

90年水土保持宣導專輯②

崩塌地植生方法

國立中興大學水保系主任 / 林信輝

前言

台灣歷經921集集大地震後，中部地區6縣市可說災情慘重，迫使許多百姓家破人亡，而山坡地更是遭受前所未有的重創。山坡地在大規模的崩塌情形下，產生了巨量的土砂石堆積，不但造成坡面安定之威脅，也導致植物之生育基盤不良，周遭植物難以入侵生長。因此，裸露的坡面在過去一年多歷經颱風豪雨的沖刷下，雖然並無傳出嚴重之災情，但未來仍極有可能發生土石流之危害，故崩塌地之整體治理工程與崩塌坡面之植生導入作業，的確是當務之急。

崩塌地環境特性

地震崩塌地與一般豪雨型崩塌地有所不同，豪雨型崩塌地大多只有表層土壤受到雨水沖蝕而滑落崩塌；地震崩塌地因為受到地震力之撼動，坡頂常會有裂隙產生，容易因雨水入滲或其他外力作用而再次崩塌，引發二次災害，而其坡面土壤結構鬆散，甚或表土滑崩、母岩出露，造成植物生育基盤之安定性不足，周邊植物難以自然入侵，所以產生許多裸露光禿之現象。因此，地震崩塌地在規劃設計時，應針對其環境特性如

地形、地質、土壤、植被等，做一整體性調查，提供較完整背景資料，可使災害問題分析與治理規劃工作之進行更加順利。

在植被調查方面，本次地震所造成之崩塌地，大部分均為海拔1000m以下之淺山地區，其大範圍面積植被之整體性差異不大，在植群帶劃分上，殆屬於亞熱帶林，喬木層之主要組成分子，基本上，本區除少部份地區外，遭受干擾情形嚴重，而有許多陽性植物入侵，如野桐、血桐、白匏子、構樹、羅氏鹽膚木、蟲屎、臺灣二葉松等，這些樹種亦將為地震後，主要入侵的先驅種類；而在較少人為干擾之地區，樹種組成亦較複雜，以桑科的植物，尤其是榕屬的種類，及樟科的植物，如大葉楠、香楠、南投黃肉楠、小梗木薑子等，佔有相當重要的地位，在一些裸露、峭壁地區，臺灣二葉松佔有極大之優勢。因受限於土壤有效水分較低，本區植物略有呈半落葉性的習性，同時在結構上亦較單純，沒有很多的層次分化。在大部分裸露地，五節芒常形成極大的優勢，臺灣蘆竹則懸垂於較陰濕的峭壁，形成另一種景象。在這些植物中，五節芒的適應性極強，應為崩塌地初期之優勢種植物。除五節芒外，駁骨丹、山胡椒、大

青等，亦均可快速入侵，在歷經一年多的自然演替，許多地區可望在今年雨季過後，即恢復初期植被覆蓋。

而在土壤特性方面，由於地震崩塌地之分佈零散，而且各地區之土壤組成並不盡相同，經吾人實地勘查採樣分析，得知崩塌地點之土壤多為壤土 (Sandy loam)，質地多為中到粗質地，此類土壤並不會限制植物根系之生長，但是相對的由於土壤結構較為鬆散，保水力較差，亦可能造成植物生育之障礙。在台中、南投地區之土壤多屬酸性土壤，但九份二山的部分土壤呈鹼性，草嶺之土壤亦多呈微鹼性。在土壤理化分析結果中，採樣土壤之交換性鉀、鈉、鈣、鎂及有機質含量均偏低，顯示土壤肥力甚為貧瘠。因此，如部分崩塌地區急需進行快速植生導入作業時，建議配合適當之養護管理作業，以確保植物的存活率。

崩塌地之植生規劃

1. 草本植物分期導入原則

有了完整的地震崩塌地調查資料，接著即需要擬定對應之植生綠化對策。



雙崎部落植生施工前 (黃富雄 / 攝)



雙崎部落植生成果 (黃富雄 / 攝)

一般來說，崩塌地植生綠化之首要考量，便是崩塌地對人民生命財產之影響。若是崩塌地所造成之破壞不會對人民生命、財產造成立即性的威脅，或者崩塌地之立地條件較為良好，周邊植物生態可自然入侵，則吾人建議予以放任，使其自然演替，重新建立其完整之生態體系。如此不但可以節省大量的治理經費與人力資源，亦可減少人為干擾對生態系平衡的衝擊，達到生態保育之目的。

但若崩塌地可能引起下游地區的土砂災害，對人民的生命財產有直接的影響，或者其立地條件不佳的情況下，則吾人建議以原生種的草本植物作為初期導入之材料，配合上中、長期之木本植物的撒播與栽植，來促使裸露地之植被復育。

其原因乃因為草本植物具有生長快速、種子發芽力強等特性，在初期可以快速覆蓋崩塌地坡面，減低雨水打擊沖蝕之破壞，減少土砂石流失，達到土砂安定之效果；再者以木本植物作為中、長期導入之材料，其主要目的為草類根系過淺，並無法完全造成安定坡面，且 →



新社中興嶺打樁編柵 (黃富雄 / 攝)



新社中興嶺植生成果 (黃富雄 / 攝)



航空撒播施工



航空噴植施工

- 草類生長期多為一至二年生，歷經一段時間後變會自然衰退，難以長期保護坡面。故中期導入木本植物可以減少在初期時與草本植物發生養分競爭之缺點，並且木本植物之根系可真正發揮錨定與水源涵養作用，在坡面已具初步穩定情況下，逐漸依照「裸露地→地被植物→一年生草類→多年生草類→陽性樹種群落→陰性樹種群落」之情況自然演替，最終方可形成複層植被之完整體系。

2. 植生綠化對策

地震崩塌地之植生綠化方法，乃是藉由崩塌地實地調查，配合衛星影像與航空照片等資料加以分析判斷，擬定完整的治理計畫，並且依照優先處理順序

來分期實施。但是由於崩塌地特性各有不同，加上人文、社會、經濟等各種外界因子的影響，使得各個崩塌地的整治方法有很大的變化，因此，地震崩塌地的植生綠化必須有一套適合的因應對策，才能在眾多的治理方法中謀求其不變的原則。

地震崩塌地的植生綠化對策，主要是因為崩塌地的治理需依照個案需求來處理，難以有百分百完整的套裝方法，而且各植生工法之應用又必須因地制宜，甚至互相組合變化，以達到最佳植生成效。故吾人藉由過去長期對植生綠化投入之研究，以及在一年多以來針對地震崩塌地之實際植生綠化整治經驗，

大抵尋求出一套地震崩塌地的植生綠化對策，內容大多以原則性之建議與實際應用的彙整，希望能藉此提供植生綠化工作之參考。

(1) 地震崩塌地植生綠化之首要考量為人民之生命財產安全，並且以生態系整體保育為原則，盡量採用對生態衝擊較低之材料與方法，輔以適合的工程施做，來減少裸露面積，降低災害發生之可能性。

(2) 植物最主要的功能在於減少坡面表層的沖蝕作用，對於大面積滑崩或坡面土石堆積仍未穩定之情況，植生導入無法立即發揮安定土石的功效，必須配合基礎工程來增加其穩定度，減少土石流之發生。

(3) 為避免人為植生導入對生態系之影響，建議植物材料之選擇可依照立地條件優劣，採用草本木本植物混合播種或分期植生，一來增加初期植生成效，二來可藉木本植物成林造成複層植被。

(4) 植生工程之設計必須依照崩塌地立地條件加以分級，視其施工之困難度，採行簡易植生施工方案或配合土木工程施做之綜合型方案，方可達到較佳之植生綠化效果。

(5) 一般林斑地主屬林務局之權屬，宜以鄉土植物或造林樹種施以造林，達到森林生態復舊之目的。若部分崩塌堆積區下方有緩衝綠帶，且無影響村莊部落之虞，則亦可施以簡易之種子撒播與追肥養護處理，待周邊植物自然入侵。

(6) 坡面整理時，應特別注意坡頂排水與坡面風搖木(危木)之處理，依照

坡面狀況選擇不同坡度(段)之植生方法。

(7) 由於本次地震引起之崩塌地規模與數量均為前所未見，國內亦參考日本等先進國家之治山防災經驗，引進航空植生、團粒化劑等新技術，針對特殊條件之崩塌地整治施作，均有不錯之成效，惟於技術轉移改良、應用推廣上仍多所爭議，但未來實可經由試驗研究，發展出較適合國內之制式工法。

植生工程之作業方法

1. 植生工程計畫擬定

擬定坡面植生工程計畫時，需包括坡面植生生育基盤安定之「綠化基礎工」，導入植物的「植生工」及使導入植物達到植生設計目標群落的「維護管理工」等三項工作及技術配合使用。在進行崩塌地植生工程規劃時，應特別注重綠化基礎工（即植生前期作業）之施做，作為植生導入之前期作業。

另外，依照不同的設計目標，必須選擇不同的設計方式，一般植生工程之設計目標可分為下列四種：

(1) 自然保育型：恢復原來的植生，適用於人跡未到之原始地區，使用植物以鄉土植物為原則，盡量不加以人為干擾，使其自然演替而達到極相群落，此法適用於一般原始森林或國家公園。

(2) 林業經理型：以林業經理為主要目的，使用實生苗木，短期內恢復與自然狀態相似之植物群落，此法較為價廉而確實。

(3) 綠地造園型：為了配合人工構



埔里中心路崩場地源頭處理講習



九份二山植生綠化成效

一 造物，美化生活環境，選用之植物並不加以限制，綠化確實但經費較高。

(4) 水土保持型：為達到水土資源保育、減低沖蝕、防止災害之目的，如配合其他工程施作則效果更佳，使用之植物以能適應立地特性之固土護坡植物為主，在地震崩場地的應用上多以此法為主。

2. 植生工程設計原則

植生工程之施工方法，主要考量原則如下：

(1) 開挖後坡面之安定性如何，以及如何先以坡面安定工程或坡腳基礎工程，先期達到造成坡面安定之效果。

(2) 如何就坡面開挖後自然坡面之情況，或就先期坡面工程處理後之立地特性，配合植生導入作業。

(3) 崩塌深度在2m左右者淺層崩塌地區，可利用植生基礎工法及植生覆蓋之效果，以達先期之坡面安定；而崩塌深度在數公尺以上的深層崩塌則需先以工程構造物安定之。

除了考量上述之施工原則外，在植生工程之設計時，尚有一件必須特別注

意之事項，即為植生工程之施工季節。因為植物生長有其一定之必要條件，在植物生理與生態上的反應受到環境與氣候之影響甚鉅，若選用不適當之施工時期，植物生長受到環境因子之限制便非常明顯，可能影響發芽率或造成植株死亡。因此，選擇適當之施工季節，對於植生工程之成敗有舉足輕重之影響。

一般而言，愈是簡易之植生作業方法，愈需要配合季節之施作。以中部地區為例，3~5月係最佳之施工季節。

3. 地震崩場地植生工法彙整

地震崩場地植生工法，目前在國內採用者，主要分為綠化基礎工(植生前期作業)與植生工兩種，而維護管理工則在擬定植生工程計畫時，分散在整體工程設計之內，較無明確詳列。故吾人大抵彙整實際運用之植生工法如下：

(1) 綠化基礎工：崩塌源頭處理、石籠、坡面整理與危石處理、風搖木處理(危木處理)、平台階段、排水設施、坡趾擋土牆、坡面噴漿處理等。

(2) 植生工：人工撒播、鋪網噴植、打樁編柵配合鋪網噴植、袋苗穴

植、鋪肥束網帶配合噴植、團粒化劑噴植、航空植生等。

日前經過施工時期約一年半，已有部分地區覆蓋良好，達到坡面穩定與生態復舊之先期目標。但經吾人實際參與規劃本次地震崩場地之整治後，發覺國內實際可供應用於地震崩場地整治之植生工法著實不多，加以部分技術難以應付地震崩場地之各種惡劣條件，故借鏡國外之技術與方法的確有其必要性，經去年引進改良日本之航空植生、團粒化劑噴植等技術，已初步可供應用於地震崩場地之治理，惟仍有部分技術問題，需待未來進行相關試驗研究改良後，才可使這些外來技術與材料本土化，真正適合應用於我國內之崩場地整治作業。

未來展望

921大地震，一眨眼間已過了一年多，台灣受災的人民也漸漸地從災難的陰影中走了出來。不過，地震帶給我們的教訓，卻不能忘記，由於地震引發的問題，是天災抑或人禍？應該各佔一半吧！我們是否應該坐下來冷靜思考，重新檢討規劃我們的山坡地資源，不再只是一味地開發，不斷地破壞。應該考慮生態資源保育與土地利用規劃，成立完整的監督管理體系，並組織專家諮詢系統，有效發揮兼顧環境綠化與防災救災的功能，如此一來，才能從歷史的經驗中成長，使我們的青山常在、綠水常流。



三冠牌 農林漁牧遮光網

種類：平織、針織、鎖結
顏色：黑、銀、綠皆有
用途：遮光、防風、防霜、防寒。

雜草抑制蓆

有效防止溫室、果園、花園及空地之雜草滋生，可免除草。移動盆栽時不會傷及伸出盆底之根部。

懸掛式遮光網

搭設不受地形或崎零地影響，隨風擺動，如森林般清涼，通風性佳，不怕強風。

穴植網

依不同作物栽植間距留穴植區，作業容易、整齊。透氣性、透水性佳。可抑制雜草滋生，免除草。

掛耳式遮光網系列

活動式搭設場合，施工方便，省時、省工、電動、手動皆適宜。

防蟲網系列

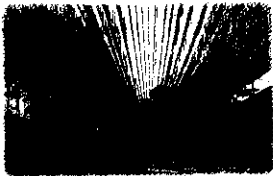
木瓜專用防蟲網、蔬菜防蟲網、果蠅網。白、綠色皆有。


能源節省布

具有遮光、防霧、防滴水之效果，可隔離溫控以外的空間，節省能源。取代溫室內傳統使用薄膜加遮光網的麻煩。

其他農業用 設施資材

- 活動網室零組件、溫室零件
- 聚酯網線
- 貯水蓆(日本原裝進口)
- 固定帶
- 速束帶
- 粘扣帶
- 土木工程用布
- 水泥加勁纖維絲
- 網類製品依客戶需要縫合加工





煥坤企業股份有限公司

彰化縣福興西勢村農鹿路二段 555 號
TEL: (04) 7773878 FAX: (04) 7773878