

108 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫

成果報告

張登凱 曾佩雯

輔助單位：林務局

主辦單位：新竹市政府

執行單位：財團法人荒野基金會

中 華 民 國 一 〇 九 年 二 月 六 日

目錄

一、文獻回顧.....	3
二、計畫目標	5
三、計畫基本資料概述.....	6
四、計畫整治範圍	7
五、自然環境概述	8
六、作業方式	10
七、作業考量事項	11
八、作業時程	11
九、整治作業實施	12
十、整治成果	21
十一、討論	22
十二、結論	29
十三、檢討建議	31
十四、參考文獻	32
附件一、期中審查意見執行說明	34
附件二、期末審查意見執行說明	35
附件三、整治作業照片	38

摘要

新竹市濱海野生動物保護區因紅樹林擴張造成的陸化效應及棲地單一化影響，降低了濕地生物多樣性。在學者的建議下，倡議適度砍伐紅樹林、控制面積與數量。本計畫範圍為客雅溪南岸至港北溝，總面積共 13 公頃，以機械配合人工方式進行整治，以維持歷年整治成效。本計畫採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，對香山濕地紅樹林擴散必有減緩及抑制作用。香山濕地紅樹林經 2007~2019 年清除整治，全區已幾乎恢復原本棲地樣貌，確保生物多樣性，特有物種台灣招潮蟹族群也持續繁衍。原本藏汙納垢、蚊蠅孳生叮咬遊客等現象也已見改善，且疏通河口改善排洪。香山濕地棲地復原不但降低棲地維護成本，而且還給居民親海權，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 Costal Wildlife Refuge, and it was reducing wetland biodiversity. At the suggestion of scholars, mangroves are moderately harvested, and reduced its area and quantity. This project includes the south shore of Keya River to Gangbei Ditch. Among them, 13 hectares were removed by mechanical and manual to maintain past results. In this plan, the floating raft vehicle mechanical restoration method is a major breakthrough in mangrove remediation technology and can be used as a mangrove restoration model, and it should be able to inhibit the expansion of mangroves of Xiangshan Wetlands. Renovation and maintenance for mangroves of Xiangshan Wetlands from 2007 to 2019, almost had returned to its original status, and ensure the conservation of biodiversity. At the same time, the endemic species *Uca formosensis* can breed sustainably. The problems of mangroves such as filth, mosquitoes breeding and tourist bitten by mosquitoes have been improved, and dredged the estuary to improve flood drainage. The restoration of the Xiangshan wetlands habitat not only reduces the cost of habitat maintenance, but also returned the closing ocean rights to residents, to lift the barrier of mangroves, can easily enjoy observing crabs and birds, and finally benefit the tourism promotion..

一、文獻回顧

香山濕地早年的紅樹林栽植歷程可追尋至地方性工作紀錄，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；86 年又在三姓公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。

香山濕地環境適合紅樹林生長，幾年後快速擴張，不僅降低了本地生物的多樣性，且嚴重壓迫到台灣招潮蟹的棲地環境，幾年後更發現嚴重影響附近河口的排洪，近年來更引發蚊蟲叮咬在地居民、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。

香山濕地於 2007 年起，於海山罟北岸台灣招潮蟹區實施 1 公頃人力方式整治紅樹林，整治原以回復台灣招潮蟹為出發點，後陸續發現紅樹林尚有『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鉅蠓（黑金鋼）叮咬』的情形非常嚴重，經居民及民意代表多次陳情，新竹市政府在管理權責上決定進行紅樹林整治，整治工作持續至 2019 年，歷年整治紅樹林區域如(圖一)。整治總面積達 164.3 公頃，解決紅樹林帶來的負面效應，設法回復河口灘地原始面貌。還原香山濕地原本棲地環境，2010 年經學術單位評估『整治紅樹林對生態環境都成正面效益』。

紅樹林在保護區近岸區域造成的陸化效應，外灘地泥化使得濕地的棲地趨單一化，除生物多樣性的影響外，紅樹林擴張入侵客雅溪口，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，河道縮小，水流的宣洩形成阻礙。



圖一：香山濕地歷年紅樹林整治區域圖

客雅溪口有港北溝、港南溝匯入，因紅樹林擴散快速，河道宣洩口長滿紅樹林使河道嚴重縮小，改變了宣洩口位置，造成宣洩口往後延長了610m如(圖二)。當豪大雨時期，河水不易快速宣洩排入海中，易造成河水氾濫問題。客雅溪口紅樹林，大量的幼苗溢出，紅樹林種苗隨水文入侵大庄區，104年整治區的成果將難以維持。因此從106年起連續3年共整治了25公頃。

客雅溪口保育區外有港北溝匯入，河道二旁水筆仔密布，每年1至4月有大量胎生苗隨水流溢出散落客雅溪口，若不一起整治剷除，客雅溪口紅樹林整治終將失敗，幾年後紅樹林依然長滿客雅溪口。因此本年度港北溝一併納入整治範圍，斷除種源，確保客雅溪口紅樹林整治成效。



圖二：客雅溪口湖樹林狀況圖

二、計畫目標

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』，依本工作辦理將此區域內紅樹林全數剷除。

104 年市府於大庄實施 62 公頃大面積整治紅樹林後，香山濕地紅樹林僅剩北邊客雅溪口 25 公頃，南邊海山畧約 10 公頃紅樹林。海山畧北有海山漁港防波堤阻擋，南有鹽水溪及沙丘，因地形限制，擴散受到局限，較易維護。客雅溪口紅樹林繁殖期種苗隨退潮水文帶出，北往頭前溪，南往香山濕地傳播，為香山的紅樹林最大擴散源頭，每年需撥補經費，實施香山濕地大面積之棲地維護。因此客雅溪口紅樹林基於棲地維護、疏通河口以利排洪，須全數剷除，方能維護香山濕地紅樹林整治成果。本次計畫繼以機械配合人工維護整治，遏止紅樹林擴散，節省後續維護費用，達最經濟目標。

三、計畫基本資料概述

(一)、工作名稱：108 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：2019.10.1~2020.5.1

(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、計畫整治範圍

本計畫清除客雅溪口南岸11.5公頃及港北溝約1公頃紅樹林，範圍如下：

(一)、客雅溪口南岸11公頃如圖三。

(二)、港北溝約1公頃如圖四。



圖三：客雅溪口南岸11公頃清除範圍圖



圖四：港北溝1公頃清除範圍圖

五、自然環境概述

香山濕地紅樹林分布，目前(108年)北區僅剩客雅溪口南岸約11公頃，為水筆仔與海茄苳之混合林。南區有海山罌紅樹林約10公頃，內有水筆仔、海茄冬、紅海欖、欖李等。在季風潮汐作用下，種苗容易溢出進入已整治區，尤其以香山濕地北邊的客雅溪口紅樹林最為嚴重。此區位處河口，早期紅樹林未大量擴散時，客雅溪口灘地是鸕鶿科鳥類的大本營，可見大批水鳥灘地覓食、石礫區休息。紅樹林擴散至出海口，造成灘地縮減，鸕鶿科鳥類在此匿跡。且此區種苗隨潮汐漲退季風作用，溢出飄散至各灘地，是目前香山濕地紅樹林最大擴散種源區，需全數清除，才能遏制擴散，確保歷年的整治成果。

本108年度整治作業區，前端區域外圍皆為水筆仔的再生林，樹齡約20~30年，樹高約6~8m。海茄苳研判由大庄區植株蒴果隨水文作用移入，因此分布在外圍區域，樹林約20年，樹高約4~6m每年多散播大量蒴果，詳如清除區紅樹林狀況圖五。



圖五：清除區紅樹林狀況圖

清除區位處河口，紅樹林逐年生長擴散，阻礙水流攔截垃圾，沉積泥沙，使高程抬升，造成河道縮小深切。每逢大雨河水爆滿沖刷作用力大，河岸水筆仔與海茄苳根系仍然抵擋不了而崩塌如圖(六)。



圖六：清除區河溝冲刷情形

六、作業方式

本次作業區為客雅溪南岸，機械須渡河，增加作業難度，因河口灘地泥濘，怪手須搭載浮筏才能作業，加上河岸陡坡，浮筏會有滑落危險，因此河岸陡坡區域須由人力接替，且機械施作區易有遺落小植株，也須靠人力作最後清除。因此本次作業繼以機械搭載浮筏配合人力整治，以利清除客雅溪出海口南岸及港北溝紅樹林，疏通河口，有效遏制紅樹林擴散至香山濕地各區域，徹底解決客雅溪口紅樹林阻礙河口問題，維持香山濕地生物多樣性之經營目標。

(一)、作業編組

管制中心：編組一人，負責作業進度掌控、資料彙整、作業報告、人員協調。

拍照組：編組一人，負責作業相關人事物拍照、協助資料彙整。

機械組：編組二人，負責機械式紅樹林清除作業。

人力組：編組四人、負責人力方式紅樹林清除作業。

(二)、作業時間

本會已連續三年實施清除作業，因河口地質多變，有石礫區、沙地區、泥濘區、河溝、河岸陡坡等，必須有相當的作業經驗方能在河口步步為營安全的施作。加上潮汐漲退速度快，基於人

員機具安全考量，每天只能利用乾潮灘地裸露出來時，才能施作。因此只能利用白天乾潮期約4~6小時的作業時間實施清除。

七、作業考量事項

- (一)、作業區緊鄰17公里海岸線，外縣市遊客對清除紅樹林作業可能會有不同看法，需有說明告示牌，減少反彈聲音。
- (二)、此區常有撿回收物及抓螃蟹人員進入紅樹林周邊，施工期間須設警示帶及告示牌(施工泥濘、身陷危險、禁止進入)警告。
- (三)、怪手作業需二車併行，左右分開相隔20公尺作業，兩車緊鄰作業，有狀況可在最短時間內相互支援救濟，現場須備妥拖救鋼索及配件，隨時做好拖救準備，且駕駛需隨身攜帶通訊設備與岸上人員聯繫。
- (四)、怪手無法作業處，斜坡處，河岸護坡石礫區，消波塊區等由人力作業接替。
- (五)、作業區有民眾放流刺網及捕鰻魚苗網，施工時垃圾枯枝會隨大潮水流出卡網，造成民眾抗議，因此被迫大潮前後二天需停工。

八、作業時程

月份 工作項目	9	10	11	12	1	作業率
進入路線勘查		—				2%
清除區範圍丈量插竿		—				5%
清除人員招募、講習訓練		—				3%
客雅溪口11公頃機械清除作業			—————			60%
港北溝1公頃紅樹林清除					———	20%
人力遺落植株清理					—	5%
成果統計報告					—	5%
作業總比率						100%

九、整治作業實施：

(一)、機械進入路線勘查

因作業區河岸有防坡堤設施，為避免機械、浮筏等重裝備吊掛上岸，傷及水泥設施，因此經勘查後選定港北溝金城橋旁河岸空地組裝，後由橋南岸擇一坡度小，河道淺、底硬之處渡河，於10月18日完成渡河到南岸作業區如圖(七)，進入路徑如圖(八)。



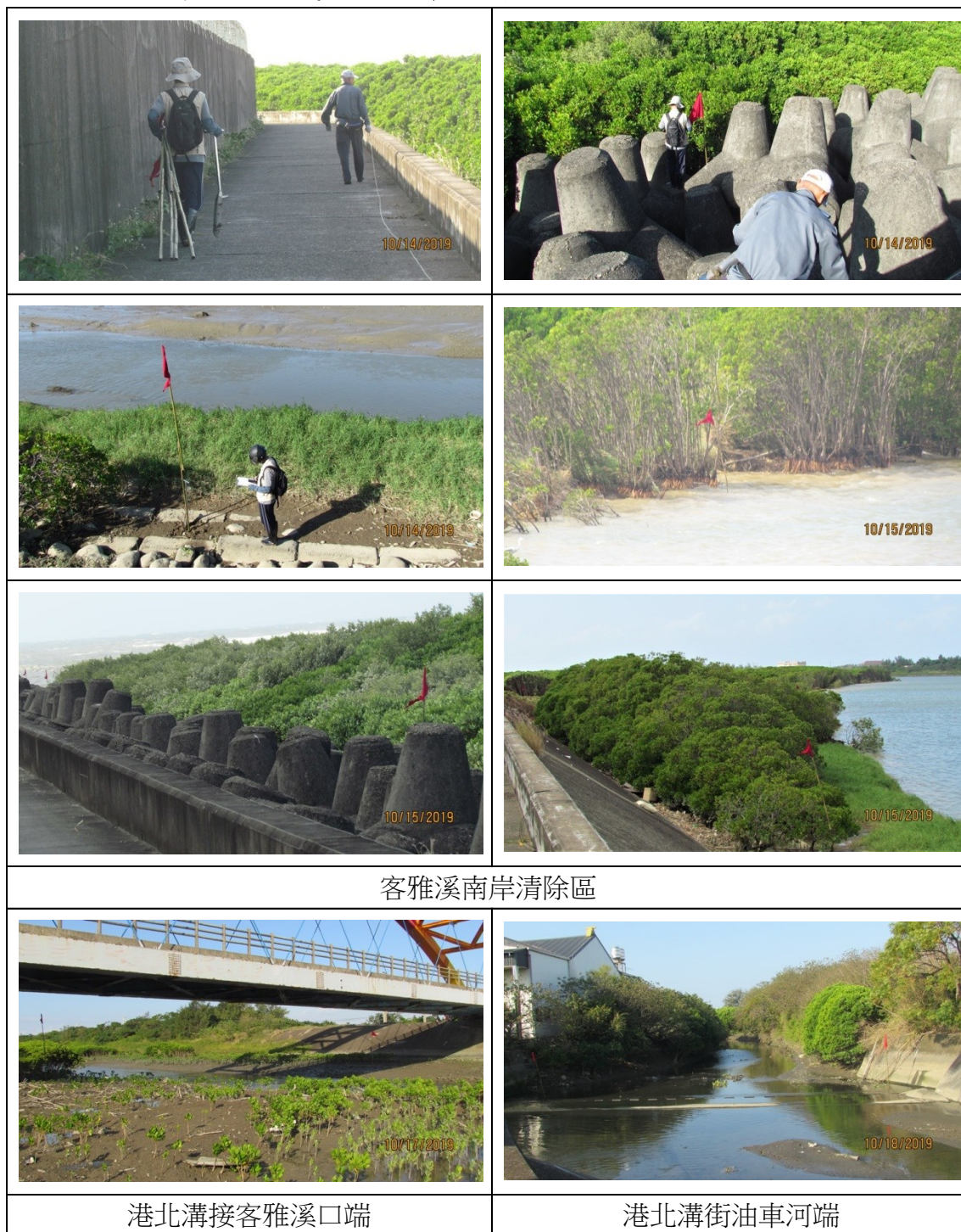
圖七：浮筏組裝



圖八：機械進入路線圖

(二)、清除區範圍丈量插竿

10月14日一組3人開始丈量座標定位，每隔100m插紅色旗桿標示，於10月18日完成定位插竿如圖九。



圖九：清除區座標定位標示圖

(三)、清除人員招募、講習訓練

本次作業以機械為主，在機械無法作業處，如河溝斜坡、護岸水泥設施處，才由人力接替，因此本次只招募四名臨時工如(圖十)，且都已有3年以上經驗。僅就現場環境，潮汐，作業範圍及時間等說明。



圖十：人力作業雇工

(四)、客雅溪口11公頃機械清除作業

機械於10月20日至作業區，開始實施清除作業。先開闢一條通往南岸防坡堤路徑，並於岸邊堆一高台，避免滿潮時機械淹水如(圖十一)。



圖十一：機械停放高台

清除區前端紅樹林高大且地質硬實不利掩埋作業，因此先以人

力鋸除高大植株切段載離，如(圖十二)。機械清除作業於10月25日正式展開。



高大植株以人工用鏈鋸鋸斷後載離

圖十二：高大植株清理圖

機械清除作業由清除區前段靠客雅溪彩虹橋端開始實施整治，此區域地質硬實怪手直接落地實施清除，約1公頃面積後地質逐漸濕軟，怪手即上浮筏以防陷入。

因河口區域有河溝及防波堤阻礙，沒有道路可利用，且大潮時灘地較泥濘，若怪手陷入泥濘中，大型機械無法進入施救，將造成嚴重損害，因此整治作業避開大潮期每月初三及十八日前後三天休息。整治作業先行將植株剷倒排列一旁，如(圖十三)，剷除後再實施掩埋作業，作業情形如(圖十四)。





圖十三：整治紅樹林剷除情形

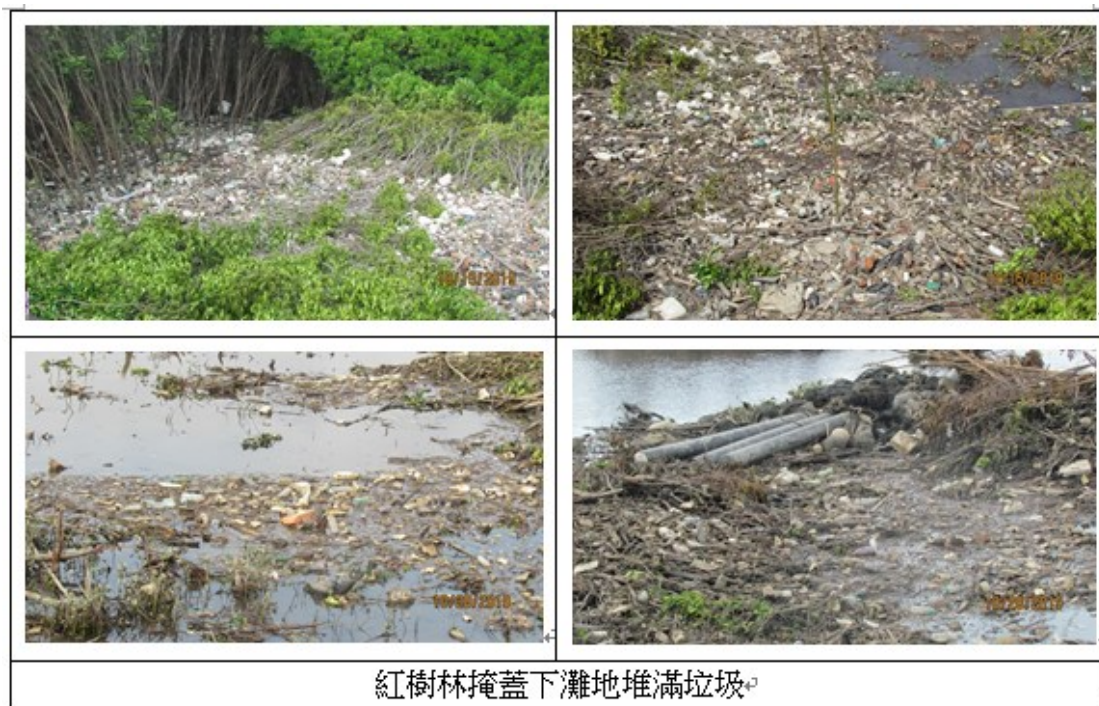




圖十四：客雅溪口南岸紅樹林整治掩埋作業情形

客雅溪紅樹林生長期約有40年，南岸因有垃圾掩埋場堤岸，東北季風期形成受風處，垃圾易隨風力潮水卡在此處，此處紅樹林長年攔截垃圾累積量相當可觀，當怪手鏟倒植株後可看到成堆垃圾如(圖十五)。

客雅溪口南岸整治區面積為11.5公頃，剷除掩埋作業已於12月20日完成機械整治作業。機械整治遺留植株，及河溝斜坡、消波塊等處，由人力接替作業，使用鋸子、大崛仔剷除遺留紅樹林植株，作業情形如(圖十六)。客雅溪口南岸整治區面積為11.5公頃，於12月24日全數完工。



紅樹林掩蓋下灘地堆滿垃圾。

圖十五：作業區紅樹林長年攔阻的垃圾





圖十六：客雅溪口人力作業情形

(五)、港北溝1公頃紅樹林整治：

港北溝清除區全長1.6公里，金城橋至客雅溪口於102年有整治過，屬再生林植株較小，金城橋以北保持原有植株相當粗大，越到上游溝面縮小深壑如(圖十七)，怪手無法施作須由人力接替作業。機械整治於12月25日開始整治如(圖十八)，2020年1月7日結束機械施工。機械無法施作處，及施作遺落的小植株，改由人力用鋸子及大堀仔剷除如(圖十九)。港北溝紅樹林整治作業於2020年1月14日完成。



金城橋以南至客雅溪為二次林

金城橋以植株粗大河面縮小

圖十七：港北溝紅樹林狀況



港北溝機械整治情形
圖十八：港北溝機械整治情形





圖十九：港北溝遺留植株由人力作業清除

十、整治成果

本計畫2019年10月1日簽約、已於2020年1月14日完成整治作業，共整治客雅溪南岸11公頃，港北溝1公頃。整治前後比對如(圖二十)。





圖二十：清除前後比對照

十一、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，香山濕地並沒有紅樹林的紀錄，當時最接近香山濕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，但是香山濕地的紅樹林是人為栽植而來。

香山濕地早年的紅樹林栽植歷程可追溯至地方性工作紀錄。新竹市政府於民國 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濕地建立族群大致在 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)的航照圖顯示香山濕地紅樹林覆蓋總面積不超過 10 公頃。96 年大庄溪口以南，靠近堤岸的濕地已經出現大面積的紅樹林覆蓋，香山濕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、化學汙染物及河沙等物質，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，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，但下方處的枝桠則不受影響(如圖二十)。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。



圖二十一：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)、紅樹林擴散營力之探討

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。水筆仔之胎生苗具漂浮特性，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(圖二十二)；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(圖二十三)。



圖二十二：單獨生長的水筆仔植株



圖二十三：密集生長的水筆仔植株

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(圖二十四)。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(如圖二十五)。



圖二十四：海茄苳蒴果上的根毛



圖二十五：被曬乾黑的海茄苳蒴果

(四)、紅樹林對香山濕地的衝擊

1. 早期的香山濕地僅是泥沙混合的潮間帶濕地，如今卻因紅樹林密佈而形成一道天然的屏障，阻絕了在地人的親海權。在紅樹林密植處漸漸形成泥地；底棲環境的改變，使得原本棲息在泥砂混合區的環文蛤、西施舌、竹蛸、蝦蟇、海豆芽、紅蟲以及沙蠶等生物的棲地為之縮減，迫使其族群漸漸消失於香山濕地。
2. 底棲生物數量的減少，等同覓食棲地的消失，使得喜歡在沙灘地覓食的候鳥也相對的減少。原本近岸處即可觀賞到的候鳥，目前只能在沒有紅樹林的外灘地才能發現蹤影。

3. 早期在地住民及遊客隨時可在近岸處觀賞到的蝦兵蟹將，如今卻被紅樹林築起的綠色長城所阻擋，使得自然環境教育場域大為減少。
4. 密集叢生的紅樹林不僅會攔阻垃圾，減緩水流與滯留泥砂，同時，由於河口高程的逐漸升高，相對使得河口排洪功能受到阻礙，其中尤以客雅溪口最為嚴重。若風災或豪雨來襲，復又適逢漲潮，極易造成水患，嚴重影響在地住民的身家安全！
5. 香山濕地紅樹林密集叢生，棲地單一化的結果，嚴重影響雁鴨科、鸕鶿科等鳥類的覓食。
6. 紅樹林易攔阻垃圾，且其中海茄苳的呼吸根易附生苔藻，加上近河口，及多處排水口匯入，進而成為蚊蠅繁衍的溫床，附近居民及遊客遭臺灣缺蠓（黑金鋼）等叮咬的情形非常嚴重，居民及民意代表皆曾多次反映陳情。
7. 紅樹林的蔭蔽效應造成底棲環境劣化，濕地表面的生產者——藻類，是濾食性蟹類的食物來源之一，但蔭蔽效應使得大部份的藻類無法生存，致使招潮蟹覓食棲地消失；且紅樹林成林之後，也使得灘地的基質特性改變，土壤變得更泥濘、更酸，而透氧層卻減少，此為破壞臺灣招潮蟹棲地的最主要原因。紅樹林的擴散若無法有效遏制，那麼，在不久的將來，臺灣招潮蟹將有可能會自香山濕地消失！
8. 香山濕地上的螃蟹雖不具食用經濟價值，但幼蟹及稚蟹卻是新竹沿海食物鏈底層的供應者。然而，因為紅樹林蔭蔽效應造成底棲環境劣化，致使招潮蟹覓食棲地消失；換句話說，香山濕地是新竹沿海生態系的育嬰房，如若香山濕地為紅樹林所佔據，那麼灘地上成千上萬的螃蟹棲所將遭受壓縮，其結果勢必嚴重影響新竹沿海地區生物多樣性的發展！

十二、結論

香山濕地紅樹林(2007~2018)連續實施紅樹林整治，再加上2014年度大庄區大面積清除，今(2019)年客雅溪整治完成，使

香山濕地紅樹林面積，已縮減僅剩海山畧約10公頃，回復原本棲地。大面積灘地、潮池、潮溝一一回復，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濕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；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，候鳥棲息地維護及濕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，否則香山濕地紅樹林應該清除，至少要让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。

十三、檢討建議

- (一)、工程施作期程：本案因 10 月初才完成簽約，施工整治作業期為 10 月至隔年元月，此時正逢海茄苳 8~11 月繁殖，水筆仔 1~4 月繁殖，在繁殖期施工作業震落種苗隨潮水流散，會助其傳播，整治作業應避開此時期，建議簽約作業能於 5 月前完成，最佳施工期為 6~8 月。
- (二)、今年整治區為野生動物保育區的核心區，但仍然有民眾放置流刺網，及鰻苗網。於施工期間樹枝垃圾流出卡網還來抗議，造成工程延宕，建議增設保護區告示提醒。
- (三)、客雅溪口經整治已回復原有河口樣貌，已見黑面琵鷺及大批候鳥降臨覓食，候鳥又以水鳥最為龐大，如雁鴨科、鷺科、鸕鶿科、鷗科等。建議可與金城湖連結規劃為賞鳥廊道。
- (四)、下一階段作法：本年度已將北方擴散源客雅溪口及港北溝紅樹林清除，然因香山濕地維護礙於經費，已二年未做全區域維護，目前已見紅樹林幼苗飄散各處，因紅樹林二年後植株就可繁殖，需於繁殖前剷除，建議 2020 年 6 至 9 月間實施全區域維護清除。
- (五)、海山厝目前保留紅樹林面積約 10 公頃，內有四種紅樹林，紅海欖、欖李、海茄苳、水筆仔等；又有台灣招潮蟹族群，數量在一公頃灘地約有 8 萬隻，密度之高，實屬難得，此處又為西濱公路反弓處，紅樹林可發揮淺礁擋浪保護堤岸功能。建議規劃為紅樹林生態教育園區。

十四、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。新竹香山濕地紅樹林擴張歷程及其可能因素探討。濕地學刊第三期。

附件一：108 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫

期中審查會議意見修正回覆說明

審查委員	審查意見	修正回覆說明
劉靜榆委員	本案紅樹林移除已進行多年，移除後有關環境衛生改善及生態棲地改善的優點，在正面效應的呈現上建議再加上重金屬污染的改變，故請工作團隊在清除工作前後各採集土樣，本人可協助檢驗重金屬含量，將可做為未來評估清除效益的依據。本計畫之工作內容辛苦且危險，目前成效已經呈現，予以高度肯定。	感謝委員肯定。 清除前土樣已取，清除後土樣建議半年後再取較能顯現差異性。
侯順耀委員	1. 建議目錄一“文獻回顧”部分改為“”。 2. 目錄二“整治範圍”宜用尺度較大圖面來表示歷年推動的進程，展現出在時間的演替中，空間地景的變化。包括海茄苳與紅樹林之範圍，用以檢視今年度施作，以及在未來後續維持之推動的建議。 3. 期中報告中宜說明合約工項及計畫期程，便於檢視工作進度是否適切。	1. 遵照委員意見於期末報告陳述計畫執行與推動歷程。 2. 遵照委員意見於期末報告中以圖示方式陳述。 3. 遵照委員意見於期末報告中引述合約工項及計畫期程。
呂清松副處長	紅樹林實施整治以來，支持與反對的意見都有，建議增加論述清除紅樹林的正面理由及紅樹林清除後的效益（如對生態或環境），並增加對於未來的建議事項。	遵照委員意見於期末報告中陳述香山濕地紅樹林對環境影響。

附件二：108 年度新竹市濱海野生動物保護區維護計畫
 期末審查會議意見修正回覆說明

審查委員	審查意見	修正回覆說明
劉靜榆委員	一、本案所進行之紅樹林移除工作極為辛苦，且已累積多年的經驗，在現場也看到“台灣招潮蟹族群”逐漸復原，相當值得肯定。 二、本報告之物種描述中候鳥、水鳥、河溝、潮溝列舉留意用詞，以提高名詞位階正確性。 三、本案執行工作可再加入經費支出的統計並對應移除紅樹林的效益進行評估，包括生態復育、土壤重金屬變化及防洪等相關議題，期能深入探討其效益。	一、感謝委員肯定。 二、依建議修改： P33. 候鳥(水鳥)改為「水鳥」。 P34. 「已見候鳥、黑面琵鷺…」改為「已見黑面琵鷺及大批候鳥降臨覓食，候鳥又以水鳥最為龐大，如雁鴨、鷺、鵲、鷗等。」 P. 33 河溝改為「潮溝」。 三、本案以清除紅樹林為主要標的，建議市府明年編列經費支應，進行效益評估，包括生態復育、土壤重金屬變化及防洪等相關議題。

侯順耀委員	一、建議於期末報告中針對檢討部分，可再細分為「工程施作期程」、「生態多樣性保育」及「下一階段作法」提出更細緻描述。 二、本計畫(2007~2018)已持續多年，應已積累相當足夠對紅樹林保育的經驗，若能將此成果以「環境教育」或更科普倡議等方式傳遞於在地社區居民或是地方小學，讓紅樹林保育理念得以具體呈現。	一、施工期程已於檢討建議事項(一)修改並建議簽約作業能於5月前完成，最佳施工期為6~8月。 生物多樣性保育需有調查資料及目標，非本案作業能及，建議市府納入明年計畫請學術單位進行研究。 下一階段作法、已於檢討建議事項(四)中說明 二、依合約規定所有圖文皆為市府財產，建議市府將成果上網供參閱，或辦理紅樹林相關議題演講或科普活動，提高應用價值及效益。
楊樹森委員	一、清除區垃圾是否同步清運？	一、因垃圾積在紅樹林內，清理需耗費人力時間，又未編列經費，為防隨浪潮漂流散落灘地海洋，因

	二、浸水垃圾掩埋場堤邊是否有滲漏。 三、全區維護經費預估要多少，請提出需求	此採就地掩埋處理。 二、作業區緊鄰垃圾掩埋場，勘查及退潮作業期間均未發現污水滲漏現象。 三、因二年未作維護，已見幼苗植株散布各處，預計全區維護需求經費需一百二十萬元。
--	---	--

附件三：紅樹林整治作業照片



下水道課派員會勘港北溝



工程告示圖



清除區探勘測量









機械剷除作業情形



機械掩埋作業情形



12 月 18 日客雅溪南岸機械整治作業完成







109 年 1 月 7 日港北機械作業完成





機械無法施作及遺落處最後由人工作業