

921地震崩塌地的 整治與綠化

國立中興大學水土保持學系主任 / 林信輝

前言

921 一個平凡無奇的數字，但是，對於台灣的人民來說，它，是一個永遠的痛，西元1999年9月21日凌晨1時47分12.6秒，台灣中部山區發生了芮氏規模7.3，震央在北緯23.85°、東經120.78°，位於日月潭西南方6.5公里，深度1.0公里，百年來僅見的集集大地震，這一天，山崩地裂，家破人亡，天災無情的摧殘下，兩千多條性命，在一夕之間消逝。這樣的傷痛，再過一百年也不能忘記。

在世紀末發生的大地震，激起了消沈、冷漠的台灣民心，全台自發性的關愛與救助，源源不絕的來自四面八方，讓痛失家園、親人的受災民衆，能獲得安頓稍歇，平撫他們心中的恐懼與傷痛。而在地震發生後，除了家園的毀損亟待重建外，我們的山坡地亦滿目瘡痍，在默默地等待復健。九份二山、草嶺等地發生大規模崩塌與地滑，形成了堰塞湖，其他大小規模不一的崩塌地更是不計其數，若不盡快加以整治，等到雨季來臨時，大量雨水沖蝕，可能引發土石流等更嚴重的二次災害。於是，在政府全力救災之餘，也注意到了山坡地

隱藏的危機，便著手研提各項整治方案，希望能於最短時間內，完成山坡地各崩塌地的整治，以免國土流失、二次災害的發生。

崩塌地現況調查

「921」地震發生之後，行政院農委會水土保持局隨即利用衛星影像之資料，比對出中部地區因此次地震而有二千多處之變異點（疑似新增崩塌地）產生，並派遣多組人員進行現場查證工作。但是衛星之投影顯像有許多限制，以及變異點區劃範圍與實際行政區域、交通道路有所偏差，使得區分辨視不易，加上地處偏遠交通受損或不便者甚多，因而對災情的確切評估有相當的影響。

在地震災害發生後百廢待興，而多數之崩塌地係發生在集水區的源頭或山嶺脊線處，雖然崩塌面積遼闊但多係沒有立即而直接的影響，若予全面植生處理所需經費也過於龐大，後經水土保持局協請中部災區之鄉鎮（市）公所彙報對公共設施、人民生命財產（房舍與農作）或進出交通道路等有直接影響地區再進行勘查，總計彙報有209處待處理之崩塌地。

然而所彙報209處資料中有一地數案者、有違規開發使用者、有非山坡地範圍者、有地方政府重覆申請重建經費者、或無意願配合者等原因，而經與專家學者會同水土保持局同仁勘察後，再篩選出112處崩塌地資料，其中雖仍有部份屬上述應排除部份，但在考慮實際可執行能力（人力、時間與經費）以及自然環境保育與防災的前題下，進行詳細複勘與植生整治工程的規劃設計工作。

崩塌地整治規劃步驟

此次地震所造成的崩塌地和以前台灣地區因豪雨所造成的崩塌有很大的不同，而且每個崩塌地的崩塌面積、地質、安定性以及後續再崩塌的可能性等等，也有很大的差異。所以，要研擬一套通用的崩塌地綠化整治模式，較為困難。因此，為了能夠有效整治地震所造成之崩塌地，必須先作現場勘查、收集相關資料，實地調查並分析崩塌地的周遭環境、土地利用、開發狀況及植物生長情況等等，並且參考以往之研究試驗，再依照各崩塌地設定的整治目標及經費多寡，考量其可行性與必要性，設計最適用的整治工法，最後做出初步規劃。

各崩塌地經治理規劃設計，資料庫建檔後，分期施工並繼續追蹤調查其整治施工情況、植物生長情形及治理功效評估等等，且於資料庫中建立完整資料。如此一來，方能建立一套完整之「崩塌地植生綠化整治系統」，有效確實

地治理崩塌地。

崩塌地之優先處理及分期實施原則

由於坡面上崩落大量土方，大部分為紅土礫石、砂頁岩及少量泥岩混合之鬆動土壤，隨時可能因為降雨沖蝕造成下游地區之土砂危害。因此對於進行綠化時，配合崩塌地區基腳擋土牆及基礎工程處理、坡面安定工程具有必要性及迫切性。但因震災地區需進行崩塌地綠化之地區甚多，故需區分其優先處理等級分期實施。

1. 優先處理區：崩塌地下方有民衆聚集之村落、住家或公共設施等，其崩塌土石會造成土石災害之地區，應列為最優先處理，需於最短期間完成坡面表土之安定及配合植生工程處理及密集之養護管理，同時在整體規劃設計上需擬定分期分區處理，以促進有效保護植被之形成。

2. 暫緩處理區：崩塌地僅影響農產品、農地，須等坡面基礎工程完工後才能植生處理者。或下游地區無村落或離個別住戶較遠者，應無立即性之危險，可以做較長期且全面性之規劃。

3. 無法植生處理區：因崩塌地造成垂直陡坡、岩層滑動坡面，或宜保育地或坡面仍不安定之地區，必須配合邊坡穩定基礎工程如截導水、打樁編柵、蛇籠、擋土牆等處理後，才能進行植生綠化工作。

4. 一般林班地以造林為主，宜選擇鄉土植物或造林樹種，整地後植栽，以達到森林生態復舊。

5. 部分堆積區下方有緩衝綠帶，且下游地區無村莊部落，而坡面尚有殘存植物生長之地區，較無產生災害之虞慮，可採行簡易之植生處理，以較粗放之肥料植物種子灑播，及適當追肥養護處理，待當地植物之自然入侵。

6. 道路兩側之崩塌地，除依其環境特性分別進行相關基礎工程外，就道路植生綠化之設計目標，進行打樁（木樁或鋼筋樁）編柵、速生植物袋苗穴植，人工灑播或噴植植生等處理，以減低坡面沖蝕及達到綠美化功能。

7. 對無道路可達、地點零散或面積龐大及人員施作有危險性之區域，建議採用航空植生施作以達到爭取時效、快速植生覆蓋效果。

以土木工程為主體 的崩塌地治理方法

由於地震所引起之崩塌除少部份外，多數之規模都較少且地點分散或位於山脊嶺線附近邊坡，根據以往經驗其治理方法原則上可歸納為以下4種：

1. 若屬溪流易淘刷之台階堆積邊坡或岩岸，除加強坡面植生保護外，應以護岸、擋土牆、防砂壩（或潛壩）及固床工等工法施作。

2. 若屬道路周邊之崩塌者，以擋土牆、護坡（或護岸）、地表排水措施及植生工法等配合施作。

3. 若屬上邊坡逕流集中之舊有崩塌地，再發生崩塌者，以蝕溝控制、節制壩配合排水、坡面植生與階段等工程施作。

4. 因地震所造成之岩屑崩落或岩塊墜落者，以階段工、山腹工與植生工法等配合施作。

5. 如遇到邊坡坡度過於陡峭，為防止上邊坡土石剝落影響道路通暢與過往行人車輛的安全，除了清除危石並實施防治工程外，適當地佈設防落石網或攔落石柵為必要措施應一併考慮。

6. 配合植生綠化之崩塌地整治方法

依照過去台灣地區有關崩塌地植生成功個案，以及目前崩塌地之屬性與特質，經與相關權責單位研討及協商後，針對急需處理之崩塌地點，目前初步彙整崩塌地整治綠化方法共19種，如下：

- (A) 外緣危木伐除
- (B) 機械整坡及危石處理
- (C) 人工危石處理
- (D) 噴水泥漿
- (E) 坡頂排水
- (F) 坡趾擋土牆
- (G) H型鋼軌防落石柵
- (H) 坡面排水
- (I) 人工撒播（含種肥）
- (J) 種子噴植
- (K) 鋪網噴植
- (L) 鋪肥束網帶配合噴植
- (M) 打木樁編柵—植生樁
- (N) 打鋼筋樁編柵鋪網噴植
- (O) 坡趾植栽
- (P) 袋苗穴植（含撒播）
- (Q) 航空灑佈植生
- (R) 航空噴植植生
- (S) 其他

以上各種工法之選擇，需依照地震



崩塌地植生綠化研究群（左5為作者）



地震造成之崩塌地零星分布

所造成崩塌地現況，針對個案進行勘查與探討，調查其土地利用情況、環境特性、植被狀況及崩塌影響範圍等，評估各種不同植生工法施行之適用性。

未來展望

「921」大地震，撼動了台灣2千多萬人民的心，也給了台灣一個很好的教訓。是否我們該自我反省一下，山坡地的濫墾濫伐、水土資源的流失以及人為開發的破壞等等，都造成了台灣人民的損失。而這些問題的存在，不是一朝一夕，而是長久以來--台灣的痛。地震之後，各山坡地崩塌數量驚人，表層植被流失嚴重，如不快速加以整治，雨季來臨時，必定會造成土石流等重大災害。



地震造成之崩塌地仍有再崩塌之可能（中間偏右係地震造成之張力裂縫）

所以政府與學術單位正積極研擬整治對策，希望能趕在雨季之前，將各地區的崩塌地，作一全面性的整治。首先做到穩定邊坡，使其土石不致於大量崩塌，再以人工方式植生綠化，來安定表土並減少沖蝕，以降低土石流發生機率。但是，在人力、物力與時間均不充裕的情況下，崩塌地的整治遭遇瓶頸，未來仍有許多工作等待進行。而且山坡地的整治與復舊，並不只是政府或少數專家學者的責任，而是身在台灣每一個人的責任，所以，整治工作需要你我共同伸出援手，發揮愛土愛鄉的心，為台灣的山坡地貢獻一份力量。為了我們及我們的子子孫孫，共同來拯救屬於我們大家的山坡地資源！



傳統崩場地植生方法及成果（6年後）



九份二山崩場地



道路邊坡農地之崩場地



草嶺崩場地現場勘查