

四湖海岸防風試驗林下具天然更新樹種之評估

文、圖 ■ 鄧書麟 ■ 林業試驗所中埔研究中心助理研究員（通訊作者）

許原瑞 ■ 林業試驗所中埔研究中心主任

王志斌 ■ 林業試驗所中埔研究中心四湖工作站站長

吳欣瑾、徐浚騰、陳宥銓、劉紋雯 ■ 林業試驗所中埔研究中心研發助理

一、前言

台灣四面環海，又位居季風帶上，夏秋之際復有颱風肆虐，因此海岸防風林對沿岸地區之飛砂安定、作物生產及生活環境保護等，均扮演極關鍵性角色。據前清志書所載，早於光緒初年即有相關防砂造林之記述，惟正式進行總體規劃造林與研究調查，則始於日據時期。然在造林之初，因在樹種選定上欠缺經驗，故雖曾嘗試相思樹、松類…與黃槿等多達數十種造林樹種進行栽植，但效果不彰。直至日人自1897年引入木麻黃試植後，因其對飛砂具有強固之能力，且兼具耐旱、耐鹽及耐貧瘠等多項特性，遂一躍成為台灣與各離島地區海岸造林的先驅樹種，在廣達一萬餘公頃的海岸林帶裡，木麻黃成就了今日綠色長城的奇蹟。

由於木麻黃類植物與固氮菌種間具有共生能力，因此即便在土壤貧瘠之處，亦能呈現高度抗旱與耐鹽性質。然木麻黃林分一直多採

純林方式經營（照片1），雖造林容易速成，但由於長期面對風災、鹽霧、乾旱及病蟲危害等惡劣環境的侵蝕，林分隨著木麻黃的衰老、死亡，漸次在林地內形成枯立木或因風災造成風倒或幹折等現象，終致於林內產生諸多大小不一之孔隙，並連年擴大形成風洞，進而降低整體環境保安的機能。且依長期觀測與相關研究顯示，木麻黃林分在本島地區甚難自我天然更新，故依現有林分方式經營，恐難達永續經營之目標。



照片1 木麻黃純林林相。（攝影／鄧書麟）



二、環境逆境與海岸林適生樹種選定之構思

台灣海岸林長期面對濱海環境逆壓的考驗，加上颱風帶來的機械性傷害與淹浸問題更加深濱海造林的困難度（照片2），其中尤以風、砂與鹽霧危害更為海岸林經營首要克服之難題。

台灣西海岸在地形構造上屬隆起海岸，在氣候分類上屬夏雨型氣候，由於本區域年雨量為全台雨量最低之處，平均不及1,250 mm，加上降雨不均，因此旱季長達6~7個月之久，且以冬季為甚；加上濕潤指數僅介於0~20，顯著偏低，實難維繫密閉森林之組成，故與澎湖地區植群一樣，演替成典型疏林群系。台灣之疏林群落主要出現於北港溪與大安溪之間的西海岸地帶，植被以禾本科與莎草科等高草類植物為優勢，樹木僅得零星散生其間，常見如黃槿、榕樹、苦楝、草海桐與林投等，但目前舉目所見者，均為木麻黃人工造林地。換言之，本區現存之林分如任其自然演替，俟木麻黃衰老後，由於難以天然更新，如不予重新造林，最終亦難脫疏林群系的型態，



照片2 淹浸是海岸林經營的新難題。（攝影／鄧書麟）

為求永續防風林帶之建造，實有必要透過適切的育林技術來加以改善。

海岸防風林之建造，實藉由人為力量，在極短時間內改變自然環境，並創造一全新的生態系模式。然長久以來，濱海地區雖不乏多次新植造林經驗，但在西海岸地區的防風林帶，卻始終欠缺以天然更新方式達成永續經營之實例，究其因素應與種實雨來源、種子庫、林地枯落物覆蓋與累積情況、雜草競爭以及水分供應等有關。鑒於台灣西海岸造林環境惡劣，而木麻黃純林之缺點又如前述，因此本中心（林業試驗所中埔研究中心）自81年起即陸續於木麻黃林內孔隙進行間植作業，或配合各項試驗工作於林內實施多樹種孔隙或帶狀更新作業（照片3）。其理念係透過複層林營造方式可以避免因為大孔隙下造林對林帶防風機能所帶來的破壞，同時配合選拔適生的耐陰性海岸樹種進行林下更新作業，以達事半功倍之效。因此，四湖木麻黃防風林帶在近20年的經營下，已逐漸形成多樹種混合之複層林相，同時林下亦隨著更新苗木的持續發生而產生變化，而這些



照片3 木麻黃林下孔隙更新作業。（攝影／鄧書麟）

改變亦隱含探討西海岸防風林天然更新的重要訊息；惟各試區零散混雜不易整合，為能通盤了解四湖海岸林的基礎資料與執行成效，故在本所落實林地清查政策下，配合「培育優質人力促進就業計劃」之執行，針對四湖海岸防風林內早期及近年各項試驗地現況予以全面調查，同時評估不同樹種栽植後的適應性及更新能力之潛力，以為海岸造林樹種選定推廣時可靠之依據，並供未來海岸林經營策略之釐訂。

三、四湖海岸防風林緣起與樣區環境概述

台灣海岸林之相關研究，肇始於民國28年（即日昭和14年；1939）由台灣總督府於台南州北港所設置的耕地防風林試驗站，其任務偏重於耕地防風林建造技術之研究。光復後雖曾短暫由台南縣農改場接管，惟旋於民國42年改隸於林業試驗所管轄，後因限於該試驗地面積過於狹隘，遂於民國82年遷建至雲林縣四湖鄉，新設立四湖工作站，並專責海岸防風林相關研究與推廣工作。

本研究樣區即設於四湖工作站內之海岸木麻黃試驗林帶（惟不含木麻黃國際種原試區），該林地緊鄰林厝寮海岸，年雨量平均為2,043 mm，雨量集中於夏季，每年乾季為10～12月，此時平均降雨量低於50 mm。平均風速以2月份時4.9 m/sec最高，風向除6～8月吹南風外，其餘各月主要風向皆為北北東。年均溫約23.5°C，以1月平均氣溫最低，惟仍可達17.5°C。土壤為沙質土，pH值約7～8，海

拔高度約0～3 m。現存木麻黃林帶係因民國75年（1986）韋恩颱風災害後由雲林縣政府於民國76年（1987）所重建，林帶寬度介於200～300 m。

本研究於試驗林地內逢機取13個樣區，每樣區標準面積為0.05 ha（20 m×25 m），每樣區由10個小區（每小區5 m×10 m）組成，合計共130個小區（圖1）。樣區內進行每木調查，上層木區分為成木（DBH>5 cm）及幼樹（DBH<5 cm，樹高>130 cm）2級，量測項目包括樹高、胸徑（DBH）、枝下高及冠幅等，同時紀錄林木生長狀況、更新苗數量及地被狀況，所得結果據以分析評估林分結構與組成、上層木與更新苗之間的關聯性，並藉以推介適生樹種於西海岸造林之用。



圖1 本研究樣區位置圖。



四、防風林之組成與更新狀態

全區調查結果，成木（DBH>5 cm）平均約1,530（株/ha），幼樹（DBH<5 cm，樹高>130 cm）約744（株/ha），因此推估本海岸林內上層木密度可達2,274（株/ha）。另依調查結果，林下更新苗數量平均更高達6,530（株/ha），依此數量相較於幼樹株數（744株/ha）則高出8.7倍，顯見四湖海岸林下種子庫種子的萌發並無困難（照片4），但如何由幼苗長成上木卻需面臨彼此間嚴重的生存競爭與適應性選汰問題。

就上層木（成木與幼樹組成）各樹種於小區內出現頻率分析結果，出現頻率較高的前10種樹種依次為木麻黃（52.3%），欖仁（26.2%），潺槁樹（22.3%），黃槿（19.2%），海欖果（18.5%），構樹（16.9%），白千層（12.3%），繖楊（10.8%），銀葉樹（10.0%）與水黃皮（9.2%）等，合計樣區內上層木出現樹種有49種。至於林下更新苗在各小區內出現頻率的比較結果，出現頻率較高的樹種（前10種）依次為潺槁樹（57.7%），



照片4 海欖果天然下種與更新苗生長情況。（攝影／鄧書麟）

台灣海棗（40.0%），構樹（30.8%），欖仁（30.0%），蘭嶼羅漢松（27.7%）海欖果（25.4%），春不老（21.5%），銀合歡（14.6%），繖楊（13.1%）及台灣欖樹（12.3%）等，計49種。

總和上層木與更新苗全部出現的樹種類計59種，其中可透過上層木經天然下種後長成幼苗者計34種，但以潺槁樹、欖仁、構樹、海欖果、繖楊、蘭嶼羅漢松、銀葉樹、台灣海棗、銀合歡及茄苳等樹種之更新苗數量較多，且其上木生長情況較良好（照片5）。此外，雖有上層木，但卻無更新苗發生者，計有木麻黃、小葉南洋杉、刺桐、黃連木、金龜樹、火焰木及印度橡膠樹…等15種，而現存上木株數較多的樹種為木麻黃與小葉南洋杉兩種，其中木麻黃已明顯呈現衰退現象；至於小葉南洋杉雖生長良好，可惜同樣面臨缺乏更新苗之困境，至於其他樹種不但上木出現數量不多，林下亦無更新苗出現。

林帶組成高度以木麻黃樹高最高平均約18 m，最高可達25 m左右，為構成第一線防



照片5 欖仁之生長與更新狀態良好。（攝影／鄧書麟）

風林帶高度的最重要樹種，除此之外其他樹種高度均不及木麻黃，平均樹高超過10 m以上者目前有肯氏南洋杉（10 m），台灣欒樹（10 m），黃槿（10 m），欖仁（10 m），小葉南洋杉（11 m），苦楝（11 m），海欖果（11 m），白千層（12 m），印度紫檀（12 m），肯氏蒲桃（12 m），藍花楸（12 m），榕樹（13 m），大葉合歡（13 m）及大葉山欖（13 m）等，但其中藍花楸、榕樹及大葉合歡等僅有零星幾株，數量不多。

總體而言，近十餘年來進行的混合造林與林下更新作業，已在四湖防風林呈現出具體

的成效，部分區域也有間植的造林樹種正逐漸取代木麻黃之趨勢。依調查結果，上層木株數平均2,274株/ha，但實際上木麻黃僅餘297株/ha，其族群結構如圖2，呈老齡林狀態的常態分布（鈴形）曲線，且林下又缺乏更新苗出現，因此終將被其他樹種所陸續取代。至於林下其他樹種生長與更新狀態，主要以潺槁樹、欖仁、構樹、海欖果、銀葉樹及繖楊表現較佳，其族群結構如圖（3—8），均呈反J形曲線，林下擁有大量的更新苗與幼樹，由於其幼苗可在林下生長，並擁有充足子代，故為一穩定且持續成長之族群結

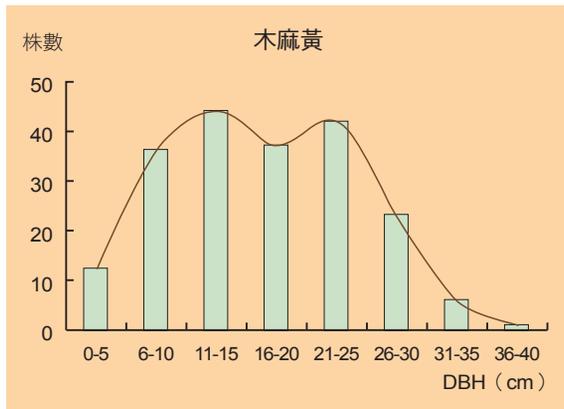


圖2 木麻黃族群結構圖。

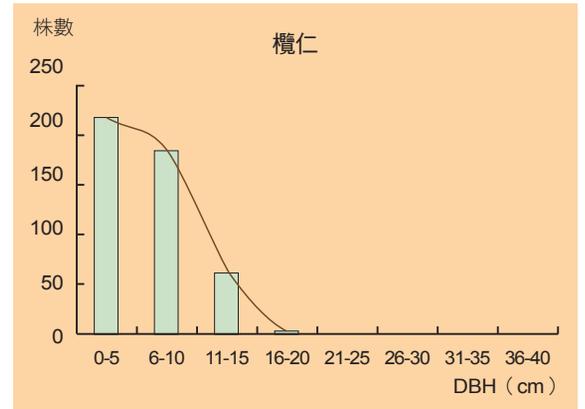


圖4 欖仁族群結構圖。

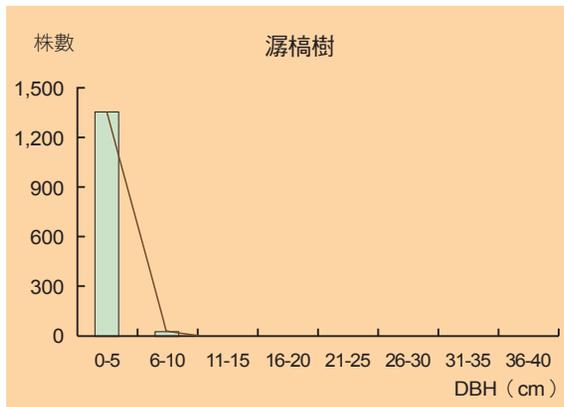


圖3 潺槁樹族群結構圖。

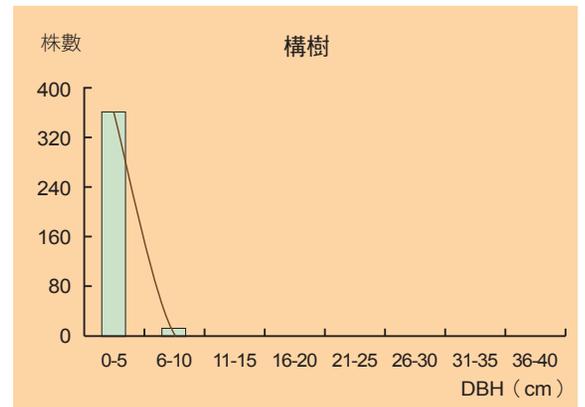


圖5 構樹族群結構圖。



構，推估將可漸次取代老朽的木麻黃上木，成為海岸林分第二線林帶的主體。

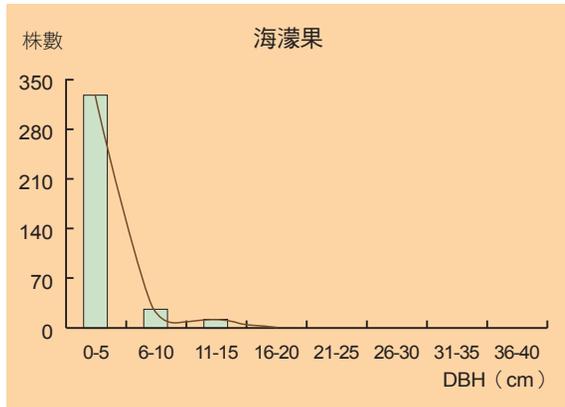


圖6 海欖果族群結構圖。

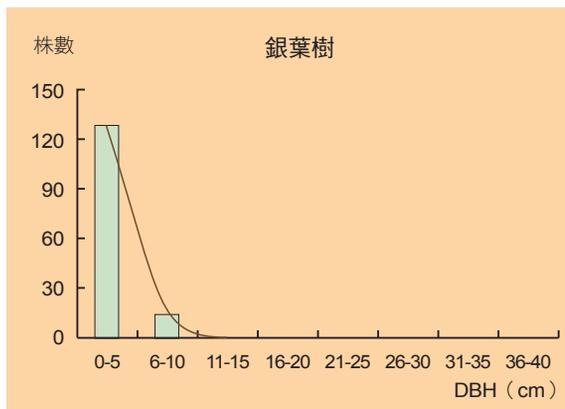


圖7 銀葉樹族群結構圖。

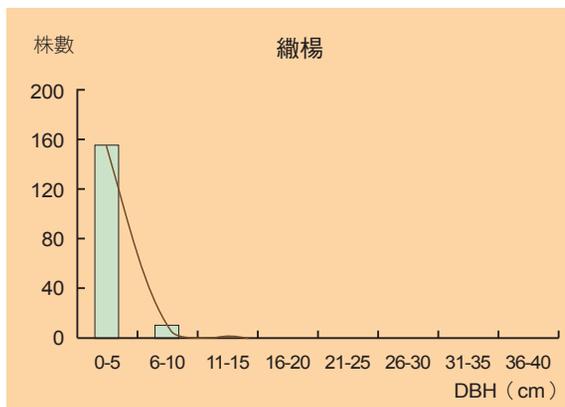


圖8 繖楊族群結構圖。

五、木麻黃人工純林之演替推估

另單就園區內木麻黃純林保留區進行分析顯示，上木以木麻黃為主，但林分內則已形成大小不一之孔隙（照片6）。樣區內成木之平均株數約800株/ha，其中木麻黃即佔580株/ha（約72.5%），孔隙內出現的先驅樹種以黃槿120株/ha及潺槁樹80株/ha較佔優勢。幼樹株數約960株/ha，依次為黃槿、潺槁樹及銀合歡等。林下出現的更新苗平均約400株/ha，主要為潺槁樹幼苗，其他零星出現有台灣海棗、銀合歡、欖仁及瓊崖海棠等樹種之幼苗，惟並無木麻黃之更新苗木出現。地被植物在孔隙較大處以鋪地黍為主，猩猩草與大花咸豐草為次，另有零星林投灌叢散生其間。

雖目前四湖海岸防風林內僅存之人工純林面積並不大，但長期未受人為之擾動，推估其林下孔隙演替之開始為草生期，植物主要以禾本科與菊科植物為主，其後進入灌木及先驅樹種期，樹種主要由黃槿、潺槁樹、



照片6 木麻黃林下孔隙演替之開始為草生期。（攝影／鄧書麟）

銀合歡與欖仁等組成，其中潺槁樹出現並暫時形成優勢，推測應由鳥類自鄰近樣區攜來種子傳布所致。

六、結語

海岸地區由於受環境逆壓條件之影響，使生育地普遍敏感，常因局部條件即成為限制因子，或引發其他生態上的問題。因此如就生態的角度來探討海岸林的演替過程時，或可針對木麻黃的生長特性而將木麻黃林帶視為海岸林造林先驅樹種的角色，嗣後透過二階段造林的模式，營造永續經營的海岸林帶，實深具生態上的意涵。

森林可視為空間上的異質，時間上變動的流動鑲嵌體，故干擾形成的大小孔隙，是連續且必然之現象，亦是族群變動發展中必要之過程。海岸地區由於長年受海風、砂粒與鹽分的侵蝕加上每逢夏季颱風的侵襲以及入冬後強烈東北季風的吹拂，遂為木麻黃林的主要干擾因子，遭受干擾的木麻黃林分出現枯立木、幹折或風倒等受害現象，為最主要的孔隙製造者。

由於木麻黃在本島地區由於欠缺天然更

新之要件，因此任其自然演替，最終恐未符國土保安之需求，況只仰賴木麻黃單一樹種進行造林，雖短期易收成效，但物種歧異度太低，整體林帶的抗害能力不易提昇，如星天牛與黑角舞蛾的危害，即是最佳例證。因此透過混合造林或林下更新等措施，利用木麻黃林下或孔隙處間植適生海岸樹種，如前述潺槁樹、欖仁、構樹、海欖果、銀葉樹及繖楊等，除可有效改善樹種組成，提高物種多樣性外，更可有效改良海岸林之林分結構，達到國土保育的目標。

最後必須強調的是，木麻黃依舊為優良且可靠之海岸造林先驅樹種，有其不可抹滅之貢獻。且就林帶高度而言，木麻黃上木高度維持在18 m左右，而其他樹種在海岸地區的生長高度卻始終不及，在防風機能的考量上，實遠低於原有木麻黃林帶所提供之效能，因此第一線的更新方式仍應以木麻黃的建造為主，至於第二線的防風林建議應採用複層林營造的模式漸次取代現有木麻黃上木，採用多樹種混合栽植的方式，不但增加物種歧異度，並可避免環境變遷及病蟲危害發生時造成大面積損害並確保防風機能之維繫。▲

(圖片／高遠文化 攝影／陳吉鵬)