

竹南海岸林變遷與生態育林之導入

◎國立嘉義大學森林暨自然資源學系・謝名彥、何坤益 (kyho@mail.ncyu.edu.tw)

海岸林為沿海地區的重要天然屏障，由於防風林之防護，使強風、鹽霧和飛砂無法直接衝擊當地社區，影響農作物收成以及生活環境的威脅，且面對氣候變遷之全球趨勢，海岸林之地位日顯重要。近年來林分受到氣候變遷影響，連年颱風侵襲導致林內木麻黃(*Casuarina equisetifolia*)族群趨於老熟現象，林分逐漸疏開、孔隙出現趨勢。因此海岸林更新與孔隙區塊之恢復，實為當前需要解決之議題。

竹南海岸林自2004年被通報發現大量斯氏紫斑蝶(*Euploea sylvester*)蛹殼後，成為第一個被證實的春季繁殖熱點。由於在海岸林完整的保護下，使斯氏紫斑蝶幼蟲的專一食草武靴藤(*Gymnema sylvestre*)得攀附於木麻黃生長，使生態得以連年延續不息，春季北返之蝶群得以於海岸林內繁衍後代，並於海岸林的保護下成長茁壯。完整的林分結構、春季對於紫斑蝶生存之適合氣溫、大量生存所必須之食草及蜜源植物，此三大要素造就竹南海岸林與紫斑蝶密不可分之特殊生態關係，曾因林分掛滿斯氏



斯氏紫斑蝶幼蟲攝食武靴藤情形。(謝名彥 攝)

紫斑蝶蝶蛹的奇景，造就紫金傳奇之稱。

有鑒於林務局「國土生態保育綠色網絡建置中長程計畫」中，竹南海岸林係位於西部海岸生態綠網北段之海岸生物多樣性熱點，為林分中蝶類、專一食草與蜜源等指標物種之重要棲地，宜以既有海岸保安林為基礎，規劃適於林分生物多樣性維護之育林體系，因此為尋求適宜維護林分完整方式，需積極探究持續與維持生物多樣性生態環境之作為，以建構西海岸之生態保育軸帶。

海岸林功能與經營管理

[海岸林帶之建構]

目前海岸防風林仍以木麻黃為主要樹種，造林初期在環境逆壓增加的情況下，選擇此種適生樹種顯得相當重要。至於後期之海岸林更新宜採用複層林建構方式，即以木麻黃為先驅樹種先栽植，後續導入濱海型原生樹種進行間植，形成木麻黃及闊葉樹種之混合林，再逐年將木麻黃汰除，以漸進的方式恢復成原生樹種混合林。木麻黃與黃槿(*Hibiscus tiliaceus*)、厚殼樹(*Ehretia thyriflora*)、茄冬(*Bischofia jabanica*)等不同樹種所建構之混合林，不但得以增加生物多樣性，亦為攔阻風砂效果提升不少。

[海岸林與更新問題]

海岸林帶長期保護沿岸不受風沙及自然災害直接侵襲，但隨著時間推移，當前林分面臨不少困境與隱憂，氣候變遷則為

面臨最大的挑戰。根據政府間氣候變遷小組 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 於2013年第五次氣候變遷評估報告提到：全球氣候已發生明確的暖化。隨著人類文明的進步，所帶來的環境生態問題亦漸漸浮出水面。氣候變遷將於21世紀造成森林物種分布、生產力、干擾狀況等改變。這意味著氣候變遷極有可能對於海岸林生態帶來明顯且負面的影響。暖化現象日益嚴重，使其生育環境條件日益劣化，海岸生態環境的持續變化可能造成林分生態劣化而使林木無法適應而受損衰退。

對一般植物生長而言，海岸地區之生育環境原本即相當惡劣，因此演替進行的速度十分緩慢。施信民(1998)亦認為海岸植物生長條件極差，即使是能適應的植物種類，並不一定能順利萌芽生長。因此林木與環境為綜合許多的條件才能安定下來，是為非常脆弱的生育環境。海岸林的劣化及毀損一旦發生，如不輔以人工撫育作為，很難於短時間內恢復鬱閉程度。面對氣候變遷與林齡老熟現象，如不積極適當輔助及生態復育，可能影響海岸林之保護功能。

海岸林分與孔隙更新

[竹南海岸林環境現況]

竹南海岸林面積約150 ha，沿海岸線北起自龍鳳漁港，南至中港溪出海口，全長約8 km，為臺灣西海岸北部地區保存最完整的生態系統。年均溫23.03度，年平均降水量為1,137 mm。降水量主要集中於夏季6月，高達685.5 mm。近年來遊憩壓力日增，由北至南



海岸林空拍常發現林分出現孔隙區域。(謝名彥攝)

規劃已發展成為假日之森、親子之森以及長青之森等三種森林遊樂之體驗。斯氏紫斑蝶之春季重要繁殖地則集中於長青之森區段，為重要之生態棲地環境。

1. 木麻黃林之老熟問題

木麻黃由於其自然枯枝所形成之厚實枯落物層，及林地螞蟻等生物以其種子為食，導致種子天然更新時發育成苗機率低，為其在臺灣海岸環境更新能力低落之原因。因此，林分建置多年後仍鮮少出現幼苗於林地，而留存立木隨著時間推移呈現齡級老熟而凋零，在受外在應力導致歪斜、風折甚至倒塌，致使林間出現孔隙區域，逐漸形成林分發育停滯現象。

2. 氣候變遷與海岸林前緣侵蝕

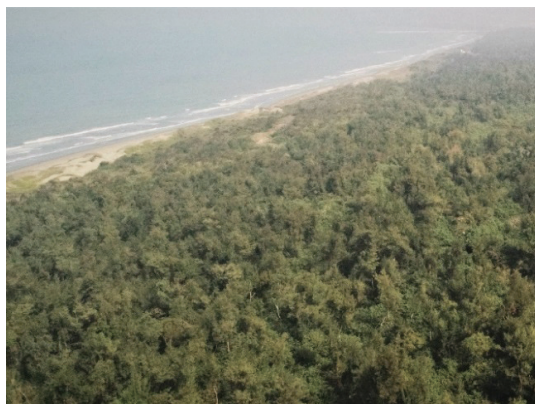
全球暖化造成的異常氣候，對於臺灣海岸林前緣侵蝕程度有逐年擴大趨勢，同時林內生育環境受到海平面上升，亦有積水與鹽化等逐漸劣化現象。海岸線侵蝕而逐年向內退縮的結果，使西南沿海海水倒灌情形更加嚴重，威脅海岸林分之存活。目前在海岸林經以空拍機拍攝，明顯發現海岸

線退縮情形，而部分研究指出由於氣候變遷影響，臺灣原本以堆積作用所形成的海岸逐漸變更為侵蝕作用，海岸線日益退縮的結果為林分帶來劣化的威脅。2018年8月有報導指出：新竹崎頂海水浴場旁的自行車道，由於地基受海水沖刷而掏空崩塌。此自行車道距離海岸林不遠處，顯示其海岸線退縮趨勢不再是推測，而是每分每秒正在進行的事實。

[孔隙對於海岸林分影響]

海岸林遭受干擾，如颱風、暴潮、強雨等，導致形成大小不一的區塊稱為孔隙。此種原本連續且鬱閉林分因各項干擾促使單株或數株林木倒塌，致使林分出現破碎區域。海岸林一旦出現孔隙，其防風功能將會下降，且可能形成風洞加成效應，造成海岸林內受到更強烈的吹襲而受損。海岸林隨著木麻黃齡級老熟，而林分內形成部分孔隙區塊時，雖影響林帶完整，但以林帶發育過程，或許此階段正為林分需導入更新的時機。

海岸林孔隙區塊利用人工方式更新栽



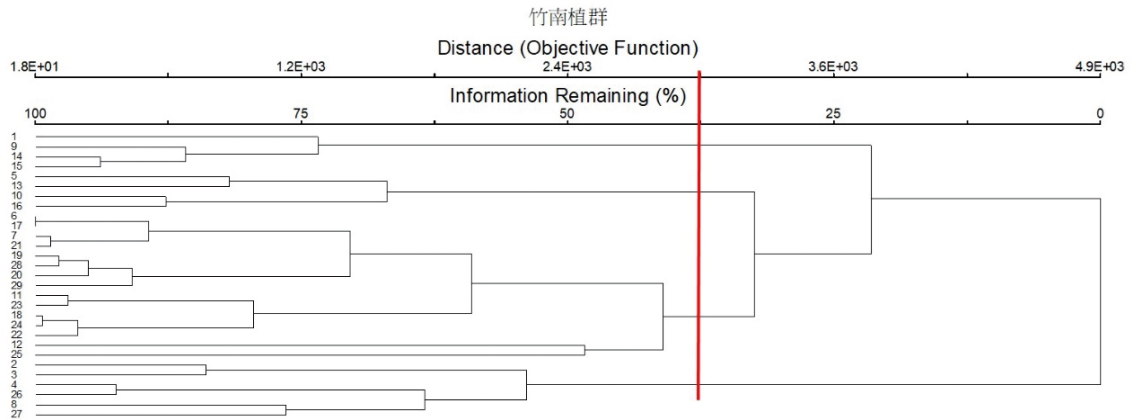
空拍發現林分與海岸線距離十分接近。(謝名彥 攝)

植，可快速助其恢復林分之完整性。天然更新於海岸林環境非理想方式，且再依森林生態學發育理論，陽性樹種如木麻黃欲以天然更新方式完成林分營造相當困難，但提前於其鬱閉林分進行林下栽植，亦競爭不過，縱然於孔隙空曠區域，仍受限於海岸環境與厚實地被層與枯枝層而導致更新困難。因此造林作業可於大孔隙處，藉由機械整除厚實地被與枯枝層，再選擇原先天驅樹種或固氮植物。小孔隙處則深耕整地，選擇演替中後期的耐陰性樹種。亦即木麻黃防風林之更新作業，可選擇適當大小之孔隙區塊進行生態育林之栽植，惟提早更新恐因孔隙過小抑制其生長甚至淪為被壓木。海岸林由於生育環境惡劣，即使孔隙區域更新栽植完成，仍應隨著時間推移持續進行孔隙區塊之更新栽植。因此臺灣海岸林需長期經營管理，監控林分狀況，適時透過生態育林之導入以維持保安功能。

林分植群組成與多樣性變動

[竹南海岸林林分組成現況]

植物調查目前記錄到65種，雙子葉植物種類最多，單子葉植物有30科41屬46種，原生種共21種，歸化種共9種。木本植物種類豐富度介於0.11~1.06，均勻度指數介於0~0.26，Shannon指數介於0~1.53，Simpson指數介於0~0.76；而地被植物種類豐富度介於3.03~15.83，均勻度指數介於0.45~1，Shannon指數介於0.5~2.16，Simpson指數介於0.23~0.86。根據相似度於37.5%處可將林分植物社會分為4個植群型，配合列表分析法以各類群之優勢種命名如下：



竹南海岸林地植物社會群團分析樹形圖。

1. 朴樹—木麻黃型(*Celtis sinensis*—*Casuarina equisetifolia* type)

此植群朴樹明顯較具優勢，另木麻黃及黃槿伴生，槭葉牽牛(*Ipomoea cairica*)、扛香藤(*Mallotus repandus*)、三角葉西番蓮(*Passiflora suberosa*)、大黍(*Panicum maximum*)及串鼻龍(*Clematis grata*)等地被植物。樣區大多落於竹南海岸林帶後緣，區內之地被層覆蓋度不高，部份木麻黃枯倒形成之孔隙已有朴樹族群自然出現，且樣區內孔隙區塊並無過大狀況，地被植物亦無擴張優勢。

2. 黃槿—扛香藤型(*Hibiscus tiliaceus*—*Mallotus repandus* type)

此植群型主要優勢種為黃槿，惟並無木麻黃族群出現，另有扛香藤、三角葉西番蓮、大黍及武靴藤等地被，偶有月桃(*Alpinia zerumbet*)、苦楝(*Melia azedarach*)等植物出現。植群型與朴樹型相似大多落於海岸林帶後緣，僅於林分孔隙度稍大，林分內地被擴張較來得高。林分內缺少木麻黃族群，恐有限制因子致使更新困難。

3. 朴樹—苦楝型(*Celtis sinensis*—*Melia azedarach* type)

林分以朴樹最為優勢，另有木麻黃、黃槿及苦楝伴生，偶有樟樹(*Cinnamomum*

camphora)、白千層(*Melaleuca leucadendra*)、草海桐(*Scaevola sericea*)、苦藍盤(*Clerodendrum inerme*)及小葉桑(*Morus australis*)等木本之蹤跡。地被則有槭葉牽牛、雞屎藤(*Paederia foetida*)、扛香藤、三角葉西番蓮、武靴藤、大花咸豐草(*Bidens pilosa* var. *radiata*)及月桃等出現。此植群型大部分位於長青之森南端，且包含所有沙丘後緣及自行車道前緣區域之樣區，包含少數沙丘前緣及海岸林帶後緣之樣區。此植群型特色為植物種類數量相較其他植群型高，多為較大孔隙區域，於林木倒塌後大量地被植物侵入生長而發育。

4. 黃槿—木麻黃型(*Hibiscus tiliaceus*—*Casuarina equisetifolia* type)

此植群型以黃槿最為優勢且大多伴生木麻黃，少數地被如槭葉牽牛、扛香藤、三角葉西番蓮及大花咸豐草等地被。此植群型樣區落於沙丘前緣與林帶前緣部分，而沙丘前緣由於鄰近海岸線，受風沙及鹽霧直接衝擊，因此只有少數耐鹽、耐旱、抗風樹種方能存活，因此植物種類數量並不多。黃槿及木麻黃等樹種於此林分多呈現低矮甚至鋪地的狀況，此特性可能使林下地被可獲得之光照度下降許多，因此地被植物難以與之競爭。



黃槿林下鮮少發現其他植物種類蹤跡。(謝名彥 攝)



大黍於孔隙開闢區域大面積覆蓋。(謝名彥 攝)

[林分更新與多樣性變動]

竹南海岸林地被植物較木本植物之生物多樣性高，且地被植物分布亦較均勻。現地觀察海岸林地本身能適應之木本植物種類並不多，且早期海岸林建造以木麻黃、黃槿為主，至今木麻黃成熟老化，林分內木麻黃呈現零散分布且多為老齡級；而林分內黃槿於部分區域接近純林狀態，且孔隙過大區域則被大黍形成之優勢地被大量覆蓋，少有觀察到其他木本植物，以上原因可能使木本物種多樣性不高。

地被多樣性較高的原因，推測是由於竹南海岸林長久建構以來形成良好保護帶，林分不受強風干擾而提供地被植物良好棲息環境，且木麻黃死亡及人工開發之自行車道形成開闢地帶，致使空曠處得以讓多種地被植物生長與繁衍，且黃槿與木麻黃保護下使土壤富含腐植質，令多種地被植物得以生長，皆可能是地被植物多樣性較高的原因。同時，對於現階段研究而言，孔隙光度對於小苗及天然更新影響，以及強勢地被是否影響

植物更新，僅透過植群及多樣性調查仍不足以作為依據，故建議持續以生態育林導入，維持生物多樣性，以探究當地之植群變動及孔隙更新。

結語

竹南海岸林為第一個被證實的紫斑蝶春季繁殖熱點，為鄰近社區天然防護牆與重要生態棲地。但近年來海岸林相有變遷趨勢，由於氣候變遷以及木麻黃族群有老熟現象，使得林分疏開、孔隙出現，且連年受到颱風侵襲下導致林內部分孔隙有擴大趨勢。探究竹南海岸林分現況及植物相組成，有助於後續老化海岸林林分之恢復與更新栽植作業之規劃。現階段海岸林分雖發現問題，但多為西海岸海岸林常見之現象。更新與孔隙區塊之恢復，實為當前迫切需要解決之議題。海岸林當前缺乏內部植群組成與其他林分狀況相關資料，為尋求竹南海岸林適宜復育方式，並將林分破碎及老化部分恢復為健康狀態，方能於氣候變遷的全球趨勢下減緩受到的衝擊與影響。⊗