

102 年度新竹市濱海野生動物保護區

棲地維護計畫期末報告

計畫編號〈102 林發-07.2-保-02(2)〉

補助單位：林務局

主辦單位：新竹市政府

執行單位：社團法人中華民國荒野保護協會

報告人：張登凱

中華民國一〇二年十二月十

目錄

中文摘要	03
英文摘要	04
壹、前言.....	05
貳、工作內容.....	06
參、清除區維護(2007~2012)	06
• 各維護區環境分析.....	07
• 維護清除作業.....	12
肆、紅樹林擴散監測調查	18
• 紅樹林擴散監測.....	18
• 造成紅樹林擴散之可能環境因子	21
• 擴散營力之探討.....	24
伍、維護成果.....	28
陸、檢討與建議.....	31
柒、結語.....	33
附錄一、期中審查意見回覆.....	35
附錄二、期末審查意見回覆.....	37
附錄三、參考文獻.....	38
附錄四、附錄照	40

中文摘要

自民國96~101年(2007~2012) 香山濕地紅樹林清除總面積達52.6公頃，各區清除後每年仍有小苗生長，為了維護演替中的棲地免除再度被紅樹林覆蓋，每年在秋天至隔年春天種苗新生的季節即時清除功效最佳。本年度執行維護總面積為54公頃，包含歷年紅樹林清除後的區域及鄰近有新生種苗著生的位置。根據數年維護之經驗顯示，目前每年一次消極清除新生小苗能有效抑制其族群擴散，未來仍須積極研議如何攔阻紅樹林種苗的擴散，將紅樹林覆蓋區侷限在現有的100公頃範圍內。持續維護目前清除之後的區域是保護區經營管理的重要工作項目，歷年監測結果顯示清除後底棲生物多樣性增加，野鳥學會的調查結果亦顯示開闊無遮蔽的環境更適合於鸕鶿科水鳥棲息，整體來看維護的成果讓17公里海岸線的景觀更佳。

Abstract

From 2007-2013 mangrove forest along the coast line at Xiangshan wetland was removed 52.6 hectares in total. After deforestation, each area still could find small seedling each year. These young trees or sprouts need to remove each year to prevent their re-inhabitation, the best time to execute the work is during Autumn to Spring. Include the previous deforestation site and nearby region, 54 hectares of the seedling and sprouts was removed in this year. According to our record, passive removing young seedling annually could prevent the extensive expansion of forest so far. In the positive way, we need to find a method to block the seed dispersion from seed source in the future. The maintenance actions include remove the seedling is the crucial part of wildlife protection area management; it will constrain the mangrove forest cover range no more than 100 hectares at present. According to the environmental monitoring in recent years, wetland after deforestation will increase the biodiversity of benthic animal community. The open wetlands without mangrove forest are more suitable for inhabitation of wader birds based on the investigation of Wild Bird Society of Hsinchu. In the all aspects, mangrove deforestation activity increase the landscape quality of 17 kilometers coastal line of Hsinchu city.

壹、前言

新竹香山濕地原本屬於沙質灘地與河口泥灘地地形，早期(1958、1989)被栽植紅樹林時，原只侷限於岸邊生長。然而，約1997年復又被大面積栽植，範圍北起三姓溪出海口沿岸至海山漁港北岸；南自海山漁港南岸至鹽水溪北岸，沿線成排栽植水筆仔及少數海茄苳。由於香山濕地的人文環境適合紅樹林生長，於民國98年(2009)測得紅樹林總面積高達141.5公頃。

香山濕地紅樹林的快速擴張，不僅降低了本地生物多樣性，同時也嚴重影響附近河口的排洪，並引發蚊蠅叮咬在地住民、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，持續疏伐紅樹林實有其必要性與迫切性的考量。

新竹市濱海野生動物保護區紅樹林清除計畫起始於民國94年(2005)，主要進行試驗性清除低密度覆蓋區，但因當時沒有做後續的維護清除，以致於很快地又回復原來的樣貌。民國96年(2007)海山罟進行第一次實驗性清除，並持續做棲地維護；民國97年~100年(2008~2011)連續在水資源回收中心附近進行全面清除近岸紅樹林，維護臺灣招潮蟹復育區，使其不受紅樹林之覆蓋，同時改善大庄溪及三姓溪口的排洪功能；民國99年(2010)二階計畫則進行全區域由外圍往內維護清除約22公頃紅樹林，藉以遏制香山濕地紅樹林的擴散；民國101年(2012)維護清除海山罟北岸4公頃，改善紅樹林阻塞鹽水里排水的情形，以及美山惠民宮前4公頃的維護清除，避免蚊蠅孳生叮咬在地居民及遊客，以改善環境衛生。

美山區紅樹林為香山濕地之最大擴散源，在未能實施全數清除前，必須持續針對已清除區實施維護清除，將新移入之紅樹林幼苗

剷除，方能維持歷年來之清除成效。自民國96~101年(2007~2012)紅樹林清除總面積累積達52.6公頃，再由歷年之已清除區周邊外推計約1.4公頃進行維護清除，總計本年度(2013)本計畫須維護清除總面積達54公頃。

貳、工作內容

一、民國 96~101 年(2007~2012)已清除區(54 公頃)之維護清除。

二、紅樹林擴散範圍監測

(一)測量與定位：實地履勘香山濕地紅樹林擴散範圍，並拍照或攝影存證。

(二)將測量定位結果繪製出精確之紅樹林分布範圍，計算其面積並與歷年之監測範圍做比對，研究紅樹林之擴散因子，持續監控香山濕地紅樹林之擴散情形。

參、清除區的維護(2007~2012)

本年度的清除維護範圍，從大庄溪出海口以南至鹽水溪出海口以北之已清除區的面積為 52.6 公頃，並且將已清除區(52.6 公頃)週邊外推約 1.4 公頃納入清除後的維護範圍，總計本年度(2013)須維護清除面積達 54 公頃(圖一)。



圖一：2013 年度已清除紅樹林之維護範圍圖

香山濕地紅樹林經歷年來的疏伐及維護管理，已將紅樹林分布範圍侷限在美山、朝山及海山罟等三個維護區域，綠色為現有紅樹林區塊，綠色區塊為以清除之為復區塊(圖二)。



圖二：各區維護面積圖

一、各維護區環境分析

(一)海山罟區

海山罟位於海山漁港南岸、鹽水溪北岸之間，為香山濕地最早(1959)被栽植紅樹林的區域，當時為水筆仔純林，修築西濱公路時部分水筆仔遭掩埋，剩餘水筆仔因受地勢、水流等條件限制，僅沿海堤邊生長，未大面積擴散。1997年，再次栽植水筆仔、紅海欖、海茄苳與極少數之欖李，此後即形成大面積之擴散。紅樹林也因各自之生長特性及地質、潮流、風向等環境因子而彼此競爭，並互有消長。目前水筆仔依然侷限於岸邊；海茄苳則四處蔓延；紅海欖目前約 17 棵稀疏散佈在外圍，夾雜在海茄苳之間(圖三)；欖李僅有二棵，生長於海山漁港南端堤岸邊(圖四)。



圖三：海山罟的紅海欖



圖四：海山罟的欖李

海山罟灘地有一漁民常走的小徑，因此被切割成二個區塊，北邊區塊為 96 年(2007)清除區，面積約 3 公頃，北有海山漁港屏障，加上灘地高程比往年高(可能與漁港抽砂堆置有關)，可阻擋北方的種苗移入。西側地勢較高，為沙丘地形，沙丘近岸處有一大面積的濱刺麥、鹽定、鹽地鼠尾粟、海馬齒等植物，其陸化現象相當明顯(圖五)。灘地中央原有一潮溝，紅樹林清除後，潮溝漸縮小變淺，只有退潮時南邊未清除區的種苗會經由潮溝流入維護區。



圖五：海山罟北邊外側灘地植物

本區底質較以往乾硬，臺灣招潮蟹族群數量逐年提升。今年(2013)移入海山罟區的小苗雖然比其他維護區少，但其西側灘地有鹽定及海馬齒等植物密生，又因今年有颱風襲擾，風浪將海茄苳蒴果帶上高灘地，而使小苗參雜其中，反增加清除的困難度。

海山罟南端由於紅樹林的陸化效應造成高程抬升。近年來，雖然每年持續實施維護清除，使得紅樹林的生長得以有效控制，但部分區域由於高程抬升，使得淹水時間縮短，目前已為蘆葦、鹽地鼠尾粟等河口植物進駐，且其生長範圍有逐漸擴大的趨勢(圖六)。



圖六：海山罟灘地的蘆葦

(二)朝山區

西濱防波堤朝山段(位於海山漁港北岸)，原本也是含沙量高的灘地，約1997年被成排栽植水筆仔，前期因沙含量高，植株生長緩慢，之後隨著水文環境的改變，存活的植株逐漸茁壯，並藉由彼此相互依靠叢生來抗風浪，因而逐漸擴散。朝山段地處凹處，成一口袋狀，復又成一受風區，由北邊美山區飄流而來的海茄苳種苗匯聚於此，遂逐漸成為水筆仔與海茄苳的混生林，如今這一大片紅樹林更顯密佈高大(圖七)。



圖七：朝山區紅樹林

朝山區紅樹林是香山濕地紅樹林分布面積最小的區塊。自2010年二階計畫由外向內清除約2公頃面積後，目前已清除區底質逐漸硬實，清除區內靠港檢所處之灘地，可見到臺灣招潮蟹族群及大量的弧邊招潮蟹以及清白招潮蟹。而位於其北端之灘地，亦可見到雲林莞草因紅樹林清除而逐漸擴大其面積(圖八)。



圖八：朝山維護區灘地上的雲林莞草

(三)美山區

美山區的位置北起三姓溪垃圾掩埋場防波堤邊坡，南至風情海岸旗桿處堤防，原屬於砂質灘地。約於 1997年栽植水筆仔與海茄苳，此區因北有垃圾場圍堤阻擋風浪且位於凸堤的凹處，更易堆積泥沙；再加上其間有三姓溪、大庄溪及多處釣魚池排水口所帶來的大量營養鹽，使得此區近岸邊之水筆仔與海茄苳植株特別粗壯高大。更因為灘地寬廣，且又處於香山濕地北端，因此，水筆仔及海茄苳蒴果容易隨著東北季風及風浪往南、往外灘地飄散，使得此區成為香山濕地佔地最寬廣的紅樹林區塊，同時也是香山濕地紅樹林最大的擴散源頭(圖九)。



圖九：美山區紅樹林

此外，紅樹林亦往河口處蔓延，造成河口高程抬升，阻礙河口的排洪功能，並導致台灣招潮蟹棲地為之縮減。因此，自 2008年起至2012年，連續五年於大庄溪與三姓公溪出海口、水資源中心堤防外西側以及惠民宮前等區域實施紅樹林疏伐。三姓溪口清除區的地面較往年乾燥，灘地表面部分被鹽地鼠尾粟及海馬齒所覆蓋，而空曠處則成為清白招潮蟹、弧邊招潮蟹以及臺灣招潮蟹的大本營。目前此區的臺灣招潮蟹族群密度相當的高，且其外圍區域原密布紅樹林的泥濘地，自2010及2011年連續二年清除後，灘地表面層已覆蓋一層較粗的砂粒(圖十)，足見紅樹林清除後，使得潮流速度變快，而將較細粒徑的砂粒帶走，因而改變了灘地的底質。今年，已可見到在地居民在維護區(2010及2011年清除區)耙環紋蛤(圖十一、十二)，而且此區和尚蟹、清白招潮蟹與弧邊招潮蟹的族群數量也都有明顯的增加。



圖十：100年清除區表土已堆一層砂



圖十一：民眾在維護區(100年執行清除的區域)耙文蛤



圖十二：民眾在維護區(98年執行清除的區域)挖環紋蛤

二、維護清除作業

香山濕地紅樹林的疏伐主要以水筆仔與海茄苳二種為主，水筆仔胎生苗之成熟期為每年 2~4 月；海茄苳蒴果則於每年 8~10 月為成熟期，新種苗會於此二個時期，藉由風力、潮汐散佈至維護區。因此，實施維護清除最適當之工作時期為每年的 9~11 月，可將此二種紅樹林植株全數移除。

本年度(2013)於 9 月開始實施維護區的清除作業，維護清除情形分述如下：

(一)海山罟維護作業

海山罟區的紅樹林，自 2007 年於北端清除 1 公頃；2010 年二階計畫於中段區域外圍清除 6 公頃；2012 年再於北端清除 4 公頃，已清除面積計約 11 公頃；再加上由已清除區往最外側灘地外推計約 1 公頃，本年度維護清除面積共計 12 公頃。本區水筆仔於岸邊密集叢生，胎生苗約在 3~4 月間成熟掉落，每年五月間西南氣流一起，再逢大潮，便可將胎生苗從密集的生長區帶至維護區。因此，在 2012 年清除區內可見到大量水筆仔幼株(圖十三)。



圖十三：海山罟維護區內水筆仔植株

海山罟區海茄苳因較晚栽植，無法與密集叢生的水筆仔競爭，因此均生長在外圍且與較小植株的水筆仔夾雜生長。海茄苳蒴果成熟期為每年8~10月，此時期正是東北風初起，風浪會將海茄苳蒴果往西南方帶，因此越往外灘地便盡是海茄苳幼株的天下(圖十四)。



圖十四：海山罟維護區外灘地海茄苳植株

維護清除於9月開始，由於外灘地地勢較高，砂質含量高、底質較乾硬，因此大潮期清除外灘地；小潮期則清除近岸灘地(圖十五)。



圖十五：海山罟維護清除

(二)朝山區維護作業

本區維護清除面積為2公頃。此區岸邊為防波堤，南端為海山漁港港檢所，其外有一蜿蜒蚵殼灘，因地處凹處，成一口袋狀，復又成一受風區。本區之擴散源除本區之水筆仔及海茄苳外；漲潮時由北邊美山區飄流而來的海茄苳種苗容易匯聚於此，而位於本區北端的雲林莞草區，便形成攔截區，因此，可見到大量的海茄苳幼株聚生其中(圖十六)。水筆仔因胎生苗具漂浮性，加上此區為受風口，胎生苗自然地只能聚集在紅樹林前端(圖十七)。美山區底質較硬，因此只要逢退潮均可實施維護清除，清除時先由雲林莞草區往外推，將水筆仔及海茄苳幼株一一剷除(圖十八)



圖十六：雲林莞草區內有夾雜大量海茄苳幼株



圖十七：水筆仔胎生苗匯集在紅樹林周邊生長



圖十八：朝山區維護情形

(三)美山區維護作業

本區維護清除面積為40公頃。美山區紅樹林是香山濕地最大、最密集的紅樹林區塊，也是香山濕地紅樹林最大的擴散源，因此歷年來均列為清除目標區，自2008~2011年，連續四年於大庄溪與三姓溪出海口間實施紅樹林疏伐作業。本區水筆仔幼苗稀疏散佈在三姓溪與大庄溪口間近岸處（圖十九）；而海茄荖幼苗則遍布整個區域，因今年8月及10月都有颱風襲擾，而此時也正是海茄荖蒴果成熟期，因而使得海茄荖蒴果更是四處擴散，尤其是民國99年(2010)二階計畫由外往內清除約20公尺寬的條狀帶維護區內及民國98年(2009)水資源中心西側清除區內，海茄荖幼株相當密集，數量比去年(2012)還多，水筆仔及海茄荖幼苗狀況調查如(圖二十、二十一、二十二)。



圖十九：大庄溪口水筆仔小苗



圖二十：水資源中心西側維護區海茄苳小苗



圖二十一：美山最外側條狀維護區內海茄苳小苗



圖二十二：惠民宮前維護區海茄苳小苗

維護區內三姓溪至大庄溪一帶，除了灘地較乾硬外，灘地表面也已覆蓋一層較粗粒徑的沙，有利於工作人員行動。而惠民宮及最外圍帶狀維護區內的底質泥化則相當嚴重，而小潮期由於泥土保水度低，粉泥密度會較高，進行維護及清除時腳易深陷且吸附更緊，腳要抽拔更加費力；反而是大潮期，粉泥保水度較高，行走起來較不會被吸住，因此泥濘處改為大潮期實施維護清除。

肆、紅樹林擴散監測調查

一、紅樹林擴散監測

以GPS定位沿紅樹林邊緣，於原有植株及新苗聚集處的邊緣為界線，同時將新擴散點予以拍照記錄，上岸後將GPS數據運用循跡系統，結合Google衛星地圖繪出香山濕地紅樹林之擴散面積圖，再與去年(2012)所標繪的紅樹林範圍相對照，即可比對出今年(2013)紅樹林的擴散範圍。

由歷年來紅樹林的清除成果可明顯看出，持續遏制香山濕地紅樹林的擴散，能有效縮減紅樹林的面積。但因每年紅樹林新種苗隨潮流以及風浪作用四處擴散，因此須監測其擴散範圍，以作為來年清除區域之劃定以及維護成效評比之依據。本年度(2013)之監測共劃分為美山、朝山以及海山罟等三區，詳細情形如下：

(一)美山區紅樹林擴散監測

此區位於三姓溪以南，風情海岸旗桿西側灘地，漲潮時，潮流由西北方(即垃圾掩埋場防波堤外)注入本區，由於本區在外灘地的蚶田區有一與堤岸平行的砂丘，地勢呈北高南低走向，退潮時，前期潮流先由南往北流，到退潮的中後期則轉向東北往西南流，剛好與東北季風同方向，因此造成此區植

株明顯往西南方擴散。本區於2010年二階計畫時採全區由外往內壓縮20~40公尺清除最外側紅樹林，並且每年實施維護清除全面防止紅樹林擴散。但因當年中颱凡娜比襲擾(2010/09/18)，而海茄苳蒴果正處於成熟期，因此大量蒴果往外擴散且跨越維護區，經實際勘查測量其擴散面積為14.5公頃(圖二十三)。

美山區紅樹林面積為香山濕地紅樹林中最大區塊，原有面積約106.9公頃，自2008年起持續做小區塊疏伐，經GPS循跡實際測量，目前面積縮減為66.9公頃(圖二十四)。



圖二十三：美山區紅樹林擴散面積



圖二十四：美山紅樹林面積圖

(二)朝山區紅樹林監測

朝山區位於海山漁港北邊，其西邊有一帶狀的蚵殼灘，東邊為防波堤，地形成一口袋狀，復又成一受風口，約在 1997 年，此區只見幾排稀疏的水筆仔小植株，目前除了岸邊有少數水筆仔外，其餘則是一大片的海茄苳，其種源均來自美山區的紅樹林。海茄苳的蒴果經由退潮時的潮流及東北季風帶入，經二階計畫(2010)由外圍往內剷除平均寬度約 40 公尺後，目前測得面積約 6.1 公頃(圖二十五)。目前維護區內移入之新種苗並不多，但退潮時隨潮流溢出之種苗，則有往北擴散的跡象。



圖二十五：朝山紅樹林面積圖

(三)海山罟區紅樹林監測

此區紅樹林為 1959 年人工栽植而成林，為香山濕地最早栽種紅樹林的區塊，從 1959 年至 1995 年間水筆仔植株未往外擴散。1997 年復又被栽植了水筆仔、海茄苳以及少數的紅海欖(五梨跤)與欖李，目前水筆仔與海茄苳已佔據了海山罟一半以上的灘地。

海山罟北方有海山漁港屏障，西邊灘地外圍有一由北向南高起的砂丘，在鹽水溪北岸形成一低窪缺口，潮水即由此進出海山罟區。漲潮時潮水由西南往東流入，退潮時反方向流出，

因此今年觀察此區紅樹林時，可發現種苗隨潮水往南蔓延，但還在維護範圍內。海山罟於民國 99 年(2010)測得紅樹林面積為 31 公頃，經 99 年(2010)及 101 年(2012)做部分疏伐及持續維護，目前測得紅樹林面積 14.2 公頃(圖二十六)。



圖二十六：海山罟紅樹林面積圖

二、造成紅樹林擴張之可能環境因子

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：

(一)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急為密切關係，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。

(二)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，潮水為漸漸上漲，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、海山罟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。

(三)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6.4~6.9 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擴散助力也是限制因子，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。

今年(2013)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，蒴果均未熟，經強風一掃，樹梢頂部的花果多數被打落，但下方處的枝樞則不受影響(圖二十七)。9月19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。



圖二十七：颱風掃過的花果(海茄苳)

(四)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。唯今年觀察到海山畧及南港外灘沙丘明顯大量流失，此現象值得關注。

三、擴散營力之探討

(一)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，為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(圖二十八)；而在周圍增加植株時，則由於緊密叢生須彼此競爭陽光，植株皆筆直生長(圖二十九)。



圖二十八：單獨生長的水筆仔植株



圖二十九：密集生長的水筆仔植株

(二)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月過後東北風正稍加增強，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(圖三十)。蒴果剛掉落時會浮在水面約一天的時間，當吸飽水後，使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(圖三十一)。



圖三十：海茄苳蒴果上的根毛



圖三十一：被曬乾黑的海茄苳蒴果

此外，經觀察香山濕地近岸潮溝水流之方向，漲潮前期潮水自南向北流，而後轉為北向南流；退潮至中後期時，潮水由南往北退，而後轉為北向南退。海茄苳的蒴果在潮水以及風力的共同

作用下，其生長呈現出多方向性的擴散趨勢。不過，由於海茄苳的呼吸根若長期浸泡水中會死亡，同時外灘地水較深處易有藤壺附生期枝幹，阻礙呼吸及光合作用之進行，使得幼苗生長不易，造成頃倒垂死狀況，美山外灘地即有發現此一現象(圖三十二)，但同時也發現海茄苳為了避免植株長期因水流作用無法立足於灘地生長，而演化出支持根(圖三十三)，此處淹水深度已成海茄苳往外擴散的界線。



圖三十二：美山區最外圍海茄苳幼株遭藤壺附生傾倒而死亡

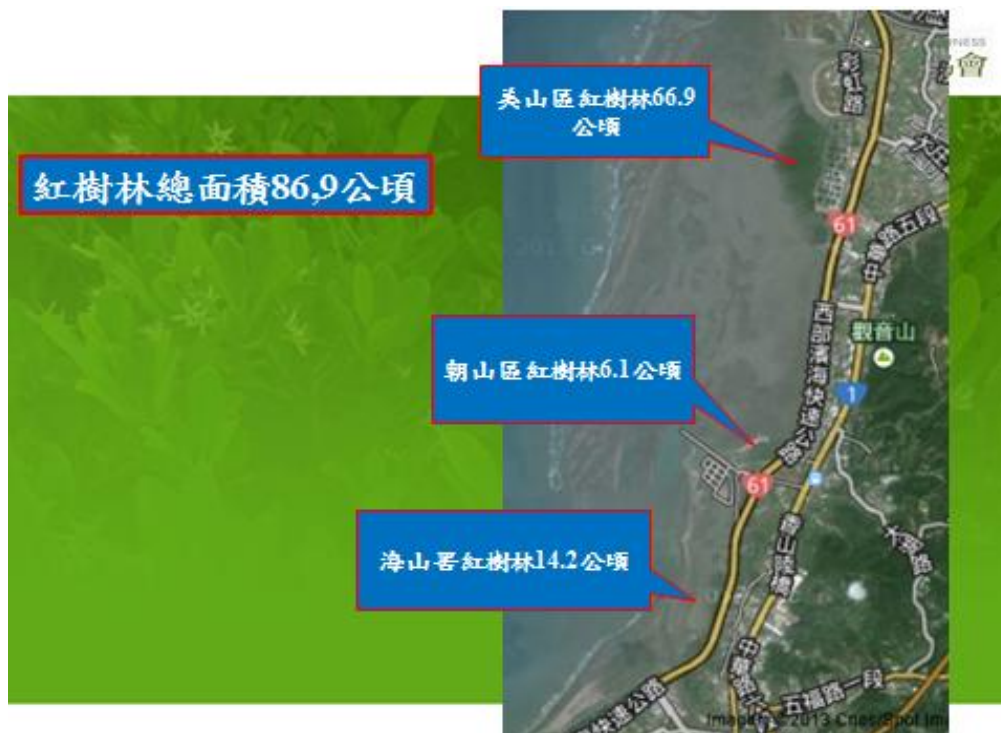


圖三十三：海茄苳長出支持根

伍、維護成果

一、已清除區維護：

香山濕地紅樹林經年來的持續疏伐，總面積從141.5公頃縮減至目前的86.9公頃(圖三十四)。本年度(2013)於歷年來之已清除區實施維護清除，維護總面積達54公頃，共計清除水筆仔小植株9,838棵，海茄苳小植株89,272棵，總計共清除紅樹林小植株99,110棵(表一)。



圖三十四：香山濕地 2013 年清除後紅樹林總面積圖

表一：2013 年香山濕地紅樹林維護清除統計表

維護區	面積	水筆仔	海茄苳
-----	----	-----	-----

表二：香山濕地維護區地表及物種回復觀察表

美山區	40 公頃	6,625 棵	67,326 棵
朝山區	2 公頃	895 棵	5,288 棵
海山罟區	12 公頃	2,318 棵	16,658 棵
小計		9,838 棵	89,272 棵
總計	54 公頃		99,110 棵

二、棲地物種回復；

香山濕地因人為栽植紅樹林，經17年的生長擴散，使得原本沙質地的灘地，成為密集寬廣的紅樹林取代。紅樹林掉落的枯枝落葉更加加速了地表有機物的累積，在細顆粒的黏土層中形成缺氧的還原狀態，厭氧微生物的增加除了改變底質的微生物相，更產生了大量的有毒氣體—硫化氫及甲烷，其中硫化氫的毒性甚強，對於耐受性低的生物而言，紅樹林底層可說是充滿瘴癘之氣，以往沙質地生物全數消失，只能見到少數的擬相手蟹，紅樹林的環境成為香山濕地生物的劊子手。

經96~102開始實施紅樹林疏划，且每年持續於以清除區實施維護，清除新入生長之紅樹林小植株，經觀察已清除區，地質逐漸回復往年棲地條件及生物相已逐漸回升詳如(表二)，可顯見維護之成效。

清除區域	面積 (公頃)	清除年分	地表回復	物種回復
海山罟	1.8	2007	由泥濘地轉為含沙量高的灘地	清白招潮蟹、弧邊招潮蟹、凹指招潮蟹、台灣招潮蟹、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、鸕鶿科鳥類。
大庄溪口	3	2008	由泥濘地轉為較乾硬的泥灘地	清白招潮蟹、弧邊招潮蟹、凹指招潮蟹、台灣招潮蟹、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、鸕鶿科鳥類。
水資源中心西側	5	2009	由泥濘地轉為較乾硬的泥灘地	清白招潮蟹、弧邊招潮蟹、凹指招潮蟹、萬歲大眼蟹、台灣厚蟹、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、黑面琵鷺、鸕鶿科鳥類。
三姓溪口	3	2010	由泥濘地轉為較乾硬的草澤泥灘地	清白招潮蟹、弧邊招潮蟹、凹指招潮蟹、萬歲大眼蟹、台灣厚蟹、德氏仿厚蟹、台灣招潮蟹、栓海蜷、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、鸕鶿科鳥類、海雀稗、海馬齒、鹽地鼠尾粟。
海山罟外圍	6	2010 二階	由泥濘地轉為沙質地、有小潮溝	斯氏沙蟹、角眼沙蟹、栓海蜷、燒酒螺、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、鸕鶿科鳥類
朝山外圍	2	2010 二階	由泥濘地轉為較乾硬的泥灘地	清白招潮蟹、弧邊招潮蟹、凹指招潮蟹、萬歲大眼蟹、台灣厚蟹、台灣招潮蟹、栓海蜷、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、鸕鶿科鳥類
美山外圍	14	2010 二階	泥濘地、有小潮溝	萬歲大眼蟹、織紋螺、栓海蜷、德氏仿厚蟹、環紋蛤、白蛤、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、鸕鶿科鳥類。
水資源中心西側外	5	2011	泥濘地轉為沙質地、有小潮溝	和尚蟹、德氏仿厚蟹、織紋螺、栓海蜷、德氏仿厚蟹、環紋蛤、白蛤、紋蛤、大小白鷺、埃及聖

				朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、多數鷓鴣科鳥類。
海山畧中段	4	2012	泥濘地轉較乾硬草澤灘地	萬歲大眼蟹、台灣厚蟹、德氏仿厚蟹、台灣招潮蟹。栓海蜷、海雀稗、蘆葦、鹽地鼠尾粟、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、黑面琵鷺、鷓鴣科鳥類。
美山惠民宮	5	2012	泥濘地轉為稍乾的天地	厚蟹、德氏仿厚蟹、栓海蜷、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、黑面琵鷺、鷓鴣科鳥類。
美山港檢哨	4.6	2013	泥濘地	少數弧邊招潮蟹、萬歲大眼蟹、大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、黑面琵鷺、鷓鴣科鳥類
美山釣魚池 (機械)	4.8	2013	泥濘地、小潮溝	大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞、黑面琵鷺、鷓鴣科鳥類。
客雅溪港南 溝(機械)	1.2	2013		大小白鷺、埃及聖朱鷺、夜鷺、紅冠水雞。

陸、檢討與建議

在寬廣的香山濕地潮間帶上生長著難以計數不具食用價值的蝦、蟹、螺貝類等所產下的卵，是供養新竹沿海地區魚類幼苗的重要食物來源。然而，由於香山濕地的水文環境適合紅樹林生長，且早期人為的栽植，造成現今的紅樹林森林，同時也使得原先開闊的，具有礫石、碎殼、泥灘地等複合型潮間帶生態系逐漸消失，海岸棲地類型多樣性下降。紅樹林區底層易攔阻大量垃圾，使蚊蠅孳生；而單一化植物相使鷺科成為優勢，海岸候鳥如（鷓、鴣、鷗）等則漸失去棲地；此外，紅樹林區高程的抬升，則阻礙河川排水，造成水患。紅樹林生長對香山濕地所帶來的負面影響甚鉅，若沒有一有效的解

決方案，那麼其所引起的負面效應將逐年擴大。屆時，香山濕地之生態所衍生的問題，須耗費的人力與物力將難以估計！

香山濕地紅樹林於98年(2009)測得面積高達141.5公頃，經歷年來連續實施疏伐，再加上今年度(2013)本計畫清除約4.6公頃紅樹林，總計清除面積達52.6公頃。目前，三姓溪口已成為鹹水草澤地，而其他清除區也逐漸回復含沙量較高的灘地；此外，海山罟則是此一波「栽種」(復育)紅樹林熱潮中的一場美麗的意外！海山罟難能可貴的同時擁有全台四種紅樹林植物，建議應予以保留！

針對香山濕地紅樹林所帶來的負面效應，茲將筆者多年來參與紅樹林清除的經驗與觀察心得提出以下建議：

- 一、去年(2012)原計畫清除美山紅樹林之外圍約5公頃，但相關單位為解決民眾之困擾而改為清除美山區堤岸邊之紅樹林，致使本區成為擴散最嚴重的區域，面積目前約14公頃。因經費預算不足，美山區之紅樹林每年只能實施小區塊疏伐，然而，此區為香山濕地紅樹林之最大擴散源頭，為能維持歷年來的清除成效，每年均須編列經費實施維護清除幼苗。因此，建議將本區紅樹林一次全數清除，一則可徹底解決香山濕地紅樹林所帶來的各種負面影響；再則日後可視紅樹林幼苗生長狀況而編列維護經費則可，無須每年編列預算。是最具經濟效益的作法。
- 二、建議明年度(2014)應以美山區外圍之紅樹林為優先清除區，如此可減緩擴散，也可減少一次大量經費支應，此區若不積極清除，未來清除成本可能會逐年提升。
- 三、紅樹林早期沿著香山濕地堤岸邊栽植，因此岸邊的植株高大粗壯，越往外灘地越顯矮小。因此在實施清除時因區域不同、植株大小粗細亦不同(表二)，其所需工時成本也有所差異。直徑3公分以下植株，使用掘仔鏟一下便可斬斷；直徑4公

分則須鏟二下；直徑5公分須鏟三下，依此類推，爾後植株直徑每增加1公分，則所需時間力道也增加。3年生植株(直徑3公分以下)1公頃約10萬元。紅樹林每增長一年，清除成本外加約5萬元。因此植株越大，清除所耗工時成本越高。香山濕地紅樹林外灘地約4年以下植株清除成本約為清除大植株成本的三分之一，因此無論是就防止紅樹林擴散或清除成本等面向考量，(香山濕地紅樹林的疏伐)，都應由外灘地往內清除，是最符合經濟效益的方法。

柒、結語

臺灣許多相關單位自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。由於有些生育地適合紅樹林生長因此常有栽植成功例子(范貴珠，2006、2011)。香山濕地紅樹林即是遭「栽植」紅樹林最成功的案例！

另一方面，許多保育人士或學者認為若臺灣海岸充斥紅樹林，使海岸生態環境單一化，可能會使臺灣許多原生動植物或海岸生態系面臨滅絕危機(范貴珠，2006)。事實上，紅樹林確實改變了香山濕地的生態體系，對於濕地中需要開闊棲息地的臺灣招潮蟹及其它無脊椎動物與沿岸水鳥等物種而言，紅樹林無疑的是香山濕地生態系的殺手。

民國98年(2009)測量香山濕地紅樹林面積高達141.5公頃，經歷年來連續實施紅樹林疏伐，再加上今年度(2013)本計畫清除約4.6公頃紅樹林，總計清除面積達52.6公頃。目前，香山濕地紅樹林面積已縮減為86.9公頃。本年度維護清除範圍，從大庄溪出海口以南至鹽水溪出海口以北之已清除區的面積為52.6公頃，並且將已清除區(52.6公頃)週邊外推約1.4公頃納入維護清除之範圍，總計本年度(2013)

須維護清除面積達54公頃，約佔紅樹林總面積的三分之一，此一數據也正意味著，香山濕地的生態系結構和功能特性正逐漸回復往昔。然而，在經費預算不足以進行大面積的紅樹林清除前，每年由外往內實施紅樹林疏伐仍有其必要性。目前，每年仍須實施維護清除，將新移入已清除區之小植株予以剷除，如此一來，方能維持歷年來清除紅樹林之成效。

新竹市濱海野生動物保護區的成立，使新竹市濱海地區所有會侵擾、威脅野生動物或破壞自然環境的各種開發行為多能受到管制。保護區共區分為永續利用區、核心區及緩衝區，不僅野生動物的棲地得以受到保護，同時也保留了全民的自然資產及在地居民的經濟產業活動，如客雅水資源回收中心以南至海山漁港以北即屬於永續利用區，當地居民可以在維護自然生態平衡的原則下，繼續從事祖先傳承下來的捕魚、養蚵、耙文蛤等漁業活動。此外，永續利用區也同時開放給一般民眾和機關團體從事觀光旅遊、生態教育、賞蟹、賞鳥等親近自然的機會。

保護區本身就是生態系統的一部份，保護區內的所有生命皆息息相關、環環相扣且相互依存。因此，唯有此一生態系統能長期的維持平衡，新竹市民才能擁有這份大自然所給予的寶藏。目前香山濕地所面臨的威脅就是紅樹林的快速擴散，嚴重的壓迫其它生物的棲息空間。而我們能做的便是有效的控制紅樹林的擴散，縮減紅樹林的面積，以維持香山濕地生態的多樣化，促進香山濕地永續發展的契機。

附錄三、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。台灣省特有生物研究保育中心。

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。民生報社。

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。

許再文，濕地生物多樣性研討會論文集—台灣的紅樹林植物。行政院農委會特有生物研究保育中心。

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。

范貴珠，2011。臺灣紅樹林之人工復育。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。99年度(2010)國家重要濕地環境生態調查及復育計畫—香山濕地紅樹林清除及效益評估計畫期末報告。內政部營建署。

附錄四、附錄照片(102年維護計畫工作花絮)





海山罟維護區密密麻麻的清白招潮蟹 與參雜其中的一台灣招潮蟹



七月 正值盛花期的海茄苳
 因為蘇力颱風的來襲
 大部分的花苞都被吹落
 推測
 今年海山罟區海茄苳的結果率
 將大受影響



海山罟區西南端紅樹林的擴散 以海茄苳為主



海山罟區北端以水筆仔的小苗為主



本年度進行海山罟區第一次的維護清除



出水口處 因散置大小石頭 只好先徒手拔除小苗





海山漁港北端(朝山區) 維護清除



朝山區出水口處紅樹林密集叢生

朝山區紅樹林監測範圍測量



朝山區的紅樹林 長得比人還高大



朝山區監測面積：6.1465 公頃

蘇力風災後樹冠下層仍結實纍纍



海山罟區紅樹林第二次維護清除





海山罟維護區堤岸邊散置許多大石頭實施維護清除時掘仔極易受損



水筆仔樹材具彈性 掘仔易被卡住



海山罟外灘地受颱風侵蝕 灘地上出現約一人高的落差



三姓溪口區 維護清除





面對藏身在鹹水草澤中的紅樹林小苗只能施以地毯式的搜索來應對



水資源局旁 台灣招潮蟹的棲地



紅樹林清除後回復鹹水草澤 豐厚翠綠的海雀稗



鹹水草澤區 有數量豐富的海蜷族群



三姓溪口維護區 是弧邊招潮蟹的大本營
愈往出海口底質含沙比例愈高 則成了清白招潮蟹的家





紅樹林清除後 寬廣的潮間帶 是水鳥們的覓食天堂



三姓溪出海口維護區的高灘地帶 是台灣招潮蟹聚集的地方



三姓溪出海口維護清除



水資源中心北邊維護區 族群數量豐富的清白招潮蟹



金斑鴉在三姓溪出海口 快樂地覓食



美山清除區(本年度清除區)南端
翠綠的小苗夾雜在灰白的海茄苳呼吸根中



美山清除區(本年度清除區) 實施新移入小苗的維護清除





美山區去年新擴散之一年生小苗



未能貼地清除的水筆仔 生機再現





美山區惠民宮前 維護清除



美山檢查哨與惠民宮中間的泥灘地 由於廢汗水的排入 藻類增生



惠民宮前的泥灘地有超吸力 雙腳陷入及膝 動彈不得 寸步難行



腳印深不見底運用閃光燈可清楚看到底層呈細緻的粉泥狀







美山港檢哨與惠民宮之間的汙水排放口以及藻華



這棵水筆仔樹高約 50 公分

推測樹齡約二年

卻已展開驚人的繁衍機制



美山區最外圍發現部分海茄苳不明原因枯死情形



海茄苳面對較長時間的「水患」
以及擺脫不掉的藤壺

不但從上部莖幹發展出「粗勇的
氣生根

就連由泥地垂直伸出的呼吸根
也非常努力的抬頭挺胸

並且有與植株並駕齊驅之勢



美山最外圍處發現海茄苳長出支持跟





今年度新擴散海茄荖高約 12 公分



一年生海茄苳高約 44 公分 直徑約 1 公分





二年生海茄苳高約 64 公分 直徑約 1.5 公分



三年生海茄苳
高約 95 公分
直徑約 2.3 公分





四年生海茄苳
高約 89 公分
直徑約 3.5 公分





五年生海茄苳
高約 125 公分
直徑約 5 公分



今年新擴散水筆仔高約 30 公分 直徑約 1 公分





一年生水筆仔高約 54 公分 直徑約 1.4 公分



二年生水筆仔高約 70 公分 直徑約 1.9 公分



三年生水筆仔(略有板根形成)高約 138 公分 直徑約 3.5 公分





四年生水筆仔 板根明顯 高約 138 公分 直徑約 4.5 公分



五年生水筆仔
高約 208 公分
直徑約 7 公分





海山罟區的台灣招潮蟹族群





大庄溪口維護區 盡是小水筆仔的天下



在海堤礫石間的小水筆仔





97年(2008)大庄溪口清除區 維護清除

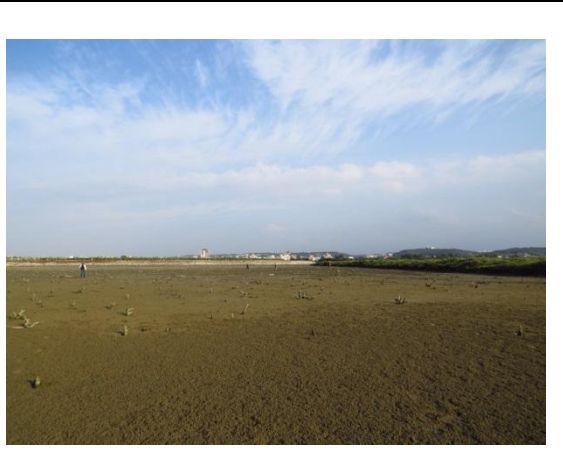






99 年度(2010)三姓溪口清除區 維護清除





100 年度(2011)大庄清除區 維護清除





102 年(2013)大庄維護清除區 最後巡禮(維護清除)

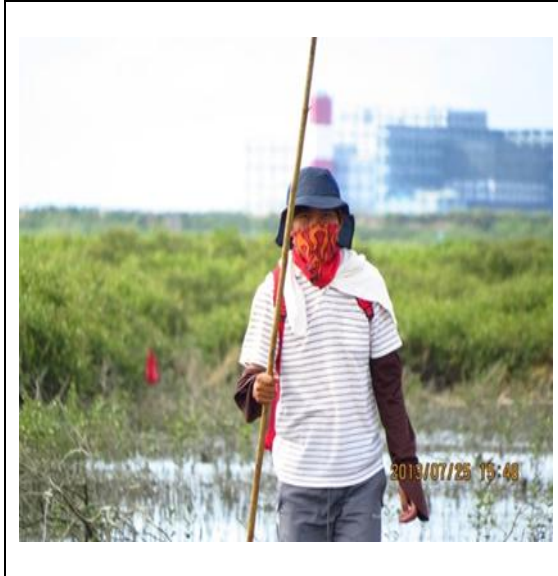






去年(2012)新擴散區

總面積：5.3112 公頃





美山區沿岸紅樹林範圍測量面積 55.585 公頃





中颱—蘇力過境後 海茄苳樹冠頂層的花苞被掃落了大部分
目前僅在樹冠的下層有花苞





瘿蜂造成海茄苳葉子枯黃



海茄苳呼吸根上的青苔 是蚊蠓(小黑蚊)的育嬰房





美山維護區最外圍面積 14.5 公頃



美山區新擴散之植株約 5 公頃



美山最外圍維護區萬歲大眼蟹族群密布