

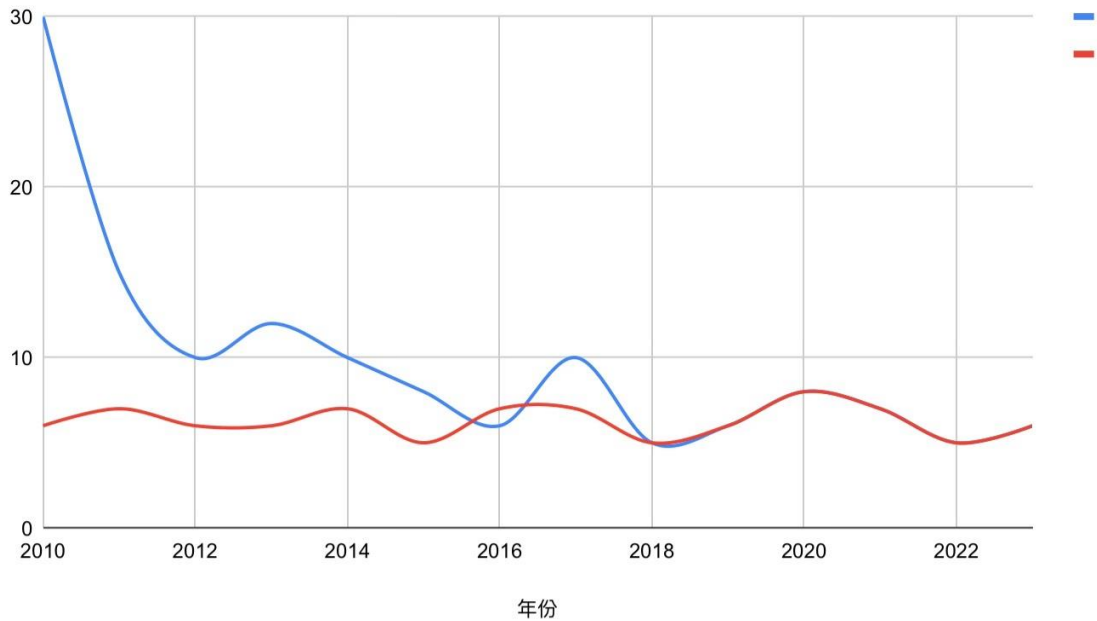
2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組成果報告

題目名稱： 洪水猛獸-土石流形成的部分因素
一、摘要
土石流為不可避免的天然災害，且每逢豪雨來臨時各地皆會發生大大小小的土石流。透過政府單位提供的土石流案例來分析雨量、地震和坡度對其有無影響。統整出各項資料使我們更了解不同縣市土石流潛在風險區域在何處。如此一來，不僅可以知道當地山坡土壤穩定性，更能提高對土石流發生的警覺性。
二、探究題目與動機
由於臺灣位於亞熱帶地區，在梅雨季(5、6月)及颱風季(7至9月)常有豪雨和強風，這些天氣所引發的洪水、山洪暴發以及土石流等災害，時常對當地民眾造成威脅和損失。而臺灣因位於環太平洋地震帶，板塊交界處的地理環境也使其成為地震頻發區，小至無感地震，大至劇烈搖晃或造成人命損失。此外，臺灣地形多高山、丘陵，我們觀察到當這些天然災害發生時，時常伴隨土石流和地層鬆動，土石流的發生往往是由降雨引起，當土壤過飽和時，無法再承受重力而開始滑動，造成大量泥沙、石塊等流動至低窪地區，破壞土地和基礎建設。既然無法杜絕天然災害的發生，那我們想探討可以避免居住在哪些高風險地區，以及統整出臺灣各大土石流案件的因素。
三、探究目的與假設
目的：根據往年水災、地震來臨時，何處發生土石流，分析臺灣過去曾發生土石流的重大案件與地形、雨量和坡度有無絕對關聯性。 1.由於過去颱風過後，常有土石流事件發生，所以發生土石流為颱風帶來的雨量造成，而非颱風發生次數所造成。 2.過去地震過後，山地、峽谷地形土壤鬆動，使颱風暴雨來臨時土石流發生機率更高。 3.在台灣，土石流發生機率為不論坡度，皆會發生。
四、探究方法與驗證步驟
驗證假設一： 探究方法 1： 我們透過歷史數據分析及時間序列統計分析來驗證「颱風」與「土石流發生」的關聯性。 分析 2010 年到 2023 年土石流事件與颱風來襲的時間相關性，確認兩者之間是否有顯著的因果關係。

*藍色線條為土石流發生次數，紅色線條為颱風數量。

2010年到2023年颱風數量及土石流發生次數關係



(圖一)颱風數量及土石流發生次數關係圖

由此圖可知土石流次數和颱風數量無關，而是和颱風帶來的大量雨量有關。

探究方法 2：計算颱風後 1~3 天內是否有大量土石流事件發生

(表一)颱風和土石流關係表

年份	颱風名稱	登陸日期	土石流發生時間	土石流是否為1~3天內發生
2014	麥德姆颱風	7月23日	23日凌晨 (花蓮馬遠村)	是
2015	杜鵑颱風	9月28日	28日22時 (新北坪林)	是
2016	尼伯特颱風	7月8日	9日7時 (泰源南溪)	是
2016	莫蘭蒂颱風	9月14日	15日4時 (紅葉村)	是
2016	梅姬颱風	9月27日	27日14時 (新北新店)	是
2017	海棠颱風	7月30日	30日22時 (屏東枋山)	是
2019	利奇馬颱風	8月9日	13日8時 (嘉義中埔)	否
2023	海葵颱風	9月3日	4日12時 (花蓮壽豐)	是
2024	凱米颱風	7月24日	26日11時 (南投信義)	是

由此結果可知土石流多集中在颱風後 1~3 天內發生，顯示出颱風和土石流的發生有關係。

驗證假設二：

(表二)2012 年至 2024 年花蓮縣發生土石流案例

日期	地點	規模	豪雨	颱風	地震
2012.8.2	花蓮 秀林 和平村 和中部 落	總堆積土方量約315000立方公尺	717.6mm	蘇拉颱風	無
2021.10.12	花蓮 秀林 銅門村	總堆積土方量約4800立方公尺	290mm	圓規	無
2022.4.26	花蓮 秀林 富世村	總堆積土方量約176000立方公尺	連續降雨	無	有
2023.7.27	花蓮 秀林 富世村	總堆積土方量約6000立方公尺	534mm	杜蘇芮颱風	無
2024.4.3	花蓮 秀林 崇德村	總堆積土方量約56000立方公尺	無	無	有(0403)
2024.6.20	花蓮 秀林 景美村	總堆積土方量約22800立方公尺	45.3mm	無	有(0403)
2024.6.29	花蓮 秀林 和平村	總堆積土方量約1600立方公尺	221.2mm	無	有(0403)
2024.7.25	花蓮 秀林 和平村 台9丁線65.5k	總堆積土方量約30000立方公尺	504mm	凱米颱風	有(0403)

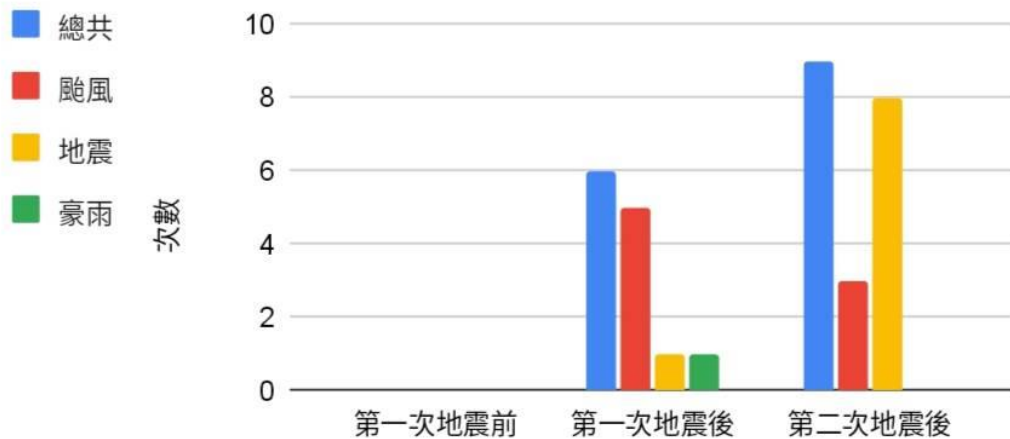
(表三)由表二蒐集到的颱風資訊

日期	經度	緯度	規模	深度
2009.12.19	121.66	23.79	6.92	43.78km
2024.4.3	121.65	24.13	6.56	13.44km

(表四)地震發生資料

颱風名稱	侵台日	最大強度	影響地區
蘇拉颱風	2012.8.2	中度	花蓮秀林、東北角、馬祖
圓規颱風	2021.10.11	輕度	菲律賓、巴士海峽
杜蘇芮颱風	2023.7.28	中度	巴士海峽、屏東、金門
凱米颱風	2024.7.25	強烈	菲律賓、宜蘭、新北、花蓮、台東、桃園

土石流發生次數圖



(圖二)土石流發生次數圖

根據上面的數據及圖表發現地震過後發生的土石流災害大幅增加，尤其第二次地震（0403）後，土石流的報告顯示，土石流的起因都源自於地震，因地震過後土石鬆動，導致遇上豪雨與強颱風時容易形成土石流。雖然在地震的當下並沒有顯著的影響，但之後颱風所帶來的豐沛雨水或連續降雨也會形成嚴重的土石流災害。此事件支持地震會影響土壤的穩定性，提高發生過嚴重地震的地區颱風或連續降雨時土石流發生的機率。

驗證假設三：

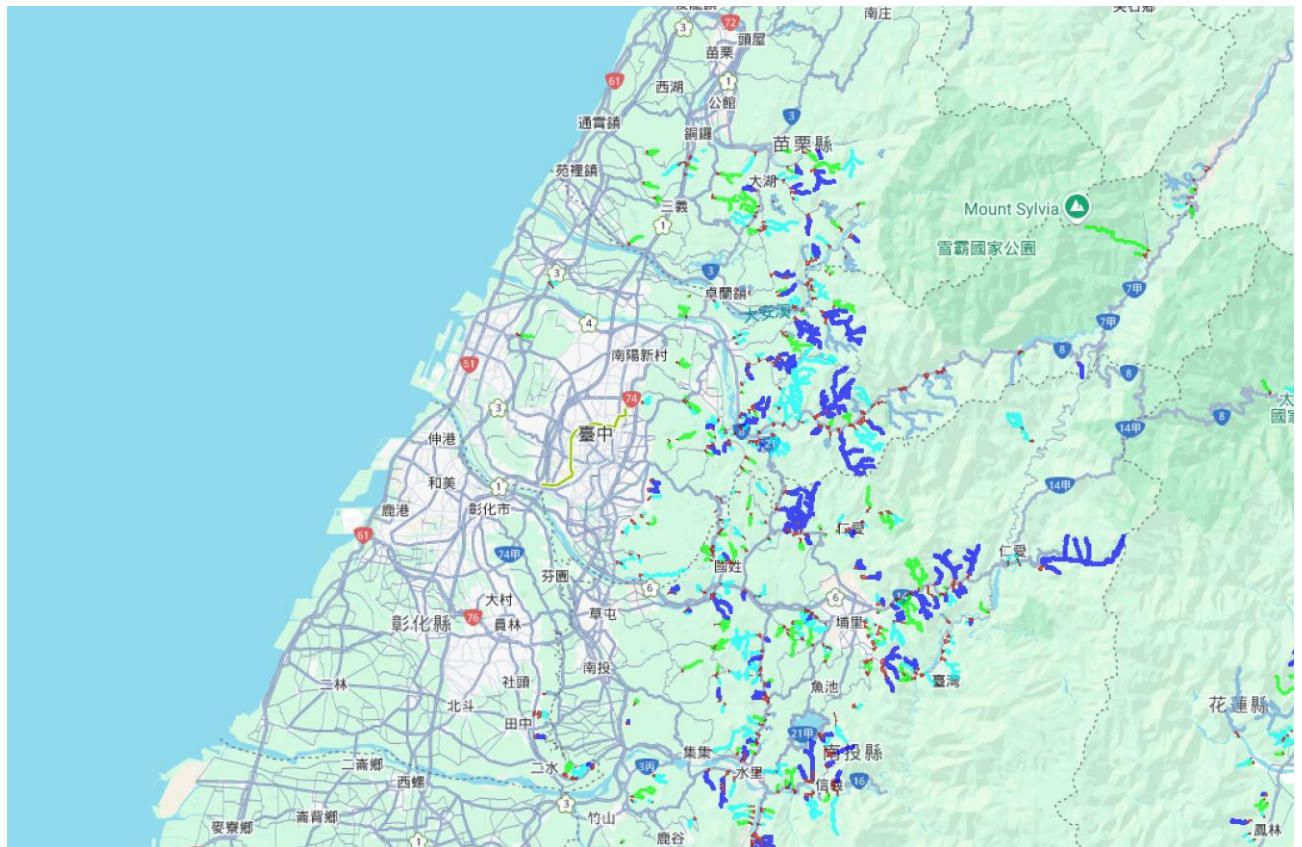
當降雨時，山坡地土壤混含大量水分，加上其中大小不一的岩塊與泥沙，土壤因此呈現流體形，而流體沿著地形坡面向下快速流動，便形成土石流，通常發生於大雨過後。另外，土石流發生區位於坡度較陡且流速快的上游，兩側山坡與中間土石流動處呈V字形，土石流發生前除了強烈降雨外，亦有崩塌情形或疏鬆的岩屑和落石堆積；中段稱為坡度次陡的流動區；最後所有泥沙、泥土和洪水聚集於下游的堆積區，坡度較緩且流速慢。

我們透過 113 年山陀兒颱風對台灣特定地區造成的影響來驗證山坡地坡度和土石流發生機率無關。以下為 113 年 10 月 3 日至 10 月 5 日山陀兒颱風登陸時造成臺東縣山坡地受損資料。

(表五) 山陀兒颱風登陸時造成臺東縣山坡地受損程度資料

地點	影響範圍及坡度	時間	原因	和豪雨有無關聯
台東縣卑南鄉 溫泉村	鎮樂橋 (仰角 20 度)	2024/10/05 00:00	溪水暴漲造成 堆積於鎮樂橋	有 累積雨量： 593.6mm
台東縣太麻里 鄉 華源村	華源南北坑 (仰角 60 度)	2024/10/04 00:00	房屋因土石流 堆積而受損	有 累積雨量： 593.6mm
台東縣金峰鄉 新興村	北太麻里溪、 文里溪 (仰角 90 度)	2024/10/03 00:00	土石流沖毀版 橋	有 累積雨量：376mm

由此表格可知，無論坡度為多少，山坡地土壤擁有足夠水分使泥土呈現流體狀，便會發生土石流，小則造成土地流失，大至摧毀建築物。



(圖三)參考經濟部地質調查及礦業管理中心所了解到的土石流淺勢溪流，希望藉此探討台灣有那些地區為潛在土石流發生區域。

經由小組討論，我們發現土石流的發生與天然災害，例如地震與颱風，有著密不可分的關係。當颱風來襲時，強烈降雨會使土壤迅速吸收大量水分，導致土壤飽和、結構鬆散，進而引發土石流。而地震則透過劇烈搖晃使地層不穩，造成山坡鬆動、裂縫擴大，當遇上降雨時，更容易形成大規模的土石滑動。因此，土石流往往是多種天然災害交互作用下的結果，威脅著山區居民的生命與財產安全。

五、結論與生活應用

在台灣山多平原少，不少位於山腳下的村落時常遭受土石流的威脅。當土石流發生時，可能一夕之間辛苦建立的家園或農地就被摧毀，根據這些數據，人們可以評估居住地是否位於潛在土石流區域，並在颱風季節前做好房屋地基檢查及排水系統維護，以減少可能的災害影響。農民應避免在容易發生土石流的山坡地大規模耕種，而是改採梯田式農業或增加植被覆蓋，以減少水土流失。配合精準氣象預測技術，也能讓農民調整農作物種植時間，降低因颱風與土石流導致的農業損失。透過這些研究成果的應用，人們都能更有效地預防土石流災害，降低災害對生命與財產的威脅，並提升整體的防災意識與應變能力。

參考資料

1. 國家災害防救科技中心 (<https://datahub.ncdr.nat.gov.tw/>)
2. 中央氣象署地震測報中心 (<https://scweb.cwa.gov.tw/>)
3. 農業部農村發展及水土保持署 (<https://246.ardswc.gov.tw/>)
4. CODiS 氣候觀測資料查詢服務 (<https://codis.cwa.gov.tw/StationData>)
5. 颱風資料庫 (https://rdc28.cwa.gov.tw/TDB/public/warning_typhoon_list/)
6. 土石流及大規模崩塌防災資訊網
(<https://246.ardswc.gov.tw/Achievement/DisastersContent?EventID=488>)
7. 經濟部地質調查及礦業管理中心 (<https://www.gsmma.gov.tw/nss/p/G001c>)
8. 國立自然科學博物館
(<https://www.nmns.edu.tw/ch/exhibitions/special-exhibitions/Exhibition-000522/>)