

土石流防災策略與整備應變

陳美珍 ■ 行政院農業委員會水土保持局
副總工程司兼防災中心主任

專
輯

壹

前言

近年來全球暖化，氣候變遷導致極端氣候的異常現象，是全世界必須共同嚴正面對的課題，而臺灣也同樣遭受異常現象的考驗，如颱風帶來區域高強度、長延時的降雨，且災害類型已由過去單純的洪水或土砂災害，轉變為崩塌、土石流、堰塞湖及淹水等複合型災害；自88年九二一集集大地震後，經過90年桃芝颱風、93年七二水災、94海棠颱風、97年卡玫基颱風、辛樂克颱風、98年莫拉克颱風、99年梅姬颱風及100年南瑪都颱風等事件，降雨瞬時強度及累積雨量屢屢突破歷史新高紀錄，除造成大規模且分布範圍廣泛之土石流災害外，其災害型態亦轉變成複合型災害，針對此一嚴峻挑戰，水

土保持局不斷汲取各國先進技術及經驗，積極研訂各項土石流防治調適策略以為因應，期在硬體之工程減災與軟體之疏散避難等面向，研擬各項具體執行內容，並以「防災重於救災，離災優於防災」之思想為核心，以期能因應未來之挑戰。

土石流災害管理應為持續性的工作，需要經過長期規劃與執行，從平時、災前、災時到災後，每個階段都具有其相互連結之關係，不但要注重硬體之工程減災手段，更要加強坡地災害之監測、應變、宣導教育及強化社區自主防災管理等軟體手段，以「軟硬兼施」之手段，面對未來環境變化的衝擊與挑戰。

依照89年公布「災害防救法」第2條第1項第1款之規定：「災害係指下列災難所造成之禍害：(一)風災、水災、震災、旱災、寒災、土石流災害等天然災害」，土石流災害屬於法定天然災害，行政院農業委員會為中



央業務主管機關，爰為能減輕土石流災害造成民眾生命財產損失與設施毀壞，乃建立土石流災害防救措施，事先擬訂災害防救計畫以強化災變時之應變能力，健全土石流災害防救體系，加強土石流災害防救相關措施，落實土石流災害復原重建，推動土石流防災教育訓練及宣導，輔導各級地方政府提升土石流防災整備與應變能力。

民自主防災能力。

- 三、落實地方政府防災整備：協助地方政府更新土石流防災疏散避難計畫及保全清冊，提升防災應變及整備管理資訊系統，有效掌握地方政府整備相關資訊。
- 四、建構社區防災安全機制：辦理土石流危險聚落易致災調查，加速減災工程之規劃與施作，保障山區民眾安全。

貳

土石流防災策略目標

- 一、強化土石流防災監測：建立土石流災害潛勢溪流更新機制，運用先進科技進行土石流動態損損規模推估，提升防災監測效能與精度。
- 二、提升社區居民防災意識：協助地方政府辦理土石流防災疏散避難規劃、演練及宣導，推動自主防災社區，提升社區居

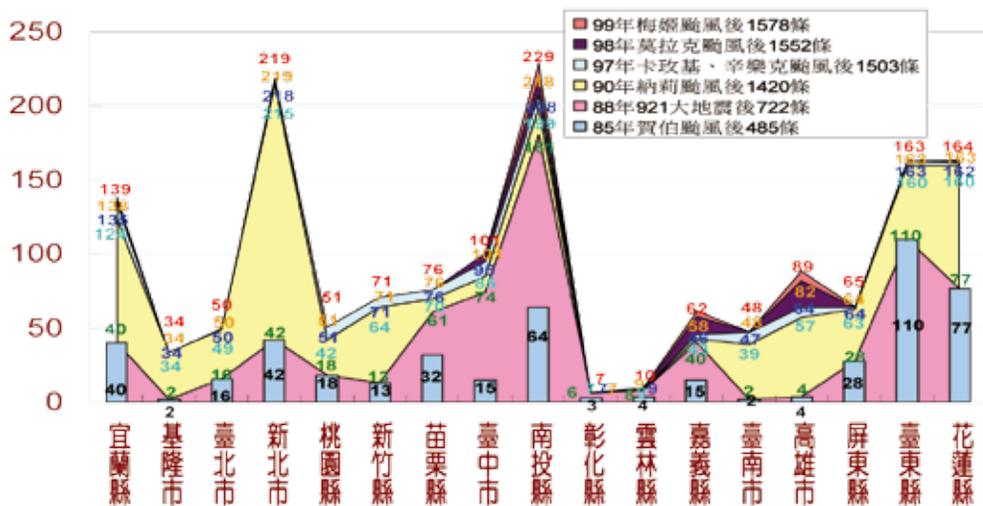
參

土石流防災整備與應變之作為

一、土石流防災整備

(一) 劃設土石流災害潛勢範圍

兼顧複合型災害下，事前掌握土石流災害可能發生之地點與影響之範圍，並建置歷年重大土石災例資料，以期有效提升土石流警戒之精度，保障民眾生命財產安全。



各縣市土石流潛勢溪流變遷圖表

100年度土石流潛勢溪流新增26條，合計1,578條，分布於19縣市159鄉鎮市區662村里，且於100年5月10日依法公開，另配合調整後土石流潛勢溪流，檢討部分警戒分區及參考雨量站。

(二) 強化坡地災害潛勢資料庫

持續運用衛星影像等遙測技術及現地調查資料，擴充及完備資料庫，提供土石流預報、防災應變及集水區整治規劃之以參據。

每年防汛期前，彙整縣市政府提報以及莫拉克颱風災後致災之土石流溪流，並進行易致災資料庫之更新與建置。

(三) 土石流防災教育宣導

因應氣候變遷劇烈引致複合型災害增加，於防汛期前加強辦理重點防災地區宣導工作，以凝聚居民自主防災意識，達成防災、減災、避災目標。

100年度編印新款土石流防災宣導摺頁，並於防汛期前分送土石流潛勢地區計10,000份；同時於土石流防災資訊網，將歷年宣導摺頁、影片及相關資訊上網公開，以強化宣導成效。

(四) 土石流防災疏散避難演練

協助地方政府辦理土石流防災疏散避難演難，強化民眾自主防災意識，並提升地方政府防救災單位之應變作為，落實預置兵力，超前部署目標。

100年度計協助地方政府辦理演練48場（累計600場）、宣導280場（累計1,575場）；3月份並於基隆市、花蓮縣、臺中市、高雄市、南投縣、嘉義縣

及臺南市，辦理7場大型示範演練。

(五) 充實地方自主防災與避難設施

協助地方政府加強複合型災害相關自主防災與避難設施，使區域性防災體系更加健全，能達到事前防災方式加強警戒，同時配合防災宣導目標，可有效提升民眾自主防災意識與應變能力，減少人民生命財產損失。

行政院農業委員會水土保持局於100年度防汛期前，邀集中央相關部會及地方政府，召開3次土石流防災整備會議，並同時由各分局邀集各鄉鎮公所召開6場次土石流防災整備會議；並於4月底協助地方政府完成疏散避難計畫及保全對象清冊更新等整備工作，同時，針對地方政府提報需充實避難處所設施之易致災地點核定補助38處。

(六) 強化地方自主防災及向下紮根

加強宣導地方防災專員正確使用土石流防災疏散避難地圖，逐步提升防災專員的防救災相關專業知識與能力，100年度培訓土石流防災專員已至1,336人，期能達成一村里一防災專員之目標。

另建立標準之訓練教材（如社區防災大作戰）及培育防災教育種子講師，100年已培訓完成專業技師40人擔任種子講師。

並加強災區村里保全住戶居民自主之防災疏散避難演練，能自主形成防災意識，積極配合政府之防災疏散避難規劃。100年度於全臺選定40處村里，辦理自主防災社區推廣活動，活動中配合水



社區自主防災教育訓練上課情形

土保持局自行研發之自主防災情境模擬教材，教導民眾土石流防災疏散避難相關知識，協助其建立土石流防救災功能分組，有效強化地方自主防災能力。

(七) 土石流疏散避難圖維護更新

利用高精度數值地形進行土石流境況模擬，再利用3S技術（包含GPS、GIS、衛星影像與1/5000比例尺之彩色正射影像）輔助進行土石流之現地調查，包含土石流之易致災因子、保全住戶分布、修正土石流影響範圍，以達到更有效的避難疏散。

依災害潛勢及風險分析，進行疏散避難規劃及潛勢圖資製作，截至100年底已完成677村里土石流潛勢地區調查，並建置912張土石流疏散避難圖，調查成果與疏散避難圖提供各縣市政府及相關機關作為土石流防災使用。

(八) 強化媒體防災宣導工作

每年颱風警報發布後，於媒體加強土石流防災宣導，適時於報紙刊登土石流防災宣導廣告。

二、土石流災害應變

(一) 定期檢討更新各地土石流警戒基準值

融入氣候變遷引致複合型災害因子，因地制宜，定期檢討更新各地土石流警戒基準值，並導入土石流警戒相關資訊、技術，考量各地現況與風險因子，提升土石流預報精度，並加速警戒訊息之傳送，即時提送土石流防災警訊。

目前採發生機率70%時之雨量作為警戒基準值，分為九級距（200～600mm），另考量99年凡那比及梅姬颱風造成山區土質鬆動，已於100年4月完成土石流警戒基準值調整，並依法公開。

(二) 強化預報系統

以土石流警戒基準值為基礎，整合QPESUMS等先進技術，持續研發並設置土石流監測及預報系統，以強化土石流警戒分級（黃、紅色）發布機制。

100年度延續「黃色警戒」及「紅色警戒」發布機制，並配合氣象局風雨預報於每日5、11、17、20及23時定時發布，必要時予以加報，提供地方政府作為疏散避難參考之用；並結合氣象局颱



風警報記者會，提供最新土石流警戒訊息。

(三) 強化防災業務人員教育訓練及應變作業規定

對土石流災害緊急應變小組、本會水土保持局各分局緊急應變小組訓練及地方政府防災業務人員講習，且檢討更新緊急應變小組作業規定每年4月底前完成土石流災害緊急應變小組作業手冊檢討更新，並研修「重大土石流災害勘查標準作業程序」，因應氣候變遷劇烈之複合型重大土砂災害，建立災害現勘機制。

100年度完成本會土石流災害緊急應變小組、水土保持局分局緊急處理小組訓練及地方政府防災業務人員講習共23場。

(四) 強化緊急應變小組作業場所軟硬體設施

提升土石流防災監測及應變系統之整備及功能，輔導本水土保持局各分局及地方政府應用相關應變系統，以強化應變效能。

定期執行土石流防災應變系統維護測試，每日針對各分局進行災情通報電話測試，每週進行微波通訊系統測試，同時於防汛期間，將土石流警戒分析結果，透過網路、簡訊、電話語音及傳真等多重管道，即時提供各級政府災害應變中心決策參考，使用人次已逾186萬。

(五) 加強土石流防災監測及警戒基礎資訊

因應各地氣候變遷影響程序差異調整防災資料庫，以利災時備用，包含「人、事、物」等詳細資訊：

1. 人：建立土石流潛勢溪流影響範圍內

之保全住戶與緊急聯絡人清冊、災害應變及通報單位聯絡電話等資料。

100年度完成571村里「100年土石流防災疏散避難計畫」之檢討更新，其中土石流潛勢溪流保全對象建置資料達41,700人。

2. 事：轄區內之潛勢溪流數目、位置、附近環境、歷史災情，應有充分之瞭解，於颱風豪雨季節應特別注意附近區域之狀況。
3. 物：將相關防災物資予以造冊歸檔，以瞭解各地區緊急救災之基本配備數量及各地區資源數量。

以上防災監測及警戒相關基礎資訊皆公開在<http://www.246.gov.tw>資訊網。(圖1)

(六) 精進土石流監測

因應氣候變遷劇烈，引致複合型坡地災害事件，為建立更綿密土砂觀測網，提升土砂災害觀測與防災應變能量及防災警戒通報效率，續予精進43站各式土石流觀測站，強化其功能與使用時機。

截至100年共建置完成固定式土砂觀測站24站、行動式土石流觀測站3站及14部簡易式土石流觀測站，持續於土石流潛勢溪流或災害地區進行觀測作業，瞭解土砂災害運動過程之各項行為機制，作為日後修正土石流警戒值之參考依據，提升現行以雨量為指標的土石流警戒模式精確度。

(七) 運用遙測技術輔助山坡地災害監測

結合航、遙測技術及現地勘查作



圖1

業，進行坡地災害潛勢及水土資源調查，並運用衛星影像輔助山坡地監測作業，輸出衛星影像監測成果資訊並進行建檔，以提供資料及輔導5都與15個縣（市）政府進行現場查核工作。

肆

檢討與改進

因應氣候變遷劇烈，加上國土過度的發展下，致使原本就有限的自然環境資源，更加稀少且惡化，甚至已遠超過其容受力，未來改進措施方針，包括國土管理、土石流潛勢溪流調整、警戒發佈、監測科技等議題，皆需重新調整改進。另一方面，面臨氣候變

遷，實需寬籌預算來源及編列足夠水土保持業務人力以為因應，方能完善各項調適策略。

一、复合型災害之因應防災策略

- (一)職權清楚劃分，落實人力整合：未來應以環資部為复合型災害中央權責單位，地方政府為地區防災計畫執行單位，在環資部成立前，以災害發生地之中央管轄機關為權責單位。同時善用社會資源，藉由各領域共同配合協助辦理，方可完善各項因應氣候調適策略。
- (二)針對山區聚落周邊進行災害潛勢調查及保全規劃：繪製災害潛勢圖，配合災害潛勢資料，研發复合型災害規模與影響範圍評估模式，並以聚落為對象之复合型災害預警技術，以訂定疏散及保全計



畫。

(三)改善集水區崩塌技術及掌握其土砂特性：由於深層崩塌技術尚未成熟，而難以從事全面性判釋工作，故建議配合未來政府組織再造，整合集水區上中下游治理基準，並由過去依賴硬體設施的單一防線對策，轉變為工程治理及防災管理兼具之綜合防災雙防線對策。

二、政策建議

(一)研擬或修正地區災害防救計畫：國內防救災之擬訂並未考量空間之計畫土地使用與管制需求，主要以災害類型為考量，著重於人員與財產之防救工作，但目前各級空間規劃之防減災計畫並無具體規範，故地方政府應研擬或修正地區災害防救計畫之決策支援，其中應包括：

1. 災害潛勢或風險地圖之製作：例如災害影響程度或機率等，以提供空間規劃過程中之資訊支援。
2. 未來應針對災害防救與空間規劃工作建立橫向連結機制，空間規劃部門及培養防災專業人才。
3. 災害管理應透過空間面向整合，建立全災或複合災害概念，及評估災害環境之衝擊及其對經社環境之影響。

(二)整合複合型災害之主管機關，強化跨部會協調整合能力，並與產官學界建立夥伴關係：極端氣候變遷影響下，複合型災害將逐漸成為趨勢，政府實需寬籌防災預算經費及編列足夠防災業務人力以為因應，並同時強化跨部會協調整合能力，統一管理事權並尊重專業，以提升

整體防救災效率。

(三)相關單位應釋出若干低頻之波段，供災害防救之用：國防機關之低頻波段穿透力強、衰減慢，且耗電較少，若能釋出若干低頻之波段，將使災區對外之通訊不至間斷，避免陷入孤島困境而延遲救災之黃金時間。

伍

結語

防災重於救災的觀念也漸漸為人所接受，預防勝於治療，政府歷年來持續於社區、學校宣導及推廣防災觀念，希望能把土石流防災知識推廣到需要的地方，並將土石流帶來的災害降到最低，並在防汛期前辦理防災宣導與演練，除以政府力量進行防災工作外，希望提升地方防災能力與民眾意識並培訓在地民眾，協助政府防災業務推動，輔導社區建立自主防災組織，建立完備土石流防災防護網絡，確保土石流潛勢地區民眾生命財產安全。