

# 台灣西海岸木麻黃林分健康性調查

文/圖 歐書瑋 ■ 國立嘉義大學森林暨自然資源學系研究生(通訊作者)  
何坤益 ■ 國立嘉義大學森林暨自然資源學系副教授

## 一、前言

近年來社會的變遷及生態保育觀念的提倡，森林經營的理念亦不斷推陳出新，因林業政策的持續改變及演進，自最初的林木利用至森林多樣性經營，演變至今的適應性經營。而全球環境遭空氣污染、酸雨及大尺度的氣候變遷，使得自然生態的保護及復育受到各方學者的重視，於是森林健康性的評估為目前各國積極著手進行的重要研究。森林健康狀況為森林管理及經營策略上，重要依據之一，對於育林及森林資源的管理與利用皆有明顯的影響力，因此利用完善的森林健康性監測與評估計畫，採取大規模系統取樣進行森林生態系健康的監測，不僅可獲得森林生態系現況、變化和長期性的趨勢，並且可合理性的預測林分未來的變化，及時針對森林健康狀態適當的調整營林策

略，以達經營策略之目的。

台灣地區四面環海，夏秋兩季常有颱風及豪雨侵襲，且冬季的東北季風吹拂，使得沿海地區遭受強風、飛沙及鹽霧等危害，海岸林便時常遭受外在環境因子的威脅，導致西海岸地區之海岸防風林形成特殊的生育環境，而台灣早期建造之木麻黃(*Casuarina spp.*)純林面對病蟲害及嚴苛的惡劣環境挑戰，又生長衰退過早之現象，無法長期維持其防風之功效，且目前海岸林帶分布狹窄，其永續發揮防災機能之目的，儼然成為極具挑戰性之任務。故如何於防風林建造後，保持長久良好的狀態為一重要課題。為永續維持台灣海岸防風林之基本功能，針對是否嚴重衰退之情形進行監測，於林木急速衰退前預知其徵兆，並提出預警，故深入了解海岸木麻黃林分之健康狀況並建立完整監測

系統，乃提供經營管理者於決策時重要參考依據。

鑒於目前海岸木麻黃林分內具有早衰、病蟲害及天然更新困難等問題。本研究即針對台灣西部地區的海岸林，以木麻黃林分作為主要監測對象，擬定台灣西部木麻黃林分具體可行的調查項目，並建構主要影響因子或鑑別函數，評估林木健康情形，以期提供林業機關經營管理的參考。

## 二、台灣西海岸木麻黃林分健康調查

樣區設置採隨機取樣，以能具代表性之林分作為設置和評估參考為依據，於桃園觀音、新屋；新竹貓兒錠、南寮；苗栗過港、通平、海口、房南；台中大安、梧棲；彰化伸港、鹿港、王功；雲林麥寮、台西、口湖；嘉義鰲鼓、布袋；台南將軍、城西、安平等21處建立監測樣區(如圖1)。



圖1 海岸林木麻黃林分監測樣區位置示意圖

林木生長活力通常表現於直徑生長、高生長及冠層，故測計樹高、基徑、胸徑及枝下高4項，另參考歐美國家對於森林健康監測通常使用樹冠形態變異評估，利用樹冠幅、樹冠比、樹冠密度、樹冠透視度、冠層梢枯等實際變異狀況，所顯現林木之樹冠形態變異評估。同時使用視覺判定(Visual Estimation)方式，觀察葉片、枝條、樹皮及根部狀態，另外也針對樣區內林下之物種歧異度進行紀錄及分析，以了解目前木麻黃人工林林分下之植物組成及多樣性。監測樣區之土壤，依USDA Salinity Laboratory(1954)之分級標準，分析監測鹽度值、pH值及土壤含水率。使用SPSS 17.0統計套裝軟體分析的所得之變數，並求相關矩陣以估計共通性(Communalities)。以特徵值之大小作為決定共同因子數目之標準，依據保留特徵值大於1的共同因素、特徵值大於0的共同因素，或以抽取之因素能解釋75%的變異量等方法以決定因素的數目。林分健康分級依據因素轉軸後的特徵值解釋量為權重，以加權方式計算加權因素分數。

## 三、西海岸木麻黃林分環境分析

本研究於21個監測樣區土壤分析，樣區多分布於極低鹽度分級及低鹽度分級，但於雲林(台西、口湖)、嘉義(鰲鼓、新塢)及台南(城西)地區呈現高鹽度反應，高鹽度地區因離海距離較近，且夏季降雨量大時，排水疏導設施並不完善，導致部分海水淹沒樣區，使得土壤殘留過多鹽份。各樣區的土壤pH值之分級為中酸性至弱鹼性，pH值介於5.87-7.87之間；研究樣區多

為微酸性土壤，其原因推測木麻黃林分枯枝落葉堆積會隨著時間累積，而林地於有機物礦質化分解過程中，所產生的有機酸會影響表層土壤，進而導致土壤pH值的降低。土壤含水率較高的地區為雲林(台西、口湖)、嘉義(鰲鼓、新塢)及台南地區(將軍、城西及鰲鼓)，平均含水率達19.42%，顯示此地區土壤排水能力不佳，易造成林地積水的現象，使得林木根部長期泡水，造成林木根部腐爛，導致病害侵襲。

於21個監測樣區中共紀錄27科47種植被植物，木本植物有馬纓丹(*Lantana Camara*)、銀合歡(*Leucaena Leucocephala*)、相思樹(*Acacia Confusa*)、構樹(*Broussonetia Papyrifera*)、榕樹(*Ficus Microcarpa*)、血桐(*Macaranga Tanarius*)、欖李(*Lumnitzera Racemosa*)、黃槿(*Hibiscus Tiliaceus*)、台灣海桐(*Pittosporum Pentandrum*)、苦楝(*Melia Azedarach*)及朴樹(*Celtis Sinensis*)等，草本植物有大花咸豐草(*Bidens Pilosa*)、大黍(*Panicum Maximum*)、五節芒(*Miscanthus Floridulus*)等。監測樣區中雖發現多種木本植物，但其呈現零星分布，除入侵植物馬纓丹及銀合歡成小塊狀分布外，其他植生皆為單株生長。木麻黃林分植被之優勢度顯示，目前林下優勢度達70以上，為大花咸豐草、大黍、孟仁草(*Chloris Barbata*)及馬尼拉芝(*Zoysia Matrella*)，上述植生皆大量出現於樣區中，又多為一年生草本植物，冬季枯死後土壤呈現裸露表面。監測樣區之歧異度方面，樣區歧異度指數值介於0.57-2.14之間，台中伸港地區最高(2.14)，而最低為苗栗過港地區及新竹貓兒錠地區，均為0.57，顯示各監測樣區林下植物歧異度具較大差異。

## 四、森林健康性評估與健康等級

針對已收集之林木生長狀態之相關因子及環境因子(土壤、植被等)，經等級分類量化後進行主成分分析，將大量的形態及環境之因子由因素分析法進行因素萃取，將所調查之21項相關之因子利用主成分法分析，萃取因素之條件為能解釋75%以上之變異量，共萃取5個因素，此5個累積特徵值之總和為13.593，佔總變異量的75.51%，經轉軸後對於個別之觀測變數的總變異量不會改變，可代表經萃取出之原始21項相關之因子，此5個因素佔總變異量75.51%，代表其具有相當之解釋力，分別茲述如下：

- (一)林木生長指標：包含於此指標中之因子有樹高、基徑、胸徑及冠幅，其中以胸徑之負荷量為最大達0.911，基徑次之為0.885。
- (二)樹冠活力指標：樹冠密度、樹冠枯梢、透光度、葉掉落率及葉枯程度因子皆包含於此指標中，其負荷量皆大於0.8以上。
- (三)樹體損傷指標：樹體損傷指標包括樹皮損傷及根部損傷，一般而言，林木樹皮遭受蟲蛀或外力破壞，易造成其韌皮部之傷害，進而影響林木之養分輸送，其反應於林木整體的生長情形。
- (四)土壤反應指標：土壤鹽度、pH值及含水率皆包含於土壤反應指標，其負荷量為0.831、0.719及0.778。土壤鹽度及pH值不僅影響土壤本身之性質，其對於土壤養分及交換性陽離子之動態變化亦會產生影響，而土壤之含水率則影響林木根系之發展，造成林木生長及生理現象方面干擾。

(五)歧異度指標：此指標僅包含Shannon指數，其負荷量為0.898。影響物種歧異度的因素是多方面且複雜的，其反應了環境因子的組合影響與植物相互作用之間的結果，因此其組成之程度及大小為必須瞭解之因子之一，其植被社會之組成影響林分演替之方向、趨勢及整個林分效能發揮。

林木健康性之判定分級為一綜合性的表現結果，並無法以單一因子就能代表，因此依因素轉軸後之特徵值為評估權重，以加權方式呈現林木加權因素分數(x)，由各因素特徵值的比例，表現出各因子間的相對重要性，以表示所萃取出之因素對所有因子總變異的貢獻及重要性，再將x值進行標準化後得以x'，以此作為健康性評估分級之依據，最後加總各樣木之x'計算各樣區之 $Z_0$ 、 $Z_1$ 和 $Z_2$ 值，以進行林分健康等級單尾檢定。監測樣區中屬於輕度不健康的樣區為新屋、房南、伸港、王功、台西、口湖、新塭及安平地區，計8個樣區；屬於中度不健康者為城西地區，針對各樣區林木造成不健康之原因進行摘要重點整理，如表1所示。

## 五、海岸木麻黃林分健康狀況

經由因素分析將15個林木健康形態、受害程度及生育地變數歸類為5個林木健康指標，此5個指標的解釋能力相當高，透過指標於現場的觀測，可將林木健康情形藉由林木鑑別函數，將其歸類。

北部地區(桃園、新竹)之監測樣區健康性分級均為健康程度(圖2)，除桃園新屋地區表土層含水率高達38.46%，且土壤呈微酸性(6.16)及林木枝條掉落、葉枯程度較高，屬於輕度不健康

表1 不健康樣區及其原因摘要表

樣區	健康等級	造成原因
新屋	輕度不健康	1.表底土含水率差異過大。 2.土壤呈現微酸性。 3.枝條掉落及枝梢枯萎率較高。 4.樹冠密度較低。
房南	輕度不健康	1.海堤高度限制林木高生長，強烈海風造成林木多為梢枯嚴重狀態。 2.葉落程度嚴重，葉片多呈枯黃狀態，林木主幹及枝條呈傾斜生長。 3.樹冠透視度超過44%。 4.樹皮損傷。
伸港	輕度不健康	1.多藤蔓植物攀爬林木。 2.樹冠枯梢約30.2%。 3.枝條掉落及葉掉落情形嚴重。 4.樹冠透視度約51%。
王功	輕度不健康	1.人為干擾嚴重。 2.部分樣木罹患褐根腐病。 3.枯死率高達17%。 4.葉落程度超過30%。 5.根部裸露、受損。
台西	輕度不健康	1.土壤為高鹽度等級。 2.樹冠透視度約35.4%。 3.樹冠枯梢41.5%。 4.雨季常有淹水現象。
口湖	輕度不健康	1.樹冠透視度47.3% 2.落葉程度嚴重，主幹呈現傾斜生長。 3.表底土含水率約19.8%。 4.土壤呈現高鹽度反應。
新塭	輕度不健康	1.樹冠密度僅43.2%。 2.雨季常造成淹水現象。 3.多數樣木樹皮損傷。 4.土壤為高鹽度反應。
安平	輕度不健康	1.樹冠透視度63.3%。 2.土壤含水率超過20%。 3.樹冠枯梢為51.3%。 4.部分樣木主幹傾斜生長。
城西	中度不健康	1.土壤為高鹽度反應。 2.表底土層含水率約20.8% 3.樹冠透視度59.8%。 4.樹冠枯梢86.3%。 5.風沙覆蓋葉片情形嚴重。 6.人為干擾嚴重。 7.樣區夏季有淹水情形。



新屋樣區生長現況



觀音樣區生長現況



房南樣區生長現況



海口樣區生長現況



南寮樣區生長現況



貓兒錠樣區生長現況

圖2 台灣北部海岸木麻黃林分現況



梧棲樣區生長現況



伸港樣區生長現況



鹿港樣區生長現況



大安樣區生長現況

圖3 台灣中部海岸木麻黃林分現況

等級。其餘樣區表、底土層之土壤分析結果均無太大差異表現。另外在林木生長型態方面，北部地區之木麻黃林分普遍林木生長呈現傾斜的狀態，推估應其地區東北季風強烈，故造成此現象，且其少部分林木之枯枝、枯葉及落葉程度較嚴重，於樹冠活力因素分級評估上高於其他地區，故此地區之林分生長情形對於風害之影響，相對於中、南部較為敏感。

中部地區(圖3)於林木上常見入侵植物小花蔓澤蘭及三角葉西蕃蓮纏繞於林木上，將會對於林木生長產生一定程度的影響。樣區周圍多為具有海堤設施阻擋風勢，故此區林木生長之風倒現象並不常見，但發現因海堤高度而造成林木高生長受限之情形。樹皮損傷之情況於此

區常見，具有龜裂或剝落的現象，但並無蟲蛀現象。雖有以上之危害情形，仍不影響其林木生長狀態。屬於輕度不健康之樣區為房南、伸港及王功地區，樣區中除藤蔓植物攀爬林木，阻擋陽光，造成林木枝條及葉掉落率高之外，其樹冠活力低且樹體損傷情形較北、南部嚴重，加上彰化王功地區之木麻黃林分罹患褐根腐病，更加阻礙其林木生長之優勢，增加該樣區林木枯死率。中部地區之物種歧異度為全區最高，平均1.54，其原因推測除了樣區本身藤蔓及草本植生豐富外，林分結構隨著時間的拉長及林齡增加，因人為破壞、病蟲害及林木的死亡等產生林隙空間，遂使草本或矮灌木植生侵入，亦增加其他物種進駐之機會。



麥寮樣區生長現況



新塢樣區生長現況



鰲鼓樣區生長現況



將軍樣區生長現況



城西樣區生長現況



安平樣區生長現況

圖4 台灣南部海岸木麻黃林分現況

南部地區(圖4)之土壤鹽度值除麥寮、將軍及安平之外，其餘地區皆呈現高鹽度反應，且土壤含水率偏高的情形，由現地調查之情況可推估此現象之發生，極可能為當地地層下陷導致海水倒灌、地下水鹽化。南部地區屬於輕度不健康之樣區為台西、口湖、新塢、安平，而中度不健康之樣區僅台南城西地區一處。南部地區為台灣西部木麻黃林分監測樣區中屬於不健康等級樣區最多之處，其原因除土壤反應因素外，其樹冠透視度及樹冠枯梢亦偏高，加上其夏季時常發生淹水情形，林木根部遭淹浸造成損傷，導致南部地區多數樣區為不健康狀態。由此可見，南部地區造成林木危害之主要因子為土壤反應、樹冠活力及根部損傷，此為造成當地木麻黃林分生長不佳之原因。因此，建構鹽害監測機制，對於木麻黃林分生長適應性經營具有相當程度之重要性。

## 六、結論與建議

木麻黃防風林為台灣海岸防風林早期建造之主要樹種，初期採用純林建造方式，易遭受病蟲危害，導致林分難以維持正常生長，且台灣西部海岸環境急劇惡劣，建造林分具有相當難度，故如何於現有防風林之狀態，成功營造復層林，為一值得深究之課題。目前木麻黃老熟林分面臨早衰及病蟲害問題，因各地環境條件不一，宜有適合當地環境之處理方式，應順應自然力量之規範，以適應性經營之方式，以期獲得穩定且健康之林相。木麻黃於台灣海岸防風林帶具有不可抹滅的貢獻，但其壽命僅僅2、30年，且早期建造之林分缺乏維護管理，再加上天然更新困難之情況下，難以永續經營，故於目前艱困的條件之下，如何維持其防風功能及改變純林林相為首要課題。依據各地不同

環境條件，選擇鄉土樹種，以生長快速、深根性、樹冠茂密且為常綠樹種為複層造林之對象，建立西部海岸線各地海濱適生樹種資料庫，依照各地不同環境逆壓選擇林下更新樹種，建造時應重視品質而非數量，以試驗性經營選取樹種，已達改變林相之目的。

於本研究現地觀察，於鬱閉林分中不曾發現木麻黃天然更新小苗，但於林緣附近之開闢地中卻發現天然下種之木麻黃更新小苗，是否應針對木麻黃之更新機制進行深入性研究，對其生物學特性進行研究，綜合種子發芽機制、適生環境條件，如光度、土壤條件等，於現地規劃長期監測樣區，並探討其影響更新機制之原因。目前木麻黃林分經栽植成林後，便呈放任狀態，人工撫育管理大幅下降，於監測樣區中均發現人為垃圾丟棄於林中，導致林分除環境逆壓須對抗外，還須面臨人為破壞之困境，林分的生長困境是否除了嚴峻的環境逆壓，還包括了人為汙染而造成海岸環境之破壞，值得

省思，故如何加強取締或防範還需管理單位費心。此外，建立完整台灣海岸防風林台帳資料，以便經營管理之需求。

未來長期性、持續性之健康監測體系將是森林永續發展之重要趨勢，藉由長期、持續的監測林分，於第一時間發現可能造成的疾病或衰退之情形，使得海岸防風林帶獲得完整性及持續性的健康管理，減少因林分損傷後所付出的大量成本，以達成林業永續發展之目標。森林健康監測業已成為森林永續發展之重要項目，於國際上已實行多年，台灣海岸保安林之健康監測亦可參考國外監測方式，從中選取適合之模式，經由不斷試驗，發展適合台灣海岸林各地環境之監測模式，透過定期研討會、邀請相關領域專家學者及現場實務人員，分享經驗並發表最新研究成果，相互累積成功之經驗，以達台灣海岸林永續經營之長遠目標。🌱

參考文獻(請逕洽作者)