

摘要

新竹市濱海野生動護區內紅樹林組成包含水筆仔、海茄苳及五梨跤共 3 種，紅海欖（五梨跤）為近年種植之植株，數量甚少。根據觀察發現水筆仔胎生苗於 2-4 月間掉落，潮水及東北季風為擴散營力的主要因子，海茄苳種子於 8-10 月間成熟，東北季風、西南氣流及潮汐形成之潮溝流，使海茄苳種子成輻射狀多方擴散。本計畫以紅樹林植株擴散方向、面積大小、生物相因子考量，選定海山畧北邊靠海山漁港區塊做為此計畫清除區，並分三階段完全清除此區塊內之紅樹林植株，共清除直徑 3 公分以上植株計 3947 棵，其中水筆仔 2649 棵，海茄苳 1287 棵，紅海欖 11 棵。幼株小苗清除 6012 棵，其中水筆仔幼株 371 棵，海茄苳幼株 5641 棵清。清除總數共計 9959 棵

依實際執行情形發現，以長形刃面窄的長鋤頭及白鐵平口鏟為最佳之工具。紅樹林清除後之棲地，調查發現短期間內除和尚蟹、彈塗魚及玉黍螺數量減少及股窗蟹數量增加外，其他紅樹林相伴發生的物種都沒有明顯變化。

前言

早期香山溼地為泥沙混合的潮間帶溼地，1959年熱心民眾於海山罟靠鹽水里堤岸邊之高潮線泥灘地開始種植水筆仔，1989年擴充於客雅溪口北岸持續種植，1998年更於三姓溪至海山罟間種植更大面積的水筆仔，並夾雜栽種海茄苳及少數紅海欖。1998年以帶狀、規則排列、密集方式種植的水筆仔，如今已可開花，並產生大量胎生苗，胎生苗隨潮水、季風之作用力傳播。因當地風向及潮水漲退所形成的近岸潮溝流有固定方向，水筆仔之胎生苗及海茄苳之種子受海水攜帶作用，也有固定擴散之方向，根據調查資料顯示水筆仔漸漸有往南擴散現象，而海茄苳有漸漸向北、向外擴散現象，使得原本灰色泥沙的潮間帶，漸漸被紅樹林侵吞，此時段若不能及時干預施以適當對策，香山溼地可能會漸漸演替成大面積的紅樹林，將嚴重改變香山溼地的環境狀況，使目前已存的生物相受到影響。故本計畫擬對香山溼地之紅樹林植株擴散因子、擴散方向、清除區塊及清除後之觀察做深入研究，期待此計畫研究後，對香山溼地之紅樹林植株清除區塊、方法、時機及數量提出良性建議，讓香山溼地之溼地生態能永續存在。

研究目的

因新竹香山溼地紅樹林植株持續擴張，已漸漸影響臺灣招潮蟹生存棲地，為避免此種情形持續惡化，本計畫擬清除香山溼地部分紅樹林植株並做持續追

蹤記錄，以作為日後棲地管理上的建議，本計畫共有下列目的：

- 一、 調查香山溼地紅樹林種類及其分佈與數量
- 二、 調查香山溼地海茄苳及水筆仔之擴散方向及擴散營力
- 三、 清除海山罟北側之紅樹林植株
- 四、 記錄清除紅樹林植株前後重要物種數量變化

研究方法

一、香山溼地紅樹林植物種類及其分佈與數量調查

計劃初期以圖面判讀溼地上紅樹林分部位置，根據圖面及實際定位調查估算紅樹林生長的面積，再根據現場定面積取樣的植株密度估算全體數量。

二、清除海山罟北側之紅樹林植株

(一)、工具選擇

計畫初期對於清除紅樹林植株之工具上並無相關資料可供查詢，於是到一般五金行或農用器具店選取常見之工具，將各種選取之工具確實於溼地上清除紅樹林植株後，將使用心得及操作之方便性做討論後，再選擇最適合之工具作為日後清除之用。初次到五金行購買儀器有：一般用鋤頭、鐵銚、長形刃面窄的長鋤頭、圓刃形大圓鍬、平刃形不銹鋼平口鏟、柴刀等（如圖一），經實際使用後，其適用性如下：

一般用鋤頭：因刃部短，嵌入度不深，且須大的工作半徑自上至下砍下，易遭樹

幹阻擋，只可用於剷除小植株，不利於剷除大棵水筆仔或海茄苳。

鐵銚：因質地輕插入深度淺，只能以雙手自桿柄後方施力，由於沒有適當的施力點，使用起來耗時吃力，且手部肌肉容易受傷或過度施力而僵直抽筋。

長形刃面窄的長鋤頭：因刃部長嵌入度深，需大的工作半徑自上至下砍下，刃面鋒利且易施力，用於砍除海茄苳枝幹及根部最恰當。



圖一：清除紅樹林植株之工具

圓刃形大圓鋤：剷入時遇到較硬或是較粗壯的根部，會滑動移位，需要多次施力，耗力費時。

平刃形白鐵平口鏟：因刃部寬且可藉腳踏施力剷入深處，適用剷除大棵水筆仔及海茄苳的根系。

各種器具經實際使用之後，清除紅樹林以**長形刃面窄的長鋤頭**及**白鐵平口鏟**為最佳清除紅樹林之工具。

(二)、清除較恰當的季節

本區水筆仔胎生苗成熟期為2至4月成熟，掉落之胎生苗隨潮水及風的作用力往南擴散蔓延生長。海茄苳8~10月間蒴果成熟，掉落之蒴果能著地隨處繁衍。尤其海茄苳在蒴果生長中，其根毛已發育完成，此時蒴果雖未達成熟階段，

一經掉落同樣可發芽生長。因此清除紅樹林植株最好在植株開花但未結果期間為最佳剷除時機，但香山溼地之紅樹林內之植株並非純林，目前以海茄苳總數較多，繁殖力最強，擴散情況最嚴重，水筆仔數量已比海茄苳少，因此本清除計畫，以海茄苳為主要考慮對象，最佳清除時機也選在蒴果成熟前的 4~7 月間。

(三)、清除較適合的作業時間

大潮期的漲潮時，生長在潮間帶的紅樹林區地表，經常被潮水淹沒，漲潮時水深及腰，退潮時地質粒徑小，水的滲透性差，因此退潮時地表依然泥濘潮濕，行走起來相當吃力，剷除工具落入泥濘土質之處泥水四濺，因此每月農曆的初 1~6 日及 16~21 日，為潮水淹沒期，在此期間相當不利清除作業。

小潮期漲潮時，海水淹沒時間短且淺，甚至潮水淹不上來，經日曬地表較為乾燥，因此每月農曆的初 7~14 日及 22~29 日為乾燥期，退潮時最適合進行紅樹林清除作業。

(四)、清除試驗之執行

1. 清除區的選定：

本計畫清除區選定海山罟靠海山漁港南岸的區塊，作為清除計畫清除區，該區紅樹林以水筆仔生長較高大，數量上以海茄苳植株較多，其間夾雜有紅海欖。選定此區將可使香山溼地臺灣招潮蟹生長最有利、對紅樹林擴散較有減緩效果、面積也恰可在研究期間完全清除。

2. 清除方式：

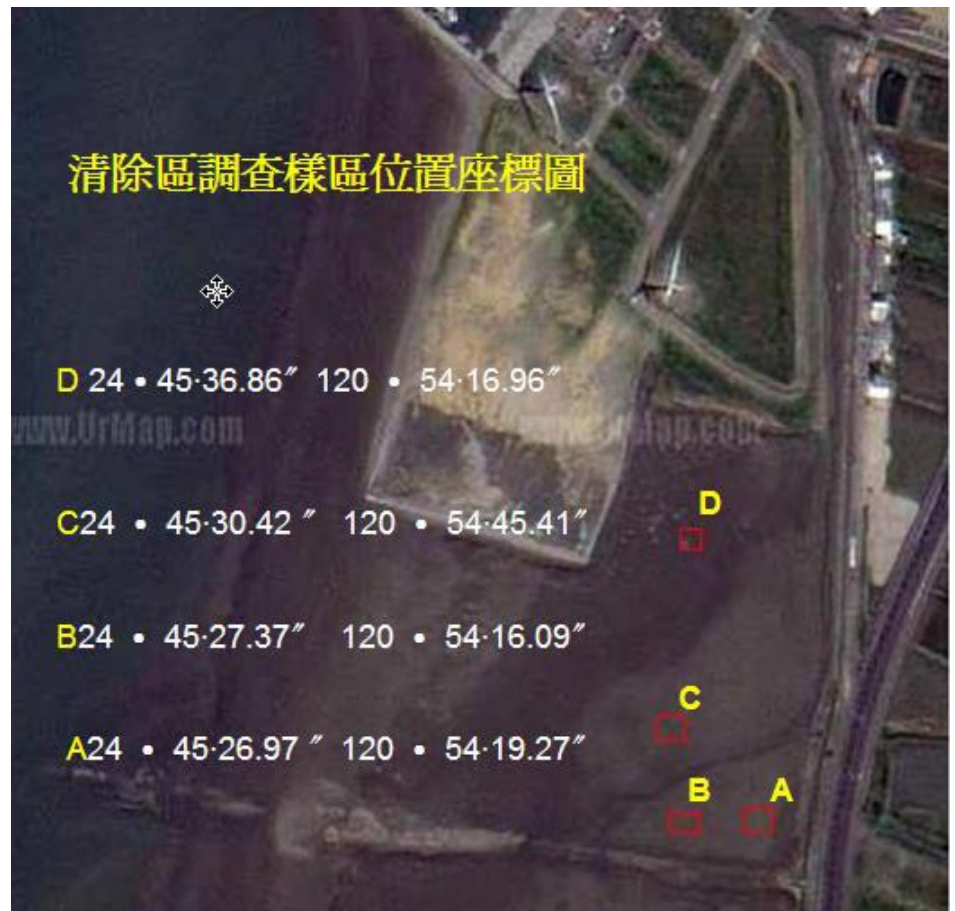
水筆仔材質較鬆軟，根系軟脆，清除時只需用平口鏟從根頭周圍切斷根系即可拔除植株。海茄苳因枝幹橫生茂密且成碗形輻射覆蓋，須先砍除枝幹才能找到主幹，海茄苳呼吸根也呈輻射狀生長，樹頭及軸根質地的堅硬，需用腳大力踩踏鏟肩部才能剷斷根系。

三、記錄清除紅樹林植株前後重要物種數量變化

1. 生物數量調查方法

本次調查以 5m×5m 區塊範圍、打樁拉線作為調查點、為求較可靠的平均值，在紅樹林清除區內共設置 A、B、C、D 四個觀察點，如圖二。

清除紅樹林植株後，其觀察方式及時間如下：



圖二：樣區位置及座標圖

- (1)、以不破壞棲地、傷及生物個體為原則，本計畫採概算方式調查生物數量。做長 14 cm 寬 9 cm 之目規，於距離測點 5m 處，手持目規，將手臂打直，視線穿過目規投射於觀察 5m×5m 之大區塊內，恰可分為 6 小區塊，目視小區塊內之物

種個體數，以此數量推算總區塊之物種數目，其計算方式如下：

大區塊生物總數：一個小區塊物種個數目 \times 6 小區塊 $=$ 5m \times 5m 面積中生物個體總數，每次觀察四個大區塊樣區，將四個樣區之估算值加總，則得清除區塊之物種個體總數。

(2)、於 7、9、11 各月，生物最活躍期的農曆初 2、3、4 日各觀察一次清除區前後之區塊內之臺灣招潮蟹、弧邊招潮蟹、清白招潮蟹、凹指招潮蟹、彈塗魚、擬相手蟹、玉黍螺、彈塗魚等之數量變化及物種族群數量增減情形，將四個觀察點，所觀察到的物種數量求一平均值，以 7 月所得調查數值為清除前，9 月及 11 月訂查所得數值加總後再除上 2 作為清除後之數據，將清除前後調查數據做一比較，並探討其原因。

2. 臺灣招潮蟹之遷徙追蹤

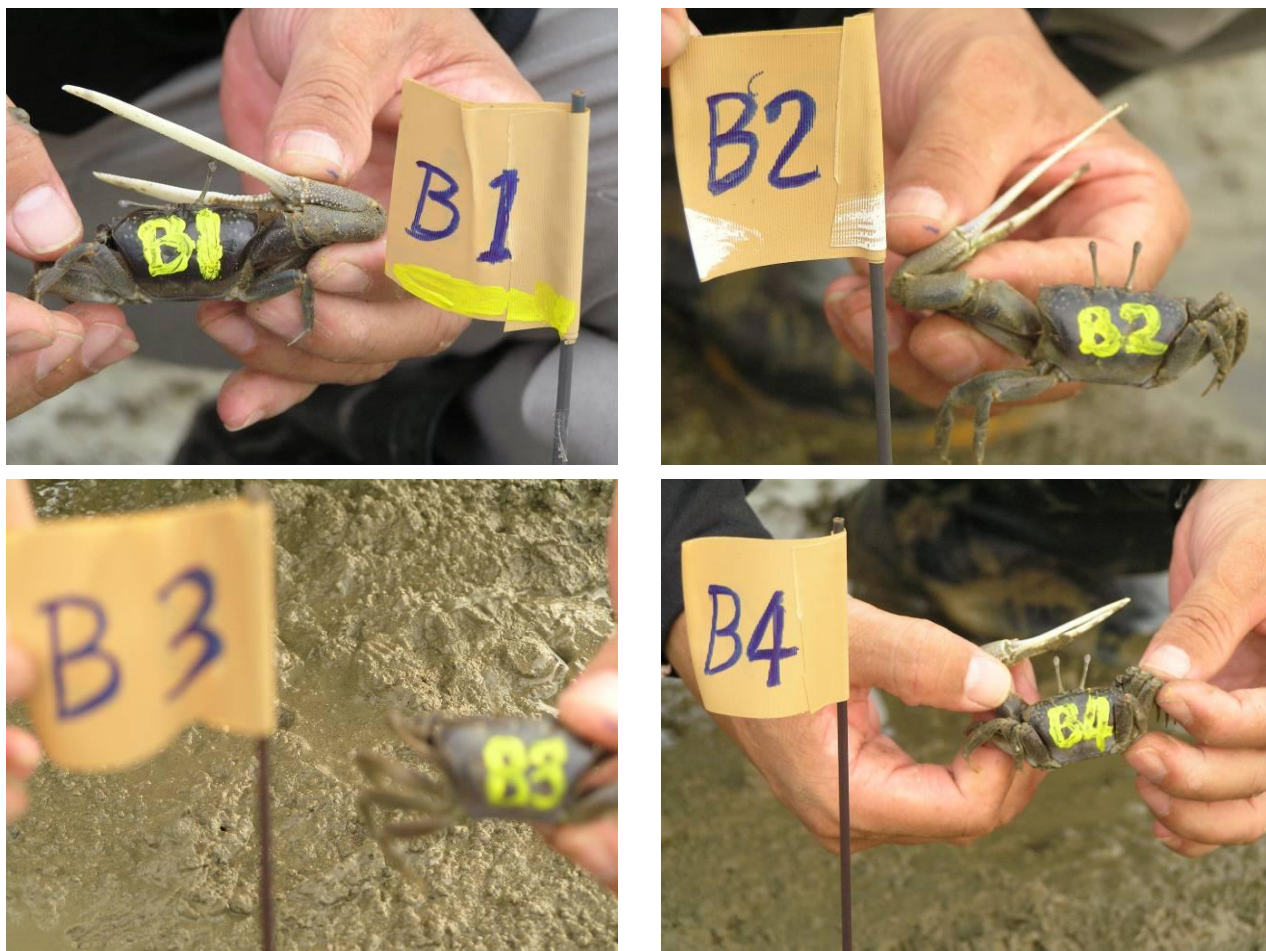
選擇於生物非常活躍的大潮期間，即農曆初 2、3、4 日各觀察一次，觀察紅樹林植株清除前後區塊內臺灣招潮蟹之數量變化，為避免因挖掘而造成



圖三：捕捉招潮蟹的蟹籠

棲地破壞，或傷及生物個體，於是研製捕蟹籠(如圖三)，抓取較靠最外圍之臺灣招潮蟹，於背甲及掌部外緣塗上可辨識之顏料再放回洞內(如圖四)，並於洞

口以立竿子標示，觀察 3 次並以不同顏色標定，以研究清除紅樹林後，臺灣招潮蟹之遷徙變化情形與其棲地變化範圍，判定清除紅樹林，造成臺灣招潮蟹對環境適應所做之改變。



圖四：臺灣招潮蟹之標記方式及遷徙之標示牌

結果

一、香山溼地紅樹林植物種類及其分佈與數量調查

(一) 紅樹林植株種類

香山溼地其環境的物理及化學條件皆極適合紅樹林生長，加上人為栽種，現紅樹林棲地面積已逐漸擴增，並影響當地其他生物之生存，約 50 年後溼地將呈現漸漸固化的現象。現今在香山溼地生長的紅樹林植物有水筆仔、海茄苳、紅海欖，其詳細之形態特徵如附錄二。

(二) 紅樹林植株分佈及數量

香山溼地符合紅樹林的生長，因此幾年下來擴散迅速，紅樹林植株擴散極嚴重地區(如圖五)，一為三姓溪(含大庄溪出海口)至風情海岸海巡哨站北側約 21800 棵。二為海山漁港南側海山厝北側區約 3800 棵，南區約 12000 棵，此二區為香山溼地紅樹林植株主要擴散源。三為風情海岸至海山漁港北側約 6300 棵。其中三姓溪(含大庄溪出海口)至風情海岸海巡哨站北側與海山漁港之紅樹林，若無良好計畫限制幼苗的擴展，將嚴重影響香山溼地其他原生物種之棲地。

二、清除海山厝北側之紅樹林植株 清除工作歷程

本次清除第一階段，以四人一周



圖六：清除紅樹林植株

工作天，先砍除大棵植株(如圖六)，此區 87 年間栽種的植株，至今已有接近 200 公分高，重約 20 公斤，必須在泥濘的灘地以人力將粗重的紅樹林搬移至岸上，來回路徑長達三百公尺，施工困難度相當高。

因本次清除區為生態保育的管制區，且為香山溼地臺灣招潮蟹重要的棲地，為避免載重車輛進入嚴重破壞棲地環境，本會只能採耗力費時的人工搬運，因此砍除後留置原地待其葉片掉落，枝幹較乾，重量減輕之後再搬移至高地的泥砂堆置區。

原預估剷除之紅樹移走後，約隔一個月再清除較小植株之紅樹，但因本次計畫核准時間較晚，清除大棵紅樹之時間已是 8 月中旬，此時海茄苳的蒴果已近成熟，剷除植株時蒴果全數掉落，撿拾掉落於泥濘地上之蒴果困難度頗高，故第二階段仍以剷除小植株及幼苗為主(如圖七)，第一階段海茄苳掉落之蒴果待植株較明顯易見時再一併剷除。蒴果掉落至發芽長成植株約需兩個月，在原有海茄苳的母株邊，殘存的呼吸根周圍，具 20 棵以上的幼株發育，於是在 11 月



圖七：清除紅樹林植株之小苗

初，發動第三階段剷除幼苗計畫，此階段以二人一組四個工作天完成，將母株周圍密生的小植株及幼苗用鋤頭剷除。

(五)、紅樹林植株清除數量

海山罟北區塊紅樹林清除於 11 月 4 日全數清除完畢，清除直徑 3 公分以上植株計 3947 棵，其中水筆仔 2649 棵，海茄苳 1287 棵，紅海欖 11 棵。幼株小苗清除 6012 棵，其中水筆仔幼株 371 棵，海茄苳幼株 5641 棵。除總數共計 9959 棵，詳如下表：

紅樹林成株清除數量統計表：總計 3947 棵

日期 數量 種類	8/14	8/15	8/16	8/21	8/22	8/23	8/24	8/26	8/27	8/28	小計
水筆仔	224	393	406	370	288	139	275	33	340	181	2649
海茄苳	129	127	119	146	108	130	153	155	112	108	1287
紅海欖	0	0	7	0	4	0	0	0	0	0	11
合計	353	520	532	516	400	269	428	188	452	289	3947

紅樹林小植株清除數量統計表：總計 6012 棵

日期 數量 種類	10/18	11/2	11/3	11/4	小計
水筆仔	105	66	91	109	371
海茄苳	1397	1410	1423	1411	5641
合計	1502	1476	1514	1520	6012

四、清除紅樹林植株前後重要物種數量變化

清除施工前後均調查清除區的生物相，旨在判別紅樹林清除前、後生物之分佈及短期影響，以利將來有需要做大面積清除紅樹林時，作為參考依據。本次調查以遷移能力較強的蟹類物種，作為指標對象，先調查其分佈狀況、數量等，經調查清除區塊內蟹類分佈情形如圖八。



圖八：海山苦蟹類分佈圖

1. 清除前之動物調查

清除區常見生物種類經調查計有：臺灣招潮蟹、弧邊招潮蟹、清白招潮蟹、北方凹指招潮蟹、摺痕相手蟹、雙齒近相手蟹、臺灣厚蟹、伍氏厚蟹、斯氏沙蟹、萬歲大眼蟹、雙扇股窗蟹、和尚蟹、玉黍螺、彈塗魚、槍蝦、藤壺等物種。本清除區清除前之生物相幾乎與其他地區相同，僅臺灣招潮蟹的數量較多，為目前香山溼地臺灣招潮蟹數量最多之區塊。

紅樹林清除區生物調查結果列表

物種名稱	學名	清除前 (隻)	清除後 (隻)
臺灣招潮蟹	<i>Uca (Thalassuca) fomosenis</i> <i>Rathbun</i>	9±4	9±4
清白招潮蟹	<i>Uca lacteal</i>	362±125	420±68
弧邊招潮蟹	<i>Uca arcuata</i>	85±12	78±8
凹指招潮蟹	<i>Uca vocansborealis</i>	38±8	33±6
斯氏沙蟹	<i>Ocypode stimpsoni</i>	33±6	13±10
短趾和尚蟹	<i>Mictyris brevidactylus</i>	86±26	66±30
臺灣厚蟹	<i>Helice formosensis</i>	28±5	21±5
伍氏厚蟹	<i>Helice wuana</i>	17±5	18±5
萬歲大眼蟹	<i>Macrophthalmus banzai</i>	92±5	97±12
摺痕相手蟹	<i>Sesarma plicatum</i>	33±6	7±3
雙扇股窗蟹	<i>Scopimera bitympana</i>	88±6	122±30
粗紋玉黍螺	<i>Littorana scsbra scabra</i>	33±8	2
彈塗魚	<i>Periophthalmus cantonensis</i>	36±2	13±5

3. 生物調查結果分析

根據調查結果，紅樹林植株清除前後，物種數量差異狀況如下：

數量明顯增多有：清白招潮蟹（清除前 362 隻，清除後 420 隻）、雙扇股窗蟹（清除前 88 隻，清除後 122 隻）。少量減少物種有：弧邊招潮蟹（清除前 85 隻、清除後 78 隻）、凹指招潮蟹（清除前 38 隻、清除後 33 隻）、台灣厚蟹（清除前 28 隻、清除後 21 隻）。

4. 臺灣招潮蟹遷徙之追蹤及結果

清除區附近觀察發現臺灣招潮蟹於大潮期出現率最高，在低潮期水淹不上來表土變為乾硬，此時期會封住洞口，等下次大潮水淹沒洞口坍塌，泥地鬆軟後才能重見天日，此時換洞穴情形最頻繁。

經計劃期間的觀察，紅樹林清除區的台灣招潮蟹喜歡於高潮線，棲地為土質，泥砂粒徑較小，還原層約 30~40 公分深度，而這些環境條件在紅樹林清除之後並未快速改變，棲地底地質條件與清除前幾乎相同，除表層明顯較以往乾燥許之外，底層應當還無明顯變化，因此本次所觀察到臺灣招潮蟹雖有換洞遷移情形，但還是在原本的棲地範圍內，另一方面實驗期間沒有明顯得幼體加入，因此未發現臺灣招潮蟹族群往外擴散情形。

討論

香山溼地紅樹林擴張之可能因子

生態系包括生物因子及非生物因子，舉凡陽光、土壤、溫度、濕度及空氣等都屬於非生物因子，生產者、消費者及分解者屬於生物因子。一個地區的生態系的生物特徵與當地環境因子息息相關，香山溼地也不例外，今依與紅樹林生長及擴散息息相關之數個因子作討論：

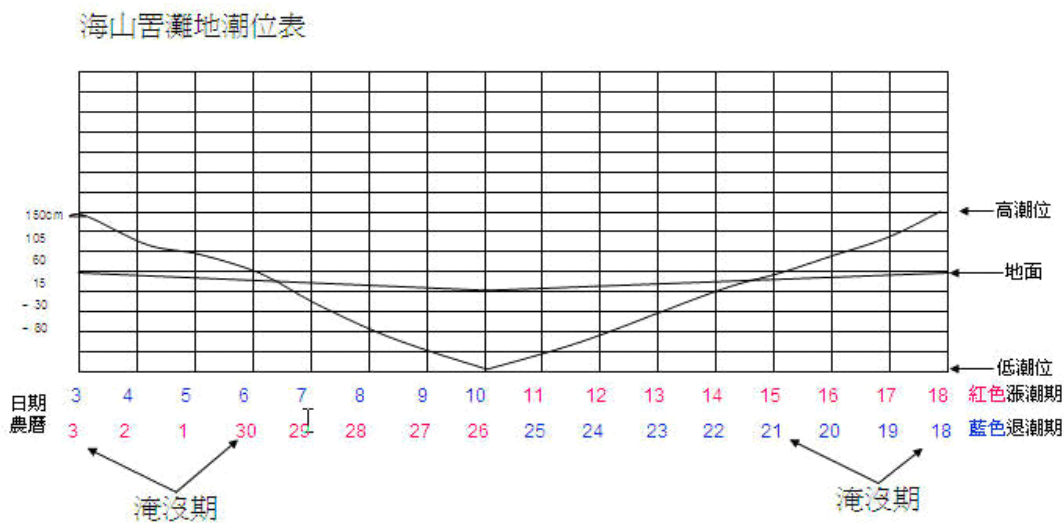
(一) 淡水河流匯入

香山溼地有三大河系匯入，分別為頭前溪、客雅溪及鹽港溪。河流攜帶來自中上游的有機碎屑、化學汙染及河沙，而這些內涵物雖都與香山溼地上生物關係極為密切，但此處僅對『河流攜沙』作討論。以前每年於洪水期，河流自上游挾帶大量土石傾瀉而下，至下游河道坡度緩且河道彎曲，水流速度降低，沉積作用增強，沙粒依粒徑粗細逐一沉積，顆粒較大者於河口附近沈積，較細的土石則隨水流向大海再沉積於大海。現今河川上游因護岸及建築相關措施，大部分溝渠、河道、地面已水泥化，土石沖刷現象減緩，相對的河流的泥沙來源也大量減少，其中又以鹽港溪及客雅溪尤為嚴重，因此香山溼地目前沙源以頭前溪之供應為主。頭前溪出海口位於香山溼地的北側，新竹漁港長達 160 M 的防波堤，形成明顯的突堤效應，以致於新竹港南育樂休憩園區附近海堤漸被侵蝕，須以消波塊保護堤腳；其南濱之沙灘亦逐漸後退，連帶的香山溼地的灘地含沙量也正慢慢減少之中，這種現象也造成泥灘地失去沙土混合，泥化及變

硬的趨勢持續擴大。

(二) 潮汐

新竹地區的潮汐與其他西海岸相似，每日各兩次漲退潮，於新竹漁港內設有潮汐觀測站，根據觀測資料顯示，新竹沿海一帶潮差水位最大可達 4.91 至 5.39 公尺。農曆初 3 及 18 日出現最高潮位，10 及 25 日出現最低潮位。初 3 至 10 日，每天潮水漸漸減低，稱為下潮期，10 日以後，潮水漸漸上漲，直至 18 日潮位達最高，此階段稱為上潮期，平均潮位約 35 公分/天(如圖九)。潮位的變化看似平常，卻是攜帶紅樹林植物種子及胎生苗的主要營力。



圖九：海山罟灘地潮位表

香山溼地的潮流方向大致與等深線平行，退潮時向東北，漲潮時向西南，速度約 30~50cm/sec。沿岸潮流對紅樹林生長散播沒有明顯作用，因被潮流帶出的胎生苗或蒴果只能順著潮流飄向遠處，但近岸隨潮溝方向漲落消退所形成的潮溝流，卻能將水筆仔的胎生苗與海茄苳的蒴果，不斷的推向高潮線在沿岸受

風面的凹處聚集，造成大量的植株在此處聚集叢生(如圖十)。

根據圖九之潮位與地面高度關係圖，可發現農曆初三的前後3天及18日的前後3天為潮水高出地面的淹沒期，水筆仔的胎生苗與海茄苳的蒴果可被潮



圖十：大棵水筆仔旁有許多小胎生苗

水逐日攜帶至較高泥灘地，而其餘的時間為潮位低於灘地，故原本已在灘地上之胎生苗與蒴果可在沒有潮水干擾及海水浸泡環境中，順利發根及固著。

因水筆仔之胎生苗與海茄苳之蒴果分別於春季、秋季成熟，因季風影響潮溝流方向，水筆仔的胎生苗就逐漸於海山漁港北側、海山厝北側及海山厝南側擴散，海茄苳的蒴果則呈現多方擴散的現象。

(三) 風力

香山溼地面對臺灣海峽，背倚雪山山脈，因雪山山脈為東北、西南走向，與東北季風及西南季風等盛行風平行，對季風的地形摩擦阻滯效應小，而造成新竹沿海地帶的強勁風力。根據中央氣象局資料顯示，新竹地區冬季平均風速約在 6.4~6.9 m/sec，主要風向北北東到東北方之間，夏季風速為 4.2~6.1 m/sec，主要風向為南南西到西南之間，最大風速都可達 14.6 m/sec 以上。

新竹沿海地區強勁的風力對紅樹林植物之生存也是限制因子，故若單獨生長之紅樹林植株約需 6 年才能順利長大，但若有其它植株遮蔽強風，則可順

利於 2 年內長成並開花，故若考慮此因素，單獨成長植株並非此次清除重點區，原先已具備之紅樹林且又是胎生苗或蒴果擴散之終點將是主要清除區，而海山厝北側恰屬這些特質。

沙丘是阻止紅樹林擴張之界

海岸沙丘大多分佈於寬廣積沙空間的河流出口附近，及平緩彎曲的海岸線，通常位處迎風面的平緩海岸（張智原 2000），香山溼地沙丘形成處為海山漁港北岸、南岸、及鹽港溪南岸，如圖十一。

沙丘或泥砂地因易受風及潮浪的營力作用容易改變型態，呈現不穩定的因子型態，加上沙丘長期缺水，不利紅樹林中之水筆仔著根生長，因此沙丘成為紅樹林生長繁殖之限界。

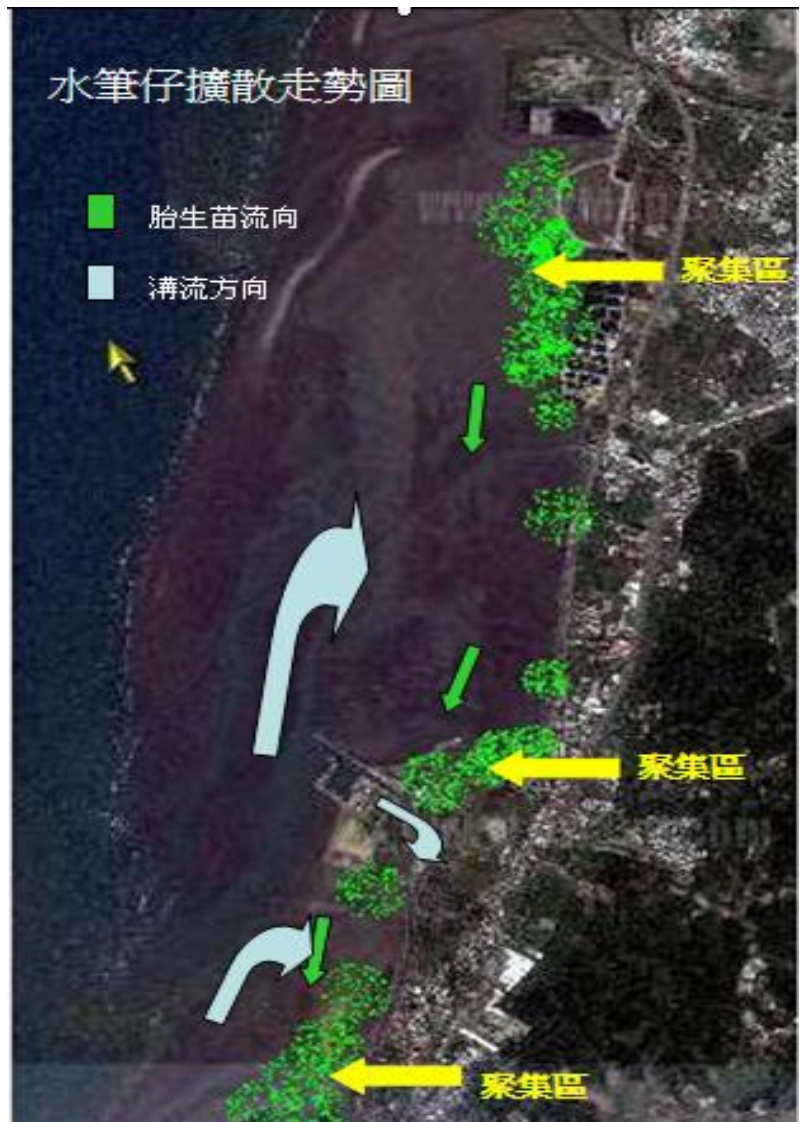


圖十一：香山溼地沙丘分佈圖

香山溼地海茄苳及水筆仔之擴散方向及擴散營力之探討

(一) 水筆仔散播方向及因子

香山溼地的水筆仔胎生苗於每年 2~4 月間成熟期，掉落的胎生苗，受潮水與東北季風兩種營力作用攜帶，當東北風的作用力大於潮水時，胎生苗便往南漂動，停滯於受風處的凹部岸邊、灘地、或原有的紅樹林區，如圖十二。



圖十二：水筆仔胎生苗擴散走勢圖

(二) 海茄苳散播方向及因子

香山溼地的海茄苳於每年的8~10月為蒴果成熟期。此時正處西南氣流的與東北季風的交換期，9月前吹西南風，9月後東北風正蓄勢待發，海茄苳在風與潮流的作用下，將蒴果四處擴散。經觀察香山溼地近岸潮溝水流方向，均為南北與東北向西南的形式，漲潮七分滿前為潮水南向北流，後為北向南流，退潮三分滿時，潮水由南往北退，後轉為北向南退，潮溝、潮水、風力



圖十三：海茄苳蒴果擴散走勢圖

的共同作用下、如圖十三，使得海茄苳的蒴果有多方向的擴散機會。

海山罟選定為清除試驗之探討

土壤底質決定紅樹林著根及生長養分，風力影響其生長速度及協助擴散方向，潮流決定紅樹林著根生長位置。如要有效清除鴻數質並抑制其擴散，必須針對其擴散的條件，有效抑制其擴散源。

本次清除計畫選定海山罟靠海山漁港南側，這一區塊來清除紅樹林，其理由

如下：

(一)、此區北邊有海山漁港區做為屏障，可將北邊水筆仔胎生苗、海茄苳蒴果阻擋於北岸。

(二)、此區漲潮時溝流由海山漁港內注入此區，再從泥道上的淺溝泄流至海山畧南區，因此南區之紅樹林胎生苗、蒴果不易進入此地，詳如圖十四。

(三)、棲地環境條件變異性較穩定，生物種類兼具



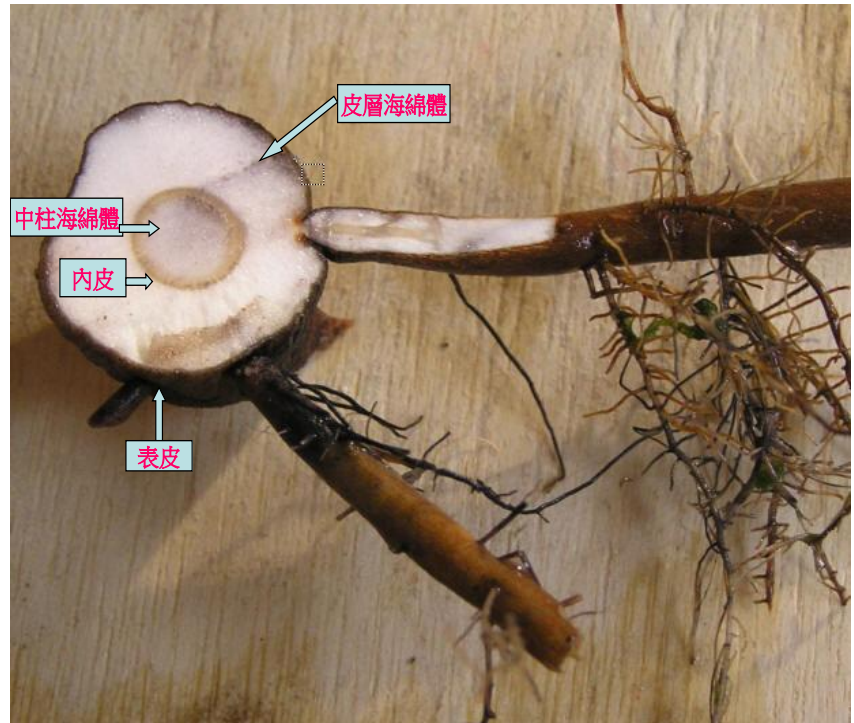
圖十四：紅樹林胎生苗、蒴果擴散示意圖

其它區塊，且目前又為香山溼地臺灣招潮蟹最大族群棲地。

綜觀以上分析判斷，此區紅樹林大小植株經全數清除後，預判此區將成為香山溼地唯一沒有紅樹林、最容易管理之泥灘地，紅樹林難進入該區，若有進入現象，僅能藉由颱風的作用下，其數量上也會是少數，在做維護清除上也較容易，此區將來必定成為臺灣招潮蟹在北臺灣唯一的容身之地。在物種保留及生物多樣性的貢獻上將會是重要的一塊區域。

紅樹林植物砍斷之後再發芽的能力：

紅樹林生長在海邊灘地，根經常浸泡海水裏，因此生長在此地區的植物，具備了特化的根，可將一部分的根露出泥地，進行呼吸作用，這種氣生根的現象以海茄苳最明顯，其呼吸根像竹筍一樣伸出而直立於地面，而水筆仔和紅海欖的根卻深入泥地



圖十五：水筆仔及紅海欖根部構造示意圖

下，但他們生長在泥灘地下的根，有著共同的結構材質(如圖十五)：皮層海綿體可儲存空氣、水及過濾部分的海水鹽分，因為有這樣的結構而讓紅樹林能在鹽分高、缺氧的灘地生長。

海茄苳的莖，皮層較薄，木質部硬實，在清除



圖十六：剷除後的水筆仔長出不定芽

時只要從樹頭處剷除，雖留有部分樹頭和呼吸根，也不會再生長，在本次清除中均未發現海茄荖有再生現象。

水筆仔的木栓層較厚，後生木質部較鬆軟，在剷除時需剷斷至地下根部，若留有樹頭、根，二個月後，可以發現留在地面上的根或樹頭部份的皮層間，會再長出不定芽，可見水筆仔的樹頭及粗根具有再生能力(如圖十六)。

本次在剷除的前幾次因地面較泥濘，使用鋤頭泥漿四濺不容易剷入，留有不少棵的根頭，經二個月後發現所有露在地面上的粗根或樹頭，都能再次發芽，因此再雇工全數挖除。



圖十七：剷除後露在地面上的粗根或樹頭長出不定芽

紅樹林清除前後蟹陸族群變動之探討

清白招潮蟹及雙扇股窗蟹數量增加的可能原因，推測清除前植物遮蔽性較佳，水分保持性也較容易，地面較濕不利清白招潮蟹，雙扇股窗蟹較喜愛乾燥泥地物種擴展族群或活動範圍，清除後植物遮蔽性較差，地面水份蒸發快，地面較乾燥，因此有利族群擴散。

少量減少物種有：弧邊招潮蟹（清除前 85 隻、清除後 78 隻）、凹指招潮蟹（清除前 38 隻、清除後 33 隻）、台灣厚蟹（清除前 28 隻、清除後 21 隻）。

原因分析：此三種螃蟹和清白招潮蟹其棲地有重複性，然而清白招潮蟹數量是增加的，其他三種減少可能因地上遮蔽物沒有了，視覺效果提升，警覺性增強，而受到人為觀察影響，或有其他原因，也許需更長的觀察研究才有更正確理由。

大量減少物種有：斯氏沙蟹（清除前調查數據為 33 隻，清除後數量竟減為 13 隻，減少數量達 2/3）、和尚蟹（清除前調查數據為 86 隻，清除後為 66 隻）、摺痕相手蟹（清除前調查數據為 33 隻，清除後為 7 隻，減少數量更高達 4/5 左右）、玉黍螺（清除前調查數據為 33 個，清除後為 2 個，為物種數量變化最大者）、彈塗魚（清除前調查數據為 36 隻，清除後 13 隻）。

原因分析：環境變化對生物及地質的影響本來就存在，紅樹植物為此處生產者及多數生物棲息的空間，當紅樹遭清除，物種只好另覓棲地或遷徙找尋新的食物來源，斯氏沙蟹、和尚蟹等棲息於紅樹林邊緣沙質地，紅樹林清除後短期時間內應不造成影響，故推測其真正減少原因與季節關係較為密切，9 月 11 月東

北季風正起，強風使動物體內水分不易保存，蒸散作用增加造成不適為較可能的影響原因。摺痕相手蟹、玉黍螺、彈塗魚等其習性與紅樹林較有較緊密的依附性，紅樹林提供躲藏或附著空間，提供掩蔽以防鳥類襲擊，提供腐植養分等，當紅樹林清除，相對的以上紅樹林供應條件自然消失，其必須依附的生物也隨之減少或遷移他處。

結論

早期香山溼地僅是泥沙混合的潮間帶溼地，1959年熱心民眾於海山罟靠鹽水里堤岸邊之高潮線泥灘地開始種植水筆仔，1989年更擴充面積於客雅溪口北岸也持續種植，1998年更於三姓溪至海山罟間種植更大面積的水筆仔，並夾雜了海茄苳及少數的紅海欖。如今已可開花發育出正常之胎生苗，可隨潮水之作用力傳播大量繁殖，造成香山溼地沿線泥灘地，除風情海岸中間區段外，全數已被紅樹林佔據，其所造成的結果：

- 一、紅樹林的植株會攔阻垃圾，減緩風勢水流，滯留泥砂，使環境漸漸由泥灘地，在50~100年後改變為含水量減少的泥地。
- 二、因棲地環境因子的變更，將造成此處原生物種生存的極大危機，對環境容忍度較低的生物，更有可能發生絕種之危險，生存此地的動植物，如環文蛤、西施舌、薄殼蛤、海豆芽、斯氏沙蟹、臺灣招潮蟹等，因環境因子改變，且極不易尋找到新棲地情況下，生物將因無法生存，而失去了棲息家園，更可能因此而完全在香山溼地上絕跡。
- 三、紅樹林的快速蔓延及擴散，對河口水流的宣洩形成阻礙，當豪大雨時期，易造成河水不易快速排入海中，造成河水氾濫問題，尤其以客雅溪口、大庄溪口、三姓溪口等最嚴重，必對生活於香山溼地周圍民眾之身家安全造成嚴重影響。
- 四、香山溼地大部分紅樹林高度不及200公分，且密集叢生，加上紅樹林枝桠

較軟葉片茂密，不利大型鳥類如蒼鷺、大白鷺、黑面琵鷺等棲息，對雁鴨科、鸕鶿科鳥類之覓食也將造成影響。

五、香山溼地紅樹林目前呈大面積的生長擴散，其中海茄苳為強勢物種，泥地、沙地都可適應，可隨風向、潮流到處擴散生長，其擴散侵害力最強，應列為最優先全面清除物種。

香山溼地，每天有兩次潮水的漲退刷洗作用，又因流速減緩將河水自上游搬運的細沙及其他溶解物質於此處沉積，香山溼地像個大海綿般，隨潮汐漲退涵養了溼地中所需之水分，也減緩了波浪對海岸的直接衝擊，香山溼地成為調節潮水的緩衝地帶，也減緩海水侵陸或陸上砂土直接入海的功用；因溼地地形平緩所造成的沉積作用，對水質的淨化也有助益，這也顯示溼地與新竹沿海的漁業資源有絕對的關係；另外這片廣大溼地更是水鳥遷徙的重要休憩補充站，也是本土物種臺灣招潮蟹在北臺灣最大棲地。因為具備這麼多特點，香山溼地成為休閒、教育、研究的永續保育的重要地點，其在生態上之地位更為重要。如今因人為未經仔細評估而栽植的紅樹林，正肆無忌憚的大肆繁衍，若我們依然視若無睹，那香山溼地原本物大便是美的形容對象，就將此更換成綠色海灘紅樹林，生物多樣性的泥灘地，將從此變色。

建議

一、紅樹林植株清除之建議

- (一)、香山溼地紅樹林因地形條件，以海山漁港區隔成兩個區段，也形成二個主要擴散源頭，南區以海山厝靠鹽港溪北端紅樹林群落最為龐大，因地形及自然營力作用造成海山厝北邊與海山漁港南邊處，為南區主要擴散源頭，本次計畫中已全數清除。海山厝南區所有海茄苳全數清除。
- (二)、本次計畫已完成清除海山厝北邊與海山漁港南邊處。北區以三姓溪出海口紅樹林群落最為龐大，也為北區之主要擴散源頭，建議該儘速全數清除以絕後患。
- (三)、為預防香山溼地之紅樹林面積持續擴大，在未全面清除前建議每年6-7月間，於水筆仔胎生苗掉落後，幼苗長出時拔除；海茄冬則於10-11月期間，其蒴果掉落後，幼苗長出時剷除，如此維護性的剷除幼株，可暫時減緩香山溼地紅樹林之擴張。

二、清除方式建議

- (一)、經本計畫實際操作，對大棵紅樹，以長鋤頭及平口鏟為最適合之工具，但仍需耗費大量人力及工作時間，雖不符合效率原則，但對生態棲地之影響及干擾已降至最低。
- (二)、經本計畫清除紅樹之經驗，因紅樹林區灘地相當泥濘，用人工清除搬運耗工費力，建議用機械方式施工，雖然此做法會造成棲地破壞及生物傷亡，

但為維護香山溼地生物多樣性的寶貴自然資產，只好以菩薩心腸、霹靂的手段，處理此一綠色危機。

(三)、剷除後之植株應於乾燥後搬移至岸上，以免影響海域行船安全。

三、維護管理建議

(一)、本次清除因限於人力經費，只能做到小區塊重點式的清除，然對於其它區塊的紅樹林擴散並無直接作用，每年海茄苳、水筆仔依然繁殖擴散，在未能決定大面積機械化清除前，為能有效防止紅樹林擴散，請每年雇工剷除小幼苗，以遏止紅樹林繼續擴散。

(二)、今年首度以人力方式清除香山溼地之紅樹林，對於剷除紅樹林對生態之衝擊到底有利還是有弊，需經過後續持續觀測，才能有更多數據支持或否決此做法，建議該持續調查此區之生物相變化，及設定剷除區、不剷除區之比較數據。

參考文獻

1. 趙世民、蘇焉，2005。台灣海岸濕地觀察事典。辰星出版有限公司。
2. 何平合、洪明仕，1997。新竹市海邊的螃蟹。新竹市政府建設局出版。
3. 2005年。新竹市南港生態園區規劃設計期末報告書。中華大學景觀建築學系。
4. 陳有祺，2006年。生態復育計畫-復育區棲地改善工程。新竹市客雅溪水資源回收中心。
5. 蘇珊慧、李彥志、林慧真，2002。高美溼地海堤增建的環境影響。與水共舞 2002 中台灣自然保育研討會論文。
6. 張文亮、尤少彬，2007年。自然生態調查及教育推廣。新竹市客雅水資源中心。
7. 楊樹森、江慧真、許仁利、黃淑珍，2005。新竹市香山溼地生物多樣性調查期末報告。新竹市政府。
8. 謝蕙蓮、林柏芬、吳松霖、葉欣宜，2004。蟹逅紅樹林：海濱原住民：台灣招潮蟹。新竹市政府。
9. 曾晴賢、林偉彥，2006年。環境監測應用手冊。新竹市政府。
10. 唐馨園規劃設計工程有限公司，2005年。南港海岸砂丘形成機制與環境互動及沙丘保育對策成果報告。吳正隆建築師事務所。
11. 郭城孟、鄭元春、顏聖紘，1998。台灣的野生植物。台北市：教育部。
12. 新竹富禮國中，1991。新竹市海濱地區生態現況調查研究專輯，教育部中小學科學教育專案。

13. 施上粟、李鴻源、許志揚、游蕙綾，2005。關渡紅樹林植群變遷之衝擊評估。
台灣水利，53(2):31-41。

附錄一：紅樹林專案照片

	
<p>海山漁港北側</p>	<p>三姓溪出海口</p>
	
<p>海山罟</p>	<p>海山罟北側清除前狀況</p>
	
<p>清除現況</p>	<p>清除後現況</p>



清除雇工



清除實況



這棵水筆仔約 30 公斤重



這棵水筆仔約 20 公斤重



第二波剷除小植株



第三波剷除幼苗



植株剷除部位太高發生再萌芽情形



剷除實況



大植株下有許多的小植株



水筆仔的根成束狀



水筆仔 5~8 月間開花



紅海欖 8~9 月開花



海茄苳二年即結果繁殖



紅海欖十年後生長漸快



海茄苳地下根系



第二階段清除小植株



清除一個月後掉落的蒴果已發芽



海茄苳的氣生有利幼苗著根



水筆仔殘株萌芽



海茄苳母株下的幼苗



水筆仔根的斷面



乾枯樹幹清除搬移



乾枯樹幹清除搬移



乾枯樹幹清除搬移



後續觀察



台灣招潮蟹觀察



台灣招潮蟹標放



樣區觀察



台灣招潮蟹標放



臺灣招潮蟹標示好放回原洞口

附錄二：紅樹林植物的特徵描述

(1) 水筆仔 (*Kandelia candel*)

根基部呈現板根狀較硬實，泥層下呈叢狀向下的根系，質地鬆軟易折斷。經觀察發現本區水筆仔胎生苗 2~4 月為主要成熟掉落期。胎生苗直接掉落在溼地泥灘



附圖一：水筆仔植株

中，若未被潮水沖走，二週後就可發根固著生長，若平躺，陽光照射面不會發根，接觸地面部分才會長出根，因此呈現單面發根且苗株傾斜生長情形。若水筆仔的胎生苗直接掉落於厚蟹、弧邊招潮蟹等所挖掘的洞穴內，根便能深埋泥灘中，更可藉洞穴增強固著免於被潮水沖走，也加快其就地發根生長。其中掉落未著根的胎生苗也可藉由大潮及季風帶動漂流至適當的泥地發育生長，一般水筆仔植株自著根到生長，約 3~4 年即可開花並繁殖。



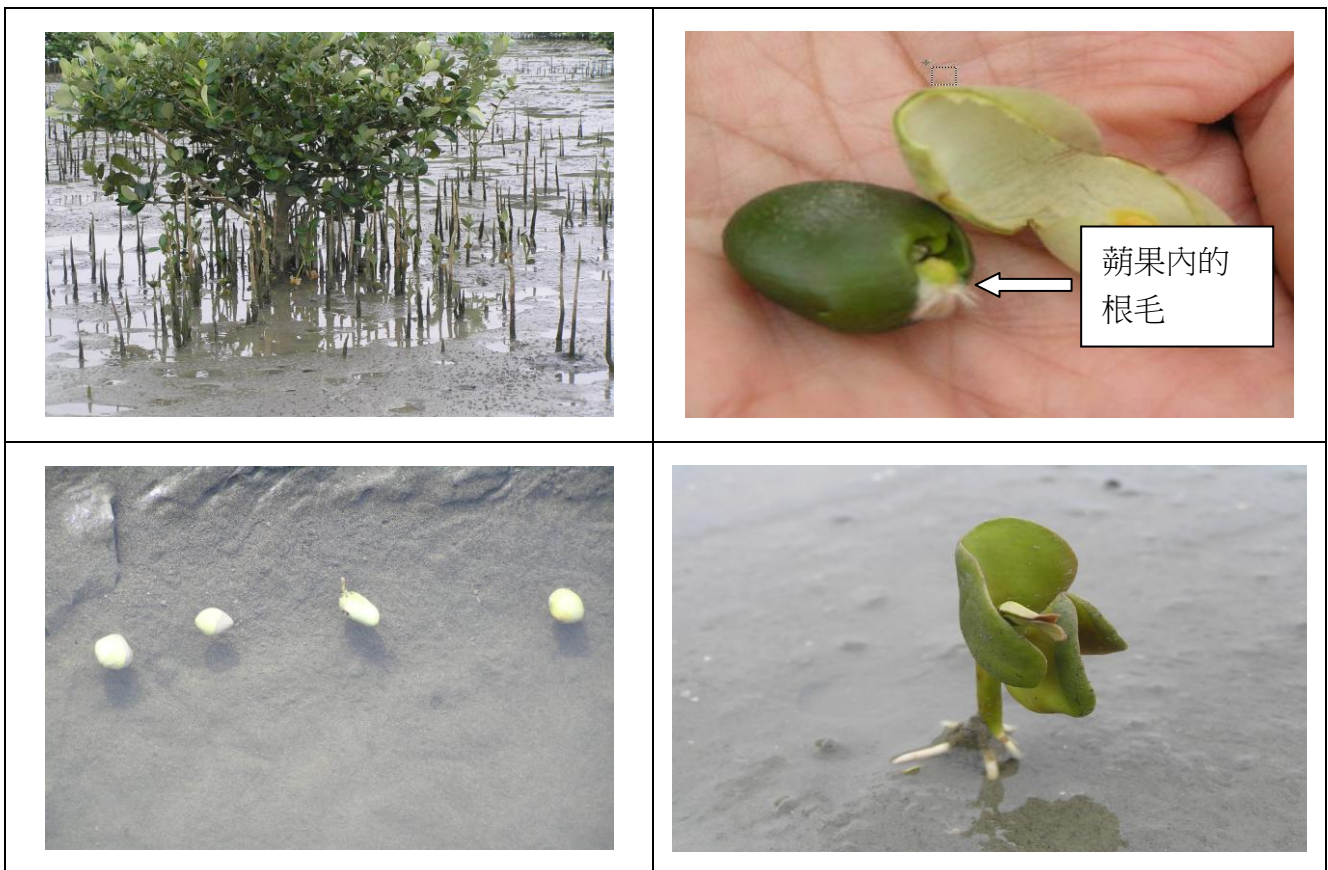
附圖二：水筆仔胎生苗著生情形

(2) 海茄苳 (*Avicennia marina*)

開橘黃色小花，花冠 4 裂。果實為蒴果，狀如蠶豆，但稍比蠶豆大些，黃綠色，8~10 月可見蒴果成熟。經觀察其蒴果成熟末期在種皮內可見到根毛，當

掉落水中會浮在水面上隨潮水飄流，如附圖三。

此時根毛即可吸水，使子葉膨大撐開種皮，經三到五天的時間吸水飽和，體積變大也變重之後沉入水底有利植株根著地生長。海茄苳的根呈放射狀橫生，分佈面積極廣，使植株抓地力增強，且具細長棒狀呼吸根，可於缺氧的土壤中，直接由空氣中取得氧氣，除泥灘地外，於含沙較多的淺灘地也可生長，在香山溼地之紅樹林中屬強勢物種，因枝幹像灌木一樣呈輻射狀生長，覆蓋著主根，根頭質地堅硬，且呼吸根面積寬廣，清除上非常困難。



附圖三：海茄苳植株及蒴果生長情形

香山溼地的海茄苳於發芽後，約 2~3 年即可開花繁衍後代，此時高度尚不及 18 公分，如附圖四。

(3) 紅海欖(*Rhizophora mucronata*)

紅海欖舊稱五梨跤，屬紅樹科。支柱根發達，自樹幹及側枝長出，下垂至地面，深入溼地中，增加支持植株之力量。

香山溼地之植株於 7~9 月開花，花瓣 4 片，呈淡黃色，花朵邊緣有細毛，白色的花萼也是 4 瓣，並和花瓣交錯。胎生苗上有突出如疣的氣孔，長約 15-25 公分，於 1-4 月成熟。

香山溼地的紅海欖集中在海山畧部份小區域，總數不到 40 棵，因環境溫度不似南部溫暖，生長較為緩慢，只能混雜水筆仔與海茄苳之中以擋寒風，86 年間種植至今（96）年始才發現開花繁殖現象。



附圖四：矮小海茄苳也長出蒴果



附圖五：紅海欖的花及果



附圖六：紅海欖植株

附錄三

荒野保護協會新竹分會香山溼地生態調查表

縣市	地點名稱	區塊形狀	位區	經緯度座標					
新竹	<input type="checkbox"/> A 海山罟 <input type="checkbox"/> B 風情海岸 <input type="checkbox"/> C 美山 <input type="checkbox"/> D 三姓公溪	 長寬 5m	左上						
			右下						
天氣	潮汐		風力	級	溫度		底質		
日期		時間	~	調查人					
序號	種類名稱	概算數量	行為			備註			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									