

# 認識海岸地區直播造林—— 保護管凹地直播法

黃俊元<sup>1</sup>、謝漢欽<sup>2</sup>、陳朝圳<sup>3</sup>、陳建璋<sup>4</sup>

臺灣本島是個島嶼，海岸線全長約1,200 km，因大部分土地為高山地區，加上人口密集，海岸地區幾乎完全被開發利用，現存不到全國土地面積1%的海岸林，環繞於本島海岸，提供災害防止、保護農業生產、環境保健與綠化景觀等多元效益。因此，對於臺東市的市民而言，海岸防風林幾乎是臺東市的肺，每年東北季風盛行期間，若無海岸防風林於市郊東側及北側攔截風砂，市區必被砂塵籠罩，導致屋內細砂滿地，影響市民健康及居住環境品質。

因位於西太平洋颱風盛行區，臺灣幾乎每年都有可能遭受颱風侵襲，使得東部海岸林經常受風災危害，例如2016年7月強烈颱風尼伯特，造成臺東地區樹木及果樹災情慘重，尤其是臺東市濱海地區經營數十年的森林公園，一夜之間整個防風林遭17級強陣風肆虐，林內如同被轟炸一般，林木幾乎全數幹折，殘幹及斷枝堆滿林地，現場滿目瘡痍。現今面對全球暖化的衝擊，未來的極端氣候更加難以預料，使得海岸林的經營管理更加困難。因此，對於颱風災害高風險之海岸林地是否持續新植造林，常使林地經營者陷入兩難。然而「保護管凹地直播法」係適用於東部海岸地區的一種直播造林方法，具有造林成本低、易實施及碳足跡低的造林方法，可提供暴潮危害風險高地區之造林選擇方案。

林業試驗所・<sup>1</sup>太麻里研究中心、<sup>2</sup>森林經營組

<sup>3</sup>屏東科技大學・森林系退休教授

<sup>4</sup>屏東科技大學・森林系

## 海岸林經營困境

由於海岸林地環境惡劣，臺灣於1897年引進能夠適應海岸砂地環境之外來種—木麻黃(*Casuarina* spp.)，此類樹種具有優良適應性，栽種3~5年內能夠迅速成林，因此成為海岸林最主要之造林樹種(圖1)。然而木麻黃防風林數十年後仍然易受不良環境影響，林木衰退枯死，造成林分劣化形成孔隙，加上木麻黃又有天然更新障礙，孔隙仍無法自行更新成林，嚴重影響海岸防風林保安功能。因此，20年前海岸林經營政策，對於第二線主林帶，已開始進行生態造林種植原生樹種，但第一線犧牲林帶逆壓侵襲之地，原生海岸樹種難以生存(圖2)，以造林成本及效益而言，僅有生長快速及適應力佳的木麻黃能夠於第一線地區迅速成林，形成屏障保護後方林帶，但林分劣化及更新問題仍在。

各地不同地理環境的海岸環境所面臨之逆境類型不同，東部海岸除了較常承受颱風



圖1 臺東太麻里海岸地區第一線林帶木麻黃防風林。



圖2 臺東太麻里海岸地區第一線林帶造林木麻黃及少量木麻黃天然更新苗。

及暴潮外，其他的逆壓危害相對較西部單純，多數林地可經由適地適木及造林技術完成造林。因此，近年來東部海岸地區已完成許多多種原生樹種混合之生態造林，例如花蓮新城海岸防風林及臺東小馬地區海岸防風林。這些經營成功的生態複層林，皆受第一線犧牲林帶-木麻黃防風林保護，能於穩定的環境中生長。然而，對東部海岸林而言，颱風及暴潮像是巨大利刃，將海岸林切割破碎，尤其臺東地區幾乎3年1次遭逢颱風及暴潮肆虐，對木麻黃防風林造成危害。根據海岸線變遷研究結果，近75年臺東地區海岸線退縮約50~70 m，平均每年近1 m的海岸遭受暴潮沖蝕流失(陳文俊與郭金棟，2005)。因此，為維護海岸林整體防災及保安功能，海岸林孔隙缺口仍需重新造林，以防不可逆的國土流失，林務機關仍需編列預算於缺口造林，帶來沉重的經費負擔。

### 師法自然—運用天然更新機制發展直播造林

因為無法預期颱風何時侵襲，東部海岸

第一線林帶造林工作，如同明知不可為而為之。過去許多新植造林地，遭受颱風及暴潮沖毀。因此，暴潮高風險地區是否造林，往往陷入天人交戰。若能發展有效及成本低的造林方法，應可減少被害損失，同時也能持續造林的方案。直播造林就是一個選項，過程中不需育苗及移植樹苗，減少新植費，容易實施，種子苗根系健全，但缺點為環境因子難以掌握，實施條件要求嚴格，乾旱、寒冷、風大及雜草多不易成功，所以造林成效難以預期。

木麻黃防風林無法天然更新的原因，主要是受到林內枯落物堆積、雜草競爭、土壤水分及光強度等因子的影響，但在防風林緣植被覆蓋率低的砂地，仍有少量天然更新小苗出現。因此，我們可以理解木麻黃能夠更新之地，在於空曠之砂地，無枯落物堆積，植被覆蓋率低，以及光度夠，但更新小苗數量稀少，顯示海岸林地仍受限於某種因子的影響，否則依木麻黃的種子數量而言，更新小苗數量不應如此少。然而，更新障礙的原因究竟是種子品質，還是土壤水分不足或者是其他因素，仍需進一步釐清。經長期於海岸林觀察天然更新小苗發生之地，發現更新小苗好發於小凹地，且種子多數在覆土條件之下發芽生長。因此，我們選擇海岸林第一線林帶孔隙，並將凹地及種子覆土等處理融入直播作業，成功地發展一種海岸林直播造林方法-保護管凹地直播法。

### 保護管凹地直播法

保護管凹地直播法是一特殊直播方法(圖3)，以人為作業仿效木麻黃天然更新機制，達到育苗的目的。此法實施條件有一定限制，實施地點必須選擇第一線林帶，植被覆蓋率

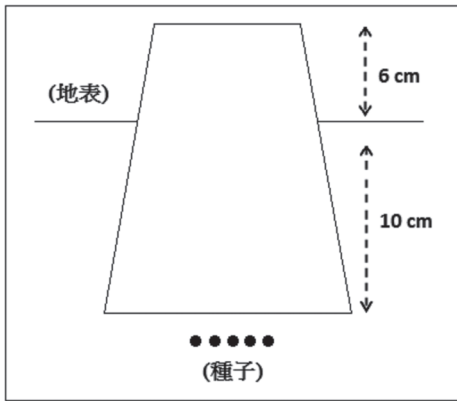


圖3 保護管凹地直播法剖面圖。



圖4 苗齡7個月之直播苗生長情形。

<20%及具有少量天然更新小苗發生之地。實施時機為12~1月，因冬季期間東北季風盛行，季風通過海洋攜帶水氣，使得位於迎風面的臺灣東部海岸地區降雨頻繁。因此，臺灣自臺中及臺東連線劃分東、西側，東部區域可使用此法，但風飛砂盛行區域不可行，因飛砂會將保護管覆蓋，小苗遭受砂埋無法存活，現階段最適合執行區域為花蓮及臺東地區。

直播樹種為木賊葉木麻黃(*Casuarina equisetifolia*)，播種作業以點播方式，播種間距依造林目的規劃，播種時挖約長、寬各20 cm及10 cm深之凹地，將種子播種於凹地底部(建議量約50粒)，再覆土0.5~1 cm，再將保護管(直徑各為6及9 cm，高16 cm之底部移除的紙杯)輕放於凹地內，並將管外空隙回填，待小苗萌發45天後，每個播種點須施3 g緩效型肥料(建議使用180天型)，可有效促進小苗生長，提高夏季高溫及暴潮侵襲的存活率。當苗齡0.5年後，小苗植株高度超高20 cm(圖4)，便可將保護管抽離回收(抽離後的播種點仍呈凹地狀，此時凹地請勿回填，避免小苗基部覆土太深)，維護海岸林的環境。爾後若遭



圖5 2016年強烈颱風尼伯特引發暴潮侵襲直播苗，小苗經清理後雖然枝葉枯黃，仍可於暴潮危害後存活。

逢颱風暴潮侵襲，只要直播苗未被海砂完成覆蓋，都可透過清理作業恢復生機(圖5~6)。

保護管凹地直播法之所以能成功培育幼苗，在於凹地之微地形於雨後，使得土壤深度10 cm以內之土壤水分，因內向滲流(seepage inflow)作用持續滲入凹地底部，以及凹地底部也因毛細管上升(capillary rise)作用，深層之土壤水分往凹地底部移動(Tabbal et al. 2002)，加上保護管內為凹地環境，能減少高溫及蒸散作用，有效維持土壤水分(Heikkilä 1977)。因



圖6 直播苗遭受颱風暴潮危害，但因根系健全，具有相當好的修護力及生命力，災後1年後苗高已達1 m。



圖7 直播2年之幼樹生長良好。



圖8 保護管凹地直播法欖仁生長情形。

此，凹地內較地表保持更長時間的有效土壤水分，維持整個冬季及春季的土壤有效水分，幼苗能夠順利生長，達到直播造林初期的目的。

原本具有植生覆蓋的東部海岸林地，會因颱風及暴潮侵襲造成植生死亡，形成植被覆蓋率之孔隙，反而提供保護管凹地直播法最理想的實施地點。根據3~4年的直播成果，發現暴潮風險愈高的林地，雖然被害風險最高，但直播苗的生長表現最佳，原因在於此地的植被覆蓋率及海拔最低，因幾乎無植被

競爭土壤水分及凹地效應更加顯著，只要直播苗當年度未受暴潮嚴重的侵害，隨著時間直播幼樹遭暴潮危害損失會愈低(圖7)。本法除木賊葉木麻黃外，也可使用其他樹種，但必須考量適地適木原理，暴潮侵襲之地僅木麻黃有機會存活，若無暴潮危害之地，欖仁及繖楊也是具有潛力的直播樹種(圖8)。

## 結語

海岸造林目前沒有一種造林方法可以抵抗颱風、暴潮及海水倒灌的危害。然而，保護管凹地直播法可提供海岸林暴潮危害高風險地區之低碳造林方法，建立數量符合造林需求及根系健全之直播苗，但造林能否成功仍決定於颱風暴潮的有無及強度。根據分析近50年颱風侵襲臺東的數據顯示，臺東地區平均10年期間遭受強烈、中度及輕度颱風各1次，也就是平均每3年遭逢1次不同強度等級的颱風侵襲。因此，此法係運用造林成本效益策略，以低價可行多次造林方式，掌握未被颱風暴潮侵襲年度，提高造林成效及降低被害損失，提供暴潮危害高風險地區之特殊造林選擇方案。⊙