

## R 軟體應用於崩塌災害之研析

徐子程 (Tzu-Cheng Hsu)  
國立聯合大學土木與防災工程學系  
呂嘉穎 (Jia-Ying Lu)  
國立聯合大學土木與防災工程學系  
劉宇桓 (Yu-Huan Liu)  
國立聯合大學土木與防災工程學系

邱少彥 (Shao-Yan Qiu)  
國立聯合大學土木與防災工程學系  
張伊汶 (Yi-Wen Zhang)  
國立聯合大學土木與防災工程學系  
王承德 (Cheng-Te Wang)  
國立聯合大學土木與防災工程學系

### 摘要

本研究以 R 軟體為工具，將現有之崩塌災害資料以濁水溪以南（虛擬長度於本文中）（本研究定義為雲林縣、嘉義市、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣、臺東縣、澎湖縣）之區域，蒐集將近 35000 筆巨量資料以進行研析，其分析因子包括崩塌之岩性、面積、坡度、以及縣市分布等。而在本區域中，崩塌最多的縣市為屏東縣、崩塌坡度為四至五級坡、岩性分布以「硬頁岩、板岩、千枚岩」、「千枚岩、板岩、砂岩」、「黑色片岩、綠色片岩、矽質片岩」為主。

**關鍵字：**R 軟體、濁水溪以南、崩塌、巨量資料。

### Abstract

Using R software to analyze the huge amount of data for collapse events in the south of Zhuoshuixi River (the length of river is virtual in this study), which include the Yunlin County, Chiayi City, Chiayi County, Tainan City, Kaohsiung City, Pingtung County, Taitung County, Penghu County, etc. The analyzed influential factors include the rock properties, collapse areas, slope, and distributions of cities or counties. From the results show that the most collapse city/county is Pingtung County; however, the collapse slope is within 4 to 5, and the rock distribution is dominated by "argillite, slate, phyllite", "phyllite, slate, sandstone", and "blackschist, greenschist, siliceous schist".

**Keywords:** R software, South of Zhuoshuixi River, Collapse, Huge amount of data.

### 一、前言

#### 1.1 研究目的

本研究係蒐集臺灣曾發生過的崩塌災害近 35000 筆巨量資料，以免費可下載的 R 軟體進行研析，藉以瞭解臺灣崩塌災害之特性，以提供決策單位於未來防減災與治理工程之參考。

#### 1.2 研究動機

近年來巨量資料（亦稱為大數據）已蓬勃運用在城市安全、交通管理、商業等各方面，而大數據在防減災領域上的應用逐漸成熟，臺灣的救災體系也大量引導相關之技術，打造出更具智慧型的防救災系統，因此，本文希冀將臺灣曾發生過的崩塌災害依大規模崩塌之定義，如崩塌面積超過 10 公頃、崩塌土方量達 10 萬立方公尺、或崩塌深度在 10 公尺以上，且坡面上具有大規模崩塌破壞之微地形特徵來進行統計分析，而這些資料係參考「科技部災害管理資訊研發應用平台」，其數據之年分目前僅從民國五十八年十月二十五日至一百零五年十二月三十一日止。

## 二、文獻回顧

以崩塌之分類而言，淺層與深層兩個名詞是深度上的比較，淺層與深層崩塌在國際崩塌研究領域上分別被寫為shallow landslide及deep-seated landslide。目前國際崩塌研究上的分類乃以Varnes (1978) 所提出的論述為主，將崩塌行為分為下列五項，如圖1所示。

- (一) 墜落：指大小不一之土體或岩塊由坡頂受重力影響以自由落體的方式掉落，其運動速度極快。
- (二) 傾倒：指邊坡上的岩塊受風化或其他作用產生裂解，而裂解塊體受重力之作用向前翻覆之行為，其運動速度由極慢至極快。
- (三) 滑動：於岩體表面裂解處或剪應力相當強的薄層中所發生的土體或岩體往下邊坡滾動或移動之行為，其裂解的表面常會出現多個裂面。滑動行為又可分為旋轉式滑動 (rotational slide) 與移動式滑動 (translational slide) 兩種。
- (四) 側滑：因風化、土壤液化或地下水分布等作用，促使具凝聚力岩質下沉至下方較軟弱岩層中，導致上方凝聚性土壤或岩體產生裂解或解體等行為，進而發生水平式的流動。
- (五) 流動：邊坡土體或岩體夾帶泥砂和石塊，以慢速或快速的方式向下移動之行為，此視為空間連續性的運動，故此類運動並無一定的運動面，若因運動過程中伴隨水之媒介，其運動速度將較快。
- (六) 複合式破壞：上述兩種或兩種以上運動方式的組合。

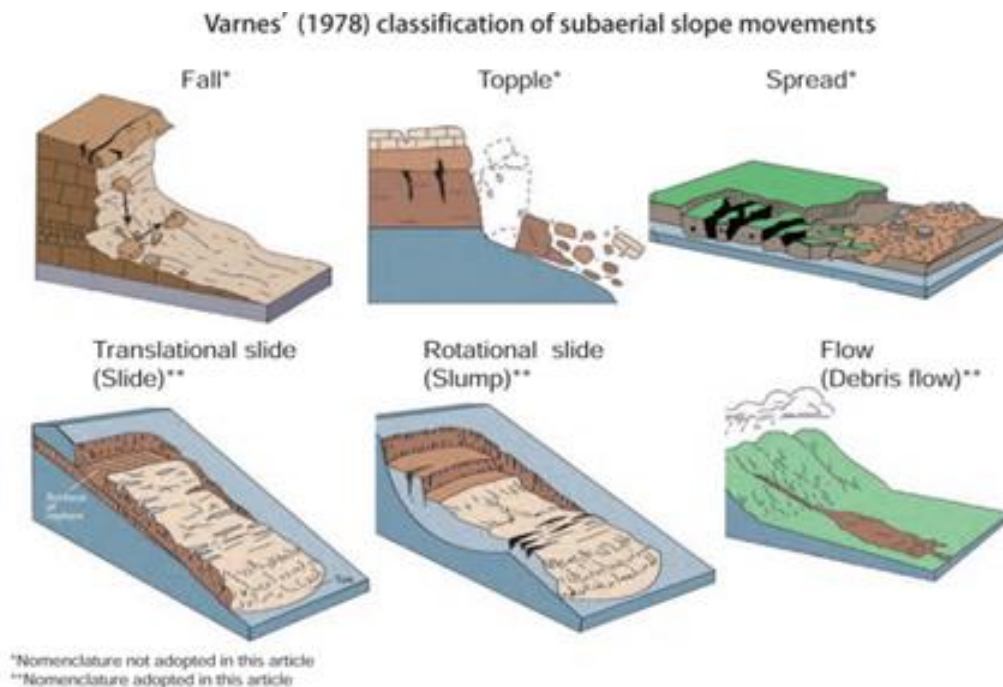


圖 1 Varnes (1978) 提出五種邊坡崩塌之分類方式

## 三、研究方法

### 一、設定分界

本文囿於篇幅之限制，係以虛擬長度之濁水溪為界，將臺灣分為濁水溪以北、以及以南之縣市，因此，如圖 2 所示，本區域崩塌資料所包含的縣市僅有雲林縣、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣、台東縣、澎湖縣。

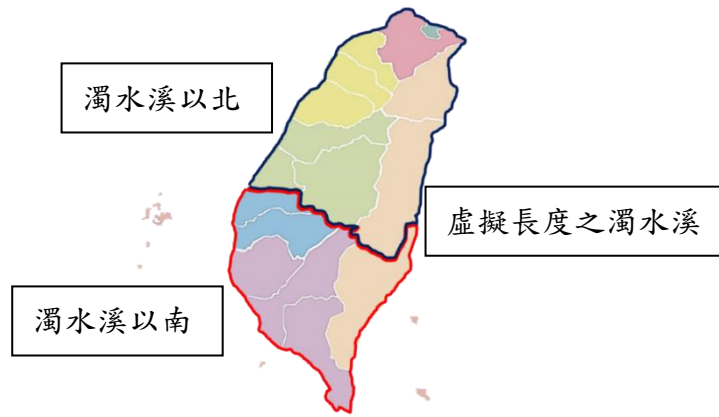


圖2 以濁水溪為分界之示意圖

二. 研究工具—軟體

(一) R 軟體歷史

R 軟體是由紐西蘭奧克蘭大學的羅斯·伊哈卡 (Ross Ihaka) 和羅伯特·傑特曼 (Robert Gentleman) 所開發，現今廣泛運用在各類行業和領域的數據分析中，如互聯網、製藥、環境保護等，亦即進行經濟劑量、財經分析、人文科學研究、用戶行為分析、以及人工智慧等...相關的計算工作；另，在「R 語言在大數據處理中的應用」(楊霞與吳東偉, 2013) 描述 R 語言是一種有統計功能與強大作圖功能之軟體，因此，本研究係採用此軟體進行臺灣崩塌災害之巨量資料研析。

三. 資料彙整

利用 R 軟體擷取資料之優點，由崩塌災害資料中 (如表 1) 擷取出相關影響之因子，分別為崩塌縣市之分佈、崩塌坡度、崩塌面積、崩塌深度、岩性—面積—坡度之雙變數、岩性—面積—坡度之多變數等。

表 1 崩塌資料之來源

| 災害類型 | 資料   | 來源              |
|------|------|-----------------|
| 崩塌   | 岩性   | 林務局             |
|      | 面積   | 林務局             |
|      | 坡度   | 林務局             |
|      | 縣市分佈 | 科技部災害管理資訊研發應用平台 |

四、研究結果

(一) 濁水溪以南崩塌大數據統計結果

1. 濁水溪以南各縣市依崩塌縣市來分類

依統計分析結果顯示，濁水溪以南各縣市以屏東縣之崩塌為 30.4% 較其他縣市多，其結果如圖 3 所示。

濁水溪以南各縣市崩塌數量比例

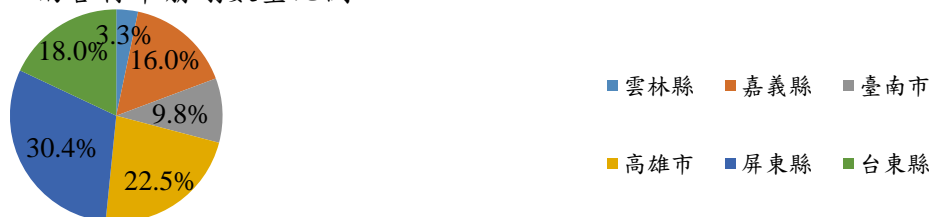


圖 3 濁水溪以南各縣市依崩塌數量之分布圖

2. 濁水溪以南各縣市依崩塌面積來分類

若以崩塌面積 10 公頃為界，將崩塌面積分為大面積與小面積，由圖 4 可知濁水溪以南各縣市之大面積崩塌數量較多，約占 58.6%。

濁水溪以南各縣市崩塌面積分布比例

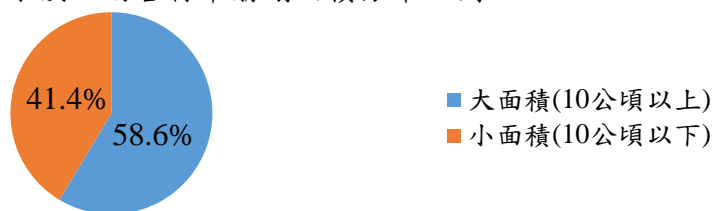


圖 4 濁水溪以南崩塌面積之分布圖

3. 濁水溪以南各縣市依崩塌平均深度來分類

若以崩塌深度 10 公尺為界進行分類時，深層/淺層崩塌之分析結果如圖 5 所示，由圖可見淺層崩塌之比例高達 97.4%。

濁水溪以南各縣市崩塌平均深度分布比例

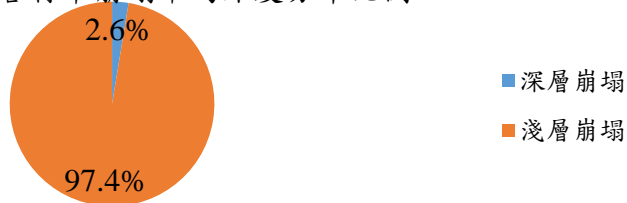


圖 5 濁水溪以南崩塌平均深度之分布圖

4. 濁水溪以南各縣市依崩塌坡度來分類

由圖 6 可知，崩塌大多集中於三至五級坡，其中以四級坡的 48% 為主要的崩塌坡度，其次為三級坡的 33%。

濁水溪以南各縣市崩塌坡度分級分布比例

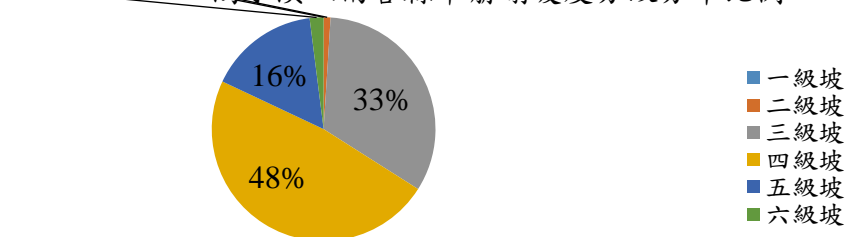


圖 6 濁水溪以南崩塌坡度分級之分布圖

(二) 濁水溪以南崩塌大數據之雙變數統計結果

1. 依岩性—面積大於 10 公頃來分類

由圖 7 可知，「千枚岩、板岩、夾砂岩」以 43% 居冠，其次為「硬頁岩、板岩、千枚岩」之 32%；依據該圖得知，於濁水溪以南當大面積崩塌發生時，此兩種岩性發生之比例最高。

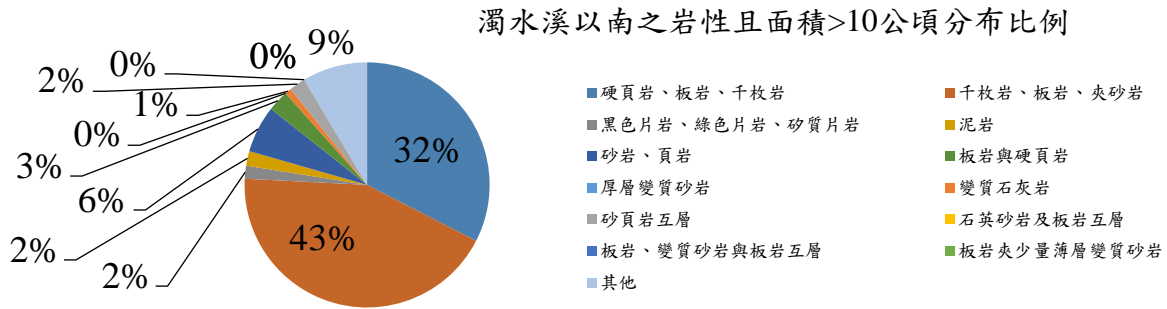


圖 7 濁水溪以南依岩性—面積大於 10 公頃之分布圖

2. 濁水溪以南依岩性—面積小於 10 公頃來分類

由圖 8 觀察出，岩性與面積小於 10 公頃之崩塌仍是以「千枚岩、板岩、夾砂岩」之 31% 為最多，其次為「硬頁岩、板岩、千枚岩」為 27%；另，由圖亦可得知，濁水溪以南大、小面積崩塌之岩性以「千枚岩、板岩、夾砂岩」、「硬頁岩、板岩、千枚岩」為主要之成份。

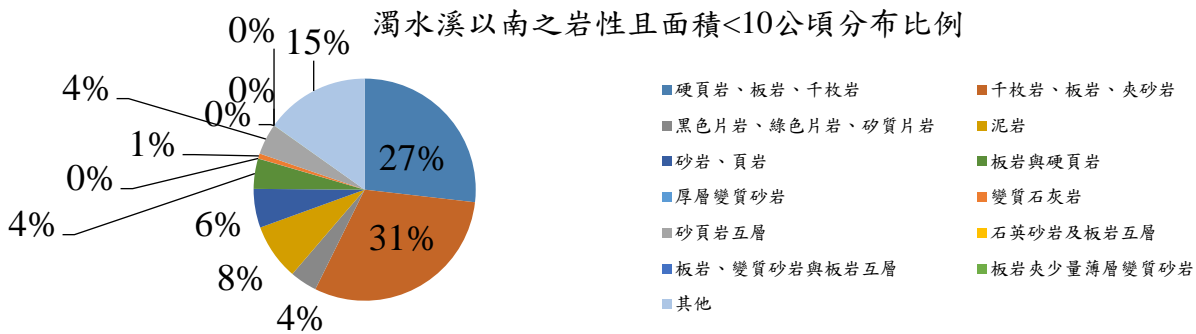


圖 8 濁水溪以南依岩性—面積小於 10 公頃之分布圖

(三) 濁水溪以南崩塌大數據之多變數統計結果

1. 濁水溪以南之三種岩性—面積大於 10 公頃—四級坡來分類

由圖 9 所示，「千枚岩、板岩、夾砂岩」之分布為 50%，「硬頁岩、板岩、千枚岩」為 47%，此兩種岩性於崩塌面積大於 10 公頃且坡度為四級坡時之比例頗為接近。

濁水溪以南之三種岩性—面積大於 10 公頃—四級坡



圖 9 濁水溪以南之三種岩性—面積大於 10 公頃—四級坡之分布圖

2. 濁水溪以南之三種岩性—面積小於 10 公頃—四級坡分類

由圖 10 顯示，於濁水溪以南之崩塌多集中在「硬頁岩、板岩、千枚岩」，其比例為 47%，而「千枚岩、板岩、夾砂岩」為 48%，若進一步探究崩塌發生之比例，仍是以「千枚岩、板岩、夾砂岩」為主。

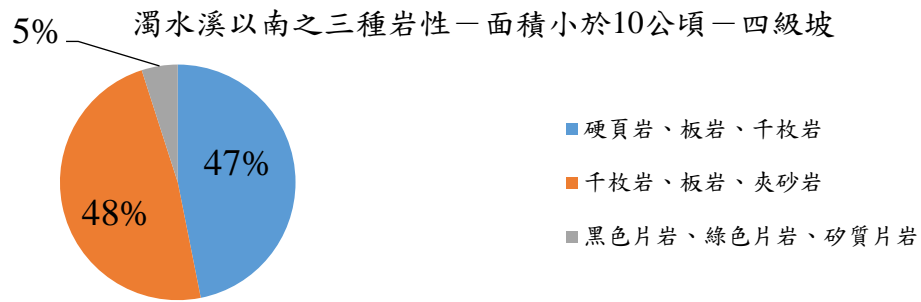


圖 10 濁水溪以南之三種岩性—面積小於 10 公頃—四級坡之分布圖

## 五、結論與建議

### 5.1 結論

1. 濁水溪以南各縣市中（本研究定義為雲林縣、嘉義市、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣、臺東縣、澎湖縣）以屏東縣崩塌比例 30.4% 為最高。
2. 以崩塌面積 10 公頃為界進行分類時，濁水溪以南各縣市之大面積崩塌比例為 58%。
3. 以崩塌深度 10 公尺為界進行分類時，濁水溪以南各縣市之淺層崩塌高達 97.4%，由此可見，若以崩塌深度 10 公尺以上/以下來定義深層/淺層崩塌時，本區域較容易發生淺層崩塌。
4. 濁水溪以南各縣市之崩塌大多集中在三至五級坡，其中以四級坡之 48% 為主要崩塌之坡度。
5. 依岩性—面積大於 10 公頃來分類時，濁水溪以南當大面積崩塌發生時，以「千枚岩、板岩、夾砂岩」與「硬頁岩、板岩、千枚岩」等兩種岩性之發生比例最高。
6. 依岩性—面積小於 10 公頃來分類時，濁水溪以南崩塌之岩性依以「千枚岩、板岩、夾砂岩」與「硬頁岩、板岩、千枚岩」為主。

### 5.2 建議

1. 多數崩塌之資料無法直接在林務局網站下載而需逐筆以手動的方式輸出，因此，若能將巨量數據直接擷取，將大幅提升其效率與人為輸入之誤差，對本崩塌之大數據研析有極大的助益。
2. 本文囿於篇幅之限制，僅列出虛擬長度之濁水溪以南的崩塌事件為研究主體，未來尚可呈現出濁水溪以北之縣市，其包括基隆市、新北市、臺北市、宜蘭縣、桃園市、新竹市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、南投縣、彰化縣、花蓮縣、金門縣、以及連江縣等。

## 六、參考文獻

- <http://dmip.tw/Lone//basicdata/historydb.aspx>，2019/09/03 瀏覽。
- <https://gis3.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/t3/index1.cfm>。
- <https://read01.com/EPzjKJ.html>，2019/08/25 瀏覽。
- [http://viewpoint.pts.org.tw/ptsdoc\\_video/%E6%95%91%E5%91%BD%E5%A4%A7%E6%95%B8%E6%93%9A/](http://viewpoint.pts.org.tw/ptsdoc_video/%E6%95%91%E5%91%BD%E5%A4%A7%E6%95%B8%E6%93%9A/)，2019/08/25 瀏覽。
- <https://zh.wikipedia.org/wiki/R%E8%AF%AD%E8%A8%80>，2019/08/25 瀏覽。
- 黃琬婷，傳統分析與大數據分析之比較，2017。