

106 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫
成果報告

輔導單位：林務局

指導單位：新竹市政府

執行單位：財團法人荒野基金會

中 華 民 國 一 〇 六 年 十 二 月 二 十 七 日

目錄

一、計畫緣起	1
二、希望達成目標	3
三、計畫基本資料概述	3
四、計畫工作項目與範圍	4
五、預期成果	7
六、機械式紅樹林整治作業	7
七、人力維護整治作業	19
八、作業進度	30
九、整治成果討論	32
十、未來展望目標	36
十一、結論	38
十二、檢討建議	40
十三、參考文獻	41
附件一：期中報告審查意見執行情形	43
附件二：期末報告審查意見執行情形	44
附件三：期末報告內容修改對照表	46
附件一：放樣及清除範圍座標圖	59
附錄二：紅樹林整治前後比對照	62
附錄三：整治作業花絮	75
表圖目錄	
表一作業時程預定表	30
表二現場工作進度管制表	31
表三工作進度比率表	32
表四紅樹林整治數量統計表	33
表五紅樹林人力與機械整治比較表	35

摘要

新竹市濱海野生動物保護區之紅樹林擴張所造成的陸化效應及棲地單一化影響，被認為是濕地生物多樣性降低的重要原因之一，在學者的建議下，地方開始重視紅樹林過度擴張的問題，開始倡議適度砍伐紅樹林、控制面積與數量。本計畫將客雅溪北岸至港北溝與港南溝間，以機械整治大植株面積 6 公頃；海山罟長興街出水口以北區域以機械整治面積 1 公頃以疏通河口。人工維護整治永續利用區 300 公頃、海山罟 22 公頃、港南溝 1 公頃及金城湖等，以維持歷年整治成效。本計畫用浮筏載具機械式整治，是紅樹林整治工作技術面的一大突破，可作為紅樹林整治的典範。全區域 348 公頃維護整治，對香山濕地紅樹林擴散必有減緩及抑制作用。居民反映紅樹林藏汙納垢、蚊蠅孳生叮咬遊客等現象定可見改善，疏通河口改善排洪。最終能還原香山濕地原本環境棲地，特有物種台灣招潮蟹族群可在香山濕地永續繁衍，確保生物多樣性。還給居民親海權，解除紅樹林阻擋，可就近欣賞螃蟹、候鳥，有利觀光推廣。

Abstract

The land formation and habitat simplified have caused the expansion of mangrove in Hsinchu City Coastal Wildlife Refuge, and this is considered as one of the important reasons for wetland biodiversity decreasing. At the suggestion of scholars, the problem of mangrove over-expansion has attracted the attention, and moderate harvest mangrove, reduced its area and number are proposed by the locals. This project includes the north shore of Keya River to Gangbei Ditch and Gangnan Ditch. Among them, 6 hectares of large plants were removed by mechanical, and north of Changxing St. outlet at Haishangu, 1 hectare was done, in order to dredge estuary. The 300 hectares in Sustainable Use Area and 22 hectares at Haishangu, 1 hectare in Gangnan Ditch, others in Jincheng Lake were done by manual to maintain past results. In this plan, the floating raft vehical mechanical restoration method is a major breakthrough in mangrove remediation technology and can be used as a mangrove restoration model. Removation and maintenance of the whole area (348 hectares) should be able to inhibit the expansion of mangroves of Xiangshan Wetlands. The problems of mangroves that resident had reflected such as filth, mosquitoes breeding and tourist bitten by mosquitoes could be improved. In the long run, Xiangshan Wetlands habitat will be return to its original status, and ensure the conservation of biodiversity. At the same time, the endemic species *Uca formosensis* can breed sustainable. Returned the closing ocean rights to resident, to lift the barrier of mangroves, can easily enjoy observing crabs and birds, and finally benefit the tourism promotion.

一、計畫緣起

新竹香山濕地原本屬砂質灘地與河口泥灘地地形，早年(民國 47 年)被人為種植之紅樹林侷限於岸邊生長。然而，自民國 86 年後，因政策因素，復又被大面積栽植，其範圍有二：其一，北起三姓溪出海口護岸，南至海山漁港北堤岸；其二，北自海山漁港南堤岸，南至鹽港溪北岸，沿線成排栽植水筆仔及少數海茄苳。

由於香山濕地的水文環境適合紅樹林生長，於民國 98 年測量紅樹林總面積已高達 141.5 公頃。紅樹林在保護區近岸區域造成的陸化效應使得濕地的棲地單一化，除生物多樣性的影響外，紅樹林擴張入侵溪流的出口，不斷成長的紅樹林植株會攔阻垃圾，滯留泥砂，使河口高程漸漸升高，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、三姓溪口、大庄溪口最為嚴重，其中營建署所營建的客雅溪水資源中心，其西側周邊全被紅樹林圍繞，雖部分已清除，但每年依然有密集的幼苗移入，對於香山地區沿海民眾之身家安全造成嚴重影響。另一方面，紅樹林入侵的區域以往是新竹市濱海地區台灣招潮蟹族群密度最高的地方。由於水資源回收中心的興建，造成最大一塊台灣招潮蟹棲息地消失，台灣招潮蟹的族群更加瀕臨危險。

紅樹林引致陸化效應被認為是破壞台灣招潮蟹棲地主因(施, 2008)。一般有紅樹林的海域，潮水的流速因植株阻礙而減緩，濕地表面微細顆粒沈積的速度大於被帶走的速度，細顆粒的黏土在流水緩慢的情況下往下沈降堆積，底質逐漸增

高，潮水淹蓋的時間因而減少，紅樹林則更容易在增高的黏土區快速生長。紅樹林枯枝落葉的堆積加速地表有機物的累積，在細顆粒的黏土層中形成缺氧的還原態，厭氧微生物增加之後會改變底質的微生物相，硫化氫及甲烷產量增加，其中硫化氫的毒性甚強，對於耐受性低的生物而言，紅樹林底下是充滿瘴癘之氣的生存環境。

紅樹林的蔭蔽效應可能是另一個造成蟹類棲地劣化的原因，濕地表面的生產者是蟹類食物來源之一，紅樹林的樹冠蔭蔽可能降低底棲藻類族群量，因地表只殘留碎屑顆粒，無法吸引招潮蟹在此覓食。新豐紅樹林及客雅溪口的密林區底下無法看到濾食性招潮蟹棲息，深入林區核心照度甚低，地面只出現相手蟹及似方假厚蟹等取食大型碎屑顆粒的蟹種。在紅樹林邊緣及林外開闊環境中才有大量的招潮蟹等濾食性蟹類。

新竹市濱海野生動物保護區之紅樹林擴張所造成的陸化效應及棲地單一化影響，被認為是濕地生物多樣性降低的重要原因之一，在學者的建議下，地方開始重視紅樹林過度擴張的問題，開始倡議適度砍伐紅樹林、控制面積與數量。香山濕地紅樹林的快速擴張，不僅降低了本地生物的多樣性，同時也嚴重影響附近河口的排洪。近年來更引發蚊蟲叮咬在地住民、遊客等環境衛生問題。這些現象都是當時「栽種(復育)」紅樹林時所始料未及的課題。為維護香山濕地的生物多樣性，以及改善河口排洪與周遭環境衛生等問題，持續整治紅樹林實有其必要性與迫切性的考量。新竹市政府在管理權責上決定進行紅樹林整治，設法回復高

灘地原始面貌，復育台灣招潮蟹。

二、希望達成目標

香山濕地紅樹林的快速擴張，不僅降低了本地生物的多樣性，同時也嚴重影響附近河口的排洪，並引發蚊蟲叮咬在地住民、遊客等環境衛生問題。這些現象都是當時栽種紅樹林時所始料未及的課題。為維護香山濕地的生物多樣性，以及改善河口排洪與周遭環境衛生等問題，持續整治紅樹林實有其必要性與迫切性的考量。勘查後發現紅樹林尚有『阻礙河口排洪、攔阻垃圾、蚊蠅繁衍溫床、附近居民及遊客遭臺灣缺蠓（黑金鋼）叮咬』的情形，且非常嚴重。經居民及民意代表多次陳情，新竹市政府下定決心，面對問題大刀闊斧的作為，解決紅樹林帶來的負面效應，達到棲地復育最大效益。本次計畫繼以機械配合人工維護整治，疏通河口，縮小紅樹林面積，遏止紅樹林擴散，回復原本泥灘棲地，節省後續維護費用，以達最經濟護育棲地目標。

三、計畫基本資料概述

- (一) 工作名稱：106 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫
- (二) 工作主辦機關：新竹市政府
- (三) 承攬廠商：財團法人荒野基金會
- (四) 工作地點：新竹市香山濕地
- (五) 工作期限：106.9.18~107.4.18
- (六) 工作規模概述：依 貴我雙方勞務服務契約書第二條第一項辦理。

四、計畫工作項目與範圍

本計畫分二大項目作業：

- (一) 大植株機械式整治：客雅溪出海口(圖一)及海山罟長興街出水口(圖二)。



圖一：客雅溪出海口 6 公頃紅樹林整治範圍



圖二：海山罟長興街出海口 1 公頃整治範圍圖

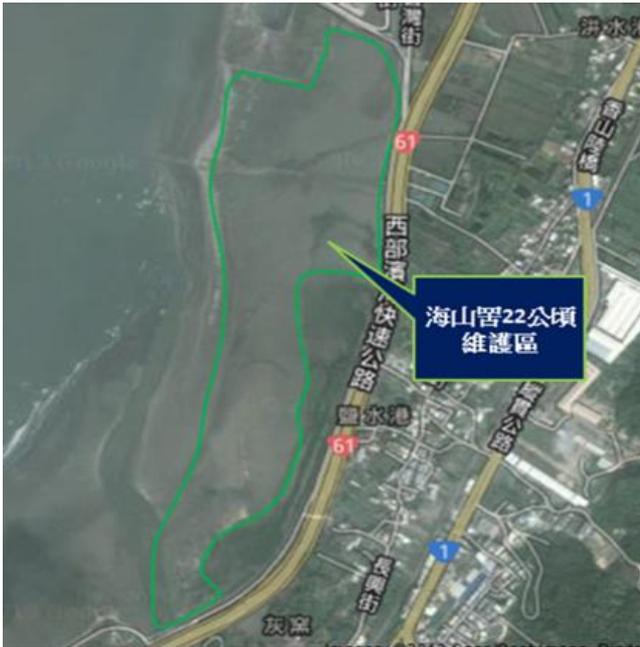
(二) 全區域維護清除，工作項目如下：

1. 三姓溪以南，海山漁港以北 346 公頃維護(圖三)。



圖三：大庄整治維護區

2. 海山畧 22 公頃(圖四)。



圖四：海山厝維護區

3. 金城湖及客雅溪港南溝 1 公頃維護(圖五)



圖五：金城湖及客雅溪港南溝 1 公頃維護區

五、預期成果

本工作預期成果如下：

- (一) 大植株清除對香山濕地紅樹林擴散必有減緩抑制作用，居民反映紅樹林藏汙納垢、蚊蠅孳生叮咬遊客等現象定可見改善。
- (二) 改善河口高程抬升問題，疏通香山濕地 13 處排放口及客雅溪口排洪等問題。
- (三) 紅樹林清除，棲地還原，可確保特有物種台灣招潮蟹族群在香山濕地永續繁衍。
- (四) 還給居民親海權，解除紅樹林阻擋，可就近欣賞螃蟹、候鳥，有利觀光推廣。
- (五) 遏止客雅溪口紅樹林經水文傳播至三姓溪以南、海山漁港以北區域，可維持大庄區紅樹林整治成果。

六、機械式紅樹林整治作業：

本計畫機械式紅樹林整治作業範圍共有二個區域：一為客雅溪出海口 6 公頃；二為海山畧長興街出水口 1 公頃。

(一) 環境分析：

1. 客雅溪出海口：本區紅樹林於 1989 年由新竹市政府委託行政院退除役官兵輔導委員會於客雅溪口種植水筆仔，目前紅樹林植株自客雅溪橋下生長，北方已進入港北溝，且深入至油車河段(圖六)；東南方則

進入港南溝至丁酉橋民宅處(圖七)。



圖六：港北溝水筆仔深入油車河



圖七：水筆仔已深入港南一街

86年大庄沿岸被栽種水筆仔及海茄苳，因海茄苳生長勢更勝水

筆仔而大範圍擴散，其種苗自大庄區移入客雅溪口，使客雅溪紅樹林成為水筆仔與海茄苳之混合林，且界線明顯地呈現海茄苳自外包圍水筆仔，並且擴張範圍已超越垃圾掩埋場防坡堤(圖八)。



圖八；客雅溪口紅樹林已超越垃圾掩埋場防波堤

本計畫作業區為客雅溪北岸及港南溝與港北溝二條支流，客雅溪與二條支流於港北溝口匯流出海。

2. 海山畧長興街出水口：海山畧的水筆仔(1959年栽植)於1995年西濱公路施工時被掩埋掉一半，其面積約剩2公頃。1997年又被栽種水筆仔、海茄苳、紅海欖及欖李等四種紅樹林植株。96年清除漁民便道北側約2公頃；2010年清除外圍約22公頃；2013及2014年清除

漁民便道南側約 4 公頃，目前海山罟紅樹林面積約剩 12 公頃，沿岸以水筆仔為主，外圍則為海茄苳所包圍；其中有欖李 2 棵位於藍天橋西側岸邊(圖九)；紅海欖 37 棵位於豎琴橋西側紅樹林外圍(圖十)。本年度作業區為長興街排水口，因在地居民反映，紅樹林堵住排水口(圖十一)，嚴重阻礙溝渠排水，由當地里長陳報新竹市政府。此次作業範圍由排水口以北約 1 公頃之紅樹林全數清除掩埋。



圖九：海山罟北岸二棵欖李



圖十：海山罟紅海欖



圖十一：長興街排水口遭紅樹林堵塞

(二) 準備作業：

1. 於 9 月 14 日完成機械清除區面積初步範圍測量、放樣及插竿標示(圖十二)。



圖十二：清除範圍插竿

2. 裝備進場與路線勘察：客雅溪周邊有堤防及腳踏車道且有護欄，怪手

無法進入，最後選定由港北溝進入，穿越 1 號彩虹橋至作業區。

3. 潮汐掌控：瞭解清除區潮水漲退時間。因怪手作業成本考量需每日作業八小時，故於滿潮後二小時至下一次滿潮前二小時為作業時間。有時需夜間作業。大潮期間施作地勢較高處，小潮期間則於河溝邊及地勢較低處作業，並輔以浮筏搭載怪手方式實施作業。

因於河口作業，顧慮天候狀況，需盡可能縮短工期及基於機械救護的安全考量，施工時需二部怪手同時作業。大怪手鏟除紅樹林並挖溝，小怪手堆置紅樹林及灘地整平作業。怪手作業以長爪鏟斗加焊鐵板以利大小植株一起剷除，而後挖 2m 深溝就地將紅樹林枝幹掩埋。

(三) 機械式紅樹林清除作業：

1. 海山罟：海山罟作業區地勢平坦且地勢較高，地質較乾硬，以浮筏搭載怪手一部即可作業。9 月 27 日浮筏及怪手先進駐組裝(圖十三)，9 月 29 日開始實施紅樹林清除作業(圖十四)。該區除小潮期灘地較乾硬，浮筏較不易滑行之外，作業進行相當順利，已於 10 月 9 完工，清除面積約 1.7 公頃(圖十五)。



圖十三：浮筏及怪手進駐組裝



圖十四：海山罟長興街出水口動工



圖十五：海山罟 10 月 9 日完工

2. 客雅溪：本計畫重點作業區在客雅溪口北岸至港北溝與港南溝之間。因地形複雜，有多條暗溝穿越其中，稍有不慎，機具及工作人員將陷入泥濘中，若無法及時救助，人員及機具將造成嚴重損傷，因此作業期間需二部怪手同時作業，以防患未然。機具由港北溝口前進入，由於溝小、坡斜，有幾次差點翻覆(圖十六)。



圖十六：機械進入港北溝險象

客雅溪的清除作業，先清除港北溝出口北側，後再清除南側，待工作人員對環境、潮汐特性有清楚的瞭解後，再越過深溝清除客雅溪北岸之大面積區域。港北溝口北側面積約 0.75 頃，大部分為水筆仔，只有在客雅溪口尾端才有海茄苳。該區地勢高、地面較乾硬，但河溝較深且坡度大，浮筏作業若不慎滑落將無法自行脫困(圖十七、十八、十九)。清除中發現該區有三處消波塊間有小植株生長，俟該區完工後再以人力清除(圖二十)。該區於 10 月 23 日完工(圖二十一)。



圖十七：浮筏怪手滑落河溝



圖十八：河溝含水量高，浮筏深陷泥中無法脫困



圖十九：港北溝北岸作業情形



圖二十：消波塊間用人力清除



圖二十一：港北溝北岸完工

港北溝口南岸作業區面積約 0.37 公頃，全數為水筆仔，整體環境與港北溝口北岸相同，已於 10 月 30 日完工(圖二十二)。



圖二十二：港北溝口南岸區塊完工

客雅溪北岸至港南溝口，面積約 5.34 公頃，地勢較低、較泥濘且有三條深溝。10 月 23 日機具越過港南溝開始清除靠紅樹林公園下方，該區原本是一處人工池塘，因未通過核准而遭棄置，紅樹林密集叢生後，已看不出來原來的池塘樣貌，紅樹林清除後露出一個很深大的池塘(圖二十三)。大潮時海水會灌入，退潮時水無法及時退去，加上三十幾年的腐植堆積相當泥濘，浮筏怪手一進入直接陷入泥中，泥水淹至駕駛座踏板(圖二十四)。後於池塘缺口處擴大缺口讓水能順利隨潮水退去始能進入作業(圖二十五)。



圖二十三：紅樹林公園原為一處大池塘



圖二十四：浮筏怪手陷入被拉起狀況



圖二十五：擴大魚池缺口

作業持續順利進行，大面積處離岸較遠，為防搶救之便，二部怪手搭配作業(圖二十六)，機械式紅樹林整治作業進展順利，於11月21日全數完工(圖二十七)。



圖二十六：二部怪手搭配作業



圖二十七：清除作業全數完工

七、人力維護整治作業。

(一) 環境分析：維護區計有永續利用區、海山罟、港南溝、金城湖。

1. 永續利用區：包括海山漁港北岸及三姓溪以南的潮間帶，面積約 345

公頃，為 2015 年的整治區。一般情況下，因有漁港防波堤及垃圾掩埋場防波堤為屏障，若無颱風襲擾改變水文常態，以目前環境狀態，海山罟與客雅溪口紅樹林種苗不易移入該區。然經勘查發現從大庄溪口沿水資源中心至三姓溪口沿岸，尤其是三姓溪口，仍然有大量海茄苳與水筆仔種苗(圖二十八)。進一步勘察發現海茄苳種苗源散佈至三姓溪橋至西濱公路段溪邊二側(圖二十九)。



圖二十八：三姓溪口紅樹林幼株



圖二十九：三姓溪 3 號彩虹橋東邊河溝內海茄苳

水筆仔種苗位於 3 號彩虹橋北端溝渠內(圖三十)。其他區域只見零星幾株散佈其中，越往南移入植株越少。



圖三十：三姓橋 3 號彩虹橋北端支流溝內水筆仔

2. 海山罟：此區紅樹林尚有約 12 公頃。水筆仔和客雅溪一樣被海茄苳圍堵在近岸邊生長，因此每年逸散出去的種苗大多數為海茄苳。今年種苗的數量比往年多且密集(圖三十一)，且已藉由東北季風跨越鹽水溪至南港灘地，維護清除工作量大增，是本年度維護作業最艱苦之處(圖三十二)。



圖三十一：海山罟今年逸出大量紅樹林幼株



圖三十二：鹽水溪南岸已淪陷

3. 港南溝：此區位於 2 號彩虹橋下，為 2013 年的清除區，面積約 1 公頃。每年此區都會移入大量水筆仔胎生苗，且已跨越丁酉橋進入到南港一街(圖三十三)。



圖三十三：港南溝水筆仔幼株密佈

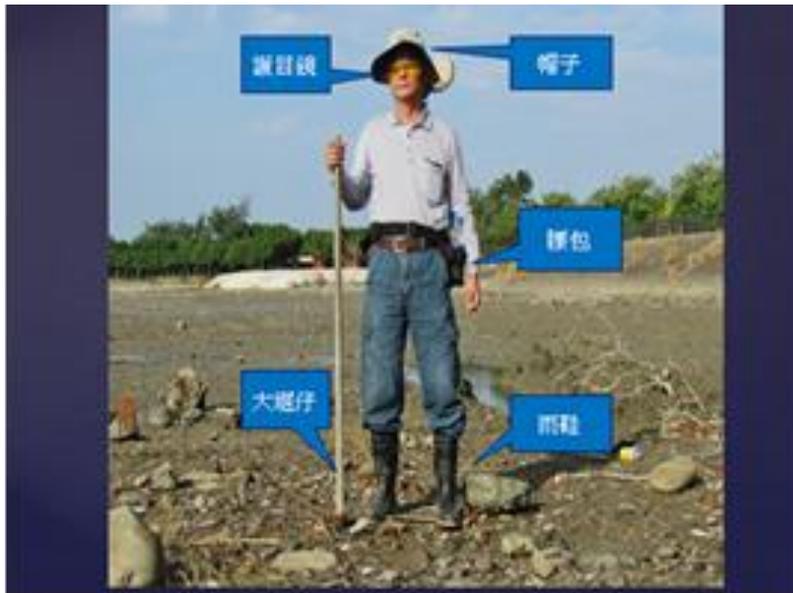
4. 金城湖：本區每年都有大量候鳥覓食與棲息，吸引大批民眾前來賞鳥，是新竹市賞鳥重地。紅樹林種苗隨潮水經由閘門進入金城湖(圖三十四)，若不及時剷除，不用兩年的時間，紅樹林即可佔據金城湖。



圖三十四：紅樹林已入侵金城湖

(二) 準備作業：

1. 作業人員招訓：本次維護作業僱用在地居民共 6 名，每人均有 2 年以上參與紅樹林清除作業的經驗。因此行前訓練僅介紹作業範圍及作業時程，並要求剷除作業進行時，小植株需自莖的基部確實剷斷，作業時需將掘仔刃部打磨銳利，方能於軟泥中剷斷植株。
2. 作業時間：每日滿潮後三小時下灘地作業，乾潮後三小時收隊。每日工作四小時。
3. 裝備：工作人員需戴帽、護目鏡、腰包、水瓶、穿雨鞋或網襪鞋，每人一支掘仔(圖三十五)。



圖三十五：作業人員配備

(三) 人力維護清除作業

本計畫簽約後於9月19日招集雇工現地講習(圖三十六)，說明清除範圍、清除作業要求及作業時間。清除作業時間正值海茄苳大量落果發芽期，此時期較不利於剷除作業，需等10月中以後紅樹林小苗生長約10公分以上著根固定後，較容易將植株自莖桿基部剷斷，因此維護清除作業延至10月1日正式展開。



圖三十六：作業人員現地講習

1. 永續利用區：此區範圍自三姓溪以南至海山漁港以北之低潮線一帶，面積約 300 公頃。今年新移入的種苗以三姓溪口數量最密集，其中以海茄苳最多，水筆仔數量較少。此外，水資源中心防波堤一帶也有零星發現。經勘查後發現三姓溪 3 號彩虹橋北邊溝渠內有水筆仔，東側則有海茄苳，因此先行清除此二區紅樹林(圖三十七、圖三十八)。



圖三十七：三姓溪彩虹橋北邊溝渠內水筆仔清除



圖三十八：三姓溪彩虹橋東側海茄苳清除

因清除時正值繁殖期，海茄荖蒴果隨之被震落，蒴果將會被帶出三姓溪口，必需再等一個月後，待發芽著根再實施清除，因此永續利用區的作業時程排在 11 月中實施，三姓溪口則於 11 月底再實施維護清除(圖三十九、圖四十)。



圖三十九：大庄釣魚池維護清除



圖四十：水資源中心周邊清除

2. 海山畧維護區：此區維護面積約 26 公頃，今年沒有颱風襲擾，所有海茄荖蒴果幾乎全數隨潮水散佈至各處，一眼望去猶如綠草地(圖四

十一)，尤其是較低的潮溝處，更是擠得密密麻麻(圖四十二)，勢必增加工作量。

鹽水草澤內隱藏為數不少的海茄苳幼小植株，需仔細找尋並撥開鹽地鼠尾粟方能剷除，增加了清除的難度(圖四十三)。鹽水溪沿岸也長滿大量海茄苳植株，但因地勢傾斜，加上灘地底質濕滑，剷除作業進行時，工作人員必需非常小心避免滑倒(圖四十四)。



圖四十一：海山厝灘地像草原



圖四十二：潮溝內密密麻麻的海茄苳幼株



圖四十三：必需撥開鹽地鼠尾粟才能剷除海茄荖幼株



圖四十四：鹽水溪河岸斜坡清除作業

臨西濱公路的紅樹林區有 37 株紅海欖，其能在北部生長實屬不易，此區於 2010 年清除海山罟外圍紅樹林時刻意予以保留。每年都有大量海茄荖及少數水筆仔幼苗移入，但在實施維護清除時都仔細叮嚀保留紅海欖。今年移入的幼株數量依然非常多(圖四十五)，尤其此區為台灣招潮蟹的重要棲息地，紅樹林面積的增長與台灣招潮蟹族群的存亡有絕對的關係，因此每年此區被視為重點維護區。



圖四十五：紅海欖區狀況

3. 港南溝：此區面積約 1 公頃，曾於 2013 年實施機械清除。本區每年都會由港南溝口移入大量水筆仔胎生苗，本年度已於 10 月 12 日實施清除並已完工(圖四十六)。



圖四十六：港南溝維護清除

4. 金城湖：此區為新竹市賞鳥重要區域，紅樹林種苗隨潮汐由閘門移入，因風力作用種苗集中在西岸生長，已於 11 月 8 日實施清除(圖四十

七)。



圖四十七：金城湖維護清除

八、作業進度

本計畫在九月十八日簽約後，積多年之經驗，各項準備工作即能迅速就位，各工作項目也依作業行程預定表順利進行如表一。工程進度管制如表二，目前作業進度已達 100% 如表三。

表一：作業時程預定表

月份	5	6	7	8	9	10	11	12
工作項目								
維護區範圍丈量，紅樹林種苗移入狀態調查					—————			
清除人員招募、講習訓練					———			
客雅溪口 5 公頃及海山厝長興街出水口 1 公頃機械清除					—————			
大庄、海山厝、港南溝等維護區小苗清除						—————		
成果統計報告								—————

表二：現場工作進度管制表

日期	工作內容
8月17日	現場勘查拍照
9月14日	清除範圍插竿標示
9月16日	機械進入現場勘查
9月16日	機具進駐
9月19日	人力維護雇工訓練
9月29日	海山罟施工
10月1日	海山罟人力維護動工
10月9日	海山罟機械清除完工
10月11日	港南溝人力維護施工
10月12日	港南溝人力維護完工
10月17日	三姓溪東側人力維護施工
10月18日	三姓溪東側人力維護完工
10月16日	客雅溪機械進駐
10月17日	港北溝口施工
10月23日	港北溝口完工
10月23日	客雅溪北岸機械施工
10月31日	海山罟人力維護完工
11月6日	永續利用區人力維護動工
11月8日	金城湖人力維護完工
11月20日	客雅溪北岸機械完工
11月23日	永續利用區人力維護完工
11月24日	客雅溪機械清除區人力清理
11月30日	全區最後清理
12月5日	全區人力維護完工

表三：工作進度比率表

工作項目	工作比	已完成率
測量、放樣、進出路線勘查、清除人員招募、講習訓練	5%	5%
海山罟長興街出水口 1 公頃機械式紅樹林清除	10%	10%
客雅溪北岸 6 公頃機械式紅樹林清除	40%	40%
海山罟維護區清除	15%	15%
永續利用區維護清除	10%	10%
港南溝、金城湖維護清除	10%	10%
成果報告	10%	10%
完成比	100%	100%

*上表作業結算日為 12 月 8 日

九、整治成果討論

(一)、成果

本計畫人力維護整治清除水筆仔幼株 30,583 棵，海茄苳幼株 96,995 棵，總計 127,578 棵如表四。機械整治海山罟長興街出水口 1.7 公頃、客雅溪 6.3 公頃，總計清除面積 8 公頃如圖四十八。清除前後比對照如附錄一。

表四：紅樹林整治數量統計表

樹種 日期	水筆仔	海茄苳	維護區	樹種 日期	水筆仔	海茄苳	維護區
10月1日	831	4413	海山罟維 護區	11月1日	1477	0	港南溝、 金城湖維 護區
10月2日	658	5115		11月2日	125	665	
10月3日	732	4225		11月3日	142	465	
10月4日	582	4820		11月6日	3165	0	永績利用 維護區
10月5日	348	3710		11月7日	3743	0	
10月6日	387	3685		11月8日	3746	0	
10月9日	466	3225		11月9日	1543	0	永績利用 維護區
10月11日	630	2964		11月10日	175	155	
10月12日	447	2858		11月13日	168	179	
10月13日	232	3565		11月14日	148	77	
10月16日	535	3560		11月15日	85	128	
10月17日	676	4773		11月16日	33	125	
10月18日	352	3794		11月17日	12	2560	
10月19日	441	3474		11月20日	121	2773	
10月20日	494	3117		11月21日	56	2794	
10月23日	555	2877		11月22日	82	2474	
10月24日	379	3756		11月23日	38	124	客雅溪機 械整治區 人力維護
10月25日	377	3842		11月24日	1556	132	
10月26日	228	3663		11月27日	1621	441	
10月27日	225	4572		11月28日	1145	22	
10月30日	432	4488		11月29日	588	0	
10月31日	217	3328		11月30日	623	12	

總計水筆仔幼株 30,583 棵，海茄苳幼株 96,995 棵，總計 127,578 棵。

	
海山厝長興街 1.7 公頃	客雅溪北岸 5.3 公頃
	
港北溝口南岸 0.3 公頃	港北溝口北岸 0.7 公頃

圖四十八：機械整治面積實測圖

(二)、人力清除與機械清除之比較

紅樹林採機械式清除，在時間上而言，比人力清除來得省時，然而潮間帶泥濘的底質及海水的鹽度將提高機械的故障風險，因此經費成本比人力清除還高，人力清除與機械清除比較如(表五)。此外，因作業時須將底泥翻起挖溝掩埋紅樹林，對棲地而言是一種大面積的擾動，至於棲地及生物的回復狀況比人力來慢。

剷除後的紅樹林枝幹含鹽分及泥巴，無法作為製紙原料，大枝幹帶土也無法進焚化爐，因此只能就地掩埋，是目前較適當地處置，且機械作業也有遺落之處仍需人力配合作為最後清理。

表五、紅樹林清除作業方式比較表

清除方式 比較項目	人工(使用大堀仔)	機械(怪手鏟斗)
一、植株大小	能剷除 10 年以下植株 海茄冬徑粗約 15 公分以下。 水筆仔徑粗約 25 公分以下。	能剷除植株年齡不限。 海茄冬徑粗不限。 水筆仔徑粗不限。
二、地質	硬質灘地：利於人力作業 泥濘地：行走困難，作業費力，工時增加。	硬質灘地：利於機械作業 泥濘地：須搭鐵板或浮筏，工時增加，機械陷入搶救困難。
三、枝幹處理	一、用人工以竹擔架搬上岸，載運至焚化爐。一公頃 4 人一組×3 組×10 工作天×2000 元=240,000 元 二、若原處堆置，會因颱風潮水四處散落影響漁民灑網作業，若被浪潮推至岸邊，有礙海岸瞻觀。	剷除後枝幹挖溝就地掩埋
四、環境干擾	一、造成灘地表面干擾。 二、大量落葉腐爛，硫化物增加，影響表層生物，經約三周潮水沖刷即可緩解。	一、灘地整區翻攪，底層還原層被戴層，有利灘地表層生物條件改善 二、被埋枝幹腐爛分解時間長，約需 3~5 年才能完全分解，不影響表層生物。
五、對生物影響	一、人工作業進度慢，生物有逃跑及適應緩衝時間。 二、棲地干擾性少，回復時間短。	一、作業進度快，生物適應緩衝時間短，傷害性大。 二、棲地干擾性大，回復時間長。
六、限制因素	作業環境髒、泥濘、濕熱等，相當辛苦，人員須實施訓練，加強其剷除作業熟練度，因此人工作業進度緩慢。	一、作業時效快，不分植株大小粗細均能作業，可做大面積清除。 二、泥濘區須搭鐵板或浮筏作業，較耗費工時，又因海水易腐蝕機件，造成機具耗損，相對成本高。 三、適合平坦灘地作業，潮溝邊緣斜坡處容易造成機械滑落。
七、作業成本	一、5 年以下植株清除 1 公	200 型怪手加拖板車，一天 16,000

	<p>頃，以 10 個人為一基本人數，約需 10 個工作天。 $10 \text{ 人} \times 2000 \text{ 元} \times 10 \text{ 天} = 200,000 \text{ 元}$</p> <p>二、5 年以上植株，每增加一年則須增加 5 個工作天。$10 \text{ 人} \times 2,000 \text{ 元} \times 5 \text{ 天} = 100,000 \text{ 元}$</p>	<p>$\text{元} \times 2 \text{ 部} \times 5 \text{ 天} = 160,000 \text{ 元}$</p> <p>1 公頃紅樹林剷除與掩埋約 160,000 元(未含管理及風險評估費)。</p>
--	---	--

十、未來展望目標

香山濕地紅樹林自 2009~2015 年連續實施整治後，目前僅剩海山罟紅樹林總面積約 12 公頃及客雅溪出海口約 18 公頃；紅樹林嚴重擴散壓迫原物種棲地問題已得到解決，香山濕地原有生物多樣性得以永續。然香山濕地上仍有紅樹林存在，因此需持續做好管理維護，將不利因子控管得宜，未來努力目標如下：

(一) 海山罟為紅樹林生態場域

海山罟北有海山港堤防阻隔，後有鹽水溪且鹽水溪南岸為砂丘不利紅樹林著生，因此海山罟紅樹林不易擴散利於管理。且其間擁有台灣現有的四種紅樹林：水筆仔、海茄苳、紅海欖、欖李，在北台灣實屬不易，應加以管理，成為紅樹林生態場域，可提供教學研究、生態觀光，讓民眾了解新竹市對紅樹林不是執意的亂伐而是做最適切的管理。

(二) 客雅溪口紅樹林整治

客雅溪 1987 年栽種水筆仔，目前水筆仔佔據客雅溪河口，及港北溝、港南溝河道，河口外圍則是海茄苳天下，且已漸漸與垃圾掩埋場防

波堤齊，若逢颱風襲擾改變水文常態，海茄苳蒴果將隨之溢出，飄入大庄區灘地實有可能，此區將成為香山濕地紅樹林擴散源頭，需適當整治防其種苗溢出，方可確保大庄紅樹林整治成果。全區經 Google 衛星測量約有 23 公頃。市府擬定分三年整治，今年整治清除 6.5 公頃，尚有 16.5 公頃。每年仍需編列預算對已清除區實施維護，清除入侵新幼株。建議明年一次整治全數清除，並保固維護一年。港南、港北溝建議二河局配合清除。若無法適時配合，則設網攔截，防止水筆仔胎生苗溢出，再度入侵整治區。一次整治可節省一年的維護經費，也讓棲地早一年回復原本河口灘地樣貌。可早日吸引大量鸕鶿科鳥類來此覓食。

(三) 客雅溪口成為北台灣賞鳥園區

客雅溪早年為一寬廣泥灘地河口(圖四十九)，是候鳥遷徙覓食棲地，現因紅樹林擴散佔據，使河道縮減，出海口灘地也長滿紅樹林(圖五十)。鸕鶿科鳥類及涉禽覓食棲地消失隨之鳥蹤遞減。紅樹林清除後可還原泥灘棲地，舊魚池整治為淺池，可提供涉禽雁鴨科鳥類覓食棲息，周邊可設賞鳥塔、賞鳥牆等賞鳥設施，與金城湖連結成賞鳥廊道，將可增加賞鳥豐富度，闢成為北台灣最佳賞鳥園區。



圖四十九：早期客雅溪出海口



圖五十：客雅溪出海口已被紅樹林占據

十一、結論

香山濕地紅樹林面積於 2009 年進行測量，面積高達 141 公頃。歷年來 (2007~2013) 連續實施紅樹林清除，再加上 2014 年度大庄區大面積清除，使香山濕地紅樹林面積逐年縮減。本(2017)年度海山厝清除 1.5 公頃，客雅溪清除 6.5

公頃。目前，香山濕地紅樹林面積已縮減為海山罟 7.5 公頃，客雅溪 17 公頃，回復原本棲地，大面積灘地、潮池、河溝一一回復，候鳥數逐年回升，顯見歷年來之清除與維護成效。

紅樹林生態系不論在生態、環境保護或是學術教育以及經濟價值上都具有相當重要的貢獻。但是，紅樹林的生長與香山濕地原有之生物多樣性卻是相抵觸的。然而，紅樹林並不是原罪，重點是我們必須認清保育的重點是甚麼？1994 年李前總統登輝先生自印尼返國後，指示應廣植紅樹林以保護西部海岸，因而各縣市政府積極進行許多紅樹林栽植及復育計畫(范貴珠，2011)。事實上，「栽植」紅樹林並不能與「復育」紅樹林劃上等號。建議應該只在原有紅樹林生態系被破壞地區進行復育；至於原無紅樹林之海岸地區，是否需廣泛栽植紅樹林，則必需審慎評估後再作決定(范貴珠，2011)。海岸環境相當敏感，一旦棲地上的物種稍有變動，整個海岸生態環境都將隨著改變。站在生物多樣性保育的角度來考量，我們必須維持棲地的多樣性，而非僅以單一物種為主的棲地或物種的保育為著眼點。栽植或是擴張紅樹林的不良後果散見於一些學術報告，包括特殊本土物種的消失、底棲無脊椎動物棲息地的減小、鳥類覓食場所的縮減等等，然而均常為人所忽略。當我們要去改變一塊已經穩定的生態棲地時，應該先考量這種改變對於當地非紅樹林相關生物的影響程度。並非一定要在每一塊溼地上都種大片的紅樹林，才算是保育工作的成功。任意變更原先已經穩定的生態環境或一些不可能變更為紅樹林棲地的地區，花費經費種植紅樹，栽種的紅樹林，不但使得原本的棲地被破壞

殆盡，紅樹林也因環境根本不合適而死亡或生長不佳，或因快速擴散帶來負面效應。

依據新竹市濱海野生動物保護區設立目標與保護對象經營管理，候鳥(水鳥)棲息地維護及溼地底棲動物多樣性是最重要目標。紅樹林擴張則與上述的目標相違背，除非更改保護區經營管理目標，否則香山溼地紅樹林應該清除，至少要讓覆蓋面積降低至可以輕易控制的程度。本次計畫持續紅樹林整治，還原香山濕地原有棲地環境，顯見已達成目標。

十二、檢討建議

- (一) 本計畫作業時間為海茄苳繁殖旺盛期，大量落果隨潮水擴散至濕地各處，建議爾後紅樹林整治作業，應提前於海茄苳繁殖期前，即每年7月前，方能提升抑制紅樹林擴散效益。
- (二) 客雅溪紅樹林原計畫分三年整治，建議明年一次全面整治，後年只需作保固維護即可，棲地回復可提早一年，也可節省一年的維護經費。
- (三) 港北溝與港南溝水筆仔，建議協調二河局配合清除，若不能適時配合清除，則需於每年1~4月設網攔截水筆仔胎生苗，以保客雅溪整治成果。

十三、參考文獻

陳添水、賴國祥、薛美莉，1994。五梨跤及欖李之初步復育。自然保育季刊。

薛美莉，1995。消失中的濕地森林—記台灣的紅樹林。台灣省特有生物研究保育中心。

薛美莉，1995。淺談紅樹林之生育環境。台灣省特有生物研究保育中心。

許慶文，1998。竹塹海濱植物。新竹市立文化中心。

邵廣昭，1998。海洋生態學。國立編譯館。

韓乃鎮、邱勤庭，1999。台灣沿岸濕地調查。

劉靜榆，1999。大肚溪口野生動物保護區生態導覽。彰化縣政府、行政院農業委員會特有生物研究保育中心。民生報社。

謝蕙蓮、陳章波、李英周等，2001。台灣西海岸濕地生態保育軸經營管理之規劃。中央研究院動物研究所。

范貴珠，2006。適用於台灣之紅樹林造林技術。台灣林業雙月刊。

蔡嘉揚，2007。中西部海岸環境與面臨之困境與可能解決之道。生態台灣季刊。

楊樹森、黃淑珍、呂宜芳、梁峙峰，2007。認識香山濕地。新竹市政府。

楊樹森，2010。香山濕地紅樹林整治及效益評估計畫。內政部營建署。

104 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫。

105 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫。

楊樹森，2015。新竹香山溼地紅樹林擴張歷程及其可能因素探討。濕地學刊第三期。

附件一：106 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫期中報告審查

意見執行情形

審查委員	審查意見	執行情形
呂副處長清松	1. 清除作業歷程請用表格呈現。	於期末報告依機械及人力清除歷程表格化呈現。
	2. 請增加表目錄、圖目錄以利審查。	於期末報告增列表目錄及圖目錄，並分列清除前、中、後順序以利審閱。
	3. 增加未來展望可列入相關建議(例如：報告中提及紅樹林若不清除，兩年後將佔據金城湖)。	將於期末報告中增列未來展望及討論，闡述紅樹林對香山濕地環境生態的影響。

附件二：106 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫期末報告審查

意見執行情形

審查委員	審查意見	執行情形
呂副處 長清松	1、紅樹林清除後棲地影響，效益如何？粒徑變化狀態情形如何？	1、棲地及粒徑改變須有專業儀器取樣分析，不在本計畫執行能力及合約範圍。
	2、效益評估需有數據，若無則該項拿掉。	2、報告內容引述為 99 年效益評估計畫報告，當時範圍位置不及現在寬廣，怕有以一概全之誤，成果報告中不再贅述。
	3、港北港南溝配合清除、請行政單位協調。	3、敦請市府權責單位協調辦理。
	4、人力與機械清除差別性應加以敘述。	4、已於成果報告中增列(二)、人力清除與機械清除之比較中敘述。
陳科長	1、項目二建議改希望	1、已遵照辦理

秀女	達成目標	
	2、項目二第二段內容有負面文字建議調整。	2、第二段內容(再不積極處理)，內容已做調整。

附件三：期末報告內容修改對照表

修改前

二、計畫目標

香山濕地因近年無颱風侵擾，海茄苳結果率大大提高，繼而擴散至香山濕地整個低潮線帶及蚵田區。再不積極處理，若干年後，香山濕地（海山漁港以北至三姓溪以南）紅樹林覆蓋面積恐高達 348 公頃。嚴重改變濕地（北台灣最寬廣的潮間帶）原有的生態環境，而生活在其中的各物種將隨之大量減少或消失，進而使得生態觀光功能褪色，連帶影響新竹沿海的整個生態體系。又大庄區及客雅溪口紅樹林為香山濕地紅樹林之最大擴散源頭。

香山濕地紅樹林分別曾於 2007、2008、2010 與 2014 年執行局部試驗性整治工作。2010 年進行維護監測與效益評估，針對下列可能性進行紅樹林整治之後微棲地改變的效益評估。

- （一）紅樹林整治前後底質粒徑的改變程度。
- （二）紅樹林整治前後底質氧化還原層深度之改變。
- （三）紅樹林整治前後底質表面 10 公分有機碳含量變化。
- （四）紅樹林整治前後底質中硫化氫（ H_2S ）的含量變化。
- （五）紅樹林底下及整治後底質表面溫度之連續監測。
- （六）紅樹林內及整治後底質表面初級生產量（葉綠素的含量）

之差異。

(七) 紅樹林整治前及清除後螃蟹群聚組成的特徵變化。

(八) 紅樹林整治前及整治後底棲生物群聚組成結構之變化。

(九) 辦理專家學者及社區民眾座談會，以廣納意見、建立共識。

幾經評估建議『整治紅樹林對生態環境都成正面效益』，本工作辦理將此區域內紅樹林全數剷除。

香山紅樹林整治原以回復台灣招潮蟹為出發點，勘查後發現紅樹林尚有『阻礙河口排洪、攔阻垃圾、蚊蠅繁衍溫床、附近居民及遊客遭臺灣缺蠓（黑金鋼）叮咬』的情形，且非常嚴重。經居民及民意代表多次陳情，新竹市政府下定決心，面對問題大刀闊斧的作為，解決紅樹林帶來的負面效應，達到最大效益。本次計畫繼以機械配合人工維護整治，遏止紅樹林擴散，避免後續維護費用，達最經濟目標。

修改後

二、希望達成目標

香山濕地紅樹林的快速擴張，不僅降低了本地生物的多樣性，同時也嚴重影響附近河口的排洪，並引發蚊蟲叮咬在地住民、遊客等環境衛生問題。這些現象都是當時栽種紅樹林時所始料未及的課題。為維護

香山濕地的生物多樣性，以及改善河口排洪與周遭環境衛生等問題，持續整治紅樹林實有其必要性與迫切性的考量。勘查後發現紅樹林尚有『阻礙河口排洪、攔阻垃圾、蚊蠅繁衍溫床、附近居民及遊客遭臺灣缺蠓（黑金鋼）叮咬』的情形，且非常嚴重。經居民及民意代表多次陳情，新竹市政府下定決心，面對問題大刀闊斧的作為，解決紅樹林帶來的負面效應，達到棲地復育最大效益。本次計畫繼以機械配合人工維護整治，疏通河口，縮小紅樹林面積，遏止紅樹林擴散，回復原本泥灘棲地，節省後續維護費用，以達最經濟護育棲地目標。

修改前

討論

（一）香山濕地紅樹林栽植擴散的歷程

香山濕地紅樹林的演替起點並非出自天然的遷入，根據日治時期文獻，香山溼地並沒有紅樹林的紀錄，當時最接近香山溼地的紅樹林是在北方 12 公里遠的新豐一帶，島田(1932)於調查報告中詳述其分佈狀況，紅樹林出現在目前新豐坑子口溪一帶的乾潮水道，出現的物種有海茄苳及水筆仔，文中並未提及竹北以南的頭前溪及客雅溪是否有紅樹林的分布(島田，1933a;1933b;1934)。目前新豐坑子口溪的紅樹林面積達數十公頃，都是成熟的樹林，每年都可以輸出數量龐大的

種苗筆胎至鄰近的地區，但是香山溼地的紅樹林是人為栽植而來。

香山溼地早年的紅樹林栽植歷程可追溯至地方性工作紀錄。新竹地方政府於民國 48 年在海山罟種植水筆仔及海茄苳，當時正值新竹海埔地開發的時期，成效並不良好。78 年再度由新竹縣政府委託行政院退除役官兵輔導委員會於客雅溪口種植水筆仔；85 年又在三姓溪口以南的泥灘地種植海茄苳及紅海欖。民國 80 年之後除了官方造林之外，民間也有部分熱心保育的民眾自行栽植幼苗，協助紅樹林族群的拓展，民間小規模的栽植間歇維持至 90 年之後。紅樹林成功的在香山溼地建立族群大致在 90 年代末期，之後迅速擴張其範圍。

根據 Google 地圖，民國 91 年(Google earth;map period 2002)的航照圖顯示香山溼地紅樹林覆蓋總面積不超過 10 公頃。96 年大庄溪口以南，靠近堤岸的溼地已經出現大面積的紅樹林覆蓋，香山溼地紅樹林總面積已經接近 100 公頃，5 年之間增加將近 10 倍。紅樹林擴張並未停止，截至 103 年為止，包含被清除掉的紅樹林總面積達 170 公頃。紅樹林組成以海茄苳向外灘擴展的程度最大，少部分植株甚至在牡蠣養殖區的高灘地上著生幼苗，水筆仔主要仍集中在近岸的高灘地。

(二) 造成紅樹林擴散之可能環境因子

生態系的基本組成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；而生產者(綠色植物)、消費者(以其他生物為食)及分解者(細菌和真菌)等則屬於生物因子。一個地區生態系的生物特徵與當地環境因子息息相關，香山濕地也不例外，茲就香山濕地紅樹林生長及擴散之相關因子分析如下：

1. 溪流匯入

香山濕地有三大河系匯入，分別為頭前溪、客雅溪及鹽水溪。河流攜帶來自中上游的有機碎屑、化學污染物及河沙等物質，這些物質雖都與香山濕地上的生物有極為密切關係，但此處僅就「河流攜沙」一項作討論。

早期每年於洪水期，河流自上游挾帶大量土石傾瀉而下，至下游河道坡度減緩，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，粒徑較小的細泥則經潮流帶動流經紅樹林區。紅樹林阻礙了水的流速，同時也將細泥留了下來，而這也是紅樹林植生環境產生泥化的原因。

2. 潮汐

新竹位於台灣西海岸，每日各有二次漲退潮。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4.91~5.39公尺。香山濕地每月於農曆初3及18日出現最高潮位，初10及25日出現最低潮位。初3至初10日，每天潮位漸漸減低，

稱為下潮期；初 10 以後，潮水漸漸上漲，直至初 18 日潮位達最高點，此階段稱為上潮期，平均潮位約 35 公分/天。潮位的變化看似平常，但卻是攜帶紅樹林植物種子及胎生苗的主要營力。

香山濕地的潮流方向大致與等深線平行，漲潮時向東北；退潮時向西南，速度約 30~50cm/sec。沿岸潮流對紅樹林的生長與散播沒有明顯作用，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，並在沿岸受風面的凹處聚集，造成大量的植株在此處密集叢生。

依據潮位與地面高度關係，可發現農曆初 3 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水逐日攜帶至較高之灘地，而其餘的時間為潮位低於灘地時期，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的環境中順利發根及固著。

水筆仔之胎生苗與海茄苳之蒴果分別於春季和秋季成熟，藉由潮水帶動，水筆仔的胎生苗就逐漸於海山漁港北側、海山厝南側擴散至高潮線處的岸邊生長；而海茄苳的蒴果則由退潮的水流帶出外灘地，並呈現多方向性的擴散到處蔓延。

3. 風力

香山濕地緊鄰臺灣海峽，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 6.4~6.9m/sec，主要風向北北東到東北方之間。夏季風速為 4.2~6.1m/sec，主要風向為南南西到西南之間，最大風速都可達 14.6m/sec 以上。

新竹沿海地區強勁的風力對紅樹林植物之擴散是助力也是限制因子，故若單獨生長之紅樹林植株，初期需獨自對抗強風水流，根頭長得較粗大，約需 6 年才能順利長大茁壯，但若有其它植株遮蔽強風，則可順利於 2 至 3 年內長成並開花，風力在紅樹林繁殖期成為種苗擴散的助力之一。

以 2013 年為例，有二次颱風襲擾。8 月 20 日潭美颱風來襲，此時期海茄苳正值花期，蒴果均未成熟，經強風一掃，樹梢頂部的花果多數被打落，但下方處的枝極則不受影響(如圖四十九)。9 月 19 日天兔颱風來襲並將成熟蒴果全數打落，隨風浪四處飄散、蔓延。

颱風若在海茄苳蒴果尚未成熟時來襲，可將部分花苞及小果實打落，對棲地維護有利；颱風若 9~10 月份來襲，此時蒴果已成熟，遭打落的蒴果隨風浪四處蔓延，將不利棲地維護。

圖四十九：颱風掃過的花果(海茄苳)

4. 砂丘

香山濕地的砂丘分布於海山漁港南岸及鹽水溪南岸。然而，因砂丘地形易受季風及潮浪的營力作用而呈現不穩定的型態。沙粒本身無含水能力，不利於植株著根生長，因此砂丘地形成為紅樹林擴張的限制因子之一。

(三) 擴散營力之探討

1. 水筆仔擴散營力

香山濕地的水筆仔胎生苗於每年 2~4 月間成熟，掉落的胎生苗受潮水與東北季風兩種營力作用。當東北季風的作用力大於潮水時，胎生苗便往南漂移，停滯於受風面的凹處岸邊、灘地，或原有的紅樹林區。水筆仔之胎生苗具飄浮特性，成熟掉落後受潮水承載，再加上風力的作用而四處漂流，一旦被潮水帶離岸邊則無法著地，也就了無生機；但若被潮水及風浪推送至岸邊，會隨著潮水有小、中、大潮變化，故可受潮水的作用而一天天的被推上岸邊的最高潮線一帶，待下一次的大潮到來前，有 15 天的時間可供水筆仔之胎生苗固著生長。由於此一特性，使水筆仔易被侷限在岸邊繁衍生長，而不容易往外灘地擴散。水筆仔在栽植前幾年因植株間距寬，未能抵抗風浪立穩於灘地，在此情況下水筆仔板根會長得特別發達粗壯(如圖五十)；而在周圍增

加植株時，則由於緊密叢生需彼此競爭陽光，植株皆筆直生長(如圖五十一)。

2. 海茄苳擴散營力

香山濕地海茄苳的蒴果於每年的 8~10 月成熟。此時期正是西南氣流與東北季風的交會期，9 月前西南氣流旺盛，而 9 月過後東北風開始稍加增強，香山濕地海茄苳的蒴果便是在季風與潮流的雙重營力下四處擴散。

海茄苳蒴果在成熟中期只要根毛已發育，無論蒴果大小皆可發育生長(如圖五十二)。蒴果剛掉落時會浮在水面約一天的時間，當吸飽水後，子葉會膨脹撐開種皮，即沉入水中隨潮流帶動，若灘地上有凹洞或雜物卡住，退潮時能裸露地面照到陽光，便有機會生長；若被帶至較深水域則無法生長，又或被沖上岸邊吸收不到水分也會乾黑枯死(如圖五十三)。

修改後 討論

(二)、人力清除與機械清除之比較

紅樹林採機械式清除，在時間上而言，比人力清除來得省時，然而潮間帶泥濘的底質及海水的鹽度將提高機械的故障風險，因此經費成本比人力清除還高，人力清除與機械清除比較如(表五)。此外，因作業時須將底泥翻起挖溝掩埋紅樹林，對棲地而言是一種大面積的擾動，

至於棲地及生物的回復狀況比人力來慢。

剷除後的紅樹林枝幹含鹽分及泥巴，無法作為製紙原料，大枝幹帶土也無法進焚化爐，因此只能就地掩埋，是目前較適當地處置，且機械作業也有遺落之處仍需人力配合作為最後清理。

表五、紅樹林清除作業方式比較表

清除方式 比較項目	人工(使用大堀仔)	機械(怪手鏟斗)
一、植株大小	能剷除 10 年以下植株 海茄冬徑粗約 15 公分以下。 水筆仔徑粗約 25 公分以下。	能剷除植株年齡不限。 海茄冬徑粗不限。 水筆仔徑粗不限。
二、地質	硬質灘地：利於人力作業 泥濘地：行走困難，作業費力，工時增加。	硬質灘地：利於機械作業 泥濘地：須搭鐵板或浮筏，工時增加，機械陷入搶救困難。
三、枝幹處理	一、用人工以竹擔架搬	剷除後枝幹挖溝就地掩埋

	<p>上岸，載運至焚化爐。</p> <p>一公頃 4 人一組×3 組× 10 工作天×2000 元 =240,000 元</p> <p>二、若原處堆置，會因 颱風潮水四處散落影響 漁民灑網作業，若被浪 潮推至岸邊，有礙海岸 瞻觀。</p>	
四、環境干擾	<p>一、造成灘地表面干擾。</p> <p>二、大量落葉腐爛，硫 化物增加，影響表層生 物，經約三周潮水沖刷 即可緩解。</p>	<p>一、灘地整區翻攪，底層還原 層被戴上表層，有利灘地表層 生物條件改善。</p> <p>二、被埋枝幹腐爛分解時間 長，約需 3~5 年才能完全分解， 不影響表層生物。</p>
五、對生物影響	<p>三、 人工作業進度 慢，生物有逃跑及適 應緩衝時間。</p>	<p>一、作業進度快，生物適應緩 衝時間短，傷害性大。</p> <p>三、 棲地干擾性大，回復時</p>

	<p>四、 棲地干擾性</p> <p>少，回復時間短。</p>	<p>間長。</p>
六、限制因素	<p>因 作業環境髒、泥濘、濕熱等，相當辛苦，人員須實施訓練，加強其剷除作業熟練度，因此人工作業進度緩慢。</p>	<p>四、 作業時效快，不分植株大小粗細均能作業，可做大面積清除。</p> <p>五、 泥濘區須搭鐵板或浮筏作業， 較耗費工時，又因海水易腐蝕機件，造成機具耗損，相對成本高。</p> <p>六、 適合平坦灘地作業，潮溝邊緣斜坡處容易造成機械滑落。</p>
七、作業成本	<p>一、5 年以下植株清除 1 公 頃，以 10 個人為一基本人數，約需 10 個工作天。</p> <p>10 人×2000 元×10 天 =200,000 元</p> <p>二、5 年以上植株，每增</p>	<p>200 型怪手加拖板車，一天 16,000 元×2 部×5 天=160,000 元</p> <p>1 公頃紅樹林剷除與掩埋約 160,000 元(未含管理及風險評估費)。</p>

	加 一年則須增加 5 個工 作天。10 人×2,000 元×5 天=100,000 元	
--	---	--

附件一：放樣及清除範圍座標圖

106 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫清除範圍放樣照



海山罟第 1 點



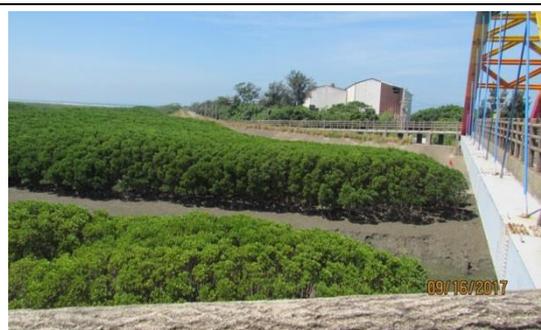
海山罟第 2 點



海山罟第 3 點



海山罟第 4 點



客雅溪港北溝口北側整治範圍插桿標示



客雅溪港北溝口南側整治範圍插桿標示



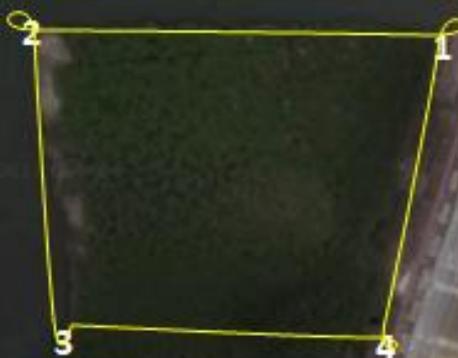
客雅溪紅樹林公園整治範圍插桿標示



客雅溪北岸整治範圍差桿標示

長興街出水口清除範圍座標圖

- 1 24753619
120905264
- 2 24753675
120903798
- 3 24752694
120903870
- 4 24752583
120905060



- 1 24810029
120912921
- 2 24810663
120915528
- 3 24811239
120915612
- 4 24811163
120915708
- 5 24810466
120915805
- 6 24810270
120917079
- 7 24808993
120916502
- 8 24807618
120915901
- 9 24806491
120917742
- 10 24807278
120916509
- 11 24808338
120917449
- 12 24809329
120918753

- 13 24809932
120917524
- 14 24810434
120917212
- 15 24811175
120415864

客雅溪清除範圍座標圖



附錄二：清除前後比對照

海山罟人力維護整治		維護前、後對比照	
			
海山罟維護區(藍天橋段) 維護前		海山罟維護區(藍天橋段) 維護後	
			
海山罟維護區(藍天橋段) 維護前		海山罟維護區(藍天橋段) 維護後	
			
海山罟維護區(藍天橋段) 維護前		海山罟維護區(藍天橋段) 維護後	

	
<p>海山罟維護區(藍天橋段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(藍天橋段) 維護 後</p>
	
<p>海山罟維護區(藍天橋段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(藍天橋段) 維護 後</p>
<p>海山罟維護區(紅海欖段) 維護前、後對比照</p>	
	
<p>海山罟維護區(紅海欖段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(紅海欖段) 維護 後</p>

	
<p>海山罟維護區(紅海欖段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(紅海欖段) 維護 後</p>
	
<p>海山罟維護區(紅海欖段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(紅海欖段) 維護 後</p>
	
<p>海山罟維護區(紅海欖段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(紅海欖段) 維護 後</p>
<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護前、後對比照</p>	

	
<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護 後</p>
	
<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護 後</p>
	
<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護</p>

	
<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護 後</p>
	
<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護 前</p>	<p>海山罟維護區(鹽港溪段) 維護 後</p>
<p>大庄維護區(三姓公溪至大庄溪) 維護前、後對比照</p>	
	
<p>大庄維護區(彩虹橋下方) 維護 前</p>	<p>大庄維護區(彩虹橋下方) 維護 後</p>

	
<p>大庄維護區 三姓公溪出海口 維護前</p>	<p>大庄維護區 三姓公溪出海口 維護後</p>
	
<p>大庄維護區(彩虹橋至西濱公路) 維護前</p>	<p>大庄維護區(彩虹橋至西濱公路) 維護後</p>
	
<p>大庄維護區 三姓公溪北側小溝 維護前</p>	<p>大庄維護區 三姓公溪北側小溝 維護後</p>

	
<p>大庄維護區(大庄溪至水資源局) 維護前</p>	<p>大庄維護區(大庄溪至水資源局) 維護後</p>
	
<p>大庄維護區(大庄溪至水資源局) 維護前</p>	<p>大庄維護區(大庄溪至水資源局) 維護後</p>
	
<p>大庄維護區(大庄溪至水資源局) 維護前</p>	<p>大庄維護區(大庄溪至水資源局) 維護後</p>

	
<p>大庄維護區(大庄溪至惠民宮) 維護前</p>	<p>大庄維護區(大庄溪至惠民宮) 維護後</p>
	
<p>大庄維護區(大庄溪至惠民宮) 維護前</p>	<p>大庄維護區(大庄溪至惠民宮) 維護後</p>
<p>港南溝維護區 維護前、後對比照</p>	
	
<p>港南溝維護區 維護前</p>	<p>港南溝維護區 維護後</p>



港南溝維護區 維護前

港南溝維護區 維護後



港南溝維護區 維護前

港南溝維護區 維護後



港南溝維護區 維護前

港南溝維護區 維護後

	
<p>港南溝維護區 維護前</p>	<p>港南溝維護區 維護後</p>
<p>金城湖維護區 維護前、後對比照</p>	
	
<p>金城湖維護區 維護前</p>	<p>金城湖維護區 維護後</p>
	
<p>金城湖維護區 維護前</p>	<p>金城湖維護區 維護後</p>

	
<p>金城湖維護區 維護前</p>	<p>金城湖維護區 維護後</p>
	
<p>金城湖海堤外側(機械整治區)維護前</p>	<p>金城湖海堤外側(機械整治區)維護後</p>
<p>機械整治比對照</p>	
	
<p>海山罟長興街出水口 整治前</p>	<p>海山罟長興街出水口 整治後</p>
	
<p>長興街出水口 整治前</p>	<p>長興街出水口 整治後</p>



港北溝口北側 整治前



港北溝口北側 整治後



港北溝口南側 整治前



港北溝口南側 整治後



港南溝口前 整治前



港南溝口前 整治前



紅樹林公園前 整治前



紅樹林公園前 整治後



港南溝港北溝之間 整治前



港南溝港北溝之間 整治前



客雅溪北岸 整治前



客雅溪北岸 整治後

附錄三：工作花絮

	
<p>水資源中心西方水筆仔幼株</p>	<p>風情海岸西側海茄苳幼株</p>
	
<p>風情海岸朝山段海茄苳幼株</p>	<p>風情海岸朝山段水筆仔幼株</p>
	
<p>三姓溪北岸支流水溝內水筆仔， 為大庄區水筆仔幼株的源頭</p>	<p>三姓溪彩虹橋東側溝內海茄冬， 為大庄區海茄苳幼株的源頭</p>

	
<p>海山罟靠鹽水溪段外灘大量海茄 莖幼株</p>	<p>海山罟靠鹽水溪段外灘海茄莖幼 株綿延密布</p>
	
<p>海山罟靠鹽水溪段外灘潮溝裡海 茄莖幼株密密麻麻</p>	<p>海山罟靠鹽水溪段外灘大量海茄 莖幼株</p>
	
<p>海山罟靠鹽水溪段外灘潮溝裡海 茄莖幼株密密麻麻</p>	<p>海山罟靠鹽水溪段外灘潮溝裡海 茄莖幼株密密麻麻</p>

	
<p>海山罟靠鹽水溪段外灘占滿海茄 芩幼株</p>	<p>溝邊斜坡依然是海茄芩落腳處所</p>
	
<p>海茄芩蒴果隨潮水站上濕地沙丘</p>	<p>海茄芩蒴果隨潮水站上濕地沙丘</p>
	
<p>海山罟紅樹林區外灘海茄芩幼株</p>	<p>海山罟紅樹林區外灘紅海欖區海 茄芩幼株</p>

	
<p>紅海欖區海茄冬幼苗</p>	<p>紅海欖區海茄冬幼苗</p>
	
<p>紅樹林邊成為鷺科鳥類避風處</p>	<p>紅樹林邊成為鷺科鳥類避風處</p>
	
<p>雇工人員講習</p>	
	
<p>講習後於海山罟實作</p>	

	
<p>港北溝至丁酉橋間清除</p>	<p>三姓橋東側海茄苳擴散源清除</p>
	
<p>三姓橋東側海茄苳擴散源清除</p>	<p>三姓溪北岸支流水筆仔擴散源清除</p>
	
<p>海山罟中段早生地維護清除</p>	<p>海山罟中段維護清除</p>
	
<p>海山罟南段草生地維護清除</p>	<p>鹽水溪北岸維護清除</p>



鹽水溪北岸維護清除



鹽水溪北岸早生地維護清除



鹽水溪北岸早生地維護清除



海山罟南端灘地維護清除



海山罟南端灘地潮溝維護清除



大庄釣魚池人力維護清除



台灣招潮蟹區整治



三姓溪口人力整治



客雅溪口人力整治



金城湖人力維護清除

機械整治作業進行



機具進駐組裝



海山畝正動工



海山畝整治情形





海山罟 10 月 9 日完工



工程告示牌

機械驚險進入港北溝





港北溝口整治情形





紅樹林公園旁大魚池整治



客雅溪北岸整治作業



客雅溪北岸整治作業完成



機械無法施作觸及遺漏處以人力清除

客雅溪機械整治區完工情形



客雅溪機械整治作業完工情形

紅樹林機械整治暨人工維護驗收由科長帶領驗收



科長深入仿若森林的紅樹林中視
察

工作人員隨伺在側務求將紅樹林
小苗完全清除



海山罟人工維護區驗收

大庄人工維護區驗收



金城湖人工維護區視察 喜見黑面琵鷺



金城湖海堤外側機械整治區視察