

氣候變遷對海岸林的影響

◎林業試驗所育林組·陳財輝

前言

極端的氣候現象、冰河溶解、海面上升、天然災害頻率增高等氣候變遷帶給全球諸多的危害逐年增加中，此種全球性暖化現象不僅帶來自然災害而已，熱輻射量增高、熱帶病往北擴散、水資源日益匱乏及糧食生產危機等亦隨之增高，全球氣候變遷對人類生活與生存帶來嚴重之威脅。

海岸林位於海陸交界處，海岸林地具有生態極為敏感且脆弱之特性，自古以來，海岸林的營造極受重視，健全的海岸林為經濟生產及環境保全之保障，台灣海岸林面積雖很少，但其重要性則較其他森林為高。由於台灣本島四面環海，海岸線長度共約1,250公里，其中西部海岸之海岸林分布面積較廣。海岸林為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影響航運，以及防止颱風暴潮危害海岸林健全生長等。

早期台灣海岸林的林帶寬度極廣，戰後因沿海居民農業生產所需而陸續解除，由於台灣為資源缺乏之出口導向國家，工業用耗材之進口及工業產品出口儘可能離港口不遠，因此海岸林地往往成為經濟生產之開發行為覬覦的

對象，近幾年再隨著過度興建海堤、消波塊、濱海工業區設置、港灣建設、遊憩設施開闢、道路拓寬、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，海岸林帶大幅縮減且被切割成破碎化分布，多數地區已喪失整體性防風及防潮等機能，台灣西海岸之海岸線侵蝕日益嚴重，不僅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，且各地河口飛砂揚塵日益嚴重等，皆為忽視海岸林必須維持管理之嚴重後果。

目前海岸林帶分布狹窄，期待海岸林永續發揮防災機能之目的，已成極具挑戰性之艱困任務。為求能夠充分抵抗各種海岸侵蝕及潮害的侵襲，如何建造使用最少林地之海岸林帶組成，乃為亟待解決之事。尤其西部沿海工業區、港口、道路、風車及海岸遊憩設施等陸續興建，海岸林地過度的土地轉做他用，已對海岸林木生長及沿海居民生活環境帶來嚴重威脅。

海岸前線侵蝕及飛砂揚塵增多

海岸前線砂丘地區為防止飛砂造成災害，必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移動性飛砂量的多寡。台灣西北部海岸前線逐年築設堆砂籬而形成人工砂丘，在移動性飛砂量較多之西北部海岸，人工砂丘更為發達，桃園許厝港海岸人工砂丘高度為10公尺左右，丘頂之寬度20~40公尺不等，丘頂地表面凹凸不平，部份地點會有地表因微地形風洞效應而致風速集中、飛砂逐步向後方移動的情形

發生，同時海岸灘線處因未繼續築設防潮砂堤，而致人工砂丘海岸側迎風坡度太陡，超過一般海岸側12度之安全坡面，海岸飛砂及揚塵隨風速提高而陸續向內陸側侵襲。

目前林務局新竹林區管理處海岸林工作站持續進行堆砂定砂造林工作，在堆砂籬堆滿後仍有繼續築設新堆砂籬之措施；由於台灣和日本一樣，因海岸砂源減少，許多過去的伸展性海岸，目前變成侵蝕性海岸，立地條件改變，海岸林之定砂造林對策必須有所修正；但如何改進海岸側之堆築方法，築造不被強風大浪沖蝕之人工砂丘安全的坡面等技術，仍有待繼續努力。同時，目前海岸使用單位極多，諸如林務局為配合國家能源政策，出租提供台灣電力公司之風力發電設施用地，大幅釋出台灣西海岸及離島之海岸保安林地，此一開發行為雖有助於國家發展風力發電資源之建設，但犧牲保安林之後果將會如何？有待今後確實加以評估。

針對桃竹苗、濁水溪口等西海岸之移動飛砂地，需定期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。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範圍內之地區，內陸區應以類似耕地防風林之方式建立間隔連續式防風林帶，降低東北季風時風砂吹襲危害。

目前西部海岸到處興建消波塊、水泥海堤、漁港等各種土木構造物，然而海岸飛砂移動情況卻更為嚴重，風強時飛砂揚塵漫天飛舞，對海岸地區之環境空氣品質危害極大，可見海岸興建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以柔克剛，逐步削減海岸颱風暴潮危害能量方是最佳的環境改善方式，惟此種飛砂安定技術，因海岸各種土木設施興建而增加更多變異性，海岸飛砂安定工作急需針對各種狀況擬定最佳的定砂造林對策。

海岸林潮害頻率增加

近年來，全球暖化導致異常性氣象危害



海岸林前線之侵蝕嚴重(陳財輝 攝)



紅樹林具有防潮護堤、鳥類棲息及水質淨化等功能(陳財輝 攝)

程度逐年擴大，為減輕暴潮對海岸林的危害，防潮林的營造及經營管理措施必須擬定對策，尤其河海交界處之紅樹林及海岸前線陸地處之防潮林的復育工作需積極進行，以減少日後暴潮危害陸地側居民之生存及生活環境。

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，接著巨浪隨強風侵入破壞海堤後方林分、住宅及道路等設施。防潮林對颱風暴潮之防止機能，主要在阻止漂流物移動，減少因漂流物移動所產生之二次性危害，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。

台灣西海岸河流出口均有紅樹林分布，其中以北部台北縣竹圍及挖子尾紅樹林群落最著名，此地區之紅樹林被指定為海岸自然保護區加以保護，水筆仔等紅樹林生長茂密、連綿不斷的景觀，是本地區生態旅遊的最佳景點。新竹縣紅毛港紅樹林的生長亦不錯，該處興建觀光步道、涼亭供遊客觀賞，樹種主要以水筆子、海茄苳為主，而且天然下種更新良好。台南縣以四草紅樹林最著名，樹種主要為海茄苳、欖李及五梨跤。

其他尚有高屏一帶之茄苳竹滬、永安、東港等多處紅樹林人工栽植地。雖然河口紅樹林天然下種更新能力良好，但人為開發破壞速度若高於紅樹林自然拓展能力，或是海岸侵蝕日益嚴重，海岸林地下沉逐年增多，紅樹林的生存面積仍有減少的危機。

紅樹林之人工栽植會使土壤不再流失，鄰國日本琉球各地之海堤、護岸等處，皆積極栽植紅茄苳、紅海欖或水筆仔等防潮紅樹林樹種，以達到護岸保護及防止土壤被海浪侵蝕。尤其在沖繩市郊的海埔新生地，河道內單側亦種植紅樹林苗木，期望以綠色植栽防止水泥護岸被海浪掏空，一般水泥護岸使用年限為7~15年，若輔以會繼續生長的紅樹林植栽，在水泥護岸達使用年限後，紅樹林植物則可取而代之，繼續發揮保護護岸的功用。另外，在琉球東側漢那水庫壩體下方排水河道內之感潮帶地區，亦積極栽植紅樹林樹種，為了使栽植的紅樹林能順利成長，避免海潮將底泥及苗木沖失，需設計栽植地的填土高度在退潮時能裸露，且在漲潮時能被淡水淹沒，又不能淹水過深，以免影響紅樹林幼苗的生長。

海岸林遊憩與防潮對策

海岸保安林存在的意義及其功能，隨著時代不同而有逐漸改變的傾向。過去海岸保安林在觀念上，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限制規定。但近年來，隨著海岸地區觀光遊憩需求日益提高，人民也期待海岸保安林能具有優美的林相景觀，提供舒適及健康的林間環境條件，海岸保安林的遊憩利用比重逐漸升高。因此，面對新的時代需求，在兼顧海岸防災與海岸林景觀效益等多項功能下，海岸保安林的經營管理對策亦需隨之調整。

花蓮七星潭海岸林木受到2005年海棠及龍王颱風強烈侵襲，強風暴潮對海岸林緣樹木、遊憩構造物及消波塊、海堤等設施帶來嚴重的危害。一般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30~40m寬，為因應大型海嘯危害，必要之林帶幅最小需有60~70m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，防潮林帶之前端為低矮灌木叢，中間為易萌芽矮林帶，後方則為高木林等所構成之林帶，或者是在高木林下配置低矮灌木之海岸複層林冠防潮林的效果較佳。

西南部沿海低濕鹽漬地逐年增加

台灣雲嘉南沿海有大面積之低濕鹽漬地分佈，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，西南沿海地層下陷日益嚴重，再加上區域排水設計不當、過多的海堤興建等，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。所選用樹種需具耐水浸能力，地勢較低處之濕性沼澤仍以紅樹林或其伴生樹種為主；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、木麻黃等常綠喬木為主，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，以及選用馬鞍藤等定砂植物與欖李等鹽生植物來栽植。

另外在桃園縣海岸砂丘林帶內外緣之



海岸防潮林之樹種組成與颱風危害(陳財輝 攝)



海岸低濕地之開溝築堤造林(陳財輝 攝)

立地條件差異極大，海岸前緣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，適合海岸第一線之定砂栽植，但其易形成小塚狀砂丘，造成地表面凹凸不平，最好在人工砂丘上與蔓荊或馬鞍藤等植被混植。灌木則以林投最為適合，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，隔年春天仍可生長，同時林投極耐水浸，在飛砂防止保安林之砂丘前緣或林內的生長極佳。由於海岸前線高聳的人工砂丘阻礙了內緣林地排水，內緣海岸林分在春夏時期飽受浸水危害，造成海岸林木生長狀況普遍不佳，因此海岸林帶內側開溝排水方式、耐水浸樹種的選擇及植栽配置技術之建立極為重要。

結論

全球性氣候變遷暖化現象日益嚴重，海岸林的生存環境條件受到海面上升而日益劣化，再加上台灣各地海岸長期受到開發的嚴重壓力，在極有限的生育地空間內，海岸林的復育及維持管理工作極為重要。海岸砂地之整地、堆砂籬設置及定砂、植草、海岸混合林之撫育管理等方法必須落實，以建立整體性之海岸林，但隨著各地海岸線侵蝕日益嚴重，大多數海岸線逐年向內退縮，西南沿海常發生海水倒灌情形，影響海岸林木生長甚劇。

一般在立地條件極度惡劣之處，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，目前在飛砂防止林之林帶前緣僅黃槿、林投、草海桐、木麻黃等少數樹種生長尚佳，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極低。

早期海岸林多以保護農業為目的而建造，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，留存林帶係作為提供防災效能，林帶間則作為耕地或畑地等使用。桃園縣海岸砂丘灘線側留存1~200公尺林帶，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，海岸地區常配合國家政策而推行濱海工業區開發，造成海岸林與住民的關係日益薄弱。最近，海岸生活環境品質需求日益受到重視，紅樹林等防潮林之復育可提供民眾保健休養、遊憩及環境保護等機能，海岸林之重要性實不可忽視。⊗