

91年水土保持宣導專輯(2)

土石流災害防治

農委會水土保持局工程組股長 / 王晉倫

前言

台灣地區因地質及自然環境影響，經常發生土石流，早期山區開發較少，即使有土石流發生，因對人民生命財產及公共設施造成之災害較少，故較不為人們所注意。惟隨著人口的增加，經濟的快速發展，山坡地開發加速進行，引進了大量的居民進住，公共設施如公路、產業道路亦隨著大量興建，一旦發生土石流，災害損失自然增加很多，因此土石流逐漸為人們所重視，85年7月31日賀伯颱風來襲，南投縣陣有蘭溪集水區信義鄉及水里鄉多處發生土石流災害，造成死亡及失蹤共41人，財產及公共設施損失更難予估計，因平面及電子媒體密集的報導，尤其是神木村土石流災害現場實地拍攝影片的播放，造成整個社會極大的震撼，讓大部份的民眾知道土石流究的威力，土石流這個名詞，也成為多數人口中的普通名詞；「921」震災發生後，中部地區山坡地地質結構鬆軟且因多處淺層崩塌，每遇豪雨常造成土石災害頻傳，從此，土石流已成為坡地災害之代名詞了。

90年桃芝颱風於7月30日來襲，挾帶充沛雨量造成南投縣及花蓮縣重大土

砂災害，經查估水土保持相關災情達755處，復建經費估約13.5億元，接後納莉颱風再次於90年9月16日緩慢登陸台灣，由於洪水頻率超過2百年，造成嚴重之災害，經查估水土保持災情計457處，查估復建經費計16.44億元，以上二次颱風，又再次加深人民對土石災害之印象。

台灣山坡災害現況分析

一、坡地環境現況

台灣本島地體構造是由於歐亞大陸板塊與菲律賓板塊擠壓上升而成，是以台灣山脈呈現南北走向，且屬於多山的地理環境，地狹人稠、地形地勢陡峭、地質構造複雜，在台灣全區總面積約為3,602,042公頃，平原地區只佔總面積四分之一強，山坡及高山地區則有四分之三弱，且中央山脈縱貫南北，地勢高聳突出、地形呈南北長東西窄之紡錘狀，以南北為走向，北起宜蘭縣富貴角，南至屏東縣鵝鑾鼻，全島縱深總長約為390公里，東由秀姑巒溪口，西至濁水溪口，寬約140公里，島中央偏右為脊樑山脈，主分水嶺為中央山脈，故可分為脊樑山脈、雪山山脈、玉山山脈，主峰為玉山。根據統計，全島平原地區面

積961,980公頃(26.71%)，山坡地面積983,542公頃(27.31%)，高山地區(含國有林、試驗林及保安林)1,656,520公頃(45.99%)。

二、坡地災害種類

台灣地區地質複雜、地形陡峭、降雨集中、多颱風、多地震，是以山坡地因自然條件不良所產生之嚴重災害乃為台灣地區之明顯特性與現象。然卻往往因人類之不當開發與利用，且對水土保持工作之忽略，更加速山坡地災害之擴大產生，而造成大自然反撲，如坡地開發整地切挖坡腳肇致邊坡崩塌、開礦(路)、剷木、濫墾、濫建、濫葬導致水土流失或過分抽取地下水而引發地層下陷、大面積(範圍)掠奪耕作山坡地而引發土壤侵蝕加速、降低邊坡穩定性及助長洪患等，均不容忽視。故據此可推知坡地災害型態可列述如下：

(一)崩塌：由於台灣本島地殼活動活躍，岩層受過劇烈擠壓，斷層多且破碎，並經強烈的風化與侵蝕，地形陡峭，是崩塌的潛因，2,510公釐的年平均雨量中，有70%集中在5至10月，河川均短而陡，平均侵蝕深度0.3至20mm/yr，此等集中豪雨與河川侵蝕，再加上地震，是崩塌的主要自然誘因，近年來為了疏散人口壓力及推動經濟建設，人類活動範圍，除了少部分往海埔新生地發展外，大多朝向坡地拓展，坡地的不當開發是主要的人為因素，早期崩塌多為天然因素，現今已有一部分屬人為不當因素。其中天然因素大多為岩

層礦物性質、地質構造、地下水賦存現狀、地形坡度與坡高、植生、土壤或岩石本身強度等，其所造成之崩塌原因多起於岩層風(軟)化、孔隙水壓增加、地震、高降雨量、地質構造脆弱、土壤沖蝕嚴重等。而人為因素則以坡頂負載加重、坡趾破壞、坡頂水量增加、坡面排水不良與地下不當開挖等人為活動所致，通常崩塌規模較小，且無明顯的滑動面，滑動速度快，且滑落之材料受嚴重破壞者，其多發生在較陡的邊坡，與地形的關係較密切，如台北汐止林肯大郡崩滑災害、台北縣三峽鎮白雞山莊等。

(二)地滑：在崩塌的災害種類中，規模較大，具較完整之滑動面，滑動速度緩慢，時動時停，且滑動邊坡材料並未受到太大的破壞者，可稱為地層滑動或地滑，其較常發生在較緩的邊坡，且多分布在某些特定地質環境內，如台中縣和平鄉梨山地區地層滑動。

(三)土石流：土石流災害顧名思義為土砂、岩石所混合夾雜地表逕流所產生之砂/土石混合流體災害。其造成土石流自然因素為地滑、山崩、侵蝕、地質、土壤、雨量等；人為因素則與開路、營建棄土傾倒、伐木、特定區域之開發整地、採礦、濫墾、濫建、濫葬、農耕等息息相關。唯因台灣地區地形地勢陡峭、地質構造脆弱、且為颱風豪雨特多地區，只要在山坡地上有人為不當活動就易助長土石流災害之形成而危及公共設施及生命財產安全，如85年之賀

- 一 伯颯風造成南投縣信義鄉豐丘村及神木村之土石流災害及本年於南投縣埔里鎮蜈蚣里、雲林縣古坑鄉華山村及嘉義縣阿里山鄉豐山村等災害即為明顯案例。

(四)地震：地震大小常用地震規模(級數)及地震強度來表示。地震發生時會產生地搖現象，其破壞力與地震規模、至震央距離、及岩層的特性有關。地震常伴隨的是地表斷裂、位移現象，所以地震發生在陸上會產生山崩、地裂、地斜、地陷等；發生在海上時會產生海嘯，88年9月21日凌晨所發生芮式7.3之集集大地震，造成中部地區坡地災害即為一例。

三、治理方向

由於中部地區於「921」震災後地質結構仍尚未穩定，故經歷桃芝及納莉颯風影響，仍造成土砂災害產生，故今後雨季來臨時，應需加強防範，為此，積極處理與因應土砂災害，已成為政府重要之施政工作；今後將藉由本次桃芝及納莉颯風處理經驗為基礎，同時落實行政院專案核定之「加強全面造林整治土石流計畫」及「國土保安計畫—解決土石流災害具體執行計畫」，並依據「土石流災害防救業務計畫」辦理各項應辦事項，期以事前防範措施及國土管理觀點達到減災、消災、避災及防災等目的，以減少颯風期間之人民生命財產損失，同時配合各項整治工程，辦理土石流及崩塌地源頭水土保持處理、治山防災工程及植生工程，期以多元化方式，減少二次土砂災害，以上各項計

畫，具體執行內容重點摘要如下：

(一)坡地災害資訊調查及資訊的公開與宣導：

1. 土石流潛勢溪流調查：農委會於81至85年間已完成台灣地區第一階段調查，總數485條，88年「921」震災後，水土保持局針對重建區進行第二階段調查，並將有效集水面積由10公頃降為3公頃，調查內容包含危險等級判定、保全對象調查及緊急連絡人建檔，更新後全台灣地區土石流總數增為722條，90年桃芝颯風過後，針對全台灣地區進行第三階段調查，預估可達1,500條。

2. 崩塌地調查：「921」震災後，水土保持局即進行第一階段調查，並利用「921」震災後新拍航空照片並配合電腦輔助航照判釋工作流程，藉以最短時間內瞭解崩塌地分佈，並完成崩塌地危險等級之分級，該項危險等級之區分主要係以崩塌地位置是否有重要公共設施或建築，將崩塌地區分為A、B、C、D等四種等級，調查結果重建區崩塌地計15,977公頃，90年桃芝颯風過後，針對全台灣地區進行第二階段調查，預估可達45,000公頃。

3. 坡地災害資料整合及網際網路地理資訊系統建置：已將各項坡地災害資料建立圖冊，分送各相關單位參考，並建立網際網路地理資訊系統，將已完成之土石流潛勢溪流、崩塌地等多項坡地調查結果資料之整合並與河川集水區劃定工作相結合，並藉以評定各子集水區治理之優先順序，並將保全對象資料

庫、疏散路線等資料陸續數位化建檔，並建立颱風豪雨災情查報系統，以瞭解災害分佈及防救災計畫執行之依據。

(二) 建立危險之預警及避難系統

1. 檢討提升土石流觀測系統之準確率，並對土石流危險地區，建立與氣象預報相結合之分級預警機制，該項工作，將以非接觸性監測方式，配合應用中央氣象局即時雨量資料，進行土石流警戒分區與發生基準值及降雨警戒值分析之訂定，同時配合自動化通報作業，以自動傳真系統即時將各項訊息即時傳送至地方政府，並透過緊急聯絡人加以通報，同時針對廣播系統之可行性進行評估。

2. 儘速於危險地區規劃避難路線並設置避難場所

(1) 辦理土石流危險地區陸鄰疏散路線及避難區規劃，針對災害嚴重地區辦理防災疏散避難演練並組織社區守望救助自衛隊，使危險地區居民瞭解災害影響程度及熟悉避難路線、地點，本項工作水土保持局已完成規劃28區，91年度未來將配合縣市政府共同辦理50區，使地方政府能加以推廣。

(2) 辦理危險地區之水土保持宣導及防災疏散演練，依據疏散路線及避難區規劃結果，選定適合地點進行實際演練，本項工作水土保持局已完成18場，91年度預定辦理25場。

(三) 颱風期間災害應變與災後復原

1. 土石流警戒觀測與通報：即時依雨量資料研判結果通知相關縣市及鄉鎮

災害應變中心加強警戒，以提高警覺並注意防範土石流災害。

2. 召開颱風防救災會報，針對各項災害進行決策處理。

3. 成立緊急處理小組進行災後復建：土石災害經緊急處理小組勘查後，即核定辦理緊急搶修、搶險、疏浚河道及復建工程，以抑止災害擴大。茲以桃芝颱風為例，核定緊急搶修計393處，核定經費3.62億元，其中南投縣172件，經費2.51億元最多，其災害緊急處理原則如下：

(1) 土石淤積嚴重，影響人民生命財產安全之河道，立即疏浚。

(2) 需緊急搶修搶通工程立即辦理。

(3) 防止二次災害工程，優先辦理。

(4) 其他復建工程或新增災害整治之工程，加速辦理。

(四) 擴大國土環境保全之基礎建設

1. 土石流整治政策、施工方式及相關資訊的整合：推動全流域聯合整體規劃及整治工作，由水土保持局及水利處優先辦理重建區烏溪、大安溪、大甲溪及濁水溪等四大流域之整體規劃，其中濁水溪由水土保持局辦理，同時選定災害嚴重集水區進行細部規劃25區及治山防災整治工程4,500件。

2. 加強河川現有土石之疏浚，並推動生態工法之河川治理：水土保持局已辦理北部地區及「921」重建區河川野溪自然生態新工法研發計畫，並已編印

圖冊送請各執行單位做為規劃設計之重要參考依據。另透過觀摩研習，建立自然生態工法規劃設計理念，並提升相關人員之專業技術。

3. 加速土石流整治，強化土石流及崩塌地源頭治理及植生造林；依據「加速造林整治土石流計畫」，進行土石流崩塌地源頭治理，從源頭處理治本做起，並以生態工法及就地取材為主，同時僱用在地失業民眾，使在地人生活安心、出外人旅遊放心，並加速全面造林，包括推動崩塌地復育造林，公有防災生態造林及平地景觀造林等計畫。

(五) 開發建設及土地使用管理

1. 依據「水土保持法」儘速劃設潛在土石流災害危險地區；依水土保持法第十六條規定，水庫集水區、主要河川集水區須特別保護者、海岸、湖泊沿岸、水道兩岸須特別保護者、沙丘地、沙灘等風蝕嚴重者、山坡地坡度陡峭、具危害公共安全之虞者，均應劃定為特定水土保持區，並由中央主管機關指定或設置管理機關加強管理之，為此將儘速針對符合「水土保持法」特定水土保持區劃定條件地區，劃定為特定水土保持區，並完成核定公告等作業程序，同時督導及協助特定水土保持區管理機關擬定長期水土保持計畫，並依計畫分年分區實施，以落實特定水土保持區劃定目的。

2. 加強管理山坡地開發與公共建設

(1) 依據「維護公共安全方案-山坡地保育利用管理」，推動山坡地大型開

發案水土保持計畫之檢查。

(2) 修正「加強山坡地雜項執照審查及施工查驗執行要點」，以落實施工勘驗前登錄作業之執行，並維護山坡地開發建築之公共安全。

結語

台灣的環境特性，地形陡峻，地質構造複雜，而每年颱風豪雨的侵襲與「921」地震造成土石鬆軟，形成崩塌的基本原因，再加上工商高度發展，產業逐漸由平原移轉到山坡地，過度開發山坡地的結果，加速了大自然的反撲，也突顯出國土保安的重要性，由於水土保持是整體性、長遠性、預防性和防災性之工作，其成效是「有限性」，並非為「萬能丹」，非短時間能看出顯著成效，仍需各級政府與國人的重視與落實。

為此，在土石流災害防範及因應措施中，其觀念應基於永續發展之理念，由國土規劃做起，規劃山坡地的保育、利用與管理，並在兼顧人民生活需要的前提下，加強必要的國土保安之各項基礎建設，同時加強辦理各項事前防範工作，以預防重於治理，防災重於災後搶救，做好水土保持，預防不當之山坡地開發，同時透過教育與宣導，普及正確的水土保持觀念與技術，減少對自然生態環境之破壞，以創造美好的生活，確保國人生命財產安全及國土資源永續發展。