

適用於台灣之紅樹林造林技術

文、圖 ■ 范貴珠 ■ 國立屏東科技大學森林系副教授

紅樹林生態系具有防風、護堤、淨化污染等環境保護效果，同時兼具生態、遊憩、學術教育及經濟等多重功能。全球四成的紅樹林生長在亞洲，但近年由於發展水產養殖業及旅遊業，因此紅樹林被大規模砍伐。而2004年12月26日的南亞海嘯造成約30萬人死亡，主要即為印尼、斯里蘭卡、印度及泰國等紅樹林砍伐較多的國家。根據世界自然保護聯盟（The World Conservation Union, IUCN）初步調查顯示，斯里蘭卡及其他災區之海岸若紅樹林生長茂密，不論人命傷亡或是房屋建設方面受到的傷害較輕微，顯示紅樹林有極佳的保安護岸功能。

台灣雖無海嘯之威脅，各地紅樹林面積均小而呈零散分佈在西部海岸，主要偏重在生態及自然教育功能上。筆者自1998年起即受高雄港務局委託進行「安平港紅樹林復育計畫」，在台南市健康路保護區、3號橋及龍岡水道進行7年的栽植及維護計畫。本文乃依據紅樹林各種樹種特性及栽植成敗經驗，並參酌國外許多有關育苗、栽植及撫育管理之研究報告，研擬一套較適合台灣環境使用之準則，以供林業及保育相關人士參考。

一、需考慮之生育地特性

人工栽植紅樹林並非特別困難的工作，但由於紅樹林生態系與一般陸生生態系不同，所以在進行栽植前應先考慮之生育地特性：

- (一) 以砂質土、泥濘地或黏質土最佳，而且必須是穩定、無侵蝕及有足夠土壤深度以支撐苗木；但土壤沈澱速度過快，反而會抑制苗木生長。
- (二) 紅樹林幼苗需適度淹水，但不能過深而淹死苗木；因此水文學對栽培工作非常重要，需控制進入栽培區內之水質、水量及時間。
- (三) 應選擇浪小、沖蝕少、風小及激流少，而能有豐富雨量提供大量淡水之環境，並需與鄰近生態系相容之栽植區。
- (四) 紅樹林雖為鹽性植物，但苗木在高鹽度環境下即使成活，生長也不佳，因此生育地鹽度不能太高。
- (五) 需瞭解栽植目的樹種之耐蔭性，以便決定栽植區之上層樹冠結構。
- (六) 注意其他動物如螃蟹、齧齒動物及鳥類危害。



二、適宜造林樹種

台灣西海岸目前有水筆仔、五梨跤（亦稱紅海欖）、海茄苳及欖李等4種紅樹林。1995年時全臺灣紅樹林面積僅剩約287公頃左右，近年則因各單位積極栽植而增至320公頃，建議仍以僅存的4種紅樹林為造林材料，以免遭遇保育人士反彈。

人工造林要依據造林地之溫度、淹水頻度及持續時間等水文特性，並考慮各樹種之適應特性進行栽植配置。

（一）造林地之溫度

以台灣西海岸現存的紅樹林樹種為優先，否則可能初期成活率很高，但數年後將因生長受限而死亡。依氣溫條件之樹種建議：

1. 台中縣以北地區宜選擇耐寒的水筆仔為主。
2. 嘉義縣以南地區則選擇耐高溫環境的五梨跤、欖李及海茄苳為主。
3. 台中至嘉義的過渡帶則宜混植水筆仔及海茄苳二樹種。

（二）造林地之水文特性

事先需瞭解造林地之漲退潮及水流淹沒時間，許多造林失敗者，皆因苗木被水淹沒時間過長無法呼吸所致。依水文特性之樹種建議：

1. 五梨跤具支持根且較耐淹水環境，可栽植在向海面較深水地區。
2. 海茄苳及水筆仔耐淹性稍差，應栽植在潮間帶上部或中部靠近內陸地區。
3. 欖李不具明顯之呼吸根，不耐長期淹

水，宜栽植在較靠近內陸或河岸邊。

（三）造林地之鹽分濃度

4種紅樹林在0.8~1.5%鹽度之生育地生長最佳，鹽度3.0%以上的生育地雖可成活，但是生長明顯較低矮，經3~5年之後，則會逐漸被優勢樹種所淘汰。依耐鹽特性之樹種建議：

1. 若造林區在完全為海水的生育地（水質鹽度為3~3.5%），以選擇耐鹽性最強之海茄苳為主。
2. 若造林區為海水與淡水混合之生育地（水質鹽度為1~2%），則以栽植耐鹽性較低的五梨跤、水筆仔及欖李為主。

三、育苗

（一）紅樹林苗圃之闢建

若要大規模育苗，則需選擇適當地點開闢紅樹林苗圃，目前僅有台南縣政府在七股開闢一小型的紅樹林苗圃，可為各單位闢建苗圃時之示範區。紅樹林苗圃與一般林業苗圃不同，需注意下列條件：

1. 選擇潮間帶上部或中部之緩坡地，能避開大潮淹水之遮蔽生育地，並在苗圃周圍建立小堤岸以控制潮水。
2. 紅樹林屬於陽性樹種，苗圃以陽光充足之環境較適合，忌於庇蔭處培育苗木。
3. 紅樹林苗木對於培育介質之選擇性不高，但以肥沃之壤土或砂質壤土為佳。

4. 紅樹林苗木因裸根苗移植死亡率高，故以培育容器苗為主。在苗圃設置苗床，寬約1公尺，長度則視現場地形而定。苗床土質最好為較不透水的黏性土壤，將苗床挖深20公分左右，以利排列容器苗後，引水淹灌育苗之用。
5. 潮間帶苗圃可引進天然之潮水灌溉，否則需設立馬達以人工引水澆灌。最好以0.8~1.5% 的鹽水培育，苗木會有最佳的生長。每天引水淹灌苗床1~2次，使其自然消退即可。

(二) 果實或胎生苗之採集

1. 台灣各地紅樹林目前大多被列為保護對象，採集前最好取得管理單位同意。
2. 各樹種果實或胎生苗大量成熟季節時，直接自成熟健壯母樹採集，其品質較地面收集者為佳，因地面收集者已較為乾燥且多已遭病蟲及菌類危害。
3. 採集後運送至苗圃或造林地時應保持微濕並遮蔭，以避免高溫之危害。

(三) 紅樹林苗木之培育

水筆仔及五梨跤通常不需要在苗圃事先培育，將成熟胎生苗直接栽植在造林地即可；海茄苳在適合之環境亦可用直播方式造林，以節省苗圃培育之費用；欖李則因果實太小，無法直接播種造林，需事先在苗圃育苗；若栽植地點之環境狀況不理想，則各樹種需培育1至2年生苗木才可造林。

台灣4種紅樹林苗木之培育方法如下：

1. 水筆仔

- (1) 胎生苗特徵：成熟胎生苗長度約15~20公分，尖端呈紅褐色，環狀子葉明顯增長，手輕扯容易脫落。
- (2) 胎生苗成熟期：竹南中港溪以北地區為3~4月；南部則提早至12月至翌年1月。
- (3) 建議採集地點：台北市竹圍紅樹林保護區、關渡保護區、新竹縣紅毛港紅樹林、苗栗縣中港溪紅樹林。
- (4) 育苗方法：採集之胎生苗不需任何處理，以塑膠袋或黑色軟盆等容器裝入壤土或砂質壤土後，將胎生苗胚根插入育苗容器介質內，插入深度約胎生苗長度之1/3。約1星期後，胚軸底部開始長出側根，2星期後葉片展開，成苗率幾可達100%。苗床內每日引鹽水淹灌1~2次，1年生之健壯苗木高度約25~30公分，2年生苗高約35~45公分。

2. 五梨跤

- (1) 胎生苗特徵：成熟胚軸長度約25~35公分，呈深褐色且有明顯皮孔，環狀子葉明顯較長，胚根白點明顯，手輕碰觸胚軸即脫落。
- (2) 胎生苗成熟期：5~7月。
- (3) 建議採集地點：台南縣雙春濱海遊樂區、台南市四鯤鯓紅樹林、台南市健康路紅樹林保護區。
- (4) 育苗方法：育苗方式與水筆仔相同，培育1年生之健壯苗木高度約35~40公分，2年生苗高約45~50公分。



3. 海茄苳

- (1) 果實特徵：蒴果廣橢圓形，成熟時長寬各約2公分，果皮顏色由綠轉為淡黃色。果實內部胚軸呈盾形，基部具有叢生毛及短胚根，屬於隱藏性胎生植物。
- (2) 果實成熟期：8~9月。
- (3) 建議採集地點：台南縣以南各縣市沿海地區之潮間帶或排水溝均可採種。
- (4) 育苗方法：海茄苳之果實需有足夠水分才能脫去果皮，栽植前先剝去果皮，再將胚軸之短根部分埋入容器的介質中，子葉部分避免埋入土壤中，以免淹水過多造成苗木腐爛。若育苗環境適合，3~5天後即可長出幼根，成苗率可達90%。培育1年生之健壯苗木高度約40~50公分，2年生苗高約80~90公分。

4. 欖李

- (1) 果實特徵：核果具纖維質，寬度為0.8~1.2公分，長度為1.5~2.0公分。果實成熟時由綠色變成黃綠色，碰觸很容易脫落。
- (2) 果實成熟期：7-8月。
- (3) 建議採集地點：台南市四草鹽田及大眾廟之排水溝岸。
- (4) 育苗方法：撈取排水溝內自然成熟掉落的果實，再以細紗網包裹果實，以手搓揉至外果肉呈糜爛狀後，以清水沖洗去除果肉。將果實播種在裝有2號蛭石的網格塑膠籃中，再輕灑蛭石將果實覆蓋，覆蓋厚度以果實之1~1.5倍為原則。將發芽籃置於自動噴霧設施之砂床上，或

每日以人工灑水2~3次。一般約1星期後即開始發芽，發芽率可達80%以上。將子葉出土約2~3公分高之小苗移植在苗床之軟盆內，每日引水灌溉育苗。在苗圃培養之1年生苗木高度約15~20公分，2年生苗高約30~35公分。

(四) 紅樹林苗圃之管理作業

1. 紅樹林苗木根系以氣根為主，容器苗的根系若已穿越容器底而深入土中，移植或換床則死亡率較高，因此以培育活力最旺盛的1年生苗木出栽為佳，不要浪費人力與經費培育2~3年生苗木。
2. 欖李苗木初期生長速度快，培育期間可視苗木發育狀況，適時移植至較大容器繼續栽培。
3. 紅樹林苗圃因有鹽水淹灌，除了少數鹽性植物（如鹽定）外，一般較少雜草發生，定期除草即可。
4. 不同紅樹林苗木會有不同病蟲危害，但台灣並無紅樹林苗圃病蟲害紀錄與防治方法。根據台南縣七股苗圃之育苗經驗，危害紅樹林苗木者多為蜘蛛類、毛蟲類或介殼蟲類等，均以「賽億寧」乳劑稀釋50倍後，噴灑防治。

四、造林

(一) 胎生苗直插（直播）造林

1. 適宜樹種

紅樹林造林地點若地勢平坦、風浪小、水文、土壤及氣候條件理想，而且垃圾、藻

類等危害較少，則將五梨跤及水筆仔成熟胎生苗直插在造林地即可，海茄荖在此地亦可用直播方式造林。直插（直播）造林前需先清除地上的枯立木及廢棄物等，以免危害胎生苗成活。

2. 直插（直播）季節

以各樹種胎生苗及果實成熟時為最適直插（直播）季節，因成熟期前段成熟的胎生苗或果實體積最豐碩、飽滿，苗木會有最佳成活率與生長勢。造林時採集成熟之果實後，立即運送至造林地直插（直播）。

3. 直插（直播）間距

由於直插（直播）造林方式初期之死亡率較高，因此視胎生苗及果實多寡可提高栽植密度。水筆仔及五梨跤胎生苗栽植間距可由 0.5×0.5 至 1.0×1.0 公尺；海茄荖果實直播間距可縮小由 0.3×0.3 至 0.5×0.5 公尺。

4. 直插（直播）方法

(1) 水筆仔或五梨跤胎生苗直插造林

先以尖的木棍或竹竿插入軟泥或土壤中，再將胎生苗垂直插入 $1/3$ 或 $1/2$ 至土穴中，插入太淺易被潮水沖走，太深則沈積物易覆蓋胚芽而生長不良。以台南市健康路栽植經驗，在全光地區直插五梨跤胎生苗，第2年之高生長即可達60公分；經過5年後，稚樹高度可達200公分。

(2) 海茄荖果實直播造林

先用木棒在土壤中劃一淺溝，將海茄荖果實剝皮後埋入淺溝中，不能埋入土壤太深，輕壓土壤表面即可。以台南市健康路保

護區栽植經驗，海茄荖果實若直播於鬆軟且富含有機養分的土壤，6個月後苗木的高生長可達50公分左右。

5. 直插（直播）時間

由於五梨跤及水筆仔之胚軸約1星期後開始生根，海茄荖果實則2~3天後開始長根，因此最好在大潮剛過3~4天，即農曆初五或二十直插（直播），下次大潮到達時，胚軸已經長根定植，不易被風浪所動搖、流失。

(二) 容器苗栽植造林

若造林地點之環境不適合直插或直播造林，則需以1至2年生苗木栽植造林。紅樹林栽植造林需注意之原則：

1. 適地適木

不同紅樹林樹種有不同的生長特性，依據前述樹種的耐淹及耐鹽特性栽植在適當地點，苗木會有最佳成活率及生長。

2. 栽植季節

容器苗造林以春季梅雨季節栽植為佳，幼苗生長快速且成活率高；忌在高溫炎熱的夏季栽植，高溫會使表土鹽度增高，導致苗木死亡率增加。

3. 栽植距離

因計畫目的、造林地面積、地勢、樹種及苗齡而有所差異，為避免未來林相稀疏，栽植間距可為 0.5×0.5 至 1.5×1.5 公尺。

4. 出栽苗齡

檳李苗木大約6個月生即可出栽，其他樹種以栽植1年生的健壯容器苗為宜。苗木若在苗圃培育過久，育苗容器會限制根系生



長，造林後根系之伸展因而受限。以台南市龍崗社區水道紅樹林復育為例，以6個月生之欖李苗木在春季栽植，6個月後苗高可達70~80公分。

5. 栽植方法

在大潮後的第3~4天，將1~2年生容器苗移除塑膠袋或盆鉢後，直接將苗木栽入潮間帶之栽植穴中，覆土壓實即可。各樹種苗木栽植時不需修剪，但3年生五梨跤苗若已長出支持根，則需將支持根剪除後栽植。

6. 避免栽植大苗或大樹

不宜栽植大苗或大樹。大苗價格較1年生苗貴約10倍，且成活率僅約10%左右。

7. 混交栽植

瞭解及配合各樹種之生長特性，混植之成功機會大，可建造永續性紅樹林生態系。

(三) 特殊地的造林—淹水區之PVC管造林法

淹水地區通常缺乏苗木初期生長的適合環境，以上述栽植技術無法造林成功。筆者在台南市健康路保護區曾以PVC管為栽植容器，嘗試在深水區栽植紅樹林。此造林法雖曾受法國熱帶及亞熱帶農業研究組織CIRAD邀請，將初步成果發表在Bois et Forêts des Tropiques 期刊，但在深水區以150公分PVC管栽植之五梨跤，經過6年後因僅有少數支持根接觸地面，因此生長速度仍緩慢而且有藤壺危害（照片1），致不建議輕易嘗試與應用。惟靠近堤岸旁利用50公分PVC管栽植者目前已高約380公分，具有相當健壯優美之樹形（照片2）。詳細方法可參閱范貴珠、葉慶



照片1 健康路保護區之150公分PVC管五梨跤，經六年後生長仍相當緩慢。



照片2 健康路保護區之50公分PVC管五梨跤，經六年後生長健壯已達380公分。

龍（2005）PVC管在安平港紅樹林復育上之應用。

(四) 造林後之撫育與管理

1. 補植

記錄苗木的死亡狀況，瞭解苗木無法成活原因，並隨時加以補植。

2. 監測及清理環境

由於紅樹林造林地多屬河口或海岸地區，因此多為一般居民丟棄廢棄物之場所，因此需定期監測及清除碎片、垃圾、保力龍、蚵架及竹竿等大型家庭或漁業廢棄物



照片3 紅樹林若未加維護管理，則在漲潮時常漂入大量垃圾。



照片4 紅樹林在颱風過後，林內常有大型保麗龍及木材等廢棄物。

(照片3、4)。

3. 林分密度調整—疏伐

紅樹林為生長快速的陽性樹種，若復育地環境適宜，則造林3 - 6年後需藉疏伐調整適當密度。疏伐量視造林地狀況而定，一般大約伐除25 - 50%矮化及多幹之林木，否則林分生長不良且易遭病蟲危害（照片5）。

4. 生物危害防治

(1) 雜草及蔓藤類

造林地若為環境嚴苛之潮間帶地區，通常不易滋生雜草。若為較靠陸地且乾燥之造



照片5 海茄苳林分疏伐50—60%左右，林分呈現開闊的景觀。

林地，造林木初期則需與雜草競爭陽光與水分；後期則有蔓藤類攀爬覆蓋紅樹林，需定期進行除草及除蔓等撫育工作。

(2) 藻類

每年春季為藻類大量繁殖季節，藻類會將直插胎生苗覆蓋，使其無法萌發新芽而死亡，或隨大潮覆蓋於栽植苗木上。可以人工方式移除藻類，或藉竹籠圍住胎生苗或小苗方式防止。

(3) 螃蟹

在螃蟹多的地方以直插胎生苗方式造林，會有螃蟹剪斷胎生苗之害。直插前將胎生苗置於陰涼處1星期左右，使胎生苗水分減少而變得較堅硬，可減少螃蟹危害。

(4) 食葉性昆蟲

紅樹林幼苗栽植成活後，常遭食葉性昆蟲啃食，例如五梨咬在5~6月間會遭小白紋毒蛾幼蟲啃食（照片6），欖李則有青枯葉蛾幼蟲危害，幾乎將整株苗木葉片啃食殆盡。毛蟲類危害被視為生態系養分循環之一部分，而且噴灑化學藥劑會污染水域及環境，



照片6 五趾梨葉片遭受小白紋毒蛾幼蟲啃食殆盡。

因此不建議任何防治措施，大多數受啃食苗木在次年即可恢復生長。

(5) 穿孔蛀蟲類

較大林木則需注意樹幹基部會有等腳目動物及雙殼貝鑽洞蛀蝕，樹幹也有咖啡木蠹蛾及星天牛幼蟲蛀蝕危害。

(6) 藤壺附生

靠近河口之造林地，紅樹林之呼吸根及幼苗易有藤壺附生，將影響苗木之呼吸及光合作用。越南係在退潮時敲碎藤壺，或是施以化學藥劑毒殺方式，但不建議輕易嘗試。台南市健康路保護區在深水區栽植紅樹林時，亦有相同危害，係雇工以手剝除苗莖上之幼年藤壺最方便，勿俟藤壺永久吸附在植物體時已經造成危害（照片7）。

(7) 鷺鳥營巢

若林分生長健壯且活力旺盛，會使鷺鳥營巢數量增加，長期將導致土壤鹼化及養分過多之毒害作用（照片8）。台南市健康路保護區在非鷺鳥繁殖季節，藉疏伐及修枝作業保持適當的樹冠密度，以減少鷺鳥過度營巢



照片7 深水區栽植之五趾梨支持根易遭藤壺吸附而影響生長。



照片8 紅樹林栽植成功後，易吸引鷺鳥在樹幹上營巢繁殖。

之負面影響。

(8) 魚類棲息地

若成功建造紅樹林生態系，對於深水區魚類棲息地會明顯增加；惟若以PVC管方式栽植紅樹林，將增加PVC管傾斜之機會。

(五) 輪伐期之決定

全球不同國家決定紅樹林輪伐期及疏伐時間，需考慮不同樹種生長速度、林分密度及天然修枝之影響。一般若培育胸徑10公分左右之燃料、柵欄、木炭用材，則輪伐期多在15 - 30年左右；若經營胸徑40公分以上之

鋸材，輪伐期則需在50 - 140年左右。台灣之紅樹林面積均零散而面積小，而且係以生態保育及環境教育為主，並非進行樹幹或其他部位之林產品應用，但可作為紅樹林永續經營管理之參考。

五、結語

台灣許多相關單位自1993年開始，均積極在西海岸地區進行所謂「紅樹林復育」工作。事實上，大部分沿海地區及濕地係進行「栽植」紅樹林，但因媒體鼓勵報導而成為「復育」紅樹林之代名詞。國內外許多所謂紅樹林復育計畫，事先均未評估栽植地點環境是否適合，而且將主要經費用於育苗上，並

常鼓勵未有專業知識之百姓或小朋友進行栽植工作，以致常有栽植失敗之例子。另一方面，許多保育人士或學者認為若台灣海岸充斥紅樹林，使海岸生態環境單一化，可能會使台灣許多原生動植物或海岸生態系面臨滅絕危機；因此，筆者認為台灣現存的4種紅樹林繁殖造林技術並無特別困難之處，紅樹林逐年減少主因人為破壞生育地而已，因此應該只在原有紅樹林生態系被破壞地區進行栽植即可。至於其他無紅樹林之海岸地區是否需要廣泛栽植，則必須審慎評估後再作決定。🌱

參考文獻（請逕洽作者）



（圖片 / 高遠文化 攝影 / 陳吉鵬）