

109年度山崩活動性評估與防災應用(2/4)

Assessment of landslide activity and Applying Science of landslide disaster reduction (2020) (2/4)

- 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、財團法人中興工程顧問社
- 計畫主持人：陳昭維、李璟芳
- 計畫參與人：王國隆、呂家豪、汪俊彥、黃靖惠、江凱勝、邱昶瀚、曹鼎志、黃春銘、黃韋凱、魏倫璋、陸安

計畫主旨

一、摘要

本計畫為四年期計畫，配合108~111年「行政院災害防救科技創新服務方案」研發課題、108~111年地調所「山崩活動性評估與防災應用」計畫，不僅延續前期計畫(104~107年「山崩潛勢評估與觀測技術防災應用」)執行成果，並於計畫執行期間，持續進行全臺環境地質資料及山崩潛勢更新，精進降雨引致山崩潛勢分析模式、光達地貌之岩體滑動區判釋、潛在山崩活動性觀測。針對具活動性的潛在山崩地區，進行詳細調查及活動性觀測及評估等工作，並進行多尺度遙測技術應用於潛在山崩地區地表變形探討研究、潛在山崩地區地中活動性觀測及物聯網技術之研發及應用、山崩活動性觀測成果智慧應用推廣及國內外技術交流，進而落實危險坡地聚落的地質災害防、減災目標。

研究成果

二、環境地質圖整合與更新

環境地質圖整合流程

各年度範圍

災害潛勢圖範例

環境地質圖範例

災害潛勢更新方法

- 落石**
 - 高潛勢：落石山崩目錄、舊版落石高潛勢區
 - 中潛勢：坡度>55度且岩體性質分類為R1
 - 中低潛勢：坡度>55度且岩體性質分類為R2
- 岩屑崩滑**
 - 高潛勢：岩屑崩滑山崩目錄、坡度於40~55度且岩體性質分類為R2
 - 中潛勢：坡度於25~40度且岩體性質分類為R2、坡度於40~55度且岩體性質分類為R1
 - 中低潛勢：坡度於10~25度且岩體性質分類為R2、坡度於25~40度且岩體性質分類為R1
- 岩體滑動**
 - 高潛勢：本計畫自行繪繪之岩體滑動地勢特徵、使用本計畫自行定義之潛勢(高、中、中低)
 - 中潛勢：潛在大規模崩塌地、高潛勢(曾發生岩體滑動)、中潛勢(未曾發生岩體滑動)
 - 中低潛勢：岩體滑動山崩目錄、舊版岩體滑動高潛勢區、中潛勢(順向坡)

環境地質圖範例

代號	岩體性質說明
R1	塊狀或層狀厚層岩層(台體強度及分類為I至IV)
R2	軟弱岩層(台體強度及分類為V至VII)
R3	層狀互層及層狀之台體結構
R4	塊狀互層狀之台體結構

三、降雨引致山崩潛勢動態即時展示模式精進

重點村里警戒雨量設定

統計重點斜坡單元數量

斜坡單元種類	數量	警戒值(mm)
第一類(高潛勢、崩塌規模較大) 總面積：18,640,245 m ²	74個	黃色 250 350 500
第二類(中潛勢、崩塌規模中等) 總面積：4,836,993 m ²	38個	300 400 600
第三類(低潛勢、崩塌規模較小) 總面積：4,293,423 m ²	69個	350 450 x

降雨引致山崩潛勢動態即時展示模式

以斜坡單元面積加權計算重點村里之黃色、橙色、紅色警戒雨量：

Ex: 橙色警戒值 = (第一類斜坡單元總面積 × 350) + (第二類斜坡單元總面積 × 400) + (第三類斜坡單元總面積 × 500) / 第一類斜坡單元總面積 + 第二類斜坡單元總面積 + 第三類斜坡單元總面積

黃色燈號警戒值：274 mm ≙ 250 mm 或 275 mm
 橙色燈號警戒值：374 mm ≙ 350 mm 或 375 mm
 紅色燈號警戒值：521 mm ≙ 500 mm 或 525 mm
 (以50 mm 或 25 mm 為級距)

✓ 重點村里警戒雨量採斜坡單元面積加權計算，再以50 mm、25 mm兩種級距分別簡化，目前已完成全臺392個重點村里警戒雨量計算，可提供村里尺度疏散避難之決策參考。

活動性觀測平台維護 觀測成果智慧應用推廣

- 警戒管理燈號
- 觀測網頁
- 觀測資料

多元資訊介接服務

提供資料介接資訊服務，落實防、減災目標

國內外技術交流，計畫成果推廣

1. 109/02/25 新式物聯網通訊技術交流 低功耗區域網路之NB-IoT技術
2. 110/04/16 地層變位模擬儀研發交流 國立臺北科技大學進行研究交流
3. 109/06/23 新式地中觀測技術交流 多點式地中變位觀測之GeoFlex技術
4. 109/07/11 舉辦研討會 「山崩調查及觀測技術實務應用」研討會，推廣計畫成果及知識普及
5. 109/11/13 舉辦現地交流討論會 與大地工程學系舉辦「忠治野外路青活動」
6. 109/12/05 參與研討會 受「土工技術現地研討會」邀請，解說「地質調查」定遠地區調查成果

四、潛在山崩地區新增地中調查：廬山聚落地區

- 1) 新增地質鑽探及孔內試驗，並裝設測傾管，進行觀測。
- 2) 綜合調查及觀測成果，回饋潛在山崩機制分析。

地質平面圖

地質模式

- 河流沖積層(趾部)
- 岩層：厚度約0.2~22m(覆蓋於坡面上)
- 岩層：粉砂質板岩為主，可再分為：
 - A岩層：粉砂質板岩間夾砂岩
 - B岩層：粉砂質板岩
 - C岩層：粉砂質板岩夾砂岩
 - D岩層：板岩間夾砂岩
- 板岩順向坡

109年新增LS-B9超音波孔內攝影結果：

- 地下40~130m：可見劈理傾向朝西北傾(逆向)，傾角差異達45度
- 地下130~150m：可見劈理傾向朝東南傾(順向)，傾角約60~70度

潛在山崩機制初步分析

- 岩層材料崩壞：廬山聚落下邊坡
- 岩體滑動：略有趨勢(LS-B4測傾管)
- 山體變形：可見岩體材料破碎、夾泥質材料。測傾管呈現緩慢變形

第一年度(108年)LS-B8地質鑽探結果：岩芯至深度150m處仍有破碎夾泥現象，推測最深變形深度達150m。配合設置測傾管，進行觀測及追蹤。

潛在山崩機制剖面示意圖

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

In-SAR及GPS觀測研究應用

觀測結果綜合比對

SAR影像：ALOS影像，2007~2010，15幅；ALOS2影像，2015~2020，10幅
 分析方法：Sentinel-1₆₉，2016~2020，119幅；Sentinel-1₁₀₅，2016~2020，99幅(69 & 105：不同衛星軌道)
 產生結果：年平均地表垂直變形速率、時間序列地表垂直變形速率

定遠及壽亭地區：D-InSAR分析與GPS解算結果，均呈現地表下降趨勢，可能反應邊坡變形

廬山聚落：D-InSAR分析與GPS解算結果，均呈現地表下降趨勢，可能反應邊坡變形

壽亭地區：D-InSAR分析與GPS解算結果，均呈現地表下降趨勢，可能反應邊坡變形

廬山溫北坡及廬山聚落：D-InSAR分析與GPS解算結果，均呈現地表下降趨勢，可能反應邊坡變形

廬山溫北坡：D-InSAR分析與GPS解算結果，均呈現地表下降趨勢，可能反應邊坡變形

透過In-SAR分析，掌握大範圍可能變形區域，利用GPS觀測結果比對，顯示In-SAR與GPS觀測結果趨勢大致相符，配合測傾管觀測，確認邊坡地中活動性。

六、前瞻地中調查觀測與物聯網之技術研發防災應用

前瞻觀測技術研究

新式技術蒐集彙整

領域	建設活動性觀測技術應用
力(位移)	測傾管：人工手動、機器人自動、多點式地中變位儀、孔內伸縮計
電磁	時域反射儀TDR
光	光纖
聲	聲射(Acoustic Emission, AE)
化學	水質

階段性目標：具自動化能力之地中活動性觀測技術(變位量、滑動深度、滑動方向)
 108年研究測試：SAAV
 109年研究測試：GeoFlex

測傾管與不同觀測儀器共構可行性研究

- 現地測試場址，先期調查及評估
- 共構方式規劃及方案比較
- 現地測試及評析

CHU-B3孔：測傾管與孔內伸縮計共構(左座右回轉)

CHU-B4孔：測傾管與孔內伸縮計及TDR共構(左座右回轉)

CHU-B5孔：測傾管與孔內伸縮計共構(左座右回轉)

儀器正常運作中可觀測到地中變形

共構安裝應為可行方式

後續持續觀測評估長期表現

七、成果應用推廣與國內外技術交流