

111年降雨誘發山崩動態警戒模式與調查技術研發應用(4/4)

摘要

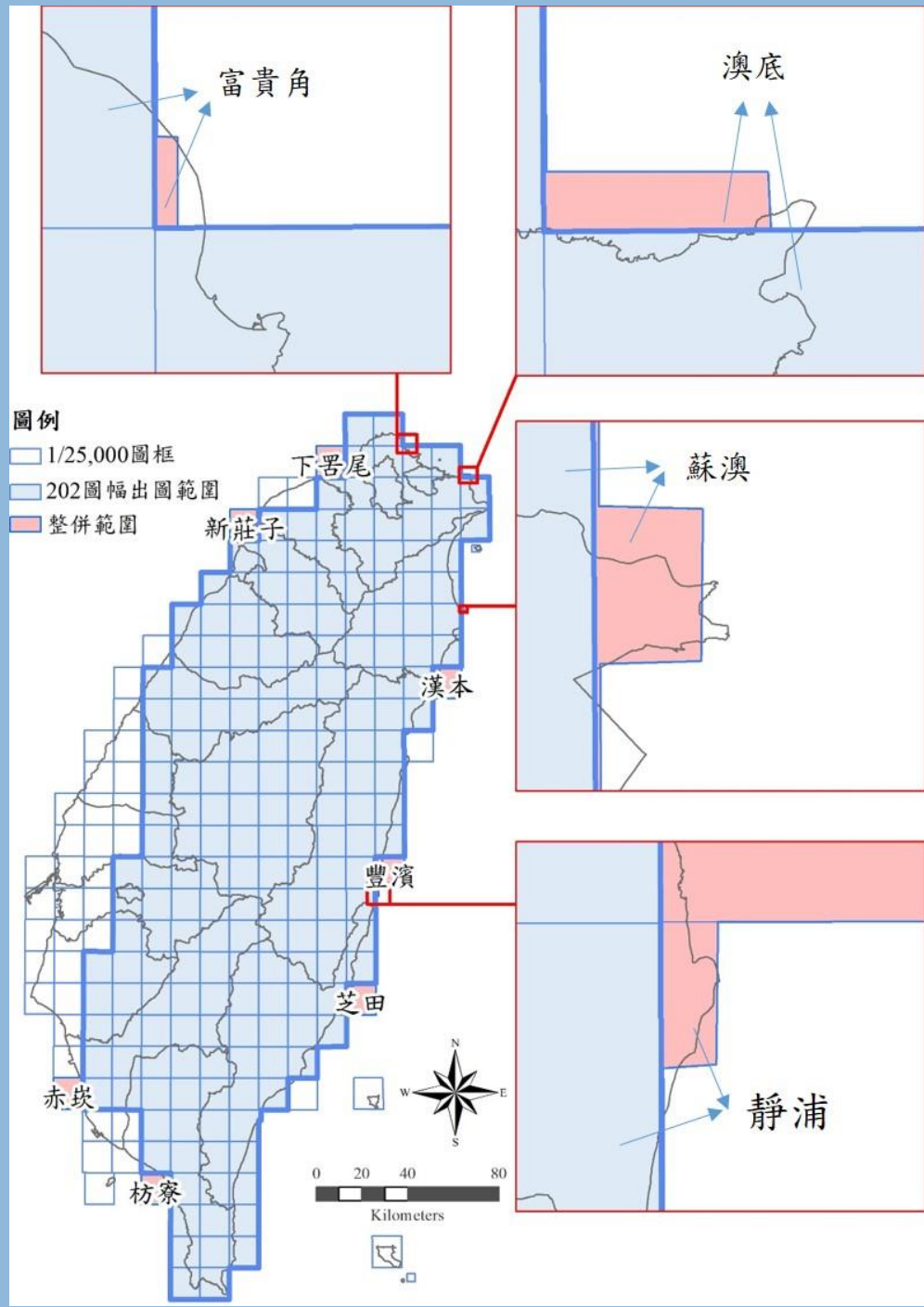
中央地質調查所於91年至99年間針對都會區周緣坡地及高山聚落地區建置環境地質資料庫，陸續完成共計157幅1/25,000圖幅範圍，每個圖幅產製岩性組合圖、岩體強度分級圖、環境地質基本圖及地質災害潛勢圖等四張圖。但環境地質資料庫完成已久，這些年來，臺灣經歷多場風災豪雨侵襲，大大小小的新生崩塌致使地貌改變甚多，為了掌握全臺灣之崩塌概況，需針對山崩相關部分進行更新。

本計畫延續都會區周緣坡地及高山聚落地區之資料，除補齊中部高山區45圖幅範圍之山崩目錄、順向坡、老山崩以及山崩災害潛勢資料，亦納進全臺202圖幅範圍邊緣之坡地製圖，產製山崩分布圖、順向坡與老山崩分布圖、與山崩災害潛勢圖。最後，則進行圖冊出版之相關編輯與校稿，並撰寫圖集說明書，輔助使用者了解圖資組成及使用說明。

環境地質圖圖校稿及編修

一、增補圖幅範圍

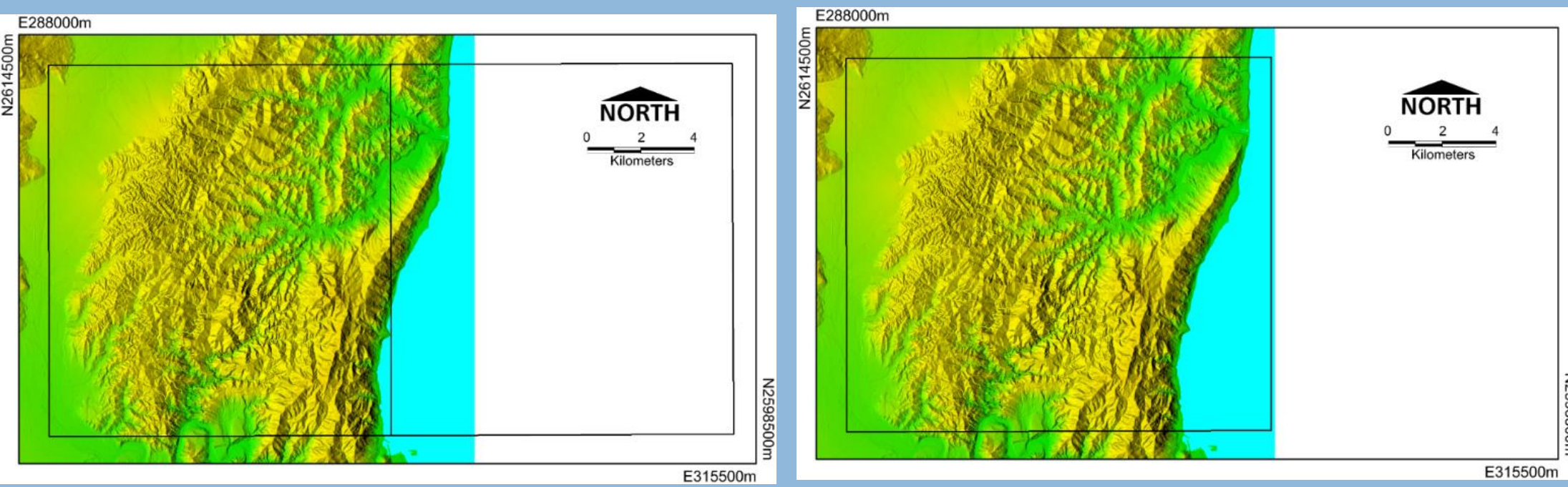
增補圖幅分布圖



增補圖幅出圖版面調整統整表

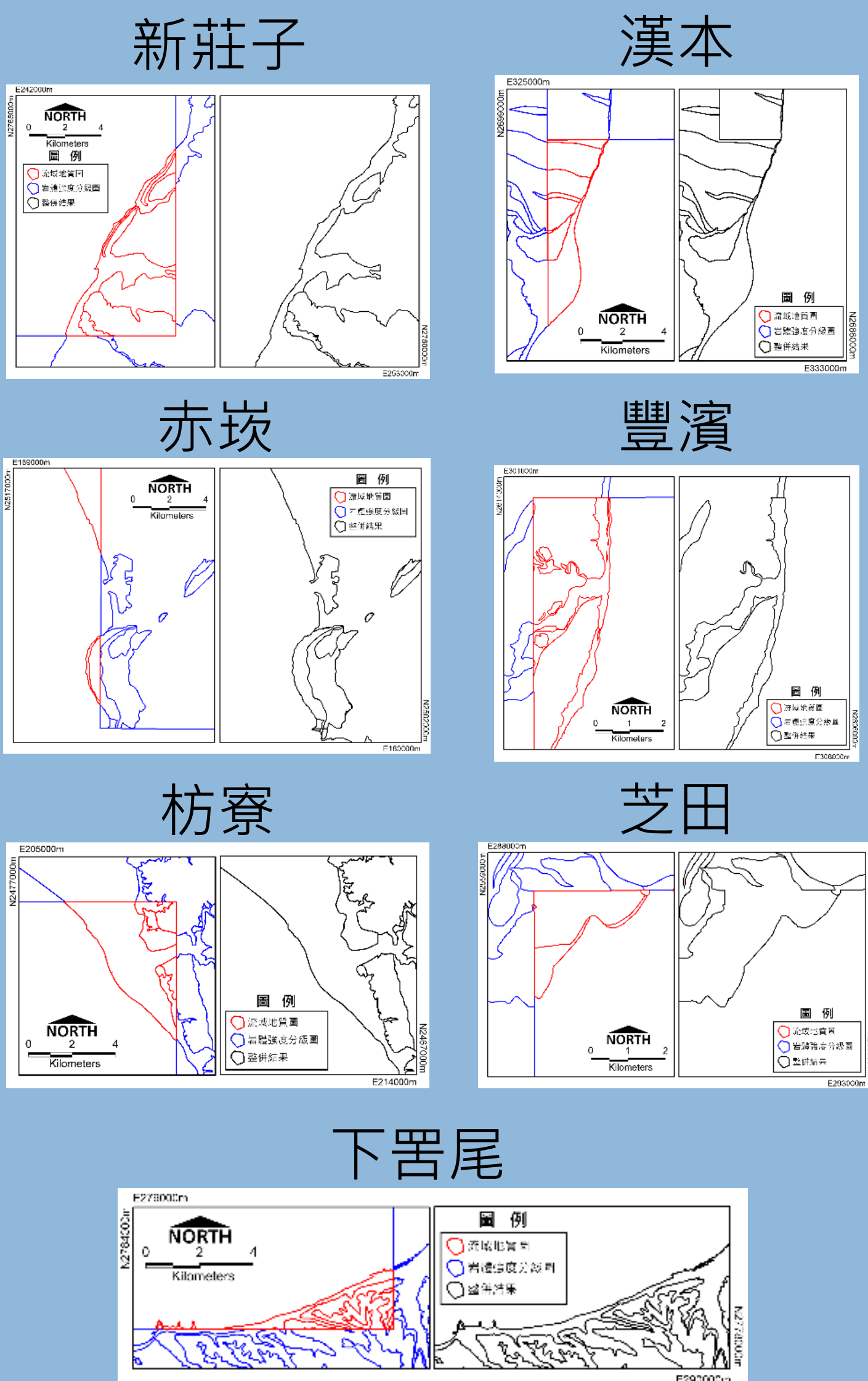
| 增補圖幅 | 併入圖幅 | 備註 |
|------|---------|--------|
| 澳底 | 澳底 | 原圖幅擴大 |
| 靜浦 | 靜浦 | |
| 蘇澳 | 蘇澳 | |
| 富貴角 | 富貴角 | 併入相鄰圖幅 |
| 赤崁 | 高雄市(北部) | |
| 枋寮 | 枋山 | |
| 下崙尾 | 南坎 | |
| 芝田 | 重安 | |
| 新莊子 | 新竹市 | |
| 豐濱 | 鶴岡 | |
| 漢本 | 和平 | |

圖2 增補圖幅(右)之地形圖

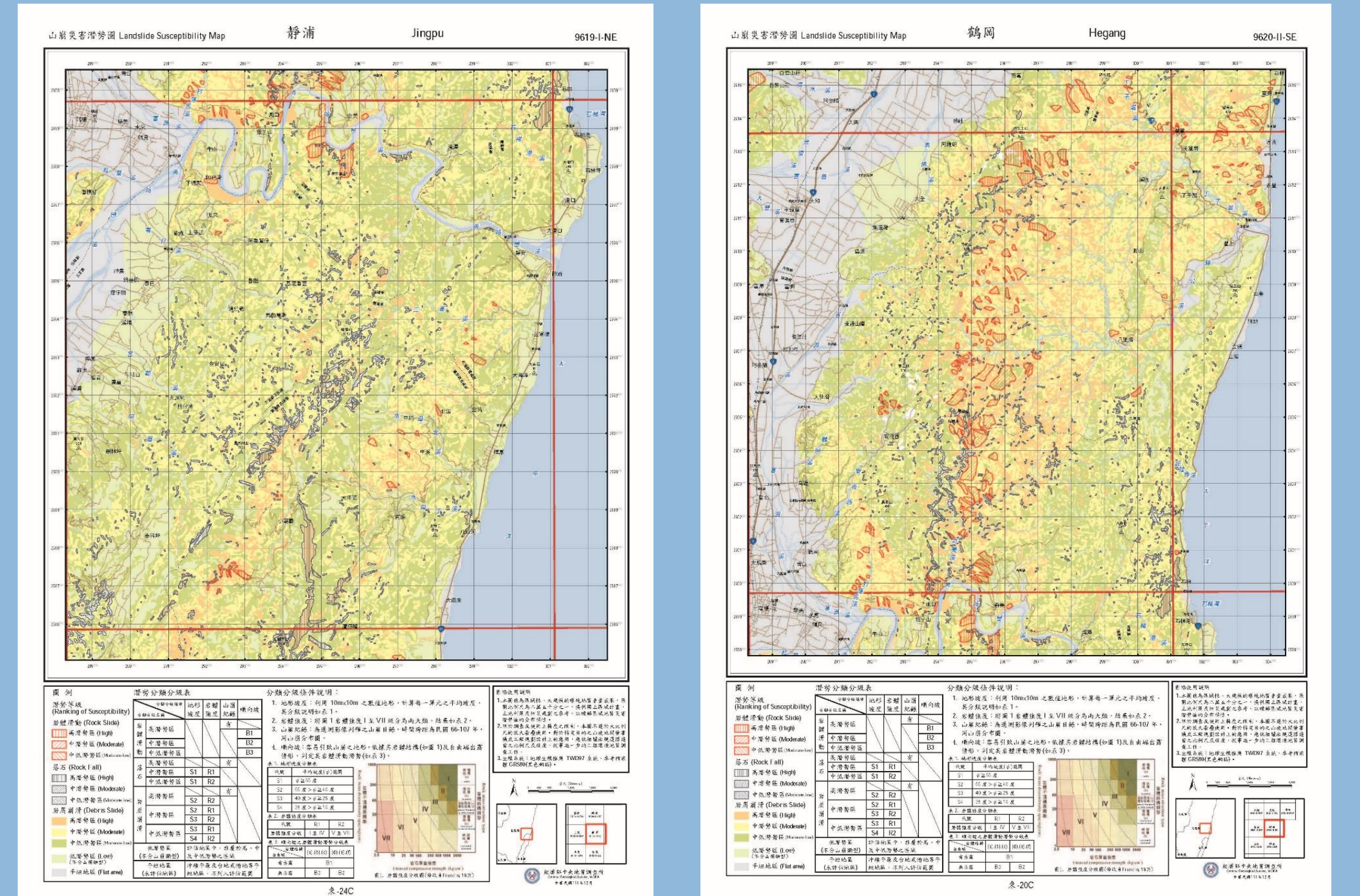


二、增補圖幅範圍之岩體強度分級填圖(山崩災害潛勢圖)

紅色: 流域地質圖 藍色: 岩體強度分級圖



三、修改增補圖幅圖出圖比例尺

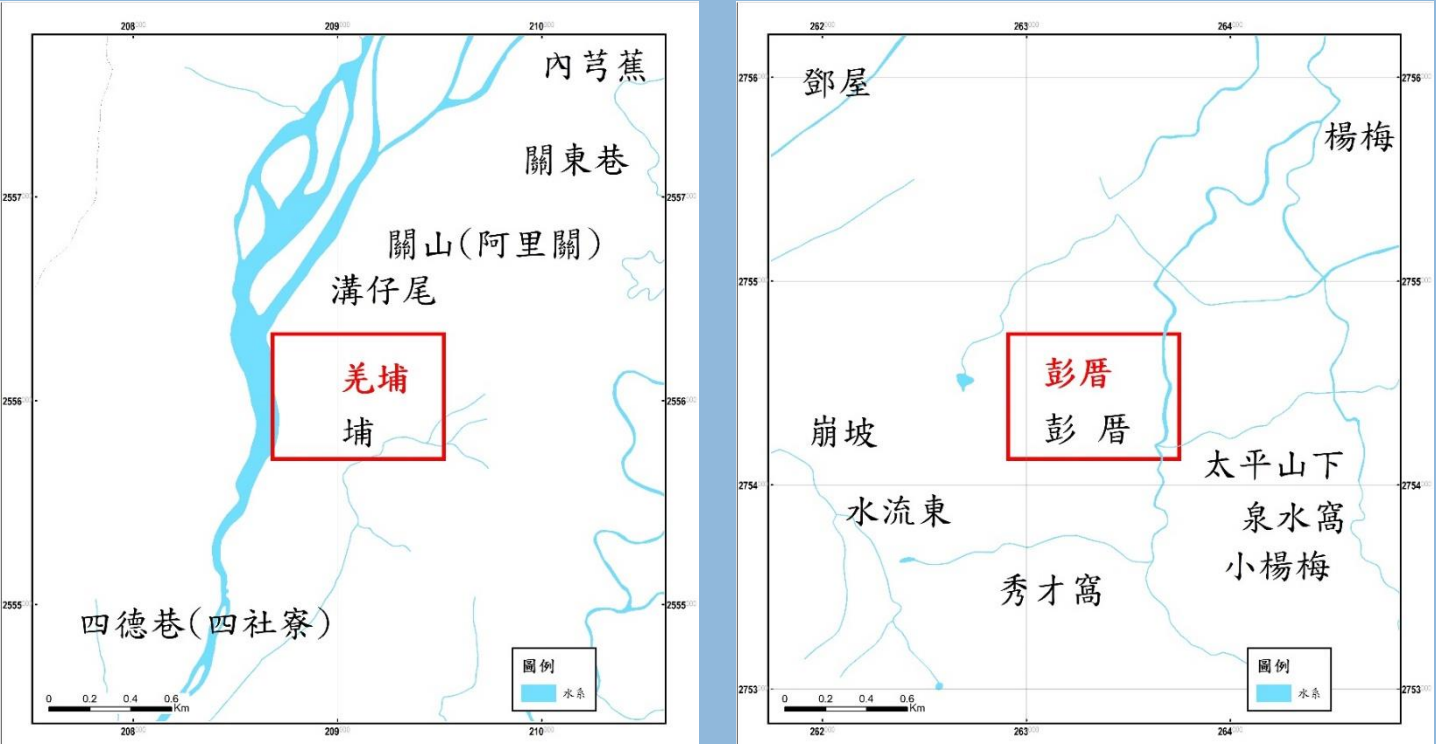


環境地質圖圖集說明書出版

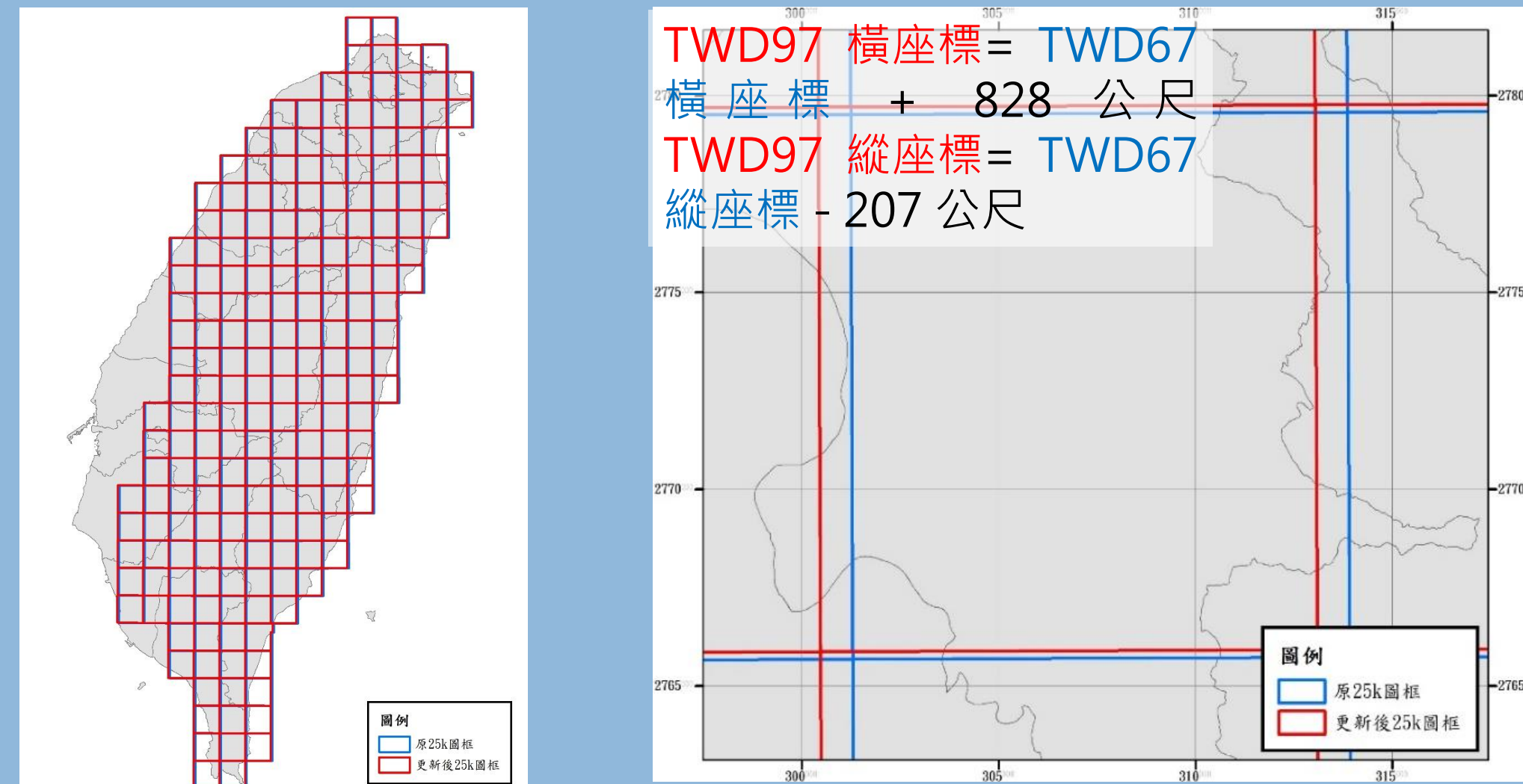


四、版面勘誤-地名文字註記

補漏缺字 刪減空格統一格式

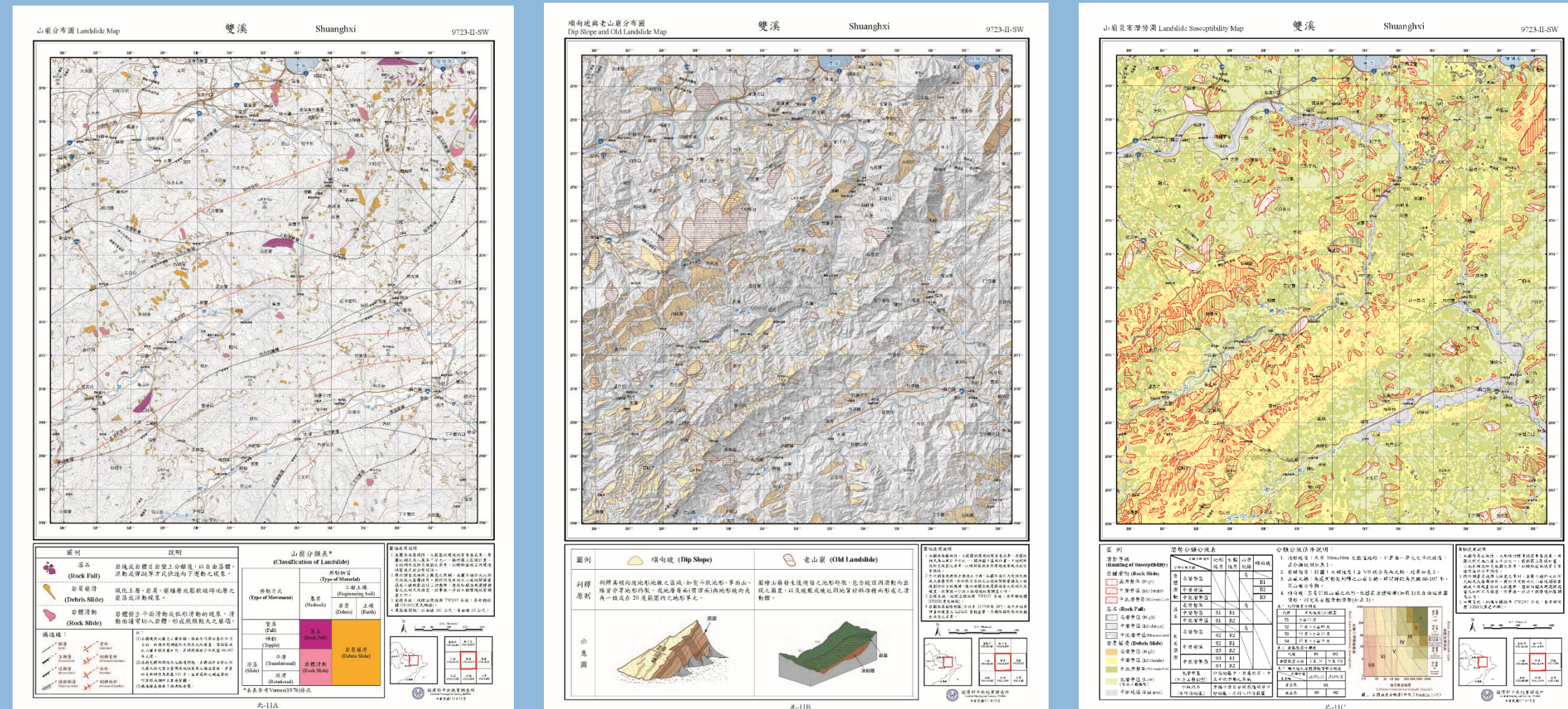


五、兩萬五千分之一圖框更新



六、臺灣坡地環境地質圖

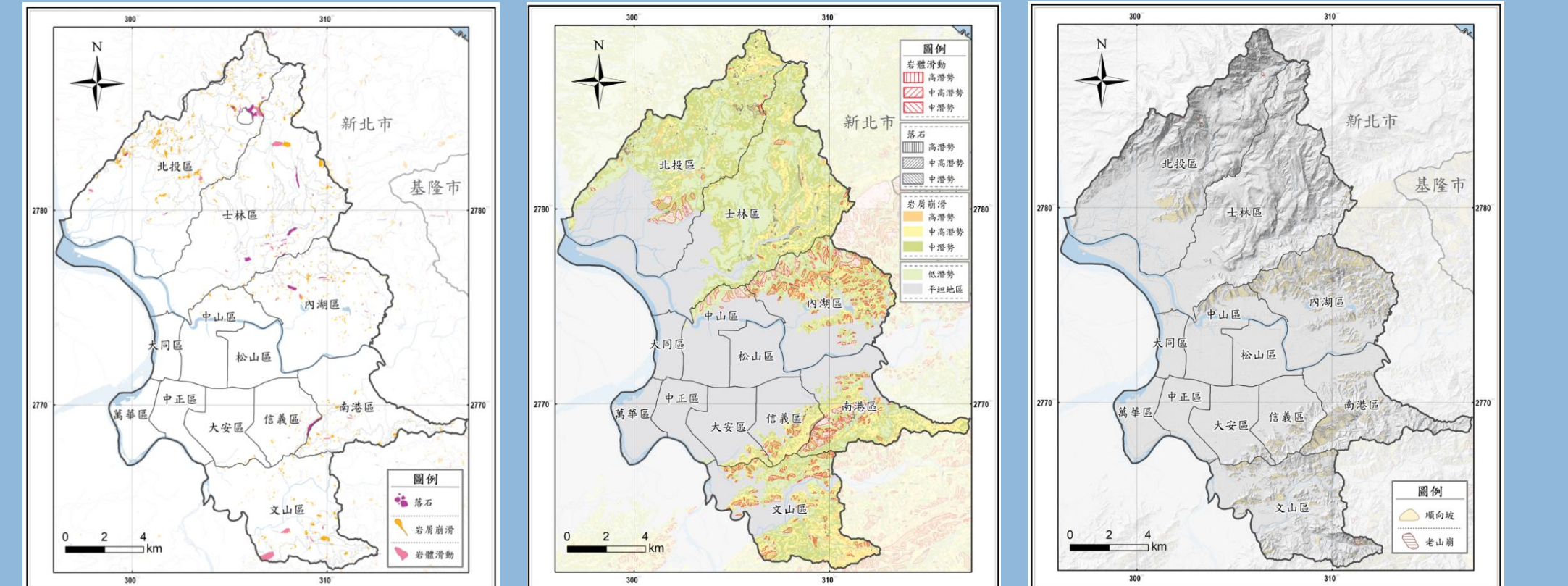
山崩分布圖 順向坡與老山崩分布圖 山崩災害潛勢圖



內文摘錄-屏東市土文岩屑崩滑案例

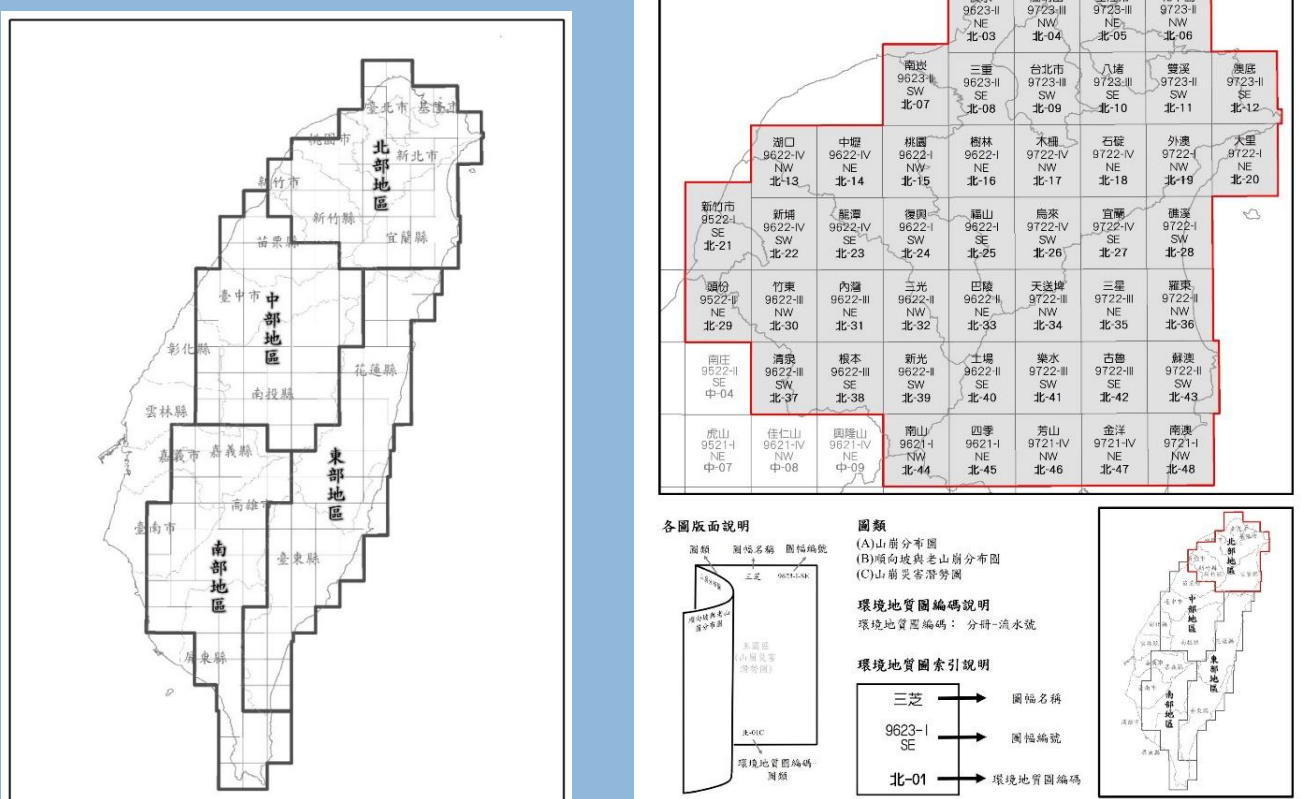


內文摘錄-縣市尺度之山崩分布圖、順向坡與老山崩分布圖、山崩災害潛勢圖(以臺北市為例)



環境地質圖圖集出版

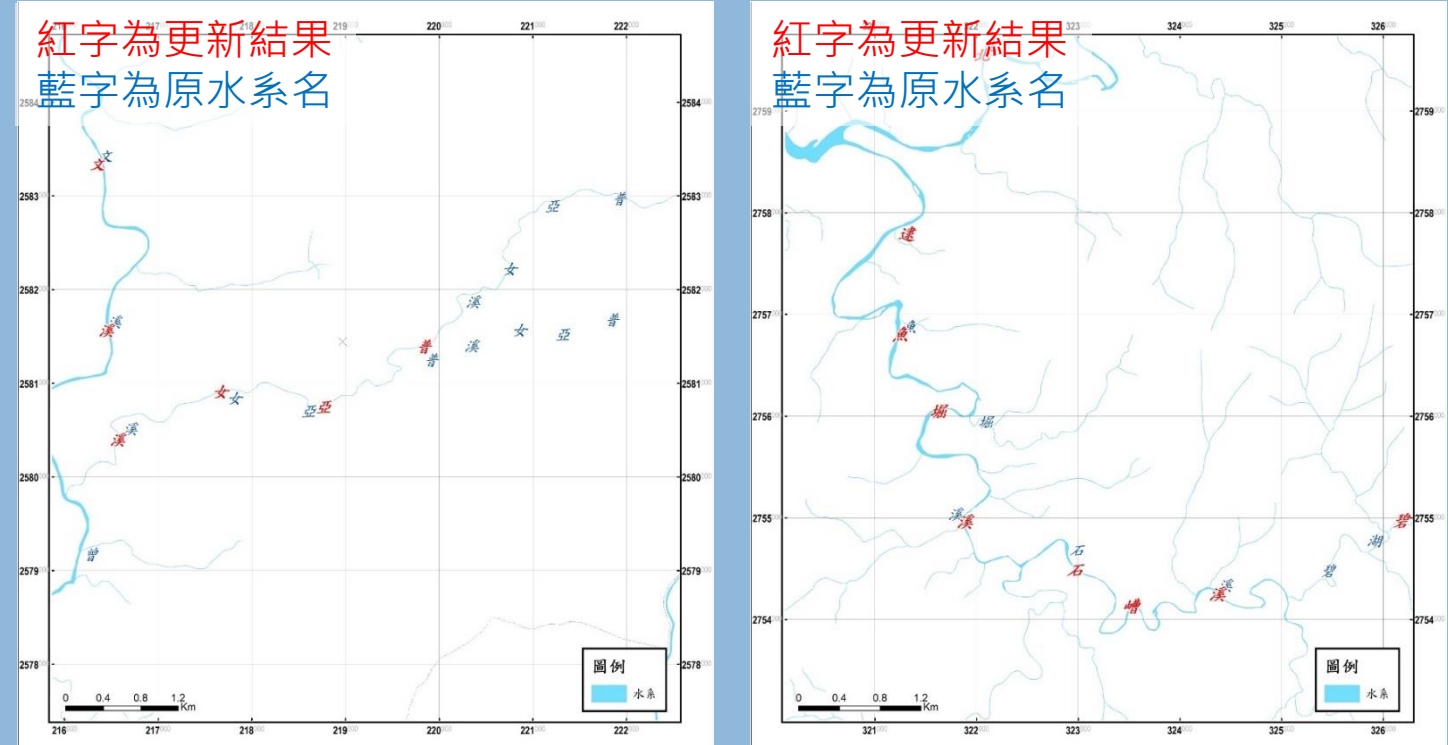
圖冊分區示意圖



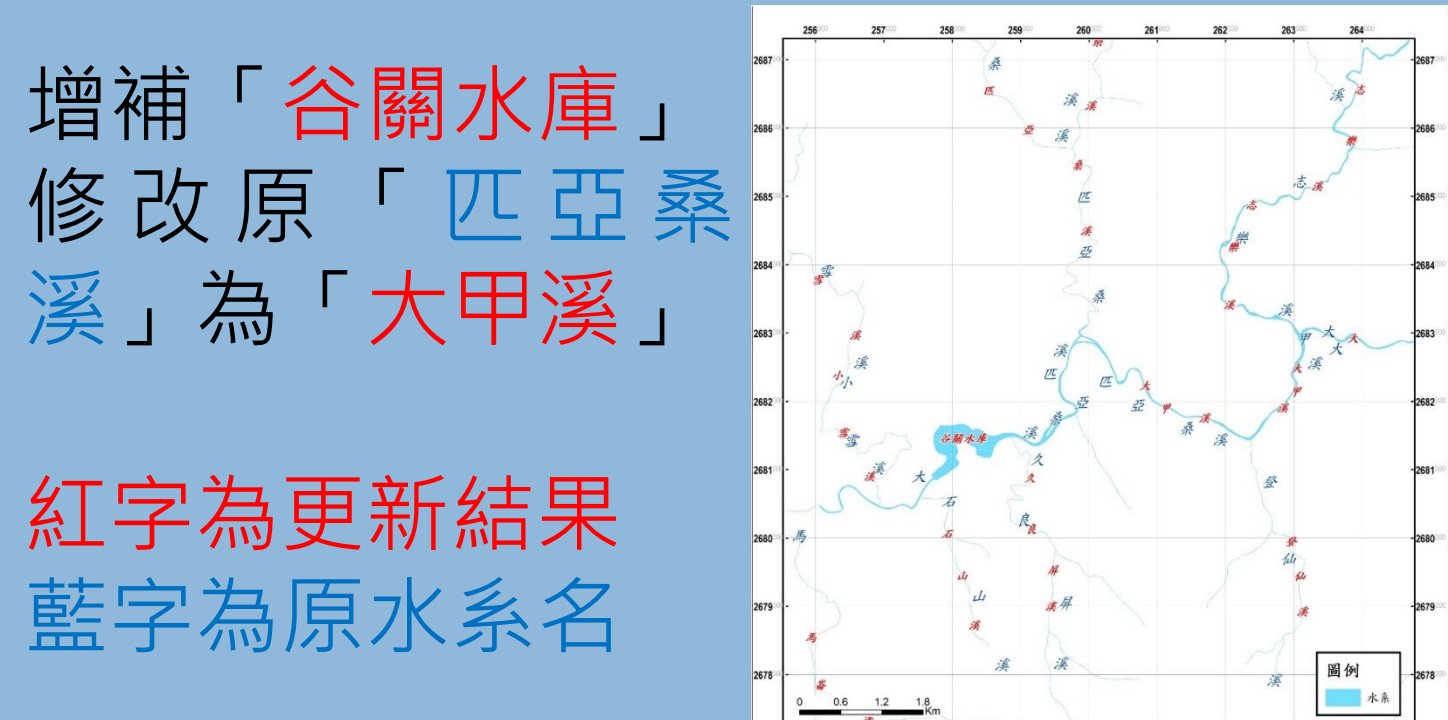
圖冊成套出版示意圖



刪減重複水系名 水系名稱補遺



水系名稱補遺及勘誤





111年度山崩調查觀測技術精進與應用(4/4)

Application of Innovative Technology for Landslide Investigation and Observation (2022) (4/4)

- 主管單位：經濟部中央地質調查所
- 計畫主持人：林錫宏
- 合作單位：青山工程顧問股份有限公司
- 計畫主持人：陳昭維
- 計畫參與人：王國隆、呂家豪、汪俊彥、宋家宇、邱昶瀚

計畫主旨

一、摘要

為避免邊坡災害無預警發生，除須掌握坡地的環境地質狀況及潛在山崩活動特性，亦須配合適當的活動性觀測技術。由於近期國、內外相關調查及活動性觀測等技術發展蓬勃，本計畫接續相關技術的資料蒐集及研發應用，以持續提昇整體防災應變能量。本計畫為四年期計畫，執行期間為108~111年，本年度(111年)計畫為整體計畫第四年，整體計畫包括四大部分：1. 潛在山崩地區調查、活動性觀測及地質安全評估、2. 多尺度遙測技術應用於潛在山崩地區地表變形探討研究、3. 地中調查觀測與物聯網之技術研發防災應用及4. 山崩活動性觀測成果智慧應用推廣及國內外技術交流。

二、計畫目標及工作內容

| 計畫總目標 | 主要工作項目 | 本計畫32處潛在山崩地區 |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 潛在山崩地區調查及活動性觀測及地質安全評估 | <ul style="list-style-type: none"> (一) 潛在山崩地區現場調查及活動性觀測 (二) 地中調查(地質鑽探、孔內試驗觀測、地中活動性觀測等) (三) 調查區履歷事件簿更新、量測及研析 (四) 潛在山崩地區活動性評估方法文獻彙集及應用初步建議 | <ol style="list-style-type: none"> 西羅岸忠治籃球場桶壁十八股達觀廬山溫泉北坡翠密廬山聚落馬烈霸定遠壽亭壽社和雅太平山豐山安通 |
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 多尺度遙測技術應用於潛在山崩地區地表變形探討研究 | <ul style="list-style-type: none"> (一) 潛在山崩地區差分干涉合成孔徑雷達地表變形分析研究 (二) 地表變形紀錄與分析(UAS) (三) 地表活動性GPS觀測站成果研析 (四) 多尺度地表變形研究成果研析 | <ol style="list-style-type: none"> 大禹嶺樓子寮樟腳寮湖洲湖龍頭石壁樂野太和科子林瑞里竹林二里團連來泰武新佳巒大武 |
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 地中調查觀測物聯網之技術研發防災應用 | <ul style="list-style-type: none"> (一) 共構地中觀測技術與地表活動性整合應用研究 (二) 研發應用結果比較與彙整 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 山崩活動性觀測成果智慧應用推廣及國內外技術交流 | <ul style="list-style-type: none"> (一) 山崩活動性觀測平台維護與精進 (二) 山崩活動性觀測成果智慧應用推廣 (三) 潛在山崩地區之調查及觀測技術手冊編修 (四) 孔內伸縮計於潛在山崩地區觀測之可視化展示模型研發 (五) 國內技術交流 | |

研究成果

三、潛在山崩地區調查及活動性觀測及地質安全評估

現場勘查、活動性觀測及履歷事件簿更新

- 挑選9處地區進行現場勘查、活動性觀測及履歷事件簿更新：
 - 手動觀測，完成16次
 - 自動化觀測、系統維護，共15站
 - 其餘23處：持續關注，發生崩塌情事時，啟動巡迴調查
- 111年以忠治籃球場產生較顯著位移及崩塌事件，崩塌範圍約0.68 ha
 - 結構物A：破壞
 - 結構物C：往東北向位移約12.8 m

地質安全評估 (活動性評估)

邊坡活動性評估建議

● 參考Cruden and Varnes(1996)探討活動性分為活動狀態(State of activity)、活動分布(Distribution of activity)及活動類型(Style of activity)等面向，採用與活動時間相關之「活動性狀態」，綜合觀測結果，評估各調查區是否持續活動。

● 並由觀測案例，建議修改Cruden and Varnes(1996)崩塌速度等級(Velocity class)，提供潛在山崩地區活動狀態評估參考。

| Velocity Class | Description | Typical Velocity (cm/yr) | Typical Velocity (mm/yr) |
|----------------|--------------|--------------------------|--------------------------|
| 7 | Very rapid | 1.4-10 ¹ | 14-100 |
| 6 | Rapid | 1.4-10 ⁰ | 14-10 |
| 5 | Intermediate | 1.4-10 ⁻¹ | 1.4-10 |
| 4 | Slow | 1.4-10 ⁻² | 0.14-1 |
| 3 | Very slow | 1.4-10 ⁻³ | 0.014-0.1 |
| 2 | Very slow | 1.4-10 ⁻⁴ | 0.0014-0.01 |
| 1 | Very slow | 1.4-10 ⁻⁵ | 0.00014-0.001 |

111年潛在山崩地區活動性評估結果

- 速度等級2a (速度非常慢，快於2a級)：
 - 忠治籃球場
- 速度等級2a (速度非常慢)：
 - 定遠地區
- 速度等級1 (速度極慢)：
 - 西羅岸
 - 廬山溫泉北坡
 - 廬山聚落
 - 壽亭
 - 樓子寮
- 速度等級1 (速度極慢)：
 - 太和
 - 湖洲湖

四、潛在山崩地區新增地中調查：定遠地區

- 進行地質鑽探及孔內試驗，並裝設測傾管，進行觀測作業
- 綜合調查及觀測成果，回饋潛在山崩機制研判

● 定遠地區屬廬山層(Ls)，由地質鑽探結果顯示坡面岩層厚度約3~30 m，岩層主要為板岩及變質砂岩與板岩薄互層，依據地表地質調查及岩芯對比可再分為A-D四層：

- A岩層(SSL-SS)1：灰色砂質板岩間夾灰白色砂岩
- B岩層(SSL/SS)：灰色砂質板岩偶夾灰白色砂岩
- C岩層(SSL-SS)2：灰色砂質板岩間夾灰白色砂岩
- D岩層(SL)：深灰色板岩

● 111年新增DY-B4孔，岩性以灰色粉砂質板岩偶夾灰白色變質砂岩為主，大致屬B岩層

- 深度55~60 m、80~100 m、110~150 m處岩體破碎夾泥，具厚層剪裂帶
- 剪理傾角約3~73度，傾向約1~348度，剪理位態分布廣，具急折變形樣態。至孔底大致朝西南傾斜，與坡向相反

五、多尺度遙測技術應用於潛在山崩地區地表變形探討研究

潛在山崩區域微地形特徵調查精進：UAS光達掃瞄及分析

研究場址：忠治籃球場

- 忠治籃球場頭部道路下邊坡，略陷陷落處、地表裂縫，惟空載光達DEM線形不明顯，故規劃利用UAS光達技術進行測試研究
- UAS光達DEM顯示忠治籃球場可觀察到大範圍除存在主崩崖，亦可觀察到多個小崖(次崩崖)線型，展現更細緻的地形模型
- 此外，下邊坡蝕溝線型亦更為明顯，有助圈繪潛在滑動塊體

六、地中調查觀測與物聯網之技術研發防災應用

測傾管與不同地中活動性觀測儀器共構研究成果彙整與應用建議

為提升鑽孔效益，本計畫將孔內伸縮計及時域反射儀TDR與測傾管進行共構及現地觀測測試，以評估實際運用之可行性，精進潛在山崩地區活動性觀測應用。

共構測傾管

共構孔內伸縮計

共構TDR

- 變形深度與獨立安裝測傾管略有差異
- 位移量大致相同，功能尚屬正常
- 建議初期掌握滑動深度後，後續再採共構安裝方式
- 孔內伸縮計共構仍可反映邊坡活動性，有助持續觀測
- 受觀測原理影響，孔內伸縮計初期偵測位移量小於其他儀器，需挑選合適位置安裝及轉換為邊坡位移量，以更準確評估邊坡活動性(已彙整至潛在山崩大規模崩塌之調查及觀測技術手冊-2版)
- 與獨立安裝TDR比較顯示，本次研究共構TDR反應較不靈敏，但測傾管卡管後，TDR仍可持續觀測，有助持續觀測
- 有賴進一步研究可行性

七、山崩活動性觀測成果應用推廣與國內外技術交流

- 潛在山崩大規模崩塌之調查及觀測技術手冊改版：延續前期成果，進行編修更新，完成二版
- 電子檔下載 [搜尋 潛在山崩大規模崩塌之調查及觀測技術手冊](#)
- 12/1 辦理「潛在山崩大規模崩塌調查及觀測技術發展應用研討會」，進行推廣交流