



台南市龍崗河道之紅樹林復育成效探討

文、圖 ■ 范貴珠 ■ 國立屏東科技大學森林系副教授

一、前言

台灣為一海島型國家，四面環海；而隨著台灣經濟發展，對於土地之需求不斷增加，近年來西部沿海之工業區開發、海港建設、河川整治、堤防修建與養殖魚塭開闢等工程，使大部分紅樹林生育地遭受破壞。政府為有效防止紅樹林破壞再次發生，規定各種工程規劃施工前，必須依法進行環境影響評估，以保護各種自然資源之永續利用。

近年由於各界重視紅樹林復育工作，台灣地區紅樹林總面積已由1995年之287公頃增至目前約320公頃（詹煥榮，2003）。而交通部高雄港務局自2003年1月起，委託本校在安平港開發區內之龍崗河道進行紅樹林復育；由於本區附近原本已有殘存之海茄苳（*Avicennia marina*）母樹，因此以復育因開發被損毀消失之五梨跤（*Rhizophora stylosa*）及欖李（*Lumnitzera racemosa*）為主。由於本河道並非理想的紅樹林適合生長地區，因此復育工作倍加辛苦；惟基於本校近年在台南市健康路紅樹林保護區（范貴珠等，2004）及澎湖青螺灣復育紅樹林（范貴珠等，2006）之經驗，秉持適地適木及把握栽植時間

原則，在短短2年間已有相當成效，故本文將此區紅樹林復育迄今4年經驗呈現，期各界能不吝指教。

二、台南市龍崗紅樹林復育水道環境概況

（一）位置及環境概況

本研究區域隸屬於高雄港務局安平分局管轄範圍（圖1），龍崗社區各排水溝旁原有許多海茄苳生長，而且為台灣五梨跤族群數量最多的地區，但因擴港建設之開挖與填沙工程，使紅樹林完全被破壞。此外，每日漁船進出水道相當頻繁，大部分水岸土壤非常黏重堅硬，含鹽量亦相當高，並非紅樹林復育栽植之理想環境。河道邊之破舊工寮在2002年11月雖然均已徵收，但是附近漁民仍繼續漁業養殖工作，且在原有破舊工寮中整理魚獲用具，因此附近可見大量雜亂垃圾任意堆積（范貴珠等，2004）。

（二）氣候概況

據中央氣象局網站查尋2002 - 2005年之氣象資料顯示（表1），本區氣候屬於熱帶海洋季風氣候，其特徵是全年高溫多雨。

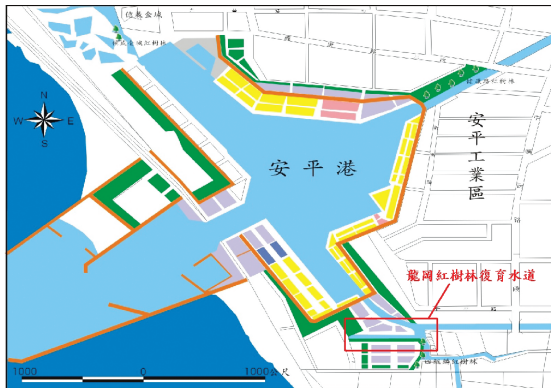


圖1 台南市龍崗社區紅樹林復育水道位置圖。

2002 - 2005年之年平均溫度約為24.8°C，最高溫度在32.1 - 33.3°C間，最低溫度在16.8 - 18.4°C間。2002及2004年之降水量達約1,100 - 1,200 mm左右，但2003年之降雨量則僅有898.8 mm。2005年因6月份時受鋒面徘徊及強盛西南氣流影響，降水量高達1,412.7 mm，降水日數達22天，因此年降水量高達3,184.5 mm。4個年度之每月降水日數在4.3 - 8.1天。日照時數約190小時；2002至2004年之最大風速9.4 - 10.4 (m/s)間，而2005年7月時受海棠颱風影響，其瞬間最高風速達17.1 m/s，造成南部地區災情慘重，因此最大風速平均為11.4 m/s；

表1 台南市2002—2005年之氣候資料

年	平均溫度 (°C)	最高溫度 (°C)	最低溫度 (°C)	年降雨量 (mm)	降水日數 (日)	日照時數 (小時)	最大風速 (m/s)	相對濕度 (%)
2002	25.0	32.1	18.4	1226.4	5.8	192.7	9.4	74
2003	24.8	32.2	17.9	898.8	4.3	189.6	9.5	77
2004	24.6	32.5	17.1	1107.6	6.2	193.4	10.4	77
2005	24.6	33.3	16.8	3184.5	8.1	166.8	11.4	75

資料來源：中央氣象局，2005，<http://www.cwb.gov.tw/index.htm>。

各年度之相對溼度在74 - 77%範圍內，變化不大。

(三) 土壤及水質

根據中興大學森林系顏江河老師在2002年測定水道之土壤與水質結果顯示，土壤pH值為7.4 - 7.8，屬於鹼性範圍，重金屬濃度以鋅最高 (20.2 - 65.4 $\mu\text{g/g}$)。水質pH值為7.0 - 7.5，亦屬於鹼性範圍，電導度之範圍在32.2 - 36.6 ms/cm間，鹽度為千分之19.1 - 22.8間。水質中重金屬僅鉛和錳離子可測得最低濃度，其中鉛離子濃度為最高者可達0.73 ppm；其餘離子都無法測得最低濃度，可能因為離子具有季節性之變化，或者污染源之排放有時間性，故每季採樣一次並無法完全偵測到 (范貴珠等，2004)。

三、龍崗水道之紅樹林苗木及護坡植物栽植

港務局在2002年11月時已在龍崗水道完成一些硬體建設，例如護坡、迴船池及觀賞平台等，並在2003年2月將一原有較窄的河道拓寬整治 (照片1)，本系師生隨即進行欖李、五梨朥、海茄苳及濱水菜之栽植工作



▲照片1 2003年2月份港務局整治拓寬之紅樹林復育堤岸。

表2 龍崗社區復育栽植時間、種類及數量

栽植日期	栽植種類及苗型	栽植株數
2003. 2. 17	五梨跤裸根苗 (苗齡7個月)	120株
	五梨跤胎生苗 (未完全成熟)	150株
	五梨跤威特鉢苗 (苗齡1年生)	15株
	欖李軟盆苗 (苗齡6個月)	25株
2003. 3. 15	欖李軟盆苗 (苗齡7個月)	100株
2003. 4. 13	栽植濱水菜	一批
2003. 5. 3	補植濱水菜	一批
	欖李軟盆苗 (苗齡8個月)	40株
	五梨跤完全成熟胎生苗	180支
2003. 6. 8	補植濱水菜	一批

(表2)。於2003年2月17日挖取自健康路保護區之五梨跤裸根苗120株，並採集150支未完全成熟之五梨跤胎生苗，亦試植15株五梨跤威特鉢苗及25株6個月生欖李軟盆苗。將苗木栽植於整治坡下面1 / 3靠近水邊位置，每隔30 - 50 cm混植不同樹種，共計3排。惟栽植後雨季尚未來臨而缺水，苗木死亡率高(范貴珠等，2004)。



▲照片2 屏科大苗圃培育7個月之健康欖李盆苗。



▲照片3 雨季時直插完全成熟之五梨跤胎生苗。

由於欖李不耐淹水，因此於3月15日再次試植100株苗齡7個月之欖李(照片2)，但本次僅栽植在三列的中間位置。在5月3日再次補植40株苗齡8個月的欖李軟盆苗及直插180支五梨跤完全成熟之胎生苗(照片3)。2003年4月起嘗試在斜坡上種植濱水菜(*Sesuvium portulacastrum*) (照片4)，此種為耐鹽且耐旱的護坡植物，惟栽植當天氣溫炎熱，上坡土壤乾燥貧瘠且十分堅硬，因此存活率很低，僅靠水面者存活(照片5)；4月13日、5月3日及6月8日連續補植3次後，復育水道坡面逐漸佈滿濱水菜(范貴珠等，2004)。



▲照片4 學生將濱水菜在坡面上挖溝進行列狀栽植。



▲照片5 乾季栽植濱水菜僅靠水面者能存活。

四、復育紅樹林苗木及天然更新苗之生長調查

龍崗右側復育河道長約160 m，2003年11月時將河道以每50 m劃為1大區，共有一、二、三等3大區，每1大區中設定3個1×1 m小樣區，整條河道共計9小樣區（圖2）；而便道左側為一獨立河道及迴船池，但僅直插五梨跤成熟胎生苗，並未栽植其他紅樹林植物，故不列入調查區域。

自2003年12月開始至2004年8月止，每季調查欖李（2003年3月15日栽植者）、五梨跤（2003年5月3日直插者）及海茄苳天然更新苗之苗高及地際直徑生長情形；另外，

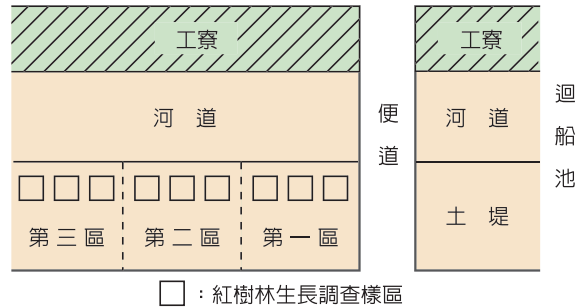


圖2 龍崗紅樹林復育河道之樣區設置圖。

於2005年8月在各樣區中取樣3種紅樹林苗木及稚樹，調查苗木或稚樹高度、地徑及生物量等資料。

（一）欖李及五梨跤稚樹之高度及地際直徑

在第一、二及第三樣區內，分別選擇6株欖李與五梨跤直插成活之稚樹，調查高度與地際直徑，並求其平均。

（二）海茄苳天然更新苗之高度及地際直徑

在1×1 m小樣區內取樣6株海茄苳苗木，測定苗高與地際直徑，並求其平均。

（三）葉、主幹及枝條之生物量

由於欖李及五梨跤為河道旁之復育苗木，2者之數量較珍貴，且欖李樹體龐大而取樣不易，因此在每一區域內僅砍取1株欖李及3株五梨跤稚樹。而海茄苳為天然更新苗，數量較多，故每一小區採樣3株苗木進行分析。將取樣之稚樹或苗木分為葉部、主幹、枝條或地上部支持根等部位，裝袋攜回實驗室後，以65℃烘乾一星期，秤其各部位之乾重量並紀錄之。

五、結果

（一）欖李高度及地際直徑

2004年3月調查欖李苗木栽植1年後之



生長情形，結果顯示在不同區域之苗高及地徑均未呈顯著差異（表3）；各區之高生長在105.9 - 115.9 cm，地徑則在35.8 - 37.9 mm間。而2004年8月調查時，第二區之苗高明顯增加至184.6 cm，第一及第三區之苗木高度亦有增加，但增加幅度較小；苗木之地徑亦以第二區明顯增加至83.3 mm，第一及第三區之地徑分別增加至69.0及66.2 mm。

2005年8月5日再次調查苗木生長2年5個月後（表3），第二區樹高已增加至203.0 cm，為三區最高者，而第一區及第三區並無顯著差異；至於地徑方面也有相同趨勢，以第二區之100.4 mm為最高，而第一區與第三區無顯著差異，分別為75.4及67.3 mm。

(二) 五梨朶之高度及地際直徑

2004年3月調查直插五梨朶胎生苗經過11個月後之生長狀況（表4），結果顯示三區平均苗高與地徑並無顯著差異，苗高在53.4 - 60.9 cm，地徑在20.3 - 23.3 mm間。2004年8月時，各區之平均苗高已增至62.1 - 66.0 cm，但三區仍無顯著差異；地徑

則以第一區之27.0 mm明顯最高，第二及第三區增加量較小。

2005年8月再次調查胎生苗直插2年4個月後之生長（表4），第一區之樹高淨生長明顯增加98.2 cm，為各區域淨生長量最大者；其次為第二區之71.4 cm，第三區淨生長僅增加18.0 cm。而稚樹地徑以第一區之28.6 mm最高，生長在第二及第三區者則無顯著差異。

(三) 海茄苳天然下種苗之高度及地際直徑

台南地區海茄苳果熟期在8 - 9月之間，2004年2月調查天然更新苗木生長6個月後（表5），各區之苗高在34.5 - 35.1 cm間；而地徑則於4.7 - 6.3 mm間，三區域之苗高及地徑生長均無顯著差異。2004年8月時調查1年生苗木之生長量，三區域之苗高與地徑皆有明顯成長，而以第一及三區苗木高度較高，分別為76.0及71.4 cm；而苗木之地徑則在9.3 - 11.2 mm間，三區域並無明顯差異。

2005年8月調查2年生苗木之生長結果顯示（表5），三區苗木高生長已達

表3 欖李之高度及地際直徑生長變化

調查時間	測量項目	第一區	第二區	第三區
2004年3月1日	苗高 (cm)	115.9±21.3 ^{NS}	105.9±9.9	112.5±2.6
	地徑 (mm)	37.9±7.0 ^{NS}	35.8±5.8	37.1±3.1
2004年8月1日	苗高 (cm)	131.5±9.2 ^b	184.6±5.2 ^a	141.0±4.8 ^b
	地徑 (mm)	69.0±15.8 ^b	83.3±6.2 ^a	66.2±7.3 ^b
2005年8月5日	樹高 (cm)	165.0±15.2 ^b	203.0±20.4 ^a	170.3±13.7 ^b
	地徑 (mm)	75.4±7.2 ^b	100.4±10.3 ^a	67.3±7.8 ^b

註：每一數值為6個重複樣本平均值±標準偏差，以下皆同。

表4 五梨跤之高度及地際直徑生長變化

調查時間	測量項目	第一區	第二區	第三區
2004年3月1日	苗高 (cm)	60.2±6.4 ^{NS}	53.4±7.2	59.3±7.9
	地徑 (mm)	20.1±2.2 ^{NS}	19.4±2.5	18.3±4.1
2004年8月1日	苗高 (cm)	62.8±2.1 ^{NS}	62.1±4.9	66.0±3.9
	地徑 (mm)	27.0±0.0 ^a	23.0±2.4 ^b	24.3±1.9 ^a
2005年8月5日	樹高 (cm)	161.0±8.2 ^a	133.5±14.6 ^b	84.0±27.5 ^c
	地徑 (mm)	28.6±6.2 ^a	22.0±1.3 ^b	22.5±3.8 ^b

表5 海茄荖天然下種苗之高度及地際直徑生長變化

調查時間	測量項目	第一區	第二區	第三區
2004年2月1日	苗高 (cm)	35.1±4.8 ^{NS}	34.5±18.0	34.8±6.4
	地徑 (mm)	5.4±0.6 ^{NS}	6.3±0.9	5.7±0.9
2004年8月1日	苗高 (cm)	76.0±6.1 ^a	71.4±4.2 ^b	58.7±7.0 ^a
	地徑 (mm)	11.2±2.2 ^{NS}	10.1±0.4	9.3±2.5
2005年8月5日	樹高 (cm)	180.8±11.2 ^{NS}	173.7±11.2	168.8±27.6
	地徑 (mm)	27.9±4.4 ^{NS}	24.8±3.5	26.8±4.2

168.8 - 180.8 cm左右，地徑亦明顯增加至24.8 - 27.9 mm，而三區之苗高及地徑生長仍無顯著差異。

(四) 葉、主幹、枝條及地上部支持根之生物量

1. 欖李稚樹各部位乾重及總乾重

2005年8月測定稚樹各部位乾重結果顯示(表6)，第二區之欖李稚樹葉部乾重為1,212.0 g、主幹為3,217.7 g及枝條為4,532.3 g，各部位乾重均較第一及第三區為大，因而此區之稚樹總乾重最大(8,962.0 g)；其次為第三區(4,145.8 g)，第一區之稚樹總乾重則最小，僅3,071.7 g，

約為第二區之1/3。

2. 五梨跤稚樹各部位乾重及總乾重

五梨跤稚樹之葉部乾物量以第一區最高，可達46.4 g，第二、三區之葉乾重則無顯著差異(表6)。第一、二區之稚樹主幹乾重較大，分別為48.1 g及52.5 g，第三區者較小。三區域稚樹枝條之乾重則無顯著差異，乾重在10.1 - 16.1 g間。地上部支持根以第一區之9.2 g為最大，其次為第二區者，而生長於第三區之稚樹其支持根最小，僅1.3 g。生長在第一區及第二區之稚樹總乾重較大，二者無顯著差異，分別為119.9 g及109.1 g，第三區之稚樹總乾重則最小，僅79.5 g。



表6 欖李、五梨跤及海茄苳天然下種苗不同部位生物量

項目	第一區	第二區	第三區
欖李			
葉 (g)	578.4	1,212.0	1,078.5
主幹 (g)	1,284.4	3,217.7	344.9
枝條 (g)	1,208.9	4,532.3	2,722.4
總乾重 (g)	3,071.7	8,962.0	4,145.8
五梨跤			
葉 (g)	46.4 ± 8.9 ^a	37.3 ± 1.3 ^b	34.3 ± 9.6 ^b
主幹 (g)	48.1 ± 10.5 ^a	52.5 ± 10.1 ^a	33.8 ± 9.5 ^b
枝條 (g)	16.1 ± 6.7 ^{NS}	12.8 ± 4.9	10.1 ± 4.2
支持根 (g)	9.2 ± 2.0 ^a	6.5 ± 2.8 ^b	1.3 ± 2.3 ^c
總乾重 (g)	119.9 ± 23.7 ^{NS}	109.1 ± 16.9	79.5 ± 28.1
海茄苳天然下種苗			
葉 (g)	73.1 ± 9.0 ^{NS}	65.7 ± 7.2	79.3 ± 9.9
主幹 (g)	84.9 ± 3.7 ^a	76.3 ± 7.4 ^{ab}	60.7 ± 13.7 ^b
枝條 (g)	40.5 ± 14.6 ^{ab}	54.1 ± 3.9 ^b	29.6 ± 6.7 ^a
總乾重	198.6 ± 26.4 ^{NS}	196.1 ± 15.7	169.6 ± 25.4

註：每一數值為3個重複樣本平均值 ± 標準偏差。

3. 海茄苳天然更新苗各部位乾重及總乾重

海茄苳天然更新苗之葉乾重在三區間並無顯著差異，範圍在65.7 - 79.3 g之間（表6）；主幹乾重則以第一區及第二區明顯較重，分別為84.9 g及76.3 g；枝條部分亦以第一及第二區較重，而第三區之枝條乾重最小，僅為29.6 g。海茄苳天然更新苗在各區之總乾重範圍在171.6 - 198.6 g，且3區之間並無顯著差異。

六、討論

（一）欖李之復育成效

欖李為台灣紅樹林組成樹種之一，其枝條密生，樹形優美、適合作為濱海工業區、離島工業區、防風、綠美化樹種（陳慶芳，1996；游芳來等，2000）。本研究於2003年3月15日栽植欖李軟盆苗，因栽植時間為春季，正值苗木根系生長季節；隨後5月起開始降雨，而且氣溫適宜（表1），三區域之欖李苗木在栽植1年後，生長並無顯著差異，苗高範圍在105.9 - 115.9 cm間，地徑達

35.8 - 37.9 mm (表3)，此與葉慶龍等(2002)在健康路紅樹林保護區內栽植欖李苗木1年後，苗高達110 cm，地徑為38.1 mm之結果相似。

本復育水道栽植之欖李經過2年5個月後，三區域之樹高、地徑與各部位生物量有明顯差異(表3、表6)；其中以第二區栽植之欖李、無論樹高(203.0 cm)、地徑(100.4 mm)、葉、主幹及枝條之乾重均最大。全株乾重為8,962.0 g，明顯較第一區及第三區為高。Wakushima *et al.* (1994) 調查日本欖李之生育地結果指出，此樹種大約在2.0 - 2.6%的中等鹽度及pH6.2 - 8.1的土壤分布最多。陳慶芳(1995)的苗圃試驗指出欖李苗木適合生長在1.5%NaCl鹽度，但4.5及6.0%高鹽度並未造成苗木死亡。而范貴珠等(1999a)在苗圃進行欖李苗木之耐鹽性研究則指出，以0.75%NaCl處理120天後，苗木高生長即可達33.9 cm，地徑達7.12 mm，顯示此為欖李最適合生長之鹽度。3.0%鹽度則會使苗木所有形態參數明顯下降。而且在0.75%鹽度情況下生長之欖李苗木，除葉片之葉綠素螢光反應、細胞活性(范貴珠等，1999b)及光合作用速率呈現最佳狀態(范貴珠等，2001)外，葉片之K、N、Mg及Ca則呈現生長稀釋狀態，並不會因鹽分濃度而影響苗木生長(Fan and Sheu, 2002)。推測第二區欖李稚樹有最佳生長之原因，可能係本區土壤質地較佳、土壤pH適中(7.6 - 8.1)且氯離子濃度低(未發表資料)所致。第一區與第三區之苗木生長則



▲照片6 第二區之欖李生長速度遠超過五梨朥苗木。

較差，根據現場觀察主要係因第一區靠近便道旁，在漲潮時垃圾量多；而第三區之土壤混大量蚵殼且經常崩塌，且二區之土壤氯離子濃度均較高(未發表資料)，因此苗木生長情形較差。

陳慶芳(1996)研究指出欖李幼苗在全光照(100%)環境下生長最佳，而屬於偏陽性樹種。由此顯示龍崗復育水道除了土壤鹽度適當外，復育初期整治之河道屬於裸露之全光環境，均為此區欖李能迅速生長之原因(照片6)。根據陳慶芳(2003)調查欖李之物候學結果顯示，欖李之開花期為5月中旬至6月上旬，台南市地區果實成熟期為7月中至下旬。本復育水道栽植之欖李在1年後即可見大量開花結實現象(照片7)，約2個月後在靠近水岸土壤中，亦發現許多天然更新小苗，顯示若無特殊人為破壞，此復育水道之欖李已具天然更新能力。

(二) 五梨朥之復育成效

根據國外學者復育紅樹林經驗指出，若環境適宜而且復育材料為紅茄苳屬(*Rhizophora*)紅樹林時，可直接以成熟的



▲照片7 欖李為良好之蜜源植物，苗木栽植1年後即大量開花結實。

繁殖體插入土壤中，以加速紅樹林生態系之建立，不需事先在培育且費用較為節省 (FAO, 1994; Field, 1998; Ellison, 2000; Imbert *et al.*, 2000; Lewis and Streever, 2000)。由於本復育區位於河道旁，每日有漲退潮影響外，尚有漁船會經過復育區域內，漁民甚至在水道旁興建工寮並在河道旁放置捕魚用具，所以此生育地環境不甚理想。本復育水道於2003年5月時，在設定之3區域內直插180支完全成熟五梨跤胎生苗後，直至到2004年8月時，各區苗木之苗高為62.1 - 66.0 cm，三區之五梨跤苗高生長並無差異，然生長於第一區之苗木地徑已明顯較高 (27.0 mm) (表4) (照片8)。

2005年8月再次調查胎生苗直插2年4個月後之生長情形，結果顯示第一區之樹高、地徑 (28.6 mm) 及各部位乾重 (表4、6) 最高；第三區苗木可能因土壤混有大量蚵殼，不但土質堅硬而且氯離子濃度較高 (未發表資料)，導致具有支持根之五梨跤生長較差。在巴拿馬加勒比海沿海之紅樹林復育



▲照片8 五梨跤胎生苗直插2年後，土壤良好者可見支持根長出。

計畫中，若生育地為開闊地者，3年生的大紅樹苗木高度約在40 - 80 cm (Duke and Pinzon, 1992)。而范貴珠等 (2003) 在台南市健康路之紅樹林保護區內亦曾直插五梨跤胎生苗，苗木生長2年後之平均高生長為63.5 cm，地徑為32.8 mm。由此可知以直插完全成熟五梨跤胎生苗之方式，為進行紅樹林復育時節省成本之可行方法。

(三) 海茄苳天然下種苗之生長

海茄苳在世界的分布範圍很廣，從非洲東部到紅海間的熱帶雨林，印度洋到南中國海間的亞熱帶海岸均有分佈；本樹種具有鹽腺構造可以排除鹽分，因此為最耐鹽的紅樹林樹種 (Tomlinson, 1994)。台灣南部之海茄苳開花期在5月中旬至7月中旬，果實成熟於8月至9月，果落期為8月至9月中旬 (詹煥榮、呂福原, 2004)。果實具有粒大、含水量高、碳水化合物含量豐富及迅速發芽之特性 (范貴珠等, 1995a)。Farrant等 (1992a; 1992b) 認為海茄苳果實含水率高，貯藏物質主要為可溶性醣類 (soluble sugars)，



▲照片9 海茄苳天然更新苗初期生長快速且密度大。

目的是為了果實成熟落地後，果皮可以迅速吸水膨脹脫落，約2 - 3天即可發芽。Imbert等（2000）在小安地列斯群島進行紅樹林復育時指出，紅茄苳屬（*Rhizophora*）的胎生苗長度為20 - 30 cm，較海茄苳的繁殖體為大，因此由海岸或河岸漂流至內陸的效率較海茄苳為差；此外，海茄苳多發生於地勢較高且孔隙水鹽度較高的地區。龍崗復育水道雖在栽植紅樹林苗木前，曾進行整治並移除岸邊殘存之海茄苳稚樹，但對岸仍有數株壯齡母樹存在。而海茄苳成熟木（壯齡木5 - 8年生以上）之開花結實量最旺盛（詹煥榮、呂福原，2004），而且果實漂浮效率較佳（Imber *et al.*, 2000），因此龍崗水道之海茄苳果實成熟落地後，常擱淺於土壤而能自立發芽，11月時在水岸邊即已見許多茄苳天然更新苗（照片9）。

龍崗水道之海茄苳天然更新苗生長6個月後，3區之苗高約在35.0 cm左右，而地徑則約為5.4 mm，三區域之苗木生長並無顯著差異（表5）；而海茄苳果實擱淺發芽2年後，三區苗木高生長已達168.8 - 180.8 cm

左右，地徑部分亦明顯增加至24.8 - 27.9 mm間，惟三區之苗木苗高、地徑及各部位乾重及總乾重並無顯著差異（表5、6）。葉慶龍等（2002）在健康路保護區調查海茄苳天然更新苗木之生長，其結果與本研究亦有相似趨勢。而澎湖青螺灣曾以直播海茄苳果實方式復育紅樹林，但因生育地之鹽度高達3.0%，而且土壤質地堅硬且缺乏養分，因此直播栽植6個月之高生長僅達25.0 cm（范貴珠等，1995b）；栽植12年後，若土壤為黏質且貧瘠之硬盤，直播之海茄苳高度僅達65.6 cm，地徑為44.0 mm；土質較疏鬆地區之樹高則可達166.7 cm（范貴珠等，2006），與本研究2年生之苗木生長相差甚遠。由此顯示本復育區之海茄苳天然更新苗木初期生長相當快速，雖然並非理想之紅樹林生育地，但本樹種仍能在含有蚵殼及鹽分之土壤生存。

七、結論與建議

（一）欖李具不耐鹽及淹水環境特性，但栽植在龍崗水道復育區離水岸稍遠而潮濕處，苗木生長良好且快速，第1年時即已具開花及結果能力；尤其河道中段第二區因土壤質地較佳且鹽度低，因此生長較前後段地區為佳。

（二）五梨跤具支持根且耐淹水環境，栽植在靠水道淹水處後，以第一區靠近便道處之生長最佳，第三區因土壤混有大量蚵殼而生長最差。此外，直插五梨跤胎生苗可在本復育水道惡劣環境下生長良好，顯示為值得



▲照片10 欖李與海茄苳生長快速已將五梨跤稚樹包圍。



▲照片11 海茄苳天然更新苗生長速度快，恐將成爲本水道之優勢樹種。

推廣之紅樹林造林方法，未來亦可應用於南台灣各地區。惟目前因欖李生長速度快，已導致五梨跤呈現被壓狀態（照片10），後續需注意修枝或疏伐作業，使其有空間順利生長。

（三）龍崗河道雖然並非理想之紅樹林生育地，但海茄苳仍能在含有蚶殼及高鹽分之土壤生存，且生長速度相當快，其生長勢與欖李稚樹相當且已超越五梨跤苗木；若未加以控制此樹種之密度，未來可能會恢復成爲本區之優勢樹種（照片11）。

（四）所栽植之濱水菜初期生長極佳，實爲一良好之護坡植物（照片12）。惟後來逐漸



▲照片12 濱水菜生長快速且花小美麗，可應用於初期之護坡工程。



▲照片13 三種紅樹林混植形成美麗之河道景觀。

被附近之假海馬齒（*Trianthemum portulacastrum*）、裸花鹼蓬（*Suaeda maritima*）、田菁（*Sesbania cannabiana*）等植物所入侵，長期恐將被取代。

（五）在復育後期漁民已將破爛木製工寮改建成耐用性較佳的鐵皮屋，水道旁之空地常大量堆置保利龍及廢棄魚網等漁業用具，情況未見改善且有日益增加趨勢；本區仍有漁船停靠岸邊作業，從原來所用的小型膠筏亦變成較大型膠筏。若未加以妥善管理，未來復育成效可能有所影響。

（六）龍崗河道栽植紅樹林至今，雖然3樹種生長良好且樹勢健壯，形成美麗之



▲照片14 紅樹林樹體上逐漸有蔓藤類攀爬，恐將影響林木生長。

河岸景觀（照片13），但已有藤本逐漸纏繞在紅樹林植株上，此現象是否會影響紅樹林植株生長，有待後續觀察（照片14）。⚠

參考文獻（請逕洽作者）

* 誌謝：本計畫承蒙交通部高雄港務局提供經費支援，並感謝各級長官、王石樹先生及現場同仁之協助支持。特別感謝中興大學森林系顏江河老師、屏東科技大學森林系謝佳霖、陳正倫、魏瑞廷、郭惠姿、謝光普、蘇紘誠、高健豪、鍾英煒、游浩鈞、葉俊宏、黃立婷、張雅心、蔡佳容、紀凱文、陳雯歆、羅世安、羅仁亮、張奕新、姚王彬、羅宇秀及詹筑蕙等同學，在計畫執行期間不畏辛勞之各項協助，在此謹致最誠摯謝忱。



（圖片 / 高遠文化）