

廣域山崩災害預警系統之初步建置

Preliminary Establishment of Warning System for Regional Rainfall-triggered Landslides

譚志豪、陳憶璇、顧承宇(財團法人中興工程顧問社); 費立沅、李錦發、蘇泰維
(經濟部中央地質調查所)

Tan Chih-Hao, Chen Yi-Hsun, Ku Cheng-Yu(Sinotech Engineering Consultants, Inc.);
Fei Li-Yuan, Lee Jiin-Fa, Su Tai-Wei (Central Geological Survey, MOEA)

關鍵詞：山崩、降雨、TRIGRS、3S、預警系統

Key words: Landslides, Rainfall, TRIGRS, 3S, Warning system

台灣因所處地理位置、氣象條件及本身地質狀況之影響，導致暴雨所引發之坡地災害事件不斷發生。尤其在 921 集集地震後，台灣中部山區嚴重受創，又接連遭逢多次颱風事件侵襲，導致山崩與土石流頻仍，在台灣中部各地帶來相當嚴重的地質災害。直至今日每當重大暴雨事件侵襲時，仍陸續產生規模大小不等之山崩或土石流災情。為此，相關單位急思一套有效的預警系統，以擬定相關防治與保全對策。

本文結合國內、外相關研究成果，採用定值分析法 (deterministic analysis) 並考量多項地質與水文因子，藉以評估大區域範圍內各邊坡於特定降雨強度與延時條件下坡地穩定性隨時間之變化關係。模式分析採用美國地質調查所 (USGS) 發展之 TRIGRS 廣域暫態降雨促崩模式進行，並進一步結合 3S 技術 (GPS, GIS and remote sensing) 成功地對多次暴雨事件所造成之崩塌規模及位置做出合理的率定與驗證。模式分析考量地形、暫態地下水位、風化土層厚度、風化土層力學與水力特性及降雨在空間與時間分布等各項因素，評估因降雨入滲所引致之淺層崩塌機制，惟上述參數因現地勘查與試驗資料數量不足而需先透過多次降雨所引致之崩塌事件加以率定方能達可接受之精度。

本文舉台灣中部大甲河流域德基至馬鞍間崩塌嚴重之之谷關地區為研究案例，針對桃芝颱風、敏督利颱風進行模式率定及驗證，並根據研究成果提出一套結合廣域降雨入滲模式及 3S 技術之山崩災害預警分析機制，並提出該區域之山崩臨界降雨量，除藉以預測該區域於該降雨條件下之可能崩塌位置及崩塌規模外，模式分析程序亦對後續相關預警準則之建立及保全對策之擬定提供了良好的基礎。

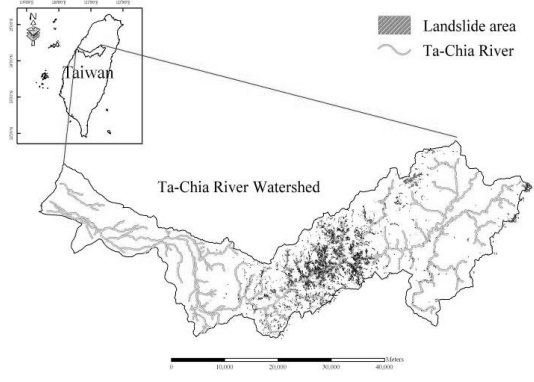


圖 1 研究區域 (大甲溪流域)

初始水壓分布 + (降雨 × 入滲反應函數) = 暫態水壓分布

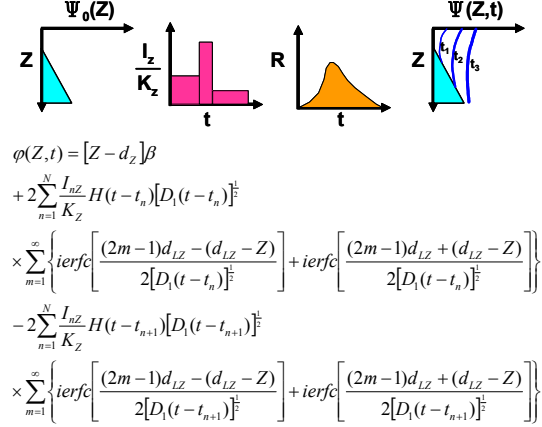


圖 2 廣域降雨促崩分析模式

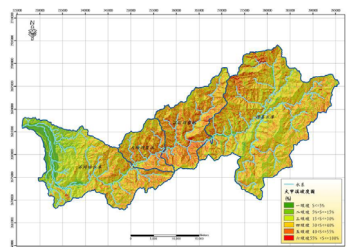


圖 3 坡度

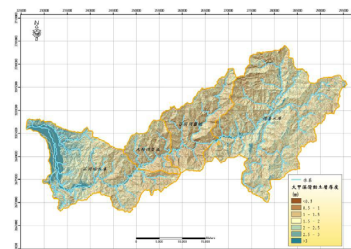


圖 4 風化土層厚度

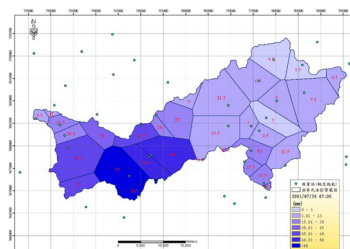


圖 5 雨量分布

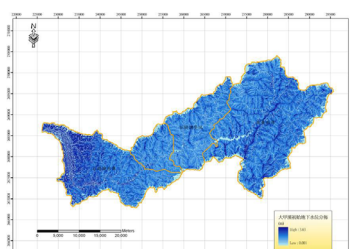


圖 6 初始地下水位

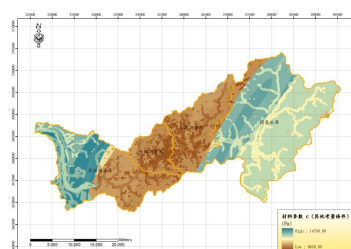


圖 7 水文地質參數分布

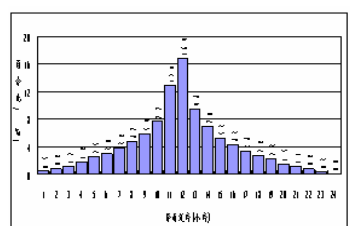


圖 8 雨型分析

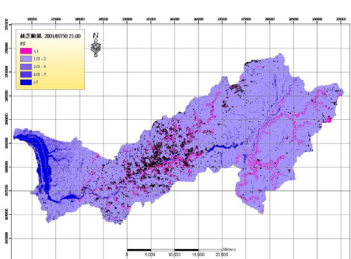


圖 9 桃芝颱風事件模式率定

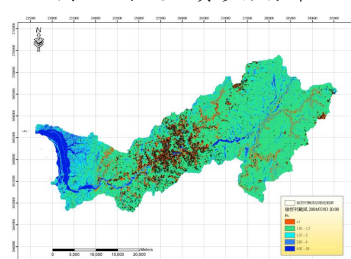


圖 10 敏督利颱風事件模式率定

		預測	
		崩壞網格數 (Fs<1)	非崩壞網格數 (Fs>1)
實際狀況	崩壞網格數 (Fs<1)	8315	4631
	非崩壞網格數 (Fs>1)	35277	638139

山崩正確率 64.22%; 非山崩正確率 94.76%; 總正確率 94.18%

圖 11 模式分析之準確率評估

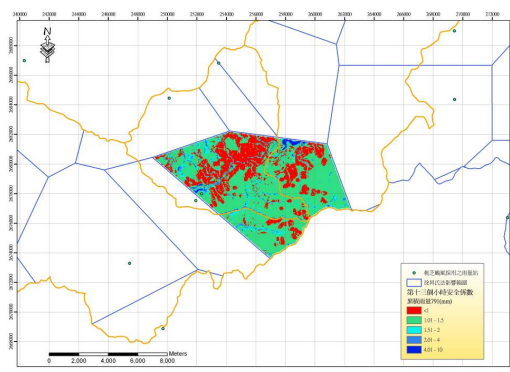


圖 12 谷關地區 200 年重現期降雨之山崩預測

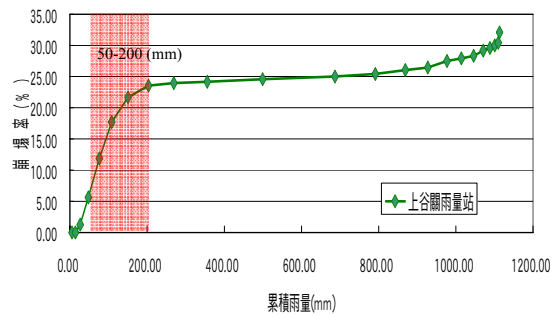


圖 13 谷關地區 200 年重現期降雨山崩臨界雨量評估