

# 適用臺灣東部海岸防風林 暴潮易襲處之低碳造林新法

撰文 | 黃俊元 (林業試驗所太麻里研究中心副研究員／通訊作者)

謝漢欽 (林業試驗所森林經營組研究員)

陳建璋 (屏東科技大學森林系副教授)

海岸林是海岸自然生態系中植物分布最主要的區域，也是呈現海岸地景要素 (Landscape Elements) 之一種，提供海岸地區植物、動物及沿岸魚類等生物多樣性之重要生態系。然而，臺灣位於颱風盛行區之太平洋西側的島嶼，每年颱風季節容易遭受颱風侵襲，對生態環境造成嚴重的破壞，更是造成臺灣東部海岸防風林縮減的主要原因，例如2005年海棠、泰利及龍王颱風侵襲花蓮七星潭地區，以及2016年尼伯特颱風侵襲臺東地區，一夕之間造成當地海岸防風林嚴重的災情，影響海岸自然生態環境。由於海岸環境逆境，一般植生難以在海岸砂質土壤定殖，尤其是海岸防風林臨海之第一線林帶砂地，原生植物幾乎僅有草本植物能以優勢族群生存，而木本植物僅黃槿、欖仁、草海桐及林投能適應生存，但其生長勢明顯受到海岸逆壓因子抑制，不如適應良好之木賊葉木麻黃 (*Casuarina equisetifolia*)，

也因此木賊葉木麻黃成為海岸防風林第一線林帶，最主要且難以被取代的造林樹種。然而，即使是適應良好的木麻黃，也因長期遭受颱風及暴潮侵襲，造成海岸防風林前緣林帶受害形成孔隙，使得林業機關常需於孔隙再次造林，維持林分完整性，因此為了加速濱海防風林帶易受暴潮危害林地之復育造林工作，本文提供一種新的直播造林方法，以降低造林成本及被害損失，維持海岸防風林前緣林帶之完整性。

## 自然防風體

以往海岸防風林幾乎都以種植木麻黃為主，但隨著生態保育觀念日趨成熟，林業機關便於20年前將海岸林造林改成為本土樹種為主，實施生態造林，以營造生物多樣性。

然而海岸地區初期要營造以本土樹種為主



木麻黃防風林提供穩定的環境促進本土植物生長



颱風暴潮造成木麻黃防風林帶縮減後重新造林

之複層林並非易事；造林期間必須設法降低海岸逆境對造林木的危害，才能提高造林木存活率。木麻黃是以特殊用途為種植目的，僅於海岸林第一線林帶持續栽植，運用其優異的適應性擔任防風、砂及鹽霧之角色，保全後方第二線林帶、農作物，同時提升沿海地區之居住環境品質。木麻黃可以彌補本土樹種難以適應濱海衝風地帶，可在海岸林臨海面以可發揮防風林功能之最小寬度栽植，使後方生態造林林帶能於穩定的環境中穩健生長，早日建成符合生態保育需求的海岸複層林。因此海岸林前緣處種植木麻黃，是目前造林樹種中成本最低（成林最快）且效益高的自然防風體。

### 花蓮七星潭海岸地區 —直播造林條件佳

2016—2017年期間我們於臺東濱海防

風林前緣林帶孔隙，選擇地被植物覆蓋度<10%之砂質林地，使用保護管凹地直播方法成功培育大量木賊葉木麻黃種子苗，植株生長強健，播種成效符合造林的目標，此造林新法應可提供作為海岸林造林作業之參考（黃俊元等，2019）。因在臺東地區播種成效良好，為瞭解此直播方法的適用區域範圍，除了臺東地區外，此法是否也適用於地理環境與臺東類似之花蓮海岸地區？我們便於2017年11月前往花蓮七星潭海岸地區之海岸防風林勘察、評估直播造林之可行性。

花蓮七星潭具有優美的弧形海灣又稱月牙灣，座落於海灣內之防風林覆蓋良好，具有「海岸綠色長城」之美稱，但2005年遭受三次強烈颱風侵襲，重創海灣內之防風林（黃隆明，2010）。當我們實地勘察花蓮七星潭地區，發現海灣內防風林在林業管理機關多年努力復舊造林之下，受害林木已不復見，



- ① 保護管凹地直播法，播種時先挖10公分深之凹洞，將木賊葉木麻黃種子約30—50粒播種於凹洞內，種子再覆土0.5—1公分（不可超過1公分，因覆土太厚會降低幼苗出土數量），再將紙筒保護管（係由紙杯將杯底割除製成）輕放於凹洞後，最後再將保護管外之孔隙回填
- ② 臺東地區木賊葉木麻黃直播造林1年生幼齡木（2016年12月播種）
- ③ 臺東地區木賊葉木麻黃直播造林3年生林木（2016年12月播種）

災後受創之海岸防風林也已恢復保安機能，同時也發現防風林臨海前緣處仍有不少林地需持續復舊造林，且這些林地之地況多數符合直播造林的條件，令人雀躍之處莫過於林地不難發現木賊葉木麻黃之天然更新苗零散分布，顯示花蓮七星潭海岸地區是使用保護管凹地直播造林潛力十足之地。

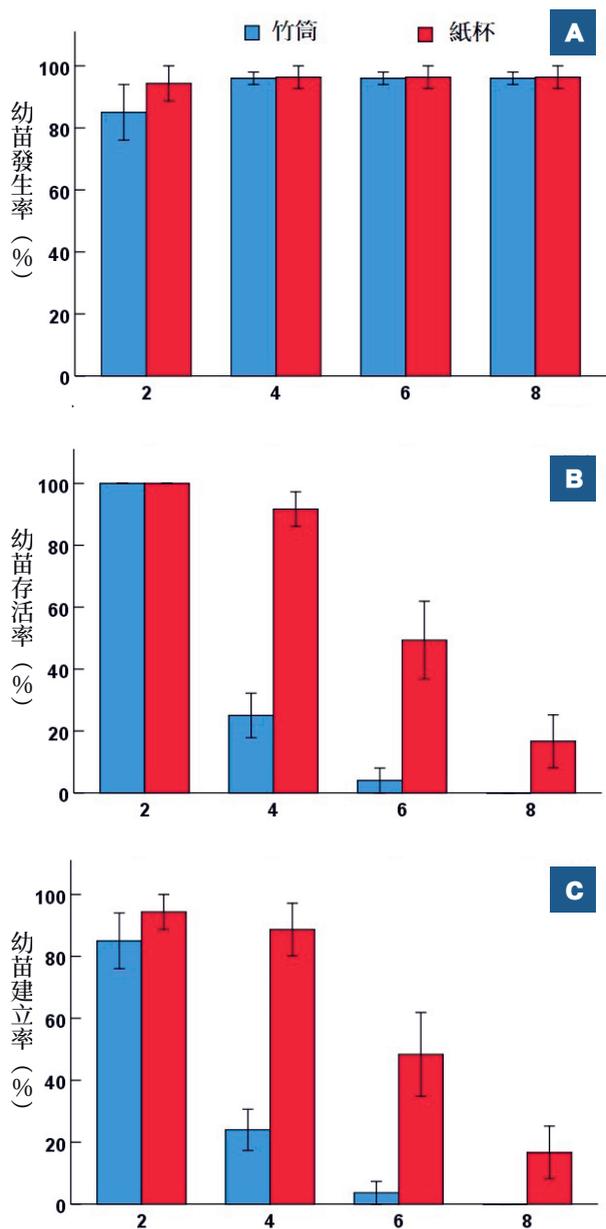
### 幼苗生長光量 及保護管材質

2018年1月，我們使用兩種類型的種子保護管（Seed Shelters）分別為竹筒及紙筒進行木賊葉木麻黃直播造林，播種二個月後初次調查竹筒保護管之幼苗發生率為85%，而紙筒保護管高達94%，播種四個月後兩種保護管的幼苗發生率均為96%（圖表A），顯示七星潭海岸地區確實適用凹地直播方法，可輕易地讓種子發芽及生長，然而播種四個月後，調查發現竹筒保護管的幼苗存活率僅剩25%，但紙筒保護管仍高達92%，但播種八個月後，紙筒保護管之幼苗存活率只剩17%（圖表B），顯然在七星潭海岸地區初次直播造林成效（幼苗建立率），整個試驗地平均僅為8%，紙杯為17%及竹筒為0%（圖表C）。

雖然花蓮地區直播造林結果以失敗收場，但獲得的經驗仍是重要的成果，若要成功必需徹底釐清，為何幼苗無法存活的原因？首先針對幼苗發生率分析，兩種保護管均超過90%，顯示種子著床生育地之土壤水分足

夠，使種子順利發芽，既然土壤水分充足，但為何幼苗無法存活？我們發現在幼苗生長2—4月過程中，竹筒保護管之幼苗明顯生長緩慢，植株柔軟，小枝呈現暗紅色。我們以植物生理觀點研判，幼苗生長不良可能是生長環境光量不足導致，為了進一步證實幼苗無法存活係因竹筒會隔絕陽光，造成幼苗生長環境光量不足。我們在苗圃使用不同光量的遮光網直播試驗結果，文獻顯示木賊葉木麻黃的小苗生長所需之相對光量需40%（劉瓊霞、許博行，2014），經使用儀器測得竹筒保護管內之相對光量僅為21%，證實竹筒保護管因透光性低會影響幼苗的生長，然而紙筒保護管之相對光量約為45%，可見幼苗生長環境之光量足夠，但為何幼苗仍然無法存活？播種期間我們發現紙筒保護管之外層食用紙似乎遭受某種外力作用破損，並經多次觀察後才釐清紙筒係遭節肢動物—球鼠婦 (*Armadillidium vulgare*) 啃食，造成紙筒破損海砂滑落保護管內，使得小苗遭受砂埋致死，導致保護管內之凹地效應消失影響幼苗生長。

因此，我們必需使用新的保護管，且材質需考量透光性及耐用性，2018年11月我們使用透光性高的透明塑膠筒（飲料杯將其杯底割除製成）為保護管，並於同樣地點再次進行直播造林，2年後木賊葉木麻黃樹高超過3公尺，林木之間枝條已互相交錯覆蓋整片林地，直播造林成效超過90%，成活率符合造林標準。



圖表：花蓮七星潭海岸地區直播造林成果（2018年1月播種）

表：臺灣東部海岸防風林易受暴潮危害林地木賊葉木麻黃新植袋苗造林與直播造林比較

造林方式	袋苗造林	保護管凹地直播造林
苗圃作業	需要育苗	無
挖掘植穴	小型挖土機	挖土工具（小剗子、小鐵釘耙）
土壤改質	卡車載運客土或樹皮堆肥等	無
運苗	需要卡車載運苗木	無
澆水作業	以水管澆灌進行造林木澆水作業，需水量多及耗時	除非遇非典型氣候長期不降雨時，才需要使用背負式噴霧機澆水，需水量低及省時。
造林成本及暴潮被害損失	高	低
造林作業	碳足跡高	碳足跡低



- ① 紙筒遭受球鼠婦啃食，造成紙筒破損海砂滑落保護管內，小苗遭受砂埋致死。
- ② 花蓮七星潭地被植物覆蓋率<10%之直播造林地，由花蓮林區管理處自行直播之木賊葉木麻黃2年生林木。
- ③ 花蓮七星潭地被植物覆蓋率<10%之直播造林地木賊葉木麻黃2年生林木（2018年11月播種）。
- ④ 花蓮七星潭地被植物覆蓋率30—50%之直播造林地木賊葉木麻黃2年生林木（2018年11月播種）。

## 保護管凹地直播法的優點

臺灣東部海岸地形屬於侵蝕型海岸，海岸線自然地逐年後縮，也因此東部海岸防風林臨海林帶逐漸被暴潮侵蝕減少，同時也造成林業管理機關對於易受暴潮危害林地之復舊造林工作陷入兩難，深怕樹苗新植之後，當年度立即遭受暴潮危害全毀。然而，保護管凹地直播法卻特別適用於臺灣東部海岸防風林易受暴潮危害之處的造林新法，因暴潮侵襲處多為地被植物覆蓋率低之砂土地，選擇11—12月期間實施，加上此直播方法於砂質土壤實施容易，可輕易地以人力施作，待播種二個月後施肥，並於翌年第1個颱風可能侵襲前將保護管抽離回收即可。因此，保護管凹地直播造林方法相當適用於暴潮危害之處造林，除了可減輕育苗業務，降低造林被害價金，同時也是一種低碳造林方法（如表）。

## 結語

全球暖化造成氣候型態異常更加難以預測，使得極端氣候頻傳，豪雨致使林地崩塌，長期乾旱使得造林工作更加困難，如何運用林木生態習性及微環境改善機制，以減少水資源的使用，並降低造林成本，同時於造林過程中減少碳足跡，是劣化地造林作業可深入探索之議題。

樹苗造林仍是最佳的造林工法，直播造林只是因地制宜，僅能針對適用地點推廣實施，提供營林機關運用多元的造林方法，加速劣化林地之復舊造林工作，並將造林地受害風險分級，使用不同造林方法施作，以減輕造林被害價金。保護管凹地直播法選擇適當實施地點及播種時機，降低危害因子的影響，再配合器具改善播種環境，以提高造林木成活率，經過多年的試驗已得知最佳的實施季節為11—12月，實施地點為海岸防風林臨海面地被植物覆蓋率<10%之林地，也就是易受暴潮危害之處。臺灣東部海岸防風林暴潮危害是常態，且於10或20年間都有可能遭受強烈颱風引發災害級的暴潮侵襲，而此法卻特別適用於暴潮危害後地被植物全無的林地，能以成本低及有效的造林方法進行海岸風林復舊造林工作。

（參考文獻請逕洽作者）