

臺灣山區崩場地林木種子直播造林作業的新思維

◎林業試驗所育林組·簡慶德 (chien@tfri.gov.tw)、陳舜英

◎林業試驗所福山研究中心·游漢明

近年來全球氣候變化顯著，大氣層二氧化碳濃度逐年增加，至今已逼近400 ppm，溫度也有上升的趨勢，南北二極冰凍層慢慢融化，各地區降雨量和次數異於往常。臺灣也不例外，每年五月之後的雨季和颱風降臨，常常造成災害，加上臺灣山區地形陡峭，地質脆弱，洪水、土石流容易發生，生命財產遭受相當大的危害。森林是臺灣環境的命脈，總面積佔全臺面積58%。大家都知道森林可以涵養水源，保護山坡地，減少土石流危害；樹木葉子能吸收二氧化碳進行光合作用，製造糖類和纖維素；木材長期固定二氧化碳，緩和大氣層二氧化碳濃度的急速增加。確實地，森林的樹木生長是二氧化碳減量唯一且有效的途徑。本文作者經常在臺灣山區走動，有些大面積崩塌的地區，植被天然更新緩慢，且隔年可能再次崩塌，致使土壤裸露更加嚴重。有些崩塌嚴重的地區，又因路途遙遠，到達現場困難，不容易做有效的經營管理與植生復育。

行政院2005年1月核定通過的「國土復育策略方案暨行動計畫」，以及同年5月通過的「國土復育條例(草案)」，規範臺灣山坡地的森林，原則上應以生態保育和生態工法來經營管理，至於急需治理的崩場地、濫墾破壞地、火燒跡地、土壤退化地等，則透過人工整治改善。我們認為小面積的崩場地，由於有鄰近植物種子飄散過來，該地植被恢復機會大，然而對於大面積崩場地，如崩場地寬度超過30公尺以上，就要考慮人工造林的介入。對於崩塌地的造林，近年來林務局與林業試驗所正在嘗試利用種子直播造林，成

果已有逐漸呈現出來。本文將從不同海拔樹種選擇、種子採集處理和現場作業等方面，加以探討，希望能協助相關單位就崩場地造林時能彰顯成果，減少造林經費的支出。

不同海拔崩場地樹種選擇

一、高海拔(2,000公尺以上)

發生在海拔2,000公尺以上高海拔地區的崩場地，樹種選擇應特別注意，原則上以高海拔針葉樹種為主，再搭配高海拔闊葉樹種。在適地適木的前提下，採集的種子以鄰近地區結實量較多的樹種，最為適當。直播造林需要較多數量的種子，建議高海拔針、闊葉樹種以臺灣鐵杉(*Tsuga chinensis* var. *formosana*)、臺灣扁柏(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)、臺灣赤楊(*Alnus formosana*)、昆欄樹(*Trochodendron aralioides*)、玉山假沙梨(*Photinia niitakayamensis*)、巒大花楸(*Sorbus randaiensis*)、臺灣紅榨槭(*Acer morisonense*)、狹葉櫟(*Cyclobalanopsis stenophylloides*)為主。為播種後能加速種子在短時間內發芽，以上有休眠的種子須先利用低溫5°C左右的濕層積處理，低溫濕層積時間：玉山假沙梨1~2個月、巒大花楸4個月、臺灣紅榨槭2~3個月、狹葉櫟3個月。在此特別強調，臺灣紅榨槭是高海拔崩場地復育非常適合的樹種，且每年結實量大，種子不虞匱乏。當採收陰乾後，先用手將果翅搓揉掉，再做後續乾藏或濕層積處理。在高海拔採收的臺灣赤楊種子是沒有休眠性的，然高海拔直播造林



山區崩塌地臺灣赤楊種子直播造林後生長良好(簡慶德 攝)

時種子必須採自高海拔樹種的種子，以符合適地適木的原則，切勿將低海拔的臺灣赤楊種子播種在高海拔山上。雖然高海拔地區還有許多的木本植物可供選擇，但因考量結實量少或具深度休眠性的問題，如莢蒾屬(*Viburnum*)、冬青屬(*Ilex*)等，解除休眠所需的時間長，且處理技術較困難，在此不建議使用。

二、中海拔(1,000~2,000公尺)

中海拔地區涵蓋雲霧帶的森林，可做為中海拔崩塌地的造林樹種很多，以下建議之針、闊葉樹種直播造林，以結種子(果實)數量多，無休眠性或淺休眠性為主。針葉樹—臺灣扁柏(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)、紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)、臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)、香杉(*Cunninghamia lanceolata* var. *konishii*)、臺灣五葉松(*Pinus morrisonicola*)、臺灣肖楠(*Calocedrus macrolepis* var. *formosana*)；闊葉樹—臺灣赤楊(*Alnus formosana*)、昆欄樹(*Trochodendron aralioides*)、樟樹(*Cinnamomum camphora*)、長葉木薑子(*Litsea acuminata*)、山胡椒(*Lit-*

sea cubeba)、紅楠(*Machilus thunbergii*)、青楓(*Acer serrulatum*)、山櫻花(*Prunus campanulata*)、墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta*)、山桐子(*Idesia polycarpa*)、大頭茶(*Gordonia axillaris*)、烏柏(*Sapium sebiferum*)、車桑子(*Dodonaea viscosa*)、山黃麻(*Trema orientalis*)、羅氏鹽膚木(*Rhus chinensis*)、臺灣欒樹(*Koelreuteria formosana*)、九芎(*Lagerstroemia subcostata*)、臺灣馬桑(*Coriaria intermedia*)、光蠟樹(*Fraxinus griffithii*)、欒木(*Zelkova serrata*)、楓香(*Liquidambar formosana*)等。以上闊葉樹種如長葉木薑子、青楓、大頭茶、車桑子、臺灣欒樹、光蠟樹、欒木、楓香應栽種在1,500公尺以下地區。

上述種子直播前需要低溫5°C濕層積處理，以促進發芽的樹種如下：山胡椒(5~7個月)、青楓(2~3個月)、山櫻花(3~5個月)、墨點櫻桃(2~3個月)、山黃麻(2~3個月)。樟樹需要先用15%過氧化氫(雙氧水； H_2O_2)浸泡30分鐘，然後用清水確實沖洗掉過氧化氫溶液後再播種；亦可先以低溫5°C層積2~3個月後，再用15%過氧化氫浸泡約25分鐘，此先低溫濕層積再用過氧化氫浸泡能提高種子的總發芽率。羅氏鹽膚木種子先浸泡在70~80°C熱水(體積約為種子量之2~4倍)，能加速種子發芽。山黃麻新鮮種子可直接播種，一個月後種子即開始發芽，但發芽緩慢，為加速種子發芽，可與濕水苔一起放入塑膠袋內混合，封口後在低溫5°C下層積2~3個月，然後再播種。順便一提，烏柏種子沒有休眠性，種子表層的臘質對種子發芽並沒有影響。

三、低海拔(1,000公尺以下)

低海拔地區是以樟樹和楠木類為主的亞熱帶闊葉林，除了針葉樹臺灣肖楠和臺灣五葉松可在海拔500公尺以上直播造林外，當以闊葉樹種為主。樹種選擇仍需考量每年結種子(果實)數量較多，以及無休眠性或淺休眠性的種子為主。建議低海拔種子直播造林之闊葉樹種如下：相思樹(*Acacia confusa*)、樟樹、香楠(*Machilus zuihoensis*)、大葉楠(*Machilus japonica* var. *kusanoi*)、山胡椒、青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca*)、野桐(*Mallotus japonicus*)、血桐(*Macaranga tanarius*)、白匏仔(*Mallotus paniculatus*)、山芙蓉(*Hibiscus taiwanensis*)、九芎、欒木、榔榆(*Ulmus parvifolia*)、楓香、山黃麻、茄苳(*Bischofia javanica*)、白柏(*Sapium discolor*)、臺灣欒樹、臺灣馬桑、光蠟樹、大頭茶、烏桕、苦楝(*Melia azedarach*)、車桑子等。以上有休眠的種子，如相思樹種子以2~4倍種子量的100°C沸水(體積)直接沖泡，靜待自然冷卻，繼續浸到隔天，有吸水膨脹的種子立即播種，未膨脹的種子，用沸水重新處理一次。青剛櫟種子先用低溫5°C濕層積處理2個月，可增加播種後的發芽速率。苦楝每粒果實有5~6粒種子，注意撒播時的果實數量，種子發芽率高的果實每穴放1~2粒即可。

種子採收和處理

種子(果實)需成熟採收，針葉樹毬果採收後先陰乾處理，並經常翻動，使種子加速脫離毬果，然後收集。大部分針葉樹種子乾燥後皆可長期儲藏備用。闊葉樹果實成熟時外表顏色明顯改變，種皮變硬或變色，胚或胚

乳硬實，呈非透明狀；部分果實成熟時會開裂，如蒴果、莢果、蓇葖果等乾裂果，成熟時開裂，以釋出種子；瘦果、翅果等不開裂的乾果，以及漿果、核果等肉質果，經常以果實顏色作為成熟與否的指標。種子(果實)採集後應迅速處理，如毬果、蒴果、莢果等，攤開在乾燥的環境下陰乾；漿果、核果等含有果肉的種子，則必須先洗除果肉，並濾除浮於水面上的空粒、雜質及不良的種子，然後陰乾種子。另外，樟樹、山櫻花等新鮮果實若尚未軟化，可放在陰涼處灑水保持濕潤狀態，待果肉軟化、腐爛後再進行清洗處理步驟。闊葉樹種子依儲藏性質可分為乾儲型、濕儲型和中間型，乾儲型種子可以儲藏多年，濕儲型和中間型種子以低溫5°C濕層積處理最佳。然而，有些濕儲型種子，如大葉楠種子，採收後僅能濕層積處理2個月左右，就要儘快播種，否則種子活力將明顯逐漸下降。那些種子可以乾燥儲藏，那些種子只能濕藏，可上網查看過去已發表的報告，以做正確適當的處置。

現場種子直播作業

崩場地進行木本植物種子播種之前，必須先了解下列幾個因子，如崩場地路況、氣候、海拔高度、坡度、方位、附近森林植物種類等。崩場地區若人員可以到達，可採人工植穴撒播，以橫坡行之，播種量依種子發芽率可增加2~3倍量。若人員無法到達的地點，則另需考慮使用直升機或遙控機撒播，使用直升機撒播時，需規劃數個崩場地點，一次完成。雨季播種能使種子順利發芽，苗木正常生長。播種時期的選擇，建議東部和北部地區可以在初春時進行，中南部則在5月初梅雨

季節進行最佳。此外，了解海拔高度和方位，適地適木，將使發芽苗木生長良好，以固著土壤，減少崩塌。若坡度太大，需要考慮用人工撒播方式，但種子量會增加。一個崩場地直播作業時應考慮幾個樹種種子同時進行，例如人工植穴時每個穴播一種，但行列各播不同種的種子；陡坡地則種子混合撒播。此外，我們現場檢討崩場地打樁編柵，植生復舊的作業模式，發現先以橫坡整地後，再將木本種子撒播於編柵後方整出的平台上，並加以覆土，這類處理的種子發芽及苗木成活效果不佳，可能原因在於土質疏鬆，柵欄不牢固致種子流失，或是上層土壤再度被沖刷，致土壤覆蓋平台，種子被掩埋，失去效用。因此，建議上述地區以橫坡人工植穴整地，再行種子撒播即可，不必打樁編柵，減少開支。若為初期陡斜坡面的穩定，必要行打樁編柵工法，則以大家所熟悉的九芎枝條插入土壤中，同時促進枝條發根成活。直播種子因水分不足，沒有發芽，這些乾儲型和中間型種子會在土壤內保持活力數個月，不會死亡，將來會再萌發，但濕儲型種子



山區崩場地打樁編柵後多種林木種子混合直播，苗木生長良好(簡慶德 攝)



山區崩場地草本種子混合林木種子直播後現況，草本植物會干擾木本植物的生長(簡慶德 攝)

則否，會逐漸敗壞死亡。檢討種子直播造林作業時，也發現種子萌發後會有動物干擾，喫食小苗木，雖部分根系尚留存在土壤中，但造林成活率不佳，此時可考慮增加播種量，或者用竹子圍繞，避免動物啃食。

草本植物不宜撒播在崩場地區

作者不建議人工噴撒草本種子的理由是：一、崩場地若大量撒播進口的草本植物種子，雖短時間內可看到綠色成果，但會阻礙附近的木本植物種子進入土壤中，這些種子雖有機會發芽，但可能因植物根部無法深入土壤，成活率低；二、鄰近本土草本植物種子將有非常大的機會飛散進入崩場地發芽，同時崩場地內的土壤中，有潛在的土壤種子庫，也會有草本種子發芽；三、林木果實(種子)進入崩場地的困難度比草本植物高出很多，因此利用人工輔助方法，直播林木種子，將可以使這些深根性的林木提早在崩場地生長，達到穩定土壤的功效。

結語

崩場地種子直播作業首要考慮的是大面積崩場地，寬度至少30公尺以上的地區，因為小崩場地可藉由鄰近植物種子天然更新恢復成林。有休眠性的種子應考慮先打破休眠後再播種，可在短期間內看到成效。上述我們建議的種子大部分以低溫5°C濕層積處理即可，少部份用熱水或過氧化氫處理，簡單實用。然應特別注意的是，種子胚根伸長出來後遇到乾旱無雨，種子很快就會死亡，因此建議應在雨季初期直接播種，這也是一般容器苗造林所採用的季節，以增加成活率。

撒播的種子品質非常重要，通常需達發芽率60%以上；空粒太多或發芽率低的種子，直播後的成效不佳，應予避免。作者也不建議施行打樁編柵，以節省成本。崩場地人員能到達的區域，土壤壓實後以挖橫穴播種，不能到達



大面積崩場地人工撒播種子，一年後種子發芽及苗木生長不佳，可能原因是播種時機不對及土質持續滑動(簡慶德攝)

區則規劃利用直升機或遙控機撒播種子，但持續崩塌中的地區以撒播種子為主，且每年規劃行之，不要以一次為限。現場直播後仍應注意野生動物為患，避免動物全部吃光幼苗。總而言之，臺灣森林環境需要我們林業人員好好地經營，才能讓臺灣有更美好的明天。☸



打樁編柵配合種子直播之發芽生長情形不佳，可能原因是播種時機不對及種子預處理的問題(簡慶德攝)