ARDSWC-113-172

建立臺灣南部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

成果報告書



農業部農村發展及水土保持署　編印

中華民國113年12月

建立臺灣南部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討　成果報告書　113年度

農業部農村發展及水土保持署

農業部農村發展及水土保持署

與您一起打拼

農業部農村發展及水土保持署
50444南投市中興新村光華路6號
https://www.swcb.gov.tw

ARDSWC-113-172

建立臺灣南部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

Developing Regionalization of Dimensionless Rainfall Intensity Formulas in Southern Taiwan and Preliminary Discussion on Volume of Sedimentation Facilities of the Slopelands

執 行 單 位 ：財團法人成大水利與海洋研究發展文教基金會

執 行 期 間 ：113 年 1 月 31 日至 113 年 12 月 10 日

計畫主持人：呂珍謀　博士

共同主持人：詹勳全　博士

郭振民　博士

農業部農村發展及水土保持署　編印

中華民國 113 年 12 月

（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本署施政參考）

建立臺灣南部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

摘要

近年來，臺灣地區極端強降雨事件頻繁，造成土地利用及管理方式改變甚鉅。本計畫旨在探討氣候變遷情況下，現行無因次降雨強度公式及沉砂設施設計規範之適用性。

本計畫蒐集臺灣南部地區 157 處測站(交通部中央氣象署 108 站、經濟部水利署 42 站、農業發展與水土保持署 7 站)之歷年最大降雨強度資料，進行暴雨頻率分析，經由國內常用六種機率分布在不同延時之誤差指標 SE 與 U，顯示皮爾遜第三型(PT3)表現最優，且符合水土保持技術規範第 16 條「重現期 25 年、降雨延時 60 分鐘之降雨強度」之採用基準。根據歷年至 2022 年之歷史雨量資料建立無因次降雨強度公式，分析比較短延時(10~90 分鐘)、長延時(90~1440 分鐘)與全延時(10~1440 分鐘)降雨強度公式，得出單站短延時及長延時降雨強度公式之成果，優於全延時降雨強度公式，惟全延時降雨強度公式應用上較為便利。

此外，本計畫以南部地區各測站推導參數為基礎，建立短、長、全延時三類區域化降雨強度公式，並結合農業部農村發展與水土保持署 111 年度「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」（67 站）及 112 年度「建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」（148 站）的測站資料，進一步建立跨區域（北、中、南部地區）之區域化降雨強度公式。比較結果顯示，跨區域公式與南部地區區域化公式之誤差程度無顯著差異。然而，區域化公式受限於年平均雨量進行推估，難以準確反映最大降雨強度的變化，並且整體精度不如單站公式。鑒於目前雨量站密度高

且數位資訊技術成熟，建議未來可考量以短、長延時單站公式為基礎，建立降雨強度空間查詢系統，提升實務應用效能。

山坡地沉砂設施方面，透過文獻回顧與各國沉砂設施設計規範蒐集，通用土壤流失公式系列仍為國際間土壤流失量土估算主流方式，惟參數之本土化與確保沉砂設施沉砂效率，是提升臺灣沉砂量體估算準確與降低土砂災害之重要方向。此外，彙整歷年中央公共工程水土保持計畫之 USLE 估算值，顯示半數之集水坡面估算值小於規範最小量體一半($15 m^3/ha/yr$)，且現行水土保持計畫沉砂設施受開發面積與地勢起伏，多為囚砂率低之設計形式，建議未來主管機關若考量工程精準設計與節能減碳調降規範最小量體，審監與設計單位應同時針對沉砂設施囚砂率進行把控，以有效發揮沉砂設施之效能。

關鍵詞：氣候變遷、水土保持技術規範、無因次降雨強度公式、土壤流失、沉砂設施

Developing Regionalization of Dimensionless Rainfall Intensity Formulas in Southern Taiwan and Preliminary Discussion on Volume of Sedimentation Facilities of the Slopelands

Abstract

In recent years, Taiwan has faced frequent extreme heavy rainfall events, significantly affecting land use and management. This project evaluates the applicability of the current dimensionless rainfall intensity formula and sedimentation facility design standards under climate change conditions.

Historical maximum rainfall intensity data from 157 stations in southern Taiwan (108 from the Central Weather Administration, 42 from the Water Resources Agency, and 7 from the Agency of Rural Development & Soil and Water Conservation) were analyzed using six probability distributions. The Pearson Type III (PT3) distribution performed best, aligning with Article 16 of the Soil and Water Conservation Technical Code, which specifies a 25-year return period and 60-minute rainfall duration.

Using historical data up to 2022, dimensionless rainfall intensity formulas were developed for short (10–90 minutes), long (90–1440 minutes), and full (10–1440 minutes) durations. Single-station short- and long-duration formulas outperformed the full-duration formula, though the latter is more convenient for practical use. Additionally, regionalized formulas for southern Taiwan were created and extended to cross-regional formulas (northern, western, and southern Taiwan) using data from related studies in 2022 and 2023. Results showed no significant error difference between cross-regional and southern Taiwan formulas. However, regionalized formulas, limited by average annual rainfall estimates, are less precise than single-

station formulas. With high rainfall station density and advanced digital tools, it is recommended to develop spatial query systems based on single-station formulas for enhanced practical applications.

For slopeland sedimentation facilities, a review of international standards highlighted the Universal Soil Loss Equation (USLE) as the mainstream soil loss estimation method. Localizing parameters and improving sedimentation efficiency are key to reducing sediment-related disasters. Historical USLE estimates from public soil conservation projects revealed that half of the catchment slopes had estimates below half the minimum volume standard (15 m^3/ha/yr). Current designs, influenced by development constraints and terrain, often have low sediment retention efficiency. Future regulations should consider lowering the minimum volume for more precise and sustainable designs, with a focus on improving sediment retention to maximize facility effectiveness.

Keywords：climate change, Technical Regulations for Soil and Water Conservation, dimensionless rainfall intensity formula, soil loss equation, sedimentation facilities

目次

摘要 ..... **I**

Abstract ..... **III**

目次 ..... **V**

表次 ..... **IX**

圖次 ..... **XIII**

第一章　前言 **1-1**

第一節　計畫需求 1-1

第二節　計畫項目及內容 1-1

第三節　工作成果要求 1-4

第四節　工作進度與配合事項 1-4

第五節　驗收方法及分段進度 1-6

第六節　預算經費 1-7

第二章　專案執行規劃與進度管控 **2-1**

第一節　工作流程 2-1

第二節　計畫進度控管 2-3

第三章　相關資料蒐集 **3-1**

第一節　相關文獻蒐集 3-1

第二節　歷史降雨資料蒐集 3-4

第三節　國內外土壤沖蝕及土砂運移物理模型之發展與概述 3-10

第四節　通用土壤流失公式之限制性與適用性文章回顧 3-17

第五節　國內外沉砂設施之量體估算與設計 3-18

第四章　降雨資料統計分析以及雨量站敏感度分析 **4-1**

第一節　資料頻率分析 4-1
第二節　各降雨測站提供之降雨資訊敏感度分析 4-24
第三節　分析降雨強度空間分布特性(測站高程及地理位置變異) 4-33
第四節　降雨強度時間轉折特性 4-39
第五節　小結 4-41
第五章　短延時降雨強度、長延時降雨強度及 無因次降雨強度推估 5-1
第一節　現行無因次降雨強度公式 5-1
第二節　降雨強度公式推導 5-2
第三節　分析不同延時降雨強度與水土保持技術規範無因次降雨強度之誤差 5-8
第四節　小結 5-27
第六章　建立計畫範圍區域化降雨強度公式 6-1
第一節　建立區域化無因次 IDF 公式 6-1
第二節　短延時 IDF 公式、長延時 IDF 公式與全延時 IDF 降雨強度區域化公式分析結果比較 6-3
第三節　小結 6-63
第七章　既有沉砂設施資料調查及 研究試區量測分析 7-1
第一節　泥砂觀測樣區篩選與介紹 7-4
第二節　泥砂量體量測方式及流程 7-34
第三節　沉砂量體估算成果 7-49
第八章　結論與建議 8-1
第一節　結論 8-1
第二節　建議 8-3
參考書目 參-1

附錄 附錄-1

附錄一　建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討之摘要報告 附錄-1

附錄二　建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討之摘要報告 附錄-15

附錄三　期初審查委員意見與回復 附錄-29

附錄四　期中審查委員意見與回復 附錄-35

附錄五　期末審查委員意見與回復 附錄-41

表次

表 2-1 預定工作進度期程表 2-4
表 2-2 工作進度檢核表與對照章節 2-5
表 4-1 延時 10 分鐘 SE 及 U 誤差指標值(部分測站案例) 4-9
表 4-2 各測站不同降雨延時之最佳統計分布結果 4-11
表 4-3 頻率分析基準年減少 3 年造成之影響(百分比) 4-15
表 4-4 頻率分析基準年減少 5 年造成之影響(百分比) 4-19
表 4-5 崎頂(01N860)站降雨強度頻率分析結果(mm/hr) 4-24
表 4-6 崎頂(01N860)站降雨強度($ItTIt25yr$)比值表 4-25
表 4-7 崎頂(01N860)站不同重現期距(T)下之平均變異係數 4-26
表 4-8 不同重現期(T)下各測站之平均變異係數 4-26
表 4-9 崎頂(01N860)站降雨強度($ItTI60minT$)比值表 4-29
表 4-10 崎頂(01N860)站不同降雨延時(t)下之平均變異係數 4-30
表 4-11 不同延時(t)下各測站之平均變異係數 4-30
表 5-1 崎頂(01N860)站降雨強度頻率分析結果(mm/hr) 5-3
表 5-2 崎頂(01N860)站降雨強度($ItTIt25yr$)比值表 5-5
表 5-3 崎頂(01N860)站降雨強度($ItTI60minT$)比值表 5-6
表 5-4 崎頂(01N860)站無因次降雨強度估算結果(mm/hr) 5-7
表 5-5 崎頂(01N860)站全延時誤差估算結果(mm/hr) 5-9
表 5-6 短延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(水利署測站) 5-10
表 5-7 短延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站) 5-11
表 5-8 短延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(農村水保署測站) 5-13
表 5-9 長延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(水利署測站) 5-15

表 5-10 長延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)5-16
表 5-11 長延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(農村水保署測站) 5-19
表 5-12 全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(水利署測站)5-20
表 5-13 全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)5-21
表 5-14 全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(農村水保署測站) 5-24
表 5-15 各測站現行規範與不同延時I_{60}^{10}降雨強度誤差百分比 5-27
表 5-16 各測站現行規範與不同延時I_{60}^{100}降雨強度誤差百分比... 5-30
表 5-17 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{10}降雨強度誤差百分比... 5-33
表 5-18 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{100}降雨強度誤差百分比... 5-36
表 6-1 無因次降雨強度區域化公式與相關性(許銘熙等人，1993)... 6-2
表 6-2 短延時降雨強度公式係數與年平均雨量 6-4
表 6-3 區域化短延時降雨強度公式與相關性 6-9
表 6-4 長延時降雨強度公式係數與年平均雨量 6-14
表 6-5 區域化長延時降雨強度公式與相關性 6-17
表 6-6 全延時降雨強度公式係數與年平均雨量 6-23
表 6-7 區域化全延時降雨強度公式與相關性 6-26
表 6-8 北部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量.. 6-34
表 6-9 北部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量.. 6-36
表 6-10 北部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量.. 6-38
表 6-11 中部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量.. 6-41
表 6-12 中部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量.. 6-46
表 6-13 中部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量.. 6-51
表 6-14 跨區域化短延時降雨強度公式與相關性 6-56

表 6-15 跨區域化長延時降雨強度公式與相關性 6-57
表 6-16 跨區域化全延時降雨強度公式與相關性 6-58
表 7-1 中央公共工程水土保持計畫篩選成果彙整表 7-4
表 7-2 中科七星園區水保工程概述 7-7
表 7-3 中科七星農場基本資料彙整表 7-9
表 7-4 銅鑼科學園區水土保持工程概述 7-12
表 7-5 銅鑼科學園區基本資料彙整表 7-16
表 7-6 福龍墓園水土保持工程概述 7-18
表 7-7 福龍墓園基本資料彙整表 7-20
表 7-8 精機二期基本資料彙整表 7-27
表 7-9 屏科大科農大樓水土保持設施配置介紹 7-29
表 7-10 屏科大科農大樓基本資料彙整表 7-30
表 7-11 老埤農場滯洪沉砂設施基本資料彙整表 7-33
表 7-12 沉砂設施建議研究樣區一覽表 7-33
表 7-13 無人機空拍檢核表 7-39
表 7-14 中海達 ZTS-121R 規格與特色 7-46
表 7-15 氣象署－后里雨量站 6 月至 7 月日雨量觀測紀錄 7-50
表 7-16 后里雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄. 7-51
表 7-17 后里雨量站 9 月至 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄 7-52
表 7-18 氣象署－銅鑼雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄 7-59
表 7-19 銅鑼雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄. 7-60
表 7-20 銅鑼雨量站 8 月至 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄 7-61

表 7- 21　氣象署－南屯雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄..... 7-67
表 7- 22　南屯雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄.
..... 7-68
表 7- 23　氣象署－南屯雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄..... 7-74
表 7- 24　南屯雨量站 6 月至 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄
..... 7-75
表 7- 25　氣象署－龍泉雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄..... 7-80
表 7- 26　龍泉雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄.
..... 7-81
表 7- 27　龍泉雨量站 8 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄..... 7-82
表 7- 28　龍泉雨量站 9 月及 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄
..... 7-83
表 7- 29　氣象署－龍泉雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄..... 7-89
表 7- 30　龍泉雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄.
..... 7-90
表 7- 31　龍泉雨量站 8 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄..... 7-91
表 7- 32　龍泉雨量站 9 月及 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄
..... 7-92
表 7- 33　研究樣區滯洪沉砂設施沖淤變化彙整表..... 7-96

圖次

圖 2- 1　規劃流程圖 2-2
圖 3- 1　RUSLE 軟體之各因子運作流程圖 3-29
圖 3- 2　澳洲沉砂池各深度示意圖 3-30
圖 3- 3　各配置之沉砂池水力效率參照圖 3-32
圖 3- 4　澳洲沉砂量體計算流程 3-33
圖 4-1　基準年減少 3 年時記錄年數與降雨強度變化百分比關係..... 4-23
圖 4-2　基準年減少 5 年時記錄年數與降雨強度變化百分比關係..... 4-23
圖 4-3　短延時平均歷年最大降雨強度與高程關係 4-34
圖 4-4　短延時平均歷年最大降雨強度與高程關係 4-35
圖 4-5　長延時平均歷年最大降雨強度與高程關係 4-36
圖 4-6　最大降雨強度分布 4-37
圖 4-7　北部、中部與南部地區最大降雨強度分布圖 4-38
圖 4-8　水利署各測站降雨強度時間轉折 4-39
圖 4-9　氣象署各測站降雨強度時間轉折 4-40
圖 5-1　崎頂(01N860)站I_t^T/I_t^{25}比值與重現期距 T 之回歸關係..... 5-5
圖 5-2　崎頂(01N860)站I_t^T/I_{60}^T比值與重現期距 T 之回歸關係..... 5-7
圖 5-3　水利署各測站短延時的平均整體誤差百分比 5-14
圖 5-4　氣象署各測站短延時的平均整體誤差百分比 5-14
圖 5-5　農村水保署各測站短延時的平均整體誤差百分比..... 5-14
圖 5-6　水利署各測站長延時的平均整體誤差百分比 5-19
圖 5-7　氣象署各測站長延時的平均整體誤差百分比 5-19

圖 5-8 農村水保署各測站長延時的平均整體誤差百分比..... 5-19
圖 5-9 水利署各測站全延時的平均整體誤差百分比..... 5-24
圖 5-10 氣象署各測站全延時的平均整體誤差百分比..... 5-24
圖 5-11 農村水保署各測站全延時的平均整體誤差百分比..... 5-24
圖 5-12 崎頂降雨延時 10~90mins 之降雨強度比較..... 5-25
圖 5-13 崎頂降雨延時 90~1440mins 之降雨強度比較..... 5-26
圖 5-14 各測站現行規範與不同延時I_{60}^{10}降雨強度誤差之比較 5-40
圖 5-15 各測站現行規範與不同延時I_{60}^{100}降雨強度誤差之比較... 5-40
圖 5-16 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{10}降雨強度誤差之比較... 5-41
圖 5-17 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{100}降雨強度誤差之比較... 5-41
圖 6-1 崎頂(01N860)短延時推估比較 6-10
圖 6-2 短延時驗證站之比較 6-11
圖 6-3 各測站短延時公式整體誤差 6-13
圖 6-4 崎頂(01N860)長延時推估比較 6-19
圖 6-5 長延時驗證站之比較 6-20
圖 6-6 各測站長延時公式整體誤差 6-22
圖 6-7 崎頂(01N860)全延時推估比較 6-28
圖 6-8 全延時驗證站之比較 6-29
圖 6-9 各測站全延時公式整體誤差 6-31
圖 6-10 北部、中部與南部地區測站分布 6-33
圖 6-11 短延時各公式誤差百分比之比較..... 6-60
圖 6-12 長延時各公式誤差百分比之比較..... 6-61
圖 6-13 全延時各公式誤差百分比之比較..... 6-62
圖 7- 1 臺灣水情分布 7-2
圖 7- 2 臺灣地質分布 7-3

圖 7- 3　中科七星園區環境水系圖 7-6
圖 7- 4　中科七星園區滯洪沉砂設施現況圖 7-8
圖 7- 5　銅鑼科學園區環境水系圖 7-11
圖 7- 6　銅鑼科學園區水土保持工程平面配置圖 7-13
圖 7- 7　銅鑼科學園區 C3-1 滯洪沉砂池現況圖 7-14
圖 7- 8　銅鑼科學園區 C3-1 滯洪沉砂壩設計圖說 7-15
圖 7- 9　福龍墓園環境水系圖 7-17
圖 7- 10　福龍墓園滯洪沉砂設施設計圖 7-19
圖 7- 11　福龍墓園滯洪沉砂設施現況圖 7-21
圖 7- 12　精機二期環境水系圖 7-23
圖 7- 13　精機二期滯洪沉砂設施設計圖說(1/2) 7-24
圖 7- 14　精機二期滯洪沉砂設施設計圖說(2/2) 7-25
圖 7- 15　精機二期滯洪沉砂設施現況 7-26
圖 7- 16　屏科大科農大樓水土保持設施配置圖 7-28
圖 7- 17　屏科大科農大樓滯洪沉砂設施現況 7-30
圖 7- 18　老埤農場二期-5 滯洪沉砂設施現況圖 7-31
圖 7- 19　老埤農場滯洪沉砂設施位置圖 7-32
圖 7- 20　泥砂量體測量流程圖 7-35
圖 7- 21　Trimble R8s 儀器使用示意圖 7-37
圖 7- 22　Autel EVO II Pro V3 7-41
圖 7- 23　正射影像鑲嵌成果展示圖 7-42
圖 7- 24　影像屬性編輯 7-42
圖 7- 25　地面控制點模組編輯 7-43
圖 7- 26　軟體自動化影像鑲嵌與 DSM 產製 7-43
圖 7- 27　數值地表模型(DSM)範例圖 7-44

圖 7- 28　低水位之沉砂設施水下地形量測示意圖 7-45
圖 7- 29　高水位之沉砂設施水下地形量測示意圖 7-45
圖 7- 30　中海達 ZTS-121R 全站儀 7-47
圖 7- 31　全站儀量測池底高程示意圖 7-47
圖 7- 32　112 年國家生技研究園區測量成果 7-48
圖 7- 33　中科七星園區 113/4/11 池底高程觀測成果 7-54
圖 7- 34　中科七星園區 113/7/14 池底高程觀測成果 7-55
圖 7- 35　中科七星園區 113/10/18 池底高程觀測成果 7-55
圖 7- 36　中科七星園區期中階段沉砂量體分析成果 7-57
圖 7- 37　中科七星園區期中階段沉砂量體分析成果 7-57
圖 7- 38　銅科園區 113/4/19 池底高程觀測成果 7-63
圖 7- 39　銅科園區 113/7/9 池底高程觀測成果 7-63
圖 7- 40　銅科園區 113/10/17 池底高程觀測成果 7-64
圖 7- 41　銅科園區期中階段沉砂量體分析 7-65
圖 7- 42　銅科園區期末階段沉砂量體分析 7-65
圖 7- 43　福龍墓園 113/4/23 池底高程測量結果 7-70
圖 7- 44　福龍墓園 113/8/7 池底高程測量結果 7-70
圖 7- 45　福龍墓園 113/10/22 池底高程測量結果 7-71
圖 7- 46　福龍墓園 113 年度沉砂量體變化分析成果 7-72
圖 7- 47　精科園區 112/4/28 池底高程觀測成果 7-77
圖 7- 48　精科園區 112/10/18 池底高程觀測成果 7-77
圖 7- 49　精科園區 113 年度沉砂量體變化分析成果 7-78
圖 7- 50　屏科大科農大樓滯洪沉砂設施 113/4/11 池底高程觀測成果 7-84
圖 7- 51　屏科大科農大樓滯洪沉砂設施 113/7/14 池底高程觀測成果 7-85

圖 7- 52　屏科大科農大樓滯洪沉砂設施 113/11/4 池底高程觀測成果 7-85
圖 7- 53　屏科大科農大樓沉砂設施期中階段沉砂量體分析成果. 7-86
圖 7- 54　屏科大科農大樓沉砂設施期末階段沉砂量體分析成果. 7-87
圖 7- 55　老埤農場滯洪沉砂設施 113/3/30 池底高程觀測成果..... 7-93
圖 7- 56　老埤農場滯洪沉砂設施 113/11/4 池底高程觀測成果..... 7-94
圖 7- 57　老埤農場沉砂設施期中階段沉砂量體分析成果..... 7-95

第一章　前言

第一節　計畫需求

依據水土保持法第 8 條規定，一般水土保持治理或經營、使用行為須依水土保持技術規範進行土地利用規劃調查、土壤流失量分析及沉砂設施設計以實施水土保持處理與維護。依水土保持技術規範第 16 條降雨強度之推估值不得小於無因次降雨強度公式之推估值，同規範第 91 條規定，山坡地開發利用，宜設計沉砂設施，以攔截或沉積土石，其永久性沉砂設施泥砂生產量估算，依同規範第 92 條規定，取通用土壤流失公式(USLE) 估算結果與完成水土保持處理與維護或未開挖整地部分，每公頃不得小於 30 立方公尺，兩者取最大值設計沉砂設施。然近年來氣候變遷對環境的影響加劇，極端強降雨事件現象頻繁，造成土地利用及管理方式改變甚鉅。爰此，由於近來氣候變遷下促使降雨特性產生明顯的變化，造成臺灣降雨型態與山坡地開發土地利用顯著改變，水文資訊分析係水土保持規劃設計之重要參據，基此，為促進土地合理利用，減免土砂災害，探討不同延時降雨強度及建立臺灣最新無因次降雨強度公式有其必要性；且將以近年來已完工水土保持計畫之永久沉砂設施作為研究試區，進行現地即時降雨事件監測及泥砂量測，據以探討現行規範合宜性。

第二節　計畫項目及內容

本計畫範圍無因次降雨強度為臺灣南部區域(曾文溪流域以南、旭海溪流域以西)，包括臺南市、高雄市、屏東縣等地區；另沉砂設施試區量測分析則包括臺北市、新北市、桃園市、新竹縣、新竹市、苗栗縣、基隆市、宜蘭縣、臺中市、南投縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、臺南市、高雄市、屏東縣等地區。

一、相關資料蒐集

(一) 相關文獻蒐集與彙整

本計畫將蒐集建立無因次降雨強度以及降雨資訊敏感度分析之國內外相關文獻，及計畫範圍內降雨水文資訊分布的情形，彙整作為後續分析修訂之參考依據。

(二) 歷史降雨資料蒐集(包括交通部中央氣象署(以下簡稱中央氣象署)、經濟部水利署(以下簡稱水利署)及農業部農村發展及水土保持署(以下簡稱農村水保署)雨量資料)蒐集計畫範圍內中央氣象署、水利署以及農村水保署雨量站資料，從1991 年至 2022 年之降雨資料，做為後續各項分析之參考依據。

(三) 蒐集國內外沉砂設施量體估算模式相關文獻、設計規範等資料，評估作為後續研究試區分析參據。

二、計畫範圍降雨資料統計分析以及雨量站敏感度分析

(一) 資料頻率分析

依據蒐集之降雨資料包含 13 個(10、20、30、40、60、90、120、180、240、360、720、1080 及 1440 分鐘等)延時降雨強度資料，依據國內常用統計分布至少 3 種常用極端事件機率分布進行重現期距 2 年、5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年之統計頻率比較及分析。

(二) 各降雨測站提供之降雨資訊敏感度分析

(三) 分析降雨強度空間分布特性(測站高程及地理位置變異)

(四) 降雨強度時間轉折特性

三、短延時降雨強度、長延時降雨強度以及無因次降雨強度推估

(一) 建立短延時降雨強度公式

(二) 建立長延時降雨強度公式

(三) 建立無因次降雨強度公式

(四) 分析比較建立後不同延時降雨強度公式之誤差與現行水土保持技術規範無因次降雨強度之差

四、建立計畫範圍區域化降雨強度公式

(一) 建立區域化無因次 IDF 公式

(二) 短延時 IDF 公式、長延時 IDF 公式與無因次 IDF 降雨強度公式分析結果比較

五、既有沉砂設施資料調查及研究試區量測分析(5 處)

(一) 選取既有已完工沉砂設施作為研究試區，建置監測系統，利用 UAV（無人飛行載具）協助量測沉砂池囚滯土砂量。

(二) 利用試驗樣區之實際土砂生產量比對現行水土保持技術規範第 92 條規定估算量體差異分析，探討現行規範量體適切性，並提出建議方案。

(三) 分析 101 年至 112 年中央公共工程已完工水土保持計畫，其永久性沉砂設施之泥砂生產量採用設計值與水土保持技術規範估算值之差異性。

可參據 110 年「臺灣地區山坡地沉砂設施量體初步探討及圖冊編制」委辦案成果、111 年「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」成果及 112 年「建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」成果延續辦理。

第三節　工作成果要求

一、本計畫工作所完成之程式與相關資料，著作權歸委託機關所有，其原始程式碼，亦需同時提供。

二、受託廠商於工作執行期間，須依雙方契約之規定提送各項報告(各項報告書格式請參考農村水保署委辦計畫報告書印製暨電子檔案製作範本製作)，並舉行簡報；另雙方得視實際需要，召開工作會報。

三、提送本計畫成果如后：

(一) 採書面驗收份數如下：

1. 成果報告書：5 份(含中英文摘要)。
2. 工作執行計畫書、成果報告文字檔及各期報告、簡報檔：採用 ODF(Open Document Format)相容文件格式或*.pdf 或其他可攜式文件格式，並儲存至可攜式電子儲存器 6 份。
3. 其他：如協助各期會議紀錄等事項。

(二) 成果報告、摘要報告及計畫成果(含圖資)電子檔應儲存至電子圖書管理中心，如單一檔案資料量大於 4GB，請連同詮釋資料繳送至農村水保署減災監測組。

第四節　工作進度與配合事項

本委託計畫自決標次日起至民國一百一十三年十二月十日完成，受託廠商應依擬妥之工作進度確實執行依限完成。

一、如受託廠商需政府其他行政單位機構之資料時，委託機關將協助並出具相關證明及函件。

二、其他經委託機關同意支援事項。

三、本案履約期間，廠商應視工作環境等狀況，自行評估是否需要保

險，其履約期間所發生之任何財產生命等意外事故，廠商應負一切之法律及賠償責任。

四、廠商應遵守行政院所頒訂之各項資訊安全規範及標準，並遵守農村水保署委外廠商個人資料與資通安全保護責任規定。此外機關保有對廠商執行稽核的權利。

五、委託關係終止或解除時，委外廠商應依農村水保署要求，進行返還、移交、刪除或銷毀履行契約而持有之機敏資料，並簽署「資料返還、銷毀、刪除切結書」。

六、廠商應指派本案主持人或協同計畫主持人協助辦理與本委託案有關之研討會、簡報、協調會、說明會、工作會議、審查會及其他有關會議、會勘，並協助提供相關技術諮詢、文章發表及會議紀錄與新聞稿資料撰寫(稿)事宜，並視需要協助辦理相關資料統計與分析及其他機關交辦事項等，以上機關均享有著作權。

七、負責期初、期中、期末審查及工作會議等誤餐費。

八、對農村水保署內及署外辦理之教育訓練課程及研討會等，一律於農村水保署 EIP「教育訓練平台」上開課、報名及上傳教材(簡報)及錄影檔，不得由廠商自建報名網頁，避免個資風險。

九、開放農村水保署外人員報名之教育訓練課程及研討會，如需農村水保署全球資訊網刊登首頁廣告加強宣傳者，請依下列規範提供圖檔： (一) 主視覺廣告區：1920x840、640x360 各一。 (二) 水保活動區：活動廣告圖片尺寸 710x440。 (三) 水保話題區：相關連結圖片尺寸 210x140、社群連結圖片尺寸 210x80。

十、本案不得使用中國大陸廠牌遙控無人機。

第五節　驗收方法及分段進度

一、期初簡報時需完成工作：

契約簽訂後 20 日內（不含例假日）提送工作執行計畫，內容包含工作方式、作業時程、工作進度規劃等項目。

二、期中簡報時需完成工作：

(一) 完成相關資料蒐集，包括蒐集建立無因次降雨強度以及降雨資訊敏感度分析之國內外相關文獻、蒐集計畫範圍內中央氣象署、水利署以及農村水保署雨量站資料及蒐集國內外沉砂設施量體估算模式相關文獻、設計規範等資料。

(二) 降雨資料統計分析以及雨量站敏感度分析，包括資料頻率分析(10、20、30、40、60、90、120、180、240、360、720、1080 及 1440 分鐘等)延時降雨強度資料，依據國內常用統計分布至少 3 種常用極端事件機率分布進行重現期距 2 年、5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年之統計頻率比較及分析。

(三) 選取 5 處既有已完工沉砂設施作為研究試區，建置監測系統，利用 UAV（無人飛行載具）協助量測沉砂池囚滯土砂量。

三、期末簡報時需完成所有工作。

四、期末報告至契約完成期間，如委託機關發現問題仍需協助修正。

五、採書面驗收份數如下：

(一) 成果報告書 5 份(含中英文摘要)。

(二) 可攜式電子儲存媒體 6 份。

六、成果報告、摘要報告及計畫成果(含圖資)電子檔應儲存至電子圖書管理中心，如單一檔案資料量大於 4GB，請連同詮釋資料繳送至農村水保署減災監測組。

第六節　預算經費

本計畫預算經費為新臺幣參佰萬元整。

第二章　專案執行規劃與進度管控

第一節　工作流程

根據水土保持法第 8 條規定，一般水土保持治理或經營、使用行為須依水土保持技術規範進行水土保持處理與維護。在水土保持技術規範第 16 條指出，降雨強度之推估值不得小於無因次降雨強度公式之推估值，另同規範第 92 條規定通用土壤流失公式(USLE)估算泥砂生產量結果與完成水土保持處理與維護或未開挖整地部分，每公頃不得小於 30 立方公尺，兩者取最大值設計沉砂設施，惟近年來氣候變遷對環境的影響加劇，極端強降雨事件現象頻繁，使降雨特性產生明顯的變化，進而造成水土保持技術規範第 16 條及第 92 條之合宜性存在疑慮。

為重新探討臺灣地區在氣候變遷影響下，無因次降雨強度公式及沉砂設施設計規範之適用性，本計畫將彙整國內外無因次降雨強度建立方式、降雨資訊敏感度分析方法，以及沉砂設施量體估算模式與設計規範等相關文獻，並透過計畫範圍內降雨水文資訊分佈情形及各雨量站完整雨量資料的蒐集，作為後續研究之參據。在降雨強度分析方面，首先將蒐集之雨量資料利用 6 種國內常用之極端事件機率分佈進行分析，透過誤差指標找出最佳統計分佈，以探討重現期距、降雨延時及空間變化下降雨強度之變異特性，再經降雨強度對延時作圖，瞭解降雨強度對時間之轉折特性，並以轉折點為界分別推估短延時及長延時之降雨強度公式，最後與新推估及現行規範之無因次降雨延時公式進行差異比較分析，以評估水土保持技術規範第 16 條有無修正之必要，另本計畫為建立南部地區區域化降雨強度公式，以年平均降雨量 P 為引數，據以發展區域化短延時、長延時及無因次 IDF 公式，以

供未來設計者參酌。

而在沉砂設施設計規範方面，則由歷年至 112 年中央公共工程已完工水土保持計畫彙整出沉砂設施設計泥砂生產量，並與水土保持技術規範估算值進行比較分析，以瞭解沉砂設施設計可能存在之問題，再從中挑選 5 處沉砂設施作為研究試區，當遭遇事件降雨量超過起動標準時，將於事件後以 UAV 量測沉砂池實際囚砂量，並與現行規範計算之泥砂生產量進行差異分析，探討現行規範之適切性以提出建議方案，完整計畫規劃流程圖如圖 2- 1 所示。

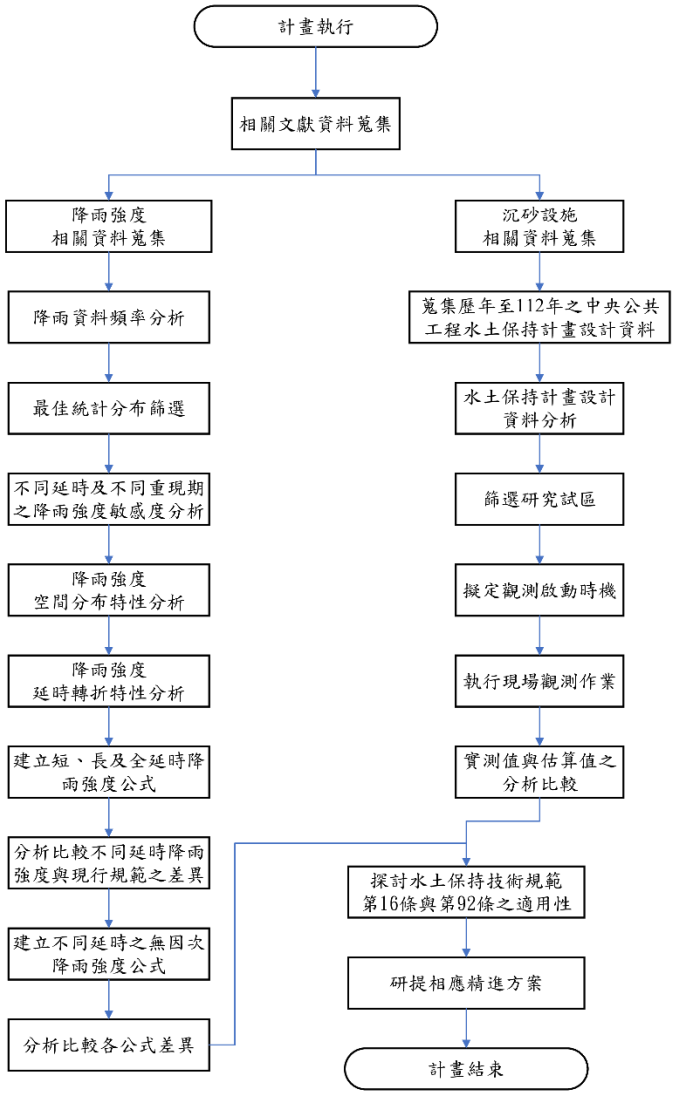


圖 2- 1　規劃流程圖

第二節　計畫進度控管

本計畫之工作期限，為民國一百一十三年十二月十日完成，本計畫據以訂定工作進度時程表 2-1，並依契約規定建立查核管制點，確實管控品質與進度，以圓滿達成本計畫內容。本計畫計畫工作項目包含：

一、相關資料蒐集；

二、降雨資料統計分析以及雨量站敏感度分析；

三、短延時降雨強度、長延時降雨強度以及無因次降雨強度推估；

四、建立計畫範圍區域化降雨強度公式；

五、既有沉砂設施資料調查及研究試區量測分析。

此外，本計畫契約規定應於契約簽訂日起 20 日內(不含例假日)提送工作執行計畫書（期初報告書），且於期初審查通過並於 113 年 8 月 15 日前提送期中報告書，最後於期中審查通過並於 113 年 11 月 15 日前提送期末報告書，並於履約期限內(113 年 12 月 10 日)提送計畫相關成果報告書及資料，各期報告書審查日期由機關擇定。

表 2-1　預定工作進度期程表

工作項目 \ 月份	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 完成相關資料蒐集											
2. 降雨資料統計分析以及雨量站敏感度分析											
3. 短延時降雨強度、長延時降雨強度以及無因次降雨強度推估											
4. 建立計畫範圍區域化降雨強度公式											
5. 沉砂設施資料調查及研究試區量測分析											
6. 報告書撰寫											
7. 報告審查											
預定進度累計百分比%	15	20	35	45	60	70	78	85	90	98	100

查核點	預定完成時間	查核內容
期初簡報	113/04	1.提出本計畫各項工作項目執行構想、作業流程及進度規劃。
期中簡報	113/08	1.完成降雨強度分析相關資料蒐集，以及國內外沉砂設施量體估算模式與設計規範等資料蒐集。 2.初步完成降雨資料統計分析以及雨量站敏感度分析。 3.選取 5 處既有已完工沉砂設施作為研究試區，建置監測系統，利用 UAV(無人飛行載具)協助量測沉砂池囚滯土砂量。
期末簡報	113/11	1.完成降雨資料統計分析以及雨量站敏感度分析。 2.完成短延時、長延時降雨強度以及無因次降雨強度推估。 3.完成建立計畫範圍區域化降雨強度公式。 4.提出針對現行沉砂量體估算方式之建議。 5.完成既有沉砂設施資料調查及研究試區量測分析。

本計畫於期中階段需完成：降雨強度與沉砂設施量體估算相關資料蒐集、初步完成降雨資料統計分析與敏感度分析作業及於至少 5 處沉砂設施建立監測系統並利用 UAV 進行沉砂池調查作業。本計畫據以匯整工作進度檢核表與對照章節如下表。

表 2-2　工作進度檢核表與對照章節

工作項目	工作進度	對照章節
降雨強度與沉砂設施量體估算相關資料蒐集	100%	第三章
完成降雨資料統計分析與敏感度分析作業	100%	第四章
完成降雨強度公式推估作業	100%	第五章、第六章
5 處沉砂設施建立監測系統並利用 UAV 進行沉砂池調查作業	100%	第七章

第三章　相關資料蒐集

第一節　相關文獻蒐集

本計畫蒐集建立無因次降雨強度以及降雨資訊敏感度分析之國內外相關文獻，及計畫範圍內降雨水文資訊分布的情形，彙整作為後續分析修訂之參考依據。

一、降雨強度公式

關於降雨強度-延時-頻率 IDF(Intensity-Duration-Frequency)關係建立，有描述點雨量之 Talbot、Sherman、Horner 等公式，其描述多在於不同重現期距下之 IDF 關係。國內郭朝雄等人(1987)以對數皮爾遜第三類分布作頻率分析，並依據分析結果以疊代推求 Horner 公式之 b 係數，提出在最小相對誤差下，臺灣各地區不同重現期距之 Horner 公式；王為銘等人(1996)分析中央氣象署臺北站 1938-1993 年間降雨資料，認為短延時(延時 120 分鐘以下)預測分析以步推法求得之 Horner 公式為最佳。在經驗公式發展後，開始將不同重現期距之雨量強度公式合併，以單一公式來表示 IDF 關係，其中 Bell(1969)與 Chen(1983)曾分別以R_1^{10}(重現期距 10 年、延時 1 小時之降雨量)及I_1^{10}(重現期距 10 年、延時 1 小時之降雨強度)為指標，推導無因次公式，阿根廷學者 Miguel(2004)在多年後亦提出 Bell 公式可同時應用在阿根廷不同氣候地區。Ferreri and Ferro(1990)則利用極端值一型分布進行頻率分析，再以 60 分鐘雨量為指標分析雨量-延時關係，得到無因次比值點繪於全對數紙上探討其直線斜率、截距與重現期距之關係。國內，游保杉與陳嘉榮(1992)首先就嘉南地區，以重現期距 20 年、延時 1 小時之降雨強度為指標建立單站無因次

雨量強度公式，並以年平均降雨量為空間引數發展區域雨量強度公式，許銘熙等人(1993)則依據游保杉與陳嘉榮(1992)之方法，推導臺灣地區之無因次降雨強度公式，根據中華水土保持學會(1997)說明，農村發展與水土保持署將許銘熙等人(1993)分析結果納入水土保持技術規範，並於 2004 年及 2005 年委託辦理「無因次降雨強度推估之相關研究」及「無因次降雨強度推估之後續研究」，進行無因次雨量強度公式更新分析工作。經濟部水利署於 2017 年辦理「臺灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式參數分析」，以經濟部水利署及中央氣象署之雨量測站為對象，並以「水文觀測技術及水文分析規範與作業綜合服務」計畫(2011)之分析方法為基礎，將各雨量測站歷年至民國 104 年各延時最大雨量資料，採用一般極端值分布(GEV)、極端值一型分布(EV1)、皮爾遜第三型分布(PT3)、對數皮爾遜第三型分布(LPT3)、二參數對數常態分布(LN2)及三參數對數常態分布(LN3)等六種常用於極端事件之機率分布進行頻率分析，建立其重現期為 2 年、5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年之降雨強度－延時 Horner 公式。

二、區域雨量強度推估

綜合均一區測站資料分析具有降低單站分析誤差及提供未量測區相關資訊之優點，此方法被廣泛運用於區域洪水分析(Tasker and Moss, 1979；Raudkivi, 1979；Kuczera, 1982；Hosking, 1985；Wiltshire, 1985；Gert et al., 1987)。Baghirathan and Shaw(1978)即於斯里蘭卡地區依降雨量及地理特性劃分五個水文區，以站年法組合區內測站資料，採用極端值一型分布發展各延時之區域雨量-頻率曲線。基於近年降雨強度之極端值比往年

大出許多，Durrans and Kirby(2004)考慮降雨紀錄年份問題，以鄰近單站權重平均方法計算區域化雨量推估；另有密西根運輸局(Michigan Dept. of Transportation)重新檢討密西根州內之降雨強度設計，三位學者 Christopher et al.(2005)即以線性動差法推估降雨頻率參數，並利用指標洪水概念進行區域分析；Yu. et al.(2004) 利用尺度理論藉由尺度指數及年一日最大降雨序列之平均值建立區域性關係，進而發展區域雨量強度公式；游保杉與陳嘉榮(1992)利用均一區內之測站組合資料，以延伸曲線描述各延時之區域無因次雨量-頻率曲線，透過參數在時間、空間之迴歸關係進一步導出區域雨量強度-延時-頻率關係。許銘熙等人(1993)則進一步提出全台區域畫無因次降雨強度公式，進而納入水土保持技術規範之中，並沿用至今。農業部農村水保署 112 年度辦理「建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」，利用臺灣中部地區(大安溪流域以南、曾文溪流域以北)148 處測站(交通部中央氣象署 97 站、經濟部水利署 42 站、農業發展與水土保持署 9 站)，以歷年至民國 111 年之最大降雨強度資料重新檢視水土保持技術規範第 16 條，建立 148 處測站的無因次降雨強度單站公式，並嘗試建立中部地區的區域化無因次降雨強度公式外，同時納入農業部農村水保署 111 年度「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」之北部地區測站(共計 67 站)參數資料，建立跨區域(北+中部地區)各延時之區域化降雨強度公式。其成果顯示：各測站以單站公式的表現最佳，區域化公式則因受限於以年平均雨量進行推估，無法呈現最大降雨強度之變化較單站公式成果差。而跨區域之區域化降雨強度公式相較於中部地區區域

化降雨強度公式，兩者其誤差程度並無明顯之差異。惟仍需進一步考量南、東部測站成果，以得出完整與合理之結論。

第二節　歷史降雨資料蒐集

本計畫將收集南部區域(曾文溪流域以南、旭海溪流域以西)，包括臺南市、高雄市、屏東縣等地區之中央氣象署之雨量、經濟部水利署與以及農業部農村發展與水土保持署(後續簡稱農村農村水保署)雨量站之歷年最大降雨強度資料，來進行暴雨頻率分析。**統計南部地區從設站起至 2023 年仍持續進行觀測之測站共有 157 站(氣象署測站資料共 108 站、農村農村水保署測站資料共 7 站、水利署測站資料共 42 站)，本計畫將收集所有測站分鐘雨量資料**，並根據資料特性進行挑選，蒐集之雨量資料年限以至 2023 年為原則。資料之採用原則茲列如下：

一、尊重資料原始特性：雨量資料序列為各延時歷年最大值，直接取自各單位實測所得，對於缺失紀錄不予推估補遺。

二、資料合理性檢核：年最大 24 小時雨量應大於或等於年最大一日暴雨，不合理之雨量資料將不採計使用。

三、資料完整性：部分測站原始資料檔可能會有缺損或不完整，例如氣象資料中記載為：-9991(儀器故障待修)、-9996(資料累計於後)、-9997(因不明原因或故障而無資料)、-9998(雨跡，降水量小於 0.5mm)、-9999(未觀測而無資料)…等無法使用的資料。考量年度資料完整之程度，若該年度資料完整度未達 90%，則此年度資料將會予以捨棄。

統計各測站觀測資料長度最少具備 10 年以上者，且經上述原則進行篩選，最終採用之測站總數共 153 站(氣象署測站資料共 108 站、農村水保署測站資料共 3 站、水利署測站資料共 42 站)，據以進行後

續分析。惟本計畫資料申請階段，水利署資料年限僅提供至 2022 年為止，故後續水利署各站分析年限為 2022 年。各雨量站站況如表 3-1~表 3-3 所示。

表 3-1　農村水保署雨量站站況

項次	站號	站名	高程(m)	縣市	TWD97 TM2(X 坐標)	TWD97 TM2(Y 坐標)	分雨量資料起迄年	採用與否
1	81O960	崁頭山	575	臺南市	199011.355	2574030.725	2015~2023	資料不足 10 年故不採用
2	88O950	羌黃坑	274	臺南市	202563.559	2552347.153	2012~2023	
3	81V820	建山國小	760	高雄市	217520.079	2555993.953	2015~2023	資料不足 10 年故不採用
4	88V560	集來	403	高雄市	208276.942	2547512.805	2012~2023	
5	81R640	佳義國小	75	屏東縣	212075.691	2505922.173	2015~2023	資料不足 10 年故不採用
6	81R650	丹路國小	119	屏東縣	224364.786	2456091.253	2015~2023	資料不足 10 年故不採用
7	88R460	來義	189	屏東縣	216689.352	2491826.472	2012~2023	
8	81O960	崁頭山	575	臺南市	199011.355	2574030.725	2015~2023	資料不足 10 年故不採用

表 3-2　氣象署雨量站站況

項次	站號	站名	高程(m)	縣市	TWD97 TM2(X 坐標)	TWD97 TM2(Y 坐標)	分雨量資料起迄年	年平均雨量(mm)
1	467410	臺南	40.8	臺南市	168473.471	2543755.471	2002~2023	1834
2	467420	永康	8.1	臺南市	171772.901	2548737.659	2002~2023	1915
3	467441	高雄	11.8	高雄市	179382.420	2514593.743	2002~2023	2066
4	467590	恆春	22.3	屏東縣	223809.693	2434010.292	2002~2023	2061
5	C0O810	曾文	161	臺南市	198553.254	2568698.362	1989~2002, 2005~2023	2751
6	C0O830	北寮	127	臺南市	198262.040	2553182.573	1989~2002, 2005~2023	2539
7	C0O840	王爺宮	134	臺南市	188679.922	2568999.689	1989~2002, 2005~2023	2062
8	C0O860	大內	38	臺南市	184533.784	2557587.213	1989~2002, 2005~2023	2030
9	C0O900	善化	9	臺南市	178015.104	2556956.385	1989~2002, 2005~2023	1728
10	C0O930	玉井	69	臺南市	194750.659	2558342.391	1989~2002, 2005~2023	2355
11	C0O950	安南	4	臺南市	162385.083	2553032.006	1992~2002, 2005~2023	1617
12	C0O960	崎頂	112	臺南市	185327.081	2539942.507	1992~2002, 2005~2023	2138
13	C0O970	虎頭埤	71	臺南市	183159.007	2546798.806	1992~2002, 2005~2023	2069
14	C0O980	新市	18	臺南市	178088.012	2551278.377	1992~2002, 2005~2023	1902
15	C0O990	媽廟	18	臺南市	177571.950	2543543.999	1992~2023	1933
16	C0X080	佳里	2	臺南市	162470.666	2563701.431	1993~2023	1411
17	C0X100	臺南市北區	10	臺南市	167400.028	2545661.807	2013~2023	1802
18	C0X110	臺南市南區	20	臺南市	166775.320	2540216.654	2013~2023	1819

表 3-2　氣象署雨量站站況

項次	站號	站名	高程(m)	縣市	TWD97 TM2(X 坐標)	TWD97 TM2(Y 坐標)	分雨量資料起迄年	年平均雨量(mm)
19	C0X120	麻豆	28	臺南市	173075.139	2564779.289	2013~2023	1648
20	C0X130	官田	27	臺南市	179919.210	2565841.885	2013~2023	1783
21	C0X140	西港	17	臺南市	168381.908	2558414.223	2013~2023	1709
22	C0X150	安定	18	臺南市	170898.301	2555853.561	2013~2023	1718
23	C0X160	仁德	26	臺南市	173885.883	2540965.304	2013~2023	1896
24	C0X170	關廟	50	臺南市	181071.368	2540343.768	2013~2023	2059
25	C0X180	山上	62	臺南市	184765.946	2552807.716	2013~2023	2134
26	C0X190	安平	10	臺南市	163083.514	2543781.342	2013~2023	1542
27	C0X200	左鎮	61	臺南市	189388.633	2550695.312	1989~2002, 2005~2023	2143
28	C1N001	沙崙	24	臺南市	179170.222	2537307.232	1992~2023	1851
29	C1O850	環湖	44	臺南市	190467.476	2560858.813	1989~2002, 2005~2023	2172
30	C1O870	大棟山	1249	臺南市	201138.515	2578865.480	1989~2002, 2005~2023	3001
31	C1O880	關山	223	臺南市	208442.542	2563542.022	1989~2002, 2005~2023	2788
32	C1O921	楠西	115	臺南市	197183.439	2564697.687	1989~2002, 2005~2023	2449
33	C1X040	東原	232	臺南市	195153.390	2576674.588	1993~2023	2229
34	C0V250	甲仙	298	高雄市	208174.670	2553211.956	1993~2002, 2005~2023	2935
35	C0V260	月眉	126	高雄市	202818.855	2541146.148	1992~2002, 2005~2023	2716
36	C0V310	美濃	46	高雄市	200670.178	2533151.145	1992~2023	2506
37	C0V350	溪埔	36	高雄市	193180.971	2515444.038	1992~2023	2165
38	C0V360	內門	94	高雄市	195330.038	2541669.469	1992~2023	2362
39	C0V370	古亭坑	74	高雄市	188643.302	2532579.064	1992~2023	2135
40	C0V400	阿公店	56	高雄市	183834.941	2522746.120	1992~2023	1936
41	C0V440	鳳山	27	高雄市	183820.818	2505305.238	1992~2023	2097
42	C0V450	鳳森	51	高雄市	187526.514	2494039.119	1992~2023	2037
43	C0V490	新興	20	高雄市	177921.653	2503197.131	2010~2023	1948
44	C0V530	阿蓮	34	高雄市	181000.204	2531507.079	2012~2023	2105
45	C0V610	梓官	22	高雄市	174745.728	2517960.250	2014~2023	1633
46	C0V620	永安	18	高雄市	171669.679	2524897.027	2014~2023	1636
47	C0V630	茄萣	19	高雄市	166146.922	2534173.553	2014~2023	1640
48	C0V640	湖內	35	高雄市	172486.131	2531980.228	2014~2023	1542
49	C0V650	彌陀	28	高雄市	172622.684	2520540.058	2014~2023	1678
50	C0V660	岡山	25	高雄市	177619.986	2521988.246	2014~2023	2027
51	C0V680	仁武	40	高雄市	182983.889	2511332.900	2014~2023	1916
52	C0V690	鼓山	30	高雄市	175534.232	2502752.103	2014~2023	1461
53	C0V700	三民	24	高雄市	179205.032	2505137.658	2014~2023	1960
54	C0V710	苓雅	34	高雄市	181198.209	2502659.161	2014~2023	1998

表 3-2　氣象署雨量站站況

項次	站號	站名	高程(m)	縣市	TWD97 TM2(X 坐標)	TWD97 TM2(Y 坐標)	分雨量資料起迄年	年平均雨量(mm)
55	C0V720	林園	15	高雄市	187705.174	2489896.995	2013~2023	1833
56	C0V730	大寮	33	高雄市	187872.496	2500737.077	2013~2023	2092
57	C0V740	旗山	60	高雄市	197018.811	2532040.426	2013~2023	1946
58	C0V750	路竹	50	高雄市	173997.064	2528417.787	2014~2023	1882
59	C0V760	橋頭	30	高雄市	178708.409	2517631.092	2014~2023	1918
60	C0V770	大社	26	高雄市	182885.113	2514566.832	2014~2023	1857
61	C0V790	萬山	410	高雄市	218004.187	2533897.114	2014~2023	2523
62	C0V800	六龜	256	高雄市	212438.739	2544097.509	2014~2023	3062
63	C1V160	達卡努瓦	1040	高雄市	219854.111	2575298.606	1992~2023	3068
64	C1V170	排雲	3690	高雄市	245315.710	2595623.273	1992~2023	2832
65	C1V190	南天池	2700	高雄市	240972.677	2574630.544	1992~2023	3730
66	C1V200	梅山	870	高雄市	231948.269	2574020.534	1992~2002, 2005~2023	2604
67	C1V220	小關山	1781	高雄市	230913.771	2561372.400	1992~2002, 2005~2023	3311
68	C1V231	高中	731	高雄市	220988.257	2559250.523	1992~2002, 2005~2023	2955
69	C1V300	御油山	1637	高雄市	220821.656	2544531.030	1992~2023	3934
70	C1V340	大津	190	高雄市	213679.268	2531960.421	1992~2023	3033
71	C1V390	尖山	60	高雄市	185100.820	2523732.083	1992~2023	2052
72	C1V570	吉東	82	高雄市	203347.670	2528210.293	2013~2023	2099
73	C1V580	溪南(特生中心)	1656	高雄市	228332.217	2553711.156	2013~2023	3512
74	C1V590	新發	741	高雄市	213735.993	2550638.788	2013~2023	2788
75	C1V600	藤枝	1561	高雄市	225102.695	2552276.623	2013~2023	3263
76	C1V780	多納林道	1050	高雄市	223109.348	2531905.045	2014~2023	3522
77	C0R100	尾寮山	1006	屏東縣	217554.923	2525837.942	1992~2023	3773
78	C0R130	阿禮	1040	屏東縣	223674.285	2515837.799	1992~2023	2670
79	C0R140	瑪家	740	屏東縣	217801.990	2509204.698	1992~2023	3565
80	C0R150	三地門	105	屏東縣	213011.257	2512203.738	1992~2023	2856
81	C0R160	鹽埔	45	屏東縣	201806.814	2515520.371	1992~2023	2421
82	C0R170	屏東	26	屏東縣	198006.803	2506752.958	1992~2023	2203
83	C0R190	赤山	32	屏東縣	210343.678	2499193.396	1992~2023	2809
84	C0R220	潮州	23	屏東縣	202683.795	2492795.852	1992~2023	2173
85	C0R240	來義	87	屏東縣	211436.565	2491990.220	1997~2023	3027
86	C0R260	春日	76	屏東縣	211722.176	2474611.355	1997~2023	2301
87	C0R270	琉球嶼	51	屏東縣	184303.224	2470482.573	1997~2023	1588
88	C0R280	檳榔	242	屏東縣	233155.915	2441989.449	1997~2023	2963
89	C0R320	車城	7	屏東縣	220717.206	2441821.894	1997~2023	1854
90	C0R341	牡丹	230	屏東縣	228609.139	2447969.276	1997~2023	2694
91	C0R350	貓鼻頭	35	屏東縣	222705.862	2424919.513	1997~2023	1810

表 3-2　氣象署雨量站站況

項次	站號	站名	高程(m)	縣市	TWD97 TM2(X 坐標)	TWD97 TM2(Y 坐標)	分雨量資料起迄年	年平均雨量(mm)
92	C0R440	大漢山	1654	屏東縣	224588.476	2478449.579	2012~2023	3564
93	C0R470	高樹	103	屏東縣	209024.718	2525115.475	2013~2023	2592
94	C0R480	長治	57	屏東縣	203005.195	2510372.213	2013~2023	2383
95	C0R490	九如	49	屏東縣	197670.197	2515638.340	2013~2023	2193
96	C0R520	崁頂	18	屏東縣	199271.886	2490640.730	2013~2023	1844
97	C0R540	佳冬	17	屏東縣	203921.308	2480073.640	2013~2023	1826
98	C0R550	新埤	38	屏東縣	207076.101	2485423.806	2013~2023	2155
99	C0R560	新園	22	屏東縣	194622.916	2493823.669	2013~2023	2206
100	C0R570	麟洛	37	屏東縣	201408.024	2505693.245	2013~2023	1963
101	C0R580	南州	10	屏東縣	198829.170	2487442.092	2013~2023	1771
102	C0R590	里港	72	屏東縣	198105.933	2519922.251	2013~2023	1814
103	C0R600	舊泰武	766	屏東縣	215544.674	2498723.184	2013~2023	3171
104	C1R110	口社	110	屏東縣	213569.435	2518870.863	1992~2023	2965
105	C1R120	上德文	820	屏東縣	219649.002	2518100.219	1992~2023	3587
106	C1R250	力里	92	屏東縣	211832.896	2481006.228	1997~2023	2589
107	C1R290	石門山	260	屏東縣	224888.032	2446045.462	1998~2023	2136
108	C1R610	西大武山	1828	屏東縣	222470.437	2501975.683	2014~2023	5077

表 3-3　經濟部水利署雨量站站況

項次	站號	站名	高程(m)	縣市	TWD97 TM2(X 坐標)	TWD97 TM2(Y 坐標)	分雨量資料起迄年	年平均雨量(mm)	流域
1	01N850	南化(2)	114	臺南市	196641.67	2549310.58	1972~2022	2549	曾文溪
2	01N860	崎頂	100	臺南市	184294.75	2540603.13	1973~2022	1969	鹽水溪
3	01O070	關子嶺(2)	350	臺南市	199581.46	2581011.89	1958~2022	2925	急水溪
4	01O080	六溪	86	臺南市	194693.74	2578610.85	1959~2022	2301	急水溪
5	01O190	東原	80	臺南市	193304.46	2573777.26	1973~2022	2153	急水溪
6	01O200	北寮	360	臺南市	198481.23	2576529.51	1977~2022	2819	急水溪
7	01O710	虎頭埤	34	臺南市	182062.67	2547281.96	1980~2022	1923	鹽水溪
8	01O750	王爺宮	130	臺南市	188636.33	2569015.81	1984~2022	1935	曾文溪
9	01O760	關山	240	臺南市	208550.14	2563537.23	1984~2022	2969	曾文溪
10	O1N1A	大竹坑	212	臺南市	206677.82	2560042.41	2010~2022	2800	曾文溪
11	01P190	木柵	78	高雄市	195348.84	2541688.92	1959~2022	2414	二仁溪
12	01P280	古亭坑	80	高雄市	188906.43	2532534.84	1980~2022	2062	二仁溪
13	01P390	金山	90	高雄市	188215.21	2523577.7	1980~2022	2062	阿公店溪
14	01P500	阿蓮(2)	21	高雄市	180961.94	2530747.27	1961~2022	1881	阿公店溪
15	01P660	甲仙(2)	355	高雄市	207803.6	2553571.94	1955~2022	2829	高屏溪
16	01P770	美濃(2)	61.13	高雄市	202963.01	2532714.54	1958~2022	2801	高屏溪

表 3-3　經濟部水利署雨量站站況

項次	站號	站名	高程 (m)	縣市	TWD97 TM2(X 坐標)	TWD97 TM2(Y 坐標)	分雨量資料起迄年	年平均雨量 (mm)	流域
17	01V040	六龜(4)	265	高雄市	212522	2543974	1982~2022	3304	高屏溪
18	01V060	梅山(2)	850	高雄市	232080.85	2573699.81	1980~2022	2616	高屏溪
19	01V070	天池	2230	高雄市	241498.74	2575023.9	1978~2022	3427	高屏溪
20	O1P47	旗山(4)	64	高雄市	196827.93	2531180.17	1961~2022	2335	高屏溪
21	O1V51	寶山	1067	高雄市	220164.25	2548368.9	2010~2022	3494	高屏溪
22	O1V52	民權	587	高雄市	218966	2570932	2012~2022	2800	高屏溪
23	O1V54	高中(2)	565.85	高雄市	219597	2556563	2011~2022	2768	高屏溪
24	O1V55	多納(1)	454.3	高雄市	220871	2534372	2011~2022	2885	高屏溪
25	O1V81	溝坪	65	高雄市	199676.08	2543337.44	2013~2022	2520	高屏溪
26	O1V82	圓富國中	97	高雄市	198681	2536506	2013~2022	2440	高屏溪
27	00Q070	屏東(5)	25	屏東縣	195156.92	2506166.62	1951~2022	2168	高屏溪
28	01Q350	新來義	250	屏東縣	216925	2491944	1972~2022	3600	林邊溪
29	01Q360	南和	140	屏東縣	212776.5	2481718.68	1965~2022	2513	林邊溪
30	01Q610	古夏	144	屏東縣	213563	2518497	1980~2022	3043	高屏溪
31	01Q860	牡丹	320	屏東縣	233159.83	2453008.42	2002~2022	3146	四重溪
32	01Q870	石門	95	屏東縣	226728	2447568	1980~2022	2527	四重溪
33	01Q930	三地門	150	屏東縣	213966.44	2512033.42	1967~2022	3020	高屏溪
34	01Q920	新瑪家	750	屏東縣	217813.93	2508374.24	1975~2022	4193	高屏溪
35	O1I36	楠溪	2600	嘉義縣	239766.5	2596856	2009~2022	3041	高屏溪
36	01R000	壽卡	420	屏東縣	233062.64	2460710.17	1980~2022	3421	楓港溪
37	01R030	大漢山	1080	屏東縣	217389	2480019	1982~2022	3356	率芒溪
38	01R040	士文	410	屏東縣	215356.92	2474378.38	1982~2022	2758	率芒溪
39	01R440	泗林	28.68	屏東縣	205730.58	2494037.72	2000~2022	2576	東港溪
40	O1R45	新豐(1)	114	屏東縣	210711.61	2528329.25	2012~2022	2852	高屏溪
41	O1R62	新庄國小	9.58	屏東縣	196555.84	2495986	2013~2022	2405	高屏溪
42	O1S69	神山	725	屏東縣	222107	2516515	2013~2022	3073	高屏溪

註：2004 年以前之雨量資料以水利署水文技術組提供之降雨強度檔進行分析

第三節　國內外土壤沖蝕及土砂運移物理模型之發展與概述

沉砂池之泥砂源自於土壤沖蝕，而土壤沖蝕量之估算及預測主要分為：經驗公式以及以力學為基礎之沖蝕過程模型。由於土壤沖蝕之物理機制複雜，早期土壤沖蝕量的估算多以其影響因子進行分析，建立經驗關係而得，其中通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation, USLE)由 Wischmeier and Smith (1965)，自 1950 年代中期開始收集美國 21 州 36 個地區 6500 個暴雨資料、8250 個年土壤沖蝕資料和 2500 個降雨沖刷模擬數據，經迴歸試驗分析得到土壤流失公式，為目前最具代表性之土壤沖蝕經驗公式；爾後，Williams and Bernbt (1977)提出修正版通用土壤流失公式(Modified Universal Soil Loss Equation, MUSLE)，配合降雨逕流模式而不需估算泥砂遞移因子，且可用於單場暴雨事件泥砂產量之估算；Renard et al. (1991)首先提出通用土壤流失公式(Revised Universal Soil Loss Equation, RUSLE) 之改進，其保留 USLE 的基本形式，但將每個因子之估算方式進行改進，而第二版本的 RUSLE2 於 2003 年開始應用，並將影響因子之時間單位改成以天為估算長度；陳樹群等人(1998)考量台灣地文環境與氣候型態與大陸型地區之差異，提出台灣本土化之土壤沖蝕指標模型(SEIM)，陳樹群等人(2009b)進一步提出台灣通用土壤流失公式(TUSLE)，並應用於石門水庫集水區和台灣西南部泥岩地區(陳樹群等人，2009a)；近來由氣候變遷下對環境的影響加劇，造成臺灣降雨型態與山坡地開發土壤性質顯著改變，而降雨特性及土壤特性更是影響土壤沖蝕潛勢分佈的變化之重要參據，水土保持局(2019)重新調查與修訂台灣土壤沖蝕指數(K)與降雨沖蝕指數(R)分布並建置查詢分析系統。

另外，以沖蝕過程為基礎，所發展之力學模型自 1970 年代起陸

續出現，包括：CSU 模型(1975)、ARM 模型(1976)、ANSWERS 模型(1977)、CREAMS 模型(1980)、WEPP 模型(1989)、KINEROS 模型(1990)和 LISEM 模型(1996)等。其中又以 WEPP 模型最具代表性(Liu et al.，2004)，在全球沖蝕相關研究中，已發展出數個物理基礎之土壤沖蝕水力模型，用以預測集水區土壤沖蝕及泥砂生產量；然而在實際應用案例中，並不存在「百分之百」的物理模型，在已發表之物理基礎模型中，用來描述單一沖蝕過程之數學方程式，大多建立於特定之假設條件下，並採用經驗或概念性之數學關係式，然而與經驗或概念性模型相比，以物理為基礎之物理模型仍可提供集水區內較精確之沖蝕量推估，可用於推估集水區內敏感區位之沖蝕量，尤其在有限的時間及資本情況中，無法同時推估整個集水區之土壤沖蝕及土砂運移時，實施沖蝕控制措施；在此情況下，物理模型不僅可用於優先處理區域之土砂產量評估，更有助於達成對優先子集水區之低成本、高效率的最佳管理措施(BMPs) (Pande et al.，2016)，因此利用物理模型預測人為及自然境變遷對土砂動態之影響，乃評估土壤沖蝕及土砂運移之有力工具，然而受限於基本資料取得不易及使用者需具備專業知識，導致利用物理模型評估土地利用管理及氣候變遷等情境所產生之土砂動態影響之普及率不高(de Vente et al.，2013)。Pandey et al.(2016)曾對 50 個以物理過程為基礎之土壤沖和產砂模型(含概念性模型、半經驗模型)進行分析比較，從空間及時間尺度、輸入和輸出變數、控制方程式、優劣點、未來發展潛力及模型效能等方面進行模型整體表現評析，依文獻研究資料，將經過實際案例應用驗證之土壤沖蝕及土砂運移物理模型，包括：WEPP、GUEST、EUROSEM、ANSW-ERS、LISEM、SWAT、MMF、AGNPS 和 AnnAGNPS，以及 SHETRAN，分別說明如下：

一、WEPP

水蝕推估模型(Water Erosion Prediction Project, WEPP)由Lane and Nearing 於 1989 年提出，為美國農業部所發展的土壤沖蝕算估模型，其理論基礎相關計算公式皆已植入模型核心，當輸入參數值即導入模型程式進行運算，模擬單場暴雨或是連續暴雨所產生的土壤沖蝕量。

WEPP 模型將坡面沖蝕分為紋溝沖蝕和紋溝間土壤沖蝕兩部分，當水流剪力超過閾值且水流含砂量不超過泥砂輸移能力時，細溝沖蝕發生；紋溝間土壤沖蝕概念化為輸入細溝的泥砂量，由雨滴狀即與飛濺及坡面水流對土壤造成分離與搬運過程。WEPP 模型之泥砂輸移量與降雨強度及紋溝間逕流量呈比例關係，土壤沖蝕、輸移和淤積過程的模擬基於泥砂連續性方程的靜態解(林俐玲與林文英，2008；穆興民等，2016)。

WEPP 模型主要有六個分別具有獨立資料庫及運算功能之模組，包括：氣候運算(Climate Generation)、水文(Hydrology)、植物生長(Plant Growth)、土壤(Soils)、灌溉(Irrigation)、沖蝕(Erosion)，輸出結果為時間積分（Timeintegrated）所推得的沖蝕量，而運算出來的現地沖蝕作用可呈現三種結果：(1)坡面年平均土壤流失量比淨土壤流失量，此估算方式與 USLE 類似，其結果代表土壤生產力之流失程度；(2)坡面的年平均堆積量比淨堆積量，USLE 無堆積量估算功能；(3)提供坡面上一百個點每分鐘的土壤流失量(林俐玲與林文英，2008)。WEPP 之後續研發及應用中，Cochrane and Flanagan (1999)發展針對小型流域之 WEPP 集水區版本和 Arc-GIS 操作之介面；Renschler (2003)發展具 WEPP 執行自動化功能 GeoWEPP，且已應用於全球不同地

理區之沖蝕評估分析。Savabi et al. (2011)研發 WEPP-Water Quality (WEPP-WQ)模型，用以進行營養鹽和殺蟲劑模擬；WEPPCAT 精進 WEPP 之坡地版本，以評估氣候變遷對河川載砂造成之可能衝擊(Bayley et al., 2010)；WEPP 亦提供不同模組，適用於不同情況之沖蝕評估，如 WEPP-Road 應用於道路舖設與管理之道路舖設與管理之道路沖蝕和土砂運移模擬；Disturbed-WEPP 應用於山坡受森林擾動後之土壤沖蝕預測；Rock: Clime 產生 WEPP 及其他應用所需之氣候資料(Elliot, 2004)。

以往研究指出 WEPP 對小尺度(坡面)土壤分離與沉降之時、空間分布預測較大尺度區域(集水區)來得準確。然而 WEPP 需要非常龐大的輸入參數資料，且多數參數需由現地調查獲得。

二、GUEST

GUEST(Griffith University Erosion System Template)是一個穩態模型，考慮降雨和逕流有關的沖蝕及堆積同時之作用，利用 Hairsine-Rose(HR) equations 進行估算。而 Hairsine-Rose theory 將土讓沖蝕過程分為：降雨分散(rainfall detachment)、降雨再分散(rainfall re-detachment)、逕流運輸(flow entrainment)、逕流重新運輸(flow entrain-ment)及土砂沉澱(sediment depostion)等五個環節進行沖蝕估算(Mahmoodabadi et al., 2014)。

三、EUROSEM

EUROSEM (European Soil Erosion Model)模型屬於動態分散式模型，可以在單獨地區或小流域中預測水力沖蝕強度，此模型對土壤沖蝕過程的描述主要涉及：植物對降雨的截留、到達地表的降雨總量和動能、莖幹流總量、雨滴打擊和逕流沖刷引起的土壤分散量、泥砂沉積和逕流搬運 (王宏等，2003)。

四、ANSWERS

ANSWERS 以流域為分析尺度，由單一事件之模擬發展為連續模型，主要應用於逕流、沖蝕、輸砂和營養鹽傳送等預測，以往研究結果多顯示 ANSWERS 對逕流之推估與預測準確度高，但對流域產砂量之預測常出現估算不準確之情形(Breve et al., 1989; Ahmadi et al., 2006；Bhuyan et al., 2002;Walling et al., 2003; Moehansyah et al., 2004)，Sharma and Singh (1995)進一步指出，ANSWERS 預測之流域產砂量失準主要受降雨強度、降雨量和土壤水分含量等因子影響。

五、LISEM

Limburg Soil Erosion Model (LISEM)是根據 ANSWERS 模型和 DeRoo et al. 1989 年提出描述土壤沖蝕的過程，結合 RS 和 GIS 技術，並利用荷蘭南部黃土區試驗觀測資料開發而成，屬於次降雨分散式過程模型。LISEM 模型中的土壤沖蝕和泥砂輸移過程包括：飛濺沖蝕、紋溝及紋溝間沖蝕與溝谷沖蝕，飛濺沖蝕的估算乃利用一個經驗統計方程，考慮了土壤團聚體穩定性、降雨動能及地表逕流深；土壤分離和泥砂堆積模擬方法與 EUROSEM 模型相同，土壤分離率和堆積速率取決於水蝕能力和水流輸砂能力(穆興民等，2016；賈媛媛與鄭粉莉，2004)。

六、SWAT

Soil and Water Assessment Tool (SWAT)模型由美國農業部 Agricultural Research Service (ARS)團隊開發，用於模擬大型流域內且長時間之逕流和泥砂生產過程及土地管理措施對其產生的影響。SWAT 模型包括：水文、氣候、養分迴圈、土壤溫度、泥砂輸移、作物生長、作物管理與殺蟲劑等 8 個模組，水的質

量守橫是 SWAT 模型水文模擬的基礎，地表逕流的模擬乃基於修正的 SCS 曲線或 Green 及 Ampt 入滲模型，河道中逕流流動模擬基於 Williams J.R.開發的儲量係數法或者 Muskingum 演算法，土壤流失量的估算基於 MUSLE 模型，河道內泥砂演算採用改進的 Bagnold 泥砂運移方程(穆興民等人，2016；龐靖鵬等人，2007)。

SWAT 模型之後續研發，如 SWAT-CUP (SWAT-Calibration andUncertainty Programs)，在 SWAT 模型加入之決策框架，可進行敏感度及不確定性分析(Abbaspour, 2007; Arnold et al., 2012)；Fu et al. (2014)以加拿大森林覆蓋度高之集水區進行 SWAT 模型測試，提出 SWAT-CS 版本以模擬濃密森林集水區之水文過程。SWAT-G 版本則適用於德國丘陵地集水區(Eckhardt and Arnold, 2001; Eckhardt et al. ,2002)。由於 SWAT 模型已被應用於不同氣候和地型環境，且進行不同目標之模擬，如氣候變遷、參數率定和敏感度分析、汙染物循環和傳輸、土地利用變遷、地下水和土壤水分影響、最佳管理措施評估、蒸發散評估、融雪或冰河融化過程、作物參數或產量評估等評估，然而在上述眾多應用中，利用 SWAT 模型預估土壤沖蝕和土砂運移之過程，仍以經驗式之 MUSLE 模型進行。

七、MMF

Morgan-Morgan-Finney (MMF)模型由 Morgan R. et al.開發的半物理概念模型，用於預測坡面尺度的年逕流量、年土壤流失量，此模型包括逕流和泥砂兩部分。在逕流模組中，逕流量為降雨量的指數函數，其考慮了植被冠層截留、地形和土壤含水量對產流和匯流過程的影響；在泥砂模組中，MMF 模型同時包含了

雨濺沖蝕和逕流輸砂兩部分，考慮降雨、植被類型、植被覆蓋度與植被高度、土壤顆粒組成及有機質含量、土壤分散率、匯流量、地形起伏等因素的影響，並在泥砂搬運過程中考慮其沉積作用(穆興民等，2016；張莉等，2015)。

八、AGNPS 和 AnnAGNPS

AGNPS 模型主要應用於逕流、洪峰流量、載砂量和營養鹽流量等估計，AGNPS 以單一事件模擬為主，隨後發展出集水區尺度之連續模擬模型 AnnAGNPS。AnnAGNPS 模型廣泛應用於管理決策對集水區系統中水源、泥砂和化學物質之變化情況與衝擊評估，如逕流和產砂量模擬、營養鹽傳輸、最佳管理措施評估及溝谷沖蝕模擬等(Pandey et al., 2016)。由於 AnnAGNPS 模型與 GIS 介面之高度整合性，此模型之流通程度因而大幅提升，Emili and Greene (2013)指出 AnnAGNPS 模型在 GIS 實務應用上具有優異之有效性。

九、SHETRAN

SHETRAN 模型為一空間分布式有限差分模型，針對河川流域中水體和溶解物質及泥砂輸送進行模擬，由英國 Newcastle 大學土木工程和地球科學系研發，已被應用於數個國家。SHETRAN 模型之應用包括：山崩地滑危害、氣候變遷和土地利用變化、地下水和土壤水分、森林對洪患和土砂之衝擊等研究之水體、土砂和營養鹽輸送，然而 SHETRAN 模型之應用地區以歐洲國家較為普遍。

第四節　通用土壤流失公式之限制性與適用性文章回顧

本計畫蒐集國內外通用土壤流失公式相關文獻，探討臺灣地區採用土壤流失公式之限制性與適用性，並彙整相關參數採用建議供機關參採。Rubianca Benavidez 等人(2018)針對(修正本)通用土壤流失公式((R)USLE)進行文獻回顧，以優化並提升公式於全球之適用性，該回顧提及使用(R)USLE 之重要限制：包含區域之適用性、適用之侵蝕類型及輸入資料之適宜性，其中(R)USLE 模型對美國以外地區之適用性降低是最常被提及之限制（Aksoy 和 Kavvas，2005 年；Naipal 等人，2015 年；Sadeghi 等人，2014 年）。由於最初的 USLE 是根據美國農業用地的土壤侵蝕研究制定的，當應用於不同的氣候狀況和土地覆蓋條件時，將導致年平均土壤流失估計之誤差增大（Kinnell，2010）。Wischmeier 和 Smith(1987)也警告在與制定模型的農業條件極其不同的條件下使用(R)USLE 可能會導致外推錯誤。然根據行政院農業部「中高海拔地區土壤沖蝕之觀測試驗」成果指出建立本土化參數將有助於通用土壤流失公式適用於臺灣地區(林俐玲，1993-1995)，Rubianca Benavidez 等人(2018)在回顧中亦認同參數敏感性分析與本土化是為解決(R)USLE 區域適用性的重要方法。

另一個(R)USLE 常見的限制是適用之沖蝕類型及輸入資料之適宜性，由於(R)USLE 參數是基於對農田的小規模研究而開發的，因此將原始 USLE 升級到流域規模時，推估過程也存在不確定性（Nagle 等人，1999 年；Naipal 等人，2015 年），其不確定性主要源於模型無法捕捉土壤流失中涉及的複雜相互作用。(R)USLE 之估算值是源於層狀沖蝕和紋溝沖蝕造成的土壤流失，但不包含其他類型的侵蝕，例如溝壑沖蝕、河道沖蝕、河岸沖蝕或山體滑坡等大規模土壤流失事件（Nagle 等人，1999；Wischmeier 和 Smith，1978）。若排除這些類型

的沖蝕，(R)USLE 可能會低估實際的土壤流失（Thorne 等人，1985）。其次該模型也沒有考慮沉積情況，從而導致高估土壤流失（Desmet 和 Govers，1996；Wischmeier 和 Smith，1978）。由於它不能預測從坡面到水體的沉積路徑，因此很難分析對下游地區可能產生的影響，例如污染或沉積（Jahunetal，2015）。

關於參數輸入資料之適宜性，吳嘉俊和黃俊德(1996)發現坡度因子隨坡度上升，在坡度 40%與 60%為避免誤差逐漸增大，應進行參數修正。吳嘉俊(1997)配合現地實測資料與室內模擬成果，提出山坡地土地開發利用臨界坡度應為 53%，該結論與 Panagos 等人(2015a)提出坡面坡度最大值不宜超過 50%(26.6°)之研究結論不謀而合；坡長因子部份，國內學者林昭遠和林文賜(1999)認為坡長大於 100 公尺易使逕流集中導致蝕溝，林俐玲(2012)針對坡度及坡長因子進行綜合性研究，提出坡長 100 公尺以上複雜坡面應採用複合坡面進行土壤流失量估算，以避免因參數誤用導致誤差增大。此外為了減少土地利用導致土壤流失量估算之誤差，Post 和 Hartcher（2005）建議對特定土地利用（例如特定作物、森林生長階段）分別使用不同作物管理因子值，而不是採用單一作物管理因子值（例如農業、森林）。

第五節　國內外沉砂設施之量體估算與設計

世界各國因氣候、水文及地質條件的不同，其沉砂設施之設計方式亦不相同，加上近年受氣候變遷影響，降雨型態、降雨量及降雨強度等影響土壤沖蝕之重要參數產生變化，傳統沉砂設施設計原則所估算之沉砂池容量，有必要進行進一步之檢討，檢討第一步針對臺灣周邊國家及歐美先進國家與臺灣氣候相近之地區，包括：日本、韓國、中國、馬來西亞、美國及澳洲，收集其沉砂設施量體計算估算方式並分析差異，以作為檢討臺灣現行設計規範合宜性之參考依據，以下針

對不同國家或地區之沉砂設施量體計算估算進行說明。

一、臺灣沉砂設施量體計算估算方式

水土保持技術規範(2020)第 92 條敘明「泥砂生產量之估算，採用通用土壤流失公式（Universal Soil Loss Equation, USLE），USLE 公式如式 3-1 所示，用以計算單位面積之年泥砂生產量，乘上集水面積或分析區域面積後，推算出之泥砂生產，作為沉砂設施量體設計依據，分析時可扣除不透水鋪面之面積，惟前述計算之年度泥砂生產量，每公頃不得小於三十立方公尺。

$$A_m = R_m \cdot K_m \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \qquad \textbf{式 3-1}$$

式中，

A_m ：每公頃之年平均土壤流失量(ton/ha-year)

R_m ：年平均降雨沖蝕指數(106J-mm/ha-hr-year)

K_m ：土壤沖蝕性指數(ton-ha-hr-year/106J-mm-ha-year)

L　：坡長因子

S　：坡度因子

C　：作物管理因子

P　：水土保持處理因子。

二、日本沖繩縣沉砂設施量體計算估算方式

沖繩縣為日本最西南側的縣，由琉球群島中的沖繩群島、先島群島以及太平洋中的大東群島組成，與臺灣同屬於島嶼國家，且全境屬於亞熱帶氣候，全年氣候溫暖且受季風和颱風影響，年降雨量約有 2,000 公釐，屬於多雨地區。沖繩縣受地形限制，其河川短小湍急，水流量經常在短時間內就因降雨而迅速變化，導致洪水或乾旱現象出現，因其多雨且豐枯懸殊之情況，沉砂設施之設計對臺灣而言有高度參考價值。日本沖繩縣農林水產部於

2015 年發行之土地改良事業等における赤土等流出防止対策設計指針所述，工程完工後之土體狀態分為三個階段，分別為：裸地狀態、植生初期及植生中期，與臺灣相同，日本沖繩縣係透過通用土壤流失公式(USLE)分別估算土體不同階段之泥砂生產量，惟其後續配合該地區各月份之單場最大 60 分鐘降雨強度(EI_60)資料進行加權平均計算泥砂生產量，如式 3- 2 所示，且年度泥砂生產量，每公頃不得小於三十五立方公尺。

$$A = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + A_3 \cdot R_3}{R_{year,EI_{60}} \cdot t} \qquad \textbf{式 3- 2}$$

式中，

A_1 ：裸地狀態，使用 USLE 公式算出之泥砂生產量(ton/ha-year)

A_2 ：植生初期，使用 USLE 公式算出之泥砂生產量(ton/ha-year)

A_3 ：植生中期，使用 USLE 公式算出之泥砂生產量(ton/ha-year)

R_1 ：裸地時期，每個月之EI_{60}總和(mm)

R_2 ：植生初期，每個月之EI_{60} 總和(mm)

R_3 ：植生中期，每個月之EI_{60} 總和(mm)

$R_{year,EI_{60}}$：一年中，每個月之EI_{60} 總和(mm)

t：預訂土體穩定時間(month)

三、韓國沉砂設施量體估算方式

韓國位於東北亞朝鮮半島，三面環海，地勢呈現東北高西南低，其國土面積三分之二為山地；氣候上屬於溫帶大陸性及副熱帶濕潤氣候，年均溫介於攝氏-10 至 30 度，年均降雨約 1,500 公釐。韓國水土保持相關規定係源於土壤環境保護法及其施行細則，該規定略以：「環境部需每 10 年制定國家水土保持基本規劃並實施，各行政區則需以前揭計畫制定地區水土保持計畫」，另環境部依據該法制定土壤侵蝕調查作業規範，依據規定土壤

流失量估算方式採用通用土壤流失公式(USLE)。依據韓國水土保持基本規劃(2013~2017)及京畿道水土保持計畫(2017~2026)，韓國暫未制定土壤流失標準及相關規定，然韓國已完成土壤流失調查報告並於 2015 年公告，並著手進行表土保護及防止流失方式引進之相關規劃，另目前韓國針對土壤流失之水土保持措施並無明確設計規範，僅有縱橫向排水設施、地表覆蓋、沉砂設施(濕地、沉砂池體及沉砂井)及耕種方式等定性描述。

四、中國沉砂設施量體估算方式

中國在面對開發致生之土壤流失量對策參採《土壤侵蝕分級分類標準》(SL190-2007)、《水土流失重點防護區導則》(SL717-2015)、《生產建設項目水土流失防治標準》(GB/T 50434-2018)及依地區特性分別訂定之水土流失綜合治理技術標準(如：黃土高原水土流失綜合治理技術標準)等相關規範，其中針對中國不同地區、不同工程規模及不同工程階段、不同施工區位，訂定水土流失防治指標值，以下表 3- 4 西北黃土高原水土流失防治標準為例，其中針對開發建設致生水土流失之主流治理手段多以植生覆蓋、表土鋪石與渣土場(棄土場)維護管理為主流，沉砂設施多為臨時性施作，野溪坑溝之水土流失則多採用淤地壩(攔砂壩)治理。

表 3- 4　西北黃土高原區水土流失防治指標值

防治標準	一級標準		二級標準		三級標準	
水土流失治理度(%)	-	93	-	90	-	85
土壤流失控制比	-	0.80	-	0.75	-	0.70
渣土防護率(%)	90	92	85	88	80	85
表土保護率(%)	90	90	85	85	80	80
林草植被恢復率(%)	-	95	-	90	-	85
林草覆蓋率(%)	-	22	-	18	-	14

資料來源：生產建設項目水土流失防治標準

永久性沉砂池之設置則多出現於水利設施取水用水或農業灌溉為目的之工程，其設計規範前者參採《水利水電工程沉砂池設計規範》(SL269-2001)，後者參採《灌溉與排水工程設計規範》(GB50288-99)，惟前項規範僅有一般性規定，故本計畫以農業灌溉為目的設置之沉砂池設計規範進行說明：

首先，進入沉砂池之總泥砂量可由式 3- 3 確立

$$W_s = \lambda \times M_s \times {}^{F}/_{\gamma_c} \qquad \textbf{式 3- 3}$$

式中：

W_s：進入沉砂池之泥砂總量，m^3

λ：泥砂輸移比

M_s：場地平均土壤侵蝕模數，t/km^2

F：集水面積，km^2

γ_C：泥砂容重，t/m^3

沉砂池設計寬度由下式 3- 4 確立

$$B_p = \frac{Q_p}{H_p V} \qquad \textbf{式 3- 4}$$

式中：

B_p：沉砂池工作寬度(m)。

Qp：通過沉砂池之流量(m^3/s)。

Hp：沉砂池工作深度，總深之 70%~75%。

V：沉砂池內平均流速(m/s)，根據設計沉降泥砂粒徑按下表 3- 5 選用。

表 3- 5　沉砂池內平均流速

泥砂粒徑(mm)	< 0.25	0.25 ~ 0.40	0.40 ~ 0.70	> 0.70
池內平均流速(m/s)	< 0.20	0.20 ~ 0.50	0.50 ~ 0.75	> 0.75

資料來源：灌溉與排水工程設計規範

沉砂池設計寬度與長度由下式 3- 5 確立

$$L_p = 10^3 \times \xi \times H_p \times {}^{V}/_{\omega} \qquad \textbf{式 3- 5}$$

式中：

Lp：沉砂池工作長度(m)。

ζ：安全係數，可採 1.2~1.5，連續沖砂取小值，定期沖砂取大值。

Hp：沉砂池工作深度，沉砂池總深之 70%~75%。

V：沉砂池內平均流速(m/s)，設計沉降泥砂粒徑按表 3- 5 選用 。

ω：泥砂沉降速度(m⁄s)，根據泥砂粒徑、水溫依下表 3- 6 選用

表 3- 6　泥砂沉降速率表

粒徑(mm)	沉降速度			
	水溫0℃	水溫10℃	水溫20℃	水溫30℃
0.001	0.00037	0.00051	0.00017	0.00083
0.002	0.00152	0.00206	0.00267	0.00333
0.003	0.00341	0.00463	0.00601	0.00748
0.004	0.00604	0.00822	0.01070	0.01330
0.005	0.00946	0.01290	0.01670	0.02080
0.006	0.01360	0.01850	0.02400	0.02990
0.007	0.01850	0.02520	0.03270	0.04070
0.008	0.02420	0.03290	0.04260	0.05310
0.009	0.03060	0.04160	0.05400	0.06740
0.010	0.03790	0.05140	0.06670	0.08320
0.020	0.15200	0.20600	0.26700	0.33300
0.030	0.34100	0.46300	0.60100	0.74800
0.040	0.60400	0.82200	1.07000	1.33000
0.050	0.94600	1.29000	1.67000	2.06000
0.060	1.36000	1.85000	2.40000	3.17000

資料來源：灌溉與排水工程設計規範

表 3- 6　泥砂沉降速度表(續)

粒徑(mm)	沉降速度			
	水溫0℃	水溫10℃	水溫0℃	水溫10℃
0.070	1.85000	2.52000	3.50000	4.08000
0.080	2.42000	3.41000	4.41000	5.13000
0.090	3.06000	4.19000	5.55000	6.18000
0.100	3.70000	4.97000	6.12000	7.35000
0.150	7.69000	9.90000	11.80000	13.70000
0.200	12.30000	15.30000	17.90000	20.50000
0.250	17.20000	21.00000	24.40000	27.50000
0.300	22.3	26.7	30.8	34.4
0.350	27.4	32.8	37.1	41.4
0.4	32.9	38.7	43.4	48.6
0.5	3.3	50.6	56.7	61.9
0.6	54.3	62.6	69.2	75.0
0.7	65.2	74.2	81.2	88.5
0.8	75.0	85.5	93.7	102
0.9	85.5	96.0	106	114
1.0	95.2	107	117	125
1.5	143	160	172	175
2.0	190	205	205	205
2.5	229	229	229	229
3.0	251	251	251	251
3.5	271	271	271	271
4.0	290	290	290	290
5.0	324	324	324	324
6.0	355	355	355	355
7.0	383	383	383	383
8.0	409	409	409	409

資料來源：灌溉與排水工程設計規範

而後藉由式 3- 6 與式 3- 7 檢算沉砂池出流口泥砂含量對沉砂池設計進行管控

$$S = S_0 \times e^{-az} \quad \textbf{式 3- 6}$$

$$z = \frac{aL}{Vh} \quad \textbf{式 3- 7}$$

式中：

S：沉砂池出流口含砂量(kg/m^3)。

S_0：沉砂池入流口含砂量(kg/m^3)。

e：自然對數，可採用 2.71828。

a：與泥砂粒徑、水力要素有關之係數，淤積時可採用 a < 0.5，沖刷時則採用 a = 1.0。

z：泥砂懸浮指數。

L：沉砂池總長度(m)。

h：沉砂池平均水深(m)。

該規範採用檢算出流口含砂量進行沉砂池設計之管控，惟該規範並無訂定法規最小標準值，僅章節 5.3.2 建議黃河下游一帶，沉砂池入流口允許含砂量宜小於 50kg / m^3，沉砂池出流口不宜大於 10kg / m^3，並且允許通過泥砂不宜大於 0.05mm，實際設計檢算條件則依據灌區用水需求與輸水渠道之具體情況而定。

五、馬來西亞沉砂設施量體計算估算方式

馬來西亞位於北緯 1 至 7 度及東經 100 至 119 度間，雖屬熱帶性氣候，但受東北季風與西南季風影響，年均溫介於攝氏 25 至 31 度，且年平均雨量高達 2,500 公釐，與臺灣氣候環境相近。根據馬來西亞灌溉及排水部(Department of Irrigation and Drainage, DID)於 2010 年發行之沖蝕與沉積物控制指南，沉砂設施分為濕式與乾式兩類，透過表 3- 7 及表 3- 8 決定沉砂設施設計時採用之集流時間與設計雨量，並使用修正通用土壤流失公式（MUSLE）檢討沉砂設施量體設計是否足夠，其採用之修正通用土壤流失公式（MUSLE）如式 3- 8 所示。

表 3- 7　乾式滯洪沉砂池設計尺寸表

項目	設計降雨事件	集流時間(分鐘)				
		10	20	30	45	60
表面積(m^2/ha)	3 個月重現期	333	250	200	158	121
	6 個月重現期	-	500	400	300	250
體積(m^3/ha)	3 個月重現期	400	300	240	190	145
	6 個月重現期	-	600	480	360	300

資料來源：馬來西亞，沖蝕與沉積物控制指南(2010)

表 3- 8　濕式滯洪沉砂池設計尺寸表

項目	逕流潛力	體積(m^3/ha)				
		以毫米為單位之設計降雨事件				
		20	30	40	50	60
沉降區體積	中至高	70	127	200	290	380
	高	100	167	260	340	440
沉積區體積	中至高	105	190	300	435	570
	高	150	250	390	510	660

資料來源：馬來西亞，沖蝕與沉積物控制指南(2010)

$$A = 89.6(V \cdot Q_p)^{0.56}(K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P) \quad \textbf{式 3- 8}$$

式中，

A：一場暴雨所產生之土壤流失量(ton)

V：逕流體積(m^3)。

Q_p：峰值流量(m^3/s)。

R_m：平均降雨沖蝕指數(106J-mm/ha-hr-year)。

K_m：土壤沖蝕性指數(ton-ha-hr-year/106J-mm-ha-year)。

L：坡長因子。

S：坡度因子。

C：作物管理因子。

P：水土保持處理因子。

六、美國沉砂設施量體計算估算方式

阿拉巴馬州位於美國東南部，鄰近墨西哥灣，位於北緯 32 度及東經 86 度左右，與臺灣同屬於亞熱帶氣候，全年平均氣溫為 18˚C，降水量約有 1,400 公釐，雖然雨量不及臺灣，但每年大西洋颶風季開始後，就經常受到熱帶風暴甚至颶風侵襲，降雨量動輒超過 300 公釐，此點與臺灣降雨型態相當類似，且美國於土壤流失及泥砂控制的研究起步時間相當早且成果豐厚，因此蒐集阿拉巴馬州之相關資料並探討其沉砂量體估算方式。

阿拉巴馬州於 2018 年出版的「Erosion Control, Sediment Controland Stormwater Management on Construction Sites and Urban Areas」中提到，沉砂設施之型式採沉砂滯洪池垂直共構的方式進行建造，其設計標準採低重現期之降雨，滯洪之量體為 2 年重現期洪峰流量，沉砂量體的估算須同時考量工程擾動區域面積及集水區面積，以 2 吋(1/2 inch)之逕流量估算，其計算方

式如式 3- 9 所示，並無最小沉砂量體之限制。

$$V = \frac{1}{2} inch \times A_d + \frac{1}{2} inch \times A_c \qquad \textbf{式 3- 9}$$

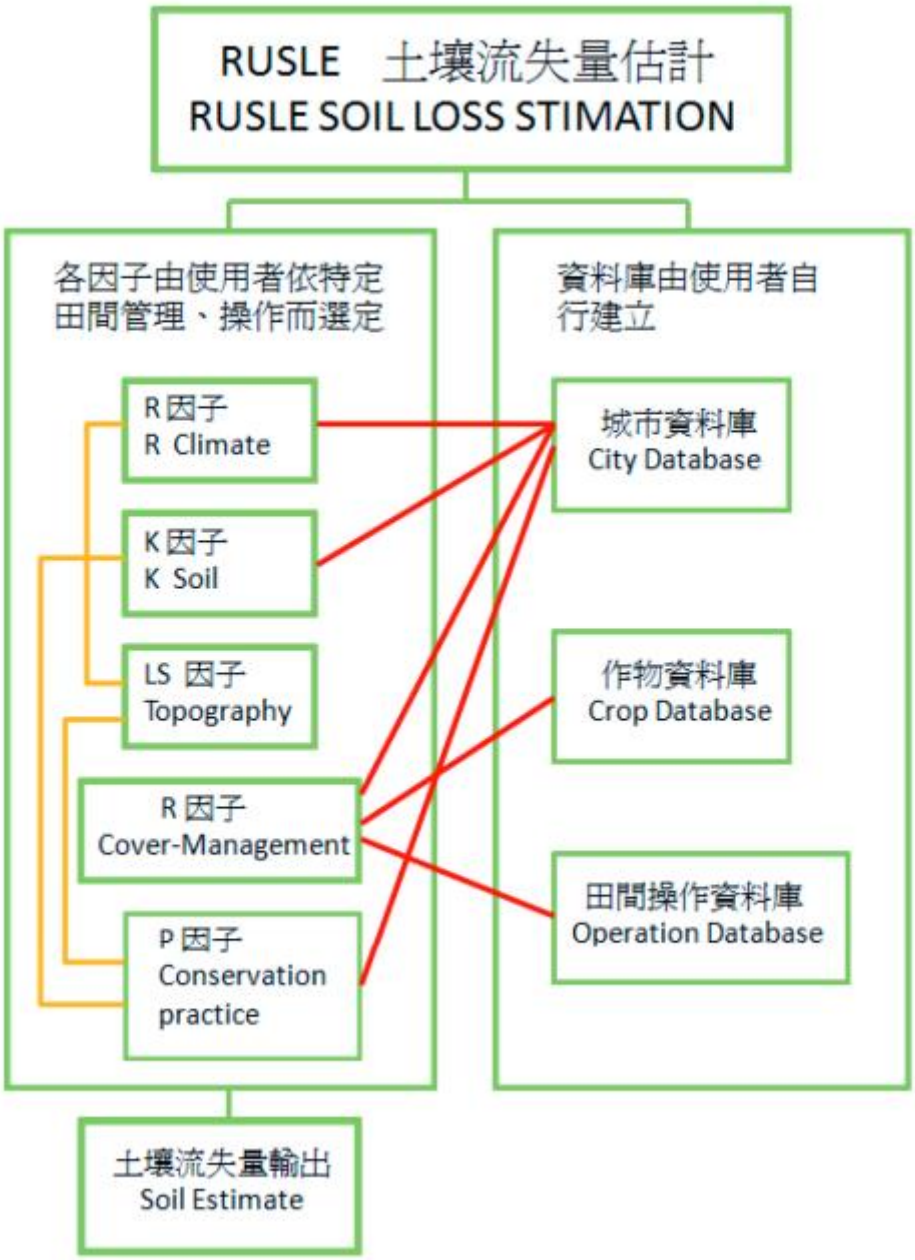
式中，

V：沉砂設施所需體積($acre^3$)。

A_d：工程擾動面積($acre^2$)。

A_c：集水區面積($acre^2$)。

而田納西州與北卡羅來納州西側接壤，年均溫介於攝氏 0 至 25 度，全州年均雨量約為 1,300 公釐，屬於溫帶大陸性濕潤氣候。依據田納西州 2012 年出版之土壤沖蝕與沉砂控制工程手冊，該州土壤流失量估算方式採用修正版通用土壤流失公式(RUSLE)，其基礎公式與採用參數仍沿襲通用土壤流失公式(USLE)，惟相較於 USLE 公式具更全面之思考，各參數間不再是各自獨立，而是互有關聯與影響，因此需將各式資料輸入城市(City Database)、作物(Crop Database)和田間操作(Operation Database)資料庫中，再輸入電腦程式運算，部分的因子利用新技術進行評估，土壤沖蝕指數(K)與覆蓋與管理因子(C)修改爲受季節性的氣溫而變化，坡長及坡度因子(L S)可計算紋溝與紋間沖蝕等複雜坡面之土壤流失量。另依據該規範，沉砂設施分為濕式及乾式二種，其沉砂設計量體不得低於 RUSLE 計算值之一半。

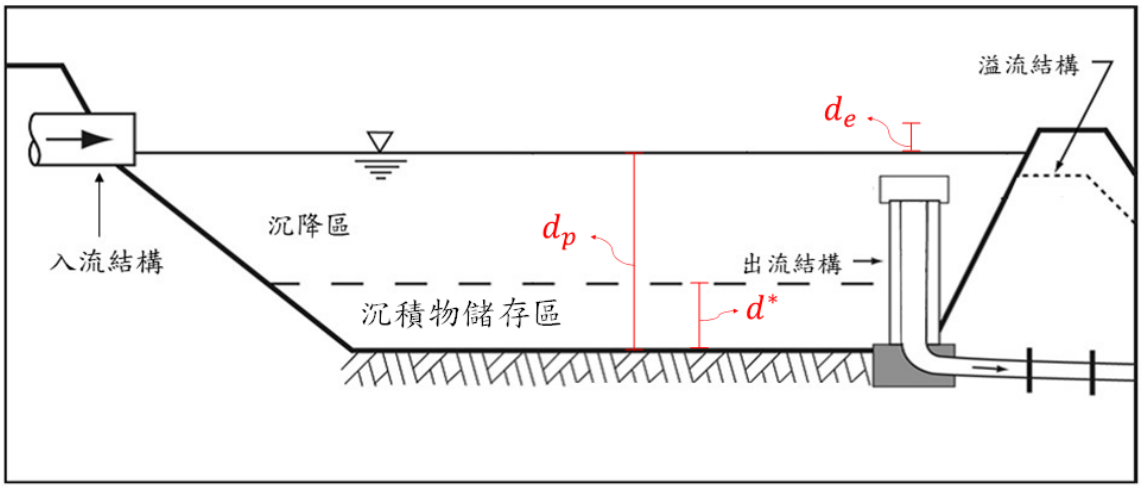


資料來源：林俐玲、陳品岡，修正版通用土壤流失公式(RUSLE)之簡介(2010)

圖 3- 1　RUSLE 軟體之各因子運作流程圖

七、澳洲沉砂設施量體計算估算方式

澳洲政府於2000年開始便開始以環境永續發展原則為基礎開發進行水利設施的開發，導入低衝擊開發概念，透過開發場址的資料蒐集，在節約資源、減少建設及減緩逕流的前提下，整合城市、排水及景觀設計，減低對環境產生的衝擊，營造一個能與環境和諧共存的新樣貌，澳洲水資源及城市管理處(Water Resources,Urban Management Division)於2005年出版之「Draft Water Sensitive Urban Design Engineering Guidelines」，其中所述沉砂設施量體計算方式共有五個步驟，首先須先依現地地形、地質及雨量資料決定沉砂池不同部位之深度（如圖3-2所示)、設計流量(採低重現期一年)、泥砂沉降速度(如表3-9進行估算)及預計沉砂效率(建議為90%)，最後配合式3-10求出沉砂池面積之上下限，並由現地地形限制調整沉砂池之長寬比，透過圖3-3得出沉砂池沉砂效率(λ)並重新帶入式3-10進行檢討，決定沉砂池的面積，最後還須透過式3-11配合集水區面積、及預計清淤頻率檢查沉積物儲存區(沉砂區)量體是否足夠，澳洲沉砂設施詳細設計流程圖如圖3-4。



資料來源：澳洲水資源與城市管理局，「Draft Water Sensitive Urban Design Engineering Guidelines」(2005)

圖3-2　澳洲沉砂池各深度示意圖

表 3- 9　泥砂沉降速度對照表

顆粒尺寸(μm)	沉降速度(mm/s)
2000	200
1000	100
500	53
250	26
125	11
62	2.3
31	0.66
16	0.18
8	0.04
4	0.011

資料來源：澳洲水資源與城市管理局，「Draft Water Sensitive Urban Design Engineering Guidelines」(2005)

$$A = \left[(1-R)^{\lambda-1} - 1\right] \times \frac{1}{1-\lambda} \times \frac{Q}{V_S} \times \frac{d_e + d^*}{d_e + d_p} \qquad \textbf{式 3- 10}$$

式中，

A：沉砂池面積(m^2)

R：泥砂沉降效率，建議為 90%

λ：沉砂池水力效率(Hydraulic Efficiency)。

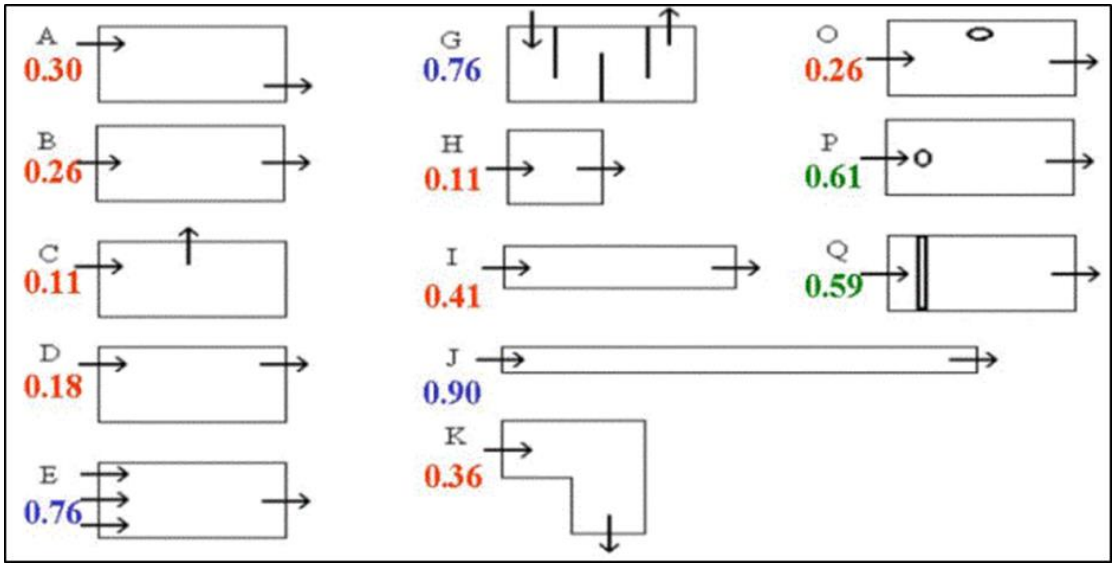
Q：設計洪峰流量(m^3/s)，通常為 1 年重現期。

V_s：泥砂沉降速度(m/s)，查表 3- 9。

d_p：沉砂池總深度(m)

d^*：沉積物儲存區深度(m)，建議為 1 公尺，若沉砂池總深度不達 1 公尺，則設$d^* = d_p$

d_e：沉砂池設計深度與溢洪堰高程差(m)，至少須大於 0.3 公尺



資料來源：澳洲水資源與城市管理局，「Draft Water Sensitive Urban Design Engineering Guidelines」(2005)

圖 3- 3　各配置之沉砂池水力效率參照圖

$$V_{min} = A_c \cdot R \cdot L_o \cdot F_c \qquad \textbf{式 3- 11}$$

式中，

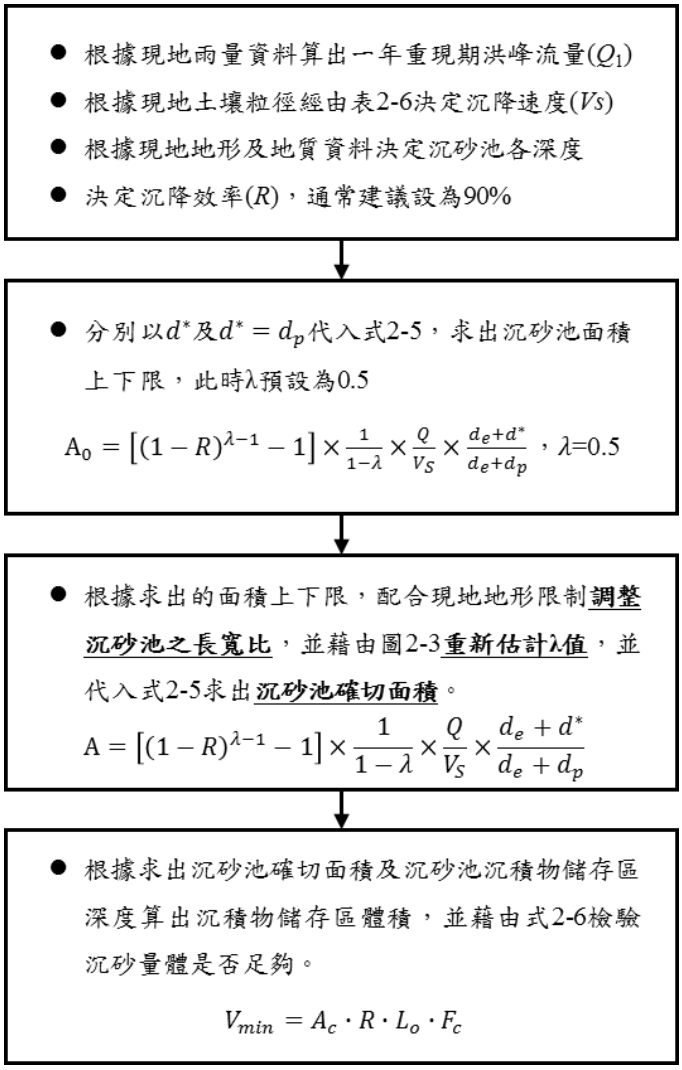
V_{min}：最小沉砂池體積(m^3)

A_c：集水區面積(m^2)

R：泥砂沉降效率，建議為 90%

L_0：沉砂池淤積速率$(m^3/\text{ha/year})$，建議為 $1m^3/\text{ha/year}$

F_C：預計清淤頻率



資料來源：本計畫彙整

圖 3- 4　澳洲沉砂量體計算流程

八、小結

就方法而言，臺灣、日本、韓國、馬來西亞及美國田納西州無論在泥砂生產量之估算或最小量體限制之計算上，儘管使用公式有所不同，仍是均採用美國通用土壤流失公式(USLE)為基礎，作為推估泥砂生產量之依據，雖然通用土壤流失公式(USLE)是一種經驗模型，用於估計不同作物系統、水土保持管理、土壤類型、降雨模式和地形的組合所產生年平均土壤流失量，可以看出通用土壤流失公式仍是不同地區估算沉砂量體的主流方法。

表 3- 10　國內外沉砂設施量體估算與設計一覽表

國家	地區	估算方法	算式	最小量體限制
臺灣	全區	以通用土壤流失公式(USLE)估算泥砂生產量。	$A_m = R_m \cdot K_m \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$	30m^3/ha/year
日本	沖繩縣	以通用土壤流失公式(USLE)估算各階段泥砂生產量，再配合各階段進行進行權重計算。	1. $\mathrm{A} = R_m \cdot K_m \cdot \mathrm{L} \cdot \mathrm{S} \cdot \mathrm{C} \cdot \mathrm{P}$ 2. $\mathrm{A} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + A_3 \cdot R_3}{R_{year,EI_{60}} \cdot t}$	35m^3/ha/year
韓國	全區	以通用土壤流失公式(USLE)估算泥砂生產量。	$\mathrm{A} = R_m \cdot K_m \cdot \mathrm{L} \cdot \mathrm{S} \cdot \mathrm{C} \cdot \mathrm{P}$	尚未制定相關規範
中國	全區	農業灌溉用途之沉砂池依據現地條件選用泥砂沉降速率、沉砂池內平均流速，計算泥砂量、沉砂池尺寸，最後依取水用水條件檢算出流泥砂含量是否符合所需。	$W_s = \lambda \times M_s \times {}^{F}/_{\gamma_c}$	無訂定最小規範值，僅有一般性原則，且可依現場狀況進行調整

表 3- 10　國內外沉砂設施量體估算與設計一覽表(續)

國家	地區	估算方法	算式	最小量體限制
馬來西亞	全區	決定設計流量，查表得知沉砂設施表面積、深度及體積後，再以修正通用土壤流失公式(MUSLE)檢驗量體估算是否足夠。	1.以表 3- 7 及表 3- 8 進行查表得知量體體積。 2.檢驗算式 $A = 89.6(V \cdot Q_p)^{0.56}(K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P)$	不得小於 MUSLE 計算值。
美國	阿拉巴馬州	考量工程擾動區域面積及集水區面積進行計算	$V = \frac{1}{2} inch \times A_d + \frac{1}{2} inch \times A_c$	無
	田納西州	以修正版通用土壤流失公式(RUSLE)估算泥砂生產量。	$\mathrm{A} = R_m \cdot K_m \cdot \mathrm{L} \cdot \mathrm{S} \cdot \mathrm{C} \cdot \mathrm{P}$	不得小於 RUSLE 計算值。
澳洲	全區	依據現地條件決定沉砂池各深度、設計流量、泥砂沉降速度及預計沉砂效率，並由計算式求出沉砂池面積之上下限，依現地地形重新限制調整沉砂池之長寬比，最後以檢驗算式檢驗估算量體是否足夠。	1. 沉砂池面積計算方式 $A = \left[(1-R)^{\lambda-1} - 1\right] \times \frac{1}{1-\lambda} \times \frac{Q}{V_S} \times \frac{d_e + d^*}{d_e + d_p}$ 2. 檢驗算式 $\mathrm{V_s} = \mathrm{A_c} \cdot \mathrm{R} \cdot \mathrm{L_o} \cdot \mathrm{F_c}$	不得小於檢驗算式之計算值。

第四章　降雨資料統計分析以及雨量站敏感度分析

第一節　資料頻率分析

統計分布之種類甚多，臺灣省水利局(1989)採用二參數對數常態分布、三參數對數常態分布、皮爾遜第三型分布、對數皮爾遜第三型分布、極端值一型分布及二對數常態分布分別針對水利局全省歷年年最大一日、二日及三日暴雨進行頻率分析。游保杉與楊道昌(1992)使用三參數對數常態分布並配合合成資料，對 22 個普通雨量站之年一日最大暴雨進行分析。游保杉與陳嘉榮(1996)採用極端值一型分布對臺灣北部區域 38 個自記雨量站進行頻率分析後發展 IDF 關係式。而於判定適合雨量站統計分布之誤差指標值方面分別有臺灣省水利局(1989)採用 SE 及 SEE 兩個誤差指標值進行研判；虞國興(1989)使用 U、UI 及 MAPE；以及王如意等人(1991)採用 SE、U、UI 及 MAPE 四個指標值進行研究。

本計畫依據國內過去較常使用之統計分布，選用極端值一型分布(以下簡稱 EV1)、一般極端值分布(以下簡稱 GEV)、皮爾遜第三型分布(以下簡稱 PT3)、對數皮爾遜第三型分布(以下簡稱 LPT3)、三參數對數常態分布(以下簡稱 LN3)與二參數對數常態分布(以下簡稱 LN2)等六種常用於極端事件之機率分布進行頻率分析，並配合採用 SE 及 U 兩個誤差指標值做為各雨量站最適合分布選用準則。為考慮對選用雨量資料之長度進行修正，本計畫依據「水文設計應用手冊」(經濟部水利署，2001)採用下式修正偏態係數：

$$C_s' = C_s \times \frac{[N(N-1)]^{1/2}}{N-2} \times \left(1 + \frac{8.5}{N}\right) \quad \text{式 4-1}$$

其中，

C_s'：修正後之偏態係數

C_s：未修正之偏態係數

N：分析資料個數

最後並配合傳統動差法進行各分布之參數推求。而各分布之區間公式及點繪公式(虞國興，1992)分別採用以下二式進行運算：

$$m = 2 \times [0.7436 \times (N-1)^2]^{0.2} \quad \text{式 4-2}$$

$$\mathrm{P} = (i - 0.326)/(N + 0.348) \quad \text{式 4-3}$$

其中，

m：組距數目

N：分析資料個數

P：累積機率

i：分析資料大小順序

一、極端值一型分布(Extreme Value Type 1，EV1)

極端值一型分布(簡稱 EV1)亦稱為 Gumbel 分布，為三參數極端值分布之退化型式，亦即 k 為 0。因此，此分布僅有兩個統計參數，分別為 μ 與 α。其累積分布函數與其機率密度函數，分別定義如下：

$$F(x) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-\mu}{\alpha}\right)\right] \quad \text{式 4-4}$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha}\exp\left[-\frac{x-\mu}{\alpha} - \exp\left(-\frac{x-\mu}{\alpha}\right)\right] \quad \text{式 4-5}$$

其中，μ為位置參數；α 為尺度參數。將上式變量 x 予以標準化，可得變量 y 為：

$$y = \frac{x-\mu}{\alpha} \quad \text{式 4-6}$$

而累積分布函數$F(x)$與機率密度函數$f(x)$則可進一步簡化如下：

$$F(y) = \exp[-exp(-y)] \quad \textbf{式 4-7}$$

$$f(y) = \exp[-y - exp(-y)] \quad \textbf{式 4-8}$$

上式亦可稱為雙指數分布，於應用極端值一型分布時，為能表示其與頻率年T之關係，可採用下列二式：

$$x = \mu + \alpha y \quad \textbf{式 4-9}$$

$$y = -\ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right] \quad \textbf{式 4-10}$$

其中，T為頻率年。而在水文分析應用上，推求水文量與頻率因子K_T之關係可表示如下：

$$x_T = \bar{x} + K_T s \quad \textbf{式 4-11}$$

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi}\left\{\mu + \ln\left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]\right\} \quad \textbf{式 4-12}$$

二、一般極端值分布(Generalized Extreme Value，GEV)

一般極端值分布(簡稱 GEV)主要係依據形狀參數β之特性來予以區分為三種型態：(1)當β為 0 時(即偏態係數等於 1.139)，則為極端值一型分布(簡稱 EV1)；(2)當β為負值時(即偏態係數大於 1.139)，則為極端值第二型分布(簡稱 EV2)；(3)當β為正值時(即偏態係數小於 1.139)，則為極端值第三型分布(簡稱 EV3)。其中，因樣本偏態係數為形狀參數β值之函數，求得樣本偏態係數後即可藉由反推β值，進而決定樣本係屬於第幾類型之極端值分布，樣本偏態係數與形狀參數β值之關係如下：

$$C_s = \frac{\Gamma(1+3k) - 3\Gamma(1+2k)\Gamma(1+k) + 2\Gamma^3(1+2k)}{[\Gamma(1+2k) - \Gamma^2(1+2k)]^{3/2}} \quad \textbf{式 4-13}$$

其中，C_s為偏態係數；$\Gamma(\,)$為 gamma 函數。

極端值第二型分布之k值為負，而極端值第三型分布之k值為正，極端值第二型分與極端值第三型分布具備相同之函數型態，其累積分布函數$F(x)$與機率密度函數$f(x)$如下所示：

$$F(x)=\exp\left\{-\left[1-\frac{\beta(x-\mu)}{\alpha}\right]^{\frac{1}{\beta}}\right\} \quad \text{式 4-14}$$

$$f(x)=\frac{1}{\alpha}\left[1-\frac{\beta(x-\mu)}{\alpha}\right]^{\frac{1}{\beta}-1} exp\left\{-\left[1-\frac{\beta(x-\mu)}{\alpha}\right]^{\frac{1}{\beta}}\right\} \quad \text{式 4-15}$$

若將上式變量x予以標準化，則可得變量y為：

$$y=1-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)\beta \quad \text{式 4-16}$$

而累積分布函數$F(x)$與機率密度函數$f(x)$則可進一步簡化如下：

$$F(y)=\exp\left(-y^{\frac{1}{\beta}}\right) \quad \text{式 4-17}$$

$$f(y)=-\frac{1}{\alpha}y^{\frac{1}{\beta}-1}\exp\left(-y^{\frac{1}{\beta}}\right) \quad \text{式 4-18}$$

於應用一般極端值分布時，為能表示其與頻率年T之關係，亦可採用下列二式：

$$x=\mu+\frac{\alpha(1-y)}{\beta} \quad \text{式 4-19}$$

$$\mathrm{y}=\left[ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^{\beta} \quad \text{式 4-20}$$

其中，T為頻率年；μ為位置參數；α為尺度參數；β為形狀參數。而位置參數與尺度參數可利用下式計算：

$$\mu=\bar{x}-\alpha\gamma，\gamma=0.5772157 \quad \text{式 4-21}$$

$$\alpha=\frac{\sqrt{6}}{\pi}s \quad \text{式 4-22}$$

在水文分析應用上，推求水文量與頻率因子K_T之關係可表示如下：

$$x_T=\bar{x}+K_Ts \quad \text{式 4-23}$$

$$K_T=-\frac{\sqrt{6}}{\pi}\left(\mu-\frac{1-y}{\beta}\right) \quad \text{式 4-24}$$

三、皮爾遜第三型分布(Pearson Type III Distribution，PT3)

皮爾遜第三型分布(簡稱 PT3)之累積分布函數$F(x)$與機率密度函數f(x)分別定義如下：

$$F(x)=\frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)}\int_0^{x_0} e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)}\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)^{\beta-1}dx \qquad \textbf{式 4-25}$$

$$f(x)=\frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)}\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)^{\beta-1}e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)} \qquad \textbf{式 4-26}$$

其中，μ為位置參數；α為尺度參數；Γ( )為 gamma 函數。將上式變量x予以標準化，可得變量y為：

$$\mathrm{y}=\frac{x-\mu}{\alpha} \qquad \textbf{式 4-27}$$

而累積分布函數$F(x)$與機率密度函數$f(x)$則可進一步簡化如下：

$$F(y)=\frac{1}{\Gamma(\beta)}\int_0^{y_0} y^{\beta-1}e^{-y}dy \qquad \textbf{式 4-28}$$

$$f(y)=\frac{y^{\beta-1}e^{-y}}{\Gamma(\beta)} \qquad \textbf{式 4-29}$$

在水文分析應用上，推求水文量與頻率因子K_T之關係可表示如下：

$$x_T=\bar{x}+K_T s \qquad \textbf{式 4-30}$$

$$K_T=t+(t^2-1)\frac{C_s'}{6}+\frac{1}{3}(t^3-6t)\left(\frac{C_s'}{6}\right)^2 -(t^2-1)\left(\frac{C_s'}{6}\right)^3+t\left(\frac{C_s'}{6}\right)^4+\frac{1}{3}\left(\frac{C_s'}{6}\right)^5 \qquad \textbf{式 4-31}$$

$$\mathrm{t}\approx \mathrm{W}-\frac{C_0+C_1W+C_2W^2}{1+d_0W+d_1W^2+d_2W^3} \qquad \textbf{式 4-32}$$

$$\mathrm{t}\approx -\left(\mathrm{W}-\frac{C_0+C_1W+C_2W^2}{1+d_0W+d_1W^2+d_2W^3}\right) \qquad \textbf{式 4-33}$$

$$\mathrm{W}=\sqrt{ln\left(\frac{1}{P^2}\right)}，0<\mathrm{P}\leq 0.5 \qquad \textbf{式 4-34}$$

$$\mathrm{W}=\sqrt{ln\left(\frac{1}{(1-P)^2}\right)}，\mathrm{P}>0.5 \qquad \textbf{式 4-35}$$

其中，P為超越機率；C_s'為修正偏態係數；$C_0=2.515517$；$C_2=0.010328$；$d_0=1.432788$；$d_1=0.189269$；$d_2=0.001308$。

四、對數皮爾遜第三型分布(Log-Pearson Type III Distribution，LPT3)

對數皮爾遜第三型分布(簡稱 LPT3)之機率密度函數$f(x)$定義如下：

$$f(x)=\frac{1}{\alpha_y x\Gamma(k_y)}\left(\frac{\ln x-\mu_y}{\alpha_y}\right)^{k_y-1}e^{-\left(\frac{\ln x-\mu_y}{\alpha_y}\right)} \quad \textbf{式 4-36}$$

其中，$\mathrm{y}=\ln x$；μ_y為位置參數；α_y為尺度參數；k_y為形狀參數；Γ( )為 gamma 函數。在水文分析應用上，推求水文量與頻率因子K_T之關係可表示如下：

$$y=\bar{y}+K_T s_y \quad \textbf{式 4-37}$$

$$K_T=t+(t^2-1)\frac{C_s'}{6}+\frac{1}{3}(t^3-6t)\left(\frac{C_s'}{6}\right)^2 -(t^2-1)\left(\frac{C_s'}{6}\right)^3+t\left(\frac{C_s'}{6}\right)^4+\frac{1}{3}\left(\frac{C_s'}{6}\right)^5 \quad \textbf{式 4-38}$$

其中，t為標準常態值；C_s'為樣本取對數後之修正偏態係數；$\bar{y}$為樣本取對數後之平均值；S_y為樣本取對數後之標準偏差。

五、三參數對數常態分布(Three-Parameter Lognormal Distribution，LN3)

三參數對數常態分布(簡稱 LN3)之機率密度函數$f(x)$定義如下：

$$f(x)=\frac{1}{(x-\alpha)\sigma_y\sqrt{2\pi}}e^{\frac{-[\ln(x-\alpha)-\mu_y]^2}{2\sigma_y^2}} \quad \textbf{式 4-39}$$

其中，α為位置參數；μ_y為$\ln(x-\alpha)$之平均值；σ_y為$\ln(x-\alpha)$之標準偏差。在水文分析應用上，推求水文量與頻率因子K_T之關係可表示如下：

$$x_T=\bar{x}+K_T s \quad \textbf{式 4-40}$$

$$K_T=\frac{e^{[ln(1+Z_2{}^2)]^{1/2}t-[ln(1+Z_2{}^2)]/2}-1.0}{Z_2} \quad \textbf{式 4-41}$$

$$Z_2=\frac{1-w^{2/3}}{w^{1/3}} \quad \textbf{式 4-42}$$

$$w=\frac{\left[-r_1+(r_1^2+4)^{1/2}\right]}{2} \quad \textbf{式 4-43}$$

$$r_1 = \frac{e^{3s_y^2} - 3e^{s_y^2} + 2}{\left(e^{s_y^2} - 1\right)^{3/2}} \qquad \text{式 4-44}$$

其中，Z_2為$(x-\alpha)$分布之變異系數；S_y為樣本取對數後之標準偏差；t為標準常態值。

六、二參數對數常態分布（Two-parameter Logarithmic Normal Distribution, LN2）

二參數對數常態分布(簡稱 LN2)之機率密度函數$f(x)$定義如下：

$$f(\mathrm{x}) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-[\ln x-\mu_y]^2}{2\sigma_y^2}} \qquad \text{式 4-45}$$

其中，μ_y為$\ln x$之平均值；σ_y為$\ln x$之標準偏差。在水文分析應用上，推求水文量與頻率因子K_T之關係可表示如下：

$$x_T = \bar{x} + K_T s \qquad \text{式 4-46}$$

$$K_T = \frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y} \qquad \text{式 4-47}$$

七、SE 及 U 誤差指標分析

為探討各種機率分布之適用性，本計畫參採水文設計應用手冊(經濟部水資源局，2001)之建議，選用 SE 及 U 兩個誤差指標值進行研判，以作為選用機率分布之準則。有關誤差指標值 SE 與 U 之定義如下：

$$\mathrm{SE} = \left[\frac{\sum\left(X_i - \hat{X}_i\right)^2}{N}\right] \qquad \text{式 4-48}$$

$$\mathrm{U} = \frac{\left[\frac{\sum\left(X_i - \hat{X}_i\right)^2}{N}\right]^{1/2}}{\left(\sum\frac{X_i^2}{N}\right)^{1/2} + \left(\sum\frac{\hat{X}_i^2}{N}\right)^{1/2}} \qquad \text{式 4-49}$$

其中，

N： 觀測資料個數

X_i： 第 i 個觀測樣本資料

$\widehat{X_i}$： 利用點繪公式計算第 i 個觀測樣本累積機率，再由選用之統計分布估算對應該累積機率之水文量

經由上述 SE 及 U 兩個誤差指標值可分別求出各雨量站之最佳統計分布。其中，誤差指標 SE 為標準誤差，呈現觀測樣本與特定機率分布下擬合之平均誤差；誤差指標 U 則是以 SE 為基礎，計算無因次化的標準誤差。由於 U 是無因次化的 SE，避免單用 SE 指標在不同測站之間有過大的差異。但是從單一測站來看，SE 及 U 兩個誤差指標值在不同機率分布中的表現趨勢也會一致，並不會造成最佳機率分布判斷抉擇之困擾。本計畫機率分布的優選過程為：

1.計算 SE 與 U ：各站在特定延時下，以所有重現期距的實際降雨強度(X_i)及特定機率分布下的降雨強度($\widehat{X_i}$)計算 SE 與 U 誤差指標。

2.延時最佳分布：測站在某特定延時下，根據 SE 與 U 誤差指標選擇最低之 SE 與 U 之機率分布。

3.測站最佳分布：根據測站在不同延時下的機率分布表現，挑選不同延時中出現最多次最佳分布之形式，此即為該測站最佳統計分布形式。

根據測站在不同延時下的機率分布表現，挑選不同延時中出現最多次最佳分布之形式，此即為該測站最佳統計分布形式。

惟本計畫針對各測站之最佳統計分布之挑選過程中，亦綜合考量卡方檢定之結果，具以作為該測站最佳統計分布之挑選依據。以測站延時 10 分鐘為例，摘錄部分測站 SE 與 U 誤差指標如表 4-1 所示，其中 NaN 表示該統計機率分

布未通過卡方檢定(各測站各延時的 SE 與 U 誤差指標詳列於附冊第一節中)；以屏東(5)降雨延時 10 分鐘為例，屏東(5)在 LN3 機率分布下的 SE 與 U 誤差指標最小，因此可以決定屏東(5)在降雨延時 10 分鐘的最佳統計分布為 LN3。

表 4-1 延時 10 分鐘 SE 及 U 誤差指標值(部分測站案例)

測站	SE-EV1	SE-GEV	SE-PT3	SE-LPT3	SE-LN3	SE-LN2	U-EV1	U-GEV	U-PT3	U-LPT3	U-LN3	U-LN2	SE 最佳	U 最佳
屏東(5)	NaN	NaN	4.2562	4.3325	4.1113	NaN	NaN	NaN	0.0164	0.0167	0.0158	NaN	LN3	LN3
甲仙(2)	NaN	12.919	11.5222	10.0181	NaN	17.2529	NaN	0.0358	0.0318	0.0277	NaN	0.0479	LPT3	LPT3
美濃(2)	7.0152	4.2743	3.9256	4.2808	3.9096	5.8349	0.0244	0.0148	0.0136	0.0149	0.0136	0.0202	LN3	LN3
古夏	4.4913	3.9536	3.794	3.766	3.757	3.8283	0.0148	0.013	0.0125	0.0124	0.0124	0.0126	LN3	LN3
新瑪家	4.7336	3.011	2.9138	2.8855	2.9173	2.9703	0.0147	0.0094	0.009	0.009	0.0091	0.0092	LPT3	LPT3

資料來源：本計畫分析彙整

接續分析測站不同延時下的最佳機率分布，如表 4-2 所示。以屏東(5)為例，在 13 個降雨延時中，LN3 最佳機率分布共出現 5 次為最多，其次為 LN2 出現 4 次，LPT3 出現 2 次。

根據所有南部地區 153 個測站不同延時下的最佳機率分布，單純考慮最佳分布時，LN3 為最佳分布共有 76 次為最多，其次為 LPT3 有 44 次，再次佳為 PT3 有 42 次；考慮最佳與次佳分布總計出現次數，LN3 有 115 次為最多，其次為 PT3 的 108 次，再次佳為 LPT3 有 100 次。以南部地區而言，PT3、LPT3 與 LN3 之出現次數相差不大，亦即 PT3、LPT3 與 LN3 皆為可考慮採用之統計方法。

然而，為利於後續全臺無因次降雨強度公式之建立時，統計方法選定時之一致性，本計畫將北部地區(67 個測站)，以及中部地區(148 個測站)各測站過去所統計之不同延時下最佳機率分佈納入考量，綜合北部、中部、南部各測站之最佳機率分佈統計結果，單純考慮最佳分布時，PT3 為最佳分布共有 163 次(北部：29 次、中部：92 次、南部：42 次)為最多，其次為 LN3 有 116 次(北部：16 次、中部：24 次、南部：76 次)；考慮最佳與次佳分布總計出現次數，PT3 有 271 次(北部：39 次、中部：124 次、南部：108 次)為最多，其次為 LPT3 的 239 次(北部：34 次、中部：105 次、南部：100 次)。因此，南部地區採用之機率分布仍將採用 PT3 為主

要統計方法以進行後續相關分析。

此外，為瞭解頻率分析過程中所採用之數據資料長度(基準年個數)，對於分析結果所產生之影響程度，本計畫以南部地區 153 個測站於 PT3 機率分佈、重現期 100 年之狀況下，分別針對基準年個數減少 3 年(扣除近 3 年的資料)與減少 5 年(扣除近 5 年的資料)時，對降雨強度於各延時造成之變化(如表 4-3~表 4-4)，以及測站記錄年數與降雨強度變化百分比之關係圖(如圖 4-1~圖 4-2)。

由分析結果可發現，不論基準年個數減少 3 年或減少 5 年時，資料長度於 15 年內之測站，其降雨強度變化較大。其中減少 3 年時，延時 60 分鐘降雨強度差異最高可達 34%；延時 1440 分鐘降雨強度差異最高可達 24%。當減少 5 年時，延時 60 分鐘經降雨強度差異最高可達 60%；延時 1440 分鐘降雨強度差異最高可達 85%。經統計，本計畫所採用之 153 個測站中，觀測資料長度為 10~15 年之測站個數共有 60 個站，佔南部地區總測站個數為 39%。基此，建議短期內應每 3 年重新檢討資料更新後對降雨強度之影響，而每 5 年則應針對所有測站全面重新檢討降雨強度之變化。

表 4-2 各測站不同降雨延時之最佳統計分布結果

測站	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	90 分鐘	2 小時	3 小時	4 小時	6 小時	12 小時	18 小時	24 小時	最佳 結果	次佳
南化(2)	LN3	LN3	LN3	LPT3	LN3	LN3	PT3	PT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	GEV	LN3	PT3、LPT3
崎頂	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3
關子嶺(2)	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	LN2	LN3	PT3	PT3	PT3	LN3	PT3
六溪	LN3	GEV	LN3	LN3	EV1	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3	PT3
東原	LN3	LN3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3、LN3
北寮	GEV	GEV	LN2	EV1	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LN3	PT3
虎頭埤	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LPT3	PT3	LN2	LN2	LPT3	LN3	PT3、LPT3、LN2
王爺宮	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LN3	LPT3
關山	LN3	LN2	EV1	EV1	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LN3	LPT3
大竹坑	GEV	PT3	PT3	PT3	GEV	LN3	LN3	LN3	EV1	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	PT3
木柵	LN3	PT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	LN2	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3	EV1	PT3、LN3	EV1、LPT3、LN2
古亭坑	LN2	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN2	LN3	LPT3	LPT3	LN3	PT3	LN3	LPT3、LN2
金山	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	LN2	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	LPT3	LN3	EV1、PT3、LPT3、LN2
阿蓮(2)	GEV	LPT3	LN3	LN2	LN2	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3
甲仙(2)	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	GEV	GEV	GEV	GEV	LPT3	GEV、PT3
美濃(2)	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LN3	LPT3
六龜(4)	PT3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LN3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LN3	LPT3	PT3
梅山(2)	LN3	LPT3	LN2	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LN2	LN2	LPT3	GEV	EV1	EV1	LPT3	LN3、LN2
天池	LN3	PT3	LPT3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	LN3	EV1	LN2	PT3、LPT3	LN3
旗山(4)	PT3	PT3	LPT3	LN2	PT3	PT3	LPT3	LN2	EV1	GEV	GEV	LPT3	GEV	PT3	GEV、LPT3
寶山	LN3	PT3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	PT3	LPT3	LN3
民權	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3
高中(2)	LN3	LPT3	LPT3	PT3	LN3	LN3	PT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3	LN3	PT3	LPT3、LN3	PT3
多納(1)	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LPT3	LN3
溝坪	PT3	PT3	PT3	PT3	GEV	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3
圓富國中	LN3	PT3	GEV	PT3	GEV	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	GEV、PT3
屏東(5)	LN3	LN2	LN3	EV1	LN3	GEV	LPT3	LPT3	LN3	LN3	LN2	LN2	LN2	LN3	LN2
新來義	PT3	PT3	PT3	PT3	EV1	EV1	GEV	LN2	GEV	EV1	EV1	EV1	EV1	EV1	PT3
南和	EV1	EV1	EV1	LN3	LN3	EV1	EV1	EV1	EV1	EV1	EV1	EV1	LN3	EV1	LN3
古夏	LN3	LPT3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3
牡丹	LPT3	LPT3	LPT3	LN2	LPT3	PT3	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3
石門	LPT3	LN3	LN3	EV1	LN3	PT3	LPT3	GEV	PT3	LPT3	LPT3	PT3	LN3	LPT3、LN3	PT3
三地門	PT3	EV1	EV1	EV1	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	EV1	LN3	LN3	EV1
新瑪家	LPT3	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LN2	LN3	EV1	EV1	PT3	EV1、LPT3、LN3
楠溪	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	PT3
壽卡	GEV	LN3	LN3	GEV	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3
大漢山	LN2	PT3	PT3	GEV	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	GEV	PT3	GEV
士文	LN3	LN3	LN2	LPT3	PT3	LN3	PT3	PT3	GEV	LPT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	LPT3、LN3
泗林	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3
新豐(1)	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	PT3
新庄國小	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN2	LPT3	LPT3	LN3	LPT3	PT3

表 4-2 各測站不同降雨延時之最佳統計分布結果(續)

測站	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	90 分鐘	2 小時	3 小時	4 小時	6 小時	12 小時	18 小時	24 小時	最佳結果	次佳
神山	PT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	PT3
臺南	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3	LN3	PT3	LN3	PT3	LN3
永康	PT3	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3	PT3	PT3	LN3	PT3	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3
高雄	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3
恆春	LN3	PT3	LN3	EV1	EV1	EV1	EV1	EV1	EV1	EV1	EV1	LN3	PT3	EV1	LN3
曾文	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	LN3	LN3	EV1	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	PT3、LPT3
北寮	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN2	LN2	LN3	LN3	LN2
王爺宮	LN3	LN3	LN3	LN3	GEV	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	LN3	PT3
大內	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	
善化	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	
玉井	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3
安南	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN2	PT3	LN3	LPT3
崎頂	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	LN2	LN2	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3
虎頭埤	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	LN2	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3
新市	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3	EV1	LN3	LN3	LPT3	LN3	LPT3
媽廟	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3、LN3
佳里	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	GEV	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1、GEV
臺南市北區	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LN2	LPT3	LPT3	PT3
臺南市南區	PT3	LPT3	LPT3	LN3	PT3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	PT3	LPT3	LN3
麻豆	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LN3	PT3	LN3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LN2	LPT3	PT3
官田	LPT3	PT3	PT3	LPT3	EV1	LPT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	PT3、LPT3	EV1
西港	LPT3	PT3	LN3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	PT3、LPT3	LN3
安定	LPT3	LPT3	PT3	LN3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3
仁德	LPT3	LN2	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	LPT3	LN3
關廟	LN3	LN3	LN3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3
山上	LPT3	LN3	PT3	PT3	LN3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	PT3
安平	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3	PT3	LPT3	PT3	LN3	PT3	LPT3、LN3
左鎮	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	LPT3	LN3	PT3
沙崙	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LPT3
環湖	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	LN3	PT3
大棟山	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	LN3	PT3	PT3	LN3	PT3
關山	LN3	LN3	PT3	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN2	LN3	LN3	PT3	LN3	PT3
楠西	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	LN3	EV1	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3	PT3
東原	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LPT3	LN3	PT3
甲仙	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	LN2	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	LN3	PT3
月眉	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3	PT3
美濃	LN3	EV1	LN2	LN2	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3、LN2
溪埔	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	GEV	GEV	LN2	PT3	LPT3
內門	EV1	GEV	LN3	LPT3	LN3	LN3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3、LPT3	LN3
古亭坑	PT3	GEV	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3、LPT3	LN3
阿公店	PT3	LN3	LN3	PT3	LN3	LPT3	PT3	LPT3	LN3	LN2	LN2	LN3	LPT3	LN3	PT3、LPT3
鳳山	LPT3	LPT3	EV1	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	GEV	LN2	GEV	LPT3	PT3	PT3	LPT3	GEV、PT3
鳳森	PT3	GEV	LN3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	LN3	EV1	PT3	LPT3
新興	LN3	GEV	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	PT3
阿蓮	LN3	GEV	GEV	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	GEV
梓官	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3
永安	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LN3	LPT3

表 4-2　各測站不同降雨延時之最佳統計分布結果(續)

測站	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	90 分鐘	2 小時	3 小時	4 小時	6 小時	12 小時	18 小時	24 小時	最佳 結果	次佳
神山	PT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	PT3
茄苳	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3
湖內	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3	PT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	PT3、 LPT3
彌陀	LN3	LN3	LN3	EV1	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LPT3	PT3	LPT3	LN3	PT3
岡山	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3
仁武	PT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3	PT3
鼓山	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3
三民	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	LN3	PT3
苓雅	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3	PT3	PT3	PT3	LN3
林園	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LN3	LN3	PT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	LPT3
大寮	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	GEV	PT3	LPT3	PT3
旗山	PT3	LPT3	PT3	LPT3	LN2	PT3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3
路竹	LPT3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3、 LN3
橋頭	PT3	PT3	LPT3	LPT3	GEV	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3 、 LPT3	GEV
大社	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3	LN3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3 、 LN3	PT3
萬山	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LN3	PT3
六龜	GEV	PT3	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	PT3	PT3	LN3	LN3	PT3 、 LN3	GEV
達卡努瓦	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	GEV	GEV	LPT3	PT3	PT3	PT3	LN2	LPT3	PT3	LPT3
排雲	PT3	PT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	GEV	GEV	LPT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	LPT3	PT3、 LN3
南天池	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LN3	GEV	GEV	LPT3	LPT3	LN3	LN3	PT3	LPT3、 LN3
梅山	LN3	LN2	LN2	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LN2	PT3	LPT3
小關山	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LN3	LN2	LN2	GEV	EV1	EV1	PT3	LPT3、 LN2
高中	PT3	LN3	LN3	EV1	LN2	EV1	LN3	GEV	GEV	LN2	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1、 GEV、 LN2
御油山	LPT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LN2	LN3	LN3	GEV	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3
大津	GEV	GEV	LN3	EV1	LPT3	LN3	LN3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3、 LN3
尖山	GEV	GEV	GEV	EV1	LN2	LN2	LN3	LPT3	LN3	LN2	LPT3	PT3	PT3	GEV 、 LN2	PT3、 LPT3、 LN3
吉東	LN3	LN2	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3
溪南 (特生中心)	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3
新發	PT3	LN3	LPT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LN3	LPT3
藤枝	LN3	PT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3
多納林道	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LN3	PT3、 LPT3
尾寮山	PT3	LPT3	EV1	LN2	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	GEV	PT3	LPT3
阿禮	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3
瑪家	LN2	LPT3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	LN3	EV1	LN3	LN3	LPT3
三地門	LPT3	LN2	EV1	GEV	GEV	LN3	LPT3	GEV	GEV	GEV	LN2	LN3	LN3	GEV	LN3
鹽埔	LPT3	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3、 LN3
屏東	LPT3	GEV	PT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3
赤山	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LN2	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LN3	PT3	PT3	LPT3
潮州	LPT3	LN3	EV1	EV1	GEV	EV1	LN3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LN3	LN3	LPT3 、 LN3	EV1
來義	LPT3	PT3	PT3	PT3	LN3	GEV	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	GEV	LN3	LN3	LPT3 、 LN3	PT3

表 4-2 各測站不同降雨延時之最佳統計分布結果(續)

測站	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	90 分鐘	2 小時	3 小時	4 小時	6 小時	12 小時	18 小時	24 小時	最佳結果	次佳
神山	PT3	LPT3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	PT3
春日	LN3	LN3	LN3	EV1	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LN2	LN3	LN3	PT3	LN3	LPT3
琉球嶼	PT3	LN3	GEV	EV1	LN3	EV1	EV1	LN3	LN3	PT3	LN3	LPT3	LPT3	LN3	EV1
檳榔	LN3	LN3	LN2	LN2	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	EV1	LN3	LN3	LN3	LN3	LN2
車城	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	LPT3
牡丹	LN2	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3
貓鼻頭	LPT3	LN3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3
大漢山	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	LN3	PT3	PT3	LN3	PT3
高樹	LPT3	PT3	LPT3	PT3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3、LN3
長治	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3
九如	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3
崁頂	LPT3	LPT3	EV1	LPT3	LPT3	LN3	LPT3	LPT3	LN3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3
佳冬	LN3	LPT3	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LN2	PT3	LPT3、LN3
新埤	LPT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	GEV	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN2	LN3	LN3	LPT3	PT3、LN3
新園	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3	PT3	PT3	LN3	LPT3	PT3
麟洛	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LPT3	LPT3	PT3	LN3	LN3	PT3、LPT3
南州	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LN3	LN2	LN3	PT3	PT3	PT3	LPT3、LN3
里港	LN3	GEV	PT3	PT3	LPT3	PT3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3
舊泰武	LN3	LN2	LN2	LN2	LPT3	LPT3	PT3	LN3	LN3	PT3	GEV	GEV	GEV	GEV、LN3、LN2	PT3、LPT3
口社	LN3	PT3	GEV	LPT3	LN3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LN3
上德文	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	LPT3	PT3	LPT3	LN3
力里	LN3	LPT3	LPT3	LN3	LPT3	LPT3	GEV	LN2	EV1	EV1	LN3	LN3	PT3	LPT3、LN3	EV1
石門山	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	
西大武山	PT3	LPT3	PT3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	LN3	PT3
羌黃坑	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN2	LPT3	LPT3	LN3	LPT3
集來	EV1	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	LN3	LN3	LN3	PT3	LPT3	PT3	PT3	LN3	PT3
來義	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	PT3	PT3	PT3	PT3	LPT3	PT3	LN3	LN3	LN3	PT3

表 4-3 頻率分析基準年減少 3 年造成之影響(百分比)

記錄年數	站名	延時(分鐘)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
42	南化(2)	-1.7	-2.6	-2.5	-2.7	-1.3	-1.6	-0.5	-1.1	-1.8	-2.1	-2.8	-3.5	-2.5
44	崎頂	-3.7	-3.7	-4.8	-3.6	-3.7	-3.2	-4.3	-2.3	-2.7	-2.7	-3	-3.7	-3
65	關子嶺(2)	-0.6	-0.7	-1.2	-1.1	-0.9	-0.9	-0.6	-1.4	-1.5	-1.6	-1.8	-1.8	-2.2
64	六溪	-0.8	0	-0.3	-0.9	-1.3	-1.8	-1.5	-1.4	-1.1	-1.5	-2	-2.4	-2.6
42	東原	-0.8	-0.5	-1.1	-1.2	-1.1	-1.7	-2.4	-2.5	-2	-1.8	-2	-2.6	-3.3
44	北寮	-1.3	-0.8	-1.1	-1.6	-0.1	-0.5	-0.6	-1.5	-1.9	-2.2	-1.8	-2.5	-2.4
40	虎頭埤	-0.8	2	2.5	2.2	-0.8	-1.1	-1.7	-0.8	-0.3	-0.6	-2.6	-2.9	-2.3
37	王爺宮	10.2	7.2	8.7	7.7	1.2	-0.3	-0.5	-2.6	-3.1	-3.4	-3.1	-2.5	-2.7
36	關山	-1	-2.3	-2.5	-3.2	-3.2	-2.7	-2.8	-2.7	-2.1	-1.9	-2.2	-2.6	-2.5
13	大竹坑	0	-0.6	0.4	1	-0.4	-4.2	-5.2	-9.3	-6	-1.1	-0.4	-5.3	-7.3
57	木柵	-1.2	-0.9	-0.8	-1.1	-0.7	-0.8	-0.9	-0.8	-1.2	-1.5	-1.5	-1.8	-1.6
40	古亭坑	-2.2	-0.9	-0.6	-1.1	-1.8	-1.4	-0.6	-1.4	-1.6	-1.2	-1.7	-2.3	-2.3
41	金山	-2.8	-2	-2.4	-1.9	-0.6	-1.5	-2.4	-2.1	-2	-2	-1	-0.6	-1.7
51	阿蓮(2)	-1.6	-3.4	-1.9	-1.5	-0.9	-1.8	-0.9	-0.9	-1.2	-1.2	-2.2	-2.8	-3.4
67	甲仙(2)	-0.7	-1.1	-1.1	-2.2	-1.5	-2.1	-2	-1.3	-1.3	-1.1	-1.5	-2.2	-1.6
62	美濃(2)	-0.9	-0.6	-0.8	-1.4	-0.9	-1.8	-1.8	-1.3	-2	-1.5	-2.3	-1.9	-1.9
36	六龜(4)	-1.9	-0.7	-1.2	-0.9	-1.4	-2.1	-1.9	-1.6	-2	-1.7	-1.6	-1.9	-2.3
43	梅山(2)	-1.5	-0.6	-0.5	-1	-1.5	-0.6	-0.5	-0.6	-0.4	0.1	0	-0.7	-1.6
45	天池	-0.7	0.1	1.5	2.2	2.2	1.6	1	-0.5	-0.6	-0.6	-1.8	-1.8	-2.2
62	旗山(4)	-0.7	-1.1	-0.7	-1.3	-1.6	-2	-1.5	-1.6	-1.2	-1	-1.4	-1.8	-1.5
13	寶山	22.7	14.2	5.3	5.9	-8.3	-8.1	-8.1	-0.8	1.9	7.7	8.8	7.5	12.3
11	民權	7.2	-9.4	-14.5	-16.9	-11.6	1.9	-8.1	-31.8	-9.3	-16.5	-39.5	-31.7	-12.1
12	高中(2)	-2.5	-0.6	-0.2	0.9	-0.6	4	7.9	8.3	6.6	1.2	-0.2	-1.5	0.3
12	多納(1)	-2.4	-0.6	3.5	4.4	4.3	-0.2	0.2	-2.4	-5.2	-10	-2.4	-5.2	0
10	溝坪	1.8	-2.9	-2.5	4	3.7	-2.1	-5	-10.2	-7.2	-7	-12.5	-16.9	-16.6
10	圓富國中	-6.5	-3.4	3.2	0.5	-1.2	-6.5	-0.7	-2.5	-6	-4.3	-4.4	-5	-7.4
69	屏東(5)	3.6	3.7	1	-0.5	-0.2	-0.4	-0.7	-0.9	-0.8	-1	-3	-3.2	-1.9
51	新來義	-0.6	-0.8	-0.8	-0.9	-1.1	-0.8	-0.7	-0.8	-0.5	-0.8	-2.1	-2.7	-2.9
55	南和	-1.2	-0.8	-0.5	-1.1	-1.1	-0.9	-1	-1.3	-1.3	-2.1	-3.1	-2.9	-2.2
43	古夏	0.4	-0.6	-0.6	-0.5	-0.9	-0.4	-1.1	-3.2	-0.6	-1.3	1.5	-0.6	3.9
21	牡丹	-3.7	-3.4	-5.3	-4.2	-1.7	0.3	-1.4	-0.3	-2	-4.5	-5.3	-4.7	-5.7
43	石門	-0.3	-1.7	-0.7	-0.4	-0.7	0	1.3	1.2	0.1	-1	-1.5	-1.6	-1.9
55	三地門	-1.8	0.5	0.1	-1.5	-2.3	-2.3	-2.5	-2.4	-2.7	-2.7	-3.3	-3.5	-3
47	新瑪家	-0.8	-1.7	-1.7	-1.8	-2	-1.9	-2.4	-3.1	-3.2	-3.2	-2.4	-2.4	-2.9
14	楠溪	-8.9	-5.4	-1.7	3.7	-3.9	-5	0.6	5.3	7.7	9.4	5.4	0.6	-3.1
41	壽卡	-1.3	-1.1	-0.5	-0.3	-1.5	-0.9	-0.4	-0.8	-0.7	-0.9	-2.1	-2.2	-2.6
38	大漢山	-2.3	-1.9	-1.4	-2.8	0.5	0.3	-0.2	-0.1	-3.6	-4.9	-1.6	0.5	-2.2
38	士文	-2	-0.7	-0.9	-1.8	-2.8	-1.3	-0.8	0.5	0.9	0	-3.3	-3.4	-3.3
23	泗林	-3.1	1.8	0.8	-4.1	-6.2	-1.3	-3.3	-0.2	0.7	3.3	-1.1	-3.4	-4.3
11	新豐(1)	-4.7	-1.2	-7.7	-10.8	-5.9	2.9	0.6	-3.5	-6.9	-5.4	0	-8.7	-17.3
9	新庄國小	-15.8	-4.7	4.5	-8.7	-7.7	-12.8	-15.6	-6.4	-10.8	-14.1	-4.5	-6.8	-14.7

表 4-3 頻率分析基準年減少 3 年造成之影響(百分比)

記錄年數	站名	延時(分鐘)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
10	神山	5.9	-11.9	-2.5	-8.4	-1.1	8.1	-2.8	-19.8	-32.5	-23.7	-18.8	-19.1	-17.7
22	臺南	-1.8	0.2	-1.1	-2.9	-4.3	-3.3	-1.6	-0.3	-0.3	1	0.6	-4.2	-4.6
22	永康	-2.4	-2.5	-0.7	-0.8	-2.9	-3.4	-2.9	-2.5	-3.9	-1.2	-0.9	-2.3	0
22	高雄	12.6	12.4	14	13.2	2.6	3.5	1.3	2.7	2.6	1.4	0.9	0.7	1.9
22	恆春	-2.5	-5.4	-6.4	-6.7	-6.9	-7.5	-7.9	-8.3	-8.7	-7.4	-4.8	-0.8	1.8
35	曾文	-1.4	-1.5	-2.4	-2.5	-2.6	0	0	-0.6	-1.2	-1.8	-1.7	-2	-1.4
35	北寮	-1.4	-4.6	-2.6	-5	-2.7	-2.6	-2.8	-3	-3.2	-3.6	-3.3	-3.2	-2.3
35	王爺宮	8.5	6.1	9.6	8.5	2.4	-0.3	-0.8	-2.3	-3	-2.7	-2.4	-2.5	-2.5
35	大內	-1.7	-1.7	-2.3	-2.8	-2.6	-2.9	-4.5	-2.4	-2.4	-1.2	-2.2	-2.2	-2.1
35	善化	-1.8	-3.9	-3.6	1.8	7.3	3.4	3.8	2.6	1	2.2	0.3	-1.3	-1.8
35	玉井	-1	-0.9	-1.5	-2.1	0.3	-1.7	-0.4	-0.8	-1.5	-2.2	-2.1	-2.4	-2.1
31	安南	-0.6	-2.8	-4	-2.4	-1.7	-1.1	-1	-0.8	-0.8	0	0	-1.1	-2.3
31	崎頂	-1.6	-2.3	-2.3	-2.7	-2.4	-1.9	-0.1	1.5	1.2	4.3	1.9	-0.9	-1.4
31	虎頭埤	-2.3	-2.2	-2.7	-1.9	-1.6	0.5	-1.6	-1.2	-0.7	-0.4	-1.9	-2.2	-2.3
31	新市	-1.6	-0.8	-2.3	-2.1	-1.8	-0.5	-0.1	-0.3	1.5	-2.7	-0.2	-0.3	-1
32	媽廟	-1.6	-0.7	-2	-2.3	1.2	0.8	0	0.1	0.4	0.8	0.3	-0.9	-1.1
32	佳里	-3.2	-4.3	-4.1	-4.4	-4.7	-6.2	-6.2	-7.2	-6.8	-5.2	-4.4	-5	-4.9
11	臺南市北區	-0.2	0.6	-2.5	2.5	-2	2.8	6.3	4.7	0.6	-7	-6.1	-17.2	-20.2
11	臺南市南區	7	3.4	2.6	1.7	5.1	-2.4	-1.4	3.9	6.7	8.8	7.6	-0.8	-13
11	麻豆	-8.9	-1	-4.3	-4	-8.7	-10.8	-8.2	0.6	-8.3	-7.1	-8.6	-14.5	-24
11	官田	1.8	12.9	11.2	24.1	34.2	20.3	10.6	-9.4	-10	-4.1	-2.2	-10.8	-13.7
11	西港	13.2	8.6	-4.5	-4.5	2.7	-2.9	-12.9	-5.6	-3.3	0.7	6.8	1.4	-6.8
11	安定	-11.9	-15.7	-8.9	-4	0.9	4.2	2.4	1.6	-0.5	-0.4	7.4	0.3	-6.8
11	仁德	-2.4	-3.1	0.6	8.4	7.7	13.6	15.8	12.7	2.7	-1.7	0	-0.8	-9.7
11	關廟	-4.3	-0.6	0.3	-1.5	11.3	15.8	13.5	11.4	11.3	6.1	1.5	6	3.9
11	山上	-4.2	-3.3	6.8	5.3	-4.9	-13.8	-13.7	-12.2	-14.5	-13.2	-10.2	-13.8	-6.4
11	安平	-9.4	-19.2	-13.5	-0.2	-4.4	-10.1	-13	-9.6	-8.3	-4.4	-5.1	-6.7	-14.8
35	左鎮	0.1	-0.2	-0.9	-1.9	-2.3	-4.7	-1.5	0.3	-0.2	-0.6	-1.3	-1.9	-1
32	沙崙	-1.7	0.3	-1.9	-1.7	-1.8	-1.3	0	0.8	1.1	1.8	-0.9	-2.4	-1.6
35	環湖	1.7	2.2	2	4.8	7.8	3.7	-0.7	-3.5	-3.9	-3.3	-2.4	-1.9	-1.8
35	大棟山	1.7	0.9	-1	-1	-1.2	-2.4	-2.2	-0.5	-0.5	-0.9	-1.4	-2.1	-1.8
35	關山	-1.3	-1.9	-2.1	-2.3	-1.7	-2.4	-2.8	-3.1	-3	-2.8	-1.8	-1.6	-1.3
35	楠西	-1.3	-1.4	-0.7	0.2	-2	-0.8	-0.4	-1.2	-2.4	-2.6	-2.5	-3	-2.3
32	東原	6.5	7.2	2.8	0.2	-0.6	1.7	-0.6	-2.4	-2.3	-2	-1.3	-0.9	-0.2
31	甲仙	-4.7	-4.3	-4	-4.7	-4.3	-4.3	-4.4	-3.5	-3.3	-3.1	-2	-2.4	-2.4
31	月眉	-0.9	-1.3	-0.7	-0.8	-0.6	-1.4	-0.5	-2.9	-2.6	-2.4	-1.2	-1.1	-1.3
32	美濃	-2.5	-2.5	-2.3	-2.8	-1.4	-0.2	-0.5	-1	-0.9	-0.8	-2.1	-2.9	-1.1
32	溪埔	-3.3	-2.6	-3.2	-2.6	-4.4	-3.9	-1.2	-1.6	-1.8	-2.2	-2.3	-2.1	-2
32	內門	-1.4	-2.9	-2.2	-2.2	-1.4	-1.3	-2.7	-1.8	-1.4	-2.4	-2.3	-2.5	-1.7
32	古亭坑	-2.9	-0.8	0.8	0.7	-1.3	0.9	1.7	0.3	-0.6	-0.9	-0.7	0	0
32	阿公店	-1.7	1.1	2.2	-1.8	-2.9	-1.9	-1.7	-2.8	-3	-2.3	-2.1	-1.1	-2

表 4-3 頻率分析基準年減少 3 年造成之影響(百分比)

記錄年數	站名	延時(分鐘)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
32	鳳山	8.2	4.8	4.3	2.8	-0.9	-1	-1.7	-1.9	-1.4	-3.2	-3.6	-3.4	-3.6
32	鳳森	1	0.6	-3	-1.8	-1.2	-0.8	-0.6	0.7	0.3	-1.4	-0.8	-3.6	-3
15	新興	8.8	6.1	10.5	5	-3	-5.3	-3.7	-3	-2.2	-2.5	-5.8	1.3	-3.6
13	阿蓮	-0.4	-0.6	-0.3	-1	-2.5	0.5	1.6	0.5	0.3	3.7	1.8	5.5	0.4
11	梓官	2.7	3.6	-4.2	-5.2	-4.4	-1.5	2.1	3.6	5.6	7.3	10.7	10.1	7.7
11	永安	11.8	10.2	-2.4	-5	-7.6	7.8	14.8	12.9	10.7	12.6	11.1	8.9	5.4
11	茄萣	-4.3	3.1	6.6	-2.5	-9.1	-1.8	2.4	7.8	12	16.8	23.6	22.3	14.2
11	湖內	1	4.6	4.4	0.2	0.5	2.6	2.5	6	9.2	11.4	9.5	13.5	11.2
11	彌陀	1.1	-1.4	-4.3	-6	-6.7	4.5	11.5	16.1	6.6	4.2	1.8	0.4	-2.2
11	岡山	6.4	0	3.3	1	-1.9	0.5	4.8	5.8	4.2	4	1.6	-0.8	-0.5
11	仁武	-4.6	-8.5	-14.7	-20.7	-14.2	-12.3	-9.7	-1.6	4.3	2.5	6.8	5.2	-4.1
11	鼓山	-0.5	8.8	5.9	-1.6	-9.4	-22.6	-18.5	-12.4	-7.1	1.9	8.3	11.6	7.9
11	三民	13.3	21.5	19.6	7.6	-4.6	-2.8	-0.2	1.2	-0.9	1.9	0.6	1.6	1.1
11	苓雅	-5.5	-2.3	-9.7	-7.3	-9.9	-4.3	-2.7	3.6	13	8.1	-0.3	-3.1	-0.6
11	林園	-3.5	-5.4	-0.8	0.7	1.3	-2.1	-2	-6.8	-6.6	-2.1	3.4	2.7	-1.8
11	大寮	-24	-11.6	-2.1	4.8	17.6	8.7	3.8	5.1	5.3	4.4	-3.4	-1.1	-3.9
11	旗山	-11.7	-16.8	-9.7	-15.8	-7.5	-10.1	-6	-7.9	-9.6	-6	0.2	3.3	8.9
11	路竹	-0.5	14.9	14.7	17.4	27.8	18.3	-1.6	4.8	4.3	6.3	7.7	6.7	4.7
11	橋頭	3.5	3.4	11.9	-6.4	-13	3.1	7.2	13.6	13.2	12.7	0	-1.1	-8.6
11	大社	-0.1	1.2	3.9	7.8	11.3	7.5	11.9	15.8	16.3	15.5	9	9.8	11.1
11	萬山	2	7.1	7.1	5.7	-4.1	-5.6	-3.8	3.5	6.2	4.1	0.9	3.6	2.6
11	六龜	6	3	0.2	-0.3	0.9	-5.8	-10	-0.5	3.3	5.5	-2.5	-7.3	-5.5
32	達卡努瓦	-1.4	-0.4	-0.7	-1	-0.9	-2	-3.1	-1.8	-1.5	-1.3	-1.2	-1.5	-1.8
32	排雲	-1.1	-0.1	1.2	-0.6	0.3	-1.5	0.6	2.6	1.1	3.4	0.3	-0.3	0.7
32	南天池	0.5	-1.1	0.3	-0.1	-2.5	-2.3	-2.7	-3	-3.3	-3.6	-4.4	-5.7	-6.3
31	梅山	0.6	6.6	5.8	7.4	2.9	-2.4	-2.6	-1.1	-0.3	-0.7	-1.2	-1.8	-2.6
31	小關山	-1.8	-1.6	-2.6	-2.8	-3.2	-1.1	-1.6	-1.9	-2.5	-3.2	-2.4	-2.6	-2.9
31	高中	-1.9	-3.4	-3	-3	-2.7	-2.6	-1.5	-1.9	-1.1	-1.4	-1.2	-1.1	-1.1
32	御油山	-0.3	-0.2	-1.1	-1.3	0.3	-1	-1.5	-1.4	-1.3	-1.8	-2.2	-3.2	-4.2
32	大津	-3.8	-1.8	-2.6	-1.9	-1.5	1.5	1	-1.9	-1.3	-0.4	3.7	1	-0.8
32	尖山	25.9	24.5	19.9	13.3	3.6	-0.6	-2.7	-3.4	-2.9	-1.8	-0.5	0	-0.7
11	吉東	2.7	18.2	-1.3	-2.2	3.7	4.7	-4.8	-6.8	-11.5	-10.8	-5.8	1.4	1
11	溪南(特生中心)	0.8	0.5	-1	-11	-0.8	4.5	0.4	1.8	-1.1	-12.5	-5	-7	0.3
11	新發	4.3	0.9	-0.4	-1.8	-3	0	1.2	0.3	2.7	9.5	6.2	5.6	8.9
11	藤枝	-0.1	4	-3.6	-1.5	2	4.5	1.4	0.4	-0.9	-8.9	-7.8	-9.6	-8
11	多納林道	1.6	-6	-1.1	-2.2	1.4	-5.1	-9.6	-5.6	-6.3	-1.9	4	13.7	12
32	尾寮山	-0.8	-0.9	-1.2	-3	-4.8	-2.9	-2.5	-2.7	-2.3	-0.6	-1	-1.5	-2.2
32	阿禮	0	-1.9	-1.7	-1	-1.4	-2.5	-2.1	-1.5	-2.9	-4	-3.7	-3.3	-3.1
32	瑪家	-1.5	-2.1	-2.2	-2.5	-1.7	-1.7	-3	-3.9	-4.8	-6.1	-4.7	-3.4	-3.5
32	三地門	-1.9	-0.3	2	-1.1	-3.1	-3.6	-2.2	-1.6	-1.6	-2.1	-3.7	-4.1	-3.8
32	鹽埔	0.6	1	-0.2	-1.2	-1.1	-1.3	-0.9	-1.7	-0.8	-0.6	-2.4	-2.5	-2.2

表 4-3 頻率分析基準年減少 3 年造成之影響(百分比)

記錄年數	站名	延時(分鐘)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
32	屏東	0.9	1.9	0.5	-1.2	-0.5	0	0.2	0.6	0.9	1	0	0	0
32	赤山	-1.1	0.1	-0.8	-0.5	1.1	-1.3	-1.5	-0.9	-0.6	-0.7	-1.5	-1.9	-1.3
32	潮州	-2.2	-3.1	-2.4	-0.4	-1.7	-1.2	-1.3	0	0.3	-0.2	2.9	0	-0.8
28	來義	-2.1	-0.2	-1.6	-1.4	-3.2	-2.6	-2.3	-0.4	-0.2	-0.6	-2.7	-3	-4
28	春日	-1.6	-2.1	-3.4	-2.7	-2.7	-4.8	-5.2	-3.8	-2.6	-3.1	-3	-1.3	-1.7
28	琉球嶼	13.7	10.9	11.5	10.4	3.7	-1.2	0.1	3	10.1	5.4	-1	-1	-0.4
27	檳榔	0.8	2.2	0.3	-0.4	-0.8	0.2	0.6	2.2	1.4	0	-0.5	0	0.3
27	車城	-1.1	-0.5	-2.6	-3.3	-3.2	-1.1	-0.6	-0.8	-1.8	-3.1	-3.4	-2.1	0
27	牡丹	-2.2	-0.2	-1.6	-0.3	-1.1	0.5	1.4	0	-4.4	-3.8	-5.2	-4.1	-3.4
27	貓鼻頭	-2.9	-2.3	-3.1	-2.9	-3	-3.2	-3.2	-1.7	-0.6	-0.8	-1.2	-0.5	0
13	大漢山	-4.1	-5	-1.5	-3.1	-3.9	-0.2	2.2	5.4	3.4	4.3	-0.2	1.4	0.9
11	高樹	-6.5	-5.6	-13.2	-3.7	19	24.1	18.1	-6.1	-9.2	8.2	5.2	6	0.9
11	長治	-11	-10.6	-6.7	-3.6	-7.6	-4.5	3.9	-0.5	7.9	8.2	0	1.8	1.6
11	九如	-5.8	0.8	3.4	1.4	-10.9	-0.2	13.5	13.2	10.4	20.2	-0.9	-9.5	-10.2
11	崁頂	-4.9	-5.9	-7.1	-6.7	2.3	13.1	15.1	13.2	8.4	3.3	11.3	0.4	-5.3
11	佳冬	0	-8.9	-16	-16.2	-21.9	-32.1	-43.9	-47.5	-42.1	-31	-18.2	-11.7	-11.5
11	新埤	-11.8	-39.5	-21.5	-19.3	-20.6	-25	-21.7	-16.7	-22.7	-15.9	-15.6	-12.7	-14
11	新園	1.2	-4.2	-4.9	-1	-5.5	1.5	-14.9	-13.8	-5.1	-4.1	4.9	4.4	-3.7
11	麟洛	0.3	2.1	5.4	-0.4	-5	-5.7	-18.4	-13.6	-13.2	5	4.4	-4.5	-13
11	南州	-2.9	-3.3	-12	-22.4	-30.2	-25.8	-19.5	-15.6	-16.7	-16.7	-10.6	-7.1	-3.7
11	里港	-7.4	-6.1	2.2	-1	-6.6	0.3	-5.5	-6.1	-4.5	-3.6	1	2.6	-1.9
11	舊泰武	0	-6.2	-8.7	-3.2	4.4	10.3	9.2	5.1	3.7	3.6	2.3	2	2.7
32	口社	-2	-2.4	-0.8	1.9	-1.6	-2.1	-2.1	-1.2	-0.9	1	-0.9	2.3	3.3
32	上德文	-2.7	-2.1	-1	-0.9	-2.4	-1.8	0.1	0.4	2.6	3.8	2.4	0.5	-1.2
28	力里	-1.7	-1.7	-1.5	-3.5	-2.2	-2.1	-2.2	-2.3	-3	-3.9	-3.4	-3.2	0
27	石門山	-2.3	-1.7	-0.3	-0.3	1.4	-0.2	-3.4	-2.2	-0.6	0	-0.4	1	1.3
11	西大武山	-0.7	-0.3	-6.5	-6.4	-4.9	-6.2	-6.6	-6.1	-5.2	-12.8	-2.6	-1.5	4.3
12	羌黃坑	-1.7	2.1	-3.6	-0.5	-12.6	-14.3	-11.5	-5	-2.3	-4.7	-9.5	-11	-10.9
12	集來	-19.3	-4.2	8.1	18.8	9.2	-8.6	-10.8	-4.9	-3.8	0.9	0.5	-2.9	-2.5
12	來義	18	11.6	9.4	5.7	-0.4	8.8	15.4	7	3.1	10.3	1.4	-5.6	-2.8

註：　為增減變化百分比大於 10%

表 4-4 頻率分析基準年減少 5 年造成之影響(百分比)

記錄年數	站名	延時(分鐘)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
42	南化(2)	-3.1	-1.4	-2.3	-3.2	-1.4	-3.8	-2.4	-3.6	-4.7	-3.2	-4.5	-5.6	-3.9
44	崎頂	-4.3	-4.7	-5.9	-4.9	-3.8	-3.6	-4.3	-3.4	-4.3	-4.6	-3.6	-2.9	-0.9
65	關子嶺(2)	-1.8	-0.9	-1	-1.3	-1	-2.1	-2.3	-1.9	-2.1	-2.1	-2.2	0.6	1.1
64	六溪	-1.8	-0.7	-0.8	-1.9	-2.1	-2.8	-1.5	0.1	0.9	0.4	-0.9	3.7	4.3
42	東原	0.1	0.8	0.4	0.5	-0.9	-0.7	-2	-1.1	0.7	1.3	-0.5	5	6.8
44	北寮	-3.1	-2.1	-1.9	-2.8	-2.7	-2.4	-2.9	-3.3	-2.5	-2.2	-1.7	1.2	2
40	虎頭埤	-1.2	1.2	1.7	2.8	0.3	-2.3	-2.9	-2.8	-2.4	-2.1	-4.3	-3.6	-0.8
37	王爺宮	10.7	8	10	7.4	0.4	-1	-0.8	-1.1	-2.3	-3.5	-2.3	2.7	4.4
36	關山	-1.4	-3.7	-3.6	-4.8	-4.5	-4.3	-4.7	-5.4	-4.8	-4.5	-3.9	-3.8	-2.7
13	大竹坑	-1.8	-2.3	-1.7	-2.9	0.6	-9.7	-10.8	-16.2	-16.1	-6.1	-2.7	0.5	10.6
57	木柵	-2.4	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-2	-2.4	-2.3	-3.1	-2.1	-2.1	-2.6	-1.6
40	古亭坑	-3.6	-1.2	-1	-2.6	-4.1	-1.9	0.3	0.3	-2.6	-2.1	-1	-1.5	-1.7
41	金山	-4.9	-2.1	-2.4	-2.6	-1.7	-2.2	-2.9	-2.7	-4	-4	-2	-0.9	-1.4
51	阿蓮(2)	-2.5	-4	-2.3	-3	-2.1	-2.9	-1.4	-1	-2.4	-2.5	-2.4	-0.6	-0.8
67	甲仙(2)	-1.8	-2.6	-2.3	-3.8	-2.4	-4	-3.8	-2.7	-3.1	-2.1	-1.9	-2.9	-1.6
62	美濃(2)	-2.8	-1	0.1	3.5	2.3	3	5.8	6.2	5	2.8	2.1	1.9	2.2
36	六龜(4)	-2.4	0.3	-1	-0.7	-0.4	-0.6	1.4	1.2	1.3	0.2	-1.9	-3.2	-3.6
43	梅山(2)	-3.1	-1.3	-1.3	-1.6	-1.9	-1.5	-1.5	-2.1	-2.3	-1.5	-2	-2.6	-3.6
45	天池	-1.6	-1.7	-0.8	0.1	0	-0.4	-0.3	-1.8	-1.7	-1.6	-3	-3.2	-3.9
62	旗山(4)	-1.1	-0.7	2.5	0.4	1.6	4	3.1	4.3	4.5	3.4	3.1	0.9	1.5
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
13	寶山	21.5	13.5	-0.5	-0.5	-22.2	-21.2	-15.1	0.4	15.8	18.5	14.7	11.3	19.2
11	民權	8.6	-6.4	-4	-14	-6.3	-7.2	5.1	10.3	9.9	-16.2	-47.6	-49.4	-17.9
12	高中(2)	-1.4	-1.7	-1.1	-0.4	-2.3	3.7	9.7	10.1	7.7	-0.6	-1.3	-6.2	-0.6
12	多納(1)	-12.8	-1.9	10.4	8.5	10.6	1.9	0.7	-3.3	-1.9	-2.4	-2.4	-4	4.8
10	溝坪	-0.2	-4.8	-8.8	1.1	-8.1	-4.6	-11.4	-28.7	-27.3	-28.3	-32.2	-39.5	-39.9
10	圓富國中	-1.7	-2.6	1.8	1.2	9.1	14.9	15.6	13	7.2	0.2	-2.4	-6.4	-8.5
69	屏東(5)	3.5	3.9	2.3	1.5	0.3	-2	-2.6	-1.9	-2.2	-2.2	-4.6	-4.5	-2.9
51	新來義	-1.1	-1.4	-1.2	-1.2	-1.5	-1.4	-0.9	-0.2	0.2	-0.4	-1.8	-2.7	-3.3
55	南和	-2.1	-1	-1	-2.2	-1.1	-2.4	-2.8	-3	-2.8	-3.3	-3.3	-4.1	-3.4
43	古夏	0.5	-1.3	-1.2	-1	-1.3	-1.1	-1.6	-4.2	-1.8	-2.3	0	-1.5	2.8
21	牡丹	-7.3	-6.7	-9.5	-8.3	-3.7	0.9	-2.7	-1.4	-4.2	-6.4	-7.9	-7.5	-10.3
43	石門	-0.9	-3.4	-2.4	-2.6	-2.6	-1.5	0.6	-0.2	-0.9	-1.8	-1.3	-1.3	-2.2
55	三地門	-3.1	-0.5	-1.7	-3.6	-4.4	-3.9	-4.2	-3.7	-4	-3.9	-3.3	-4.2	-3.8
47	新瑪家	-1.4	-3.2	-3.7	-3.4	-3	-3.1	-3.6	-4.6	-4.5	-4.2	-2.7	-3.6	-4.3
14	楠溪	-17.6	-16.6	-6.9	-0.7	-4.1	3.1	10.7	13.9	14.7	14.1	8.1	4.7	1
41	壽卡	-3	-2.4	-1.3	-0.8	-1.5	-0.6	0.1	-0.8	-1	-1.2	-3.3	-3.1	-3.6
38	大漢山	0.6	3.5	0.9	-1.4	0.7	-2.2	-1.1	-1.6	-1.8	-4.8	-2.4	-0.7	-0.8
38	士文	-4.1	-2.2	-2.3	-2.8	-4.1	-2.4	-2.2	-1.7	-0.8	-1	-5	-6.4	-6.2
23	泗林	1.9	4.8	2.6	-2.3	-6.9	-4.1	-3	0.1	3.1	4.5	-0.4	-2.3	-4.9
11	新豐(1)	-14.2	-1.1	-15	-19.5	-14.6	2.8	6.2	5.3	-8.9	-5.8	5.6	15.9	0.4

表 4-4 頻率分析基準年減少 5 年造成之影響(百分比)

記錄年數	站名	延時(分鐘)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
9	新庄國小	20.8	6.2	23.3	-14.4	-16.6	-11	16.2	17	27.9	19.1	22.6	21.9	29.5
10	神山	9.6	-26.2	-8.6	-16.2	9.8	8.5	-0.1	-20.3	-25.3	-23	-15	-24.7	-16.5
22	臺南	-5.7	-3.5	-3.7	-5.5	-6.2	-4.3	-2.7	-3.3	-4.4	-2.7	-4.6	-8.7	-5.9
22	永康	-1.6	-6.5	-5.1	-5.2	-3.1	-5.8	-2.8	0.9	-2.9	-6	-6.8	-13	-7.9
22	高雄	10.2	9.4	10.8	8.9	-2.7	2.9	0.1	0.7	2.3	0.9	0	0	1.1
22	恆春	-6.1	-9.7	-9.5	-9.6	-12	-13.4	-14	-14.1	-14.2	-11.4	-9.1	-1.3	5.7
35	曾文	-3.6	-0.7	-4.1	-4	-4	0.9	0.1	-0.8	-1.6	-2.3	-1.3	-2	-1.4
35	北寮	-4.7	-3.8	-4.3	-5.8	-4.6	-3.9	-3.7	-4.3	-4.6	-5.1	-4.3	-3.9	-2.8
35	王爺宮	14.8	13.4	15.2	9.5	0.6	-2.2	-2.6	-3.8	-4.7	-4.7	-3.8	-2.9	-3
35	大內	-2.9	-4	-4.6	-5	-3.5	-4	-3.6	-4.2	-4.4	-2.2	-3.5	-3.2	-2.3
35	善化	-2.6	-3.2	-3.4	-3.4	5.2	1.5	2	0.5	-1.2	0	-1.6	-3.2	-2.9
35	玉井	-1.9	-2.3	-2.3	-4.9	0.8	-6.2	-2.9	-1.7	-1.6	-2.2	-2.7	-3	-2.4
31	安南	5.9	-1.8	-6.4	-2.3	0.7	-1	5.4	0.6	-1.6	-3.8	-3.8	-4.5	-4.5
31	崎頂	-2.8	-3.3	-5.3	-6.5	-3.9	-2.5	-0.1	0.6	0.2	3.9	-0.3	-0.9	-1.7
31	虎頭埤	-4	-2.2	-3.7	-2.8	-2.7	-1.6	-4	-3	-2.5	-0.4	-1.4	-1.4	-1.7
31	新市	-1.9	2.5	1.6	2.7	2.1	-3.1	-3.3	-4.1	-4.8	-6.8	-4.2	-3.2	-2.4
32	媽廟	-1.2	0.4	-0.1	-0.5	7.8	6.6	6.3	7.3	5.9	3.4	-0.5	-2.8	-2.9
32	佳里	-4.4	-5.7	-6.5	-6.7	-4.5	-8.2	-8.7	-9.6	-8.8	-5	-4.9	-6	-6
11	臺南市北區	-8.4	-13.7	-5.8	7.4	-5.4	-0.5	12.5	2.8	4.9	-1.2	7.5	-8.3	-11.7
11	臺南市南區	11.8	18.3	25.3	28.5	9.5	-12.1	-13.8	2.2	10.6	4.9	-1.1	-15.1	-22.3
11	麻豆	-14.2	-9.9	-2.1	-2.2	-21	-1.4	-12.8	2.6	-9.6	-7.1	-14.1	-54.1	-85
11	官田	8.9	9.2	12.1	30.1	26.6	9.7	6.3	-6.4	-2.1	6.8	16.9	-2.1	-8.5
11	西港	10.1	0.9	-16.2	-20.8	-5.2	-7	-10.2	10.7	3.3	12.8	23.5	15.1	-0.3
11	安定	30	29.4	9.3	-3.9	3.6	11.9	14.8	14.2	1.9	7	19.4	3.3	-9.5
11	仁德	38.9	23.8	25	14.3	6.5	16	18.9	30.1	28.8	25.2	-4.8	-5	-16.4
11	關廟	-6.8	-3.4	-4.6	-10.9	12	17.8	16.5	11.4	12.6	4.6	14.9	20.3	21.2
11	山上	-4.3	-9.8	2.4	4.9	-7.3	-23.7	-29	-24.6	-22	-13	-7.4	-12.3	4.9
11	安平	20.4	-0.3	-18.4	-4.5	-17.9	-25.2	-20.5	-22.1	-5.7	0.2	3.5	-0.4	-10.1
35	左鎮	-1.6	5	1.9	0.8	0.4	-5.3	-4.4	-1.4	1.2	-0.2	-0.9	-2.1	-0.7
32	沙崙	0.2	-1.3	-2.5	-1.9	-3.1	-6.4	-3.6	-1.1	-0.8	0.6	-3.2	-4.4	-3.1
35	環湖	-2.4	-1.5	-1.6	3.1	5.4	1.1	-2.3	-3.8	-3.9	-2.9	-2.2	-2.4	-1.8
35	大棟山	-0.1	-0.9	-2.8	-2.5	-3.1	-4.7	-4.5	-2.5	0.3	-0.5	-2.5	-2.7	-2.9
35	關山	-2.4	-4.6	-3.1	-3.3	-3.2	-4.7	-4.2	-4.5	-4.5	-4	-1.6	-1.4	-1.6
35	楠西	-2	0.4	5.5	5	4.2	3.7	0.1	-3.3	-4.7	-4.3	-2.7	-3	-1.9
32	東原	6.6	8.2	3.9	0.3	-1.3	1.6	-1.1	-3.6	-3.1	-2.7	-1.3	-0.9	-0.2
31	甲仙	-6	-5.6	-4.6	-6	-5.9	-6.7	-6.9	-6.2	-5.8	-5.2	-2	-2.6	-2.4
31	月眉	4.5	1	-1	-2.6	-2.4	-1.9	1.1	-2.7	-2.7	-2.1	-0.8	-1.6	-1.6
32	美濃	-1.9	-2.7	-2.6	-2	-1.6	0.3	0.2	-1.3	-1.2	-1.4	-3.2	-4.1	-2
32	溪埔	-4.5	-3.2	-3.6	-2.1	-4.1	-4.1	-1.8	-3.6	-5.4	-5.5	-5.1	-4.3	-4.5
32	內門	-3.7	-5.6	-4.3	-3.1	-1.4	-2.8	-4.8	-2.5	-2.5	-2.9	-1.8	-2.7	-1.7
32	古亭坑	-3.4	2.3	0.8	-1.4	-2.4	-3.1	1.9	-0.7	-2.9	-3.1	-2.9	-1.7	-0.6

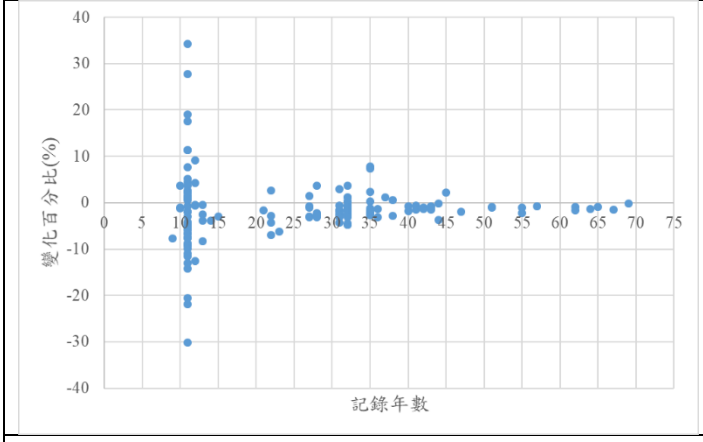
表 4-4 頻率分析基準年減少 5 年造成之影響(百分比)

記錄年數	站名	延時(分鐘)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
32	阿公店	-1	-0.2	0.6	-3	-4.1	-0.4	-1.6	-4.4	-5.1	-3.9	-5.3	-3.3	-3.6
32	鳳山	6.8	3.9	1.9	1.7	2.1	0.3	-0.3	-4.2	-4.7	-8	-7.2	-6.6	-5.6
32	鳳森	8.3	9	4.4	2.2	2.8	1.4	3.3	3.5	2.2	-3.2	-1.9	-7.6	-6.7
15	新興	5.3	2.9	7.1	1	-5.7	-5.2	-3.3	-4	-1.7	-4	-11.1	-2.7	-6.3
13	阿蓮	2.9	0.9	-1.1	-0.5	-2.6	-6	-7.7	-9	-7.3	6.5	5.5	5.9	0.9
11	梓官	17.2	28.5	29.8	31.2	38.3	32.8	21.9	4.5	-1.9	-11.4	6.3	-1.4	-3.9
11	永安	16.4	15.5	24.7	26.1	28.8	20	14.2	1.8	-2.5	1.8	-3.2	-3.8	-9.2
11	茄萣	10.9	8.1	14.9	2.1	-7.9	-10.6	5.1	8.5	7.1	-2	2.4	4.5	0
11	湖內	1.8	8.2	4.4	-9	-12.1	-4.7	-5.1	-2	2.9	-0.5	-5.9	2.8	-0.8
11	彌陀	22.1	32.8	42.3	44.8	47.3	43.8	41	25.5	-5.8	-18.3	-18.6	-15.1	-16.4
11	岡山	26	24.4	23.9	17.6	10.8	13	10.8	4.8	0.2	6.6	6.4	2.5	1.9
11	仁武	-2	-17.3	-41.3	-26.6	10.5	32.7	39.1	26.5	17.5	19.4	2.9	4.8	2.6
11	鼓山	-1.4	3.4	-1.6	-9.7	-18.7	-40.2	-45.8	-26	-26.9	-7.2	-1.7	3	1.1
11	三民	13.6	19.9	24.1	17.6	10.4	3.5	3.5	-5.2	-13.1	-10.1	-17.4	-10.7	-9
11	苓雅	-6.6	-8.2	-18.8	-23.9	-31.6	-15.3	-5.5	1.6	9.8	-4.2	-20.6	-22.4	-15
11	林園	12.6	8.7	4.7	3.4	4.3	1.7	4.8	3.2	2.1	8.4	1.3	-0.5	0
11	大寮	-35.3	-43.8	-30.3	-14.4	5.8	5.5	9.4	17.7	9.7	15.5	-6.8	-2.8	-0.6
11	旗山	-23	-23.2	-19.1	-21.5	-6.7	-1.1	5.9	1.7	-0.1	-2.1	9.9	9.9	18.1
11	路竹	-24.2	31.8	38.6	35.5	38.6	39.3	30.7	26.9	20.3	25.3	-1	1.1	1.7
11	橋頭	43.7	36.6	42.5	35.2	27.5	28.1	22.5	5	7.2	8.8	22	5.1	-9.8
11	大社	2.6	-1	3.9	1.5	5.4	-1.1	3.1	3.8	6	4.2	1	1.9	5.2
11	萬山	-1.1	2.6	3.2	-4.1	-21.3	-16.7	-15.1	0	4	2.4	-2.6	7.6	1.6
11	六龜	4.3	2.9	0.7	0.6	5.9	9.7	9.9	19	19.6	20.2	3	-7	-3.3
32	達卡努瓦	0.5	-2.4	-1	-1.9	-3.1	-2.9	-1.7	-3.3	-3.6	-3.4	-2.3	-2.5	-3.6
32	排雲	6.4	-0.9	0.1	2.2	2.2	1.7	3.2	2.2	2.9	2.6	0.6	1.3	2.8
32	南天池	-0.8	-0.6	0.4	-1.4	-4.1	-3.8	-4.2	-4.3	-4.1	-4.2	-5.5	-7.5	-8.5
31	梅山	0.6	5.5	5.9	7	1.8	-3.7	-4	-2.6	-2.2	-2.6	-2.6	-3	-3.4
31	小關山	-3.2	-3	-4.1	-3.9	-5	-3.1	-4.2	-4.8	-5.4	-5.6	-5.4	-5.4	-4.6
31	高中	-5.9	-5.6	-3.4	-1.8	-0.5	1	-1.9	-4.3	-3.1	-2.5	-1.4	-1.1	-1.5
32	御油山	-1.1	-1.9	-3.4	-3.9	-1.1	-2.3	-2	-1	-0.9	-2.3	-2.8	-3.5	-5.2
32	大津	-3.1	-1.4	-3	-1.2	0.2	2.2	1.6	-1.4	0.6	0.4	2	-0.3	-1.9
32	尖山	25.9	24.8	20.9	12.4	2.5	-1.2	-4.5	-4.7	-5	-3.9	-2.5	-0.9	-1.8
11	吉東	0.4	17.5	-8.3	-4.7	-1.7	0.8	-5.4	-7.5	-11.8	-15.1	-3.5	5.4	4.7
11	溪南(特生中心)	2.2	5.4	1.8	-10.2	-17.1	-3.3	-0.5	-0.7	-9.5	-17.3	-14.3	-12.2	6.8
11	新發	2.6	-1.7	-2.6	-4.4	-2.7	0.4	0.8	6.8	15	27.5	18.7	12.7	20.1
11	藤枝	-3.3	8.5	-6.3	-1.2	2	7	-0.5	-7	-12.7	-27.9	-28.5	-26.6	-14.2
11	多納林道	-0.5	-0.2	6.1	3.2	2.6	-7.3	-12.2	-7.6	-7.2	-3.6	6.2	18.7	18.8
32	尾寮山	-0.1	-2	-1.6	-2.5	-4.5	-2.2	-2.4	-3.9	-3	-1.3	-2.3	-4.2	-5.4
32	阿禮	-0.5	-2.5	-2.6	-1.5	-1.7	-1.9	-2.2	-2.7	-4.2	-6.2	-6.4	-5.5	-5
32	瑪家	-2.7	-4.7	-4.9	-3.7	-3.4	-3.9	-5.6	-6.1	-7.1	-9.1	-7	-5.8	-5.7
32	三地門	-3.2	-2.1	-0.2	-3.4	-5.6	-6.2	-4.7	-3.8	-4.2	-4.4	-6.1	-6	-5.5

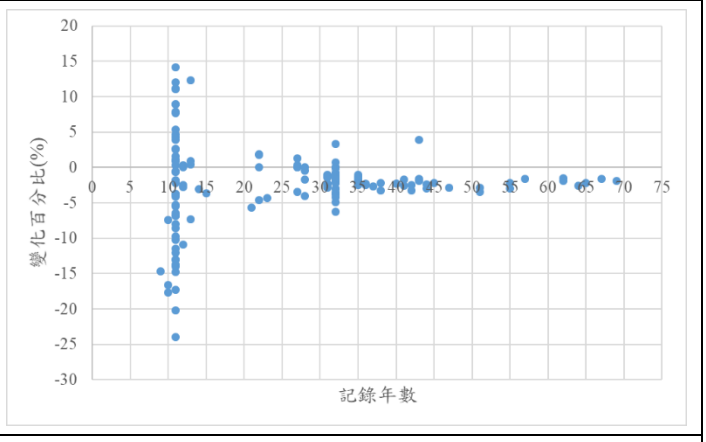
表 4-4 頻率分析基準年減少 5 年造成之影響(百分比)

記錄年數	站名	延時(分鐘)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
32	鹽埔	-0.3	0.7	-1.3	-2	-1.5	-1.1	-2.2	-3.8	-2.7	-3.8	-4.7	-3.5	-3.1
32	屏東	1.8	1	-1	-1	0.2	0.2	1.6	1	0.4	0.1	-2.3	-2	-1.8
32	赤山	1.4	3.1	3.3	2.5	1.3	-1.5	-2.6	-2.2	-0.9	-0.3	-2.1	-3.5	-2.9
32	潮州	-3.4	-5.3	-5.2	-3	-5.2	-4.5	-3.6	-3.1	-1.6	-0.3	1.3	-1	-2.4
28	來義	-4.2	-2.9	-2.2	-1.6	-4.5	-4.8	-3.2	0.7	2.9	2	-1.9	-4.5	-7.1
28	春日	-3	-4.3	-6.1	-5.3	-7.1	-9	-7.3	-4.4	-2.9	-4.9	-4.4	-3.8	-4.2
28	琉球嶼	14.4	10.5	15.1	10.3	-0.7	-6.1	-4.9	-1.1	7.4	4.9	-2.1	-4.8	-4.1
27	檳榔	0.2	-0.5	-2	-2.5	-2.4	0.8	1.4	1.2	-0.2	-2.3	-1.1	0	0.9
27	車城	1.2	0.9	-1.8	-2	-1.4	0.6	1.4	1.5	0.2	-2.7	-3	-1.1	0.3
27	牡丹	-2.9	-0.1	-2.9	-2	-3	-1	-1.7	-3.8	-8.9	-7.3	-6.5	-4.6	-4.2
27	貓鼻頭	-2.2	-1.8	-3.8	-2	-2	-2.3	-1.3	0.6	1.5	2.3	1	0.3	1.2
13	大漢山	-12.1	-9.2	-5.3	-11.4	-4.1	-1.2	-2	2.4	0.9	-0.4	-6.9	-4.2	3.2
11	高樹	-12	-9	-25.9	-16.2	18.3	23.8	16	-27.9	-21.2	0.2	-1	-3.2	-9.4
11	長治	-20.9	-22.4	-15.9	-8.6	-6.6	0	11.7	11.3	15.5	7.4	-5.1	-7.6	-4.8
11	九如	22	7.4	-8.9	-3.2	-10.4	2.9	14.5	5.2	1.7	19	19.2	14.7	11.9
11	崁頂	-8.1	-2.1	-9.5	-7.6	2.5	16.3	17.5	14.9	7.9	1.1	10.9	-5.2	-11.1
11	佳冬	-2.1	-17.8	-35	-41.8	-60.3	-73.5	-80.9	-79.3	-79.6	-63.4	-40.7	-29.7	-29.3
11	新埤	-11	-61.3	-51.7	-49.4	-49.4	-47.1	-35.5	-35.2	-41.4	-30.8	-27.3	-25.1	-19.2
11	新園	-9.8	-6.2	-9.6	-7.7	-9.2	3.6	-22.6	3.2	-1.9	-7.6	1.6	-5.3	-14.7
11	麟洛	0.8	-6.2	14	-13.7	-6	1.1	-7	-7.9	-9.9	10.9	7.2	11.1	5.2
11	南州	1.2	-2.6	-16.7	-28.6	-40.5	-40	-39	-38.3	-39.3	-36.2	-21.4	-14.2	-3.7
11	里港	-12.6	-0.5	4.7	-1	13.4	13.9	-10.6	-17	-16.6	-4.4	15.4	20.7	8.5
11	舊泰武	-5.3	-17.6	-15.8	-0.2	16	17.1	17.9	15.6	12.1	2.7	1.6	0.8	4
32	口社	-2	-2.7	-0.8	1	-3.5	-5.9	-3.8	-3.5	-2	-1.3	-3.1	2.3	3.6
32	上德文	-1.7	0.9	1.8	2.6	0.7	-1	-1.4	-1.1	2.1	2.8	1.2	-1.2	-3.5
28	力里	0.8	1.4	3.4	1.2	2.1	-2.5	-4.6	-5.3	-7	-8.7	-7	-6.4	-5.5
27	石門山	-2.9	-2.1	-0.6	-0.5	3.1	3.8	-0.7	-2	-0.4	-1.4	0	1.5	3.2
11	西大武山	-1.3	0.9	-8.9	-13.2	-7.3	-7.6	-13.6	-14.4	-14.5	-22.5	-2.1	-2	-1.3
12	羌黃坑	-3	-1.7	-1.4	1.2	-16.2	-18.7	-8.5	3	4	0.5	-10.4	-16.8	-15.9
12	集來	-34.2	-5	7.4	20.5	9.5	-8.5	-7.5	-1.6	4	10.3	4.8	-7	-4.8
12	來義	7.2	7.7	4.7	0.5	-4.6	10.7	17.9	8.6	3.4	2.4	-14.6	-18.1	-14

註：為增減變化百分比大於 10%

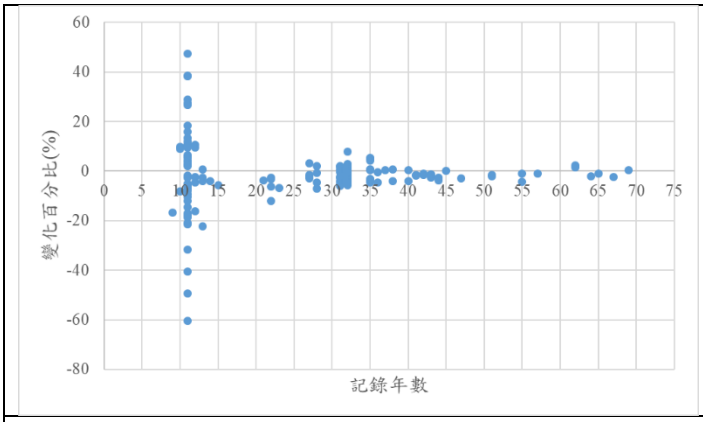


延時 60 分鐘

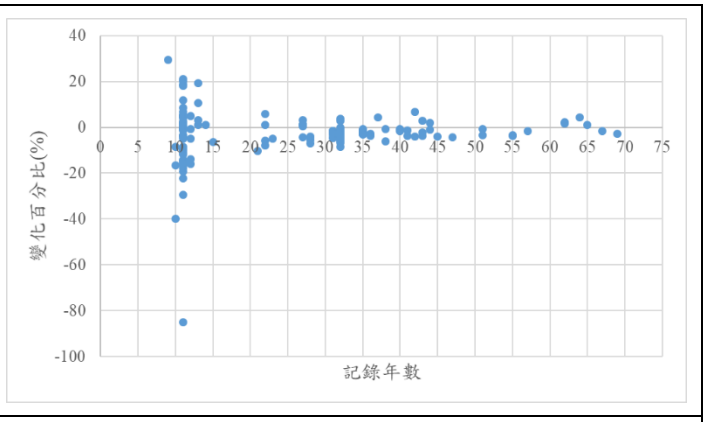


延時 1440 分鐘

圖 4-1 基準年減少 3 年時記錄年數與降雨強度變化百分比關係



延時 60 分鐘



延時 1440 分鐘

圖 4-2 基準年減少 5 年時記錄年數與降雨強度變化百分比關係

第二節　各降雨測站提供之降雨資訊敏感度分析

本計畫蒐集降雨強度資料進行頻率分析(各測站降雨強度、頻率分析成果請參閱附冊第二節中)，以現行水利署提供的分鐘雨量資料為例，依據國內過去較常使用之統計分布並延續 111 年度計畫成果，選用極端值一型分布(EV1)、一般極端值分布(GEV)、皮爾遜第三型分布(PT3)、對數皮爾遜第三型分布(LPT3)、三參數對數常態分布(LN3)及二參數對數常態分布(LN2)等六種常用於極端事件之機率分布，可以分別求得重現期距 2、5、10、20、25、30、40、50、60、75、100、125、150 及 200 年之設計降雨強度值。

本計畫以水利署的崎頂(01N860)雨量站為例，依據皮爾遜第三型分布(PT3)進行無因次公式推估，降雨強度頻率分析成果如表 4-5。相關頻率分析與分析成果說明如後。

表 4-5 崎頂(01N860)站降雨強度頻率分析結果(mm/hr)

降雨延時(分鐘)	重現期距(年)														
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	150	200
10	126.57	151.38	164.34	170.81	175.05	178.17	180.62	184.33	187.10	189.29	191.89	195.13	197.56	199.50	202.48
20	102.69	123.55	135.45	141.65	145.81	148.93	151.40	155.20	158.06	160.36	163.11	166.58	169.22	171.34	174.63
30	90.64	107.31	116.03	120.38	123.22	125.32	126.97	129.47	131.32	132.79	134.54	136.72	138.36	139.66	141.67
40	79.64	94.39	102.11	105.96	108.48	110.33	111.79	114.00	115.64	116.95	118.50	120.42	121.87	123.03	124.80
60	64.34	78.32	85.95	89.84	92.42	94.33	95.84	98.15	99.88	101.26	102.91	104.97	106.53	107.78	109.70
90	52.57	65.22	72.11	75.62	77.94	79.67	81.03	83.11	84.67	85.90	87.39	89.24	90.64	91.76	93.50
120	46.11	57.18	62.97	65.86	67.75	69.14	70.24	71.89	73.13	74.11	75.27	76.72	77.80	78.67	80.00
180	36.18	45.69	50.99	53.73	55.55	56.90	57.98	59.63	60.87	61.85	63.04	64.53	65.65	66.56	67.96
240	30.70	39.00	43.64	46.03	47.63	48.82	49.76	51.21	52.29	53.16	54.20	55.50	56.49	57.29	58.52
360	24.05	31.85	36.34	38.69	40.27	41.45	42.39	43.83	44.93	45.80	46.85	48.18	49.18	50.00	51.25
720	16.85	22.53	25.63	27.20	28.25	29.02	29.63	30.57	31.27	31.82	32.49	33.32	33.95	34.45	35.23
1080	13.41	18.09	20.67	21.98	22.86	23.51	24.02	24.81	25.39	25.86	26.42	27.13	27.66	28.09	28.75
1440	11.30	15.38	17.59	18.71	19.45	20.00	20.44	21.10	21.60	21.99	22.46	23.05	23.50	23.85	24.40

資料來源：本計畫分析彙整

一、不同重現期距(T)的降雨強度變異特性

探討不同重現期距(T)的降雨強度變異特性時，選定特定重現期距T'，計算不同重現期距中各降雨強度I_t^T除以$I_t^{T'}$的比值，即 f(T)=$(I_t^T/I_t^{T'})$，並討論不同重現期距(T)下 f(T)的平均值與變異係數。

以重現期距$T'=25$年為例，計算不同重現期距中各降雨強度I_t^T與I_t^{25yr}的比值(I_t^T/I_t^{25yr})變化(如表 4-6)。其中，若檢視 T=10，在不同延時下的$I_t^{T=10}/I_t^{T'}$比值接近定值 0.901，其變異係數 0.02 相當小。進一步計算各重現期距變異係數的平均，可以計算出T'=25 年時，平均變異係數為 0.021。

表 4-6 崎頂(01N860)站降雨強度(I_t^T/I_t^{25yr})比值表

降雨延時(分鐘)	重現期距(年)														
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	150	200
10	0.710	0.850	0.922	0.959	0.982	1	1.014	1.035	1.050	1.062	1.077	1.095	1.109	1.120	1.136
20	0.690	0.830	0.910	0.951	0.979	1	1.017	1.042	1.061	1.077	1.095	1.119	1.136	1.150	1.173
30	0.723	0.856	0.926	0.961	0.983	1	1.013	1.033	1.048	1.060	1.074	1.091	1.104	1.114	1.130
40	0.722	0.856	0.925	0.960	0.983	1	1.013	1.033	1.048	1.060	1.074	1.091	1.105	1.115	1.131
60	0.682	0.830	0.911	0.952	0.980	1	1.016	1.041	1.059	1.073	1.091	1.113	1.129	1.143	1.163
90	0.660	0.819	0.905	0.949	0.978	1	1.017	1.043	1.063	1.078	1.097	1.120	1.138	1.152	1.174
120	0.667	0.827	0.911	0.953	0.980	1	1.016	1.040	1.058	1.072	1.089	1.110	1.125	1.138	1.157
180	0.636	0.803	0.896	0.944	0.976	1	1.019	1.048	1.070	1.087	1.108	1.134	1.154	1.170	1.194
240	0.629	0.799	0.894	0.943	0.976	1	1.019	1.049	1.071	1.089	1.110	1.137	1.157	1.173	1.199
360	0.580	0.768	0.877	0.933	0.971	1	1.023	1.058	1.084	1.105	1.130	1.162	1.187	1.206	1.237
720	0.580	0.776	0.883	0.937	0.973	1	1.021	1.053	1.077	1.097	1.119	1.148	1.170	1.187	1.214
1080	0.570	0.770	0.879	0.935	0.972	1	1.022	1.055	1.080	1.100	1.124	1.154	1.177	1.195	1.223
1440	0.565	0.769	0.879	0.935	0.972	1	1.022	1.055	1.080	1.099	1.123	1.152	1.175	1.192	1.220
平均值	0.647	0.812	0.901	0.947	0.977	1	1.018	1.045	1.065	1.081	1.101	1.125	1.143	1.158	1.181
標準差	0.058	0.033	0.018	0.010	0.004	0	0.003	0.009	0.013	0.016	0.020	0.025	0.029	0.032	0.036
變異係數	0.090	0.041	0.020	0.010	0.004	0	0.003	0.008	0.012	0.015	0.018	0.022	0.025	0.027	0.031

資料來源：本計畫分析彙整

估算崎頂(01N860)站不同重現期距(T)下的降雨強度變異特性，結果如表 4-7 所示，重現期在 25 與 50 年時，$f(T')$的平均變異係數會較其他重現期距來的小。

表 4-7 崎頂(01N860)站不同重現期距(T)下之平均變異係數

重現期距(T)	10	20	25	50	100
$f(T')$變異係數	0.0319	0.0233	0.0218	0.021	0.0245

註：為變異係數較小者

資料來源：本計畫分析彙整

各測站在不同重現期距下的變異係數如表 4-8 所示，其中以重現期 T=25 與 50 年的變異性最小。

表 4-8 不同重現期(T)下各測站之平均變異係數

站號	站名	重現期距(年)						
		2	5	10	25	50	100	200
01N850	南化(2)	0.211	0.129	0.089	0.060	0.057	0.067	0.087
01N860	崎頂	0.092	0.047	0.032	0.022	0.021	0.025	0.031
01O070	關子嶺(2)	0.261	0.144	0.095	0.062	0.058	0.068	0.086
01O080	六溪	0.255	0.136	0.089	0.059	0.056	0.065	0.082
01O190	東原	0.347	0.208	0.143	0.098	0.095	0.112	0.145
01O200	北寮	0.266	0.144	0.096	0.064	0.061	0.071	0.090
01O710	虎頭埤	0.135	0.078	0.054	0.036	0.035	0.041	0.053
01O750	王爺宮	0.262	0.159	0.110	0.074	0.071	0.084	0.109
01O760	關山	0.258	0.157	0.109	0.076	0.075	0.090	0.116
O1N1A	大竹坑	0.311	0.187	0.129	0.087	0.082	0.096	0.124
01P190	木柵	0.153	0.094	0.067	0.046	0.045	0.054	0.071
01P280	古亭坑	0.127	0.072	0.050	0.034	0.033	0.039	0.050
01P390	金山	0.107	0.055	0.037	0.025	0.024	0.028	0.036
01P500	阿蓮(2)	0.120	0.069	0.048	0.033	0.032	0.038	0.049
01P660	甲仙(2)	0.046	0.029	0.021	0.014	0.013	0.015	0.020
01P770	美濃(2)	0.115	0.068	0.048	0.033	0.032	0.038	0.050
01V040	六龜(4)	0.196	0.115	0.080	0.056	0.056	0.066	0.085
01V060	梅山(2)	0.089	0.045	0.030	0.020	0.020	0.023	0.028
01V070	天池	0.073	0.041	0.028	0.019	0.018	0.022	0.028
O1P47	旗山(4)	0.122	0.071	0.049	0.034	0.033	0.039	0.050
O1V51	寶山	0.095	0.066	0.047	0.032	0.031	0.037	0.050
O1V52	民權	0.081	0.051	0.036	0.024	0.023	0.027	0.036
O1V54	高中(2)	0.222	0.126	0.086	0.059	0.056	0.066	0.084
O1V55	多納(1)	0.132	0.079	0.056	0.039	0.037	0.045	0.059
O1V81	溝坪	0.392	0.220	0.147	0.095	0.089	0.102	0.130
O1V82	圓富國中	0.264	0.157	0.108	0.073	0.069	0.081	0.105
00Q070	屏東(5)	0.150	0.083	0.057	0.040	0.039	0.046	0.058
01Q350	新來義	0.094	0.044	0.029	0.019	0.019	0.021	0.026
01Q360	南和	0.082	0.041	0.027	0.019	0.018	0.021	0.026
01Q610	古夏	0.057	0.027	0.019	0.014	0.013	0.015	0.019
01Q860	牡丹	0.314	0.183	0.119	0.074	0.068	0.078	0.099
01Q870	石門	0.090	0.059	0.042	0.029	0.028	0.033	0.045
01Q930	三地門	0.124	0.074	0.052	0.036	0.034	0.041	0.052
01Q920	新瑪家	0.172	0.098	0.068	0.048	0.047	0.056	0.072
O1I36	楠溪	0.143	0.088	0.062	0.042	0.040	0.048	0.063
01R000	壽卡	0.152	0.089	0.060	0.040	0.038	0.045	0.057
01R030	大漢山	0.033	0.015	0.011	0.009	0.008	0.009	0.012
01R040	士文	0.091	0.046	0.031	0.021	0.020	0.024	0.029
01R440	泗林	0.146	0.089	0.063	0.044	0.043	0.052	0.068
O1R45	新豐(1)	0.105	0.069	0.050	0.034	0.032	0.039	0.052
O1R62	新庄國小	0.149	0.095	0.068	0.046	0.044	0.052	0.069

表 4-8 不同重現期(T)下各測站之平均變異係數

站號	站名	重現期距(年)						
		2	5	10	25	50	100	200
O1S69	神山	0.147	0.082	0.056	0.038	0.036	0.042	0.054
467410	臺南	0.192	0.118	0.082	0.056	0.053	0.063	0.081
467420	永康	0.143	0.088	0.062	0.042	0.040	0.048	0.063
467441	高雄	0.102	0.055	0.038	0.025	0.024	0.028	0.037
467590	恆春	0.163	0.097	0.069	0.050	0.050	0.060	0.078
C0O810	曾文	0.323	0.183	0.124	0.084	0.080	0.094	0.121
C0O830	北寮	0.283	0.168	0.116	0.079	0.077	0.091	0.117
C0O840	王爺宮	0.280	0.165	0.114	0.077	0.075	0.089	0.115
C0O860	大內	0.265	0.159	0.109	0.073	0.069	0.082	0.107
C0O900	善化	0.169	0.100	0.070	0.048	0.046	0.055	0.072
C0O930	玉井	0.302	0.173	0.118	0.079	0.075	0.088	0.114
C0O950	安南	0.174	0.106	0.074	0.050	0.049	0.058	0.076
C0O960	崎頂	0.138	0.078	0.054	0.038	0.038	0.045	0.059
C0O970	虎頭埤	0.204	0.120	0.083	0.057	0.055	0.065	0.085
C0O980	新市	0.168	0.093	0.063	0.042	0.040	0.047	0.061
C0O990	媽廟	0.146	0.086	0.059	0.041	0.039	0.047	0.060
C0X080	佳里	0.219	0.136	0.096	0.068	0.067	0.080	0.105
C0X100	臺南市北區	0.207	0.118	0.080	0.055	0.053	0.063	0.081
C0X110	臺南市南區	0.083	0.055	0.041	0.029	0.027	0.033	0.046
C0X120	麻豆	0.318	0.168	0.110	0.071	0.066	0.076	0.097
C0X130	官田	0.286	0.144	0.095	0.063	0.060	0.071	0.091
C0X140	西港	0.234	0.135	0.092	0.062	0.059	0.069	0.088
C0X150	安定	0.228	0.119	0.079	0.053	0.051	0.059	0.076
C0X160	仁德	0.121	0.080	0.058	0.041	0.039	0.047	0.063
C0X170	關廟	0.114	0.063	0.045	0.031	0.031	0.036	0.047
C0X180	山上	0.243	0.135	0.092	0.063	0.061	0.072	0.092
C0X190	安平	0.182	0.110	0.078	0.055	0.054	0.064	0.084
C0X200	左鎮	0.225	0.124	0.083	0.055	0.052	0.061	0.078
C1N001	沙崙	0.145	0.083	0.057	0.039	0.037	0.044	0.057
C1O850	環湖	0.278	0.159	0.107	0.070	0.066	0.077	0.099
C1O870	大棟山	0.298	0.169	0.112	0.071	0.066	0.076	0.098
C1O880	關山	0.196	0.122	0.087	0.060	0.059	0.070	0.092
C1O921	楠西	0.260	0.147	0.101	0.070	0.068	0.080	0.103
C1X040	東原	0.419	0.231	0.153	0.101	0.094	0.110	0.141
C0V250	甲仙	0.248	0.148	0.103	0.071	0.069	0.082	0.106
C0V260	月眉	0.248	0.146	0.101	0.068	0.065	0.077	0.100
C0V310	美濃	0.215	0.125	0.087	0.060	0.058	0.069	0.089
C0V350	溪埔	0.211	0.117	0.079	0.054	0.051	0.060	0.076
C0V360	內門	0.186	0.097	0.065	0.045	0.044	0.051	0.064
C0V370	古亭坑	0.170	0.091	0.062	0.042	0.041	0.048	0.061
C0V400	阿公店	0.222	0.129	0.090	0.062	0.060	0.072	0.094
C0V440	鳳山	0.194	0.108	0.072	0.048	0.046	0.053	0.068
C0V450	鳳森	0.134	0.075	0.052	0.035	0.033	0.039	0.051
C0V490	新興	0.193	0.108	0.073	0.049	0.046	0.053	0.069
C0V530	阿蓮	0.134	0.080	0.056	0.039	0.037	0.044	0.057
C0V610	梓官	0.245	0.131	0.088	0.058	0.054	0.064	0.082
C0V620	永安	0.298	0.156	0.103	0.068	0.063	0.073	0.093
C0V630	茄萣	0.221	0.131	0.093	0.066	0.064	0.077	0.099
C0V640	湖內	0.287	0.151	0.100	0.065	0.061	0.070	0.090
C0V650	彌陀	0.149	0.085	0.060	0.041	0.040	0.047	0.062
C0V660	岡山	0.100	0.057	0.039	0.026	0.024	0.028	0.036
C0V680	仁武	0.127	0.096	0.069	0.046	0.044	0.052	0.070

表 4-8 不同重現期(T)下各測站之平均變異係數

站號	站名	重現期距(年)						
		2	5	10	25	50	100	200
C0V690	鼓山	0.193	0.110	0.076	0.053	0.052	0.062	0.080
C0V700	三民	0.135	0.076	0.052	0.035	0.034	0.039	0.050
C0V710	苓雅	0.059	0.038	0.028	0.019	0.018	0.022	0.029
C0V720	林園	0.100	0.070	0.051	0.035	0.033	0.041	0.055
C0V730	大寮	0.176	0.131	0.096	0.066	0.064	0.077	0.104
C0V740	旗山	0.211	0.099	0.065	0.044	0.042	0.048	0.059
C0V750	路竹	0.111	0.056	0.038	0.026	0.025	0.029	0.038
C0V760	橋頭	0.093	0.059	0.044	0.030	0.028	0.034	0.047
C0V770	大社	0.271	0.140	0.092	0.060	0.056	0.065	0.083
C0V790	萬山	0.099	0.052	0.034	0.022	0.022	0.024	0.029
C0V800	六龜	0.287	0.168	0.116	0.080	0.078	0.091	0.117
C1V160	達卡努瓦	0.225	0.126	0.086	0.060	0.058	0.069	0.088
C1V170	排雲	0.085	0.046	0.031	0.022	0.021	0.024	0.031
C1V190	南天池	0.154	0.088	0.060	0.041	0.040	0.048	0.061
C1V200	梅山	0.171	0.093	0.063	0.044	0.043	0.050	0.063
C1V220	小關山	0.110	0.059	0.040	0.028	0.028	0.032	0.041
C1V231	高中	0.176	0.098	0.067	0.046	0.045	0.053	0.068
C1V300	御油山	0.149	0.070	0.045	0.031	0.030	0.034	0.041
C1V340	大津	0.125	0.065	0.044	0.030	0.028	0.033	0.043
C1V390	尖山	0.093	0.045	0.030	0.020	0.020	0.023	0.028
C1V570	吉東	0.187	0.095	0.064	0.044	0.042	0.049	0.063
C1V580	溪南 (特生中心)	0.122	0.071	0.050	0.035	0.033	0.039	0.052
C1V590	新發	0.425	0.242	0.166	0.114	0.109	0.129	0.164
C1V600	藤枝	0.138	0.074	0.051	0.035	0.034	0.040	0.051
C1V780	多納林道	0.165	0.091	0.063	0.045	0.045	0.053	0.069
C0R100	尾寮山	0.236	0.124	0.082	0.054	0.052	0.060	0.076
C0R130	阿禮	0.114	0.062	0.043	0.030	0.029	0.034	0.043
C0R140	瑪家	0.179	0.101	0.070	0.049	0.048	0.056	0.072
C0R150	三地門	0.190	0.113	0.079	0.056	0.055	0.066	0.086
C0R160	鹽埔	0.177	0.101	0.070	0.049	0.048	0.057	0.073
C0R170	屏東	0.219	0.123	0.086	0.060	0.059	0.070	0.090
C0R190	赤山	0.151	0.083	0.056	0.038	0.037	0.043	0.055
C0R220	潮州	0.102	0.051	0.034	0.024	0.023	0.026	0.032
C0R240	來義	0.048	0.024	0.021	0.015	0.014	0.016	0.023
C0R260	春日	0.131	0.090	0.064	0.044	0.042	0.051	0.067
C0R270	琉球嶼	0.153	0.088	0.061	0.043	0.042	0.049	0.064
C0R280	檳榔	0.166	0.094	0.064	0.043	0.042	0.049	0.063
C0R320	車城	0.125	0.072	0.049	0.034	0.033	0.039	0.049
C0R341	牡丹	0.182	0.106	0.072	0.049	0.047	0.056	0.072
C0R350	貓鼻頭	0.166	0.095	0.066	0.046	0.046	0.054	0.069
C0R440	大漢山	0.145	0.083	0.058	0.040	0.038	0.045	0.059
C0R470	高樹	0.063	0.046	0.035	0.024	0.022	0.027	0.037
C0R480	長治	0.077	0.062	0.047	0.032	0.031	0.038	0.054
C0R490	九如	0.197	0.106	0.071	0.048	0.045	0.053	0.068
C0R520	崁頂	0.082	0.049	0.036	0.026	0.025	0.030	0.041
C0R540	佳冬	0.347	0.218	0.145	0.097	0.095	0.111	0.138
C0R550	新埤	0.260	0.171	0.120	0.084	0.083	0.101	0.131
C0R560	新園	0.154	0.100	0.072	0.050	0.048	0.057	0.076
C0R570	麟洛	0.144	0.076	0.052	0.036	0.034	0.040	0.051
C0R580	南州	0.277	0.186	0.131	0.090	0.088	0.106	0.139
C0R590	里港	0.251	0.129	0.086	0.057	0.053	0.062	0.079

表 4-8 不同重現期(T)下各測站之平均變異係數

站號	站名	重現期距(年)						
		2	5	10	25	50	100	200
C0R600	舊泰武	0.177	0.122	0.087	0.060	0.058	0.070	0.093
C1R110	口社	0.101	0.047	0.031	0.021	0.020	0.023	0.028
C1R120	上德文	0.194	0.105	0.071	0.047	0.045	0.052	0.067
C1R250	力里	0.117	0.068	0.048	0.034	0.033	0.039	0.051
C1R290	石門山	0.080	0.050	0.035	0.024	0.023	0.028	0.036
C1R610	西大武山	0.082	0.041	0.028	0.020	0.019	0.022	0.028
88O950	羌黃坑	0.441	0.241	0.159	0.101	0.093	0.107	0.137
88V560	集來	0.293	0.170	0.117	0.080	0.076	0.090	0.117
88R460	來義	0.117	0.072	0.050	0.034	0.033	0.039	0.051

註：表格中 為變異係數較小者

資料來源：本計畫分析彙整

二、不同降雨延時(t)之降雨強度變異特性

進一步探討不同降雨延時(t)之變異特性時，當選定特定降雨延時(t')下，計算各降雨強度I_t^T與特定降雨延時下的降雨強度$I_{t'}^T$比值 g(t)=$I_t^T/I_{t'}^T$，並討論在不同降雨延時(t)條件下 g(t)的平均值與變異係數。

以特定降雨延時$t'=60$分鐘為例，將表 4-1 各降雨強度I_t^T除於$I_{t'=60min}^T$，I_t^T/I_{60min}^T比值列於表 4-9。檢視 t=30 分鐘在不同重現期距之比值，其比值接近一個定值 1.33，且其變異係數 0.024 非常小。進一步計算各降雨延時變異係數的平均，可以計算出t'=60 分鐘時，平均變異係數為 0.027。

表 4-9 崎頂(01N860)站降雨強度(I_t^T/I_{60min}^T)比值表

降雨延時(分鐘)	重現期距(年)															平均值	標準差	變異係數
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	150	200			
10	1.967	1.933	1.912	1.901	1.894	1.889	1.885	1.878	1.873	1.869	1.865	1.859	1.855	1.851	1.846	1.89	0.033	0.018
20	1.596	1.577	1.576	1.577	1.578	1.579	1.580	1.581	1.583	1.584	1.585	1.587	1.588	1.590	1.592	1.58	0.006	0.004
30	1.409	1.370	1.350	1.340	1.333	1.329	1.325	1.319	1.315	1.311	1.307	1.303	1.299	1.296	1.291	1.33	0.031	0.024
40	1.238	1.205	1.188	1.179	1.174	1.170	1.166	1.161	1.158	1.155	1.151	1.147	1.144	1.141	1.138	1.17	0.027	0.023
60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
90	0.817	0.833	0.839	0.842	0.843	0.845	0.845	0.847	0.848	0.848	0.849	0.850	0.851	0.851	0.852	0.84	0.009	0.011
120	0.717	0.730	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.732	0.732	0.732	0.731	0.731	0.730	0.730	0.729	0.73	0.004	0.006
180	0.562	0.583	0.593	0.598	0.601	0.603	0.605	0.608	0.609	0.611	0.613	0.615	0.616	0.618	0.619	0.60	0.015	0.025
240	0.477	0.498	0.508	0.512	0.515	0.518	0.519	0.522	0.524	0.525	0.527	0.529	0.530	0.532	0.533	0.52	0.015	0.029
360	0.374	0.407	0.423	0.431	0.436	0.439	0.442	0.447	0.450	0.452	0.455	0.459	0.462	0.464	0.467	0.44	0.025	0.056
720	0.262	0.288	0.298	0.303	0.306	0.308	0.309	0.311	0.313	0.314	0.316	0.317	0.319	0.320	0.321	0.31	0.015	0.050
1080	0.208	0.231	0.240	0.245	0.247	0.249	0.251	0.253	0.254	0.255	0.257	0.258	0.260	0.261	0.262	0.25	0.014	0.056
1440	0.176	0.196	0.205	0.208	0.211	0.212	0.213	0.215	0.216	0.217	0.218	0.220	0.221	0.221	0.222	0.21	0.012	0.057

資料來源：本計畫分析彙整

估算崎頂(01N860)站不同降雨延時(t)下的降雨強度變異特性，結果如表 4-10 所示，**降雨延時在 60、90、120 分鐘時，$g(t')$的平均變異係數會較其他降雨延時來的小。**

表 4-10崎頂(01N860)站不同降雨延時(t)下之平均變異係數

降雨延時(分)	10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
$g(t')$變異係數	0.036	0.028	0.040	0.039	0.027	0.026	0.027	0.028	0.029	0.044	0.040	0.044	0.046

註：表格中 為變異係數較小者

資料來源：本計畫分析彙整

各測站在不同重現期距下的變異係數如表 4-11 所示，其中以重現期 T=25 與 50 年的變異性最小。

表 4-11 不同延時(t)下各測站之平均變異係數

站號	站名	降雨延時(分)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
01N850	南化(2)	0.078	0.074	0.071	0.083	0.073	0.068	0.068	0.073	0.086	0.109	0.120	0.115	0.107
01N860	崎頂	0.036	0.028	0.040	0.039	0.027	0.026	0.027	0.028	0.029	0.044	0.040	0.044	0.046
01O070	關子嶺(2)	0.063	0.071	0.076	0.066	0.065	0.064	0.064	0.068	0.080	0.100	0.139	0.162	0.185
01O080	六溪	0.068	0.084	0.086	0.083	0.077	0.070	0.067	0.071	0.082	0.095	0.138	0.149	0.162
01O190	東原	0.156	0.143	0.135	0.132	0.121	0.116	0.121	0.135	0.143	0.154	0.183	0.202	0.214
01O200	北寮	0.080	0.088	0.109	0.084	0.077	0.072	0.073	0.079	0.079	0.108	0.137	0.162	0.167
01O710	虎頭埤	0.055	0.041	0.038	0.039	0.044	0.060	0.042	0.040	0.045	0.053	0.065	0.088	0.087
01O750	王爺宮	0.100	0.102	0.098	0.105	0.092	0.086	0.086	0.098	0.102	0.113	0.128	0.167	0.152
01O760	關山	0.156	0.123	0.117	0.110	0.098	0.092	0.094	0.106	0.121	0.112	0.111	0.111	0.107
O1N1A	大竹坑	0.110	0.111	0.113	0.100	0.099	0.097	0.098	0.119	0.172	0.165	0.145	0.149	0.180
01P190	木柵	0.061	0.089	0.085	0.077	0.068	0.053	0.053	0.061	0.063	0.058	0.062	0.060	0.063
01P280	古亭坑	0.049	0.059	0.058	0.047	0.048	0.042	0.042	0.045	0.059	0.048	0.050	0.058	0.066
01P390	金山	0.030	0.061	0.041	0.028	0.027	0.027	0.028	0.030	0.034	0.032	0.048	0.065	0.064
01P500	阿蓮(2)	0.049	0.066	0.053	0.048	0.043	0.038	0.038	0.040	0.046	0.054	0.055	0.050	0.060
01P660	甲仙(2)	0.022	0.021	0.021	0.031	0.020	0.024	0.016	0.016	0.025	0.015	0.016	0.018	0.018
01P770	美濃(2)	0.062	0.061	0.054	0.051	0.045	0.039	0.038	0.041	0.055	0.041	0.043	0.045	0.049
01V040	六龜(4)	0.137	0.106	0.083	0.079	0.071	0.066	0.068	0.079	0.088	0.077	0.075	0.075	0.075
01V060	梅山(2)	0.042	0.035	0.032	0.035	0.033	0.027	0.027	0.027	0.034	0.032	0.040	0.033	0.032
01V070	天池	0.035	0.024	0.026	0.024	0.023	0.029	0.025	0.025	0.032	0.032	0.027	0.033	0.040
O1P47	旗山(4)	0.068	0.060	0.046	0.045	0.047	0.040	0.041	0.050	0.043	0.040	0.041	0.070	0.065
O1V51	寶山	0.043	0.047	0.054	0.052	0.032	0.063	0.072	0.039	0.032	0.032	0.037	0.033	0.036
O1V52	民權	0.030	0.036	0.026	0.025	0.032	0.054	0.036	0.067	0.027	0.028	0.027	0.027	0.031
O1V54	高中(2)	0.077	0.096	0.095	0.089	0.077	0.072	0.073	0.079	0.079	0.102	0.111	0.137	0.093
O1V55	多納(1)	0.046	0.045	0.079	0.071	0.055	0.044	0.045	0.044	0.065	0.071	0.082	0.049	0.048
O1V81	溝坪	0.104	0.103	0.106	0.101	0.098	0.100	0.099	0.115	0.126	0.156	0.245	0.257	0.252
O1V82	圓富國中	0.088	0.092	0.097	0.104	0.093	0.086	0.086	0.104	0.113	0.115	0.143	0.138	0.144
00Q070	屏東(5)	0.090	0.087	0.067	0.058	0.047	0.047	0.045	0.045	0.045	0.048	0.072	0.063	0.068
01Q350	新來義	0.034	0.039	0.031	0.026	0.026	0.025	0.024	0.025	0.028	0.026	0.046	0.054	0.049
01Q360	南和	0.042	0.037	0.039	0.026	0.025	0.023	0.023	0.024	0.025	0.030	0.043	0.040	0.025
01Q610	古夏	0.020	0.020	0.024	0.027	0.026	0.020	0.018	0.018	0.018	0.022	0.025	0.023	0.033
01Q860	牡丹	0.087	0.066	0.066	0.065	0.077	0.069	0.078	0.067	0.074	0.095	0.154	0.202	0.264
01Q870	石門	0.035	0.037	0.032	0.037	0.048	0.042	0.051	0.038	0.033	0.037	0.045	0.050	0.052
01Q930	三地門	0.060	0.066	0.069	0.055	0.041	0.043	0.050	0.060	0.064	0.051	0.041	0.041	0.042
01Q920	新瑪家	0.114	0.092	0.083	0.075	0.057	0.054	0.055	0.058	0.064	0.056	0.066	0.064	0.071
O1I36	楠溪	0.047	0.054	0.073	0.057	0.055	0.049	0.047	0.047	0.056	0.051	0.058	0.077	0.111
01R000	壽卡	0.047	0.051	0.060	0.064	0.054	0.048	0.046	0.049	0.052	0.053	0.087	0.088	0.087
01R030	大漢山	0.016	0.017	0.012	0.018	0.014	0.010	0.010	0.010	0.013	0.012	0.013	0.012	0.016
01R040	士文	0.055	0.038	0.041	0.037	0.026	0.025	0.027	0.025	0.025	0.038	0.046	0.036	0.029

表 4-11 不同延時(t)下各測站之平均變異係數

站號	站名	降雨延時(分)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
01R440	泗林	0.056	0.076	0.085	0.080	0.061	0.052	0.051	0.053	0.062	0.058	0.056	0.057	0.067
O1R45	新豐(1)	0.047	0.064	0.040	0.035	0.047	0.036	0.041	0.061	0.090	0.040	0.046	0.037	0.037
O1R62	新庄國小	0.058	0.068	0.071	0.077	0.059	0.088	0.092	0.052	0.053	0.056	0.073	0.061	0.058
O1S69	神山	0.054	0.049	0.044	0.044	0.056	0.047	0.043	0.046	0.064	0.074	0.105	0.060	0.057
467410	臺南	0.069	0.071	0.078	0.076	0.073	0.066	0.066	0.074	0.084	0.093	0.091	0.090	0.109
467420	永康	0.080	0.057	0.048	0.055	0.064	0.049	0.048	0.053	0.066	0.075	0.056	0.060	0.085
467441	高雄	0.031	0.027	0.025	0.026	0.025	0.027	0.026	0.029	0.044	0.029	0.041	0.053	0.092
467590	恆春	0.141	0.101	0.072	0.064	0.052	0.050	0.050	0.052	0.054	0.059	0.059	0.059	0.056
C0O810	曾文	0.148	0.107	0.102	0.100	0.098	0.095	0.096	0.106	0.124	0.155	0.177	0.187	0.190
C0O830	北寮	0.111	0.108	0.107	0.106	0.103	0.096	0.099	0.110	0.121	0.159	0.148	0.133	0.134
C0O840	王爺宮	0.116	0.122	0.106	0.107	0.098	0.091	0.092	0.101	0.107	0.116	0.134	0.169	0.172
C0O860	大內	0.098	0.107	0.087	0.086	0.083	0.079	0.079	0.086	0.095	0.105	0.136	0.175	0.180
C0O900	善化	0.089	0.073	0.069	0.067	0.065	0.054	0.059	0.056	0.054	0.054	0.071	0.092	0.111
C0O930	玉井	0.124	0.103	0.098	0.097	0.088	0.088	0.089	0.099	0.114	0.144	0.171	0.173	0.178
C0O950	安南	0.106	0.089	0.077	0.066	0.051	0.052	0.051	0.051	0.053	0.061	0.057	0.088	0.139
C0O960	崎頂	0.113	0.063	0.044	0.044	0.039	0.042	0.043	0.040	0.042	0.040	0.050	0.073	0.089
C0O970	虎頭埤	0.070	0.074	0.080	0.088	0.080	0.067	0.067	0.073	0.076	0.081	0.097	0.121	0.122
C0O980	新市	0.071	0.046	0.044	0.043	0.045	0.053	0.056	0.046	0.052	0.070	0.092	0.090	0.116
C0O990	媽廟	0.074	0.068	0.059	0.054	0.051	0.051	0.049	0.055	0.053	0.053	0.063	0.075	0.084
C0X080	佳里	0.149	0.119	0.103	0.094	0.079	0.074	0.076	0.080	0.084	0.074	0.093	0.100	0.141
C0X100	臺南市北區	0.123	0.068	0.068	0.084	0.066	0.064	0.065	0.083	0.092	0.081	0.070	0.089	0.142
C0X110	臺南市南區	0.033	0.030	0.048	0.028	0.074	0.040	0.032	0.033	0.030	0.041	0.039	0.042	0.046
C0X120	麻豆	0.101	0.112	0.078	0.075	0.086	0.074	0.075	0.078	0.092	0.093	0.107	0.212	0.253
C0X130	官田	0.143	0.086	0.080	0.065	0.069	0.066	0.063	0.063	0.075	0.068	0.075	0.197	0.216
C0X140	西港	0.104	0.083	0.093	0.084	0.075	0.099	0.097	0.067	0.068	0.069	0.073	0.092	0.197
C0X150	安定	0.053	0.052	0.057	0.104	0.107	0.051	0.059	0.056	0.054	0.057	0.058	0.096	0.208
C0X160	仁德	0.071	0.041	0.041	0.077	0.088	0.052	0.042	0.080	0.070	0.041	0.041	0.040	0.041
C0X170	關廟	0.078	0.070	0.039	0.041	0.036	0.041	0.039	0.055	0.038	0.039	0.045	0.040	0.048
C0X180	山上	0.081	0.089	0.098	0.096	0.095	0.078	0.085	0.110	0.083	0.080	0.101	0.138	0.145
C0X190	安平	0.062	0.070	0.117	0.113	0.085	0.060	0.073	0.101	0.087	0.076	0.062	0.063	0.072
C0X200	左鎮	0.058	0.056	0.056	0.058	0.072	0.057	0.058	0.060	0.068	0.087	0.133	0.147	0.133
C1N001	沙崙	0.054	0.051	0.061	0.069	0.052	0.048	0.047	0.052	0.054	0.050	0.056	0.080	0.091
C1O850	環湖	0.083	0.071	0.074	0.073	0.072	0.075	0.072	0.080	0.096	0.119	0.153	0.175	0.184
C1O870	大棟山	0.081	0.085	0.079	0.067	0.062	0.062	0.062	0.064	0.064	0.093	0.152	0.202	0.232
C1O880	關山	0.096	0.090	0.092	0.094	0.081	0.072	0.073	0.081	0.088	0.094	0.079	0.082	0.084
C1O921	楠西	0.133	0.121	0.099	0.090	0.084	0.082	0.083	0.092	0.109	0.118	0.122	0.134	0.138
C1X040	東原	0.135	0.113	0.122	0.129	0.113	0.109	0.111	0.126	0.135	0.164	0.244	0.279	0.286
C0V250	甲仙	0.149	0.118	0.096	0.090	0.087	0.084	0.085	0.095	0.114	0.124	0.123	0.110	0.111
C0V260	月眉	0.084	0.092	0.086	0.086	0.082	0.079	0.079	0.091	0.101	0.126	0.123	0.131	0.138
C0V310	美濃	0.111	0.101	0.093	0.086	0.074	0.072	0.072	0.081	0.089	0.080	0.098	0.112	0.111
C0V350	溪埔	0.088	0.088	0.080	0.072	0.070	0.062	0.063	0.063	0.070	0.086	0.116	0.125	0.109
C0V360	內門	0.080	0.080	0.072	0.067	0.063	0.057	0.058	0.063	0.060	0.071	0.088	0.094	0.086
C0V370	古亭坑	0.057	0.058	0.074	0.066	0.057	0.051	0.051	0.053	0.059	0.062	0.086	0.091	0.097
C0V400	阿公店	0.107	0.093	0.091	0.094	0.077	0.072	0.073	0.078	0.087	0.083	0.115	0.122	0.119
C0V440	鳳山	0.059	0.052	0.050	0.050	0.073	0.065	0.053	0.052	0.065	0.087	0.130	0.110	0.099
C0V450	鳳森	0.044	0.045	0.048	0.057	0.063	0.041	0.040	0.046	0.045	0.041	0.054	0.052	0.107
C0V490	新興	0.055	0.068	0.053	0.048	0.050	0.055	0.049	0.051	0.060	0.067	0.160	0.111	0.087
C0V530	阿蓮	0.069	0.067	0.065	0.059	0.050	0.045	0.053	0.069	0.050	0.046	0.051	0.056	0.052
C0V610	梓官	0.078	0.059	0.055	0.057	0.070	0.063	0.056	0.092	0.068	0.058	0.104	0.164	0.191
C0V620	永安	0.093	0.088	0.086	0.077	0.064	0.071	0.066	0.065	0.069	0.066	0.145	0.193	0.230
C0V630	茄萣	0.116	0.129	0.110	0.102	0.075	0.082	0.108	0.096	0.075	0.076	0.093	0.099	0.084
C0V640	湖內	0.094	0.059	0.059	0.060	0.065	0.061	0.063	0.061	0.061	0.088	0.165	0.187	0.197
C0V650	彌陀	0.094	0.060	0.048	0.051	0.068	0.085	0.050	0.049	0.056	0.057	0.049	0.072	0.076
C0V660	岡山	0.025	0.025	0.026	0.028	0.035	0.043	0.031	0.025	0.040	0.025	0.030	0.066	0.080
C0V680	仁武	0.050	0.046	0.105	0.093	0.066	0.064	0.046	0.057	0.050	0.087	0.049	0.050	0.049
C0V690	鼓山	0.118	0.089	0.071	0.066	0.080	0.062	0.065	0.063	0.072	0.063	0.095	0.119	0.088
C0V700	三民	0.051	0.040	0.039	0.046	0.048	0.048	0.052	0.041	0.040	0.068	0.095	0.070	0.057
C0V710	苓雅	0.027	0.023	0.032	0.032	0.021	0.023	0.031	0.035	0.026	0.025	0.031	0.025	0.022
C0V720	林園	0.038	0.036	0.039	0.039	0.065	0.078	0.038	0.034	0.035	0.044	0.073	0.061	0.037

表 4-11 不同延時(t)下各測站之平均變異係數

站號	站名	降雨延時(分)												
		10	20	30	40	60	90	120	180	240	360	720	1080	1440
C0V730	大寮	0.100	0.100	0.099	0.085	0.088	0.072	0.073	0.072	0.077	0.093	0.093	0.126	0.085
C0V740	旗山	0.067	0.062	0.057	0.060	0.076	0.062	0.058	0.065	0.084	0.068	0.094	0.118	0.115
C0V750	路竹	0.053	0.036	0.037	0.029	0.042	0.027	0.027	0.027	0.030	0.029	0.035	0.067	0.082
C0V760	橋頭	0.044	0.040	0.032	0.033	0.062	0.035	0.032	0.042	0.045	0.047	0.039	0.046	0.064
C0V770	大社	0.062	0.082	0.067	0.062	0.068	0.058	0.058	0.059	0.067	0.073	0.168	0.191	0.155
C0V790	萬山	0.045	0.030	0.030	0.034	0.034	0.038	0.050	0.032	0.036	0.047	0.034	0.035	0.038
C0V800	六龜	0.116	0.120	0.122	0.123	0.105	0.099	0.101	0.111	0.118	0.106	0.155	0.164	0.148
C1V160	達卡努瓦	0.127	0.105	0.088	0.078	0.080	0.073	0.074	0.080	0.085	0.107	0.114	0.102	0.096
C1V170	排雲	0.026	0.031	0.049	0.031	0.027	0.030	0.024	0.026	0.024	0.028	0.038	0.048	0.052
C1V190	南天池	0.094	0.082	0.065	0.055	0.045	0.046	0.045	0.047	0.052	0.053	0.060	0.078	0.098
C1V200	梅山	0.098	0.090	0.068	0.056	0.052	0.050	0.050	0.052	0.061	0.057	0.077	0.085	0.098
C1V220	小關山	0.087	0.051	0.039	0.042	0.034	0.034	0.035	0.039	0.046	0.046	0.039	0.035	0.035
C1V231	高中	0.091	0.081	0.075	0.067	0.063	0.059	0.060	0.070	0.073	0.065	0.073	0.072	0.069
C1V300	御油山	0.072	0.060	0.043	0.044	0.039	0.039	0.039	0.041	0.042	0.050	0.054	0.070	0.102
C1V340	大津	0.040	0.035	0.038	0.037	0.035	0.038	0.035	0.032	0.035	0.035	0.057	0.071	0.099
C1V390	尖山	0.059	0.028	0.030	0.030	0.031	0.027	0.027	0.027	0.034	0.028	0.035	0.044	0.043
C1V570	吉東	0.073	0.068	0.055	0.054	0.066	0.067	0.055	0.055	0.070	0.071	0.092	0.106	0.094
C1V580	溪南(特生中心)	0.042	0.049	0.060	0.046	0.040	0.056	0.051	0.058	0.058	0.058	0.044	0.050	0.056
C1V590	新發	0.158	0.154	0.160	0.156	0.139	0.135	0.140	0.163	0.185	0.212	0.250	0.268	0.244
C1V600	藤枝	0.085	0.062	0.046	0.048	0.044	0.052	0.056	0.050	0.070	0.076	0.047	0.045	0.045
C1V780	多納林道	0.136	0.060	0.048	0.050	0.056	0.049	0.047	0.064	0.085	0.095	0.070	0.051	0.051
C0R100	尾寮山	0.062	0.085	0.067	0.066	0.069	0.059	0.059	0.062	0.068	0.084	0.131	0.141	0.152
C0R130	阿禮	0.075	0.061	0.044	0.037	0.042	0.035	0.035	0.036	0.043	0.049	0.054	0.041	0.041
C0R140	瑪家	0.101	0.086	0.085	0.079	0.064	0.058	0.059	0.059	0.060	0.079	0.072	0.066	0.069
C0R150	三地門	0.131	0.108	0.091	0.080	0.069	0.064	0.066	0.078	0.073	0.081	0.072	0.068	0.068
C0R160	鹽埔	0.117	0.096	0.081	0.069	0.059	0.055	0.057	0.061	0.058	0.095	0.083	0.067	0.058
C0R170	屏東	0.124	0.112	0.106	0.088	0.077	0.074	0.076	0.071	0.072	0.080	0.103	0.106	0.098
C0R190	赤山	0.057	0.049	0.046	0.049	0.062	0.061	0.046	0.051	0.072	0.083	0.067	0.066	0.061
C0R220	潮州	0.066	0.048	0.039	0.039	0.030	0.028	0.028	0.037	0.046	0.050	0.030	0.030	0.030
C0R240	來義	0.025	0.024	0.021	0.023	0.017	0.021	0.026	0.018	0.020	0.019	0.021	0.020	0.027
C0R260	春日	0.072	0.058	0.052	0.048	0.052	0.080	0.079	0.056	0.056	0.063	0.050	0.057	0.081
C0R270	琉球嶼	0.093	0.088	0.067	0.064	0.053	0.049	0.050	0.050	0.062	0.059	0.067	0.060	0.057
C0R280	檳榔	0.091	0.069	0.053	0.049	0.044	0.044	0.044	0.044	0.045	0.068	0.080	0.101	0.109
C0R320	車城	0.081	0.071	0.060	0.045	0.037	0.038	0.037	0.038	0.037	0.045	0.056	0.067	0.049
C0R341	牡丹	0.116	0.086	0.061	0.048	0.052	0.047	0.049	0.048	0.047	0.049	0.074	0.118	0.131
C0R350	貓鼻頭	0.118	0.099	0.074	0.062	0.054	0.051	0.051	0.054	0.056	0.056	0.064	0.076	0.069
C0R440	大漢山	0.070	0.058	0.047	0.047	0.048	0.071	0.066	0.066	0.082	0.058	0.047	0.054	0.066
C0R470	高樹	0.026	0.029	0.028	0.026	0.031	0.070	0.028	0.025	0.028	0.024	0.025	0.027	0.025
C0R480	長治	0.039	0.042	0.039	0.044	0.036	0.054	0.034	0.038	0.034	0.046	0.040	0.060	0.056
C0R490	九如	0.064	0.054	0.064	0.058	0.052	0.083	0.056	0.052	0.056	0.065	0.093	0.139	0.122
C0R520	崁頂	0.025	0.026	0.026	0.025	0.042	0.025	0.026	0.025	0.042	0.070	0.031	0.060	0.034
C0R540	佳冬	0.201	0.153	0.130	0.115	0.109	0.126	0.167	0.235	0.221	0.181	0.126	0.117	0.118
C0R550	新埤	0.133	0.096	0.092	0.091	0.108	0.150	0.148	0.113	0.119	0.097	0.114	0.151	0.182
C0R560	新園	0.077	0.100	0.079	0.070	0.052	0.062	0.090	0.095	0.070	0.056	0.054	0.054	0.054
C0R570	麟洛	0.069	0.057	0.048	0.052	0.058	0.048	0.052	0.068	0.069	0.062	0.059	0.053	0.051
C0R580	南州	0.151	0.115	0.103	0.107	0.135	0.151	0.140	0.153	0.131	0.112	0.111	0.132	0.164
C0R590	里港	0.079	0.088	0.070	0.058	0.074	0.057	0.056	0.057	0.058	0.061	0.099	0.179	0.179
C0R600	舊泰武	0.063	0.081	0.111	0.113	0.074	0.062	0.063	0.063	0.063	0.085	0.096	0.110	0.098
C1R110	口社	0.032	0.031	0.027	0.027	0.030	0.025	0.026	0.027	0.028	0.046	0.044	0.049	0.058
C1R120	上德文	0.064	0.080	0.065	0.063	0.051	0.048	0.048	0.049	0.048	0.051	0.089	0.114	0.149
C1R250	力里	0.087	0.053	0.044	0.041	0.043	0.051	0.045	0.041	0.053	0.045	0.041	0.049	0.057
C1R290	石門山	0.062	0.031	0.027	0.037	0.024	0.057	0.048	0.031	0.023	0.023	0.024	0.025	0.026
C1R610	西大武山	0.062	0.031	0.024	0.023	0.021	0.023	0.022	0.030	0.029	0.034	0.023	0.024	0.048
88O950	羌黃坑	0.109	0.123	0.096	0.094	0.095	0.102	0.101	0.100	0.109	0.164	0.259	0.300	0.319
88V560	集來	0.115	0.099	0.101	0.097	0.100	0.106	0.094	0.096	0.104	0.112	0.163	0.184	0.168
88R460	來義	0.082	0.058	0.038	0.050	0.042	0.037	0.037	0.037	0.040	0.053	0.071	0.048	0.046

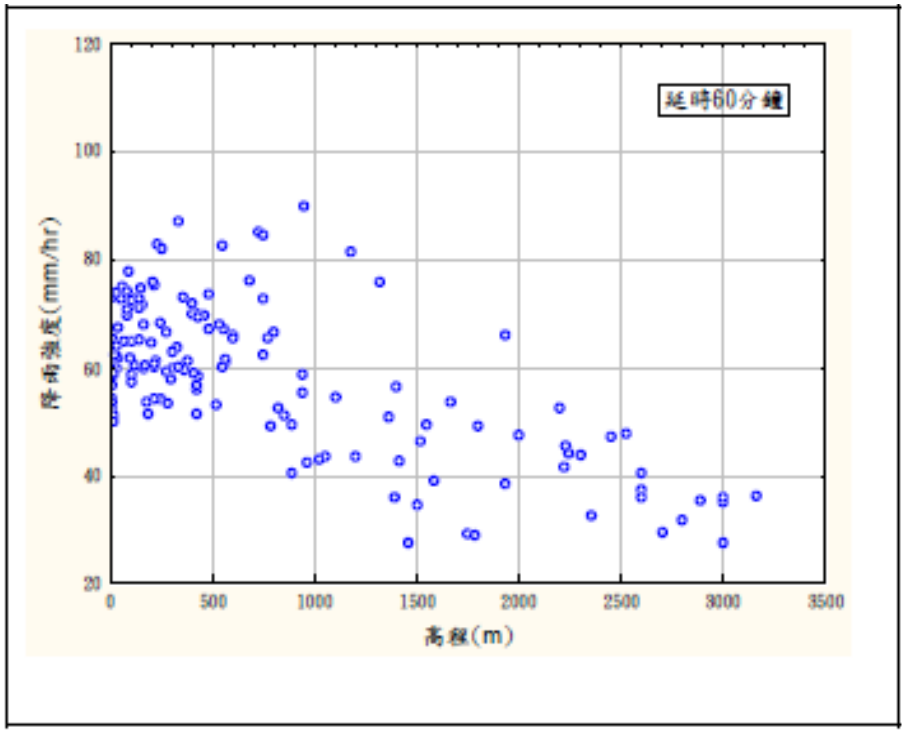
註：表格中 為變異係數較小者

資料來源：本計畫分析彙整

第三節　分析降雨強度空間分布特性(測站高程及地理位置變異)

臺灣地區之降雨情形受氣象(季風及颱風)與地形(中央山脈)影響甚鉅，在豪雨空間分布方面，陳泰然與楊進賢(1988)利用中央氣象署 24 個地面測站資料，分析 1975~1984 年共 10 年間豪雨空間分布，發現降雨最大值(約 44 次)位於中南部的阿里山區附近發生頻率最大，且最大軸呈東北-西南走向延伸至嘉南平原一帶，可見地形舉升對豪雨分布的影響(臺灣中部地區梅雨季豪雨發生之綜觀特徵與中尺度過程探討，何俊儀，2004)。石棟鑫與吳瑞賢(2001)針對 1971 年到 1991 年間氣象署發布的颱風研究水利署測站，分為北、中、南、東四區討論颱風降雨強度與高程之關係趨勢並提出觀點，認為降雨強度非完全隨高程增高而增強，其與颱風降雨處之迎風、背風有關。本段針對水利署及台電所轄測站，蒐集各站歷年最大降雨強度資料，探討最大降雨強度在時空之特性，以進一步檢視降雨強度於臺灣地區之分布狀況，並提供雨量強度公式推導之參考。

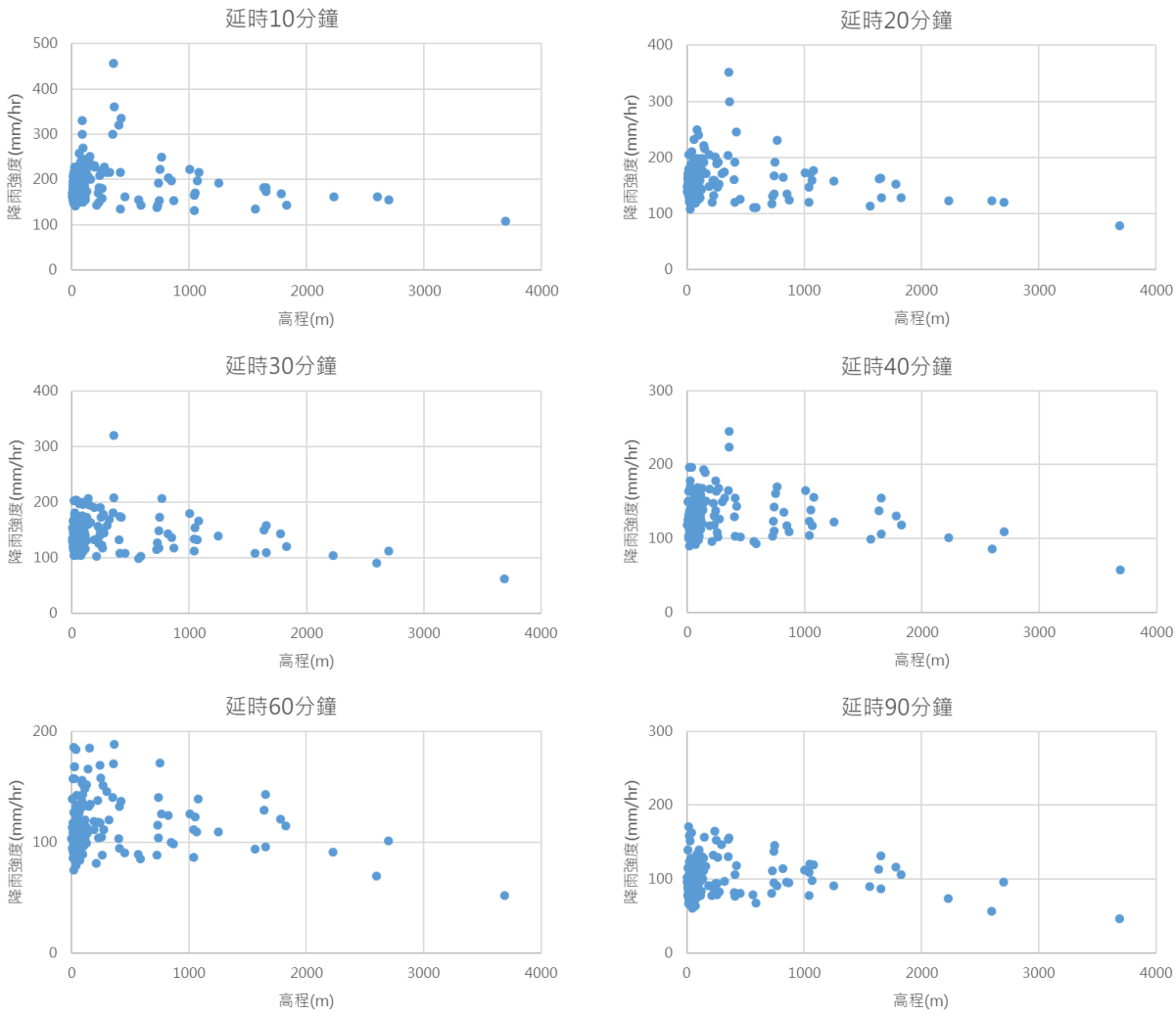
根據莊麗蓉(2006)研究不同降雨延時之最大降雨強度與測站高程之關係之結果，發現高程大約 500 至 1,000 公尺為界限，短延時降雨強度在高程小於 1,000 公尺時其值較高程 1,000 公尺以上者為高，而長延時降雨觀測之降雨強度值與測站高程無明顯相關。高程 1,000 公尺分界可能為山脊處，受地勢影響，使得此處降雨強度反而較大。



資料來源：區域化短延時無因次降雨強度公式，莊麗蓉，2006

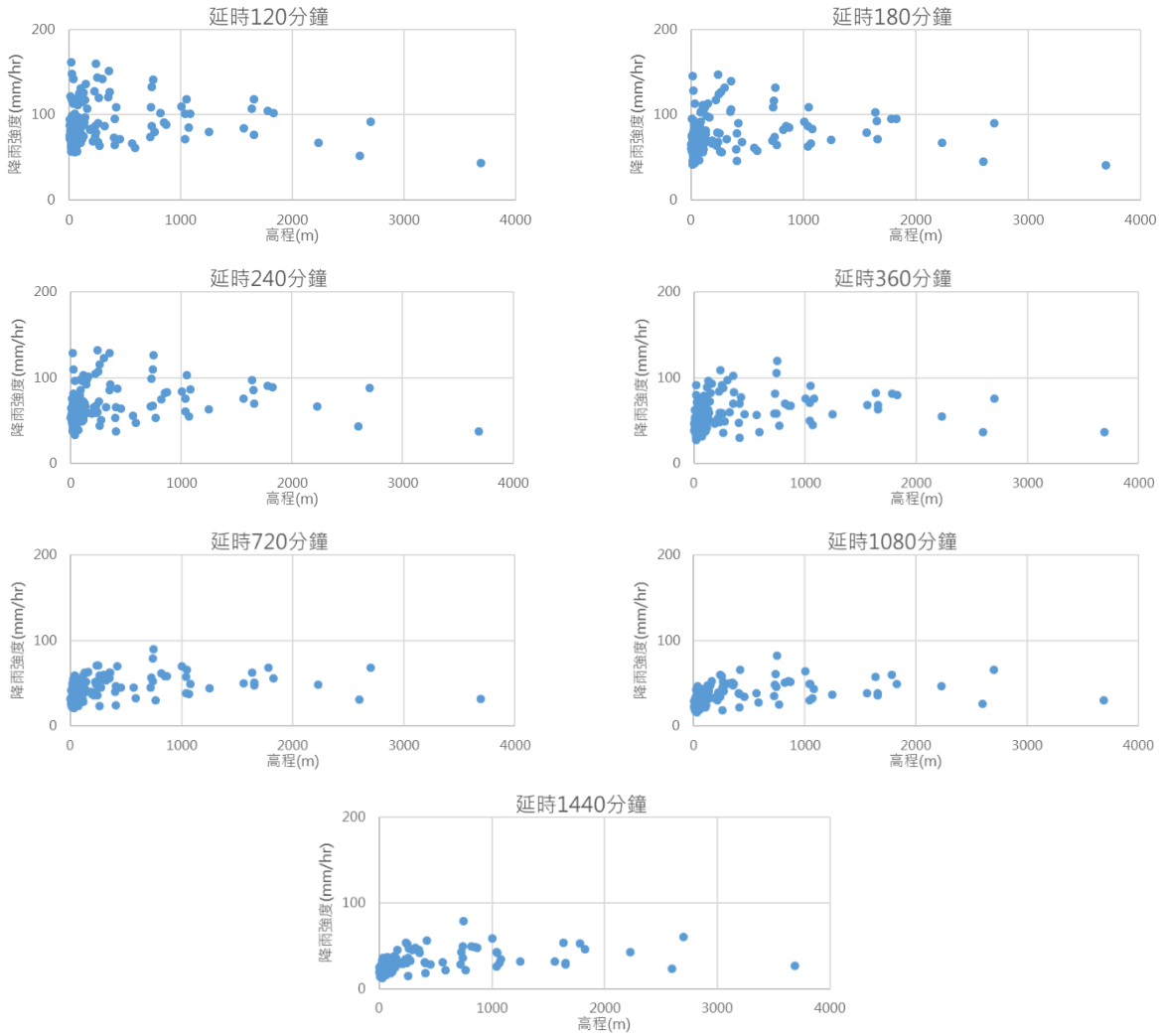
圖 4-3 短延時平均歷年最大降雨強度與高程關係

本計畫分析南部地區測站不同降雨延時最大降雨強度與測站高程之關係，如圖 4-4 與圖 4-5 所示。無論短延時與長延時於高程 1000 公尺以下之降雨強度，並無明顯高於高程 1000 公尺以上之降雨強度，即降雨強度與測站高程並無明顯之相關性。



資料來源：本計畫繪製

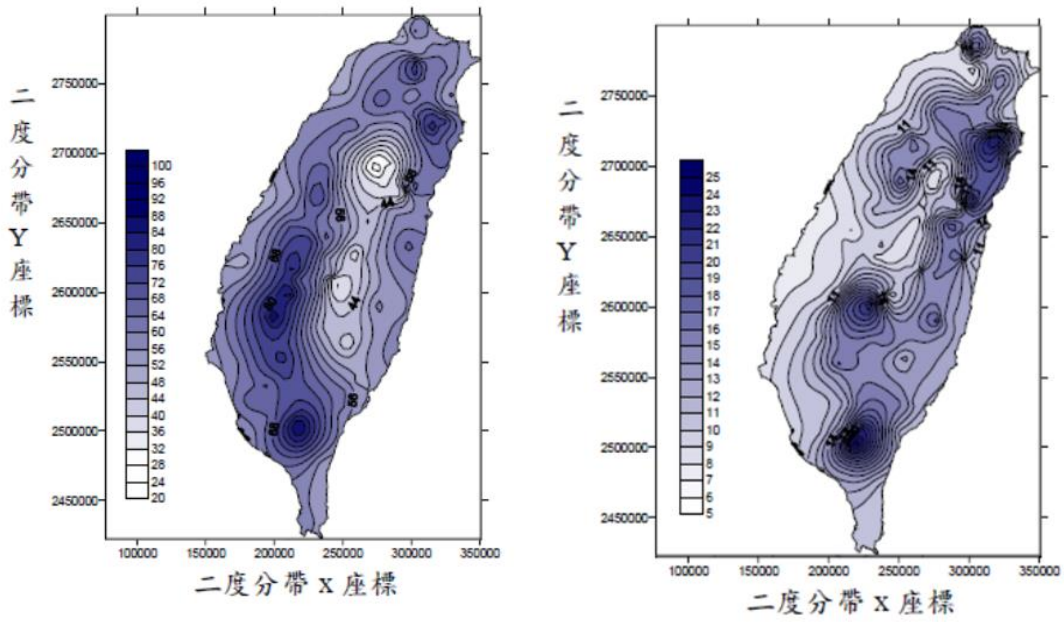
圖 4-4 短延時平均歷年最大降雨強度與高程關係



資料來源：本計畫繪製

圖 4-5 長延時平均歷年最大降雨強度與高程關係

此外，根據莊麗蓉(2006)研究，短延時降雨強度於臺灣地區之空間分布狀況亦不同於長延時降雨強度的空間分布情形，降雨延時 60 分鐘降雨強度較大值多在臺灣西部，而延時 24 小時降雨強度較大值則偏於臺灣東部；由於臺灣地區 24 小時最大降雨量多由颱風的環流與其氣流受地形影響的雙重作用所造成，而侵襲臺灣之颱風多由東太平洋而來，臺灣東部首當其衝的位置造成其長延時降雨強度值偏大。而中央山脈與雪山山脈交錯處之深谷，因地形阻隔使該處測得之降雨強度偏小。該研究認為臺灣之長、短延時降雨特性於空間分布上有所不同。

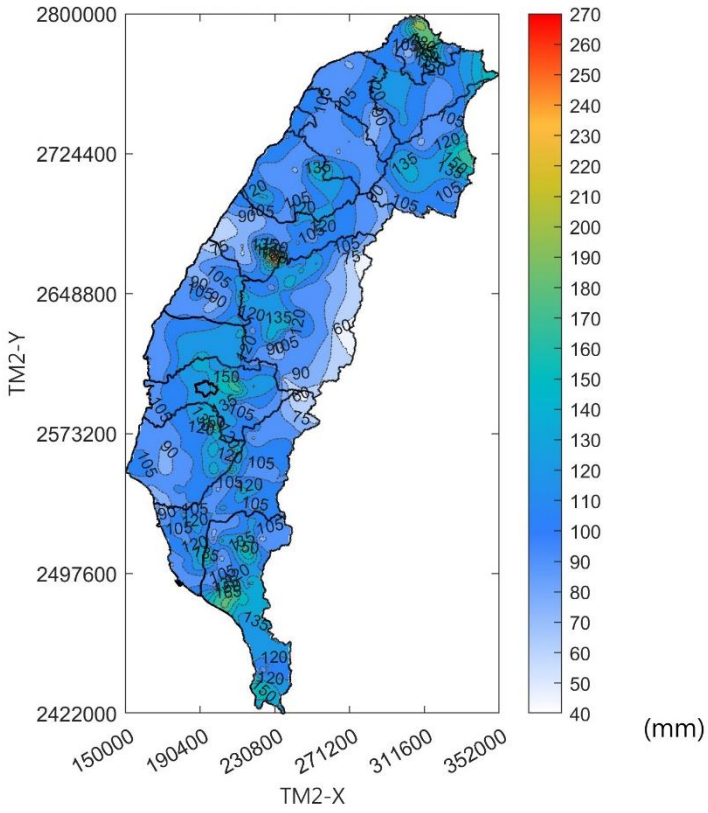


(a)延時 60 分鐘　　(b)延時 24 小時

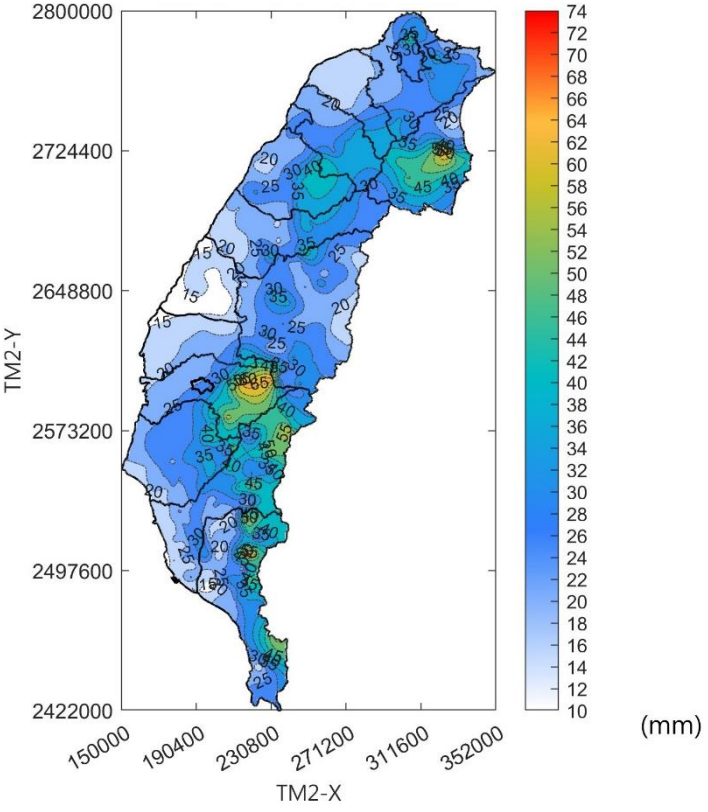
資料來源：區域化短延時無因次降雨強度公式，莊麗蓉，2006

圖 4-6 最大降雨強度分布

本計畫針對北部、中部與南部地區的降雨強度分析結果，其降雨延時 60 分鐘最大降雨強度與降雨延時 24 小時最大降雨強度如圖 4-7 所示，北部、中部與南部地區降雨延時 60 分鐘最大降雨強度之空間分布與莊麗蓉(2006)研究之成果相近，最大降雨強度發生在南投縣中寮鄉附近。北部與中部地區降雨延時 24 小時最大降雨強度之空間分布與莊麗蓉(2006)研究之成果亦相近，最大降雨北部地區發生在宜蘭縣冬山鄉，中部地區則位於嘉義縣阿里山附近，南部地區則為於屏東縣泰武鄉附近。



(a) 延時 60 分鐘



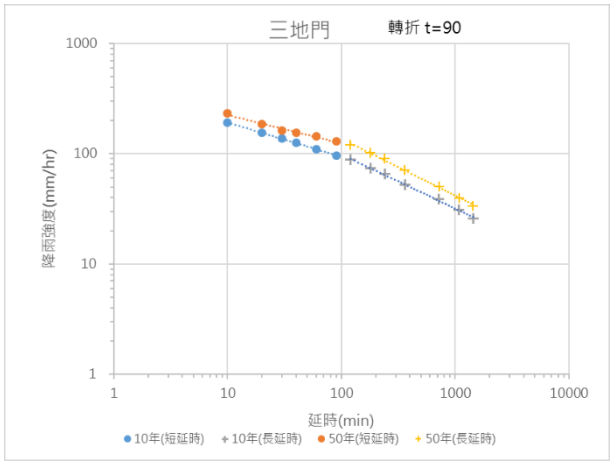
(b) 延時 24 小時

資料來源：本計畫繪製

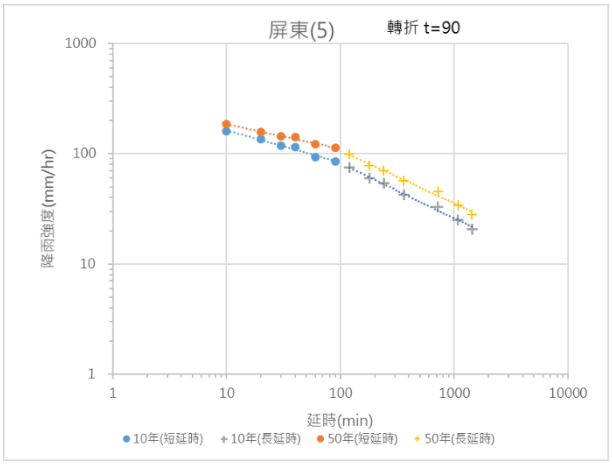
圖 4-7 北部、中部與南部地區最大降雨強度分布圖

第四節　降雨強度時間轉折特性

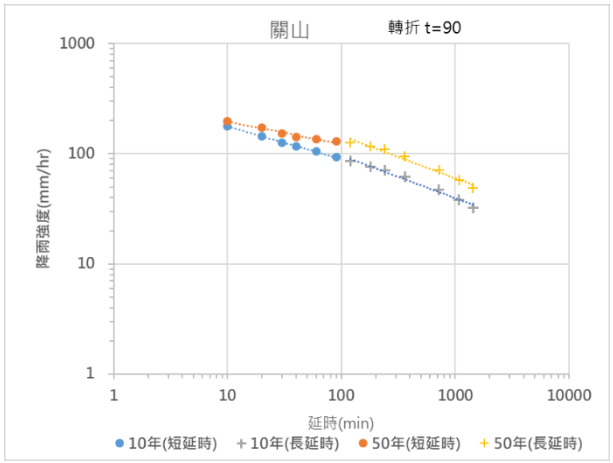
由於臺灣長、短延時之降雨空間分布有明顯差異，再者，過去一般推導之 IDF 公式，同時採用 10 分鐘至 24 小時降雨強度資料進行公式之推導，易造成推估短延時或長延時降雨強度的誤差。根據莊麗蓉(2006)研究，多數測站於特定延時(如 90 分鐘)處的降雨強度有明顯轉折。檢視本研究以水利署、氣象署及農村水保署的測站降雨資料，繪製各測站重現期 10 年與 50 年在不同延時下的降雨強度，多數測站在降雨延時 90 分鐘處可以現有明顯轉折，如圖 4-8 與圖 4-9 分別以水利署測站：三地門、屏東(5)、關山、金山，以及氣象署測站：恆春、林園、高雄、大漢山等八站為例。



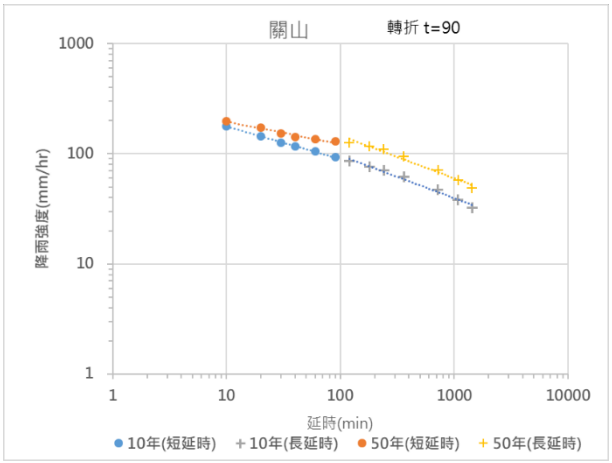
(a) 三地門



(b) 屏東(5)



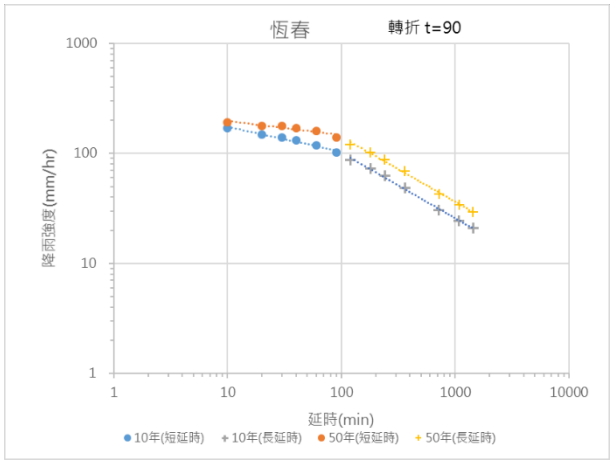
(c) 關山



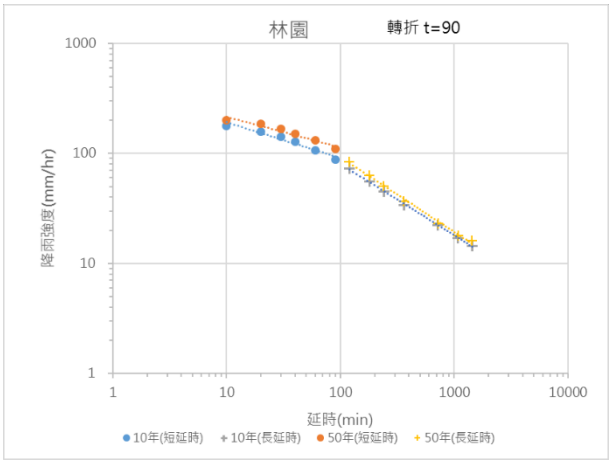
(d) 金山

資料來源：本計畫分析繪製

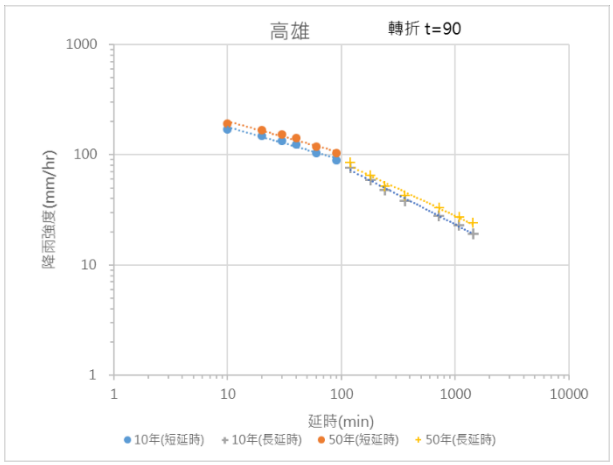
圖 4-8 水利署各測站降雨強度時間轉折



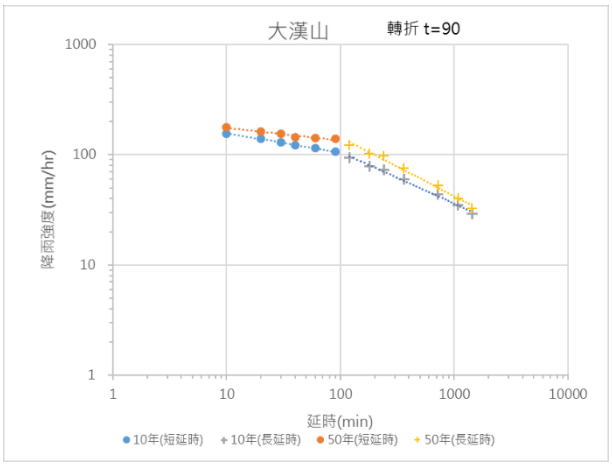
(a) 三地門



(b) 屏東(5)



(c) 關山



(d) 金山

資料來源：本計畫分析繪製

圖 4-9 氣象署各測站降雨強度時間轉折

第五節　小結

依據國內常用之統計機率分布，本計畫分析六種常見機率分布(EV1、GEV、PT3、LPT3、LN3 與 LN2)於南部地區共 153 個測站的表現，並計算各測站在不同降雨延時下的 SE 與 U 兩個誤差指標，其中以皮爾遜第三型(PT3)及三參數對數常態分佈(LN3)表現較佳，惟考量後續全臺無因次降雨強度公式之建立時，統計方法選定時之一致性，將北部地區(67 個測站)及中部地區(148 個測站)各測站過去所統計之不同延時下最佳機率分佈納入分析，整體而言以 PT3 表現較佳。基此，後續降雨公式分析以 PT3 為主要統計機率分布方法。

此外，為瞭解頻率分析過程中所採用之數據資料長度(基準年個數)，對於分析結果所產生之影響程度，本計畫以南部地區 153 個測站於 PT3 機率分佈、重現期 100 年之狀況下，分別針對基準年個數減少 3 年與減少 5 年時，對於頻率分析結果造成之影響。分析結果可發現，當基準年個數減少 3 年或減少 5 年時，對於頻率分析結果造成較大之變化幅度(增加或減少幅度≧10%)者，多發生於資料長度約為 10 年左右之測站。經統計，本計畫所採用之 153 個測站中，觀測資料長度為 10 年左右之測站個數共有 60 個站，佔南部地區總測站個數為 39%。基此，建議應針對資料長度較短者，進行降雨強度公式分析作業之定期更新。

測站的敏感度分析中，主要探討不同重現期(T)與不同降雨延時(t)下的變異特性。在不同重現期的變異分析中，重現期 T=25 年與 50 年的變異特性最小；而在不同降雨延時的變異分析中，降雨延時 t=60、90、120、180 分鐘下的變異特性會較其他降雨延時來的小。此變異分析成果呼應目前水土保持技術規範第 16 條：採用重現期 25 年降雨延時 60 分鐘之降雨強度為基準。因此，後續公式推估仍可維持此一假定。

本計畫分析南部地區測站不同降雨延時最大降雨強度與測站高程之關係，無論短延時與長延時於高程 1000 公尺以下之降雨強度，並無明顯高於高程

1000 公尺以上之降雨強度，即降雨強度與測站高程並無明顯之相關性。此外，根據降雨延時 60 分鐘及 24 小時之最大降雨強度的空間分析，北、中、南部等地區的最大降雨空間分布與過往研究類似，降雨延時 60 分鐘的最大降雨強度發生在南投縣中寮鄉附近；降雨延時 24 小時的最大降雨北部地區發生在宜蘭縣冬山鄉，中部地區則位於嘉義縣阿里山附近，南部地區則為於屏東縣泰武鄉附近。

分析各測站降雨在不同延時下的降雨特性，發現多數測站在降雨延時為 90 分鐘時有明顯轉折。因此，建議可以採用降雨延時 10 分鐘到 90 分鐘資料建立短延時降雨強度公式，而降雨延時 90 分鐘到 1440 分鐘則可做為長延時降雨強度公式建立之用，透過前述短及長延時兩公式進一步與現行規範之全延時(降雨延時 10 分鐘到 1440 分鐘)降雨強度公式進行比較，分析不同延時降雨強度公式之準確性。

第五章　短延時降雨強度、長延時降雨強度及無因次降雨強度推估

過去臺灣地區多直接以頻率分析後，所得之各種延時設計降雨強度直接推導適合之 IDF 公式，可能會因此忽略時間尺度上水文特性不同所造成的影響，導致公式為妥協其差異性而產生誤差。本計畫根據南部地區各延時降雨強度之時空分布特性討論之結果，發現降雨延時 90 分鐘時有明顯的轉折。因此，分別建立短延時(如，延時 10 分鐘~90 分鐘)降雨強度公式、長延時(如，延時 90 分鐘~1440 分鐘)降雨強度公式，或採用所有延時資料建立全延時無因次降雨強度公式，並分析比較短、長、全延時無因次降雨強度推估成果之適用性。

第一節　現行無因次降雨強度公式

水土保持技術規範第十六條之「降雨強度推估值」，為水文與水理分析之重要基本值，直接影響後續工程設計之安全與否，因此其推估值一直為水文設計所重視。現有水土保持技術規範第十六條：

「降雨強度之推估值，不得小於下列無因次降雨強度公式之推估值：

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H\log T)\frac{A}{(t+B)^c} \qquad \text{式 5-1}$$

$$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P}\right)^2 \qquad \text{式 5-2}$$

$$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P}\right)^2 \qquad \text{式 5-3}$$

$$B = 55 \qquad \text{式 5-4}$$

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

$$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P}\right)^2 \qquad \text{式 5-6}$$

$$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P}\right)^2 \qquad \text{式 5-7}$$

式中，

T　：重現期距(年)

T　：降雨延時或集流時間(分)

I_t^T　：重現期距 T 年，降雨延時 t 分鐘之降雨強度(毫米/小時)

I_{60}^{25}：重現期距 25 年，降雨延時 60 分鐘之降雨強度(毫米/小時)

P　：年平均降雨量(毫米)

A、B、C、G、H 為係數。前項之年平均降雨量，應採計畫區就近之雨量站資料。當計畫區附近無任何雨量站時，應從臺灣等雨量線圖查出計畫區之年平均降雨量值。A、B、C、G、H 等係數，依前述計算式分別計算之。」

第二節　降雨強度公式推導

本計畫不論短延時、長延時或全延時降雨強度公式之建立，均參採式 5-1 之形式，僅採用的延時資料長度不同，以下採用全(所有)延時之計算方式為範例進行說明：

以崎頂(01N860)站為例進行所有延時之推導過程進行示範說明。目前測站所蒐集的分鐘雨量資料年限為 1973 年~2022 年，以統計分布 PT3 進行頻率分析示範，其降雨強度頻率分析結果如表 5-1。

表 5-1 崎頂(01N860)站降雨強度頻率分析結果(mm/hr)

降雨延時(分)	重現期距(年)						
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**
10	126.57	151.38	164.34	178.17	187.10	195.13	202.48
20	102.69	123.55	135.45	148.93	158.06	166.58	174.63
30	90.64	107.31	116.03	125.32	131.32	136.72	141.67
40	79.64	94.39	102.11	110.33	115.64	120.42	124.80
60	64.34	78.32	85.95	94.33	99.88	104.97	109.70
90	52.57	65.22	72.11	79.67	84.67	89.24	93.50
120	46.11	57.18	62.97	69.14	73.13	76.72	80.00
180	36.18	45.69	50.99	56.90	60.87	64.53	67.96
240	30.70	39.00	43.64	48.82	52.29	55.50	58.52
360	24.05	31.85	36.34	41.45	44.93	48.18	51.25
720	16.85	22.53	25.63	29.02	31.27	33.32	35.23
1080	13.41	18.09	20.67	23.51	25.39	27.13	28.75
1440	11.30	15.38	17.59	20.00	21.60	23.05	24.40

資料來源：本計畫分析彙整

當選定某一特定降雨延時(t')及重現期距(T')之降雨強度$I_{t'}^{T'}$做為指標時，IDF 關係可以表示成無因次，其數學關係如式 5-8。

$$\frac{I_t^T}{I_{t'}^{T'}} = f(T) \cdot g(t) \qquad \textbf{式 5-8}$$

式中，$f(T)$值僅為重現期距的函數，由降雨強度–延時–頻率關係可表示為：

$$f(T) = \frac{I_t^T}{I_{t'}^{T'}} \qquad \textbf{式 5-9}$$

$$= G + H \cdot logT \qquad \textbf{式 5-10}$$

式中，$g(t)$值僅為時間的函數，不隨重現期距而變化，因而當$T = T'$時可表示為：

$$g(t) = \frac{I_t^T}{I_{t'}^T} = \frac{I_t^{T'}}{I_{t'}^{T'}} \qquad \textbf{式 5-11}$$

$$= \frac{A}{(t+B)^C} \qquad \textbf{式 5-12}$$

將式 5-10 與式 5-12 代入式 5-8 可得下式：

$$I_t^T = I_{t'}^{T'} \cdot \frac{(G + H \cdot logT) \cdot A}{(t + B)^C} \qquad \textbf{式 5-13}$$

其中，

T ：任一重現期距(年)

T ：任一降雨延時(分鐘)

T' ：某一特定重現期距(年)

t' ：某一特定降雨延時(分鐘)

$I_{t'}^{T'}$ ：某一特定重現期距(T')及降雨延時(t')的降雨強度(公釐/小時)即指標值。

I_t^T ：任一重現期距(T)及降雨延時(t)的降雨強度(公釐/小時)。

G、H、A、B、C 為常數。其中，根據游保杉與陳嘉榮(1993)之研究，發現參數 B 並不敏感，因此延續現有的規範，採用 B=55。

一、首先探討不同重現期距(T)的降雨強度特性，以崎頂(01N860)站採 PT3 頻率分析成果為例，當選定$T' = 25$年為特定重現期距時，將以崎頂(01N860)站為例進行所有延時之推導過程進行示範說明。目前測站初步所蒐集的分鐘雨量資料年限為 1973 年~2022 年，以統計分布 PT3 進行頻率分析示範，其降雨強度頻率分析結果如表 5-1，各降雨強度I_t^T除以$I_t^{T'=25}$，I_t^T / I_t^{25yr}比值列於表 5-2。以 T=10 年為例，在同一重現期距下，不同延時(t)之$I_t^{T=10}/I_t^{25}$比值接近一個定值 0.901，其變異係數約為 0.02，可見在不同降雨延時下，此$I_t^{T=10}/I_t^{25}$比值呈現一定值。分析不同重現期距(T)與此比值之關係，可以發現兩者的回歸關係如圖 5-1，其R^2達 0.97，相關性非常強。其回歸方程式表示如下：

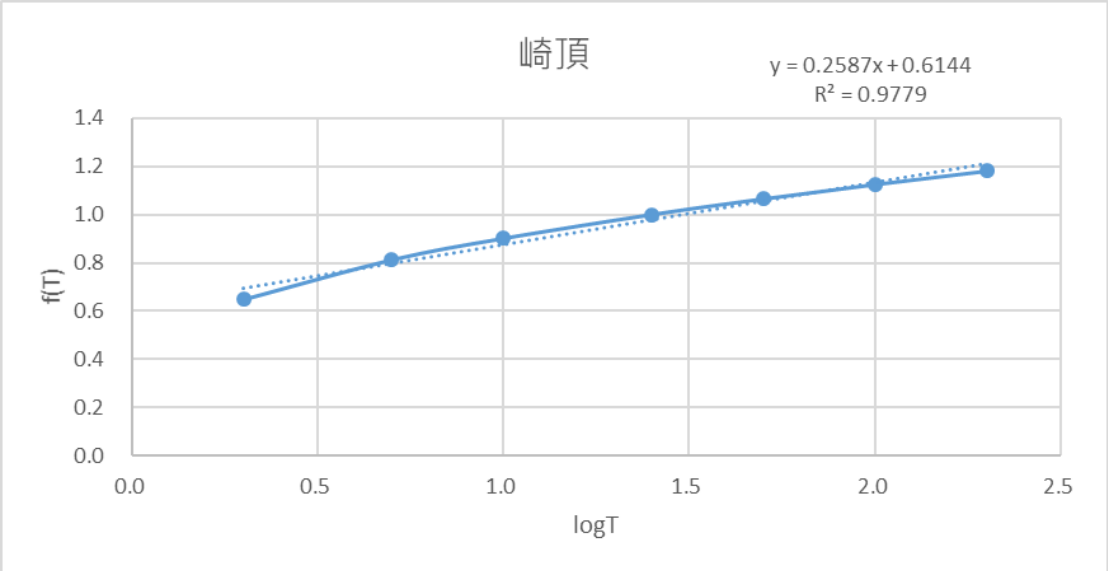
$$f(\mathrm{T}) = \frac{I_t^T}{I_t^{25}} = 0.614 + 0.258logT \qquad \textbf{式 5-14}$$

即崎頂(01N860)站的回歸係數分別為 G = 0.614，H = 0.258。

表 5-2 崎頂(01N860)站降雨強度(I_t^T/I_t^{25yr})比值表

降雨延時(分)	重現期距(年)						
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**
10	0.710	0.850	0.922	1	1.050	1.095	1.136
20	0.690	0.830	0.910	1	1.061	1.119	1.173
30	0.723	0.856	0.926	1	1.048	1.091	1.130
40	0.722	0.856	0.925	1	1.048	1.091	1.131
60	0.682	0.830	0.911	1	1.059	1.113	1.163
90	0.660	0.819	0.905	1	1.063	1.120	1.174
120	0.667	0.827	0.911	1	1.058	1.110	1.157
180	0.636	0.803	0.896	1	1.070	1.134	1.194
240	0.629	0.799	0.894	1	1.071	1.137	1.199
360	0.580	0.768	0.877	1	1.084	1.162	1.237
720	0.580	0.776	0.883	1	1.077	1.148	1.214
1080	0.570	0.770	0.879	1	1.080	1.154	1.223
1440	0.565	0.769	0.879	1	1.080	1.152	1.220
平均值	0.647	0.812	0.901	1	1.065	1.125	1.181
標準差	0.058	0.033	0.018	0	0.013	0.025	0.036
變異係數	0.090	0.041	0.020	0	0.012	0.022	0.031

資料來源：本計畫分析彙整



資料來源：本計畫分析彙整

圖 5-1 崎頂(01N860)站I_t^T/I_t^{25yr}比值與重現期距 T 之回歸關係

二、進一步探討不同降雨延時之降雨強度的特性，當選定$t' = 60$分鐘為特定降雨延時，將表 5-1 各降雨強度I_t^T除於$I_{t'=60}^T$，式中I_t^T / I_{60}^T比值列於表 5-3，以 t=30 分鐘為例，在同一降雨延時(t)條件下，不同重現期距(T)之比值接近一個定值 1.34，其變異係數 0.031 非常小。可見在不同重現期距下，此$I_{t=30}^T / I_{60}^T$比值呈現一定值。分析不同降雨延時(t)與此比值之關係，可以發現兩者的回歸關係如圖 5-2，其R^2達 0.98，相關性非常強。其回歸方程式表示如下：

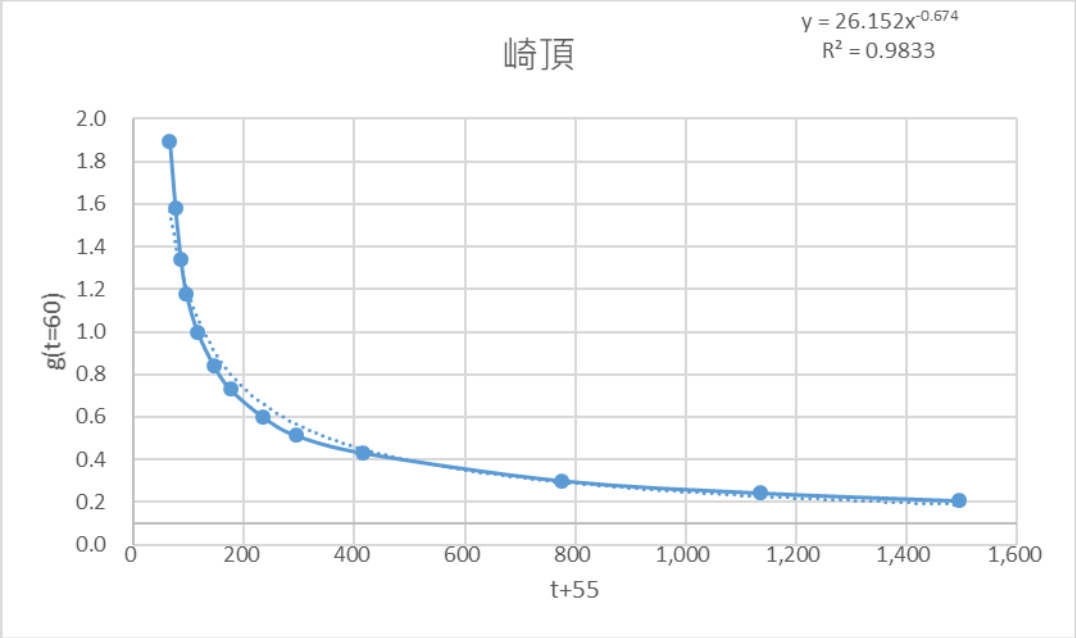
$$g(t) = \frac{I_t^T}{I_{60}^T} = \frac{26.152}{(t+55)^{0.674}} \qquad \textbf{式 5-15}$$

即崎頂(01N860)站的回歸係數分別為 A = 26.512, B= 55, C = 0.674。

表 5-3 崎頂(01N860)站降雨強度(I_t^T / I_{60min}^T)比值表

降雨延時(分)	重現期距(年)							平均值	標準差	變異係數
	2	5	10	25	50	100	200			
10	1.922	1.882	1.867	1.853	1.845	1.838	1.833	1.86	0.031	0.017
20	1.577	1.561	1.561	1.565	1.570	1.575	1.581	1.57	0.008	0.005
30	1.380	1.356	1.346	1.338	1.333	1.329	1.326	1.34	0.019	0.014
40	1.221	1.199	1.191	1.183	1.179	1.176	1.173	1.19	0.017	0.014
60	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
90	0.797	0.822	0.836	0.853	0.864	0.874	0.883	0.85	0.031	0.036
120	0.689	0.715	0.729	0.744	0.753	0.762	0.770	0.74	0.028	0.039
180	0.542	0.567	0.581	0.596	0.605	0.614	0.623	0.59	0.029	0.048
240	0.460	0.484	0.497	0.511	0.520	0.528	0.536	0.51	0.027	0.053
360	0.360	0.395	0.414	0.434	0.447	0.459	0.470	0.43	0.039	0.091
720	0.252	0.280	0.292	0.304	0.311	0.317	0.323	0.30	0.025	0.083
1080	0.201	0.224	0.235	0.246	0.253	0.258	0.263	0.24	0.022	0.091
1440	0.169	0.191	0.200	0.209	0.215	0.220	0.224	0.20	0.019	0.093

資料來源：本計畫分析彙整



資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-2 崎頂(01N860)站I_t^T/I_{60min}^T比值與重現期距 T 之回歸關係

三、崎頂(01N860)站在重現期距 25 年，延時 60 分鐘的降雨強度$I_{25}^{60}=94.33$ (mm/hr)，因此綜合式 5-14 及式 5-15 之結果，在不同重現期(T)與降雨延時(t)的無因次降雨強度可表示，估算結果如表 5-4 所示：

$$I_t^T = 94.33 \cdot \frac{(0.614 + 0.258 \cdot logT) \cdot 26.152}{(t+55)^{0.674}} \qquad \text{式 5-16}$$

表 5-4 崎頂(01N860)站無因次降雨強度估算結果(mm/hr)

降雨延時(分)	重現期距(年)						
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**
10	102.26	117.47	128.97	144.17	155.68	167.18	178.68
20	92.85	106.66	117.10	130.91	141.35	151.80	162.24
30	85.34	98.03	107.62	120.31	129.91	139.51	149.11
40	79.17	90.94	99.85	111.62	120.52	129.43	138.33
60	69.60	79.95	87.77	98.12	105.95	113.78	121.61
90	59.52	68.38	75.07	83.92	90.62	97.31	104.01
120	52.43	60.23	66.13	73.92	79.82	85.72	91.62
180	42.98	49.37	54.20	60.60	65.43	70.26	75.10
240	36.87	42.35	46.50	51.98	56.13	60.27	64.42
360	29.29	33.64	36.94	41.29	44.59	47.88	51.17
720	19.22	22.08	24.24	27.10	29.26	31.42	33.58
1080	14.86	17.07	18.74	20.95	22.62	24.29	25.96
1440	12.34	14.17	15.56	17.40	18.78	20.17	21.56

資料來源：本計畫分析彙整

本計畫依據工作要求所研提之分析方法，以歷年至 2023 年(水利署測站係以歷年至 2022 年)資料，完成估算南部地區水利署測站、氣象署測站與農村水保署測站之分析，其成果將於後續第三節中進行說明。

第三節　分析不同延時降雨強度與水土保持技術規範無因次降雨強度之誤差

根據前段所建立之短延時、長延時與全延時的無因次降雨強度公式需要進行比較，以瞭解不同方式推估降雨之誤差。誤差之推算係以測站在各降雨延時及各重現期距下無因次公式降雨強度與 PT3 頻率分析之降雨強度進行比較，利用絕對誤差總和來表示平均整體誤差，平均整體誤差與平均整體誤差百分比表示如下，

$$\text{平均整體誤差} = \frac{1}{n}\sum\left(\sum\left|I_{t_j}^{T_i} - \hat{I}_{t_j}^{T_i}\right|\right)\ (\text{mm/hr}) \qquad \textbf{式 5-17}$$

$$\text{平均整體誤差百分比} = \frac{1}{n}\sum\left(\sum\left|\frac{I_{t_j}^{T_i} - \hat{I}_{t_j}^{T_i}}{I_{t_j}^{T_i}}\right|\right) \times 100\ (\%) \qquad \textbf{式 5-18}$$

其中，

$I_{t_j}^{T_i}$ ：最佳機率分布(PT3)推估重現期距T_i與延時t_j之降雨強度。

$\hat{I}_{t_j}^{T_i}$ ：無因次公式推估重現期距T_i與延時t_j之降雨強度。

T_i ：重現期距，2、5、10、25、50、100、200 年。

t_j ：降雨延時，10、20、30、40、60、90、120、180、240、360、720、1080、1440 分鐘。

n ：資料個數。

以崎頂(01N860)站為例，無因次全延時降雨強度推估之整體誤差為 6.97 mm/hr，整體誤差百分比為 8.62 %，不同重現期距與不同降雨延時的誤差如表 5-5 所示。

表 5-5 崎頂(01N860)站全延時誤差估算結果(mm/hr)

降雨延時（分）	重現期距(年)							平均誤差 (mm/hr)	平均誤差百分比(%)
	2	5	10	25	50	100	200		
10	24.31	33.91	35.37	33.99	31.42	27.95	23.80	30.11	17.87
20	9.84	16.89	18.35	18.02	16.71	14.78	12.38	15.28	10.78
30	5.30	9.29	8.40	5.01	1.41	2.79	7.44	5.66	4.87
40	0.47	3.45	2.26	1.29	4.88	9.00	13.53	4.98	4.31
60	5.26	1.63	1.83	3.79	6.07	8.81	11.90	5.61	5.96
90	6.95	3.16	2.96	4.26	5.95	8.07	10.51	5.98	7.83
120	6.33	3.05	3.16	4.78	6.69	9.00	11.62	6.38	9.49
180	6.80	3.68	3.21	3.69	4.56	5.74	7.14	4.98	9.51
240	6.17	3.35	2.86	3.16	3.84	4.77	5.91	4.29	9.68
360	5.24	1.79	0.60	0.16	0.34	0.30	0.08	1.21	4.42
720	2.37	0.45	1.39	1.92	2.01	1.90	1.65	1.67	6.42
1080	1.45	1.02	1.93	2.56	2.77	2.84	2.78	2.19	9.68
1440	1.04	1.20	2.03	2.61	2.81	2.88	2.84	2.20	11.25
平均整體誤差								6.97	8.62

資料來源：本計畫分析彙整

一、短延時無因次降雨強度公式之誤差

以短延時降雨強度公式為例，採用降雨延時為 10~90 分鐘的資料建立降雨強度公式，並選用I_{60}^{25} (重現期 25 年降雨延時 60 分鐘)為指標值進行無因次公式計算，估算南部地區 153 個測站短延時(t=10~90 分鐘)降雨強度公式，係數值分別如表 5-6~表 5-8，其降雨強度公式為：

$$I_t^T = I_{60}^{25} \cdot \frac{(G+H\cdot logT)\cdot A}{(t+B)^C} \quad \text{t=10~90(分鐘)} \qquad \textbf{式 5-19}$$

此外，南部地區 153 個測站，各站短延時下平均整體誤差百分比如圖 5-3~圖 5-5。整體而言，各測站短延時降雨強度公式之平均誤差均在10%以內。

表 5-6 短延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(水利署測站)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差 (mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
01N850	南化(2)	109.07	100.55	55	0.97	0.64	0.25	3.68	2.99
01N860	崎頂	94.33	125.24	55	1.01	0.67	0.22	4.44	3.92
01O070	關子嶺(2)	124.64	95.80	55	0.96	0.63	0.25	5.69	3.52
01O080	六溪	118.01	134.94	55	1.03	0.52	0.34	9.50	5.33
01O190	東原	101.16	41.71	55	0.79	0.68	0.22	5.79	5.06
01O200	北寮	124.26	91.58	55	0.95	0.57	0.30	8.38	5.20
01O710	虎頭埤	95.34	150.24	55	1.05	0.66	0.23	2.86	2.68
01O750	王爺宮	108.41	122.26	55	1.01	0.62	0.26	4.74	3.77
01O760	關山	122.92	25.61	55	0.68	0.55	0.31	9.66	7.13
O1N1A	大竹坑	82.27	59.42	55	0.86	0.88	0.07	3.57	3.89
01P190	木柵	104.43	108.34	55	0.98	0.63	0.25	10.44	7.27
01P280	古亭坑	103.67	61.30	55	0.86	0.67	0.22	5.82	4.54
01P390	金山	114.44	59.11	55	0.86	0.58	0.29	6.44	4.35
01P500	阿蓮(2)	101.35	69.61	55	0.89	0.61	0.27	7.39	5.79
01P660	甲仙(2)	141.05	484.10	55	1.30	0.33	0.48	10.20	4.47
01P770	美濃(2)	105.36	78.30	55	0.92	0.66	0.23	6.58	4.99
01V040	六龜(4)	126.99	50.31	55	0.82	0.54	0.32	8.43	5.76
01V060	梅山(2)	87.85	35.65	55	0.75	0.52	0.33	4.47	4.48
01V070	天池	79.25	66.26	55	0.88	0.54	0.32	4.11	4.45
O1P47	旗山(4)	95.53	92.25	55	0.94	0.65	0.24	4.25	3.86
O1V51	寶山	107.73	58.21	55	0.85	0.68	0.21	5.62	4.76
O1V52	民權	85.12	47.57	55	0.82	0.78	0.14	5.61	5.67
O1V54	高中(2)	82.59	40.87	55	0.78	0.88	0.07	8.07	7.99
O1V55	多納(1)	95.33	45.44	55	0.80	0.74	0.17	8.20	6.86
O1V81	溝坪	84.88	96.89	55	0.97	0.90	0.06	4.60	4.69
O1V82	圓富國中	86.53	55.59	55	0.84	0.89	0.06	4.78	4.65
00Q070	屏東(5)	110.03	33.10	55	0.73	0.55	0.31	6.73	5.58
01Q350	新來義	130.78	34.77	55	0.75	0.59	0.28	4.35	2.91
01Q360	南和	120.50	53.26	55	0.83	0.52	0.33	5.49	3.90
01Q610	古夏	121.76	70.61	55	0.90	0.64	0.25	5.22	3.62
01Q860	牡丹	118.23	78.42	55	0.91	0.54	0.31	4.47	3.32
01Q870	石門	108.43	141.08	55	1.03	0.49	0.36	7.93	5.43
01Q930	三地門	129.15	38.84	55	0.77	0.54	0.32	9.08	6.03
01Q920	新瑪家	151.51	12.03	55	0.53	0.59	0.28	11.01	7.04
O1I36	楠溪	67.26	194.72	55	1.10	0.72	0.18	5.64	6.30
01R000	壽卡	127.35	87.67	55	0.94	0.47	0.37	9.57	5.71
01R030	大漢山	120.32	36.88	55	0.76	0.63	0.25	6.44	4.62
01R040	士文	119.19	43.32	55	0.79	0.56	0.30	4.48	3.49
01R440	泗林	109.27	69.19	55	0.89	0.72	0.19	9.29	6.76
O1R45	新豐(1)	110.22	32.45	55	0.75	0.76	0.16	6.14	5.28
O1R62	新庄國小	96.35	59.80	55	0.85	0.71	0.20	11.25	8.73
O1S69	神山	87.91	27.87	55	0.69	0.85	0.09	3.08	3.09

資料來源：本計畫分析彙整

表 5-7 短延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
467410	臺南	82.67	133.08	55	1.02	0.81	0.11	6.32	6.16
467420	永康	89.17	92.89	55	0.94	0.75	0.15	5.68	5.45
467441	高雄	113.66	48.28	55	0.81	0.65	0.23	4.92	4.13
467590	恆春	143.79	13.40	55	0.55	0.47	0.36	9.33	6.87
C0O810	曾文	120.74	32.40	55	0.73	0.61	0.26	5.63	4.36
C0O830	北寮	101.07	90.82	55	0.94	0.65	0.23	4.63	3.99
C0O840	王爺宮	108.07	63.53	55	0.87	0.60	0.26	5.63	4.78
C0O860	大內	95.90	78.28	55	0.92	0.73	0.17	4.56	4.19
C0O900	善化	90.92	68.65	55	0.88	0.64	0.24	5.18	5.10
C0O930	玉井	102.32	82.68	55	0.93	0.67	0.22	4.54	3.96
C0O950	安南	97.99	40.82	55	0.79	0.64	0.25	6.33	5.93
C0O960	崎頂	101.40	44.15	55	0.80	0.65	0.23	5.57	4.82
C0O970	虎頭埤	96.32	106.53	55	0.98	0.72	0.18	5.43	4.55
C0O980	新市	91.92	108.72	55	0.99	0.68	0.21	3.02	2.82
C0O990	媽廟	107.08	53.06	55	0.84	0.70	0.20	3.59	3.05
C0X080	佳里	99.35	66.21	55	0.88	0.59	0.28	7.71	7.03
C0X100	臺南市北區	97.00	58.58	55	0.86	0.67	0.23	5.36	4.50
C0X110	臺南市南區	91.07	83.75	55	0.91	0.68	0.22	6.01	5.28
C0X120	麻豆	83.73	64.22	55	0.87	0.72	0.19	4.91	4.83
C0X130	官田	99.18	55.31	55	0.84	0.61	0.27	6.40	5.38
C0X140	西港	97.77	24.97	55	0.66	0.64	0.25	8.00	7.14
C0X150	安定	76.59	236.04	55	1.13	0.67	0.23	10.30	9.52
C0X160	仁德	94.99	330.68	55	1.21	0.69	0.20	10.20	7.38
C0X170	關廟	110.68	38.70	55	0.77	0.69	0.21	5.61	4.25
C0X180	山上	105.33	99.23	55	0.96	0.62	0.26	6.44	4.67
C0X190	安平	89.58	155.35	55	1.05	0.73	0.17	12.89	10.66
C0X200	左鎮	89.44	133.46	55	1.02	0.67	0.22	3.91	3.68
C1N001	沙崙	91.39	72.79	55	0.90	0.71	0.19	4.61	4.35
C1O850	環湖	103.83	110.33	55	0.99	0.65	0.23	3.92	3.36
C1O870	大棟山	107.12	98.10	55	0.97	0.64	0.24	5.30	4.32
C1O880	關山	98.68	49.10	55	0.82	0.65	0.23	5.48	5.06
C1O921	楠西	115.24	36.22	55	0.76	0.61	0.27	6.06	4.88
C1X040	東原	100.57	62.57	55	0.87	0.73	0.18	5.01	4.36
C0V250	甲仙	115.09	29.75	55	0.71	0.56	0.30	6.02	4.83
C0V260	月眉	95.06	100.93	55	0.97	0.75	0.16	4.44	3.89
C0V310	美濃	106.17	34.10	55	0.74	0.69	0.21	5.63	4.78
C0V350	溪埔	113.26	24.29	55	0.67	0.64	0.25	4.44	3.70
C0V360	內門	100.10	77.15	55	0.91	0.64	0.25	4.23	3.56
C0V370	古亭坑	97.37	64.01	55	0.87	0.72	0.18	4.81	4.20
C0V400	阿公店	99.06	31.48	55	0.72	0.76	0.16	5.27	4.76
C0V440	鳳山	104.93	70.00	55	0.89	0.62	0.26	2.83	2.51
C0V450	鳳森	89.12	77.67	55	0.91	0.74	0.17	6.05	5.50
C0V490	新興	98.94	92.65	55	0.96	0.78	0.13	4.92	4.36
C0V530	阿蓮	97.88	40.32	55	0.77	0.80	0.12	5.32	5.01

表 5-7 短延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差 (mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
C0V610	梓官	97.30	58.71	55	0.86	0.63	0.24	5.77	5.55
C0V620	永安	93.86	26.06	55	0.69	0.75	0.16	6.37	6.59
C0V630	茄萣	94.17	57.63	55	0.86	0.74	0.17	9.14	9.19
C0V640	湖內	80.80	153.24	55	1.05	0.77	0.14	4.67	4.70
C0V650	彌陀	112.81	20.11	55	0.64	0.57	0.29	8.27	7.40
C0V660	岡山	95.84	78.71	55	0.92	0.82	0.11	4.84	4.26
C0V680	仁武	128.70	64.69	55	0.88	0.45	0.39	10.90	6.46
C0V690	鼓山	85.61	69.00	55	0.88	0.73	0.17	5.92	5.90
C0V700	三民	97.10	56.15	55	0.84	0.75	0.16	5.70	5.22
C0V710	苓雅	108.57	122.99	55	1.01	0.65	0.23	5.50	4.66
C0V720	林園	121.53	59.49	55	0.86	0.60	0.26	5.26	3.99
C0V730	大寮	136.08	73.75	55	0.91	0.44	0.39	5.81	3.89
C0V740	旗山	90.26	50.67	55	0.81	0.66	0.23	4.52	4.26
C0V750	路竹	106.38	238.41	55	1.14	0.62	0.25	7.82	5.51
C0V760	橋頭	100.16	84.33	55	0.94	0.57	0.30	9.71	7.23
C0V770	大社	100.38	91.79	55	0.94	0.66	0.22	5.62	4.81
C0V790	萬山	88.47	35.08	55	0.75	0.81	0.11	4.14	4.35
C0V800	六龜	104.83	35.69	55	0.75	0.84	0.10	9.70	8.41
C1V160	達卡努瓦	101.86	43.61	55	0.79	0.62	0.26	4.96	4.29
C1V170	排雲	51.53	74.26	55	0.90	0.65	0.23	5.82	8.55
C1V190	南天池	95.34	27.46	55	0.70	0.51	0.34	5.63	5.56
C1V200	梅山	91.62	18.61	55	0.62	0.50	0.35	4.89	5.19
C1V220	小關山	110.53	25.50	55	0.68	0.44	0.39	4.40	3.80
C1V231	高中	92.89	20.37	55	0.63	0.61	0.27	4.50	4.46
C1V300	御油山	116.70	33.80	55	0.74	0.63	0.26	4.43	3.46
C1V340	大津	110.78	69.99	55	0.89	0.65	0.24	3.97	3.03
C1V390	尖山	113.48	49.35	55	0.82	0.56	0.30	3.20	2.49
C1V570	吉東	94.48	73.78	55	0.90	0.74	0.17	4.25	3.64
C1V580	溪南 (特生中心)	99.28	35.91	55	0.75	0.70	0.20	9.91	8.19
C1V590	新發	97.99	17.89	55	0.60	0.83	0.11	8.31	8.04
C1V600	藤枝	101.40	7.24	55	0.41	0.71	0.20	5.91	5.55
C1V780	多納林道	131.34	13.72	55	0.55	0.56	0.29	7.64	5.70
C0R100	尾寮山	121.23	48.51	55	0.81	0.68	0.22	7.43	4.77
C0R130	阿禮	81.44	36.80	55	0.75	0.62	0.26	3.74	3.93
C0R140	瑪家	127.54	10.60	55	0.49	0.59	0.28	8.05	6.02
C0R150	三地門	121.78	19.53	55	0.62	0.61	0.27	7.99	6.04
C0R160	鹽埔	126.41	32.23	55	0.73	0.56	0.31	7.32	5.30
C0R170	屏東	113.08	19.81	55	0.62	0.63	0.25	8.82	7.19
C0R190	赤山	110.90	73.59	55	0.90	0.66	0.23	3.33	2.55
C0R220	潮州	112.66	41.47	55	0.79	0.58	0.29	5.30	4.29
C0R240	來義	133.16	45.22	55	0.80	0.51	0.35	4.45	2.80
C0R260	春日	117.45	40.10	55	0.77	0.50	0.35	7.51	5.73
C0R270	琉球嶼	104.20	45.87	55	0.81	0.60	0.27	5.53	4.85

表 5-7 短延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

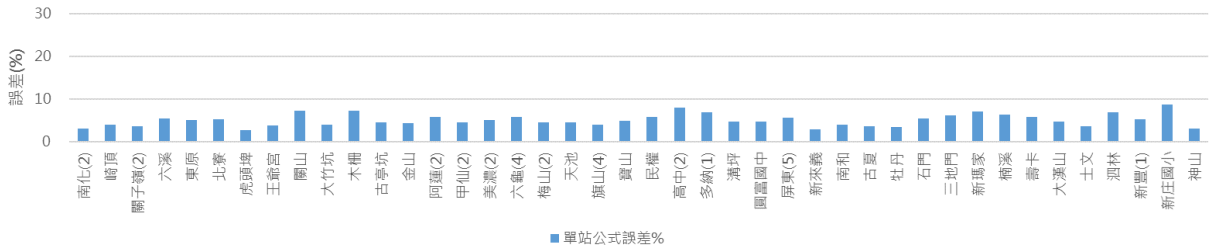
站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
C0R280	檳榔	106.15	77.45	55	0.92	0.63	0.25	5.07	4.19
C0R320	車城	135.33	26.53	55	0.70	0.47	0.37	7.61	5.45
C0R341	牡丹	104.75	22.37	55	0.66	0.59	0.28	6.19	5.39
C0R350	貓鼻頭	135.86	17.16	55	0.60	0.51	0.34	8.50	6.15
C0R440	大漢山	131.39	7.62	55	0.43	0.57	0.29	7.26	5.70
C0R470	高樹	92.78	61.26	55	0.86	0.73	0.18	5.08	4.54
C0R480	長治	103.58	82.29	55	0.92	0.55	0.32	4.12	3.21
C0R490	九如	86.15	404.87	55	1.28	0.81	0.13	7.20	5.70
C0R520	崁頂	93.45	220.78	55	1.14	0.67	0.23	3.50	2.90
C0R540	佳冬	162.27	25.91	55	0.68	0.30	0.50	17.27	10.14
C0R550	新埤	173.33	14.28	55	0.56	0.16	0.62	17.12	9.70
C0R560	新園	103.30	29.67	55	0.72	0.78	0.15	7.63	6.89
C0R570	麟洛	85.26	88.61	55	0.95	0.77	0.16	3.51	3.46
C0R580	南州	145.47	18.37	55	0.62	0.34	0.47	18.68	12.74
C0R590	里港	85.04	124.86	55	1.03	0.83	0.11	5.73	5.59
C0R600	舊泰武	135.58	176.64	55	1.09	0.50	0.34	8.32	5.19
C1R110	口社	110.11	50.92	55	0.82	0.71	0.20	3.18	2.47
C1R120	上德文	120.19	22.49	55	0.66	0.72	0.19	6.41	4.82
C1R250	力里	129.19	23.17	55	0.66	0.51	0.34	6.40	4.63
C1R290	石門山	84.72	45.88	55	0.80	0.74	0.16	5.35	5.64
C1R610	西大武山	107.93	11.51	55	0.51	0.76	0.15	5.29	4.83

資料來源：本計畫分析彙整

表 5-8 短延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(農村水保署測站)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
88O950	羌黃坑	106.16	292.15	55	1.20	0.74	0.16	7.19	5.58
88V560	集來	98.02	574.25	55	1.34	0.78	0.14	19.64	11.62
88R460	來義	108.71	129.63	55	1.02	0.65	0.22	18.83	11.68

資料來源：本計畫分析彙整



資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-3 水利署各測站短延時的平均整體誤差百分比

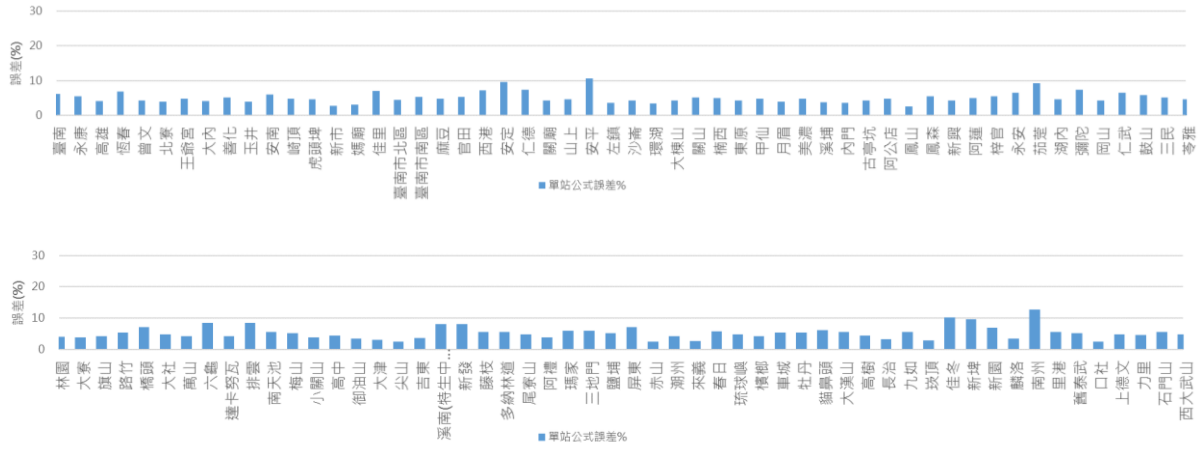
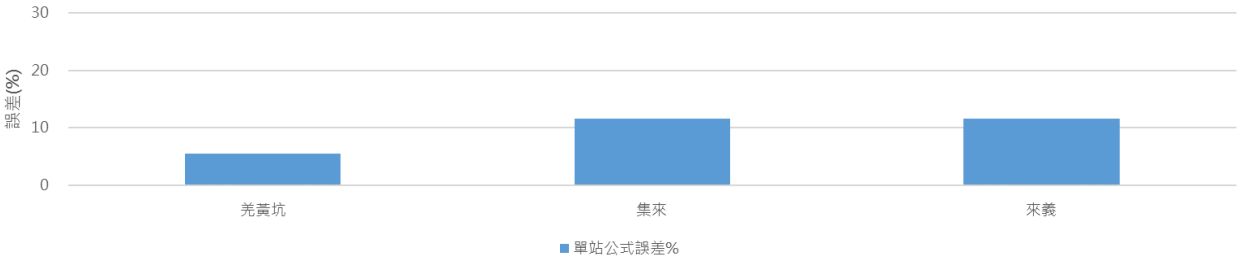


圖 5-4 氣象署各測站短延時的平均整體誤差百分比



資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-5 農村水保署各測站短延時的平均整體誤差百分比

二、長延時無因次降雨強度公式之誤差

以長延時降雨強度公式為例，採用降雨延時為 90~1440 分鐘的資料建立降雨強度公式，並選用I_{120}^{25} (重現期 25 年降雨延時 120 分鐘)進行無因次公式計算，南部地區 153 個測站之長延時(t=90~1440min)降雨強度公式，係數值分別如表 5-9~表 5-11 所示。其強度公式為：

$$I_t^T = I_{120}^{25} \cdot \frac{(G+H\cdot logT)\cdot A}{(t+B)^C} \quad \text{t=90~1440(分鐘)} \qquad \text{式 5-20}$$

此外，南部地區各站長延時下平均整體誤差百分比分別如圖 5-6~圖 5-8。整體而言，長延時降雨強度公式之平均誤差大多在 10%以內，部分測站之平均誤差則介於 10~15%之間。

表 5-9 長延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(水利署測站)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
01N850	南化(2)	83.65	13.92	55	0.51	0.39	0.44	3.21	5.79
01N860	崎頂	69.14	20.82	55	0.59	0.58	0.30	1.57	3.72
01O070	關子嶺(2)	89.94	9.91	55	0.45	0.41	0.42	4.89	8.68
01O080	六溪	90.44	14.67	55	0.52	0.30	0.51	3.66	6.96
01O190	東原	88.27	13.10	55	0.50	0.24	0.54	4.34	7.47
01O200	北寮	97.26	12.04	55	0.48	0.31	0.50	3.75	6.38
01O710	虎頭埤	67.89	16.79	55	0.55	0.54	0.32	2.19	5.23
01O750	王爺宮	79.76	15.02	55	0.53	0.31	0.50	2.67	5.51
01O760	關山	108.16	10.07	55	0.44	0.22	0.56	3.81	4.32
O1N1A	大竹坑	60.87	7.51	55	0.37	0.50	0.35	4.82	9.92
01P190	木柵	85.88	18.04	55	0.56	0.42	0.41	1.84	3.80
01P280	古亭坑	82.40	18.34	55	0.57	0.51	0.34	1.73	3.57
01P390	金山	80.77	20.15	55	0.58	0.50	0.36	2.32	4.68
01P500	阿蓮(2)	80.94	24.30	55	0.62	0.46	0.38	1.56	2.99
01P660	甲仙(2)	94.70	16.33	55	0.54	0.34	0.48	1.75	3.06
01P770	美濃(2)	79.70	21.76	55	0.60	0.50	0.35	1.45	3.14
01V040	六龜(4)	103.79	12.53	55	0.49	0.30	0.50	2.00	2.80
01V060	梅山(2)	75.75	7.57	55	0.39	0.42	0.41	1.88	3.96
01V070	天池	62.99	5.23	55	0.31	0.47	0.37	1.74	3.51
O1P47	旗山(4)	77.47	18.61	55	0.57	0.49	0.35	1.91	4.54
O1V51	寶山	82.24	11.32	55	0.47	0.58	0.30	3.07	5.39
O1V52	民權	61.61	12.75	55	0.49	0.75	0.17	2.49	6.01
O1V54	高中(2)	71.35	6.53	55	0.36	0.58	0.28	3.58	7.22
O1V55	多納(1)	75.85	9.28	55	0.42	0.60	0.28	3.30	6.16
O1V81	溝坪	60.08	4.46	55	0.29	0.52	0.33	5.10	12.11
O1V82	圓富國中	68.54	12.90	55	0.50	0.55	0.31	3.35	7.73

表 5-9 長延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(水利署測站)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
00Q070	屏東(5)	89.37	19.82	55	0.58	0.39	0.43	2.34	4.44
01Q350	新來義	104.87	11.71	55	0.48	0.51	0.34	2.37	3.77
01Q360	南和	96.02	19.23	55	0.57	0.44	0.40	1.76	3.34
01Q610	古夏	86.22	19.69	55	0.58	0.61	0.27	2.85	5.28
01Q860	牡丹	88.50	6.63	55	0.37	0.35	0.47	6.16	11.03
01Q870	石門	85.81	19.18	55	0.57	0.46	0.38	2.36	4.21
01Q930	三地門	107.09	19.41	55	0.58	0.40	0.42	1.58	2.80
01Q920	新瑪家	132.28	7.65	55	0.39	0.38	0.43	2.49	3.02
O1I36	楠溪	55.34	7.32	55	0.39	0.54	0.31	1.88	5.33
01R000	壽卡	100.43	12.32	55	0.49	0.32	0.49	2.86	4.57
01R030	大漢山	94.66	13.16	55	0.50	0.61	0.27	1.93	3.35
01R040	士文	92.95	16.26	55	0.54	0.47	0.37	1.73	3.26
01R440	泗林	92.58	21.88	55	0.60	0.51	0.34	2.15	3.65
O1R45	新豐(1)	75.72	23.02	55	0.61	0.68	0.22	2.13	4.71
O1R62	新庄國小	86.99	31.41	55	0.68	0.54	0.33	4.16	7.44
O1S69	神山	75.91	8.05	55	0.40	0.68	0.21	3.60	6.74

資料來源：本計畫分析彙整

表 5-10 長延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
467410	臺南	68.59	21.72	55	0.60	0.56	0.29	2.77	6.55
467420	永康	70.13	22.53	55	0.60	0.57	0.29	2.43	5.78
467441	高雄	82.41	23.90	55	0.62	0.62	0.25	4.08	8.73
467590	恆春	107.30	35.92	55	0.69	0.30	0.50	1.91	3.66
C0O810	曾文	97.01	9.20	55	0.43	0.28	0.51	5.04	8.12
C0O830	北寮	83.82	13.13	55	0.50	0.30	0.50	3.79	6.31
C0O840	王爺宮	83.68	14.31	55	0.52	0.28	0.52	2.61	5.49
C0O860	大內	74.13	13.74	55	0.51	0.43	0.40	3.20	7.28
C0O900	善化	74.33	20.65	55	0.59	0.43	0.40	2.09	5.19
C0O930	玉井	77.17	9.53	55	0.43	0.35	0.46	4.35	8.51
C0O950	安南	72.18	28.56	55	0.65	0.45	0.39	1.81	4.94
C0O960	崎頂	76.06	17.44	55	0.56	0.52	0.33	2.39	5.44
C0O970	虎頭埤	76.11	16.75	55	0.55	0.47	0.38	2.34	5.21
C0O980	新市	64.36	14.68	55	0.51	0.54	0.32	2.65	6.35
C0O990	媽廟	80.54	22.71	55	0.61	0.51	0.34	2.12	4.52
C0X080	佳里	72.83	24.81	55	0.63	0.32	0.49	1.88	4.93
C0X100	臺南市北區	76.45	21.66	55	0.59	0.43	0.40	3.00	5.70
C0X110	臺南市南區	73.49	26.80	55	0.65	0.66	0.24	3.15	7.14
C0X120	麻豆	64.02	7.91	55	0.40	0.44	0.39	3.28	8.39
C0X130	官田	72.46	11.27	55	0.47	0.39	0.44	3.63	8.43
C0X140	西港	87.38	17.15	55	0.56	0.40	0.43	3.61	6.67
C0X150	安定	68.83	12.69	55	0.49	0.50	0.35	2.46	6.21
C0X160	仁德	76.42	32.63	55	0.67	0.60	0.27	2.70	5.54

表 5-10長延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
C0X170	關廟	84.63	25.44	55	0.63	0.58	0.29	2.41	4.82
C0X180	山上	94.30	14.36	55	0.53	0.34	0.47	4.19	7.06
C0X190	安平	80.51	31.66	55	0.67	0.50	0.34	2.59	5.78
C0X200	左鎮	65.34	11.87	55	0.48	0.48	0.36	3.22	7.81
C1N001	沙崙	72.42	20.66	55	0.59	0.53	0.32	1.83	4.34
C1O850	環湖	75.10	10.84	55	0.46	0.40	0.42	4.35	9.10
C1O870	大棟山	71.96	8.01	55	0.41	0.43	0.41	5.65	12.26
C1O880	關山	77.09	10.76	55	0.46	0.38	0.44	1.47	3.22
C1O921	楠西	89.52	13.97	55	0.51	0.31	0.49	3.65	6.09
C1X040	東原	80.51	9.86	55	0.45	0.32	0.48	5.08	10.72
C0V250	甲仙	97.05	9.70	55	0.44	0.26	0.53	3.62	4.93
C0V260	月眉	74.33	9.72	55	0.44	0.45	0.38	3.59	7.09
C0V310	美濃	85.45	16.94	55	0.55	0.42	0.41	2.39	4.70
C0V350	溪埔	86.58	16.68	55	0.55	0.40	0.43	2.73	5.15
C0V360	內門	80.83	12.46	55	0.49	0.42	0.41	1.68	3.68
C0V370	古亭坑	76.89	15.62	55	0.54	0.53	0.33	2.23	4.94
C0V400	阿公店	80.28	19.64	55	0.58	0.47	0.37	2.32	5.05
C0V440	鳳山	82.39	15.68	55	0.53	0.46	0.38	3.84	7.11
C0V450	鳳森	75.45	22.63	55	0.60	0.59	0.28	2.11	4.88
C0V490	新興	68.70	18.19	55	0.56	0.60	0.27	3.47	8.46
C0V530	阿蓮	77.81	24.40	55	0.63	0.61	0.26	2.45	5.86
C0V610	梓官	62.39	16.60	55	0.56	0.56	0.31	5.04	13.98
C0V620	永安	65.62	18.88	55	0.58	0.52	0.34	5.26	14.09
C0V630	茄萣	73.62	23.97	55	0.63	0.46	0.37	3.12	7.94
C0V640	湖內	59.43	14.00	55	0.52	0.57	0.30	4.22	12.67
C0V650	彌陀	75.69	28.58	55	0.66	0.54	0.32	5.59	12.24
C0V660	岡山	67.64	24.11	55	0.63	0.75	0.17	3.24	8.64
C0V680	仁武	75.07	34.89	55	0.70	0.58	0.31	4.73	9.40
C0V690	鼓山	70.30	40.59	55	0.72	0.49	0.35	1.97	5.42
C0V700	三民	72.97	28.68	55	0.66	0.65	0.23	4.25	10.75
C0V710	苓雅	71.18	33.75	55	0.69	0.70	0.20	2.92	6.95
C0V720	林園	79.80	57.15	55	0.79	0.70	0.21	3.79	8.44
C0V730	大寮	89.61	51.21	55	0.77	0.70	0.20	4.78	10.22
C0V740	旗山	81.13	13.37	55	0.51	0.46	0.37	3.22	6.83
C0V750	路竹	74.07	24.80	55	0.63	0.58	0.29	3.99	9.76
C0V760	橋頭	70.88	21.57	55	0.60	0.60	0.28	3.79	8.76
C0V770	大社	77.44	13.87	55	0.52	0.46	0.38	4.50	10.39
C0V790	萬山	63.84	17.92	55	0.58	0.83	0.12	4.23	11.42
C0V800	六龜	95.95	9.56	55	0.44	0.45	0.37	4.00	6.79
C1V160	達卡努瓦	84.36	9.00	55	0.42	0.35	0.46	2.38	4.23
C1V170	排雲	46.24	4.68	55	0.30	0.57	0.29	1.18	3.64
C1V190	南天池	76.94	4.67	55	0.30	0.35	0.46	1.87	3.47
C1V200	梅山	75.07	5.89	55	0.34	0.32	0.48	2.11	4.10

表 5-10長延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

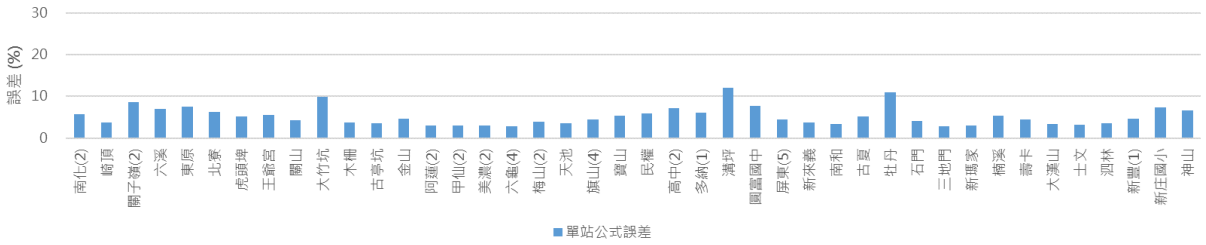
站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
C1V220	小關山	88.50	7.84	55	0.39	0.34	0.47	2.40	4.06
C1V231	高中	82.52	7.43	55	0.38	0.39	0.43	2.85	4.74
C1V300	御油山	94.60	6.57	55	0.36	0.49	0.35	2.47	4.20
C1V340	大津	80.29	12.15	55	0.49	0.61	0.27	3.21	6.63
C1V390	尖山	88.32	26.51	55	0.64	0.47	0.38	1.93	4.29
C1V570	吉東	73.81	13.58	55	0.51	0.56	0.30	3.05	6.68
C1V580	溪南(特生中心)	84.99	10.78	55	0.45	0.63	0.25	3.07	6.21
C1V590	新發	87.10	6.23	55	0.35	0.31	0.49	5.56	9.49
C1V600	藤枝	92.24	10.63	55	0.45	0.56	0.30	3.07	5.53
C1V780	多納林道	116.39	8.80	55	0.41	0.40	0.41	6.57	7.88
C0R100	尾寮山	98.42	5.84	55	0.34	0.46	0.38	4.57	6.90
C0R130	阿禮	67.50	9.56	55	0.44	0.49	0.36	1.11	2.68
C0R140	瑪家	114.51	9.09	55	0.43	0.37	0.45	2.10	2.86
C0R150	三地門	106.20	18.60	55	0.57	0.37	0.45	1.57	2.43
C0R160	鹽埔	96.55	25.07	55	0.62	0.35	0.47	1.90	3.34
C0R170	屏東	94.30	21.30	55	0.60	0.37	0.45	2.93	5.12
C0R190	赤山	80.13	17.81	55	0.55	0.51	0.35	3.36	5.53
C0R220	潮州	83.40	28.66	55	0.65	0.49	0.36	1.59	3.44
C0R240	來義	106.65	21.94	55	0.60	0.50	0.35	2.30	3.94
C0R260	春日	95.18	29.72	55	0.66	0.44	0.40	2.80	6.06
C0R270	琉球嶼	80.70	30.76	55	0.67	0.41	0.41	1.34	3.01
C0R280	檳榔	75.69	14.84	55	0.52	0.48	0.37	2.40	5.26
C0R320	車城	98.13	31.69	55	0.67	0.35	0.46	1.90	3.25
C0R341	牡丹	78.62	12.78	55	0.50	0.44	0.40	2.96	6.22
C0R350	貓鼻頭	107.87	36.82	55	0.70	0.32	0.48	1.71	3.05
C0R440	大漢山	111.47	18.60	55	0.56	0.49	0.35	3.37	6.26
C0R470	高樹	67.06	21.82	55	0.59	0.70	0.21	2.25	4.73
C0R480	長治	69.05	30.94	55	0.66	0.63	0.27	3.37	6.86
C0R490	九如	55.54	12.58	55	0.49	0.67	0.22	2.65	7.50
C0R520	崁頂	63.07	25.50	55	0.64	0.70	0.21	3.13	9.22
C0R540	佳冬	138.27	49.56	55	0.75	0.01	0.72	9.94	11.12
C0R550	新埤	139.41	66.42	55	0.81	0.20	0.58	7.76	14.67
C0R560	新園	82.94	38.11	55	0.71	0.59	0.28	2.27	4.99
C0R570	麟洛	63.14	21.49	55	0.59	0.59	0.28	1.79	4.88
C0R580	南州	111.17	84.56	55	0.86	0.30	0.50	6.02	13.84
C0R590	里港	58.78	12.33	55	0.50	0.64	0.24	3.09	9.35
C0R600	舊泰武	86.35	24.89	55	0.63	0.72	0.19	4.11	9.08
C1R110	口社	84.20	16.40	55	0.55	0.62	0.27	2.53	4.88
C1R120	上德文	97.34	6.81	55	0.38	0.53	0.33	4.07	6.42
C1R250	力里	98.11	27.30	55	0.64	0.45	0.39	1.84	4.13
C1R290	石門山	67.13	39.01	55	0.71	0.67	0.23	1.85	5.10
C1R610	西大武山	94.99	5.54	55	0.33	0.68	0.21	3.32	5.10

資料來源：本計畫分析彙整

表 5-11 長延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(農村水保署測站)

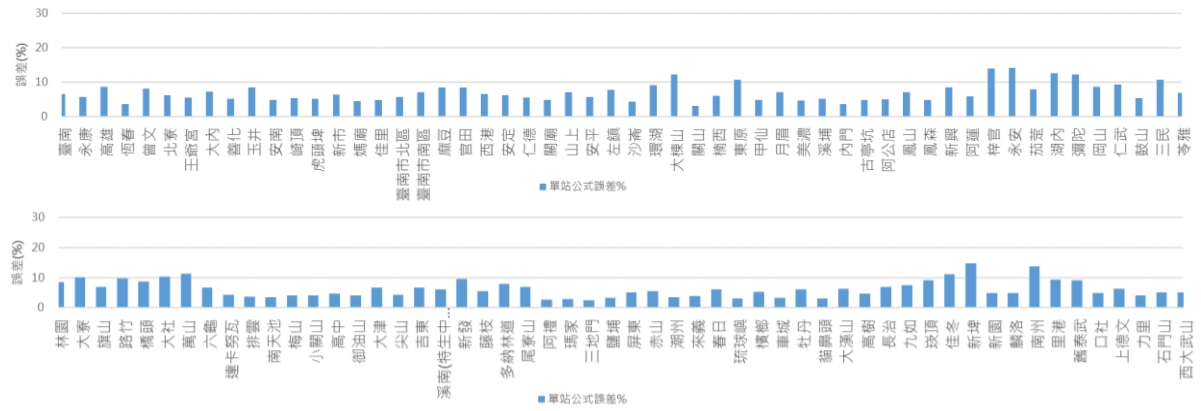
站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差 (mm/hr)	平均整體誤差百分比 (%)
88O950	羌黃坑	62.69	4.89	55	0.30	0.43	0.41	6.27	14.96
88V560	集來	73.28	7.66	55	0.40	0.52	0.33	4.61	9.71
88R460	來義	84.02	14.02	55	0.51	0.59	0.28	2.87	5.44

資料來源：本計畫分析彙整



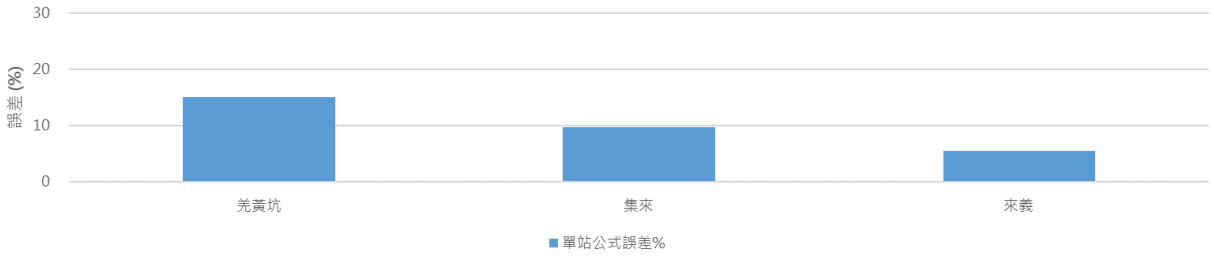
資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-6 水利署各測站長延時的平均整體誤差百分比



資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-7 氣象署各測站長延時的平均整體誤差百分比



資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-8 農村水保署各測站長延時的平均整體誤差百分比

三、全部延時無因次降雨強度公式之誤差

以採用全時段降雨延時為例，全延時降雨強度公式係採用降雨延時 10-1440 分鐘降雨強度來建立，參考現行規範所選用的降雨延時與重現期，因此，延續現行規範選擇全延時t'=60 分鐘、T'=25 年的降雨強度(I_{60}^{25})為指標值，南部地區 153 個測站之全延時的參數與平均整體誤差如表 5-12~表 5-14。其降雨強度公式為：

$$I_t^T = I_{60}^{25} \cdot \frac{(G+H\cdot logT)\cdot A}{(t+B)^C} \quad \text{t=10~1440(分鐘)} \qquad \textbf{式 5-21}$$

此外，南部地區各站全延時下平均整體誤差百分比分別如圖 5-9~圖 5-11。整體而言，各測站全延時降雨強度公式平均誤差大多小於 15%以內。

表 5-12 全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(水利署測站)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
01N850	南化(2)	109.07	18.37	55	0.60	0.49	0.36	9.51	11.01
01N860	崎頂	94.33	26.15	55	0.67	0.61	0.26	6.97	8.62
01O070	關子嶺(2)	124.64	15.51	55	0.57	0.49	0.35	12.41	13.11
01O080	六溪	118.01	19.94	55	0.61	0.38	0.44	12.03	11.76
01O190	東原	101.16	12.41	55	0.52	0.42	0.41	10.47	13.45
01O200	北寮	124.26	15.56	55	0.56	0.41	0.41	12.02	11.67
01O710	虎頭埤	95.34	24.45	55	0.66	0.58	0.28	7.85	10.30
01O750	王爺宮	108.41	20.58	55	0.62	0.43	0.40	10.40	12.57
01O760	關山	122.92	9.18	55	0.45	0.36	0.45	10.95	10.62
O1N1A	大竹坑	82.27	9.54	55	0.46	0.65	0.23	9.55	14.61
01P190	木柵	104.43	21.88	55	0.63	0.51	0.34	9.29	9.43
01P280	古亭坑	103.67	19.42	55	0.61	0.58	0.29	5.95	6.78
01P390	金山	114.44	22.73	55	0.66	0.53	0.32	6.33	7.43
01P500	阿蓮(2)	101.35	22.77	55	0.64	0.52	0.33	6.05	6.52
01P660	甲仙(2)	141.05	31.22	55	0.71	0.33	0.47	18.40	13.67
01P770	美濃(2)	105.36	24.02	55	0.66	0.57	0.30	6.24	7.15
01V040	六龜(4)	126.99	13.78	55	0.54	0.40	0.42	8.70	8.56
01V060	梅山(2)	87.85	8.72	55	0.44	0.46	0.37	5.44	6.87
01V070	天池	79.25	7.60	55	0.41	0.49	0.35	6.99	9.11
O1P47	旗山(4)	95.53	23.51	55	0.65	0.56	0.30	6.07	8.06
O1V51	寶山	107.73	15.26	55	0.57	0.63	0.25	7.37	9.05
O1V52	民權	85.12	15.05	55	0.57	0.77	0.15	4.89	7.51

表 5-12 全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(水利署測站)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
O1V54	高中(2)	82.59	7.48	55	0.41	0.70	0.19	8.34	10.96
O1V55	多納(1)	95.33	10.37	55	0.48	0.65	0.23	8.06	9.02
O1V81	溝坪	84.88	8.23	55	0.44	0.67	0.22	11.80	18.00
O1V82	圓富國中	86.53	14.77	55	0.56	0.68	0.21	7.80	11.62
00Q070	屏東(5)	110.03	19.00	55	0.61	0.46	0.37	5.31	6.63
01Q350	新來義	130.78	12.80	55	0.53	0.54	0.32	5.72	5.71
01Q360	南和	120.50	19.59	55	0.61	0.47	0.37	5.27	5.33
01Q610	古夏	121.76	23.80	55	0.67	0.62	0.26	6.92	7.94
01Q860	牡丹	118.23	11.56	55	0.50	0.42	0.40	12.77	14.05
01Q870	石門	108.43	23.19	55	0.64	0.47	0.37	9.22	7.83
01Q930	三地門	129.15	17.59	55	0.59	0.46	0.37	6.66	5.93
01Q920	新瑪家	151.51	6.76	55	0.40	0.48	0.36	8.26	6.87
O1I36	楠溪	67.26	12.47	55	0.50	0.61	0.25	8.50	12.67
01R000	壽卡	127.35	15.39	55	0.56	0.38	0.44	10.59	9.16
01R030	大漢山	120.32	13.75	55	0.54	0.62	0.26	5.55	5.30
01R040	士文	119.19	16.72	55	0.59	0.51	0.34	4.97	5.61
01R440	泗林	109.27	20.07	55	0.61	0.60	0.27	8.29	8.18
O1R45	新豐(1)	110.22	19.99	55	0.64	0.71	0.19	4.56	5.86
O1R62	新庄國小	96.35	30.33	55	0.70	0.62	0.26	8.47	9.52
O1S69	神山	87.91	8.72	55	0.44	0.75	0.16	5.62	7.45

資料來源：本計畫分析彙整

表 5-13 全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
467410	臺南	82.67	23.84	55	0.64	0.66	0.22	7.57	10.39
467420	永康	89.17	24.92	55	0.66	0.64	0.23	6.05	8.40
467441	高雄	113.66	27.29	55	0.70	0.63	0.23	5.88	8.81
467590	恆春	143.79	22.80	55	0.67	0.37	0.43	7.90	7.51
C0O810	曾文	120.74	10.69	55	0.49	0.41	0.40	10.42	12.30
C0O830	北寮	101.07	15.33	55	0.55	0.44	0.39	10.29	12.57
C0O840	王爺宮	108.07	17.12	55	0.59	0.41	0.41	8.84	11.55
C0O860	大內	95.90	17.04	55	0.58	0.55	0.30	8.04	11.16
C0O900	善化	90.92	23.38	55	0.65	0.52	0.33	5.62	8.34
C0O930	玉井	102.32	12.94	55	0.53	0.48	0.36	10.08	13.25
C0O950	安南	97.99	24.86	55	0.68	0.53	0.33	4.37	6.43
C0O960	崎頂	101.40	20.22	55	0.63	0.58	0.28	5.28	7.78
C0O970	虎頭埤	96.32	20.73	55	0.62	0.56	0.29	8.29	10.30
C0O980	新市	91.92	19.79	55	0.62	0.59	0.28	7.12	9.89
C0O990	媽廟	107.08	22.91	55	0.66	0.58	0.28	4.94	6.64
C0X080	佳里	99.35	26.87	55	0.69	0.44	0.39	6.39	9.53
C0X100	臺南市北區	97.00	20.28	55	0.62	0.53	0.33	6.35	8.14
C0X110	臺南市南區	91.07	33.20	55	0.72	0.67	0.22	6.50	8.57
C0X120	麻豆	83.73	12.01	55	0.51	0.55	0.31	8.32	13.03

表 5-13全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
C0X130	官田	99.18	16.01	55	0.58	0.49	0.35	8.25	11.65
C0X140	西港	97.77	16.11	55	0.57	0.51	0.34	6.93	8.63
C0X150	安定	76.59	18.98	55	0.57	0.57	0.29	10.93	12.24
C0X160	仁德	94.99	38.03	55	0.73	0.63	0.24	9.85	9.29
C0X170	關廟	110.68	23.68	55	0.66	0.62	0.25	4.70	5.84
C0X180	山上	105.33	17.79	55	0.58	0.46	0.38	10.52	11.71
C0X190	安平	89.58	29.61	55	0.68	0.60	0.26	10.39	11.21
C0X200	左鎮	89.44	18.40	55	0.60	0.55	0.30	9.33	12.68
C1N001	沙崙	91.39	21.48	55	0.63	0.61	0.26	5.44	7.15
C1O850	環湖	103.83	16.19	55	0.57	0.50	0.34	10.39	13.25
C1O870	大棟山	107.12	15.50	55	0.58	0.51	0.34	11.90	16.45
C1O880	關山	98.68	12.77	55	0.53	0.50	0.34	7.50	9.88
C1O921	楠西	115.24	13.90	55	0.55	0.43	0.39	8.19	9.95
C1X040	東原	100.57	12.69	55	0.52	0.49	0.36	10.65	14.89
C0V250	甲仙	115.09	10.04	55	0.47	0.39	0.43	8.90	9.86
C0V260	月眉	95.06	13.18	55	0.52	0.57	0.29	9.73	12.24
C0V310	美濃	106.17	16.25	55	0.58	0.53	0.33	6.39	8.16
C0V350	溪埔	113.26	15.71	55	0.58	0.50	0.35	5.84	7.81
C0V360	內門	100.10	15.94	55	0.56	0.51	0.34	7.51	9.14
C0V370	古亭坑	97.37	18.21	55	0.60	0.61	0.27	6.62	8.51
C0V400	阿公店	99.06	17.90	55	0.60	0.59	0.28	6.14	8.39
C0V440	鳳山	104.93	17.82	55	0.59	0.52	0.33	7.26	8.71
C0V450	鳳森	89.12	22.15	55	0.63	0.65	0.23	5.86	7.15
C0V490	新興	98.94	23.76	55	0.66	0.67	0.21	7.72	11.22
C0V530	阿蓮	97.88	23.25	55	0.66	0.69	0.20	5.23	7.54
C0V610	梓官	97.30	24.61	55	0.69	0.59	0.27	7.11	13.88
C0V620	永安	93.86	21.73	55	0.66	0.62	0.25	7.09	13.85
C0V630	茄萣	94.17	25.88	55	0.68	0.59	0.27	7.39	11.62
C0V640	湖內	80.80	24.91	55	0.66	0.65	0.23	9.06	15.72
C0V650	彌陀	112.81	27.49	55	0.71	0.56	0.29	6.66	10.97
C0V660	岡山	95.84	29.97	55	0.72	0.76	0.14	6.23	9.56
C0V680	仁武	128.70	43.82	55	0.81	0.53	0.33	8.82	11.88
C0V690	鼓山	85.61	35.05	55	0.73	0.59	0.27	5.25	8.13
C0V700	三民	97.10	32.25	55	0.73	0.70	0.19	6.24	10.60
C0V710	苓雅	108.57	42.65	55	0.79	0.67	0.21	7.81	10.16
C0V720	林園	121.53	51.34	55	0.83	0.67	0.22	5.18	7.76
C0V730	大寮	136.08	49.12	55	0.83	0.59	0.28	9.12	11.05
C0V740	旗山	90.26	15.16	55	0.55	0.54	0.31	6.50	8.84
C0V750	路竹	106.38	42.05	55	0.77	0.59	0.27	11.02	13.59
C0V760	橋頭	100.16	27.04	55	0.69	0.59	0.28	7.00	9.61
C0V770	大社	100.38	19.77	55	0.61	0.54	0.31	9.26	12.80
C0V790	萬山	88.47	22.12	55	0.66	0.82	0.11	4.83	10.05
C0V800	六龜	104.83	9.39	55	0.45	0.61	0.26	10.60	12.39
C1V160	達卡努瓦	101.86	10.86	55	0.49	0.47	0.37	7.50	9.44

表 5-13全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差(mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
C1V170	排雲	51.53	6.82	55	0.38	0.60	0.27	5.67	9.89
C1V190	南天池	95.34	6.09	55	0.37	0.42	0.41	6.24	8.16
C1V200	梅山	91.62	6.48	55	0.39	0.40	0.42	5.18	7.46
C1V220	小關山	110.53	8.56	55	0.44	0.39	0.43	5.26	6.34
C1V231	高中	92.89	7.25	55	0.40	0.48	0.36	6.02	7.75
C1V300	御油山	116.70	8.39	55	0.44	0.55	0.31	6.99	7.57
C1V340	大津	110.78	17.74	55	0.60	0.62	0.26	8.79	10.40
C1V390	尖山	113.48	26.24	55	0.68	0.51	0.34	3.79	5.01
C1V570	吉東	94.48	17.41	55	0.59	0.63	0.25	6.78	9.23
C1V580	溪南(特生中心)	99.28	10.42	55	0.48	0.67	0.22	7.61	8.26
C1V590	新發	97.99	6.09	55	0.37	0.53	0.32	12.01	16.47
C1V600	藤枝	101.40	7.47	55	0.42	0.63	0.25	6.01	7.37
C1V780	多納林道	131.34	7.43	55	0.41	0.47	0.36	8.37	8.12
C0R100	尾寮山	121.23	8.53	55	0.44	0.55	0.31	11.70	11.35
C0R130	阿禮	81.44	11.11	55	0.49	0.54	0.32	4.25	6.39
C0R140	瑪家	127.54	7.61	55	0.42	0.47	0.37	7.46	7.17
C0R150	三地門	121.78	14.66	55	0.56	0.48	0.36	7.83	7.63
C0R160	鹽埔	126.41	21.64	55	0.64	0.44	0.39	5.84	6.38
C0R170	屏東	113.08	18.04	55	0.60	0.49	0.35	7.48	8.75
C0R190	赤山	110.90	19.80	55	0.62	0.56	0.30	7.36	8.50
C0R220	潮州	112.66	23.95	55	0.67	0.53	0.32	3.46	4.34
C0R240	來義	133.16	21.47	55	0.64	0.50	0.34	4.16	4.27
C0R260	春日	117.45	24.82	55	0.67	0.47	0.36	5.16	6.08
C0R270	琉球嶼	104.20	26.07	55	0.68	0.49	0.35	4.72	6.14
C0R280	檳榔	106.15	18.79	55	0.61	0.54	0.31	6.81	8.92
C0R320	車城	135.33	25.18	55	0.69	0.41	0.41	4.95	5.31
C0R341	牡丹	104.75	13.67	55	0.55	0.51	0.35	5.06	7.37
C0R350	貓鼻頭	135.86	23.66	55	0.67	0.40	0.41	7.30	7.06
C0R440	大漢山	131.39	12.15	55	0.53	0.53	0.31	6.97	7.29
C0R470	高樹	92.78	23.32	55	0.65	0.72	0.18	5.07	6.59
C0R480	長治	103.58	34.13	55	0.73	0.60	0.27	6.49	8.20
C0R490	九如	86.15	23.35	55	0.66	0.71	0.19	10.72	14.06
C0R520	崁頂	93.45	40.19	55	0.77	0.68	0.21	8.26	12.60
C0R540	佳冬	162.27	28.32	55	0.69	0.15	0.62	20.16	13.85
C0R550	新埤	173.33	33.80	55	0.75	0.20	0.58	15.82	13.68
C0R560	新園	103.30	27.83	55	0.70	0.67	0.22	5.85	6.89
C0R570	麟洛	85.26	23.18	55	0.65	0.66	0.23	5.06	7.59
C0R580	南州	145.47	44.62	55	0.81	0.34	0.47	14.37	14.22
C0R590	里港	85.04	19.62	55	0.63	0.72	0.19	7.67	12.59
C0R600	舊泰武	135.58	37.05	55	0.76	0.63	0.25	13.36	14.12
C1R110	口社	110.11	19.24	55	0.62	0.65	0.23	5.77	7.12
C1R120	上德文	120.19	8.41	55	0.44	0.61	0.26	7.96	8.86
C1R250	力里	129.19	21.61	55	0.65	0.48	0.36	3.98	4.60

表 5-13 全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(氣象署測站)

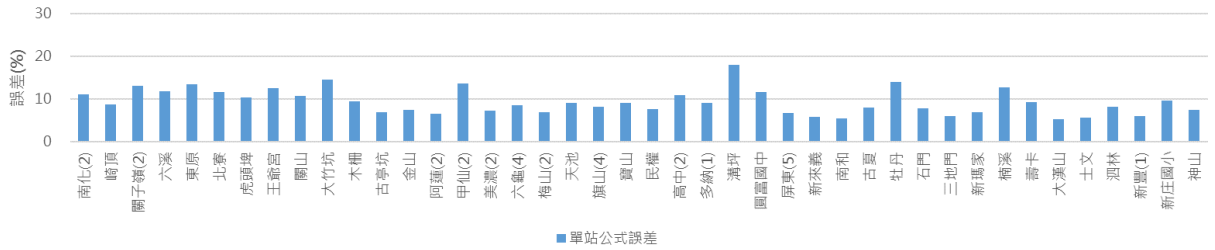
站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差 (mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
C1R290	石門山	84.72	32.37	55	0.72	0.70	0.19	3.60	5.47
C1R610	西大武山	107.93	5.44	55	0.35	0.71	0.18	4.79	5.56

資料來源：本計畫分析彙整

表 5-14 全延時降雨強度公式係數與平均整體誤差(農村水保署測站)

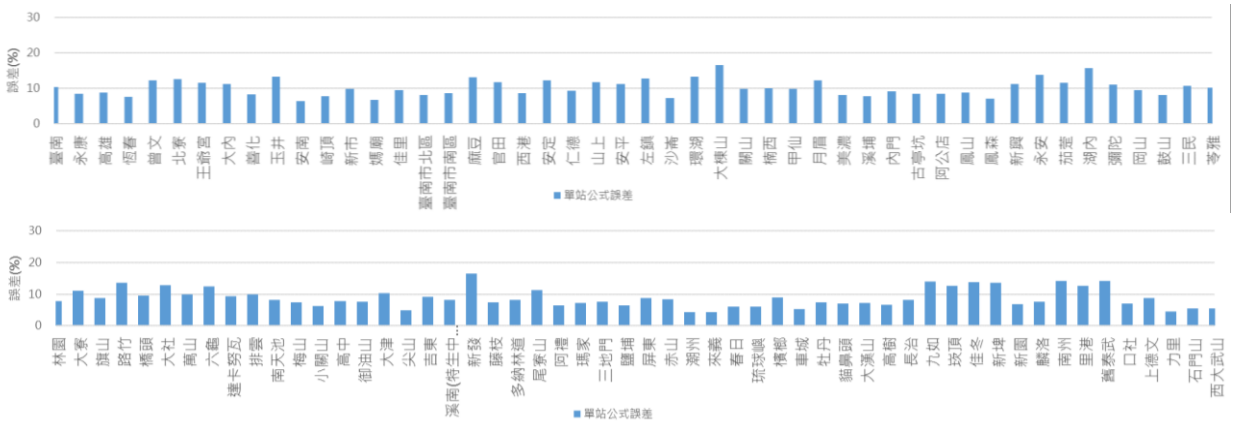
站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	平均整體誤差 (mm/hr)	平均整體誤差百分比(%)
88O950	羌黃坑	106.16	13.65	55	0.55	0.54	0.31	17.20	22.82
88V560	集來	98.02	15.78	55	0.56	0.61	0.26	18.32	17.53
88R460	來義	108.71	17.96	55	0.59	0.61	0.25	11.69	10.06

資料來源：本計畫分析彙整



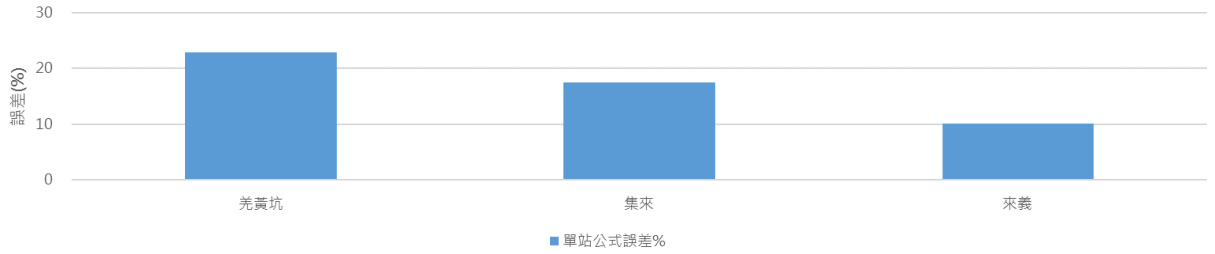
資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-9 水利署各測站全延時的平均整體誤差百分比



資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-10 氣象署各測站全延時的平均整體誤差百分比



資料來源：本計畫分析繪製

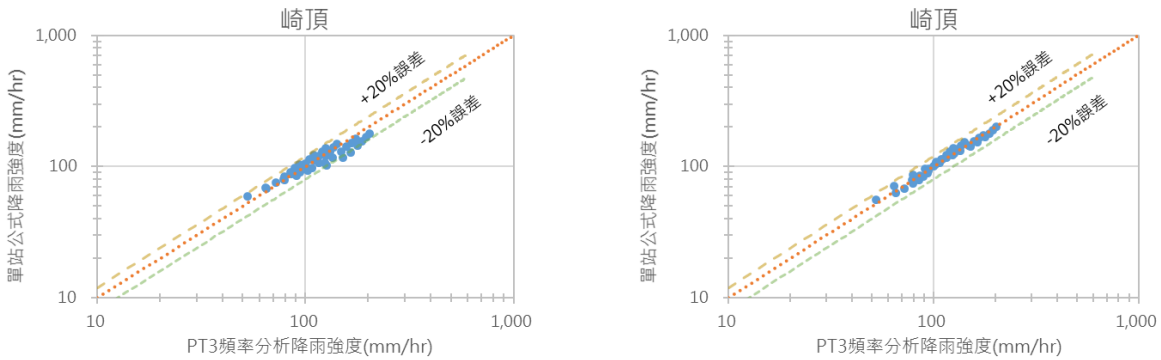
圖 5-11 農村水保署各測站全延時的平均整體誤差百分比

四、不同延時無因次降雨強度與現行規範之比較

本章主要為建立南部地區各雨量站的無因次降雨強度公式，根據不同降雨延時資料分別分析各測站短延時(10 分鐘~90 分鐘)、長延時(90 分鐘~1440 分鐘)及全延時(10 分鐘~1440 分鐘)無因次降雨強度公式之參數。

短延時(10 分鐘~90 分鐘)與全延時(10 分鐘~1440 分鐘)無因次公式的推導均以重現期距 25 年、降雨延時 60 分鐘的降雨強度為分析基準，計算各測站無因次公式參數(A、C、G、H、I_{60}^{25})。而長延時(90 分鐘~1440 分鐘)無因次公式的推導是以重現期距 25 年、降雨延時 120 分鐘的降雨強度為分析基準，計算各測站無因次公式參數(A、C、G、H、I_{120}^{25})。

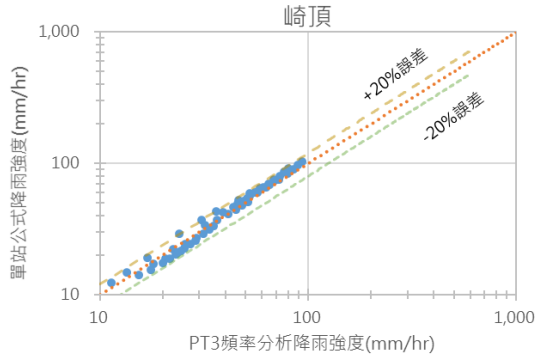
以崎頂站為例，分別比較降雨延時在 10~90 分鐘(短延時)與 90~1440 分鐘(長延時)的推估成果，如圖 5-12 與圖 5-13 所示，可以發現分別採用不同延時公式的推估成果會較直接以全延時公式推估之結果來的佳。然而，採用全延時公式的估算在實務使用上較為便利。



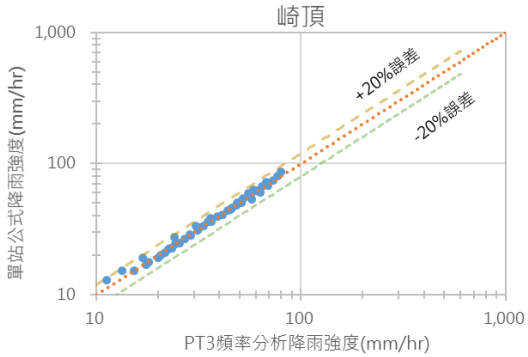
全延時公式　　短延時公式

資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-12崎頂降雨延時 10~90mins 之降雨強度比較



全延時公式



長延時公式

資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-13崎頂降雨延時 90~1440mins 之降雨強度比較

此外，為比較現行水土保持技術規範與不同延時(全延時、長延時、短延時)下各測站之無因次降雨強度之差異，選取I_{60}^{10}(重現期 10 年降雨延時 60 分鐘)、I_{60}^{100}(重現期 100 年降雨延時 60 分鐘)，分別以等值線圖比較現行規範、全延時、短延時下，南部各測站無因次降雨強度誤差百分比之差異整理如表 5-15 與表 5-16，並納入 2022 年與 2023 年北部地區及中部地區各測站之分析成果，將等值線圖繪製如圖 5-14 與圖 5-15。同時，另選取I_{120}^{10}(重現期 10 年降雨延時 120 分鐘)、I_{120}^{100}(重現期 100 年降雨延時 120 分鐘)，分別以等值線圖比較現行規範、全延時、長延時下，南部各測站無因次降雨強度誤差百分比之差異整理如表 5-17 與表 5-18，北部、中部與南部地區各測站誤差百分比之等值線圖繪製如圖 5-16 與圖 5-17。

由圖 5-14 及圖 5-15 之比較可發現，I_{60}^{10}與I_{60}^{100}各測站現行水土保持技術規範之誤差百分比大多介於 10%~25%，部分誤差較高者可達 30~70%以上，甚至達 107%。而分別以全延時及短延時進行無因次降雨強度之推估，其誤差百分比則大多可縮小至之 10%以內，有顯著的改善。由圖 5-16 及圖 5-17 之比較可發現，I_{120}^{10}與I_{120}^{100}各測站現行水土保持技術規範之誤差百分比大多介於 10%~60%，誤差較高者可達 80%。而以全延時及長延時進行無因次降雨強度之推估，其誤差百分比縮減至 10~20%以內，同樣有顯著的改善。

第四節　小結

綜整上述分析成果可知，各測站相較於直接以全延時公式推估之結果，分別採用不同延時公式之推估結果其表現更好。而實務應用上，全延時公式的估算是較為便利的。而單站公式與現行規範所推估之降雨強度比較上，單站公式所推估之結果有顯著的改善(降雨強度之誤差百分比大幅減少)。

同時，由於臺灣目前現有之雨量觀測站數量已十分充足且分布密集，故建議未來可採取不同延時之方式建立各測站之無因次降雨強度公式，並結合資訊查詢系統據以提供相關單位及人員查詢使用。

表 5-15各測站現行規範與不同延時I_{60}^{10}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	短延時單站公式誤差(%)
01N850	南化(2)	12.57	0.12	1.00
01N860	崎頂	5.52	2.13	0.47
01O070	關子嶺(2)	21.11	3.04	2.73
01O080	六溪	17.89	1.64	0.19
01O190	東原	8.18	0.51	0.48
01O200	北寮	19.09	2.03	0.77
01O710	虎頭埤	7.51	0.54	1.95
01O750	王爺宮	16.69	0.85	0.58
01O760	關山	14.94	2.39	2.30
O1N1A	大竹坑	9.76	2.55	1.76
01P190	木柵	9.61	4.89	2.76
01P280	古亭坑	13.50	0.14	1.23
01P390	金山	18.06	1.71	1.14
01P500	阿蓮(2)	11.19	2.98	0.46
01P660	甲仙(2)	24.07	7.18	0.62
01P770	美濃(2)	7.35	0.73	0.09
01V040	六龜(4)	16.10	4.68	3.90
01V060	梅山(2)	13.30	4.27	0.24
01V070	天池	32.64	6.40	0.56
O1P47	旗山(4)	2.30	3.72	2.33
O1V51	寶山	6.51	0.77	0.48
O1V52	民權	10.78	0.56	2.07
O1V54	高中(2)	9.39	0.45	1.12
O1V55	多納(1)	1.70	0.04	2.79
O1V81	溝坪	4.49	4.77	3.93
O1V82	圓富國中	0.23	5.40	3.04
00Q070	屏東(5)	11.40	2.82	4.66
01Q350	新來義	20.92	0.06	1.16
01Q360	南和	16.96	3.00	1.06
01Q610	古夏	17.22	0.66	1.05
01Q860	牡丹	14.64	1.49	1.86
01Q870	石門	10.13	7.01	0.61
01Q930	三地門	18.61	3.65	2.33
01Q920	新瑪家	27.41	0.77	1.47

表 5-15各測站現行規範與不同延時I_{60}^{10}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	短延時單站公式誤差(%)
O1I36	楠溪	41.48	6.01	1.31
01R000	壽卡	16.77	1.38	2.10
01R030	大漢山	16.96	0.58	3.01
01R040	士文	14.68	1.64	0.27
01R440	泗林	14.35	2.52	0.53
O1R45	新豐(1)	11.46	5.78	5.22
O1R62	新庄國小	4.80	3.38	4.47
O1S69	神山	3.84	0.85	0.63
467410	臺南	1.20	1.29	1.61
467420	永康	6.13	0.32	1.73
467441	高雄	20.85	4.36	2.45
467590	恆春	30.84	6.20	1.18
C0O810	曾文	18.83	3.09	0.31
C0O830	北寮	6.21	1.58	0.06
C0O840	王爺宮	14.47	2.44	0.61
C0O860	大內	8.30	1.95	1.75
C0O900	善化	5.50	0.81	1.37
C0O930	玉井	8.01	1.38	1.86
C0O950	安南	9.33	1.40	0.54
C0O960	崎頂	7.62	0.85	1.11
C0O970	虎頭埤	9.12	0.55	1.56
C0O980	新市	4.30	0.47	1.63
C0O990	媽廟	17.31	3.59	2.48
C0X080	佳里	14.56	2.02	1.10
C0X100	臺南市北區	9.21	1.04	0.91
C0X110	臺南市南區	10.00	2.30	2.27
C0X120	麻豆	1.30	2.98	0.96
C0X130	官田	9.92	0.42	2.90
C0X140	西港	11.45	2.08	5.40
C0X150	安定	6.07	12.61	6.13
C0X160	仁德	12.90	4.92	2.72
C0X170	關廟	18.07	0.40	0.95
C0X180	山上	13.84	2.42	0.59
C0X190	安平	11.16	6.76	1.55
C0X200	左鎮	0.56	0.29	1.89
C1N001	沙崙	5.82	0.79	2.02
C1O850	環湖	12.03	1.41	2.32
C1O870	大棟山	6.60	4.75	2.37
C1O880	關山	1.46	2.79	2.46
C1O921	楠西	14.94	2.02	0.26
C1X040	東原	10.23	2.90	0.42
C0V250	甲仙	10.89	1.22	1.81
C0V260	月眉	1.84	0.13	2.05
C0V310	美濃	9.28	1.07	1.39
C0V350	溪埔	18.11	5.42	1.20
C0V360	內門	5.06	3.83	2.81
C0V370	古亭坑	8.42	0.65	0.49
C0V400	阿公店	11.32	1.37	2.15
C0V440	鳳山	14.35	0.48	0.99
C0V450	鳳森	3.80	3.46	0.68
C0V490	新興	14.06	5.85	4.90
C0V530	阿蓮	10.98	3.42	1.13
C0V610	梓官	10.67	7.81	3.91

表 5-15各測站現行規範與不同延時I_{60}^{10}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	短延時單站公式誤差(%)
C0V620	永安	10.89	11.16	2.50
C0V630	茄苳	8.02	2.37	1.54
C0V640	湖內	2.44	2.27	0.44
C0V650	彌陀	19.61	7.79	0.99
C0V660	岡山	12.77	6.66	5.30
C0V680	仁武	25.58	5.01	1.93
C0V690	鼓山	8.73	1.21	0.07
C0V700	三民	13.23	5.90	2.73
C0V710	苓雅	19.18	3.95	4.90
C0V720	林園	25.61	1.68	0.81
C0V730	大寮	28.65	2.78	5.43
C0V740	旗山	3.24	4.76	4.62
C0V750	路竹	18.60	0.97	1.63
C0V760	橋頭	5.37	2.98	2.06
C0V770	大社	14.09	1.96	1.09
C0V790	萬山	2.40	5.65	3.54
C0V800	六龜	10.25	0.41	1.02
C1V160	達卡努瓦	1.17	1.76	1.94
C1V170	排雲	88.69	8.61	0.10
C1V190	南天池	15.91	3.41	1.16
C1V200	梅山	12.06	0.50	0.07
C1V220	小關山	1.62	3.56	1.70
C1V231	高中	8.07	1.83	0.50
C1V300	御油山	10.26	1.35	0.20
C1V340	大津	12.49	1.23	1.79
C1V390	尖山	19.59	0.27	0.45
C1V570	吉東	7.68	0.20	0.24
C1V580	溪南(特生中心)	0.25	4.88	0.34
C1V590	新發	4.22	2.94	1.87
C1V600	藤枝	3.08	1.31	0.02
C1V780	多納林道	21.22	0.66	0.38
C0R100	尾寮山	17.35	0.26	0.33
C0R130	阿禮	19.80	3.11	1.55
C0R140	瑪家	25.97	0.13	2.15
C0R150	三地門	16.17	2.02	4.20
C0R160	鹽埔	20.50	0.66	2.25
C0R170	屏東	15.45	0.85	4.99
C0R190	赤山	14.15	1.56	2.75
C0R220	潮州	14.45	0.03	0.05
C0R240	來義	22.27	1.93	0.28
C0R260	春日	14.13	5.48	4.08
C0R270	琉球嶼	16.25	1.10	0.12
C0R280	檳榔	5.34	0.52	1.08
C0R320	車城	28.84	3.97	1.06
C0R341	牡丹	2.09	0.90	2.33
C0R350	貓鼻頭	30.57	3.70	0.19
C0R440	大漢山	20.20	3.33	0.95
C0R470	高樹	2.17	3.94	2.95
C0R480	長治	6.63	3.79	2.54
C0R490	九如	3.26	0.50	4.88
C0R520	崁頂	4.47	2.14	0.11
C0R540	佳冬	35.12	6.36	7.07
C0R550	新埤	33.74	5.72	6.60

表 5-15各測站現行規範與不同延時I_{60}^{10}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	短延時單站公式誤差(%)
C0R560	新園	11.01	2.55	0.20
C0R570	麟洛	0.18	2.94	4.07
C0R580	南州	26.91	5.49	9.14
C0R590	里港	3.00	0.53	0.61
C0R600	舊泰武	24.12	0.65	5.26
C1R110	口社	12.91	1.44	0.92
C1R120	上德文	16.19	2.17	0.15
C1R250	力里	19.86	0.14	1.63
C1R290	石門山	4.56	0.06	0.00
C1R610	西大武山	5.35	0.90	2.53
88O950	羌黃坑	12.09	4.88	4.95
88V560	集來	7.19	1.06	6.28
88R460	來義	11.20	0.09	5.23

資料來源：本計畫分析彙整

表 5-16各測站現行規範與不同延時I_{60}^{100}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	短延時單站公式誤差(%)
01N850	南化(2)	4.16	15.24	2.36
01N860	崎頂	5.19	8.39	1.56
01O070	關子嶺(2)	14.41	9.92	0.08
01O080	六溪	17.70	14.96	2.80
01O190	東原	2.40	15.87	2.27
01O200	北寮	17.82	14.55	1.52
01O710	虎頭埤	4.20	10.68	2.01
01O750	王爺宮	10.85	15.35	1.28
01O760	關山	19.30	11.44	2.40
O1N1A	大竹坑	43.00	18.34	1.34
01P190	木柵	1.21	17.88	6.29
01P280	古亭坑	2.23	10.64	2.33
01P390	金山	16.67	1.13	1.66
01P500	阿蓮(2)	6.01	10.90	1.97
01P660	甲仙(2)	32.71	11.11	3.23
01P770	美濃(2)	0.25	7.94	0.80
01V040	六龜(4)	20.53	10.80	0.03
01V060	梅山(2)	14.50	12.50	4.00
01V070	天池	31.50	10.26	0.15
O1P47	旗山(4)	7.84	14.05	5.64
O1V51	寶山	3.17	5.61	0.68
O1V52	民權	30.32	0.32	1.73
O1V54	高中(2)	41.54	16.54	1.76
O1V55	多納(1)	19.17	12.70	3.14
O1V81	溝坪	35.32	13.71	3.00
O1V82	圓富國中	33.83	15.32	2.34
00Q070	屏東(5)	14.99	4.89	0.41
01Q350	新來義	17.55	5.56	0.77
01Q360	南和	19.04	6.39	1.06
01Q610	古夏	14.16	1.77	3.04
01Q860	牡丹	9.78	14.65	4.78
01Q870	石門	6.48	18.56	9.77
01Q930	三地門	23.19	4.40	2.12
01Q920	新瑪家	30.98	1.60	5.56
O1I36	楠溪	69.90	21.45	4.75

表 5-16 各測站現行規範與不同延時I_{60}^{100}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	短延時單站公式誤差(%)
01R000	壽卡	18.71	12.51	1.84
01R030	大漢山	8.01	5.41	2.10
01R040	士文	16.24	3.15	1.72
01R440	泗林	1.02	14.58	2.22
O1R45	新豐(1)	3.44	8.25	10.84
O1R62	新庄國小	10.00	13.74	8.11
O1S69	神山	36.27	15.04	5.29
467410	臺南	29.24	21.44	5.87
467420	永康	19.96	18.13	7.66
467441	高雄	10.00	1.66	2.61
467590	恆春	37.33	3.96	5.56
C0O810	曾文	12.72	14.84	2.29
C0O830	北寮	4.39	22.49	3.80
C0O840	王爺宮	9.30	13.76	1.10
C0O860	大內	8.18	15.25	1.60
C0O900	善化	5.95	14.94	6.27
C0O930	玉井	0.56	13.43	1.72
C0O950	安南	10.92	1.78	7.29
C0O960	崎頂	3.93	0.69	2.23
C0O970	虎頭埤	9.08	17.93	4.70
C0O980	新市	7.69	9.55	0.98
C0O990	媽廟	7.34	5.24	1.72
C0X080	佳里	15.64	4.12	3.55
C0X100	臺南市北區	2.60	10.14	0.40
C0X110	臺南市南區	15.61	20.23	19.68
C0X120	麻豆	16.23	13.64	3.27
C0X130	官田	6.99	7.30	1.65
C0X140	西港	4.03	13.37	7.55
C0X150	安定	33.15	38.66	22.39
C0X160	仁德	12.81	27.75	13.72
C0X170	關廟	10.01	3.52	0.28
C0X180	山上	3.64	22.68	7.10
C0X190	安平	9.06	25.33	8.76
C0X200	左鎮	17.53	17.25	6.07
C1N001	沙崙	9.52	10.56	1.20
C1O850	環湖	1.23	14.89	1.93
C1O870	大棟山	0.93	4.22	2.80
C1O880	關山	8.15	10.92	0.50
C1O921	楠西	13.71	8.02	2.73
C1X040	東原	4.54	18.43	1.90
C0V250	甲仙	11.68	13.11	0.53
C0V260	月眉	16.97	17.83	1.39
C0V310	美濃	3.90	6.64	2.39
C0V350	溪埔	12.08	5.31	0.00
C0V360	內門	0.31	13.20	2.71
C0V370	古亭坑	7.06	11.53	2.94
C0V400	阿公店	0.78	8.73	0.06
C0V440	鳳山	2.79	16.78	6.98
C0V450	鳳森	20.08	20.12	9.65
C0V490	新興	7.11	7.08	0.08
C0V530	阿蓮	9.79	6.95	1.81
C0V610	梓官	5.85	6.43	5.34
C0V620	永安	2.51	3.36	3.48

表 5-16 各測站現行規範與不同延時I_{60}^{100}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	短延時單站公式誤差(%)
C0V630	茄苳	2.66	0.34	6.56
C0V640	湖內	22.74	13.72	6.32
C0V650	彌陀	21.64	11.70	5.40
C0V660	岡山	14.86	4.71	2.55
C0V680	仁武	30.75	10.06	1.58
C0V690	鼓山	12.71	17.32	7.52
C0V700	三民	10.55	7.18	6.84
C0V710	苓雅	4.53	3.26	4.06
C0V720	林園	22.93	6.77	1.45
C0V730	大寮	31.80	9.79	2.04
C0V740	旗山	11.52	21.34	11.51
C0V750	路竹	4.91	11.36	8.40
C0V760	橋頭	10.66	5.42	4.54
C0V770	大社	0.64	15.11	6.43
C0V790	萬山	27.13	3.71	0.83
C0V800	六龜	10.95	18.60	1.78
C1V160	達卡努瓦	3.35	13.53	1.86
C1V170	排雲	107.24	15.18	2.27
C1V190	南天池	5.80	4.16	4.46
C1V200	梅山	5.66	5.83	1.82
C1V220	小關山	10.46	6.08	0.29
C1V231	高中	12.52	11.75	0.91
C1V300	御油山	6.62	6.31	0.59
C1V340	大津	0.35	7.67	4.92
C1V390	尖山	15.48	6.01	2.76
C1V570	吉東	12.35	15.16	6.17
C1V580	溪南(特生中心)	13.47	9.45	2.24
C1V590	新發	14.19	17.93	0.22
C1V600	藤枝	10.00	5.98	2.24
C1V780	多納林道	17.38	11.73	3.51
C0R100	尾寮山	5.76	15.12	4.29
C0R130	阿禮	26.79	10.05	2.82
C0R140	瑪家	18.05	5.40	1.33
C0R150	三地門	17.64	6.02	1.46
C0R160	鹽埔	24.68	1.95	3.20
C0R170	屏東	14.61	4.72	0.34
C0R190	赤山	1.39	12.31	3.52
C0R220	潮州	15.58	0.04	3.49
C0R240	來義	24.08	3.32	1.85
C0R260	春日	21.24	2.29	0.79
C0R270	琉球嶼	15.15	3.93	2.59
C0R280	檳榔	1.49	4.53	2.53
C0R320	車城	35.41	3.64	5.22
C0R341	牡丹	7.10	2.46	5.10
C0R350	貓鼻頭	35.11	0.39	3.52
C0R440	大漢山	18.56	0.06	0.12
C0R470	高樹	13.17	2.17	0.92
C0R480	長治	4.32	2.81	5.64
C0R490	九如	21.49	5.42	6.42
C0R520	崁頂	0.57	2.22	3.22
C0R540	佳冬	51.79	5.03	5.16
C0R550	新埤	54.80	7.60	3.97
C0R560	新園	1.62	1.34	5.94

表 5-16 各測站現行規範與不同延時I_{60}^{100}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	短延時單站公式誤差(%)
C0R570	麟洛	23.09	10.32	1.32
C0R580	南州	47.87	12.68	9.72
C0R590	里港	11.98	4.26	11.41
C0R600	舊泰武	22.50	2.64	0.24
C1R110	口社	0.34	6.05	2.74
C1R120	上德文	7.29	4.01	1.69
C1R250	力里	26.52	3.50	3.59
C1R290	石門山	24.96	6.43	4.01
C1R610	西大武山	13.14	5.63	0.58
88O950	羌黃坑	0.22	9.01	5.68
88V560	集來	20.11	25.35	3.33
88R460	來義	4.44	12.49	3.19

資料來源：本計畫分析彙整

表 5-17 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{10}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	長延時單站公式誤差(%)
01N850	南化(2)	7.30	5.85	6.15
01N860	崎頂	1.18	5.02	4.79
01O070	關子嶺(2)	13.23	6.83	8.87
01O080	六溪	14.24	5.80	6.16
01O190	東原	11.65	0.10	6.22
01O200	北寮	15.68	7.09	4.19
01O710	虎頭埤	0.35	7.31	6.74
01O750	王爺宮	8.21	9.87	4.81
01O760	關山	18.27	3.47	0.93
O1N1A	大竹坑	18.79	10.91	3.30
01P190	木柵	9.45	3.85	3.70
01P280	古亭坑	13.41	0.46	5.24
01P390	金山	11.47	4.81	3.60
01P500	阿蓮(2)	13.41	0.42	2.45
01P660	甲仙(2)	10.65	19.52	0.49
01P770	美濃(2)	0.92	4.17	2.91
01V040	六龜(4)	14.61	7.68	0.96
01V060	梅山(2)	5.55	3.47	1.64
01V070	天池	30.52	11.51	0.48
O1P47	旗山(4)	2.03	2.20	6.32
O1V51	寶山	2.63	10.21	0.80
O1V52	民權	20.30	8.51	0.03
O1V54	高中(2)	4.32	3.11	4.51
O1V55	多納(1)	1.50	4.35	2.16
O1V81	溝坪	15.74	12.71	9.92
O1V82	圓富國中	2.54	1.08	10.11
00Q070	屏東(5)	14.59	0.64	3.47
01Q350	新來義	20.96	1.03	4.72
01Q360	南和	17.93	0.90	2.72
01Q610	古夏	9.06	4.78	4.51
01Q860	牡丹	10.27	6.36	10.07
01Q870	石門	11.90	3.00	3.27
01Q930	三地門	20.68	0.05	1.32
01Q920	新瑪家	32.34	0.23	1.75
O1I36	楠溪	41.37	8.99	5.71
01R000	壽卡	14.01	4.60	4.26

表 5-17 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{10}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	長延時單站公式誤差(%)
01R030	大漢山	15.97	1.25	2.95
01R040	士文	13.74	2.57	2.64
01R440	泗林	16.92	1.52	3.89
O1R45	新豐(1)	0.33	3.86	1.38
O1R62	新庄國小	9.54	5.85	6.36
O1S69	神山	2.29	0.25	4.71
467410	臺南	5.27	2.67	8.84
467420	永康	5.03	0.10	6.47
467441	高雄	17.06	2.71	9.85
467590	恆春	27.84	3.82	1.01
C0O810	曾文	17.11	2.95	6.93
C0O830	北寮	3.54	6.23	3.69
C0O840	王爺宮	9.48	4.93	5.82
C0O860	大內	5.32	3.13	8.24
C0O900	善化	6.54	0.33	6.08
C0O930	玉井	2.80	7.61	6.54
C0O950	安南	8.23	0.18	4.32
C0O960	崎頂	3.71	2.84	5.74
C0O970	虎頭埤	5.72	3.30	6.82
C0O980	新市	2.65	8.86	4.10
C0O990	媽廟	13.46	0.08	6.19
C0X080	佳里	9.61	4.94	3.51
C0X100	臺南市北區	9.38	2.13	2.50
C0X110	臺南市南區	9.09	0.54	5.56
C0X120	麻豆	2.01	7.28	8.07
C0X130	官田	3.47	10.34	3.84
C0X140	西港	17.49	1.02	2.33
C0X150	安定	5.50	4.18	5.15
C0X160	仁德	10.48	3.69	1.80
C0X170	關廟	18.61	2.50	6.20
C0X180	山上	17.01	0.15	7.72
C0X190	安平	18.83	2.05	2.85
C0X200	左鎮	6.47	7.77	7.31
C1N001	沙崙	6.03	0.52	6.03
C1O850	環湖	5.71	7.62	7.69
C1O870	大棟山	9.62	11.54	9.80
C1O880	關山	6.64	7.55	2.33
C1O921	楠西	12.26	3.22	3.77
C1X040	東原	8.72	2.56	10.28
C0V250	甲仙	12.48	3.81	2.04
C0V260	月眉	1.94	6.55	6.63
C0V310	美濃	9.18	0.42	5.75
C0V350	溪埔	13.59	1.33	3.72
C0V360	內門	4.02	6.64	3.41
C0V370	古亭坑	7.38	1.29	7.02
C0V400	阿公店	13.12	1.81	5.73
C0V440	鳳山	13.94	2.33	5.19
C0V450	鳳森	8.41	1.54	3.97
C0V490	新興	4.20	3.74	8.92
C0V530	阿蓮	9.21	2.94	6.44
C0V610	梓官	0.53	3.33	11.65
C0V620	永安	3.18	2.91	12.77
C0V630	茄萣	6.06	0.67	7.89

表 5-17 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{10}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	長延時單站公式誤差(%)
C0V640	湖內	2.21	3.58	13.37
C0V650	彌陀	12.28	1.30	7.32
C0V660	岡山	4.66	1.63	11.07
C0V680	仁武	5.48	12.24	2.04
C0V690	鼓山	10.62	4.23	6.34
C0V700	三民	6.12	2.09	7.83
C0V710	苓雅	7.21	3.26	7.18
C0V720	林園	16.26	2.38	1.31
C0V730	大寮	19.98	0.10	4.13
C0V740	旗山	14.48	3.83	8.73
C0V750	路竹	8.63	5.20	10.01
C0V760	橋頭	1.87	4.39	5.04
C0V770	大社	12.74	0.92	11.25
C0V790	萬山	12.39	0.70	7.77
C0V800	六龜	16.54	1.91	6.92
C1V160	達卡努瓦	0.49	6.07	3.12
C1V170	排雲	66.37	4.12	4.97
C1V190	南天池	13.21	8.92	1.82
C1V200	梅山	8.51	6.00	0.57
C1V220	小關山	0.94	9.71	3.78
C1V231	高中	0.49	1.74	1.32
C1V300	御油山	11.20	4.96	4.45
C1V340	大津	4.91	6.09	7.02
C1V390	尖山	16.87	1.29	5.35
C1V570	吉東	6.76	2.73	7.96
C1V580	溪南(特生中心)	4.63	3.19	2.58
C1V590	新發	9.64	0.16	7.49
C1V600	藤枝	11.82	4.51	0.77
C1V780	多納林道	27.68	1.66	1.26
C0R100	尾寮山	16.47	6.29	6.66
C0R130	阿禮	16.27	4.04	2.72
C0R140	瑪家	23.50	2.27	1.86
C0R150	三地門	20.89	2.86	2.11
C0R160	鹽埔	16.61	2.21	0.40
C0R170	屏東	17.23	2.53	3.48
C0R190	赤山	4.22	8.04	1.16
C0R220	潮州	11.32	1.51	0.75
C0R240	來義	22.78	1.57	4.12
C0R260	春日	15.01	1.83	3.01
C0R270	琉球嶼	16.29	1.08	3.34
C0R280	檳榔	3.82	7.35	4.43
C0R320	車城	25.61	1.28	3.02
C0R341	牡丹	0.62	1.92	5.59
C0R350	貓鼻頭	32.26	6.74	3.18
C0R440	大漢山	22.95	5.55	0.68
C0R470	高樹	9.90	8.83	2.54
C0R480	長治	6.09	11.53	3.67
C0R490	九如	21.24	15.99	5.92
C0R520	崁頂	3.93	5.35	8.91
C0R540	佳冬	35.32	4.05	14.19
C0R550	新埤	34.42	0.87	12.34
C0R560	新園	9.65	4.69	3.49
C0R570	麟洛	10.64	6.33	2.15

表 5-17 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{10}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	長延時單站公式誤差(%)
C0R580	南州	27.97	2.43	6.21
C0R590	里港	9.19	6.48	10.53
C0R600	舊泰武	8.33	12.09	1.89
C1R110	口社	9.17	0.94	6.49
C1R120	上德文	16.63	1.87	7.21
C1R250	力里	17.53	0.25	0.14
C1R290	石門山	5.49	3.49	2.92
C1R610	西大武山	14.11	2.97	5.27
88O950	羌黃坑	12.17	24.02	9.66
88V560	集來	0.12	9.70	11.11
88R460	來義	8.89	1.60	6.62

資料來源：本計畫分析彙整

表 5-18 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{100}降雨強度誤差百分比

站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	長延時單站公式誤差(%)
01N850	南化(2)	7.51	10.90	5.60
01N860	崎頂	10.31	11.74	4.62
01O070	關子嶺(2)	7.59	18.90	8.03
01O080	六溪	19.72	11.76	5.55
01O190	東原	21.92	3.28	2.97
01O200	北寮	21.40	10.35	6.62
01O710	虎頭埤	11.57	17.40	5.38
01O750	王爺宮	13.92	12.02	6.50
01O760	關山	33.45	3.34	4.17
O1N1A	大竹坑	48.36	29.11	25.59
01P190	木柵	13.02	2.58	1.76
01P280	古亭坑	9.28	3.17	2.26
01P390	金山	7.90	10.31	4.35
01P500	阿蓮(2)	12.14	3.67	5.54
01P660	甲仙(2)	22.06	21.98	1.35
01P770	美濃(2)	0.01	4.12	2.14
01V040	六龜(4)	27.48	2.19	3.23
01V060	梅山(2)	0.48	5.17	3.09
01V070	天池	33.08	18.83	8.23
O1P47	旗山(4)	2.72	1.10	2.77
O1V51	寶山	1.13	0.83	5.33
O1V52	民權	41.10	9.13	2.77
O1V54	高中(2)	21.26	7.47	8.64
O1V55	多納(1)	15.59	13.88	11.75
O1V81	溝坪	48.23	33.08	18.21
O1V82	圓富國中	26.06	10.52	10.82
00Q070	屏東(5)	19.96	0.99	1.61
01Q350	新來義	19.37	4.29	0.84
01Q360	南和	21.27	2.54	1.51
01Q610	古夏	2.62	7.01	1.08
01Q860	牡丹	4.19	25.05	11.70
01Q870	石門	6.74	16.08	9.80
01Q930	三地門	29.10	4.55	1.46
01Q920	新瑪家	38.32	3.56	1.33
O1I36	楠溪	54.00	13.26	3.12
01R000	壽卡	21.22	8.88	4.12
01R030	大漢山	8.23	5.83	2.30

表 5-18 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{100}降雨強度誤差百分比

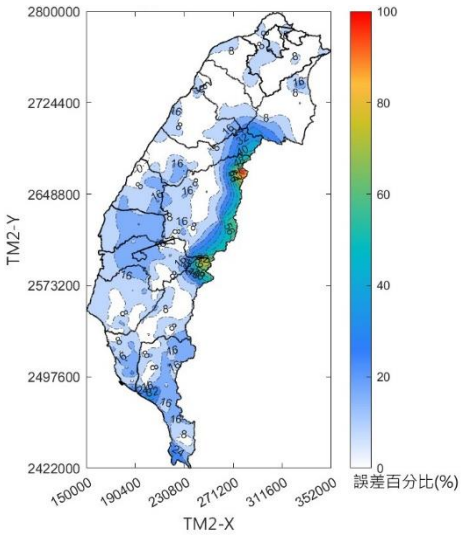
站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	長延時單站公式誤差(%)
01R040	士文	16.26	2.93	0.65
01R440	泗林	14.72	2.24	1.65
O1R45	新豐(1)	11.40	2.98	0.23
O1R62	新庄國小	16.29	17.04	11.93
O1S69	神山	20.00	7.02	6.71
467410	臺南	13.40	6.79	7.71
467420	永康	11.34	8.82	7.43
467441	高雄	2.72	6.67	0.24
467590	恆春	36.20	3.91	4.84
C0O810	曾文	19.72	9.90	9.50
C0O830	北寮	12.28	4.66	5.07
C0O840	王爺宮	16.72	6.16	5.16
C0O860	大內	2.30	11.03	7.78
C0O900	善化	9.55	1.25	1.12
C0O930	玉井	0.30	16.83	11.24
C0O950	安南	7.68	1.82	3.60
C0O960	崎頂	2.51	1.69	2.52
C0O970	虎頭埤	2.32	5.75	2.76
C0O980	新市	20.69	24.02	13.54
C0O990	媽廟	8.90	2.63	1.68
C0X080	佳里	19.46	0.63	1.09
C0X100	臺南市北區	9.42	3.72	6.13
C0X110	臺南市南區	0.55	0.64	3.97
C0X120	麻豆	8.31	13.30	5.36
C0X130	官田	6.33	11.74	4.61
C0X140	西港	27.87	11.32	5.03
C0X150	安定	5.07	13.62	9.17
C0X160	仁德	2.96	5.66	2.69
C0X170	關廟	7.36	5.00	4.35
C0X180	山上	27.55	6.35	6.31
C0X190	安平	19.27	6.84	0.60
C0X200	左鎮	22.05	22.90	11.68
C1N001	沙崙	0.84	2.30	1.96
C1O850	環湖	5.11	24.53	14.43
C1O870	大棟山	15.65	21.39	4.94
C1O880	關山	1.57	3.19	1.97
C1O921	楠西	16.40	6.88	8.75
C1X040	東原	5.21	11.54	9.74
C0V250	甲仙	22.54	3.58	6.66
C0V260	月眉	11.80	15.41	10.14
C0V310	美濃	10.52	0.16	2.65
C0V350	溪埔	15.81	2.39	4.73
C0V360	內門	9.06	4.26	0.92
C0V370	古亭坑	0.02	5.00	2.32
C0V400	阿公店	8.99	0.23	4.64
C0V440	鳳山	7.33	12.84	9.26
C0V450	鳳森	2.81	2.80	5.13
C0V490	新興	16.62	15.24	6.51
C0V530	阿蓮	0.17	4.17	1.87
C0V610	梓官	17.06	15.87	2.19
C0V620	永安	9.20	3.54	0.51
C0V630	茄萣	12.30	10.55	9.09
C0V640	湖內	20.52	12.96	0.57

表 5-18 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{100}降雨強度誤差百分比

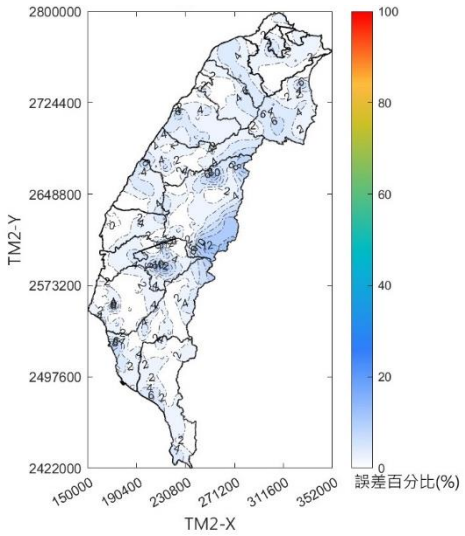
站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	長延時單站公式誤差(%)
C0V650	彌陀	8.11	1.57	2.14
C0V660	岡山	24.56	9.48	1.14
C0V680	仁武	6.25	13.28	3.59
C0V690	鼓山	7.85	5.04	0.05
C0V700	三民	4.70	2.37	4.45
C0V710	苓雅	14.41	15.87	3.13
C0V720	林園	6.74	4.34	0.44
C0V730	大寮	15.46	2.46	8.64
C0V740	旗山	8.51	3.39	3.58
C0V750	路竹	1.24	12.22	2.27
C0V760	橋頭	2.44	6.00	3.96
C0V770	大社	3.78	11.55	4.43
C0V790	萬山	34.69	0.80	8.52
C0V800	六龜	13.31	2.67	3.83
C1V160	達卡努瓦	8.06	4.57	3.64
C1V170	排雲	80.04	8.81	1.57
C1V190	南天池	5.12	11.61	5.62
C1V200	梅山	0.94	8.07	7.01
C1V220	小關山	13.62	7.67	5.51
C1V231	高中	6.16	0.15	3.65
C1V300	御油山	8.88	8.57	2.95
C1V340	大津	8.13	15.49	2.39
C1V390	尖山	18.94	0.65	1.89
C1V570	吉東	7.50	11.86	5.04
C1V580	溪南(特生中心)	2.07	1.83	4.53
C1V590	新發	7.27	4.75	12.91
C1V600	藤枝	9.62	7.40	2.51
C1V780	多納林道	28.31	3.18	8.60
C0R100	尾寮山	11.70	13.14	6.07
C0R130	阿禮	15.82	4.52	1.90
C0R140	瑪家	31.17	6.35	0.89
C0R150	三地門	29.67	8.65	0.56
C0R160	鹽埔	25.59	1.21	2.85
C0R170	屏東	25.57	8.34	0.93
C0R190	赤山	3.15	15.58	10.29
C0R220	潮州	10.86	3.41	4.33
C0R240	來義	25.97	2.07	4.27
C0R260	春日	27.44	8.09	4.14
C0R270	琉球嶼	20.67	2.76	0.84
C0R280	檳榔	9.58	14.41	7.08
C0R320	車城	31.45	0.57	2.95
C0R341	牡丹	0.71	7.15	4.20
C0R350	貓鼻頭	38.89	6.88	2.56
C0R440	大漢山	26.89	9.20	0.18
C0R470	高樹	23.33	8.37	4.70
C0R480	長治	15.25	17.12	7.92
C0R490	九如	50.41	28.29	7.44
C0R520	崁頂	20.97	11.50	4.13
C0R540	佳冬	61.19	17.03	0.34
C0R550	新埤	57.77	18.21	7.29
C0R560	新園	11.39	14.39	7.56
C0R570	麟洛	16.44	3.51	0.34
C0R580	南州	47.42	17.35	7.54

表 5-18 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{100}降雨強度誤差百分比

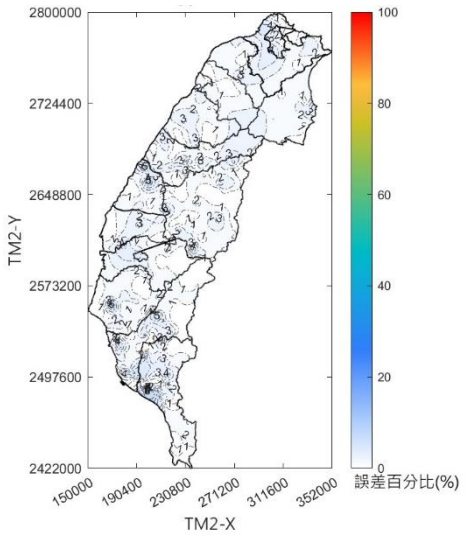
站號	站名	現行規範誤差(%)	全延時單站公式誤差(%)	長延時單站公式誤差(%)
C0R590	里港	31.33	13.39	0.47
C0R600	舊泰武	0.71	14.99	5.41
C1R110	口社	1.90	5.76	0.84
C1R120	上德文	10.97	4.57	1.13
C1R250	力里	24.06	2.71	0.21
C1R290	石門山	16.12	5.33	1.48
C1R610	西大武山	3.57	4.32	4.34
88O950	羌黃坑	37.89	53.26	21.87
88V560	集來	22.90	29.38	11.97
88R460	來義	5.85	12.81	6.00



現行規範

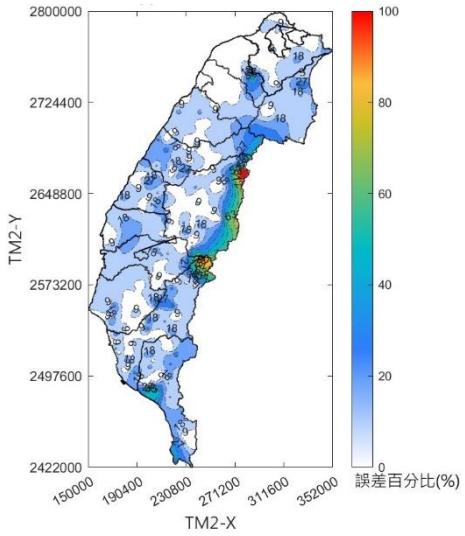


全延時

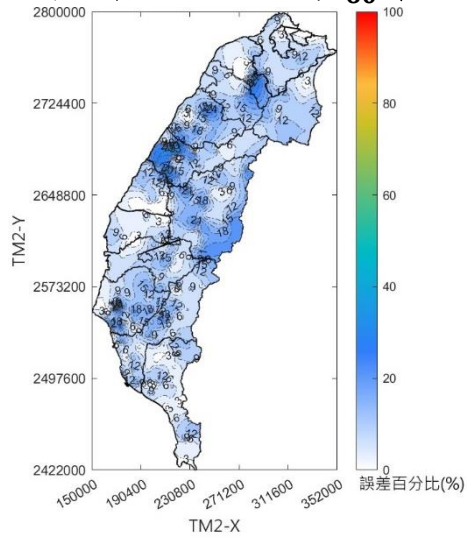


短延時

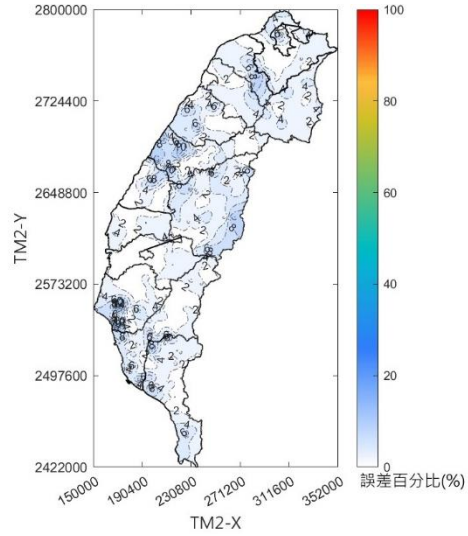
圖 5-14 各測站現行規範與不同延時I_{60}^{10}降雨強度誤差之比較



現行規範

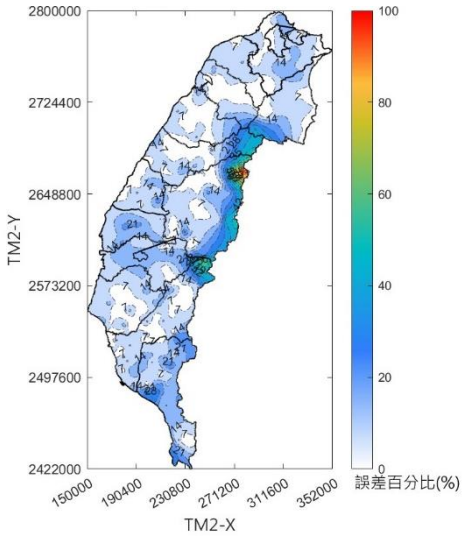


全延時

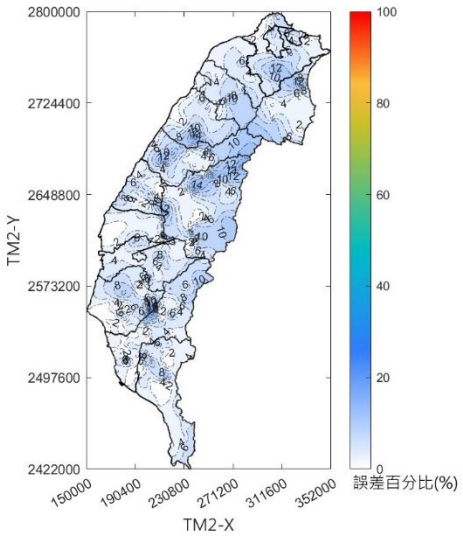


短延時

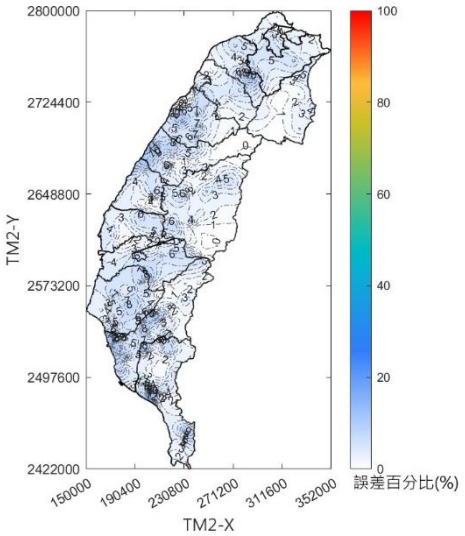
圖 5-15 各測站現行規範與不同延時I_{60}^{100}降雨強度誤差之比較



現行規範

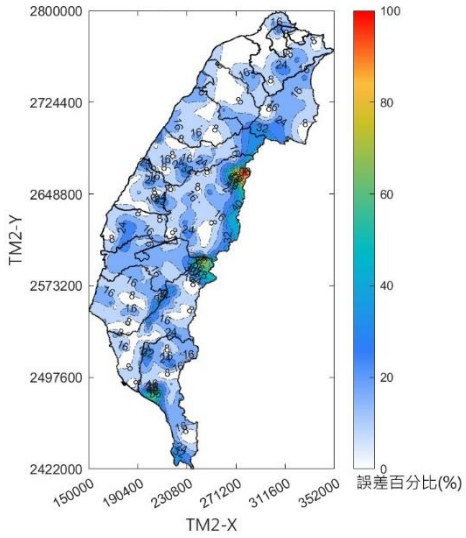


全延時

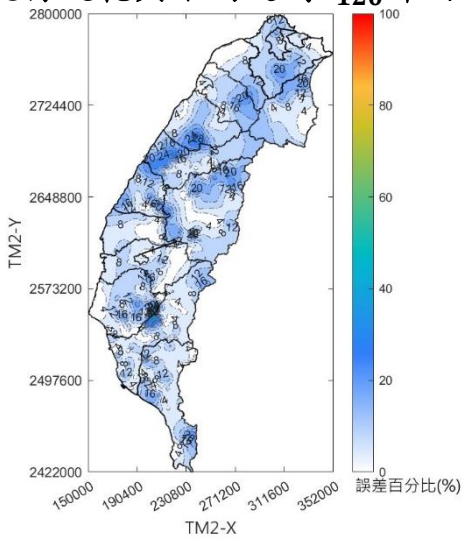


長延時

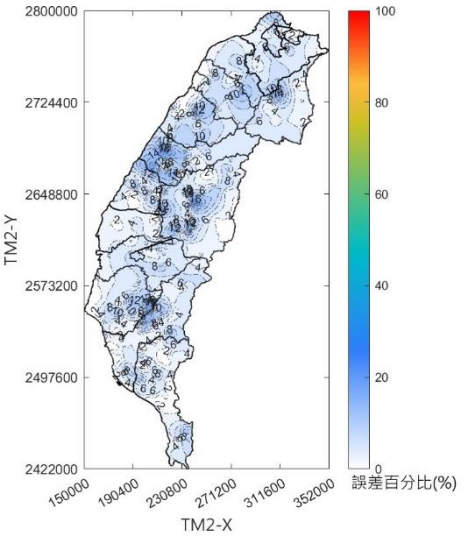
圖 5-16 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{10}降雨強度誤差之比較



現行規範



全延時



長延時

圖 5-17 各測站現行規範與不同延時I_{120}^{100}降雨強度誤差之比較

第六章　建立計畫範圍區域化降雨強度公式

第一節　建立區域化無因次 IDF 公式

降雨強度公式乃推導自測站點雨量並考量其地域性。由於過往雨量站分布網密度有限，又高山地區常無設置雨量站，因此水土保持工程規劃設計地點經常出現缺乏雨量資料之情況，導致無法推估出適合之降雨強度公式。其解決方式為綜合普通與自計雨量站在空間與時間尺度之特性，比如普通雨量站僅提供日雨量觀測值，但空間密度較高；自計雨量站雖空間密度較稀疏，但可提供時雨量(或更細之雨量資料)，綜合兩種不同時間及空間資料之特性，將水文資料做最佳及充分之應用。降雨強度公式(又稱 IDF 公式或曲線)，僅能由自計雨量站推導，在缺乏自計雨量站之地點，傳統上利用臨近測站或空間內插方法來計算，但在雨量站密度稀疏，兩測站距離太遠時，單純利用內插方法，可能無法呈現測站間可能之變化。

本計畫以南部地區雨量測站建立區域化雨量公式，公式中之參數(G、H、A 與 C)與I_{60}^{25}以年平均降雨量 P 為引數，建立各參數與年平均降雨量 P 之回歸關係式，以建立南部地區之區域化降雨強度估算公式。水土保持技術規範第十六條之降雨強度無因次區域公式，係依據許銘熙等人(1993)延續游保杉與陳嘉榮(1992)之研究成果而來。經歷多年的氣象觀測，已經累積長期的降雨紀錄資料，本計畫採用相同方式，重新推估無因次降雨強度之區域化公式，進行參數更新。依據許銘熙等人(1993)研究，為能擴及到非測站地點的使用便利性，建議以年平均雨量 P 來建立無因次降雨強度公式參數值C_f(A、C、G、H、I_{60}^{25})任一者的區域化關係，其關係式的形式如下：

$$C_f = \left(\frac{P}{a + bP}\right)^2 \qquad \textbf{式 6-1}$$

其中，C_f可代表 A、C、G、H、I_{60}^{25}即任一者，而 P 為年平均雨量(mm)，a、b 為區域化公式係數。若已知某地點之年平均雨量 P，則可以快速推估出該地點之 A、C、G、H 等係數及I_{60}^{25}，進而推算出該地點任何重現期 T、降雨延時 t 之降雨強度。

$$I_t^T = I_{60}^{25} \cdot \frac{(G + H \cdot logT) \cdot A}{(t + B)^C} \qquad \textbf{式 6-2}$$

許銘熙等人(1993)利用中央氣象署 22 站、臺灣省水利局 38 站、臺灣電力公司 41 站的資料建立全臺參數C_f(A、C、G、H 等係數及I_{60}^{25})與年平均雨量 P 之關係，該研究區域化回歸公式之相關係數如表 6-1，相關性相當高。而無因次公式中的參數 B 因為不敏感，因此許銘熙等人(1993)研究中建議可採用 B 的平均值 55，故 B=55。

表 6-1 無因次降雨強度區域化公式與相關性(許銘熙等人，1993)

參數C_f	相關性R^2
$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P}\right)^2$	0.84
$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P}\right)^2$	0.81
$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P}\right)^2$	0.96
$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P}\right)^2$	0.98
$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P}\right)^2$	0.97

然而上表的高度相關性可能與其推導公式形式有關，根據式 6-1，可以轉換為式 6-2 以推算參數 a 與 b：

$$\frac{P}{\sqrt{C_f}} = a + bP \qquad \textbf{式 6-3}$$

本計畫根據式 6-3，將南部地區 153 個雨量站之推導參數建立三種不同延時的區域化公式，包含：區域化之短延時(延時 10 分鐘~90 分鐘)降雨強度公式、長延時(延時 90 分鐘~1440 分鐘)降雨強度公式與全延時(延時 10 分鐘~1440 分鐘)降雨強度公式。

第二節　短延時 IDF 公式、長延時 IDF 公式與全延時 IDF 降雨強度區域化公式分析結果比較

區域化參數估算過程中，分別挑選出水利署與氣象署各 3 個測站作為驗證之用，因此僅以 147 站進行參數回歸。驗證測站挑選原則係根據地理位置挑選相近之測站，挑選之驗證測站如下：

1. 水利署驗證測站：
   - 王爺宮(01O750)：鄰近氣象署王爺宮(C0O840)
   - 阿蓮(2)(01P500)：鄰近氣象署阿蓮(C0V530)
   - 三地門(01Q930)：鄰近氣象署三地門(C0R150)
2. 氣象署驗證測站：
   - 虎頭埤(C0O970)：鄰近水利署虎頭埤(01O710)
   - 美濃(C0V310)：鄰近水利署美濃(2)(01P770)
   - 瑪家(C0R140)：鄰近水利署新瑪家(01Q920)

不同延時的區域化公式參數推估結果如下：

一、區域化短延時降雨強度公式

短延時降雨強度之推估使用水利署與農村水保署測站，根據各測站短延時資料所推求之參數C_f(A、C、G、H 等係數及I_{60}^{25})，建立C_f與年平均雨量 P 之關係，各測站單站參數資料如表 6-2。區域化參數推估結果如表 6-3，其中參數 B=55，相關性R^2則式 6-3 依據的形式來計算。

表 6-2 短延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01N850	南化(2)	109.07	100.55	55	0.97	0.64	0.25	2549
01N860	崎頂	94.33	125.24	55	1.01	0.67	0.22	1969
01O070	關子嶺(2)	124.64	95.80	55	0.96	0.63	0.25	2925
01O080	六溪	118.01	134.94	55	1.03	0.52	0.34	2301
01O190	東原	101.16	41.71	55	0.79	0.68	0.22	2153
01O200	北寮	124.26	91.58	55	0.95	0.57	0.30	2819
01O710	虎頭埤	95.34	150.24	55	1.05	0.66	0.23	1923
01O750	王爺宮	驗證站						
01O760	關山	122.92	25.61	55	0.68	0.55	0.31	2969
O1N1A	大竹坑	82.27	59.42	55	0.86	0.88	0.07	2800
01P190	木柵	104.43	108.34	55	0.98	0.63	0.25	2414
01P280	古亭坑	103.67	61.30	55	0.86	0.67	0.22	2062
01P390	金山	114.44	59.11	55	0.86	0.58	0.29	2062
01P500	阿蓮(2)	驗證站						
01P660	甲仙(2)	141.05	484.10	55	1.30	0.33	0.48	2829
01P770	美濃(2)	105.36	78.30	55	0.92	0.66	0.23	2801
01V040	六龜(4)	126.99	50.31	55	0.82	0.54	0.32	3304
01V060	梅山(2)	87.85	35.65	55	0.75	0.52	0.33	2616
01V070	天池	79.25	66.26	55	0.88	0.54	0.32	3427
O1P47	旗山(4)	95.53	92.25	55	0.94	0.65	0.24	2335
O1V51	寶山	107.73	58.21	55	0.85	0.68	0.21	3494
O1V52	民權	85.12	47.57	55	0.82	0.78	0.14	2800
O1V54	高中(2)	82.59	40.87	55	0.78	0.88	0.07	2768
O1V55	多納(1)	95.33	45.44	55	0.80	0.74	0.17	2885
O1V81	溝坪	84.88	96.89	55	0.97	0.90	0.06	2520
O1V82	圓富國中	86.53	55.59	55	0.84	0.89	0.06	2440
00Q070	屏東(5)	110.03	33.10	55	0.73	0.55	0.31	2168
01Q350	新來義	130.78	34.77	55	0.75	0.59	0.28	3600
01Q360	南和	120.50	53.26	55	0.83	0.52	0.33	2513
01Q610	古夏	121.76	70.61	55	0.90	0.64	0.25	3043
01Q860	牡丹	118.23	78.42	55	0.91	0.54	0.31	3146
01Q870	石門	108.43	141.08	55	1.03	0.49	0.36	2527
01Q930	三地門	驗證站						
01Q920	新瑪家	151.51	12.03	55	0.53	0.59	0.28	4193
O1I36	楠溪	67.26	194.72	55	1.10	0.72	0.18	3041
01R000	壽卡	127.35	87.67	55	0.94	0.47	0.37	3421

表 6-2 短延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01R030	大漢山	120.32	36.88	55	0.76	0.63	0.25	3356
01R040	士文	119.19	43.32	55	0.79	0.56	0.30	2758
01R440	泗林	109.27	69.19	55	0.89	0.72	0.19	2576
O1R45	新豐(1)	110.22	32.45	55	0.75	0.76	0.16	2852
O1R62	新庄國小	96.35	59.80	55	0.85	0.71	0.20	2405
O1S69	神山	87.91	27.87	55	0.69	0.85	0.09	3073
467410	臺南	82.67	133.08	55	1.02	0.81	0.11	1834
467420	永康	89.17	92.89	55	0.94	0.75	0.15	1915
467441	高雄	113.66	48.28	55	0.81	0.65	0.23	2066
467590	恆春	143.79	13.40	55	0.55	0.47	0.36	2061
C0O810	曾文	120.74	32.40	55	0.73	0.61	0.26	2751
C0O830	北寮	101.07	90.82	55	0.94	0.65	0.23	2539
C0O840	王爺宮	108.07	63.53	55	0.87	0.60	0.26	2062
C0O860	大內	95.90	78.28	55	0.92	0.73	0.17	2030
C0O900	善化	90.92	68.65	55	0.88	0.64	0.24	1728
C0O930	玉井	102.32	82.68	55	0.93	0.67	0.22	2355
C0O950	安南	97.99	40.82	55	0.79	0.64	0.25	1617
C0O960	崎頂	101.40	44.15	55	0.80	0.65	0.23	2138
C0O970	虎頭埤	驗證站						
C0O980	新市	91.92	108.72	55	0.99	0.68	0.21	1902
C0O990	媽廟	107.08	53.06	55	0.84	0.70	0.20	1933
C0X080	佳里	99.35	66.21	55	0.88	0.59	0.28	1411
C0X100	臺南市北區	97.00	58.58	55	0.86	0.67	0.23	1802
C0X110	臺南市南區	91.07	83.75	55	0.91	0.68	0.22	1819
C0X120	麻豆	83.73	64.22	55	0.87	0.72	0.19	1648
C0X130	官田	99.18	55.31	55	0.84	0.61	0.27	1783
C0X140	西港	97.77	24.97	55	0.66	0.64	0.25	1709
C0X150	安定	76.59	236.04	55	1.13	0.67	0.23	1718
C0X160	仁德	94.99	330.68	55	1.21	0.69	0.20	1896
C0X170	關廟	110.68	38.70	55	0.77	0.69	0.21	2059
C0X180	山上	105.33	99.23	55	0.96	0.62	0.26	2134

表 6-2 短延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0X190	安平	89.58	155.35	55	1.05	0.73	0.17	1542
C0X200	左鎮	89.44	133.46	55	1.02	0.67	0.22	2143
C1N001	沙崙	91.39	72.79	55	0.90	0.71	0.19	1851
C1O850	環湖	103.83	110.33	55	0.99	0.65	0.23	2172
C1O870	大棟山	107.12	98.10	55	0.97	0.64	0.24	3001
C1O880	關山	98.68	49.10	55	0.82	0.65	0.23	2788
C1O921	楠西	115.24	36.22	55	0.76	0.61	0.27	2449
C1X040	東原	100.57	62.57	55	0.87	0.73	0.18	2229
C0V250	甲仙	115.09	29.75	55	0.71	0.56	0.30	2935
C0V260	月眉	95.06	100.93	55	0.97	0.75	0.16	2716
C0V310	美濃	驗證站						
C0V350	溪埔	113.26	24.29	55	0.67	0.64	0.25	2165
C0V360	內門	100.10	77.15	55	0.91	0.64	0.25	2362
C0V370	古亭坑	97.37	64.01	55	0.87	0.72	0.18	2135
C0V400	阿公店	99.06	31.48	55	0.72	0.76	0.16	1936
C0V440	鳳山	104.93	70.00	55	0.89	0.62	0.26	2097
C0V450	鳳森	89.12	77.67	55	0.91	0.74	0.17	2037
C0V490	新興	98.94	92.65	55	0.96	0.78	0.13	1948
C0V530	阿蓮	97.88	40.32	55	0.77	0.80	0.12	2105
C0V610	梓官	97.30	58.71	55	0.86	0.63	0.24	1633
C0V620	永安	93.86	26.06	55	0.69	0.75	0.16	1636
C0V630	茄萣	94.17	57.63	55	0.86	0.74	0.17	1640
C0V640	湖內	80.80	153.24	55	1.05	0.77	0.14	1542
C0V650	彌陀	112.81	20.11	55	0.64	0.57	0.29	1678
C0V660	岡山	95.84	78.71	55	0.92	0.82	0.11	2027
C0V680	仁武	128.70	64.69	55	0.88	0.45	0.39	1916
C0V690	鼓山	85.61	69.00	55	0.88	0.73	0.17	1461
C0V700	三民	97.10	56.15	55	0.84	0.75	0.16	1960
C0V710	苓雅	108.57	122.99	55	1.01	0.65	0.23	1998
C0V720	林園	121.53	59.49	55	0.86	0.60	0.26	1833
C0V730	大寮	136.08	73.75	55	0.91	0.44	0.39	2092

表 6-2 短延時降雨強度公式係數與年平均雨量

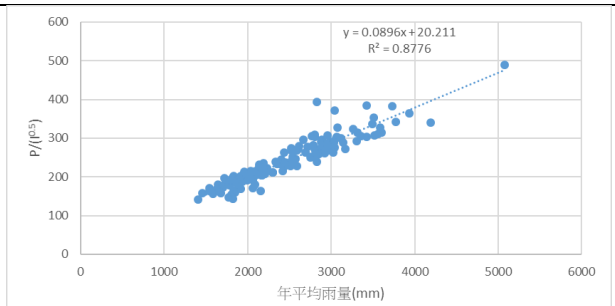
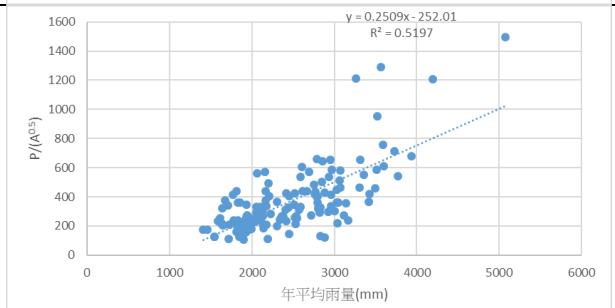
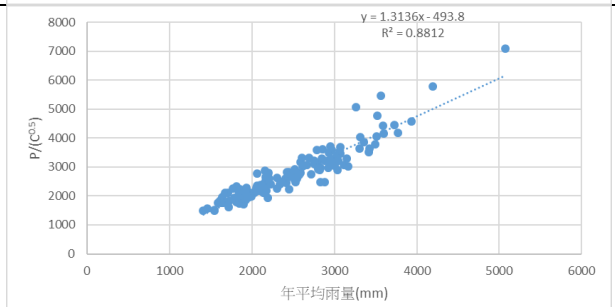
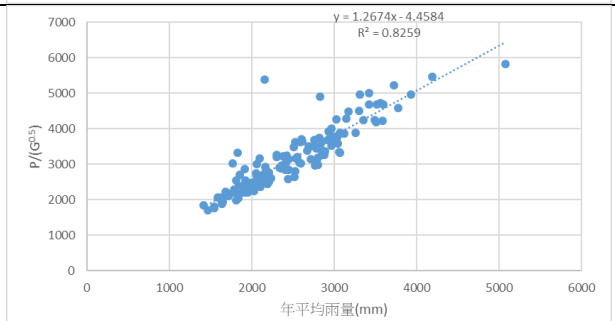
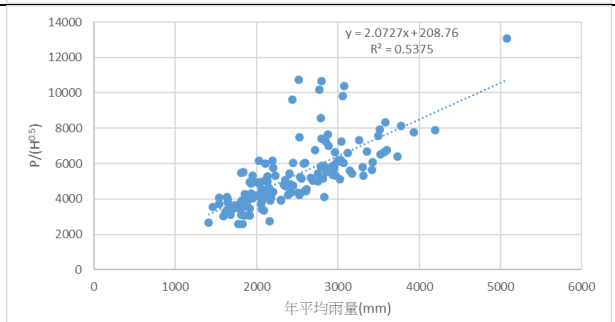
站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0V740	旗山	90.26	50.67	55	0.81	0.66	0.23	1946
C0V750	路竹	106.38	238.41	55	1.14	0.62	0.25	1882
C0V760	橋頭	100.16	84.33	55	0.94	0.57	0.30	1918
C0V770	大社	100.38	91.79	55	0.94	0.66	0.22	1857
C0V790	萬山	88.47	35.08	55	0.75	0.81	0.11	2523
C0V800	六龜	104.83	35.69	55	0.75	0.84	0.10	3062
C1V160	達卡努瓦	101.86	43.61	55	0.79	0.62	0.26	3068
C1V170	排雲	51.53	74.26	55	0.90	0.65	0.23	2832
C1V190	南天池	95.34	27.46	55	0.70	0.51	0.34	3730
C1V200	梅山	91.62	18.61	55	0.62	0.50	0.35	2604
C1V220	小關山	110.53	25.50	55	0.68	0.44	0.39	3311
C1V231	高中	92.89	20.37	55	0.63	0.61	0.27	2955
C1V300	御油山	116.70	33.80	55	0.74	0.63	0.26	3934
C1V340	大津	110.78	69.99	55	0.89	0.65	0.24	3033
C1V390	尖山	113.48	49.35	55	0.82	0.56	0.30	2052
C1V570	吉東	94.48	73.78	55	0.90	0.74	0.17	2099
C1V580	溪南(特生中心)	99.28	35.91	55	0.75	0.70	0.20	3512
C1V590	新發	97.99	17.89	55	0.60	0.83	0.11	2788
C1V600	藤枝	101.40	7.24	55	0.41	0.71	0.20	3263
C1V780	多納林道	131.34	13.72	55	0.55	0.56	0.29	3522
C0R100	尾寮山	121.23	48.51	55	0.81	0.68	0.22	3773
C0R130	阿禮	81.44	36.80	55	0.75	0.62	0.26	2670
C0R140	瑪家	驗證站						
C0R150	三地門	121.78	19.53	55	0.62	0.61	0.27	2856
C0R160	鹽埔	126.41	32.23	55	0.73	0.56	0.31	2421
C0R170	屏東	113.08	19.81	55	0.62	0.63	0.25	2203
C0R190	赤山	110.90	73.59	55	0.90	0.66	0.23	2809
C0R220	潮州	112.66	41.47	55	0.79	0.58	0.29	2173
C0R240	來義	133.16	45.22	55	0.80	0.51	0.35	3027
C0R260	春日	117.45	40.10	55	0.77	0.50	0.35	2301
C0R270	琉球嶼	104.20	45.87	55	0.81	0.60	0.27	1588

表 6-2 短延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0R280	檳榔	106.15	77.45	55	0.92	0.63	0.25	2963
C0R320	車城	135.33	26.53	55	0.70	0.47	0.37	1854
C0R341	牡丹	104.75	22.37	55	0.66	0.59	0.28	2694
C0R350	貓鼻頭	135.86	17.16	55	0.60	0.51	0.34	1810
C0R440	大漢山	131.39	7.62	55	0.43	0.57	0.29	3564
C0R470	高樹	92.78	61.26	55	0.86	0.73	0.18	2592
C0R480	長治	103.58	82.29	55	0.92	0.55	0.32	2383
C0R490	九如	86.15	404.87	55	1.28	0.81	0.13	2193
C0R520	崁頂	93.45	220.78	55	1.14	0.67	0.23	1844
C0R540	佳冬	162.27	25.91	55	0.68	0.30	0.50	1826
C0R550	新埤	173.33	14.28	55	0.56	0.16	0.62	2155
C0R560	新園	103.30	29.67	55	0.72	0.78	0.15	2206
C0R570	麟洛	85.26	88.61	55	0.95	0.77	0.16	1963
C0R580	南州	145.47	18.37	55	0.62	0.34	0.47	1771
C0R590	里港	85.04	124.86	55	1.03	0.83	0.11	1814
C0R600	舊泰武	135.58	176.64	55	1.09	0.50	0.34	3171
C1R110	口社	110.11	50.92	55	0.82	0.71	0.20	2965
C1R120	上德文	120.19	22.49	55	0.66	0.72	0.19	3587
C1R250	力里	129.19	23.17	55	0.66	0.51	0.34	2589
C1R290	石門山	84.72	45.88	55	0.80	0.74	0.16	2136
C1R610	西大武山	107.93	11.51	55	0.51	0.76	0.15	5077
88O950	羌黃坑	106.16	292.15	55	1.20	0.74	0.16	2450
88V560	集來	98.02	574.25	55	1.34	0.78	0.14	2879
88R460	來義	108.71	129.63	55	1.02	0.65	0.22	3118

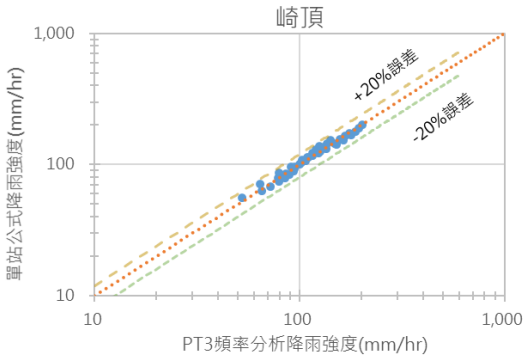
資料來源：本計畫分析彙整

表 6-3 區域化短延時降雨強度公式與相關性

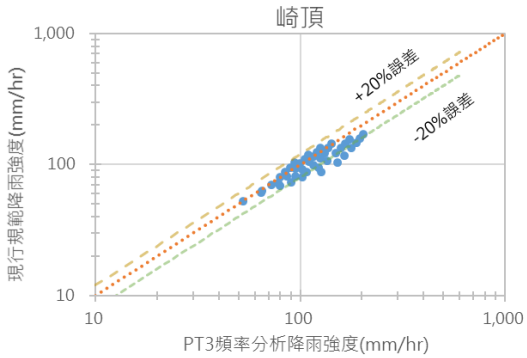
參數C_f	相關性R^2	參數與年平均雨量之關係圖
$I_{60}^{25}=\left(\frac{P}{20.211+0.09P}\right)^2$	0.87	
$A=\left(\frac{P}{-252.008+0.251P}\right)^2$	0.52	
$C=\left(\frac{P}{-493.797+1.314P}\right)^2$	0.88	
$G=\left(\frac{P}{-4.458+1.267P}\right)^2$	0.82	
$H=\left(\frac{P}{208.763+2.073P}\right)^2$	0.53	

資料來源：本計畫分析彙整

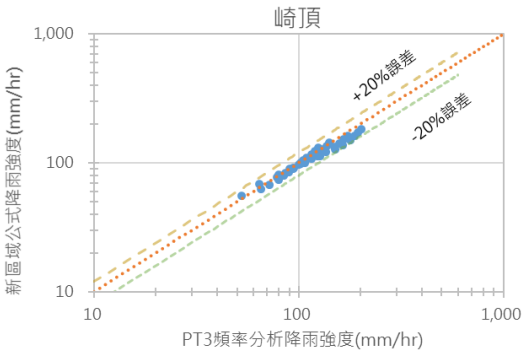
根據區域化推估結果檢視各測站採用區域化短延時公式之表現，分別比較各測站以單站公式、水土保持技術規範第十六條公式(簡稱，現行規範公式)、新推導之區域化公式(簡稱，新區域公式)之表現，比較此三種公式在不同重現期與降雨延時下的降雨強度對應 PT3 頻率分析所推估之降雨強度。以水利署測站崎頂(01N860)為例，其比較成果如圖 6-1 所示：



(a)單站公式



(b)現行規範公式



(c)新區域公式

圖 6-1 崎頂(01N860)短延時推估比較

在短延時的分析中，以崎頂(01N860)為例，可發現單站公式之參數是以單站降雨強度資料推估公式而來，並無經過區域化公式轉換而來，故單站公式之估算成果較區域化公式成果來的佳；而現行規範公式與新區域公式之表現雖較差，但誤差多介於±20%內，顯示區域化估算成果仍屬可接受之範圍。驗證站等六站的表現如圖 6-2，其結果仍以單站公式為最佳。進一步比較區域化公式之結果，王爺宮與阿蓮(2)兩站的表現上，新區域公式較現行規範公式佳，而現行規範公式之結果有低估之現象。

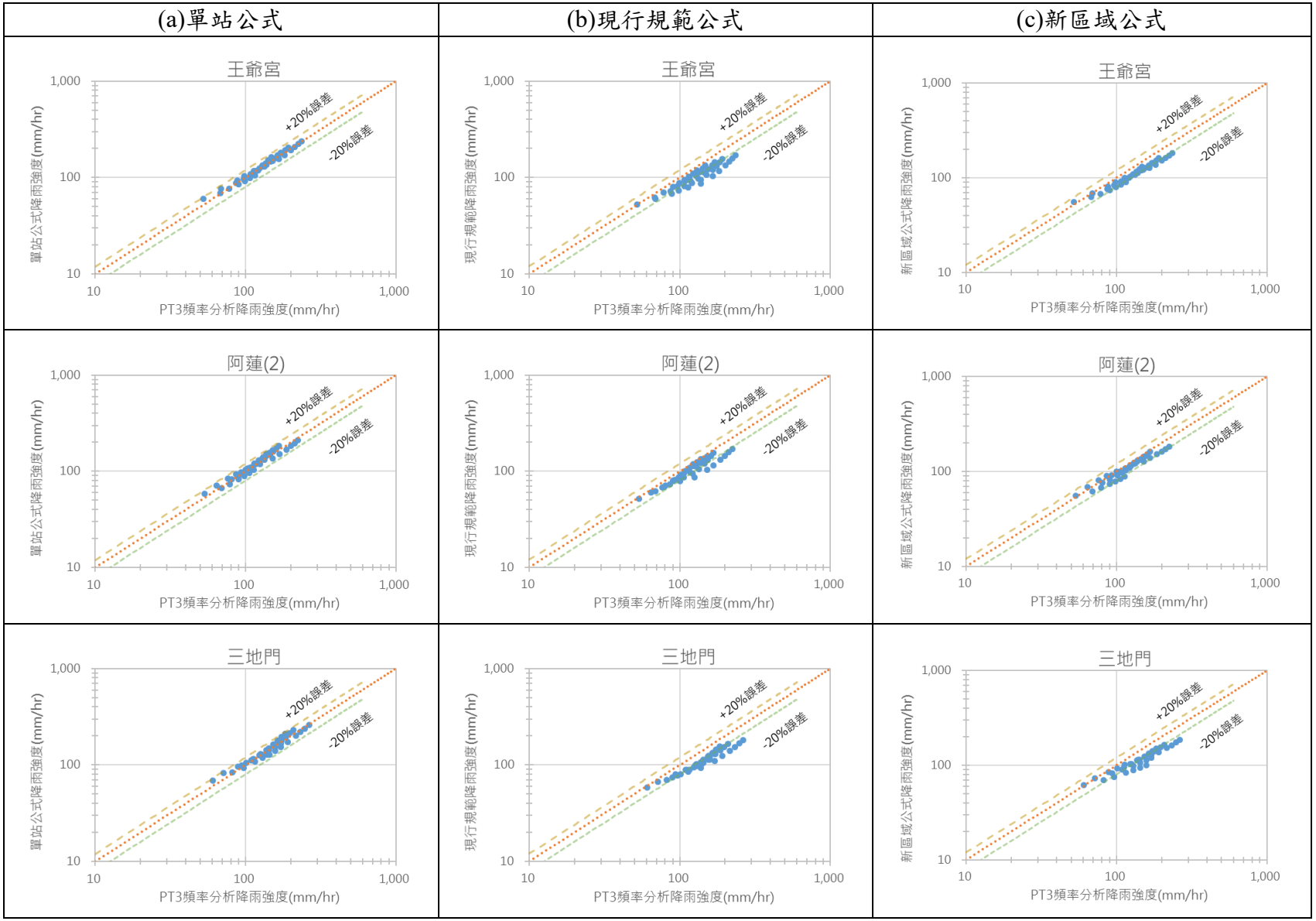


圖 6-2 短延時驗證站之比較

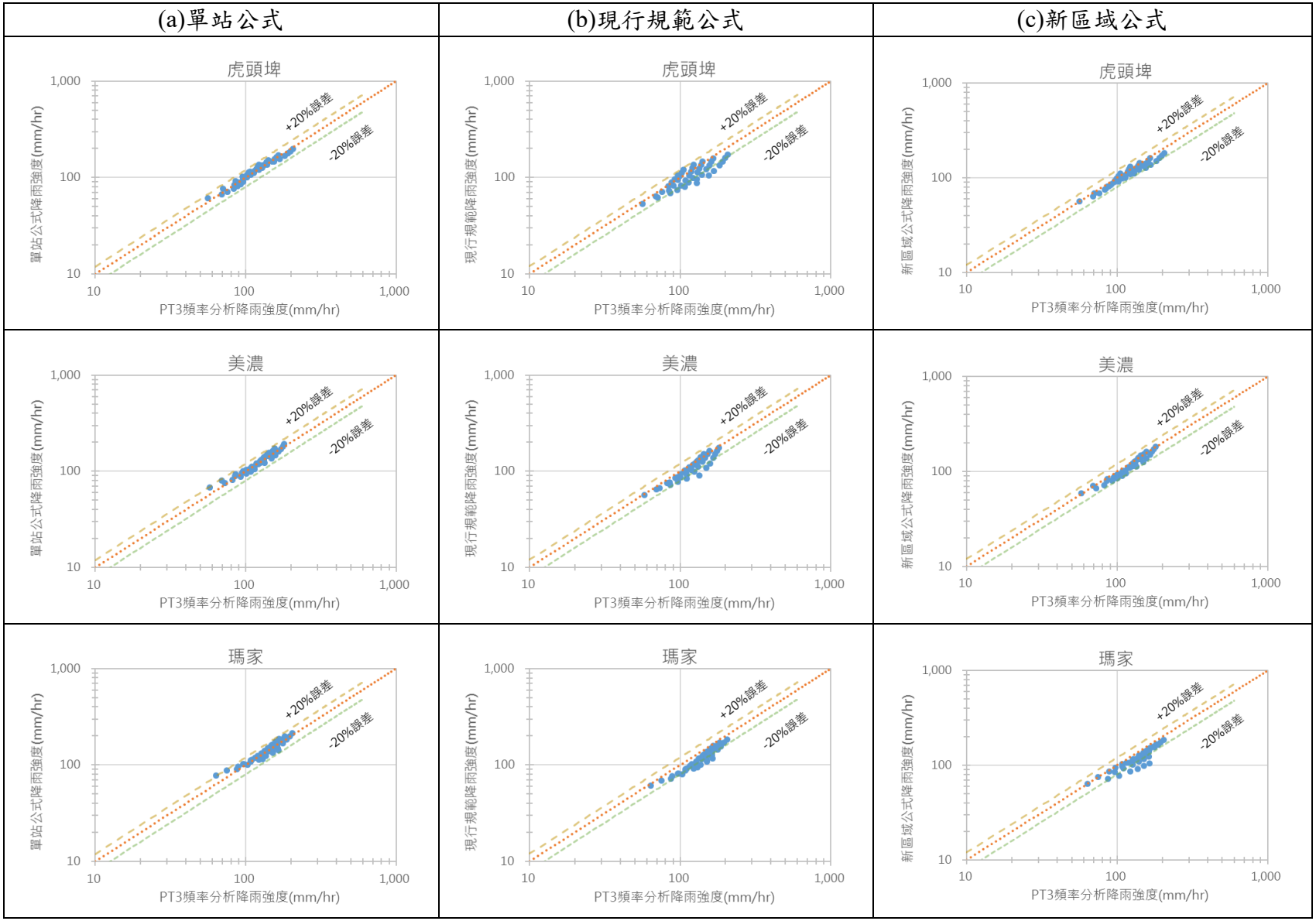


圖 6-2 短延時驗證站之比較(續)

檢視各測站的整體誤差表現，如圖 6-3，可發現各測站單站公式的表現最佳，然而利用區域化公式受限於僅以年平均雨量來推算相關參數，因此區域公式與單站公式相較，其表現出現顯著的差別。而區域公式與現行規範之推估誤差表現則相近，且少部分測站之誤差表現高於 30%以上，例如：甲仙(2)(01P660)、楠溪(O1I36)、排雲(C1V170)、佳冬(C0R540)、新埤(C0R550)等站。



圖 6-3 各測站短延時公式整體誤差

二、區域化長延時降雨強度公式

長延時降雨強度之推估使用水利署、氣象署與農村水保署測站，根據各測站長延時資料所推求之參數C_f(A、C、G、H 等係數及I_{120}^{25})，建立C_f與年平均雨量 P 之關係，參數資料如表 6-4。區域化參數推估結果如表 6-5，其中參數 B=55。

表 6-4 長延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01N850	南化(2)	83.65	13.92	55	0.51	0.39	0.44	2549
01N860	崎頂	69.14	20.82	55	0.59	0.58	0.30	1969
01O070	關子嶺(2)	89.94	9.91	55	0.45	0.41	0.42	2925
01O080	六溪	90.44	14.67	55	0.52	0.30	0.51	2301
01O190	東原	88.27	13.10	55	0.50	0.24	0.54	2153
01O200	北寮	97.26	12.04	55	0.48	0.31	0.50	2819
01O710	虎頭埤	67.89	16.79	55	0.55	0.54	0.32	1923
01O750	王爺宮	驗證站						
01O760	關山	108.16	10.07	55	0.44	0.22	0.56	2969
O1N1A	大竹坑	60.87	7.51	55	0.37	0.50	0.35	2800
01P190	木柵	85.88	18.04	55	0.56	0.42	0.41	2414
01P280	古亭坑	82.40	18.34	55	0.57	0.51	0.34	2062
01P390	金山	80.77	20.15	55	0.58	0.50	0.36	2062
01P500	阿蓮(2)	驗證站						
01P660	甲仙(2)	94.70	16.33	55	0.54	0.34	0.48	2829
01P770	美濃(2)	79.70	21.76	55	0.60	0.50	0.35	2801
01V040	六龜(4)	103.79	12.53	55	0.49	0.30	0.50	3304
01V060	梅山(2)	75.75	7.57	55	0.39	0.42	0.41	2616
01V070	天池	62.99	5.23	55	0.31	0.47	0.37	3427
O1P47	旗山(4)	77.47	18.61	55	0.57	0.49	0.35	2335
O1V51	寶山	82.24	11.32	55	0.47	0.58	0.30	3494
O1V52	民權	61.61	12.75	55	0.49	0.75	0.17	2800
O1V54	高中(2)	71.35	6.53	55	0.36	0.58	0.28	2768
O1V55	多納(1)	75.85	9.28	55	0.42	0.60	0.28	2885
O1V81	溝坪	60.08	4.46	55	0.29	0.52	0.33	2520
O1V82	圓富國中	68.54	12.90	55	0.50	0.55	0.31	2440
00Q070	屏東(5)	89.37	19.82	55	0.58	0.39	0.43	2168
01Q350	新來義	104.87	11.71	55	0.48	0.51	0.34	3600
01Q360	南和	96.02	19.23	55	0.57	0.44	0.40	2513
01Q610	古夏	86.22	19.69	55	0.58	0.61	0.27	3043
01Q860	牡丹	88.50	6.63	55	0.37	0.35	0.47	3146
01Q870	石門	85.81	19.18	55	0.57	0.46	0.38	2527
01Q930	三地門	驗證站						
01Q920	新瑪家	132.28	7.65	55	0.39	0.38	0.43	4193

表 6-4 長延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
O1I36	楠溪	55.34	7.32	55	0.39	0.54	0.31	3041
01R000	壽卡	100.43	12.32	55	0.49	0.32	0.49	3421
01R030	大漢山	94.66	13.16	55	0.50	0.61	0.27	3356
01R040	士文	92.95	16.26	55	0.54	0.47	0.37	2758
01R440	泗林	92.58	21.88	55	0.60	0.51	0.34	2576
O1R45	新豐(1)	75.72	23.02	55	0.61	0.68	0.22	2852
O1R62	新庄國小	86.99	31.41	55	0.68	0.54	0.33	2405
O1S69	神山	75.91	8.05	55	0.40	0.68	0.21	3073
467410	臺南	68.59	21.72	55	0.60	0.56	0.29	1834
467420	永康	70.13	22.53	55	0.60	0.57	0.29	1915
467441	高雄	82.41	23.90	55	0.62	0.62	0.25	2066
467590	恆春	107.30	35.92	55	0.69	0.30	0.50	2061
C0O810	曾文	97.01	9.20	55	0.43	0.28	0.51	2751
C0O830	北寮	83.82	13.13	55	0.50	0.30	0.50	2539
C0O840	王爺宮	83.68	14.31	55	0.52	0.28	0.52	2062
C0O860	大內	74.13	13.74	55	0.51	0.43	0.40	2030
C0O900	善化	74.33	20.65	55	0.59	0.43	0.40	1728
C0O930	玉井	77.17	9.53	55	0.43	0.35	0.46	2355
C0O950	安南	72.18	28.56	55	0.65	0.45	0.39	1617
C0O960	崎頂	76.06	17.44	55	0.56	0.52	0.33	2138
C0O970	虎頭埤	驗證站						
C0O980	新市	64.36	14.68	55	0.51	0.54	0.32	1902
C0O990	媽廟	80.54	22.71	55	0.61	0.51	0.34	1933
C0X080	佳里	72.83	24.81	55	0.63	0.32	0.49	1411
C0X100	臺南市北區	76.45	21.66	55	0.59	0.43	0.40	1802
C0X110	臺南市南區	73.49	26.80	55	0.65	0.66	0.24	1819
C0X120	麻豆	64.02	7.91	55	0.40	0.44	0.39	1648
C0X130	官田	72.46	11.27	55	0.47	0.39	0.44	1783
C0X140	西港	87.38	17.15	55	0.56	0.40	0.43	1709
C0X150	安定	68.83	12.69	55	0.49	0.50	0.35	1718
C0X160	仁德	76.42	32.63	55	0.67	0.60	0.27	1896
C0X170	關廟	84.63	25.44	55	0.63	0.58	0.29	2059
C0X180	山上	94.30	14.36	55	0.53	0.34	0.47	2134
C0X190	安平	80.51	31.66	55	0.67	0.50	0.34	1542
C0X200	左鎮	65.34	11.87	55	0.48	0.48	0.36	2143
C1N001	沙崙	72.42	20.66	55	0.59	0.53	0.32	1851
C1O850	環湖	75.10	10.84	55	0.46	0.40	0.42	2172
C1O870	大棟山	71.96	8.01	55	0.41	0.43	0.41	3001
C1O880	關山	77.09	10.76	55	0.46	0.38	0.44	2788
C1O921	楠西	89.52	13.97	55	0.51	0.31	0.49	2449
C1X040	東原	80.51	9.86	55	0.45	0.32	0.48	2229
C0V250	甲仙	97.05	9.70	55	0.44	0.26	0.53	2935
C0V260	月眉	74.33	9.72	55	0.44	0.45	0.38	2716
C0V310	美濃	驗證站						

表 6-4 長延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0V350	溪埔	86.58	16.68	55	0.55	0.40	0.43	2165
C0V360	內門	80.83	12.46	55	0.49	0.42	0.41	2362
C0V370	古亭坑	76.89	15.62	55	0.54	0.53	0.33	2135
C0V400	阿公店	80.28	19.64	55	0.58	0.47	0.37	1936
C0V440	鳳山	82.39	15.68	55	0.53	0.46	0.38	2097
C0V450	鳳森	75.45	22.63	55	0.60	0.59	0.28	2037
C0V490	新興	68.70	18.19	55	0.56	0.60	0.27	1948
C0V530	阿蓮	77.81	24.40	55	0.63	0.61	0.26	2105
C0V610	梓官	62.39	16.60	55	0.56	0.56	0.31	1633
C0V620	永安	65.62	18.88	55	0.58	0.52	0.34	1636
C0V630	茄萣	73.62	23.97	55	0.63	0.46	0.37	1640
C0V640	湖內	59.43	14.00	55	0.52	0.57	0.30	1542
C0V650	彌陀	75.69	28.58	55	0.66	0.54	0.32	1678
C0V660	岡山	67.64	24.11	55	0.63	0.75	0.17	2027
C0V680	仁武	75.07	34.89	55	0.70	0.58	0.31	1916
C0V690	鼓山	70.30	40.59	55	0.72	0.49	0.35	1461
C0V700	三民	72.97	28.68	55	0.66	0.65	0.23	1960
C0V710	苓雅	71.18	33.75	55	0.69	0.70	0.20	1998
C0V720	林園	79.80	57.15	55	0.79	0.70	0.21	1833
C0V730	大寮	89.61	51.21	55	0.77	0.70	0.20	2092
C0V740	旗山	81.13	13.37	55	0.51	0.46	0.37	1946
C0V750	路竹	74.07	24.80	55	0.63	0.58	0.29	1882
C0V760	橋頭	70.88	21.57	55	0.60	0.60	0.28	1918
C0V770	大社	77.44	13.87	55	0.52	0.46	0.38	1857
C0V790	萬山	63.84	17.92	55	0.58	0.83	0.12	2523
C0V800	六龜	95.95	9.56	55	0.44	0.45	0.37	3062
C1V160	達卡努瓦	84.36	9.00	55	0.42	0.35	0.46	3068
C1V170	排雲	46.24	4.68	55	0.30	0.57	0.29	2832
C1V190	南天池	76.94	4.67	55	0.30	0.35	0.46	3730
C1V200	梅山	75.07	5.89	55	0.34	0.32	0.48	2604
C1V220	小關山	88.50	7.84	55	0.39	0.34	0.47	3311
C1V231	高中	82.52	7.43	55	0.38	0.39	0.43	2955
C1V300	御油山	94.60	6.57	55	0.36	0.49	0.35	3934
C1V340	大津	80.29	12.15	55	0.49	0.61	0.27	3033
C1V390	尖山	88.32	26.51	55	0.64	0.47	0.38	2052
C1V570	吉東	73.81	13.58	55	0.51	0.56	0.30	2099
C1V580	溪南(特生中心)	84.99	10.78	55	0.45	0.63	0.25	3512
C1V590	新發	87.10	6.23	55	0.35	0.31	0.49	2788
C1V600	藤枝	92.24	10.63	55	0.45	0.56	0.30	3263
C1V780	多納林道	116.39	8.80	55	0.41	0.40	0.41	3522
C0R100	尾寮山	98.42	5.84	55	0.34	0.46	0.38	3773
C0R130	阿禮	67.50	9.56	55	0.44	0.49	0.36	2670
C0R140	瑪家	驗證站						
C0R150	三地門	106.20	18.60	55	0.57	0.37	0.45	2856

表 6-4 長延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量(mm)
C0R160	鹽埔	96.55	25.07	55	0.62	0.35	0.47	2421
C0R170	屏東	94.30	21.30	55	0.60	0.37	0.45	2203
C0R190	赤山	80.13	17.81	55	0.55	0.51	0.35	2809
C0R220	潮州	83.40	28.66	55	0.65	0.49	0.36	2173
C0R240	來義	106.65	21.94	55	0.60	0.50	0.35	3027
C0R260	春日	95.18	29.72	55	0.66	0.44	0.40	2301
C0R270	琉球嶼	80.70	30.76	55	0.67	0.41	0.41	1588
C0R280	檳榔	75.69	14.84	55	0.52	0.48	0.37	2963
C0R320	車城	98.13	31.69	55	0.67	0.35	0.46	1854
C0R341	牡丹	78.62	12.78	55	0.50	0.44	0.40	2694
C0R350	貓鼻頭	107.87	36.82	55	0.70	0.32	0.48	1810
C0R440	大漢山	111.47	18.60	55	0.56	0.49	0.35	3564
C0R470	高樹	67.06	21.82	55	0.59	0.70	0.21	2592
C0R480	長治	69.05	30.94	55	0.66	0.63	0.27	2383
C0R490	九如	55.54	12.58	55	0.49	0.67	0.22	2193
C0R520	崁頂	63.07	25.50	55	0.64	0.70	0.21	1844
C0R540	佳冬	138.27	49.56	55	0.75	0.01	0.72	1826
C0R550	新埤	139.41	66.42	55	0.81	0.20	0.58	2155
C0R560	新園	82.94	38.11	55	0.71	0.59	0.28	2206
C0R570	麟洛	63.14	21.49	55	0.59	0.59	0.28	1963
C0R580	南州	111.17	84.56	55	0.86	0.30	0.50	1771
C0R590	里港	58.78	12.33	55	0.50	0.64	0.24	1814
C0R600	舊泰武	86.35	24.89	55	0.63	0.72	0.19	3171
C1R110	口社	84.20	16.40	55	0.55	0.62	0.27	2965
C1R120	上德文	97.34	6.81	55	0.38	0.53	0.33	3587
C1R250	力里	98.11	27.30	55	0.64	0.45	0.39	2589
C1R290	石門山	67.13	39.01	55	0.71	0.67	0.23	2136
C1R610	西大武山	94.99	5.54	55	0.33	0.68	0.21	5077
88O950	羌黃坑	62.69	4.89	55	0.30	0.43	0.41	2450
88V560	集來	73.28	7.66	55	0.40	0.52	0.33	2879
88R460	來義	84.02	14.02	55	0.51	0.59	0.28	3118

資料來源：本計畫分析彙整

表 6-5 區域化長延時降雨強度公式與相關性

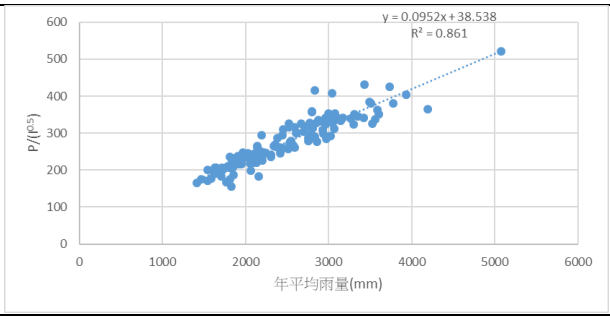
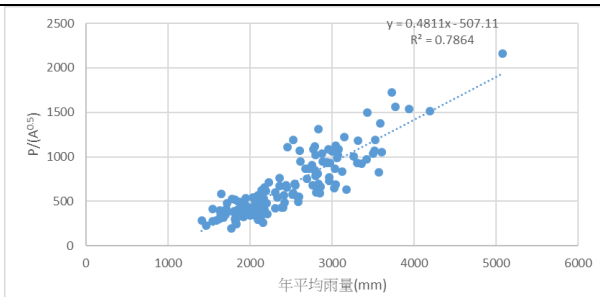
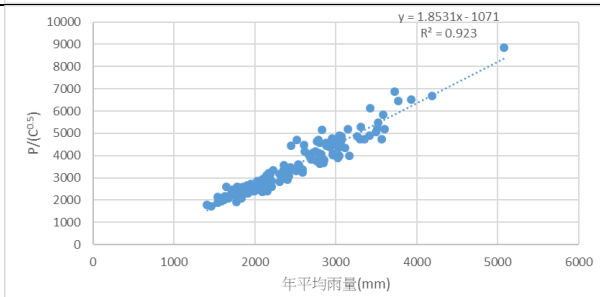
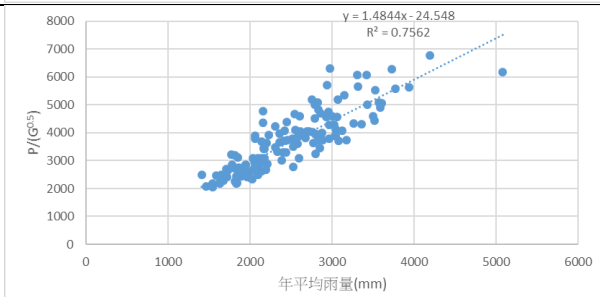
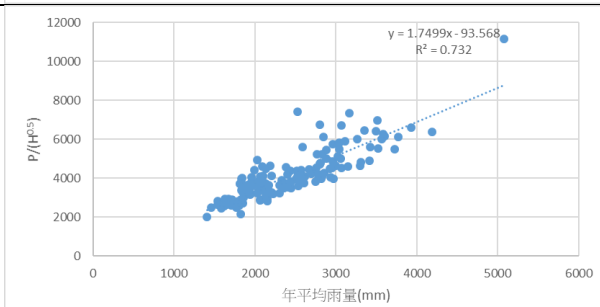
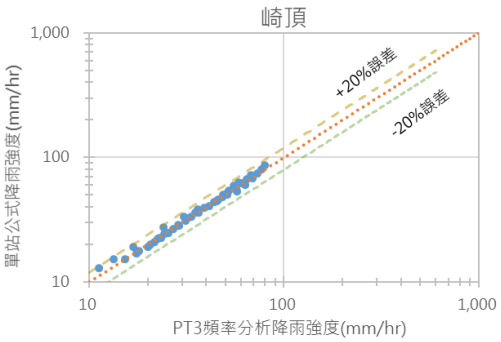
參數C_f	相關性R^2	參數與年平均雨量之關係圖
$I_{120}^{25}=\left(\frac{P}{38.54+0.095P}\right)^2$	0.86	

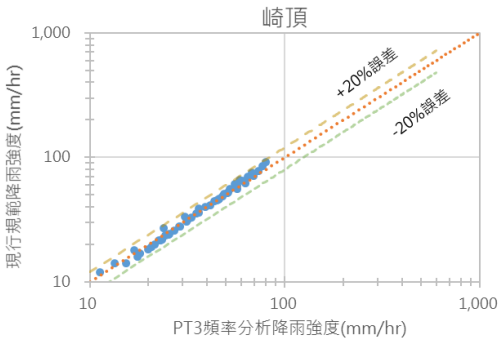
表 6-5 區域化長延時降雨強度公式與相關性

參數C_f	相關性R^2	參數與年平均雨量之關係圖
$A=\left(\frac{P}{-507.11+0.481P}\right)^2$	0.79	
$C=\left(\frac{P}{-1070.96+1.853P}\right)^2$	0.92	
$G=\left(\frac{P}{-24.55+1.484P}\right)^2$	0.76	
$H=\left(\frac{P}{-93.57+1.75P}\right)^2$	0.73	

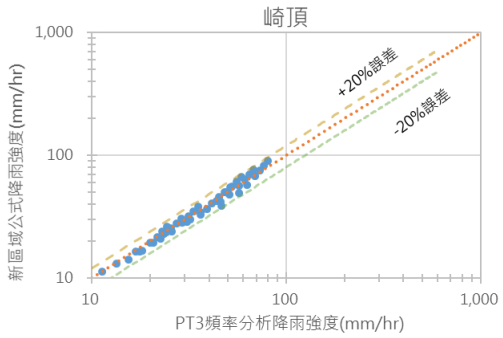
根據區域化推估結果檢視各測站採用區域化長延時公式之表現，分別比較各測站以單站公式、水土保持技術規範第十六條公式(簡稱，現行規範公式)、新推導之區域化公式(簡稱，新區域公式)之表現，比較此三種公式在不同重現期、降雨延時下的降雨強度對應測站 PT3 所推估之降雨強度。以水利署測站崎頂(01N860)為例，其比較成果如圖 6-4 所示：



(a)單站公式



(b)現行規範公式



(c)新區域公式

圖 6-4 崎頂(01N860)長延時推估比較

在長延時的分析中，以水利署崎頂(01N860)為例，可以發現單站公式較區域化公式成果來的佳，而現行規範公式與新區域公式相差不大，惟誤差均落在±20%以內。

而驗證站王爺宮(01O750)、阿蓮(2)(01P500)、三地門(01Q930)、虎頭埤(C0O970)、美濃(C0V310)、瑪家(C0R140)等六站的表現如圖 6-5 所示。驗證站的單站公式結果仍為最佳，進一步比較區域化公式與現行規範之差異，六個測站新區域公式均較現行規範公式佳。

檢視各測站的整體誤差表現，如圖 6-6，各測站單站公式的表現相當良好，現行規範與新區域公式之成果，其誤差程度則相差不大。

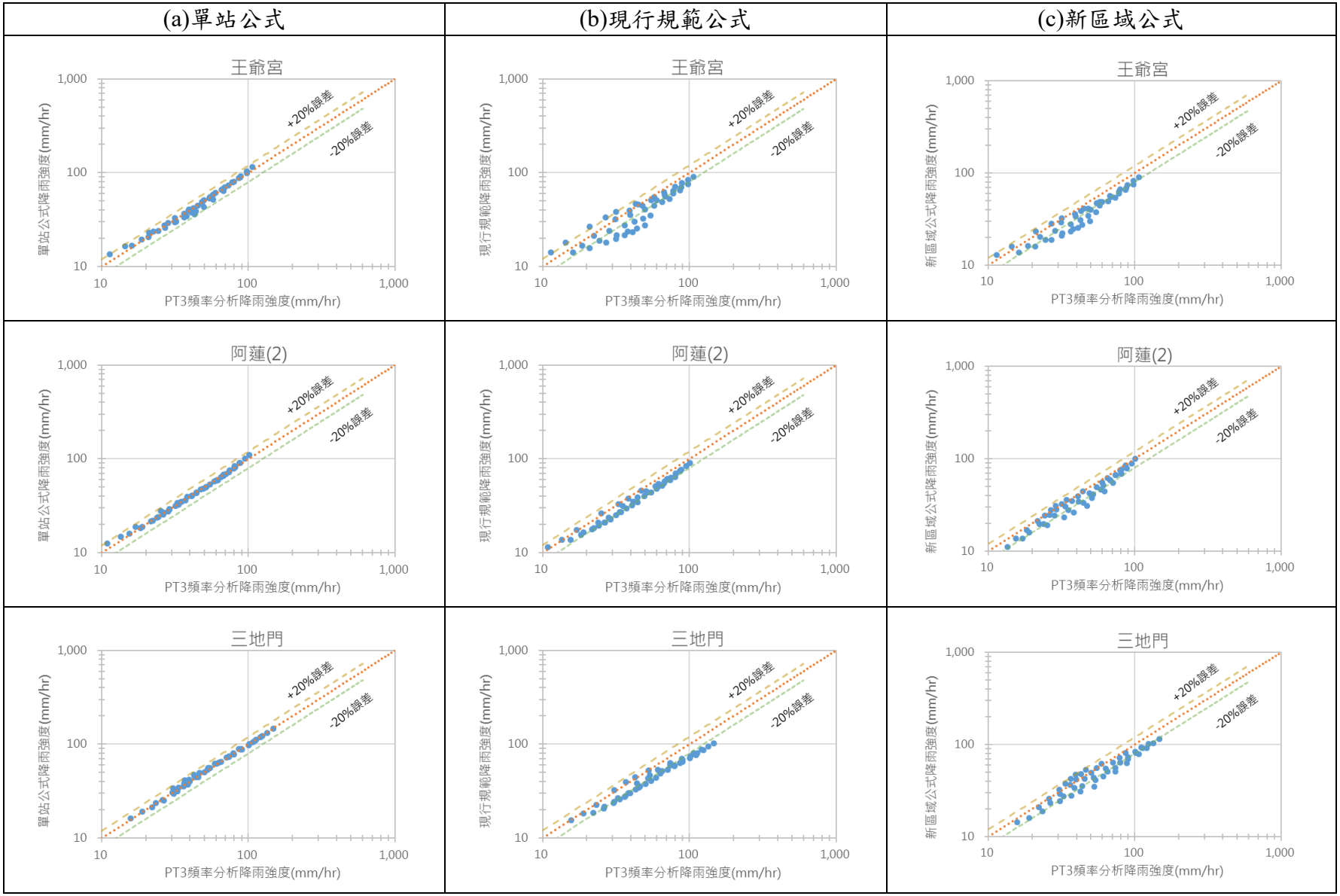


圖 6-5 長延時驗證站之比較

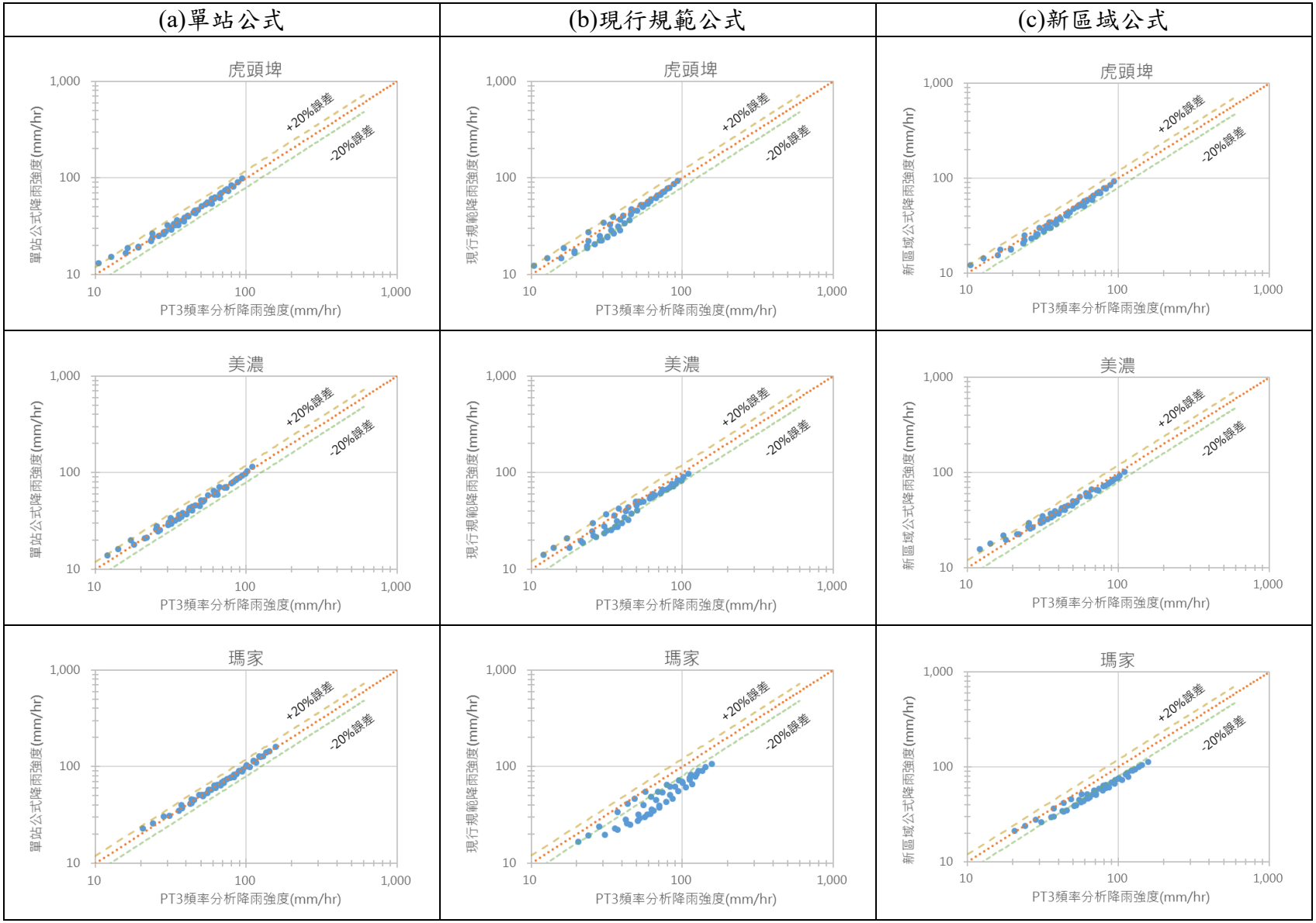
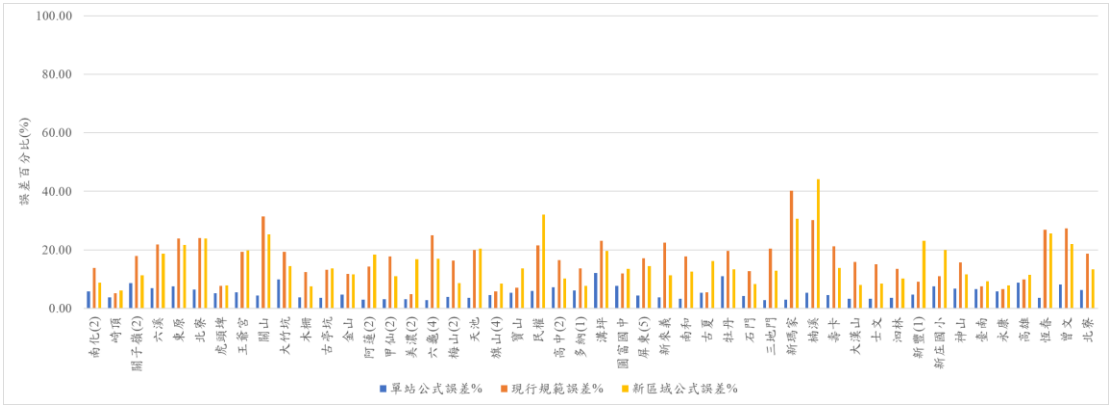
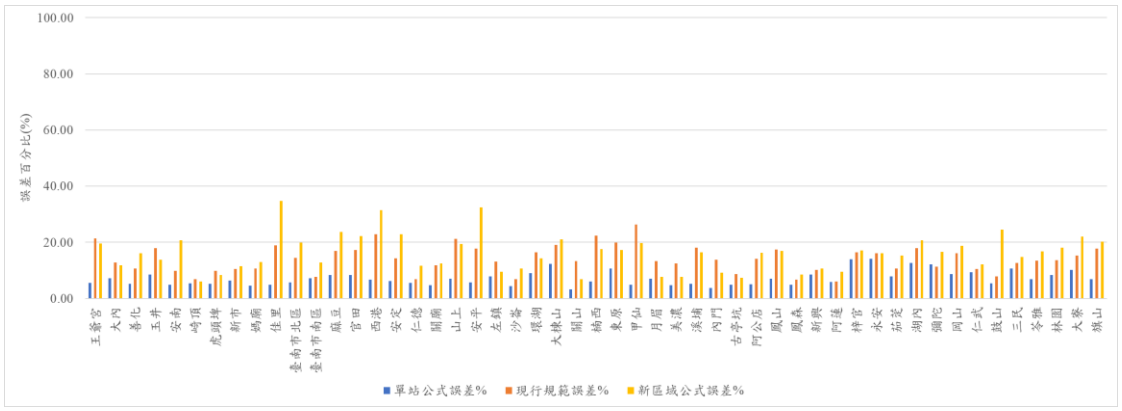


圖 6-5 長延時驗證站之比較(續)





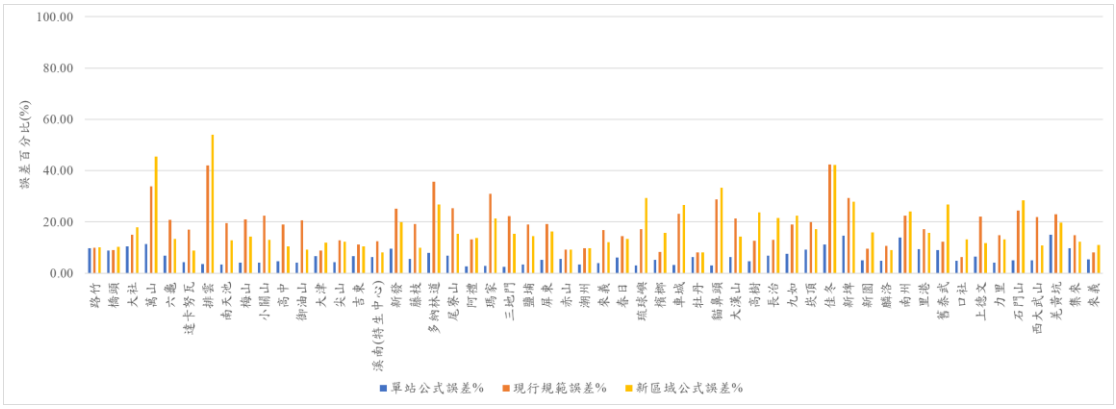


圖 6-6 各測站長延時公式整體誤差

三、區域化全延時降雨強度公式

全延時降雨強度之推估使用水利署、氣象署測站與農村水保署測站，根據各測站全延時資料所推求之參數C_f(A、C、G、H 等係數及I_{60}^{25})，建立C_f與年平均雨量 P 之關係，參數資料如表 6-6。區域化參數推估結果如表 6-7，其中參數 B=55。

表 6-6 全延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量(mm)
01N850	南化(2)	109.07	18.37	55	0.60	0.49	0.36	2549
01N860	崎頂	94.33	26.15	55	0.67	0.61	0.26	1969
01O070	關子嶺(2)	124.64	15.51	55	0.57	0.49	0.35	2925
01O080	六溪	118.01	19.94	55	0.61	0.38	0.44	2301
01O190	東原	101.16	12.41	55	0.52	0.42	0.41	2153
01O200	北寮	124.26	15.56	55	0.56	0.41	0.41	2819
01O710	虎頭埤	95.34	24.45	55	0.66	0.58	0.28	1923
01O750	王爺宮	驗證站						
01O760	關山	122.92	9.18	55	0.45	0.36	0.45	2969
O1N1A	大竹坑	82.27	9.54	55	0.46	0.65	0.23	2800
01P190	木柵	104.43	21.88	55	0.63	0.51	0.34	2414
01P280	古亭坑	103.67	19.42	55	0.61	0.58	0.29	2062
01P390	金山	114.44	22.73	55	0.66	0.53	0.32	2062
01P500	阿蓮(2)	驗證站						
01P660	甲仙(2)	141.05	31.22	55	0.71	0.33	0.47	2829
01P770	美濃(2)	105.36	24.02	55	0.66	0.57	0.30	2801
01V040	六龜(4)	126.99	13.78	55	0.54	0.40	0.42	3304
01V060	梅山(2)	87.85	8.72	55	0.44	0.46	0.37	2616
01V070	天池	79.25	7.60	55	0.41	0.49	0.35	3427
O1P47	旗山(4)	95.53	23.51	55	0.65	0.56	0.30	2335
O1V51	寶山	107.73	15.26	55	0.57	0.63	0.25	3494
O1V52	民權	85.12	15.05	55	0.57	0.77	0.15	2800
O1V54	高中(2)	82.59	7.48	55	0.41	0.70	0.19	2768
O1V55	多納(1)	95.33	10.37	55	0.48	0.65	0.23	2885
O1V81	溝坪	84.88	8.23	55	0.44	0.67	0.22	2520
O1V82	圓富國中	86.53	14.77	55	0.56	0.68	0.21	2440
00Q070	屏東(5)	110.03	19.00	55	0.61	0.46	0.37	2168
01Q350	新來義	130.78	12.80	55	0.53	0.54	0.32	3600
01Q360	南和	120.50	19.59	55	0.61	0.47	0.37	2513
01Q610	古夏	121.76	23.80	55	0.67	0.62	0.26	3043
01Q860	牡丹	118.23	11.56	55	0.50	0.42	0.40	3146
01Q870	石門	108.43	23.19	55	0.64	0.47	0.37	2527
01Q930	三地門	驗證站						
01Q920	新瑪家	151.51	6.76	55	0.40	0.48	0.36	4193
O1I36	楠溪	67.26	12.47	55	0.50	0.61	0.25	3041
01R000	壽卡	127.35	15.39	55	0.56	0.38	0.44	3421
01R030	大漢山	120.32	13.75	55	0.54	0.62	0.26	3356
01R040	士文	119.19	16.72	55	0.59	0.51	0.34	2758
01R440	泗林	109.27	20.07	55	0.61	0.60	0.27	2576
O1R45	新豐(1)	110.22	19.99	55	0.64	0.71	0.19	2852

表 6-6 全延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
O1R62	新庄國小	96.35	30.33	55	0.70	0.62	0.26	2405
O1S69	神山	87.91	8.72	55	0.44	0.75	0.16	3073
467410	臺南	82.67	23.84	55	0.64	0.66	0.22	1834
467420	永康	89.17	24.92	55	0.66	0.64	0.23	1915
467441	高雄	113.66	27.29	55	0.70	0.63	0.23	2066
467590	恆春	143.79	22.80	55	0.67	0.37	0.43	2061
C0O810	曾文	120.74	10.69	55	0.49	0.41	0.40	2751
C0O830	北寮	101.07	15.33	55	0.55	0.44	0.39	2539
C0O840	王爺宮	108.07	17.12	55	0.59	0.41	0.41	2062
C0O860	大內	95.90	17.04	55	0.58	0.55	0.30	2030
C0O900	善化	90.92	23.38	55	0.65	0.52	0.33	1728
C0O930	玉井	102.32	12.94	55	0.53	0.48	0.36	2355
C0O950	安南	97.99	24.86	55	0.68	0.53	0.33	1617
C0O960	崎頂	101.40	20.22	55	0.63	0.58	0.28	2138
C0O970	虎頭埤	驗證站						
C0O980	新市	91.92	19.79	55	0.62	0.59	0.28	1902
C0O990	媽廟	107.08	22.91	55	0.66	0.58	0.28	1933
C0X080	佳里	99.35	26.87	55	0.69	0.44	0.39	1411
C0X100	臺南市北區	97.00	20.28	55	0.62	0.53	0.33	1802
C0X110	臺南市南區	91.07	33.20	55	0.72	0.67	0.22	1819
C0X120	麻豆	83.73	12.01	55	0.51	0.55	0.31	1648
C0X130	官田	99.18	16.01	55	0.58	0.49	0.35	1783
C0X140	西港	97.77	16.11	55	0.57	0.51	0.34	1709
C0X150	安定	76.59	18.98	55	0.57	0.57	0.29	1718
C0X160	仁德	94.99	38.03	55	0.73	0.63	0.24	1896
C0X170	關廟	110.68	23.68	55	0.66	0.62	0.25	2059
C0X180	山上	105.33	17.79	55	0.58	0.46	0.38	2134
C0X190	安平	89.58	29.61	55	0.68	0.60	0.26	1542
C0X200	左鎮	89.44	18.40	55	0.60	0.55	0.30	2143
C1N001	沙崙	91.39	21.48	55	0.63	0.61	0.26	1851
C1O850	環湖	103.83	16.19	55	0.57	0.50	0.34	2172
C1O870	大棟山	107.12	15.50	55	0.58	0.51	0.34	3001
C1O880	關山	98.68	12.77	55	0.53	0.50	0.34	2788
C1O921	楠西	115.24	13.90	55	0.55	0.43	0.39	2449
C1X040	東原	100.57	12.69	55	0.52	0.49	0.36	2229
C0V250	甲仙	115.09	10.04	55	0.47	0.39	0.43	2935
C0V260	月眉	95.06	13.18	55	0.52	0.57	0.29	2716
C0V310	美濃	驗證站						
C0V350	溪埔	113.26	15.71	55	0.58	0.50	0.35	2165
C0V360	內門	100.10	15.94	55	0.56	0.51	0.34	2362
C0V370	古亭坑	97.37	18.21	55	0.60	0.61	0.27	2135
C0V400	阿公店	99.06	17.90	55	0.60	0.59	0.28	1936
C0V440	鳳山	104.93	17.82	55	0.59	0.52	0.33	2097
C0V450	鳳森	89.12	22.15	55	0.63	0.65	0.23	2037
C0V490	新興	98.94	23.76	55	0.66	0.67	0.21	1948
C0V530	阿蓮	97.88	23.25	55	0.66	0.69	0.20	2105
C0V610	梓官	97.30	24.61	55	0.69	0.59	0.27	1633
C0V620	永安	93.86	21.73	55	0.66	0.62	0.25	1636
C0V630	茄萣	94.17	25.88	55	0.68	0.59	0.27	1640
C0V640	湖內	80.80	24.91	55	0.66	0.65	0.23	1542
C0V650	彌陀	112.81	27.49	55	0.71	0.56	0.29	1678

表 6-6 全延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0V660	岡山	95.84	29.97	55	0.72	0.76	0.14	2027
C0V680	仁武	128.70	43.82	55	0.81	0.53	0.33	1916
C0V690	鼓山	85.61	35.05	55	0.73	0.59	0.27	1461
C0V700	三民	97.10	32.25	55	0.73	0.70	0.19	1960
C0V710	苓雅	108.57	42.65	55	0.79	0.67	0.21	1998
C0V720	林園	121.53	51.34	55	0.83	0.67	0.22	1833
C0V730	大寮	136.08	49.12	55	0.83	0.59	0.28	2092
C0V740	旗山	90.26	15.16	55	0.55	0.54	0.31	1946
C0V750	路竹	106.38	42.05	55	0.77	0.59	0.27	1882
C0V760	橋頭	100.16	27.04	55	0.69	0.59	0.28	1918
C0V770	大社	100.38	19.77	55	0.61	0.54	0.31	1857
C0V790	萬山	88.47	22.12	55	0.66	0.82	0.11	2523
C0V800	六龜	104.83	9.39	55	0.45	0.61	0.26	3062
C1V160	達卡努瓦	101.86	10.86	55	0.49	0.47	0.37	3068
C1V170	排雲	51.53	6.82	55	0.38	0.60	0.27	2832
C1V190	南天池	95.34	6.09	55	0.37	0.42	0.41	3730
C1V200	梅山	91.62	6.48	55	0.39	0.40	0.42	2604
C1V220	小關山	110.53	8.56	55	0.44	0.39	0.43	3311
C1V231	高中	92.89	7.25	55	0.40	0.48	0.36	2955
C1V300	御油山	116.70	8.39	55	0.44	0.55	0.31	3934
C1V340	大津	110.78	17.74	55	0.60	0.62	0.26	3033
C1V390	尖山	113.48	26.24	55	0.68	0.51	0.34	2052
C1V570	吉東	94.48	17.41	55	0.59	0.63	0.25	2099
C1V580	溪南 (特生中心)	99.28	10.42	55	0.48	0.67	0.22	3512
C1V590	新發	97.99	6.09	55	0.37	0.53	0.32	2788
C1V600	藤枝	101.40	7.47	55	0.42	0.63	0.25	3263
C1V780	多納林道	131.34	7.43	55	0.41	0.47	0.36	3522
C0R100	尾寮山	121.23	8.53	55	0.44	0.55	0.31	3773
C0R130	阿禮	81.44	11.11	55	0.49	0.54	0.32	2670
C0R140	瑪家	驗證站						
C0R150	三地門	121.78	14.66	55	0.56	0.48	0.36	2856
C0R160	鹽埔	126.41	21.64	55	0.64	0.44	0.39	2421
C0R170	屏東	113.08	18.04	55	0.60	0.49	0.35	2203
C0R190	赤山	110.90	19.80	55	0.62	0.56	0.30	2809
C0R220	潮州	112.66	23.95	55	0.67	0.53	0.32	2173
C0R240	來義	133.16	21.47	55	0.64	0.50	0.34	3027
C0R260	春日	117.45	24.82	55	0.67	0.47	0.36	2301
C0R270	琉球嶼	104.20	26.07	55	0.68	0.49	0.35	1588
C0R280	檳榔	106.15	18.79	55	0.61	0.54	0.31	2963
C0R320	車城	135.33	25.18	55	0.69	0.41	0.41	1854
C0R341	牡丹	104.75	13.67	55	0.55	0.51	0.35	2694
C0R350	貓鼻頭	135.86	23.66	55	0.67	0.40	0.41	1810
C0R440	大漢山	131.39	12.15	55	0.53	0.53	0.31	3564
C0R470	高樹	92.78	23.32	55	0.65	0.72	0.18	2592
C0R480	長治	103.58	34.13	55	0.73	0.60	0.27	2383
C0R490	九如	86.15	23.35	55	0.66	0.71	0.19	2193
C0R520	崁頂	93.45	40.19	55	0.77	0.68	0.21	1844
C0R540	佳冬	162.27	28.32	55	0.69	0.15	0.62	1826
C0R550	新埤	173.33	33.80	55	0.75	0.20	0.58	2155
C0R560	新園	103.30	27.83	55	0.70	0.67	0.22	2206

表 6-6 全延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0R570	麟洛	85.26	23.18	55	0.65	0.66	0.23	1963
C0R580	南州	145.47	44.62	55	0.81	0.34	0.47	1771
C0R590	里港	85.04	19.62	55	0.63	0.72	0.19	1814
C0R600	舊泰武	135.58	37.05	55	0.76	0.63	0.25	3171
C1R110	口社	110.11	19.24	55	0.62	0.65	0.23	2965
C1R120	上德文	120.19	8.41	55	0.44	0.61	0.26	3587
C1R250	力里	129.19	21.61	55	0.65	0.48	0.36	2589
C1R290	石門山	84.72	32.37	55	0.72	0.70	0.19	2136
C1R610	西大武山	107.93	5.44	55	0.35	0.71	0.18	5077
88O950	羌黃坑	106.16	13.65	55	0.55	0.54	0.31	2450
88V560	集來	98.02	15.78	55	0.56	0.61	0.26	2879
88R460	來義	108.71	17.96	55	0.59	0.61	0.25	3118

資料來源：本計畫分析彙整

表 6-7 區域化全延時降雨強度公式與相關性

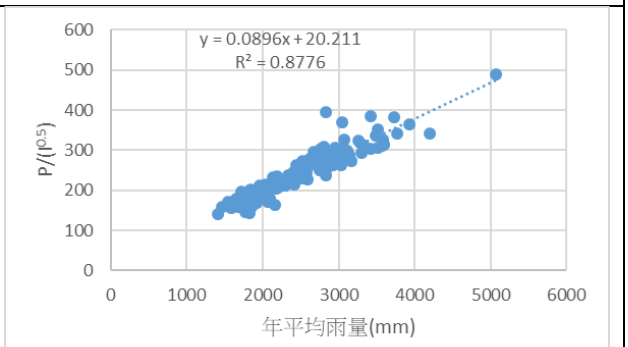
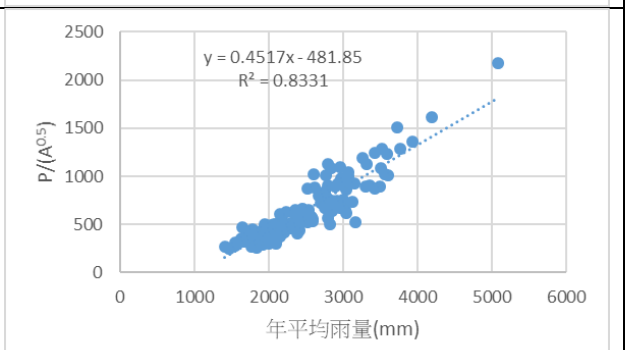
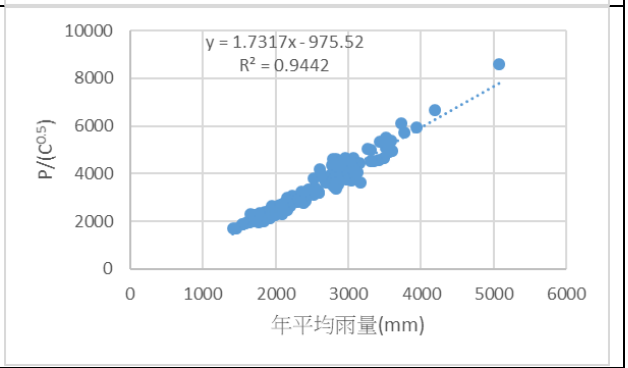
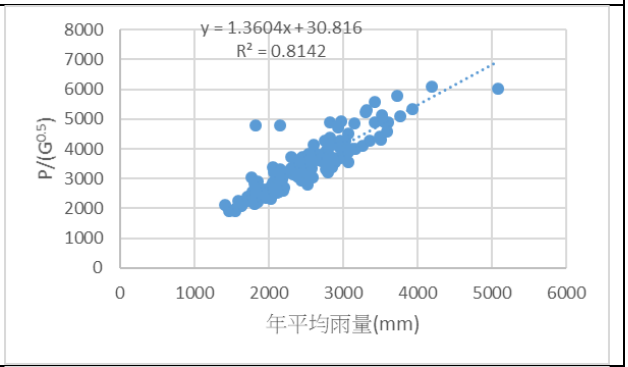
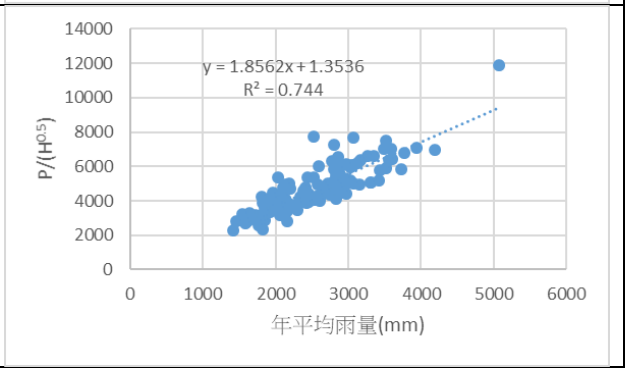
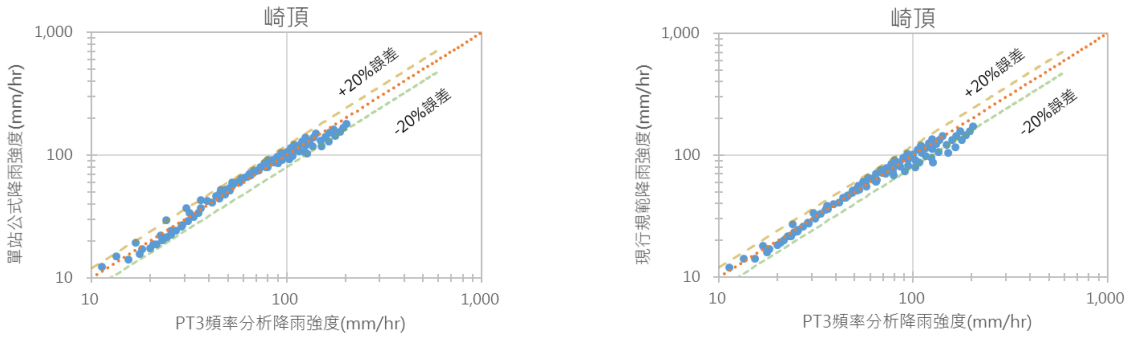
參數C_f	相關性 R^2	參數與年平均雨量之關係圖
$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{20.21 + 0.09P}\right)^2$	0.88	
$A = \left(\frac{P}{-481.85 + 0.452P}\right)^2$	0.83	
$C = \left(\frac{P}{-975.52 + 1.73P}\right)^2$	0.94	

表 6-7 區域化全延時降雨強度公式與相關性

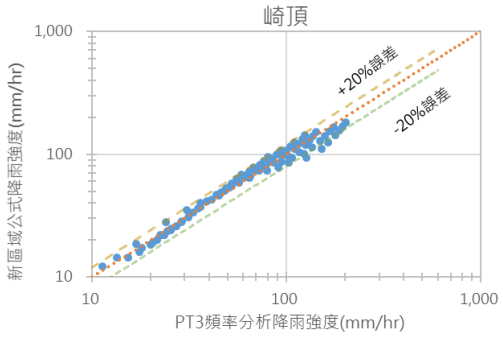
參數C_f	相關性 R^2	參數與年平均雨量之關係圖
$G=\left(\frac{P}{30.82+1.36P}\right)^2$	0.81	
$H=\left(\frac{P}{1.35+1.86P}\right)^2$	0.74	

根據區域化推估結果檢視各測站採用區域化全延時公式之表現，分別比較各測站以單站公式、水土保持技術規範第十六條公式(簡稱，現行規範公式)、新推導之區域化公式(簡稱，新區域公式)之表現，比較此三種公式在不同重現期、降雨延時下的降雨強度對應測站 PT3 所推估之降雨強度。以水利署崎頂(01N860)為例，其比較成果如圖 6-7 所示：



(a)單站公式

(b)現行規範公式



(c)新區域公式

圖 6-7 崎頂(01N860)全延時推估比較

在全延時的分析中，以崎頂(01N860)為例，可以發現單站公式與區域化公式相較於現行規範公式，其表現均相當接近，且多數估算結果皆在±20%誤差範圍內。

而驗證站王爺宮(01O750)、阿蓮(2)(01P500)、三地門(01Q930)、虎頭埤(C0O970)、美濃(C0V310)、瑪家(C0R140)等六站的表現如圖 6-8 所示。驗證站的單站公式結果仍為最佳，進一步比較區域化公式之成果，美濃與瑪家等二站的表現上，區域化公式較現行規範公式佳。檢視各測站的整體誤差表現，如圖 6-9，各測站單站公式的表現相當良好，現行規範與新區域公式之成果，其誤差程度則相差不大。

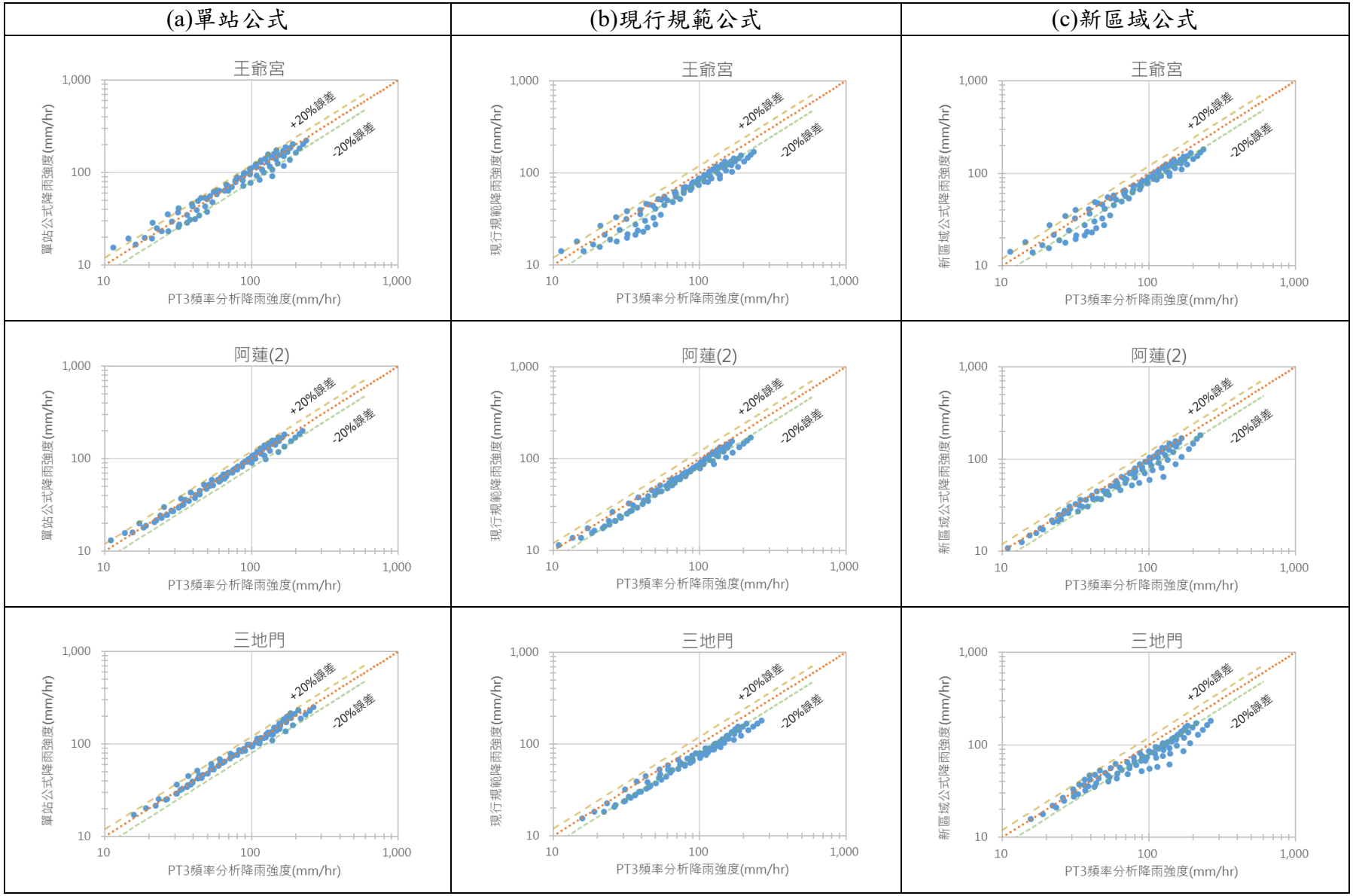


圖 6-8 全延時驗證站之比較

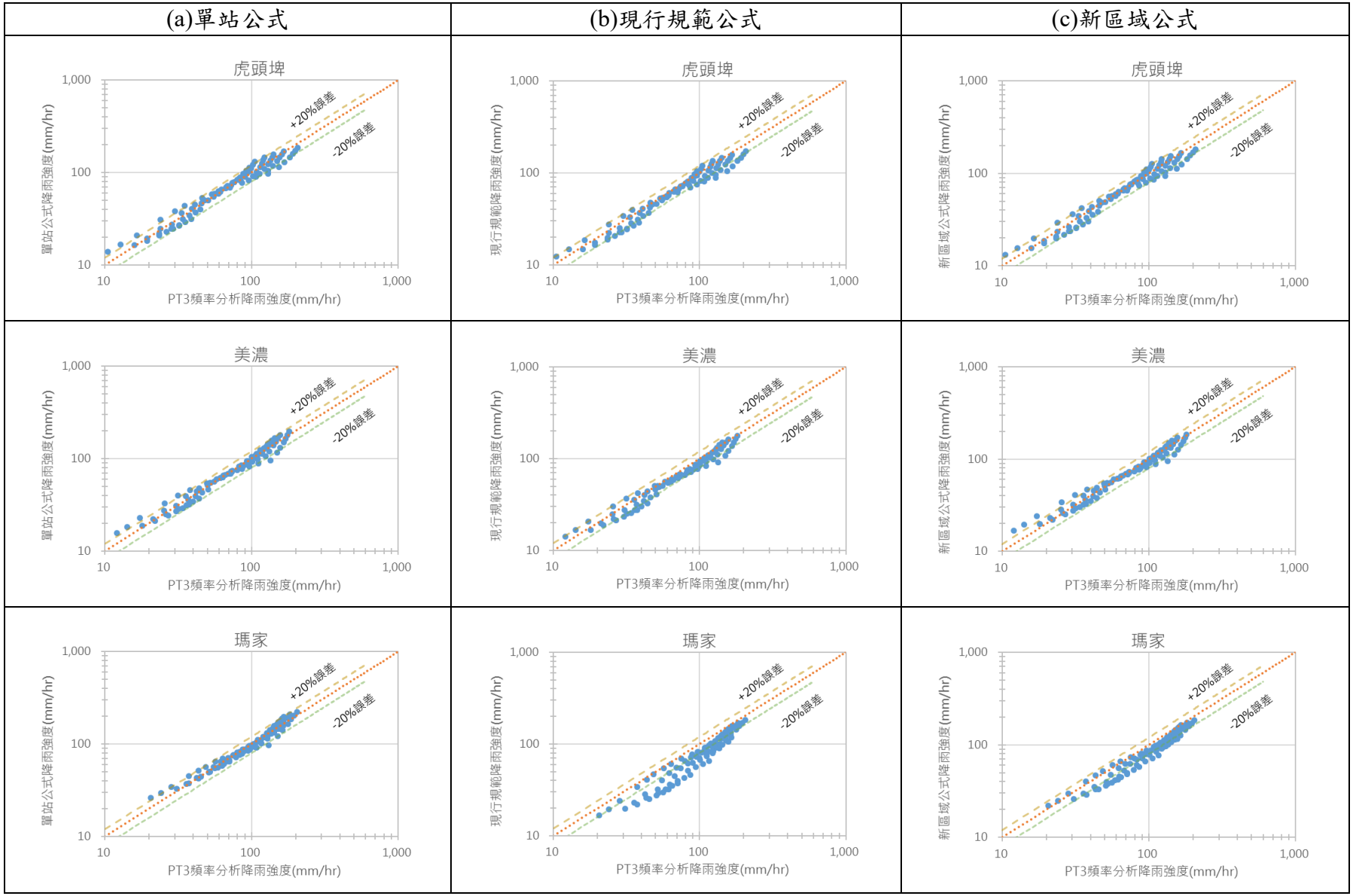
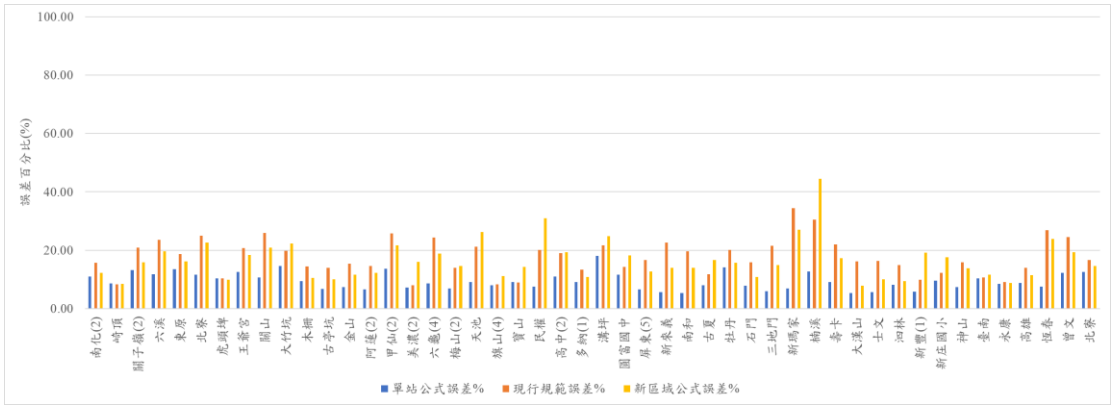
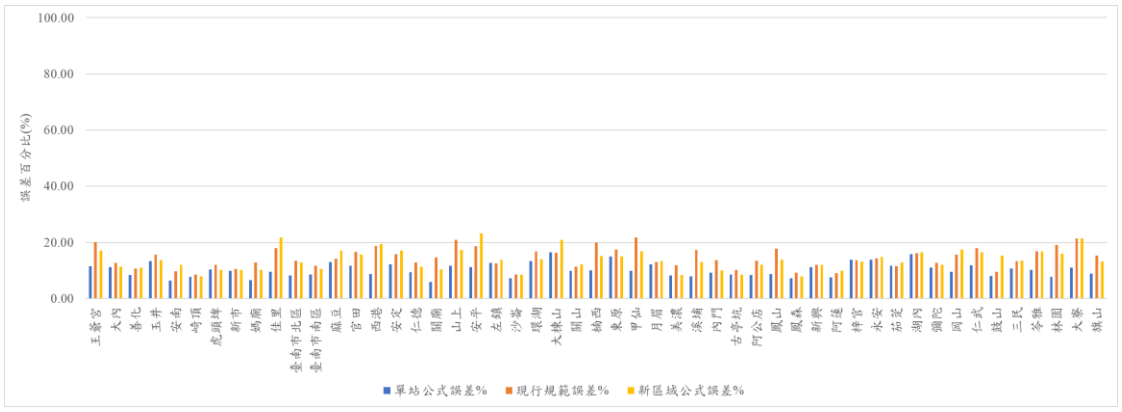


圖 6-8 全延時驗證站之比較(續)





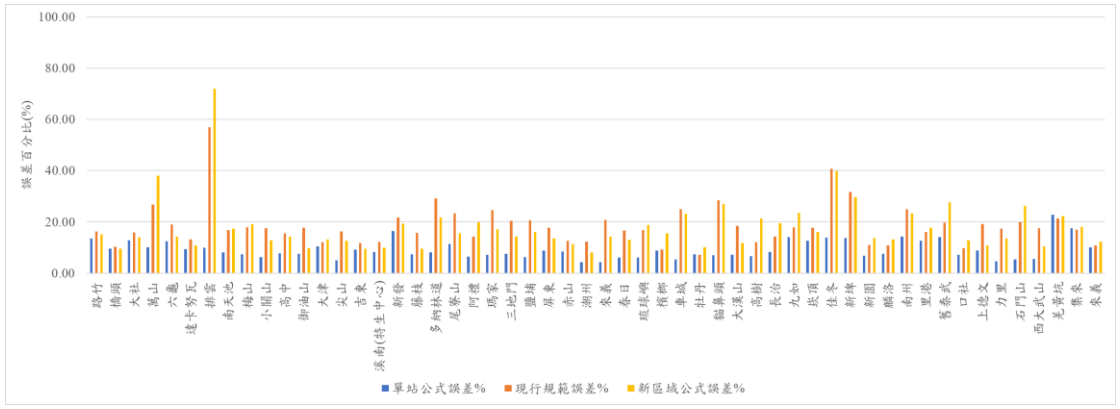
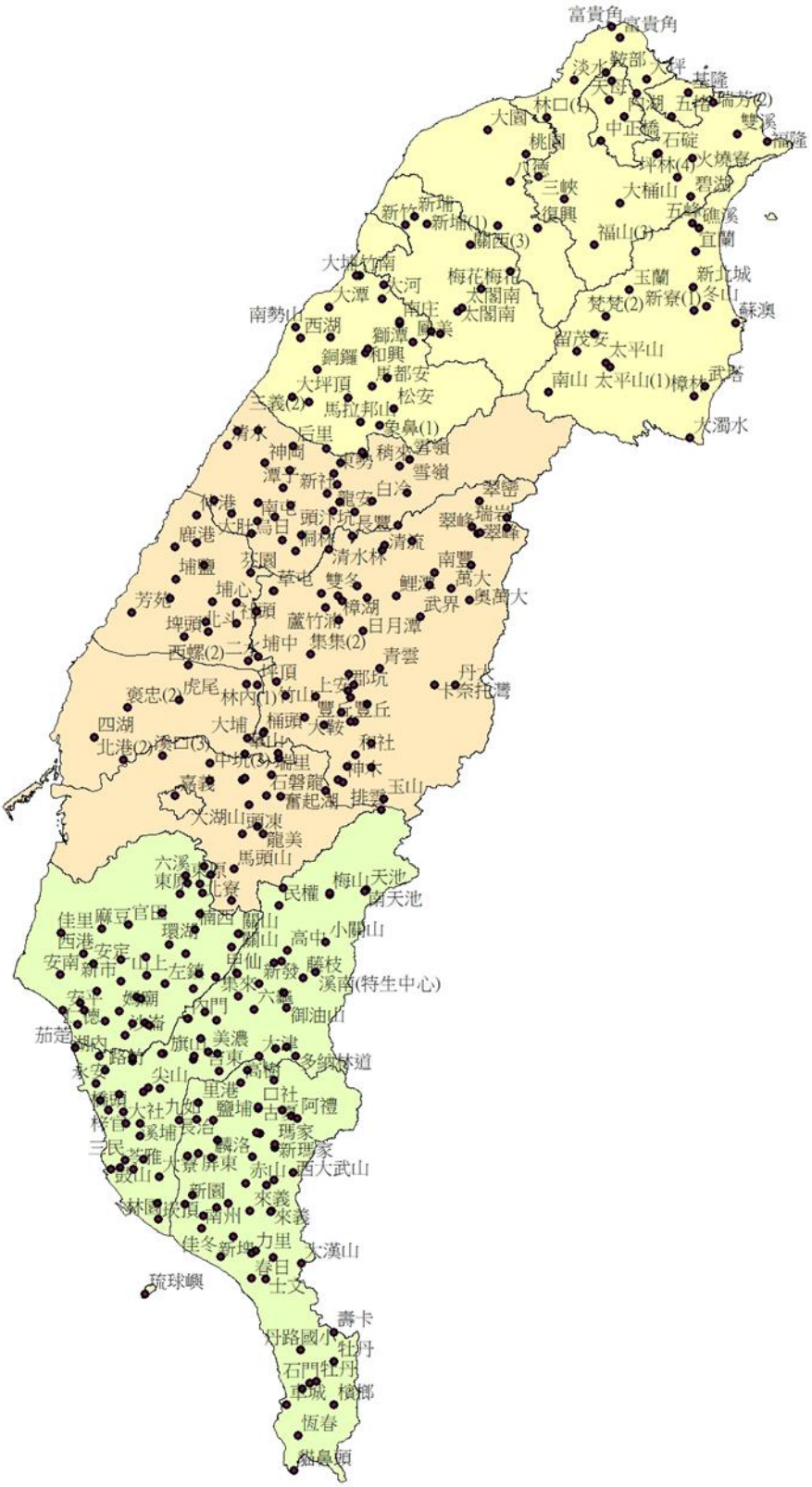


圖 6-9 各測站全延時公式整體誤差

四、結合臺灣北部、中部與南部地區之區域化降雨強度公式

本計畫加入農業部農村發展及水土保持署 2022 年度「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」之北部地區測站參數資料，以及 2023 年度「建立臺灣中部地區區域無因次降與強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」之中部地區測站參數資料，嘗試整合南部、中部與北部地區之測站資料，進行區域化無因次強度公式之建立，以進一步探討跨區整合後之區域化公式成效並瞭解其適用性。

北部地區水利署測站之參數資料為沿用 2022 年度之分析成果，而北部及中部地區氣象署測站、中部地區水利署測站及中部地區水保署測站則係沿用 2023 度之分析成果，測站分布如圖 6-10 所示。茲將北部、中部地區各測站短延時、長延時與全延時降雨強度公式係數分別彙整如表 6-8~表 6-13。而結合北部、中部與南部地區之區域化(後續簡稱跨區域化)參數推估結果如表 6-14~表 6-16，其中參數 B=55。



資料來源：本計畫繪製

圖 6-10北部、中部與南部地區測站分布

表 6-8 北部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
466900	淡水	108.53	196.22	55	1.11	0.42	0.39	2110
466910	鞍部	105.95	93.11	55	0.95	0.61	0.26	4768
466930	竹子湖	99.74	51.64	55	0.83	0.68	0.20	4268
466940	基隆	105.58	20.94	55	0.64	0.57	0.28	3690
467060	蘇澳	99.28	84.30	55	0.93	0.63	0.24	4468
467080	宜蘭	157.67	409.94	55	1.26	0.14	0.61	2785
467571	新竹	92.34	84.53	55	0.93	0.49	0.35	1670
C0A640	石碇	97.71	82.21	55	0.93	0.66	0.23	3510
C0A860	大坪	100.12	38.23	55	0.77	0.59	0.29	6264
C0A870	五指山	102.79	40.22	55	0.78	0.49	0.35	3830
C0A880	福隆	126.20	42.44	55	0.79	0.41	0.42	3513
C0A890	雙溪	105.51	67.27	55	0.88	0.46	0.38	3917
C0A920	富貴角	108.93	47.35	55	0.82	0.48	0.36	3950
C0A9C0	天母	98.62	48.74	55	0.83	0.66	0.22	2181
C0C460	復興	78.11	139.68	55	1.02	0.85	0.09	2985
C0C480	桃園	87.72	199.44	55	1.11	0.57	0.29	1932
C0C490	八德	101.44	84.30	55	0.94	0.54	0.32	2164
C0C540	大園	95.06	48.30	55	0.82	0.64	0.24	1616
C0D360	梅花	100.35	53.02	55	0.84	0.66	0.23	2797
C0E420	竹南	93.17	49.54	55	0.82	0.48	0.36	1515
C0E430	南庄	97.61	64.35	55	0.87	0.68	0.21	2595
C0U600	礁溪	97.27	77.93	55	0.92	0.54	0.32	2872
C0U650	玉蘭	99.72	53.54	55	0.83	0.61	0.26	3637
C0U710	太平山	122.05	21.47	55	0.64	0.52	0.33	4234
C1D380	新埔	84.69	275.80	55	1.18	0.48	0.35	1743
C1D400	鳥嘴山	90.20	205.25	55	1.11	0.66	0.23	3172
C1D410	白蘭	100.77	22.33	55	0.65	0.64	0.24	2737
C1D420	太閣南	98.09	96.76	55	0.96	0.49	0.35	2437
C1E480	鳳美	94.83	38.93	55	0.76	0.67	0.22	2810
00A130	石碇(2)	101.68	74.35	55	0.91	0.60	0.27	3139

表 6-8　北部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01A160	林口(1)	93.14	104.01	55	0.98	0.52	0.33	2000
01A190	碧湖	98.15	53.04	55	0.83	0.66	0.23	3562
01A200	火燒寮	96.92	106.13	55	0.98	0.61	0.26	4627
01A210	大豹	110.94	149.05	55	1.06	0.59	0.28	3302
01A220	三峽	101.33	140.59	55	1.04	0.61	0.26	2211
01A350	富貴角	100.59	88.05	55	0.94	0.47	0.36	2051
01A380	瑞芳(2)	105.18	28.32	55	0.71	0.58	0.28	4555
01A410	中正橋	113.72	87.44	55	0.95	0.61	0.26	2173
01A420	竹子湖(2)	109.22	39.40	55	0.77	0.54	0.32	4007
01A430	福山(3)	101.84	40.38	55	0.78	0.63	0.25	3291
01A440	大桶山	101.69	174.09	55	1.08	0.61	0.26	4140
01A450	坪林(4)	90.11	167.72	55	1.07	0.61	0.27	3381
01B030	五堵	101.82	46.63	55	0.81	0.58	0.28	3809
01C400	石門(3)	100.66	62.93	55	0.88	0.58	0.28	2291
01D100	太閣南	87.79	49.00	55	0.81	0.57	0.29	2240
01D110	清泉	112.32	27.74	55	0.70	0.46	0.38	2363
01D180	梅花	101.15	153.49	55	1.06	0.60	0.27	2524
01D190	鳥嘴山	96.67	101.02	55	0.97	0.62	0.26	2778
01D300	關西(3)	102.83	129.52	55	1.02	0.56	0.30	2243
01D310	新埔(1)	88.13	64.49	55	0.87	0.54	0.31	1676
01E120	大埔	108.70	101.95	55	0.97	0.62	0.25	1531
01E170	南庄(1)	94.95	212.10	55	1.12	0.61	0.27	2293
01E240	珊珠湖	93.86	34.65	55	0.75	0.65	0.23	1748
01E380	大河	85.88	223.06	55	1.14	0.66	0.23	2051
01U050	土場(1)	98.42	52.99	55	0.84	0.54	0.31	2599
01U060	梵梵(2)	110.65	37.70	55	0.76	0.41	0.41	2977
01U070	留茂安	94.89	151.77	55	1.05	0.47	0.37	2527
01U080	南山	72.43	68.66	55	0.89	0.54	0.32	2257
01U120	新寮(1)	121.92	36.83	55	0.75	0.48	0.37	4316
01U130	冬山	115.35	73.05	55	0.90	0.45	0.39	3561
01U190	新北城	106.39	48.39	55	0.82	0.48	0.36	2887
01U230	大濁水	104.96	82.94	55	0.93	0.50	0.34	2392

表 6- 8　北部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01U450	樟林	97.59	28.92	55	0.71	0.68	0.21	2830
01U460	五峰	94.22	88.68	55	0.95	0.57	0.29	2879
01U470	武塔	91.48	52.11	55	0.83	0.63	0.25	2691
01U560	太平山(1)	131.46	67.77	55	0.88	0.38	0.44	3812

資料來源：本計畫分析彙整

表 6-9 北部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
466900	淡水	77.95	44.24	55	0.73	0.53	0.33	2110
466910	鞍部	77.21	19.38	55	0.57	0.71	0.19	4768
466930	竹子湖	70.61	13.41	55	0.50	0.73	0.18	4268
466940	基隆	83.09	42.86	55	0.73	0.44	0.39	3690
467060	蘇澳	79.05	29.42	55	0.66	0.54	0.31	4468
467080	宜蘭	94.88	65.53	55	0.81	0.42	0.41	2785
467571	新竹	74.00	64.83	55	0.81	0.29	0.51	1670
C0A640	石碇	68.88	13.02	55	0.50	0.45	0.40	3510
C0A860	大坪	74.34	12.48	55	0.49	0.52	0.35	6264
C0A870	五指山	78.05	19.91	55	0.58	0.36	0.46	3830
C0A880	福隆	88.41	40.98	55	0.72	0.34	0.48	3513
C0A890	雙溪	82.49	21.82	55	0.60	0.33	0.49	3917
C0A920	富貴角	76.31	16.67	55	0.54	0.24	0.56	3950
C0A9C0	天母	68.34	13.76	55	0.51	0.48	0.37	2181
C0C460	復興	68.85	8.37	55	0.42	0.44	0.40	2985
C0C480	桃園	66.69	31.50	55	0.67	0.35	0.47	1932
C0C490	八德	66.67	33.96	55	0.68	0.30	0.52	2164
C0C540	大園	70.79	43.06	55	0.73	0.40	0.42	1616
C0D360	梅花	74.56	8.08	55	0.40	0.39	0.44	2797
C0E420	竹南	73.57	41.21	55	0.72	0.32	0.49	1515
C0E430	南庄	76.85	15.76	55	0.53	0.36	0.46	2595
C0U600	礁溪	66.78	16.63	55	0.55	0.56	0.31	2872
C0U650	玉蘭	73.32	18.14	55	0.55	0.42	0.43	3637
C0U710	太平山	103.47	6.76	55	0.37	0.38	0.43	4234

表 6-9　北部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C1D380	新埔	60.41	81.14	55	0.85	0.44	0.40	1743
C1D400	鳥嘴山	74.94	5.62	55	0.33	0.45	0.39	3172
C1D410	白蘭	88.77	7.30	55	0.38	0.29	0.51	2737
C1D420	太閣南	74.14	10.17	55	0.45	0.34	0.48	2437
C1E480	鳳美	84.91	6.95	55	0.37	0.30	0.49	2810
00A130	石碇(2)	77.38	17.86	55	0.56	0.39	0.43	3139
01A160	林口(1)	66.33	41.16	55	0.72	0.45	0.39	2000
01A190	碧湖	75.73	11.50	55	0.47	0.47	0.38	3562
01A200	火燒寮	74.64	13.42	55	0.50	0.52	0.34	4627
01A210	大豹	76.93	23.49	55	0.62	0.46	0.39	3302
01A220	三峽	71.95	27.62	55	0.65	0.40	0.44	2211
01A350	富貴角	79.77	28.59	55	0.64	0.23	0.56	2051
01A380	瑞芳(2)	78.57	28.79	55	0.65	0.46	0.39	4555
01A410	中正橋	78.95	32.35	55	0.68	0.35	0.47	2173
01A420	竹子湖(2)	79.24	7.64	55	0.39	0.50	0.36	4007
01A430	福山(3)	80.49	8.99	55	0.42	0.46	0.38	3291
01A440	大桶山	67.98	14.06	55	0.51	0.54	0.33	4140
01A450	坪林(4)	68.57	10.03	55	0.45	0.54	0.33	3381
01B030	五堵	77.20	17.58	55	0.56	0.37	0.45	3809
01C400	石門(3)	66.42	23.58	55	0.62	0.51	0.35	2291
01D100	太閣南	69.61	11.05	55	0.46	0.38	0.44	2240
01D110	清泉	95.13	9.36	55	0.43	0.25	0.54	2363
01D180	梅花	76.38	8.96	55	0.42	0.41	0.42	2524
01D190	鳥嘴山	78.88	9.00	55	0.42	0.42	0.41	2778
01D300	關西(3)	69.55	28.27	55	0.65	0.42	0.42	2243
01D310	新埔(1)	64.34	34.72	55	0.68	0.36	0.46	1676
01E120	大埔	84.22	24.34	55	0.63	0.45	0.39	1531
01E170	南庄(1)	76.43	15.05	55	0.52	0.37	0.46	2293
01E240	珊珠湖	75.09	27.21	55	0.64	0.36	0.46	1748
01E380	大河	61.62	17.63	55	0.56	0.48	0.37	2051
01U050	土場(1)	81.27	9.13	55	0.43	0.44	0.39	2599
01U060	梵梵(2)	97.21	11.51	55	0.47	0.35	0.46	2977

表 6- 9　北部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01U070	留茂安	77.06	9.20	55	0.43	0.42	0.40	2527
01U080	南山	53.25	8.76	55	0.42	0.42	0.41	2257
01U120	新寮(1)	102.06	10.55	55	0.46	0.35	0.46	4316
01U130	冬山	91.64	18.88	55	0.57	0.37	0.45	3561
01U190	新北城	82.20	24.49	55	0.62	0.35	0.46	2887
01U230	大濁水	81.49	15.85	55	0.53	0.44	0.40	2392
01U450	樟林	84.34	10.01	55	0.44	0.54	0.31	2830
01U460	五峰	66.07	16.01	55	0.54	0.45	0.40	2879
01U470	武塔	74.87	14.86	55	0.52	0.53	0.33	2691
01U560	太平山(1)	110.74	6.99	55	0.37	0.33	0.47	3812

資料來源：本計畫分析彙整

表 6-10　北部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
466900	淡水	108.53	45.90	55	0.79	0.48	0.35	2110
466910	鞍部	105.95	21.75	55	0.64	0.67	0.21	4768
466930	竹子湖	99.74	15.65	55	0.57	0.70	0.19	4268
466940	基隆	105.58	27.56	55	0.70	0.50	0.34	3690
467060	蘇澳	99.28	27.29	55	0.68	0.58	0.28	4468
467080	宜蘭	157.67	84.74	55	0.92	0.30	0.49	2785
467571	新竹	92.34	45.85	55	0.79	0.38	0.43	1670
C0A640	石碇	97.71	17.32	55	0.60	0.54	0.32	3510
C0A860	大坪	100.12	14.31	55	0.56	0.55	0.31	6264
C0A870	五指山	102.79	19.17	55	0.62	0.42	0.41	3830
C0A880	福隆	126.20	35.21	55	0.75	0.37	0.44	3513
C0A890	雙溪	105.51	23.49	55	0.65	0.38	0.44	3917
C0A920	富貴角	108.93	17.82	55	0.61	0.34	0.46	3950
C0A9C0	天母	98.62	16.78	55	0.60	0.56	0.30	2181
C0C460	復興	78.11	13.25	55	0.51	0.60	0.27	2985
C0C480	桃園	87.72	35.68	55	0.74	0.44	0.39	1932

表 6- 10　北部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0C490	八德	101.44	35.29	55	0.75	0.40	0.42	2164
C0C540	大園	95.06	34.62	55	0.75	0.50	0.34	1616
C0D360	梅花	100.35	11.20	55	0.50	0.50	0.35	2797
C0E420	竹南	93.17	32.87	55	0.73	0.39	0.43	1515
C0E430	南庄	97.61	17.97	55	0.59	0.49	0.35	2595
C0U600	礁溪	97.27	23.17	55	0.66	0.55	0.31	2872
C0U650	玉蘭	99.72	18.70	55	0.60	0.49	0.35	3637
C0U710	太平山	122.05	7.16	55	0.40	0.44	0.39	4234
C1D380	新埔	84.69	76.26	55	0.90	0.46	0.37	1743
C1D400	鳥嘴山	90.20	9.77	55	0.45	0.52	0.33	3172
C1D410	白蘭	100.77	6.95	55	0.39	0.43	0.39	2737
C1D420	太閣南	98.09	14.99	55	0.55	0.41	0.41	2437
C1E480	鳳美	94.83	7.59	55	0.40	0.45	0.38	2810
00A130	石碇(2)	101.68	20.35	55	0.62	0.48	0.36	3139
01A160	林口(1)	93.14	39.96	55	0.77	0.48	0.36	2000
01A190	碧湖	98.15	13.84	55	0.54	0.55	0.31	3562
01A200	火燒寮	96.92	17.02	55	0.58	0.56	0.30	4627
01A210	大豹	110.94	30.66	55	0.72	0.51	0.34	3302
01A220	三峽	101.33	34.57	55	0.74	0.48	0.36	2211
01A350	富貴角	100.59	26.10	55	0.67	0.33	0.48	2051
01A380	瑞芳(2)	105.18	22.46	55	0.66	0.51	0.34	4555
01A410	中正橋	113.72	33.04	55	0.74	0.46	0.38	2173
01A420	竹子湖(2)	109.22	10.96	55	0.50	0.52	0.33	4007
01A430	福山(3)	101.84	10.53	55	0.49	0.53	0.32	3291
01A440	大桶山	101.69	23.38	55	0.65	0.56	0.30	4140
01A450	坪林(4)	90.11	16.66	55	0.57	0.56	0.30	3381
01B030	五堵	101.82	18.40	55	0.61	0.46	0.37	3809
01C400	石門(3)	100.66	29.55	55	0.72	0.53	0.32	2291
01D100	太閣南	87.79	13.27	55	0.53	0.46	0.37	2240
01D110	清泉	112.32	9.57	55	0.46	0.34	0.47	2363
01D180	梅花	101.15	14.26	55	0.54	0.48	0.35	2524
01D190	鳥嘴山	96.67	11.64	55	0.49	0.50	0.35	2778

表 6- 10　北部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01D300	關西(3)	102.83	36.21	55	0.75	0.48	0.36	2243
01D310	新埔(1)	88.13	31.19	55	0.72	0.43	0.39	1676
01E120	大埔	108.70	27.28	55	0.69	0.52	0.33	1531
01E170	南庄(1)	94.95	20.19	55	0.60	0.46	0.37	2293
01E240	珊珠湖	93.86	20.95	55	0.64	0.47	0.36	1748
01E380	大河	85.88	26.62	55	0.68	0.55	0.31	2051
01U050	土場(1)	98.42	10.66	55	0.48	0.48	0.35	2599
01U060	梵梵(2)	110.65	11.77	55	0.50	0.38	0.43	2977
01U070	留茂安	94.89	12.85	55	0.51	0.43	0.39	2527
01U080	南山	72.43	11.75	55	0.51	0.47	0.36	2257
01U120	新寮(1)	121.92	11.72	55	0.50	0.40	0.42	4316
01U130	冬山	115.35	19.38	55	0.61	0.39	0.42	3561
01U190	新北城	106.39	21.75	55	0.64	0.40	0.42	2887
01U230	大濁水	104.96	18.08	55	0.59	0.47	0.37	2392
01U450	樟林	97.59	9.65	55	0.46	0.60	0.27	2830
01U460	五峰	94.22	21.07	55	0.64	0.50	0.34	2879
01U470	武塔	91.48	15.50	55	0.56	0.57	0.29	2691
01U560	太平山(1)	131.46	9.37	55	0.45	0.35	0.46	3812

資料來源：本計畫分析彙整

表 6-11 中部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01E030	橫龍山	98.44	56.49	55	0.85	0.63	0.25	2479
01E060	象鼻(1)	104.46	176.10	55	1.08	0.51	0.34	2471
01E080	松安	88.81	70.12	55	0.89	0.55	0.31	2542
01E270	大湖(1)	89.60	364.86	55	1.24	0.54	0.31	1990
01E290	三義(2)	104.76	120.79	55	1.01	0.51	0.34	1904
01E310	南勢山	95.86	73.61	55	0.90	0.54	0.31	1466
01E330	大坪頂	96.11	236.14	55	1.15	0.49	0.36	1588
01E370	和興	93.21	76.09	55	0.91	0.68	0.22	2279
01E390	大潭	92.14	116.92	55	1.00	0.49	0.35	1516
01E230	卓蘭(2)	96.46	200.16	55	1.11	0.57	0.30	1891
01F100	八仙山(1)	99.87	35.06	55	0.75	0.52	0.33	2730
01F350	頭汴坑	143.19	83.83	55	0.93	0.26	0.54	2268
01F680	雙崎(2)	97.03	89.61	55	0.94	0.63	0.25	2647
01F390	頭汴	86.22	218.28	55	1.13	0.55	0.31	1223
01G090	萬興(2)	94.09	140.54	55	1.04	0.52	0.33	1173
01G240	西螺(2)	94.07	177.75	55	1.09	0.62	0.26	1383
01J100	林內(1)	110.99	85.93	55	0.94	0.66	0.23	1981
01J930	大埔	112.05	91.53	55	0.95	0.67	0.22	2552
01J960	草嶺(2)	102.73	20.90	55	0.64	0.63	0.25	2648
01J970	褒忠(2)	100.40	38.84	55	0.77	0.51	0.33	1174
01K060	北港(2)	107.36	41.86	55	0.78	0.50	0.35	1360
01J810	小公田(2)	109.70	59.45	55	0.86	0.66	0.23	3187
01L360	大湖山	131.28	252.27	55	1.16	0.55	0.31	3363
01L390	樟腦寮(2)	127.41	40.32	55	0.78	0.62	0.26	3173
01L480	沙坑	118.56	64.45	55	0.87	0.58	0.29	2145
01L490	中坑(3)	110.10	110.32	55	0.99	0.64	0.25	2052
01L910	溪口(3)	101.14	113.88	55	1.00	0.49	0.35	1379
01M010	集集(2)	110.81	89.25	55	0.94	0.62	0.26	2343
00H710	惠蓀(2)	111.84	858.08	55	1.42	0.24	0.55	2666
00H810	桶頭(2)	116.52	62.66	55	0.87	0.67	0.22	2829

資料來源：本計畫分析彙整

表 6- 11　中部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01H210	翠巒	79.09	66.67	55	0.88	0.37	0.45	2460
01H310	望鄉	88.55	162.29	55	1.07	0.49	0.35	2509
01H390	東埔	73.03	199.26	55	1.11	0.48	0.36	1884
01H400	西巒	84.30	92.95	55	0.95	0.64	0.24	2374
01H470	六分寮	121.31	29.85	55	0.71	0.58	0.29	1781
01H590	北山(2)	114.50	444.35	55	1.28	0.38	0.44	2170
01H630	清流(1)	106.31	413.01	55	1.27	0.36	0.45	2103
01H680	內茅埔(2)	90.28	49.88	55	0.82	0.54	0.31	1791
01H720	龍神橋	102.56	110.50	55	0.99	0.51	0.35	2045
467480	嘉義	111.97	42.72	55	0.79	0.70	0.19	1791
467490	臺中	96.31	55.19	55	0.85	0.75	0.15	1749
467530	阿里山	115.27	13.02	55	0.54	0.62	0.25	3928
467550	玉山	73.40	118.00	55	1.00	0.39	0.42	2936
467650	日月潭	96.74	33.83	55	0.74	0.70	0.19	2365
C0E610	馬都安	91.28	116.18	55	1.00	0.58	0.29	2168
C0E750	苗栗	94.61	39.32	55	0.78	0.47	0.38	1616
C0E780	銅鑼	94.56	23.15	55	0.66	0.57	0.30	1694
C0E810	西湖	107.43	38.49	55	0.78	0.59	0.27	1427
C0E820	獅潭	87.59	57.16	55	0.85	0.73	0.17	2068
C0F000	大肚	99.27	148.10	55	1.05	0.63	0.24	1528
C0F850	東勢	88.91	156.69	55	1.05	0.66	0.23	2286
C0F930	大甲	89.94	144.90	55	1.05	0.63	0.25	1435
C0F970	大坑	116.08	72.88	55	0.90	0.48	0.37	2019
C0F9A0	中竹林	118.80	54.97	55	0.84	0.60	0.28	2272
C0F9I0	神岡	77.59	259.69	55	1.16	0.77	0.14	1639
C0F9K0	大安	101.02	51.37	55	0.84	0.42	0.41	1242
C0F9L0	后里	81.94	223.69	55	1.13	0.67	0.22	1655
C0F9M0	豐原	91.39	335.00	55	1.21	0.62	0.26	1830
C0F9N0	大里	97.09	86.06	55	0.93	0.71	0.19	1757
C0F9O0	潭子	104.08	68.32	55	0.90	0.65	0.24	1807
C0F9P0	清水	74.24	145.17	55	1.04	0.69	0.20	1165

表 6- 11　中部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0F9R0	龍井	74.79	327.11	55	1.21	0.67	0.22	1310
C0F9S0	烏日	84.05	287.42	55	1.18	0.70	0.20	1504
C0F9T0	西屯	77.45	950.06	55	1.44	0.65	0.24	1498
C0F9U0	南屯	75.82	229.67	55	1.13	0.70	0.20	1536
C0F9V0	新社	105.95	29.50	55	0.71	0.66	0.23	2380
C0G620	芬園	108.13	82.89	55	0.93	0.57	0.29	1487
C0G640	鹿港	78.19	214.89	55	1.13	0.61	0.26	1207
C0G650	員林	94.27	100.91	55	0.97	0.61	0.27	1497
C0G780	秀水	112.93	43.33	55	0.79	0.45	0.39	1275
C0G800	埔鹽	78.13	184.25	55	1.10	0.55	0.32	1199
C0G810	埔心	97.22	321.71	55	1.21	0.53	0.33	1431
C0G820	田尾	89.05	62.57	55	0.87	0.73	0.18	1460
C0G830	埤頭	88.92	87.06	55	0.95	0.64	0.24	1306
C0G840	北斗	98.53	35.21	55	0.75	0.56	0.31	1491
C0G860	社頭	117.79	19.07	55	0.62	0.60	0.27	1660
C0G870	芳苑	99.30	136.64	55	1.04	0.47	0.37	1272
C0G880	二水	125.38	69.98	55	0.90	0.51	0.34	1851
C0G890	伸港	72.76	103.26	55	0.98	0.74	0.17	1185
C0H960	草屯	94.81	120.57	55	1.00	0.62	0.26	1666
C0H990	昆陽	43.76	375.09	55	1.24	0.63	0.25	2194
C0H9A0	神木村	98.64	24.26	55	0.67	0.60	0.26	3138
C0H9C0	合歡山	64.68	333.04	55	1.22	0.50	0.35	3794
C0I010	廬山	71.07	128.69	55	1.03	0.60	0.27	2580
C0I090	鳳凰	125.36	75.93	55	0.91	0.54	0.32	2699
C0I110	竹山	94.37	116.68	55	1.00	0.66	0.23	2122
C0K240	草嶺	98.06	100.75	55	0.97	0.57	0.30	2645
C0K280	四湖	84.84	110.50	55	0.98	0.63	0.24	1269
C0K330	虎尾	111.45	45.19	55	0.81	0.65	0.23	1526
C0M410	馬頭山	114.10	28.10	55	0.70	0.58	0.28	2834
C0M530	奮起湖	125.56	8.12	55	0.44	0.68	0.21	3699
C1E711	馬拉邦山	99.06	207.60	55	1.12	0.64	0.24	2544

表 6- 11　中部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C1F871	上谷關	101.31	26.15	55	0.69	0.52	0.33	2881
C1F891	稍來	104.50	37.92	55	0.76	0.52	0.33	3686
C1F911	新伯公	97.44	98.80	55	0.96	0.72	0.18	2508
C1F941	雪嶺	111.30	32.96	55	0.74	0.44	0.39	3799
C1F9B1	桐林	120.01	91.68	55	0.95	0.58	0.29	2057
C1F9C1	白冷	111.79	22.07	55	0.65	0.47	0.38	2661
C1F9D1	白毛台	117.21	41.68	55	0.78	0.52	0.33	2670
C1F9E1	龍安	116.29	47.75	55	0.81	0.60	0.28	2639
C1F9F1	伯公龍	102.84	57.82	55	0.85	0.60	0.28	2138
C1F9G1	慶福山	101.58	25.39	55	0.68	0.60	0.28	2289
C1F9J1	清水林	109.56	34.91	55	0.75	0.67	0.23	2573
C1H000	翠峰	64.53	154.95	55	1.06	0.61	0.27	2966
C1H860	瑞岩	70.44	135.95	55	1.04	0.57	0.30	2610
C1H920	長豐	98.57	93.79	55	0.96	0.47	0.36	2142
C1H941	雙冬	97.40	100.76	55	0.96	0.66	0.24	2240
C1I020	萬大	84.28	36.88	55	0.76	0.57	0.29	2410
C1I030	武界	88.17	53.07	55	0.84	0.65	0.24	2465
C1I050	丹大	55.88	286.33	55	1.18	0.52	0.33	1625
C1I070	和社	86.69	26.55	55	0.69	0.48	0.36	1910
C1I101	溪頭	76.75	99.57	55	0.97	0.62	0.26	2439
C1I121	大鞍	99.45	73.31	55	0.91	0.67	0.22	2338
C1I140	卡奈托灣	83.86	47.16	55	0.81	0.49	0.36	1799
C1I150	青雲	101.84	28.77	55	0.71	0.60	0.27	2128
C1I201	中心崙	107.21	153.10	55	1.06	0.66	0.23	2757
C1I211	蘆竹湳	118.66	69.92	55	0.89	0.66	0.23	2762
C1I220	樟湖	111.67	32.08	55	0.73	0.66	0.23	3014
C1I230	九份二山	125.79	58.58	55	0.86	0.60	0.27	2789
C1I240	外大坪	96.46	166.51	55	1.08	0.57	0.30	2365
C1I250	鯉潭	89.81	139.85	55	1.04	0.65	0.23	2483
C1I280	埔中	104.41	106.76	55	0.99	0.67	0.23	2028
C1I290	豐丘	88.30	84.68	55	0.93	0.63	0.25	2067

表 6- 11　中部地區各站短延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C1I310	西巒	94.46	63.64	55	0.87	0.61	0.27	2348
C1I320	奧萬大	75.37	30.90	55	0.72	0.65	0.23	2619
C1I330	楓樹林	99.23	28.94	55	0.71	0.64	0.25	2801
C1I340	新興橋	91.48	20.96	55	0.64	0.45	0.38	2378
C1M390	龍美	89.73	47.36	55	0.81	0.72	0.18	3164
C1M400	菜瓜坪	107.20	31.15	55	0.72	0.61	0.26	2828
C1M480	獨立山	105.09	56.94	55	0.85	0.69	0.22	3135
C1M600	頭凍	101.92	120.73	55	1.01	0.75	0.17	3653
C1M610	石磐龍	125.30	13.85	55	0.55	0.66	0.23	3670
C1M620	瑞里	98.12	18.95	55	0.61	0.75	0.16	3014
88H890	南豐	92.12	33.04	55	0.73	0.51	0.34	2390
SWC010	白布帆	106.68	216.89	55	1.13	0.35	0.48	2228
SWC020	九份二山	110.54	48.47	55	0.82	0.66	0.24	2384
SWC030	神木	74.80	31.78	55	0.72	0.64	0.24	2315
SWC040	上安	101.93	16.38	55	0.59	0.70	0.21	2009
SWC050	郡坑	103.12	105.68	55	0.98	0.51	0.34	1981
SWC060	豐丘	96.58	118.63	55	1.01	0.42	0.42	1774
SWC100	華山	140.64	10.55	55	0.50	0.75	0.17	3553
SWC140	坪頂	134.76	338.07	55	1.23	0.35	0.47	2016

資料來源：本計畫分析彙整

表 6-12 中部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01E030	橫龍山	82.41	7.07	55	0.38	0.35	0.46	2479
01E060	象鼻(1)	78.05	7.84	55	0.39	0.39	0.44	2471
01E080	松安	74.10	6.58	55	0.36	0.33	0.47	2542
01E270	大湖(1)	67.75	12.29	55	0.48	0.46	0.38	1990
01E290	三義(2)	79.76	15.86	55	0.53	0.32	0.49	1904
01E310	南勢山	70.87	34.08	55	0.68	0.38	0.44	1466
01E330	大坪頂	77.38	17.30	55	0.55	0.24	0.55	1588
01E370	和興	71.02	12.44	55	0.48	0.41	0.42	2279
01E390	大潭	72.02	36.06	55	0.70	0.33	0.48	1516
01E230	卓蘭(2)	67.19	17.24	55	0.55	0.45	0.39	1891
01F100	八仙山(1)	82.09	8.75	55	0.42	0.34	0.47	2730
01F350	頭汴坑	114.07	30.57	55	0.66	0.09	0.67	2268
01F680	雙崎(2)	72.36	10.76	55	0.46	0.47	0.38	2647
01F390	頭汴	61.97	27.39	55	0.64	0.41	0.42	1223
01G090	萬興(2)	68.12	35.93	55	0.70	0.44	0.40	1173
01G240	西螺(2)	65.94	25.16	55	0.63	0.49	0.36	1383
01J100	林內(1)	76.27	36.97	55	0.71	0.51	0.35	1981
01J930	大埔	88.89	19.18	55	0.58	0.46	0.39	2552
01J960	草嶺(2)	86.38	8.13	55	0.40	0.41	0.42	2648
01J970	褒忠(2)	78.09	37.25	55	0.70	0.36	0.46	1174
01K060	北港(2)	86.04	52.95	55	0.77	0.40	0.43	1360
01J810	小公田(2)	92.43	6.86	55	0.37	0.41	0.41	3187
01L360	大湖山	102.10	6.98	55	0.38	0.38	0.44	3363
01L390	樟腦寮(2)	99.06	13.27	55	0.50	0.39	0.44	3173

資料來源：本計畫分析彙整

表 6- 12　中部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01L480	沙坑	90.19	25.66	55	0.63	0.35	0.47	2145
01L490	中坑(3)	82.84	23.90	55	0.61	0.37	0.46	2052
01L910	溪口(3)	69.02	38.67	55	0.71	0.44	0.41	1379
01M010	集集(2)	84.50	26.03	55	0.63	0.34	0.48	2343
00H710	惠蓀(2)	81.31	14.00	55	0.51	0.35	0.46	2666
00H810	桶頭(2)	86.37	13.83	55	0.51	0.48	0.37	2829
01H210	翠巒	60.78	10.99	55	0.46	0.27	0.53	2460
01H310	望鄉	71.56	9.78	55	0.44	0.38	0.44	2509
01H390	東埔	62.02	10.89	55	0.46	0.34	0.46	1884
01H400	西巒	68.27	11.28	55	0.46	0.35	0.46	2374
01H470	六分寮	90.14	34.87	55	0.69	0.38	0.45	1781
01H590	北山(2)	75.92	18.97	55	0.57	0.35	0.47	2170
01H630	清流(1)	77.91	22.23	55	0.60	0.33	0.48	2103
01H680	內茅埔(2)	75.01	14.62	55	0.51	0.32	0.48	1791
01H720	龍神橋	83.26	22.93	55	0.61	0.33	0.48	2045
467480	嘉義	86.03	24.47	55	0.62	0.41	0.41	1791
467490	臺中	77.38	36.68	55	0.71	0.48	0.35	1749
467530	阿里山	105.00	5.08	55	0.32	0.38	0.43	3928
467550	玉山	67.83	8.35	55	0.40	0.42	0.40	2936
467650	日月潭	80.96	10.25	55	0.43	0.19	0.58	2365
C0E610	馬都安	65.00	9.25	55	0.44	0.46	0.39	2168
C0E750	苗栗	66.34	17.37	55	0.56	0.25	0.56	1616
C0E780	銅鑼	71.01	12.59	55	0.50	0.20	0.59	1694
C0E810	西湖	75.50	26.95	55	0.65	0.34	0.48	1427
C0E820	獅潭	70.16	9.57	55	0.44	0.17	0.60	2068
C0F000	大肚	71.75	15.15	55	0.52	0.29	0.51	1528
C0F850	東勢	69.84	17.93	55	0.55	0.40	0.43	2286
C0F930	大甲	62.75	18.99	55	0.57	0.39	0.44	2523
C0F970	大坑	87.57	27.75	55	0.64	0.19	0.59	1435
C0F9A0	中竹林	90.26	22.75	55	0.60	0.21	0.58	2019
C0F9I0	神岡	62.28	10.84	55	0.45	0.26	0.53	2272

表 6- 12　中部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0F9K0	大安	82.70	22.91	55	0.62	0.24	0.54	1639
C0F9L0	后里	66.31	10.31	55	0.45	0.30	0.50	1242
C0F9M0	豐原	66.49	10.66	55	0.45	0.36	0.46	1655
C0F9N0	大里	74.57	21.92	55	0.59	0.24	0.56	1830
C0F9O0	潭子	68.87	18.24	55	0.56	0.32	0.50	1757
C0F9P0	清水	63.51	16.03	55	0.54	0.39	0.42	1807
C0F9R0	龍井	58.57	13.01	55	0.49	0.42	0.40	1165
C0F9S0	烏日	65.83	23.23	55	0.60	0.38	0.44	1381
C0F9T0	西屯	52.89	20.53	55	0.58	0.50	0.36	1310
C0F9U0	南屯	67.24	24.22	55	0.62	0.33	0.47	1504
C0F9V0	新社	89.80	20.37	55	0.58	0.17	0.60	1498
C0G620	芬園	81.38	31.40	55	0.67	0.34	0.47	1536
C0G640	鹿港	61.07	25.57	55	0.63	0.39	0.42	2380
C0G650	員林	66.47	40.57	55	0.72	0.52	0.34	1487
C0G780	秀水	81.61	84.05	55	0.86	0.28	0.53	1207
C0G800	埔鹽	58.76	28.53	55	0.64	0.21	0.57	1497
C0G810	埔心	66.94	29.97	55	0.65	0.38	0.45	1335
C0G820	田尾	73.88	50.54	55	0.76	0.44	0.39	1275
C0G830	埤頭	62.95	50.51	55	0.76	0.57	0.30	1199
C0G840	北斗	71.75	47.94	55	0.75	0.47	0.38	1431
C0G860	社頭	103.15	99.83	55	0.90	0.36	0.45	1460
C0G870	芳苑	60.12	41.29	55	0.72	0.56	0.32	1306
C0G880	二水	79.96	34.22	55	0.69	0.34	0.48	1491
C0G890	伸港	48.30	22.35	55	0.60	0.55	0.32	1660
C0H960	草屯	70.28	34.82	55	0.69	0.43	0.41	1272
C0H990	昆陽	35.98	9.52	55	0.43	0.52	0.33	1851
C0H9A0	神木村	91.22	7.37	55	0.38	0.33	0.46	1185
C0H9C0	合歡山	51.29	6.14	55	0.35	0.39	0.44	2199
C0I010	廬山	52.71	6.75	55	0.37	0.45	0.39	2255
C0I090	鳳凰	99.94	18.71	55	0.56	0.19	0.59	1666
C0I110	竹山	68.96	20.80	55	0.59	0.39	0.45	2194

表 6- 12　中部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0K240	草嶺	80.00	7.16	55	0.38	0.37	0.45	3138
C0K280	四湖	63.37	36.62	55	0.70	0.49	0.36	3794
C0K330	虎尾	84.10	31.89	55	0.67	0.39	0.43	2580
C0M410	馬頭山	95.07	6.60	55	0.37	0.32	0.48	1853
C0M530	奮起湖	108.94	6.13	55	0.35	0.37	0.44	2699
C1E711	馬拉邦山	64.01	7.50	55	0.40	0.45	0.40	2122
C1F871	上谷關	87.03	10.53	55	0.45	0.23	0.56	2645
C1F891	稍來	86.86	6.24	55	0.35	0.24	0.55	1252
C1F911	新伯公	77.49	20.25	55	0.58	0.35	0.46	1269
C1F941	雪嶺	85.49	7.00	55	0.38	0.34	0.48	1371
C1F9B1	桐林	87.25	26.26	55	0.63	0.24	0.56	1526
C1F9C1	白冷	99.34	20.86	55	0.59	0.27	0.52	2834
C1F9D1	白毛台	98.05	18.60	55	0.56	0.27	0.52	1543
C1F9E1	龍安	91.28	17.29	55	0.54	0.30	0.50	3699
C1F9F1	伯公龍	72.00	22.98	55	0.61	0.47	0.38	1808
C1F9G1	慶福山	84.95	37.90	55	0.70	0.34	0.47	2544
C1F9J1	清水林	88.31	14.78	55	0.52	0.24	0.55	2881
C1H000	翠峰	46.83	8.36	55	0.41	0.45	0.39	3686
C1H860	瑞岩	48.50	10.08	55	0.44	0.40	0.43	2508
C1H920	長豐	68.60	18.57	55	0.56	0.37	0.45	2057
C1H941	雙冬	82.05	33.23	55	0.68	0.29	0.51	2661
C1I020	萬大	63.51	11.40	55	0.47	0.35	0.46	2639
C1I030	武界	64.01	15.11	55	0.52	0.43	0.42	2138
C1I050	丹大	45.65	10.35	55	0.45	0.48	0.36	2289
C1I070	和社	76.95	14.03	55	0.50	0.22	0.56	2573
C1I101	溪頭	58.08	14.96	55	0.53	0.51	0.34	2966
C1I121	大鞍	69.75	15.12	55	0.52	0.34	0.48	2610
C1I140	卡奈托灣	69.61	9.95	55	0.44	0.29	0.51	2142
C1I150	青雲	79.98	21.34	55	0.59	0.27	0.53	2240
C1I201	中心崙	75.31	16.94	55	0.55	0.49	0.36	1868
C1I211	蘆竹湳	93.79	14.00	55	0.52	0.29	0.51	3387

表 6- 12　中部地區各站長延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{120}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C1I220	樟湖	93.00	12.23	55	0.49	0.26	0.54	2410
C1I230	九份二山	91.28	12.41	55	0.48	0.34	0.47	2465
C1I240	外大坪	75.56	12.84	55	0.49	0.28	0.52	1625
C1I250	鯉潭	60.63	19.61	55	0.58	0.45	0.39	1910
C1I280	埔中	64.07	16.78	55	0.54	0.45	0.40	2439
C1I290	豐丘	71.42	14.38	55	0.51	0.33	0.48	2338
C1I310	西巒	80.99	15.70	55	0.53	0.33	0.47	3052
C1I320	奧萬大	64.48	16.25	55	0.54	0.53	0.32	1799
C1I330	楓樹林	73.17	8.01	55	0.40	0.38	0.45	2128
C1I340	新興橋	83.87	8.56	55	0.41	0.24	0.54	2757
C1M390	龍美	75.16	4.97	55	0.31	0.51	0.33	2762
C1M400	菜瓜坪	92.57	10.17	55	0.45	0.30	0.50	3014
C1M480	獨立山	84.22	7.97	55	0.40	0.39	0.43	2789
C1M600	頭凍	76.48	5.62	55	0.33	0.53	0.32	2365
C1M610	石磐龍	112.05	5.46	55	0.33	0.33	0.48	2483
C1M620	瑞里	86.96	8.68	55	0.42	0.47	0.36	2028
88H890	南豐	83.78	15.59	55	0.52	0.21	0.57	2390
SWC010	白布帆	75.82	20.18	55	0.58	0.26	0.55	2228
SWC020	九份二山	91.21	13.70	55	0.49	0.20	0.58	2384
SWC030	神木	71.18	11.37	55	0.48	0.42	0.41	2315
SWC040	上安	82.83	14.63	55	0.51	0.25	0.55	2009
SWC050	郡坑	88.31	15.00	55	0.52	0.17	0.60	1981
SWC060	豐丘	57.26	11.72	55	0.47	0.39	0.45	1774
SWC100	華山	109.97	23.74	55	0.61	0.46	0.38	3553
SWC140	坪頂	88.80	24.96	55	0.62	0.34	0.49	2016

資料來源：本計畫分析彙整

表 6-13 中部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01E030	橫龍山	98.44	8.91	55	0.44	0.47	0.37	2479
01E060	象鼻(1)	104.46	13.47	55	0.52	0.43	0.40	2471
01E080	松安	88.81	8.79	55	0.44	0.41	0.41	2542
01E270	大湖(1)	89.60	20.63	55	0.61	0.48	0.36	1990
01E290	三義(2)	104.76	20.20	55	0.62	0.39	0.42	1904
01E310	南勢山	95.86	31.10	55	0.71	0.45	0.38	1466
01E330	大坪頂	96.11	22.90	55	0.63	0.34	0.47	1588
01E370	和興	93.21	14.83	55	0.55	0.51	0.33	2279
01E390	大潭	92.14	33.64	55	0.73	0.40	0.42	1516
01E230	卓蘭(2)	96.46	26.54	55	0.67	0.49	0.35	1891
01F100	八仙山(1)	99.87	10.12	55	0.48	0.41	0.41	2730
01F350	頭汴坑	143.19	29.13	55	0.70	0.17	0.61	2268
01F680	雙崎(2)	97.03	16.01	55	0.57	0.53	0.32	2647
01F390	頭汴	86.22	33.91	55	0.73	0.46	0.37	1223
01G090	萬興(2)	94.09	37.95	55	0.76	0.47	0.36	1173
01G240	西螺(2)	94.07	34.03	55	0.73	0.54	0.32	1383
01J100	林內(1)	110.99	39.49	55	0.78	0.57	0.30	1981
01J930	大埔	112.05	22.10	55	0.64	0.55	0.31	2552
01J960	草嶺(2)	102.73	8.16	55	0.43	0.50	0.34	2648
01J970	褒忠(2)	100.40	30.32	55	0.71	0.43	0.39	1174
01K060	北港(2)	107.36	39.73	55	0.77	0.45	0.38	1360
01J810	小公田(2)	109.70	9.28	55	0.45	0.52	0.33	3187
01L360	大湖山	131.28	13.60	55	0.53	0.44	0.39	3363
01L390	樟腦寮(2)	127.41	14.87	55	0.56	0.49	0.36	3173
01L480	沙坑	118.56	25.69	55	0.67	0.45	0.39	2145

資料來源：本計畫分析彙整

表 6- 13　中部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
01L490	中坑(3)	110.10	25.28	55	0.67	0.48	0.36	2052
01L910	溪口(3)	101.14	41.36	55	0.78	0.46	0.37	1379
01M010	集集(2)	110.81	26.08	55	0.67	0.45	0.39	2343
00H710	惠蓀(2)	111.84	27.65	55	0.67	0.30	0.50	2666
00H810	桶頭(2)	116.52	16.53	55	0.58	0.55	0.31	2829
01H210	翠巒	79.09	14.59	55	0.55	0.31	0.49	2460
01H310	望鄉	88.55	13.37	55	0.52	0.42	0.40	2509
01H390	東埔	73.03	14.95	55	0.54	0.40	0.42	1884
01H400	西巒	84.30	13.16	55	0.52	0.47	0.36	2374
01H470	六分寮	121.31	29.72	55	0.72	0.46	0.37	1781
01H590	北山(2)	114.50	32.85	55	0.72	0.35	0.46	2170
01H630	清流(1)	106.31	31.35	55	0.70	0.34	0.46	2103
01H680	內茅埔(2)	90.28	13.40	55	0.53	0.41	0.41	1791
01H720	龍神橋	102.56	23.95	55	0.65	0.40	0.42	2045
467480	嘉義	111.97	21.21	55	0.64	0.53	0.31	1791
467490	臺中	96.31	30.08	55	0.71	0.59	0.27	1749
467530	阿里山	115.27	5.19	55	0.34	0.48	0.35	3928
467550	玉山	73.40	9.80	55	0.44	0.40	0.41	2936
467650	日月潭	96.74	8.59	55	0.43	0.40	0.41	2365
C0E610	馬都安	91.28	16.96	55	0.59	0.50	0.35	2168
C0E750	苗栗	94.61	20.57	55	0.65	0.34	0.47	1616
C0E780	銅鑼	94.56	14.63	55	0.57	0.35	0.46	1694
C0E810	西湖	107.43	26.67	55	0.70	0.44	0.39	1427
C0E820	獅潭	87.59	10.96	55	0.49	0.40	0.43	2068
C0F000	大肚	99.27	20.29	55	0.62	0.42	0.40	1528
C0F850	東勢	88.91	22.21	55	0.63	0.50	0.35	2286
C0F930	大甲	89.94	24.61	55	0.67	0.48	0.36	1435
C0F970	大坑	116.08	27.22	55	0.68	0.31	0.49	2019
C0F9A0	中竹林	118.80	19.88	55	0.62	0.36	0.45	2272
C0F9I0	神岡	77.59	14.75	55	0.53	0.46	0.38	1639
C0F9K0	大安	101.02	21.51	55	0.65	0.32	0.48	1242

表 6- 13　中部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0F9L0	后里	81.94	16.07	55	0.55	0.44	0.39	1655
C0F9M0	豐原	91.39	20.25	55	0.60	0.45	0.38	1830
C0F9N0	大里	97.09	21.36	55	0.63	0.42	0.41	1757
C0F9O0	潭子	104.08	21.68	55	0.65	0.46	0.38	1807
C0F9P0	清水	74.24	19.61	55	0.60	0.50	0.34	1165
C0F9R0	龍井	74.79	21.63	55	0.61	0.51	0.33	1310
C0F9S0	烏日	84.05	27.70	55	0.67	0.49	0.35	1504
C0F9T0	西屯	77.45	38.15	55	0.74	0.55	0.31	1498
C0F9U0	南屯	75.82	25.37	55	0.64	0.48	0.37	1536
C0F9V0	新社	105.95	15.67	55	0.56	0.38	0.44	2380
C0G620	芬園	108.13	29.07	55	0.70	0.43	0.40	1487
C0G640	鹿港	78.19	29.45	55	0.69	0.48	0.35	1207
C0G650	員林	94.27	42.54	55	0.79	0.55	0.31	1497
C0G780	秀水	112.93	54.78	55	0.85	0.37	0.44	1275
C0G800	埔鹽	78.13	27.39	55	0.68	0.35	0.46	1199
C0G810	埔心	97.22	40.75	55	0.76	0.44	0.40	1431
C0G820	田尾	89.05	37.96	55	0.75	0.56	0.30	1460
C0G830	埤頭	88.92	42.99	55	0.79	0.60	0.26	1306
C0G840	北斗	98.53	34.12	55	0.74	0.50	0.34	1491
C0G860	社頭	117.79	49.22	55	0.82	0.48	0.36	1660
C0G870	芳苑	99.30	53.25	55	0.84	0.52	0.33	1272
C0G880	二水	125.38	37.99	55	0.77	0.41	0.41	1851
C0G890	伸港	72.76	27.94	55	0.70	0.61	0.26	1185
C0H960	草屯	94.81	36.76	55	0.74	0.50	0.34	1666
C0H990	昆陽	43.76	16.18	55	0.55	0.56	0.30	2194
C0H9A0	神木村	98.64	7.22	55	0.40	0.45	0.38	3138
C0H9C0	合歡山	64.68	11.25	55	0.48	0.44	0.40	3794
C0I010	廬山	71.07	11.33	55	0.50	0.51	0.34	2580
C0I090	鳳凰	125.36	18.34	55	0.60	0.33	0.48	2699
C0I110	竹山	94.37	26.18	55	0.67	0.50	0.36	2122
C0K240	草嶺	98.06	10.01	55	0.46	0.45	0.38	2645

表 6- 13　中部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C0K280	四湖	84.84	38.08	55	0.75	0.55	0.31	1269
C0K330	虎尾	111.45	25.92	55	0.68	0.50	0.34	1526
C0M410	馬頭山	114.10	7.66	55	0.42	0.43	0.39	2834
C0M530	奮起湖	125.56	5.74	55	0.37	0.50	0.34	3699
C1E711	馬拉邦山	99.06	17.20	55	0.59	0.52	0.33	2544
C1F871	上谷關	101.31	9.55	55	0.46	0.35	0.46	2881
C1F891	稍來	104.50	7.66	55	0.41	0.36	0.46	3686
C1F911	新伯公	97.44	20.04	55	0.61	0.50	0.35	2508
C1F941	雪嶺	111.30	8.72	55	0.45	0.38	0.44	3799
C1F9B1	桐林	120.01	26.11	55	0.68	0.38	0.44	2057
C1F9C1	白冷	111.79	15.38	55	0.56	0.36	0.45	2661
C1F9D1	白毛台	117.21	16.57	55	0.58	0.37	0.44	2670
C1F9E1	龍安	116.29	15.42	55	0.56	0.42	0.41	2639
C1F9F1	伯公龍	102.84	26.08	55	0.69	0.52	0.33	2138
C1F9G1	慶福山	101.58	25.03	55	0.67	0.46	0.38	2289
C1F9J1	清水林	109.56	13.88	55	0.55	0.42	0.41	2573
C1H000	翠峰	64.53	14.39	55	0.55	0.51	0.34	2966
C1H860	瑞岩	70.44	16.08	55	0.57	0.46	0.37	2610
C1H920	長豐	98.57	23.50	55	0.66	0.41	0.41	2142
C1H941	雙冬	97.40	28.62	55	0.68	0.43	0.40	2240
C1I020	萬大	84.28	12.33	55	0.53	0.44	0.39	2410
C1I030	武界	88.17	16.90	55	0.59	0.52	0.34	2465
C1I050	丹大	55.88	16.92	55	0.56	0.49	0.34	1625
C1I070	和社	86.69	10.96	55	0.49	0.33	0.47	1910
C1I101	溪頭	76.75	18.61	55	0.60	0.56	0.30	2439
C1I121	大鞍	99.45	17.92	55	0.60	0.47	0.37	2338
C1I140	卡奈托灣	83.86	11.36	55	0.50	0.38	0.43	1799
C1I150	青雲	101.84	17.07	55	0.59	0.41	0.42	2128
C1I201	中心崙	107.21	26.27	55	0.68	0.55	0.31	2757
C1I211	蘆竹湳	118.66	17.01	55	0.58	0.44	0.39	2762
C1I220	樟湖	111.67	11.85	55	0.51	0.43	0.40	3014

表 6- 13　中部地區各站全延時降雨強度公式係數與年平均雨量(續)

站號	站名	I_{60}^{25}	A	B	C	G	H	年平均雨量 (mm)
C1I230	九份二山	125.79	15.32	55	0.57	0.45	0.38	2789
C1I240	外大坪	96.46	16.90	55	0.57	0.39	0.43	2365
C1I250	鯉潭	89.81	27.50	55	0.69	0.53	0.32	2483
C1I280	埔中	104.41	22.50	55	0.66	0.53	0.33	2028
C1I290	豐丘	88.30	15.78	55	0.56	0.46	0.38	2067
C1I310	西巒	94.46	15.02	55	0.55	0.44	0.39	2348
C1I320	奧萬大	75.37	14.36	55	0.55	0.58	0.28	2619
C1I330	楓樹林	99.23	9.79	55	0.48	0.49	0.36	2801
C1I340	新興橋	91.48	7.99	55	0.42	0.34	0.47	2378
C1M390	龍美	89.73	7.36	55	0.40	0.59	0.27	3164
C1M400	菜瓜坪	107.20	10.30	55	0.48	0.43	0.39	2828
C1M480	獨立山	105.09	10.67	55	0.48	0.51	0.34	3135
C1M600	頭凍	101.92	10.32	55	0.48	0.61	0.26	3653
C1M610	石磐龍	125.30	5.67	55	0.36	0.47	0.37	3670
C1M620	瑞里	98.12	8.60	55	0.44	0.59	0.27	3014
88H890	南豐	92.12	12.22	55	0.51	0.34	0.47	2390
SWC010	白布帆	106.68	29.45	55	0.69	0.28	0.53	2228
SWC020	九份二山	110.54	11.07	55	0.49	0.38	0.44	2384
SWC030	神木	74.80	11.57	55	0.49	0.52	0.33	2315
SWC040	上安	101.93	11.44	55	0.51	0.43	0.41	2009
SWC050	郡坑	103.12	15.66	55	0.56	0.30	0.50	1981
SWC060	豐丘	96.58	20.29	55	0.63	0.38	0.44	1774
SWC100	華山	140.64	14.97	55	0.57	0.58	0.28	3553
SWC140	坪頂	134.76	37.78	55	0.76	0.34	0.47	2016

資料來源：本計畫分析彙整

表 6-14跨區域化短延時降雨強度公式與相關性

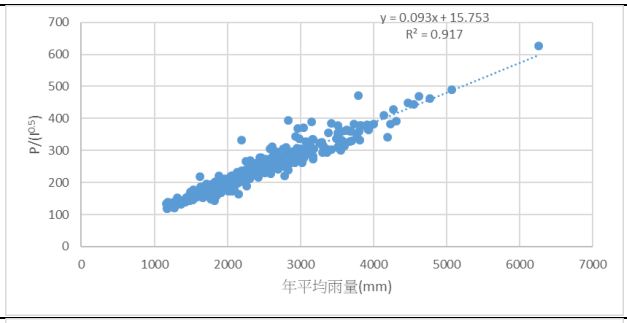
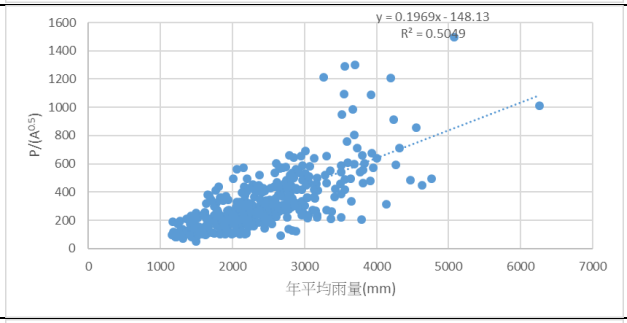
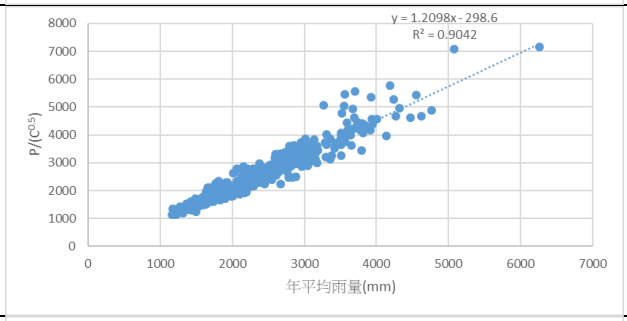
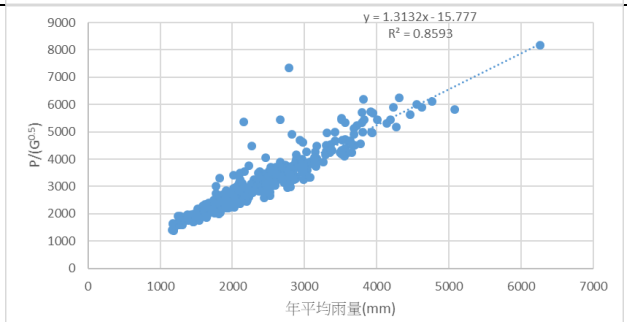
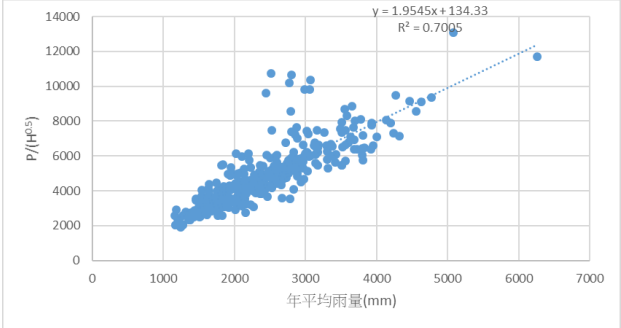
參數C_f	相關性 R^2	參數與年平均雨量之關係圖
$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{15.753 + 0.093P}\right)^2$	0.92	
$A = \left(\frac{P}{-148.129 + 0.197P}\right)^2$	0.50	
$C = \left(\frac{P}{-298.603 + 1.21P}\right)^2$	0.90	
$G = \left(\frac{P}{-15.777 + 1.313P}\right)^2$	0.86	
$H = \left(\frac{P}{134.331 + 1.954P}\right)^2$	0.70	

表 6-15跨區域化長延時降雨強度公式與相關性

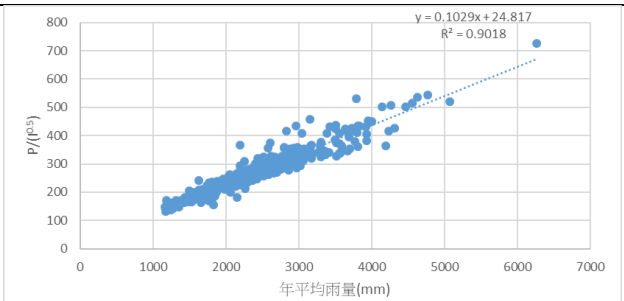
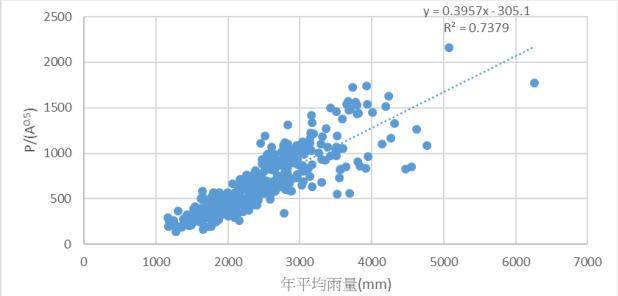
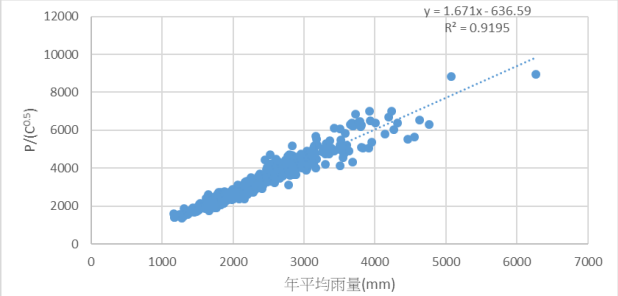
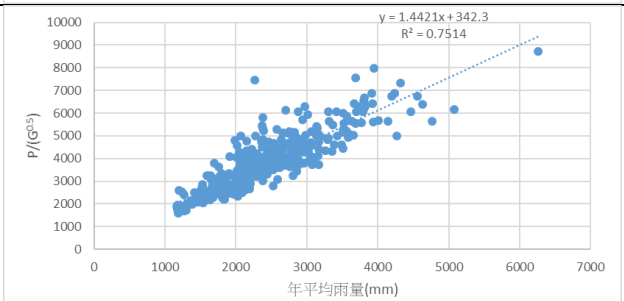
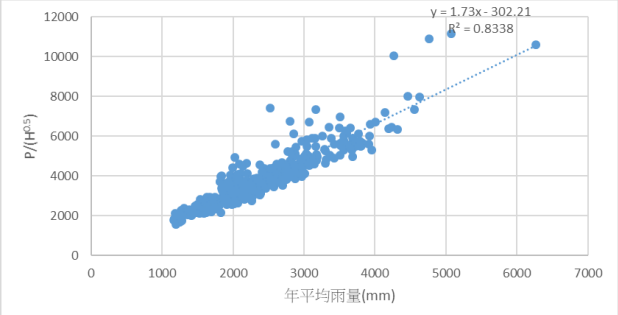
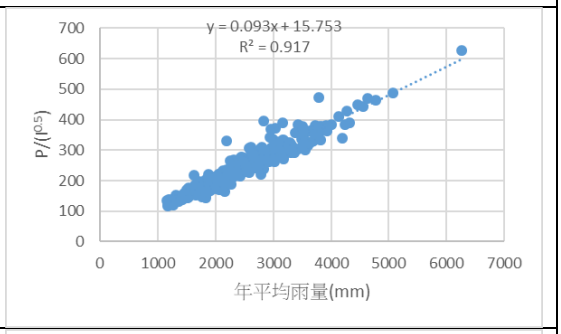
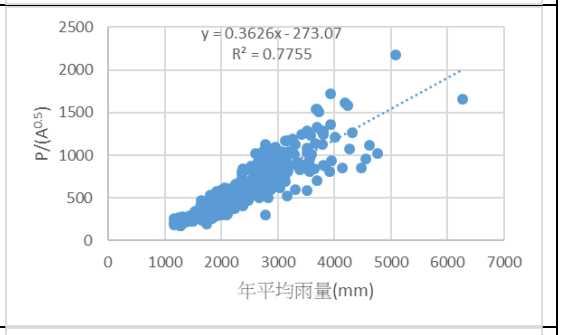
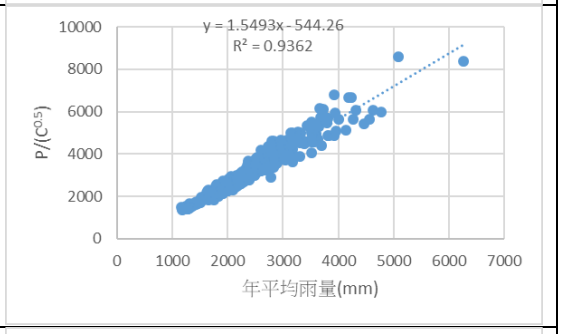
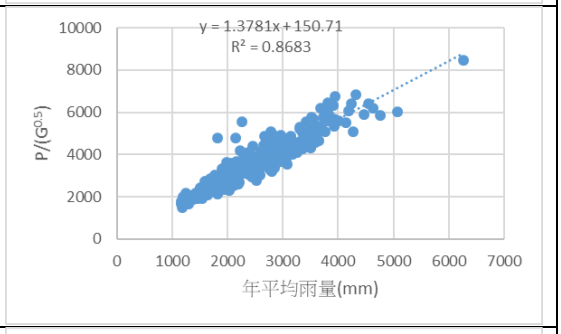
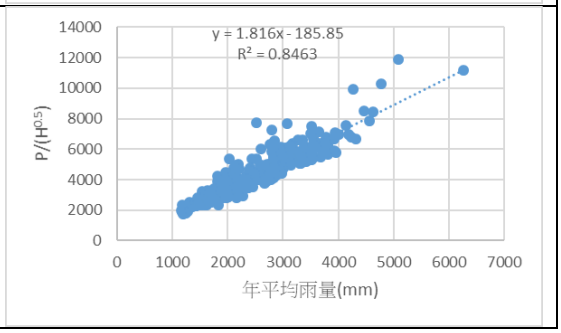
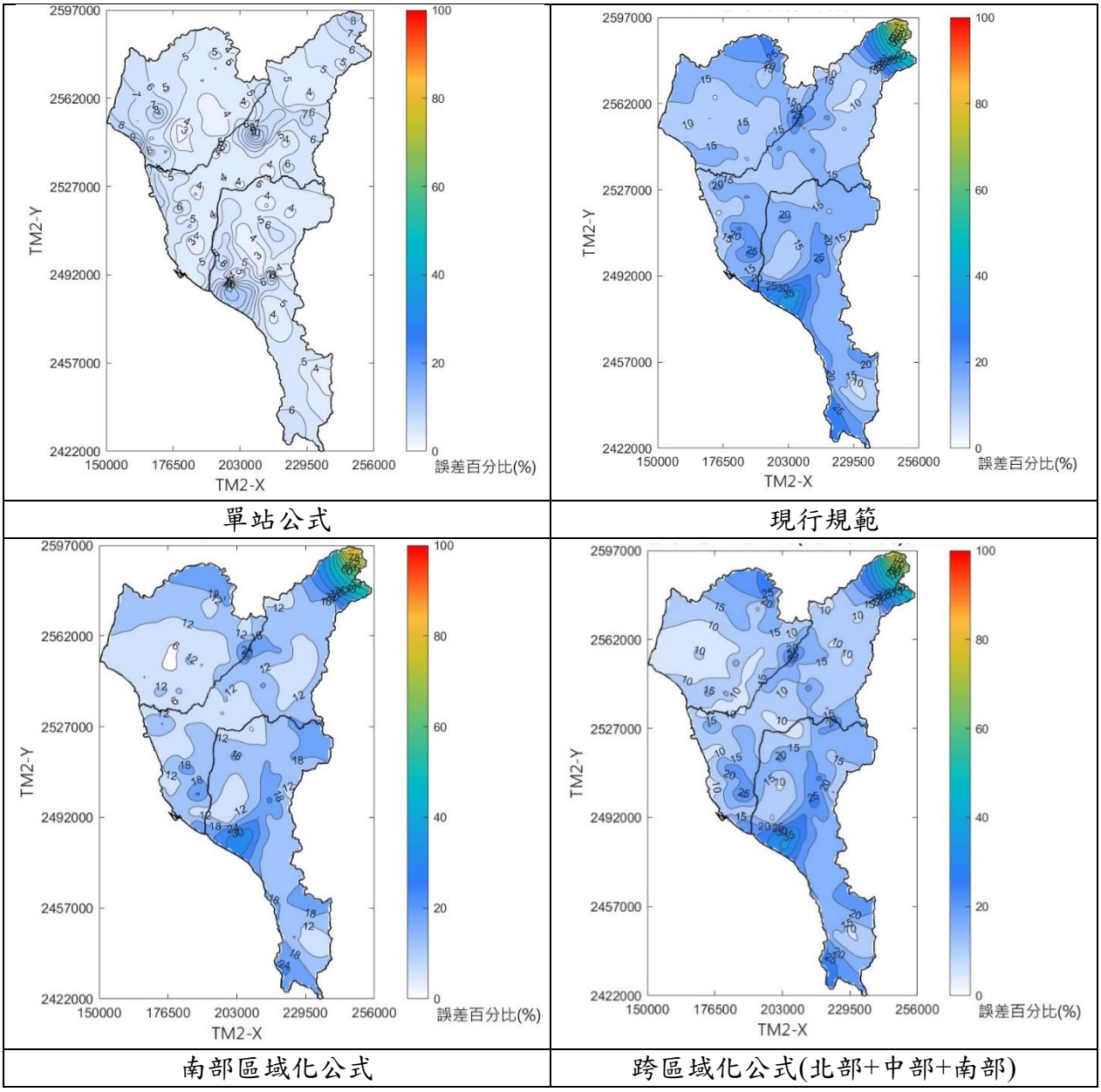
參數C_f	相關性 R^2	參數與年平均雨量之關係圖
$I_{120}^{25} = \left(\frac{P}{24.82 + 0.103P}\right)^2$	0.90	
$A = \left(\frac{P}{-305.1 + 0.396P}\right)^2$	0.74	
$C = \left(\frac{P}{-636.59 + 1.671P}\right)^2$	0.92	
$G = \left(\frac{P}{342.3 + 1.442P}\right)^2$	0.75	
$H = \left(\frac{P}{-302.21 + 1.73P}\right)^2$	0.83	

表 6-16跨區域化全延時降雨強度公式與相關性

參數C_f	相關性R^2	參數與年平均雨量之關係圖
$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{15.75 + 0.093P}\right)^2$	0.92	
$A = \left(\frac{P}{-273.07 + 0.363P}\right)^2$	0.78	
$C = \left(\frac{P}{-544.26 + 1.55P}\right)^2$	0.94	
$G = \left(\frac{P}{150.71 + 1.38P}\right)^2$	0.97	
$H = \left(\frac{P}{-185.85 + 1.82P}\right)^2$	0.85	

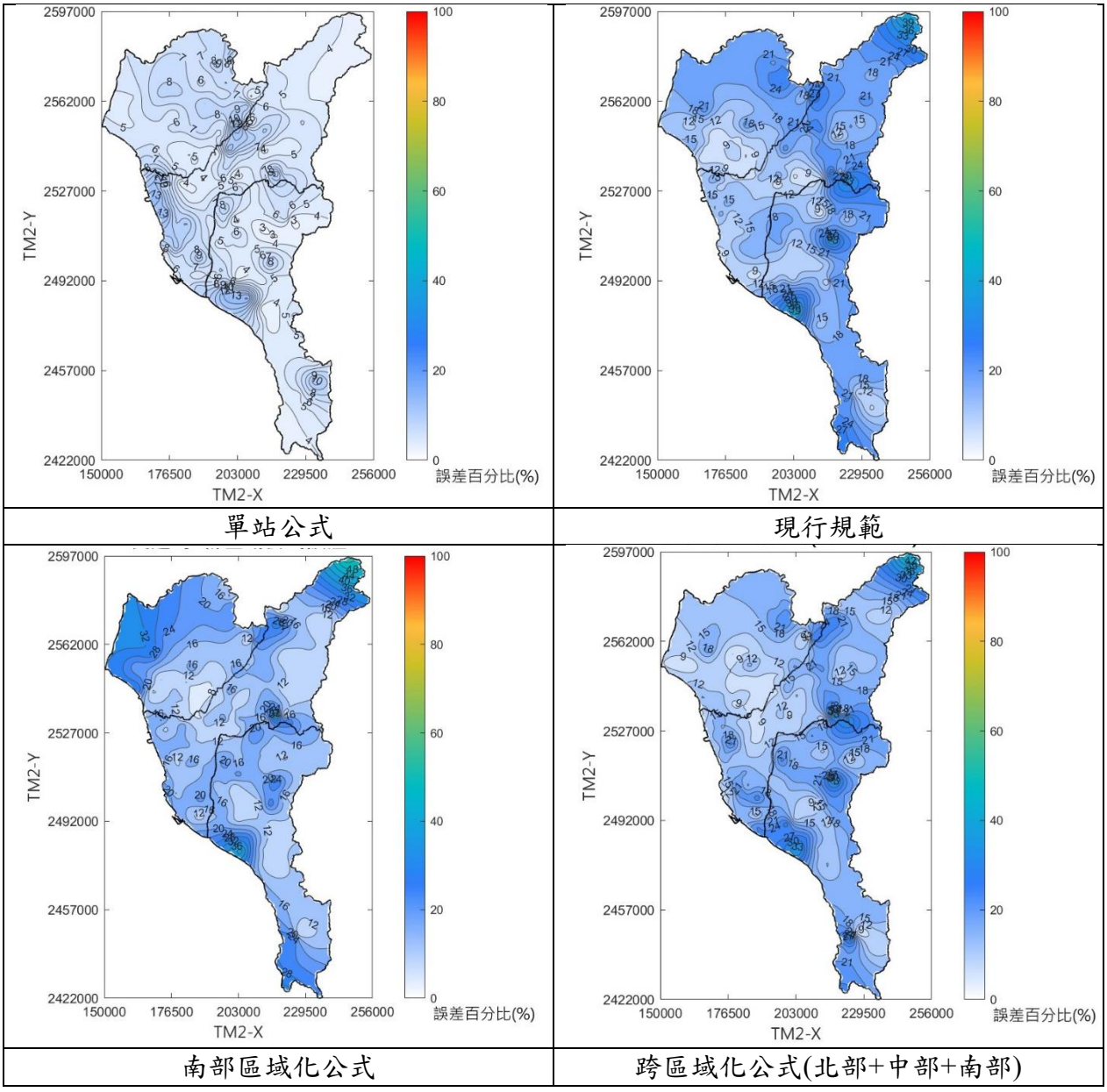
針對上述跨區域化(北部+中部+南部地區區域化)短、長、全延時降雨強度公式，應用於南部各測站檢視其整體誤差表現，並與單站公式、現行規範、南部區域化公式之誤差表現分別以普通克利金法(Ordinary Kriging)繪製其等值線圖(如圖 6-11~圖 6-13)，據以比較其差異。整體而言，以單站公式之表現最佳，不論短、長或全延時，單站公式相較於現行規範、南部區域化公式及跨區域化公式(北部+中部+南部地區區域化)而言，均以單站公式之誤差百分比為最小。而現行規範、南部區域化公式及跨區域化公式三者之間，以南部區域化公式及跨區域化公式略優於現行規範之推估結果，惟差異並不明顯。而以南部區域化公式與跨區域化公式相互比較時，整體而言兩者間並無明顯的差別，各測站誤差百分比有增有減。



單站公式　　現行規範

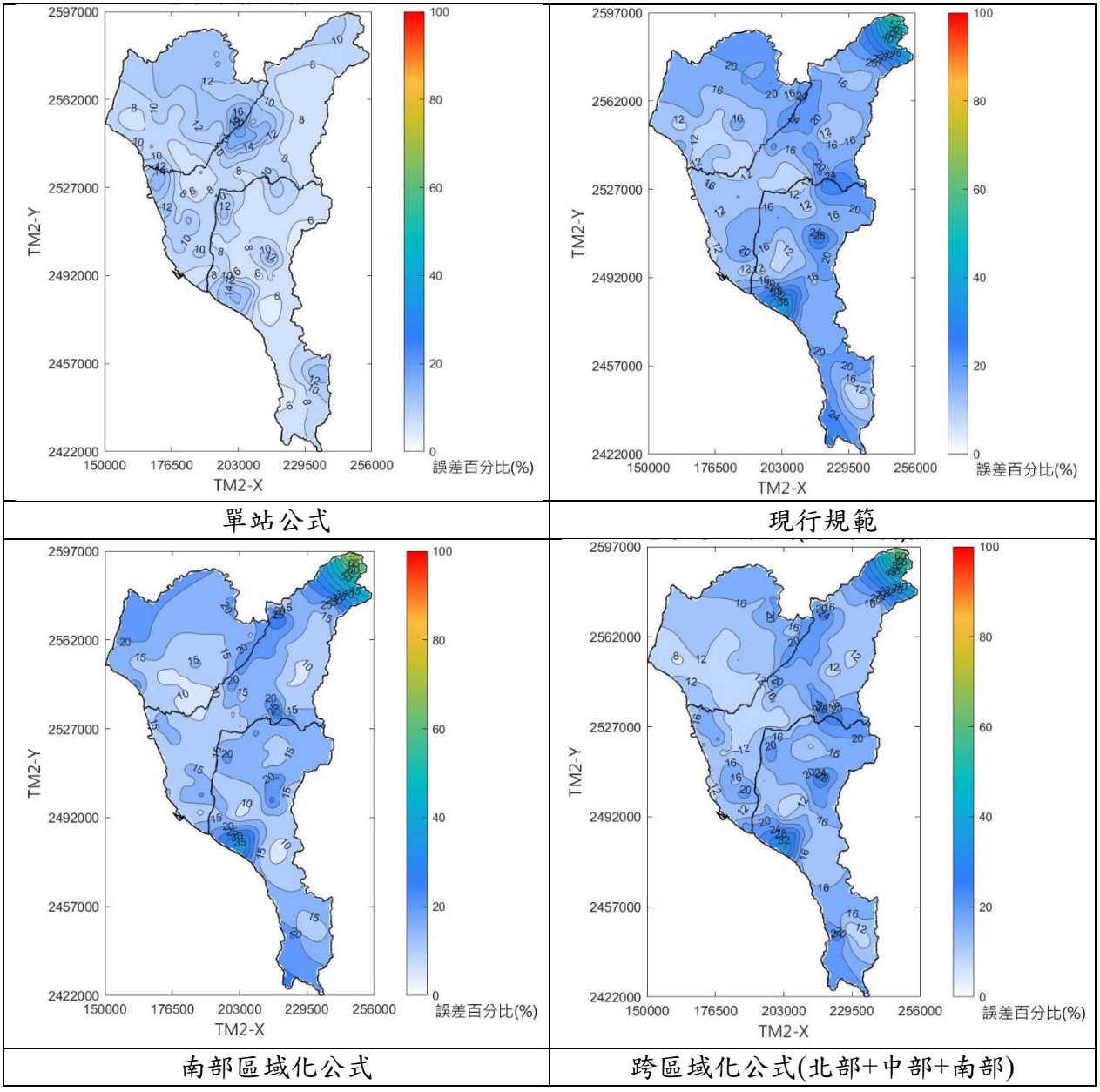
南部區域化公式　　跨區域化公式(北部+中部+南部)

圖 6-11 短延時各公式誤差百分比之比較



單站公式	現行規範
南部區域化公式	跨區域化公式(北部+中部+南部)

圖 6-12 長延時各公式誤差百分比之比較



單站公式	現行規範
南部區域化公式	跨區域化公式(北部+中部+南部)

圖 6-13全延時各公式誤差百分比之比較

第三節　小結

本計畫以南部地區 147 個雨量測站建立南部地區區域化雨量公式，公式中之參數(G、H、A 與 C) 與I_{60}^{25}(或I_{120}^{25})可以利用年平均降雨量 P 為引數，建立各參數與年平均降雨量 P 之回歸關係式，作為南部地區使用之降雨強度估算方式。同時，本計畫亦加入農業部農村發展及水土保持署 2022 年度「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」之北部地區測站(共計 67 站)參數資料，以及 2023 年度「建立臺灣中部地區區域無因次降與強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」之中部地區測站(共計 148 站)參數資料，整合北部、中部及南部地區之測站資料進行跨區域化無因次強度公式之建立，以進一步探討跨區整合後之區域化公式成效。

本章共完成南部地區區域化公式，以及結合北部、中部及南部地區之不同延時(短延時、長延時、全延時)的跨區域化公式，包含：區域化短延時(10~90 mins)降雨強度公式、區域化長延時(90~1440 mins)降雨強度公式、區域化全延時(10~1440 mins)降雨強度公式、跨區域化短延時(10~90 mins)降雨強度公式、跨區域化長延時(90~1440 mins)降雨強度公式、跨區域化全延時(10~1440 mins)降雨強度公式等六種，並比較不同延時下南部地區區域化公式、跨區域化公式、現行規範公式與單站公式之表現。根據分析成果顯示：以各測站單站公式的表現最佳，而區域公式受限於利用測站年平均雨量來推算相關參數，並無法呈現最大降雨強度之變化，因此區域公式的表現會較單站公式差。而結合北部地區、中部地區及南部地區所建立之跨區域化公式，相較於南部地區建立之區域化公式其表現並無明顯之變化。

第七章　既有沉砂設施資料調查及研究試區量測分析

沉砂設施設置之目的係為減少泥砂下移、保護下游土地房舍及公共設施。因此本計畫針對 5 處研究試區之篩選，可從其泥砂來源(即其地質條件)是否穩定進行選取；然泥砂須經由水帶動運往下游，故在研究試區之篩選上須先針對全臺各區域之降雨量進行分析，從中篩選出豐枯水期降雨量均較大之區域，以期於降雨事件後成功觀測沉砂池沉積之泥砂量。

本計畫參採水利署(2022)之 111 年臺灣水文年報中，針對臺灣北中南東四區之降雨量分析。全年度降雨型態於時間及空間分布不均勻，豐枯相差懸殊，歷年全臺豐水期降雨量占全年之 70%，北中南東各區分別占 62、72、82 及 68%，其中尤以南區豐枯差異最大，其次為中區(如圖 7- 1)。而從經濟部地質調查及礦業管理中心之臺灣地質圖(圖 7- 2)可知，西半部臺灣不論是北區、中區或南區，地質均以沖積層及臺地堆積層為主，其中沖積層是沖積物在河床上的堆積，主要含有卵石、砂粒或粘土。臺地堆積則是經風化侵蝕、河流搬運及河床堆積後，再被掩埋經成岩作用後形成。因此無論是沖積層或臺地堆積層泥砂質地均較鬆散，容易受水流淘刷而運往下游。

最後綜合上述，因沉砂池泥砂量之推估又以年為時間單位，臺灣北中南東 4 個地區以北及中區全年之豐水期與枯水期均有較顯著之降雨；而從地質圖可見臺灣北區、中區及南區泥砂質地皆較鬆散，容易受水流淘刷而移動，形成上游泥砂來源。故考量降雨量之時間分配、地質條件及泥砂來源，以下針對 5 處研究試區之篩選與預計觀測方法及流程進行說明。

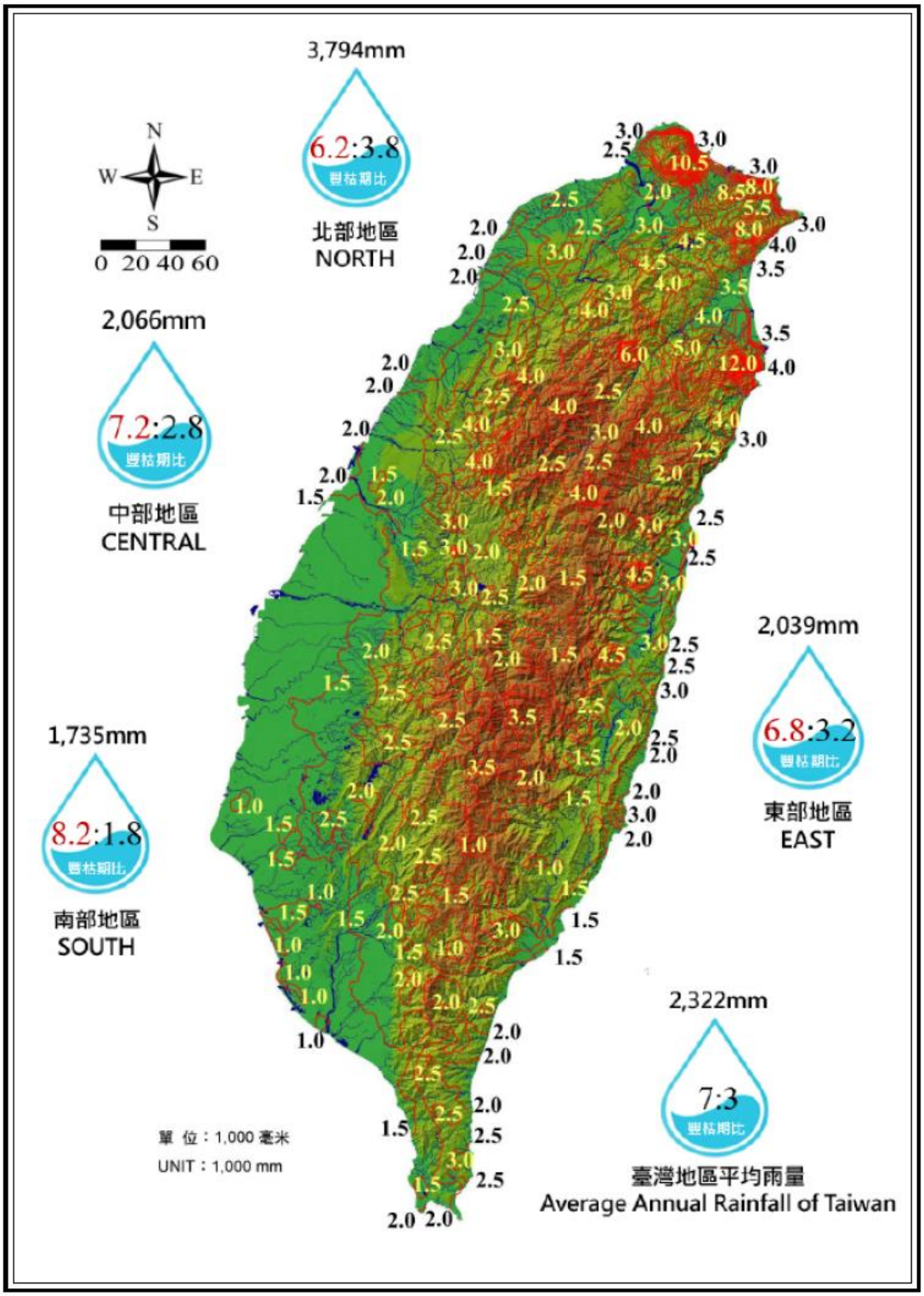

3,794mm
6.2:3.8
豐枯期比
北部地區
NORTH
2,066mm
7.2:2.8
豐枯期比
中部地區
CENTRAL
1,735mm
8.2:1.8
豐枯期比
南部地區
SOUTH
2,039mm
6.8:3.2
豐枯期比
東部地區
EAST
2,322mm
7:3
豐枯期比
N
W
E
S
0 20 40 60
單 位：1,000 毫米
UNIT：1,000 mm
臺灣地區平均雨量
Average Annual Rainfall of Taiwan

圖 7- 1　臺灣水情分布

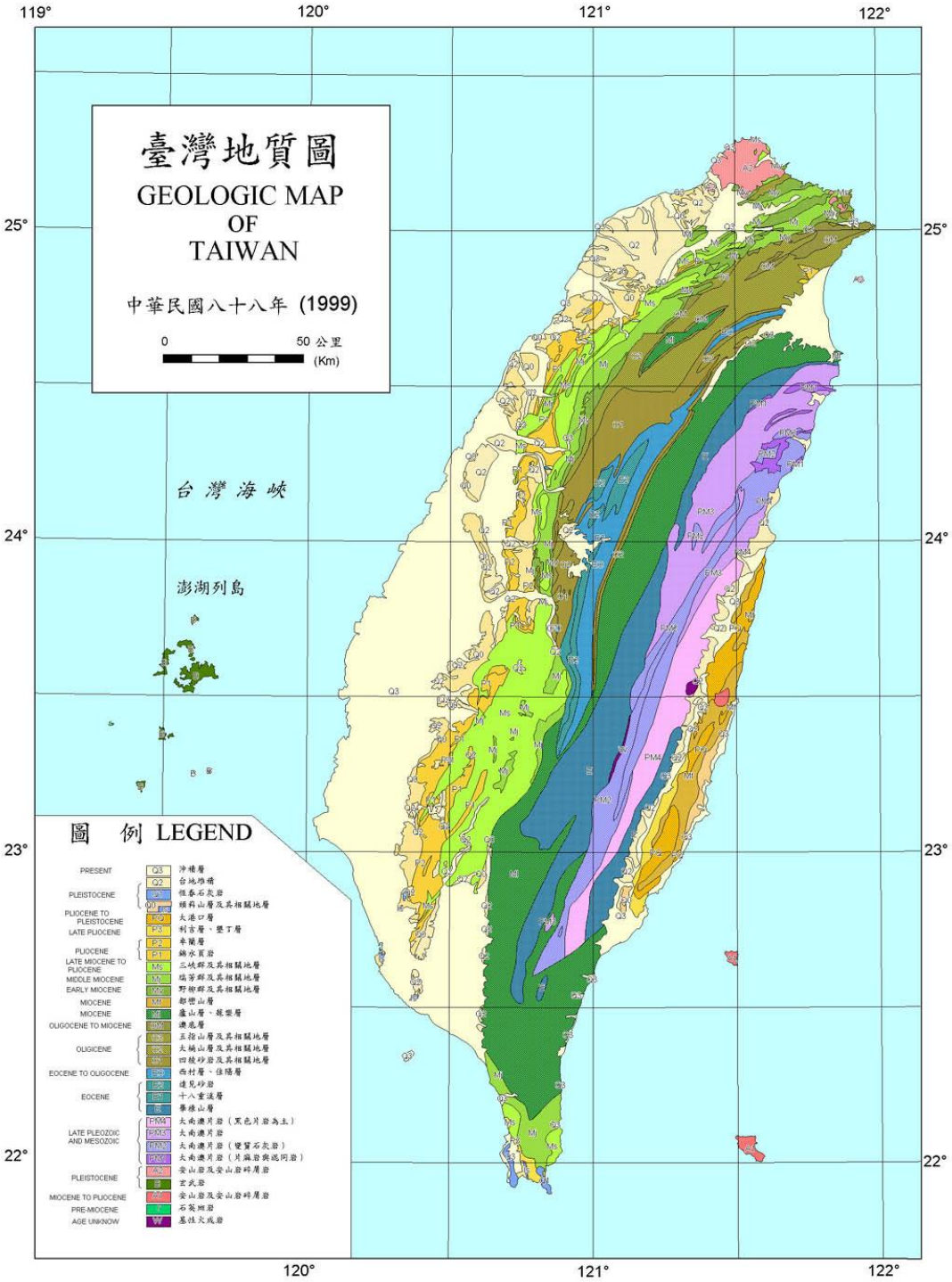

臺灣地質圖
GEOLOGIC MAP
OF
TAIWAN
中華民國八十八年 (1999)
0
50 公里
(Km)
台灣海峽
澎湖列島
圖 例 LEGEND
119°
120°
121°
122°
25°
24°
23°
22°

圖 7-2　臺灣地質分布

第一節　泥砂觀測樣區篩選與介紹

本計畫篩選北部、中部及南部地區 5 處中央公共工程水土保持計畫已完工之沉砂設施作為研究試區，篩選原則包括如下：

1. 試區應有穩定之降雨及砂源；
2. 試區應避開機密用地及危險區域；
3. 設施上方無障礙物阻擋，以利 UAV 拍攝作業；
4. 樣區便於人員及調查器材進入；
5. 篩選相同集水區不同開發態樣或相同開發樣態不同集水區之沉砂設施，以利進行比較。

期望可於降雨事件後成功觀測沉砂池之泥砂量。本計畫於農業部農村水保署山坡地管理資訊系統蒐集符合計畫年限及範圍之中央公共工程之已完工水土保持計畫共 70 件，各水土保持計畫篩選彙整表如表 7-1，此外，**考量前期計畫委員建議，本計畫將擴大蒐集地方單位及私人農業開發或小型水土保持計畫沉砂設施，透過觀測分析各類水土保持計畫沉砂設施資料，據以探討現行法規量體之適宜性，並提出相應建議供主辦機關參酌。**以下針對篩選之樣區進行基本資料介紹。

表 7-1　中央公共工程水土保持計畫篩選成果彙整表

設施狀態	機敏地區	障礙物	無設施	符合篩選條件
件數	40	16	4	10

一、中部科學工業園區第三期發展區(后里基地-七星農場部分)開發計畫水土保持計畫

因應國際科技大廠之設廠需求不斷提高，審視臺中基地可供核配設廠使用廠房用地所剩有限，故經評選以后里區七星農場作為中科第三期發展區。

該案之開發面積為 111.83 公頃，而其中有 69.25 公頃劃入水土保持計畫範圍，故其沉砂池歸類為建築開發需求所構築之沉砂設施，其環境水系如圖 7-3 所示。工程內容包含排水工程、道路工程、植生工程及滯洪與沉砂設施等，相關工程概述如表 7-2。「中部科學工業園區第三期發展區(后里基地-七星農場部分)開發計畫」之滯洪沉砂設施共有 2 座沉砂池(Pool 1 及 Pool 2)及 1 座滯洪池，其滯洪沉砂池屬平面共構(上下池)之型式，集水區蒐集之水流先分別進入 2 座沉砂池(上池)沉降後，排入共同的滯洪池(下池)中。沉砂池 Pool 1 設計沉砂深度為 2m，池底面積為 1730m^2，池頂面積為 2420m^2，可容納 4150m^3 之泥砂沉降；Pool 2 設計沉砂深度為 1.5m，池底面積為 470m^2，池頂面積為 790m^2，可容納 945m^3 之泥砂沉降。

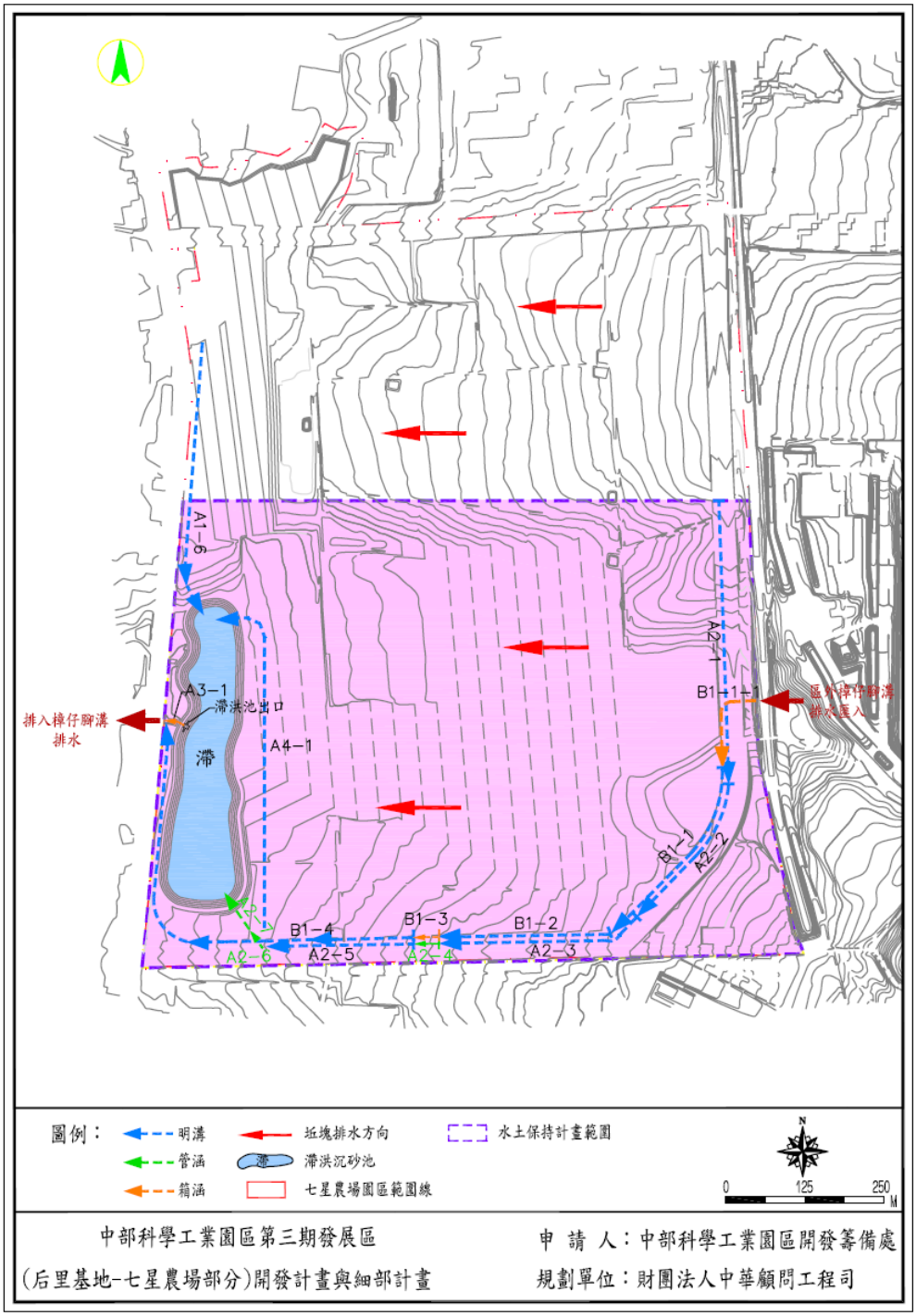


圖 7-3　中科七星園區環境水系圖

表 7-2　中科七星園區水保工程概述

工程設施名稱	工程內容概述
排水設施	1.排水系統利用專業區內道路排水系統收集，由設於綠帶之排水幹線導引到滯洪沉砂池調節後排放。 2.寺山路一帶原係利用三豐路排水系統排入牛稠坑溝，考量下游排水路改善困難，將以整地方式將開發區地表逕流排到滯洪沉砂池調節後排放。
道路工程	1.主要道路：連接基地主要進出口，並聯繫基地全區各坵塊，為基地內主要之交通動脈，同時亦為基地主要之景觀軸線，其園區內30 m 主要道路長1,545 m。 2.次要道路：連接基地次要出口，同時亦為維持基地完整之邊界道路，構成一完整之路網，其園區服務及邊界道路15 m 次要道路長295 m。
植生工程	1.一般邊坡：一般邊坡及在洪氾期間才有蓄水功能的滯洪池部分採草種噴植方式，選用水土保持建議草種如百慕達草、百喜草、綠柏草等，混合肥料、黏著劑及植生基材或客土等，噴植於整地後之裸露面，使其達快速綠化之效。 2.廠區部分：地勢平緩，且考量廠商將很快進駐，同時為減少進駐前過度期間之土壤擾動，本區植生方法僅以簡易鋪蓋稻草蓆於表土裸露地區，以避免揚塵或表土沖刷流失。 3.道路環境綠化：植生綠化原則配合道路走向，種植具遮蔽、阻隔、美化及視線引導效果之喬、灌木植群，將不同密度、樹形之樹種間隔種植，並以列植為主，喬木類以 ϕ=4-6cm 之苗木@6-8M/株等距種植，於主要出入口及開口區域可搭配多層次方式混植灌木群，以彰顯入口意象 4.邊界環境綠化：本規劃範圍西側邊界10m 寬範圍，以生態綠化方式，選用地區適生之喬、灌木及地被混合種籽噴植，使其經由自然演替之生長過程，形成生態綠化林區，作為未來邊界之緩衝綠帶，其中混合種子之選用，以適宜酸性紅土台地之本地或原生植物為優先考量，如相思樹、苦楝、構樹、榕樹、毛柿、血桐、土密樹等。
沉砂滯洪池工程	1.Pool 1沉砂池：滯洪池底設計面積為1,730 m^2，滯洪池頂設計面積為2,420 m^2，有效池深為2 m，滯洪池邊坡採1:3 坡度設計，設計沉砂容量約4,150m^3。 2.Pool 2沉砂池：滯洪池底設計面積為470 m^2，滯洪池頂設計面積為790 m^2，有效池深為1.5 m，滯洪池邊坡採1:3 坡度設計，設計沉砂容量約945m^3。

本計畫經勘查後發現 Pool 1 沉砂池現況維持良好，沉砂池容量較 Pool 2 沉砂池大且設計深度更深，應有較佳沉砂效果，此外，池體周圍無茂密植生遮擋，且周圍地勢平坦，適合 UAV 載具起降，利於颱洪事件後進行 UAV 拍攝，以分析淤積泥砂量，建議挑選 Pool 1 沉砂池作為本計畫觀測之沉砂池，現場勘查照片如圖 7-4 所示，2 處沉砂池入流口皆採明渠箱涵入流，其入流口下游未設置保護工，因此在北側入流口底床有明顯之沖刷溝形成，而沉砂池出流口為箱籠堆疊之壩體，沉砂後水流通過溢洪口進入滯洪池中，另由現場勘查照片亦可知，勘查期間沉砂池內已有些微淤積情形，且因沉砂池未以混凝土封底，又於勘查日前已長時間無颱風豪雨事件，池水已幾乎退去，僅北側入流口沖刷溝中有些微積水，其餘區域甚至有草類生長之情形。Pool 1 滯洪沉砂池相關之地理位置及設計使用參數蒐集彙整如表 7-3 所示。

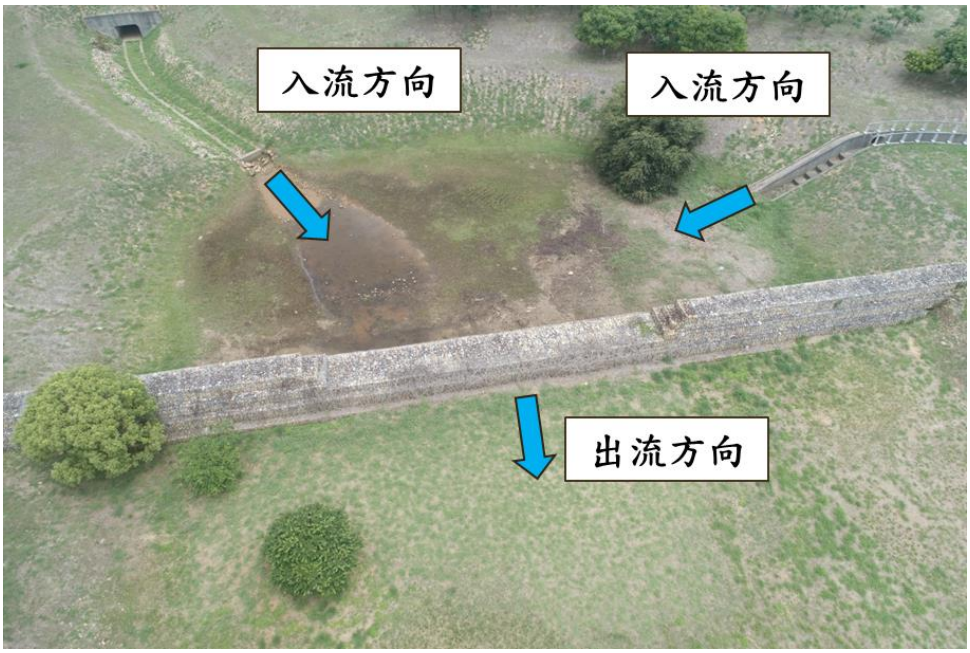
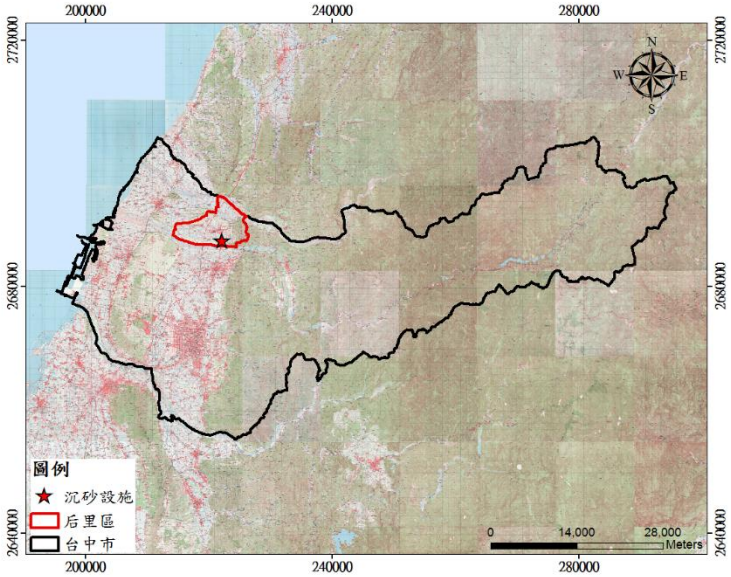


圖 7-4　中科七星園區滯洪沉砂設施現況圖

表 7-3　中科七星農場基本資料彙整表

計畫名稱		中部科學工業園區第三期發展區（后里基地-七星農場部分）開發計畫水土保持計畫(永久沉砂池 Pool 1)				
鄉鎮市區	臺中市后里區					
X 座標	222005					
Y 座標	2687457					
集水面積(ha)	91.24					
通用土壤流失公式計算值(m^3/ha/yr)	5.3					
計畫採用值(m^3/ha/yr)	30					
所需沉砂量體(m^3)	4105					
設計沉砂量體(m^3)	4150					
參數名稱	R_m	K_m	L	S	C	P
參數值	11,815	0.0395	2	0.3	0.05	0.6
備註	臺中月眉	臺中月眉	水土保持計畫設計採用值			

二、園區四期銅鑼基地開發工程水土保持計畫

該計畫之源起係因國內產業之重心逐步朝向高科技領域發展，而既有之科學工業園區用地已不敷當前廠商之進駐需求。基此科學工業園區管理局選定苗栗縣銅鑼鄉九湖村做為新竹科學工業園區第四次擴建基地之園址之一，並命名為新竹科學工業園區銅鑼基地。該基地開發之目的主要為支援新竹園區之用地擴展，藉由提供研發基地，期望引進為電腦、半導體、光電、通訊、生物科技等相關產業廠商進駐，加速臺灣科技產業產業發展，強化國家產業之競爭力並促進地方繁榮。

該計畫位於苗栗縣銅鑼鄉西湖溪西岸一帶，全區為山坡地保育區範圍，其地勢呈西南高東北低，東西側分別與銅鑼都市計畫區、通霄鎮為鄰，計畫區由北至南有牛角坑、旱坑、出水坑等西湖溪支流切割之谷地，谷地內除設置擋土設施及滯洪沉砂設施外原則上保持原始林樣態，基地總面積為 349.75 公頃，該計畫區環境水系圖如圖 7- 5 所示。

該計畫工程內容包含道路、排水設施、滯洪沉砂壩、植生工程及檔土構造物，相關工程概述如表 7- 4。區內之滯洪沉砂設施是利用既有溝谷地形設置鋼筋混凝土壩體共 12 座，有效高 6~10 公尺，利用設計孔口之開度及深度控制出流量以達滯洪兼沉砂之功能；另有一集水分區(B5)因其無適當坑谷地形可利用，故其滯洪設施乃利用北側高架聯外道路用地較平坦處,以半挖半填方式設置自然式邊坡滯洪池，有效池深 3 公尺，園區四期銅鑼基地開發工程水土保持計畫共設置滯洪沉砂設施 13 座，該計畫水土保持平面配置如圖 7- 6 所示。

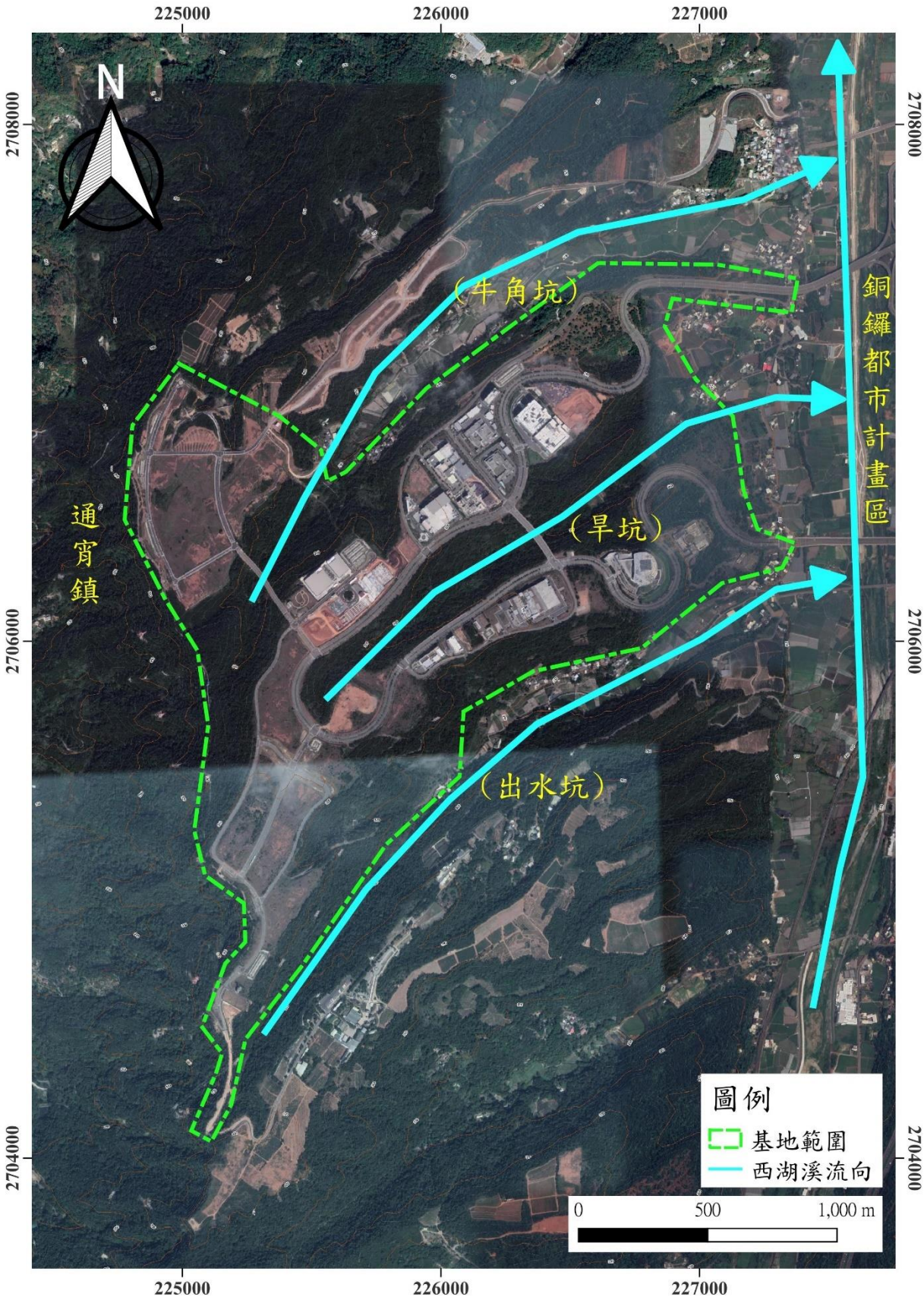


圖 7- 5　銅鑼科學園區環境水系圖

表 7-4　銅鑼科學園區水土保持工程概述

工程設施名稱	工程內容概述
道路工程	1. 主要道路(36m)：為連接基地南北主要出口，並連繫基地全區各坵塊，為基地主要交通動脈，同時亦為主要景觀軸線，其道路縱坡採 2.5%至 7%。 2. 次要道路(20m)：聯繫基地西南區及西北區，構成完整放射狀路網，其道路縱坡採 2%至 3%。 3. 服務道路(12m)：配合各基地各坵塊出入口，依實際需要布設，其道路縱坡採 2%至 6%。
排水工程	1. 路側集水系統：配合區內道路系統，於人行道臨道路側以 U 型溝與匯流井方式布設路側集流系統，以收集路面及坡面之降雨逕流，後導入地下箱涵或崁石洩槽後直接匯入山谷設置之沉砂池中。 2. 排水幹線系統：配合路側收集系統設置，利用道路下施作管涵或箱涵排水幹線以安全排放逕流量。管、箱涵末端以齒坡形式匯入山谷中滯洪沉砂設施，經滯洪沉砂設施泥砂沉降後排入既有溝谷。
滯洪沉砂設施	1. 築壩式沉砂池：以既有溝谷地形設施鋼筋混凝土壩體，利用放流口寬度及深度達到滯洪沉砂功能，是為滯洪沉砂共構，總計設置 12 座，有效壩高介於 6m 至 10m 之間。 2. 開挖式沉砂池：半挖半填之方式設置自然式邊坡滯洪沉砂池共計一座，其有效池深為 3m。
植生工程	1. 草種噴植自然植生護坡：先將坡面整平並清除雜物，將有機料及肥料均勻與表土拌合後整平，再將植生基材及草種噴植被覆，主要用於填方坡面以 1(V)：2(H)方式修坡之開挖坡面。 2. 掛網植生護坡：係以錨筋方式將稜形鋼絲網附著於土層表面，再披覆植生基材與草種，挖方坡面以 1(V)：1.5(H)修坡之開挖坡面。
擋土構造物	1. 道路擋土牆：基地內為能符合設計道路條件，同時減少挖填方量，於道路縱坡線型設計採半路塹半棧橋方式，並於路塹棧橋介面設置懸臂式擋土牆，採 36m 主要主要道路中心為基地內較大之開挖坡面，故於開挖坡腳下設置 1m 至 3m 之擋土牆，以減少方量，其擋土牆長度約 280m。 2. 基地東南側擋土牆：東南側有一谷地不利於廠區布設，致使土地可利用率過低，且谷地恐有廠房建築結構穩定性之疑慮，故工程在挖填土方平衡不外運之前提下，於緊鄰三號橋西北側增設擋土牆 129m，以提高廠房結構之穩定性。

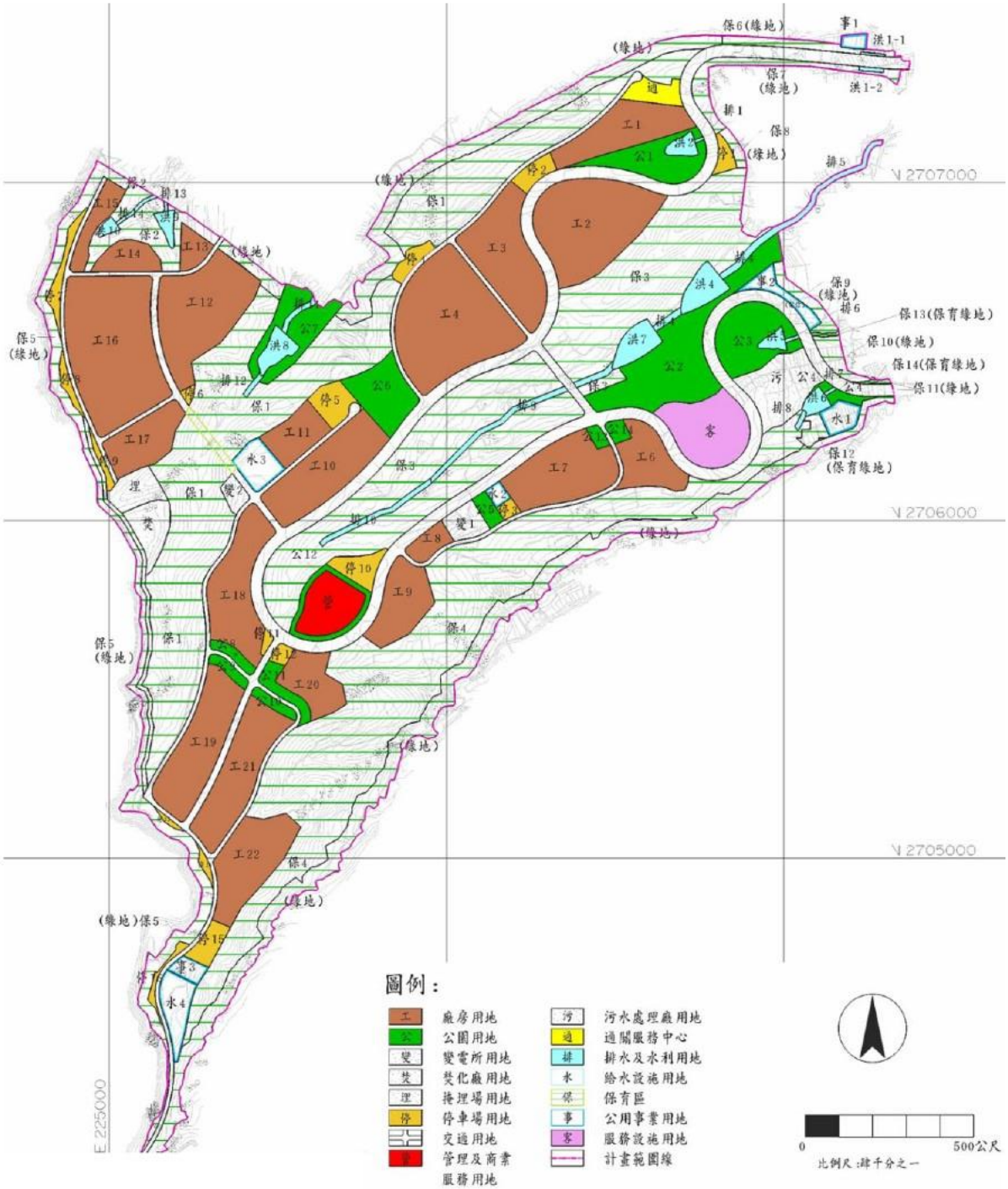


圖 7-6　銅鑼科學園區水土保持工程平面配置圖

本計畫經現場勘查後，發現以第一期工程中 C3-1 滯洪沉砂壩現況維持最佳，且沉砂空間上方並無樹木遮擋，適合於颱洪事件後進行 UAV 拍攝，並分析囚滯土砂量，C3-1 滯洪沉砂壩現況如圖 7- 7 所示。

C3-1 滯洪沉砂壩(圖 7- 8)係於溪流中橫向構築一鋼筋混凝土壩，以達到滯洪及沉砂之目的，其入流口銜接既有溪流(西湖溪支流)，而出流口則為壩體溢洪口，溢洪口前端設有攔汙柵，避免水中雜物堵塞溢洪口，影響排洪功能，當水流通過溢洪口時，容易因跌水於壩體下游造成壩址基礎沖刷，故壩體下游加設護坦及尾檻，以保護底床並消除水流動能。其有效壩高為 8m 溢流深度為 1.2m、放流深度為 3.5m、溢流底寬為 35m、放流寬度為 1.2m，滯洪量體為 18,080 m^3、沉砂量體為 5,732 m^3，總體積為 23,812 m^3，C3-1 滯洪沉砂壩基本資料如表 7- 5 所示。



圖 7- 7　銅鑼科學園區 C3-1 滯洪沉砂池現況圖

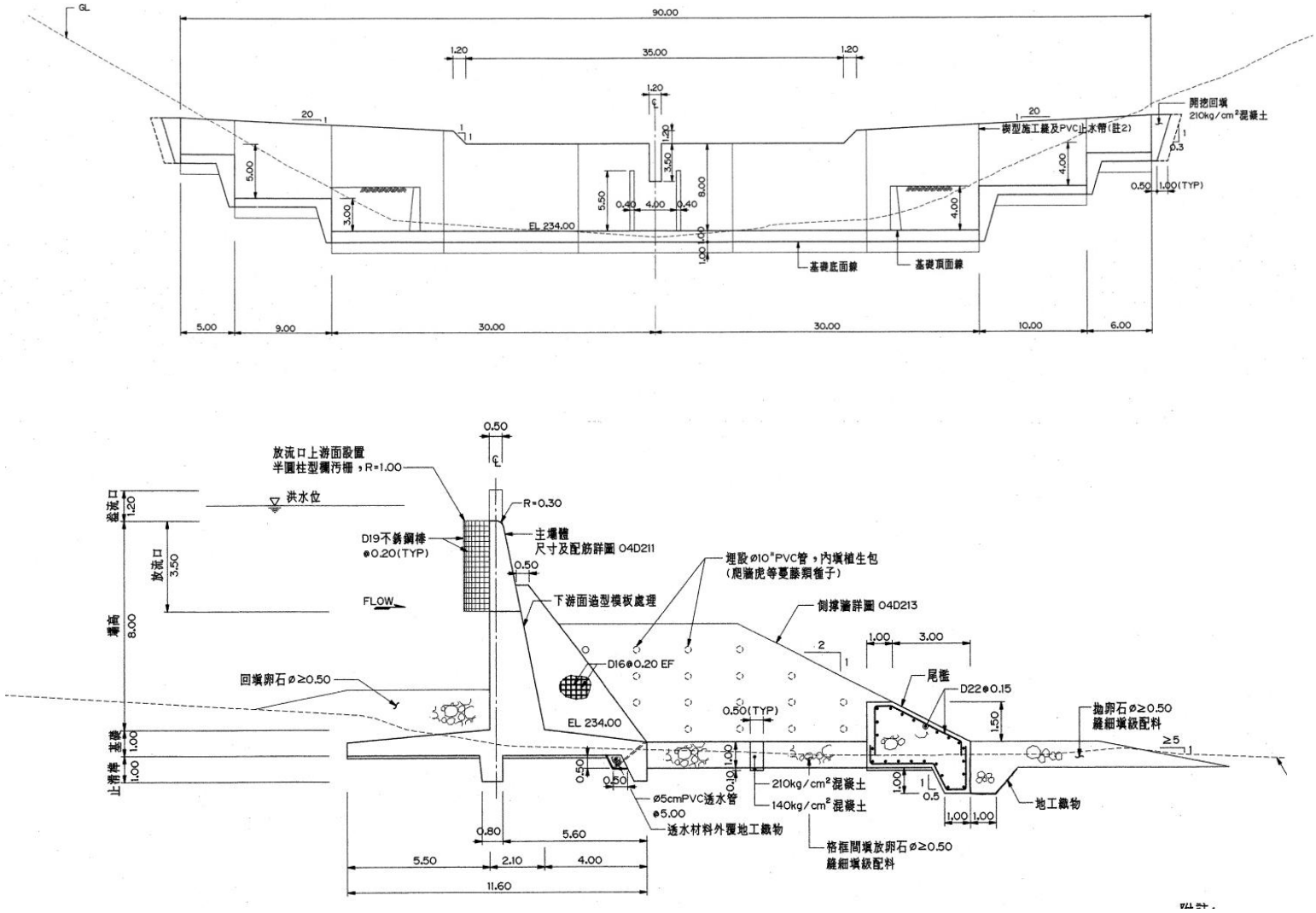
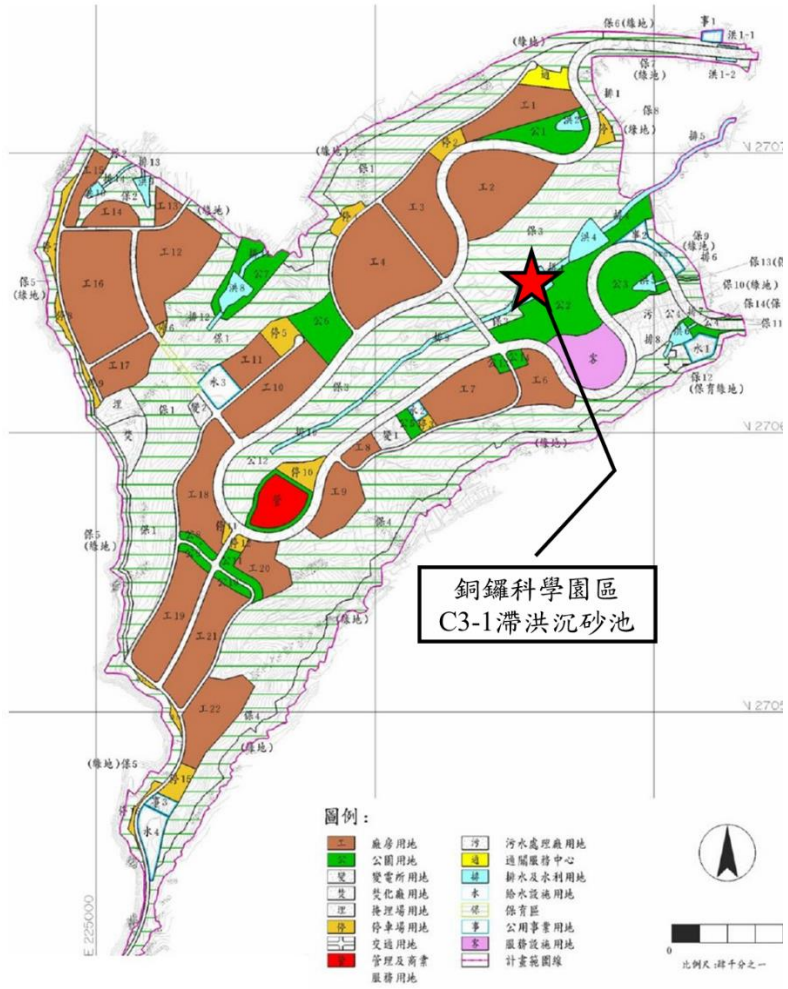


圖 7- 8　銅鑼科學園區 C3-1 滯洪沉砂壩設計圖說

表 7- 5　銅鑼科學園區基本資料彙整表

計畫名稱		園區四期銅鑼基地開發工程水土保持計畫 (第一期工程－C3-1 滯洪防砂壩)				
鄉鎮市區	苗栗縣 銅鑼鄉					
X 座標	226598					
Y 座標	2706552					
集水面積(ha)	74.23					
通用土壤流失公式計算值 (m^3/ha/yr)	9.07					
計畫採用值 (m^3/ha/yr)	30					
所需沉砂量體 (m^3)	3,340					
設計沉砂量體 (m^3)	5,732					
參數名稱	R_m	K_m	L	S	C	P
參數值	11,276	0.0191	2.317	0.358	0.096	0.74
備註	苗栗三義	苗栗三義	集水區全區平均			

三、臺中市南屯區台安段 82、86 地號等二筆土地福隆淨園墓園水土保計畫

該案位於臺中市大肚山一帶，由臺灣福龍興業股份有限公司提出申請，為促進斌葬設施符合現代需求與永續經營精神，以提升國民生活品質改善及改善傳統殯葬不良觀感為宗旨，提出「公墓公園化」概念，透過建築與景觀園藝規劃，營造山水交融之景，兼顧殯葬需求外，亦考慮參與者之內心感受。改變過往墓園雜亂之刻板印象，使之成為一生命教育園區，扭轉傳統殯葬習俗與觀念，推動新生命禮儀觀念。

因該案位於山坡地，屬於墓園開發類型，為減低開發行為之衝擊與避免致生水土流失等災害，於民國 95 年依水土保持相關法規提出水土保持計畫，歷經三次變更後，於民國 100 年審核通過，以下針對該案環境水系與水土保持設施配置進行說明。

該案為避免因坡長過長，導致逕流匯集造成土壤沖蝕，因此配合區集水區坡向，將集水分區分為 5 區並分別設置 6 座滯洪沉砂設施，配合基地內施做路緣排水溝，將坡面側邊之逕流截流至各滯洪沉砂設施中，再透過暗管將逕流排至既有聯外排水道路，相關工程概述如圖 7-9。

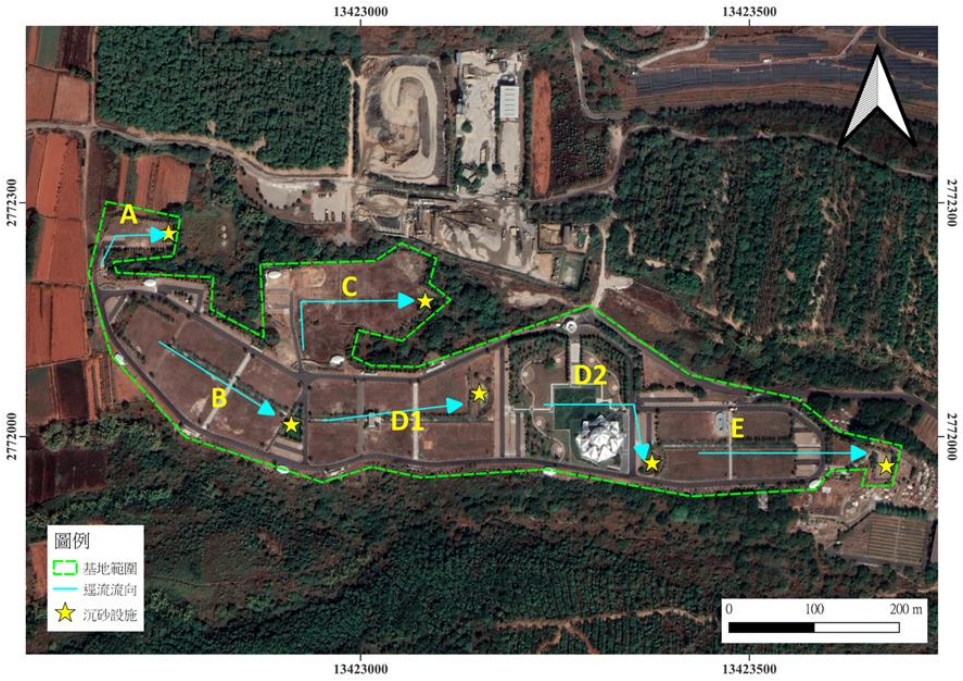


圖 7-9　福龍墓園環境水系圖

表 7- 6　福龍墓園水土保持工程概述

工程設施名稱	工程內容概述
排水工程	排水溝：沿區內道路設置，將逕流匯流至基地內各及水分區下游處之滯洪沉砂設施，經滯洪沉砂設施調節後排往區外既有排水渠道。
滯洪沉砂設施	開挖式滯洪沉砂設施：皆採用明挖方式設置滯洪沉砂設施，A、B、C 及 E 集水分區皆以混泥土施作垂直池壁及水平池底；D 集水分區複式梯形斷面之形式施作，池壁以 1:2 斜率設置，且並無封底，保留地表之透水性。
植生工程	直接撒播：將坡面整平並清除雜物，並在表土中加入土壤改良介質，將植生基材沃土混合草仔與肥料撒播於平坦坡面。
道路工程	規劃一主要道路環繞基地全區，並於中間設置次要道路，作為各墓區之分隔，共有 A~P 十六段農路，皆符合農路設計規範之一級至三級設計標準。

本計畫針對 A~E 區滯洪沉砂池之周邊環境水系進行勘查，經勘查後 D 集水分區面積及設施量體最大，該區之滯洪沉砂設施分為 D1 及 D2，設計圖說如圖 7- 10 所示，且滯洪沉砂設施現況皆保持良好(圖 7- 11)，且設施上空無植生遮蔽，適合本計畫於颱洪事件後使用 UAV 進行測量並產製數值地表模型以分析沉砂量體變化，本計畫預計觀測集水範圍內不透水鋪面較少之 D1 滯洪沉砂池。D1 滯洪沉砂池，採用複式梯形施作且無封底，該設施配合區內路原排水溝將集水坡面側邊之逕流截流蒐集至池中，設施上邊坡之逕流則直接匯流至池內，經設施調整後可將滯洪量與泥砂沉降後之水流排入區外既有排水路，該設施設計沉砂深度達 1m，沉砂池池頂面積為 273m^3，池底面積為 135m^3，可有效容納 204m^3 之沉砂量體，該計畫 D1 滯洪沉砂池相關資料如表 7- 7。

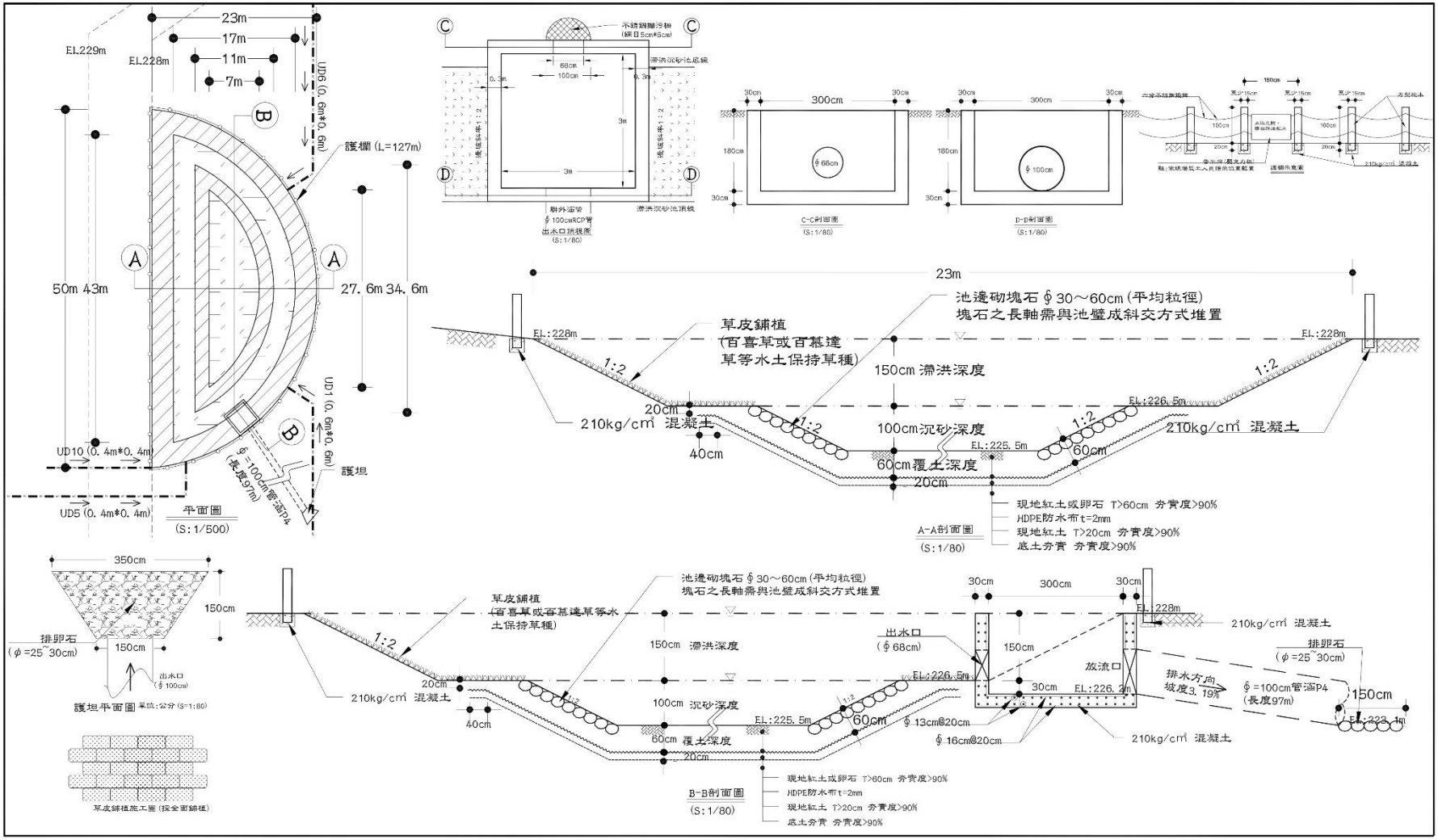


圖 7-10　福龍墓園滯洪沉砂設施設計圖

表 7-7　福龍墓園基本資料彙整表

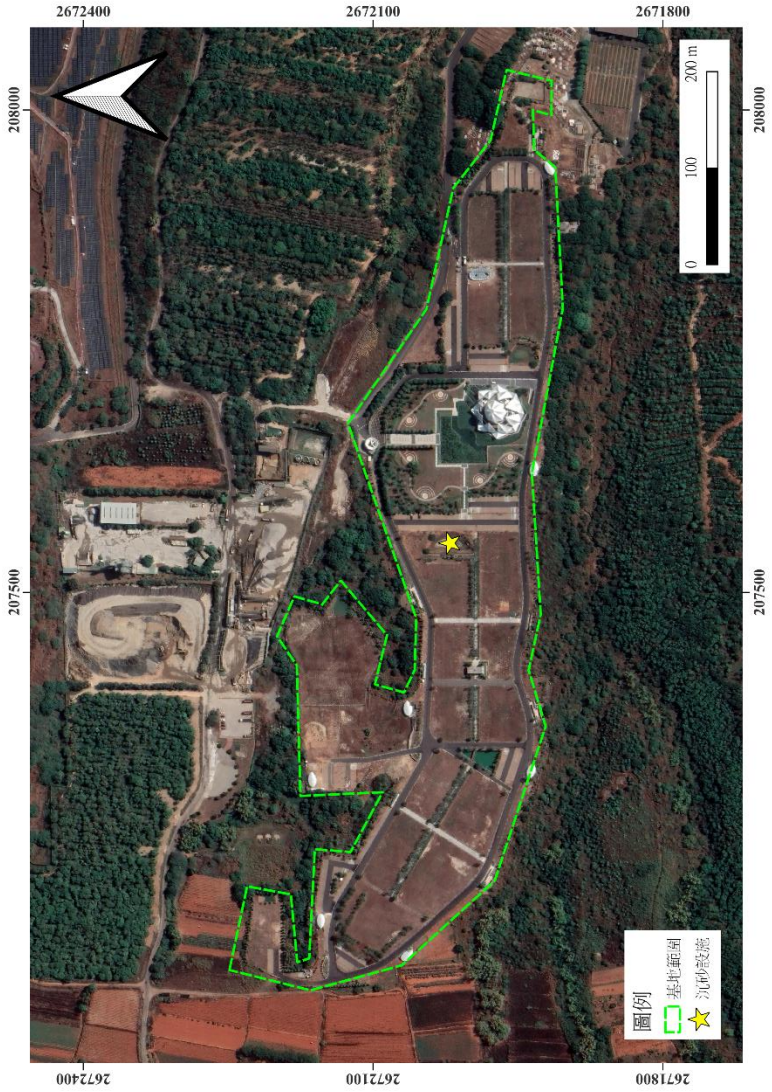
計畫名稱		臺中市南屯區台安段 82、86 地號等二筆土地福龍淨國墓園水土保持計畫(D1 滯洪防砂池)				
鄉鎮市區	臺中市南屯區					
X 座標	207548					
Y 座標	2672022					
集水面積(ha)	5.38					
通用土壤流失公式計算值 (m^3/ha/yr)	27.51					
計畫採用值 (m^3/ha/yr)	30					
所需沉砂量體 (m^3)	242.1					
設計沉砂量體 (m^3)	204					
參數名稱	R_m	K_m	L	S	C	P
參數值	13145	0.0487	2.13	1.13	0.05	0.5
備註	臺中南屯	北屯大坑	集水區全區平均			



圖 7- 11　福龍墓園滯洪沉砂設施現況圖

四、臺中市精密機械科技創新園區二期開發計畫

臺中市政府為配合國家推動機械產業技術之政策,於臺中工業區南側之 125 公頃之土地，開發「臺中市精密機械科技創新園區」(以下簡稱精機一期)。由於精機一期有限之建廠用地,不足以供應百餘家進駐之需求，為滿足地方產業發展需求，並強化臺中市工業生產環境,臺中市政府遂於精機一期西南側之公有地，循精機一期之開發模式，進行「臺中市精密機械科技創新園區二期開發計畫」之推動。

該案位於臺中市南屯區，東北側緊鄰精機一期園區，東南側緊鄰臺中看守所，北側為臺中市示範公墓區，屬於大肚山臺地，地勢大致由西向東緩降，以及中央高地向南北兩側谷地斜降，平均坡度為 11%，除與鄰近谷地接壤之地，其餘地區皆為平坦地，其環境水系圖如圖 7- 12。其工程包括：排水工程、滯洪沉砂工程、擋土工程、植生工程及道路工程，該案滯洪沉砂設施於東南側最低處設置，以明挖方式配合地形施設上下池，並由上池提供沉砂容量，設計沉砂深度 1.6m，池頂面積 3,955m^2，池底面積 2,974m^2，可提供 5,543m^3 之沉砂容量，滿足開發需求之 4,377m^3 之泥砂生產量，其設計圖說如圖 7- 13 及圖 7- 14。

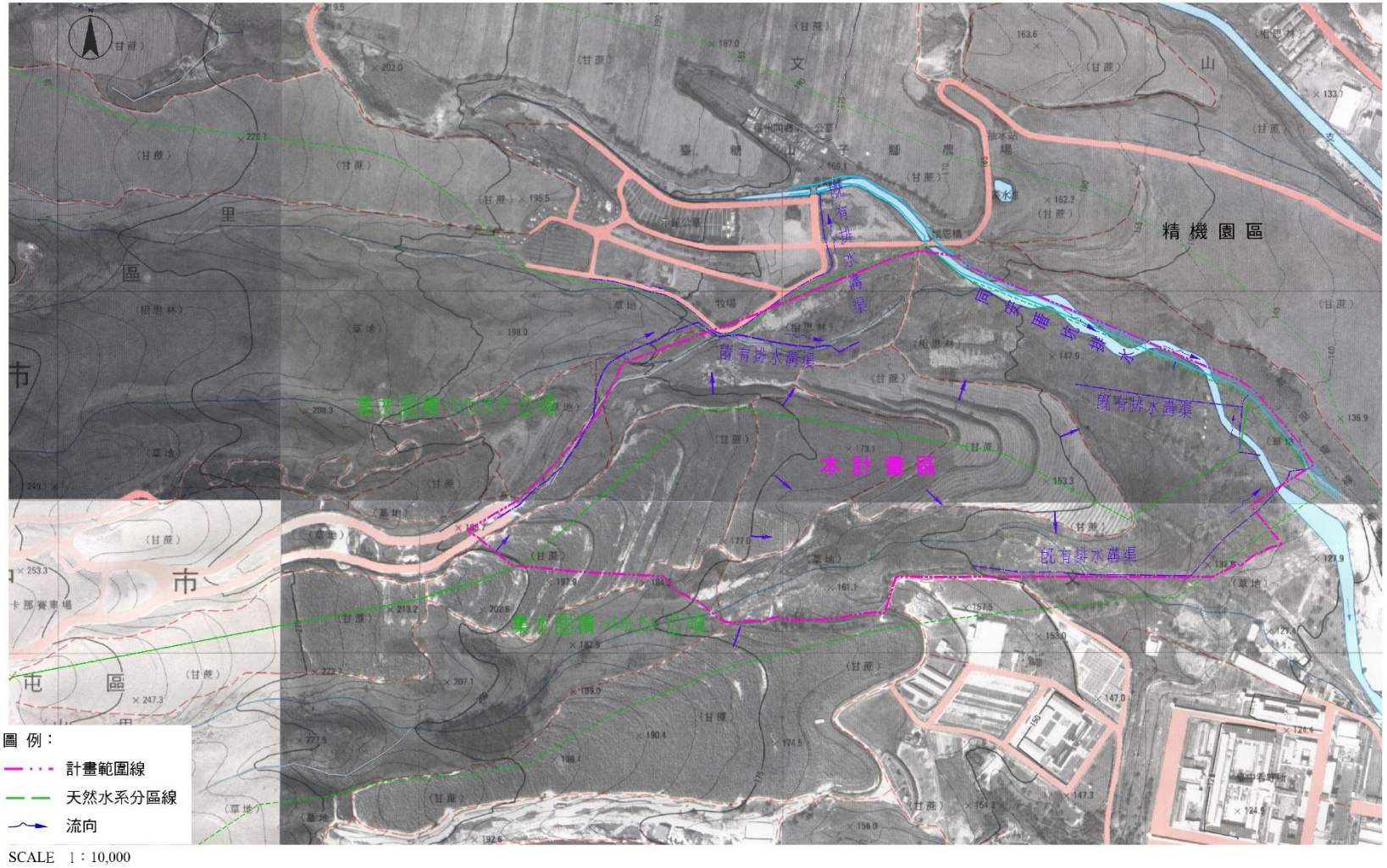
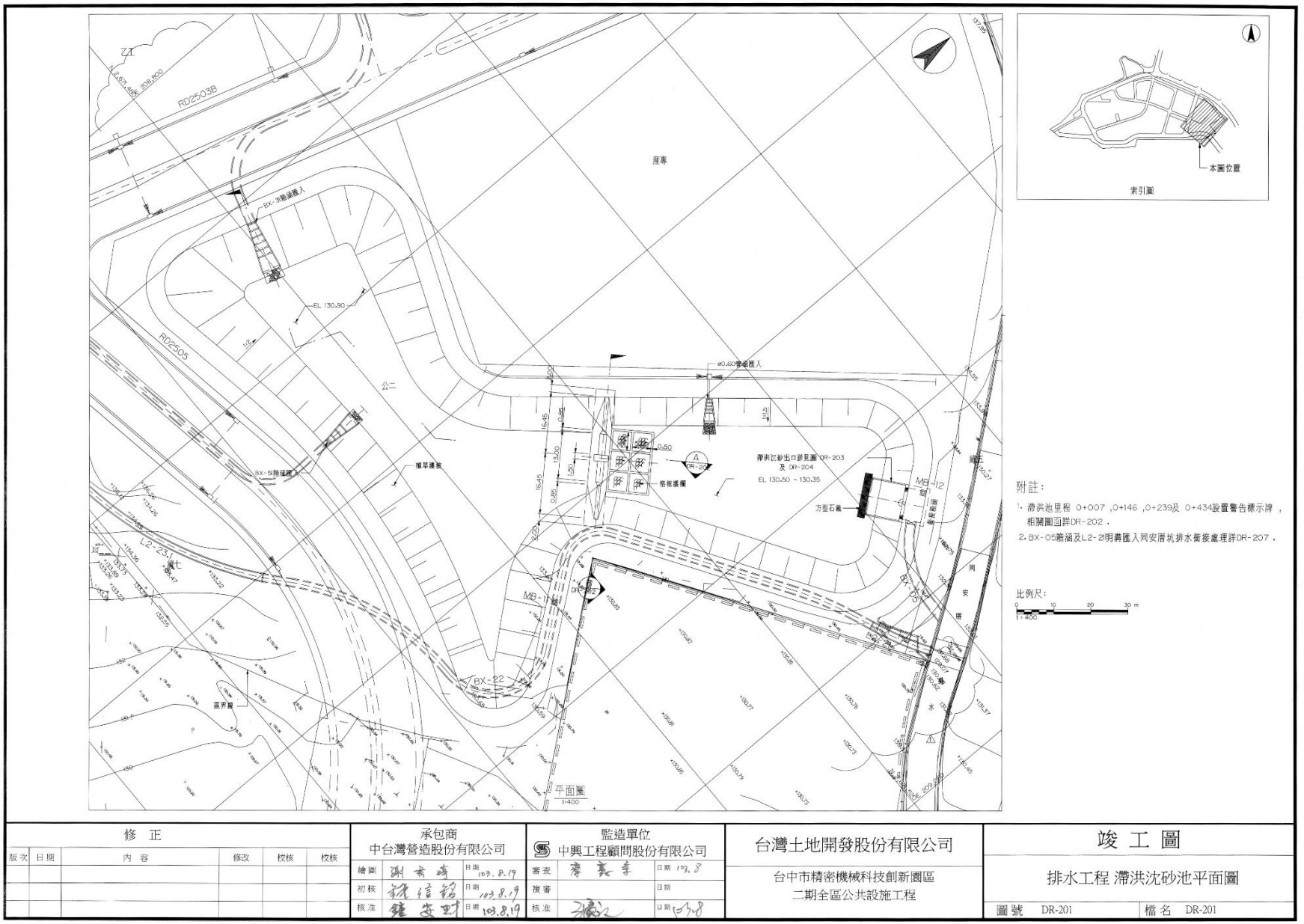


圖 7- 12　精機二期環境水系圖



修正					
版次	日期	內容	修改	校核	校核

承包商	監造單位	台灣土地開發股份有限公司	竣工圖
中台灣營造股份有限公司	中興工程顧問股份有限公司	台中市精密機械科技創新園區二期全區公共設施工程	排水工程 滯洪沈砂池平面圖
繪圖 謝吉峰 日期 103.8.19	審查 日期		圖號 DR-201 檔名 DR-201
初核 日期 103.8.19	複審 日期		
核准 日期 103.8.19	核准 日期		

圖 7- 13　精機二期滯洪沉砂設施設計圖說(1/2)

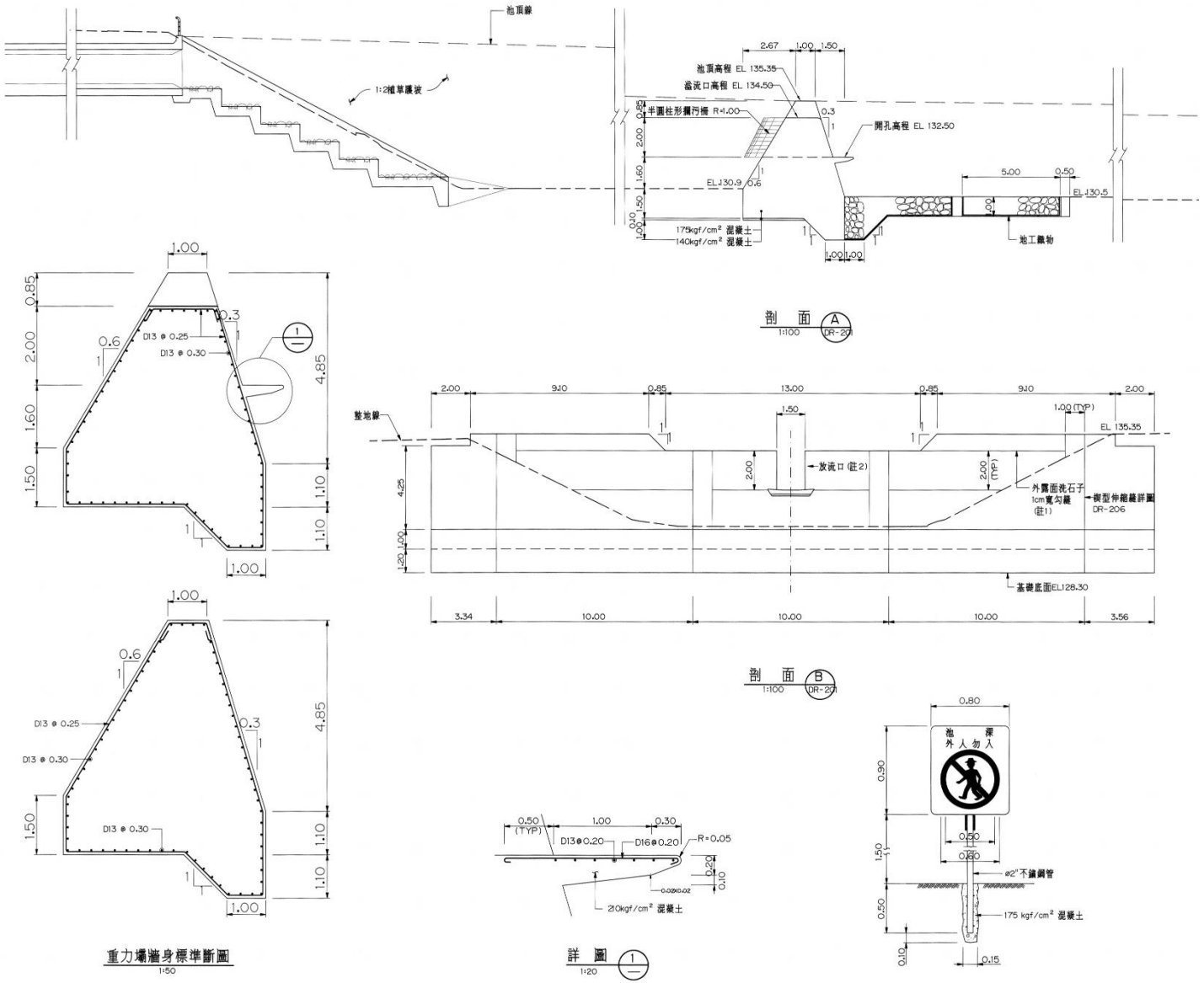


圖 7- 14　精機二期滯洪沉砂設施設計圖說(2/2)

本計畫經勘查後發現滯洪沉砂池現況維持良好，池體周圍無茂密植生遮擋，且周圍地勢平坦，適合 UAV 載具起降，利於颱洪事件後進行 UAV 拍攝，以分析淤積泥砂量，現場勘查照片如圖 7- 15 所示，入流口雖有階梯式消能設施，然其入流口下游未設置保護工，因此在近入流口底床有明顯之沖刷溝形成，而沉砂池出流口為重力式壩，沉砂後水流通過溢洪口進入滯洪池中，另由現場勘查照片亦可知，勘查期間沉砂池內已有些微淤積情形，且因沉砂池未以混凝土封底，又於勘查日前已長時間無颱風豪雨事件，池水已幾乎退去，僅入流口處沖刷溝中有些微積水，其餘區域甚至有草類生長之情形。滯洪沉砂池相關之地理位置及設計使用參數蒐集彙整如表 7- 8 所示。

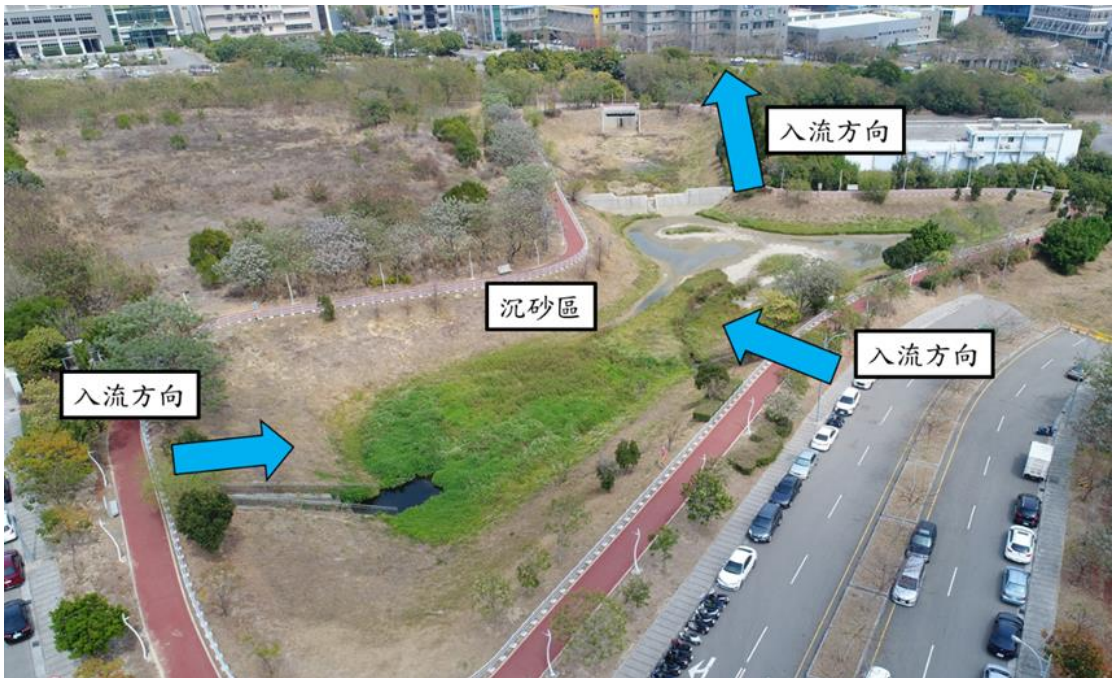
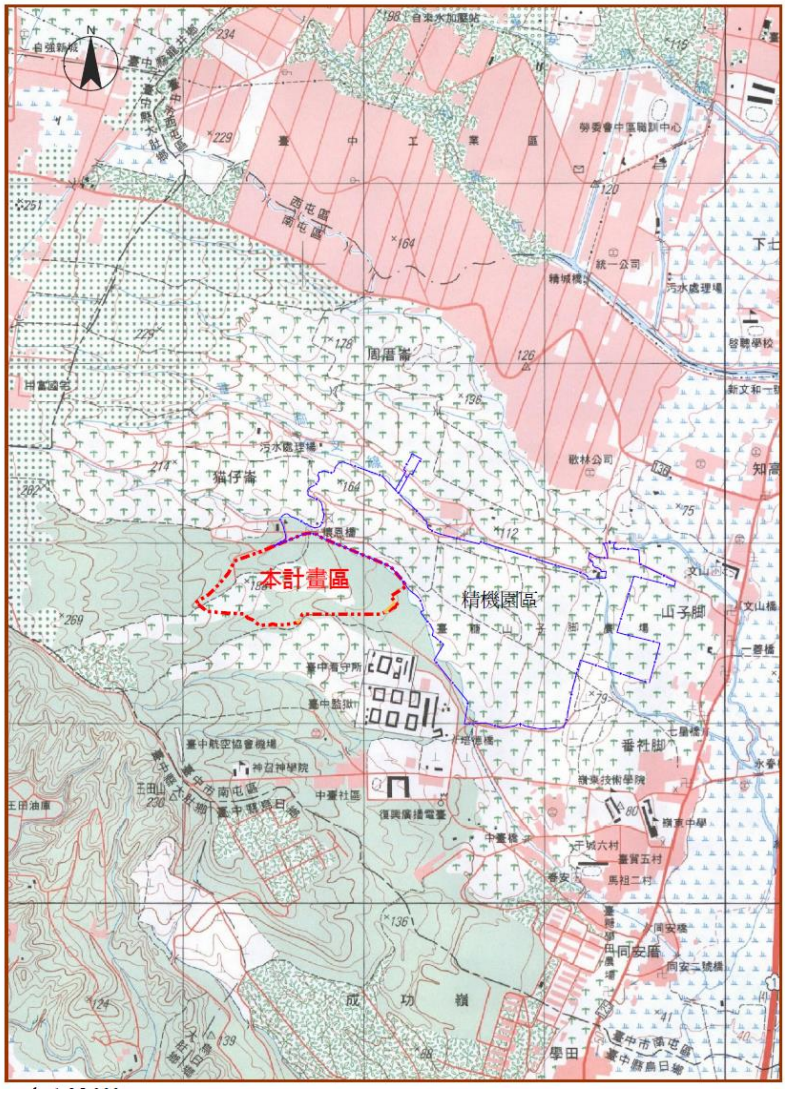


圖 7- 15　精機二期滯洪沉砂設施現況

表 7-8　精機二期基本資料彙整表

計畫名稱		臺中市精密機械科技創新園區二期開發計畫				
鄉鎮市區	臺中市南屯區					
X 座標	208,946					
Y 座標	2,671,510					
集水面積(ha)	36.92					
通用土壤流失公式計算值(m^3/ha/yr)	11.4					
計畫採用值(m^3/ha/yr)	30					
所需沉砂量體(m^3)	4377					
設計沉砂量體(m^3)	5543					
參數名稱	R_m	K_m	L	S	C	P
參數值	13,145	0.0356	2.13	0.46	0.05	0.7
備註	臺中東海	臺中東海	水土保持計畫設計採用值			

五、科技農業推廣大樓新建工程水土保持計畫

該案位於屏東縣內埔鄉國立屏東科技大學內，國立屏東科技大學以農創校，至今累積深厚之農業研究基礎，擁有卓越之研發成果。如今農業技術之進步與智慧科技密不可分，為結合產官學三界各單位之資源，供師生創意創新之研究基地，遂有該水土保持計畫之申請，其開發係屬於開發建築，開發面積約 7,292.5 m^2，設施西側及北側為熱帶與亞熱帶果樹園區，東側與南側緊鄰國立屏東科技大學既有道路，基地地勢呈東向西傾斜之緩斜坡；基地內中央預計興建科技農業大樓，兩側以混凝土鋪設停車場與道路，基地西側最低處依地勢設置滯洪沉砂設施，透過基地邊緣與建物邊緣設置排水設施匯流逕流量至滯洪沉砂設施，經滯洪沉砂設施沉降泥砂與調節流量後排入國立屏東科技大學既有排水設施，基地內裸露地與滯洪沉砂設施施設植生工程，以避免基地開發致使坡面土壤流失。

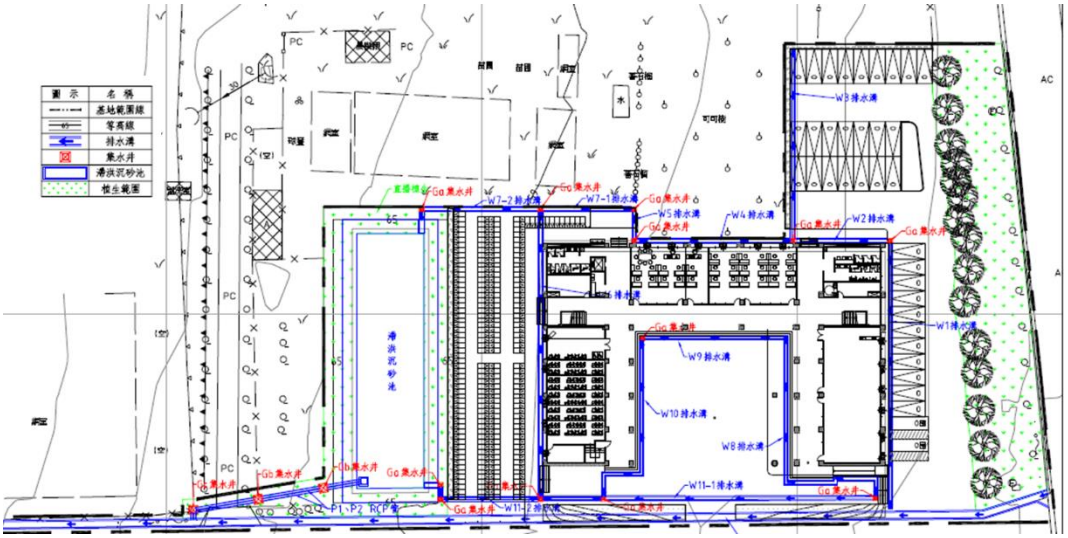


圖 7- 16　屏科大科農大樓水土保持設施配置圖

表 7- 9　屏科大科農大樓水土保持設施配置介紹

工程設施名稱	工程內容概述
排水工程	排水溝：以鋼筋混凝土之矩形溝沿基地內設施(如：建築物、基地邊緣)邊緣設置，將逕流匯流至基地西側之滯洪沉砂設施，精滯洪沉砂設施沉降泥砂與調節流量後排往國立屏東科技大學既有排水設施。
滯洪沉砂設施	明挖式滯洪沉砂設施：採用明挖方式設置滯洪沉砂設施，採滯洪池與沉砂池垂直共構之形式施作，池壁以傾斜比 1.5：1 設置緩坡，並池內全區採透水鋪面，保留地表之透水性。
植生工程	直接撒播：因開發區地勢平緩且植生面積大，採用較經濟之直接撒播方式施作，並採用混合假儉草(夏季)與黑麥草(冬季)種子，以期不同季節皆有 90%以上之植生覆蓋率。

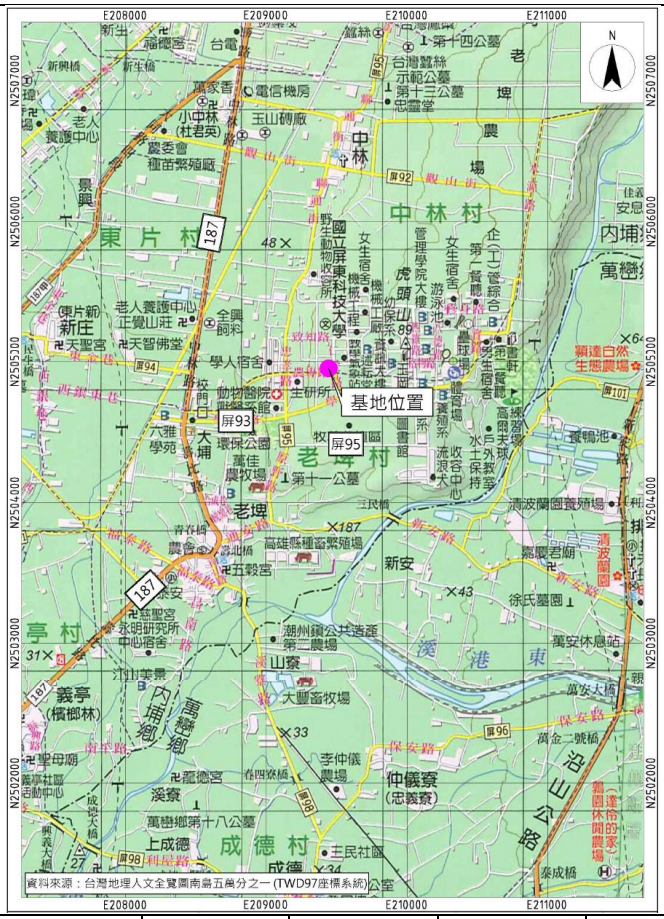
本計畫經現場勘查後，發現該案滯洪沉砂設施狀況保持良好，並且設施上方無障礙物遮擋，適合於颱洪事件後進行 UAV 拍攝，並分析囚滯土砂量，其設施現況如圖 7- 17。

滯洪沉砂設施設置於開發範圍西側最低點，並藉由基地內排水設施匯流逕流量至設施內部，其入流口設置於設施東北側與東南側，出流口於設施西南側以豎井方式進行流量調節；設施採明挖及滯洪沉砂垂直共構方式設置，池壁以傾斜率 1.5：1 進行緩坡化處理，並且滯洪沉砂設施內部全區以透水鋪面施作，保留其透水能力。該設施沉砂深度 0.2m，沉砂區域頂面積為 460.4m^2，底面積為 429.4m^2，設計沉砂量體為 89m^3；滯洪深度 0.7m，滯洪區域頂面積為 574.4m^2，底面積為 460.4m^2，設計沉砂量體為 362.2m^3。



圖 7- 17　屏科大科農大樓滯洪沉砂設施現況

表 7- 10　屏科大科農大樓基本資料彙整表

計畫名稱		科技農業推廣大樓新建工程水土保持計畫				
鄉鎮市區	屏東縣 內埔鄉					
X 座標	209404					
Y 座標	2504934					
集水面積(ha)	0.731					
通用土壤流失公式計算值 (m^3/ha/yr)	15.2					
計畫採用值 (m^3/ha/yr)	30					
所需沉砂量體 (m^3)	21.9					
設計沉砂量體 (m^3)	21.9					
參數名稱	R_m	K_m	L	S	C	P
參數值	37086	0.02592	1.12	0.79	0.05	0.5
備註	行動水保服務網	行動水保服務網	集水區全區平均			

六、臺灣農林-老埤農場農地水土保持計畫

該區位於屏東縣內埔鄉，南側接壤國立屏東科技大學，集水區水文特性相近，開發係屬於農林漁牧地之開發利用，開發面積共計 717 公頃，土地利用主要為農業使用(茶樹及鳳梨)，透過沉砂設施沉砂量體調查可比較相同集水區內不同開發態樣之泥砂生產量。其滯洪沉砂設施共計 17 處，滯洪沉砂體積達 41 萬立方公尺，本計畫赴現場勘查初步篩選 9 處，現況維持良好(圖 7-18)，沉砂空間上方並無樹木遮擋，並進一步依據設計形式，滯洪沉砂設計體積等不同因素，篩選調查樣區，最終擇定以設施量體最大之二期-5 做為調查對象，相關位置圖如圖 7-19、設計參數如表 7-11。



圖 7-18　老埤農場二期-5 滯洪沉砂設施現況圖

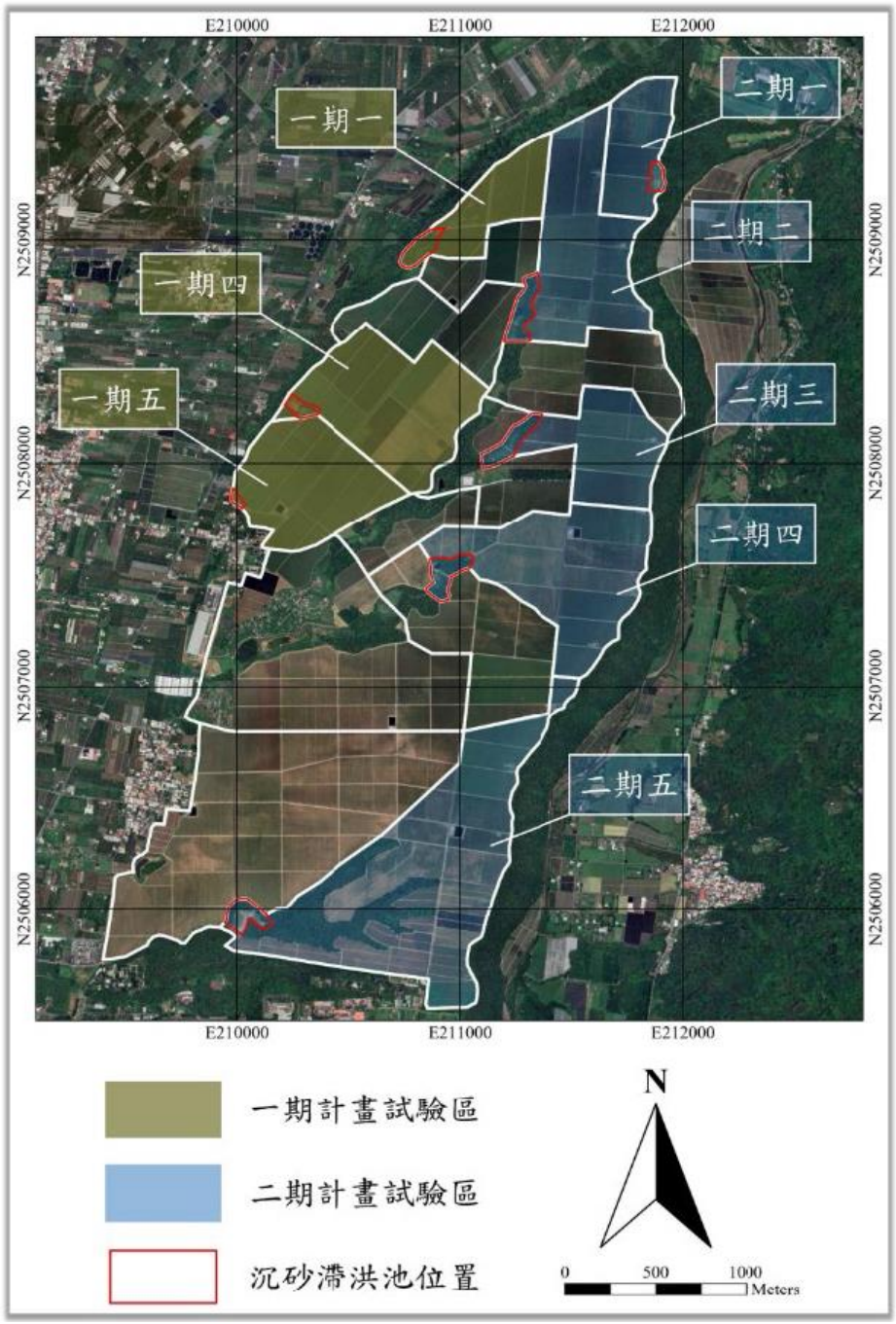


圖 7- 19　老埤農場滯洪沉砂設施位置圖

表 7- 11　老埤農場滯洪沉砂設施基本資料彙整表

編號	集水面積	放流口形式	沉砂池體積	滯洪池體積	設計形式	作物
一期-1	18.43	矩形	1392	6755	水平	茶
一期-4	38.80		7609	7344	水平	茶
一期-5	28.29		6475		垂直	茶
二期-1	13.95		18507		垂直	茶
二期-2	36.31		4466	4956	水平	茶
二期-3	23.79		4558	9179	水平	茶
二期-4	55.62		17206	6200	水平	茶
二期-5	90.14		32695	27470	水平	茶、鳳梨

七、小結

本計畫經實際走訪各水土保持計畫永久性沉砂設施，建議挑選研究試區如下表 7-12，其中項次三~四及五~六分別為同一集水區不同開發態樣，可供本計畫分析不同開發態樣之泥砂生產情況，透過觀測分析各類水土保持計畫沉砂設施資料，據以探討現行法規量體之適宜性，並提出相應建議供主辦機關參酌。

表 7- 12　沉砂設施建議研究樣區一覽表

項次	義務人類別	核定年度	縣市	水土保持計畫名稱	開發面積(公頃)	開發類別	沉砂設施設計形式	備註
一	中央	101	臺中市	中部科學工業園區第三期發展區（后里基地-七星農場部分）開發計畫水土保持計畫	69.25	開發建築	水平共構	已觀測 2 年
二	中央	107	苗栗縣	園區四期銅鑼基地開發工程水土保持計畫	349.75	開發建築	垂直共構	已觀測 3 年
三	地方	100	臺中市	臺中市南屯區台安段 82、86 地號等二筆土地福龍淨園墓園水土保持計畫	14.41	墓園開發	垂直共構	已觀測 1 年
四	地方	103	臺中市	臺中市精密機械科技創新園區二期開發計畫	36.92	開發建築	水平共構	已觀測 1 年
五	私人	112	屏東縣	科技農業推廣大樓新建工程水土保持計畫	0.69	開發建築	垂直共構	-
六	私人	112	屏東縣	臺灣農林-老埤農場農地水土保持計畫	717.00	農林漁牧地之開發利用	水平共構 垂直共構	已觀測 1 年

第二節　泥砂量體量測方式及流程

一、UAV 量測沉砂池囚滯泥砂量測方式

首先針對前述篩選出之 6 處研究試區進行現場勘查與現場概況瞭解，針對研究試區初次地表影像資料拍攝及數值地表模型建模，其中飛行計畫根據現場情況及範圍擬定符合之飛行計畫，包含：飛行航高、路徑、範圍等，並依據交通部相關法令規定於必要時依法規程序辦理空域使用申請，接著以無人飛行載具(UAV)進行地表影像資料拍攝，飛行載具拍攝擬委由專業之團隊協助進行，同時使用版權之專業軟體 Pix4Dmapper 產製正射影像鑲嵌及數值地表模型(DSM)等資訊，並於洪水事件後再次進行地表影像資料拍攝，比較前後期之數值地表模型差異，最後以 Arc GIS 軟體進行泥砂量體計算，得出該事件之囚滯泥砂量。泥砂量體量測流程圖如圖 7- 20，以下亦將針對詳細過程進行敘述：

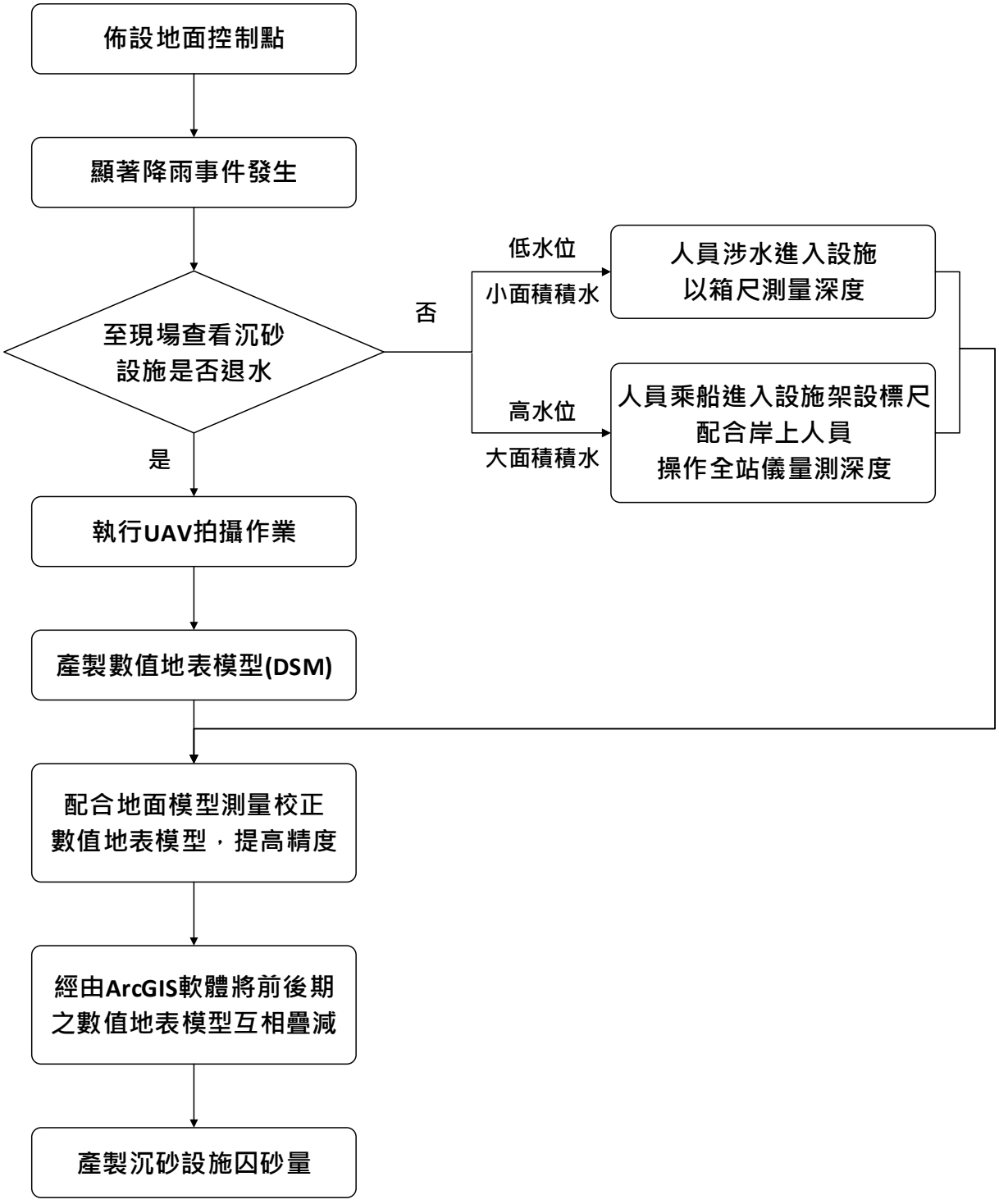


圖 7- 20　泥砂量體測量流程圖

(一) 地面控制點布設

在進行地表影像資料拍攝時，研究試區內需有至少 4 點精確的地面控制點(GCP)以進行空中三角測量平差的計算，利用控制點均勻分布，可將無人飛行載具所拍攝的影像以高品質控制進行成果校正，除校正用之控制點，應增設檢核點，於空中三角平差作業後進行檢核。控制點及檢核點布設規劃，須配合空拍範圍及航帶進行規劃作業，以現場之斷面樁作為優先選擇，並搭配 GPS(全球衛星定位系統)方式施測，應選取於較明顯、不會變動之固定地物、易辨認之特徵且無遮蔽物之點位設置。本計畫採用 Trimble R8s 接收 GPS 信號，並以國土測繪中心 e-GNSS 解算座標，可取得縱軸、橫軸及高程之三軸座標，e-GNSS 系統為國土測繪中心建置之高精度電子化全球衛星即時動態定位系統，透過攜帶式網路傳輸設備實現 GPS 即時動態定位，並取得高精度(誤差兩公分內)的點位量測資訊。而 e-GNSS 解算座標是採用網路傳輸技術即時結合多個基準站觀測資料，建構區域性定位誤差改正模型，提供使用者更準確、可靠的定位誤差修正資訊。



圖 7- 21　Trimble R8s 儀器使用示意圖

(二) 無人飛行載具空拍作業規劃

無人飛行載具空拍作業於視距範圍內操作可確保飛行順利及人員與財物安全，若研究試區範圍較大時，將視拍攝地點及待拍攝區域進行拍攝區域分割，航線的規劃會依現地狀況調整後，依實際作業考量以下幾點，完成最終空拍規劃：

1. 觀測啟動時機

由於通用土壤流失公式中的降雨沖時指數(Rm)是藉由 Wischmeier & Smith 之動能公式透過 30 分鐘的降雨動能與降雨強度(EI_{30})計算而來，而該公式之適用條件包含：

(1) 一場雨量小於 0.5in(12.7mm)，且間隔達 6 小時，則不適用；

(2) 一場雨量雖小於 0.5in，但強度達 0.25in/15min (6.4mm/15min)，仍有動能；

(3) 降雨強度超過 3in/hr(76.2mm/hr)，不可用該式延伸

計算；

(4) I_{30}不得超過 2.5in/hr(或 63.5mm/hr)。

而依據第二項條件，15 分鐘降雨強度須達 6.4mm，換算為時雨量則最少需要大於 25.6mm/hr，本計畫將以此為標準，參考中央氣象署觀測實際時降雨量及累積降雨量資訊，評估是否需進行泥砂量體觀測，若確認需進行將待降雨事件後結束後前往現場進行空拍作業。

2. 實地踏勘嚴選起降點

起降點對空視野良好，較少遮蔽物，能確保飛機與地面站之間的訊號傳輸正常。

3. 擇風小進行作業

為求拍出較佳品質的影像，仍選擇風力較小的天氣作業，並瞭解一天內風向及風力的變化。

4. 選擇光源充足時段作業

早上 11 點至下午 2 點為最佳時段，光源充足且可減少陰影。

5. 影像重疊率

影像前後之重疊率（60%～70%）與左右重疊率（15%～40%），滿足製圖需求。

此外，為確保拍攝過程可順利進行，並減少拍攝影像時受外在因素影響造成誤差，本計畫製作空拍作業檢核表供作業人員逐一檢視，透過飛行前檢核 UAV 狀態、電池電量、風速、氣候及光源等項目，確保拍攝影像品質，降低影像失真對分析結果之影響；而飛行後則依據降落後檢核表針對 UAV 外觀及拍攝成果進行確認，避免 UAV 影像損

壞或無儲存之情況產生，空拍檢核表如表 7- 13 所示。

表 7- 13　無人機空拍檢核表

項次	檢視項目	說明	檢核成果
飛行前內業檢核表			
1	飛行器電池電量	充足電量	□
2	遙控器電池電量	充足電量	□
3	平板電池電量	充足電量	□
4	儲存容量	空間充足	□
5	目標點位確認	點位座標	□
6	目標周遭地物確認	避開高壓電塔、人員密集處	□
7	目標周圍禁航區確認	禁航區、限航區	□
起飛前準備檢核表			
1	起降點確認	空曠處	□
2	航線確認	避開高壓電塔、人員密集處	□
3	雲層高度檢視	低於飛行高度	□
4	氣候檢視	有無降雨機率	□
5	風速檢視	是否可接受	□
6	光源檢視	是否可接受	□
7	影像重疊率設定	影像前後之重疊率(60%~70%)、左右重疊率(15%~40%)	□
8	相機參數	設定完成	□
9	記憶卡	無錯誤	□
10	GPS 狀態	已鎖定	□
11	飛行器螺旋槳安裝確認	正確安裝	□
降落後檢核表			
1	飛行器電池放電	放電至 50%以下	□
2	飛行器外觀檢查	無裂痕	□
3	拍攝成果確認	可正確讀取	□

(三) UAV 規格介紹

本計畫使用 Autel EVO II Pro V3(圖 7- 22)執行空拍作業，其為美國 Autel Robotics 公司所製造之多懸翼無人飛行載具，以下為其規格與特色：

- 機身重量：1,150 克
- 機身對角軸距：39.7 公分
- 飛行時間：35~40 分鐘
- 可吊掛重量：920 克
- 最大抗風能力：8 級風
- 最大水平飛行速度：20 每秒公尺
- 懸停精度：垂直：±10 公分(視覺定位)；±50 公分(GPS 模式)；水平：±30 公分(視覺定位)；±150 公分(GPS 模式)
- 定位系統：支援 GPS、GLONASS、Galileo、北斗等衛星定位系統
- 具備全向雙視覺避障系統
- 具有三軸穩定平衡的相機雲台。
- 相機系統：採用 1 英吋 CMOS 感光元件，畫素達 2000 萬，具最大 16 倍數位變焦以及 3 倍無損變焦。
- 遙控最大傳輸距離：15 公里(FCC)；8 公里(CE)
- 遙控器提供 6.4 英吋 OLED 螢幕，續航時間達 3 小時，並可支援外接行動電源充電及電池替換。
- 遙控器內建 Autel Explorer 操作系統，提供多種自動飛行任務規劃模式，如：航點任務、矩形及多邊形任務及傾斜攝影等。



圖 7- 22　Autel EVO II Pro V3

(四) 產製數值地表高程模型

無人飛行載具所拍攝的地面影像，為了實行空中三角平差計算，需要在影像上量測連結點，以便重建影像與影像間之相對方位。但每次飛行作業所拍攝得之地面影像資料，都是數百張甚至數千張影像，為提高工作效率，本計畫預計使用自動化影像匹配技術，匹配得到大量連結點，使影像之間能透過這些連結點建立穩固且可靠的相對位置。

本計畫使用 Pix4Dmapper 軟體進行影像連結點匹配，其特徵點匹配方式是採用 SIFT 演算法，其影像坐標觀測量後驗中誤差僅約 0.3 個 Pixel，可滿足高精度空三平差之需求。而 Pix4Dmapper 軟體進行影像連結點匹配及空三平差，接著可自動匹配產生三維點雲，並製作數值地表模型與正射影像鑲嵌。Pix4Dmapper 軟體在自動匹配產生三維點雲是採用 DAISY 描述子進行多影像密集匹配(Dense Matching)，並將匹配點進行前方交會便可得大量地物三維彩色點雲，三維點雲經網格內差後製作成數值地表模型，並配合原始影像製作正射影像鑲嵌(圖 7- 27)。

使用 Pix4Dmapper 軟體時，首先設定影像坐標系統，再將空拍照片輸入軟體中，並且提供照片屬性及相片外方位參數。接著進入地面控制點編修模組，將其測得坐標載入系統中，再針對各地面控制點於空拍照片中出現位置做設定確認，完成後即可啟動自動化影像鑲嵌、等高線與 DSM 產製流程。相關操作如圖 7- 24~圖 7- 26。



圖 7- 23　正射影像鑲嵌成果展示圖

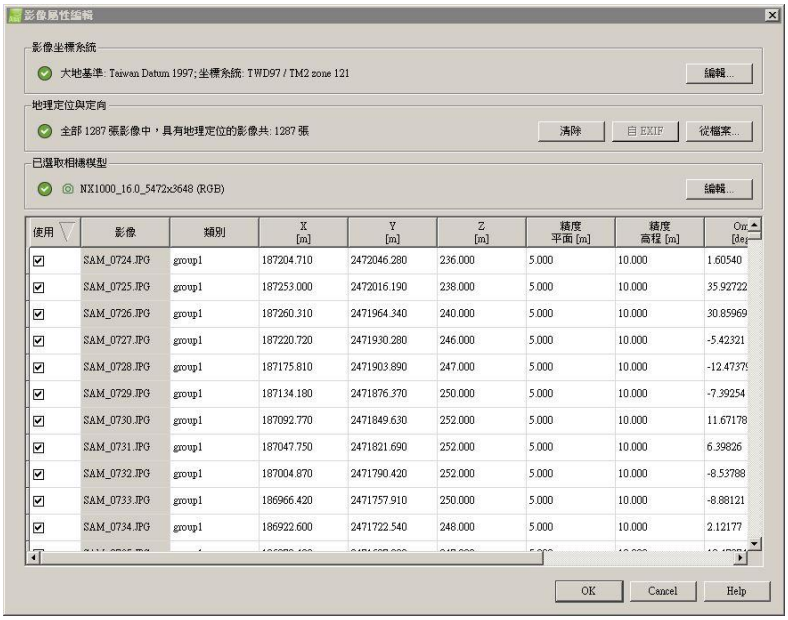


圖 7- 24　影像屬性編輯

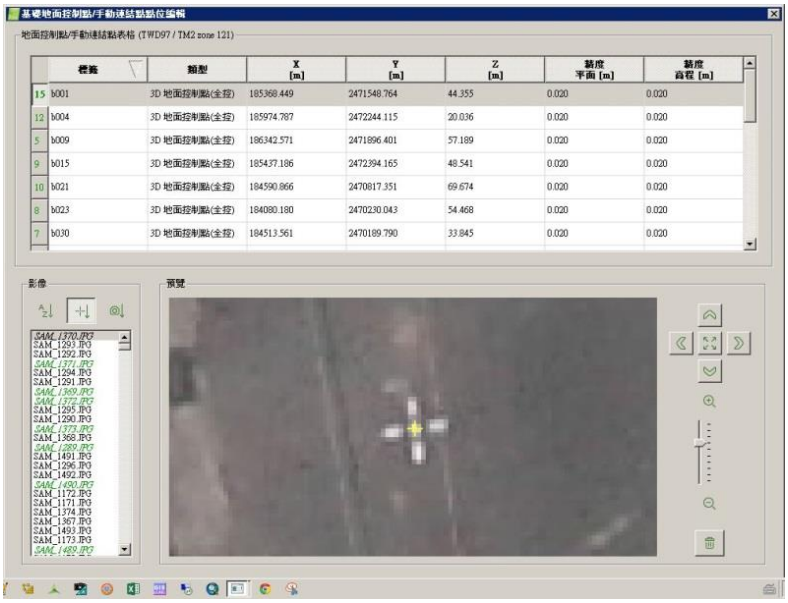


圖 7- 25　地面控制點模組編輯

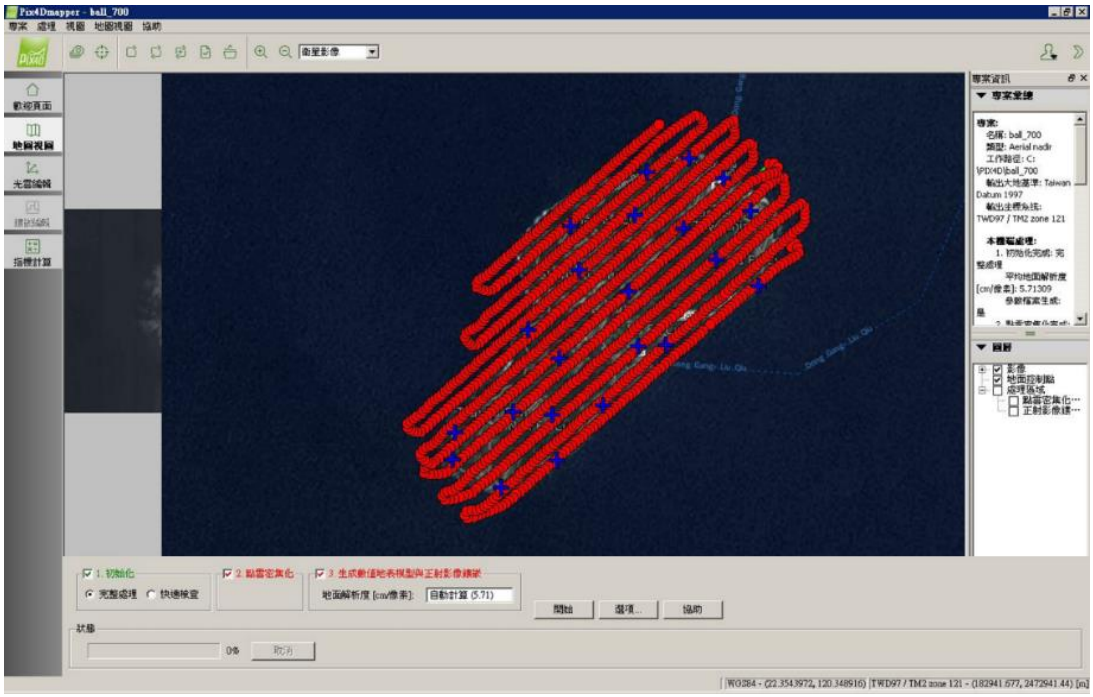


圖 7- 26　軟體自動化影像鑲嵌與 DSM 產製

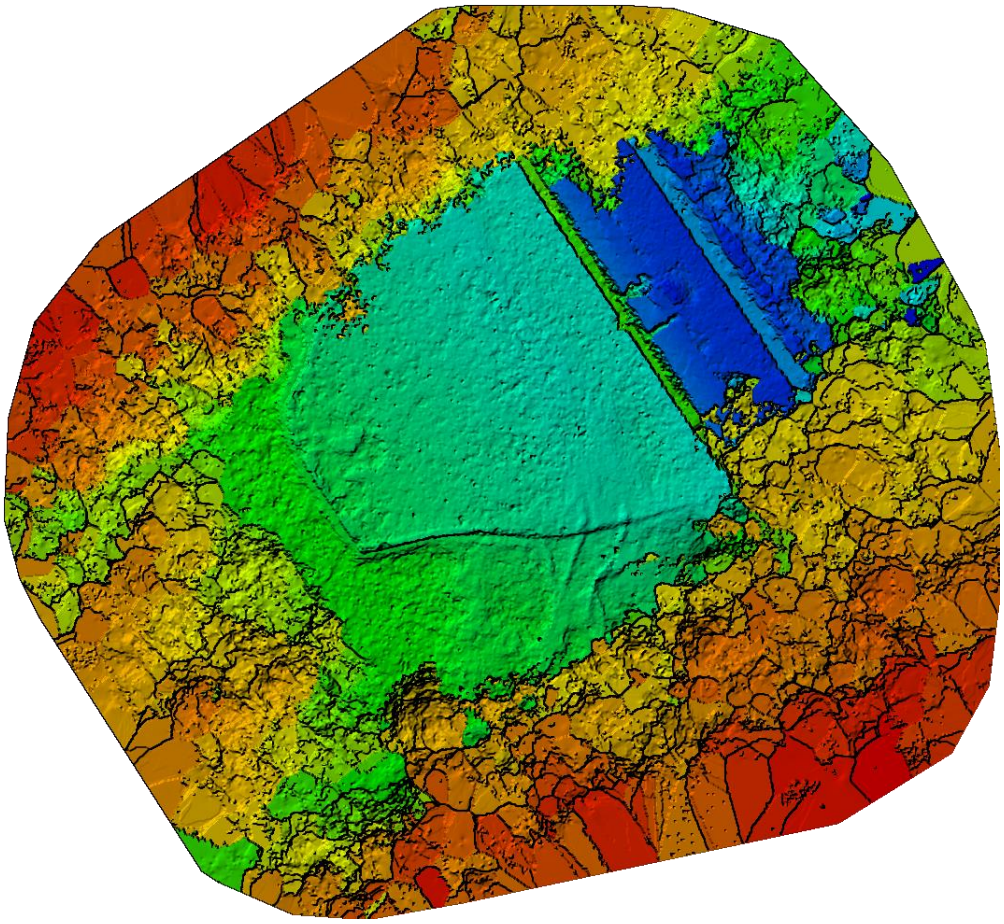


圖 7- 27　數值地表模型(DSM)範例圖

(五) 數值地表模型(DSM)校正

本計畫利用無人飛行載具(UAV)進行空拍作業，而後再利用專業軟體 Pix4Dmapper 進行影像連結點匹配，並產製出數值地表模型(DSM)，然部分沉砂設施可能會因為現場積水尚未完全退水，而造成透過無人飛行載具所產製出之數值地表模型(DSM)無法準確計算出實際淤砂變化，故本計畫使用全測站後視新測 RTK 控制點，進行相位座標改正，以期測量成果能在 ArcGIS 地理資訊系統中，與 UAV 空拍成果進行疊合修正，此外，透過於低水位、小面積積水時以人員步行至設施內部使用標尺實地現場測量水位深度(如圖 7- 28)；高水位、大面積積水則乘坐橡皮艇進入設施放置箱尺配合岸上使用全測站進行池深之量測(如圖

7-29)，扣除未退水之水深，求得沉砂設施池中實際的泥砂淤積變化，以利後續泥砂淤積量體比較。



圖 7-28　低水位之沉砂設施水下地形量測示意圖



圖 7-29　高水位之沉砂設施水下地形量測示意圖

(六) 地面測量儀器規格介紹

本計畫以中海達 ZTS-121R 全站儀(如圖 7- 30)進行沉砂空間水深或重要檢核點量測，其具有多樣化的測量模式並且防塵防水等級達 IP54，可以應對現場測量之各種狀況，於現場量測時以無稜鏡模式在半徑 350m 的範圍內進行測量，其精度可達3mm ± 2ppm × D，操作方式如圖 7-31 所示，池底高程為地面高程與儀器高總和(即相位高程)扣除標尺讀數，以下為其規格與特色：

表 7- 14　中海達 ZTS-121R 規格與特色

項目	說明
最小讀數	1 秒
測角精度	2 秒
測量模式	角度測量、座標測量、距離測量
測量精度	3mm ± 2ppm × D
測量距離	稜鏡模式：2000m~2500m 反射片模式：800m 無稜鏡模式：350m(實測 500m)
續航時間	16 小時
防塵防水	IP54(防塵 5 級、防水 4 級)
特色	1. 採用中文化雙面面板搭配數字鍵盤便於使者操作。 2. 具備 USB 與 miniUSB 傳輸功能。 3. 可儲存 2 萬點之測量資料。



圖 7- 30　中海達 ZTS-121R 全站儀

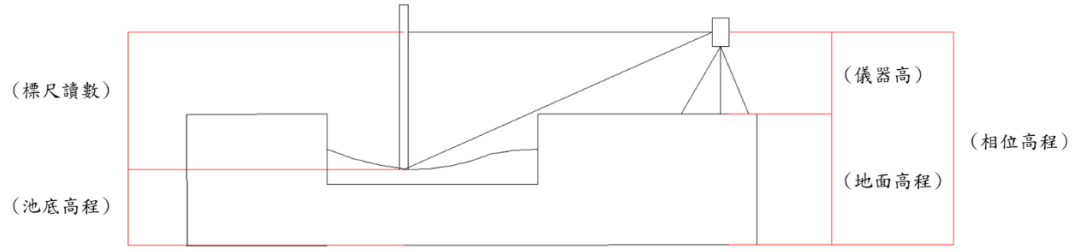


圖 7- 31　全站儀量測池底高程示意圖

量測池底時以測點均勻布設於沉砂設施內為原則，依沉砂池規模測點間距為 1~2m 至 5~10m，以本計畫以 112 年度計畫之研究試區測量成果為例，如圖 7-32，以了解沉砂設施沉砂空間水深及其地形變化，藉此分析判斷出該沉砂設施中實際的泥砂淤積變化。

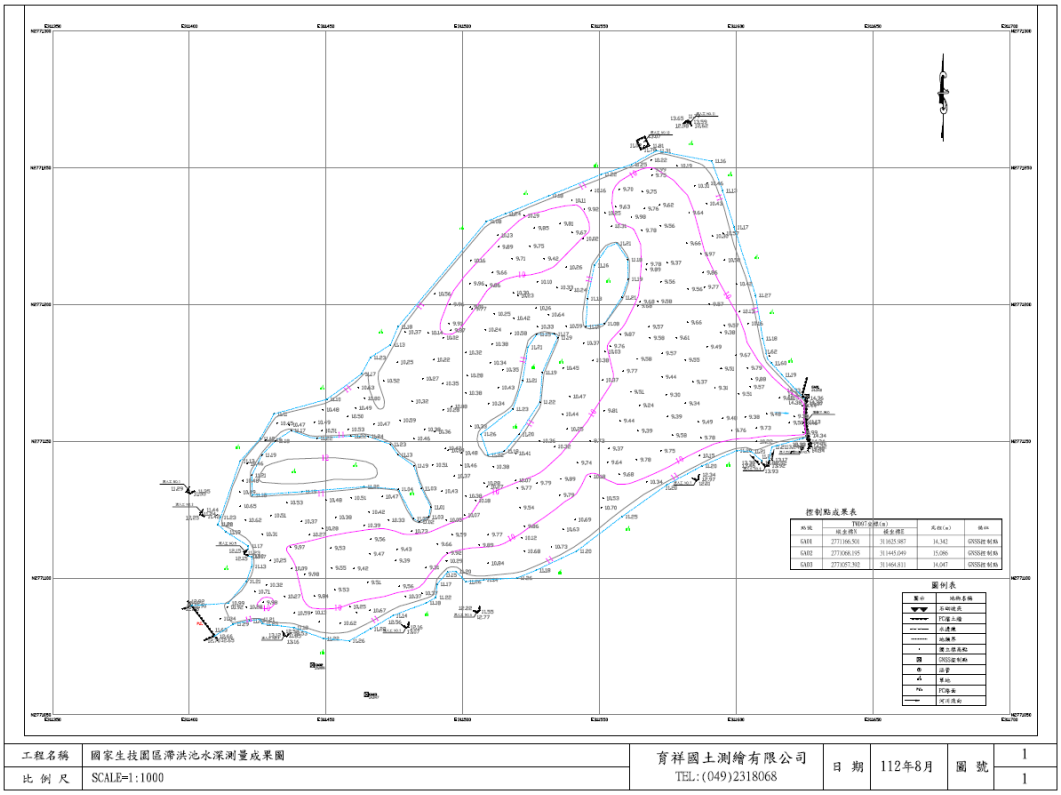


圖 7-32　112 年國家生技研究園區測量成果

(七) 沉砂設施泥砂淤積量體估算方式

本計畫將於汛期前進行地表影像資料拍攝建置數值地表模型(DSM)，並於計劃期間於洪水事件後再次進行拍攝，利用前後期之數值地表模型相互疊減，差異部分即為泥砂淤積變異量，即可經由 ArcGIS 軟體進行洪水事件後沉砂設施囚滯泥砂量計算。

第三節　沉砂量體估算成果

本計畫於汛期前進行地表影像資料拍攝並建置數值地表模型(DSM)，且於計畫期間於洪水事件後再次進行拍攝，利用前後期之數值地表模型相互疊減，高程差異部分即為沉砂設施底床泥砂淤積變異量，即可經由 ArcGIS 軟體進行洪水事件後沉砂設施囚滯泥砂量計算，以下針對本計畫所選 6 個研究試區進行沉砂量體分析成果進行說明。

一、中部科學工業園區第三期發展區（后里基地-七星農場部分）開發計畫水土保持計畫

(一) 現場觀測啟動時機

依據通用土壤流失公式泥砂啟動沖蝕之有效降雨強度，本計畫現場量測啟動時機訂為氣象署公告之雨量站觀測紀錄達時雨量 25.6mm/hr，依照氣象署雨量站觀測紀錄規劃研究試區沉砂觀測作業，作業時間將待降雨事件結束後並完成退水時前往現場進行空拍作業。

本計畫以氣象署之后里雨量站做為觀測啟動時機之依據，該雨量站於民國 100 年設置於后里國小內，距離中科七星園區 1.8 公里，本計畫蒐集其 113 年 6 月至 10 月份的雨量觀測紀錄，如表 7-15 所示。由表可知后里地區 6 月份至 10 月份日累積雨量達 25.6mm 之日期共有 12 天；另各月份日累積雨量超過 25.6mm 之日期，6 月份有 2 天、7 月份有 6 天、9 月份有 3 天、10 月份有 1 天，最大日累積雨量出現在 7 月 25 日，為 312mm。

本計畫挑選日累積雨量超過 25.6mm 之日期，蒐集其時雨量紀錄，得知符合觀測啟動條件(時雨量超過 25.6mm)的日期有 6 月 25 日、7 月 11 日、7 月 23 日、7 月 25 日及

9 月 14 日及 9 月 20 日，共 6 天，如表 7- 16 及表 7-17 所示。因中科七星園區沉砂設施採不透水鋪面封底，退水不易，又臺灣地區 6 月至 10 月受鋒面、熱對流及颱風影響，期間仍有多日雖未達觀測啟動條件之雨勢，為確保觀測工作之安全性，本計畫待設施內積水退至不影響觀測工作時，擇期於 113 年 7 月 14 日及 113 年 10 月 18 日赴現場進行沉砂量體測量。

表 7- 15　氣象署－后里雨量站 6 月至 7 月日雨量觀測紀錄

觀測時間 (day)	6 月降水量 (mm)	7 月降水量 (mm)	8 月降水量 (mm)	9 月降水量 (mm)	10 月降水量 (mm)
1	2.5	0	0	10	0
2	67	0	0	0	1.5
3	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	7	0	0	3	0
6	0.5	0	0	1.5	0
7	0	0	5.5	2.5	0
8	0	1.5	0	6.5	8.5
9	2.5	0	11	0	0
10	0	4.5	0	0	0
11	10	38.5	0	0.5	0
12	14	0	6	0	0
13	5	0	0	3	0
14	24	0	11	84	0
15	0	0	6.5	0	0
16	5	0	0	0	0
17	0	1	8.5	0	0
18	6.5	0	0	22.5	0
19	0	0	0	0.5	0
20	0	0	0	74	0
21	0	0	0	15.5	0
22	0	0	0	8	0
23	0	65	0	52.5	0
24	2	29	8.5	3.5	0
25	34	312	0	0	0
26	0	78.5	1	0	0
27	0	0	0	0	0
28	6.5	0	0	0	0
29	0	0	0.5	0	0
30	0	46.5	0	0	0
31	-	0.5	0		49

表 7- 16　后里雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間 (hour)	6/2 降水量 (mm)	6/25 降水量 (mm)	7/11 降水量 (mm)	7/23 降水量 (mm)	7/24 降水量 (mm)	7/25 降水量 (mm)	7/26 降水量 (mm)	7/30 降水量 (mm)
1	0	0	0	0	1	2	2.5	0
2	0	0	0	0	1.5	3	0.5	0
3	0	0	0	0	0.5	3	0	0
4	0	0	0	0	0	1.5	0	0
5	0	0	0	0	0.5	2	1.5	0
6	0	0	0	0	0.5	0.5	1.5	0
7	0.5	0	0	0	5	1	1.5	0
8	3	0	0	0	1	2.5	2.5	0
9	4	0	0	0	0.5	10.5	12	0
10	5.5	0	0	0	1	10.5	16.5	0
11	5	0	0	0	1	12	0	0
12	0.5	0	0	0	2	17	1	0
13	0	0	0	0	0.5	15.5	0	0
14	0	0	6	0	0	5	0.5	0
15	0	0	32.5	0	1.5	11.5	18	0
16	0	0	0	0	0.5	3	6	0
17	1	0	0	0	2	16.5	4.5	0
18	22.5	0.5	0	0	3.5	19.5	6	0
19	21.5	33.5	0	0	1.5	42.5	3.5	0
20	1	0	0	0	0	44	0.5	12
21	2	0	0	0	1	28	0	15
22	0.5	0	0	0	1	38	0	9.5
23	0	0	0	47	0.5	12	0	9
24	0	0	0	18	2.5	11	0	1

表 7- 17　后里雨量站 9 月至 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間(hour)	9 月 14 日	9 月 20 日	9 月 23 日	10 月 31 日
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0.5
12	0	0	0	0
13	0.5	0	0	0
14	7.5	0	2	0
15	3.5	0	0	0
16	17	0	0	0
17	39	0	0	0
18	6	0	0	3
19	10.5	0	19	4.5
20	0	3	14	8.5
21	0	8	12	11.5
22	0	19	5	5.5
23	0	34	0.5	6.5
24	0	10	0	9

(二) 研究樣區現場狀況說明

此研究試區所進行觀測之沉砂設施為 Pool 1 沉砂池，該沉砂池(上池)與滯洪池(下池)採平面共構，中間設置鋼絲蛇籠壩攔截土砂，沉砂設施中除緊急溢洪口外，無設置其他放流口，僅能透過滲流及蒸發進行自然排水，沉砂設施中積水排除不易，本計畫赴現場觀測是否適合進行 UAV 測量作業並於 113 年 4 月 11 日、113 年 7 月 14 日及 113 年 10 月 18 日完成 Pool 1 沉砂池測量，各期空拍影像鑲嵌成果套疊地形圖如圖 7- 33~圖 7- 35 所示。

本計畫於 113 年 4 月 11 日至現場進行 UAV 空拍測量並建製數值地表模型做為該沉砂池初始地形，當日現場測量時尚為臺灣之旱季，然因 4 月初有小規模降雨，沉砂空間有小面積積水但不影響觀測，本計畫採人員涉測配合全測站進行水下高程修正，由正射鑲嵌影像可見，設施北側與東側入流方向有明顯水流沖刷痕跡，除此之外設施池底高程大致呈現均勻分布且變化平緩。

本計畫於期中階段擇定 113 年 7 月 14 日赴現場進行測量作業，距上次該試區滯洪沉砂設施有明顯降雨之日期 113 年 7 月 11 日已過去 3 日。現場量測作業時池內積水大多皆已退去，惟池底乃不透水鋪面，仍有少部分積水但不影響觀測，本計畫採人員涉水架設標尺，配合全測站進行水下高程修正，由觀測成果可見北側入流方向仍有明顯流路痕跡，又水流直進撞擊鋼絲蛇籠壩壩體後向兩側分流，造成接近壩體處土砂相較池內其他區域較淺，且入流方向左側土砂堆積區有明顯分流痕跡，推測為西側入流衝擊北

側入流，造成北側入流向左偏移，且因鄰近池壁，因此容易於此處產生渦流造成底床侵蝕；西側入流方向仍有明顯沖刷痕跡，其沖蝕痕跡呈現辮狀，推測為西側入流進入池內後，因斷面突擴造成流速降低，因此水流挾帶之泥砂容易落淤此處，然退水階段時，因底床泥砂量大且入流量降低，造成水流直進受阻，因而呈現彎曲前進之現象。

本計畫於期末階段擇定 113 年 10 月 18 日赴現場進行測量作業，距上次該試區滯洪沉砂設施有明顯降雨之日期 113 年 9 月 20 日已過去 25 日。現場量測作業時池內積水大多皆已退去，惟池底乃不透水鋪面，仍有少部分積水但不影響觀測，本計畫採人員涉水架設標尺，配合全測站進行水下高程修正。池內觀測到明顯土砂沉降，可能原因為東側有聯外排水管道埋設工程緣故，池內土砂堆積型態與前兩期觀測之形式相似，土砂主要堆積於池內東西兩側。

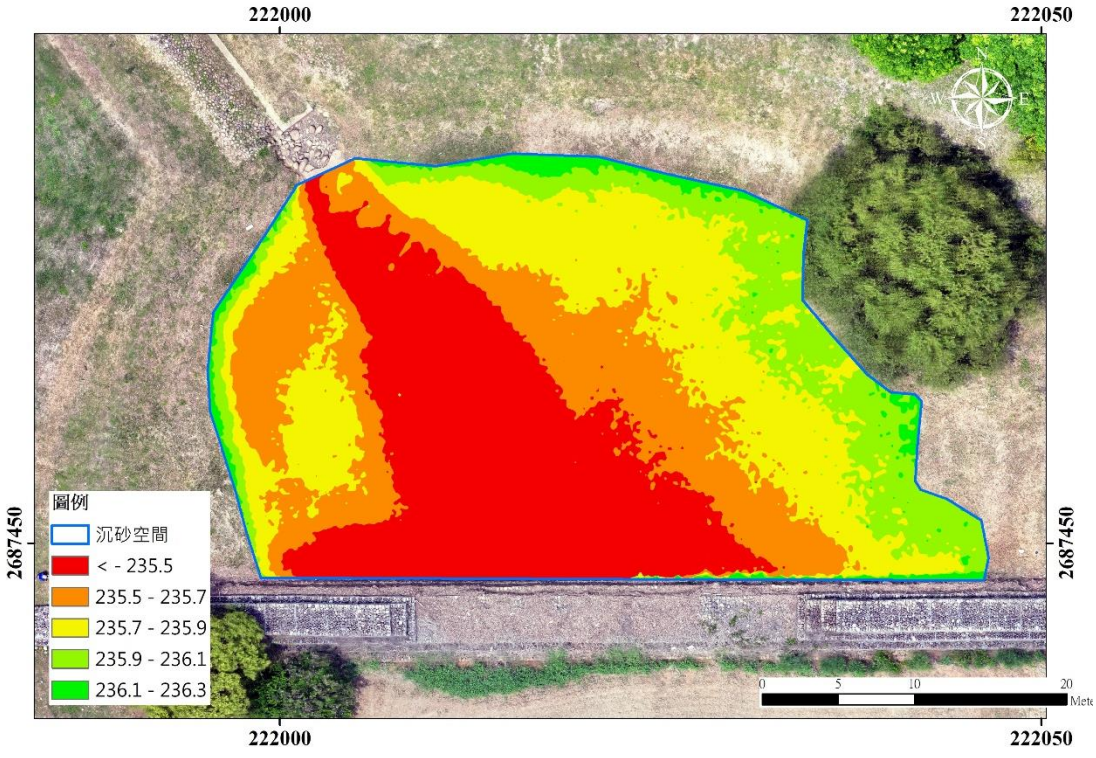


圖 7- 33　中科七星園區 113/4/11 池底高程觀測成果

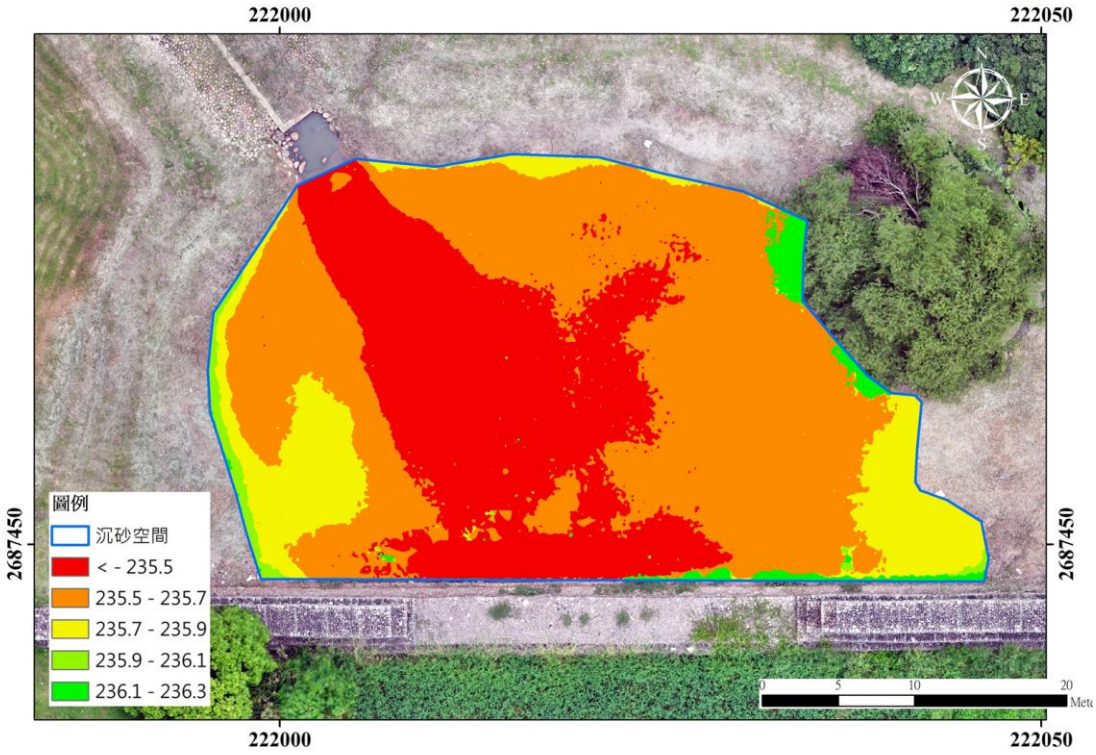


圖 7- 34　中科七星園區 113/7/14 池底高程觀測成果

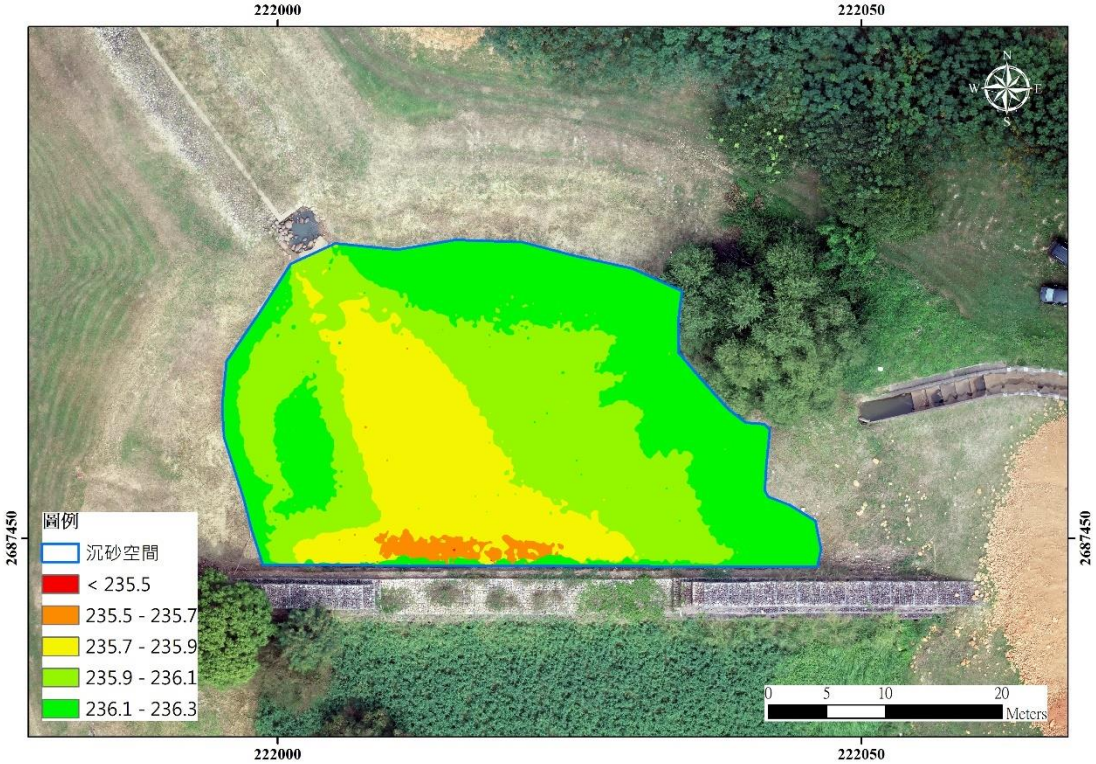


圖 7- 35　中科七星園區 113/10/18 池底高程觀測成果

(三) 沉砂設施底床泥砂變化量分析

本計畫將 113 年 4 月 11 日、113 年 7 月 14 日及 113 年 10 月 18 日之觀測成果數值地表模型倆倆進行相減，以算出期間降雨事件之沉砂量體，池底高程變化如圖 7-36。由圖可知於期中階段設施出流口附近三角狀區域呈淤積情況，設施其餘則有些微沖刷現象，沖淤高度介於-15 公分至 15 公分。分析顯示沉砂設施沖淤量體變化為-38.39m^3，其中淤積面積為 67.30m^2，淤積體積為 36.65m^3；沖刷面積為 2554.14m^2，沖刷體積為 75.04m^3。由圖可知於期末階段設施出流口附近三角狀區域呈沖刷情況，設施外緣則有些微的淤積現象，沖淤高度介於-20 公分至 15 公分。分析顯示沉砂設施沖淤量體變化為 21.14m^3，其中淤積面積為 617.83m^2，淤積體積為 98.87m^3；沖刷面積為 509.56m^2，沖刷體積為 77.73m^3

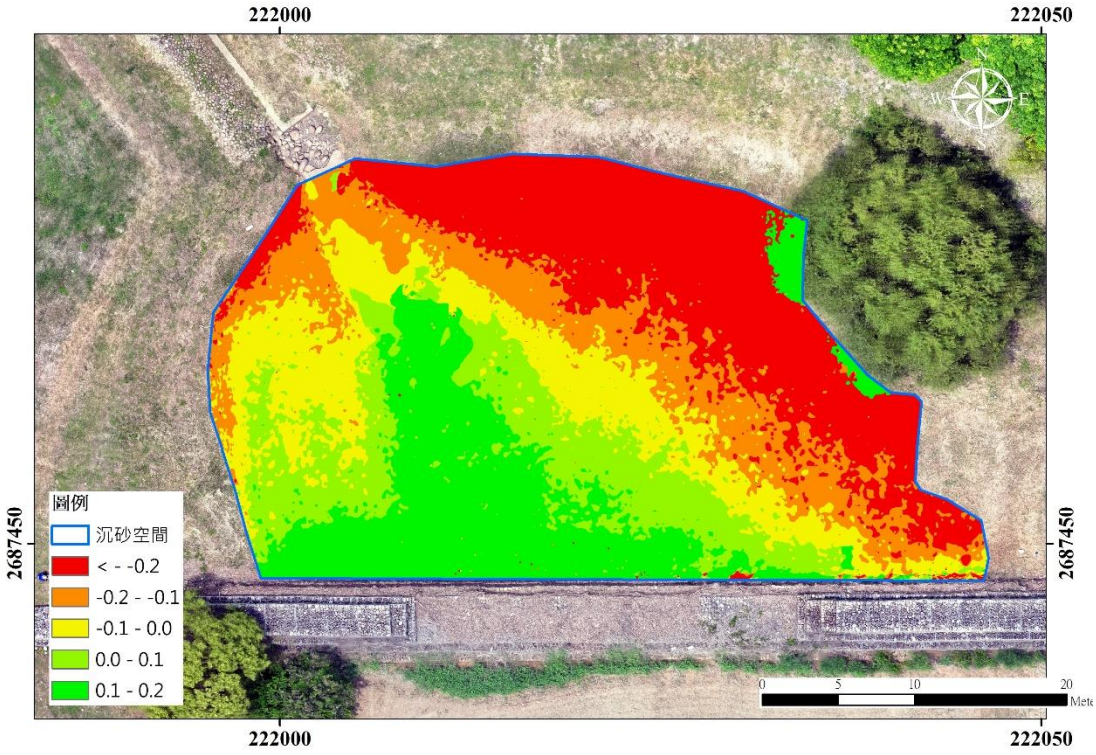


圖 7- 36　中科七星園區期中階段沉砂量體分析成果

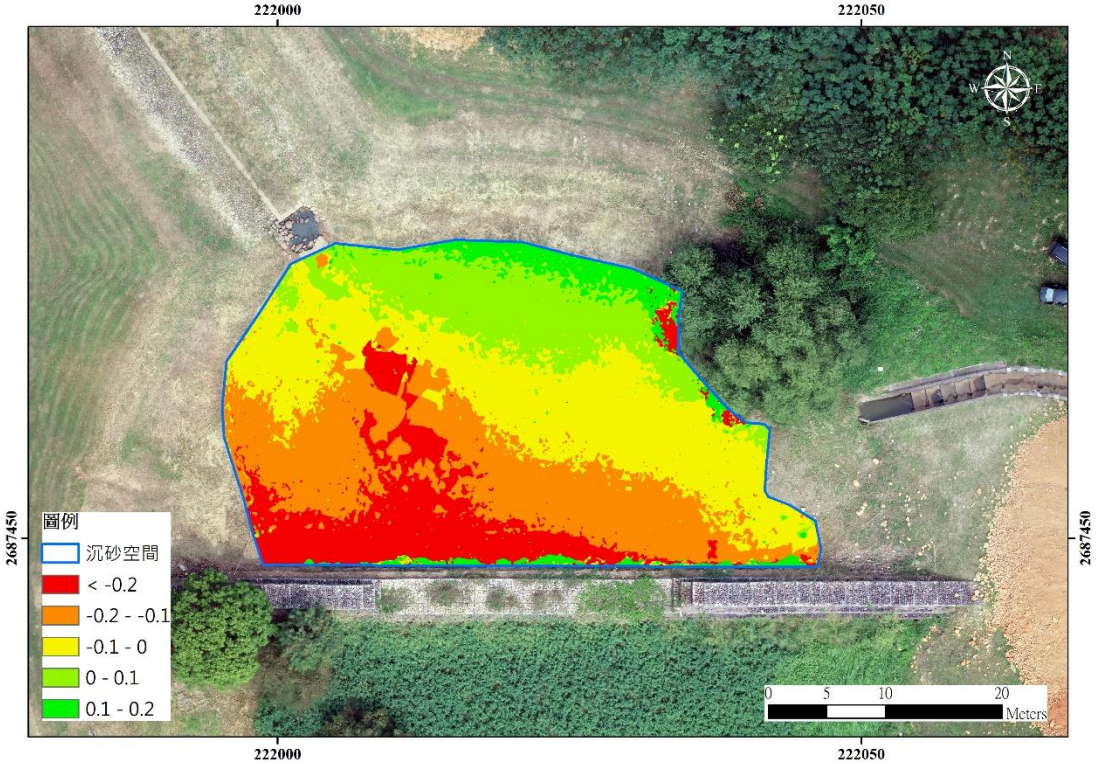


圖 7- 37　中科七星園區期中階段沉砂量體分析成果

二、園區四期銅鑼基地開發工程水土保持計畫

(一) 現場觀測啟動時機

依據通用土壤流失公式泥砂啟動沖蝕之有效降雨強度，本計畫現場量測啟動時機訂為氣象署公告之雨量站觀測紀錄達時雨量 25.6mm/hr，依照氣象署雨量站觀測紀錄規劃研究試區沉砂觀測作業，作業時間將待降雨事件結束後並完成退水時前往現場進行空拍作業。

本計畫以氣象署之銅鑼雨量站做為觀測啟動時機之依據，該雨量站於民國 100 年設置於銅鑼國小內，距離銅鑼科學園區 3.5 公里。本計畫蒐集其 113 年 6 月至 10 月的雨量觀測紀錄，如表 7- 18 所示。由表可知銅鑼地區 6 月份至 10 月份日累積雨量達 25.6mm 之日期共有 13 天；另各月份日累積雨量超過 25.6mm 之日期，6 月份有 1 天、7 月份有 4 天、8 月份有 2 天、9 月份有 4 天及 10 月份有 2 天，最大日累積雨量出現在 7 月 25 日，為 170.5mm。

本計畫挑選日累積雨量超過 25.6mm 之日期，蒐集其時雨量紀錄，得知符合觀測啟動條件(時雨量超過 25.6mm)的日期有 6 月 22 日、7 月 25 日、7 月 30 日及 8 月 24 日，共 4 天，如表 7- 19 及表-20 所示。因臺灣地區 6 月至 10 月受鋒面、熱對流及颱風影響，期間仍有多日雖未達觀測啟動條件但仍有較大雨勢，天氣狀況不穩定且該區沉砂設施退水不易，本計畫待設施內積水退至不影響觀測工作時，擇期於 113 年 7 月 9 日及 113 年 10 月 17 日赴現場進行沉砂量體測量。

表 7- 18　氣象署－銅鑼雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄

觀測時間 (day)	6 月降水量 (mm)	7 月降水量 (mm)	8 月降水量 (mm)	9 月降水量 (mm)	10 月降水量 (mm)
1	1	0	0	0	0
2	64.5	0	0	0	2
3	0.5	0	0	0	0
4	0.5	0	0	0	10
5	10	0	0	0	1.5
6	3	0	3.5	0	0
7	0	0	12	9	0
8	0	0.5	0	0.5	28.5
9	10.5	0	8	0	0
10	0	0.5	0	0	0
11	6	13.5	0	0.5	0
12	0	0	0	0.5	0
13	0.5	0	19	0	0
14	19.5	0	24	14	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	33.5	0	0
17	0	0	5.5	0	0
18	2	0	0	0	0
19	0	0	1.5	28	0
20	0	0	0.5	58.5	0
21	0	0	0	39.5	0
22	0	0	0	4.5	0
23	0	0.5	0	48.5	0
24	0	41	52.5	16	0
25	5.5	170.5	0	0	0
26	0	31	1.5	1	0
27	0	0	0	0	0
28	5.5	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0.5	60.5	0	0	0
		0.5	0		29

表 7- 19　銅鑼雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間(hour)	6/2 降水量(mm)	7/24 降水量(mm)	7/25 降水量(mm)	7/26 降水量(mm)	7/30 降水量(mm)
1	0	0	1.5	1.5	0
2	0	0.5	0.5	0.5	0
3	0	0	0.5	0	0
4	0	0.5	0.5	0	0
5	0	1.5	1	0	0
6	0	7.5	0	0.5	0
7	1	3	0	1	0
8	3	3.5	4	1	0
9	0.5	1	4.5	5	0
10	1	0	4	4.5	0
11	2.5	2	8.5	0	0
12	0	7	7.5	0.5	0
13	0	0	10	0	0
14	0	0	1.5	0	0
15	0	1	8.5	10	0
16	0	0.5	4	2	0
17	8.5	2	7	3	0
18	27	3.5	4.5	0.5	0
19	15	3.5	24	1	0
20	4	0.5	26.5	0	1.5
21	2	1.5	19.5	0	42
22	0	1.5	20	0	3
23	0	0	7	0	3.5
24	0	0.5	5.5	0	10.5

表 7- 20　銅鑼雨量站 8 月至 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間(hour)	8 月 16 日	8 月 24 日	9 月 19 日	9 月 20 日	9 月 21 日	9 月 23 日	10 月 8 日	10 月 31 日
1	0	0	0	0	0	0	0	0.5
2	0	0	0	0	0.5	0	0	1
3	0	0	0	0	15	0	0	1
4	0	0	0	0	5.5	0	20.5	1.5
5	0	0	0	0	7	0	8	0
6	0	0	0	0	0.5	0	0	1
7	0	&	0	0	0	0	0	0.5
8	0.5	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	2.5	0	0	0.5
13	0	0	3	0	2	0	0	0
14	0	0	18	0	0.5	0	0	0
15	14.5	0	7	0	0	4	0	0
16	5.5	0	0	0	1.5	17.5	0	0
17	0	25	0	0	0.5	0.5	0	0
18	3	27	0	0	1	0	0	&
19	6	0.5	0	3	0	0	0	1.5
20	1	0	0	7.5	1	10	0	1
21	0	0	0	17.5	1	12	0	4
22	0	0	0	15.5	0.5	2.5	0	7.5
23	3	0	0	3	0	2	0	4
24	0	0	0	12	0.5	0	0	5

(二) 研究樣區現場狀況說明

此研究試區所進行觀測之沉砂設施為 C3-1 滯洪沉砂壩，由於觀測之沉砂設施為滯洪沉砂壩，其功能兼具滯洪效益，沉砂設施中除緊急溢洪口外，無設置其他放流口，僅能透過滲流及蒸發進行自然排水，沉砂設施中積水排除不易，本計畫赴現場觀測是否設施已退水且適合進行 UAV 測量作業，並於 113 年 4 月 19 日、113 年 7 月 9 日及 113 年 10 月 17 日完成 C3-1 滯洪沉砂池測量，各期空拍影像鑲嵌成果套疊地形圖如圖 7- 38 及圖 7- 40 所示。

本計畫於 113 年 4 月 19 日至現場進行 UAV 空拍測量並建製數值地表模型做為該滯洪沉砂池初始地形，此時沉砂空間乾涸，且設施沉砂空間整體無明顯沖淤現象。並於期中階段擇定 113 年 7 月 9 日赴現場進行測量作業，距上次該試區滯洪沉砂設施有明顯降雨之日期 113 年 6 月 25 日已過去 16 日，此時池內積水已退去，沉砂空間植生隨季節變換相較 112 年 4 月 19 日略為增加，設施南側入流方向有蝕溝加深現象，沖淤痕跡亦向北側延伸，且北側鄰近壩體邊緣有明顯土砂堆積情形。於期末階段擇定 113 年 10 月 17 日赴現場進行測量作業，距上次該試區滯洪沉砂設施有明顯降雨之日期 113 年 8 月 24 日已過去 54 日，此時池內積水已退去，池內土砂堆積型態相較以往較為不同，由西南側之入水口向東北向逐漸降低，可觀測到較為明顯之沖刷現象。

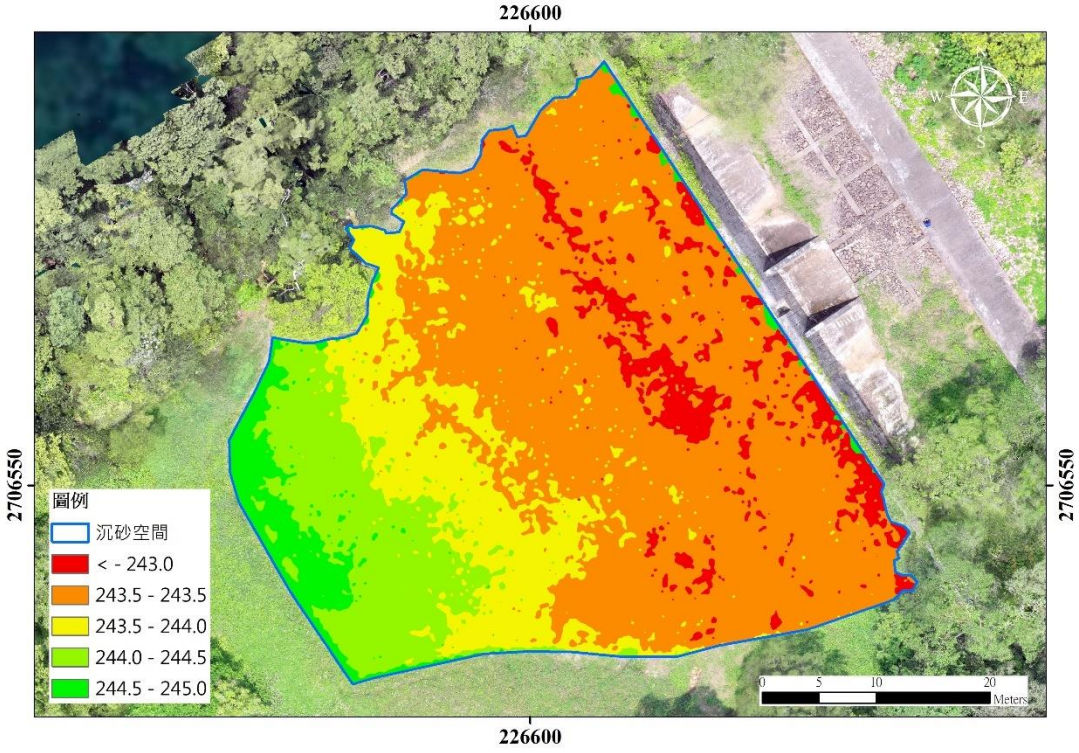


圖 7- 38　銅科園區 113/4/19 池底高程觀測成果

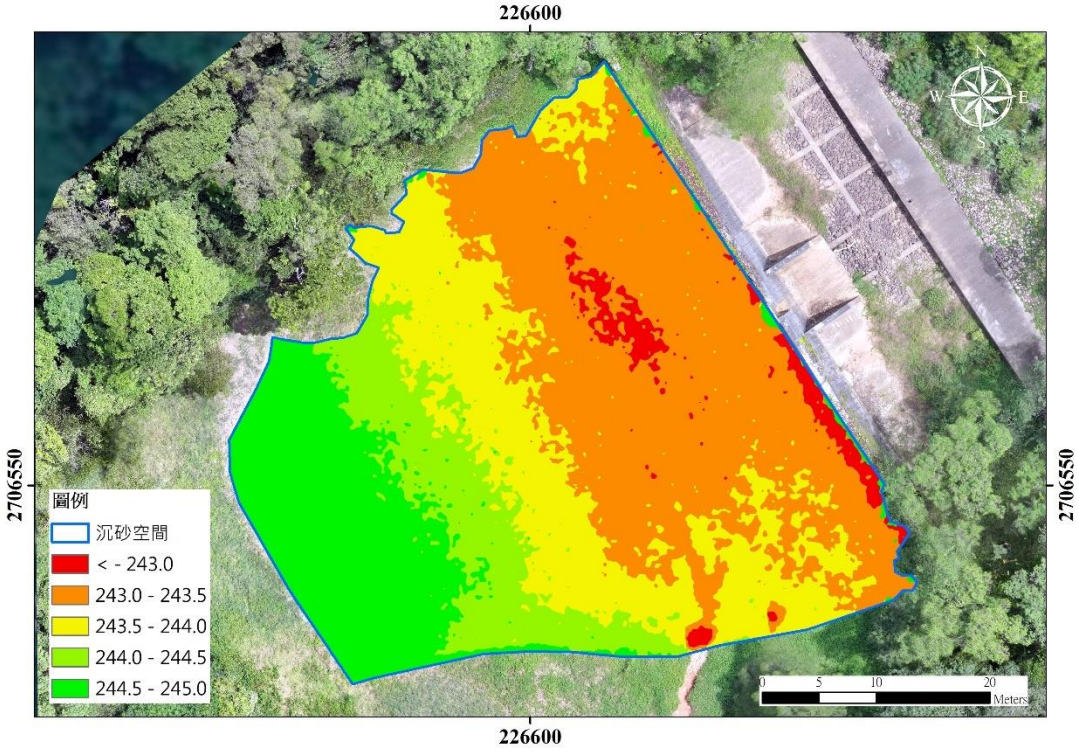


圖 7- 39　銅科園區 113/7/9 池底高程觀測成果

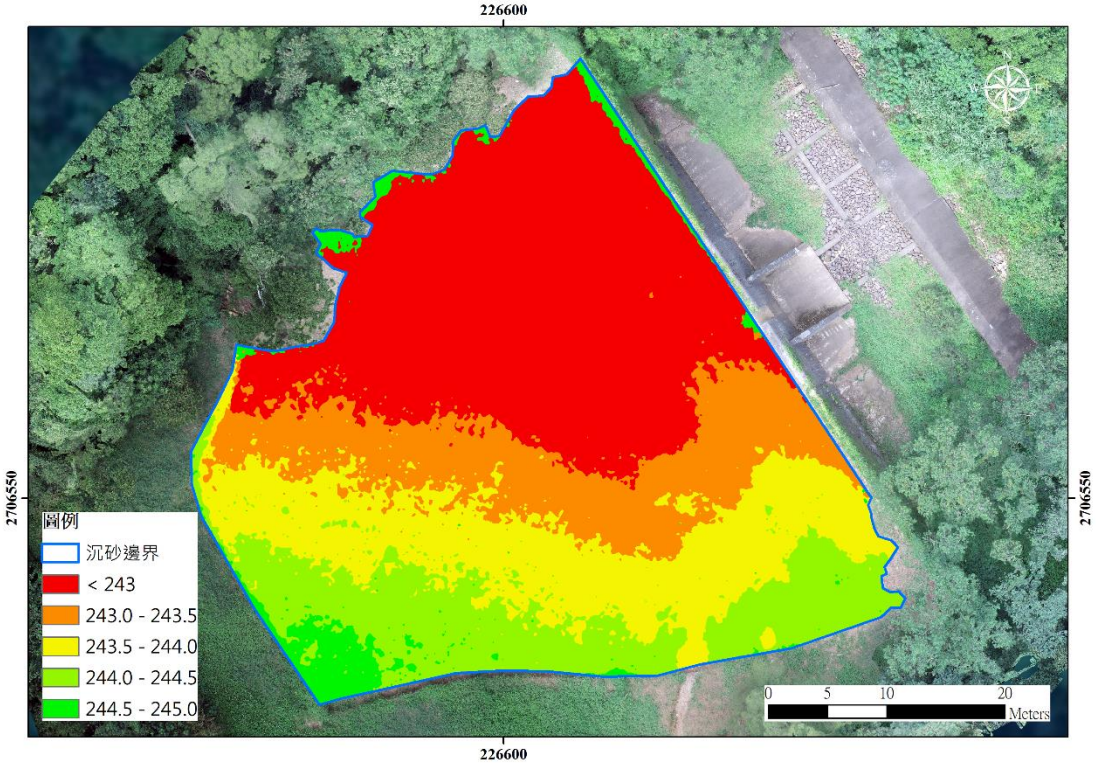


圖 7- 40　銅科園區 113/10/17 池底高程觀測成果

(三) 沉砂設施底床泥砂變化量分析

本計畫將 113 年 4 月 19 日、113 年 7 月 9 日及 113 年 10 月 17 日之觀測成果數值地表模型進行相減，以算出期間降雨事件之沉砂量體，池底高程變化如圖 7- 41 及圖 7- 42。由圖可知期中皆段池底整體呈現略為淤積之情形，惟沉砂空間中央由南向北有一沖刷溝，而北側靠近牆體邊界則有明顯堆積，推測為南側入流造成沉砂設施底床沖刷，而後向北受壩體阻攔後落淤，沖淤高度變化介於-20cm 至 20cm。分析顯示沉砂設施內土砂變化量為 58.37m^3，其中淤積面積為 1677.15m^2，淤積體積為 68.16m^3；沖刷面積為 318.75m^2，沖刷體積為 9.79m^3。由圖可知期末階段池底整體呈現略為淤積之情形，由設施東南側向西北側，從堆積逐漸轉為沖刷，沖淤高度變化介於-20cm 至 20cm。分析顯示沉砂設施內土砂變化量為 82.92m^3，其中淤積面積為

1305.05m^2，淤積體積為 116.61m^3；沖刷面積為 690.95m^2，沖刷體積為 33.68m^3。

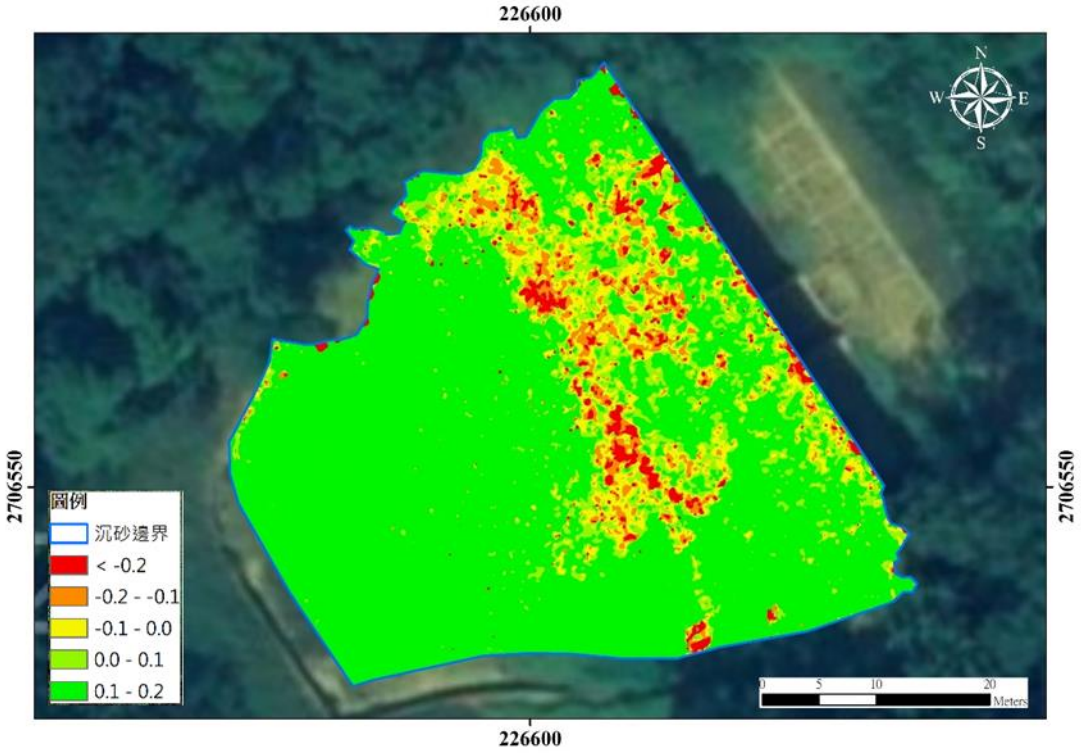


圖 7- 41　銅科園區期中階段沉砂量體分析

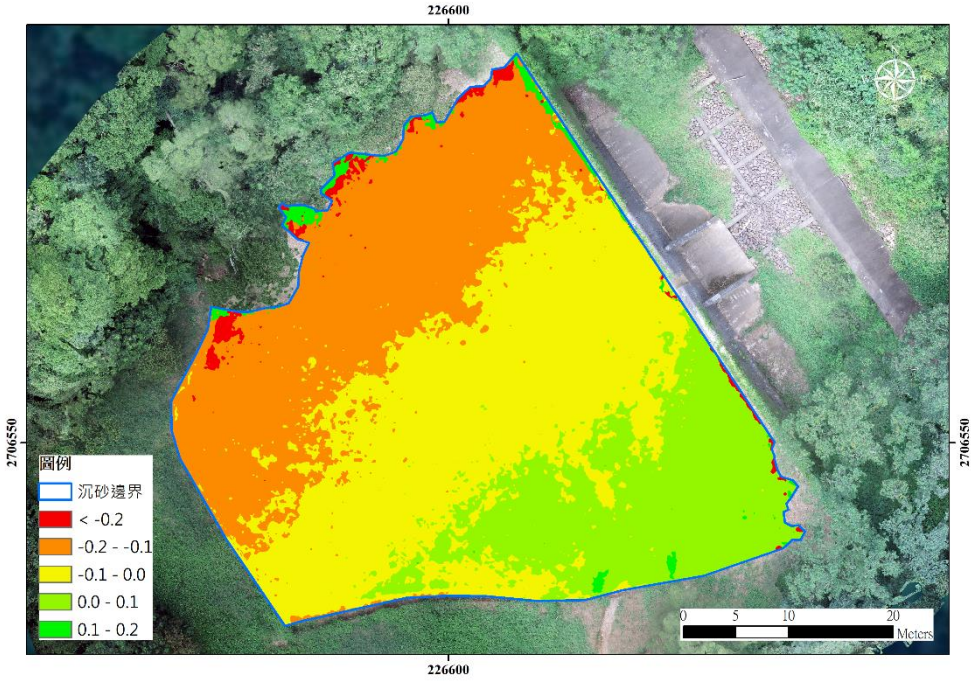


圖 7- 42　銅科園區期末階段沉砂量體分析

三、臺中市南屯區台安段 82、86 地號等二筆土地福隆淨園墓園水土保計畫

(一) 現場觀測啟動時機

依據通用土壤流失公式泥砂啟動沖蝕之有效降雨強度，本計畫現場量測啟動時機訂為氣象署公告之雨量站觀測紀錄達時雨量 25.6mm/hr，依照氣象署雨量站觀測紀錄規劃研究試區沉砂觀測作業，作業時間將待降雨事件結束後並完成退水時前往現場進行空拍作業。

本計畫以氣象署之南屯雨量站做為觀測啟動時機之依據，該雨量站於民國 100 年設置於南屯國小內，距離福龍墓園 5.8 公里，本計畫蒐集其 113 年 6 月至 10 月的雨量觀測紀錄，如表 7- 21 所示。由表可知南屯地區 6 月份至 10 月份日累積雨量達 25.6mm 之日期共有 6 天；另各月份日累積雨量超過 25.6mm 之日期，6 月份有 1 天、7 月份有 2 天、9 月份有 2 日及 10 月份有 1 日，最大日累積雨量出現在 7 月 25 日，為 269.5mm。

本計畫挑選日累積雨量超過 25.6mm 之日期，蒐集其時雨量紀錄，得知符合觀測啟動條件(時雨量超過 25.6 mm)的日期有 7 月 25、9 月 9 日及 9 月 14 日，共 3 天，如表 7- 22 所示。因臺灣地區 6 月至 10 月受鋒面、熱對流及颱風影響，期間仍有多日雖未達觀測啟動條件之雨勢，為確保觀測工作之安全性及觀測資料之準確性，本計畫待設施內積水退至不影響觀測工作時，擇期於 113 年 8 月 7 日及 113 年 10 月 22 日赴現場進行沉砂量體測量。

表 7- 21　氣象署－南屯雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄

觀測時間 (day)	6 月降水量 (mm)	7 月降水量 (mm)	8 月降水量 (mm)	9 月降水量 (mm)	10 月降水量 (mm)
1	2	0	0	6	0
2	38	0	0	0	1.5
3	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	4	0	5.5	8.5	0
6	0	0.5	1	0.5	0
7	0	0	0	5.5	0
8	0	0	2	0.5	0
9	3	0	0	82.5	0
10	0	21.5	0	0	0
11	2.5	7	2	0	0
12	1	0	4	0.5	0
13	2.5	0	1	0.5	0
14	19.5	0	14.5	91	0
15	0	0	4.5	0	0
16	0	0	5.5	0	0
17	0	1	3	0	0
18	13.5	0	2	0	0
19	0	0	0	2.5	0
20	0	0	0	13	0
21	0	10	0	7.5	0
22	0	0	0	9.5	0
23	0	16	0	18	0
24	0.5	21	3	8.5	0
25	1	269.5	0	0	0
26	0	67.5	18	0	0
27	0	0	0	0	0
28	3.5	0	0	0	0
29	0	2	0	0	0
30	0	16	0	0	0
31	-	0	0		56

表 7- 22　南屯雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間(小時)	6/2 降水量(mm)	7/25 降水量(mm)	7/26 降水量(mm)	9/9 降水量(mm)	9/14 降水量(mm)	10/31 降水量(mm)
1	0	1.5	2	0	0	0
2	0	0.5	0.5	0	0	0
3	0	1.5	0	0	0	0
4	0	1	0.5	0	0	0
5	0	2.5	0.5	0	0	0
6	0	0.5	0.5	0	0	0
7	0	3.5	0	0	0	0
8	1.5	3.5	5	0	0	0
9	5.5	5.5	13	0	0	0
10	6	10	10	0	0	0.5
11	7	10	0	0	0	0
12	0.5	16	0	0	0	0
13	0	10.5	0	0	32	0
14	0	3.5	7	0	45	0
15	0	12	8.5	0	3	0
16	0	8.5	2.5	0	10	0
17	1	10	2	1	1	0
18	0.5	25.5	9.5	7	0	9
19	14	19.5	3.5	74	0	14.5
20	1.5	34	2.5	0.5	0	9
21	0.5	18	0	0	0	12.5
22	0	43.5	0	0	0	5.5
23	0	21.5	0	0	0	2
24	0	7	0	0	0	3

(二) 研究樣區現場狀況說明

此研究試區所進行觀測之沉砂設施為 D1 滯洪沉砂池，其設施採透水鋪面設置，利於沉砂空間積水排除，然臺灣地區 6 月至 10 月受季風影響，期間仍有多日雖未達觀測啟動條件之雨勢，設施內時常有少量積水，本計畫透過現勘人員涉水進入設施內部架設標尺，配合岸上人員使用全測站量測池底高程。本計畫於 113 年 4 月 23 日、113 年 8 月 7 日及 113 年 10 月 22 日完成 D1 滯洪沉砂池測量，各期空拍影像鑲嵌成果套疊地形圖如圖 7- 43~圖 7- 45 所示。

本計畫於 113 年 4 月 23 日至現場進行 UAV 空拍測量並建製數值地表模型做為該滯洪沉砂池初始地形，此時沉砂空間乾涸且裸露，且設施沉砂空間整體無明顯沖淤現象，惟東北側及東南側入流方向有沖刷溝存在。並於期中階段擇定 113 年 8 月 7 日赴現場進行測量作業，距上次該試區滯洪沉砂設施有明顯降雨之日期 113 年 7 月 25 日已過去 13 日，然此時設施內仍有少量積水，積水深度約為 30 公分，本計畫採人員涉測配合全測站進行水下高程修正，另因園區內有辦理遷葬事宜，造成園區內表土擾動，設施沉砂設施底床略有淤積。於期末階段擇定 113 年 10 月 22 日赴現場進行測量作業，距上次該試區滯洪沉砂設施有明顯降雨之日期 113 年 9 月 14 日已過去 38 日，然此時池內乾涸，適合進行空拍測量，然池底未觀測到顯著土砂沖淤現象。

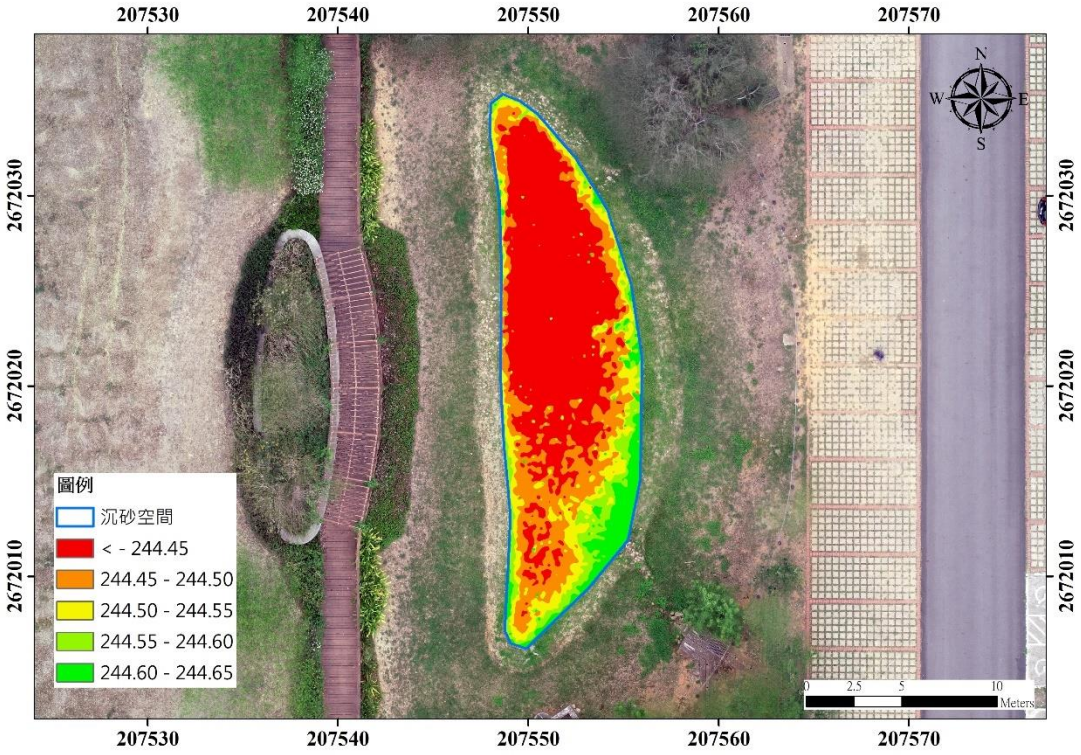


圖 7- 43　福龍墓園 113/4/23 池底高程測量結果

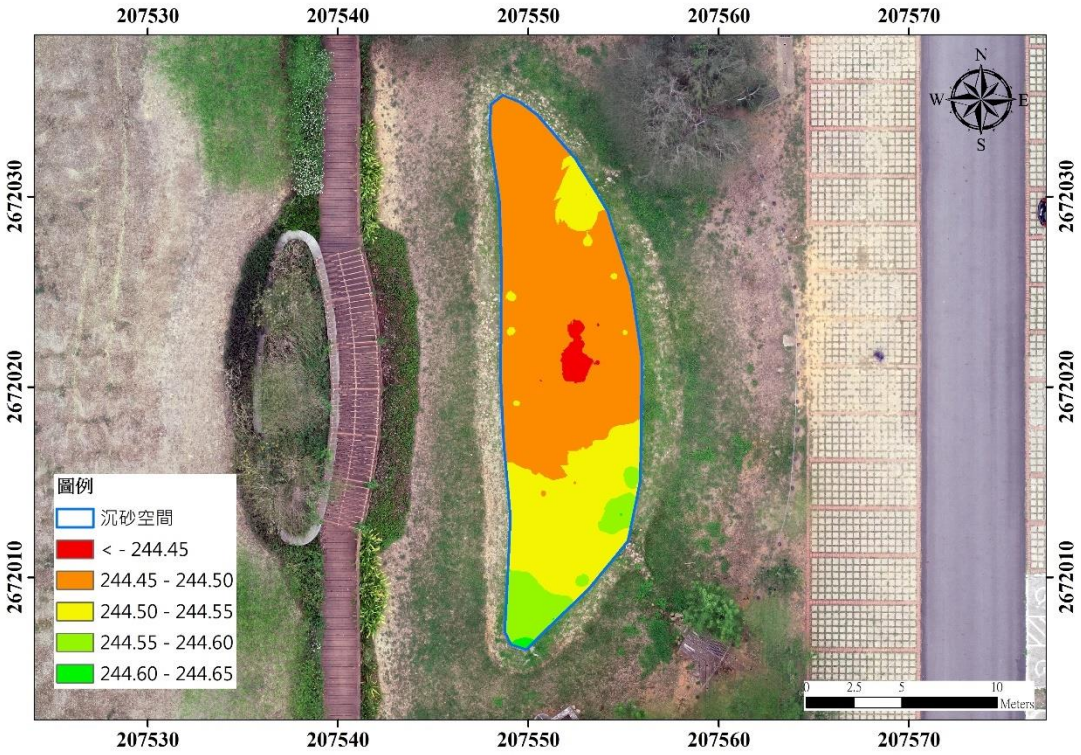


圖 7- 44　福龍墓園 113/8/7 池底高程測量結果

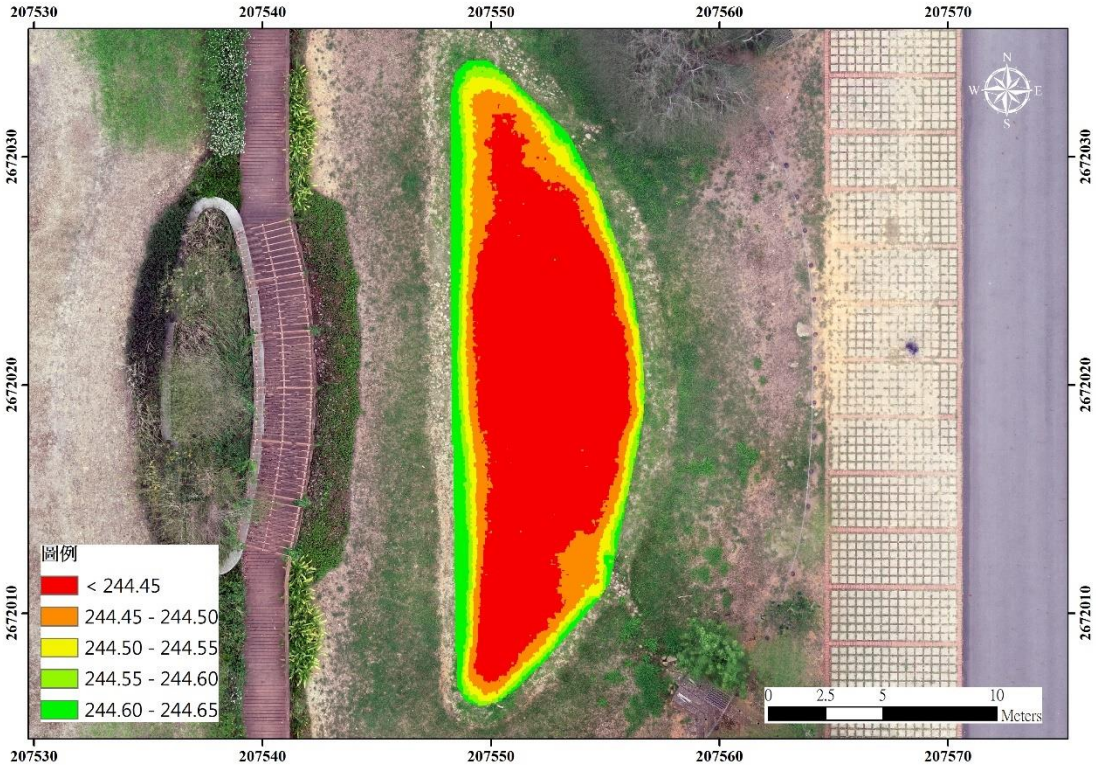


圖 7- 45　福龍墓園 113/10/22 池底高程測量結果

(三) 觀測成果檢核與沉砂設施底床泥砂變化量分析

本計畫將 113 年 4 月 23 日及 113 年 10 月 22 日之觀測成果數值地表模型進行相減，算出期間降雨事件之沉砂量體，以避免因觀測工具不同導致估算偏誤。池底高程變化如圖 7- 46。由圖可知池底呈現沖淤平衡之現象，東南側池壁呈現略為沖蝕情況，推測為東北側或東南側之入流導致，沖淤高度介於-10cm 至 10cm。分析顯示該設施本年度沉砂設施土砂變化量為-4.97m^3，其中淤積面積為 70.27m^2，淤積體積為 4.58m^3；沖刷面積為 110.91m^2，沖刷體積為 9.55m^3。

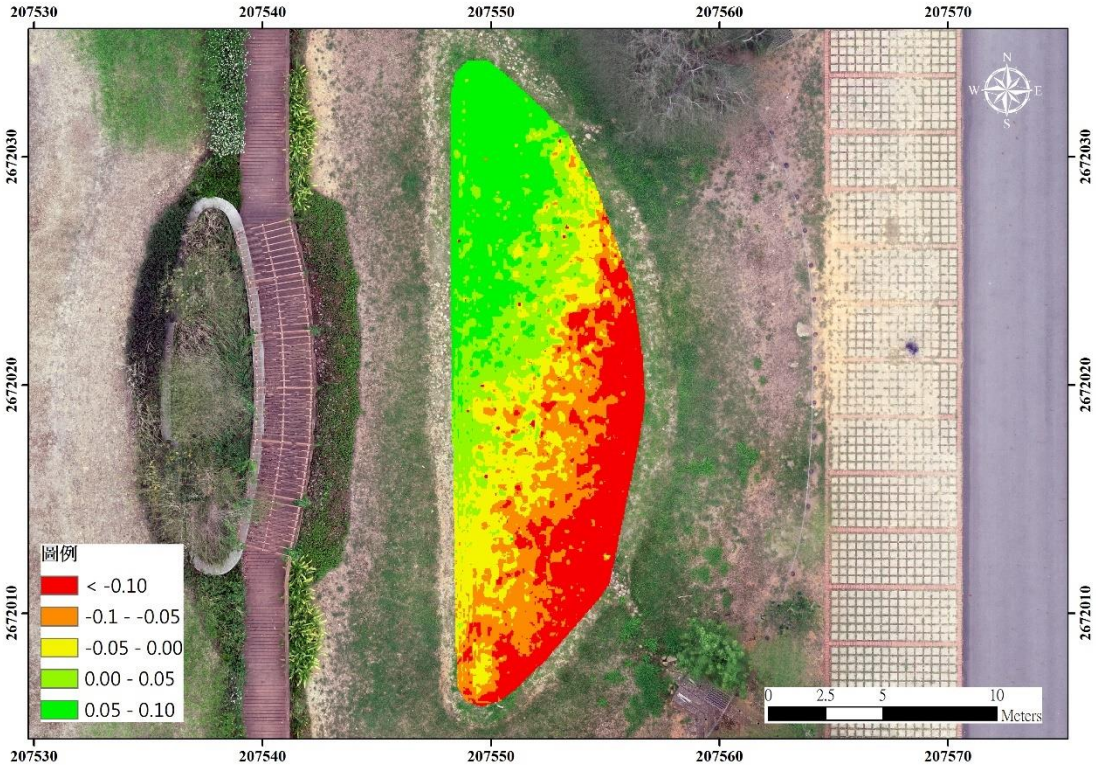


圖 7- 46　福龍墓園 113 年度沉砂量體變化分析成果

四、臺中市精密機械科技創新園區二期開發計畫

(一) 現場觀測啟動時機

依據通用土壤流失公式泥砂啟動沖蝕之有效降雨強度，本計畫現場量測啟動時機訂為氣象署公告之雨量站觀測紀錄達時雨量 25.6mm/hr，依照氣象署雨量站觀測紀錄規劃研究試區沉砂觀測作業，作業時間將待降雨事件結束後並完成退水時前往現場進行空拍作業。

本計畫以氣象署之南屯雨量站做為觀測啟動時機之依據，該雨量站於民國 100 年設置於南屯國小內，距離福龍墓園 5.8 公里，本計畫蒐集其 113 年 6 月至 10 月的雨量觀測紀錄，如表 7- 23 所示。由表可知南屯地區 6 月份至 10 月份日累積雨量達 25.6mm 之日期共有 6 天；另各月份日累積雨量超過 25.6mm 之日期，6 月份有 1 天、7 月份有 2 天、9 月份有 2 日及 10 月份有 1 日，最大日累積雨量出現在 7 月 25 日，為 269.5mm。

本計畫挑選日累積雨量超過 25.6mm 之日期，蒐集其時雨量紀錄，得知符合觀測啟動條件(時雨量超過 25.6 mm)的日期有 7 月 25、9 月 9 日及 9 月 14 日，共 3 天，如表 7- 24 所示。因臺灣地區 6 月至 10 月受鋒面、熱對流及颱風影響，期間仍有多日雖未達觀測啟動條件之雨勢，為確保觀測工作之安全性及觀測資料之準確性，本計畫待設施內積水退至不影響觀測工作時，擇期於 113 年 10 月 18 日赴現場進行沉砂量體測量。

表 7- 23　氣象署－南屯雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄

觀測時間 (day)	6 月降水量 (mm)	7 月降水量 (mm)	8 月降水量 (mm)	9 月降水量 (mm)	10 月降水量 (mm)
1	2	0	0	6	0
2	38	0	0	0	1.5
3	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	4	0	5.5	8.5	0
6	0	0.5	1	0.5	0
7	0	0	0	5.5	0
8	0	0	2	0.5	0
9	3	0	0	82.5	0
10	0	21.5	0	0	0
11	2.5	7	2	0	0
12	1	0	4	0.5	0
13	2.5	0	1	0.5	0
14	19.5	0	14.5	91	0
15	0	0	4.5	0	0
16	0	0	5.5	0	0
17	0	1	3	0	0
18	13.5	0	2	0	0
19	0	0	0	2.5	0
20	0	0	0	13	0
21	0	10	0	7.5	0
22	0	0	0	9.5	0
23	0	16	0	18	0
24	0.5	21	3	8.5	0
25	1	269.5	0	0	0
26	0	67.5	18	0	0
27	0	0	0	0	0
28	3.5	0	0	0	0
29	0	2	0	0	0
30	0	16	0	0	0
31	-	0	0		56

表 7- 24　南屯雨量站 6 月至 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間(小時)	6/2 降水量(mm)	7/25 降水量(mm)	7/26 降水量(mm)	9/9 降水量(mm)	9/14 降水量(mm)	10/31 降水量(mm)
1	0	1.5	2	0	0	0
2	0	0.5	0.5	0	0	0
3	0	1.5	0	0	0	0
4	0	1	0.5	0	0	0
5	0	2.5	0.5	0	0	0
6	0	0.5	0.5	0	0	0
7	0	3.5	0	0	0	0
8	1.5	3.5	5	0	0	0
9	5.5	5.5	13	0	0	0
10	6	10	10	0	0	0.5
11	7	10	0	0	0	0
12	0.5	16	0	0	0	0
13	0	10.5	0	0	32	0
14	0	3.5	7	0	45	0
15	0	12	8.5	0	3	0
16	0	8.5	2.5	0	10	0
17	1	10	2	1	1	0
18	0.5	25.5	9.5	7	0	9
19	14	19.5	3.5	74	0	14.5
20	1.5	34	2.5	0.5	0	9
21	0.5	18	0	0	0	12.5
22	0	43.5	0	0	0	5.5
23	0	21.5	0	0	0	2
24	0	7	0	0	0	3

(二) 研究樣區現場狀況說明

精科園區進行觀測之滯洪沉砂設施採平面共構方式設置，園區地表逕流匯集進入設施後，透過設置混凝土開口壩進行土砂攔截，其沉砂設施中除緊急溢洪口外，無設置其他放流口，僅能透過滲流及蒸發進行自然排水，沉砂設施中積水排除不易，又臺灣地區 6 月至 10 月受鋒面、颱風及熱對流影響，期間仍有多場未達觀測啟動條件之雨勢，加上該設施集水面積達 4 公頃，設施內時常有大量積水。本計畫則期於 113 年 4 月 23 日及 113 年 10 月 18 日赴現場進行沉砂量體觀測作業，測量成果圖如圖 7- 47 及圖 7- 48，。

本計畫於 113 年 4 月 23 日赴現場進行 UAV 空拍測量並建製數值地表模型做為該滯洪沉砂池初始地形，此時沉砂空間有少量積水，積水深度約為 15 公分，本計畫透過人員涉水進入池內架設標尺，配合岸上人員操作全測站量測水下地形。由於設施西側底床已有植生生長，因此西側及南側水流入流時，受地形及植生阻攔，流路改為由設施邊緣流向出流口，並可觀測到明顯沖刷溝。

本計畫於 113 年 10 月 18 日赴現場進行 UAV 空拍測量並建製數值地表模型做為該滯洪沉砂池初始地形，此時池內積水已全然退去，適合本計畫進行空拍調查，相較於前次觀測，東側入水口之植生大幅度減少，並且設施邊緣之沖刷溝更為明顯。

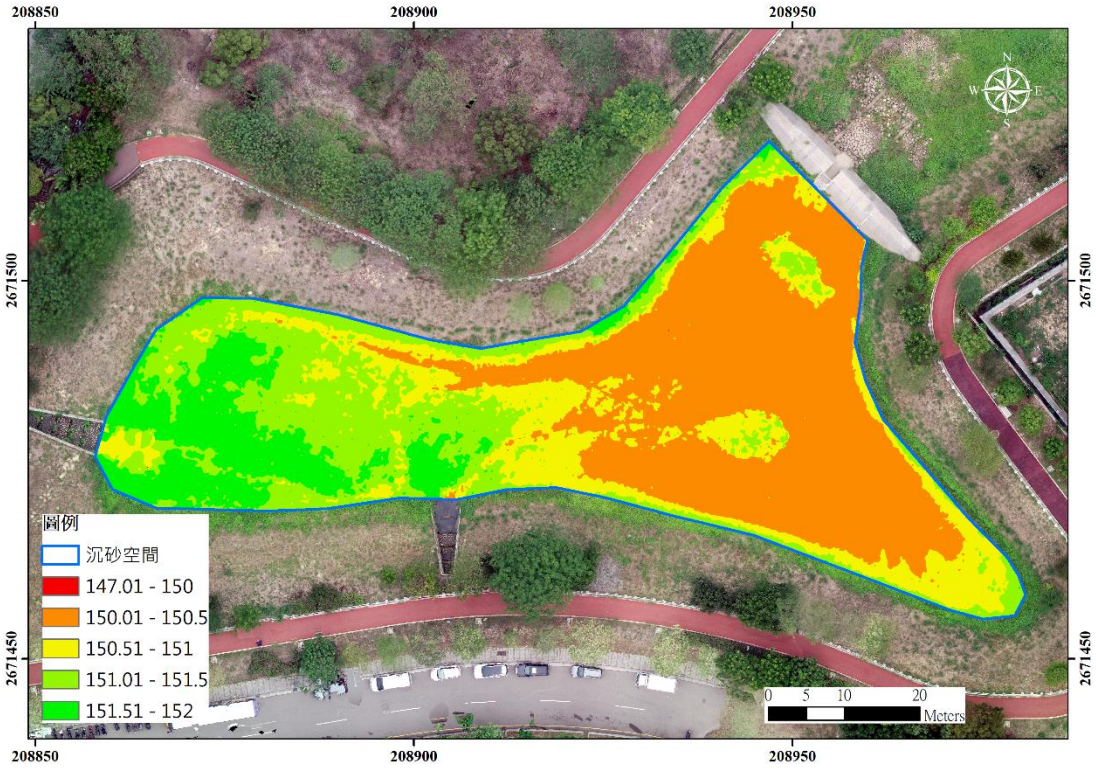


圖 7- 47　精科園區 112/4/28 池底高程觀測成果

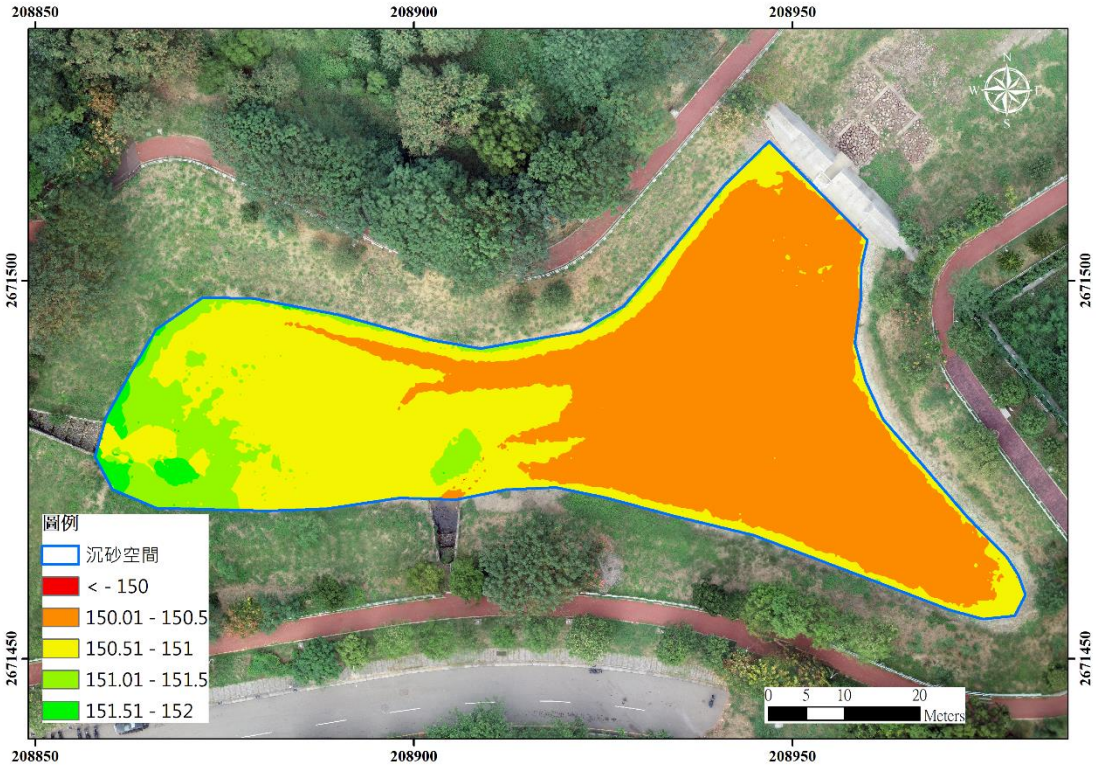


圖 7- 48　精科園區 112/10/18 池底高程觀測成果

(三) 觀測成果檢核與沉砂設施底床泥砂變化量分析

本計畫將 113 年 4 月 28 日及 113 年 10 月 18 日之觀測成果數值地表模型進行相減，算出期間降雨事件之沉砂量體。池底高程變化如圖 7-49。由圖可知池底呈現略為淤積之現象，東側入水口處呈現略為沖刷，西側沉砂空間則呈現略為淤積，推測為水流入流後直接擾動入水口處沉積土砂，並落淤於西側池內，沖淤高度介於-15cm 至 10cm。分析顯示該設施本年度沉砂設施土砂變化量為 15.09m^3，其中淤積面積為 2159.16m^2，淤積體積為 28.32m^3；沖刷面積為 1102.88m^2，沖刷體積為 13.23m^3。

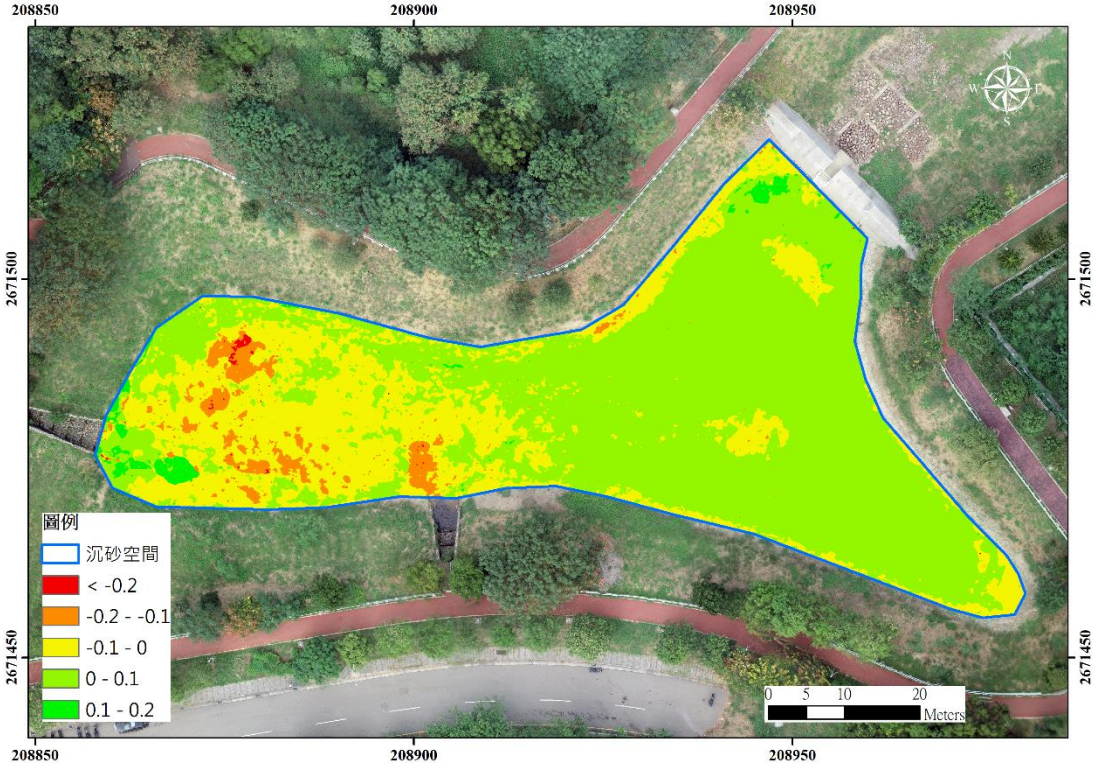


圖 7-49　精科園區 113 年度沉砂量體變化分析成果

五、科技農業推廣大樓新建工程水土保持計畫

(一) 現場觀測啟動時機

依據通用土壤流失公式泥砂啟動沖蝕之有效降雨強度，本計畫現場量測啟動時機訂為氣象署公告之雨量站觀測紀錄達時雨量 25.6mm/hr，依照氣象署雨量站觀測紀錄規劃研究試區沉砂觀測作業，作業時間將待降雨事件結束後並完成退水時前往現場進行空拍作業。

本計畫以氣象署之龍泉雨量站做為觀測啟動時機之依據，該雨量站於民國 107 年設置於屏東縣新生國民小學內，距離國立屏東科技大學約 3 公里，本計畫蒐集其 113 年 6 月至 10 月份的雨量觀測紀錄，如表 7-25 所示。由表可知內埔地區 6 月份至 10 月份日累積雨量達 25.6mm 之日期共有 27 天；另各月份日累積雨量超過 25.6mm 之日期，6 月份有 3 天、7 月份有 5 天、8 月份有 8 天、9 月份有 3 天、10 月份有 8 天，最大日累積雨量出現在 7 月 25 日，為 443mm。

本計畫挑選日累積雨量超過 25.6mm 之日期，蒐集其時雨量紀錄，得知符合觀測啟動條件的日期有 6 月 2 日、6 月 10 日、7 月 7 日、7 月 22 日、7 月 24 日、7 月 25 日、8 月 5 日、8 月 6 日、8 月 12 日、8 月 16 日、9 月 13 日、9 月 22 日、10 月 3 日、10 月 9 日、10 月 12 日、10 月 26 日，共 16 天，如表 7-26~表 7-28 所示。因屏東科技大學科學農業大樓滯洪沉砂設施採透水鋪面封底，於颱洪事件後，利於池內積水排除，本計畫擇期於 113 年 7 月 23 日及 113 年 11 月 4 日赴現場進行沉砂量體測量。

表 7- 25　氣象署－龍泉雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄

觀測時間 (day)	6 月降水量 (mm)	7 月降水量 (mm)	8 月降水量 (mm)	9 月降水量 (mm)	10 月降水量 (mm)
1	0	0	0.5	0	9.5
2	111	1	14	0	48.5
3	12	0	13.5	0	258
4	8.5	0	1	0	0.5
5	0	21.5	64.5	11	12
6	0	0	34.5	2.5	4.5
7	11	47.5	30	0	0
8	1	0.5	24	15.5	24
9	0	1.5	5.5	3	78.5
10	49.5	0	46	7.5	17
11	6	0	0.5	0	0
12	32	0	33.5	0	61
13	9.5	0	14	45.5	0.5
14	6.5	9	8	3.5	0
15	0	0	25.5	0	0
16	3.5	0	58.5	0	0
17	0	0	38	12	0
18	0	0	24	15.5	0
19	0	0	37.5	0.5	0
20	0	5.5	1.5	8	0
21	0	3	0	59.5	0
22	0	79.5	0	255	0
23	0	0.5	0	0	0
24	0	272.5	9.5	0	0
25	0	443.5	1	0	0
26	0	87.5	29.5	0	104.5
27	1.5	2	0	0	61
28	0	25	0	0	30.5
29	11.5	25.5	0	0	0
30	1.5	0	0	1.5	0
31		13	30.5		91

表 7- 26　龍泉雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間 (hour)	6/2 降水量 (mm)	6/10 降水量 (mm)	6/12 降水量 (mm)	7/7 降水量 (mm)	7/22 降水量 (mm)	7/24 降水量 (mm)	7/25 降水量 (mm)	7/26 降水量 (mm)
1	0	0	0	0	0	0	33.5	1.5
2	0	0	0	0	0	0	19.5	6.5
3	0	0	0	0	0	0	8.5	1.5
4	0	0	0	0	0	0	7.5	9.5
5	0	0	0	0	0	0.5	24.5	1.5
6	0	0	0	0	0	0	46.5	12
7	0	8.5	0	0	0	0	47	0
8	0	41	0	0	0	0	51.5	0
9	0	0	0	0	0	0	37	0
10	0	0	0	0	0	1.5	46	0
11	13.5	0	0.5	0	0	23	21	0.5
12	13	0	2	0	0	37	19	2
13	18.5	0	25.5	0	0	19.5	15	16
14	2	0	4	0	0	19.5	20.5	2.5
15	0	0	0	0	0	39	11.5	23
16	1.5	0	0	8	0	43.5	12.5	1
17	0.5	0	0	30	33.5	18.5	5	0
18	1	0	0	9.5	46	4	4	0
19	30	0	0	0	0	12.5	4	1.5
20	6	0	0	0	0	4.5	3.5	7
21	12.5	0	0	0	0	4	1.5	1.5
22	10.5	0	0	0	0	13	1	0
23	2	0	0	0	0	17	0.5	0
24	0	0	0	0	0	15.5	3	0

表 7- 27　龍泉雨量站 8 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間 (hour)	8/5 降水量 (mm)	8/6 降水量 (mm)	8/12 降水量 (mm)	8/16 降水量 (mm)	8/17 降水量 (mm)	8/19 降水量 (mm)	8/26 降水量 (mm)	8/31 降水量 (mm)
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	13.5	0	0	0
3	0	0	0	0	7.5	0	0	0
4	0	0	0	0	4	0	0	0
5	0	0	0	0	2	4.5	0	0
6	0	0	0	0	0.5	0	0	0
7	0	0	0	0	0.5	0	0	0
8	0	0	0	0	2	0	0	0
9	0	0	0	0	3	0	0	0
10	0	0	0	0	2.5	4	0	0
11	0	0	0	0	0.5	0	0	0
12	0	0	0	0	0.5	4.5	0	0
13	0	0	0	0	0	8	0	0
14	0	4.5	0	0	0	2.5	11	0
15	0	0.5	0	9.5	0	1	14	5.5
16	0	5.5	0	1	0	1.5	4.5	16.5
17	0	23	0	35	0	0.5	0	2.5
18	60.5	1	31	8.5	0	0	0	3
19	4	0	2.5	3	0	0.5	0	1.5
20	0	0	0	0	0	0	0	1.5
21	0	0	0	0.5	1.5	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0.5	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	1	0	10	0	0

表 7- 28　龍泉雨量站 9 月及 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間(hour)	9/13 降水量(mm)	9/21 降水量(mm)	9/22 降水量(mm)	10/2 降水量(mm)	10/3 降水量(mm)	10/9 降水量(mm)	10/12 降水量(mm)	10/26 降水量(mm)	10/27 降水量(mm)	10/28 降水量(mm)	10/31 降水量(mm)
1	0	0	4.5	4	1	0	0	0	0.5	4.5	0
2	0	0	23.5	0	1	0	0	0	0	1	0
3	0	0	42.5	4	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	7.5	2.5	1	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0.5	2	2	0	0	0	0.5	0.5	1
6	0	0	28.5	6.5	2.5	0	0	0	0	0	3.5
7	0	0	2	6	1	0	0	0	0	0	1.5
8	0	0	9	0.5	3	0	0	0	0	0	3.5
9	0	0	0.5	0.5	4	0	0	0	0	0	7.5
10	0	0	22.5	1.5	2	0	0	0	0	0	5
11	0	0	24.5	1	8.5	0	0	0	0	0	4.5
12	0	0	4	4	6	0	0	0	0	0	2
13	0	0	10.5	2	11.5	0	0	0	0	0	0.5
14	0	0	25.5	2.5	28.5	56.5	0	0	0	0	0
15	5	0	0.5	0	19	22	0	0	0	0	0.5
16	35	0	19	0.5	31	0	26	29.5	4	0.5	2
17	5.5	8.5	9	1	40.5	0	33	46	15.5	18.5	3
18	0	4.5	0.5	2	31	0	2	15	5.5	0	4
19	0	2.5	0	3	22.5	0	0	1.5	9.5	1.5	4.5
20	0	10	4	2	19	0	0	7.5	6.5	3.5	5.5
21	0	3	12	0.5	19.5	0	0	5	1.5	0.5	5
22	0	5	2	0.5	3.5	0	0	0	3.5	0	18
23	0	15	2.5	1.5	0	0	0	0	5.5	0	10
24	0	11	0	0.5	0	0	0	0	8.5	0	8.5

(二) 研究樣區現場狀況說明

本計畫於 113 年 4 月 1 日、113 年 7 月 23 日及 113 年 11 月 4 日，赴現場進行 UAV 測量作業，各期空拍影像鑲嵌成果套疊地形圖如圖 7- 50~圖 7- 52 所示。

本計畫於 113 年 4 月 1 日至現場進行 UAV 空拍測量並建製數值地表模型做為該沉砂池初始地形，以作為後續分析沉降泥砂量之基準。另本計畫於期中階段擇定 113 年 7 月 23 日赴現場進行測量作業，距上次該試區滯洪沉砂設施有明顯降雨之日期 113 年 7 月 22 日已過去 1 日，因該設施採用透水鋪面，排水狀況良好，此時池內以無積水，且池內地勢分布平坦，並沒有明顯沖刷及淤積痕跡。於期末階段擇定 113 年 11 月 4 日赴現場進行量測作業，此時池內乾涸，且觀測到明顯沖刷現象，前期池底之植生及稻草蓆已增水流沖刷毀損，並且造成池底土砂沖刷。

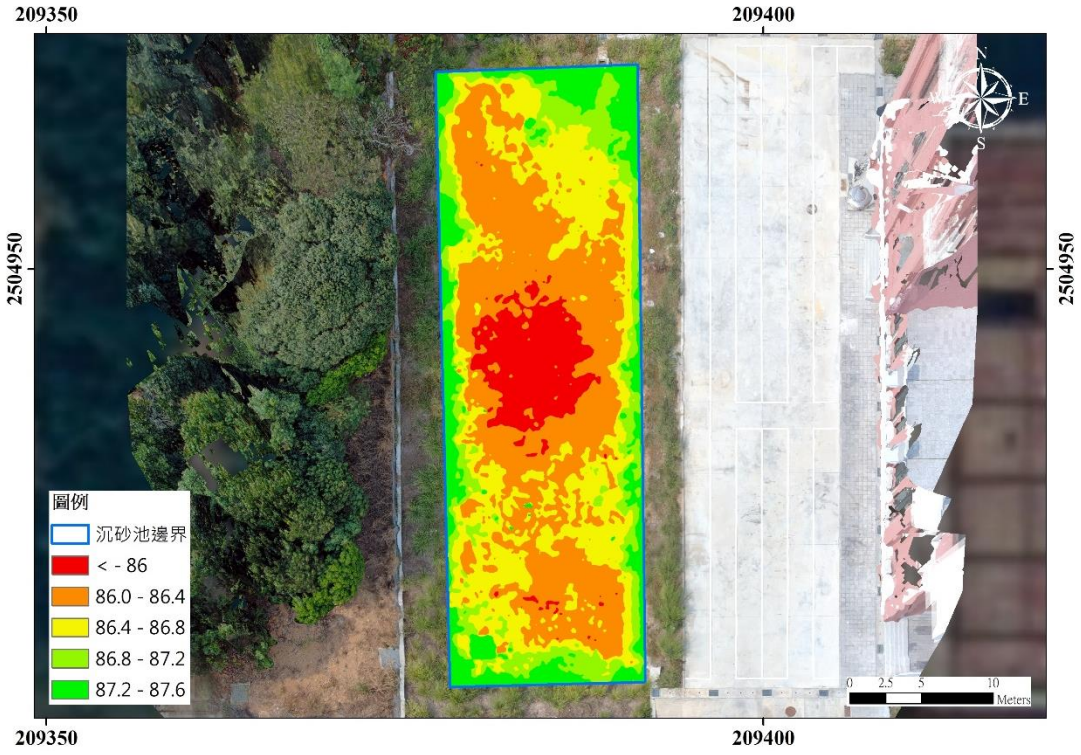


圖 7- 50　屏科大科農大樓滯洪沉砂設施 113/4/11 池底高程觀測成果

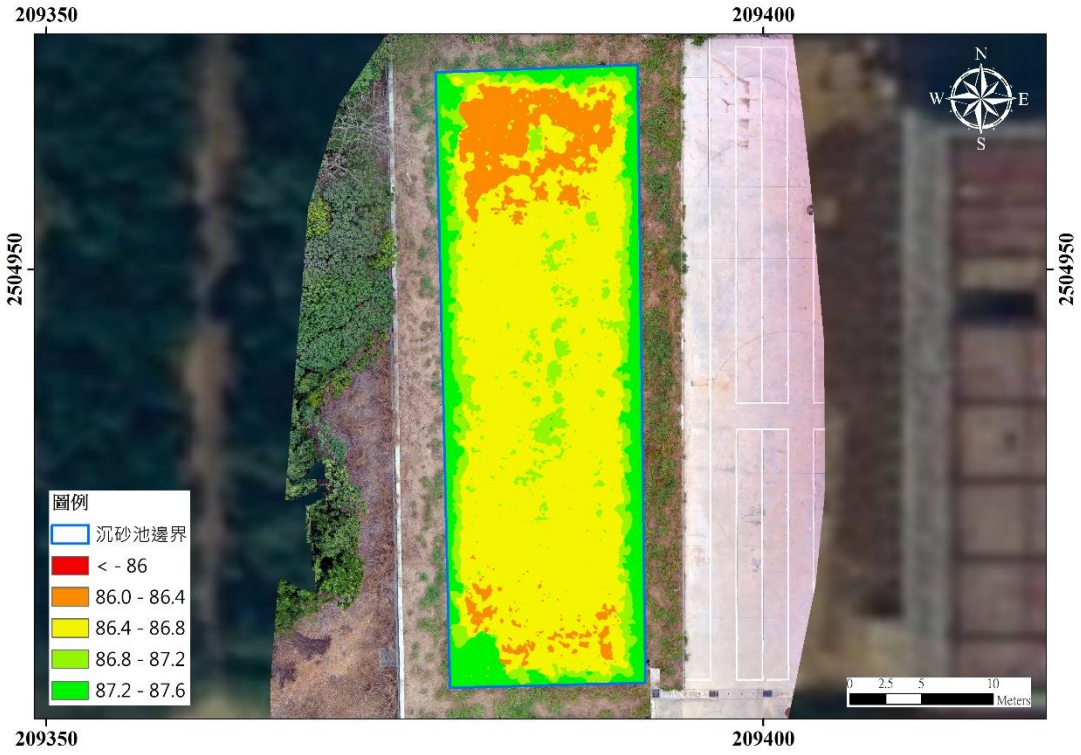


圖 7- 51　屏科大科農大樓滯洪沉砂設施 113/7/14 池底高程觀測成果

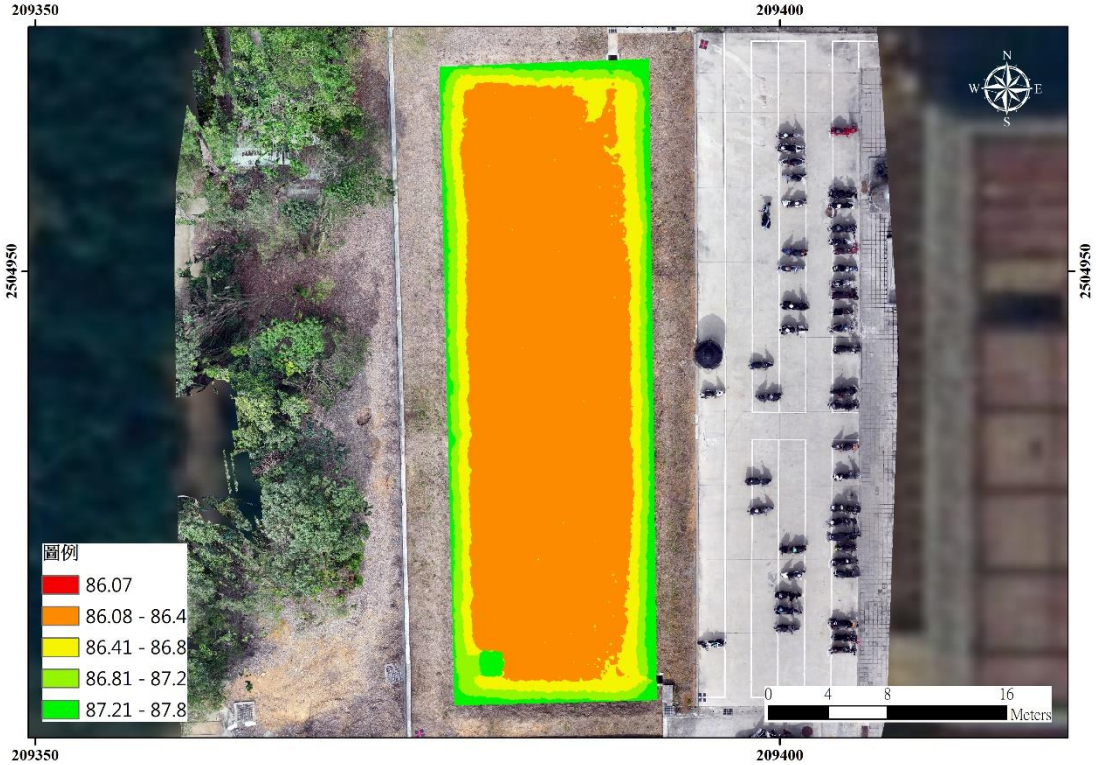


圖 7- 52　屏科大科農大樓滯洪沉砂設施 113/11/4 池底高程觀測成果

(三) 沉砂設施底床泥砂變化量分析

本計畫將 113 年 4 月 1 日、113 年 7 月 23 日及 113 年之觀測成果數值地表模型倆倆進行相減，以算出期間降雨事件之沉砂量體，池底高程變化如圖 7- 53 及圖 7- 54。由圖可知於期中階段設施出流口有較明顯之沖刷現象產生，而設施內部則呈現略為淤積現象，沖淤高度介於-20 公分至 20 公分。分析顯示沉砂設施沖淤量體變化為-5.38m^3，其中淤積面積為 307.84m^2，淤積體積為 9.46m^3；沖刷面積為 287.78m^2，沖刷體積為 14.84m^3。於期末階段設施整體有較明顯之沖刷現象產生，沖淤高度介於-30 公分至 30 公分。分析顯示沉砂設施沖淤量體變化為-83.42m^3，其中淤積面積為 48.11m^2，淤積體積為 3.62m^3；沖刷面積為 547.52m^2，沖刷體積為 87.04m^3。

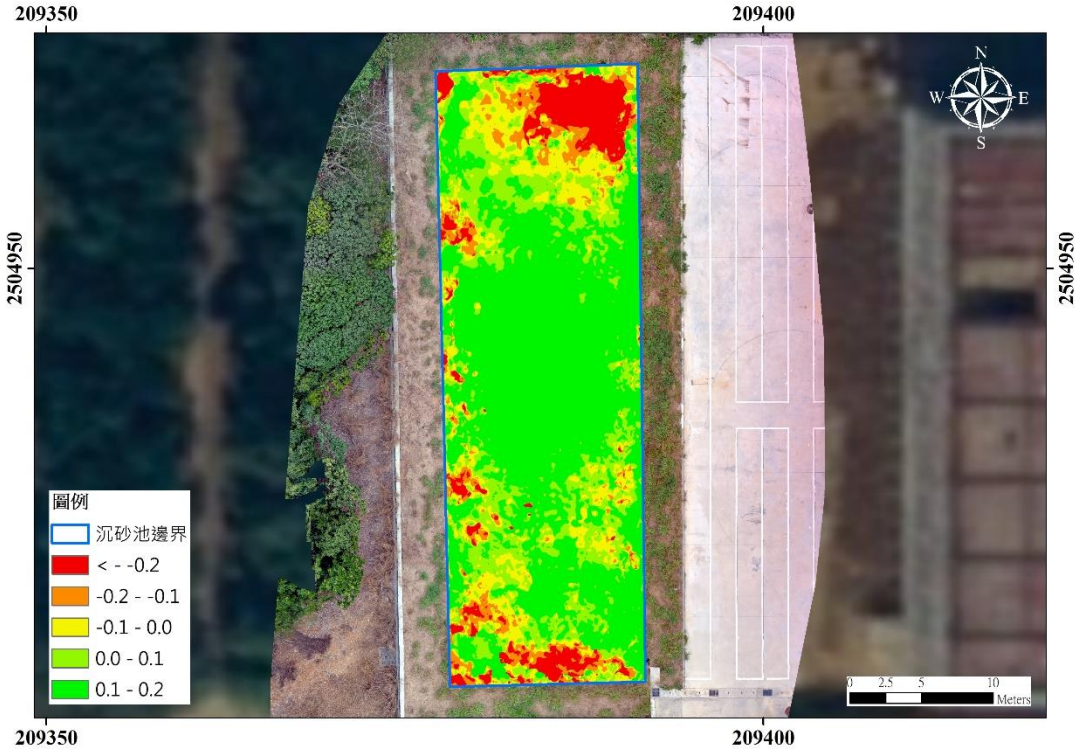


圖 7- 53　屏科大科農大樓沉砂設施期中階段沉砂量體分析成果

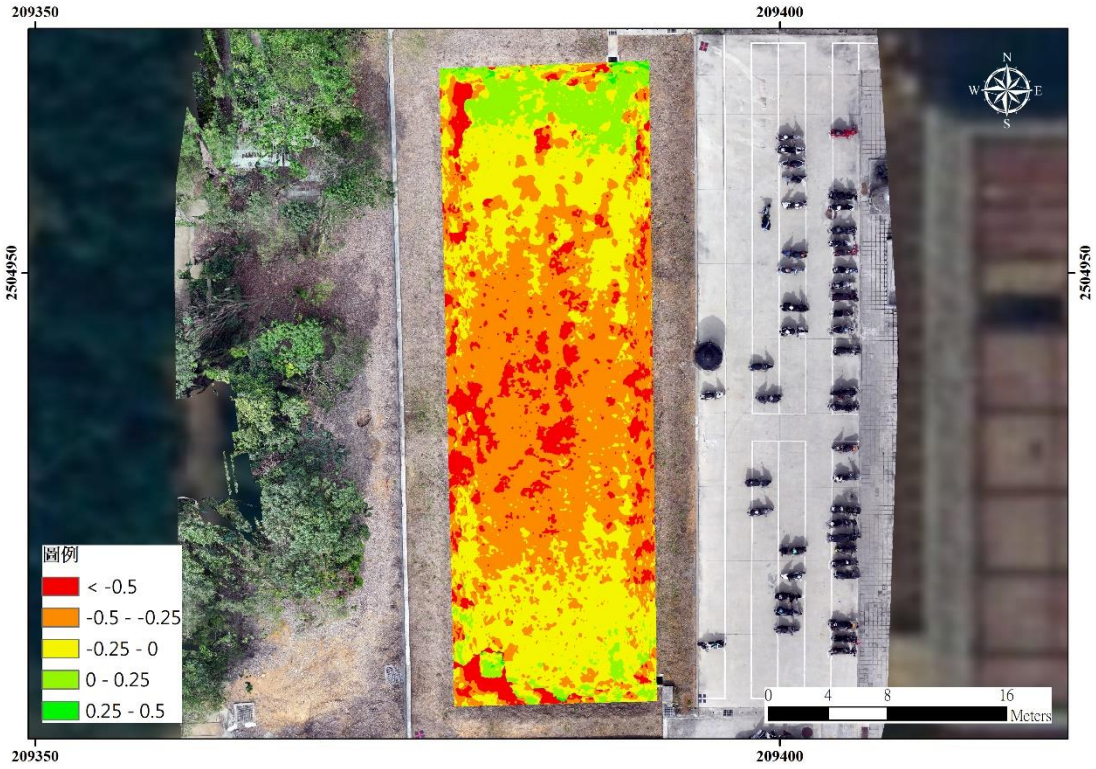


圖 7- 54　屏科大科農大樓沉砂設施期末階段沉砂量體分析成果

六、臺灣農林-老埤農場農地水土保持計畫

(一) 現場觀測啟動時機

依據通用土壤流失公式泥砂啟動沖蝕之有效降雨強度，本計畫現場量測啟動時機訂為氣象署公告之雨量站觀測紀錄達時雨量 25.6mm/hr，依照氣象署雨量站觀測紀錄規劃研究試區沉砂觀測作業，作業時間將待降雨事件結束後並完成退水時前往現場進行空拍作業。

本計畫以氣象署之龍泉雨量站做為觀測啟動時機之依據，該雨量站於民國 107 年設置於屏東縣新生國民小學內，距離臺灣農林公司老埤農場約 3.4 公里，本計畫蒐集其 113 年 6 月至 10 月份的雨量觀測紀錄，如表 7- 29 所示。由表可知內埔地區 6 月份至 10 月份日累積雨量達 25.6mm 之日期共有 27 天；另各月份日累積雨量超過

25.6mm 之日期，6 月份有 3 天、7 月份有 5 天、8 月份有 8 天、9 月份有 3 天、10 月份有 8 天，最大日累積雨量出現在 7 月 25 日，為 443mm。

本計畫挑選日累積雨量超過 25.6mm 之日期，蒐集其時雨量紀錄，得知符合觀測啟動條件的日期有 6 月 2 日、6 月 10 日、7 月 7 日、7 月 22 日、7 月 24 日、7 月 25 日、8 月 5 日、8 月 6 日、8 月 12 日、8 月 16 日、9 月 13 日、9 月 22 日、10 月 3 日、10 月 9 日、10 月 12 日、10 月 26 日，共 16 天，如表 7-30 及表 7-32 所示。因老埤農場屬於私人農營土地，又臺灣 7 月~9 月為採茶季節，為避免入場觀測導致作物之病蟲害，本計畫擇定於 113 年 11 月 4 日赴現場進行沉砂量體測量。

表 7- 29　氣象署－龍泉雨量站 6 月至 10 月日雨量觀測紀錄

觀測時間 (day)	6 月降水量 (mm)	7 月降水量 (mm)	8 月降水量 (mm)	9 月降水量 (mm)	10 月降水量 (mm)
1	0	0	0.5	0	9.5
2	111	1	14	0	48.5
3	12	0	13.5	0	258
4	8.5	0	1	0	0.5
5	0	21.5	64.5	11	12
6	0	0	34.5	2.5	4.5
7	11	47.5	30	0	0
8	1	0.5	24	15.5	24
9	0	1.5	5.5	3	78.5
10	49.5	0	46	7.5	17
11	6	0	0.5	0	0
12	32	0	33.5	0	61
13	9.5	0	14	45.5	0.5
14	6.5	9	8	3.5	0
15	0	0	25.5	0	0
16	3.5	0	58.5	0	0
17	0	0	38	12	0
18	0	0	24	15.5	0
19	0	0	37.5	0.5	0
20	0	5.5	1.5	8	0
21	0	3	0	59.5	0
22	0	79.5	0	255	0
23	0	0.5	0	0	0
24	0	272.5	9.5	0	0
25	0	443.5	1	0	0
26	0	87.5	29.5	0	104.5
27	1.5	2	0	0	61
28	0	25	0	0	30.5
29	11.5	25.5	0	0	0
30	1.5	0	0	1.5	0
31		13	30.5		91

表 7- 30　龍泉雨量站 6 月至 7 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間 (hour)	6/2 降水量 (mm)	6/10 降水量 (mm)	6/12 降水量 (mm)	7/7 降水量 (mm)	7/22 降水量 (mm)	7/24 降水量 (mm)	7/25 降水量 (mm)	7/26 降水量 (mm)
1	0	0	0	0	0	0	33.5	1.5
2	0	0	0	0	0	0	19.5	6.5
3	0	0	0	0	0	0	8.5	1.5
4	0	0	0	0	0	0	7.5	9.5
5	0	0	0	0	0	0.5	24.5	1.5
6	0	0	0	0	0	0	46.5	12
7	0	8.5	0	0	0	0	47	0
8	0	41	0	0	0	0	51.5	0
9	0	0	0	0	0	0	37	0
10	0	0	0	0	0	1.5	46	0
11	13.5	0	0.5	0	0	23	21	0.5
12	13	0	2	0	0	37	19	2
13	18.5	0	25.5	0	0	19.5	15	16
14	2	0	4	0	0	19.5	20.5	2.5
15	0	0	0	0	0	39	11.5	23
16	1.5	0	0	8	0	43.5	12.5	1
17	0.5	0	0	30	33.5	18.5	5	0
18	1	0	0	9.5	46	4	4	0
19	30	0	0	0	0	12.5	4	1.5
20	6	0	0	0	0	4.5	3.5	7
21	12.5	0	0	0	0	4	1.5	1.5
22	10.5	0	0	0	0	13	1	0
23	2	0	0	0	0	17	0.5	0
24	0	0	0	0	0	15.5	3	0

表 7- 31　龍泉雨量站 8 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間 (hour)	8/5 降水量 (mm)	8/6 降水量 (mm)	8/12 降水量 (mm)	8/16 降水量 (mm)	8/17 降水量 (mm)	8/19 降水量 (mm)	8/26 降水量 (mm)	8/31 降水量 (mm)
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	13.5	0	0	0
3	0	0	0	0	7.5	0	0	0
4	0	0	0	0	4	0	0	0
5	0	0	0	0	2	4.5	0	0
6	0	0	0	0	0.5	0	0	0
7	0	0	0	0	0.5	0	0	0
8	0	0	0	0	2	0	0	0
9	0	0	0	0	3	0	0	0
10	0	0	0	0	2.5	4	0	0
11	0	0	0	0	0.5	0	0	0
12	0	0	0	0	0.5	4.5	0	0
13	0	0	0	0	0	8	0	0
14	0	4.5	0	0	0	2.5	11	0
15	0	0.5	0	9.5	0	1	14	5.5
16	0	5.5	0	1	0	1.5	4.5	16.5
17	0	23	0	35	0	0.5	0	2.5
18	60.5	1	31	8.5	0	0	0	3
19	4	0	2.5	3	0	0.5	0	1.5
20	0	0	0	0	0	0	0	1.5
21	0	0	0	0.5	1.5	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0.5	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	1	0	10	0	0

表 7- 32　龍泉雨量站 9 月及 10 月達啟動標準日期之時雨量觀測紀錄

觀測時間(hour)	9/13 降水量(mm)	9/21 降水量(mm)	9/22 降水量(mm)	10/2 降水量(mm)	10/3 降水量(mm)	10/9 降水量(mm)	10/12 降水量(mm)	10/26 降水量(mm)	10/27 降水量(mm)	10/28 降水量(mm)	10/31 降水量(mm)
1	0	0	4.5	4	1	0	0	0	0.5	4.5	0
2	0	0	23.5	0	1	0	0	0	0	1	0
3	0	0	42.5	4	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	7.5	2.5	1	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0.5	2	2	0	0	0	0.5	0.5	1
6	0	0	28.5	6.5	2.5	0	0	0	0	0	3.5
7	0	0	2	6	1	0	0	0	0	0	1.5
8	0	0	9	0.5	3	0	0	0	0	0	3.5
9	0	0	0.5	0.5	4	0	0	0	0	0	7.5
10	0	0	22.5	1.5	2	0	0	0	0	0	5
11	0	0	24.5	1	8.5	0	0	0	0	0	4.5
12	0	0	4	4	6	0	0	0	0	0	2
13	0	0	10.5	2	11.5	0	0	0	0	0	0.5
14	0	0	25.5	2.5	28.5	56.5	0	0	0	0	0
15	5	0	0.5	0	19	22	0	0	0	0	0.5
16	35	0	19	0.5	31	0	26	29.5	4	0.5	2
17	5.5	8.5	9	1	40.5	0	33	46	15.5	18.5	3
18	0	4.5	0.5	2	31	0	2	15	5.5	0	4
19	0	2.5	0	3	22.5	0	0	1.5	9.5	1.5	4.5
20	0	10	4	2	19	0	0	7.5	6.5	3.5	5.5
21	0	3	12	0.5	19.5	0	0	5	1.5	0.5	5
22	0	5	2	0.5	3.5	0	0	0	3.5	0	18
23	0	15	2.5	1.5	0	0	0	0	5.5	0	10
24	0	11	0	0.5	0	0	0	0	8.5	0	8.5

(二) 研究樣區現場狀況說明

本計畫於 113 年 3 月 30 日及 113 年 11 月 4 日，赴現場進行 UAV 測量作業，各期空拍影像鑲嵌成果套疊地形圖如圖 7- 55 及圖 7- 56 所示。

本計畫於 113 年 3 月 30 日至現場進行 UAV 空拍測量並建製數值地表模型做為該沉砂池初始地形，以作為後續分析沉降泥砂量之基準。另本計畫於期末階段擇定 113 年 11 月 4 日赴現場進行測量作業，距上次該試區滯洪沉砂設施有明顯降雨之日期 113 年 10 月 26 日已過去 9 日，因該設施採用透水鋪面，排水狀況良好，此時池內已無積水，且池內地勢分布平坦，並沒有明顯沖刷及淤積痕跡。於期末階段擇定 113 年 11 月 4 日赴現場進行量測作業，此時池內乾涸，且觀測到明顯淤積現象，且相較前期池底之植生更加茂盛已增水流沖刷毀損。

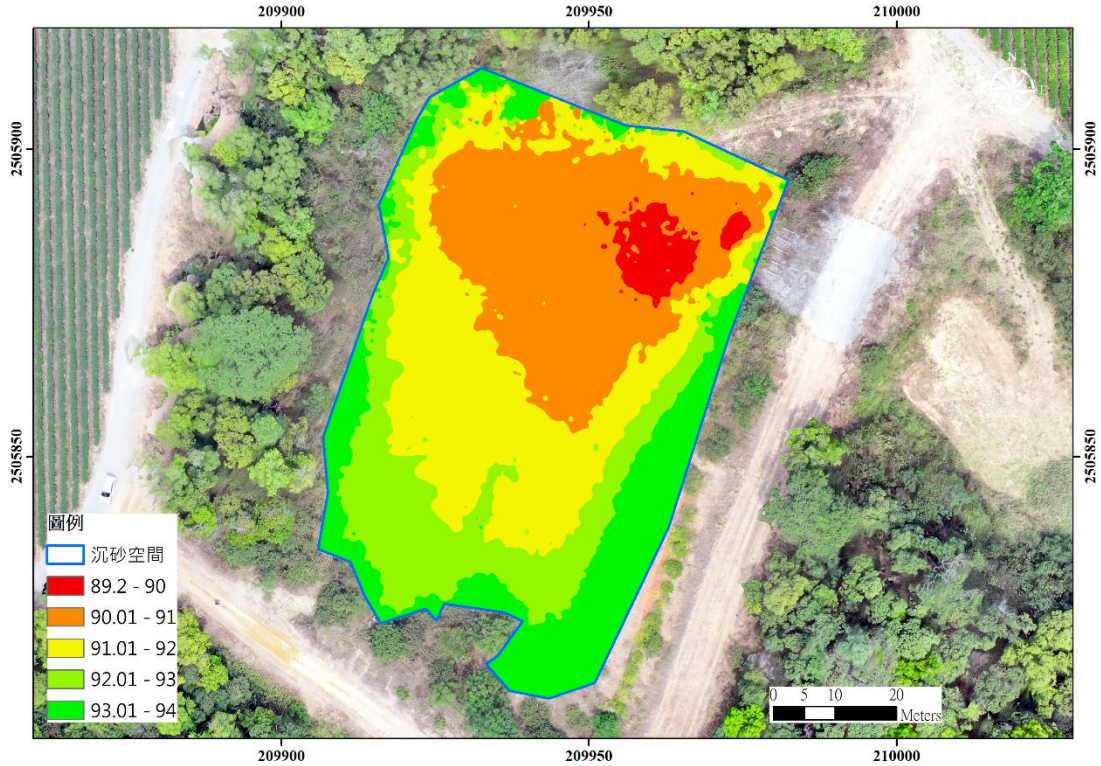


圖 7- 55　老埤農場滯洪沉砂設施 113/3/30 池底高程觀測成果

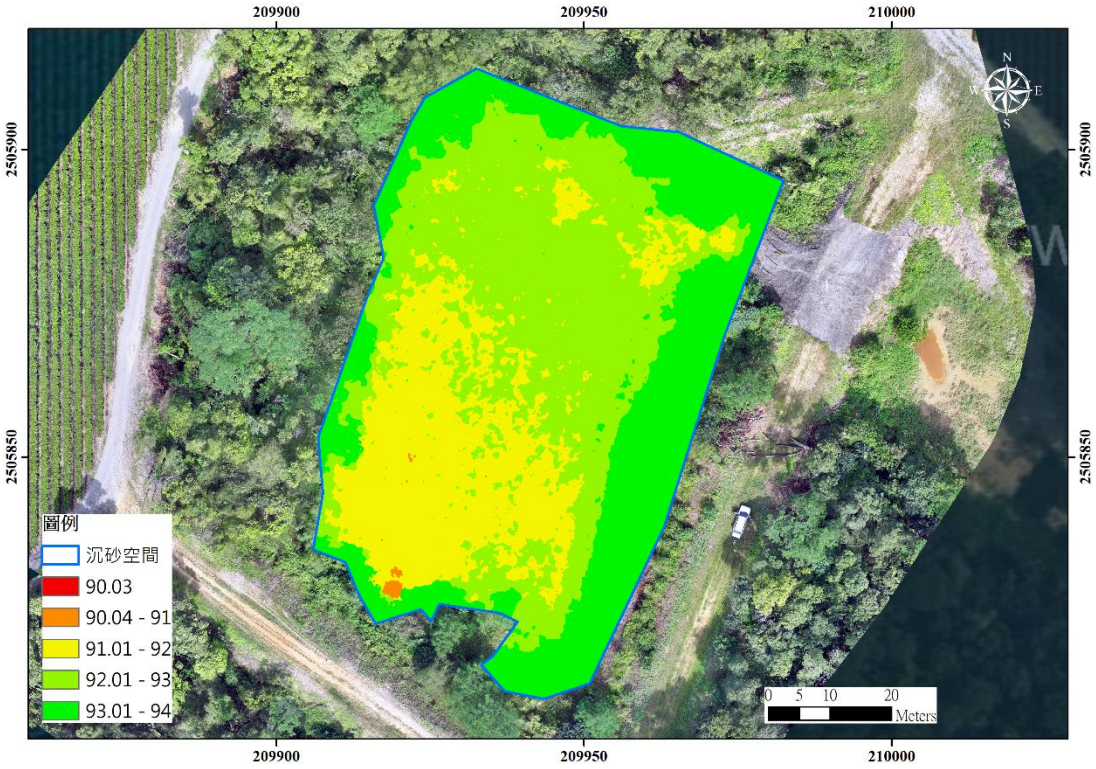


圖 7- 56　老埤農場滯洪沉砂設施 113/11/4 池底高程觀測成果

(三) 沉砂設施底床泥砂變化量分析

本計畫將 113 年 3 月 30 日及 113 年 11 月 4 日之觀測成果數值地表模型倆倆進行相減，以算出期間降雨事件之沉砂量體，池底高程變化如圖 7- 57。由圖可知本年度設施整體有較明顯之沖刷現象產生，沖淤高度介於-100 公分至 100 公分。分析顯示沉砂設施沖淤量體變化為 1077.01m^3，其中淤積面積為 3686.3m^2，淤積體積為 1275.21m^3；沖刷面積為 991.00m^2，沖刷體積為 198.20m^3。

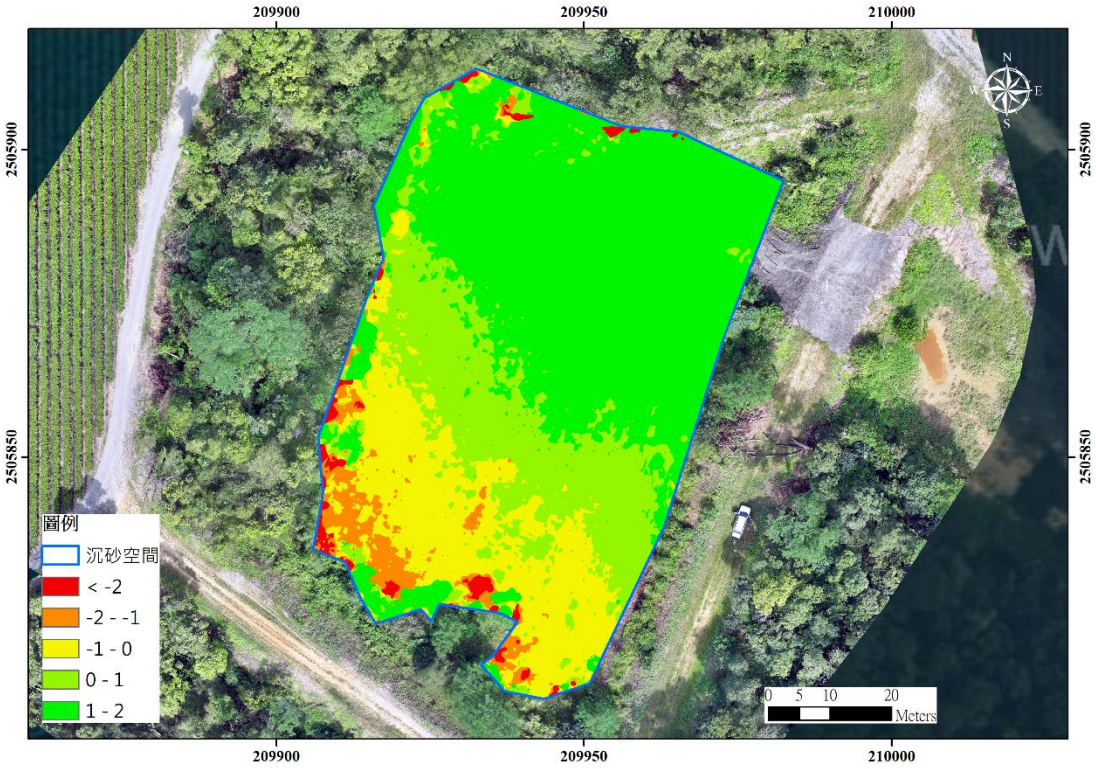


圖 7- 57　老埤農場沉砂設施期中階段沉砂量體分析成果

七、小結

本計畫於期末階段完成篩選之 6 處滯洪沉砂設施之初始地形資料蒐集。並本年度觀察到 2 處滯洪沉砂設施有淤積現象，分別為銅鑼科學園區及老埤農場，另外 4 處則呈現沖刷現象，其中銅鑼科學園區觀測到顯著淤積現象，達 USLE 估算值之 13.99%，推測為集水區內施工造成土體擾動所致，老埤農場則觀測到 USLE 估算值 3.12%之淤積量，推測為農業經營造成土壤擾動所致，屏科大科農大樓則觀測到顯著沖刷現象，其原因為科農大樓因剪綵而進行池底整理，因此相關觀測數據較不具代表性。相關觀測分析數據匯整如下。由三處大型開發工程(銅鑼科學園區、中科七星園區及精機園區)觀測值可見，在基地內已開發完畢多年，且不透水鋪面大量施作之狀況下，將導致土砂生產量大幅減低，沉砂設施內難以觀測到顯著土壤沖淤現象，由屏科大科農大樓及老埤農場可見，科農大樓屬於全區鋪設不透水

鋪面之建築開發，並且無區外排水匯入，土砂生產量甚少，而老埤農場屬於農業經營之農業整地，集水面積甚大，然而茶園之經營，相較一般之農業經營，土壤擾動較少，透過良好之土壤團粒及植生維護，將可使土壤沖蝕量降低，因此實際沉砂量體，低於 USLE 估算值。

表 7- 33　研究樣區滯洪沉砂設施沖淤變化彙整表

水土保持計畫名稱	實測值			設計值		估算值	
	沖刷體積(m^3)	淤積體積(m^3)	沖淤變化量(m^3)	泥砂生產量(m^3)	沉降比例	USLE 估算值(m^3)	沉降比例
中部科學工業園區第三期發展區（后里基地-七星農場部分）開發計畫水土保持計畫	-43.47	184.77	141.30	3340.00	4.23%	1009.79	13.99%
園區四期銅鑼基地開發工程水土保持計畫	-152.77	135.53	-17.24	4105.00	-0.42%	725.22	-2.38%
臺中市南屯區台安段82、86地號等二筆土地福龍淨園墓園水土保持計畫	-9.55	4.58	-4.97	204.00	-2.44%	222.01	-2.24%
臺中市精密機械科技創新園區二期開發計畫	-13.23	28.33	15.10	4377.00	0.34%	1663.26	0.91%
屏東大科技農業推廣大樓新建工程水土保持計畫	-	-	-	21.90	-	11.10	-
臺灣農林-老埤農場農地水土保持計畫	-198.20	1275.21	1077.01	34563.95	3.12%	34563.95	3.12%

第八章　結論與建議

第一節　結論

一、區域化無因次降雨強度分析

本計畫以南部地區 157 個測站(包含中央氣象署 108 站、水利署測站 42 站、農村水保署測站 7 站)之 10 分鐘雨量資料進行無因次降雨強度公式之分析。根據前期計畫頻率分析結果與本計畫南部地區 148 個測站之最佳機率分佈挑選結果，最終採用以機率分佈 PT3 做為主要統計方法，以確保資料可供橫向彙整比較，此外，本計畫為了解頻率分析過程中觀測年限對於分析結果之影響，分別檢視各測站在年限減少 3 年及 5 年之誤差，發現在資料年限小於 15 年時，不論年限減少 3 年或 5 年皆有顯著影響，誤差最大可達 34%。

而後，本計畫進行各測站不同頻率年(2、5、10、25、50、100、200 年)與各延時(10、20、30、40、60、90、120、180、240、360、720、1080、1440 分鐘)之頻率分析，並據以建立各測站短延時(10~90 分鐘)、長延時(90~1440 分鐘)、全延時(10~1440 分鐘)降雨強度公式。

區域化降雨強度公式方面，本計畫除了以前述南部地區各雨量站之推導參數建立短、長、全延時等三種不同延時之南部地區區域化公式外，亦額外納入前行政院農業委員會水土保持局 111 年度「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」之北部地區測站(共計 67 站)參數資料，以及農業部農村發展及水土保持署 112 年度「建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」之中部

地區測站(共計 148 站)，建立北、中及南區不同延時之區域化降雨強度公式，據以比較其差異。茲將相關成果之結論說明如下：

(一) 南部地區各測站不同延時(短、長、全延時)之推估成果，短延時與長延時所各別建立降雨強度公式，其表現程度較優於全延時降雨強度公式，惟全延時降雨強度公式實務應用上則較為便利。

(二) 各測站所建立之單站降雨強度公式，與現行規範降雨強度公式、南部地區區域化公式之推估結果比較分析，無論何種延時皆以單站降雨強度公式之表現最佳。

(三) 以南部地區各測站建立之區域化公式，以及結合北部與中部地區測站所建立之跨區區域化公式，對於降雨強度之推估結果整體而言並無顯著之差異。

二、沉砂設施資料調查與量測分析

本計畫蒐集 USLE 相關回顧文章及國內外沉砂設施量體估算與設計方法，可知國際間仍以美國通用土壤流失公式家族(USLE、MUSLE 及 RUSLE)作為泥砂生產量之估算方式主軸，顯示估算公式使用及參數取得便利性是為重要考量因子，然受限簡單經驗模型之區域適用性、參數之適宜性，參數之本土化與敏感性提升是為 USLE 準確預估之重要策略，透過農村水保署已頒布之更新降雨沖蝕指數(Rm)與土壤沖蝕指數(Km)實現參數本土化之目標，以進一步提升設計過程參數選用之準確度與合理性，其次坡長因子(L)、坡度因子(S)、覆蓋與管理因子(C)以及水土保持處理因子(P)等現場參數之擇取方式，係依專業工程人員主觀認定而採用或計算，然在臺灣地貌之多樣及植生之豐富的環境背景下，水土保持計畫鮮少看到複合坡面及針對不同土

地利用型態採用不同參數等細緻化參數選用，為後續提升泥砂生產量估算精度之努力方向。

此外由於美國通用土壤流失公式屬於黑盒分析，因此臺灣、日本、馬來西亞及澳洲均有設置最小推估沉砂量體之限制，馬來西亞與澳洲採用推估之結果作為最小量體限制，而臺灣與日本在氣候條件上高度相似，受梅雨與颱風主導之降雨型態影響，以災害預防為考量，另訂最小量體之限制，臺灣為每公頃不得小於30 立方公尺，配合前期計畫彙整 101 年以來 145 件中央公共工程水土保持計畫 323 處集水坡面之 USLE 估算值，顯示超過半數(54%)之集水坡面 USLE 估算值小於最小規範量體之一半($15m^3/ha/yr$)。

本計畫於臺灣中部及南部地區 6 處滯洪沉砂設施進行沉砂量體觀測，觀測成果顯示，雖期中與期末階段分別受梅雨季節與颱風影響有顯著降雨事件之發生，但各觀測樣區因其開發階段與土地利用型態不同而有不同觀測結果，然沉砂量體皆小於 USLE 估算值，綜整中央公共工程水土保持計畫 USLE 估算值之分布，顯示設計之沉砂量體遠大於實際需求量體。

第二節　建議

一、區域化無因次降雨強度分析

(一) 臺灣目前現有之雨量觀測站數量已十分充足且分布密集，建議未來可建立各測站之無因次降雨強度公式，並結合資訊查詢系統據以提供相關單位及人員查詢使用。

(二) 基於各測站短延時與長延時降雨強度公式之表現，較優於全延時降雨強度公式推估之結果，未來待全臺雨量站分析完成後，建議進行全面性的探討，並進一步結合資訊查詢系

統之建置，針對各測站之無因次降雨強度公式，採取不同延時之方式進行建置。

二、沉砂設施資料調查與量測分析

(一) 透過文獻回顧、各國土壤流失估算方法蒐集與參數本土化，以 USLE 作為土壤流失估算方式應有其合理性，然參數之本土化與現場參數選用之細緻化，是為提升土壤流失估算合理性與精確性之重要方向。

(二) 觀測之沉砂池沉砂量體皆小於設計沉砂量體，配合前期計畫統計中央公共工程水土保池計畫超過半數(54%)USLE 估算值小於現行規範最小量體限制之一半($15m^3/ha/yr$)，建議現行法規之最小量體限制可酌以調降，以符合工程精準設計及節能減碳之精神。

(三) 現行水土保持計畫沉砂設施受限基地開發面積及地勢起伏，多為求砂效率較低之設計形式，建議未來審監與設計單位可針對沉砂設施囚砂率進行把控，以有效發揮沉砂設施之效能。

參考書目

1. 中華水土保持學會,「水土保持法相關法規,水土保持技術規範」,1997。
2. 王為銘、蔡西銘、賴信達,「臺北市短延時與長延時降雨預測方法之比較」,第八屆水利工程研討會論文集,第 29-36 頁,1996。
3. 何俊儀,「臺灣中部地區梅雨季豪雨發生之綜觀特徵與中尺度過程探討」,國立臺灣大學大氣科學研究所碩士論文,2004。
4. 許銘熙、鄭克聲、易任、林國峰,「臺灣地區降雨與延時特性分析」,第八十二屆農業工程研討會,第 401-413 頁,1993。
5. 郭朝雄、黃月娟、曠育呈,「臺灣地區降雨強度-延時-頻率關係之研究(1)」,臺灣水利,第 35 卷,第 2 期,第 65-80 頁,1987。
6. 莊麗蓉,「區域化短延時無因次降雨強度公式」,國立成功大學水利及海洋工程學系碩士論文,2006。
7. 陳泰然、楊進賢,「臺灣梅雨期豪雨分布的時空特徵」,大氣科學,第 16 卷,第 151-162 頁,1988。
8. 游保杉、陳嘉榮,「嘉南地區區域降雨強度公式之研究」,中國土木水利工程學刊,第 4 卷,第 4 期,第 297-306 頁,1992。
9. 經濟部水利署,臺灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式參數分析,2017。
10. 行政院農業委員會 (1993~1995),「中高海拔地區土壤沖蝕之觀測試驗(I)(II)(III)」
11. 行政院農業委員會水土保持局 (2017),「水土保持手冊」。
12. 行政院農業委員會水土保持局 (2017),「氣候變遷下臺灣中南部山坡地開發行為土砂沖蝕估算模式之探討」。

13. 行政院農業委員會水土保持局 (2018)，「氣候變遷下臺灣北部山坡地開發行為土砂沖蝕估算模式之探討」。
14. 行政院農業委員會水土保持局 (2019)，「氣候變遷下臺灣東部山坡地開發行為土砂沖蝕估算模式之探討」。
15. 行政院農業委員會水土保持局 (2019)，「108 年度水土保持工程設計參考圖冊」。
16. 行政院農業委員會水土保持局 (2020)，「水土保持技術規範」。
17. 行政院農業委員會水土保持局 (2021)，「臺灣地區山坡地沉砂設施量體初步探討及圖冊編制」。
18. 行政院農業委員會水土保持局 (2022)，「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」。
19. 行政院農業委員會水土保持局 (2023)，「建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」。
20. 林俐玲、胡自健 (1996)，「修正版通用土壤流失公式(RUSLE)」，水土保持學報，28(2)，83~99。
21. 林俐玲、廖靜慧 (2012)，「通用土壤流失公式(USLE)地形因子(LS)計算方式之探討」，水保技術，5（2），119~121。
22. 黃俊德 (1979)，「臺灣降雨沖蝕指數之研究」，中華水土保持學報，10（1），127~142。
23. 經濟部水利署 (2020)，「108 年臺灣水文環境情勢專刊」。
24. 沖繩縣農林水產部(2015)，「土地改良事業等における赤土等流出防止対策設計指針」
25. 鹿兒島支線大廳(2012)，「赤土等流出防止の進め方-農業農村整備事業赤土等流出防止對策實施要領」
26. 韓國環境部(2013)，「水土保持基本規劃(2013~2017)」

27. 韓國環境部(2015)，「土壤環境保護法」
28. 韓國自然環境研究所(2017)，「京畿道水土保持計畫(2017~2026)」
29. 韓國環境部(2018)，「土壤環境保護法施行細則」
30. 韓國環境部(2019)，「土壤侵蝕調查作業規範」
31. AECOM(2011) ” WSUD Technical Design Guidel ines for the Coastal Dry Tropics” Townsville City Council.
32. A.J. McCusker, J. Johnson, M. Hamlin and C. Guelke.(2017)” Full-depth, Bottom-sealed Filter Barriers And Their Place In Comparison With Other Means Of Sediment/turbidity Control In Dredging Projects” Proceedings of the Western Dredging Association Summit & Expo 2017.
33. Alabama Soil and Water Conservation Committee.(2018)” Erosion Control, Sediment Control and Stormwater Management on Construction Sites and Urban Areas”
34. DC. Bhatnagar, D. K. (1992). “Sedimentation pond design” Proceedings America Society of Mining and Reclamation, National Meeting of the American Society, 664-668.
35. David Pimentel, C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri, R. Blair (1995) “Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits” Science.
36. Fair G. M. and Geyer J. C. (1954) “Water Supply and Wastewater Disposal” New York: John Wiley.
37. Government of Malaysia Department of Irrigation and Drainage(2010)” Guideline For Erosion And Sediment Control In Malaysia”
38. Government of Malaysia Department of Irrigation and Drainage(2012)” Urban Stormwater Management Manual for

Malaysia”

39. International Erosion Control Association Australasia (2008)” Best Practice Erosion And Sediment Control” International Erosion Control Association Australasia.
40. International Erosion Control Association Australasia (2018) “Sediment basin: Sediment control technique.” International Erosion Control Association Australasia.
41. James C.Y. Guo and Ken MacKenzie(2016)” Design of Forebay and Micropool for Highway Stormwater Detention Basins” Colorado Department of Transportation
42. National Precast Concrete Association(2011)” Precast Concrete Stormwater Management S tructures”
43. Rubianca Benavidez, Bethanna Jackson, Deborah Maxwell, and Kevin Norton (2018) “A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R)USLE): with a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates”
44. Ruzowicz, B., Thomas, J. G., Zdunczyk, L. (2016) “Manual for erosion and sediment control in Georgia” Georgia: Georgia Soil and Water Conservation Commission.
45. Stuart L.S., Graeme E.B., Anthony A. C., Jenny L.S., Catherine K. K., John C.C., Ross V.H., Sharyn A.G., Anthony C.R., William A. M.(2005)” Handbook for Sediment Quality Assessment” Centre for Environmental Contaminants Research
46. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). (1992). “Storm Water Management for Industrial Activities: Developing Pollution Prevention Plans and Best Management Practices.” U.S.Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington.
47. URS Corporation – North Carolina(2014)” Erosion and Sediment Control Design and Construction Manual” North Carolina

Department of Transportation

附錄

附錄一　建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討之摘要報告

行政院農業委員會水土保持局委辦計畫摘要報告

建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

計畫編號：SWCB-111-114
執行單位：國立中興大學
計畫主持人：國立中興大學水土保持學系　詹勳全教授
共同主持人：國立成功大學水利及海洋工程系　郭鎮民教授
共同主持人：國立中興大學水土保持學系　洪啟耀教授
（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考）

摘要

受氣候變遷對環境的影響，極端強降雨事件現象頻繁，為促進土地合理利用，減免土砂災害，本計畫探討不同延時之降雨強度公式及建立臺灣最新無因次降雨強度公式，並觀測近年已完工水土保持計畫之永久沉砂設施沉砂量體變化。

本計畫蒐集臺灣北部地區 67 處測站(交通部中央氣象局 30 站、經濟部水利署 37 站)之歷年最大降雨強度資料，進行暴雨頻率分析，經由國內常用六種機率分布在不同延時之誤差指標 SE 與 U，顯示皮爾遜第三型(PT3)表現最優，且符合水土保持技術規範第 16 條「重現期 25 年、降雨延時 60 分鐘之降雨強度」之採用基準。比較不同測站在不同延時降雨強度之分析與過往研究成果，顯示北部地區降雨強度空間分布，並無出現中高海拔(1000m)明顯分界之情況；由於各測站降雨強度在延時90分鐘時出現明顯轉折，分析比較短延時(10-90 分鐘)、

長延時(120-1440 分鐘)與全延時(10-1440 分鐘)降雨強度公式，得出單站短延時及長延時降雨強度公式之成果，優於全延時降雨強度公式，惟全延時降雨強度公式應用上較為便利。另外，區域化雨量公式之分析成果顯示以單站公式的表現最佳，區域化公式因受限以年平均雨量進行推估，無法呈現最大降雨強度之變化，且較單站公式成果差。現今雨量站密度高與數位資訊技術成熟，建議後續可考慮採短、長延時單站公式的方式建立降雨強度空間查詢系統，以利實務使用，未來建議進一步針對中、南及東部測站進行分析，以得出完整與合理之結論。

另經蒐集不同國家之沉砂設施量體估算方式，國際上泥砂生產量估算方式以通用土壤流失公式(USLE、MUSLE 及 RUSLE)家族為主軸，臺灣與日本以災害預防為考量，設置沉砂設施最小規範量體限制，然臺灣規範限制較日本寬鬆。因最小量體實務上並無窒礙難行，建議維持水土保持技術規範每公頃不得小於 30 立方公尺之限制，並針對沉砂設施進行長期且持續之觀測，以提供土壤沖蝕公式之驗證與沉砂設施設計改善評析之參採。另因連續性之短延時強降雨，致使逕流挾帶之泥砂未能充分進行沉降，建議沉砂設施設計方面，針對有效沉砂深度進一步研析，並列為未來審查設計之重要項目。

關鍵詞：山坡地、水土保持技術規範、無因次降雨強度公式、沉砂設施、土壤流失公式

一、計畫目的

依據水土保持技術規範第 16 條規定:「降雨強度之推估值不得小於無因次降雨強度公式之推估值。」同規範第 91 條規定…「山坡地開發利用宜設計沉砂設施，以攔截或沉積土石，減少土石下移、保護下游土地房舍及公共設施。」，其永久性沉砂設施泥砂生產量估算，依同規範 92 條規定略以:「泥砂生產量之估算，採通用土壤流失公式(USLE)之推估值，另完成水土保持處理或未開挖整地部分，每公頃不得小於三十立方公尺。」

近年氣候變遷對於環境影響加劇，短延時強降雨事件頻發，山坡地開發與土地利用受降雨特性改變有顯著變化，又水文資訊分析為水土保持規劃設計之重要參據，爰此，為減免土砂災害與促進合理土地利用，探討不同延時之降雨強度及建立臺灣最新無因次降雨強度公式有其必要性。另蒐集國內外沉砂設施量體估算方式與法規限制，並針對 101 至 110 年已完工中央公共工程水土保持計畫之永久性沉砂設施進行沉砂量體觀測，據以探討現行規範之合宜性，以在極端氣候條件下，保育國土資源與保護集水區下游保全對象。

二、相關資料蒐集

(一)降雨資料蒐集

本計畫收集臺灣北部區域(中港溪流域、和平溪流域以北)測站之歷年最大降雨強度資料，來進行暴雨頻率分析。經統計後北部地區測站共有 67 站，包含：交通部中央氣象局 30 站、經濟部水利署 37 站。其中經濟部水利署雨量資料具有分鐘雨量紀錄，而交通部中央氣象局雨量站僅有時雨量紀錄。資料篩選以年度資料完整度達 97.5%以上予

以採用之原則，並尊重資料原始紀錄不進行補遺。

(二)國內外沉砂設施資料蒐集

本計畫蒐集臺灣、美國、澳洲、日本、馬來西亞及中國之沉砂設施量體估算方式彙整於表 2-1，各國之地形條件、地質條件、氣候條件及降雨型態等均不相同，難以直接評估各國沉砂量體估算方式之優劣，但由表可知除美國及中國外，臺灣、日本、馬來西亞及澳洲均設置最小沉砂量體限制，顯示不同地區為避免估算過程，考慮參數取得不確定性之影響，採以最小量體限制作為沉砂池設計之參考，而關於沉砂池最小量體限制值之大小，比較臺灣鄰近之地區，臺灣最小量體限制為 30 m^3/ha/year 小於日本沖繩之 35 m^3/ha/year，雖然臺灣與日本沖繩之氣候均屬於多雨之型態，但臺灣年降雨量約有 2,500 毫米，日本沖繩年降雨量約有 2,000 毫米，臺灣在年雨量較大且地質條件較破碎之情況，採用較小之沉砂池最小量體限制。

另外，就方法而言，各國仍是參採通用土壤流失公式家族(USLE、RSULE、MUSLE)作為推估泥砂生產量之依據，惟該公式屬經驗公式，已提出四十餘年，係採用實驗所得數據來推導土壤流失量，因此公式內參數對現地情況描述之準確性，對估算結果具有重要之影響。近年來為因應氣候變遷帶來之影響，並落實 USLE 公式參數本土化，水保局已完成 USLE 公式中部分參數估算方式之更新，包括：年平均降雨沖蝕指數R_m及土壤沖蝕性指數K_m，並建立成資料庫以供查詢，提升沉砂量體估算的準確度與便利性；其餘因子如：坡長因子 L、坡度因子 S、作物管理因子 C 與水土保持處理因子 P，仍需透過專業工程師之主觀判定進行選擇，因此如何落實 USLE 公式參數估算結果反應現場環境條件之變化，為後續提升臺灣沉砂量體估算準確性之重要方向。

表 2- 1 世界各國沉砂量體估算方式彙整表

國家	地區	估算方法	算式	最小量體限制
臺灣	全區	以通用土壤流失公式(USLE)估算泥砂生產量。	$A = R_m \cdot K_m \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$	30m³/ha/year
日本	沖繩縣	以通用土壤流失公式(USLE)估算各階段泥砂生產量，再配合各階段進行進行權重計算。	1. $A = R_m \cdot K_m \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$ 2. $A = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + A_3 \cdot R_3}{R_{year,EI_{60}} \cdot t}$	35m³/ha/year
馬來西亞	全區	決定設計流量，查表得知沉砂設施表面積、深度及體積後，再以修正通用土壤流失公式(MUSLE)檢驗量體估算是否足夠。	1. 以乾、溼式滯洪沉砂池設計尺寸表進行查表得知量體體積。 2. 檢驗算式： $A = 89.6(V \cdot Q_p)^{0.56}(K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P)$	不得小於MUSLE計算值。
美國	阿拉巴馬州	考量工程擾動區域面積及集水區面積進行計算	$V = \frac{1}{2} inch \times A_d + \frac{1}{2} inch \times A_c$	無
澳洲	全區	依據現地條件決定沉砂池各深度、設計流量、泥砂沉降速度及預計沉砂效率，並由計算式求出沉砂池面積之上下限，依現地地形重新限制調整沉砂池之長寬比，最後以檢驗算式檢驗估算量體是否足夠。	1. 沉砂池面積計算方式 $A = [(1-R)^{\lambda-1} - 1] \times \frac{1}{1-\lambda} \times \frac{Q}{V_S} \times \frac{d_e + d^*}{d_e + d_p}$ 2. 檢驗算式 $V_s = A_c \cdot R \cdot L_o \cdot F_c$	不得小於檢驗算式之計算值。
中國	全區	農業灌溉用途之沉砂池依據現地條件選用泥砂沉降速率、沉砂池內平均流速，計算泥砂量、沉砂池尺寸，最後依取水用水條件檢算出流泥砂含量是否符合所需。	$W_s = \lambda \times M_s \times F/\gamma_c$	無訂定最小規範值，僅有一般性原則，且可依現場狀況進行調整

三、無因次降雨強度分析與推估

(一)降雨資料統計與雨量站敏感度分析

本計畫分析國內常用之六種常見機率分布(EV1、GEV、PT3、LPT3、LN3 與 LN2)，並比較北部地區各測站在不同降雨延時下的 SE 與 U 兩個誤差指標，分析結果統計如表 3-1，本計畫以表現最優之皮爾遜第三型(PT3)作為主要統計機率分布方法。

表 3-1 北部地區各測站最佳與次佳統計分布方法之數量統計表

統計分布方式	EV1	GEV	**PT3**	LPT3	LN3	LN2
水利署	2	8	**21**	21	21	2
氣象局	0	2	**18**	13	6	1
總計	2	10	**39**	34	27	3

資料來源：本計畫統計

在測站的敏感度分析中，重現期 25 年與降雨延時 60 分鐘之平均變異係數最小，其成果呼應目前水土保持技術規範第 16 條之採用基準。因此，後續公式推估仍可維持此一假定；分析測站不同延時降雨強度與空間的關係中，降雨延時 60 分鐘及 24 小時之最大降雨強度的空間分布與過往研究類似，惟北部地區測站多數位於高程 1000 公尺以下，因此降雨強度空間分布並無出現以往研究中高程 1000 公尺有明顯分界之現象，建議後續應加入中部、南部與東部地區測站進行綜合考量方能定論；分析各測站降雨在不同延時下的降雨特性，發現多數測站在降雨延時為 90 分鐘時有明顯轉折，如圖。因此，後續以短延時(10~90 分鐘)、長延時(120~1440 分鐘)、全延時(10~1440 分鐘)降雨強度公式進行推估，並與現行公式進行比較，分析不同延時降雨強度公式之準確性。

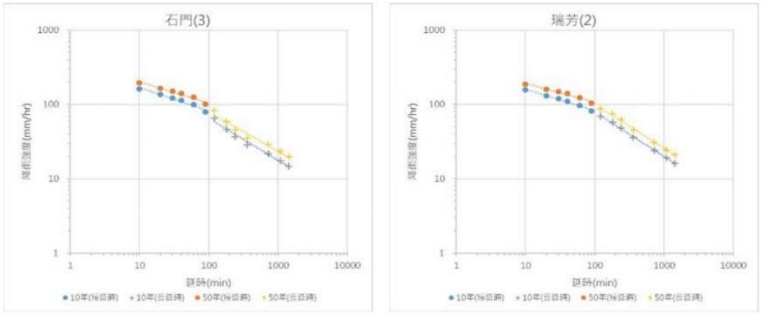


圖 3- 1 北部測站降雨強度時間轉折特性(重現期 10 年與 50 年)
資料來源：本計畫繪製

(二)短延時、長延時及全延時降雨強度推估

本計畫根據不同降雨延時資料，重新回歸各測站短延時(10~90 分鐘)、長延時(120~1440 分鐘)及全延時(10~1440 分鐘)無因次降雨強度公式之參數(A、C、G、H、I_t^{25})，建立單站不同延時之降雨強度公式，並比較其適用性。

透過不同延時降雨強度公式表現的比較，短延時(10-90 分鐘)公式之估算誤差(僅水利署測站)如圖 3- 2 所示；長延時(120-1440 分鐘)公式之估算誤差則如圖 3- 3 圖 3- 4 與所示(含水利署及氣象局測站)。比較結果顯示：分別採用短延時公式與長延時公式之估算結果會較全延時公式之估算結果佳，然採用全延時之公式之估算成果在實務上應用較為便利。

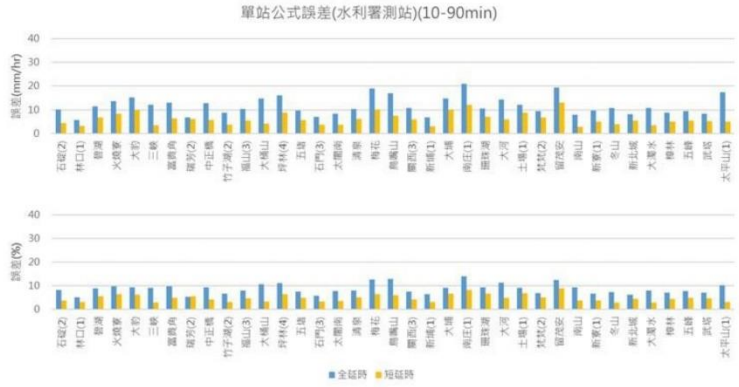


圖 3-2 降雨延時 10-90 分鐘之不同公式比較(水利署測站)
資料來源：本計畫繪製

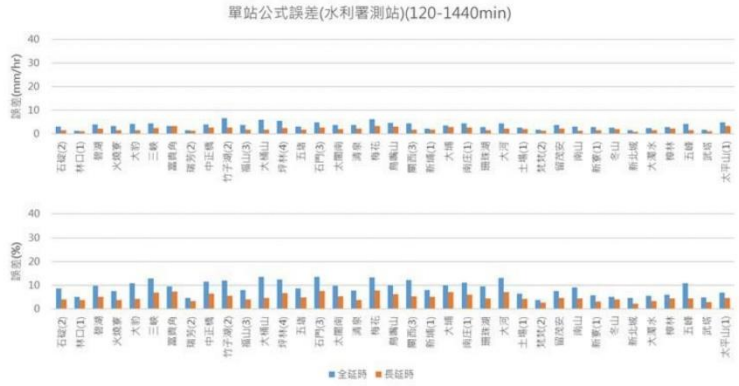


圖 3-3 降雨延時 120-1440 分鐘之不同公式比較(水利署測站)
資料來源：本計畫繪製

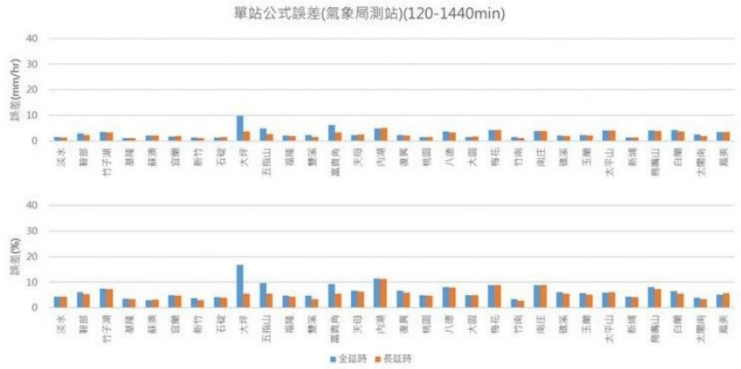


圖 3- 4 降雨延時 120-1440 分鐘之不同公式比較(氣象局測站)
資料來源：本計畫繪製

(三)建立計畫範圍區域化降雨強度公式

本計畫以北部地區雨量站建立三種不同延時的區域化公式，包含：區域化短延時(10~90 分鐘)降雨強度公式、區域化長延時(120~1440 分鐘)降雨強度公式與區域化全延時(10~1440 分鐘)降雨強度公式，並比較區域化公式與單站公式之表現，過程中分別挑選水利署與氣象局各 3 站作為驗證之用。根據分析成果顯示：以各測站單站公式的表現最佳(圖 3- 5)，各降雨延時之平均誤差小於現行規範與新區域化公式 2~3 倍(表 3- 2)，係因區域公式受限於利用測站年平均雨量來推算相關參數，並無法呈現最大降雨強度之變化，，因此區域公式的表現會較單站公式差，如圖 3- 6。



圖 3- 5 各測站不同延時降雨強度公式之誤差比較

表 3-2 不同推估方式於不同延時之誤差比較表

類別	平均誤差(%)		
	單站公式	現行規範	新區域化公式
短延時	4.88 (2.85~8.99)	12.04 (5.58~31.68)	10.03 (3.83~34.43)
長延時	5.18 (2.11~11.36)	18.98 (5.70~34.25)	15.86 (4.11~38.22)
全延時	7.94 (2.73~17.74)	17.21 (6.92~29.60)	16.01 (6.00~31.69)

資料來源：本計畫估算



圖 3-6 區域化公式誤差原因分析

資料來源：本計畫繪製

四、沉砂設施現場調查與現況問題分析

本計畫以水土保持局更新之降雨沖蝕指數(*Rm*)及土壤沖蝕指數(*Km*)因子，重新計算 47 件水土保持計畫共計 120 處集水坡面之 *Rm* 及 *Km*，發現分別增加 59.1%及 99.08%，經卡方檢定計算，且此一變化對於泥砂生產量估算確有顯著之影響，惟仍有半數之集水坡面泥砂生產量估算值低於規範最小值之一半，另坡長因子(L)、坡度因子(S)、覆蓋與管理因子(C)及水土保持處理因子(P)之擇取方式係依工程師之

主觀認定而採用或計算，可能因誤判而錯估。

另本計畫於臺灣北部地區 5 處沉砂設施，以無人機拍攝輔以地面測量進行沉砂量體觀測，實際觀測之結果多呈現沖刷現象，初步得出以下結論：雖然於期中與期末階段分別受梅雨季節與颱風影響有顯著降雨事件之發生，但受氣候變遷之影響，降雨量較為集中，致使挾帶泥砂之地表逕流進入沉砂設施後，部分水體未經沉降便經由緊急溢洪口排出；另研究樣區多為已開發完工多年之水土保持計畫，集水區產砂量較少，因此已沉降之泥砂也易受含砂量低之逕流沖刷排放至下游；又實務上針對沉砂設施清淤之策略，未能即時反應汛期期間之連續豪雨，可能導致單一降雨事件之沉砂深度不足，使得設計之沉降泥砂之效果無法有效發揮。

表 4- 1 臺灣北部地區沉砂設施沉砂量體觀測成果

編號	地理位置	案件名稱	開發類別	沉砂設施設計形式	沉砂設施類別	全年度沉砂量體變化(m^3)
1	苗栗縣銅鑼鄉	園區四期銅鑼基地開發工程水土保持計畫	園區開發	共構壩體	建築	-1436.996
2	桃園市大溪區	石門水庫既有設施防淤功能改善工程計畫-電廠防淤第二期工程	開發建築	共構池體	建築(水庫)	-7.987
3	桃園市楊梅區	楊梅市 I-9-15 都市計畫道路開闢工程	開闢道路	共構池體	道路	0.757
4	臺北市文山區	文山(景美)41 號公園新建工程水土保持計畫	開闢公園	共構池體	景觀	-7.300
5	臺北市南港區	國家生技研究園區水土保持計畫	園區開發	共構池體	生態景觀	-3450.28

資料來源：本計畫彙整

五、建議事項

(一)區域化無因次降雨強度分析

1. 由於現今雨量站觀測密度相當高，加上數位資訊技術相當成熟，後續建議可以考慮採用單站公式配合長、短延時的方式建立降雨強度空間查詢系統，以利實務使用。
2. 目前僅依據北部地區測站分析成果來說明，未來仍須進一步分析中部、南部、東部等地區的測站，整體考量全臺灣測站的狀況才能有更完整與合理之結論。

(二)沉砂設施量初步探討

1. 建議針對水土保持技術規範每公頃不得小於 30 平方公尺之限制予以維持，並針對沉砂設施進行長期持續之觀測，以提供土壤沖蝕公式之驗證與沉砂設施設計改善評析之參採
2. 氣候變遷致使降雨量之集中，遭遇短延時強降雨的情況，逕流挾帶之泥砂未有充足之時間進行沉降，加上實務上針對沉砂設施之維護與管理未能即時有效的針對連續型豪雨，導致沉砂空間量體不足，建議針對沉砂設施之有效沉砂深度進一步研析，使沉砂設施功能得以有效發揮。
3. 實務上沉砂設施之維護與管理未能即時有效的針對連續型豪雨一事，建議參採水土保持計畫審查監督辦法第二十五條之一規定略以:「水土保持計畫施工期間，承辦監造技師應於中央氣象局發布海上、海上陸上颱風警報或大豪雨以上之豪雨特報時，檢視各項水土保持設施，確保其發揮正常功能，並依主管機關

指定時間，於資訊系統填報設施自主檢查結果」，提送水土保持單元叢書 09－水土保持計畫沉砂設施之沉砂池操作與維護檢查項目表，如表 5-1。

4. 本年度沉砂設施觀測成果多呈現沖刷情況，與其施作之立意不符，又土壤沖蝕公式之驗證需長期與經歷具代表性之降雨事件。本計畫短期之觀測結果，無法針對水土保持沉砂設施沉砂情況及土壤沖蝕公式驗證得出完整具體之結論，建議臺灣地區水土保持工程沉砂設施持續觀測沉砂量體變化。

5. 受氣候變遷之影響，降雨集中導致逕流夾帶泥砂未經沉降便排出，建議將沉砂設施之沉砂效果列為未來設計審查之重要項目。

表 5-1 沉砂設施操作與維護檢查項目表

沉砂池操作與維護檢查項目表	檢查結果	問題程度
沉砂池是否有淤積情形	□是 □無此設施 □否	□輕微□中度 □嚴重
沉砂池周圍防護措施是否有損毀情形	□是 □無此設施 □否	□輕微□中度 □嚴重
沉砂池入水口是否有堵塞情形	□是 □無此設施 □否	□輕微□中度 □嚴重
沉砂池出水口攔汙柵是否有堵塞情形	□是 □無此設施 □否	□輕微□中度 □嚴重
沉砂池池體是否有破損龜裂情形	□是 □無此設施 □否	□輕微□中度 □嚴重
沉砂設施入水口是否有破損龜裂情形	□是 □無此設施 □否	□輕微□中度 □嚴重
沉砂設施出水口是否有破損龜裂情形	□是 □無此設施 □否	□輕微□中度 □嚴重
沉砂池之踏步、階梯是否有老化或損毀	□是 □無此設施 □否	□輕微□中度 □嚴重
沉砂設施之緊急溢洪措施是否有破損龜裂情形	□是 □無此設施 □否	□輕微□中度 □嚴重

參考資料：水土保持單元叢書 09－水土保持計畫沉砂設施

附錄二　建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討之摘要報告

農業部農村發展及水土保持署委辦計畫摘要報告

建立臺灣地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

計畫編號：ARDSWC-112-087
執行單位：國立中興大學
計畫主持人：國立中興大學水土保持學系　詹勳全教授
共同主持人：國立屏東科技大學土木工程學系　郭振民助理教授
（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本署施政參考）

摘要

近年來氣候變遷對臺灣環境影響加劇，極端強降雨事件頻仍，造成土地利用及管理方式改變甚鉅。本計畫意在探討現行無因次降雨強度公式及沉砂設施設計規範之適用性。

本計畫蒐集臺灣中部地區 148 處測站(交通部中央氣象署 97 站、經濟部水利署 42 站、農業發展與水土保持署 9 站)之歷年最大降雨強度資料，進行暴雨頻率分析，經由國內常用六種機率分布在不同延時之誤差指標 SE 與 U，顯示皮爾遜第三型(PT3)表現最優，且符合水土保持技術規範第 16 條「重現期 25 年、降雨延時 60 分鐘之降雨強度」之採用基準。根據歷年至 2021 年之歷史雨量資料建立無因次降雨強度公式，分析比較短延時(10~90 分鐘)、長延時(90~1440 分鐘)與全延時(10~1440 分鐘)降雨強度公式，得出單站短延時及長延時降雨強度公式之成果，優於全延時降雨強度公式，惟全延時降雨強度公式應用上較為便利。另外，本計畫除了以前述中部地區各雨量站之推導參數，據以建立短、長、全延時等三種不同延時之中部地區區域化降雨強度公式外，亦納入行政院農業委員會 111 年度「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」之北部地區測站(共計 67 站)參數資料，建立跨區域(北+中部地區)各延時之區域化降

建立臺灣地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

雨強度公式。經比較顯示，跨區域之區域化降雨強度公式相較於中部地區區域化降雨強度公式，其誤差程度並無明顯之差異。由於區域化公式因受限以年平均雨量進行推估，無法呈現最大降雨強度之變化，且較單站公式成果差。現今雨量站密度高與數位資訊技術成熟，建議後續可考慮採短、長延時單站公式的方式建立降雨強度空間查詢系統，以利實務使用。

山坡地沉砂設施方面，透過文獻回顧與各國沉砂設施設計規範蒐集，通用土壤流失公式系列仍為國際間土壤流失量土估算主流方式，惟參數之本土化與確保沉砂設施沉砂效率，是提升臺灣沉砂量體估算準確與降低土砂災害之重要方向。此外，彙整歷年中央公共工程水土保持計畫之 USLE 估算值，顯示半數之集水坡面估算值小於規範最小量體一半(15m3/ha/yr)，且現行水土保持計畫沉砂設施受開發面積與地勢起伏，多為囚砂率低之設計形式，建議未來主管機關若考量工程精準設計與節能減碳調降規範最小量體，審監與設計單位應同時針對沉砂設施囚砂率進行把控，以有效發揮沉砂設施之效能。

關鍵詞：氣候變遷、水土保持技術規範、無因次降雨強度公式、土壤流失、沉砂設施

一、計畫目的

近年氣候變遷對於環境影響加劇，短延時強降雨事件頻發，山坡地開發與土地利用受降雨特性改變有顯著變化，又水文資訊分析為水土保持規劃設計之重要參據，爰此，為減免土砂災害與促進合理土地利用，探討不同延時之降雨強度及建立臺灣最新無因次降雨強度公式有其必要性。另蒐集國內外沉砂設施量體估算方式與法規限制，並針對 101 至 112 年已完工中央公共工程水土保持計畫之永久性沉砂設施進行沉砂量體觀測，據以探討現行規範之合宜性，以在極端氣候條件下，保育國土資源與保護集水區下游保全對象。

二、相關資料蒐集

(一) 降雨資料蒐集

本計畫除收集臺灣中部區域(大安溪流域以南、曾文溪流域以北)之外，並配合前期計畫之計畫範圍邊界，共收集包括苗栗縣(後龍溪以南)、臺中市、南投縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市等地區雨量站之雨量，分析其歷年最大降雨強度以進行暴雨頻率分析。經統計後，中部地區測站共採用 148 站，包含：中央氣象署 97 站、水利署 42 站、水土保持署 9 站。資料篩選以年度資料完整度達 90%以上予以採用之原則，並尊重資料原始紀錄不進行補遺。

(二) 通用土壤流失公式之限制性與適用性文獻回顧

Rubianca Benavidez 等人(2018)針對(修正版)通用土壤流失公式((R)USLE)進行文獻回顧，其中(R)USLE 模型對美國以外地區之適用性降低是最常被提及之限制，其餘限制有適用之侵蝕類型及輸入資料之適宜性，然根據行政院農業部「中高海拔地區土壤沖蝕之觀測試驗」成果指出建立本土化參數將有助於通用土壤流失公式適用於臺灣地

建立臺灣地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

區(林俐玲，1993-1995)，Rubianca Benavidez 等人(2018)在回顧中亦認同參數敏感性分析與本土化是為解決(R)USLE 區域適用性的重要方法。此外，關於參數輸入資料之適宜性，國內學者林俐玲(2012)建議針對坡度及坡長因子進行綜合性研究，提出坡長 100 公尺以上複雜坡面應採用複合坡面進行土壤流失量估算，以避免因參數誤用導致誤差增大。國外學者 Post 和 Hartcher（2005）則建議針對特定土地利用各別採用不同之作物管理因子。

(三) 國內外沉砂設施量體估算與設計規範

就設施量體估算方法而言，臺灣、日本、韓國、馬來西亞及美國田納西州無論在泥砂生產量之估算或最小量體限制之計算上，儘管使用公式有所不同，仍是均採用美國通用土壤流失公式(USLE)系列為基礎，作為推估泥砂生產量之依據，雖然通用土壤流失公式(USLE)是一種經驗模型，用於估計不同作物系統、水土保持管理、土壤類型、降雨模式和地形的組合所產生年平均土壤流失量，配合文獻回顧可以看出通用土壤流失公式仍是不同地區估算沉砂量體的主流方法，因此有關土壤流失量估算方式維持使用通用土壤流失公式(USLE)應仍屬合理。惟如何採用 USLE 公式參數以反應現場環境條件之變化，進行本土化參數之推估，以及確保沉砂設施沉砂效率，提升臺灣沉砂量體估算準確性與降低開發土砂災害之重要方向。

表 1　世界各國沉砂量體估算方式彙整表

國家	地區	估算方法	算式	最小量體限制
臺灣	全區	通用土壤流失公式(USLE)	$A = R_m \cdot K_m \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$	30m³/ha/year
日本	沖繩縣	通用土壤流失公式(USLE)估算各階段泥砂生產量，並進行加權計算	1. $A = R_m \cdot K_m \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$ 2. $A = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + A_3 \cdot R_3}{R_{year,EI_{60}} \cdot t}$	35m³/ha/year
韓國	全區	通用土壤流失公式(USLE)	$A = R_m \cdot K_m \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$	尚未制定相關規範
中國	全區	農業灌溉用途之沉砂池依據現地條件選用泥砂沉降速率、沉砂池內平均流速，計算泥砂量、沉砂池尺寸，最後依取水用水條件檢算出流泥砂含量是否符合所需。	$W_s = \lambda \times M_s \times {}^{F}/_{\gamma_c}$	無訂定最小規範值，僅有一般性原則，且可依現場狀況進行調整
馬來西亞	全區	決定設計流量，查表得知沉砂設施表面積、深度及體積後，再以修正通用土壤流失公式(MUSLE)檢驗量體估算是否足夠。	1.以報告書表 3-7 及表 3-8 進行查表得知量體體積。 2.檢驗算式 $A = 89.6(V \cdot Q_p)^{0.56}(K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P)$	不得小於 MUSLE 計算值。
美國	阿拉巴馬州	考量工程擾動區域面積及集水區面積進行計算	$V = \frac{1}{2} inch \times A_d + \frac{1}{2} inch \times A_c$	無
	田納西州	以修正版通用土壤流失公式(RUSLE)估算泥砂生產量。	$A = R_m \cdot K_m \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$	不得小於 RUSLE 計算值。
澳洲	全區	依據現地條件決定沉砂池各深度、設計流量、泥砂沉降速度及預計沉砂效率，並由計算式求出沉砂池面積之上下限，依現地地形重新限制調整沉砂池之長寬比，最後以檢驗算式檢驗估算量體是否足夠。	1. 沉砂池面積計算方式 $A = \left[(1-R)^{\lambda-1} - 1\right] \times \frac{1}{1-\lambda} \times \frac{Q}{V_S} \times \frac{d_e + d^*}{d_e + d_p}$ 2. 檢驗算式 $V_s = A_c \cdot R \cdot L_o \cdot F_c$	不得小於檢驗算式之計算值。

資料來源：本計畫蒐集彙整

建立臺灣地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

三、無因次降雨強度分析與推估

(一) 降雨資料統計與雨量站敏感度分析

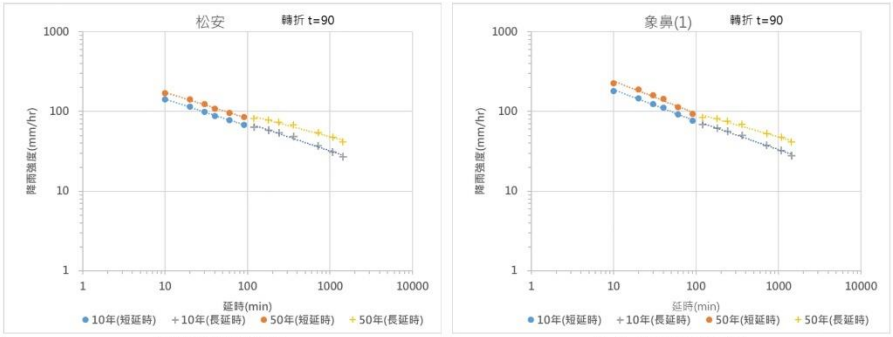
本計畫分析國內常用之六種常見機率分布(EV1、GEV、PT3、LPT3、LN3 與 LN2)，並比較中部地區各測站在不同降雨延時下的 SE 與 U 兩個誤差指標，分析結果統計如表 1，本計畫以表現最優之皮爾遜第三型(PT3)作為主要統計機率分布方法。

表 2　中部地區各測站最佳與次佳統計分布方法之數量統計表

統計分布方式	EV1	GEV	**PT3**	LPT3	LN3	LN2
水利署	5	9	**57**	22	22	7
氣象署	7	4	**149**	74	40	8
水保署	0	0	**17**	9	1	0
總計	12	13	**223**	105	63	15

資料來源：本計畫分析彙整

在測站的敏感度分析中，重現期 25 年與降雨延時 60 分鐘之平均變異係數最小，其成果呼應目前水土保持技術規範第 16 條之採用基準。因此，後續公式推估仍可維持此一假定；分析各測站降雨在不同延時下的降雨特性，發現多數測站在降雨延時為 90 分鐘時有明顯轉折，如圖 1 以松安站與象鼻(1)站為例。因此，後續以短延時(10~90 分鐘)、長延時(90~1440 分鐘)、全延時(10~1440 分鐘)降雨強度公式進行推估，並與現行公式進行比較，分析不同延時降雨強度公式之準確性。



松安(01E080)　　象鼻(1)(01E060)

圖 1　中部測站降雨強度時間轉折特性(重現期 10 年與 50 年)

資料來源：本計畫分析繪製

(二) 短延時、長延時及全延時降雨強度推估

本計畫根據不同降雨延時資料，重新迴歸各測站短延時(10~90 分鐘)、長延時(90~1440 分鐘)及全延時(10~1440 分鐘)無因次降雨強度公式之參數(A、C、G、H、I_t^{25})，建立單站不同延時之降雨強度公式，並比較其適用性。為比較現行水土保持技術規範與不同延時(全延時、長延時、短延時)下各測站之無因次降雨強度之差異，選取I_{60}^{10}(重現期 10 年降雨延時 60 分鐘)、I_{120}^{10}(重現期 10 年降雨延時 120 分鐘)，分別以等值線圖比較現行規範、全延時、短延時與長延時下，各測站無因次降雨強度誤差百分比之差異(如圖 2 與圖 3)。比較結果顯示：單站公式於不同延時之降雨強度公式，皆優於現行規範公式之推估結果。而分別以短延時、長延時建立之降雨強度公式，其誤差表現又優於全延時降雨強度公式之推估結果。

建立臺灣地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

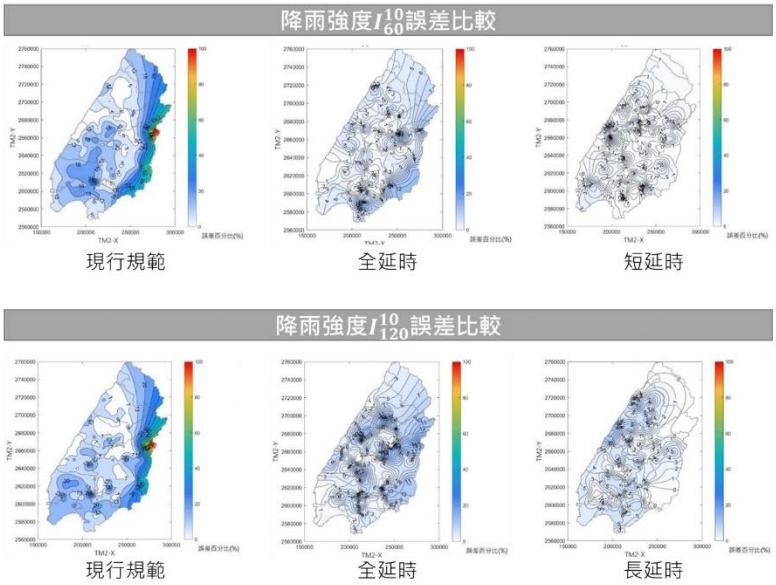


圖 2　各測站現行規範與不同延時之降雨強度誤差比較

資料來源：本計畫分析繪製

(三) 建立區域化降雨強度公式

本計畫除了以中部地區雨量站建立不同延時之中部地區區域化公式外，亦加入行政院農業委員會 111 年度「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」之北部地區測站參數資料，據以整合中部與北部地區測站觀測數據進行跨區之區域化公式(後續簡稱北+中部地區區域化公式)之建立，並進一步比較兩種區域化公式與單站公式之表現。本計畫建立之區域化公式包含：中部地區區域化之短延時(10~90 分鐘)降雨強度公式、長延時(90~1440 分鐘)降雨強度公式、全延時(10~1440 分鐘)降雨強度公式，以及北+中部地區區域化之短延時降雨強度公式、長延時降雨強度公式、全延時降雨強度公式。而根據圖 4 之成果比較顯示：以各測站單站公式表現最

佳；中部地區區域化公式相較於北+中部地區區域化公式，其誤差表現兩者並無顯著之差異。

由於區域化公式因受限以年平均雨量進行推估，無法呈現最大降雨強度之變化，其表現較單站公式成果差，且基於臺灣目前現有之雨量觀測站數量已十分充足且分布密集，故建議未來可採取不同延時之方式，建立各測站之無因次降雨強度公式，並結合資訊查詢系統據以提供相關單位及人員查詢使用。

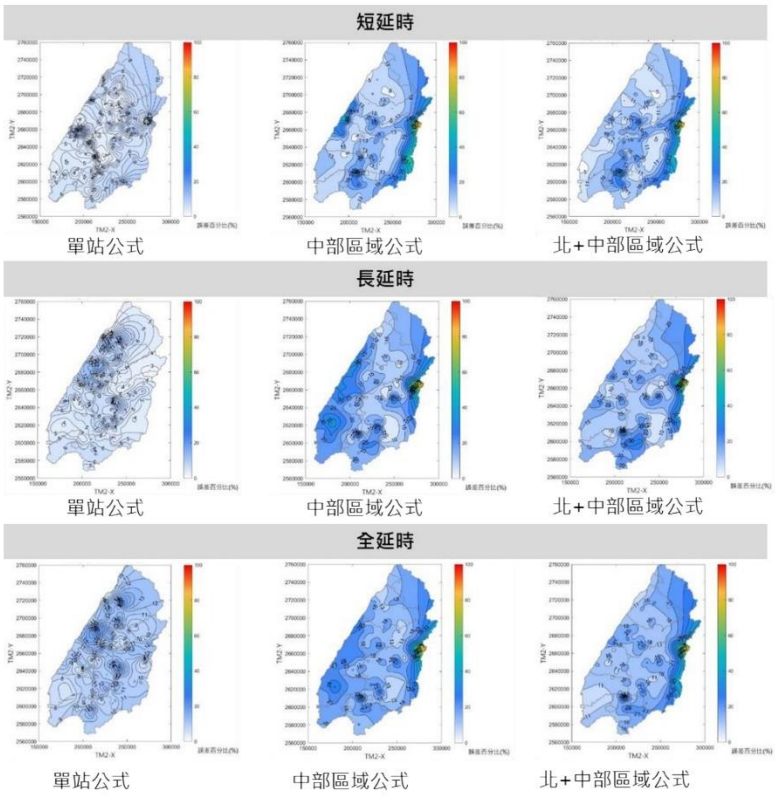


圖 3　單站公式與兩種區域化公式推估降雨強度之誤差程度比較

資料來源：本計畫分析繪製

建立臺灣地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

四、沉砂設施現場調查與現況問題分析

(一) 水土保持計畫資料分析

本計畫為了解臺灣山坡地開發之 USLE 估算值分布情形，蒐集歷年中央公共工程水土保持計畫，共計 120 件水土保持計畫，並統計其 323 處集水坡面之 USLE 估算值，分析成果顯示 53.87 %(174 處)之集水坡面估算值皆小於現行規範最小量體限制之一半(15 m^3/ha/yr)，顯示目前 USLE 公式計算出之泥砂生產量多呈現低估的情形，亦或是水土保持技術規範中泥砂生產量需大於每公頃 30 立方公尺之規定可能有過度設計之虞。

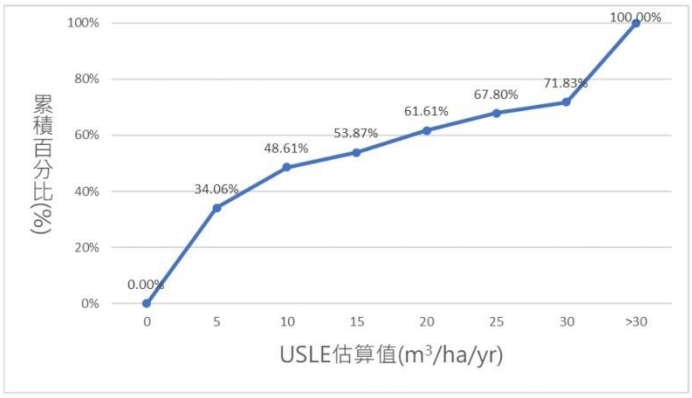
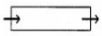


圖 4　中央公共工程水土保持計畫沉砂設施 USLE 估算值累積百分比

資料來源：本計畫分析繪製

此外，根據 Persson et al. (1999)提出之 13 種沉砂池配置類型，針對前揭水土保持計畫沉砂設施進行分類，發現半數以上之沉砂設施屬低沉砂效能之 C 型與 H 型，其可能原因為受限地勢或開發面積影響，沉砂設施多配置於開發範圍低窪處或基地邊緣。

表 3　中央公共工程水土保持計畫沉砂設施水力效率分類統計表

類型	配置型態	水力效率	數量	說明
A		0.30	17	長寬比等於 2:1，出入流口相對位置呈對角
B		0.26	19	長寬比等於 2:1，出入流口位於短邊中點
C		0.11	81	長寬比等於 2:1，出流口位於鄰邊
D		0.18	22	長寬比等於 2:1，出入流口於短邊同側
E		0.76	4	長寬比等於 2:1，入流口分散
G		0.76	10	長寬比等於 2:1，池中增設擋板，加長流長
H		0.11	61	長寬比 1:1
I		0.41	10	長寬比等於 4:1。
J		0.90	5	長寬比等於 8:1
K		0.36	1	L 型沉砂池，長寬比約 3:1
O		0.26	0	池測設置一混凝土構造物以影響流路
P		0.61	2	設立於入流口前之混凝土構造物，使高速水流消能與影響流路
Q		0.59	11	池中設置橫向透水擋版，減緩流速

資料來源：本計畫分析彙整

(二) 沉砂設施淤砂量體觀測成果

本計畫以前段水土保持計畫 USLE 參數進行土壤流失量體估算，並與本年度觀測成果進行比較，初步探討土砂沉降比例，彙整如下表 4。中科七星園區、銅鑼科學園區及福龍墓園雖已完工，然因集水區內陸續有小規模開發，表土受到擾動，可觀測到顯著之土砂沉降；國家生技研究園區與文山森林公園則因為開發區保留良好植生狀態，前者開發區採全不透水鋪面，後者步道區採礫石鋪面，因此皆無裸露表土，推測為土壤流失不顯著之主因；臺中看守所集水區內建築部分採不透水鋪面設置，其餘部分皆鋪設草皮且養護良好，雖有觀測到大於

建立臺灣地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討

USLE 估算之土砂量體，然以平均不到 1 公分之底床變化來看，仍屬無顯著土壤流失現象，不具備代表性；精科園區全區已於 107 年前陸續完成開發，全區為建築開發且採不透水鋪面設置，無裸露表土，推測為土壤流失不顯著之主因。由此可見沉砂量體似乎受到開發階段與土地利用型態而左右。

表 4　本計畫研究試區沉砂量體觀測成果彙整

研究試區	沉砂設施面積 (m^2)	平均底床變化 (m)	全年沖淤量體變化 (m^3)	USLE 估計值 (m^3)	土砂沉降比例 (%)	樣區特性說明
中科七星園區	1127	0.080	89.98	483.57	18.61	屬於園區開發大型水土保持計畫，惟近年開發範圍有廠區興建，可能造成表土擾動
國家生技研究園區	18601	-0.075	-1,393.95	9235.68	-15.09	屬於園區開發，開發範圍皆為不透水鋪面，未開發範圍植生狀態良好
銅鑼科學園區	1979	0.067	133.21	673.27	19.79	屬於園區開發大型水土保持計畫，近年開發範圍無廠區興建計畫，且未開發範圍植生狀態良好
臺中看守所	178	0.007	1.27	0.71	178.87	屬於開發建築，開發範圍皆為不透水鋪面，未開發範圍植生狀態良好
福龍墓園	181	0.151	27.28	148.00	18.43	屬於墓園開發，近年開發範圍有遷葬事宜，可能造成表土擾動
精科園區	2584	-0.007	-17.70	420.89	-4.21	屬於園區開發大型水土保持計畫，園區內多為不透水鋪面，且近年開發範圍無廠區興建計畫
文山森林公園	211	0.007	1.46	60.69	2	屬於設置公園，未開發範圍植生狀態良好

※「　」：相同集水區

五、建議事項

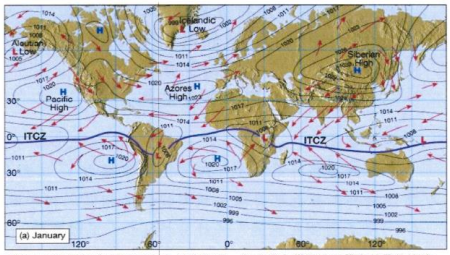
(一) 區域化無因次降雨強度分析

1. 臺灣目前現有之雨量觀測站數量已十分充足且分布密集，建議未來可建立各測站之無因次降雨強度公式，並結合資訊查詢系統據以提供相關單位及人員查詢使用。
2. 基於各測站短延時與長延時降雨強度公式之表現，較優於全延時降雨強度公式推估之結果，未來待全臺雨量站分析完成後，建議可進一步結合資訊查詢系統之建置，針對各測站之無因次降雨強度公式，可採取不同延時之方式進行建置。

(二) 沉砂設施量體初步探討

1. 透過文獻回顧、各國土壤流失估算方法蒐集與參數本土化，以 USLE 作為土壤流失估算方式應有其合理性，然參數之本土化與現場參數選用之細緻化，是為提升土壤流失估算合理性與精確性之重要方向。
2. 經統計現有中央公共工程水土保持計畫超過半數(54%)USLE 估算值小於現行規範最小量體限制之一半($15m^3/ha/yr$)，且實際觀測成果亦小於 USLE 估算值，若未來主管機關考量節能減碳與工程精準設計，而調降現行法規之最小量體限制，建議審監與設計單位同時針對沉砂設施囚砂率進行把控。

附錄三　期初審查委員意見與回復

委員意見	意見回復
李委員　天浩	
(一)降雨觀測紀錄的「統計分析」和「工程經濟」是在「大氣水文科學」與「實際設計應用」之間擔任橋樑，在多站、多事件、符合大數法則的條件下，達到「投資」加「頻率權重災損」最小化的目的，不能只從個別或少數事件來評估「統計分析」和「工程經濟」的成效。	感謝委員分享之寶貴意見，本計畫在主辦單位協助下盡可能蒐集完整的雨量站資料，以避免侷限於少數事件之問題。
(二)如下圖(圖說)與延伸說明，嘉義(含)以南的台灣南部地區，平原地區和山麓的年最大降雨事件紀錄(Annual Maximum Series，AMS)，可能多是午後雷暴雨;較高海拔的年最大降雨事件紀錄可能主要是颱風降雨。原因是推動午後雷暴雨的機制，是熱島效應和伴隨的海風強度不足以推動氣流過山，故暴雨多發生在迎風面的山麓和山前平地;強颱的風強能推氣流過山，高山雨強度也可能較大，但個別颱風事件颱風和地形互動的最大降雨區，也和當時風向和谷地走向有關。  圖說：間熱帶輻合區(ITCZ)在 1 月的位置，冬天時台灣位於溫帶與熱帶的邊緣。此圖延伸的氣候降雨意義：A.東北季風容易在台灣北部降雨，背風帶的中、南部地區少雨；B.雲嘉以南，台灣海峽向南快速開闊，冬季(與春季)來自亞洲大陸的冷氣團與極少影響到嘉義以南，冷、暖氣團間的鋒面降雨也少；C.在洋面上冬天位置略為南移的哈德里環流圈（Hadley Cell）在台灣南部地區沉降，故乾旱少雨；D.每年 5、6 月的春夏季節更迭，冬季盛行的乾冷東北季風逐漸減弱，同時夏季盛行的暖濕西南季風則逐漸增強、向北推進，勢力相當的冷氣團與暖氣團在東亞和大陸邊緣，形成滯留的梅雨鋒面，唯因嘉義以南冬季原本就哈德里環流圈內，同時在寬闊海面會快速削弱冷氣團影響，故梅雨鋒面也甚少在台灣南部地區形成極端降雨事件。	誠如委員所述，不同地區產生之強降雨可能受不同機制而產生，而地形雨發生之地點與其強度，亦受地形坡度、風速、風向、濕度，等因子所影響。強颱的風速較強，可使氣流越過或繞過山麓，不同的狀況下會使高山與山後皆有降雨的發生。平地或都市地區則可能受熱島效應產生之局部熱氣流抬昇影響，提高午後雷雨的發生機率。感謝委員分享相關經驗。
(三)用 IDF 統計方法分析不同延時降雨發生頻率，是用數量少的極端數據，找出趨勢與大致規律。對於大陸型氣候來說，各種不同延時降雨類型的差異不那麼大，能用 IDF 統計方法分析;南部地區的 AMS 主要由兩種不同降雨事件組成、同時又與測站位置相關的科學原因顯著，除了單站分析時 IDF 曲線可能需要更有彈性(和適用於	感謝委員的建議，目前本研究是採用年最大值法進行計算，係以年度中各種不同延時條件下計算降雨強度，並挑取各年度最大值進行統計分析，並未排除任何離群值，因此不至於有受到降雨差異或離群值之影響。

委員意見	意見回復
美國大陸型氣候的未必相同)，「區域化」方法也會是個挑戰。因為降雨的特殊性，個別測站可能會有很多離群的極端事件和紀錄，「區域化」時，也可能會出現離群站。若清查過認為降雨紀錄正確有效，不要去除離群資料，請尋求適當的離群權重決定最佳係數的方法，例如對於離群值的影響，改誤差平方為誤差絕對值(其他非離群數據仍採用誤差平方)。同時顯著註記各測站的離群紀錄、區域化的離群站，以及離群數據的處理方法等。	
(四)工程設計應用時，估計頻率降雨的方法，建議權重應用 A.區域化公式分析結果，B.鄰近單站或數站的頻率分析結果。	感謝委員的建議，由於目前仍處於單站公式與區域化公式之建立階段，根據北部與中部之成果，初步發現採用單站公式的推估較能表現出測站實際值，而區域化的誤差可能非常大，因此建議未來進行工程設計時應採以鄰近站的推估成果進行空間內差即可。
(五)臺灣本島面積佔全世界陸地面積的萬分之二，年輸砂入海量則佔全世界的百分之二，原因不單只是暴雨的土壤沖蝕，還有山崩地滑、地震後坡地土壤大孔隙破壞乃至崩落的暴雨挾帶。用關鍵地震、颱風事件註記輸砂來源特性的實際輸砂觀測數據，來降低輸砂公式係數，絕對有其必要。註記的目的，是在未來數據漸多時，能再進一步判斷影響「輸砂公式係數」的關鍵因素(如有無地震影響、有無上游工程等)，以及在技術規範中，根據工程設計的區域，建議「輸砂公式係數」的調整(範圍)。	感謝委員意見，通用土壤流失公式(USLE)在建立之初，係以標準樣區進行農業使用之坡面土地土壤流失量資料蒐集及建置，因此在具備侵蝕類型之限制，無法推估山崩地滑等大規模土壤流失事件。
林委員　俐玲	
(一)文中所列之參考文獻，「et al」請修正為「et al.」」並應所列之文獻均納入參考文獻中。	感謝委員意見，遵照辦理
(二)以公式估算之土壤流失是否亦應修改為「Am」。	感謝委員意見，遵照辦理
(三)請說明降雨強度之分析公式是否與前研究(李明熹教授)所研究之結果相同或相異。	本計畫降雨強度之分析公式，係以中央氣象署、水利署及水保署所轄南部地區各測站雨量資料，進行無因次降雨強度公式之分析，據以重新檢視水

委員意見	意見回復
	土保持技術規範第 16 條降雨強度之適宜性。而李明熹教授之研究，係以現行規範降雨強度公式進行相關分析。
(四)請說明本計畫之預期成果。	感謝委員意見，本計畫之預期成果在於透過降雨強度公式之重新回歸及沉砂設施量體之適宜性評估，提供現場施設單位更精準之採用數據。
(五)請說明沉砂池沉砂量量測為一次降雨或年降雨之累積，又如何與估算值比較。	感謝委員意見，由於現行法規採用之 USLE 公式係針對年土壤流失量進行估算，故本計畫沉砂設施沉砂量之測量預設至少年初及年尾需進行測量一次，以了解沉砂設施年沉降土砂。
(六)請說明泥砂量為開發中或開發後之量體。	感謝委員意見，本計畫調查之沉砂設施是已完工之水土保持設施，有關泥砂量將已開發後之量體進行估算。
江委員　介倫	
(一)本年度計畫範圍南部區域是否包括離島，如小琉球、澎湖等地區。	感謝委員意見，本計畫研究樣區現仍以本島案例為主。
(二)採用雨量資料之時間尺度為日、小時或 10 分鐘？(因前期計畫提及氣象署分鐘資料可透過機關免費取得)P.7-8 泥砂觀測樣區，選用中北部 5 處，南部樣區是否亦考慮設置？	本計畫將透過主辦機關索取尺度為 10 分鐘的雨量資料，且亦於前期計畫中執行過程中根據重新取得的資料更新北部與中部的降雨強度公式。
(三)第七章泥砂觀測樣區篩選，主要考量點有避免障礙物，樣區將排除很多已開發區地下化滯洪沉砂池，其所代表的特性是否可評析？另前期觀測時，有搭配無人船及人工量測，本期是否也依前期方法？若僅用無人機，其水面下如何估算，精度是否足夠符合本案需求？	感謝委員意見，因本計畫工作項目主要係以無人飛行載具針對沉砂設施進行調查，而地下化沉砂設施在操作無人載具進行調查時，有資料難以取得相位資料、容易碰撞等問題，故本計畫仍以可順利操作無人載具進行調查之沉砂設施為主要調查對象。另有關水下地形之測量，本計畫採全測站進行後方交會國土測繪中心 e-GNSS 系統新測之地面控制點，取得相位絕對座標後，方進行水下地形測量，有關測量標尺之布設，依據測量學原理要求測量期間必須定平以確認精度，相關精度達公分級。
(四)P.7-5~7-29，第七章內頁表頭誤植成第六章，請修正。	感謝委員意見，遵照辦理
王委員　昭文	
(一)P.1-4~5，本署請修正為農村水保署。	感謝委員意見，遵照辦理
(二)P.2-1，倒數第二行，”中”部請修正	感謝委員意見，遵照辦理

委員意見	意見回復
為”南”部。	
(三)P.5-4，式 5-13，缺了 A 係數。	感謝委員指正，已依委員意見修正式 5-13。
(四)P.7-8，觀測樣區是否包含北區？又 5 處中央公共工程與表 7-11 所列 3 處不符？	感謝委員意見，本計畫水土保持計畫以中央公共工程為主，然中央工程水計多以建築開發為主，為使本計畫監測成果更為完備，本計畫將依據前期計畫委員意見蒐集南部地區其他開發類型之水土保持計畫
(五)P.7-40，表 7-11，備註之已觀測年數是否為前年度執行？	感謝委員意見，建議觀測樣區彙整表備註之觀測年數為前期計畫執行之成果。
農村水保署坡地管理組	
(一)既有沉砂池調查，南部地區多依賴颱風帶來雨量，倘有無法量測到數據是否有因應措施？	
(二)本年度係以建立臺灣南部地區區域無因次降雨強度及山坡地沉砂設施量體初步探討為主，希望能增加南部的案件。	感謝委員意見，本計畫水土保持計畫以中央公共工程為主，然中央工程水計多以建築開發為主，本計畫將依據前期計畫委員意見蒐集南部地區其他開發類型之水土保持計畫
(三)沉砂量體目前都是以實測值做探討，是否能與理論相比，以便後續修規範時有所依據。	1. 本團隊於 111 年與 112 年曾分別執行「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」及「建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」，並於 112 年執行成果中，分別建立中部地區各測站之單站公式、中部地區區域化降雨強度公式、北部結合中部地區之區域化降雨強度公式，並與現行規範之區域化公式進行比較。其中以各測站之單站公式誤差百分比最低，各區域所建立之區域公式(現行規範、中部地區區域畫降雨強度公式、北部結合中部地區之區域化降雨強度公式)其誤差程度則無明顯差異，僅少數測站誤差程度有大幅降低之現象。 2. 本計畫後續執行中，除建立南部地區各測站之無因次化降雨強度公式、南部地區區域化降雨強度公式外，同時將結合北部、中部、南部各測站資料建立北+中+南部地區之區域化降雨

委員意見	意見回復
	強度公式，並進行誤差分析。
(四)請再提供無因次降雨強度公式以全區與各區分別計算之誤差分析。	感謝委員意見，遵照辦理。
(五)遙控無人機專業操作證於 113 年 3 月 30 日到期，請再更新。	感謝委員意見，遵照辦理。

附錄四　期中審查委員意見與回復

委員審查意見	辦理情形
李委員天浩：	
1.P2-1 頁「惟近年來氣候變遷對環境的影響加劇，極端降雨事件現象頻繁，使降雨特性產生明顯的變化，進而造成水土保持技術規範第 16 條及第 92 條之合宜性存在疑慮。」第 16 條及第 92 條之合宜性並不存在疑慮，應該說是要檢討（無因次）降雨強度的方法或參數。「極端降雨事件頻繁」是指「年最大降雨事件紀錄」的機率密度函數參數，甚至函數型態發生顯著的變遷？「降雨特性變化」屬於科學問題，計畫並沒要求探討。改變的是年最大降雨事件樣本的機率密度函數或機率密度函數的參數。因為這段破題文字語意模糊、未能清楚直述問題，使得計畫目的、期待達成的具體目標不明確。具體目標或是檢討無因次公式、利用觀測數據檢驗沉砂池設計程序與公式參數。	感謝委員之寶貴建議，惟 P.2-1 該段內容為摘錄自計畫招標書中「計畫需求」之文字敘述，據以說明後續之工作規劃與流程。
2.面對極端降雨強度變強、極端降雨頻率增加的變遷趨勢下，建議每若干年重新檢討一次。除了參考引進當時的最新研究成果，不死守降雨頻率分析的老方法外；還要逐年補強應變機制，改「重現期保護標準」為「設計量保護標準」。	感謝委員之意見，本計畫依據水土保持技術規範以降雨頻率分析之方式，進行無因次降雨強度公式檢討。2.此外，本計畫為瞭解頻率分析過程中所採用之數據資料長度(基準年個數)，對於分析結果所產生之影響程度，嘗試以南部 153 個測站於 PT3 機率分布、重現期 100 年之狀況下，分別針對基準年個數減少 3 年與減少 5 年，分析降雨強度於各延時造成之變化。分析結果顯示，不論基準年個數減少 3 年或減少 5 年時，資料長度於 15 年內之測站，其降雨強度變化較大，即針對部分降雨資料記錄年限較短之新設測站，呼應委員之建議，短期內應每 3 年重新檢討資料更新後對降雨強度之影響，而每 5 年則應針對所有測站全面重新檢討降雨強度之變化。

委員審查意見	辦理情形
3.盛行風速小的降雨事件，如白天吹向中央山脈海風引起的午後雷暴雨，盛行風不足把空氣團推上山，強降雨可能落在迎風面上游的山前或山麓。颱風或盛行風速大的降雨事件，強降雨可能落在海拔較高的山上某處(臺灣地形複雜，颱風路徑與颱風中心移速也有影養)，甚至落在山後下游不遠處，但空氣團可能繞過百岳等獨立山頭，僅落下少數降雨。	誠如委員所述，風速強或弱，將影響氣流能否過山、繞山或滯留於山前，進而造成降雨事件發生於不同之位置。因此，得以說明本計畫第四章所分析之不同降雨延時歷年最大降雨強度與高程關係分析結果：降雨強度與測站高程並無明顯之相關性。
4.分析顯示不同延時的降雨強度轉折點發生在 90 分鐘，這合乎直覺；但在講究證據的科學上，並不能完全定。雷暴雨梅雨颱風雨的降雨機制和地形效應都不一樣，在幾十年的紀錄中，三種型態降雨的、年最大降雨事件」(Annual Maximum Series)的數量都不多，故建議在分析年最大事件降雨量有沒有隨高度變化、時，建議標註測站(編號)，附註測站地形概況(山頭、谷地、脊線等)，以及 AMS 事件類型(雷暴雨、梅雨、颱風雨)與日期等，以利後續更深入的科學研究分析。	感謝委員之寶貴建議，本計畫初步針對南部地區 153 個測站之最大降雨強度與高程相關性分析中，檢視延時 1080 分鐘最大降雨強度，分布於高程 2000 公尺以上，以及高程 1500 公尺~2000 公尺間之降雨事件，均發生於 2009 年 8 月 7 日至 8 月 8 日，即為莫拉克颱風所帶來強降雨，其分布位置大多落在高雄山區。2.惟全臺灣所採用測站數量眾多，後續如計畫執行進度許可，將嘗試依委員建議針對高程 1500 公尺以上之降雨事件，附註測站、事件類型與日期。
5.根據初步研究成果，利用 SE 及 U 誤差評估指標，最優或最適的機率密度函數主要是皮爾森第三型分佈和對數皮爾森第三型分佈。這兩個機率密度函數都是三參數的，和兩參數的對數常態分佈等比較，自由度相對大，會使得 SE 及 U 誤差指標相對較小。SE 及 U 誤差指標沒有考量參數或自由度個數的機制；Chi-Square 檢定有考量參數或自由度個數的機制，比較適合做為篩選最優或最適的機率密度函數的評估指標。	1.本計畫針對各種機率分布之優選過程，係綜合考量 SE 及 U 誤差指標以及卡方(Chi-Square)檢定結果，據以挑選各測站不同延時下之最佳分佈，進而統計各測站於不同延時中出現最多次之分佈形式，作為後續相關分析之最適機率分布。2.本計畫已依委員意見於報告中補充並強化第四章最適機率分布優選過程之說明。
6.根據林俐玲老師的「通用土壤流失公式(USLE)之應用與誤用」論文，USLE 公式是美國用來估計每公頃之「年平均」土壤流失量的公式。臺灣暴雨佔總降雨量的比率與美國不同，雖然年雨量變化不大，但颱風事件降雨量佔比越來越高，多雨年、乾旱年的雨量分佈差異越來越大。驗證估計年平均土壤流失量 USLE 公式的方法，建議採用能夠根據事件降	感謝委員意見，本計畫考量沉砂池設計原則採用 USLE 公式進行沉砂池量體設計，故仍以 USLE 公式計算之年平均土壤流失量體來與沉砂池觀測結果進行比較分析，避免土壤流失量體計算方式與設計原則相佐，導致無法判斷沉砂池設計原則問題之情形。

委員審查意見	辦理情形
雨歷線估計土壤流失量的方法，配合降雨歷線觀測，從微觀(事件歷線)積分到巨觀(年)的方式，估計沉砂池上游集水區土壤流失量，最後再以巨觀(年)的量和沉砂池觀測結果做比對。	
7.建議主辦單位在第四年工作計畫中，根據後續應用需求，納入降雨強度（前端）查詢（後端計算）與展示資訊系統的委辦工作項目，由承辦研究團隊提出系統規劃，並在後續發包資訊系統時擔任監造及主辦單位顧問。	謹遵委員意見將於後續提出相關系統規劃，並配合主辦單位提供系統建置方面之協助。
8.請搜尋電子檔，將錯誤之「內差」改為正確的「內插」。	謹遵指示辦理。
林委員俐玲	
1.報告書封面第二頁「水保局」請修正。	謹遵指示辦理。
2.建議將表 8-2 移到第一章。	謹遵指示辦理。
3.文中之年度請一致用西元表示。	謹遵指示辦理。
4.第二章第三節中所提及的文獻建議應全列入參考文獻中。	謹遵指示辦理。
5.各章中有「小節」，請修改為「小結」。	謹遵指示辦理。
6.第五章請加小結。	謹遵指示辦理。
7.請初步說明實測土壤流失量與推估之差異。又降雨強度推估是以修正之公式或是既有公式推估。	感謝委員意見，已針對實測與推估之土壤流失量體進行比較分析，並說明誤差產生之來源。而本計畫考量降雨強度修正公式目前尚在發展階段，其成果尚未完善，故現階段仍採用既有降雨強度公式推估土壤流失量為主。
8.參考書目之編排請按一般論文之方式撰寫之。	謹遵指示辦理。
江委員介倫	
1.本計畫期中報告已完成預期工項進度。且已加入不同開發型態之分析。	謹遵指示辦理。
2.降雨因子為設計沉砂量主要參數，本計畫以各測站降雨公式誤差進行分析，以了解其不確定性；另建議評估或回顧降雨因子在推估設計土砂量體之敏感度。以掌握誤差可能造成之影響範圍。	感謝委員意見，考量本計畫為延續型計畫，現階段提出之降雨強度修正公式尚未發展完善，故預計待全國各區域降雨強度修正公式推估完成後，再針對降雨因子推估土砂量體之敏感度進行評估。
3.P7-112~113 老埤農場滯洪沉砂池，圖 7-47~49，目前尚未分析沉砂量體，後續是否會持續觀測分析沉砂量體。	感謝委員意見，已補充圖 7-47 至圖 7-49 之沉砂量體分析結果。

委員審查意見	辦理情形
4.P7-111 圖 7-46 圖名誤植請更正。	謹遵指示辦理。
5.因本計畫為延續計畫，前期幾處北部沉砂池之觀測分析，未來是否仍會列入比較分析，或另有取捨考量。	感謝委員意見，未來將針對各區域之沉砂池觀測成果進行綜合整理並分析。
王委員昭文	
1.附錄二，名稱請修正為「建立臺灣中部地區……」。	謹遵指示辦理。
2.P5-4，式 5-13，公式內頁缺了 A 係數。	感謝委員指正，已依委員意見增補式 5-13。
3.第七章 (1) 頁碼從 7-35 開始有誤;目錄亦請一併檢核修正。 (2) 第 1 頁敘述本計畫針對 5 處研究試區……;惟後續表 7-12 及本章小結又皆以 6 處所得成果分析，請釐清實際執行數量並修正計畫內容敘述。	1.謹遵指示辦理。 2.感謝委員意見，本計畫為探討不同開發型態對土壤沖蝕量之影響，除了計畫工項規範之 5 處研究試區外，自願增加 1 處研究樣區進行比較分析，共計 6 處研究試區。
4.參考書目，建議亦應列入「建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步討論」。	謹遵指示辦理。
5.P7-35，水利署臺灣水文年報請更新至 112 年。	謹遵指示辦理。
6.P7-38，表 7-1，符合篩選條件 10 件，建議列出；又後續實際觀測樣區為 6 處(數量大於契約要求 5 處?)，差額的 4 處未納入之取捨原則為何？	已針對符合篩選條件之 10 件觀測樣區，透過現場勘查，評估其設施鄰近是否適合觀測儀器進場安全測量，以及上方是否有其他未列於水土保持計畫之遮蔽(如樹冠等)，並將實際選取之設施狀態說明於第七章第一節
農村水保署坡地管理組	
1.無因次降雨強度計畫，已進行北、中、南 3 區域分析，並已有初步成果，建議採單站公式較能符合測站實際值及以短延時、長延時建立降強度公式等，請具體補充說明與現行規範公式於不同區域之間差異性，並預為規劃後續與東部及外島地區無因次降雨分布的整合方式及提供如何應用之建議。	1.本團隊於 111 年與 112 年分別執行「建立臺灣北部地區區域無因次降雨強度暨地沉砂設施量體初步探討」及「建立臺灣中部地區區域無因次降雨強度暨山坡地沉砂設施量體初步探討」，並於本年執行成果中，分別建立南部地區各測站之單站公式、南部地區區域化降雨強度公式、跨區域化(結合北部、中部、南部)降雨強度公式，並與現行規範之區域化公式進行比較。其中以各測站之單站公式誤差百分比最低，各區域所建立

委員審查意見	辦理情形
	之區域公式(現行規範、南部地區區域化降雨強度公式、跨區域降雨強度公式)其誤差程度則無明顯差異。 2.後續將加入東部及外島地區各測站之無因次降雨強度公式分析，據以完整建構全臺灣各測站各延時(全延時、長延時及短延時)之無因次降雨強度公式，而各測站之間將嘗試以空間內插法之方式，結合資訊查詢系統提供相關單位及人員查詢使用。
2.永久泥砂生產量體，以歷來觀測歸納分析數值，與現行水保技術第 92 條規定已完成水土保持處理與維護或未開挖整地部分，每公頃不得小於 30 立方公尺，兩者之間差異如何，倘可以酌減量體，該條文另規定開挖部分之臨時泥砂生產量體每公頃不得小於 250 立方公尺，能否一併酌減空間，請提供該條文修法建議。	感謝委員意見，由於本計畫討論重點為永久性沉砂池之設計原則，因此挑選之研究試區皆為永久性沉砂池，故無法透過調查與分析成果，探討臨時沉砂設施泥砂生產量規範之適宜性。

附錄五　期末審查委員意見與回復

委員意見	意見回復
李委員天浩	
(一)P4-2 中式 4-1 中$\frac{[N(N-1)]^{1/2}}{N-2}\times\left(1+\frac{8.5}{N}\right)$在 N =10、30、100 時的放大倍率分別為 2.19、1.35、1.10。這個偏態係數修正公式，是基於某種機率密度函數(例如皮爾森第三型分布)假設條件，再利用數學方法(或蒙地卡羅試驗)導出。在遍歷性(ergoticity)統計假設下(蒙地卡羅試驗重複取 N 個樣本計算偏態係數的平均值)，此公式修正偏態係數公式正確；但真實狀況是每個雨量站都只有一組 N 個樣本，通常樣本偏態係數變異性極大，難評估修正效果是否正面。建議標註說明。	感謝委員提供之寶貴意見，本計畫係依據「水文設計應用手冊」(經濟部，2001)並考量計算簡便且為工程實務上接受之方法，進行頻率分析之相關作業，請參閱 P4-1。
(二)P4-6 中式 4-38 在偏態係數絕對值較大條件下，此近似方程式估計頻率因子的誤差相當大，不建議使用，建議標註說明。未來農村水保署提供網站查詢時，可以建立後端程式，要求使用者輸入皮爾森第三型分布的三參數值(或是輸入樣本的平均值、標準差值、偏態係數值)，以及不同的重現期距 T 值，由後端程式計算並輸出對應的頻率因子數值。	本計畫於未來相關查詢系統之建置，初步規劃為提供全臺灣不同延時下降雨強度之即時推估與查詢，針對欲查詢之點位降雨強度，擬透過鄰近三個測站之降雨強度推估結果透過空間內插進行降雨強度計算，以於實務上可快速查詢與應用。針對查詢系統中是否加入其他參數之輸入或輸出功能，將進一步與署方討論與確認。
(三)P4-10 中「本計畫以南部地區 153 個測站於 PT3 機率分布、重現期 100 年之狀況下，分別針對基準年個數減少 3 年與減少 5 年時，對降雨強度於各延時造成之變化(如表 4-3~表 4-4)以及測站記錄年數與降雨強度變化百分比之關係圖(如圖 4-1～圖 4-2)」。建議清楚說明是如何「減少 3 年與減少 5 年」的做法。	本計畫針對基準年個數減少 3 年與減少 5 年之作法，係針對各測站扣除近 3 年與近 5 年之資料，據以探討測站紀錄年數對降雨強度變化百分比之影響，進而說明定期檢討降雨強度之必要性。已依委員意見於報告中強化說明「基準年個數減少 3 年與減少 5 年」之方式，請參閱 P4-10。
(四)P4-35 中圖 4-4 與 P4-36 中圖 4-5 均呈現:隨高程增加、降雨強度(mm/hr)有遞減的趨勢。本期計畫南部地區雨量站不包括西側山谷約以輻射狀向阿里山集中的阿里	感謝委員提供之寶貴經驗。

委員意見	意見回復
山站，1996 年賀伯颱風風期間，中央氣象署阿里山站連續 13 小時的小時降雨量皆大於 80m，最大的小時記錄超過 120mm(當年還沒有每 10 分鐘的降雨紀錄)。其次，世界氣象組織的測試報告顯示，雨量筒附近的微觀風變化，高強度降雨條件下傾斗式雨量筒的傾斗會漏接少算還有箴出等，都會使雨量筒觀測值傾向低估實際降雨強度。觀測與分析顯示，颱風期間迎風面的地形迫使強風驅動的快速舉升凝結降雨，雨珠非垂直落下;同時相對於大致垂直落下的雷雨雨珠，颱風雨珠較少以終端速度落下的垂直碰撞與合併(coalescence)，加上強亂流雨珠容易破碎，故大顆粒雨珠少，小雨珠容易隨亂流飄散。2012 年蘇拉颱風期間，阿里山站雨量筒紀錄的累積降雨量為 900m，颱洪中心放在阿里山站雨量筒旁的 ParSeVel 測雨儀紀錄的累積降雨量為 1345m。故隨高程增加、降雨強度(mm/hr)遞減趨勢是否為真，尤其是颱風降雨，需要利用密集觀測實驗的科學	
(五)對於梅雨、雷暴雨等型態降雨，平地與山區利用雨量筒測降雨強度的問題不大，其系統性低估問題可以透過科學試驗建立方法修正。唯颱風期間台灣山區的降雨強度量測，除了雨量筒本身的量測問題外，還有測站多設於山谷;如何將這些點觀測分析，透過內插分析面化(arealization，或場化)估計全山區降雨強度，仍待釐清。為掌握更多颱風降雨特性，水保署已有水保志工在颱風期間利用簡易雨量筒量測累積降雨量。若水保署能與中央氣象署、水利署、林業署等合作編列預算，在有水保志工處，選點建立標准雨量量測平台或筒柱，留下易栓螺絲，配備標准雨量筒與資料紀錄器(data logger)，但不需配備即時傳輸的通訊設備。在颱風來臨前，志工將標准雨	感謝委員提供之寶貴經驗。

委員意見	意見回復
量筒和(時間校正後的)資料記錄器裝上、開始紀錄；颱風過後，由專人下載雨量觀測紀錄，乃可以在僅略增加維護成本的條件下，大幅改進對於颱風期間山區降雨特性的了解。	
林委員俐玲	
(一)請加入中英文摘要。	感謝委員意見，遵照辦理，請參閱第 I~IV 頁。
(二)USLE 公式中年平均土壤流失量公式中，「A」修正為「A_m」。表 3-10 中之「A」亦請修正為「A_m」。	感謝委員意見，遵照辦理，請參閱 P3-19。
(三)P3-27 中「m3」請修正為「m^3」。	感謝委員意見，遵照辦理，請參閱 P3-27。
(四)第四章表中有用陰影表示之欄位其意義為何？請說明。	第四章表中陰影係呈現變異係數較低之延時，已依委員意見於報告中附註說明陰影欄位之代表意義，請參閱 P4-18、4-22、4-29、4-30、4-32。
(五)表 7-33 之「泥砂生產量」是否為「土壤流失量」？又其是否為實測值？USLE 之估算值似乎均小於泥砂生產量。	感謝委員意見，已加強報告書論述，請參閱 P7-95~96。
江委員介倫	
(一)工作項目均已完成。	感謝委員肯定。
(二)P3-29 中圖 3-1，係過去文獻掃描解析度較差，建議重繪或較高品質輸出以利閱讀。	感謝委員意見，遵照辦理，請參閱 P3-29。
(三)不同空間內插的方式對於結果將有所差異，如圖 6-11，圖 6-12 及圖 7-33～圖 7-57 等等，建議敘明本計畫採用的內插理論。	本計畫針對圖 6-11 與圖 6-12 所採用之內插方式，係以普通克利金法(Ordinary Kriging)進行估算與空間分布圖之繪製，請參閱 P6-59。
(四)本計畫測量部分有利用無人機及地面 RTK，因不同工具精度不同，建議不同滯洪沉砂量體測量成果以適當方式註明測量方式及精度，或以列表方式供參考評估誤差範圍。	感謝委員意見，本計畫以國土測繪中心 e-gnss 系統新測之 RTK 控制點進行 UAV 空拍成果校正，地面測量之部分係採用全測站對 RTK 控制點進行後方教會，藉以修正 UAV 空拍之不足。而本計畫修正之方式係以 UAV 空拍成果為基礎，於 ArcGIS 地理資訊系統進行計正，仍以 RTK 地面控制點進行對位。

委員意見	意見回復
王委員昭文	
(一)期末報告書未見中英文摘要？	感謝委員意見，遵照辦理，請參照第 I~IV 頁。
(二)建議於第六章針對三種不同延時的區域化公式推估前，仍應比照第五章明述短延時(10~90 分鐘)、長延時(90～1440 分鐘)及所有延時之定義，以利後續參考使用。	感謝委員之寶貴建議，已依意見於第六章補充短延時、長延時及全延時之定義，請參閱 P6-2。
(三)P6-13，部分測站誤差較大情形(尤其是排雲站)，請就此說明分析可能原因。	經查，誤差較大者為氣象署所屬測站排雲站，且區域公式之推估結果受限於利用測站年平均雨量推算相關參數，無法呈現最大降雨強度之變化，可能造成部分測站降雨強度過於高估之現象。
(四)P7-159，小結，針對銅鑼科學園區土壤沖淤現象之敘述不一致？又觀測到顯著淤積現象係「離地施工」造成土體擾動所致之說法是否合理？	感謝委員意見，已修正論述(P7-95)，銅鑼園區於 113 年度辦理生態廊道建置，該工區位於本案調查之集水區，因此研判可能造成地表擾動而出現土砂沉積。
姜委員燁秀	
(一)有關「既有沉砂設施資料調查及研究試區量測分析」之建議現行法規之最小量體限制可酌以調降，惟本計畫之觀測個案較少且部分位於相同集水區，是否後續應再多採用多樣態個案之觀測。	感謝委員意見，本計畫工作團隊於 112 年度及 113 年度依據委員意見，逐步加入地方管及私人水計，包含樣態如農業整地等。
(二)P7-160 中表 7-33，水保計畫名稱請寫正式名稱。	感謝委員意見，遵照辦理，請參閱 P7-96。
(三)P2-3(位於第七章之後)，「計畫進度控管」應為誤植，請刪除。	感謝委員意見，遵照辦理，頁序異常已修正。
農村水保署坡地管理組	
(一)P7-99，泥砂量體測量流程圖中之地面模型量校正，請再詳細補充說明操作之方式。	感謝委員意見，遵照辦理，請參閱 P7-44。
(二)明年為本委辦案之最後一年，建議針對北、中、南及東部之研究成果整合，提出初步的處理方式。	感謝委員意見，遵照辦理，已補充建議，請參閱 P8-3。
(三)沉砂設施量體研究建議現行法規之最小量體限制可酌以調降，建議可依據今年及前兩年之研究成果，提出初步量化數值供參考;另目前資料仍以推估值及法規值	感謝委員意見，由於目前尚缺東部數據及南部數據僅有一年，因此相對結論與建議較為保守。另目前資料係以實測值

委員意見	意見回復
相比較，建議可補充實測值加強佐證，並補充其差異性。	對法規值及估算值進行比較，已加強報告書論述。
(四)無因次降雨部分，建議應可歸納出降雨延時轉折時間，俾利後續辦別長短延時之差異;另倘明年度納入外島進行分析，其座標系統與本島差異，資料成果整合方式再請預為研議。	感謝委員意見，回復如下 1.檢視本計畫針對北部、中部、南部地區各測站降雨資料，繪製各測站重現期 10 年與 50 年在不同延時下之降雨強度均可發現，多數測站在降雨延時 90 分鐘處有明顯轉折，故建議可以延時 10 分鐘~90 分鐘資料建立短延時降雨強度公式，而 90 分鐘~1440 分鐘則可作為長延時降雨強度公式建立之用。 2.後續除針對東部地區與外島進行無因次降雨強度分析外，將同時針對北、中、南、東部等地區據以進行無因次降雨強度查詢系統之建置。惟外島地區測站數量並不如本島密集，各地區僅個別設置 1 個雨量觀測站(如，金門站、澎湖站、馬祖站)，因此對於外島地區各測站之無因次降雨強度推估結果將直接代表該地區之降雨強度，不另與本島各測站無因次降雨強度推估結果進行空間內插，故無座標系統差異造成之問題。
(五)P7-129 中圖 7-41，請將圖例「>-0.2」修正為「<-0.2」	感謝委員意見，遵照辦理，請參照第七章 7-65 圖 7-41。
(六)藉由 UAV 協助量測沉砂池囚滯土砂量部分，建請協助將成果上傳至本署 UAV 空拍成果上傳系統，俾利後續驗收作業。	感謝委員意見，遵照辦理。
(七)本案後續成果報告初稿建請依「本署委辦計畫報告書印製暨電子檔案製作範本」確認修正，如下: 1. 封面印刷顏色為白底加明綠色，並應包含出版品統一編號「 ARDSWC-113-172」。	感謝委員意見，遵照辦理。

委員意見	意見回復
2. 內頁首應包含出版品統一編號、中英文計畫名稱、初稿、執行單位、執行期間、計畫主持人、共同主持人、協同主持人、印製年月、「本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本署施政參考」等。	
(八)請確認審查意見、各式調查表及及紀錄等皆無顯示電話、身分證字號、地址或E-mail 等個人資料;另所附照片請勿顯示個人之姓名(公開場合或活動者不在此限)、電話、身分「證字號、地址 E-mail 等個人資料，倘有前述個人資料，請遮罩處理。	感謝委員意見，遵照辦理。
(十)第七章頁碼編列建議從頭開始，請修正，目錄亦請調整。	感謝委員意見，已修正，請參照報告書第七章。
(十一)本研究之成果報告，有關文字部分，請再仔細校核。	感謝委員意見，遵照辦理。