

崩塌地修復應用植物評估原則 與植生工程適用原生草種篩選

文、圖／許愷岐（國立中興大學水土保持學系博士候選人）

宋國彰（國立中興大學水土保持學系副教授）

林信輝（國立中興大學水土保持學系退休教授）

楊建宏（林業試驗所蓮華池研究中心助理研究員）



臺灣由於特殊的地理環境，降雨分布不均，因此國有林地經常面臨崩塌、地滑、土石流等坡面災害。近年來，全球氣候變遷的影響使土砂災害愈加複雜頻繁，更進一步加劇災害的規模與威脅。而植物在坡地水土保持和土砂災害控制中扮演關鍵角色，尤其是地被草類在減緩地表逕流和抵禦降雨引起的沖蝕方面，更是發揮不可或缺的功效。

然而，過去對於崩塌地與植物的相關研究主要偏向植群演替與土壤沖蝕等方面，對於崩塌地植生物種考量及適用草類的研究相對欠缺。也因此，以往在工程實踐中，崩塌地植生物種的考量與選用的草種，主要都是仰賴個人主觀的經驗與概念，但這也導致在崩塌地治理上缺乏確切的科學實證，進而可能造成生態恢復與防災管理上更大的挑戰。

本文透過產、官、學界專家學者的訪談，藉以彙整不同領域對於崩塌地應

用植物的考量原則。同時，利用過去文獻書籍、現地調查與專家建議所提的崩塌地適用草種中，篩選出臺灣崩塌地水土保持植生工程適用的原生草類，以作為未來工程實用上的參考應用。

產、官、學合力 建立評估原則

為能深入瞭解在不同立場和觀點下，對於崩塌地水土保持植生工程適用植物的需求與看法，以問卷調查的方式，尋訪 52 位業界、學術界、公部門、施工廠商及種子材料供應商等具有豐富實務經驗與專業技術的專業人士，並將蒐集到的各領域回應進行分類整合，以歸納出崩塌地水土保持植生適用植物的考量評估項目與原則。

經過訪談發現，大多數的專家學者認為崩塌地植生工程應用的植物，在環境適應與生長所需具備的特性共有 11 項，前 3 名由高到低依序為耐旱

性（41次）、萌蘖性（19次）、陽性物種與速生特性（18次）。而實務應用與需求特性共有5項，包括種子採集與供給需求條件（37次）、種子單價（24次）、施工播種及設備操作方便性（9次）、種子儲藏存放的時間與方式（6次）及施工後續維護管理方便性（3次）。

由於崩塌地通常缺乏植生覆蓋，且坡度陡峭，因此環境往往乾燥缺水，致生長的植物經常需要具有一定的耐旱能力，才得以生長存活。而為了加速裸地的植生覆蓋及植株存活機會，根系的萌蘖性或是莖幹的不定根等，將有助於植物在崩塌惡地更有效的擴散與吸收水分。同時，在沒有植株覆蓋的環境下，日照往往較強，因此若植物屬於好陽的陽性植物將可增進崩塌環境的適應性。而在實務應用上，各單位與領域大都認同崩塌地治理應用的種子，應具有數量多、採集方便、取得容易，且市場供給穩定無虞等條件，以降低施工所需的成本。除此之外，有些專家學者認為，若能

提供種子的棲地來源與產地等詳細資訊，對於臺灣崩塌地治理都將有更好的效益。

就水土保持植生工程的宗旨，崩塌地植生除穩定邊坡達到植生覆蓋外，還需考量後續植群演替與生態永續，故崩塌地植生工程應用的植物，除應考量植物本身對於環境適應、生長特性與實務應用、需求特性外，也需考量其後續生態演替與永續性。因此，除前項訪談的環境特性與實務特性外，本文透過文獻蒐集，將崩塌地應用植物考量的評估原則結合植生演替與生態永續評估項目，最終以「環境適應與生長特性」、「實務應用與需求特性」及「植群演替與生態永續」等3個面向，彙整崩塌地植生工程應用植物評估原則。

崩塌地主要生長的植物科

臺灣具有4,500多種原生植物，其中草本植物就占將近3,000種，要從中選取適宜崩塌地應用的草類，猶



■ 崩塌地環境乾燥缺水情形



■ 專家學者訪談情形

崩塌地植生工程應用植物評估原則

評估原則		評估說明
環境適應與生長特性	環境適應性	乾旱、強光照下仍可生長。 土壤貧瘠、淺薄仍可生長。 植株根莖比大、陡坡仍可生長。
	生長條件性	2 年生至多年生物種。 植株根系廣泛、土壤抓地力強。 植株萌蘖性強、生長快速。 具有根瘤菌等改善土壤肥力功能。
實務應用與需求特性	實務應用性	施工成本、單價便宜合理化。 施工、播種、執行操作方便。 耐粗放，後續容易維護管理。
	需求供給性	種子採集、取得容易、且數量多。 種子於生產季節供應穩定。 種子儲藏、保存容易。 種子純度可控制，具種源標示。
植群演替與生態永續	植生演替性	初期生長快速，後期可逐漸退去。 具促進生態及植群演替功能。 不具有毒他或排他作用。
	生態永續性	種子不會大量繁衍、擴散。 不具侵略或經濟損失危害。 不影響生態系統改變與失衡。

如大海撈針。因此，為能有效且正確的篩選出崩塌地適用的草類，本文透過數十本文獻書籍所記載、186 處崩塌地現地調查所見到及 52 位專家學者所建議的崩塌地草類進行蒐集，彙整共 319 種崩塌地具應用潛力草類，包含

242 種原生種及 77 種外來種。其中，以禾本科植物最多（77 種）、菊科植物次之（54 種）、豆科植物則排第三（12 種）。

由於許多禾本科植物能有效進行光合作用，因此在崩塌地的環境下，

各草種來源的崩塌地具應用潛力草種資訊

草種來源	草種數	原生種	外來種	入侵種	較多種的科
文獻記載	110	62	48	12	禾本科 (51) 菊科 (17) 豆科 (9)
現地調查	258	205	53	18	禾本科 (47) 菊科 (45) 鳳尾蕨科 (12) 蕁麻科 (10) 金星蕨科 (9)
專家建議	46	32	14	3	禾本科 (34) 菊科 (4) 蓼科 (2)
全部總和	319	242	77	21	禾本科 (77) 菊科 (54) 豆科 (12) 鳳尾蕨科 (12) 蕁麻科 (10)

很多禾本科植物能克服乾旱環境並且存活下來，此外，它的種子相當適合風媒傳播，即使在乾燥缺乏水分、沒有其他動物媒介的棲地上，仍然可以順利播種繁殖。而菊科植物大多屬於隨風飄散或可隨動物皮毛播種繁殖的瘦果，故經常可以在許多崩塌地環境，

看到菊科植物零星或是分散的生長。豆科植物則因為具有根瘤菌，可以將空氣中的氮氣補捉給自身使用，使它即使在養分缺乏的崩塌地環境，仍然可以生長良好。這也是崩塌地最常見的植物為何會是以禾本科、菊科與豆科植物為主的原因。



禾本科 (五節芒)



菊科 (臺灣澤蘭)



豆科 (葛藤)

崩塌地主要生長的植物科

發現崩塌地具應用潛力草類

為從 3 類草種資料中選出崩塌地具應用潛力的草類，本文以各草種的「引證頻度」與「引證積分」指標進行篩選。所謂「引證頻度」是指某一草種於 3 類資料中所提及的次數，而「引證積分」則是在各類資料中，以記錄及建議最多次或生長最優勢的草類作為該項目的 100 分，之後再以相同比例標準化其它草類所獲得的積分。將引證頻度 2 次（含）以上及引證積分百分比前 25% 的草種作為具應用潛力的草種；另外，為能凸顯最具潛力的草種，同時將引證頻度 3 次，且引證積分百分等級屬前 10% 的草類列為最具應用潛力的草類。

將 319 種草類依據「引證頻度」與「引證積分」進行評估後，篩選出

73 個引證頻度達 2 次的草種與 79 個引證積分百分等級前 25% 的草種。其中，同時符合 2 項標準的草類，共有 69 種（17 個科，58 個屬），包括 38 種原生種及 31 種外來種，9 種具有入侵紀錄。而符合引證頻度 3 次，且引證積分百分等級屬前 10% 的草類包含五節芒、狗牙根、臺灣蘆竹等 17 種草類。

從表中可以發現，目前崩塌地水土保持常用的草種，如五節芒、狗牙根、巴西亞雀稗、蓋氏虎尾草等，都具有相當的應用潛力，其中包含許多外來種草類，部分也都有入侵的紀錄。但同時，也可以發現一些目前在工程上幾乎沒有使用過的原生草類，像火炭母草、臺灣澤蘭等，其實在崩塌地都是相當具有應用潛力的，因此這些原生草種未來都還有深入研究的空間。

崩塌地具應用潛力草類

物種名	科名	學名	引證頻度	引證積分
五節芒	禾本科	<i>Miscanthus floridulus</i>	3	87.27
狗牙根	禾本科	<i>Cynodon dactylon</i>	3	72.92
臺灣蘆竹	禾本科	<i>Arundo formosana</i>	3	51.04
巴西亞雀稗**	禾本科	<i>Paspalum notatum</i>	3	46.04
蓋氏虎尾草*	禾本科	<i>Chloris gayana</i>	3	42.43
火炭母草	蓼科	<i>Persicaria chinensis</i>	3	41.96
黑麥草*	禾本科	<i>Lolium perenne</i>	3	32.47
兩耳草*	禾本科	<i>Paspalum conjugatum</i>	3	31.52
甜根子草	禾本科	<i>Saccharum spontaneum</i>	3	30.87
白茅	禾本科	<i>Imperata cylindrica var. major</i>	3	30.00

物種名	科名	學名	引證頻度	引證積分
地毯草 *	禾本科	<i>Axonopus compressus</i>	3	29.84
臺灣澤蘭	菊科	<i>Eupatorium cannabinum</i> subsp. <i>asiaticum</i>	3	28.17
大黍 **	禾本科	<i>Megathyrsus maximus</i>	3	27.95
棕葉狗尾草	禾本科	<i>Setaria palmifolia</i>	3	24.71
牛筋草	禾本科	<i>Eleusine indica</i>	3	24.48
竹節草	禾本科	<i>Chrysopogon aciculatus</i>	3	23.41
葦狀羊茅 *	禾本科	<i>Festuca arundinacea</i>	3	22.89
月桃	薑科	<i>Alpinia zerumbet</i>	3	19.14
鴨茅 *	禾本科	<i>Dactylis glomerata</i>	3	17.08
腎蕨	腎蕨科	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	3	13.69
狼尾草 *	禾本科	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	3	9.85
假儉草	禾本科	<i>Eremochloa ophiuroides</i>	2	35.76
菽草 *	豆科	<i>Trifolium repens</i>	2	32.73
雙穗雀稗	禾本科	<i>Paspalum distichum</i>	2	30.15
加拿大蓬 **	菊科	<i>Conyza canadensis</i> var. <i>canadensis</i>	2	26.72
奧古斯丁草 *	禾本科	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	2	23.03
象草 **	禾本科	<i>Pennisetum purpureum</i>	2	22.01
紫花酢漿草 *	酢漿草科	<i>Oxalis corymbosa</i>	2	20.15
昭和草 **	菊科	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	2	19.63
類地毯草 *	禾本科	<i>Axonopus affinis</i>	2	19.39
藿香薊 *	菊科	<i>Ageratum conyzoides</i>	2	18.94
紫花藿香薊 **	菊科	<i>Ageratum houstonianum</i>	2	18.34
紅毛草 **	禾本科	<i>Melinis repens</i>	2	18.15
盤固草 *	禾本科	<i>Digitaria decumbens</i>	2	16.36
結縷草 *	禾本科	<i>Zoysia japonica</i>	2	16.36
培地茅 *	禾本科	<i>Vetiveria zizanioides</i>	2	16.36
蟛蜞菊	菊科	<i>Wedelia chinensis</i>	2	15.76
車前草	車前科	<i>Plantago asiatica</i>	2	15.00
酢漿草	酢漿草科	<i>Oxalis corniculata</i>	2	14.84
倒地蜈蚣	母草科	<i>Torenia concolor</i>	2	14.33

物種名	科名	學名	引證頻度	引證積分
白花鬼針 *	菊科	<i>Bidens pilosa</i>	2	14.15
巴拉草 **	禾本科	<i>Brachiaria mutica</i>	2	13.70
大扁雀麥 **	禾本科	<i>Bromus catharticus</i>	2	13.62
多花黑麥草 *	禾本科	<i>Lolium multiflorum</i>	2	13.62
舖地黍	禾本科	<i>Panicum repens</i>	2	13.48
牧地狼尾草 *	禾本科	<i>Pennisetum polystachion</i>	2	12.97
高山芒	禾本科	<i>Miscanthus transmorrisonensis</i>	2	12.73
鵝仔草	菊科	<i>Pterocypsela indica</i>	2	10.44
四生臂形草	禾本科	<i>Brachiaria subquadripara</i>	2	9.70
龍爪茅	禾本科	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	2	9.70
虎杖	蓼科	<i>Reynoutria japonica</i>	2	9.70
竹葉草	禾本科	<i>Opismenus compositus</i>	2	9.53
野莧菜 *	莧科	<i>Amaranthus viridis</i>	2	8.38
艾	菊科	<i>Artemisia indica</i>	2	7.95
蓮子草	莧科	<i>Alternanthera sessilis</i>	2	7.93
博落迴	罌粟科	<i>Macleaya cordata</i>	2	7.85
香附子	莎草科	<i>Cyperus rotundus</i>	2	7.71
短穎馬唐	禾本科	<i>Digitaria setigera</i>	2	7.69
含羞草 *	豆科	<i>Mimosa pudica</i>	2	7.53
桔梗蘭	阿福花科	<i>Dianella ensifolia</i>	2	7.48
水竹葉	鴨跖草科	<i>Murdannia keisak</i>	2	7.30
雷公根	繖形科	<i>Centella asiatica</i>	2	7.27
竹仔菜	鴨跖草科	<i>Commelina diffusa</i>	2	7.20
大莞草	莎草科	<i>Scirpus ternatanus</i>	2	7.14
大波斯菊 *	菊科	<i>Cosmos bipinnatus</i>	2	7.00
通泉草	通泉科	<i>Mazus pumilus</i>	2	7.00
穗花木藍	豆科	<i>Indigofera spicata</i>	2	6.98
野薑花 *	薑科	<i>Hedychium coronarium</i>	2	6.89
天胡荽	五加科	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	2	6.84

◎備註：* 代表外來種植物 ** 代表具有入侵紀錄 粗體字代表最具應用潛力之草類

崩塌地植生適用的原生草類

上述表中彙整崩塌地具應用潛力的 38 種原生種與 31 種外來種草類，而在植物分類學中，分類階元越近，表示物種間的親緣越近，關係也越接近，因此，同屬植物間，通常具有許多相似性。而為了能歸納出臺灣崩塌地適用的原生草類，將 31 種外來種草類從文獻記載、現地調查與專家建議的 319 種草種中，以同屬的原生草種進行替換，共新增了孟仁草（替代蓋氏虎尾草）、日本假蓬（替代加拿大蓬）、小白花鬼針（替代白花鬼針）與馬尼拉芝（替代結縷草）等 4 種草類。因此，最終篩選出 42 種（包含 17 科，41 屬）草種可作為未來崩塌地植生工程應用的原生草類。

兼顧保育與防災的工程思維

本文透過專家學者訪談和文獻資料整理，提出了崩塌地應用植物的評估原則，並篩選出適用的原生草種，以供工程實踐參考。研究發現，崩塌地植生工程適用植物需要具備耐旱性、萌蘖性、陽性物種與速生特性等環境適應與生長特性，及種子採集與供給需求條件等實務應用與需求特性。此外，植物的後續生態演替與永續性也是考量原則之一。而本文也篩選出 42 種適用的原生草種，可作為未來崩塌地植生工程應用的參考。這些結果將有助於提高崩塌地治理的科學性和實用性，並促進生態恢復和防災管理的成功。🌱

（參考文獻請逕洽作者）

崩塌地植生工程具應用潛力草類

序	物種名	序	物種名	序	物種名	序	物種名
1	五節芒	12	腎蕨	23	龍爪茅	34	狗仔菜
2	狗牙根	13	假儉草	24	虎杖	35	大莞草
3	臺灣蘆竹	14	雙穗雀稗	25	竹葉草	36	通泉草
4	火炭母草	15	蟛蜞菊	26	艾	37	穗花木藍
5	甜根子草	16	車前草	27	蓮子草	38	天胡荽
6	白茅	17	酢漿草	28	博落迴	39	孟仁草
7	臺灣澤蘭	18	倒地蜈蚣	29	香附子	40	馬尼拉芝
8	棕葉狗尾草	19	鋪地黍	30	短穎馬唐	41	小白花鬼針
9	牛筋草	20	高山芒	31	桔梗蘭	42	日本假蓬
10	竹節草	21	鵝仔草	32	水竹葉	最具潛力物種 1~10 替代原生草種 39~42	
11	月桃	22	四生臂形草	33	雷公根		