 3%
（五）年稅捐保險費	14	第二項之 0.62%
年計成本	297	

五、經濟評價

計畫的經濟評價，通常以效益與成本的比較作為衡量經濟效率的準則。本計畫將採益本比法估算計畫經濟評價。

益本比＝B／C

式中 B、C 分別為效益及成本

本計畫年計效益初步以直接及間接效益估算約為每年 72 萬元，而年計成本約為每年 297 萬元，經計算後本計畫益本比約為 0.24。

由上可知，本治理計畫益本比為 0.24 雖略為偏低，但在計畫實施後，對河道兩岸土地及農作將有更進一步之保障，農業產值及觀光效益得以提高，同時可促進物產流通及地方繁榮，此等皆為本計畫無法量化之效益。防洪工程一般亦視為政府保護人民生命、財產安全之基本建設，攸關人們生命財產之保護及國土保全，故本計畫相關治理措施建議應提早實施。

第拾貳章　相關計畫及配合措施

一、相關計畫配合

(一)　土地利用之配合

本計畫流域之土地可依將來新訂定之區域計畫或都市計畫分區使用，惟將來於制定或修訂時，應配合水道治理計畫線及堤防用地範圍線，以利本溪治理計畫之推行，相關土地利用配合事項分述如下：

1、　河川區域內土地利用

河川區域內之土地，應依據水利相關法規之規定，辦理許可使用，並嚴禁一切妨礙水流之設施使用及其他有害河防安全行為。

2、　水道治理計畫及堤防預定線內土地

計畫水道係依河性及水理檢討，以暢洩計畫洪水量，維持排洪功能及河道自然平衡而訂定。為保護計畫水道，應依水利相關法規之規定，水道治理計畫線及堤防預定線內之土地嚴禁一切有妨治理及妨礙水流之行為。

3、　水道治理計畫及堤防預定線外之土地

(1)　已布置防洪設施但尚未施工完成之區域，應以農業或綠地使用為宜，如作為其它用途，應興建防洪設施或填高地面至計畫洪水位以上並有完善之排水設施，其臨近河面宜設適當之護岸工事以維安全。

(2)　在未布置防洪設施保護區域，應以農業或綠地使用為宜，如作為其它用途，應依水利相關法規規定辦理。

4、　計畫洪水到達區域之土地利用

本計畫在尚未完成相關堤防改善前，紅石溪治理規劃

河段於民安橋以上之區域部分土地位於洪水到達區域內，相關位置如附件二所示。經現場實地調查結果可知，本區域內之土地大部分為水稻田，因此初步建議在計畫洪水到達區域內之土地，在完成本治理計畫前應可維持現有的利用方式，惟需加強既有排水設施的維護，俾能減少洗水時間，降低農作物的損失。

(二) 都市計畫之配合

本計畫各治理河段內目前無都市計畫，惟將來都市計畫主管機關如辦理擴大都市計畫或通盤檢討時，應配合本治理計畫，以利排洪之需要及將來治理計畫之推行。

(三) 橋梁工程之配合

本計畫河段支流楠溪中現有之跨河構造物自上游至下游為德高橋、鐵路橋及無名橋等 3 座橋梁，主流紅石溪中現有之跨河構造物自上游至下游為榮橋、鐵路橋、德福橋、國泰橋、民安橋、山電橋及無名橋等 7 座橋梁，水理檢討如表 7-2 所示。由表中顯示，在本計畫支流楠溪部分，主要是無名橋橋長及出水高不足，鐵路橋則是出水高不足，初步建議該橋配合本計畫改建增加橋梁長度。在主流紅石溪部分，鐵路橋出水高不足，無名橋橋長不足，德福橋、國泰橋及民安橋梁底高程低於計畫洪水位且長度不足，建議配合本計畫抬高梁底並增加橋梁長度。

(四) 水利會取水設施之配合

本計畫河道在楠溪無名橋附近、紅石溪鐵路橋、德福橋及斷面 14 附近有水利會取水口，後續進行堤防改建或加高施工時應維持其原有功能，完工後須對原有取水設施一併復舊。在相關治理工程完工後，若水利會有新設取水設施之需

求則應會同河川局進行現地勘查，避免相關設施影響防洪安全。

(五) 流域水土保持計畫之配合

本計畫治理河段上游集水區為山坡地或國有林班地，基於水土保持及坡地保育所需，建請集水區上游坡地之管理單位應加強包括崩塌地植生復育、農地水土保持、道路水土保持、土石流整治及野溪蝕溝治理等工作，以降低下游河道發生土砂災害之發生機率。

(六) 排水流入工之配合

本計畫治理規劃河段主要有關山大排及關山國小排水匯入，目前匯入口均已完成堤防或護岸等防洪結構物，在進行本治理計畫時應與其順接，同時相關主管機關應評估前述排水是否有受紅石溪主流的迴水影響，並辦理閘門或背水堤等相關改善配合措施。

(七) 區域排水改善之配合

本計畫流域範圍內各區域排水之主管機關應配合本治理規劃檢討其排洪能力，若在紅石溪堤防用地範圍內有施設抽水站之必要時，須辦理相關水理檢討並會同河川局進行進行現地勘查，避免相關設施影響防洪安全。

(八) 計畫區內相關治理計畫之配合

本計畫區內共計有台東縣政府辦理之關山都市計畫、林務局辦理之縱谷西側關山及瑞源集水區國有林班地整體調查規劃、營建署辦理之台灣城鄉風貌整體規劃示範計畫等，其中除關山都市計畫持續推動外，其餘皆已執行完畢。惟關山都市計畫之範圍並未在治理規劃河段範圍內，因此對本計畫較無直接影響。

(九) 強化淹水預警及災害防救

1、 建立洪水情報機制，並公布淹水警戒區域及可能淹水深度等資訊，提供相關單位與民眾防災應變之參考。

2、 建構完整之水災災害防救體系，妥善規劃淹水區域管制、疏散及避難計畫，並建置救災人力及機具設備資料庫及徵用程序等機制，以厚植災害防救能力。

3、 運用行動電話簡訊傳輸功能，結合電信業者建置高淹水潛勢地區村里長之通訊系統，定期傳輸淹水資訊，以利緊急應變。

4、 結合社區民眾防災組織，強化水災防救體系。

二、河川管理注意事項

(一) 河川管理

治理基本計畫核定公告後，劃定為水道治計畫線及堤防預定線內之土地，為防止水患應嚴禁濫墾及建築等與水爭地之情事，以確保計畫洪水之暢洩，應請管理機關嚴格執行河川管理之工作。

(二) 構造物施設與濫建之管理

紅石溪治理基本計畫公告實施後，計畫水道內興建構造物應依規定向河川管理機關申請許可使用，對於濫建物依水利法規定查處。

(三) 水質與環境之維護

應重視河岸原生植被的自然演替，減少民眾對河川環境的破壞行為，如種植低莖作物及傾倒垃圾等；工程實施時，也應考量環境景觀協調，於工程細部設計時提出植栽計畫，並儘量多採用原生種植物，且於適當地點考量使用大型喬木作為植栽。

三、相關權責單位配合之事項

本治理計畫權責單位為水利署第八河川局，相關設施應由權責單位負責管理與維護，並派專人妥善管理、做好定期維護工作，洪水發生時方能發揮正常之排洪功能。茲將一般維護管理宜注意事項分列如下：

(一) 權責單位須編列經常性之維護管理費用（維護管理費用可以年度工程經費 5%估列），由專人負責辦理各項防洪設施定期維護及管理工作，以發揮其正常功能。

(二) 防洪構造物損壞或基礎明顯淘刷時，應儘速整修或加強保護，以免洪水來臨時產生潰堤，造成重大災害。

(三) 不定期派員巡視，取締違法侵佔防洪設施用地及傾倒廢棄物、破壞水利設施等非法行為，並加強對當地民眾之水利教育宣導，以確保水路之暢通。

(四) 河川環境營造之管理維護，需耗費較多之人力，宜結合當地社區居民、團體、社團及公司共同參與，以認養、清掃及社區巡邏等方式，共同維護、愛護水路之環境、生態及景觀綠美化。

(五) 招募縣政府、鄉（市）公所、河川局、水利會等水利相關退休人事及地方熱心民眾，組成志工守護隊，加強平時水路巡守及溪流文化解說工作，增加民眾對環境之認同感，減少污染水行為。

附件一 紅石溪水道治理計畫及重要工程布置圖

支流納溪現有防洪工程(堤防)設施一覽表

岸別	編號	規劃名稱	規劃長(m)	岸別	編號	規劃名稱	規劃長(m)
左岸	①	納溪規劃	475	右岸	②	納溪規劃	437

支流納溪計畫防洪工程(堤防)設施一覽表

岸別	編號	規劃名稱	規劃長(m)	岸別	編號	規劃名稱	規劃長(m)
左岸	①	納溪規劃加高加強	330	右岸	②	納溪規劃新建	312

紅石溪主流計畫防洪工程(堤防)設施一覽表

岸別	編號	規劃名稱	規劃長(m)	岸別	編號	規劃名稱	規劃長(m)
左岸	⑨	紅石左岸四號規劃加高加強	510	右岸	⑨	紅石右岸四號規劃加高加強	166
	⑩	紅石左岸三號規劃加高加強	540		⑩	紅石右岸三號規劃加高加強	1,030
	⑪	紅石左岸二號規劃加高加強	232		⑪	紅石右岸二號規劃加高加強	264
	⑫	紅石左岸一號規劃加高加強	372		⑫	紅石右岸一號規劃加高加強	392
	小計		1,654		小計		1,872
總計							3,346

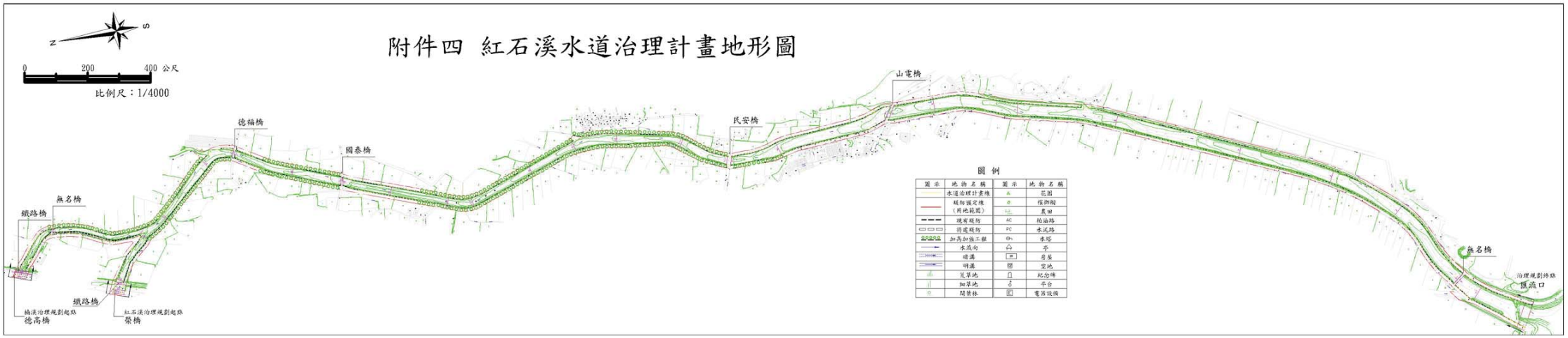
紅石溪主流現有防洪工程(堤防)設施一覽表

岸別	編號	規劃名稱	規劃長(m)	岸別	編號	規劃名稱	規劃長(m)
左岸	①	紅石左岸八號規劃	224	右岸	①	紅石右岸六號規劃	225
	②	紅石左岸七號規劃	1,327		②	紅石右岸五號規劃	1,959
	③	紅石左岸六號規劃	661		③	紅石右岸四號規劃	511
	④	紅石左岸五號規劃	532		④	紅石右岸三號規劃	1,288
	⑤	紅石左岸四號規劃	318		⑤	紅石右岸二號規劃	379
	⑥	紅石左岸三號規劃	783		⑥	紅石右岸一號規劃	421
	⑦	紅石左岸二號規劃	450		⑦	發橋規劃	164
	⑧	紅石左岸一號規劃	369				
	⑨	發橋規劃	166				
	小計		4,910		小計		4,967
總計							9,877

附件二 紅石溪水道治理計畫洪水到達區域圖

附件三 紅石溪水道治理計畫公私有地分布圖

附件四 紅石溪水道治理計畫地形圖



附錄一 工作人員名單

工作人員名單

職稱	姓名	工作項目	備註
局長	陳隆政	工作方針指導、報告核定	98年5月~迄今
副局長	蔡宗憲	工作指導、報告審查	98年5月~迄今
規劃課長	姚敏郎	規劃原則核定、督導及報告審核	98年12月~迄今
規劃課長	李榮著	規劃原則核定、督導及報告審核	98年5月~98年11月
副工程司	施政杰	計畫主辦、工作執行、報告書彙整撰寫	98年5月~迄今
工程員	莊為任	計畫協辦	98年6月~迄今
技工	黃錦章	外業測量及水文資料蒐集	98年7月~迄今

附錄二 重要公文函件

重要公文函件

一、洪水量分析

(一) 民國 98 年 11 月 4 日經水文字第 09830004070 號函。

主旨：檢送本署 98 年 10 月 30 日召開「卑南溪支流紅石溪治理規劃」水文分析審查會議紀錄 1 份，請　查照。

(二) 民國 99 年 1 月 8 日經水文字第 09930000070 號函。

主旨：核定「卑南溪支流紅石溪治理規劃」水文報告，請 查照。

二、報告書審查

附錄三 歷次審查意見處理情形

卑南溪支流紅石溪治理規劃(1/2)
工作執行計畫書審查意見回覆表

時間：民國 98 年 6 月 25 日
地點：本局三樓會議室

審查意見	回覆情形
一、屏東科技大學　　陳教授鈞華	
1. 部份圖表如非自己所作，引用他人資料請註明資料來源：如表 4.3-2，4.3-1，4.3-3，4.3-4，4.3-5，4.3-7，4.3-8，4.4-2。	1. 遵照辦理，相關引用之圖表將於報告中載明資料來源。
2. 表 4.4-1 曼寧粗糙係數 n 值估算經驗公式，所列甚多公式，請就各公式導演時假設條件、適用條件、背景等簡要述明，台灣各河川有無實用記錄文獻，經本研究實證中是否可給予最適之推薦（建議值）？	2. 本計畫水理計算將採用周文德所建議之曼寧粗糙係數 n 值，並參考卑南溪其他水系之所採用之 n 值。由於本計畫河道並無設置流量站，因此在驗證曼寧粗糙係數 n 值有實作上之困難。
3. 表 4.4-3 河道輸砂估算經驗公式所列甚多公式，請先檢討各公式之適用條件背景，簡要述明台灣各河川有無實用文獻，經由該研究是否可推薦該區最適當河道輸砂估算經驗公式。	3. 本計畫河道輸砂將採用台灣南澳溪以南及東部區域經驗公式。
4. 部份公式請改正編輯：如 Qs=0.009A0.852=>Qs=0.009A$^{0.852}$。	4. 遵照辦理。將於文章內容修正。
5. 4-7 河川圖籍數化後可否利用 2007Autocad Civil 3D 烏瞰示功能呈現？（動畫功能 Amination）。	5. 本計畫中河川圖籍製作主要以平面圖說方式提送成果，相關工作項目並未包含 2007Autocad Civil 3D 烏瞰示功能呈現。
6. 參考文獻請列出所示如水理演算如 HEC-RAS。	6. 遵照辦理，將補列 HEC-RAS 之使用手冊於參考文獻中。
二、台東大學　蔡教授西銘	
1. 圖 2-1 請標示各起迄點及橋樑相關位置。	1. 遵照辦理，相關位置已列於流域概況圖內。
2. 圖 4.3-1 雨量站位置能否聚集於計畫區附近。	2. 遵照辦理，本計畫將優先評估設置距離位於紅石溪流域 15 公里內之雨量站。
3. 圖 4.3-2 選用成功站是否適宜，請考慮因其位於海岸山脈另側。	3. 成功雨量站因距離本計畫流域過於遙遠，故不予選用。
4. 曼寧 n 值如何設定，請說明（表 4.4-1 或 4.4-2）	4. 本計畫水理計算將採用周文德所建議之曼寧粗糙係數 n 值，並參考卑南溪其他水系之所採用之 n 值。

審查意見	回覆情形
5. 計畫供水量採 100 年重現期距，是否會 over design？	5. 本計畫中計畫洪水量將採保護標準為重現期距 25 年出水高 1 公尺為原則。
6. HEC-RAS 水理演算邊界條件如何設定宜說明？	6. 本計畫水理計算初步以水文分析所得之各控制點計畫流量為上游邊界條件，下游起算水位將考慮卑南溪第 69-70 號斷面之內插計畫水位，同時並比較水理計算時的正常水深（Yn）及臨界水深（Yc），以較高的水位作為起算水位的採用值。
7. 圖 5-1 標示符號請一致。	7. 遵照辦理，將於報告文中修正。
三、義守大學　詹教授明勇	
1. P2-2 紅石溪流域範圍是否為治理範圍，請再明確的標示。	1. 本計畫治理範圍上游起自榮橋及德高橋，下游終點為紅石溪匯入崁頂溪口，相關位置詳流域概況圖。
2. P4-9 引用成功，新武(3)，武陵三個站之雨量分析。但請用較明確清晰之方式，表示各測站的控制面積（包括地形與集水區之關係）。	2. 遵照辦理，本計畫中各控制點之雨量站控制面積詳圖 4-3 至圖 4-7 所示。
3. P4-10/11 有沒有必要推估由最大一日暴雨轉成 24hr 最大雨量。	3. 本計畫雨量以最大一日暴雨進行水文分析。
4. P4-12 雨型現採用 Horner 公式或歷史暴雨之情形為代表性降雨。此二者之抉擇原則為何。	4. 本計畫中雨型分析首先以 Horner 公式法及數場暴雨序列分別推算計畫區之設計雨型，最後依分析結果評估適用雨型。
5. P4-21 年輸砂量以 $Qs=0.009A^{0.852}$。為參考當然是依據之一，但也要指出其使用之範圍和限制。	5. 遵照辦理，本計畫河道輸砂將採用台灣南澳溪以南及東部區域經驗公式。
6. 日後 HEC-RAS 起算水位以 25 年為準，同時也要注意上、下游控制之情形。	6. 遵照辦理。
四、經濟部水利署水利規劃試驗所　李工程司亞儒	
1. 在颱風侵颱的組數比較上，應統計對該流域造成豪大雨的台風才有意義，同時在組數整合上，可不必單年列舉,可延長時間，採每 5 年總計，其趨勢相信會更明顯。	1. 本計畫擇取近二十年來侵襲台灣東部且造成較大雨量之五次颱風共計六場降雨事件進行數場暴雨雨型分析。
2. 本篇為工作執行計畫書，故在水文水理相關審查於後續規畫報告再行審閱，後續章節編排上建議仍須與八河局進行瞭解。	2. 遵照辦理，本計畫期中報告內容章節之編排將依照相關作業規定辦理。

審查意見	回覆情形
五、林務局台東林區管理處　張蘇能	
1. 本案規劃內容如契約有涉及林班地範圍，請一併列入規劃調查，並於各期程報告中展現成果。	1. 由於本計畫河段已位於紅石溪之中下游段，經初步地籍調查結果，計畫河段內並無林班地。
六、本局　劉課長謙誠	
1. 取水口請保留並留通道以利機具進出。	1. 遵照辦理，將於研擬河道治理計畫時列入考量。
七、第八河川局 李課長榮著	
1. 雨量站調查應以鄰近站或流域內為主，不宜以全台東縣做表現。未來全報告的撰寫亦應以本計畫區為主角撰寫內容及製作圖表。	1. 遵照辦理，將於期中報告撰寫時調整相關內容。
2. 圖 4.3-2 徐昇氏選站應將上述各站展現在圖上，並逐一論述篩選理由。	2. 遵照辦理，本計畫水文分析選用雨量站之原則詳期中報告第肆章第一、二節。
3. 目前選用成功等 3 站做加權非常不妥。未來徐昇氏權重亦請列圖、表來表示。	3. 遵照辦理，本計畫水文分析選用雨量站之徐昇氏法圖表說明詳期中報告第肆章第二節。
4. 未來水文審查須送水利署，請以水利署規定或慣用格式編撰，圖、表編號亦需依順序排列(表 4.3-2 即在表 4.3-1 之前)以免審查不過導致逾期。並請積極加派人力趕辦。	4. 遵照辦理，本計畫期中報告格式將依水利署相關規定撰寫。
5. 圖、表資料來源請加註年代，製作機關或報告書名，各圖須加附圖例、指北、比例尺。圖的呈現應清晰可辨，必要時應彩色印刷或加大尺寸。	5. 遵照辦理，將於期中報告撰寫時加註相關內容。
6. 各相關機關或規劃報告應多加蒐集，以免期中時需修改太多，影響結案時間。	6. 遵照辦理。
7. 圖籍製作工作量不少，應即早處理。公、私有地、原住民承租地應先調查清楚。	7. 遵照辦理，目前已完成河川用地權屬調查，相關土地之承租情形調查將儘速辦理。
八、第八河川局 施工程司政杰	
1. 章節編排請參考本局相關規劃報告格式，報告內容亦同。	1. 遵照辦理。
2. 請於目錄前放流域概況圖，概況圖格式請參考相關報告。	2. 遵照辦理。
3. 本計劃紅石溪的集水區範圍如何劃定？是否僅以合約中的集水區範圍劃定。	3. 本計畫紅石溪之集水區原則上以 2 萬 5 千分之一地形圖之地形特性劃定，在山

審查意見	回覆情形
	坡地以山脊線為界，在平原區以路堤或卑南溪主流之中分線為界，經劃定後集水區之範圍大致與合約相符。
4. 本計畫不含外業測量，外業測量係利用本局 98 年卑南溪大斷面測量之成果，但河道調查與測量章節中的洪災事件調查及土地利用公私有地調查一節還是由貴公司撰寫，於報告工作方法中未辦理相關工作。	4. 洪災調查及土地權屬調查初步成果詳第參章。
5. 圖 4.1-1 流程圖有河川圖籍數化及土地權屬調查，惟 4.1 工作方法中未論述。	5. 土地權屬調查初步成果詳第參章。
6. 雨量站應儘可能採用計畫流域內雨量站，成功站是否合適。	6. 成功雨量站因距離本計畫流域過於遙遠，故不予選用。
7. 水文分析章節除雨量站外，應對流域及鄰近流域之水位流量站做一論述。	7. 遵照辦理，流量站相關內容詳第肆章第一節。
8. 流域概況圖底圖建議使用航拍或 1/25,000 地形圖為底圖，台灣的縮圖中要有集水區範圍。	8. 遵照辦理，本計畫流域概況圖將以 2 萬 5 千分之一地形圖為底圖。
9. 起算水位部份，若要採用滙流處卑南溪計畫洪水位應採用斷面 69-70 間的內插洪水位。建議比較 yn、yc 及卑南溪計畫洪水位取大值。	9. 遵照辦理，本計畫起算水位將考慮卑南溪第 69-70 號斷面之內插計畫水位，同時並比較水理計算時的正常水深（Yn）及臨界水深（Yc），以較高的水位作為起算水位的採用值。
10. 紅石溪是否需採用 100 年重現期洪水位？建議採 25 年加一定出水高。	10. 遵照辦理，本計畫中計畫洪水量將採保護標準為重現期距 25 年出水高 1 公尺為原則。
11. 水文分析請依水利署最新之河川治理規劃及河川區域劃定水文分析報告審查作業須知辦理。	11. 遵照辦理，本計畫水文分析將依相關規定辦理。
12. 4.4.3 現有防洪及跨河構造物功能檢討不應放在河川水理分析中，應獨立專章於河道治理計畫研擬後。	12. 遵照辦理，現有防洪及跨河構造物功能檢討將於後續報告中獨立專章。

卑南溪支流紅石溪治理規劃(1/2)
期中報告書審查意見回覆表

時間：民國 98 年 7 月 30 日
地點：本局三樓會議室

審查意見	回覆情形
一、屏東科技大學　　陳教授鈞華	
1. 本計畫宜對該地區現有產業或水利建設等現有優勢（利基）如關山親水公園、關山大圳（水利會）綠美化工作等社會環境調查應多加詳論，此與日後本計畫綜合治水對策有關。	1. 本計畫針對關山親水公園、關山大圳及環鎮自行車道等之調查結果已詳加論述，如文第貳章之四(P2-19~ P2-24)。
2. p1-1 二、計畫範圍圖中相關主支流標示不明或不清楚請補充或者加強顯著標示 A. P2-5 圖 2-3 紅石溪流域地形圖請補上比例尺或標示清楚 B. P2-7 圖 2-5 斷層圖請注意圖文比例 C. P2-27 河川情勢調查資料（表 2-9）雖有註明特生中心但內文應清楚註明引用他人文獻，否則易被誤會為貴公司所作，則會進一步要求說明採樣方法、族群分佈數量・・・等等資料。	2. 紅石溪主支流已補充標示於首頁紅石溪流域位置及概況圖。 A. 已修正，如圖 2-3(P2-8)。 B. 已修正，如圖 2-7(P2-12)。 C. 已修正，如文第貳章之十(P2-36)。
3. 河道調查與測量，有關河床質調查將影響沖刷淤積及 N 值選定，是否要河床質調查，請在文中說明述敘。各控制點位置圖示標明清楚，選取控制點請述明理由。地籍圖請擇要附上，並請說明其餘請列入附錄。	3. 已補充河床質調查成果，如文第參章之三(P3-2)。
4. 水文分析所用三種方法比較惟該區為小集水區（36Km2）所用各方法請列出推荐（建議值）。	4. 遵照辦理。本計畫所用之各種降雨-逕流估算方法所得之結果列表比較如第四章 P4-21~P4-39，分析成果採用值詳 P4-39 表 4-24 所示。
5. 審查委員意見回覆情形處理表，請列出改正後所對應章節及頁碼。	5. 遵照辦理。後續報告審查意見回覆將列入對應章節及頁碼。
二、台東大學　蔡教授西銘	
1. p1-1 計畫範圍內所提相關溪流及橋樑請標示請楚。	1. 遵照辦理。計畫範圍內之相關溪流及橋梁位置詳報告書首頁紅石溪流域概況及位置圖。
2. p2-3 台 9 線省道長度與表 2-2 不符。	2. 已修正，如文第貳章之一之(二)(P2-2)。

審查意見	回覆情形
3. p3-1 表 3-1 項次 2 淹水原因溢（潰）堤是否二者均有。	3. 已修正，如表 3-3(P3-4)。
4. p3-3 土地權屬調查中私有地是否可以不同方式顯示。	4. 本階段土地權屬調查為初步成果，後續將待另案測量成果驗收完成後再行套繪公私有地。
5. p4-1 雨量站選用是 3 站或 4 站，又武陵關山及池上三站成一直線，如何應用。	5. 本計畫選用流域附近迄今仍使用中且雨量記錄年數大於 25 年的 4 社雨量站，經徐昇法分析後顯示武陵站所佔權重為零，相關分析過程詳報告第肆章第一節 P4-5~P4-7。
6. p4-18 公式與解說之符號不一致請修正。	6. 遵照辦理。Horner 公式符號已修正於 P4-17。
7. p4-23 及 4-30 表 4-16 及表 4-19 洪峰流量計算結果能否各舉一例陳述計算流程以利檢核。	7. 以重現期 25 年之洪峰流量計算為例，在合理化公式部分，先以降雨入滲損失計算逕流係數 C，接著根據各控制點集流時間以 Horner 公式計算降雨強度 I，最後將各控制點的集水面積 A 分別代入合理化公式，即可計算各控制點重現期 25 年之洪峰流量。在三角型單位歷線法部分，同樣以重現期 25 年為例，在扣除降雨損失後以設計雨型分配各控制點一日及二日之各時序降雨量，接著利用各控制點之三角型單位歷線分別計算各時序之逕流歷線，最後將各時序之逕流量疊加之後即可獲悉各控制點在 25 年重現期之逕流歷線。
8. p5-1 請說明採用較高水位作為起算水位之理由。	8. 若計畫河段之流況為超臨界流，此時臨界水深大於正常水深，而亞臨界流況時則相反，為計畫流域之防洪安全，一般採用較高的水位做為起算水位。
三、義守大學　詹教授明勇	
1. p2-27 河川情勢的資料為文獻或自行調查，請標示清楚，若為自行調查則需補註方法、日期。若為用他人的文獻也要標示參考文獻。	1. 已增列參考文獻於河川情勢內文，如文第貳章之十(P2-36)。
2. 編號 11 由 B3 到 B4 的高程相差 100 公尺，且方向相反，請再確認資料之正確性。	2. 已修正，如表 2-13(P2-35)。
3. P3-1 關山地區有五處淹水且多為暴雨結果，請再查明致災暴雨事件，若大於 25 年的暴雨，則透過本次規劃後之工程仍未	3. 本計畫透過查詢台東縣政府及關山鎮公所，相關單位表明關山鎮近年無淹水致災記錄，早期相關資料則付之闕如。經

審查意見	回覆情形
能解決問題，也有可能是內水問題而與河川治理沒有絕對的關係。	調查「台東縣水災危險潛勢地區保全計畫」，其所列 5 處淹水地點未述明致災暴雨事件，惟就防(水)災保全區域有詳細說明，已彙整補列如表 3-4(P.3-4)，本計畫將就相關致災暴雨事件繼續調查釐清。
4. P3-4 套圖的結果如業主沒有規定，可否置於附錄，並請用彩印以便看圖方便。	4. 遵照辦理。河川地籍套繪圖將移至附錄，彩印部分待另案測量成果驗收後再行製作。
5. P4-7　A.同一測站的一日暴雨不見得會和二日暴雨發生在同一場連續降雨，請再核對相關數據。B.同一年度的平均一日最大、二日最大暴雨採用各站的最大求加權平均是否會有高估降雨之結果，請研究單位再評估。	5. 謝謝指教，本計畫首先以徐昇法計算流域平均雨量，再以年最大值法選用各年一日及二日之最大降雨，相關結果如表-4 及表 4-5 所示，詳 P4-6~P4-7。
6. P4-14~15　A.五個選用的颱風暴雨雨型相差很多（耐特(1)為單邊右偏分佈，耐特(2)對稱型，象神為左偏型），把他們視為「延時相同」，「有代表性」較不合常理。B.依前面算出的 25 年一日/二日暴雨都在 500mm 以上，但我們選用的事件介於 200~500mm 之間，也有些不合理，請研究單位再考量。	6. 謝謝指教，本計畫根據一日及二日流域平均雨量的計算結果，分別選取近 15 年來所發生的前六場最大降雨事件進行分析。經累積雨量分析結果（圖 4-5 及圖 4-6，P4-13）可知各場暴雨雨型較接近集中型。
7. P4-24~P4-28 把 0.15hr、0.4hr 小時轉成 1.0hr 的單位歷線仍可用 0.1hr 的時間刻度表示，但演算時就不可以了。當△t=0.15 則單位歷線的縱軸 Ui 要視為 U1(t=0.15)、U2(t=0.30)、U3(t=0.45)…. 而降雨也以 0.15 為時間增量 R1(t=0.15)、R2(t=0.30)、R3(t=0.45) 流量的計算為其摺合積分的結果，第 n 時段的流量為 $Q_n(t = n \times 0.15^{hr}) = \sum_{i=1}^{n} R_i U_{n-i+1}$ 這種情形下，根據前面算出的 1.0hr 單位歷只有 2~3hr，單位歷線的縱軸只有 3 個 U1、U2、U3，其餘均為零。所以演算結果沒有確切看到洪峰量，而且也會變成小波振動的型態，這個結果似乎要再確認過程是否正確。	7. 謝謝指教，本計畫單位歷線之時間刻度為 0.1 小時，Horner 公式雨型時間刻度為 0.4 小時，數場暴雨雨型時間刻度為 1.0 小時，流量歷線以降雨序列及單位歷線疊加計算，計算結果如表 4-23 所示（P4-38）

審查意見	回覆情形
四、水文技術組　李工程司仲卿	
1. 本報告內容章節及圖表製作等，請依據本署 98 年 2 月 2 日公告修正之「河川治理規劃及河川區域劃定水文分析報告審查作業須知」，以及參考 97 年 9 月 26 日經水文字第 09730004160 號之「水文分析圖表範例及作業參考手冊」重新纂寫之。	1. 遵照辦理。報告內容章節及圖表皆依相關規定修正。
2. 本案首頁之計畫範圍圖，相關主、支流標示不明或不清楚，請補充或者加強顯著標示。	2. 遵照辦理。本計畫流域及位置圖已將相關主、支流加強標示於首頁。
3. 本計畫雨量站之選取，依據表 4-1 所記載之備註文字，係依據本署「水文水資源資料管理供應系統網站」所整理，惟該網站資訊對於外單位之紀錄年份可能與實際不符，建議應實際洽原測站管理單位釐清實際狀況，再重新檢視應採用之雨量站。	3. 遵照辦理。本計畫所引用之雨量站記錄年份已分別向原測站管理單位確認。
4. 有關徐昇氏法相關圖說，採用之雨量站於圖中及權重表僅有三站，而非文字所稱之 4 站；但於表 4-4 之年最大暴雨中卻又有 4 站，請重新確認及計算。且建議雨量站之標示應能顯著辨識以利審閱。	4. 遵照辦理。雨量站選用之說明及徐昇法分析結果已修正於報告第肆章 P4-5~P4-7。
5. 控制點之位置，以目前之圖說表達過於簡略且無法了解其與重要地物地貌之相對位置，建議可另表達於相關較為清楚完整之大幅圖說上。	5. 遵照辦理。本計畫流域各控制點及集水範圍已補繪於首頁紅石溪流域位置及概況圖。
6. 表 4-4 是否有需要可再酌；表 4-5 應區分成 1 日及 2 日兩份表格，並應註明發生時間(月/日)，俾利核對。	6. 遵照辦理。相關表格已調整如表 4-4 及表 4-5（P4-6~P4-7）
7. 數場暴雨資料分析之雨型，俟將 80/9/22 之耐特颱風視為兩場暴雨事件，應修正之。並可衡酌增加近年之暴雨場次，以反應近年氣候變遷之趨勢；另最大 1 日及 2 日應不必侷限於分析同場次暴雨，以免低估 2 日暴雨。另該種雨型分析，建議可另行繪製各場次雨量累積曲線，以找出降雨分布型態較相似而具代表性之暴雨。	7. 遵照辦理。本計畫根據一日及二日流域平均雨量的計算結果，分別選取近 15 年來所發生的前六場最大降雨事件進行分析。經累積雨量分析結果（圖 4-5 及圖 4-6，P4-13）可知各場暴雨雨型較接近集中型。
8. Horner 降雨強度有關單位時間刻度，應以集流時間為判斷採用依據，而非 p4-18 中所稱初步以 D=0.4hr 來假設。	8. 遵照辦理。Horner 降雨強度公式之有效降雨延時 D 將以集流時間為判斷採用依據，由於本計畫各控制點集流時間皆在 1 小時至 3 小時之間，因此採用 D=0.4hr。

審查意見	回覆情形
9. 依據第二章之基本資料，本計畫區域地形起伏頗大，由於集流時間影響最後成果甚鉅，則有關集流時間之計算，可採用分段計算辦理。	9. 遵照辦理。流域內各控制點之集流時間已依山地段及平原段分段計算如表 4-14 所示（P4-19）
10.本計畫之流域範圍小，集流時間短，分析時應注意採用整時分析會否嚴重低估流量峰值。本次規劃既有 Horner 公式可用，則文中將三角形單位歷線採用 D=0.4 或 0.8hr 計算後再以 S 歷線轉換回 D=1 之方式，並不妥當(Horner 公式並非僅能求取刻度為 1 小時之雨型)。	10.本計畫單位歷線之時間刻度採用 0.1 小時，逕流計算時應無嚴重低估流量峰值之問題。另外，由集流時間計算結果可知本計畫三角形單位歷線所適用的有效降雨延時 D 為 0.4 小時，而數場暴雨雨型之有效降雨延時為 1 小時，並無法直接配合三角型單位歷線作逕流量推估，因此在利用數場暴雨雨型分析流量時應以 S 歷線法將 D=0.4 小時之三角型單位歷線轉換為 D=1.0 小時。
11.圖 4-17 及圖 4-18 最後成果，設計流量歷線呈現規律性之鋸齒狀，請再確認資料之正確性。	11.遵照辦理。降雨-逕流分析已重新計算，相關成果如圖 4-16、圖 4-17 及圖 4-23（P4-21~P4-39）。
12.本次規劃最後水文量，其比流量是否可與以往卑南溪規劃成果進行比較?可斟酌之。	12.紅石溪流域往年未辦理河川治理規劃，報告內僅列此次分析成果採用值列於表 4-24（P4-39）。
13. 第四章最末頁所稱之「計畫洪水量」一詞，在水文分析階段並不妥當，請修正為「洪峰流量」或「設計流量」。	13.遵照辦理，報告內文已依「河川治理規劃及河川區域劃定水文分析報告審查作業須知」格式撰寫規定修正為計畫流量（P4-39）。
14.本案規劃，水文分析部分需獨立完成後送水利署審查，則有關水文分析報告之製作，應與後續水理演算及規劃方案有所區隔，因此，第五章內容縱使屬於現階段契約工作，但水文分析報告送水利署審查時，該部分應予排除。	14.遵照辦理，本案水文分析報告提送水利署審查時將不列入第五章部分。
五、水利規劃試驗所　李工程司亞儒	
1. 本報告所有圖示都太過粗糙，請重新繪製並力求簡潔清楚。	1. 已重新增修繪製圖說，如圖 2-1~圖 2-18。
2. 本報告是工作執行計畫書亦或是期中報告書，若為期中報告書，在文章撰寫上應更用心。	2. 謝謝指教。相關文章內容已依各審查委員意見修正。
3. 第貳章流域概況未對流域位置、地形、坡度、土壤、土地利用、水資源利用、氣象、交通各層面，皆未敘述到重點，建議與八河局討論是否有範本供參後，本章節重新撰寫。	3. 已增修相關內容，如文第貳章。

<table>
<tr><th>審查意見</th><th>回覆情形</th></tr>
<tr><td>4. 第三章部份：
A. 河道洪災調查除近三年資料外，是否有更早期資料可供分析。
B. 土地調查清冊與地籍套繪無須放入報告書中，應至於測量報告書內即可，計畫中僅須做重點的敘述及整合。
C. 本次測量是否有做河床質調查，應在文中說明清楚。
D. 保全對象調查請再補充。</td><td>4.
A. 本計畫洪災調查成果資料係透過相關單位-台東縣政府、關山鎮公所紀錄及相關文獻之調查彙整而得，目前尚未有更早期之淹水資料。
B. 遵照辦理，已將地籍套繪及土地清冊移至附錄三及附錄四。
C. 已補充河床質調查成果，如文第參章之三(P.3-2)。
D.保全對象調查結果如表 2-6(P2-15)。</td></tr>
<tr><td>5. 第四章：
A. 有關雨量資料，貴公司採取 24 及 48 小時的時雨量資料計算，亦或是採取一日、二日雨量資料計算，應交待清楚；若採後者，請重新用 24 及 48 小時時雨量重算。
B. 各控制點平均最大一日二日暴雨量推算成果表，推算過程請交待清楚，而不是只貼成果出來。
C. 本流域僅 36 平方公里，有須要各控制點都做一日、二日雨量推求？也無意義，建議僅採匯流口代表即可。
D. 控制點位置請做圖示標明，選取控制點理由亦說明清楚。
E. 應該是各重現期距最大一、二日暴雨量推算成果先出來後才能做檢定，編排及文章撰寫上請修正，另檢定的成果僅須簡列說明即可。
例:
<table>
<tr><th></th><th>機率分佈</th><th>檢定方法</th><th>Statistic Value</th><th>p-value</th><th>通過檢定</th><th>採用方法</th></tr>
<tr><td rowspan="4">控制點</td><td rowspan="2">二參數對數常態</td><td>卡方檢定</td><td>4.24</td><td>0.751</td><td rowspan="2">通過</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>K-S 檢定</td><td>0.09</td><td>0.544</td></tr>
<tr><td rowspan="2">三參數對數常態</td><td>卡方檢定</td><td>3.53</td><td>0.832</td><td rowspan="2">通過</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>K-S 檢定</td><td>0.08</td><td>0.694</td></tr>
</table>
F. 各控制點暴雨重現期分析採用值表其實差異不大，請再考慮是否各控制點暴雨量皆須計算。
G. 補控制站暴雨重現期分析採用值成果圖。</td><td>5.
A.由於台東農田水利會所提供之雨量資料為日雨量記錄，因此本計畫平均雨量分析採取一日、二日雨量資料計算。
B. 遵照辦理。本計畫流域平均雨量推算過程補列於 P4-5~P4-7。
C. 遵照辦理。本計畫一日二日雨量計算以匯流口代表。
D. 遵照辦理。本計畫於紅石溪主流控制處或與重要支流匯流處設置控制點，由上游至下游分別有無名溪匯流前、無名溪匯流口、關山大排匯流前、山電橋與紅石溪匯流口共五個流量控制點，並依分水嶺界劃分各流量控制點之集水區域。相關位置詳首頁流域位置及概況圖。
E. 遵照辦理。相關機率分布檢定成果詳表 4-8 及表 4-9（P4-10）。
F. 遵照辦理。本計畫各重現期一日二日雨量以匯流口之計算成果作為代表。
G. 遵照辦理。暴雨重現期分析採用值成果圖已補繪如圖 4-4（P4-11）。
H. 遵照辦理。本計畫根據一日及二日流域平均雨量的計算結果，分別選取近 15 年來所發生的前六場最大降雨事件進行分析。
I. 遵照辦理。經累積雨量分析結果（圖 4-5 及圖 4-6，P4-13）可知各場暴雨雨型較接近集中型。
J. 遵照辦理。報告中已增列瞬時單位流量歷線法進行降雨-逕流分析（P4-28~P4-37）。</td></tr>
</table>

審查意見	回覆情形
H. 暴雨雨型採用上請再評估採用場次，像耐特颱風等已非二日雨型，另建議多採取幾場場次颱風，並敘明採用該場次的理由。 I. 補一日二日所選取颱風場次之累積雨量百分比分佈圖，以判斷選取是否合理。 J. 在水文流量分析上是否有須要採取三種方法比較分析？ K. 在流量分配檢討一節，敘述應更有條理性。 L. 本章在編排上相當凌亂，請再多加編排撰寫。	K.遵照辦理。逕流分析結果檢討已條列說明（P4-35,P4-39） L.遵照辦理。
6. 本次期中報告在成果展現、圖表大小與文章內容編排上，建議貴公司再加強，否則比較像粗糙工作計畫書而不像期中報告。	6. 謝謝指教，已加強相關資料收集及水文分析成果展現並增修第貳章圖說及相關內文。
六、台灣省台東農田水利會　簡股長士傑	
1. p2-22 排水系統乙節，請依排水管理辦法第 4 條明其類別(視集水區域特性而訂)，另請參酌水利署之區排手冊，表列其管理單位、權責起迄點及排水出口等資料。	1. 已增修排水系統內容，如圖 2-16(P2-29)、表 2-10(P2-30)。
七、第八河川局　李工程司志信	
1. 有關期中報告書 3-1 洪災事件調查僅針對近 3 年的淹水情形做調查，是否有更早之前的資料，並請將淹水時之氣象資料納入。	1. 本計畫透過查詢台東縣政府及關山鎮公所，相關單位表明關山鎮近年無淹水致災記錄，早期相關資料則付之闕如。經調查「台東縣水災危險潛勢地區保全計畫」，其所列 5 處淹水地點未述明致災報與事件，惟就防(水)災保全區域有詳加說明，已彙整補列如表 3-4(P.3-4)，本計畫將就相關致災暴雨事件繼續調查釐清。
八、第八河川局　施工程司政杰	
1. 計畫區域範圍圖請更名為流域位置及概況圖。A.流域範圍請再檢核部份未沿山脊線畫設 B.請補繪集水分區、雨量站、相關控制點、重點行政區標示（鄉、鎮）C.圖例相關顏色及線型請再檢討 D.左下角台灣縮圖圖框與實際不符。	1. 遵照辦理。已於首頁紅石溪流域位置及概況圖中修正流域範圍並補繪集水分區、雨量站、相關控制點、重點行政區標示，左下角台灣圖框已取消繪製。
2. 已進入撰寫報告階段，各章節間不要隔頁。	2. 遵照辦理。各章節間取消放置隔頁

審查意見	回覆情形
3. Chap1緣由部份應針對著手辦理本計畫之主要原因提出說明。	3. 遵照計理。本計畫辦理之原因及目的已補充說明於 P1-1。
4. Chap1 請補充規劃目的，ex:目的在減少水患、維持水流正常機能…。	4. 遵照計理。本計畫辦理之原因及目的已補充說明於 P1-1。
5. 期末報告不需撰寫合約之辦理工作項目。	5. 遵照辦理。已將相關內容於報告文中取消（P1-1）。
6. Chap2 許多圖摘自網頁模糊不清，請加強後製，於網頁摘錄資料請加網址。	6. 以加強後製第貳章之圖說，如圖 2-1~圖 2-18。
7. Chap2 請補充砂石資源調查，人文資料調查請補充計畫區社會經濟概況，如工商業農林業等等。地文資料請補充山坡地可利用限度及集水區水土保持狀況，地形與地勢部份請補充各河段平均坡降，由流域位置及概況圖得知為本吉山非本古山標高為 1562 非 1560m，河道相關高程請於測量成果完成後修正。	7. A. 已補充砂石資源調查，如文第貳章之九(P2-36)。 B. 已補充社會經濟概況，如 P2-5~P2-6。 C. 已補充集水區水土保持狀況，如文第貳章之二之(三) (P2-13~ P2-15)。另流域內之山坡地可利用限度目前正建置中，經向水土保持局台東分局查詢，該局針對關山地區林班地之山坡地可利用限度尚未建立主題圖層。 D. 已補充紅石溪平均坡降，如文第貳章之二之(一) (P2-7)。 E. 已修正本吉山標高，如文第貳章之二之(一)之 1(P2-7)。
8. 土石流潛勢調查補充其現況及整治情形及崩塌地相關資料。	8. 已補充土石流潛式溪流之現況、整治情形及崩塌地相關資料，如文第貳章之二之(三) (P2-13~ P 2-15)。
9. 圖 2-12、圖 2-14、圖 2-16 及圖 3-1 請套繪本計畫區，以利瞭解相關性。	9. 已增繪紅石溪流域範圍，如圖 2-14(P2-27)、圖 2-16(P2-29)、圖 2-18(P2-33)、圖 3-1(P3-3)。
10.河川情勢請註明資料來源。	10.已增列資料來源，如文第貳章之十(P2-36)。
11. 河川清冊不需放入報告內或放至附錄。	11.遵照辦理。已將河川土地清冊放至附錄。
12.Chap4 水文分析相關圖表（含名稱）及章節請依「水文分析圖表範例及作業參考手冊」中的圖表範例製做。	12.遵照辦理。報告中水文分析章節圖名已依「水文分析圖表範例及作業參考手冊」範例修正製作。
13.設計流量計算應採用三種模式分析比較說明。	13.遵照辦理。報告中已增列瞬時單位流量歷線法進行降雨-逕流分析（P4-28~P4-37）。
14.控製點之選定請敘明原因，控制點選擇匯流口或橋樑請檢討。	14.遵照辦理。本計畫於紅石溪主流控制處或與重要支流匯流處設置控制點，由上游至下游分別有無名溪匯流前、無名溪匯流口、關山大排匯流前、山電橋與紅

審查意見	回覆情形
	石溪匯流口共五個流量控制點，並依分水嶺界劃分各流量控制點之集水區域。相關位置詳首頁流域位置及概況圖。
15.圖 4-15、4-16、4-17、4-18 有誤。	15.遵照辦理。相關圖文內容已重新檢討（P4-30）。
16.圖 4-19 是否考慮關山大排。	16.遵照辦理。紅石溪流域計畫流量分配已補繪關山大排如圖 4-24（P4-40）。

卑南溪支流紅石溪治理規劃(1/2)
期中報告書(修正稿)審查意見回覆表

時間：民國 98 年 9 月 4 日
地點：關山鎮公所

審查意見	回覆情形
一、屏東科技大學　　陳教授鈞華	
1. 表 3-3(P3-4)關山地區淹水地點調查表有無收及過去淹水民意反映或專家訪談(如淹水損失、淹水原因、改善對策)該民意反應可供後續(河道治理)工作。	1. 以補充淹水原因、淹水面積、淹水深度及受影響戶數，如表 3-4(p3-8)。
2. 現勘時有些橋樑如德福橋通水斷面過小可能漫溢，部分地區國泰橋原設施戶床工有沖刷，在山電橋(親水公園)是否考慮道路兩旁綠美化植生以增加計畫加值效果。匯入崁頂溪處有人工臨時擋水設施，建議在水理演算(HEC-RAS)時加入演算，現地勘察意見宜納入當地急需項目，考慮納入綜合治水對策中(現有防洪及跨河構造物功能檢討、河道治理計畫)提出可行方案(生物多樣性及水循環體系之確保)。	2. 謝謝委員意見，本計畫於後續環境營造規劃時將考慮山電橋(親水公園)道路兩旁綠美化植生。現況河道在匯入卑南溪處之土堆已納入 HEC-RAS 演算時之現況斷面中分析。相關現勘意見將納入後續綜合治水對策中考量。
3. P4-37 圖 4-23 有效雨量橫坐標標示請調整，附錄二台東地區氣象資料統計雲量請附單位。	3. 雲量單位為十分位，已補列於附錄二。
二、台東大學　蔡教授西銘	
1. 規劃範圍相關位置如榮橋、德高橋請標示清楚。	1. 遵照辦理，榮橋及德高橋之相關位置已標示於首頁紅石溪流域位置及概況圖。
2. 社會經濟部份能否再加產值。	2. 已增述社會經濟產值，如文第貳章之一（p2-6~p2-7）。
3. 氣象資料請增列至 97 年資料。	3. 已補充調查並新增 97 年氣象資料，如文第貳章之三（p2-17~p2-19 及附錄二）。
4. 表 3-3 災害點 2 淹水原因之一為堤防溢堤，是否可陳述何處之堤坊溢堤所造成。	4. 以補充說明如表 3-4(p3-8)。
5. 圖 4-1 雨量站池上（農會）是否有誤請修正。	5. 遵照辦理，圖 4-1 雨量站池上（農會）已修正為池上（水利會）
6. 表 4-15 依水文設計應用手冊各重現期 Horner 公式常數表取武陵站資料，但依綜昇氏雨量站權重表其面積權重為 0，是	6. 遵照辦理，表 4-15 中之 Horner 公式常數已採用新武(3)站資料。

審查意見	回覆情形
否有新武(3)站資料？若有建議取此站較佳。	
現勘 1. 宜注意行水區高莖植物清理及疏濬。	1. 遵照辦理，行水區高莖植物相關清理及疏濬規劃將於後續環境營造中考量。
2. 德高橋宜注意通水斷面是否足夠。	2. 經水理計算結果可知，德高橋現況梁底高程出水高不足，本計畫將建議以抬高梁底進行改善。
3. 宜注意國泰橋上下游落差問題。	3. 遵照辦理，國泰橋現況梁底低於計畫洪水位，且橋長不足，本計畫將建議以抬高梁底及增加橋長進行改善。
4. 治理規劃起點前水利會臨時取水工對通水之影響宜注意。	4. 遵照辦理，現況河道在匯入卑南溪處之土堆已納入 HEC-RAS 演算時之現況斷面中分析。
三、義守大學　詹教授明勇	
1. P2-15（倒 10 行）水保局第五工程所是否應改為該單位的新名稱。	1. 已修正，如文第貳章之二（p2-16）。惟資料來源之登載，為尊重原報告，仍引用主辦機關當時之全銜。
2. P2-36（6 行）砂石量的檢核估算（2665 萬立方公尺）採 15m 深之基準何在？這個數據日後有何用途？	2. 瑞源農場砂石資源區採深、面積及可採砂石量均係經濟部礦物局「台灣地區陸上土石資源規劃區資料」所載。相關研究指出，台東地區農地砂石資源豐富，鹿野鄉即擁有大面積中等品質之農地砂石，該區蘊藏之砂石量可供各區重大公共工程建設所需，亦可供本計畫後續工程施工之用。
3. p2-36 請補述河川情勢調查之時間。	3. 已補列河川情勢調查時間，如文第貳章之十（p2-38）。
4. p2-42（3 行）第五工程所請查明後更正。	4. 已修正，如文第貳章之十一（p2-42）。
5. p3-2 請補充八八水災之情形（含雨量與流量情況）也許沒有災情，但也請補述。	5. 已補充調查並增列莫拉克颱風對台東縣致災情形，如文第參章之四（p3-4）。
6. p4-9 討論降雨分布之最適性，採用 chi-spuare 與 SE，但簡報回應則為 K-S 與 Chi-square，二者不相符請修正。	6. 本計畫降雨分布適合度以 chi-spuare 法進行分析。
7. p.4-39（1~4 行）指出二日暴雨的流量較大，但後來又採用一日暴雨的流量，站在工程設計安全性考量二者有些衝突的感覺，請修正文字。	7. 遵照辦理，相關文述已修正於 p4-42。
現勘 1. 榮橋是否因束縮造成水位上升，請檢討。	1. 遵照辦理，榮橋現況斷面經水理計算後並無影響計畫洪水量通過之情況發生。

審查意見	回覆情形
2. 紅石溪匯入卑南溪之處有人工構造物請列入檢討。	2. 遵照辦理，現況河道在匯入卑南溪處之土堆已納入 HEC-RAS 演算時之現況斷面中分析。
四、水土保持局台東分局　鄭泰山	
1. p2-13(三)土石流潛勢溪流編號請依據水土保持局 98 年 7 月 1 日水保防字第 0981853224 號函更新後之編號：台東 157 新編號「東縣 DF013」，台東 100 新編號「東縣 DF021」，台東 A156 新編號「東縣 DF018」，台東 099 新編號「東縣 DF017」。	1. 已更新紅石溪流域土石流潛勢溪流編號如文第貳章之二（p2-13~p2-17）。
2. P2-15.4.台東 099（紅石溪）第六行…且水土保持局第五工程所…請改水土保持局台東分局。已於 96 年完成相關…加上 95、96、98、已完成相關治理…	2. 已修正，如文第貳章之二（p2-17）。另已補充調查並增列 95 年至 98 年紅石溪相關治山防災工程計畫，如表 2-16（p2-46）。
3. 氣象資料建議用 88 年至 97 年之資料。	3. 已補充調查並新增 97 年氣象資料，如文第貳章之三（p2-17~2-19 及附錄二）
4. P2-11 圖 2-6 紅石溪流域地質圖，資料來源為行政院環境保護署是否改用中央地質調查所資料較好。	4. 已更改，如圖 2-6 紅石溪流域地質圖（p2-11）。
5. P2-11 土壤資料建議增加。	5. 已增修，如圖 2-7 紅石溪流域土壤分布圖（p2-13）。
6. P2-13、2 及 3…水土保持局建議，請修正為依據水土保持局相關規劃報告建議…。	6. 已修正，如文第貳章之二（p2-16）。
五、水土保持局台東局　武德玲	
1. 參考文獻應詳列取用資料出處，於內容敘述處也應列出引用資料出處。	1. 已增修參考文獻內容，如文參考文獻。
2. 95 年至 98 年分別已由水保局(台東分局)在本區治理範圍內完成數項治理工程請詳查後補列。	2. 已補充調查並增列 95 年至 98 年紅石溪既有治山防災工程計畫，如表 2-16（p2-46）
六、水利規劃試驗所河川課　李亞儒	
1. 暴雨場次選用上，觀看累積雨量分析結果，所選用場次機乎為對稱型，六場平均雨型亦為對稱型，請酌參是否有須再選其它場次雨型。	1. 本計畫選取近年來所發生較大的降雨事件進行分析，一般而言，中央集中法所分析的雨型會發生較大的逕流量，因此在考量計畫安全性後，本計畫採用較為保守的中央集中法進行雨型分析。
2. 表 4-24 無名溪排水匯流口為支流，應另作表予以區格或標註(支流)，以利判讀，	2. 遵照辦理，主支流名稱已補列於相關表格內。

審查意見	回覆情形
其它表以此類推。	
3. 本次水文分析為採用 1 日雨量及 2 日雨量，非 24 小時及 48 小時雨量，有低估雨量之可能性，建議參酌[水利工程技術規範-河川治理篇(草案)]之年最大雨量修正係數參考表，進行修正後再計算。	3. 遵照辦理，本計畫 1 日及 2 日雨量分別利用轉換係數（1 日：1.17，2 日：1.09）轉換成 24 小時及 48 小時雨量進行後續水文分析。
4. 表 4-6 請補充相關資料參數以利判讀。	4. 遵照辦理，相關資料參數已補充於表 4-6（p4-8）。
5. 第四章各控制點的選取應於文中補敘，並圖示控制點位置。	5. 遵照辦理，各控制點之選取已補述於第貳章第二節（p2-7）。
6. 第三章對防災保全區概況有做調查，建議再補充保全標地說明(村落或公設)。	6. 以補充保全區內相關標地，如表 3-4(P3-8)
七、第八河川局管理課　陳課長端林	
1. 本溪為卑南除鹿寮溪鹿野溪主支流外具有常流水之次支流之一（另一為萬安溪）且位於關山親水公園觀光區對地方觀光產業之發展甚具潛能故其水質及河川生態之調查及改善建議予以加強以利地方發展觀光產業之規劃。	1. 謝謝指教。有關紅石溪流域河川情勢調查已如文第貳章之十所述，後續針對水質及河川生態之改善建議將於環境營造專章進行調查評估及規劃。
2. 本溪屬卑南溪之支流，非屬中央管區排亦非屬水患治理特別條例範疇，相關水利法規建議酌酌引用。P2-45~46。	2. 已刪修所引述之水患治理特別條例條文內容，如第貳章之十一。
八、八河局工務課　林佳河	
1. 請增加對莫拉克颱風對紅石溪周遭是否造成災害請納入檢討。	1. 已補充調查並增列莫拉克颱風對紅石溪周遭致災情形，如文第參章之四（p3-4）
九、第八河川局　李課長榮着	
1. 集水區劃分仍有問題，請再檢討。	1. 遵照辦理，已重新檢討相關集水區劃分。
2. 如果無名溪為水保局的楠溪，請統一名稱。	2. 遵照辦理，本計畫無名溪已統一名稱為楠溪。
3. 比較大的排水路匯入本計畫河川一定要繪在流域圖及河道圖上，以了解其集水區分區的正確性。	3. 遵照辦理，相關排水路已補繪於首頁紅石溪流域位置及概況圖。
4. 請將每座橋樑標繪至流域圖及河道圖上。流域圖底圖較複雜，請彩色列印。	4. 遵照辦理，相關橋梁已標示於流域概況圖內，本圖亦以彩印方式呈現。
5. 紅石溪為卑南溪支流，報告中請勿敘述〝匯入崁頂溪〞。	5. 遵照辦理，相關文述已更正。
6. 請補充一張涵蓋全河道的地籍圖，並將	6. 遵照辦理，本計畫河川地籍圖已列於附

審查意見	回覆情形
公、私有地分別著色以了解計畫堤線的合理性。	錄三。
7. P2-7 西半部、右半部非地理描述慣用詞句，請修正。地質及土壤在本計畫區的特性分佈位置描述太少，請補充。地質圖建請以中央地調所資料詳細製圖，土壤圖亦請補充。	7. 已修正，如文第貳章之二（p2-7）。另修正圖 2-6 並增列圖 2-7 及相關內容（p2-7~p2-13）。
8. 圖 2-15 未套繪紅石溪及楠溪位置、關山大排位置有誤。圖 2-16 請將排水名稱標在排水路旁。	8. 已增修，如圖 2-16（p2-30）。另已增列排水名稱，如圖 2-17（p2-32）。
9. 第二章十一節各相關計畫的圖說，請儘量補充以了解相關性。	9. 已增列圖 2-20 紅石溪流域林班地及既有工程位置圖（p2-43）。
10.圖 3-1 災害工如果是紅石溪，請詳述災害原因及位置、災情。	10.遵照辦理，相關文述已補列於表 3-4（3-8）。
11.水文分析，請補充雨量站及流量站位置圖，並標繪控制點，集水區分區、河川排水水系。	11.遵照辦理，雨量站位置詳圖 4-1（p4-1），流量站位置詳圖 4-2（p4-3），相關控制點，集水區分區、河川排水水系詳首頁紅石溪流域位置及概況圖。
十、第八河川局　施工程司政杰	
1. 流域概況圖部份需修正 A.控制點建議加入關山大排以利一併檢討關山大排 B.部份控制點的集水區劃設有誤，請再檢核 C.各集水區稜稜角角請再依地形圖修飾。	1. 遵照辦理，本計畫已新增關山大排匯流口控制點，相關集水區之邊界已重新檢討繪製。
2. 接下來需送水文分析報告至水利署審查，且水文分析與報告書之 chap1、chap2 二章節內容不盡相同，請能邦公司預為準備。	2. 遵照辦理。
3. 請在 chap2 補充相關治理沿革，例以往的河川區域勘測或河川治理規劃、治理計畫等。	3. 本計畫紅石溪相關河川區域勘測或河川治理規劃、治理計畫等相關資料已補述於報告 p2-45。
4. 平均雨量計算以年最大值法選取各年之一日、二日最大雨量計算之，其一日、二日最大雨量是否改為最大 24hr、48hr 計算之，若無時雨量資料可乘以東區的轉換係數（1 日→24 hr 乘 1.17），（2 日→48 hr 乘 1.05~1.09）。	4. 遵照辦理，本計畫 1 日及 2 日雨量分別利用轉換係數（1 日：1.17，2 日：1.09）轉換成 24 小時及 48 小時雨量進行後續水文分析。
5. 降雨量機率分布檢定表請依水文參考手冊範例格式表示。	5. 遵照辦理，已修正於表 4-8 及表 4-9（p4-10,11）。
6. 圖 4-4 各重現期一日二日暴雨量採用成果圖，其 x 軸（重現期）為對數，實際	6. 遵照辦理，已修正於圖 4-4 及圖 4-5（p4-12,13）。

審查意見	回覆情形
上並非對數。	
7. 同位序法數場暴雨係採用暴雨之最大 24hr 及 48hr 雨量，表 4-12 及 4-13 之表名請修正。	7. 遵照辦理，已修正於表 4-12 及表 4-13（p4-16,17）
8. 表 4-14 請依水文分析參考手冊格式修正。	8. 遵照辦理，已於表 4-14（p4-21）修正。
9. 表 4-17 請依水文分析參考手冊格式修正，加入河道長度（L）。	9. 遵照辦理，已於表 4-17（p4-26）修正。
10.圖 4-11~圖 4-15 圖 4-18~圖 4-22，請於圖中標明 Tp、Qp、Td。	10.遵照辦理，已於圖 4-12~圖 4-17（p4-27,28）及圖 4-20~圖 4-25（p4-8）中補繪 Tp、Qp、Td。
11.圖 4-23，請明明重現期距 P=?及單位延時 D=1hr	11.遵照辦理，已於圖 4-26（p4-40）補註重現期距及單位延時
12.無名溪或楠溪請統一。	12.遵照辦理，本計畫無名溪已統一名稱為楠溪。
13.河川圖籍請速調查。	13.遵照辦理。

卑南溪支流紅石溪治理規劃(1/2)
水文分析報告審查意見回覆表

時間：民國 98 年 10 月 30 日
地點：本署臺北辦公區第三會議室

審查意見	回覆情形
一、水利署諮詢委員謝委員瑞麟	
1. P3-6 本計畫年最大一日或二日流域平均暴雨量計算有計列武陵站雨量站資料，依徐昇氏雨量站權重表該站權重為 0，故應不列入平均暴雨量計算，又日暴雨轉換 24 小時暴雨稱修正平均用詞不妥請修正。	1. 謝謝委員指教，本計畫依「河川治理及環境營造規劃手冊」擇取流域範圍附近具連續 25 年以上雨量記錄之雨量站資料進行徐昇式平均雨量分析，P3-6 列表為分析結果，將於表中補列各雨量站權重並附註說明。另外表中「修正平均」將更正為「轉換平均」。
2. P3-21 流域控制點集流時間分析分山地及平地二段計算，但所採用之集流時間三種經驗公式（P3-19）所採之高差或坡降均指集水區內排水路高上游點至控制點高程點或坡度，並沒有要求要分山區陡坡或平均平均，以有進一步檢討之必要，建議採水土保持規範計算方式檢討比較	2. 謝謝委員指教，本計畫集流時間主要依據「水文分析圖表範例及作業參考手冊」所建議之經驗公式配合流域實際地形狀況進行估算，各控制點之流路皆依所流經之地形區分為高山段及平原段分別估算，以避免同一集水區因地形變化過大造成計算上之誤差。另外，水土保持規範需要在已知河道流量之情況下才能利用曼寧公式估算渠道流速進而推算渠流時間，因此，本計畫將在後續水理計算分析成果完成後再作進一步之比較。
3. 洪峰流量分析 (1) 紅石溪水系請分別在圖上界定主流及各支流之控制集水區範圍及其面積（無圖無法了解集水區邊界）。 (2) 紅石溪與楠溪合流後的洪峰流量似有必要分別分析單位洪水歷線後再重疊求出合流後的洪峰流量，不宜以合流後的集水區為單一集水區作單位歷線洪水分析。 (3) 關山排水是否為區排或農田排水，該排水之水路改善標準以區排為例為 10 年重現	3. (1) 本計畫紅石溪水系相關流域範圍、主支流水系、各控制點集水區範圍、鐵公路位置、行政區及相關水文站位置已依「水文分析圖表範例及作業參考手冊」之規定繪製於圖 2.2-1。 (2) 謝謝委員指教，本計畫在進行洪水歷線分析時首先依照所採用不同的單位歷線（三角形單位歷線及瞬時單位歷線）配合流域內各控制點以上之集水區地文因子計算該控制點之單位歷線，其次再以不同的雨型分布（同位序及 Horner）分別推求其洪水歷線。一般而言，河川匯流處之洪峰流量若分別以各集水區單位歷線分析後之洪水歷線重疊計算時，因各集水區之洪水到達時間各有不同，匯

審查意見	回覆情形
期之排水標準，農田排水只有二年重現期洪水。故發生 25 年重現期之暴雨時可能有超過設計洪水量部分無法流入排水路，故洪峰流量如何組合請再研討。 (4) 本報告推估檢討擬採用三角型歷線法之分析結果，試求以上之疑點加予檢討後重新計算後採用之。	流處有可能會出現兩次較小之洪峰流量而無法求得單一流量較高之洪峰流量，故在防洪安全的考量下，本計畫紅石溪與楠溪合流後的洪峰流量仍以合流後視為單一集水區作單位歷線洪水分析。 (3) 謝謝委員指教，本計畫紅石溪屬卑南溪（中央管河川）之支流，流域內計畫洪水量採用 25 年重現期距之洪峰流量，本報告中依據相關降雨-逕流模式推算在關山排水匯流口各重現期距之逕流歷線，該歷線所造成之洪峰流量與排水路之排水標準無關，亦即若洪峰流量超過排水路之設計標準則發生溢流現象。在後續相關治理計畫之擬定時將考量流域內各排水路匯流處之排水標準並提出改善建議。 (4) 謝謝委員指教，本報告將依各委員寶貴意見補正相關內容。
二、水利署諮詢委員簡委員俊彥	
1. 請注意有效數字的概念，暴雨量及洪水量計算時會出現小數點以上數字，但決定採用值時應取整數。	1. 遵照辦理，本報告中水文分析成果將依有效數字的概念將計畫流量採用值取整數。
2. 武陵雨量站資料並未採用，表 3.1-1 中之「採用」字樣及表 3.2-2、表 3.2-3 之武陵站資料建議刪除。	2. 謝謝委員指教，本計畫依「河川治理及環境營造規劃手冊」擇取流域範圍附近具連續 25 年以上雨量記錄之雨量站資料進行徐昇式平均雨量分析，P3-6 列表為分析結果，將於各表中補列各雨量站權重並附註說明。
3. 推估集流時間，建議考量坡度及流速增辦分段估計渠流時間，供採擇參考。	3. 謝謝委員指教，本計畫集流時間主要依據「水文分析圖表範例及作業參考手冊」所建議之經驗公式配合流域實際地形狀況進行估算，各控制點之流路皆依所流經之地形區分為高山段及平原段分別估算，以避免同一集水區因地形變化過大造成計算上之誤差。另外，由於以曼寧公式估算渠道流速進而推算渠流時間之方法須已知河道流量，因此，本計畫將在後續水理計算分析成果完成後再作進一步之比較。
4. 98 年莫拉克颱風之暴雨資料需否加入分析，請酌。	4. 謝謝委員指教，由於莫拉克颱風對本計畫流域所造成之影響較小，本計畫初步

審查意見	回覆情形
	不考慮加入莫拉克颱風之暴雨資料進行分析。
5. 同位序法之雨型，有效延時採一小時在小流域中可能低估洪峰流量，請再酌或加強檢討；如係經過 S 歷線轉換，也請加強說明。	5. 謝謝委員指教，本計畫利用同位序法(數場暴雨）及 Horner 降雨強度公式法等兩種方法進行雨型分析，在雨型的選用考量上，由於 Horner 公式法雨型為統計經驗公式所推算，公式中相關參數的雨量資料年代較久（民國 92 年以前)。而數場暴雨所分析的雨型來自本計畫流域在最近 15 年內所發生的 6 場較具代表性的暴雨事件(在民國 92 年以後之暴雨事件有 2 場)，為能使降雨-逕流分析較能反應近年來所發生的氣候狀況，因此本計畫採用由數場暴雨雨型所計算的洪峰流量。另外，由於數場暴雨雨型之降雨時距為 1 小時，基於單位歷線須由同一延時有效雨量方可直接計算逕流歷線之特性，因此將有效降雨延時為 0.4 小時之三角型單位歷線經 S 歷線轉換為單位降雨延時為 1 小時之單位歷線再配合數場暴雨雨型估算逕流歷線，而 horner 公式所分析之雨型主要供作參考比較。
三、台灣大學土木工程學系林教授國峰	
1. 第 3-6 頁表 3.3-2 流域平均和正平均兩欄相同，請修正。	1. 遵照辦理，已於表 3.2-2 中修正相關數據。
2. 第 3-10 頁和 3-11 頁表 3.2-6 和表 3.2-7 卡方檢定的期望次數小於3須和相鄰區間合併。另最大那一個區間宜表為「＞720」而不是「720-840」。	2. 遵照辦理，已於表 3.2-6 及表 3.2-7 中修正相關數據。
3. 「同位序平均雨型搭配三角形單位歷線」推估方法，雨型和歷線之單位時間刻度不同，因最後計畫流量採用該推估方法所得之結果，是否能提供由三角形 U(0.4，T)所求得 U（1，T)。	3. 遵照辦理，已補列各控制點之 U(1，T)於圖 3.3-1~圖 3.3-6。
4. 表 3.3-8 洪峰流量分析成果比較缺「H－瞬一日」和「H－瞬二日」推估方法，即 Horner 雨型搭配瞬時單位歷線之方法。	4. 謝謝委員指教，由分析結果可知，本計畫中瞬時單位歷線所估算之洪峰流量為各種方法中最小，因此，本計畫中瞬時單位歷線法僅分析數場暴雨雨型搭配瞬時單位歷線供作參考比較。
5. 降雨輸入瞬時單位歷線得流量歷線，何不直接採用摺合積分，而不是先由 U(0，T)	5. 謝謝委員指教，由於直接以摺合積分方式估算流量歷線作法較為繁複，因此本

審查意見	回覆情形
得 U（1，T），再得流量歷線。	計畫主要以「水文分析圖表範例及作業參考手冊」中所建議之方式計算流量歷線。
四、主辦科	
1. 本案集流時間短，其採用單位降雨延時為 0.4 小時，仍建議配合相同間距之雨型，以避免於 s 歷線轉換為 1 小時的過程中降低洪峰流量而低估最後成果。	1. 謝謝指教，本計畫利用同位序法（數場暴雨）及 Horner 降雨強度公式法等兩種方法進行雨型分析，在雨型的選用考量上，由於 Horner 公式法雨型為統計經驗公式所推算，公式中相關參數的雨量資料年代較久（民國 92 年以前）。而數場暴雨所分析的雨型來自本計畫流域在最近 15 年內所發生的 6 場較具代表性的暴雨事件（在民國 92 年以後之暴雨事件有 2 場），為能使降雨-逕流分析較能反應近年來所發生的氣候狀況，因此本計畫採用由數場暴雨雨型所計算的洪峰流量。另外，由於數場暴雨雨型之降雨時距為 1 小時，基於單位歷線須由同一延時有效雨量方可直接計算逕流歷線之特性，因此將有效降雨延時為 0.4 小時之三角型單位歷線經 S 歷線轉換為單位降雨延時為 1 小時之單位歷線再配合數場暴雨雨型估算逕流歷線，而 horner 公式所分析之雨型主要供作參考比較。
2. 有誤植或請補充部分：本案最大一日轉為連續最大 24 小時雨量於表 3.2-2 中有誤植之處；Horner 雨型成果請加強演算結果數據之展示；頻率分析中不同頻率分布結果經初核在 LPT3 部分有較大誤差，請確認之。	2. (1) 遵照辦理，將修正表 3.2-2 最後一欄誤植部分。 (2) 遵照辦理，Horner 雨型之演算過程將補列於附錄二。 (3) 謝謝指教，報告中表 3.2-4 及 3.2-5 所列為 LPT3（二參數）分布計算成果，本報告將統一採用 LPT3（三參數）分布計算並修正前表相關數據。
3. 圖 3.4-1 流量分配圖之表示請修正(控制點位置應位於明確之位置上)。	3. 遵照辦理，控制點位置將修正於流量分配圖內。

卑南溪支流紅石溪治理規劃(1/2)
期末報告書(初稿)審查意見回覆表

時間：民國 98 年 12 月 3 日
地點：關山鎮公所

審查意見	回覆情形
一、台東農田水利會 簡股長士傑	
1. P2-26，四、(一)、4「關山大圳」乙段所載內容建請修正為關山大圳水利公園相關概述，俾符景觀資源之意。	1. 遵照辦理，已補充關山大圳進水口水利公園相關文述，詳如 P2-26 所示。
2. P2-32，表 2-10 之排水類別、管理單位及權責起訖點，建請再確認其內容。	2. 已修正排水類別、治理單位及權責起訖點，詳如表 2-10(P2-32)。
二、屏東科技大學 陳教授鈞華	
1. 現況疏洪能力檢討(摘 4)雖有述明斷面通水有溢流(如斷面 17)堤岸 10-11 號有堤高不足情形，斷面 2 有渠底高程不足，內文中有用 HEC-RAS 演算但未對清淤或疏濬等數量方式提出方案？	1. 謝謝委員指教，相關清淤或疏濬方式及數量將於後續綜合治水方案中詳細規劃。
2. 綜合治水方案所提出"其他非工程措施"，立意甚佳，但請惠予注意經費籌措，社區參與，等方式水利署其他河川局有甚佳成效可予參考。	2. 謝謝委員指教，本計畫初擬之綜合治水方案非工程措施，將考量相關經費籌措及住民社區參與的方式，並參考水利署其他河川局成效優良之相關案例進行評估規劃。
3. P5-14 現況疏砂能力計算表請補單位第 2 欄河心距離 m,q0(m/sec/m)→m3/sec/s，請惠予說明斷面 9，9-1，10，q_0=>0.51、5.12、0.71，G_S=>21756、2373、14600，斷面 16、17、17-2q_0=>0.2、0.07、2.22、0.19G_S=>63,770、109,154、2,733 請惠予解釋(內文)。	3. 遵照辦理，已補列表 5-6 中河心距之單位，由斷面 9、9-1、10、16、17 及 17-2 相關輸能力計算成果可知，各斷面由於現況通水能力及河床質粒徑分布之不同，造成相鄰之斷面輸砂能力有相當大的差異，此現象在未來規劃綜合治水對策時將一併納入考量。
4. P4-35 圖 4-18Y 座標請補上單位流量(cms)，有效雨量(mm)P4-19 加州公路局公式 L3 是否正確？	4. 遵照辦理，圖 4-18Y 座標已補列單位，加州公路局公式經查無誤。
5. P6-2 表 6-1 支流楠溪(由 P4-44 圖 4-27)所採用治理計畫採用河寬 30-64 公尺，請說明原因。	5. 本計畫河段之計畫河寬主要依照現況河寬進行規劃，支流楠溪現況河寬在 30~64 公尺之間，因此計畫河寬初步採用 30-64 公尺。
三、台東大學 蔡教授西銘	
1. 楠溪與紅石溪匯流處斷面號是否為	1. 本計畫河段支流楠溪匯入紅石溪為楠溪

審查意見	回覆情形
18-1，若是為何表 5-4 與表 5-5 現況水理演算成果表之洪水位為何不同，請說明。	1 號斷面，紅石溪在楠溪匯流前之斷面為 18-1 號斷面，兩者位置並不相同，因此相關水理計算之洪水位亦不相同。
2. 表 6-2 與表 6-3 紅石溪與楠溪計畫水理演算成果表中顯示福祿數大部份為 1，亦即屬臨界流情況，能否再說明，又表 6-2 斷面號 1 洪水位為何為 200.26m？	2. 謝謝委員指教，本計畫部分河段之水理計算成果福祿數為 1 之情況將於後續綜合治水對策研擬時一併檢討，表 6-2 之洪水位因計畫河道斷面有部分天動影響其正常水深，在檢核此一水位仍大於卑南溪 71 號斷面之計畫水位後，再以此一水位作為本河段之計畫水理演算之起算水位。
3. 計畫河寬訂定原則之一為考慮土地利用價值與計畫河道內公私有地利用情形，本案私有地約占 35%，影響如何？	3. 由於本計畫河道部分河段之跨河橋梁斷面橋寬不足，若須拓寬之位置已無公有地可供利用，則須考量此處之私有地其土地利用情形（是否須遷移地上建物或只須徵收農地等），再選擇以阻力最小的方式進行河寬改善。
四、台東縣政府 張學榮先生	
1. 相關縣管橋樑改建，可預先告知本府配合辦理。	1. 遵照辦理，本計畫相關橋梁改建規劃將與各橋梁主管機關進行討論，以研商最佳之改善方案。
五、義守大學 詹教授明勇	
1. P2-18，表 2-7，風向沒有"平均"，所以不填列"NNW"。	1. 謝謝委員指正，已修正表 2-7(P2-18)及附錄二。
2. P2-39，表 2-14，部份學名請再確認其文字之正確性。	2. 經檢討確認，已修正玉帶鳳蝶學名，詳如表 2-14(P2-39)。
3. P3-5，「倒數第五行」，請加註第八河川局「卑南溪大斷面測量…。」	3. 謝謝委員指正，已於 P3-5 加註"第八河川局"。
4. P3-9，請補雨量站之名稱(倒數第 6 行)。	4. 文中所述莫拉克雨量資料為中央氣象局分析各雨量站資料製作等值圖後收錄於颱風歷史資料庫之數據，並非單一測站所量測之雨量記錄。
5. P4-7/4-6，民國 91 年之最大雨量，請再確認(數值比其他年份偏低)	5. 由於民國 91 年本計畫所採用之雨量站其降雨量記錄值原本就較低，且全流域平均雨量所選擇之日期不一定為各雨量站中雨量記錄較大值之日期，因此會有數值偏低之情形產生。
6. P4-10/4-11，表 4-8、4-9 理論機率值，請再確認正確性。	6. 遵照辦理，表 4-8 及表 4-9 相關理論機率值已重新確認無誤。

審查意見	回覆情形
7. P4-12/表 4-10(MM)請改為(mm)。	7. 遵照辦理，表 4-10 已修正。
8. P4-35，圖 4-18，流量座標值漏印。	8. 謝謝委員指正，圖 4-18 已修正。
9. P4-38，圖 4-26/圖 4-25 相同，請再更正。	9. 遵照辦理，已於圖 4-26 中更正。
10. P5-6，(最後一行) $\dot{s}_f = \sqrt{s_{f1} \bullet s_{f2}}$ 。	10. 謝謝委員指正，已修正於 P5-6。
11. P5-7，(第一行) $\dot{s}_f = (s_{f1} \bullet s_{f2}) / \frac{1}{2}(s_{f1} + s_{f2})$ 。	11. 謝謝委員指正，已修正於 P5-7。
12. P5-7，Yarnell 公式請全改為公制之單位。	12. 謝謝委員指正，已修正於 P5-7。
13. P5-11，表 5-4，部份河段的 Froude number 在 1.0 左右，雖然 HEC-RAS 可進行分析，但也必要說明該河段的物理現象。	13. 謝謝委員指教，本計畫部分河段之水理計算成果福祿數為 1 之情況將於後續綜合治水對策研擬時一併檢討。
14. P5-14，各河段的輸砂能力 Gs，會造成河床衍化的變動，建議由此成果再做進一步的敘述。	14. 由輸砂能力計算成果可知，各斷面由於現況通水能力及河床質粒徑分布之不同，造成相鄰之斷面輸砂能力有相當大的差異，且本水理及輸砂演算為非序率定床模式，故各斷面現況輸砂計算成果僅供研判河道輸砂能力趨勢，此現象在未來規劃綜合治水對策時將一併納入考量。
15. P5-15，q0 的單位為(m3/sec)/m。	15. 謝謝委員指正，已修正於 P5-15。
16. P6-6，表 6-2 部份河段 Froude number 在 1.0 左右，請加註臨界流況之分析細節。	16. 謝謝委員指教，本計畫部分河段之水理計算成果福祿數為 1 之情況將於後續綜合治水對策研擬時一併檢討。
17. P6-6，斷面的起算水位為 200.26m，和 P5-4 的預定值(200.32)不同，有沒有影響。	17. 謝謝委員指教，本計畫部分河段之水理計算成果福祿數為 1 之情況將於後續綜合治水對策研擬時一併檢討，表 6-2 之洪水位因計畫河道斷面有部分天動影響其正常水深，在檢核此一水位仍大於卑南溪 71 號斷面之計畫水位後，再以此一水位作為本河段之計畫水理演算之起算水位。
18. 建議補算治理後之輸砂能力。	18. 遵照辦理，已補充治理後之輸砂能力於表 6-4。
19. P 結-1，第一點是否需要，請考量，第三點最後一行是匯入「紅石溪」或「卑南溪」，請確認。	19. 謝謝委員指正，結論第一點已改為本計畫河床質及土地權屬調查之成果，楠溪匯入「紅石溪」已修正。

審查意見	回覆情形
六、第八河川局 李課長榮着	
1. 本計畫多處橋樑通洪斷面不足，日後應先調查橋樑主管單位，於下次開會前先與地方公所及橋樑主管單位溝通改善可行性，方能有較佳的改善方案。並請於下次開會時，邀請相關單位與會。	1. 遵照辦理，本計畫相關橋梁改建規劃將與各橋梁主管機關進行討論，以研商最佳之改善方案。
2. 目前鐵路局東改局在辦理鐵路改建計畫請先與該單接洽，以避免日後改建時有困難。	2. 遵照辦理，本計畫有關鐵路橋梁改建規劃將與鐵路局東改局進行討論，以研商最佳之改善方案。
3. 通洪斷面不足河段，若直接以加高堤防高度為對策時，需注意週邊是否因低窪，而有外水無法排入的問題。若以拓寬河道，則請注意儘量優先利用公有地。	3. 遵照辦理，本計畫研擬之綜合治水方案將注意週邊是否因低窪，而有外水無法排入的問題，並且優先考量以公有地進行河道改善。
4. 起算水位表，請修正第三欄，為本計畫"採用"起算水位。	4. 遵照辦理，已於表 5-1 中修正。
七、水土保持局台東分局 武工程司德玲	
1. 圖表及圖例應以彩色表現，以確認各治理域及岸高等區分，(圖 5-2、5-3、6-1)。	1. 遵照辦理，圖 5-2、圖 5-3 及圖 6-1 已改以彩色方式展現。
2. P2-17 潛勢溪流紅石溪(DF017)顯示河道淤積嚴重，若下移，將影響下游橋樑排洪，但于治理計畫研擬，多著重屬性之描述，但河川疏浚之表示及規劃不足，希望可加強此一淤積情形之處理及計畫，而非單只著重水理河寬堤頂之加高考量。	2. 謝謝委員指教，相關清淤或疏濬方式及數量將於後續綜合治水方案中詳細規劃。
八、第八河川局 施工程司政杰	
1. 關山鎮公所於本年度辦理「關山鎮紅石溪水岸景觀改善計畫規劃設計案」，請與公所保持聯繫，確認該計畫與本計畫相關性，並於後續配合措施中納入。	1. 遵照辦理，本計畫綜合治水方案之研擬將持續與關山鎮公所保持連繫，確認該計畫與本計畫相關性，並於後續配合措施中納入。
2. 第七章請增補改善措施研擬。	2. 遵照辦理，已補充改善措施研擬於第柒章第四節，P7-1。
3. P2-26 關山大圳敘述內容偏向圳路概述，惟該章節係以景觀為主軸，請補述。	3. 遵照辦理，已補充關山大圳進水口水利公園相關文述，詳如 P2-26 所示。
4. 表 2-10 管理單位是否正確？溪流管理或治理可能非單一單位。	4. 已修正排水類別、治理單位及權責起訖點，詳如表 2-10(P2-32)。
5. 表 5-1 起算水位比較表請補充單位（單位：公尺），臨界水深是否需放入比較。	5. 遵照辦理，已補充單位於表 5-1，經水理計算結果可知本計畫河段之起始斷面為亞臨界流況，正常水深高於臨界水深，

審查意見	回覆情形
	因此臨界水深初步不列入比較。
6. 表 6-1 計畫河寬部分，本計畫採用之河寬有些大於台灣及日本標準，原因為何？若是採用採用現況為計畫河寬，請補述於報告中。	6. 本計畫河段之計畫河寬主要依照現況河寬進行規劃，相關文述已補述於 P6-2。
7. 因合約時程緊迫，若本次期末報告經認可，請儘速修正並依合約辦理後續事宜。	7. 遵照辦理。

卑南溪支流紅石溪治理規劃(2/2)
期初報告書審查意見回覆表

時間：民國 99 年 6 月 9 日
地點：本局三樓會議室

審查意見	回覆情形
一、甘委員俊二	
1. 計畫架構完整，收集資料頗齊全。希望委員所提問題，不論正反意見，均需明確交待。	1. 謝謝委員指教，本計畫開始執行後各階段報告針對各審查委員所提意見皆會明確回應並於報告中相關章節內容補正。
2. 本計畫總長 5471m，高程差 45.2m，故 slope 為 0.8％是相當好處理的控制條件，流程中，slope 較大之處是否要設置 check，亦請考量。	2. 謝謝委員指教，由圖 5-2（P.5-3）本計畫規劃河段縱斷面圖可知，規劃河段內紅石溪主流及楠溪的河道坡降相當均勻，也較無坡度變化劇烈之處，因此在治理規劃考量上將以維持現有河道坡降為主。
3. 本計畫轄區（流域）之坡向相當複雜，其中北向及南向各約佔 17％；在堤防工法上應有不同對策。	3. 謝謝委員指教，本計畫治理規劃河段位於紅石溪流域東南側，由圖 2-4（P.2-8）紅石溪流域坡度圖可看出，治理規劃河段附近之地形坡度較緩（皆屬一級坡），因此坡向對堤防工法的影響較小，本計畫中河道治理工程計畫原則詳第拾章之一（P.10-1）所述。
4. 本區域是東部的主要水田地區，應詳實註明水利會的灌排系統流出入之關係，及連接點的構造物。	4. 遵照辦理，本計畫區主要為台東農田水利會關山工作站灌溉區域，相關灌排系統詳第貳章之六（P.2-29），相關構造物位置詳圖 2-16 所示（P.2-30）。
5. 是否考量區域範圍內農村社區的排水功能，排水容量之上限。最好能劃出洪水安全區及洪水暫淹區之範圍。	5. 謝謝委員指教，本計畫主要規劃範圍為紅石溪及支流楠溪，根據水文及水理分析成果進行相關治理規劃，確保計畫河段可暢洩保護標準內之區域範圍內農村社區排水量。另計畫區域內洪災事件調查詳第參章之四（P.3-6）內容所述，曾發生過淹水之區位如圖 3-1（P.3-7）所示
6. 堤頂不足部份，應全線註明線的地段表示。	6. 遵照辦理，有關堤高不足檢討之內容詳第柒章，相關位置如表 7-1（P.7-2）所示。
7. 本計畫堤防及高灘地之景觀處理，是否與水利會的景觀及綠美化連接。	7. 遵照辦理，本計畫河段兩岸大多為農田，因此在環境營造部分主要以融合現地景觀為主要考量，相關景觀營造詳第玖章之七（P.9-32）內容所示。

審查意見	回覆情形
8. 為了顧及生態需求，要維持 0.45CMS 的起碼條件；請註明全年豐枯期的流量及區段的疏水構造設施。	8. 紅石溪由關山大圳挹注的水量為 0.5CMS（依據台東農田水利會關山工作站提供資料），加上鄰近區域排水與灌溉、降雨的水量已滿足當地枯水期生態的基本需求。在紅石溪僅有在山電橋下游右岸沿堤防邊坡有灌溉用輸水設施。
二、劉委員光弘	
1. P1-1：第壹章概述中有提到民國 80 年 9 月奈特颱風造成關山大排附近農田淹水，但報告中無此方面的資料，建議能補充有關資料，同時亦能收集規劃範圍內有關淹水資料，並能分析造成淹水的主要原因。	1. 遵照辦理，耐特颱風相關資料已補充於第參章之四（一）P.3-6，流域內淹水資料調查及淹水原因探討詳第參章之四 P.3-7 。
2. P4-4：在水文分析中僅採用了三座雨量站，而新武(3)及池上兩座雨量站，不在紅石溪流域內，故其代表性是否適合度請檢討說明，紅石、中福里兩座雨量站雖紀錄年數較短，但其具代表性，應可嘗試納入。	2. 謝謝委員指教，本計畫水文分析雨量站主要依據「河川治理及環境營造規劃參考手冊」建議，選用流域附近資料記錄年數 25 年以上之雨量站進行分析，由於紅石及中福里兩座雨量站其記錄年數為 11 年，較不符合本計畫水文分析所需。
三、詹委員明勇	
1. 建議第一章說明本期計畫的工作項目、範圍與要點（目前雖為期初報告，但似乎是結案報告的感覺）。	1. 謝謝委員指教，本計畫為 2 年計畫，報告書中第壹章至第柒章主要為第 1 年執行成果，本年度計畫執行成果將列於後續章節。
2. P2-20 P2-21 請統一使用西元年或民國年為時間單位。	2. 遵照辦理，已將表 2-8 及表 2-9 統一為西元年，詳 P.2-20。
3. P5-4 請補充說明各復現期的流量所相對正常水深的計算過程，並指出如何換算成水位高程。	3. 謝謝委員指教，本計畫各重現期之正常水深是由 Hec-Ras 模式配合地形斷面及流量資料計算而得，水位高程可直接由模式計算成果表中擷取。
4. P4-12 雨型現採用 Horner 公式或歷史暴雨之情形為代表性降雨。此二者之抉擇原則為何。	4. 謝謝委員指教，本計畫中 Horner 公式參數其推估所使用的資料距今較久（民國 90 年以前），因此採用數場暴雨雨型，相關說明詳第肆章（P.4-42）。
5. P5-6 $S_f - \left[\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2}\right]^2$ 似乎有誤，請再確認。	5. 謝謝委員指教，經查 Hec-Ras 參考手冊（HEC-RAS Reference Manual,P.2-10 公式 2-13）說明，本公式應無錯誤。
6. P5-6 標示三種不同的水力坡降，在本案中採取何種，請指定並說明之。	6. 謝謝委員指教，一般而言，一維定量流採用平均傳輸方程式會有較佳的計算結果（HEC-RAS Reference Manual

審查意見	回覆情形
	Chap4,P.4-3)，因此，本計畫採用 Hec-Ras 預設之方式計算水力坡降。
7. P5-10 Shocklitsch 公式的坡降為 $Se^{2/3}$ 或 $Se^{3/2}$，請再確認。同時也請再確認根據該式計算結果，在 P5-14 表 5-6 計算結果的正確性。(該表中 q0 的單位不對)	7. 謝謝委員指正，經查「水利工程技術規範-河川治理篇（草案）(上冊)」P.28，本公式坡降確認為 $Se^{3/2}$，相關計算成果同時修正於表 5-6（P. 5-14)。
8. P5-11 根據 HEC-RAS 的演算程序，以步推法定量演算，若無支流各河段的流量應該相同，但是表 5-4 卻發現無支流的斷面間流量不為定值（例如斷面#1~斷面#7 之間)，期平均流速（V)和過水面積（A)相成的的流量（Q=A V）均不相同，也不等於設計流量 Q25=532cms，請再次驗算演算的資料。	8. 謝謝委員指正，相關計算成果已修正於表 5-4（P.5-11)。
9. P6-4 表 6-2 和表 5-4 比較，因為規劃後的斷面#1~斷面#7 河寬變窄，所以才發生斷面不足的情境，雖然依經驗公式可以規劃河幅，但現況不淹水，規劃後反成問題河段，殊不符合規劃原則，請再考量。	9. 謝謝委員指教，本計畫初步依據相關經驗公式估算計畫河寬，由於本計畫治理規劃河段兩岸皆已施作堤防或護岸，為避免徵用私有地造成爭議，治理計畫採用河寬初步以現況河寬為主要考量。
10. 根據水規所頒布的規畫手冊，還要計算年平均輸砂量並予以檢討河道輸砂平衡。	10. 遵照辦理，已計算本計畫區年平均輸砂量並補充說明於第伍章之二（二）P.5-10。另外，由於本計畫河段為首次規劃，除本次河道測量成果外，前期並無相關河道斷面測量資料，因此本計畫主要以檢討各斷面的輸砂能力為主。
11. P9-14 重要指數（IVI）是相對頻度、相對密度與相對優勢度（覆蓋率）組成，表 9-2~表 9-4 僅使用頻度與覆蓋率，是否要考量相對密度，請參考。	11. 於草本樣區中，因草本植物有匍匐生長、走莖及藤蔓等不同情形，無法以株數計算，因此相對密度(即某植物株數/全部樣區植物株數)無法計算。故草本植物的重要值通常以相對覆蓋度與相對頻度值加總代表。
四、宋委員長虹	
1. 為利報告研閱請補附斷面編號空間位置圖，並請標示各排水及支流匯注點，跨河構造物與水利會灌渠等資訊。	1. 遵照辦理，相關點位資訊詳紅石溪流域水道治理計畫及重要工程佈置圖。
2. 設計流量之選擇宜與卑南溪設計條件綜合評析。	2. 謝謝委員指教，本計畫今年度為第 2 年計畫，相關水文分析成果及設計流量已於去年經水利署核備，詳附錄一所示。
3. 表 5-1 紅石溪匯流口正常水深是否為正常水深之水位值之誤植請查核。	3. 謝謝委員指正，已於表 5-1 中”正常水深”更正為"正常水深水位"，詳 P.5-4。

審查意見	回覆情形
4. 計畫河川為陡坡河川請說明邊界條件如何給定，另超臨界流及亞臨界流交替出現如何判釋 HEC-RAS 演算成果請說明。	4. 謝謝委員指教，本計畫利用 HEC-RAS 進行河段水理計算時同時給定上游及下游邊界條件，並以 mixd 模式執行，程式本身將依據斷面資料自動判釋超臨界及亞臨界流況，相關說明詳第伍章之二（一）P.5-4。
5. 依表 5-4 及表 6-2 比較計畫河寬較現況束縮洪水位反降低，是否合理請檢討說明。	5. 謝謝委員指教，本計畫中計畫河寬皆大於或等於現況河寬，應不致於有計畫河寬較現況束縮的情況出現。另外，在相同的斷面可能由於流況（超臨界流、臨界流或亞臨界流）的不同而出現不同的水位。
6. 表 6-1 治理計劃採用河寬有何依據，部分河段較台灣一般計畫及日本河流一般標準值低，請說明。	6. 謝謝委員指教，本計畫初步依據相關計算公式估算計畫河寬，由於本計畫治理規劃河段兩岸皆已施作堤防或護岸，為避免徵用私有地造成爭議，治理計畫採用河寬還是以現況河寬為主要考量，因此會有部分河段較台灣一般計畫及日本河流一般標準值低的情況出現。
7. 治理河段是否與水利會灌渠有介面請說明其處理方式。	7. 遵照辦理，本計畫於 99 年 6 月 29 日與台東農田水利會關山工作站楊站長等人進行治理規劃河段現勘，初步確定有四處灌溉取水閘門及一處引水路，各設施將於工程規劃時予以保留，相關內容詳第拾章工程計畫。
8. 上游為土石流潛勢溪流，泥砂問題為治理河川之隱患，如何檢討其與治理關聯性宜有論述。	8. 謝謝委員指教，本計畫上游河段屬水保局台東分局權責範圍，該局於各土石流潛勢溪流已完成調查分析工作，並依據其優先順序規劃水土保持處理措施，相關說明詳第捌章之三（一）P.8-2。
五、簡股長士傑	
1. 規劃範疇內既有田灌溉及排水相關設施之影響性評估，建請與本會關山工作站會同現勘並予敘述，俾確保農民權益。	1. 遵照辦理，本計畫於 99 年 6 月 29 日與台東農田水利會關山工作站楊站長等人進行治理規劃河段現勘，初步確定有四處灌溉取水閘門及一處引水路，各設施將於工程規劃時予以保留，相關內容詳第拾章工程計畫。
2. p2-32，表 2-10 所列「起迄點」乙欄建請標示其詳細地點或樁號，以明確其位址。	2. 遵照辦理，本計畫區內各排水路治理單位及其起迄點已修正補列於表 2-10（P.2-32）。

審查意見	回覆情形
六、臺東縣關山鎮公所　偕課長哲銘	
1. 1.照片資料請採用新照片如（p2-24、2-25）。。	1. 遵照辦理，相關照片已用 99 年 6 月 29 日現勘照片更新，詳 P.2-24~P.2-25。
2. 關山鎮公所針對紅石溪有個”關山鎮紅石溪水岸景觀改善規劃案”內容包括 1.重點植栽綠美化，2.水岸景觀風貌營造，3.堤頂休閒散步道，4.既有環鎮自行車道加寬。請顧問公司可與鎮公所聯繫其兩案件在介面上整合。	2. 本計畫治理範圍為紅石溪左右岸兩堤防間，在水利相關法規如”河川區域種植規定”等限制下，目前僅能於河川灘地與改善親水設施及可及性著手。在景觀規劃設計時仍會參酌關山鎮紅石溪水岸景觀改善規劃案。
3. SWOT 分析在 oppoptanity 部份可再加強。	3. 遵照辦理，補充內容詳 P.9-8。
4. 莫拉克風災後整個流域淤沙嚴重請考慮清淤疏浚。	4. 遵照辦理，本計畫治理規劃河段將依計畫河道水理分析成果研擬工程計畫，若河道內有淤積情況亦同時辦理清淤工作。
5. 跨河構造物有部份橋樑老舊是否有安全顧慮，請研究改建。	5. 遵照辦理，本計畫將依據水理計算成果建議相關橋梁進行更新改建，相關說明詳第柒章。
七、第八河川局　姚課長敏郎	
1. 未來報告書，請詳列相關圖表（如大斷面、公私有地圖、套繪堤線、用地線等資訊）以利閱讀。	1. 遵照辦理，遵照辦理，大斷面、堤線及用地線資訊詳本計畫水道治理計畫及重要工程佈置圖；公私有地圖詳附錄三紅石溪地籍套繪圖。
2. 本區為關山親水公園重要景觀及環鎮自行車道一環，建議妥為考量公私有地可用土地，改善動線。	2. 關山環鎮自行車道在紅石溪段僅於右岸延溪而行，車道約僅 3~4 米，當地民宿及自行車出租業者亦集中在右岸，基於防汛、緊急疏散及居民身家財產安全考量，則可於右岸堤內道路興建錯車道，惟其裁量權為關山鎮公所。
3. 豐原圳請保留河川基流量，以利水域生態發展，請規劃單位研討河川基流量。	3. 豐原圳自紅石溪取水口距紅石溪下游與卑南溪匯流口僅約 300 公尺，依據台東農田水利會關山工作站提供資料顯示：豐水期時自紅石溪取水量為 1.8 CMS，枯水期則約 1.45CMS。目前而言，尚看不出其對紅石溪生態之影響。
八、第八河川局　施副工程司政杰	
1. 請於附錄附上重要公文函件（水文分析經水文組核定文）及審查意見處理情形。	1. 遵照辦理，已將水文分析經水文組核定文及各期審查意見補列於附錄一。

審查意見	回覆情形
2. 請於目錄前補充流域概況圖。	2. 遵照辦理，已於目錄前補充流域概況圖。
3. 表 2-8、2-9，圖 2-10 年份表示請統一為民國或西元。	3. 遵照辦理，表 2-8 及表 2-8 年份已統一為西元年，P.2-20。
4. Chap5 河川特性分析請補充歷年河道流路變遷及河道沖淤等資料。	4. 遵照辦理，歷年河道流路變遷情形已補列於第伍章之一（四）P.5-2，由於本計畫河段為首次規劃，除本次河道測量成果外，前期並無相關河道斷面測量資料，因此本計畫主要以檢討各斷面的輸砂能力為主。
5. 主流長度 4490m，惟圖 5-1 及各縱斷面圖之河心距為 4990m，請再檢視並統一。	5. 感謝指正，本計畫治理規劃河段紅石溪主流長度為 4,990m，相關數據已修正統一，詳 P. 5-2。
6. 圖 5-2，請繪出各橋樑所在位置。	6. 遵照辦理，已補繪本計畫河段各橋梁位置於圖 5-2，P.5-3。
7. 起算水位是否有比較臨界水深。	7. 謝謝委員指教，由於一維水理採用 mixd 方式進行計算，若起算水位設為臨界水深時模式仍將以正常水深為邊界條件進行後續計算，因此本計畫起算水位主要採用匯流口外水計畫水位及正常水深水位比較後較高之水位。
8. 曼寧 n 值除參考周文德之經驗 n 值外，亦應利用經驗公式推算比較之。	8. 謝謝委員指教，已增列相關經驗公式於第伍章之二（一）P.5-5，由於相關經驗公式所需之粒徑分析成果可能隨不同的採樣時間而有所變化，且本計畫並非每個斷面皆有粒徑分析成果，因此，本計畫曼寧 n 值主要以河道現況配合相關文獻資料估算之。
9. 河道輸砂能力分析一般會以中值粒徑做為選取經驗公式的依據，本計畫未針對選取 shocklistsch 公式之原因論述。	9. 謝謝委員指教，目前計算河道輸砂的經驗公式有 Schoklitsch,Meyer-Peter,Muller, Parker,Klingeman,McLean 等公式，其中以 Schoklitsch 公式較易使用且較為保守，因此本計畫以該公式檢討各河段之輸砂能力，供河道治理規劃之參考，詳 P5-12。
10. 河道輸砂能力請補充年輸砂量的推求及輸砂能力檢討。	10. 遵照辦理，年輸砂推求及輸砂能力說明詳第伍章之二（二）P.5-13。
11. 河川特性綜論請補充治理河段內輸砂能力是否有達到河床穩定條件之論述。	11. 謝謝委員指教，由於本計畫河段為首次規劃，除本次河道測量成果外，前期並無相關河道斷面測量資料，因此本計畫主要以檢討各斷面的輸砂能力為主。

審查意見	回覆情形
12. p6-5（五）水道縱、橫斷面建議更改為計畫水道縱橫斷面。	12. 遵照辦理，已將水道縱、橫斷面更改為計畫水道縱橫斷面，詳 P.6-5。
13. 表 7-1 請增加 2 個欄位標示左右岸堤防名稱。	13. 遵照辦理，已補充左右堤防名稱於表 7-1，P.7-2。
14. chap8 建議參考水保局相關報告作為補充。	14. 遵照辦理，已補充水保局台東分局集水區治理相關報告成果於第捌章之三（一）P.8-2。
15. chap8 請補充四、治理措施。	15. 謝謝委員指教，相關治理措施已說明於第捌章之三，P.8-2。
16. chap9 五、河川環境使用分區規劃章節內容請加強。	16. 遵照辦理，詳第玖章之五，P.9-30。
17. 景觀與遊憩、親水之規劃設計章節請補述景觀設計及遊憩活動之理念、遊憩活動之種類。	17. 遵照辦理，詳第玖章之七，P.9-34。
18. 紅黃線劃設請依水利署函頒之「治理計畫堤防預定線（用地範圍）」劃定原則辦理。	18. 遵照辦理，相關成果詳紅石溪流域水道治理計畫及重要工程布置圖。
19. 地籍套繪圖建以顏色套繪公私有地、公有地用黃色、私有地用藍色。	19. 遵照辦理，已於河川地籍圖套繪相關顏色，詳附錄三紅石溪地籍套繪圖。
20. 紅石溪河口水利會取水口，請與水利會確認取水量需求，否則全面取水後將餘水排回崁頂溪右岸，對紅石溪的生態有負面影響。	20. 遵照辦理，已於 6 月 29 日會同水利會關山工作站楊站長等人進行現地會勘，水利會表示取水量會依下游灌區作物不同的生長時期而有所不同，在作物需水量較低時才會將餘水排回崁頂溪。而該取水堰於左翼部分已預留溢流口，應不致影響防洪安全。另外，堰體本身為土砂堆填，紅石溪部分流量可經滲流方式流入崁頂溪，應可降低對堰址下游生態之衝擊。
21. 現況水理與計畫水理起算水位應相同，惟本計畫差 1cm，請再檢視。	21. 謝謝委員指教，已修正水理計算結果，詳表 5-4（P.5-11）及表 6-2（P.6-6）所示。
22. 下次報告地籍圖請套疊紅黃線。	22. 遵照辦理，已於河川地籍圖套繪相關顏色及紅黃線，詳附錄三紅石溪地籍套繪圖。
23. 出水高建議採 1.0m。	23. 遵照辦理，本計畫出水高已修正為 1.0m。
24. 因計畫未施設堤防，其現況水理與計畫水理應差不多，請再檢視。	24. 遵照辦理，相關水理計算成果已修正，詳表 5-4（P.5-11）及表 6-2（P.6-6）所示。
25. 圖 6-2 建議斷面編號由下游往上游排，以利閱讀。	25. 遵照辦理，已修正於圖 6-2（P.6-10）。
26. 圖 6-2 現況地形建議用實線，水位請用計畫洪水位標示。	26. 遵照辦理，已修正於圖 6-2（P.6-10）。

審查意見	回覆情形
27. 縱橫段面圖的最低河床高請改為谿線高。	27. 遵照辦理，已修正於圖 5-2（P.5-3）、圖 5-4（P.5-14）及圖 6-1（P.6-9）。
九、決議	
1. 本計畫期初報告審查原則認可。	1.
2. 請計畫執行單位依各委員審查及建議意見辦理報告必要之修訂，並依計畫契約辦理後續相關作業。	2. 遵照辦理。

卑南溪支流紅石溪治理規劃(2/2)
期中報告書審查意見回覆表

時間：民國 99 年 8 月 21 日
地點：本局三樓會議室

審查意見	回覆情形
一、劉委員光弘	
1. 請補充摘要並說明完成工作項目與內容。	1. 遵照辦理，已於修正稿中補充摘要並說明完成工作項目與內容。
2. 本報告內容所使用之公式皆無編號，建議更正。	2. 遵照辦理，已於修正稿內增列公式編號。
3. 綜合治水對策方案研擬較不具體，建議能列出可行方案，並能考量其社會之接受度，另外表 8-1（P.8-6）紅石溪流域主要避難場所是否有需要檢討其自身的安全性，如有必要是否能提出較適合的地點。	3. 謝謝委員指教，本計畫綜合治水對策相關方案乃依據紅石溪治理規劃河道基本資料收集、相關計畫成果彙整、現況調查及水文水理分析成果擬定，其中包括工程與非工程方案。在工程方案部分，已依照綜合治水原則及現地實際需求擬定本計畫工程設施及相關布置，並且以最新的工率及工料分析估算所需經費及評價其經濟效益。在非工程的部分也提出相關災害預警及應變措施，由於本計畫流域主要的災害應變主管機關為台東縣政府，報告中所列之避難路線及場所為該府在去年（民國 98 年）所最新規劃並統一宣導，因此初步建議本計畫流域內之相關避難措施配合辦理，應能發揮最大的減災效果。
4. 第九章主要為環境營造規劃，報告中也提出需以河川環境使用分區規劃為原則，但具體的規劃內容為何，尚未提出；另外河川棲地改善與復育的對象為何，文中也未予說明，然而復育計畫需有較詳細之資料能進行，不知目前的資料是否足夠，如不足如何處理。	4. 遵照辦理，本計畫依法規、河川特性、使用者的安全性、現況生態、設施、交通、居民意見及遊客遊憩活動等調查結果而擬定規劃分區，依國泰橋、山電橋及親水公園等區劃為四區段，每個區段的規劃內容及圖說詳 P.9-34~40。依據生態調查結果，珍貴稀有的菊池氏細鯽為復育對象，棲地改善與復育方式詳 P.9-33~34。
5. 景觀與遊憩、親水之規劃設計理念是否應與鄰近的百姓及有關的環保團溝通方能獲取較多的意見與認同，否則所規劃內容會淪為空談。	5. 謝謝委員指教，本計畫於環境調查時已徵詢過當地居民意見及其看法，並觀察當地居民及遊客的遊憩活動類型，據此納入規劃設計中。

審查意見	回覆情形
二、詹委員明勇	
1. P5-5 起算水位採用“正常水深”很奇怪，比照 5-13 頁計算表，當水位為 199.67（SEC#1）福祿數為 1.47 為超臨界流。亦即該河段可能是 yc＞yn 形成陡坡的流量。若為陡坡則上游的控制水位可能要採用臨界水深，請再研商。一般而言，不會在上、下游，同時採用正常水深為邊界條件。	1. 遵照辦理，本計畫紅石溪治理規劃河段將採用臨界水深為起算水位。相關計算結果修正於第伍章之二（P.5-5）及第陸章（P.6-5）
2. P5-16 是 Q_{25} 的輸砂能力推算，請顧問公司針對此表結果檢討河川治理的重點（例如：由斷面 18 到斷面 14 之間，最大的輸砂能力在 SEC#17，12246kg/sec，但到了斷面 14 僅剩 466kg/sec，此指由#18~#15 可能沖刷，到了#14 全部淤積，即為治理要點）。	2. 遵照辦理，已補充說明於第伍章之二（P.5-18）
3. P6-6 依 P6-3 #13 擴大寬度為 30m，但水位沒下降，流速也沒有變化，而#17 是原堤防加高卻又變成水面較寬，請再確認計算過程。	3. 謝謝委員指教，經確認後斷面 13 為臨界流況，因此水位及流速並不會有變化。而斷面 17 德福橋處現有河寬不足建議加寬，因此計畫水理分析結果水面較寬應屬合理。
4. P8-3 非工程方法可利用土地使用管理的手段進行，請顧問公司增述此部份之處理。	4. 遵照辦理，已於第捌章補述土地使用管理原則（P.8-5）。
5. P9-28 請補充說明如何「水量保全」？	5. 遵照辦理，水量保全之作法內容已補述於第玖章水量與水質保全一節（P.9-28）。
6. P9-32 紅石溪有沒有復育的目標物種，有沒有必要復育或只有保育即可。	6. 經生態調查結果，本計畫擬定紅石溪復育的目標物種為菊池氏細鯽，復育方式先從棲地的保存及營造適合的棲地做起，做法詳 P.9-33~34。
7. P11-1 利用 GIS 估算水深，請直接採用 1.0m。另外，淹水 100cm，會造成 24%的減產需在不同情境下的推估，若淹水在非種植期間則其損失變少，否則會相對增加。同時，也建議套圖驗證淹水 154.4ha 均為水稻區。	7. 遵照辦理，相關文字已修正（P.11-1），同時增補本計畫區淹水範圍圖（圖 11-2）及相關說明（P.11-2）。另外，因相關資料有限，本計畫作物淹水減產關係圖主要依據河川治理規劃手冊，其結果主要作為參考用。
三、台東大學　蔡委員西銘	
1. 重要控制點（P.2-10）能否以簡圖表示，以利判讀。	1. 謝謝委員指教，相關重要控制點位置可參考首頁紅石溪流域位置及概況圖。

審查意見	回覆情形
2. 紅石溪共施測河道斷面是 34 處（P.3-1）或 27 處（表 3-1）請確認。	2. 遵照辦理，經確認本計畫紅石溪共施測 34 處河道斷面，其中 27 處有埋設斷面樁，相關說明修正於 P.3-1。
3. 水理計算中起算水位採用正常水深之理由能否說明（P.5-5）。	3. 謝謝委員指教，經重新檢討後，本計畫河道水理計算起算水位採用臨界水深。相關說明詳 P.5-5。
4. 治理計畫採用河寬（表 6-1）有較相關公式較小者，理由何在，請說明。	4. 由於本計畫治理規劃河段兩岸目前皆已施作堤防或護岸等防洪構造物，堤後土地大多為私有地，為避免土地徵收不易造成考量後續計畫推動之困難，部分河段以加高堤防的方式加以改善，而所採用的計畫河寬可能就會小於經驗公式的估算值。
5. 防洪構造物改善措施主流紅石溪部份（P.7-4）堤防高度斷面不足處請詳述。	5. 遵照辦理，已於 P.7-4 補充相關敘述。
6. 參考文獻 53 及 99-100 間請再確認。	6. 遵照辦理，已於參考文獻內修正誤植文字。
7. 附 1-27 三及三.-2 有誤請修正。	7. 遵照辦理，已於附錄內修正誤植文字。
四、台東林區管理處　陳志明	
1. 表 2-17 統計資料僅至 95 年，本處 96 年後於紅石溪林道亦有施作治山防災工程，若有需要，可至本處索取相關資料。	1. 遵照辦理，已於表 2-17 增列台東林管處民國 96 年至 99 年於紅石溪林道之治山防災工程內容。
五、臺東縣關山鎮公所　偕課長哲銘	
1. 98 年八八水災後水質呈灰白過混濁含砂量多，造成下游泥沙淤積，河床墊高，阻塞水流，影響豐源圳入水口，灌排水功能，請於治理規劃時列入解決考量。	1. 遵照辦理，目前紅石溪治理規劃河段內之泥砂主要來自上游集水區，本計畫已於第捌章（P.8-2）中建議相關集水區治理措施，同時於第拾貳章（P.12-1）中建議流域水土保持計畫之配合措施。
六、第八河川局　施副工程司政杰	
1. 流域概況圖中各圖例幾乎是是黑色，與圖中所示不同（ex.集水區範圍於圖中為褐色，圖例中為黑色），控制點及雨量站建議以不同顏色表示。	1. 遵照辦理，已修正於首頁紅石溪流域位置及概況圖
2. 目錄缺中英文摘要、結論與建議。	2. 遵照辦理，已補附中英文摘要、結論與建議。
3. 目錄中章節後應為附件，再來為附錄，相關附件及附錄內容及順序，請參考相關報告（缺淹水範圍圖、工作人員名單、	3. 遵照辦理，已依相關格式順序編製報告。

審查意見	回覆情形
重要公文函件與審查意請分成 2 部份)。	
4. 圖 4-27 控制點虛線不清楚。	4. 已修正
5. 圖 5-3 不清楚，兩次流路請用不同顏色，圖可用 2 張 A3 相接以放大。	5. 遵照辦理，已修正於圖 5-3。
6. 第四章的文字大小與前後章的文字大小不同，文章大小建請參考本局太平溪報告，用 15 號字、24pt 行高，以提升閱讀舒適度。	6. 遵照辦理，已依相關格式編製報告。
7. 河道粗糙係數部份，既然有做河道粒徑調查，請將各經驗公式之計算結果列表展現，再據以陳述採用之依據。	7. 遵照辦理，已補充各經驗公式計算成果於表 5-2。
8. P5-12 現況河道輸洪能力檢討，請補充 1.紅石溪現況通洪斷面分析成果表 2. 紅石溪橋樑通洪斷面分析成果表。	8. 遵照辦理，已補充相關表格詳表 5-6 及表 5-7 所示。
9. 水道治理計畫或研擬及治理措施依慣例由下游往上游論述。	9. 遵照辦理，已修正相關文述於 P.6-3 及 P.6-4。
10. 表 7-1 請參考太平溪表格，並將主流擺前面，支流擺流後面。	10. 遵照辦理，已修正於表 7-1。
11. 工程用地包括土地補續加地上物補償，本計畫計算工程用地費未加計 30%物價調整費。	11. 遵照辦理，工程用地費已加計 30%物價調整費（P.10-9）。
12. 圖 10-1、10-2 過於簡略，缺相關尺寸、坡度及比例尺。	12. 遵照辦理，已增繪相關尺寸、坡度及比例尺於圖 10-1、圖 10-2。
13. 附件一請參酌相關報告繪製。	13. 遵照辦理，附件一已依相關報告格式修正。
14. 請補充附件二淹水範圍圖。	14. 遵照辦理，已補充附件二淹水範圍圖。
九、決議	
1. 請顧問公司依各委員意見辦理必要之修正，並於 99 年 9 月 15 日前提送期中報告（修正本）過本局再審。	1. 遵照辦理。

卑南溪支流紅石溪治理規劃(2/2)
期中報告書（修正本）審查意見回覆表

時間：民國 99 年 10 月 1 日
地點：本局三樓會議室

審查意見	回覆情形
一、台東大學 蔡委員西銘	
1. p3-1 施測河道斷面 34 處，埋設斷面樁只有 27 處能府說明之，又（三）河道大斷面測繪說明是否有誤？	1. 相關文述已補充修正於 p3-1。
2. 起算水位說明採用臨界水深水位（p5-5），為何水理演算成果表（p5-15）斷面 1 處非為臨界流？	2. 本計畫起算水位經比較後採用較保守之臨界水深水位，而水理演算成果表所列之內容為模式計算成果，亦即在斷面 1 的流況為超臨界流，水位為正常水深之水位。除非斷面 1 的流況剛好為臨界流況，否則其計算水位並不會等於臨界水深水位。
3. 附錄六河道地籍套匯成果能否以 A3 方式同方向依序繪出較清晰。	3. 河道地籍已重繪，詳附件三所示。
4. 誤植部份 P2-57　倒數 5～8 行重植 P3-10　第五行附錄八應為七 P4-22　第六行附錄九應為八 P11-6　最後一行重植 P 附 3-24 倒數第二行有誤	4. 相關文述已修正。
二、義守大學 詹委員明勇	
1. 英文摘要有部份名詞不對，建議於期末報告修正。	1. 遵照辦理，將於報告中修正相關文述。
2. 第八章綜合治水內容仍太單薄，除基本原則的敘述，若能把工程、非工程方法用套圖的方式說明將會有參考價值，建議再期末報告上補充。	2. 本計畫第捌章主要為綜合治水方案原則性說明，相關河道治理措施內容詳第拾章，環境營造內容詳第玖章之說明。
3. p9-9 有關紅石溪的發展潛力中，論及「八八水災後至今含砂量高仍呈混濁狀」的敘述，宜加思考。因為八八水災迄今一年以上，是否有如此長期的影響，確值探討。	3. 目前紅石溪含砂量仍高的原因，初步推測是歷次颱洪或地震致使集水區所產生的土砂量，並未一次全部移入河道，可能會暫時的停留在坡面或上游高灘地上，在一定強度的雨量發生後才被帶入河道中，此一現象仍需加強上游集水區保育才能有效改善。

審查意見	回覆情形
4. p9-9，SWOT 分析的架構不錯，若能把四個分項的內容說得更明白詳細，將有助於紅石溪開發的參考。	4. 遵照辦理，已補充相關文述於 p9-10。
5. P9-32 保全水量用了寬度水深 30cm，回推出 0.45cms 的保全水量，這樣的流量在 3m × 30cm 斷面內的流速將有 5m/sec，是否合理？	5. 本計畫治理規劃河段之平常水位平均水面寬約 3 公尺，而水生動物生存所需水深至少需要 30 公分，以 0.45cms 的流量回推，其流速約為 0.5m/sec，符合一般情況下河川常流量流速在 0.5~1.0m/sec 的條件。
6. p9-41，國泰橋下建議在既有消坡塊上回填砂石，如此一來原來設計的功能有沒有削減，且岸邊消能有沒有被影響。	6. 由於現場過大的孔隙及高低起伏的水泥塊對此小尺度的溪流而言，易對於岸邊活動的遊憩行為造成安全上的威脅。因此初步建議在現況以回填砂石來作暫時性的改善，未來將依據相關治理規劃成果對本河段進行改善。
7. p10-4 根據圖 10-1、10-2 可估算單位長度的工程單位。可是，在基本圖都沒有確定的情況下，推算總工程費是沒有代表性的。這一部份可以在期末報告中予以加強。	7. 本計畫為規劃工作，相關工程型式僅初步供後續治理工作參考使用，因此相關工程經費亦僅依示意圖說概估。後續治理工程須依實地細部測量及調查成果進行設計及施作。
8. p11-1 稻作採用一公頃年獲利 20 萬，這應該是雙期作用一年的收入（不是獲利），二者不同不能混用。	8.謝謝委員指教，已於 p11-1 修正相關文述。
三、宋委員長虹	
1. 民安橋、國泰橋及德福橋改建後水理分析德福橋仍有壅昇 68cm，請說明改建型式與模式參數合理性。	1. 本計畫河道在橋梁改建處將以平順坡度連接其上下游河床，經重新分析後，德福橋已無明顯之壅昇情況。
2. 國泰橋及德福橋既建議改建其上下游河床計畫坡度可否配合修正，以降低計畫水位，減少堤防加高幅度。	2. 遵照辦理，本計畫河道在橋梁改建處將以平順坡度連接其上下游河床。
3. 本計畫河川水理分析呈超臨界流及亞臨界流交替之流況建議以各斷面間 yn 及 yc 綜合研判水理分析合理性。	3. 本計畫河道經水理計算後，其流況呈超臨界流及亞臨界流交替之現象，各斷面之流況若為臨界流況時，其水位為該斷面之臨界水深水位，其他流況則為各斷面之正常水深水位。
4. 基流規則為 0.45cms 依據為何，其季節變化條件為何宜說明之，俾利生態環境之營造。	4. 0.45cms 為滿足水域棲地魚類生存之條件，由於紅石溪主要承受關山地區農田灌溉之尾水，常年皆有流量，除颱洪時期外，各季節之變化不大，因此若無人為捕撈的情形發生，本河段之自然生態環境即可獲得維持。

審查意見	回覆情形
5. 橋樑改建非河川局權責，惟其改建配合條件應予明確訂定。	5. 本計畫橋梁改建配合工作已於第拾貳章第一節說明。
四、劉委員光弘	
1. 在上次（8 月 20 日）會議提出第三點有關綜合治水的問題中有關回覆情形，似乎未回覆到問題的重點，本計劃報告在 p8-2 中有提到「本計畫將同時採用工程與非工程措施…」，但在第拾章工程計畫中僅討論堤防加高單一方案而已，其他方案均未予考量；另外環境營造是否屬於工程措施且 4、土地使用管理的內容為何均無說明其具體內容為何？	1. 本計畫相關綜合治水方案已於報告中第捌章說明，前次回覆業已說明相關方案擬定的考量原則與建議，所有方案應為可行，在第拾章工程措施包括河道加寬及堤防加高工程，而環境營造則是配合相關堤防改善工程進行時辦理。在土地使用管理部分，由於本計畫為一規劃報告，主要針對其作一原則性探討，說明在未來計畫區內如有都市計畫或其他計畫將辦理時，應考量注意防洪安全。
2. 承接第一個問題，在第拾壹章經濟效益評估中，本計畫所建議的方案 B/C 值僅約 0.69，顯示此方案的經濟效益不佳，而本計畫在估算效益部份僅用「平均淹水深度來估算作物損失」（p11-1），這種方法並未考慮到不同洪水頻率年造成的損失（期望年損失），故以平均淹水深度來估算作物損失似否高估的情形，如是則本計劃所建議之方案 B/C 值會較 0.69 更小，故建議能多擬定不同方案並比較之，較恰當。	2. 本計畫工程在納入河道整理措施後，相關工程經費已大幅下降，經估算後益本比約為 1.56，推動本計畫已可符合經濟效益。由於本計畫工程主要考量以重現期 25 年之洪患為保護標準，在淹水損失的估算主要配合水利署所推估 25 年重現期的淹水潛勢圖，故相關損失之估算應無高估之疑慮。
3. P11-1 及 p11-2 僅列出重現期距為 25 年的淹水潛勢圖，其目的為何？其他重現期距年之淹水潛勢圖是否也一併列出。	3. 本計畫工程主要考量以重現期 25 年之洪患為保護標準，在淹水損失的估算主要配合水利署所推估 25 年重現期的淹水潛勢圖，其他重現期之淹水潛勢與本計畫較無直接關係。
4. 上次提出的第四點，經能邦說明復育對象為「菊池氏細鯽」但不知此類魚的族群數現況為何？為何需要復育，建議能提出具體數據，另外此類魚的生長條件為何？在 p9-33 至 34 頁中無法看出現況的資料是否足夠進行復育工作。	4. 由相關參考文獻中可知，菊池氏細鯽主要分布在台灣東部的河川，近年來數量銳減，因此建議進行保育及復育工作，相關說明詳第玖章第六節。
5. 上次提出的第五點，能邦也回應有納入當地居民意見與看法，並考慮其意見納入規劃設計中，是否能把這些意見列出並說明如何納入規劃設計中。	5. 本計畫環境營造的規劃原則除採納當地居民的意見外，同時也配合關山鎮公所在計畫區內所推動之相關景觀改善計畫，詳第玖章第一節。
五、水土保持局台東分局 黃委員柏璁	

審查意見	回覆情形
1. 關山鎮公所本年度（99 年）提報〝關山鎮楠溪及紅石溪清疏工程〞，目前已由本局審核中。其中紅石溪工區位於野溪界點下游，故未來如有核定應以楠溪工區為主，初估清疏土方量約 1,400m3，清疏範圍 300m×6m×0.8m(L×W×D)，建議規劃團隊列入資料蒐集。	1. 遵照辦理，相關資料將列入資料收集。
2. 未來關山鎮公所如執行野溪清疏工程，建議亦請函第八河川局知照。	2. 相關單位之連繫協調原則如第拾貳章說明。
六、台東林區管理處 陳委員志明	
1. p2-50，紅石林道既有治山防災工程約〝22〞件，請修正。	1. 已修正於 p2-50。
七、台東農田水利會 簡股長士傑	
1. p10-3 關於本會既有取水設施之詳細位址，建請繪製位置圖並標示係屬堤防改建段或堤防加高段，倘屬前者，建請參酌利吉護岸與石山圳進水口共構模式辦理，以利工進。本會所需負擔之工程經費請予估算，俾憑向上爭取補助。	1. 根據現勘成果貴會相關取水設施部分位於堤防加高河段，由於本計畫相關堤防改善工程主要為規劃階段，詳細工程內容仍需以實際設計成果為主，因此現階段較無法估算貴會所需負擔之工程經費。
八、第八河川局 姚課長敏郎	
1. 請評估豐原圳固床工對河床的影響，若採降低固床工方式，河床自然沖刷，是否河床可自然降低增加通洪，避免大量工程經費。	1. 本計畫在河道治理計畫中已建議降低豐原圳固床工之高度，河床坡度已順接上下游河道為原則。
九、第八河川局 陳正工程司世峰	
1. 紅石溪現況有多處橋樑與「跨河構造物審核原則」不符，是此原因造成現況堤防高度不足？如將橋樑改善符合規定情況下，目前防洪構造物是否可滿足？建請分析評估。	1. 目前治理規劃河段內有部分的橋梁，其橋長或梁底高程不足通過計畫流量，因此建議將前述橋梁以不落墩、抬高梁底或增加橋長的方式進行改建，詳第柒章第三節說明。
2. 益本分析僅 0.69 是否全區段加高堤防？建請考量各區段之效益評估優先施作順序或採其他工法可節省成本的配置方式。。	2. 本計畫工程在納入河道整理措施後，相關工程經費已大幅下降，經估算後益本比約為 1.56，推動本計畫已可符合經濟效益。
十、第八河川局 施副工程司政杰	
1. 目錄請加入圖目錄表目錄於目錄最上面。	1. 已增補於目錄最上面。

審查意見	回覆情形
2. 目錄的項目再加入一層，可增加可讀性。	2. 目錄已增加一層。
3. 目錄中第伍章一.河川性分析前多餘空格請刪除。	3. 已修正多餘空格。
4. 圖 2-20，圖例中〝既有工程〞於圖中都沒看到。	4. 既有工程位於紅石溪上游與林班地交界處，已更改圖例顏色俾供清楚識別。
5. p3-5（二）跨河構造物一節未論述支流楠溪的橋樑。	5. 已補充支流楠溪之橋梁資料於表 3-2（p3-5）。
6. 表 3-2，橋樑之橋長、橋寬、橋底高程數值與表 7-2 有多處不符，請檢核並統一。	6. 已將表 3-2 與表 7-2 各橋梁之橋長、橋寬、橋底高程數值統一。
7. 圖 5-3，1.底圖請依修正後附件一底圖套疊航拍，2.加圖框，3.圖上治理終點非實際之終點，4.楠溪治理起點未標示，5.比例尺過大。	7. 遵照辦理，已於修正於圖 5-3。
8. 水理計算之起算水位有誤，表 5-1 中最大值為 yc，為何採用 yn？	8. 本計畫起算水位經比較後採用較保守之臨界水深水位，而水理演算成果表所列之內容為模式計算成果，亦即在斷面 1 的流況為超臨界流，水位為正常水深之水位。除非斷面 1 的流況剛好為臨界流況，否則其計算水位並不會等於臨界水深水位。
9. 表 5-2，經驗公式推算之 n 值如此大，為何最終採用 0.03？請加強說明。	9. 相關經驗公式所計算出之結果須依其適用範圍參酌使用，本計畫 n 值主要考量河川現況及參考卑南溪河系其他相關規劃成果報告比較後採用，相關說明詳 p5-8。
10.p6-3，水道治理計畫線研擬有關支流楠溪治理規劃河段請由下游往上游論述。	10.遵照辦理，已於 p6-3 頁修正相關文述。
11.圖 10-1、10-2 堤防尺寸及相關計算成果圖表請依疏通後之方案結果修訂。	11.遵照辦理，相關圖說及計算成果已依疏通後之方案結果修訂。
12.附件一，請依相關規定及範例修訂繪製。	12.遵照辦理，附件一已依相關規定及範例修訂繪製。
13.附件二，淹水範圍圖之淹水範圍與附件一之堤高不足處相矛盾，經濟效益評估所參考的淹水範圍圖用以評估經濟效益恐有不妥，且附件一上游加高加強多處堤段，附件二淹水範圍中下游，顯不合理。	13.相關淹水範圍已配合本計畫水理計算結果修正。
十一、決議	
1. 請顧問公司於文達後 10 日內修訂完畢並檢送第 2 次修正本，由本局分送本次會	遵照辦理。

審查意見	回覆情形
議出席委員審視並填具審查意見表後，賡續辦理後續事宜。	

卑南溪支流紅石溪治理規劃(2/2)
期中報告書(第 2 次修正本)審查意見回覆表

審查意見	回覆情形
一、義守大學 詹教授明勇	
1. 英文摘要仍有部份需改正，請於期末時一併修改	1. 遵照辦理，將於報告中修正相關文述。
2. P9-32 B=30^{m} depth=0.3^{m} → $V=\frac{Q}{A}=\frac{0.45}{9:0}=5cm/sec$ 也有問題?建議在期末修正。	2. 謝謝委員指教，本計畫治理規劃河段之平常水位平均水面寬約 3 公尺，而水生動物生存所需水深至少需要 30 公分，以 0.45cms 的流量回推，其流速約為 0.5m/sec，符合一般情況下河川常流量流速在 0.5~1.0m/sec 的條件。
3. P10-5、10-6 示意圖，請先不要標尺寸，並加強說明日後之處理方式。	3. 圖 10-1 及圖 10-2 主要依承辦課於期中報告書審查意見加註，由於本計畫主要為規劃構想，因此於前述圖中亦加註”本圖僅供參考，工程執行單位應依現地情況設計堤防型式及工法”。
4. 附 3-20 謝委員的第三個意見，需加強回應並於報告中呈現。	4. 水文分析報告謝委員所提意見已回覆如表中所示，有關防洪頻率的選定主要依據河川局所訂標準，在流域中所有排水路之匯入流量均依該標準分析計算。
二、台東大學 蔡教授西銘	
1. 依 5-5(一)2 起算水位「...本計畫水理分析之起算水位採用紅石溪匯流口的臨界水深計算值」，請說明起算水位是否為下游之邊界條件?若是，為何 5-15 表 5-5 斷面 1 之洪水位為 199.67m 之紅石溪匯流口正常深水位，而不為本計畫採用起算水位（亦即臨界水深水位）之 200.26m。	1. 本計畫水理計算起算水位將以正常水深水位進行分析，相關文述修正於第伍章第二節（p5-5）。
三、宋委員長虹	
1. 民安橋上下游水理請再校核（sec10-11 宜增內插斷面）。	1. 本計畫河段在民安橋現況水理分析，由於該橋的橋長及梁底高程皆有不足的情形，因此會有較大的壅高情形。在經計畫河道調整後，水理分析結果所顯示的壅現象已大幅降低。

審查意見	回覆情形
四、劉委員光弘	
1. 報告中摘要的寫法與格式，請參考一般報告的書寫方式撰寫。	1. 遵照辦理，本計畫報告書摘要格式係參考第八河川局其他河川治理規劃報告書格式撰寫。
2. 本人上次(10/1)審查會議的提議中第二點有關 B/C=0.69，而修訂後 B/C=1.56，其差距極大，說明差異的原因為何？並說明計算的合理性？	2. 本計畫依審查意見以河道整理的方式進行計畫水理分析，因此治理規劃河段的下游防洪構造物需加高改善的長度約減少 3,000 公尺，大幅地降低了工程及用地經費，亦使得益本本提高至 1.56。
3. 10 月 1 日審查會議中所提的第四點，能邦在回覆情況說明「菊池氏細鯽主要分佈在台灣東部河川---」但不知是包括紅石溪？請提出具體數據說明，否則缺乏保護的意義？	3. 菊池氏細鯽僅分佈在台灣東部的宜蘭、花蓮和台東的水流較平緩的野溪及埤塘，屬台灣特有魚種。本計畫調查僅發現 1 尾。目前花蓮縣水產培育所也已在進行菊池氏細鯽復育工作，紅石溪為水量相對穩定的河川，惟為確保洪汛期菊池氏細鯽有窪地可作為避難空間，因此僅做簡易的棲地營造而不做大幅度的改變。
4. 本人所提的第五點，能邦回覆第玖章第一節已有回覆委員意見，但該節並無居民與關山鎮公所推動之改善計畫，請核對！	4. 已補充關山鎮公所 98 年度所辦理之「關山鎮紅石溪水岸景觀改善計畫」相關成果說明於第玖章第一節之（六）(p.9-7)
5. 建議能確實回覆委員所提意見！	5. 遵照辦理，報告中相關文述已依各委員相關意見補充修正並於回覆表內說明報告增修部分。

卑南溪支流紅石溪治理規劃(2/2)

期末報告書審查意見回覆表

時間：民國 99 年 12 月 2 日

地點：本局三樓會議室

審查意見	回覆情形
一、河川海岸組	
1. 紅石溪洪水係流入崁頂溪後再流入卑南溪，非直接流入卑南溪，規劃範圍之治理規劃終點請再查明修正。	1. 遵照辦理，已於報告內文修正相關文述。
2. 紅石溪洪水係流入崁頂溪後再流入卑南溪，紅石溪起算水位應從卑南溪斷面 70 各重限期距洪峰流量之洪水位引算至紅石溪匯流口，起算水位採用值請再檢討。	2. 經查紅石溪匯入崁頂溪之位置為崁頂溪第 4 號斷面，本計畫起算水位已依據「台東縣崁頂溪排水改善規劃報告」之計畫水位重新檢討，經比較後起算水位採用紅石匯流口的正常水深水位。
3. 卑南溪斷面 70 之河道曼寧粗造係數(n 值)採用 0.038，本報告紅石溪 n 值採用 0.03，表 5-2n 值計算表中 5 種經驗公式所得 n 值，只有 Einstein 公式所得 n 值小於 0.03，另外 4 種公式所得 n 值皆大於 0.03，本報告 n 值採用值請再檢討。	3. 本計畫報告所列之各曼寧粗造係數計算公式皆屬經驗公式，因此各有其適用的地點與條件，本計畫為求符合現況所需，因此採用相關文獻資料中以實地情況所估算之曼寧粗造係數，其他經驗公式或鄰近河道之計算數據僅列表作為參考比較用。
4. 本報告水理演算結果於橋樑處有水躍及跌水現象，該現象似乎不合理，請再檢視驗算結果。	4. 遵照辦理，由於現況有部分橋梁斷面有河道突縮之情況，初步推測應是形成水躍或跌水現象的主要原因。
5. 河道計畫橫斷圖中計畫堤頂高、計畫洪水位及谿線高所標示高程，與河道計畫縱斷面圖不相符。	5. 已修正河道計畫橫斷圖中計畫堤頂高、計畫洪水位及谿線高所標示高程於圖 6-2~3（p.6-10,6-11）。
6. 表 7-2 現況橋樑通洪斷面分析成果表中計畫洪水位與計畫方案水理演算結果不相符。	6. 各橋梁斷面計畫洪水位已依計畫水理分析成果擇其上游側計畫洪水位修正之。
7. 表 7-2 現況橋樑通洪斷面分析成果表中山電橋橋長 50 公尺，計畫河寬為 50 公尺，惟山電橋與紅石溪斜交，山電橋橋長是否足夠，請再查明。	7. 本計畫河段之計畫河寬配合現有堤防在 44~81 公尺之間，山電橋處計畫河寬已配合現況修正為 47 公尺。
8. 第陸章河道治理計畫研擬，其河道治理之治理原則為何？請補充說明。	8. 遵照辦理，經水理分析及現況調查成果，紅石溪治理規劃河道的改善措施主要以維持自然流況、促進自然生態之維護、減少洪水災害及有利河川管理為主要以維持自然流況、促進自然生態之維

審查意見	回覆情形
	護、減少洪水災害及有利河川管理為主要目標。並以維護管理為主，配合局部河道整理，減少水域生態干擾為河道治理的手段。相關文述將補充於第陸章第一節。
9. 圖 10-2 既有堤防加高示意圖，堤防加高以既有堤防上新設混凝土防洪牆，既有堤防是否可承載上方新設混凝土防洪牆，請再檢討評估。	9. 依據現場實際調查成果可知，本計畫所規劃之堤防加高加強河段其高度最高為 0.8 公尺，平均約在 0.6 公尺左右，應不致影響現有堤防，惟建議在實際執行本計畫時，應再針對現況堤防進行補充調查，確認安全無虞才可施作。
10.計畫洪水到達區域土地利用現況為何？計畫洪水到達區域範圍、面積為何？計畫洪水到達區域土地利用之配合為何？請補充。	10.依據本計畫現況調查及水理分析結果初步估算，計畫洪水到達區域之土地利用現況多為水稻田，面積約 63 公頃，相關土地利用配合措施已補述於第拾貳章第一節（p.12-1）。
11.排水口及灌溉取水口高程之配合為何？排水口防洪設施及引水設施之配合為何？請補充之。	11.灌溉取水口之相關配合措施詳如 p.12-2”（四)水利會取水設施之配合”之說明，另排水口之相關配合措施已補充說明於同節。
12.維護管理之經費為何？災害預報、預警、應變及避難計畫為何？請補充之。	12.本計畫初步建議以年度工程經費 5%做為維護管理費用，相關災災害預報、預警、應變及避難計畫詳第捌章第三節（p.8-3）之說明。
13.工程佈置圖、計畫洪水到達區域圖、地籍套繪圖及地形套繪圖，水道治理計畫線及堤防預定線劃設未預留排水流入處之排水口，如何與排水防洪設施銜接，請查明之。	13.後續將依循區域排水集水區域及「水道治理計畫堤防預定線（用地範圍）」劃定原則，主流與支流銜接部份，由主流往支流方向延長劃設二十五公尺，並封閉曲線。
14.第十一章經濟效益評估，效益分析採年息 6%似乎不妥，建議採年息 3%並重新評價。	14.遵照辦理，已依年息 3%重新分析本計畫年計成本，詳第拾壹章第四節（p.11-4）所示。
二、水利署 詹委員勇斌	
1. 水道治理計畫線研擬，紅石溪斷面 1 至 9 現況河寬均可容納計畫流量，計畫洪水到達區域圖中斷面 8 以下右岸會淹水，請查明斷面 1 至 9 現況河寬是否可容納計畫流量。	1. 附件二紅石溪治理計畫洪水到達區域圖已依水理計算成果重新檢討繪製。
2. 河道治理計畫之治理措施、斷面 13 處新設堤防，工程佈置圖斷面 13 處為加高加強工程，請再查明修正。	2. 斷面 13 為加高加強工程，已於報告內文修正。

審查意見	回覆情形
3. 現況方案水理演算之水面寬與計畫方案水理演算之水面寬相當接近，計畫洪水到達區域圖之計畫洪水到達區域是否有誤，請再查明。	3. 附件二紅石溪治理計畫洪水到達區域圖已依水理計算成果重新檢討繪製。
4. 有很多斷面之現況水理為亞臨界流，計畫水理卻變為超臨界流，對河道治理相當不利，請再查明。	4. 現況河道亞臨界流況部分是由於斷面通水面積不足，造成水位雍高流速降低所致。另由於紅石溪為陡坡河川，在治理計畫實施後因河道通水斷面的改善可能有超臨界流況出現，此屬合理之物理現象，本計畫在治理工程規劃中已研擬對應措施(如基礎保護工等)，同時建議在實際施工時應針對河川流況及河道現況做調整。
5. 治理基本計畫之格式與內容，請再修正。	5. 遵照辦理，治理基本計畫格式後續將依據水利署所頒布的最新規定撰寫，相關內容將以核定後之治理規劃報告成果編撰。
三、劉委員光弘	
1. 第壹章概述中，建議能將工作項目列入或能與第二章合併。	1. 本規劃報告格式係依據水利署相關報告格式編撰，原則上將不予更動。
2. P2-9，P2-10 圖 2-4，2-5 能列出資料來源。	2. 圖 2-4~5 係能邦工作團隊利用 DEM 資料分析之成果，並非由其他參考資料所提供。
3. P3-1 河道大斷面測量位置僅列出坐標（表 3-1）建議能增加 1 圖並標示斷面位置。	3. 河道大斷面測量位置詳附件一紅石溪水道治理計畫及重要工程布置圖。
4. 參考文獻中格式前後不一致，建議能統一格式。	4. 遵照辦理。
5. 參考文獻係屬於本文或附錄請查證。	5. 依據水利署相關報告格式規定，參考文獻係列於附錄。
四、義守大學 詹教授明勇	
1. 英文摘要修改，請參考。	1. 遵照辦理，謝謝委員提供寶貴意見。
2. 結論的第二點非本案的執行成果，建議刪除不列。	2. 結論中水文分析為本計畫工作成果，同時敍明保護標準，應能列於結論中以利報告閱讀。
3. 文中所撰必需改善之橋樑，建議在「結論與建議」中呈現。	3. 遵照辦理，相關橋梁改善已增列於結論第二點。
4. P6-2，equ6-1～6-3 $Q^{0.963}$ 打字錯誤。	4. 已於報告內文修正。

審查意見	回覆情形
5. P6-6，治理後之流況仍有 hydraulibc jump 的現象，這可能是橋樑束縮段造成高流速之情境，這些情形，需檢討其合理性。	5. 經查本治理計畫河段中各橋梁現況斷面不足處皆已建議改建，因此若有水躍現象應非橋梁束縮段所致，
6. P8-3 非工程措施，請加入河川局志工現況的描述。	6. 河川局志工初步建議可由退休人士加入，相關說明詳第拾貳章第三節（p.12-4）。
7. P8-5 表 8-1 係由台東縣府製作，但在本治理案成立後，有沒有調整空間？本表也建議套圖表示。	7. 本計畫經現況水理分析後可能淹水之地區大多屬水稻田，因此並無人員疏散之需求。而表 8-1 所彙整之資料為計畫流域內，台東縣政府配合人口密集區可能淹水位置規劃疏散避難措施，故此表僅供參考之用。
8. P9-36 本案有沒有「復育」之必需性，需先說明。另外 P9-46 也把親水空間轉成復育的剖面亦屬不當。	8. 菊池氏細鯽僅分佈在台灣東部的宜蘭、花蓮和台東的水流較平緩的野溪及埤塘，屬台灣特有魚種。本計畫調查僅發現 1 尾。目前花蓮縣水產培育所也已在進行菊池氏細鯽復育工作，紅石溪為水量相對穩定的河川，惟為確保洪汛期菊池氏細鯽有窪地可作為避難空間，因此僅做簡易的棲地營造而不做大幅度的改變。p.9-46 圖名已修正。
9. P12-2 有關水土保持局之配合措施，是否要列入，請再與主辦單位洽談（連同摘要第 2 頁中敘述也要修改）	9. 本計畫報告第拾貳章所論及者為紅石溪流域各相關權責單位建議配合辦理之事項，包括地方政府、水利會、林務局及水保局等。
10. 中、英文摘要中起算水位仍為「臨界水深」，請改正。	10. 已於中、英文摘要中修正相關文述。
五、甘委員俊二	
1. 台東地區氣象資料，是否可代表本計劃之區域，由於本區是台灣山脈與海岸之間的典型狹谷亦是台東縣的北方，與台東南端之差距頗大。	1. 本報告第貳章為台東地區之氣象概述，為求資料之完整性（包括氣溫、氣壓、風向、雨量、降雨日數、雲量、相對溼度等），因此統一以氣象局台東測候站之氣候作簡要說明。
2. 雨量資料 1,755mm，蒸發量 1,336mm，由於台東南端（卑南溪出海口）之條件不一，建議採用台東水利會關山工作站的資料較有代表性。	2. 本報告第貳章為台東地區之氣象概述，為求資料之完整性（包括氣溫、氣壓、風向、雨量、降雨日數、雲量、相對溼度等），因此統一以氣象局台東測候站之氣候作簡要說明。另於水文分析中已納入台東水利會關山工作站的資料進行分析。

審查意見	回覆情形
3. 報告中陳述關山地區多處排水系統，斷面太小，導致瓶頸淹水的災害；規劃報告中應對各涵洞（有問題者）分析出目前的最大排水量（mm/hr），以及集水區之外排水量及其對策。	3. 本規劃報告主要針對紅石溪治理規劃河段進行檢討改善，區域排水之改善對策建議由相關主管機關另案辦理。
4. 關山大圳的 2037ha，灌溉水量一期 4.24CMS，二期 7.90CMS，其灌溉率一期 480ha/CMS，二期 258ha/CMS，台灣水田灌溉之標準約 600ha/CMS，所以在蒸發散量相似的條件下，其農業排水量會很大，不能用台灣一般的設計標準來處理。	4. 本計畫河段各重現期流量係依水文分析之成果估算，流域內之農業排水量與本計畫河川流量較無明顯之影響。
5. 關山鎮雨水下道（2-39），應要註明最大耐度如東京都 50mm/hr；台北市 78mm/hr。	5. 關山鎮雨水下水道之相關資料係摘自營建署網站，由於該網站並無提供最大耐度，故報告內文僅收集彙整各下水道之位置及相關工程資訊。
6. 本區大部份屬農業地區（水田），依據農村設施的排水標準為 23l/sec/ha，相當 20mm/hr，加上農民在大雨時有外排田間水量的習慣，所以豪雨時有額外的人為排水負擔。	6. 本計畫河段各重現期流量係依水文分析之成果估算，因此在降雨期間相關之逕流量（包括地表逕流、區域排水等）均已估算在內。
7. 本計劃新建堤防，在既有堤防上加高（P10-6）的方法，依目前的土質堤防的結構，洪水時仍會有崩堤的危險性；請參考水利署綜企組收集的日本東京都各堤防（類同）的耐度約有 60％不及格；（該報告譯文將在年底在署內發表）。	7. 本計畫所規劃之新建堤防僅提供初步構想，後續工程執行單位應依現地情況設計堤防型式及工法。
8. 有關堤防的安全性，除了洪水位的高低外，尚有浸水時間長短的問題，本計畫或許要掌控這方面的問題。	8. 本計畫所規劃之堤防改善方式僅提供初步構想，後續工程執行單位應依現地情況設計堤防型式及工法。
9. 本計畫頗為深入用心，值得肯定。	9. 謝謝委員。
10.灌溉系統之末端排水路流入河川之處，應有止水閘門的洪流對策。	10.灌溉取排水口之相關配合措施詳如 p.12-2”（四）水利會取水設施之配合”之說明。
11.從圖 5-1 在河川（2-1）無名橋形成較狹的河道流速會變急，其出水高是否安全。	11.該斷面已水理計算結果研擬改善對策。
12.災害應變方面，本報告有 24 小時 587mm 及 48 小時降雨 813mm 的記錄；最好能有每小時最大雨量的記錄，做為制定防災措施的依據（請參考本署之資料，日本東京的豪雨最大耐度 320mm/3 天，以及 50mm/hr 的災害上限）。	12.本計畫為河川治理規劃，主要考量探討流域內一日以上之降雨所造成之影響並研擬相關對策。短延時之降雨防災措施建議由雨水下水道系統或區域排水系統之相關權責機關另案考量。

卑南溪支流紅石溪治理規劃

水利署審查會議委員意見回覆表

時間：民國 99 年 12 月 14 日

地點：本署台中辦公區第五會議室

審查意見	回覆情形
一、吳諮詢委員憲雄	
1. 同意河川海岸組之審查意見，請參酌。	1. 遵照辦理，本規劃報告後續將依河川海岸組之審查意見辦理修正。
2. 依圖 6-1 計畫縱斷面圖，左右岸之高程均高於計劃堤頂高，河川須佈置堤防加高。	2. 遵照辦理，計畫河段左右岸之堤防高程將依計畫堤頂高程布設。
3. 依附件四之地形圖，紅石溪整體均已完成治理之工程，僅有部份出水高不定，故以既有堤防加高方式補充方式，原則可行。	3. 遵照辦理。
4. 請補附用地範圍線套繪地籍圖。	4. 本計畫用地範圍套繪地籍圖詳附件三所示。
5. 請補附疏散避難路線圖。	5. 遵照辦理，已於第捌章第三節補繪疏散避難路線圖。
6. 附件一圖例之紅色線請改為堤防預定線（用地範圍）。	6. 遵照辦理，已將紅色線之圖例說明修正為堤防預線(用地範圍)
7. 年計成本之年利率請依經建會規劃改用 3%，期中更新準備及稅捐保險之估計值有偏低，請斟酌。	7. 遵照辦理，年償債基金已依照 3%之年利率重新計算，由於本治理計畫主要為防洪工程，故取消年期中換新準備金之估算，另稅捐保險之估算值係採用一般工程經費計算標準，應可適用於本計畫相關工程規劃。
二、陳諮詢委員義平	
1. 第壹章請補繪一張流域範圍圖，以便了解本溪與主流卑南溪及崁頂溪之相關地區之位置。	1. 本計畫流域位置請詳首頁紅石溪流域位置及概況圖。
2. 圖 2-2 請改以經建基本圖為底圖繪製交通系統及與河川及之村落位置。	2. 圖 2-2 主要說明本計畫區與鄰近地區之交通系統，規劃報告部分文述及表 2-2 皆須配合該圖說明。經建基本圖為底圖之交通系統與河川及村落之位置請詳首頁紅石溪流域位置及概況圖。
3. 圖 2-17 紅石溪排水系統圖不清楚請重繪。	3. 遵照辦理，圖 2-17 已增加其清晰度並重新繪製。
4. 河床質調查資料表 3-3 其中德福橋之粒徑偏小，取樣地點是否適當。	4. 本計畫河床質調查為另案辦理之計畫，表 3-3 僅彙整其調查成果比較說明。

審查意見	回覆情形
5. 紅石溪其河床質頗大，n 值之推求依一般經驗公式其差異頗大，已往水規所規劃卑南溪採用理論公式推求其值較合理介於 n=0.04-0.045，本溪位上游支流 n 值小於 0.04，請再檢討。	5. 經查原曼寧 n 值估算經驗公式引用有誤，已修正相關公式如 P5-6，各公式計算結果列如表 5-2 所示。
6. 有關水理演算，受外水位影響，起算水位採正常水深（依檢討外水較正常水深低）其外水位是否為超臨界流，宜再檢討。另表 5-5 現況水理演算洪水位部分河段呈逆坡降，請再檢視。	6. 經查外水位之流況為亞臨界流況，現況河道由於部分河段因河床淤積而造成逆坡降，此部分已於治理計畫研擬中加以改善。
7. 有關環境營造劃分為生態保育區、遊憩區、自然觀察區，其中生態保育區為非都市土地，內政部公告專有名詞，因此有關分區劃分，請參考水規所本年度研究河川環境計畫中所定名詞。	7. “生態保育區”已依報告內容修正為"現況河道保育區"。
8. 效益評估，本計畫直接效益直接採 Q_{25} 年洪災損失為其年計效益，此法錯誤，應求不同重現期距洪災損失，再求年計平均損失，以做為直接年計效益。	8. 遵照辦理，本計畫將利用不同重現期距洪災損失推估年計平均損失，做為直接年計效益估算之依據。
9. 附件二計畫洪水到達區域圖，請以經建基本圖為底圖，將相關道路、村落繪示，以了解淹水地區，鄰近之地緣。	9. 遵照辦理，本計畫洪到達區域圖，將以經建基本圖為底圖重新繪製。
三、謝諮詢委員勝彥	
1. 起算水位於摘要所述為臨界水深，但於 P5-5 卻為正常水深，於表 P5-5 水理計算之流速及福祿數河口處應為超臨界流，請加確認。	1. 本計畫起算水位為正常水深，相關文字誤植已修正。
2. Roughness 採 0.03 似太低，不知其敏感性如何，請檢討，如敏感性太高，可能影響洪水位之計算結果。	2. 經查原曼寧 n 值估算經驗公式引用有誤，已修正相關公式如 P5-6，各公式計算結果列如表 5-2 所示。
3. 水理計畫結果本河段為 super 及 sub-critical flow 交互之流況一般會反應於河床縱坡之變動，因流路變遷僅說明平面部份之變動，請再檢視有否縱坡變動之資料，如變動可能太快將影響未來不同時期之水位，亦即可能造成不同時期對堤高之需求亦不同，請參考。	3. 謝謝委員指教，由於本計畫並無前期之測量資料，因此建議在河川治理工程施作後，主管機關可定期監測計畫河段之河床變化情形，俾供後續相關計畫檢討時之參考。

審查意見	回覆情形
四、簡諮詢委員俊彥	
1. 有關河川治理基本計畫目錄，目前正由水利署研議修正中，為茲配合，有關規劃報告的章節目錄，建請也盡速一併修正。	1. 將建請相關單位配合辦理。
2. 第捌章綜合治水對策及方案研擬，內容較為不足，請補充相關治水課題並探討各種可能對策，做為研擬治理方案的基礎。	2. 本計畫綜合治水對策相關方案乃依據紅石溪治理規劃河道基本資料收集、相關計畫成果彙整、現況調查及水文水理分析成果擬定，其中包括工程與非工程方案。在工程方案部分，初步依照綜合治水原則及現地實際需求擬定本計畫工程設施及相關布置，並且以最新的工率及工料分析估算所需經費及評價其經濟效益。在非工程的部分也提出相關災害預警及應變措施。
3. 附件二計畫洪水到達地區範圍廣大，但圖 3-1 及表 3-4 的淹水範圍則不多，請加強說明。	3. 附件二計畫洪水到達區域主要依據現況水理分析成果配合現地地形繪製，可視為重現期距為 25 年的淹水潛勢區域或可能淹水範圍。圖 3-1 及表 3-4 之淹水區域則是收集彙整過去在計畫流域內曾發生過的淹水事件，主要用以參考比較。
4. 紅石溪水系有 6 條區域排水，其相關調查規劃資料請在第貳章相關計畫中補充蒐集；有關改善區排淹水的配合措施，也請在第拾貳章述明。	4. 本計畫流域內各區域排水相資料詳圖 2-17 及表 2-10 所示，相關排水改善配合措施已補述於第拾貳章第一節(七)。
5. 有關 P9-39 至 P9-42 生態保護方面的規劃及需求，是否反映在第拾章工程計畫中，建請說明。	5. 本計畫相關改善工程型式之考量，如砌石護岸等均依照紅石溪治理計畫河段之環境營造及生態保護之需求研擬，相關說明詳第拾章第三節。
五、陳前副總工程司清茂	
1. P2-15 提及紅石溪流域土石流潛勢溪流部份工程已在年度計畫施作改善，待改善部份，請再評估，詳列述於第拾貳章相關計畫及配合措施。	1. 遵照辦理，土石流潛勢溪流之相關配合措施詳第拾貳章第一節說明。
2. P2-37 下水道系統調查，述及關山鎮下水道分布，此與紅石溪排放相關性，請補述。	2. 本計畫區內雨水下水道之位置主要位於關山鎮，其下游大多匯入區域排水，已於 P2-37 補述相關說明。
3. P2-43 附述相關計畫蒐集，就其主要內容附述是否可再評估，並建議列項於第拾貳章中。	3. 遵照辦理，本計畫區相關計畫詳第貳章第十一節內容所述，相關配合事項已補述於第拾貳章第一節(八)。

審查意見	回覆情形
4. P2-48 相關治理計畫依權責分工，有林務局、水土保持局、縣政府及各鄉鎮，是否可加強評估，待改善工程優先順序。	4. 由於各相關治理計畫之權責機關各有其編列預算及執行期程之考量，因此所列之相關治理計畫初步可供參考，相關配合事項詳第拾貳章第一節。
5. P3-6 洪災事科調查提及關山大排水系統、關山國小排水系統、東明排水系統等，其現況待加強改善或維護管理部份，請再述。	5. 目前所收集到的洪災事件有關排水系統部分之加強改善規劃非屬河川局之權責範圍，相關區域排水配合措施已補述於第拾貳章第一節(七)。
6. P10-2 表 10-1 本計畫治理規劃河段防洪工程加高及改建，依加高示意圖，可能不符合地方環保親水之期待，請檢討公有地之範圍，拓寬河道之可行性。	6. 由於本治理計畫河段在山電橋以上兩岸大都為私有地，且皆已設置堤防，由於現況堤防所需加高的高度不大，為避免後續治理計畫因用地問題延宕而影響防洪安全，初步建議仍以加高的方式加以改善。
7. 部分圖資、表出處，請再說明。	7. 遵照辦理，相關參考資料已補列資料來源。
六、李副主任訓煌	
1. P2-41~P2-43 所敘之「河川情勢調查」請修正為「河川自然資源」或「河川生態資源」，並增列植物方面之調查資料。	1. 遵照辦理，已將”河川情勢調查”修正為”河川自然資源"，本計畫河段之植物調查資料詳第玖章第三節。
2. P9-11 所敘之「治理河段調查分析」建議修正為「治理河段生態調查與評析」。	2. 遵照辦理，已將”治理河段調查分析”修正為”治理河段生態調查與評析” 。
3. 爾後進行治理河段之生態調查，建議不必再進行浮游動物、浮游植物及附著性藻類等類別之調查，可將經費挪移至其他與環境營造較有關聯性類別之調查頻度或增加其調查樣點，以期全盤掌握實際之生態資源。	3. 謝謝委員建議，將納入後續辦理相關計畫之參考。
4. 目前鱸鰻已非農委會公告之保育類魚種，請修正。另 P9-22 與 P9-23 所敘之「草條田中鱗鮟」(於簡報中使用台灣石鮒)一般較少使用，建議使其一致。	4. 遵照辦理，已修正相關文述。
5. 生態調查或文獻資料內容豐富，惟相對應於「環境營造規劃」與「河川棲地改善與復育」方面之內容稍嫌不足，建議再詳加著墨。	5. 環境營造規劃與河川棲地改善與復育皆依據生態調查內容進行研擬，由於目前治理規劃河段已有相當良好的自然環境，因此除部分河段有營造之需求外，其餘環境課題建議以維護管理為主。

審查意見	回覆情形
6. 工程規劃設計方面，如欲布置低水護岸與箱籠，認為有利於生態維護，其實不然，反而易造成生態廊道阻隔，可能的話建議再加檢討修正。另既有堤防欲加高加強部分，欲以半重力式防洪牆規劃設置，就紅石溪（為卑南溪支流之支流）現況仍甚為自然，並不妥適，有無可能以非工程手法來替代解決，併請檢討。	6. 本計畫相關改善工程並無低水護岸之規劃。在現有堤防加高加強部分因其加高高度不多，故建議仍以防洪牆方式進行改善，以維防洪安全。
七、曹副總工司華平	
1. 崁頂溪規劃標準為何？	1. 經查民國 88 年由本局所辦理之「台東縣崁頂溪排水改善規劃報告」，崁頂溪之規劃保準為重現期 25 年。
2. 計畫堤頂高以 Q_{25}＋1m 有否比較 Q_{50} 水位，崁頂溪保護標準為何？	2. 本規劃報告之計畫堤頂高經比較後均大於 Q_{50} 水位，崁頂溪之規劃保護標準為重現期 25 年。
3. 洪水到達範圍圖，下游右岸淹水範圍廣，為何現有堤防高度不足，又無加高或其他措施？自民安橋以上才有堤防加高及加高後堤後排水可否順暢及下游堤後排水等，均請考量。	3. 洪水到達區域圖已依水理計算成果重新修正。相關堤後排水及區域排水配合措施已補述於第拾貳章第一節(七)。
4. 二大排水系統關山大排及關山國小排水及二側農田排水及都計畫內下水道滙入等配合措施請加強。	4. 區域排水及水利會相關配合措施已補充相關文述，詳第拾貳章第一節(四)及(七)。
5. 洪災調查應將水文事件淹水面積調查列出，以茲比較，並非定性說明而已。	5. 本計畫於執行期間經多次向相關單位查詢，淹水面積如表 3-4 所示，其主要致災原因多為瞬間雨量過大造成區域排水不良。
6. P6-9 縱斷圖出口應銜接崁頂溪計畫堤頂高並考量卑南溪迴水問題。	6. 由於紅石溪目前匯入崁頂溪處之既有堤防高程大於崁頂溪計畫堤頂高，因此本治理計畫斷面初步以銜接崁頂溪現有堤防，而起算水位皆大於崁頂溪之計畫水位，應無迴水問題。
7. 效益分析年利息 6%改為 3%。	7. 遵照辦理，相關年計成本估算已將年利息改為 3%計算。
八、本署水利行政組	
1. P2-55 請修正如下：（2）水利法施行細則（98.11.3）（3）非都市土地使用管制規（99.4.28）（4）開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準（98.12.12）	1. 遵照辦理，已修正相關文述。

審查意見	回覆情形
2. P2-57（6）請修正如下：山坡地土地可利用限度分類標準（92.2.27）。	2. 遵照辦理，已修正相關文述。
3. P6-1 修正為:99 年 7 月 5 日公布實施之「河川區域劃定作業要點」。	3. 遵照辦理，已修正相關文述。
4. P2-50 至 P2-60 相關法令規定請就重點性敘述，勿須全部節錄。	4. 由於本治理計畫在各階段(規劃、設計、施工及後續維護管理)均須依循相關法規，故相關條文仍以完整節錄之方式供後續參考。
5. P12-3 二（二）請修正為：…計畫水道內興建構造物應依規定向河川管理機關申請許可使用，對於濫建物依水利法規定查處。	5. 遵照辦理，已修正相關文述。
九、本署水利規劃試驗所 （書面意見）	
1. P2-16 之圖 2-9 紅石溪主流與潛勢溪流無法辨識。	1. 圖 2-9 將以彩色印刷方式呈現，俾利辨識紅石溪主流與土石流潛勢溪流。
2. P-20 有關雨量站敘述與 P4-2 表 4-1 無法對應，其中林班瞭站非新設。	2. 林班瞭雨量站為林務局所設立，記錄年份只有 10 年。
3. P3-7 洪災事件有關莫拉克造成台東縣災情部分與本計畫無關處應刪除，本流域是否僅有洪災而無土砂災害宜再說明。	3. 莫拉克災情是回應去年期中報告修正版審查意見(詳附 3-15 詹教授意見第 5 點)納入，流域內之土砂災害主要位於上游集水區，相關說明詳第貳章第二、(二)節。
4. P4-13 選用暴雨有一日、二日事件混用情形，且雨型採單站資料是否合宜？	4. 本計畫流域鄰近雨量站以水利署所設置的新武（3）站有較完整的時雨量資料，因此雨型分析主要採用新武（3）站記錄資料。由於本計畫選用近 15 年來所發生的前六場最大降雨事件進行雨型分析，因此一、二日事件皆可能選自同一場暴雨。
5. P4-43 計畫流量分配宜採有效位數。	5. 本計畫流量分配採用值係依據水文分析報告審查意見(詳附 3-21 簡諮詢委員意見第 1 點)辦理。
6. 第五章河性分析建議可再納入河相理論分析河道縱橫剖面特性。	6. 一般河相理論包含河川長短、橫斷面形狀（河寬、深）、縱剖面狀態（坡降）以及平面樣式等，由於紅石溪並無歷年的河道測量及河床質分析資料，其河道不寬且兩側皆已設置堤防，因此河相的變化及分類較無法明確分析。
7. P5-5 起算水位若採正常水深應說明採用坡降。	7. 遵照辦理，本計畫採用之坡降為 0.012，已補述於報告 P5-5。

審查意見	回覆情形
8. P5-8 有關 n 值建議考量高灘地與深槽差異，另採用值與分析成果表無法對應宜再檢討。	8. 由於紅石溪河道寬度較小，河床並無明顯的高灘地與深槽差異，因此 n 值初步採用單一值。本計畫報告所列之各曼寧粗造係數，經查原曼寧 n 值估算經驗公式引用有誤，已修正相關公式如 P5-6，各公式計算結果列如表 5-2 所示。
9. P5-22 所述平均輸砂量為 91.5 萬噸僅為河道輸砂部分，建議納入流域土砂收支概念據以分析。	9. 由於紅石溪在中上游段之治理權責單位分屬林務局及水保局，各單位於其治理範圍內依實際需求已設置多處的土砂防治設施，若以流域土砂收支概念分析河道之輸砂量恐難反應實際情況，因此本計畫平均輸砂量採用經驗公式估算，其計算結果僅供參考。
10.P6-2 之表 6-1 計畫河寬計算結果針對已施作護岸河段採用現況河寬為主，如此理論河寬分析似失去意義，應檢討各河段災害背景與河床沖淤現況，再依理論河寬分析結果研析採用值。	10.由於紅石溪現況兩岸已設置堤防，且堤後部分大多屬私有地，本計畫所估算之理論計畫河寬僅為參考用，計畫河寬的主要依據水理計算成果及現況實際情形研擬可行方案，避免後續治理計畫的推動受到用地的影響。
11.P8-1 所述歷年淹水事件大多雨量過大漫過堤防，惟對照第三章洪災事件多為內水災害，故綜合治水對策方案有關排水部分隻字未提似有不妥。	11.區域排水之權責機關在地方政府，相關內水治理建議詳第拾貳章說明。
12.報告中諸多錯漏字宜再檢視修訂。	12.遵照辦理，相關文字錯漏已於修正於報告相關內容。
十、本署河川海岸組	
1. 紅石溪洪水係流入崁頂溪後再流入卑南溪，非直接流入卑南溪，規劃範圍之治理規劃終點請再查明修正。	1. 遵照辦理，已於報告內文修正相關文述。
2. 紅石溪洪水係流入崁頂溪後再流入卑南溪，紅石溪起算水位應從卑南溪斷面 70 之各重限期距洪峰流量之洪水位引算至洪石溪匯流口，起算水位採用值請再檢討。	2. 經查紅石溪匯入崁頂溪之位置為崁頂溪第 5 號斷面，本計畫起算水位已依據「台東縣崁頂溪排水改善規劃報告」之計畫水位重新檢討，詳第伍章第二節所述（p.5-5）。
3. 卑南溪斷面 70 之河道曼寧粗造係數(n 值)採用 0.038，本報告紅石溪 n 值採用 0.03，表 5-2 n 值計算表中 5 種經驗公式所得 n	3. 經查原曼寧 n 值估算經驗公式引用有誤，已修正相關公式如 P5-6，各公式計算結果列如表 5-2 所示。

審查意見	回覆情形
值，只有 Einstein 公式所得 n 值小於 0.03，另外 4 種公式所得 n 值皆大於 0.03，本報告 n 值採用值請再檢討。	
4. 本報告水理演算結果於橋樑處有水躍及跌水現象，該現象似乎不合理，請再檢視驗算結果。	4. 遵照辦理，由於現況有部分橋梁斷面有河道突縮之情況，初步推測應是形成水躍或跌水現象的主要原因。
5. 河道計畫橫斷面圖中計畫堤頂高、計畫洪水位及谿線高所標示高程，與河道計畫縱斷面圖不相符。	5. 已修正河道計畫橫斷圖中計畫堤頂高、計畫洪水位及谿線高所標示高程於圖 6-2~3（p.6-10,6-11）。
6. 表 7-2 現況橋樑通洪斷面分析成果表中計畫洪水位與計畫方案水理演算結果不相符。	6. 各橋梁斷面計畫洪水位已依計畫水理分析成果擇其上游側計畫洪水位修正之。
7. 表 7-2 現況橋樑通洪斷面分析成果表中山電橋橋長 50 公尺，計畫河寬為 50 公尺，惟山電橋與紅石溪斜交，山電橋橋長是否足夠，請再查明。	7. 本計畫河段之計畫河寬配合現有堤防在 44~81 公尺之間，山電橋處計畫河寬已配合現況修正為 47 公尺。
8. 第陸章河道治理計畫研擬，其河道治理之治理原則為何？請補充說明。	8. 遵照辦理，經水理分析及現況調查成果，紅石溪治理規劃河道的改善措施主要以維持自然流況、促進自然生態之維護、減少洪水災害及有利河川管理為主要目標。並以維護管理為主，配合局部河道整理，減少水域生態干擾為河道治理的手段。相關文述將補充於第陸章第一節。
9. 圖 10-2 既有堤防加高示意圖，堤防加高以既有堤防上新設混凝土防洪牆，既有堤防是否可承載上方新設混凝土防洪牆，請再檢討評估。	9. 依據現場實際調查成果可知，本計畫所規劃之堤防加高加強河段其高度最高為 0.8 公尺，平均約在 0.6 公尺左右，應不致影響現有堤防，惟建議在實際執行本計畫時，應再針對現況堤防進行補充調查，確認安全無虞才可施作。
10.計畫洪水到達區域土地利用現況為何？計畫洪水到達區域範圍、面積為何？計畫洪水到達區域土地利用之配合為何？請補充。	10.依據本計畫現況調查及水理分析結果初步估算，計畫洪水到達區域之土地利用現況多為水稻田，面積約 63 公頃，相關土地利用配合措施已補述於第拾貳章第一節（p.12-1）。
11.排水口及灌溉取水口高程之配合為何？排水口防洪設施及引水設施之配合為何？請補充之。	11.灌溉取水口之相關配合措施詳如 p.12-2”（四）水利會取水設施之配合”之說明，另排水口之相關配合措施已補充說明於同節。

審查意見	回覆情形
12.維護管理及經費為何？災害預報、預警、應變及避難計畫為何？請補充之。	12.本計畫初步建議以年度工程經費 5%做為維護管理費用，相關災災害預報、預警、應變及避難計畫詳第捌章第三節（p.8-3）之說明。
13.工程佈置圖、計畫洪水到達區域圖、地籍套繪圖及地形套繪圖中，水道治理計畫線及堤防預定線劃設未預留排水流入處之排水口，如何與排水防洪設施銜接，請查明之。	13.後續將依循區域排水集水區域及「水道治理計畫堤防預定線（用地範圍）」劃定原則，主流與支流銜接部份，由主流往支流方向延長劃設二十五公尺，並封閉曲線。
14.第十一章經濟效益評估，效益分析採年息 6%似乎不妥,建議採年息 3%並重新評價。	14.遵照辦理，已依年息 3%重新分析本計畫年計成本，詳第拾壹章第四節（p.11-4）所示。
15.水道治理計畫線研擬中表示紅石溪斷面 1 至 9 現況河寬均可容納計畫流量，計畫洪水到達區域圖中斷面 8 以下右岸會淹水，請查明斷面 1 至 9 現況河寬是否可容納計畫流量。	15.附件二紅石溪治理計畫洪水到達區域圖已依水理計算成果重新檢討繪製。
16.河道治理計畫之治理措施中於斷面 13 處以河寬 30 公尺新設堤防，工程佈置圖於斷面 13 處為加高加強工程，請再查明修正。	16.斷面 13 為加高加強工程，已於報告內文修正。
17.現況方案水理演算之水面寬與計畫方案水理演算之水面寬相當接近，計畫洪水到達區域圖之計畫洪水到達區域非常寬廣，是否有誤，請再查明。	17.附件二紅石溪治理計畫洪水到達區域圖已依水理計算成果重新檢討繪製。
18.許多斷面之現況水理為亞臨界流，計畫水理卻變為超臨界流，流速加快對河道治理相當不利，請再查明。	18.現況河道亞臨界流況部分是由於斷面通水面積不足，造成水位雍高流速降低所致。另由於紅石溪為陡坡河川，在治理計畫實施後因河道通水斷面的改善可能有超臨界流況出現，此屬合理之物理現象，本計畫在治理工程規劃中已研擬對應措施(如基礎保護工等)，同時建議在實際施工時應針對河川流況及河道現況做調整。
19.河道治理計畫之治理措施，將河道整理納入治理措施，如何河道整理未加以說明，河道整理河段是否有參考河道沖淤分析結果，河道整理後是否會影響台東農田水利會取水，請查明補充之。	19.遵照辦理，已於第陸章補述說明河道整理相關措施，水利會主要以側向進水口的方式取水，河道整理應不致影響其取水功能。

審查意見	回覆情形
20.現有防洪構造物檢討中表示斷面 10 至 18 河段現有防洪構造物有堤高不足情形，計畫洪水到達區域圖中斷面 8 以下右岸會淹水，斷面 8 以下河段現有防洪構造物有堤高是否足夠，請查明。	20.遵照辦理，依水理計算結果可知，斷面 8 以下之現有堤防高程皆高於計畫洪水位。
21.相關計畫及配合措施中關於計畫洪水到達區域土地如何利用，未加以說明，請補充說明之。	21.遵照辦理，相關土地利用情形已補述於第拾貳章第一節（一）。
22.p6-1 計畫洪水位採用 25 年重限期距之洪峰流量之洪水位加 1.0 公尺出水高，其文字敘述有誤。	22.已修正相關文述。
23.附件一至附件四圖中治理起、終點，請修改為治理規劃起、終點。	23.已於附件修正相關文述。
十一、結論	
1. 中央管河川治理規劃目前大多著重於水道部份，實際上應以綜合治水全流域涵蓋，含高、低地、支流排水、下水道、農排水保等措施，以抑制土砂及洪水量等工程及非工程措施加以規劃。請河川海岸組研擬未來治理規劃方向及內容章節及相關查核表格等。	1. 建請相關單位配合辦理。
2. 請標示中央管河川卑南溪各支流已規劃及未規劃圖示。	2. 遵照辦理，卑南溪各支流相關規劃情形已補充說明於第壹章。
3. 堤後排水、農排配合、水保配合、下水道配合及低地排水配合等措施請在配合措施內加強說明。	3. 遵照辦理，已於第拾貳章補述堤後排水、農排配合、水保配合、下水道配合及低地排水配合等措施。
4. 請補非工程之預警，避洪圖並加速預警機制之建議，併列入配合措施。	4. 遵照辦理，已於第捌章補繪避難路線圖，並補充相關文述說明於第拾貳章第一節(九)。
5. 起算水位究為臨界水深或正常水深，請詳加查明補充合理性。	5. 本計畫起算水位為正常水深，詳第伍章說明。
6. 請依學者專家及各單位意見修正並回應，依程序報署辦理。	6. 遵照辦理

附錄四 參考文獻

參考文獻

1. 台東縣政府。2009。台東縣水災危險潛勢地區保全計畫年。
2. 交通部公路總局。2009。97 年度公路交通量調查統計表。
3. 經濟部水利署第八河川局。 2009。卑南溪大斷面測量第 1 階段成果報告。
4. 中央氣象局。1999~2008。氣候資料年報（民國 87~96 年版）。
5. 水土保持局第五工程所。2007。台東地區（卑南溪等）上游集水區整體調查規劃。
6. 林務局台東林區管理處。2007。縱谷西側關山及瑞源集水區國有林班地整體調查規劃。
7. 經濟部水利署。2007。水利工程技術規範-河川治理篇（草案）。
8. 經濟部水利署水利規劃試驗所。2006。河川治理及環境營造規劃手冊。
9. 經濟部水利署第八河川局。2005。卑南溪河川環境營造計畫規劃。
10. 經濟部水利署第八河川局。2005。卑南溪檢討報告（初稿）。
11. 蕭慶章。2003。實用河川工程（上、下冊），科技圖書。
12. 經濟部水資源局。，2001。水文設計應用手冊。
13. 王如意、易任。1992。應用水文學（上、下冊），國立編譯館。
14. 台東縣政府。1980 年。變更暨擴大關山都市計畫書。
15. Gary W.Bruner,"HEC-RAS,River Analysis System User's Manual", Ver.4.0
16. 內政部營建署，下水道資料庫（http://sewergis.cpami.gov.tw）
17. 行政院環境保護署，環境資料庫（http://www.epa.gov）
18. 海端戶政事務所（http://www.haitu.gov.tw）
19. 特有生物研究保育中心，野生動物資料庫（http://tesri.coa.gov.tw）
20. 經濟部中央地質調查所（http://www.moeacgs.gov.tw）
21. 經濟部水利署，水文水資源管理供應系統（http://gweb.wra.gov.tw）
22. 經濟部水利署，水災保全計畫資料下載專區（http://www.dprc.ncku.tw）
23. 經濟部礦物局（http://www.mine.gov.tw）
24. 關山鎮戶政事務所（http://www.kuans-house.gov.tw）
25. 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮。1991。台灣野鳥圖鑑。亞舍圖書有限公司。

26. 田志仁、汪碧涵。2004。淡水生物多樣性調查方法與評估指標。環境檢驗通訊雜誌 50 期。
27. 向高世。2001。台灣蜥蜴自然誌。大樹出版社。
28. 行政院環境保護署。2002。植物生態評估技術規範。環署綜字第 0910020491 號公告。
29. 行政院農委會林務局。2000。林務局溪流魚類資源監測技術手冊。行政院農委會林務局。
30. 朱賢斌。1999。爬蟲類調查方法介紹及應用。野生動物資源調查方法研習會手冊 p.83-93。臺灣省特有生物研究保育中心。
31. 呂光洋、杜銘章、向高世。2002。臺灣兩棲爬行動物圖鑑。
32. 李榮祥。2001。台灣賞蟹情報。大樹文化。
33. 汪良仲。2000。台灣的蜻蛉。人人月曆。
34. 沈世傑。1993。台灣魚類誌。國立台灣大學動物學系。
35. 邵廣昭、陳靜怡。2004。魚類圖鑑。遠流出版社。
36. 林春富。1999。兩棲類調查方法介紹及應用。野生動物資源調查方法研習會手冊 p.76-82。臺灣省特有生物研究保育中心。
37. 林曜松、梁世雄。1996。台灣野生動物資源調查之淡水魚資源調查手冊。行政院農委會。
38. 周蓮香。1993。陸域脊椎動物之研究方法及工具。生物科學 36(2):35-40。
39. 施志昀、游祥平。2001。台灣的淡水蝦。國立海洋生物博物館。
40. 施志昀、游祥平。1999。台灣的淡水蟹。國立海洋生物博物館籌備處。
41. 徐明光。1999。台灣的淡水浮游藻（I）-通論及綠藻（1）。台灣博物館。
42. 曹美華。2004。臺灣 120 種蜻蜓圖鑑。社團法人台北市野鳥學會。
43. 陳義雄、方力行。1999。台灣淡水及河口魚類誌。國立海洋生物博物館籌備處。
44. 許富雄、姚正得。1999。鳥類資源調查方法。野生動物資源調查方法研習會手冊 p.49-68。臺灣省特有生物研究保育中心。
45. 許富雄。1999。兩棲類及爬蟲類之調查方法。野生動物資源調查方法研習會手冊 p.69-75。臺灣省特有生物研究保育中心。
46. 梁象秋、方紀祖、楊和荃。1998。水生生物學（形態與分類）。水產出版社。

47. 郭鐘秀、田志仁。1999。以生物指標（附著性藻類）評估烏溪水質。第六屆海峽兩岸環境保護研討會論文集 p.1319-1324。
48. 郭城孟。1997。臺灣維管束植物簡誌第壹卷。行政院農業委員會。
49. 郭鐘秀、陳淑玫、林炯旭、楊久慧、黃幸慧。1992 以指標生物作筏子溪水質污染評估之研究。逢甲學報 25:391-402。
50. 陳弘凸等。2006。河川治理及環境營造規劃參考手冊。經濟部水利署水利規劃試驗所
51. 黃增泉等。1994。Flora of Taiwan 2nd edition vol.1。台灣植物誌第二版編輯委員會
52. 黃增泉等。1996。Flora of Taiwan 2nd edition vol.2。台灣植物誌第二版編輯委員會
53. 黃增泉等。1997。Flora of Taiwan 2nd edition vol.3。台灣植物誌第二版編輯委員會
54. 黃增泉等。1998。Flora of Taiwan 2nd edition vol.4。台灣植物誌第二版編輯委員會
55. 黃增泉等。2000。Flora of Taiwan 2nd edition vol.5。台灣植物誌第二版編輯委員會
56. 黃增泉等。2003。Flora of Taiwan 2nd edition vol.6。台灣植物誌第二版編輯委員會
57. 張永仁、汪良仲。2003。蜻蛉篇。陽明山國家公園。
58. 張明雄。1999。淡水魚類資源調查方法與技術。野生動物資源調查方法研習會手冊 p.94-124。臺灣省特有生物研究保育中心。
59. 經濟部水利署水利規劃試驗所。2004。河川情勢調查作業要點（草案）。經濟部水利署水利規劃試驗所。
60. 楊遠波、劉和義、林讚標。2002。臺灣維管束植物簡誌第伍卷。行政院農業委員會。
61. 楊遠波、劉和義。2002。臺灣維管束植物簡誌第陸卷。行政院農業委員會。
62. 楊遠波、劉和義、彭鏡毅、施炳霖、呂勝由。1998。臺灣維管束植物簡誌第肆卷。行政院農業委員會。

63. 楊遠波、劉和義、呂勝由。1997。臺灣維管束植物簡誌第貳卷。行政院農業委員會。
64 .劉和義、楊遠波、呂勝由、施炳霖。1998。臺灣維管束植物簡誌第參卷。行政院農業委員會。
65. 劉棠瑞、蘇鴻傑。1983。森林植物生態學。臺灣商務印書館。
66. 賴景陽。2004。貝類（二）。渡假出版社。
67. 賴景陽。1999。貝類。渡假出版社。
68. 賴雪端。1997。台灣本土性底棲藻類作為河川水質生物指標之研究。中興大學植物系博士論文。
69. Hilsenhoff, W. L. 1988a. Seasonal correction factors for the biotic index. Great Lakes Entomologist 21: 9–13.
70. Hilsenhoff, W. L. 1988b. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. Journal of North American Benthological Society 7: 65-68.
71. Krebs, C. J. 1998. Ecological methodology. Harper Collins Publishing, Inc., New York.
72. R. W. Merritt and Cummins K. W.1996. An introduction to the aquatic insects of North America.
73. Wu, J. 1999. A generic index of diatom assemblages as bioindicator of water pollution in the Keelung River of Taiwan. Hydrobiologia397:79-87.
74. Yamagishi T. 1992. Plankton algae in Taiwan （Formosa）. Uchida Rokakuho.
75. 川合禎次。1988。日本產水生昆蟲檢索圖說，東海大學出版社。
76. 水野壽彥。1977。日本淡水プランクトン図鑑。保育社。
77. 廣瀨弘幸、山岸高旺，1991，日本淡水藻図鑑，內田老鶴圃。
78. 台灣大型甲殼類資料庫（http://140.109.185.240/）。
79. 台灣貝類資料庫（http://shell.sinica.edu.tw/）。
80. 台灣魚類資料庫（http://fishdb.sinica.edu.tw/）。
81. 王漢泉。2002。台灣河川水質魚類指標之研究。環境檢驗所調查研究年報。

82. 王漢泉。2006。台灣河川生態全紀錄。176 頁。
83. 王騰祟。2001。大鵬灣竹片上附生藻類生產力之時空變化。國立中興大學植物學系研究所碩士論文。
84. 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮。1991。台灣野鳥圖鑑。亞舍圖書有限公司。274 頁。
85. 田志仁、汪碧涵。2004。淡水生物多樣性調查方法與評估指標. 環境檢驗季刊，50:14-21。
86. 向高世。2001。台灣蜥蜴自然誌。大樹出版社。173 頁。
87. 何健鎔、張連浩。1998。南瀛彩蝶。台灣省特有生物研究保育中心。312 頁。
88. 呂光洋、杜銘章、向高世。2000。台灣兩棲爬行動物圖鑑。中華民國自然生態保育協會。343 頁。
89. 呂福原、呂金誠、歐辰雄。1997。台灣樹木解說（一）。行政院農業委員會。181 頁。
90. 林幸助、于淑芬。2007。溪流中的藻類。科學發展 417:7-9。
91. 吳明洋。1994。台灣河川底棲生物手冊—水棲昆蟲 。台北：行政院環保署環境檢驗所。
92. 吳俊宗、徐明光。1989。淡水河口的浮游藻社會。科學月刊，20（12）:899-901。
93. 周蓮香。1993。陸域脊椎動物之研究方法及工具。生物科學 36(2):35-40。
94. 祁偉廉。1998。台灣哺乳動物。大樹出版社。176 頁。
95. 張永仁。1998。昆蟲圖鑑。遠流出版社。363 頁。
96. 楊遠波、劉和義、林讚標。2003。台灣維管束植物簡誌第伍卷。行政院農業委員會。56 頁。
97. 鄭錫奇、姚正得、林華慶、李德旺、林麗紅、盧堅富、楊耀隆、賴景陽。1996。保育類野生動物圖鑑。台灣省特有生物研究保育中心。
98. 鄭元春。1984。台灣的常見野花。渡假出版社有限公司。91 頁。
99. 郭城孟。1997。臺灣維管束植物簡誌第壹卷。行政院農業委員會。
100. 楊平世。1992。水棲昆蟲生態入門。臺中縣：臺灣省政府教育廳。
101. 楊遠波、劉和義、呂勝由。1997。臺灣維管束植物簡誌第貳卷。行政院

農業委員會。
102. 楊遠波、劉和義、林讚標。2003。台灣維管束植物簡誌第伍卷。行政院農業委員會。
103. 楊遠波、劉和義、施炳霖、呂勝由。1998。台灣維管束植物簡誌第參卷。行政院農業委員會。
104. 楊遠波、劉和義、彭鏡毅、施炳霖、呂勝由。1998。臺灣維管束植物簡誌第肆卷。行政院農業委員會。
105. 楊遠波、劉和義。2002。臺灣維管束植物簡誌第陸卷。行政院農業委員會。
106. 劉棠瑞、蘇鴻傑。1983。森林植物生態學。臺灣商務印書館。
107. 氣候資料年報。中央氣象局。民國 92-96 年。
108. 雷淇祥。1989。淡水河口沼澤生態系的動物性浮游生物。科學月刊 20（12）:904-907。
109. 趙大衛。2000。貝類生物指標在環境變遷及污染評估上的應用。環境教育季刊 42：67-76 頁。
110. 梁象秋、方紀祖、楊和荃。1998。水生生物學（形態與分類）。水產出版社。
111. 行政院農委會林務局自然資源與生態資料庫（http://ngis.zo.ntu.edu.tw/rareplant/index.htm）。
112. 行政院農委會特有生物保育中心（http://www..tesri.gov.tw/content/information/in_pla.asp）。
113. Huang, T. C. et al （eds.） 1993－1998. Flora of Taiwan. 2nd. ed. Vol. I－VI. Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Taipei

附錄五 氣象資料統計

台東地區氣象資料統計(1/6)

平均

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	19.8	27.8	8.2	87.8	81.5	71.5	1017.8	NNW	1.8	8.1
2月	20.2	28.5	7.2	86.9	81.6	70.9	1017.4	NNW	1.8	8.1
3月	21.8	30.2	9.2	100.5	94.5	72.3	1014.5	NNW	1.7	8.2
4月	24.4	49.1	9.1	117.3	106.3	75.1	1011.8	NNW	1.7	7.8
5月	26.5	128.7	13.6	153.0	122.5	76.1	1008.3	NE	1.7	7.4
6月	28.0	215.1	11.6	206.3	130.6	76.4	1006.2	NW	1.6	6.4
7月	28.9	271.9	10.2	248.5	148.7	75.9	1004.9	NW	1.7	5.3
8月	28.6	391.6	11.5	223.6	140.8	76.2	1004.9	NW	1.7	5.9
9月	27.5	323.3	14.4	159.8	117.4	76.5	1007.3	NNW	1.7	7.2
10月	25.8	142.2	9.2	159.6	125.1	71.5	1012.6	NE	2.1	6.7
11月	23.6	88.1	7.4	114.5	98.8	70.7	1015.5	NNW	2.0	7.3
12月	20.8	58.4	7.5	101.0	87.8	68.3	1018.2	NNW	2.0	7.7
合計	—	**1755.0**	**119**	**1758.6**	**1335.7**	—	—	—	—	—
平均	**24.7**	**146.3**	**10**	**146.5**	**111.3**	**73**	**1011.6**	—	**1.8**	**7.2**

民國97年

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	20.2	32.8	14.0	49.4	69.8	74	1017.9	NNW	1.7	9.0
2月	18.4	47.1	11.0	47.3	68.0	74	1018.2	NNW	1.8	8.9
3月	21.3	22.3	12.0	102.8	98.7	71	1015.0	NW	1.8	8.1
4月	24.3	109.8	12.0	96.4	94.4	76	1011.7	NE	1.5	8.5
5月	26.0	55.0	10.0	163.4	130.0	75	1007.3	NE	1.8	7.0
6月	27.6	327.2	12.0	213.7	122.2	81	1006.9	WNW	1.7	6.5
7月	28.7	159.1	13.0	241.5	135.1	78	1004.6	NW	1.9	5.7
8月	28.4	322.2	14.0	257.3	139.6	79	1006.5	NW	1.7	5.4
9月	28.2	308.0	16.0	156.1	116.1	78	1005.0	NE	2.3	7.2
10月	26.5	131.8	11.0	178.3	126.2	78	1013.4	NE	1.8	6.4
11月	23.4	99.9	10.0	131.1	95.1	72	1016.0	N	1.9	6.9
12月	20.7	27.2	9.0	147.3	102.7	64	1018.1	NNW	2.0	6.7
合計	—	**1642.4**	**144**	**1784.6**	**1297.9**	—	—	—	—	—
平均	**24.5**	**136.9**	**12**	**148.7**	**108.2**	**75**	**1011.7**	—	**1.8**	**7.2**

參考資料：中央氣象局，氣候資料年報，民國88~97年版。

註：測站名稱台東。

台東地區氣象資料統計(2/6)

民國96年

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	20.3	21.2	11	90.7	89.4	69	1019.7	NNW	2.0	8.3
2月	21.8	16.0	7	122.4	95.6	68	1016.3	NNW	1.9	7.4
3月	22.7	19.1	10	109.2	101.8	72	1014.1	NW	1.8	8.0
4月	23.7	39.4	11	88.4	107.5	72	1013.1	NNW	1.8	8.6
5月	26.9	113.2	12	174.7	142.8	72	1009.1	ENE	1.6	7.0
6月	28.8	123.2	18	212.3	139.5	76	1006.2	SSW	1.5	6.5
7月	30.1	4.0	1	328.2	205.7	71	1006.1	S	1.6	3.5
8月	27.7	618.9	20	140.4	110.1	80	1004.1	NW	2.1	7.2
9月	27.5	362.4	14	124.5	116.1	77	1005.8	NE	1.8	8.0
10月	25.8	95.3	13	129.3	125.4	70	1011.2	NE	2.4	7.3
11月	23.0	300.0	7	94.6	93.8	69	1014.5	NE	2.3	8.3
12月	21.4	19.6	6	110.0	81.7	72	1016.5	NNW	1.6	7.2
合計	**—**	**1732.3**	**130**	**1724.7**	**1409.4**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
平均	**25.0**	**144.4**	**11**	**143.7**	**117.5**	**72**	**1011.4**	**—**	**1.9**	**7.3**

民國95年

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	20.5	35.7	8	82.3	86.1	75	1016.5	NNW	1.8	8.2
2月	21.1	14.7	9	87.0	81.8	70	1018.9	NE	2.1	8.4
3月	21.6	37.0	13	77.9	84.7	72	1014.3	NNW	1.9	8.4
4月	25.0	87.9	9	118.1	99.9	75	1010.8	NNW	2.0	7.5
5月	27.0	224.8	15	152.8	121.8	77	1009.7	NW	1.8	7.5
6月	28.1	150.7	10	179.9	129.2	71	1007.0	NW	1.5	6.9
7月	29.1	583.3	14	227.3	136.1	77	1003.8	NW	1.9	5.4
8月	28.9	279.3	9	228.3	144.3	74	1005.2	NW	1.5	6.1
9月	27.4	294.6	14	145.4	110.4	75	1008.3	NNW	1.7	7.6
10月	26.5	25.7	6	189.4	138.0	68	1013.0	NE	2.2	6.3
11月	24.5	23.7	7	134.0	101.6	71	1014.7	NE	1.8	7.2
12月	21.4	14.9	7	90.5	82.2	69	1018.7	NE	2.1	7.9
合計	**—**	**1772.3**	**121**	**1712.9**	**1316.1**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
平均	**25.1**	**147.7**	**10**	**142.7**	**109.7**	**73**	**1011.7**	**—**	**1.9**	**7.3**

參考資料：中央氣象局，氣候資料年報，民國88~97年版。

註：測站名稱台東。

台東地區氣象資料統計(3/6)

民國94年

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	19.2	5.0	6	92.7	73.2	70	1017.4	NNW	1.9	7.6
2月	20.4	41.4	7	85.6	59.2	75	1016.9	NE	1.8	7.8
3月	19.6	62.7	9	83.6	86.1	71	1017.9	NNW	1.8	8.7
4月	24.6	24.3	6	155.5	121.3	73	1013.3	NW	1.8	7.4
5月	27.4	64.5	14	157.5	122.4	78	1007.1	NE	1.7	7.2
6月	27.8	360.0	13	161.9	119.0	78	1004.9	SW	1.7	7.4
7月	28.8	227.0	8	270.4	135.3	73	1006.0	SSW	2.0	4.5
8月	28.7	273.5	16	177.6	123.0	77	1004.5	NW	1.9	6.9
9月	28.1	304.5	9	180.0	126.2	74	1008.9	NNW	2.0	6.6
10月	26.3	100.4	10	178.2	121.5	70	1013.0	NE	2.2	6.6
11月	24.2	81.8	6	147.5	105.6	71	1015.2	NNW	1.8	6.8
12月	19.3	32.0	5	68.1	70.1	70	1019.4	NNW	1.8	8.6
合計	**—**	**1577.1**	**109**	**1758.6**	**1262.9**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
平均	**24.5**	**131.4**	**9**	**146.6**	**105.2**	**73**	**1012.0**	**—**	**1.9**	**7.2**

民國93年

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	18.8	14.0	3	92.1	85.1	72	1018.4	NNW	1.9	8.2
2月	19.8	12.5	4	111.6	90.5	71	1017.2	NNW	1.8	7.7
3月	21.2	28.8	9	72.1	86.2	75	1014.7	NW	1.8	9.0
4月	23.9	4.6	5	137.5	110.3	75	1012.0	NW	1.8	7.3
5月	27.5	148.5	12	216.1	152.2	76	1008.6	NE	1.9	6.5
6月	27.6	128.9	12	220.6	143.9	76	1006.3	NE	2.0	6.5
7月	27.8	537.5	13	208.8	135.7	80	1007.2	NW	1.8	6.1
8月	29.4	102.7	10	245.4	176.2	72	1002.1	NW	1.8	6.2
9月	27.5	195.7	15	174.0	125.4	77	1009.1	NW	1.5	7.4
10月	24.9	2.0	3	186.1	151.2	63	1013.2	NE	2.8	6.2
11月	23.7	0.5	1	137.2	111.5	66	1017.5	NNW	2.4	6.7
12月	21.4	269.9	5	145.7	102.0	67	1016.9	NE	2.5	6.5
合計	**—**	**1445.6**	**92**	**1947.2**	**1470.2**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
平均	**24.5**	**120.5**	**8**	**162.3**	**122.5**	**73**	**1011.9**	**—**	**2.0**	**7.0**

參考資料：中央氣象局，氣候資料年報，民國88~97年版。

註：測站名稱台東。

台東地區氣象資料統計(4/6)

民國92年

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	18.4	50.4	11	69.2	63.2	70	1019.8	NW	1.7	8.4
2月	20.8	7.3	4	95.3	88.1	70	1017.6	NW	1.7	8.0
3月	21.0	52.1	8	67.2	70.7	73	1016.4	NE	1.5	8.3
4月	24.9	41.0	11	139.3	107.2	76	1011.9	NE	1.6	7.4
5月	26.5	30.5	12	125.9	122.8	75	1008.2	NE	1.7	7.9
6月	27.4	93.7	13	183.9	110.7	78	1005.7	WNW	1.6	6.7
7月	29.8	116.1	7	331.4	184.7	75	1008.6	S	1.5	3.5
8月	28.7	513.2	12	226.7	139.9	78	1006.1	WNW	1.5	5.8
9月	27.9	418.5	12	202.8	131.3	76	1008.4	ENE	1.7	6.1
10月	24.7	125.0	9	166.0	118.7	69	1013.5	NNW	2.1	6.6
11月	23.7	219.5	10	114.7	86.1	76	1014.9	NNW	1.8	7.2
12月	19.8	6.8	5	99.3	86.6	65	1020.0	NNW	2.1	7.8
合計	**—**	**1674.1**	**114**	**1821.7**	**1310.0**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
平均	**24.5**	**139.5**	**10**	**151.8**	**109.2**	**73**	**1012.6**	**—**	**1.7**	**7.0**

民國91年

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	19.6	25.9	6	103.4	97.0	70	1018.4	NW	1.7	7.7
2月	19.9	40.7	8	84.4	68.5	73	1019.0	NW	1.5	8.0
3月	23.0	21.3	9	135.7	106.3	73	1014.3	WNW	1.6	7.9
4月	25.6	21.6	6	159.5	128.3	76	1012.2	WNW	1.7	7.2
5月	26.9	126.7	15	161.6	126.6	75	1008.5	WNW	1.5	7.3
6月	28.6	69.8	7	207.6	148.5	74	1005.6	NNE	1.5	6.0
7月	29.0	169.5	9	249.4	149.1	74	1001.4	WNW	1.7	5.5
8月	28.5	808.4	9	243.5	144.7	74	1005.2	WNW	1.5	5.4
9月	27.2	189.4	13	144.7	115.2	77	1008.9	WNW	1.6	7.6
10月	26.1	3.9	4	144.0	127.4	75	1012.0	NE	1.8	7.0
11月	22.9	26.8	7	91.4	92.9	72	1016.1	NW	1.8	8.0
12月	21.4	56.6	9	104.2	85.6	67	1018.2	NW	1.7	7.9
合計	**—**	**1560.6**	**102**	**1829.4**	**1390.1**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
平均	**24.9**	**130.1**	**9**	**152.5**	**115.8**	**73**	**1011.7**	**—**	**1.6**	**7.1**

參考資料：中央氣象局，氣候資料年報，民國88~97年版。

註：測站名稱台東。

台東地區氣象資料統計(5/6)

民國90年

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	19.8	44.5	5	112.7	80.3	70	1015.8	NNW	1.6	7.3
2月	20.6	15.6	7	86.8	88.9	62	1015.6	NW	1.9	8.0
3月	21.6	16.8	6	114.4	108.4	67	1013.9	NW	1.7	8.0
4月	23.8	52.1	11	68.0	94.7	77	1011.0	NW	1.5	8.7
5月	26.4	267.1	18	97.9	85.7	79	1006.8	NE	1.5	8.3
6月	28.2	460.5	14	205.2	114.2	76	1006.0	WNW	1.6	6.2
7月	28.8	240.8	12	224.6	140.7	75	1004.6	NE	1.8	6.0
8月	29.7	200.0	5	273.1	159.2	73	1005.0	WNW	1.6	4.6
9月	27.4	582.4	23	114.7	91.4	78	1003.5	WNW	1.8	8.1
10月	25.9	5.7	4	105.8	124.0	70	1012.8	NW	1.9	7.1
11月	22.8	9.1	8	77.7	101.7	67	1016.5	NW	2.0	7.0
12月	20.8	38.5	7	77.4	95.1	71	1020.2	NW	1.8	7.4
合計	**—**	**1933.1**	**120**	**1558.3**	**1284.3**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
平均	**24.7**	**161.1**	**10**	**129.9**	**107.0**	**72**	**1011.0**	**—**	**1.7**	**7.2**

民國89年

項目 月別	氣溫 (℃)	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	20.4	11.5	6	105.6	91.6	70	1017.4	NNW	1.7	7.8
2月	19.7	44.4	10	54.4	80.8	76	1015.4	NNW	1.5	8.9
3月	22.2	18.8	6	102.9	96.9	74	1013.5	NNW	1.6	8.1
4月	24.3	25.3	10	90.2	91.2	77	1010.2	NE	1.5	7.9
5月	25.3	33.8	12	136.3	118.4	76	1008.5	NE	1.6	7.7
6月	27.9	127.5	7	244.8	161.5	74	1006.9	S	1.4	5.4
7月	27.8	631.8	14	200.1	140.1	78	1003.5	NE	1.6	6.0
8月	28.2	458.0	10	222.2	154.3	76	1003.8	NW	1.7	5.8
9月	27.1	69.7	11	195.6	145.0	73	1007.6	NW	1.6	6.2
10月	26.2	499.8	20	190.0	125.5	75	1011.1	NE	1.9	6.0
11月	24.1	96.6	11	124.2	107.1	71	1014.0	NE	2.1	7.4
12月	21.7	88.5	14	100.2	84.5	68	1015.9	NE	2.0	7.9
合計	**—**	**2105.7**	**131**	**1766.5**	**1396.9**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
平均	**24.6**	**175.5**	**11**	**147.2**	**116.4**	**74**	**1010.7**	**—**	**1.7**	**7.1**

參考資料：中央氣象局，氣候資料年報，民國88~97年版。

註：測站名稱台東。

台東地區氣象資料統計(6/6)

民國88年

項目 月別	氣溫 （℃）	降水量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (hr)	蒸發量 (mm)	相對濕度 (%)	氣壓 (hpa)	風向	風速 (m/s)	雲量 (十分位)
1月	20.4	37.0	12	80.1	79.2	75	1016.3	NNW	1.7	8.6
2月	19.6	45.4	5	93.8	94.5	70	1018.7	NNW	1.8	7.5
3月	23.4	23.1	10	139.1	105.6	75	1010.4	NNW	1.6	7.5
4月	23.9	84.7	10	119.6	108.2	74	1011.5	NNW	1.7	7.7
5月	24.7	223.0	16	143.6	102.0	78	1009.5	SSW	1.5	7.6
6月	28.2	309.9	10	232.9	117.0	80	1006.0	NW	1.6	5.9
7月	29.0	50.3	11	203.2	124.2	78	1002.8	NW	1.5	6.4
8月	27.8	340.1	10	221.5	117.0	79	1006.1	NNW	1.3	5.9
9月	27.0	507.4	17	160.3	97.3	80	1007.4	NNW	1.3	6.9
10月	25.5	432.8	12	128.7	93.5	77	1012.8	NNW	1.5	7.6
11月	23.2	23.1	7	92.3	92.3	72	1015.5	NNW	1.7	7.9
12月	20.0	30.4	8	66.8	87.9	70	1018.5	NNW	1.9	8.9
合計	**—**	**2107.2**	**128**	**1681.9**	**1218.7**	**—**	**—**	**—**	**—**	**—**
平均	**24.4**	**175.6**	**11**	**140.2**	**101.6**	**76**	**1011.3**	**—**	**1.6**	**7.4**

參考資料：中央氣象局，氣候資料年報，民國88~97年版。

註：測站名稱台東。

附錄六 紅石溪主河道周邊土地清冊

紅石溪主河道周邊土地清冊(1/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	新福段	193	1,742.67	郭敏章	—	280
關山鎮	新福段	202	1,220.18	姜秀嬌	—	320
關山鎮	新福段	206	4,608.53	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	246	872.06	鍾政錦	—	320
關山鎮	新福段	247	104.13	羅茂發	—	320
關山鎮	新福段	248	164.75	羅茂發	—	320
關山鎮	新福段	293	9,697.59	中華民國	交通部台灣鐵路管理局	320
關山鎮	新福段	294	2,353.62	中華民國	交通部台灣鐵路管理局	320
關山鎮	新福段	296	1,630.27	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	297	4,226.13	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	298	1,994.90	林麗雲	—	320
關山鎮	新福段	299	3,881.81	劉守棠	—	320
關山鎮	新福段	300	4,304.57	劉守棠	—	320
關山鎮	新福段	302	15,378.68	劉金安	—	320
關山鎮	新福段	312	6,591.24	劉守森	—	320
關山鎮	新福段	502	12,638.36	吳聲品	—	320
關山鎮	新福段	503	4,403.29	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	504	1,004.28	吳家豐	—	320
關山鎮	新福段	505	6,913.55	吳羅日妹	—	320
關山鎮	新福段	506	3,357.60	陳勤忠	—	320
關山鎮	新福段	507	451.34	陳勤忠	—	320
關山鎮	新福段	508	402.16	陳勤忠	—	320
關山鎮	新福段	509	819.49	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	510	1,152.07	ウエ	—	320
關山鎮	新福段	511	1,479.48	陳春風	—	700
關山鎮	新福段	512	1,620.39	陳勤忠	—	320
關山鎮	新福段	513	1,263.72	蘇美月	—	700
關山鎮	新福段	514	1,036.63	陳勇俊	—	700
關山鎮	新福段	515	835.26	吳聲琦	—	700

紅石溪主河道周邊土地清冊(2/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	新福段	516	2,844.34	陳勤忠	—	320
關山鎮	新福段	517	723.66	吳家豐	—	320
關山鎮	新福段	518	5,169.79	陳勤房	—	320
關山鎮	新福段	519	4,854.62	陳紀宏	—	320
關山鎮	新福段	520	182.90	中華民國	交通部台灣鐵路管理局	320
關山鎮	新福段	521	1,000.75	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	522	3,572.59	鄒冠民	—	320
關山鎮	新福段	523	1,809.87	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	524	721.43	鄒騰垣	—	320
關山鎮	新福段	525	379.82	陳勇俊	—	320
關山鎮	新福段	526	3,863.18	鄒騰垣	—	320
關山鎮	新福段	527	4,704.25	陳勤房	—	320
關山鎮	新福段	528	2,090.06	陳建達	—	320
關山鎮	新福段	529	520.31	陳勤房	—	320
關山鎮	新福段	530	2,190.49	劉乾	—	320
關山鎮	新福段	531	290.77	劉乾	—	320
關山鎮	新福段	532	1,271.25	吳家豐	—	320
關山鎮	新福段	532	1,271.25	吳家豐	—	320
關山鎮	新福段	533	7,491.38	吳聲品	—	320
關山鎮	新福段	542	1,651.86	陳昌明	—	320
關山鎮	新福段	543	1,581.14	吳禎珠	—	320
關山鎮	新福段	544	2,672.18	吳禎珠	—	320
關山鎮	新福段	545	2,678.26	陳信汝	—	320
關山鎮	新福段	546	4,827.47	陳信汝	—	280
關山鎮	新福段	753	3,446.48	黃絢傑	—	280
關山鎮	新福段	759	2,471.47	黃絢傑	—	280
關山鎮	新福段	760	2,281.47	黃絢傑	—	280
關山鎮	新福段	761	277.02	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	763	3,905.61	張擴進	—	280

紅石溪主河道周邊土地清冊(3/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	新福段	764	494.56	張擴進	—	280
關山鎮	新福段	765	77.29	張擴進	—	280
關山鎮	新福段	766	4,547.05	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	767	248.94	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	768	687.55	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	769	619.94	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	770	332.55	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	771	274.99	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	772	1332.78	吳金妹	—	320
關山鎮	新福段	773	241.76	吳張甘妹	—	320
關山鎮	新福段	774	59.18	吳張甘妹	—	320
關山鎮	新福段	775	32.34	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	776	31.15	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	777	246.28	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	778	975.61	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	779	134.43	吳金妹	—	320
關山鎮	新福段	780	655.32	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	781	1,371.75	龔張新春	—	320
關山鎮	新福段	782	407.50	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	783	1,557.38	陳信汝	—	320
關山鎮	新福段	784	230.05	龔張新春	—	320
關山鎮	新福段	785	482.47	陳信汝	—	320
關山鎮	新福段	786	771.40	陳信汝	—	320
關山鎮	新福段	787	364.72	吳禎珠	—	320
關山鎮	新福段	788	1,040.74	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	789	2,220.31	吳張甘妹	—	320
關山鎮	新福段	790	2,793.55	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	791	78.59	中華民國	台東縣政府	320
關山鎮	新福段	792	82.82	中華民國	財政部國有財產局	320

紅石溪主河道周邊土地清冊(4/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	新福段	793	77.45	吳金妹	—	320
關山鎮	新福段	794	140.22	吳金妹	—	320
關山鎮	新福段	795	955.71	吳金妹	—	320
關山鎮	新福段	796	714.94	吳金妹	—	320
關山鎮	新福段	801	2,497.39	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	802	1,080.24	賴楊泰	—	320
關山鎮	新福段	803	2,515.26	吳家豐	—	320
關山鎮	新福段	804	2,162.18	吳聲品	—	320
關山鎮	新福段	805	161.28	吳聲品	—	320
關山鎮	新福段	806	1,580.02	吳家豐	—	320
關山鎮	新福段	807	1,109.64	陳建達	—	320
關山鎮	新福段	808	270.57	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	809	1,034.73	鄒騰垣	—	320
關山鎮	新福段	810	3,454.73	陳建達	—	320
關山鎮	新福段	815	1,855.70	干謹豐	—	320
關山鎮	新福段	816	4,387.50	彭信火	—	320
關山鎮	新福段	853	1,020.01	鄒騰垣	—	320
關山鎮	新福段	854	437.49	鄒騰垣	—	320
關山鎮	新福段	855	2,864.81	呂正賢	—	320
關山鎮	新福段	858	21,399.67	中華民國	交通部台灣鐵路管理局	320
關山鎮	新福段	876	2,848.60	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	910	2,891.69	邱秋妹	—	320
關山鎮	新福段	911	912.11	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	912	131.32	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	913	13.40	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	914	151.07	謝水生	—	320
關山鎮	新福段	915	529.90	謝水生	—	320
關山鎮	新福段	916	395.88	謝水生	—	320
關山鎮	新福段	917	417.84	謝水生	—	320

紅石溪主河道周邊土地清冊(5/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	新福段	918	389.71	吳金妹	—	320
關山鎮	新福段	919	279.44	吳金妹	—	320
關山鎮	新福段	920	1,903.08	馮煥光	—	320
關山鎮	新福段	921	3,791.20	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	922	2,400.03	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	923	491.41	王伯仁	—	280
關山鎮	新福段	927	3,255.09	蔡珠	—	320
關山鎮	新福段	928	2,097.50	蔡珠	—	320
關山鎮	新福段	929	143.37	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	930	16.15	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	931	108.00	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	932	247.04	中華民國	台東縣政府	280
關山鎮	新福段	934	461.89	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	935	1,280.41	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	936	188.07	潘進財	—	280
關山鎮	新福段	937	1,619.45	馮煥光	—	320
關山鎮	新福段	938	284.54	馮煥光	—	320
關山鎮	新福段	939	564.83	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	940	402.88	楊明忠	—	320
關山鎮	新福段	941	1,264.51	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	942	26.20	羅添福	—	280
關山鎮	新福段	943	957.85	羅添福	—	280
關山鎮	新福段	944	4,555.31	楊明祥	—	280
關山鎮	新福段	945	45.06	潘進財	—	280
關山鎮	新福段	946	413.46	潘進財	—	280
關山鎮	新福段	947	1,538.32	潘進財	—	280
關山鎮	新福段	948	230.34	楊明祥	—	280
關山鎮	新福段	949	182.65	楊明祥	—	280
關山鎮	新福段	950	357.18	楊明祥	—	280

紅石溪主河道周邊土地清冊(6/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	新福段	951	288.19	楊明祥	—	280
關山鎮	新福段	952	5,655.78	楊明忠	—	280
關山鎮	新福段	955	7,452.82	羅添福	—	280
關山鎮	新福段	1104	2,514.67	王阿品	—	280
關山鎮	新福段	1106	459.21	王阿品	—	280
關山鎮	新福段	1107	180.95	吳金英	—	280
關山鎮	新福段	1108	128.66	吳金英	—	280
關山鎮	新福段	1109	168.08	王阿品	—	280
關山鎮	新福段	1110	271.71	趙文吉	—	280
關山鎮	新福段	1111	520.20	趙文吉	—	280
關山鎮	新福段	1112	136.69	中華民國	台東縣政府	280
關山鎮	新福段	1113	1,268.82	趙文吉	—	280
關山鎮	新福段	1114	195.90	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	1115	97.32	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	1116	57.27	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	1117	156.15	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	1118	81.68	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	新福段	1119	558.68	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	1120	96.55	蔡珠	—	320
關山鎮	新福段	1121	92.38	鍾賴美妹	—	320
關山鎮	新福段	1122	1,032.49	蔡珠	—	320
關山鎮	新福段	1123	2,184.82	林錦源	—	320
關山鎮	新福段	1124	1,496.32	李榮祥	—	320
關山鎮	新福段	1175	10,311.64	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	新福段	502-2	1,278.31	吳家豐	—	320
關山鎮	新福段	514-1	1,036.91	黃玉妹	—	700
關山鎮	溪埔段	172	6,102.91	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	178	9,495.10	林明春	—	280
關山鎮	溪埔段	179	37.33	彭德鋒	—	280

紅石溪主河道周邊土地清冊(7/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	溪埔段	180	121.66	彭德鋒	—	280
關山鎮	溪埔段	183	1,976.79	彭德訓	—	280
關山鎮	溪埔段	184	2,091.59	彭德訓	—	280
關山鎮	溪埔段	185	132.82	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	186	2,565.32	吳金英	—	280
關山鎮	溪埔段	187	383.42	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	188	272.20	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	189	2,631.44	吳金英	—	280
關山鎮	溪埔段	190	2,639.43	吳金英	—	280
關山鎮	溪埔段	197	1,899.30	吳金英	—	280
關山鎮	溪埔段	198	1,429.09	吳金英	—	280
關山鎮	溪埔段	199	944.78	趙文吉	—	280
關山鎮	溪埔段	200	112.23	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	201	2,591.67	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	202	5,060.41	林瓊瑤	—	320
關山鎮	溪埔段	203	4,480.63	林錦源	—	320
關山鎮	溪埔段	205	5,240.65	李榮祥	—	320
關山鎮	溪埔段	207	3,808.79	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	溪埔段	249	15,478.05	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	250	3,367.19	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	溪埔段	251	2,179.24	羅茂發	—	320
關山鎮	溪埔段	253	7,268.51	羅茂發	—	320
關山鎮	溪埔段	257	5,078.07	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	溪埔段	354	4,129.07	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	356	547.63	潘宏毅	—	280
關山鎮	溪埔段	357	4,061.70	潘宏毅	—	280
關山鎮	溪埔段	358	8,425.31	潘得生	—	280
關山鎮	溪埔段	359	4,846.20	潘宏毅	—	280
關山鎮	溪埔段	367	4,433.48	潘得生	—	280

紅石溪主河道周邊土地清冊(8/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	溪埔段	368	5,745.17	林慶塘	—	280
關山鎮	溪埔段	369	1,265.35	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	370	6,475.72	陳永寶	—	280
關山鎮	溪埔段	371	352.32	吳阿火	—	280
關山鎮	溪埔段	372	352.91	吳阿火	—	280
關山鎮	溪埔段	373	1,457.88	陳永寶	—	280
關山鎮	溪埔段	373	1,457.88	陳永寶	—	280
關山鎮	溪埔段	374	1,416.72	吳阿火	—	280
關山鎮	溪埔段	375	116.63	吳阿火	—	280
關山鎮	溪埔段	376	4,190.22	林慶塘	—	280
關山鎮	溪埔段	377	1,328.36	中華民國	台東縣政府	280
關山鎮	溪埔段	378	1,636.88	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	379	3,532.87	邱招妹	—	280
關山鎮	溪埔段	380	1,084.96	李喜榮	—	280
關山鎮	溪埔段	381	546.79	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	382	917.98	李喜榮	—	280
關山鎮	溪埔段	383	3,485.92	李喜榮	—	280
關山鎮	溪埔段	397	4,839.45	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	399	6,189.51	林美月	—	280
關山鎮	溪埔段	400	2,201.17	林天生	—	280
關山鎮	溪埔段	407	5,170.61	吳阿火	—	280
關山鎮	溪埔段	408	1,443.28	馮煥光	—	280
關山鎮	溪埔段	409	191.90	馮煥光	—	280
關山鎮	溪埔段	410	649.27	馮煥光	—	280
關山鎮	溪埔段	411	3,741.48	馮煥光	—	280
關山鎮	溪埔段	412	732.59	馮煥光	—	280
關山鎮	溪埔段	414	3,740.29	楊國榮	—	280
關山鎮	溪埔段	415	1,001.35	楊國榮	—	280
關山鎮	溪埔段	416	381.61	彭德訓	—	280

紅石溪主河道周邊土地清冊(9/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	溪埔段	417	83.81	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	418	265.02	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	706	534.36	中華民國	行政院國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場	600
關山鎮	溪埔段	712	237.34	中華民國	行政院國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場	280
關山鎮	溪埔段	713	1,814.02	楊桂芝等	—	280
關山鎮	溪埔段	715	558.99	中華民國	行政院國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場	280
關山鎮	溪埔段	716	60.24	楊文淮	—	600
關山鎮	溪埔段	717	160.05	陳鳳妹	—	600
關山鎮	溪埔段	718	233.12	林金張	—	600
關山鎮	溪埔段	719	80.19	林金張	—	600
關山鎮	溪埔段	720	64.55	中華民國	行政院國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場	600
關山鎮	溪埔段	721	29.91	林金張	—	600
關山鎮	溪埔段	722	215.87	中華民國	行政院國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場	600
關山鎮	溪埔段	723	172.70	中華民國	行政院國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場	600
關山鎮	溪埔段	724	278.31	黃金華	—	600
關山鎮	溪埔段	725	211.19	中華民國	行政院原住民委員會	600
關山鎮	溪埔段	726	239.81	中華民國	行政院原住民委員會	600
關山鎮	溪埔段	727	116.83	孫政成	—	600
關山鎮	溪埔段	728	107.39	中華民國	行政院原住民委員會	600
關山鎮	溪埔段	729	210.85	中華民國	行政院國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場	600
關山鎮	溪埔段	730	565.14	中華民國	行政院國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場	600
關山鎮	溪埔段	732	1,182.31	林金張	—	280
關山鎮	溪埔段	733	257.17	林金張	—	280
關山鎮	溪埔段	734	836.41	邱招妹	—	280
關山鎮	溪埔段	735	311.64	中華民國	台東縣政府	280
關山鎮	溪埔段	736	1,440.81	邱招妹	—	280

紅石溪主河道周邊土地清冊(10/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	溪埔段	737	56.88	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	738	63.27	林金張	—	280
關山鎮	溪埔段	739	246.53	林金張	—	280
關山鎮	溪埔段	740	1,345.53	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	883	5,443.26	廖貴華	—	280
關山鎮	溪埔段	884	321.57	廖貴華	—	280
關山鎮	溪埔段	885	2,931.74	彭文龍	—	280
關山鎮	溪埔段	886	723.63	彭文煥	—	280
關山鎮	溪埔段	887	1171.66	彭文煥	—	280
關山鎮	溪埔段	888	824.93	彭文煥	—	280
關山鎮	溪埔段	889	574.7	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	890	84.74	廖貴華	—	280
關山鎮	溪埔段	891	113.9	彭文壽	—	280
關山鎮	溪埔段	892	55452.44	廖貴華	—	280
關山鎮	溪埔段	893	1102.75	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	894	1264.29	廖貴華	—	280
關山鎮	溪埔段	895	2730.37	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	896	71.41	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	897	579.54	王金福	—	280
關山鎮	溪埔段	898	344.62	王金福	—	280
關山鎮	溪埔段	899	1472.6	李振輝	—	280
關山鎮	溪埔段	900	27.10	台灣省台東農田水利會	—	280
關山鎮	溪埔段	901	59.09	李振輝	—	280
關山鎮	溪埔段	902	123.77	李振輝	—	280
關山鎮	溪埔段	903	244.62	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	904	2,635.61	王金福	—	280
關山鎮	溪埔段	905	14.15	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	906	89.20	王金福	—	280

紅石溪主河道周邊土地清冊(11/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	溪埔段	907	1,348.20	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	908	561.55	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	909	3,540.14	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	910	74.66	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	911	1,867.15	曾貴森	—	280
關山鎮	溪埔段	912	129.46	曾貴森	—	280
關山鎮	溪埔段	913	74.59	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	914	1,824.68	王金福	—	280
關山鎮	溪埔段	915	100.74	王金福	—	280
關山鎮	溪埔段	916	1,794.81	王伯仁	—	280
關山鎮	溪埔段	917	81.63	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	918	48.78	王伯仁	—	280
關山鎮	溪埔段	919	111.17	王伯仁	—	280
關山鎮	溪埔段	920	357.27	王伯仁	—	280
關山鎮	溪埔段	921	18.71	王伯仁	—	280
關山鎮	溪埔段	922	27.10	王伯仁	—	280
關山鎮	溪埔段	924	91.06	王伯仁	—	280
關山鎮	溪埔段	925	1,178.75	王伯仁	—	280
關山鎮	溪埔段	927	3,678.94	王金福	—	280
關山鎮	溪埔段	935	1,922.66	中華民國	財政部國有財產局	280
關山鎮	溪埔段	941	4,872.18	李喜榮	—	280
關山鎮	溪埔段	942	5,370.77	吳阿火	—	280
關山鎮	溪埔段	943	552.27	吳阿火	—	280
關山鎮	溪埔段	944	148.09	吳阿火	—	280
關山鎮	溪埔段	945	2,427.26	吳阿火	—	280
關山鎮	溪埔段	976	54.36	吳玉麟	—	280
關山鎮	溪埔段	202-2	2,500.14	姜秀嬌	—	320
關山鎮	親水段	316	92,265.45	中華民國	台東縣關山鎮公所	270
關山鎮	親水段	317	20,611.27	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	270

紅石溪主河道周邊土地清冊(12/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	親水段	318	22,780.80	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	319	5,379.63	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	320	132.27	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	321	966.26	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	322	1,362.14	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	323	664.98	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	324	2,925.80	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	325	15,032.37	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	326	612.86	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	330	1,535.10	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	331	108.67	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	332	550.12	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	333	4,470.15	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	334	12,499.02	中華民國	財政部國有財產局	260
關山鎮	親水段	335	1,311.90	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	336	5,692.62	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	337	3,724.65	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	339	7,139.71	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	340	11,195.53	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	342	17,776.27	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	348	2,687.16	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	349	2,190.21	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	350	14,335.88	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	351	3,581.79	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	371	70,954.37	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	372	7,819.03	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	373	2,381.23	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	374	214.46	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	375	2,268.75	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260

紅石溪主河道周邊土地清冊(13/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	親水段	376	2,817.15	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	377	3,698.63	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	378	5,926.28	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	379	25,723.34	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	380	12,544.11	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	381	12,246.50	台東縣	台東縣政府	260
關山鎮	親水段	382	18,437.38	台東縣	台東縣政府	260
關山鎮	親水段	385	6,319.09	台東縣	台東縣政府	260
關山鎮	親水段	386	3,422.23	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	387	3,357.36	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	388	4,323.97	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	260
關山鎮	親水段	394	88,452.89	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	130
關山鎮	親水段	399	2,918.06	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	130
關山鎮	親水段	400	6,575.87	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	130
關山鎮	親水段	402	5,217.88	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	403	799.39	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	404	6,448.91	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	408	2,665.53	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	409	5,388.22	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	410	10,884.39	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	411	1,782.14	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	412	8,898.70	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	413	4,801.82	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	414	3,867.26	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	415	5,744.21	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	416	8,979.24	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	417	6,729.00	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	418	6,480.73	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	420	6,090.10	中華民國	台東縣關山鎮公所	130

紅石溪主河道周邊土地清冊(14/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	親水段	422	21,002.04	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	425	19,528.10	中華民國	經濟部水利署	110
關山鎮	親水段	426	981.55	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	427	387.91	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	428	1,915.91	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	429	347.57	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	430	421.92	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	431	579.28	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	432	4,931.21	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	433	8,275.46	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	435	360.36	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	436	1,093.52	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	437	838.63	中華民國	經濟部水利署	110
關山鎮	親水段	438	3,701.55	中華民國	經濟部水利署	110
關山鎮	親水段	439	325.37	中華民國	經濟部水利署	110
關山鎮	親水段	464	2,359.72	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	410-0001	341.91	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	410-0002	2,024.10	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	410-0003	442.99	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	410-0005	0.83	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	412-0002	1,021.38	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	413-0002	346.86	中華民國	財政部國有財產局	130
關山鎮	親水段	414-0002	377.36	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	415-0002	4,045.78	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	418-0002	12,200.25	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	420-0001	169.90	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	422-0001	502.60	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	422-0002	95.32	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	422-0003	21.70	中華民國	經濟部水利署	130

紅石溪主河道周邊土地清冊(15/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	親水段	422-0004	23.31	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	422-0005	9,957.82	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	422-0006	8,604.90	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	422-0007	579.31	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	425-0001	4,238.62	中華民國	經濟部水利署	110
關山鎮	親水段	425-0002	1,489.05	中華民國	經濟部水利署	110
關山鎮	親水段	425-0003	2,935.02	中華民國	經濟部水利署	110
關山鎮	親水段	425-0004	1,341.64	中華民國	台東縣關山鎮公所	130
關山鎮	親水段	428-0003	256.46	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	428-0004	625.69	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	428-0005	75.58	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	429-0001	506.84	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	429-0002	678.11	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	429-0003	257.84	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	430-0001	397.75	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	430-0002	521.96	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	430-0003	90.34	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	430-0004	212.59	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	433-0001	636.06	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	433-0002	5.57	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	435-0001	67.20	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	435-0002	10.13	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	436-0001	14.53	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	436-0002	343.17	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	436-0003	78.49	中華民國	經濟部水利署	130
關山鎮	親水段	438-0001	363.53	中華民國	經濟部水利署	110
關山鎮	親水段	439-0001	91.83	中華民國	經濟部水利署	110
關山鎮	隆盛段	40	1,581.77	陳建廷	—	350
關山鎮	隆盛段	41	3,008.18	中華民國	財政部國有財產局	553

紅石溪主河道周邊土地清冊(16/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	隆盛段	42	2,285.45	中華民國	財政部國有財產局	367
關山鎮	隆盛段	48	420.33	中華民國	財政部國有財產局	800
關山鎮	隆盛段	54	456.89	林元富	—	350
關山鎮	隆盛段	56	1,695.38	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	57	933.64	林元富	—	350
關山鎮	隆盛段	58	199.52	林元富	—	350
關山鎮	隆盛段	63	207.06	林阿等	—	350
關山鎮	隆盛段	66	2,609.27	林元富	—	350
關山鎮	隆盛段	67	1,059.60	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	68	4,629.23	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	69	296.28	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	70	172.83	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	71	276.11	鍾國良	—	350
關山鎮	隆盛段	72	3,247.33	鍾國良	—	350
關山鎮	隆盛段	73	1,327.30	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	74	705.92	中華民國	台東縣政府	350
關山鎮	隆盛段	75	500.13	鍾國良	—	350
關山鎮	隆盛段	76	744.97	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	77	1,065.92	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	80	433.52	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	81	1,805.77	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	82	683.30	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	83	762.40	林元富	—	350
關山鎮	隆盛段	84	317.85	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	85	831.52	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	86	1,854.46	鍾國定	—	389
關山鎮	隆盛段	87	146.81	中華民國	財政部國有財產局	357
關山鎮	隆盛段	88	970.62	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	89	267.70	鍾國定	—	396

紅石溪主河道周邊土地清冊(17/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	隆盛段	90	574.75	鍾國定	—	591
關山鎮	隆盛段	91	2,838.98	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	92	87.76	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	93	866.46	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	94	1049.76	鍾國定	—	350
關山鎮	隆盛段	95	869.05	陳建廷	—	528
關山鎮	隆盛段	96	710.78	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	97	249.59	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	98	991.03	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	99	652.34	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	100	354.18	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	101	46.69	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	102	214.84	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	103	799.29	章林秋香	—	600
關山鎮	隆盛段	104	8,845.48	中華民國	財政部國有財產局	462
關山鎮	隆盛段	105	1,207.41	陳養成	—	350
關山鎮	隆盛段	106	879.42	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	107	341.92	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	108	142.19	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	109	316.92	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	110	194.93	陳宏宗	—	350
關山鎮	隆盛段	111	300.35	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	112	1,186.91	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	113	1,960.85	李鳳嬌	—	350
關山鎮	隆盛段	114	210.51	李鳳嬌	—	350
關山鎮	隆盛段	115	219.82	李鳳嬌	—	350
關山鎮	隆盛段	116	1,401.40	邱勝松	—	350
關山鎮	隆盛段	117	314.89	中華民國	財政部國有財產局	350
關山鎮	隆盛段	118	8,028.44	邱勝松	—	350

紅石溪主河道周邊土地清冊(18/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	隆盛段	123	2,735.88	陳民華	—	350
關山鎮	隆盛段	139	563.02	林碧雲	—	350
關山鎮	隆盛段	140	2,487.69	陳宏宗	—	350
關山鎮	隆盛段	142	4,572.50	陳宏宗	—	350
關山鎮	隆盛段	179	1,044.75	陳宏宗	—	545
關山鎮	隆盛段	180	1,012.69	張志榮	—	600
關山鎮	隆盛段	181	3,396.83	吳明珠	—	600
關山鎮	隆盛段	301	122,534.89	中華民國	台東縣關山鎮公所	270
關山鎮	隆盛段	310	3,750.30	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	350
關山鎮	隆盛段	312	5,749.50	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	350
關山鎮	隆盛段	314	7,137.40	中華民國	內政部營建署城鄉發展分署	350
關山鎮	隆盛段	596	393.48	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	597	79.77	林朗行	—	600
關山鎮	隆盛段	598	162.77	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	599	131.48	林朗行	—	600
關山鎮	隆盛段	600	146.96	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	601	248.10	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	602	29.74	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	603	375.79	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	604	113.39	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	605	291.10	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	606	282.91	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	607	3,380.38	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	608	170.04	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	609	458.67	鍾國定	—	600
關山鎮	隆盛段	610	133.86	章林秋香	—	600
關山鎮	隆盛段	611	1,100.82	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	612	224.20	林朗行	—	600
關山鎮	隆盛段	613	1,895.38	章林秋香	—	592

紅石溪主河道周邊土地清冊(19/19)

鄉鎮市	地段	地號	面積(m^2)	所有權人	管理者	公告現值(元/m^2)
關山鎮	隆盛段	614	205.91	中華民國	財政部國有財產局	600
關山鎮	隆盛段	615	7,919.81	中華民國	財政部國有財產局	430
關山鎮	隆盛段	616	853.15	中華民國	財政部國有財產局	538
關山鎮	隆盛段	617	1,789.26	中華民國	財政部國有財產局	320
關山鎮	隆盛段	625	2,698.04	中華民國	財政部國有財產局	600

附錄七 Horner 公式兩型計算表

Horner公式24小時雨型計算表

horner公式	I=a/(t+b)^c	總時間	1440	min	
		間距	60	個	
tc=	24	min			
a=	359.788	b=	-3.514	c=	0.3519

時間(min)	時間(hr)	I (mm/hr)	累積雨量 mm	單位間距雨量 mm	排序	百分比 (%)
24	0.40	124.32	49.73	49.73	7.28	1.09
48	0.80	94.63	75.71	25.98	7.37	1.10
72	1.20	81.30	97.56	21.86	7.46	1.12
96	1.60	73.14	117.03	19.47	7.56	1.13
120	2.00	67.44	134.88	17.85	7.66	1.15
144	2.40	63.14	151.53	16.65	7.77	1.16
168	2.80	59.73	167.24	15.71	7.89	1.18
192	3.20	56.93	182.19	14.95	8.01	1.20
216	3.60	54.58	196.50	14.31	8.14	1.22
240	4.00	52.57	210.26	13.76	8.28	1.24
264	4.40	50.81	223.56	13.29	8.43	1.26
288	4.80	49.26	236.43	12.88	8.59	1.28
312	5.20	47.87	248.94	12.51	8.76	1.31
336	5.60	46.63	261.11	12.17	8.95	1.34
360	6.00	45.50	272.98	11.87	9.15	1.37
384	6.40	44.47	284.58	11.60	9.37	1.40
408	6.80	43.52	295.93	11.35	9.61	1.44
432	7.20	42.65	307.04	11.12	9.88	1.48
456	7.60	41.83	317.95	10.90	10.18	1.52
480	8.00	41.08	328.65	10.70	10.52	1.57
504	8.40	40.38	339.16	10.52	10.90	1.63
528	8.80	39.72	349.51	10.34	11.35	1.70
552	9.20	39.10	359.68	10.18	11.87	1.78
576	9.60	38.51	369.71	10.02	12.51	1.87
600	10.00	37.96	379.59	9.88	13.29	1.99
624	10.40	37.44	389.33	9.74	14.31	2.14
648	10.80	36.94	398.94	9.61	15.71	2.35
672	11.20	36.47	408.43	9.49	17.85	2.67
696	11.60	36.02	417.80	9.37	21.86	3.27
720	12.00	35.59	427.05	9.26	49.73	7.44
744	12.40	35.18	436.20	9.15	25.98	3.88
768	12.80	34.78	445.24	9.05	19.47	2.91
792	13.20	34.41	454.19	8.95	16.65	2.49
816	13.60	34.05	463.04	8.85	14.95	2.24
840	14.00	33.70	471.80	8.76	13.76	2.06
864	14.40	33.37	480.48	8.67	12.88	1.93
888	14.80	33.05	489.07	8.59	12.17	1.82

912	15.20	32.74	497.57	8.51	11.60	1.73
936	15.60	32.44	506.00	8.43	11.12	1.66
960	16.00	32.15	514.36	8.35	10.70	1.60
984	16.40	31.87	522.64	8.28	10.34	1.55
1008	16.80	31.60	530.85	8.21	10.02	1.50
1032	17.20	31.34	538.99	8.14	9.74	1.46
1056	17.60	31.08	547.07	8.08	9.49	1.42
1080	18.00	30.84	555.08	8.01	9.26	1.38
1104	18.40	30.60	563.03	7.95	9.05	1.35
1128	18.80	30.37	570.92	7.89	8.85	1.32
1152	19.20	30.14	578.75	7.83	8.67	1.30
1176	19.60	29.92	586.52	7.77	8.51	1.27
1200	20.00	29.71	594.24	7.72	8.35	1.25
1224	20.40	29.51	601.90	7.66	8.21	1.23
1248	20.80	29.30	609.51	7.61	8.08	1.21
1272	21.20	29.11	617.07	7.56	7.95	1.19
1296	21.60	28.92	624.58	7.51	7.83	1.17
1320	22.00	28.73	632.04	7.46	7.72	1.15
1344	22.40	28.55	639.46	7.41	7.61	1.14
1368	22.80	28.37	646.82	7.37	7.51	1.12
1392	23.20	28.20	654.15	7.32	7.41	1.11
1416	23.60	28.03	661.42	7.28	7.32	1.09
1440	24.00	27.86	668.66	7.23	7.23	1.08
				668.66	668.66	100.00

Horner公式48小時雨型計算表

horner公式	I=a/(t+b)^c	總時間	2880	min
		間距	120	個
tc= 24	min			
a= 359.788	b= -3.514		c= 0.3519	

時間(min)	時間(hr)	I (mm/hr)	累積雨量 mm	單位間距雨量 mm	排序	百分比 (%)
24.00	0.40	124.32	49.73	49.73	5.68	0.54
48.00	0.80	94.63	75.71	25.98	5.71	0.55
72.00	1.20	81.30	97.56	21.86	5.75	0.55
96.00	1.60	73.14	117.03	19.47	5.78	0.55
120.00	2.00	67.44	134.88	17.85	5.82	0.56
144.00	2.40	63.14	151.53	16.65	5.86	0.56
168.00	2.80	59.73	167.24	15.71	5.90	0.56
192.00	3.20	56.93	182.19	14.95	5.93	0.57
216.00	3.60	54.58	196.50	14.31	5.98	0.57
240.00	4.00	52.57	210.26	13.76	6.02	0.57
264.00	4.40	50.81	223.56	13.29	6.06	0.58
288.00	4.80	49.26	236.43	12.88	6.10	0.58
312.00	5.20	47.87	248.94	12.51	6.15	0.59
336.00	5.60	46.63	261.11	12.17	6.19	0.59
360.00	6.00	45.50	272.98	11.87	6.24	0.60
384.00	6.40	44.47	284.58	11.60	6.29	0.60
408.00	6.80	43.52	295.93	11.35	6.34	0.61
432.00	7.20	42.65	307.04	11.12	6.40	0.61
456.00	7.60	41.83	317.95	10.90	6.45	0.62
480.00	8.00	41.08	328.65	10.70	6.51	0.62
504.00	8.40	40.38	339.16	10.52	6.56	0.63
528.00	8.80	39.72	349.51	10.34	6.62	0.63
552.00	9.20	39.10	359.68	10.18	6.68	0.64
576.00	9.60	38.51	369.71	10.02	6.75	0.64
600.00	10.00	37.96	379.59	9.88	6.82	0.65
624.00	10.40	37.44	389.33	9.74	6.88	0.66
648.00	10.80	36.94	398.94	9.61	6.96	0.66
672.00	11.20	36.47	408.43	9.49	7.03	0.67
696.00	11.60	36.02	417.80	9.37	7.11	0.68
720.00	12.00	35.59	427.05	9.26	7.19	0.69
744.00	12.40	35.18	436.20	9.15	7.28	0.69
768.00	12.80	34.78	445.24	9.05	7.37	0.70
792.00	13.20	34.41	454.19	8.95	7.46	0.71
816.00	13.60	34.05	463.04	8.85	7.56	0.72
840.00	14.00	33.70	471.80	8.76	7.66	0.73
864.00	14.40	33.37	480.48	8.67	7.77	0.74
888.00	14.80	33.05	489.07	8.59	7.89	0.75

912.00	15.20	32.74	497.57	8.51	8.01	0.76
936.00	15.60	32.44	506.00	8.43	8.14	0.78
960.00	16.00	32.15	514.36	8.35	8.28	0.79
984.00	16.40	31.87	522.64	8.28	8.43	0.80
1008.00	16.80	31.60	530.85	8.21	8.59	0.82
1032.00	17.20	31.34	538.99	8.14	8.76	0.84
1056.00	17.60	31.08	547.07	8.08	8.95	0.85
1080.00	18.00	30.84	555.08	8.01	9.15	0.87
1104.00	18.40	30.60	563.03	7.95	9.37	0.89
1128.00	18.80	30.37	570.92	7.89	9.61	0.92
1152.00	19.20	30.14	578.75	7.83	9.88	0.94
1176.00	19.60	29.92	586.52	7.77	10.18	0.97
1200.00	20.00	29.71	594.24	7.72	10.52	1.00
1224.00	20.40	29.51	601.90	7.66	10.90	1.04
1248.00	20.80	29.30	609.51	7.61	11.35	1.08
1272.00	21.20	29.11	617.07	7.56	11.87	1.13
1296.00	21.60	28.92	624.58	7.51	12.51	1.19
1320.00	22.00	28.73	632.04	7.46	13.29	1.27
1344.00	22.40	28.55	639.46	7.41	14.31	1.37
1368.00	22.80	28.37	646.82	7.37	15.71	1.50
1392.00	23.20	28.20	654.15	7.32	17.85	1.70
1416.00	23.60	28.03	661.42	7.28	21.86	2.09
1440.00	24.00	27.86	668.66	7.23	49.73	4.75
1464.00	24.40	27.70	675.85	7.19	25.98	2.48
1488.00	24.80	27.54	683.00	7.15	19.47	1.86
1512.00	25.20	27.39	690.11	7.11	16.65	1.59
1536.00	25.60	27.23	697.18	7.07	14.95	1.43
1560.00	26.00	27.09	704.21	7.03	13.76	1.31
1584.00	26.40	26.94	711.21	6.99	12.88	1.23
1608.00	26.80	26.80	718.16	6.96	12.17	1.16
1632.00	27.20	26.66	725.08	6.92	11.60	1.11
1656.00	27.60	26.52	731.97	6.88	11.12	1.06
1680.00	28.00	26.39	738.82	6.85	10.70	1.02
1704.00	28.40	26.25	745.64	6.82	10.34	0.99
1728.00	28.80	26.13	752.42	6.78	10.02	0.96
1752.00	29.20	26.00	759.17	6.75	9.74	0.93
1776.00	29.60	25.87	765.88	6.72	9.49	0.91
1800.00	30.00	25.75	772.57	6.68	9.26	0.88
1824.00	30.40	25.63	779.22	6.65	9.05	0.86
1848.00	30.80	25.51	785.84	6.62	8.85	0.85
1872.00	31.20	25.40	792.44	6.59	8.67	0.83
1896.00	31.60	25.28	799.00	6.56	8.51	0.81
1920.00	32.00	25.17	805.53	6.53	8.35	0.80
1944.00	32.40	25.06	812.04	6.51	8.21	0.78
1968.00	32.80	24.95	818.51	6.48	8.08	0.77
1992.00	33.20	24.85	824.96	6.45	7.95	0.76
2016.00	33.60	24.74	831.39	6.42	7.83	0.75
2040.00	34.00	24.64	837.78	6.40	7.72	0.74

2064.00	34.40	24.54	844.15	6.37	7.61	0.73
2088.00	34.80	24.44	850.49	6.34	7.51	0.72
2112.00	35.20	24.34	856.81	6.32	7.41	0.71
2136.00	35.60	24.24	863.10	6.29	7.32	0.70
2160.00	36.00	24.15	869.37	6.27	7.23	0.69
2184.00	36.40	24.06	875.61	6.24	7.15	0.68
2208.00	36.80	23.96	881.83	6.22	7.07	0.68
2232.00	37.20	23.87	888.02	6.19	6.99	0.67
2256.00	37.60	23.78	894.20	6.17	6.92	0.66
2280.00	38.00	23.69	900.34	6.15	6.85	0.65
2304.00	38.40	23.61	906.47	6.13	6.78	0.65
2328.00	38.80	23.52	912.57	6.10	6.72	0.64
2352.00	39.20	23.44	918.66	6.08	6.65	0.64
2376.00	39.60	23.35	924.71	6.06	6.59	0.63
2400.00	40.00	23.27	930.75	6.04	6.53	0.62
2424.00	40.40	23.19	936.77	6.02	6.48	0.62
2448.00	40.80	23.11	942.77	6.00	6.42	0.61
2472.00	41.20	23.03	948.74	5.98	6.37	0.61
2496.00	41.60	22.95	954.70	5.95	6.32	0.60
2520.00	42.00	22.87	960.63	5.93	6.27	0.60
2544.00	42.40	22.80	966.55	5.92	6.22	0.59
2568.00	42.80	22.72	972.44	5.90	6.17	0.59
2592.00	43.20	22.65	978.32	5.88	6.13	0.58
2616.00	43.60	22.57	984.17	5.86	6.08	0.58
2640.00	44.00	22.50	990.01	5.84	6.04	0.58
2664.00	44.40	22.43	995.83	5.82	6.00	0.57
2688.00	44.80	22.36	1001.63	5.80	5.95	0.57
2712.00	45.20	22.29	1007.42	5.78	5.92	0.56
2736.00	45.60	22.22	1013.18	5.76	5.88	0.56
2760.00	46.00	22.15	1018.93	5.75	5.84	0.56
2784.00	46.40	22.08	1024.66	5.73	5.80	0.55
2808.00	46.80	22.02	1030.37	5.71	5.76	0.55
2832.00	47.20	21.95	1036.06	5.70	5.73	0.55
2856.00	47.60	21.89	1041.74	5.68	5.70	0.54
2880.00	48.00	21.82	1047.40	5.66	5.66	0.54
				1047.40	1047.40	100.00

附録八 植物名録

植物名錄(1/9)

類別	英文科名	科	屬	中名	學名	屬性	生長習性	豐度
蕨類植物	Dennstaedtiaceae	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	熱帶鱗蓋蕨	*Microlepia speluncae* (L.) Moore	原生	草本	普遍
蕨類植物	Dennstaedtiaceae	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	粗毛鱗蓋蕨	*Microlepia strigosa* (Thunb.) Presl	原生	草本	普遍
蕨類植物	Equisetaceae	木賊科	木賊屬	木賊	*Equisetum ramosissimum* Desf.	原生	草本	普遍
蕨類植物	Oleandraceae	蓧蕨科	腎蕨屬	腎蕨	*Nephrolepis auriculata* (L.) Trimen	原生	草本	普遍
蕨類植物	Polypodiaceae	水龍骨科	石葦屬	抱樹石葦	*Pyrrosia adnascens* (Sw.) Ching	原生	草本	普遍
蕨類植物	Pteridaceae	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	鳳尾蕨	*Pteris multifida* Poir.	原生	草本	普遍
蕨類植物	Pteridaceae	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	鱗蓋鳳尾蕨	*Pteris vittata* L.	原生	草本	普遍
蕨類植物	Thelypteridaceae	金星蕨科	毛蕨屬	野毛蕨	*Cyclosorus dentatus* (Forssk.) Ching	原生	草本	普遍
蕨類植物	Thelypteridaceae	金星蕨科	毛蕨屬	密毛毛蕨	*Cyclosorus parasiticus* (L.) Farw.	原生	草本	普遍
裸子植物	Cupressaceae	柏科	肖楠屬	台灣肖楠	*Calocedrus macrolepis* Kurz var. *formosana* (Florin) Cheng & L.K. Fu.	特有	喬木	中等
裸子植物	Cycadaceae	蘇鐵科	蘇鐵屬	台東蘇鐵	*Cycas taitungensis* C. F. Shen, K. D. Hill, C. H. Tsou & C. J. Chen	特有	灌木	稀有
裸子植物	Podocarpaceae	羅漢松科	竹柏屬	竹柏	*Nageia nagi* (Thunb.) O. Ktze.	原生	喬木	中等
裸子植物	Podocarpaceae	羅漢松科	羅漢松屬	蘭嶼羅漢松	*Podocarpus costalis* Presl	原生	喬木	稀有
雙子葉植物	Amaranthaceae	莧科	青葙屬	青葙	*Celosia argentea* L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Anacardiaceae	漆樹科	芒果屬	芒果	*Mangifera indica* L.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Anacardiaceae	漆樹科	黃連木屬	黃連木	*Pistacia chinensis* Bunge	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Anacardiaceae	漆樹科	漆樹屬	羅氏鹽膚木	*Rhus javanica* L. var. *roxburghiana* (DC.) Rehd. & Willson	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Annonaceae	番荔枝科	番荔枝屬	番荔枝	*Annona squamosa* L.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Apocynaceae	夾竹桃科	黑板樹屬	黑板樹	*Alstonia scholaris* (L.) R. Brown	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Araliaceae	五加科	鵝掌柴屬	鵝掌藤	*Schefflera odorata* (Blanco) Merr. & Rolfe	原生	灌木	稀有
雙子葉植物	Asclepiadaceae	蘿摩科	尖尾鳳屬	尖尾鳳	*Asclepias curassavica* L.	歸化	灌木	普遍

植物名錄(2/9)

類別	英文科名	科	屬	中名	學名	屬性	生長習性	豐度
雙子葉植物	Bignoniaceae	紫葳科	炮仗花屬	炮仗花	*Pyrostegia venusta* (Ker) Miers	栽培	藤本	普遍
雙子葉植物	Bignoniaceae	紫葳科	火焰木屬	火焰木	*Spathodea campanulata* Beauv.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Boraginaceae	紫草科	破布子屬	破布子	*Cordia dichotoma* Forst. f.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Caricaceae	番木瓜科	番木瓜屬	木瓜	*Carica papaya* L.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Chenopodiaceae	藜科	藜屬	小葉藜	*Chenopodium serotinum* L.	原生	草本	中等
雙子葉植物	Combretaceae	使君子科	欖仁屬	欖仁	*Terminalia catappa* L.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Combretaceae	使君子科	欖仁屬	小葉欖仁樹	*Terminalia mantalyi* H. Perrier.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	藿香薊屬	藿香薊	*Ageratum conyzoides* L.	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	藿香薊屬	紫花藿香薊	*Ageratum houstonianum* Mill.	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	艾屬	茵陳蒿	*Artemisia capillaris* Thunb.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	紫菀屬	掃帚菊	*Aster subulatus* Michaux var. *subulatus*	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	鬼針屬	大花咸豐草	*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	假蓬屬	加拿大蓬	*Conyza canadensis* (L.) Cronq. var. *canadensis*	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	假蓬屬	野茼蒿	*Conyza sumatrensis* (Retz.) Walker	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	饑荒草屬	昭和草	*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	鱧腸屬	鱧腸	*Eclipta prostrata* (L.) L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	兔仔菜屬	刀傷草	*Ixeridium laevigatum* (Blume) J. H. Pak & Kawano	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	兔仔菜屬	兔仔菜	*Ixeris chinensis* (Thunb.) Nakai	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	蔓澤蘭屬	小花蔓澤蘭	*Mikania micrantha* H. B.	歸化	藤本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	銀膠菊屬	銀膠菊	*Parthenium hysterophorus* L.	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	闊苞菊屬	美洲闊苞菊	*Pluchea carolinensis* (Jacq.) G. Don	歸化	灌木	普遍

植物名錄(3/9)

類別	英文科名	科	屬	中名	學名	屬性	生長習性	豐度
雙子葉植物	Compositae	菊科	鬼苣屬	鵝仔草	*Pterocypsela indica* (L.) C. Shih	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	苦苣菜屬	苦苣菜	*Sonchus arvensis* L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	長柄菊屬	長柄菊	*Tridax procumbens* L.	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	蟛蜞菊屬	南美蟛蜞菊	*Wedelia trilobata* (L.) Hitchc.	栽培	草本	普遍
雙子葉植物	Compositae	菊科	黃鶴菜屬	黃鶴菜	*Youngia japonica* (L.) DC. subsp. *japonica*	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Convolvulaceae	旋花科	牽牛屬	野牽牛	*Ipomoea obscura* (L.) Ker-Gawl.	原生	藤本	普遍
雙子葉植物	Cucurbitaceae	葫蘆科	絲瓜屬	絲瓜	*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.	栽培	藤本	普遍
雙子葉植物	Ebenaceae	柿樹科	柿樹屬	毛柿	*Diospyros philippensis* (Desr.) Gurke	原生	喬木	稀有
雙子葉植物	Elaeagnaceae	胡頹子科	胡頹子屬	楦梧	*Elaeagnus oldhamii* Maxim	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	油桐屬	廣東油桐	*Aleurites montana* E. H. Wilson	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	重陽木屬	茄冬	*Bischofia javanica* Bl.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	山漆莖屬	紅仔珠	*Breynia officinalis* Hemsley var. *officinalis*	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	地錦草屬	飛揚草	*Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	地錦草屬	千根草	*Chamaesyce thymifolia* (L.) Millsp.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	血桐屬	血桐	*Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	野桐屬	野桐	*Mallotus japonicus* (Thunb.) Muell.-Arg.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	樹薯屬	樹薯	*Manihot esculenta* Crantz.	栽培	灌木	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	蓖麻屬	蓖麻	*Ricinus communis* L.	歸化	灌木	普遍
雙子葉植物	Euphorbiaceae	大戟科	烏臼屬	烏臼	*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.	歸化	喬木	普遍
雙子葉植物	Fagaceae	殼斗科	椆屬	青剛櫟	*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb. ex Murray) Oerst.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Haloragaceae	小二仙草科	聚藻屬	粉綠狐尾藻	*Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc.	歸化	草本	普遍

植物名錄(4/9)

類別	英文科名	科	屬	中名	學名	屬性	生長習性	豐度
雙子葉植物	Hamamelidaceae	金縷梅科	楓香屬	楓香	*Liquidambar formosana* Hance	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Labiatae	唇形科	香苦草屬	頭花香苦草	*Hyptis rhomboides* Mart. & Gal.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Lauraceae	樟科	樟屬	樟樹	*Cinnamomum camphora* (L.) Presl. var. *camphora*	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	相思樹屬	相思樹	*Acacia confusa* Merr.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	花生屬	落花生	*Arachis hypogea* L.	栽培	草本	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	羊蹄甲屬	豔紫荊	*Bauhinia* × *blakeana* Dunn.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	羊蹄甲屬	羊蹄甲	*Bauhinia purpurea* L.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	木豆屬	木豆	*Cajanus cajan* (L.) Millsp.	栽培	灌木	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	鳳凰木屬	鳳凰木	*Delonix regia* (Boj.) Raf.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	山螞蝗屬	蠅翼草	*Desmodium triflorum* (L.) DC.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	刺桐屬	雞冠刺桐	*Erythrina crista-galli* L.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	刺桐屬	刺桐	*Erythrina variegata* L.	原生	喬木	中等
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	銀合歡屬	銀合歡	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	歸化	灌木	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	賽芻豆屬	賽芻豆	*Macroptilium atropurpureus* (Dc.) Urban	歸化	藤本	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	含羞草屬	含羞草	*Mimosa pudica* L.	歸化	灌木	普遍
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	菜豆屬	綠豆	*Phaseolus radiatus* L. var. *typicus* Prain	歸化	藤本	中等
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	水黃皮屬	水黃皮	*Pongamia pinnata* (L.) Pierre	原生	喬木	中等
雙子葉植物	Leguminosae	豆科	田菁屬	田菁	*Sesbania cannabiana* (Retz.) Poir	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Lythraceae	千屈菜科	水莧菜屬	水莧菜	*Ammannia baccifera* L.	原生	草本	中等
雙子葉植物	Lythraceae	千屈菜科	克非亞草屬	克非亞草	*Cuphea cartagenesis* (Jacq.) Macbrids	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Lythraceae	千屈菜科	紫薇屬	九芎	*Lagerstroemia subcostata* Koehne	原生	喬木	普遍

植物名錄(5/9)

類別	英文科名	科	屬	中名	學名	屬性	生長習性	豐度
雙子葉植物	Malvaceae	錦葵科	木槿屬	木芙蓉	*Hibiscus mutabilis* L.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Malvaceae	錦葵科	木槿屬	朱槿	*Hibiscus rosa-sinensis* L.	栽培	灌木	普遍
雙子葉植物	Malvaceae	錦葵科	木槿屬	黃槿	*Hibiscus tiliaceus* L.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Malvaceae	錦葵科	金午時花屬	圓葉金午時花	*Sida cordifolia* L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Malvaceae	錦葵科	金午時花屬	金午時花	*Sida rhombifolia* L. subsp. *rhombifolia.*	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Malvaceae	錦葵科	野棉花屬	野棉花	*Urena lobata* L.	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Meliaceae	楝科	樹蘭屬	樹蘭	*Aglaia odorata* Lour.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Meliaceae	楝科	香椿屬	香椿	*Cedrela sinensis* Juss.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Meliaceae	楝科	楝屬	楝	*Melia azedarach* Linn.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Meliaceae	楝科	桃花心木屬	大葉桃花心木	*Swietenia macrophylla* King	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	波羅蜜屬	波羅蜜	*Artocarpus heterophyllus* Lam.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	波羅蜜屬	麵包樹	*Artocarpus incisus* (Thunb.) L. f.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	構樹屬	構樹	*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	榕屬	黃金榕	*Ficus microcarpa* 'Golden Leaves'	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	榕屬	榕樹	*Ficus microcarpa* L. f.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	榕屬	大冇榕	*Ficus septica* Burm. f.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	榕屬	雀榕	*Ficus superba* (Miq.) Miq. var. *japonica* Miq.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	榕屬	白肉榕	*Ficus virgata* Reinw. ex Bl.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	葎草屬	葎草	*Humulus scandens* (Lour.) Merr.	原生	藤本	普遍
雙子葉植物	Moraceae	桑科	桑屬	小桑樹	*Morus australis* Poir.	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Myrsinaceae	紫金牛科	紫金牛屬	樹杞	*Ardisia sieboldii* Miq.	原生	喬木	普遍

植物名錄(6/9)

類別	英文科名	科	屬	中名	學名	屬性	生長習性	豐度
雙子葉植物	Myrsinaceae	紫金牛科	紫金牛屬	春不老	*Ardisia squamulosa* Presl	栽培	灌木	普遍
雙子葉植物	Myrtaceae	桃金孃科	番石榴屬	番石榴	*Psidium guajava* L.	栽培	喬木	普遍
雙子葉植物	Nyctaginaceae	紫茉莉科	九重葛屬	九重葛	*Bougainvillea spectabilis* Willd.	栽培	灌木	普遍
雙子葉植物	Oleaceae	木犀科	梣屬	白雞油	*Fraxinus griffithii* C. B. Clarke	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Oxalidaceae	酢漿草科	酢漿草屬	酢漿草	*Oxalis corniculata* L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Passifloraceae	西番蓮科	西番蓮屬	毛西番蓮	*Passiflora foetida* L. var. *hispida* (DC. ex Triana & Planch.) Killip	歸化	藤本	普遍
雙子葉植物	Passifloraceae	西番蓮科	西番蓮屬	三角葉西番蓮	*Passiflora suberosa* L.	歸化	藤本	普遍
雙子葉植物	Plantaginaceae	車前科	車前草屬	車前草	*Plantago asiatica* L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Polygonaceae	蓼科	蓼屬	火炭母草	*Polygonum chinense* L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Polygonaceae	蓼科	蓼屬	早苗蓼	*Polygonum lapathifolium* L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Portulacaceae	馬齒莧科	馬齒莧屬	馬齒莧	*Portulaca oleracea* L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Rosaceae	薔薇科	火刺木屬	台灣火刺木	*Pyracantha koidzumii* (Hayata) Rehder	特有	灌木	中等
雙子葉植物	Rubiaceae	茜草科	黃梔屬	山黃梔	*Gardenia jasminoides* Ellis	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Rubiaceae	茜草科	仙丹花屬	仙丹花	*Ixora stricta* Roxb.	栽培	灌木	普遍
雙子葉植物	Rubiaceae	茜草科	仙丹花屬	矮仙丹花	*Ixora williamsii* Hort cv. "Sunkist"	栽培	灌木	普遍
雙子葉植物	Rubiaceae	茜草科	雞屎藤屬	雞屎藤	*Paederia foetida* L.	原生	藤本	普遍
雙子葉植物	Rutaceae	芸香科	月橘屬	月橘	*Murraya paniculata* (L.) Jack. var. *paniculata*	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Rutaceae	芸香科	花椒屬	食茱萸	*Zanthoxylum ailanthoides* Sieb. & Zucc.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Salicaceae	楊柳科	柳屬	水柳	*Salix warburgii* O. Seemen	特有	喬木	普遍
雙子葉植物	Sapindaceae	無患子科	倒地鈴屬	倒地鈴	*Cardiospermum halicacabum* L.	歸化	藤本	普遍
雙子葉植物	Sapindaceae	無患子科	龍眼屬	龍眼	*Euphoria longana* Lam.	栽培	喬木	普遍

植物名錄(7/9)

類別	英文科名	科	屬	中名	學名	屬性	生長習性	豐度
雙子葉植物	Sapindaceae	無患子科	欒樹屬	台灣欒樹	*Koelreuteria henryi* Dummer	特有	喬木	普遍
雙子葉植物	Sapotaceae	山欖科	膠木屬	大葉山欖	*Palaquium formosanum* Hayata	原生	喬木	中等
雙子葉植物	Solanaceae	茄科	茄屬	山煙草	*Solanum erianthum* D. Don	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Solanaceae	茄科	茄屬	龍葵	*Solanum nigrum* L.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Sterculiaceae	梧桐科	蘋婆屬	蘭嶼蘋婆	*Sterculia ceramica* R. Brown	原生	喬木	稀有
雙子葉植物	Tiliaceae	田麻科	垂桉草屬	垂桉草	*Triumfetta bartramia* L.	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Ulmaceae	榆科	山黃麻屬	山黃麻	*Trema orientalis* (L.) Bl.	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Ulmaceae	榆科	櫸屬	櫸	*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino	原生	喬木	普遍
雙子葉植物	Umbelliferae	繖形科	雷公根屬	雷公根	*Centella asiatica* (L.) Urban	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Urticaceae	蕁麻科	苧麻屬	密花苧麻	*Boehmeria densiflora* Hook. & Arn.	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Urticaceae	蕁麻科	冷水麻屬	小葉冷水麻	*Pilea microphylla* (L.) Liebm.	原生	草本	普遍
雙子葉植物	Urticaceae	蕁麻科	霧水葛屬	水雞油	*Pouzolzia elegans* Wedd.	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Verbenaceae	馬鞭草科	紫珠屬	杜虹花	*Callicarpa formosana* Rolfe	原生	灌木	普遍
雙子葉植物	Verbenaceae	馬鞭草科	馬櫻丹屬	馬櫻丹	*Lantana camara* L. var. *aculeata* (L.) Moldenke	歸化	灌木	普遍
雙子葉植物	Verbenaceae	馬鞭草科	木馬鞭屬	長穗木	*Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl.	歸化	草本	普遍
雙子葉植物	Vitaceae	葡萄科	山葡萄屬	漢氏山葡萄	*Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Traut. var. *hancei* (Planch.) Rehder	原生	藤本	普遍
雙子葉植物	Vitaceae	葡萄科	山葡萄屬	虎葛	*Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep.	原生	藤本	普遍
單子葉植物	Araceae	天南星科	姑婆芋屬	姑婆芋	*Alocasia odora* (Lodd.) Spach.	原生	草本	普遍
單子葉植物	Araceae	天南星科	大萍屬	大萍	*Pistia stratiotes* L.	歸化	草本	普遍
單子葉植物	Commelinaceae	鴨跖草科	鴨跖草屬	鴨跖草	*Commelina communis* L.	原生	草本	普遍
單子葉植物	Cyperaceae	莎草科	莎草屬	風車草	*Cyperus alternifolius* L. subsp. *flabelliformis* (Rottb.) Kük.	歸化	草本	普遍

植物名錄(8/9)

類別	英文科名	科	屬	中名	學名	屬性	生長習性	豐度
單子葉植物	Cyperaceae	莎草科	莎草屬	香附子	*Cyperus rotundus* L.	原生	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	地毯草屬	類地毯草	*Axonopus affinis* Chase	歸化	草本	稀有
單子葉植物	Gramineae	禾本科	蓬萊竹屬	綠竹	*Bambusa oldhamii* Munro	栽培	喬木	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	臂形草屬	巴拉草	*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf	歸化	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	虎尾草屬	孟仁草	*Chloris barbata* Sw.	歸化	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	狗牙根屬	狗牙根	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	原生	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	龍爪茅屬	龍爪茅	*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv.	原生	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	馬唐屬	升馬唐	*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler	原生	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	馬唐屬	馬唐	*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.	歸化	草本	中等
單子葉植物	Gramineae	禾本科	穆子屬	牛筋草	*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	原生	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	李氏禾屬	李氏禾	*Leersia hexandra* Sw.	歸化	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	稻屬	稻	*Oryza sativa* L.	栽培	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	稷屬	大黍	*Panicum maximum* Jacq.	歸化	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	狼尾草屬	象草	*Pennisetum purpureum* Schumach.	歸化	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	孟宗竹屬	桂竹	*Phyllostachys makinoi* Hayata	特有	喬木	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	紅毛草屬	紅毛草	*Rhynchelytrum repens* (Willd.) C. E. Hubb.	歸化	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	甘蔗屬	甜根子草	*Saccharum spontaneum* L.	原生	草本	普遍
單子葉植物	Gramineae	禾本科	狗尾草屬	莠狗尾草	*Setaria geniculata* P. Brauv.	歸化	草本	普遍
單子葉植物	Liliaceae	百合科	蔥屬	蔥	*Allium fistulosum* L.	栽培	草本	普遍
單子葉植物	Liliaceae	百合科	桔梗蘭屬	桔梗蘭	*Dianella ensifolia* (L.) DC.	原生	草本	普遍
單子葉植物	Liliaceae	百合科	萱草屬	萱草	*Hemerocallis fulva* (L.) L.	栽培	草本	普遍

植物名錄(9/9)

類別	英文科名	科	屬	中名	學名	屬性	生長習性	豐度
單子葉植物	Musaceae	芭蕉科	芭蕉屬	香蕉	*Musa sapientum* L.	栽培	喬木	普遍
單子葉植物	Palmae	棕櫚科	檳榔屬	檳榔	*Areca catechu* L.	栽培	喬木	普遍
單子葉植物	Palmae	棕櫚科	可可椰子屬	椰子	*Cocos nucifera* L.	栽培	喬木	普遍
單子葉植物	Palmae	棕櫚科	大王椰子屬	大王椰子	*Roystonea regia* (H. B. K.) O. F. Cook	栽培	喬木	普遍
單子葉植物	Pontederiaceae	雨久花科	布袋蓮屬	布袋蓮	*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms	歸化	草本	普遍
單子葉植物	Potamogetonaceae	眼子菜科	眼子菜屬	匙葉眼子菜	*Potamogeton malaianus* Miq.	原生	草本	中等
單子葉植物	Zingiberaceae	薑科	月桃屬	月桃	*Alpinia zerumbet* (Pers.) B. L. Burtt & R. M. Smith	原生	草本	普遍

附錄九 台東縣關山鎮紅石溪環境及工作照

台東縣關山鎮紅石溪環境及工作照(1/3)

紅石溪與無名溪匯流口環境照

民安橋環境照

關山鎮環保親水公園下游環境照

匯流口附近自行車道之植栽狀況

植物樣區優勢植物之一 ─ 狗牙根

植物樣區優勢植物之二 ─ 鴨跖草

植物樣區優勢植物之三 ─ 小花蔓澤蘭

植物樣區優勢植物之四 ─ 巴拉草

台東縣關山鎮紅石溪環境及工作照(2/3)

鳥類調查工作照	兩棲爬蟲類調查工作照
魚類調查工作照	魚類調查工作照
水生昆蟲採集工作照	水生昆蟲採集工作照
蝦籠佈設工作照	浮游生物採集工作照

台東縣關山鎮紅石溪環境及工作照(3/3)

紅尾伯勞	環頸雉
花嘴鴨	白腹秧雞
細紋南蛇	斯文豪氏攀蜥
菊池氏細鯽	革條田中鱂魚(台灣石鮒)

廉潔、效能、便民

經濟部水利署

台北辦公室

地址：台北市信義路三段41之3號9~12樓

總機：（02）3707-3000

傳真：（02）3707-3166

免費服務專線：0800-212239

台中辦公室

地址：台中市黎明路二段501號

總機：（04）2250-1250

傳真：（04）2250-1268

免費服務專線：０８００－３３３６６７