

土石流大「災」問

文圖 | 陳振宇 水土保持局

由於台灣地形與地質條件不佳，再加上颱風季節暴雨集中等不利的氣象條件，每逢颱風、豪雨季節，在強大雨水沖刷之下，常產生土石流災害，山區居民生命財產、整體產業經濟發展及運輸通路倍受土石流的威脅與考驗。民國 88 年 921 大地震後造成災區土石鬆動，而民國 90 年之桃芝、納莉等颱風相繼侵台，導致台灣地區空前的土石流災害，更使土石流成為山坡地土砂災害之代名詞。

土石流是什麼？

土石流係指泥、砂、礫及巨石等物質與水之混合物，受重力作用後沿著坡面或溝渠所產生之流動體，外型與一般常見之混凝土砂漿極為相似，因此常被比喻為「天然預拌混凝土」。土石流發生時，由於石塊不斷撞擊、切割、侵蝕溪谷，使得土石流在運動過程中如滾雪球一般，流動體越滾越多，再加上本身強大的衝擊力，常造成下游及兩岸居民之重大災害，最後在溪谷口坡度較平緩之處形成扇狀堆積地。



台中縣和平鄉博愛村松鶴地區於 93 年七二水災土石流災後全景



土石流之發生條件與危險區域

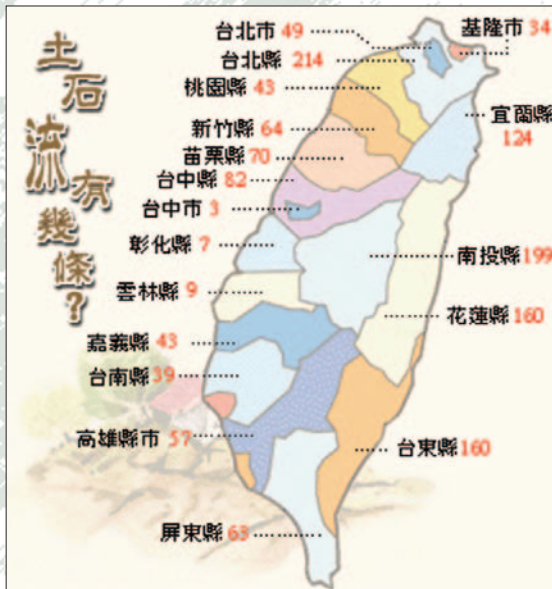
土石流的發生原因與危險區域為何？

形成土石流之基本要件為豐富的堆積物、充分之水分及足夠的坡度等 3 項。其中，豐富的鬆散土砂提供形成土石流所需的固態物質；充分之水分潤滑土石流內固體物質並降低固態物質的摩擦力，促使固態物質液化以助於流動；足夠大之坡度供給土石流流動之動力，使土石流克服摩擦力後繼續向低處流動。

由於土石流運動具有直線性，且影響範圍並非像水災為全面性，故其受災範圍多侷限於土石流潛勢溪流附近之局部地區；一般而言，較危險之地區係位於「上游崩落地滑區」、「溪流兩岸易崩區」及「下游谷口扇狀地」。

台灣地區的土石流在那裡？

事實上，台灣地區有超過 2 萬條野溪都有可能發生土石流，但為何行政院農業委員會水土保持局只有公開 1,420 條土石流潛勢溪流？原來，土石流潛勢溪流之判定，是基於「發生度」及「保全度」二項



台灣地區之土石流潛勢溪流分布情形

指標綜合評估而來的。其中「發生度」，主要係以上游集水區面積、集水區內岩體之岩性、通過集水區內之斷層長度，以及溪流上游之崩塌面積等 4 項因素做為發生度之指標；同時考慮對「保全對象」(包含住戶、學校、旅舍、公共建築物、公路、橋樑、農地等)之危害度，以下式作為評估公式：

土石流潛勢溪流優先處理順序
= 發生度 × 保全度

例如，某條野溪即使發生度為 100%，但若無保全對象時 (保全度為 0%)，則 2 者相乘結果仍為 0。亦即此條野溪即使常常發生土石流，但因為不會造成任何傷害，所以政府並不會將之列為土石流潛勢溪流。

要如何知道住家附近有沒有土石流潛勢溪流？

如果想要知道住家附近有沒有土石流潛勢溪流，您可以上網連結「土石流防災應變系



土石流防災應變系統與土石流警告標誌

統」(<http://fema.swcb.gov.tw>) 查詢，或者留心住家附近有沒有土石流警告標誌。

土石流發生時有沒有徵兆？

當土石流構成之雨量多、土石多及坡度多等「三多」條件一成立，土石流便可形成。依據各項文獻指出，一般土石流發生時，有溪水混濁、流量變大或變小、水流聲變得尖銳及上游處有火花發生…等多項徵兆產生。

時間點	徵兆	原因
幾小時前	1. 附近有山崩或土石流發生	因其他的坡地斜面或許也不安全
一小時前	2. 野溪流量突然增加	因為上游地帶有豪雨
幾分鐘前	3. 有異常的山鳴	因山崩的預兆或山崩已發生
發生土石流	4. 泉水停止	因斜面變形、水路閉塞
	5. 溪水中帶有流水	因發生山崩或溪岸沖蝕
	6. 溪水異常混濁	因發生山崩或溪岸沖蝕
	7. 溪流中有石頭之摩擦聲音	因溪流流量增大
	8. 有怪臭味	因上游發生山崩，為上游腐植層之臭味
	9. 有樹木裂開之聲音	因上游已發生土石流
	10. 動物有異常行為	因人沒有辦法感受到的異常事發生
	11. 溪水流量急劇減少	因上游之野溪閉塞
	12. 有「GO」的聲音	因土石流發生
	13. 見到像雷光的閃電	因土石流發生
	14. 有水柱	因土石流發生

土石流發生之徵兆表

土石流可以預測嗎？

藉由土石流發生時的徵兆，我們可以各種先進儀器，進行土石流發生時各項資訊的蒐集與現象之觀測，期能提早預警，以避免土石流發生時造成人民生命財產損失。目前國內外所發展出的各種土石流監測系統，主要可分為接觸型及非接觸型 2 種觀測方式：

1. 接觸型監測系統

接觸型土石流監測系統，係以土石流發生後之各種徵兆與特性進行觀測與比較，常用者如利用鋼索檢知器架設於河道兩岸，當土石流流過時會扯斷鋼索因而發出警訊，此外，由於土石流發生時會有巨礫撞擊河床而傳出「GO」的聲響，並且河道兩側附近之地表亦會產生震動（此種因土石流造成之地表震動又可稱為土石流地聲），即可以地聲檢知器量測土石流地聲訊號來研判是否已發生土石流。

一般認為，接觸型監測系統之優點為準確性較高，疏散時機點決策容易；但缺點是所能提供之應變時間較短，建置與維護成本較高，維護不易，且只適合用於小範圍、局部區域之土石流警戒與監測。目

前我國及日本多用接觸型監測系統來提供相關研究及研訂土石流警戒基準值之參考資料，實際發布土石流警戒時，則較少使用此種模式。

2. 非接觸型監測系統

由於土石流之發生條件（雨水夠多、土石夠多、坡度夠大）可概分為長期潛勢因子，及短期激發因子 2 類。吾人可依據集水區面積及上游是否有崩塌等因子，配合是否有保全對象，來決定某條野溪是否需列入土石流潛勢溪流。但這條土石流潛勢溪流在某次颱風期間是否會發生土石流，則仍得視該地區於本次颱風期間之實際降雨多寡而定。亦即如果我們如能事前藉由統計等方式，將該地區歷次土石流發生當時之雨量資料統計出來，並該雨量值定為「土石流警戒基準值」，則日後當颱風豪雨期間，只要現地實際觀測之雨量超過「土石流警戒基準值」時，即表土石流極可能將要發生，此時即可作為執行疏散避難時機之重要決策參考，相關單位或民間自主防災組織即可主動通知該區域內土石流潛勢溪流附近民眾儘速疏散。

本方式亦可稱為事前型之監測方式，

優點為所能提供之應變時間較長，缺點為準確性較差，目前包括日本及我國等土石流流路較短之國家，多採用此種作為土石流災害之主要預警模式。

土石流黃色及紅色警戒代表什麼意思？

由於雨量是土石流發生的重要因素，當氣象局發布某地區之預測雨量大於該地區之土



土石流之發生條件與預警模式

土石流警戒基準值時，水土保持局即針對該地區發布黃色警戒，此時地方政府應進行疏散避難勸告；若某地區實際雨量超過土石流警戒基準值，則代表累積雨量已經很大了，隨時有可能發生土石流，則水土保持局即針對該地區發布紅色警戒，地方政府得視實際狀況進行強制疏散。

民眾要如何知道住家附近有沒有發布土石流黃色或紅色警戒？

土石流警戒區發布後，水土保持局會利用 5 種管道通知附近居民，包括：

1. 電視新聞跑馬燈。
2. 網路公布 (<http://fema.swcb.gov.tw>)。



土石流黃色及紅色警戒區發布時機



土石流潛勢溪流影響範圍圖

3. 傳真與電話通報地方政府災害應變中心。

4. 語音廣播及手機簡訊通知緊急聯絡人。

5. 當地土石流防災專員協助通知居民。

民眾亦可撥打土石流防災專線 0800 - 246 - 246 (土石流 - 土石流) 詢問。

已發布土石流紅色警戒區時，是否需全鄉或全村疏散？

事實上，土石流災害是 1 種局部性災害，有其一定的影響範圍，故疏散時只需優先針對土石流潛勢溪流影響範圍內的保全對象進行疏散，並非全鄉或全村均需疏散。

民眾平時應如何作好土石流防災整備工作？

家庭平時應備妥防災物品，像是通訊設備、醫療用品、照明設備飲食裝備、防災用品、隨身衣物貴重物品等等，這些物品平常就應該收在 1 個明顯易取的背包裡，只要一有緊急狀況，便可以很快速的

拿到，並逃離現場。同時，由於土石流是直線向下運移的，所以民眾疏散時要向溪流兩側高地疏散，千萬不要向下游疏散。此外，社區應事前完成疏散避難編組及避難處所整備，讓民眾熟悉避難處所位置，並架設簡易雨量進行自主防災觀測，且在防汛期前完成演練。🌿