

海岸防風林的營造與機能

陳財輝

行政院農業委員會林業試驗所育林組 研究員

一、前言

台灣本島四面環海，海岸線長度共約1250公里，依其特性可分為西部海岸、北部海岸、東部斷層海岸、南部珊瑚礁海岸，其中西部海岸之海岸林分布面積最廣。海岸林係從內陸向海岸灘線處分布之狹長型林帶，一般可區分為海岸防風林、飛砂防止林、潮害防備林及漁業保安林等，廣義的海岸林則包括海岸地區之耕地防風林，以及濱海工業區防風綠帶等。

海岸防風林大多栽植在海岸及河流出海口處，其林帶大部份與海岸線平行，寬度自數十至數百公尺不等，主要作用為防風。其特性為一旦外緣造林成功，在無風害侵襲內緣林分即可以解除作為農地之用，此種在砂源充足河流出海口南端海岸較多；飛砂防止林專指在海岸及河流出海口處，以安定飛砂為目的者，由於地殼上升及飛砂堆積，臺灣西海岸分布面積極廣；潮害防備林則為海浪大潮危害地區，其林分能減輕暴風雨或海嘯所帶來浪濤潮害，保障內陸居民安全；漁業保安林則係指海岸附近林分，其能遮蔽陽光、調節水溫，誘集魚類群聚，並提供有機質供為魚類繁殖食餌。

海岸防風林植栽目的，主要在防風定砂、保護土地不被風蝕而造成表土養分喪失，或造成高低起伏狀沙丘，保護住宅屋舍、道路、苗圃、田園等避免被風沙侵擾，或是防止海岸飄沙堵塞航道而影響航運，以

及防止暴潮危害海岸林相等。

早期海岸防風林的林帶寬度極廣，戰後因沿海居民農業生產所需而陸續解除，近幾年再隨者濱海工業區設置、港灣建設、遊憩設施開闢、道路擴幅、風力發電設施用地等多種公共需要，海岸林地大量被轉做他用，海岸林帶不僅逐漸縮減且被切割成破碎化分布，目前多數地區已喪失整體性防風及防潮等機能。台灣西海岸海岸線侵蝕日益嚴重，海岸木麻黃林木常被大浪沖刷而致根系裸露、甚至傾倒枯死。目前海岸防風林帶分布狹窄，期待發揮永續海岸防風林防災機能等目的，形成極具挑戰性之艱困任務。

二、海岸防風林之生態環境

海岸防風林一般受到強風、飛砂、鹽霧、高溫等多項環境因子侵襲，這些主要由風之氣象條件及砂之土壤特性所支配，環境因子的特性及危害種類分述如下：

(一)風之特性及風害

海岸地區與內陸之自然條件最大的差別，在於海岸側易受嚴苛的強風侵襲，諸如冬季東北季風、海陸地區比熱差異所產生的海陸風、熱帶性低氣壓之颱風等。從各地的氣象測站的統計資料中，平均最大風速、瞬間最大風速、每秒超過十公尺強風日數等，皆以海岸地區測站數據為高。海岸地區常有強風吹襲，且強風伴隨著飛砂及鹽霧，使得海岸側自然條件更為惡劣。

風在行進中碰到障礙物，由於物體的抵抗而產生風壓，減低了風的運動能量，此種降低風速的障礙物，即稱為防風設施。常見



圖 1 海岸林地轉供風車發電用地



圖 2 海岸林地轉供濱海遊憩使用



圖 3 海岸強風處常見風形樹偏側生長



圖 4 冬季之鹽霧危害致使林木枝葉枯萎

的防風設施，大致有防風林、防風籬、防風網等三種，防風林又可區分為海岸防風林與內陸防風林。

內陸防風林與海岸防風林為相對性名詞，前者一般作為農作物生產之耕地防風林及生活環境保護所設置為多，樹種大多為觀音竹、白千層、黃槿、朱槿等生籬，藉以收到防風的效果，而海岸防風林之樹高及林帶幅通常較大，且台灣海岸定砂造林所用防風籬大多為竹稈，一般以孟宗竹或刺竹稈為支柱，桂竹梢為細籬編織而成；防風網一般以不鏽鋼鍍鋅管為支柱，不同網目大小尼龍網為材料，其他則尚有防風柵等多項防風構造物。在這些防風設施中，以海岸林具有高度高、面積廣及永續性強的特性。

海岸防風林樹木的幹枝葉等物體，雖然具有減消風力的效果，但持續性強風容易對海岸林木造成機械性傷害，海邊常見到樹冠呈偏側生長、樹幹歪斜，或是叢生狀主幹等不正常形態，皆是風的危害所致。

(二) 鹽害

海岸附近之空中潮風濃度分佈，一般於

海岸灘線處鹽分量最大，隨著愈進入內陸，鹽分量則急遽減少。空中鹽分量則與風速、地形有密切關係，灘線附近由於強風及碎波浪的影響而使氯離子含量極高，灘線到人工砂丘丘頂的斜面，雖然氯離子含量較少，但丘頂上方區域則氯離子含量增加，丘頂背後斜面不僅風速降低，而且氯離子含量也大為減少，人工砂丘有阻絕風速及降低鹽分量之效果。海岸林木受到鹽風危害的過程，主要係海水飛沫被風吹散到空中，然後再藉風力吹向陸地，於是鹽沫附著在海岸植物向風面，由於氯離子大量積集在植物組織內，結果使植物發生枝葉枯萎死亡。鹽沫對植物及農作物發生嚴重危害情形，大多在暴風吹襲過後立即放晴，無充足雨水或露水減低樹體外表附著多的鹽分，使得進入組織內之鹽分量增多，再加上天晴蒸發作用旺盛，樹體內鹽分濃度急劇增高，而致植物終於枯萎死亡。

(三) 飛砂害

海岸砂丘地區為防止飛砂造成災害，必



圖 5 台灣西海岸人工砂丘

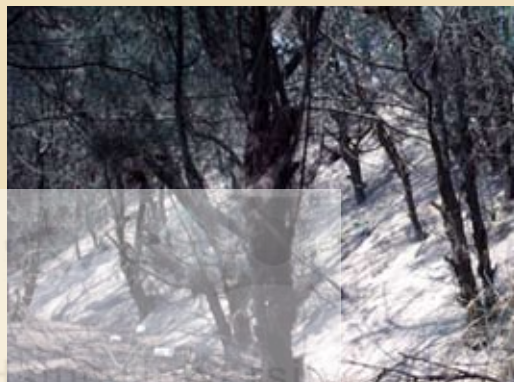


圖 6 台灣海岸移動性飛砂掩埋林木

須設置堆砂籬等攔砂構造物，這些攔砂構造物之規模及型式取決於該地飛砂量多寡。由於海岸砂地主要為細砂，地表面極易成爲不安定狀態，常造成較肥沃表土被風吹走，土地生產力減低，同時使砂丘內移，覆蓋農田、房屋、道路以及溝渠等，尤其在東北季風強烈時飛砂蔽天，影響居民健康甚劇，且飛砂常埋沒海岸林木。

台灣西部海岸一般築有人工砂丘，尤其北部砂丘更爲發達，這道人爲屏障，往往使內緣林地變低，在夏季雨量充沛之際，反而造成內緣林分因浸水時間過長而致林木生長不良。對於北部海岸林分在夏季有浸水現象的地區，也須在林分內挖掘水溝以利排水。一般在沿海地區，地下水水位大多極高，防風樹種往往不易成活，即使成活，又因根系較淺，而極易風倒。海岸附近土壤及地下水可溶性鹽類含量較內陸爲高，此極易引起苗木之氮、磷、鐵、錳等養分含量缺乏，使苗木生長受到阻礙。

(四)潮害

防潮林對颱風暴潮之防止機能，主要爲阻止漂流物移動，減少漂流物移動所產生之二次性危害，以及消滅颱風暴潮的力量、降低波浪之速度及其破壞力，並減輕衝擊波之破壞力，由於海浪衝擊海堤等硬體構造物時，會產生強力衝擊波，有時會高達十幾公尺，此巨浪隨強風侵入破壞海堤後方林分、住宅及道路等設施。

防潮林要發揮漂流物防止機能，單列林木或狹窄林帶幅雖具有效果，但林帶幅較大或樹幹越高大，對大型漂流木攔截效果更佳。海岸林帶幅最少需有30~40 m寬，爲因應大型暴潮危害，必要之林帶幅最少需有60~70 m寬。另爲減緩颱風暴潮巨浪能量，林帶厚度需增加外，主林木枝下高以下必須配合密生低矮下層灌木之複層林冠最佳。



圖 7 防潮林之木麻黃與林投樹種組成

三、海岸防風林之定砂造林

海岸環境極端惡劣，植物生長甚爲困難，一般利用生態演替的原理，逐步建立海岸地帶之植物群落。建立及維持海岸防風林步驟爲：整地、定砂、造林、撫育、疏伐及更新等項：

(一)海岸林整地法

海岸飛砂地在海岸林中面積最廣，西海岸自桃園海岸起到雲林台西海岸間，砂丘極爲發達。爲防止飛砂危害之對策，傳統上利用堆砂籬之堆砂定砂法來整地，以築成人工砂丘，部分地區採機械整地，工作效率較高。

(二)人工砂丘築設

定砂工作首先以堆砂籬堆砂，等到堆砂籬堆滿後，再行插草或種植定砂植物。若海岸砂源充分處，每年需繼續進行堆砂工作，否則馬鞍藤、蔓荊、貓鼠刺等地被植物被埋沒後，即難以成活生長。由於砂丘頂年年加高，在林分前緣形成人工砂丘屏障。

1. 堆砂籬設置法

設置堆砂籬之前，必須先詳細勘測風向、風速與上風側飛砂量多寡、砂丘形狀及微地形變化等基本資料後，始可決定堆砂位置及堆砂籬間距離、編籬密度、方向與高度等；防潮砂堤設置位置，須在距滿潮線50 m處著手，以免海水浸蝕破壞；堆砂籬間之距離，在平均風速屬疾風(6~9.9 m/sec)，且擬設堆砂籬地點風上砂量少時，其距離須爲堆砂籬高之15倍，強風處(10~14.9 m/sec)則需20倍；堆砂籬方向須與主風向成直角，如地形未能與主風向成直角時，即順海岸灘線平行設主籬2條(主籬間距爲10~20 m)爲中心，另在與主風向直角處，左右側建造翼籬連接內側堆砂籬；堆砂籬高度，以地面高1 m爲原則，惟須視其設置地點、風上側砂量多寡及地面凸凹情形而增減，目的使堆砂籬後之地表平坦。在堆砂籬堆滿後，在兩主籬中間(5~10 m)需再設一條主籬；堆砂籬之編置，先以竹柱依照堆砂籬間之距離插妥，然後在風下側編柵2~3列。俟其堆滿砂時，順次向風上側推進，編籬密度須視風速強弱及飛砂量多寡而定，密度普通爲50~70%，翼籬密度與堆砂籬相同。

2. 定砂及植草

穩定飛砂，栽植地被植物爲最經濟有效之方法。定砂植物如馬鞍藤、貓鼠刺、蔓荊、海埔姜等，其莖節延伸，每節生根，根系發達，葉面積縮小，甚至無葉，或被以厚臘質、茸毛，以增強吸水機能與防止水分之蒸發，更能抵抗飛砂掩埋與根部裸露危害。一般在堆砂籬堆滿後，如冬季季節風尚未來臨前，應立即插稻草，與主風向成直角，每



圖 8 海岸防風林之堆砂籬架設及插稻草

60 cm插一列，防止砂丘移動，插草應以稻草頭向風下、稻草尾向風上藉以保持直立。造林地堆砂完了後，於翌年3~4月間種植萱草，為使地表之靜止及保持濕度起見，對於甘蔗萱種苗間，配合種植馬鞍藤、海埔姜、貓鼠刺、濱刀豆等定砂植物。

(三)育苗與造林

海岸防風林主要先驅造林樹種為木麻黃，目前以塑膠袋培育苗木為主。木麻黃的播種適期，台灣北部在國曆3、4月間，中南部則利用春播或秋播皆可，播種3~4個月後須換床，換床後6~7個月，苗木高60 cm左右即可出栽。

造林地經整地後，待雨季開始即可施行造林。北部造林季節在3~4月間，中南部則在5~6月間造林，東部及東北部則在冬季造林。木麻黃造林株數為每公頃5,000株，行株距為2 X 1 m之三角形栽植。風力較強之處，造林株數逐漸增加，風力特強之澎湖甚至種10,000株，目前植栽密度有降低趨勢，依生育地條件而異，每公頃大致為2,500~3,000株左右。造林用之苗木以一年生換床苗，苗高以60 cm之健壯苗木為宜，苗木忌諱3年生以上之老齡苗，苗木出栽時，需將塑膠袋苗則需充分浸水後再行栽植，海岸造林工作對雨季的掌握十分重要。

(四)防風籬保護

防風籬高度一般以地面高2 m為原則，惟須視其設置地點、風上砂量多寡及地面凹凸情形而增減，目的使剛栽植幼木能獲得充分保護，藉以能在海岸劣瘠地存活生長。在極端惡劣海岸林地，防風籬須與主風向成直角，如地形未能與主風向成直角時，需順海岸灘線處平行設主籬2條為中心，在左右側與主風向直角處，需建造翼籬連接形成四面型防風籬。

(五)木麻黃林之撫育疏伐

海岸地區廣泛栽植木麻黃防風林，當初

栽植密度每公頃5,000株，在衝風地區有高達10,000株者。一般木麻黃林分至5年生時已有過密之現象，人工林之密度若過高，單株林木生長易呈衰退現象，在被壓木自然枯死的過程中，衰弱木及枯死木最易成為病蟲害的發生源，同時林木幹形大多細長而易罹患風害。為強化現存海岸防風林之林分構造，在各木麻黃之各生長階段，採取適宜的修枝、疏伐等密度控制要領，以誘導現存林分能健全生長。

海岸地區係屬強風地帶，而且林木根系在砂地土壤緊縛力較弱，若疏伐不當反而會誘導風害發生，再則亦可能因疏伐而破壞原有林相，導致林地環境逐漸劣化。即使海岸最前線僅有數列林分，若能從樹冠到地際構成一一道嚴密的保護網，亦會發揮極大之防風定砂作用，海岸林分最前線數十公尺寬林帶內，必須絕對禁止疏伐或除伐，甚至修枝、刈草等亦會破壞其林分的防災效果。

(六)病蟲害防治及防火

海岸防風林分之病蟲害的早期發現，及防止被害擴大等措施亦極重要。木麻黃稚樹自3~5年生間，易遭星天牛為害，其為害部位在地面1 m樹幹內。以往大多採人工鉤殺法，費時費工，效率甚差，一般可採用陶斯松40.8%乳劑，以200倍稀釋，每年5月間噴於木麻黃自地面起1 m以內之樹幹部位，但是藥劑防治應用在野外林木上會受到氣象條件干擾，實際效果仍很有限。

另外，西部海岸及澎湖之木麻黃防風純林，於春夏之交，常慘遭黑角舞蛾幼蟲啃食小枝葉，整個林分成為光禿禿之景象，嚴重影響木麻黃林木之健全生長。其防治可用藥劑、微生物、天敵及人工摘除等方法，若沒在4、5月其幼蟲剛孵化時及早噴藥，其成蟲啃食枝葉的速度極快，往往沒幾天整個樹冠枝葉即會被吃光。而混合林中仍有黑角舞蛾不吃樹葉之林木存在，可降低整個林分被害程度。

在雲嘉中部海岸的地勢較低濕，尤其曾經多次種植木麻黃之海岸地區，極易發生褐根腐病菌為害。此病連同星天牛、黑角舞蛾等交相肆虐，常對台中港、雲嘉一帶、花蓮海岸木麻黃林分帶來嚴重的危害。

由於交通工具普及且道路四通八達，西海岸地區極容易到達，大部份海岸林地已成為國人遊憩地點。也因此產生大量的人為垃圾，同時遊客無意識的破壞林木，對海岸防風林的維持管理皆極不利。且常因人為疏忽而致造林地經常發生火災，對海岸林危害極大，如何宣導民眾愛護林木，及認識海岸防風林之重要性極為重要。

(七)複層海岸防風林復育

1. 海岸防風林復育

台灣海岸幾乎全為人工林，原生海岸林僅存恆春香蕉灣珊瑚礁海岸等極小面積而已，各地海岸原始林分狀態極難瞭解。在海岸防風林復育工作上，對海岸生育地條件應加以區分，並對各種海岸生育地之林分演替模式加以模擬，藉以使用人為助力協助海岸林自然演替加速進行，建立出生態多樣性海岸林分。

木麻黃雖然為海岸造林不可或缺之先驅樹種，但過去木麻黃多以純林方式建造，海岸木麻黃純林有結構不健全、容易衰老及易罹患病蟲害等問題，雖從早期即提倡實施海岸混合造林，但迄今實施混合造林之多樹種造林地卻仍不多，僅有雲林四湖、桃園、台中港、雲嘉、澎湖沙港等部分地點而已。雲林四湖木麻黃林分係1986年韋恩颱風災害後重新再造林者，林木大部份為20年生左右，過去曾以行列疏伐部份林木，並於孔隙處栽植瓊崖海棠、厚殼樹、刺桐、白千層、苦楝、大葉山欖、金龜樹、樹青、欖仁、海欖果、茄苳、臭娘子、魯花樹、小葉南洋杉等海岸樹種，目前生長狀況良好。

另外，在自然環境條件惡劣處，前線犧牲林帶的寬度需較寬，以充分保障內陸側主林帶能健全生長，甚至主林帶亦需有充分的寬度能使林木完成生長及更新所需。在惡劣處木麻黃林木容易衰老，若及早在木麻黃林孔隙下直播福木、銀葉樹、海欖果等海岸原生樹種，由於直播工作僅需攪動地表即可，減少木麻黃林帶疏伐量不易訂定、現有林分被過度破壞等之缺點，並同時以整理伐除掉木麻黃被壓木，減少海岸林病蟲害及火災等危險，建立海岸複層多樹種混合林分。

2. 飛砂防止保安林復舊

桃園西海岸等地之移動飛砂地，每年需檢討海岸林分之防風定砂效果，同時海岸

移動性飛砂需以整體性或連續性之人工砂丘阻擋，使其被限制而僅能在海岸灘線處來回移動，若是移動性飛砂有繼續向內陸側侵入危害現象發生，需立即以架設堆砂籬、植草及種樹之定砂造林等措施，避免飛砂埋沒道路、林木及內陸側各種設施等。除了台灣西海岸多處飛砂地加強飛砂定砂工作，在濁水溪口南岸、台東海岸林、屏東九棚砂丘等在東北季風吹襲處地區，內陸區應類似耕地防風林之建立間隔連續式防風林帶，降低東北季風時風砂吹襲危害。

目前西部海岸到處建設消波塊、水泥海堤、漁港等各種土木構造物，可是海岸飛砂移動情況卻更為激烈，強風時飛砂漫天，對海岸地區之環境空氣品質危害極大，可見前述硬體構造物無法削減飛砂移動之能量。傳統的飛砂定砂方法是最佳的環境改善方式，惟此種飛砂安定技術因海岸各種種土木設施而有極大之變異性，海岸飛砂安定工作首需針對各種狀況擬定最佳的對策。

四、海岸防風林植栽之效益

(一)減風、減鹽功效

花蓮七星潭海岸防風林調查林帶減風減鹽結果，當迎風面對照點處風速在12 m/s以上時，背風面林內67 m處觀測點、於高度3 m以上的減風效果可達到60%以上，高度3 m以下的減風效果更可高達90%以上，防風林帶之厚度達到約70 m時，已有顯著的減風效果，另在林內140 m處之測定點，於不同高度所測得的減風效果皆已高達90%左右。

海岸防風林若僅為防風之目的而設者，以10行林帶較為適宜，分段式海岸防風林不只可爭取較多地且較整段式海岸防風林更具消能功效，其中以20行林帶、間隔10 H（樹高的10倍距離），而後接續20行林帶的排列方式，所得之消能效果最佳，花蓮七星潭海岸防風林帶內分段設置的2個森林步



圖 10 海岸木麻黃複層混合林營造

道，即為理想之規劃設計，不但不影響林帶原有之防風功能，而且又能提供民眾優質的休閒活動環境，使防風林更具有多樣性功能。

然而，構築在鄰近海岸防風林帶南側之濱海景觀設施，由於完全規劃在空曠之裸露地上，無任何屏障，風速強勁，於觀測時風速達12~14 m/s，由於風速達到10 m/s以上，已經不適宜人體從事戶外活動，海岸防風林帶確實能夠營造較佳活動環境空間，有其存在之價值與貢獻，不能輕言廢除或任意砍伐。

空中飄鹽行經海岸防風林帶時，一部份被推至防風林帶上緣，另一部份則通過林帶受到樹冠及樹幹之攔阻，鹽份量隨距離增加而遞減。林帶內67 m觀測點處之減鹽效果可達到80%，而林帶內140 m觀測點處之減鹽效果則可高達98%，此種趨勢與風速衰減情況一致，海岸防風林帶內飄鹽量之對數值與同一時間內相對應之風速值成一正比關係，而花蓮七星潭林帶內140 m觀測點之風速已降至1.0 m/s，其飄鹽量也降至0.1 mg/100 mL，海岸防風林帶明顯有減風減鹽機能。由木麻黃葉片鹽份量分析，海岸防風林迎風面採樣點處受海風直接吹襲，所以木麻黃葉面所夾帶之鹽份量最高，平均約為57 mg/100 mL，而後隨著水平距離的增加，葉面鹽份的含量隨之遞減，至最後林帶140 m處枝葉含鹽量僅剩12 mg/100 mL。

(二)微氣候改善功效

由花蓮七星潭海岸防風林微氣候觀測結果，林帶內之照度僅有420 lx，但林帶外由於空曠而裸露，陽光直接照射，照度高達90000 lx，約為林帶內215倍；由於人體若長時間曝曬在太陽下容易曬傷及中暑，海岸防風林區為一處極佳之天然遮蔽場所。

林帶內之日輻射量為林帶外的1/20，此係由於樹木枝葉具有吸收及遮蔽日輻射的

能，當太陽照到樹冠上時，有30~70%的太陽輻射量會被吸收，僅有一小部分透過林冠到達林內，且強度和性質都發生了變化。

林帶外最高溫度高出林帶內5°C，最低溫度則低於林帶內0.5°C。由於白天時，樹冠阻止太陽輻射，而樹木的比熱比土壤大，當樹葉表面蒸散時需吸收熱量，因而林帶內氣溫不會急劇升高，故最高溫度低於林外；又夜晚時，林冠像似一個大的保護罩，林地內的長波輻射被林冠阻擋，防止熱量迅速散失，故其最低溫度略高於林外。

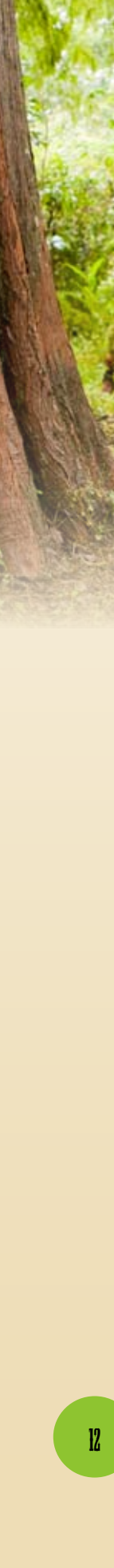
在平均溫度觀測方面，林帶內外溫度於清晨6點即開始緩慢上升，至下午2點達到最高，而後逐漸降低，整體而言，林帶外之平均溫度高於林帶內約2°C；一般在夏季且於生長季節時，林帶內外溫度差值將會更大，但也隨林帶內的樹種，樹高及樹齡而有所不同。因而林帶存在將有助於降低溫度，促進人體健康。

以TDR方法從事土壤水份之量測結果，林帶內土壤含水量較林帶外高約0.4%，而林帶內外土壤含水量大都集中在深度40 cm處，且不同深度土壤含水量隨時間變化幅度極微；於10~50 cm深的範圍內，土壤含水量維持在4%以上，此數值約為一般土壤含水量的1/3，由於海岸林地之土壤質地以粗砂和細砂為主，粉粒和粘粒較少，因而土壤黏性小、孔隙大，通氣及透水性較強，蓄水和保肥性能差，所以含水量十分匱乏，在濱海砂質地從事防風林營造相當艱難。

另外在土壤溫度觀測方面，土壤表層白天受陽光照射加熱，夜間又以長波輻射形式散熱，引起土壤溫度和大氣溫度強烈晝夜變化。一般淺層土壤溫度受日變化影響變動之振幅較為顯著，以表層10 cm的土溫而言，早晨自日出開始土溫逐漸升高，至下午2時左右達到最高，而後又逐漸下降，最低溫在清晨5~6時，但此數值隨季節而略有變化。



圖 11 海岸低濕地開溝築堤造林



但深層土壤則具有遲滯效應，變化波動較小，以土深30~40 cm而言幾乎無日變化。由於砂質土空氣孔隙多，熱容量小，含水量與導熱性低，表土受熱後向下傳導慢，因而地表增溫快溫差大，一般林內外地溫於上午8時開始上升，林外因地表直接吸收太陽輻射，溫度起伏較大，但林內因有樹冠遮蔽陽光直接照射，吸收到較少之輻射量，地溫變化不大。花蓮七星潭海岸林地表層地溫變化較大，白天土溫高於底層，晚間底層土溫則高於表層；其餘不同深度之地溫變化並不大，在10~50 cm深的範圍內，林帶內地溫差約2°C，而林帶外地溫差達5°C。

五、海岸防風林現狀及今後之展望

海岸防風林之林分結構如何，對其防風機能影響極大，建立台灣整體性之防風林實極為重要。而且為求能夠充分抵抗各種危害的侵襲，以及耗費最少林地之林帶構成，乃為迫切亟待了解之事。尤其西部沿海工業區陸續興建，過度之土地利用，已對海岸防風林、甚至沿海居民生活環境帶來嚴重之挑戰。

(一) 農漁業及海岸防風林

過去與海岸林關係最密切者乃為農業。臺灣六十年代後由於灌溉系統日漸進步，以灌溉可以克服海岸砂地保水力差之缺點。再加上海岸砂地輻射熱充足，地溫較高，可使蔬菜與瓜果之生長品質較佳，因此海岸砂地之土地利用相當集約，西瓜、哈密瓜、番茄、蘆筍、甘藷等蔬菜與瓜果的種類極多。另外花卉園藝、果樹栽培也因灌溉之便而增加。雖然海岸防風林可提高稻作和雜糧之單位生產量，但一般而言，海岸砂地之收穫量仍較內陸地區為差。

八十年代以來，西海岸漁業養殖技術發展極快，近沿海之內陸養殖利潤極高，因此從宜蘭、台北到屏東等地沿海，面積數量頗為龐大之鰻魚、蝦類與海魚養殖事業盛行。由於大量抽取地下水，造成屏東、雲嘉海岸地層下陷，不僅造成經常海水倒灌而被害頻頻發生，當地居民之生活環境也極無保障。

(二) 工業與海岸林

近年來，雲林麥寮海濱六輕、彰化海濱等大面积工業區之開發頗受重視。從國土利用之觀點來看，由於台灣土地極為狹小，尤其平地所占之面積極為有限，同時人口密度極高，為了工業發展所需之大面积工業地，自然而往海邊偏遠之地，海埔新生地即為最佳發展的地方。而且台灣本身資源極少，工業生產乃從原料輸入、生產品再以製品輸出方式，因此工業區位於沿海地區，可減少

龐大之運費而較為有利事業之開展。

隨著工廠規模擴大，大面积工業用地之取得、大量之工業用水、近代化港灣設備之需求也日益迫切需要。其中尤其以用地之取得問題尤為困難，現有工業用地地價自然較高，另外農地也有使用限制，因此較便利之方法即朝海岸林地發展，因此諸如桃園觀音、宜蘭利澤簡等地為了擴大工業區而砍伐防風林之例極多。

台灣海岸地區已因養殖業過度抽地下水而致地盤下陷，若再工業用水不妥善規劃，一旦工廠開工後，海岸地盤下陷勢必日益惡化。另外西部海岸多為砂岸，台中港每年花在飛砂防止及港灣浚渫之經費頗為龐大，目前仍無法有效抑止飛砂危害，因此另在西部海岸增建工業用港灣，其所花之代價將極大。

過去工廠或其他產業多為防風林所保護之對象，而今後防風林地轉變為工廠用地之需求越來越多。此種海岸林本來原係使海岸砂地安全、保護後方土地及其各項產業之目的，而目前為了增加土地利用之價值，而將海岸林地改變為工業用地之情形是否妥當，所留下之林帶能否達到保護效果，工廠所造成之煙害對海岸植生之破壞例子極多，此種海岸林能與近代重污染工業設施並存之例極少。

(三) 低濕鹽漬地林分

台灣西南沿海約有5萬3千公頃之鹽漬地，其主要由海岸地層下陷及海水倒灌等雙重威脅而造成。近年來，西南沿海下陷日益嚴重，鹽濕地復育造林之急迫性大增，此種立地首需以開溝築堤改善，藉天然降水來滲洗土壤中過多的鹽分，以使造林木能存活生長。所選用樹種除需具耐水浸能力外，地勢較低處之濕性沼澤仍以紅樹類或其伴生樹種為主；但在地勢稍高、曾遭海水倒灌區之乾性砂原地帶，選用樹種以白千層、海欖果、木麻黃常綠喬木為主，並配合選用苦楝、欖仁等落葉性喬木，或是草海桐、白水木等小喬木，以及選用馬鞍藤定砂植物與欖李等鹽生植物來栽植。

桃園縣海岸林帶之立地條件差異極大，林帶前緣之人工砂丘帶之鹽霧及飛砂危害嚴重，地被植物以貓鼠刺之耐鹽性最強，最適合海岸第一線之定砂栽植，但其易形成小塚狀砂丘，而造成地表面凹凸不平，在人工砂丘上最好將其與蔓荊或馬鞍藤混植；灌木以林投最為適合，由於其新芽被嚴密包在老葉之中，即使老葉被冬季鹽霧吹枯，其隔年春天仍可生長，同時其極耐水浸，林投在飛砂防止保安林之砂丘前緣或林內的生長極佳；

由於外緣高聳的人工砂丘阻礙了海岸林地排水，在春夏時期內緣林分飽受浸水危害，造成海岸林木生長狀況普遍不佳。

(四) 海岸遊憩林與防潮林

海岸保安林存在的意義及其功能，隨著時代不同而逐漸的改變。過去海岸保安林在國權至上的觀念下，不僅林木嚴禁任何伐採利用，海岸林地區設施興建亦有嚴格的開發限制規定。但隨著近年來，海岸地區觀光遊憩的需求日益提高，人民也期待海岸保安林能具有優美的林相景觀，提供舒適、健康的林間環境條件，海岸保安林的遊憩利用比重經常被動地被增高。因此，面對此種新的時代需求，在兼顧海岸防災與海岸林景觀效益等多項功能下，海岸保安林的營造與管理對策亦需有所調整。

2005年海棠及龍王強烈颱風對花蓮七星潭海岸林木帶來嚴重危害，強風帶來暴潮對海岸林緣樹木、遊憩構造物及消波塊、海堤等設施，造成嚴重的淘刷被害。防潮林要發揮漂流物防止機能，單木或狹窄之林帶幅雖具有效果，但林帶幅較大或樹幹越大，對大型漂流木攔截效果更佳。從花蓮海岸調查林帶幅最小需有30~40 m寬，為因應大型海嘯危害，必要之林帶幅最小需有60~70 m寬。為減緩海嘯及暴潮之巨浪能量，林帶之厚度需增加，而且主林木之枝下高以下必須密生低矮之下層林木。因此，防潮林為前端為低木灌叢帶，中間為易萌芽之矮林帶，後方為高木林帶等所構成，或者是在高木林下導入低矮灌木，藉以造成複層林冠，海岸林防潮效果較佳。

六、結論

海岸防風林環境條件極為惡劣，各地海岸經過長久努力發展出適合之造林方法，從海岸林整地，堆砂籬設置，定砂、植草、海岸木麻黃林之撫育管理等方法，建立整體性之海岸防風林，但隨著各地海岸之變化，

苗栗後龍、彰濱等伸展性海岸則逐年向外擴張，需不斷地實施定砂造林；而台南馬沙溝、雲林三條崙海岸則逐年向內退縮，海水倒灌影響海岸林甚劇。

海岸人工砂丘處，考量其耐鹽、耐砂埋、萌櫟等生長特性，以貓鼠刺、蔓荊及馬鞍藤在人工砂丘頂一帶混植，再配合堆砂籬及插草靜砂等工程，其抑制移動性飛砂之效果最佳。目前新竹處海岸林工作站持續進行堆砂、定砂工作，在堆砂籬堆滿後仍有繼續築設新堆砂籬之措施，仍有待繼續努力，但如何改進海岸側之堆築方法，以築造不被大浪沖蝕之人工砂丘安全的坡面等之技術。

一般在立地條件極度惡劣之地，可選用的樹種本已極少，再加上多樹種之混合造林，由於各樹種的生長速度快慢不一，以及樹種耐陰性能力皆有不同，造成大部分海岸混合林木生育不佳，目前在飛砂防止林林帶前緣僅黃槿、林投、草海桐、木麻黃等樹種生長尚佳，而在內緣林帶則主要為黃槿林分，因其能耐春夏季水浸，再加上初春時期葉部之萌發生長速度極快，以致此地之混合林大多以黃槿為優勢，其他混合樹種的成活率則極低。

早期海岸防風林以保護農業為目的所建造者為多，建造當初與該地農民間之關係密切，配合小規模的農業開發而進行地域性海岸林管理，其利用形態係沿著海岸灘線留存帶狀海岸林分，留存林分係作為提供防災機能，林間則作為耕地、畑地等使用。桃園縣海岸砂丘灘線側留存1~200 m林帶，內陸側則帶狀留存1~5列左右之狹小林帶，確保林帶之防風、飛砂防止等機能。隨者社會經濟高度成長，配合國家政策而推行濱海工業發展，海岸防風林與住民的關係日益薄弱。最近，生活環境品質需求日益受到重視，提供保健休養、遊憩、環境保護改善及提高海岸防災機能所造成之海岸林實不可忽視。



圖 11 海岸低濕地開溝築堤造林