

## 摘要

香山溼地於民國87年間以人為方式大面積栽種紅樹林，民國98年，廣大的香山溼地已隨處可見紅樹林植株大面積且密集生長。種子成熟的季節，大量的水筆仔胎生苗及海茄苳蒴果隨季風及潮水向四處擴散，使得廣大的潮間帶泥灘地漸漸被紅樹林侵佔，其中三姓溪畔的客雅水資源回收中心堤岸至大庄溪南邊海釣場沿岸生長面積最寬廣，此處也是香山溼地紅樹林最大擴散源，若不及時清除，廣大的潮間帶泥灘地將逐漸被紅樹林所佔據，棲地單一化的結果將導致生物多樣性降低，各種生物如螃蟹、貝類、多毛類等生物也將隨之大量消失，候鳥覓食的廣大潮間帶也隨之縮減。為了維護新竹香山溼地生態系的多樣性，實施紅樹林清除為當務之急。本(98)年度由本會負責清除三姓溪口，客雅水資源回收中心西南岸一帶紅樹林，工作時程98年7月15日至10月30日止，清除總面積為5公頃紅樹林，並以溼地生存的螃蟹做為指標物種，監測其種類及數量的變化，了解紅樹林清除後對溼地底棲生物的影響。

## Abstract

Mangroves were intentionally and massively planted in the Xiangshan Wetlands in 1998. In 2009, most high tide areas were occupied by dense mangrove forest in the Xiangshan Wetlands. The mature seeds falling period, pen-shaped seedlings of *Kandelia obovata* and seeds of *Avicennia marina* were drifting far away by monsoon and tides. North of KeYa Water Recycling Center to south of TaChong Creek embankment, the alongshore was covered by mangrove forest. This area is also the most important proliferation source for both species of mangrove tree in the Xiangshan Wetlands. If mangrove trees expanding continuously, intertidal zone nearby will gradually become mangrove swamps. After that, the habitat diversity will decrease as the mangrove forest growth. Under mangrove forest, many crabs, shellfish, and polychaetes, will disappear as habitat diversity decrease. This important feeding habitat for migratory birds also will disappear. For the conservation of the biodiversity, it is crucial to remove some of mangrove from the Xiangshan Wetlands. SOWH (Society of Wilderness, HsinCHu) is in charge of mangrove removal at the area of Sanxing Creek estuary, and the south-west of embankment of KeYa Water Recycling Center in 2009. From July 15 to Oct. 30, 2009, a total of 5 hectares mangrove forest had been cleaned up. In the mean time, species composition and population density of crabs were monitored as an indicator to evaluate the effects of mangrove forest clear cutting.

## 壹、前言：

### 一、環境變遷史

早期香山溼地僅是泥沙混合的潮間帶溼地，依據洪、何「香山溼地生態觀察手冊」1969年海山罟人工種植水筆仔（未提及是民眾或政府機關），1989年於客雅溪口北岸由市政府委託退輔會種植水筆仔，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五梨跤。以帶狀、規則排列、密集方式種植的大量水筆仔如（圖一），



圖一：86年成排栽植的水筆仔經6年後（91年）之生長狀況

如今已可開花產生大量胎生苗，且可隨潮水、季風之作用力傳播繁殖，因當

地風向及潮水漲退所形成的近岸潮溝流有固定方向，水筆仔之胎生苗受海水攜帶作用，也有固定擴散之方向，根據觀察顯示水筆仔有往南擴散現象，而海茄苳則因受西南氣流所引進的潮水影響較為顯著，有向北、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，形成一望無際綠油油的紅樹林景象。

此時若不能及時干預施以適當對策，則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嚴重影響。

## 二、紅樹林分佈及數量

香山溼地的生態環境條件適合紅樹林的生長，因此幾年下來擴散迅速，紅樹林植株擴散極嚴重，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。由衛星空照圖比較相當明顯，其中以客雅溪出海口，三姓溪出海口至美山沿岸一帶最為嚴重。估計面積；客雅溪口約 7 公頃、三姓溪（含大庄溪出海口）至風情海岸海巡哨站北側約 30 公頃。海山漁港南側海山畧北側區約 5 公頃，海山畧南區約 16 公頃如（圖二），三姓溪口至風情海岸以北為香山溼地紅樹林植株擴散最迅速，生長最密集，為香山溼地紅樹林主要擴散源，若無方法遏止紅樹林的擴展，將嚴重影響改變香山溼地原本泥灘地樣貌及原生物種之棲地。由 93 年與 98 年衛星圖片上可明顯比對其擴散之嚴重情形，詳如（圖三~十二）圖衛星比對圖：



圖二：香山溼地紅樹林擴散分布



圖三：93 年客雅溪口



圖四：98 年客雅溪口紅樹林幾乎佔滿河口



圖五：93 年三姓溪口及水資源中心預定地



圖六：98 年三姓溪口及水資源中心大片紅樹林



圖七：93年美山釣魚池沿岸



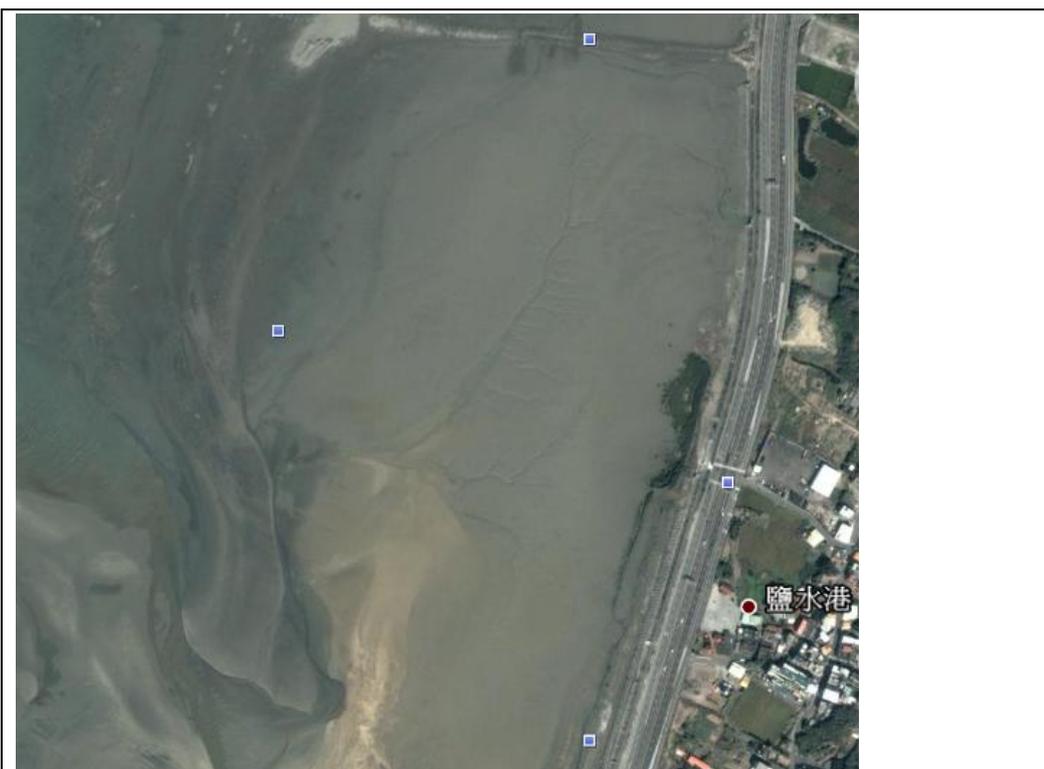
圖八：98年美山釣魚池沿岸紅樹林密佈



圖九：93年海山漁港北岸



圖十：98年海山漁港北岸紅樹林



圖十一：93年海山畧紅樹林



圖十二：98年海山畧紅樹林擴散面積超過二倍

### 三、香山溼地紅樹林擴散因子

香山溼地生態系中能量的來源，以潮汐的能量最強，其次是淡水經河口將有機物及營養鹽帶入溼地中。潮汐的作用主要受地球及月亮的引力所產生，所以每月在望與朔附近有兩次的大潮，在香山一帶以農曆的初三及十八為最大潮，潮水能漲到最高及退到最低。

新竹地區由於潮汐所造成的潮差相當大，年平均潮差超過3公尺，然而整個香山溼地面積遼闊，加上地勢平坦，坡度低所以潮水上漲所能淹及的高度並不深，而溼地中許多地區也出現沙洲的現象。此外，沿岸地區的海流及風的作用，也是除了水溫、鹽分、光照及汐浪外，影響香山溼地生態系的重要外在環境因子。

香山溼地也是以泥灘為主的海岸生態系，在先天上屬於較為惡劣的環境，一些水溫、鹽度及乾旱等因素，並不利於生物的生存，然而，能過適應下來的生物在缺少競爭對手的環境下，卻能大量生存，所以香山溼地上生物的種類比起礁岩海岸少得多，但能發現的種類其數量是密密麻麻相當驚人。

生態系包括生物因子及非生物因子，舉凡陽光、土壤、溫度、溼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)、陸域河流匯入

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，而這些內含物雖都與香山溼地上生物關係極為密切，先對河流攜沙作討論。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，形成明顯的凸堤效應，以致於新竹港南育樂中心附近海堤漸被侵蝕，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。而此泥化環境是紅樹林生長最佳環境，此現象更加速香山溼地紅樹林快速生長擴散的原因之一。

河流的匯入帶來了有機質、家庭廢水、工業污水，這些水質對香山溼地生物大部分都為有害物質，但對紅樹林卻是養分來源，因此在河口、排放口區的紅樹林都很明顯長得粗壯高大密集。

## (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。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。

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，造成大量的植株在此處聚集叢生。

根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。

### (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。

新竹強勁的風力對溼地上生物有著明顯的影響力，強風捲起大浪擾動底層泥砂使海水混濁，水中懸浮粒子升高，貝類就不會出洞濾食。灘地甲殼類螃蟹因強風會迅速吹乾鰓室水分造成缺氧，因此螃蟹也不會出洞覓食。然而吹起強勁東北季風時正好是水筆仔胎生苗成熟時，水筆仔胎生苗掉落海水會漂浮水面，可藉由強風將水筆仔胎生苗往南帶上岸邊，因此香山溼地的水筆仔均生長在潮間帶岸邊。夏季西南氣流旺盛，7~9月正好海茄苳蒴果成熟時，掉落的蒴果會隨潮流風向漂浮，等根毛吸足水份將果皮撐開瓣沉入底層，退潮時隨潮水滾動四處為家，因此香山溼地海茄苳一直往外四處擴散。



圖十三：倚靠大植株的幼苗

風力是香山溼地最主要的環境因子，要在此地生長的物種必須要有抵抗強風能力，

連紅樹林也不例外，86年栽植的紅樹林，因被成行成列的栽種，間格距離約3~5M，生長期間前6年生長狀況不佳，等樹幹粗大可為下一代擋住風時，因有母株依靠而成叢狀生長如（圖十三），便能大量繁殖擴散。強風效應造成香山溼地的水筆仔樹頭粗大、植株不高，海茄苳則往橫向覆蓋式生長，有相當明顯風切效應。

#### 四、紅樹林植物

本次計畫以清除紅樹林為主軸，並觀察清除前後生物相之增減間之關係，作為將來香山溼地之管理參考，因此本計畫以紅樹林種及其環境範圍內的生物，作為物種調查之範圍。

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，本（98）年度清除區內，具有水筆仔及海茄苳兩種。此二種植物的特徵如下：

### (一)、水筆仔



圖十四：水筆仔

水筆仔 (*Kandelia candel*) 屬紅樹科，如 (圖十四)，葉橢圓形，花瓣 5 枚。胎生苗呈筆狀，表面光滑，長約 15~20 公分，本區經調查於 6 月至 8 月開白色的花，於翌年 2 月至 4 月成熟。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。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。



圖十五：螃蟹洞穴有助胎生苗站立生長

本區水筆仔胎生苗經觀察發現 2~4 月為主要成熟掉落期。胎生苗直接掉落在溼地泥灘中，若未被潮水沖走，二週後就可發根固著生長，若胎生苗呈平躺狀，陽光照射面不會發根，接觸地面部分才會，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如(圖十五)，根頭便能深埋泥灘中，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。

## (二)、海茄苳



圖十六：海茄苳

海茄苳(*Avicennia marina*)屬馬鞭草科如(圖十六)。葉長約5公分，葉表面有油點，葉對生，背面呈現灰濛白色且有泌鹽腺，輕舔葉背，具有鹹鹹的味道。香山溼地之植株於4~6月開橘黃色小花，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。

經觀察其蒴果成熟中期在種皮內可見到根毛如(圖十七)，此時即已具備生長能力，因此海茄苳蒴果生長中期與成熟末期一樣具備生長力，當掉落水中會浮在水面上隨潮水飄流，如(圖十九)。時根毛即可吸水，使子葉膨大撐開種皮，經一到二天的時間吸水飽和，體積變大也變重之後沉入水底有利生根著地生長。



圖十七：海茄荖蒴果內根毛



圖十八：掉落水面漂浮的海茄蒴碩果

海茄荖的根從小即呈放射狀橫生如（圖十九），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，



圖十九：海茄苳蒴果著根情形



圖二十：生長二年的海茄苳即可繁殖

清除上非常困難。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（圖二十）。

## 五、紅樹林棲息環境特徵

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 年內長成並開花便可繁衍下一代，尤其香山溼地地質環境有利紅樹林生長，因此其繁衍擴散速度約 10 年擴散範圍可增加一倍。

### （一）、紅樹林生長環境特性：

1. 熱帶或亞熱帶的溼熱氣候：紅樹林物種常需生長於熱帶或亞熱帶的溼熱氣候，最常見於南北緯 25°C 以內，其可容忍之溫度，最冷月份平均溫度不得低於 20°C，且溫差需小於 15°C。
2. 細粒沖積扇：在三角洲海岸或河口，由細粒粉土及黏土所形成的軟泥土因含多量河流所搬運之有機腐植質於此處沉積，造成土質中含氧量極低，其他植物無法生存，紅樹科植物及其他相伴物種因根部具保存氧氣或呼吸根的構造，較其他植物更易於此惡劣環境中生存，而成為溼地之優勢物種。科學家發現腐植質愈深厚的淤泥地，紅樹林的生長愈佳。
3. 浪靜的海邊或河口：在彎曲的海灘或河口深處，外緣多有天然屏障，故極適合紅樹林生長。若直接面對強風、濤浪的突出海緣，浪潮會挾走適合紅樹林植物生存之軟泥，也易沖走幼苗，紅樹林及其他相伴物種皆難以生存，故多浪或風

大的海岸皆不易發現大面積的紅樹林。

4. 寬廣的潮間帶:雖然紅樹林常於河口沉積處存在,但在緩坡的海邊所形成的寬闊潮間帶,泥沙於此處因搬運作用減弱,沉積作用加劇,形成寬廣堆積泥灘地,若海水不深,則此種環境也可形成寬廣的紅樹林帶。
5. 海水浸泡:雖然海水並非紅樹林物種生長的必要條件,但海水浸泡所造成的鹽生環境,使許多淡生性植物無法生存,當與紅樹科植物競爭生存空間之物種減少,雖然環境惡劣,紅樹科也可成為優勢物種。故淡、海水相混且水深較淺的河口地帶,就成為紅樹林植物極適合的生存環境了。

## 六、紅樹林的擴張

新竹市濱海野生動物保護區,高灘地紅樹林持續擴張,造成的陸化效應及棲地單一化的影響,被認為是溼地生物多樣性降低的重要原因之一。特別是紅樹林入侵的區域,以往是新竹市濱海地區台灣招潮蟹族群密度最高的地方。近幾年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。在眾多學者的建議之下,各地開始重視紅樹林過度擴張的問題,於是有學者提議適度砍伐控制紅樹林面積,避免造成大面積的棲地單一化影響生物多樣性。新竹市政府在管理權責上決定進行清除試驗,設法恢復高灘地原始面貌,復育台灣招潮蟹。依據相關學術研究:陳章波等(2003)及謝蕙蓮、陳章波(2004)進行香山濱海動物保護區生態保育對策及紅樹林調查研究,發現香山溼地紅樹林皆為人工種植,而且台灣招潮蟹所需棲地特徵與

紅樹林環境特徵不同，紅樹林覆蓋的灘地不適合台灣招潮蟹生存。楊樹森(2005)大庄溪口紅樹林擴張速度太快，水流受阻灘地泥化缺氧的面積逐年增加，建議適度移除紅樹林以維持灘地的正常運作。尤少彬(2006)大庄溪水改道，造成淡水支流變多其參雜的營養鹽使紅樹林擴增，嚴重壓縮台灣招潮蟹的生存空間。陳有祺(2008)潮汐溝確為棲地帶來營養鹽、溶氧及有機質等，台灣招潮蟹復育區紅樹林需適度清除，以使潮汐所帶來營養鹽溶氧及有機物得以供給台灣招潮蟹之棲地。

紅樹林造成的陸化效應被認為是破壞台灣招潮蟹棲地的主要原因。一般有紅樹林的海域，潮水的流速因植株阻礙而減緩，溼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，溼地表面的生產者一般是濾食蟹類的食物來源之一，而紅樹林樹冠的蔭蔽作用使大部份的藻類無法生存，地表只殘留有碎屑顆粒，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的招潮蟹棲息，深入林區核心的位置照度

甚低，地面只出現相手蟹及似方厚蟹等取食大型碎屑顆粒的蟹種。綜觀各項研究指出香山溼地紅樹林對生態效應成負面影響，應實施清除。

香山溼地紅樹林清除計畫起始於 96 年，海山罟進行第一次清除，97 年在水資源回收中心附近進行清除紅樹林試驗。為了穩定新竹沿海食物鏈的各環節生物，及香山溼地生態的永續經營，保存全民生態資產，客雅溪至海山漁港間的紅樹林，必須儘速全部清除，還原香山溼地原本面貌。因此本會繼 96 年於海山罟實施一公頃實驗性清除、97 年於大庄溪出海口至客雅水資源回收中心西南岸實施約 3 公頃紅樹林清除，今 98 年清除三姓溪出海口西區 5 公頃紅樹林，與去年（97）清除區銜接，延續擴大紅樹林清除成效。

## 貳、計畫目標

本計畫以清除三姓溪出海口西區紅樹林，延續擴大歷年來清除之成效，還原香山溼地原本泥灘地樣貌，遏止紅樹林擴散為主要因此訂定目標如下

- 一、清除三姓溪出海口水資源回收中心防波堤 8K+300 處往西延伸至三姓溪出海口接近垃圾掩埋場之潮溝處，約五公頃，菱形範圍內紅樹林大小植株。
- 二、將剷除紅樹林植株數量統計並清除運離現場。
- 三、藉由清除紅樹林工作，以螃蟹做為指標物種，實施清除紅樹林前後生物調查，了解清除紅樹林對生物之間的關聯影響，作為爾後清除紅樹林之重要參考數據。

## 參、計畫內容

### 一、98 計畫工作內容 時程

清除區屬野生動物保護區，基於尊重其他物種生命，及對野生動物之保護，加上此區離岸遠、地面更為泥濘機具無法施工，因此以人工方式清除紅樹林，將對棲地上生存生物之傷害降至最低。先期以清除以大植株為主，水筆仔連根剷除，以防根頭處再次發芽重新生長，海茄冬在離土處部位剷除。大型植株剷除清移後，再以人力清除小植株，以鐵鏟、長鋤頭從根處剷除，以防止根部發芽重新生長，並做清除前後生態調查。計畫時程 98 年 7 月 15 日至 11 月 30 日止，工作內容時程如（表一）。

表一：工作內容時程表

月份	工作內容	工作比重
七   八	1. 清除範圍標定，清運路線選定。 2. 勘查潮汐，選定最佳清除時間排定工時日期。 3. 清除前棲地生態環境監測調查。 4. 清運機具製作購置。	25%
七   十	1. 招募雇工、基本生態概念、工作安全講習。 2. 大植株人力清除實施。 3. 清除前棲地生態調查。 4. 清除物清運。	20%

十	1. 人力清除小型植株。 2. 清除物清運。	25%
十一   十一	清除後棲地生態調查與分析	15%
十一	撰寫結案報告	15%

## 二、97 年清除區維護工作內容 時程

本年度（98）5 月至 12 月於（97）年大庄溪口至水資源中心防波堤西側中段，面積三公頃清除區，實施後續維護工作，以防止幼苗進入維護區。並進行物種、環境監測，工作內容時程如下

### （一）、清除區維護

（1）於（97 年大庄溪口 3 公頃清除區）水筆仔繁殖期（1~4 月）過後，7 月觀察水筆仔幼苗移入狀況，海茄苳繁殖期（7~9 月）過後，11 月觀察海茄苳幼苗移入狀況，並做數量統計、原因分析。

（2）於 7、11 月雇工清除維護區內移入之幼苗

### （二）、清除區物種環境後續觀察

（1）每月農曆初 3、18 日做地面高度維持調查一次。

(2) 每月對清除區內物種（甲殼類螃蟹、螺貝類、彈塗魚等）

做數量調查一次。

## 肆、方法

### 一、98 年清除區紅樹林清除

#### (一)、清除範圍

去年(97)本會於大庄溪出海口至客雅溪水資源中心西南岸實施約3公頃紅樹林清除，為能延續其成果便利爾後棲地管理維護，本(98)年度清除範圍，南邊與去年清除區銜接，延續往北延伸至三姓溪出海口，即客雅水資源回收中心西北側，總面積約5公頃，詳細位置座標如(圖二十一)。



圖二十一：98 年清除範圍座標圖

### (三)、清除工作執行

#### 1. 人員選訓

在泥濘的潮間帶上清除紅樹林植株，需手持 4 斤重的長刀鋤頭，頂著烈日照射，忍著泥漿四處噴濺，汗水與泥水混雜的情景，若非有體力、耐力且有極高認同感、服從性高的工作人員，無法忍受工作艱辛堅持到底。因此本會初期以暑期大學生為剷除紅樹林工作人員首選，於 7 月 15 日召訓 41 名大學工讀生及在地人士，實施現地講習，說明清除範圍、當地環境、潮汐現象、紅樹林植株生長特性、剷除要領及注意事項等，並實地實習操作。7 月 16 日起開始剷除工作。

#### 2. 清除工具

香山溼地的紅樹林隨著成長逐漸粗壯，清除技巧及工具隨物種而異。水筆仔形態像喬木，根部粗大的板根，莖處挺直生長，材質鬆軟有彈性，莖斷面仍具有發芽能力，清除時需完全將根部剷除；海茄苳生長形態似灌木，低莖處即枝條橫生，材質硬實，剷除時鋤頭需鋒利且急速用力，只要從主幹處將植株整棵剷除，不留任何枝葉，就不會重新發芽生長。基於 96~97 年度本會實際工作經驗顯示，人工剷除紅樹林的工具以長刀型鋤頭最有效率。但本年度清除區植株粗大，即使用長刀型鋤頭也無法順利清除，因此今年度除了長刀鋤頭外，較高粗壯的紅樹林亦使用鏈鋸以減輕人力消耗。剷除工具說明整理如下：

2-1. **長刃型鋤頭**（俗稱大掘仔）：刃部長約 28 公分，配以 4 尺半木柄，於水筆仔板根處及海茄荖莖幹處剷斷植株，極有效率。

2-2. **手鏈鋸**：長刃型鋤頭難以清除的植株，以 16" 手鏈鋸剷除，因該型設備設計上非長時間使用，且操作易碰到泥沙造成鏈條磨損需經常更新，裝備一接觸海水每日需清潔保養，損壞率極高，要提昇使用率，操作人員需固定，累積操作經驗。

### 3. 人員安全防護配備

於潮間帶清除紅樹林，除所需之剷除工具外，考慮工作人員之安全及清除工作的順利進行，尚需具備下列安全防護配備：

3-1. **帽子**：以能遮陽、通風、好清洗為宜，最好具備可遮住臉頰的前幘，一來可防止泥水濺入臉部之耳鼻，減少受感染之慮；再者可減少紫外線曝曬，避免造成皮膚之傷害。

3-2. **護目鏡**：清除紅樹林的過程中，為避免泥水濺入眼睛或剷除植株的木屑彈入眼睛引起感染，護目鏡為必備之安全裝備。因需長時間在烈日下工作，配有抗 UV 鏡片且外型弧度能與眼臉貼近者更佳。

3-3. **手套**：剷除時需手持長刃鋤頭等工具且握柄溼滑，為減少手掌水泡產生，需配戴棉質布手套。有時需要徒手拉動剷下之紅樹林植株，手套可避免手被吸附於植株上之玉黍螺的螺錐頂刺傷或被螺口割傷。

3-4. 服裝：剷除紅樹林需穿長袖寬鬆衣褲，可防曬傷割傷。

3-5. 雨鞋：有兩種適合於潮間帶活動的雨鞋，各有優缺點，可依自己的需要做

斟酌，將其優缺點比較如下：

雨鞋樣式	優點	缺點
硬底高統	1. 耐穿好清洗 2. 對腳部較有防護作用	足底面積大，易產生吸附力，行走費力，易陷入泥沼不易拔出
溜水鞋	1. 足底面積小較不會被泥沼吸住 2. 行走較輕鬆	1. 不耐用、清洗不易 2. 對腳部防護性差

人工剷除紅樹林，進行速度慢，不熟練或失手時，可能會因器械運用失當造成自己的腳受傷。本次仍有工作人員一時失神剷到自己的腳。在剷除植株時，穿硬底高統雨鞋可方便操作及較安全，搬移樹枝時則穿溜水鞋較方便行走。

3-6. 腰包：可裝個人重要物品及飲用水隨身攜帶，不用來回岸上飲水。

#### 4. 工作時間

本區為潮間帶溼地，潮水每天有 2 次漲退。若依潮位高低分大潮、中潮、小潮、長潮（如下表：新竹地區潮汐表），每週期為 15 天，農曆初 3、18 日滿潮時潮位最高，農曆初 10、25 日乾潮時潮位最低。大潮期間，漲潮時海水淹蓋溼地時間久，退潮時溼地土壤飽水度高，地面泥濘不堪，不利人員作業。另外乾潮為上午 5~9 點之間，滿潮為中午 11 點至下午 1 點間，若依日出而作的習性僅 2-3 小時可於溼地上工作，工作時間過短不適合集合人員及派任工作。受限於潮汐及本地環境，清除紅樹林最佳工作時機為農曆初 8~14 日的小潮期，因為滿潮潮位不高，不至於淹及本清除區域，地面較為乾燥，利於人員行動及剷除作

業。然而每月可工作時間只 15 天左右，對工作時程掌控而言，是相當嚴峻的考驗。潮汐表如（表二）

表二：新竹地區潮汐表

新 竹 潮 汐 表	潮汐	農曆		滿潮	乾潮
	大		1	16	11:00
		2	17	11:48	05:36
		3	18	12:36	06:24
潮		4	19	01:24	07:12
	中	5	20	02:18	08:00
		6	21	03:00	08:48
潮		7	22	03:48	09:36
	潮	8	23	04:36	10:24
		9	24	05:24	11:12
汐		10	25	06:12	12:00
	長	11	26	07:00	12:48
		12	27	07:48	01:36
表		13	28	08:36	02:24
	潮	14	29	09:24	03:12
		15	30	10:12	04:00

資料引用：新竹區漁會潮汐表

## 5. 工作步驟

本次清除範圍從三姓溪出海口（水資源中心防波堤步道 8K+300 公尺處）沿

水資源回收中心防波堤步道（水資源中心防波堤步道 8K+200 公尺處）向外成菱形狀，總面積達 5 公頃。依溼地泥濘程度分 A、B 二區。A 區靠西北方土質較硬含沙成分較多，因靠三姓溪河溝，營養鹽豐富紅樹林較高大，鋤頭配合手鏈鋸清除，B 區較靠西南方土質較溼軟泥濘，只能以人力鋤頭清除。大潮期退潮時除 A 區，小潮期退潮時除 B 區，先除大棵植株為主，等樹幹晒乾移除後再剷除小植株。

### 5-1. 人力清除

本計畫以清除紅樹林為主要目標，且佔經費總額 90%，今年預定清除範圍內之紅樹林植物以海茄苳佔大多數，水筆仔較少，且海茄苳密集生長於較外灘處，從根部離灘地處剷除即可，枝幹橫生質地堅硬，剷除清移都相當費力。水筆仔則集中於岸邊，分布極不平均，因水筆仔質地較鬆軟容易剷除，但根部厚、皮層有生長點須將根部剷除，不然約二個月後又會發芽。清除區之土質比 97 年大庄溪口清除區，西南 B 區泥濘溼軟，西北 A 區較硬乾，紅樹林植株靠三姓溪河溝邊緣較高且以海茄苳居多，本次共選訓 41 名大學生參與剷除工作，工作人員分成兩組，一為鏈鋸組，另一為鋤頭組。鏈鋸組 2 人為一小組，共 2 組 4 名工作人員，使用汽油手鏈鋸機具 2 部，負責鋸斷粗大紅樹林植株；其餘人於編為鋤頭組，以長刀型鋤頭剷斷植株。兩組人員以剷除離岸較遠的 A 區為主，此區地勢西北側高，為配合潮汐及地面乾燥度，若逢小潮期就以地勢較低的西南側 B 區塊為主，中大潮期乾潮時間以西北 A 區塊為主。



圖二十二：B區之海茄苳莖基部被沉積土掩埋，

本年度清除區以海茄苳佔多數，因地勢低，沉積效應明顯，土質鬆軟，海茄苳莖基部都埋在泥中如（圖二十二），剷除時只能從分支處逐一剷除，又因海茄苳材質硬實，粗大枝幹需花費大力氣且連續數次才能剷斷，這樣常造成鋤頭塞子震掉（平均一天需補充 10~20 片），也曾造成木柄震斷或鋤頭刃部斷裂缺角如（圖二十三）。



圖二十三：長刀型鋤頭因剷除大植株造成刃部缺裂。

第一階段先剷除 3 cm 以上的大植株，剷下之植株放置原處，待曬乾後再移除。

大植株移除後，小植株變明顯，第二階段再改用小鋤頭清除小植株。

B 區雖地勢較低、地面溼軟，但潮水於中潮期間依然會淹蓋此地，因此清除工作仍需於小潮期後幾天執行，此時滿潮時潮水也淹不上來，日曬使地面更乾硬，人員工作較不會陷入泥中。

## 5-2. 清運

人力所砍下的紅樹林枝幹，先放置原地曬乾，再以人力清運至岸邊，最後由貨車運至焚化爐燃燒，避免造成未知的環境問題。將曬乾後的枝幹清運至岸邊，看似輕鬆的工作，卻是整個清除工作中最耗時耗力的項目。海茄荖枝幹硬實且樹枝橫陳，無法大量網綁，路程最遠約 250m，一人一次最多僅能搬 5~6 棵。也曾利用大潮滿潮租用膠筏用人力載運，也因效益不佳作罷，經多次嘗試改進，

最後以粗竹竿綁成擔架形式如（圖二十四）以 4~6 人為一組將枯樹幹抬至岸邊堆放，此方法是目前最有效益方式，但人員反應抬樹比砍樹還累，因地質泥濘行走費力難行，經常也易發生跌倒情形。



圖二十四：人力搬運枝幹，6 人一組以竹竿擔架抬枝幹至岸上。

溼地上之枝幹搬運至岸邊後，委託環保公司協助清運至焚化爐燃燒。岸邊恰有 17 公里自行車道可運用，貨運車開至距離最近處，運用車上配備之抓斗如（圖二十五），將枝幹直接抓至車斗上，再載往環保局焚化爐，清運工作才算完全執行完畢。本次僱用 15 噸抓斗卡車共清運 20 車次，才將 5 公頃範圍內之剷除的紅樹林枝幹清運完成，總重量約 40 噸。

今年預定清除區範圍內之紅樹林植物以海茄荖佔多數，且海茄荖生長於較核心處，水筆仔較少且集中於岸邊，靠三姓溪河口聚集，分布極不平均。第一階段

由 B 區以人力方式先清除直徑 3 cm 以上植株，待樹枝乾枯後，清運後，再清除小植株及幼苗為主。A 區則以大潮期乾潮時配合手鏈鋸剷除。待其葉落枝乾重量較輕時，將堆置成堆，一方面搬移時好拿，另一方面移出空間可看見小植株以利剷除。目前剷除清運工作於 9 月 25 日完成。



圖二十五：抓斗車停於自行車道上清運

## 二、98 年清除區物種調查

香山溼地環境生態因子調查已有中央研究單位及多所學術單位做相當深入的分析調查，業已累積相當完整資料。本計畫只針對紅樹林清除前後生物相消長做比對，了解清除紅樹林對溼地的生態互動影響。因此進行（一）清除前後螃蟹調查（二）清除前後底棲性生物調查（三）清除前後底質粒徑調查等。

## (一) 清除區 (螃蟹) 調查

### 1. 樣區選擇

清除區地勢東北高西南低，東北方為客雅溪水資源中心環狀防波堤，土質為較硬的泥沙質，植株於客雅溪水資源中心防波堤工程完工後才生長於此，以水筆仔較多，且植株較小，愈往外則海茄苳愈多、愈密、植株愈大棵。西南方地勢較低，屬於涵水性高的泥地，全為海茄苳，且植株粗大。北邊在近三姓溪出海口處，退潮後會形成寬 30M，深約 1M 的潮溝，潮溝邊為泥濘地，紅樹林植株皆粗大，以海茄苳較多，間夾有水筆仔生長。西側地勢較低，地質屬含砂量較高的沙質地，紅樹林愈往外愈稀鬆。清除區內有一潮溝，其潮水為東南向西北流向，離清除區右側約 20M，潮溝兩岸均屬較硬的泥地，一直延伸至三姓溪出海口潮溝。清除區範圍內之底質並不相同，東北邊（如測點 D1、D2、D3）為較硬的泥質，西南邊（如測點 D4、D5）為潮溼的泥濘地，西北（如測點 D6）為含砂量高的泥地。這些不同的地質也吸引不同物種的螃蟹，為了使調查資料更具代表性，因此在這三種不同地質區各設 1M×1M 樣區 2 個，共計 6 個樣區，分別以 D1、D2、D3、D4、D5、D6 標示，並利用 GPS 定位記錄經緯度，其位置座標如（圖二十六），每樣區間隔距離約 100M，並以長約 2 呎的 4 分管共 4 支標定樣區。



圖二十六：螃蟹調查樣區位置圖

## 2. 調查人員

參與調查人員為本會海濱組解說員，每位都受過螃蟹知識訓練並具備辨識能力，為減少誤差以固定人員調查固定樣區為原則如下表（表三），調查人員可熟悉樣區內螃蟹洞口位置、分佈情形、種類數量等，有利於調查數據之判讀。

表三：清除區生態調查人員表

姓名	項目	測站代號	經度	緯度
劉靜宜	螃蟹調查	D1	2743531	241236
魏芷蘭	螃蟹調查	D2	2743592	241166
張靜珠	螃蟹調查	D3	2743673	241115
林慧玲	螃蟹調查	D4	2743577	241060
徐依辰	螃蟹調查	D5	2743520	241095
張登凱	螃蟹調查	D6	2743480	241142
劉彩維	底棲生物粒徑	C1 E1	2743519	241237
張登凱	底棲生物粒徑	C2 E2	2742552	241192
劉彩維	底棲生物粒徑	C3 E3	2743656	241041
劉彩維	底棲生物粒徑	C4 E4	2743457	241134

### 3. 調查工具

GPS 定位儀：用台灣二度分帶座標定樣區經緯度。

望遠鏡：採用目視調查，配帶望遠鏡作為輔助觀察工具，可更清楚分辨螃蟹種類，此種作法對判定亞成蟹之種類及數量尤其重要。

### 4. 調查時間

本計畫於 7 月 15 日開始實施清除作業，清除前之調查於 7 月 12 日進行，香山溼地泥灘地螃蟹，因潮汐作用的影響，其出洞攝食時間為白天多於晚上，早上多於下午。大潮期最活躍，且於滿潮後 3 至 6 小時是最佳出洞覓食期。因此調查時間以農曆初 3 及 18 日前後三天之數據最具代表性，調查時間則以退潮後 3 至 6 小時內完成調查，調查時程如（表四）。

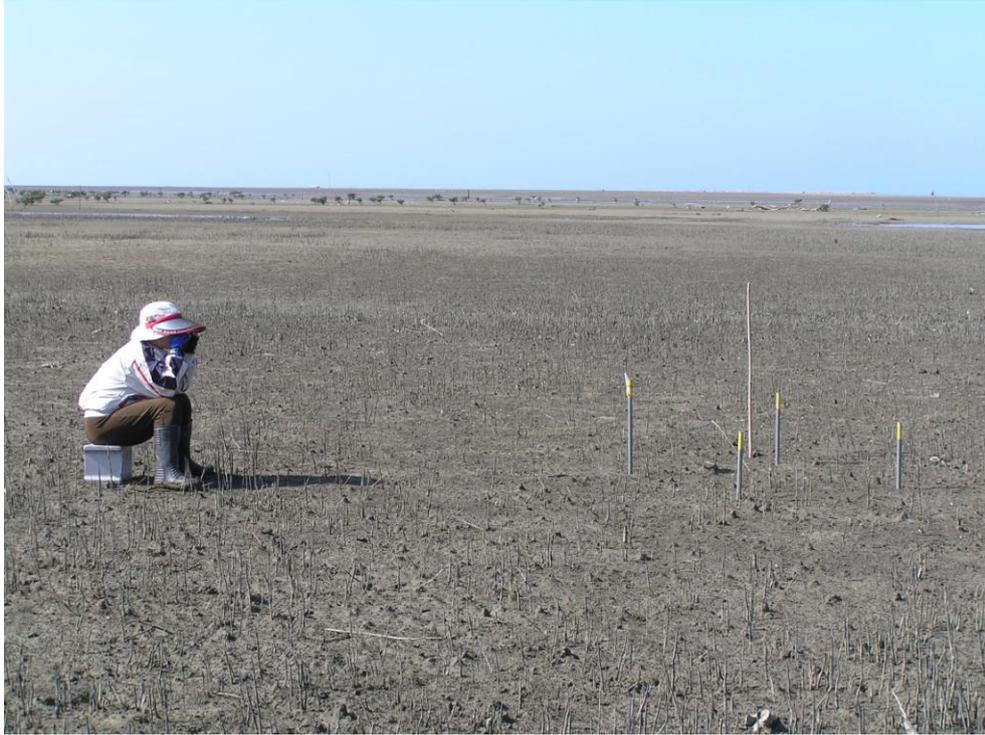
表四：生態調查日期時間表

調查日期	7/12 農曆 (20)	9/20 農曆 (2)	10/4 農曆 (16)	10/22 農曆 (5)	11/2 農曆 (16)	11/19 農曆 (3)
時間	0800~1100	1500~1800	1500~1800	0800~1100	1400~1700	1400~1700
調查項目	一螃蟹調查 二底棲生物 及粒徑調查	螃蟹調查	螃蟹調查	螃蟹調查	底棲生物及 粒徑調查	螃蟹調查
調查人員	魏芷蘭 劉靜宜 張靜珠 林慧玲 徐依辰 劉彩維 張登凱	魏芷蘭 劉靜宜 張靜珠 林慧玲 徐依辰 張登凱	魏芷蘭 劉靜宜 張靜珠 林慧玲 徐依辰 張登凱	魏芷蘭 劉靜宜 劉彩維 林慧玲 徐依辰 張登凱	劉彩維 張登凱	魏芷蘭 劉靜宜 劉彩維 林慧玲 徐依辰 張登凱

## 5. 調查方法

香山溼地的螃蟹，無論在種類或數量上較其他物種豐富，也容易觀察，對棲地變化所產生的反應也極敏感，因此本次清除紅樹林前後之棲地變化以螃蟹為指標生物，再佐以底棲生物調查數據，做綜合判斷清除紅樹林之保育作法對香山溼地泥灘生物的影響。

螃蟹常在大潮期退潮時，氣溫 26°C 以上為最活躍的覓食時期。調查人員於螃蟹覓食時，約離樣區約 5M 處，放置坐椅，耐心靜坐等待約 10 分鐘（如圖二十七），待螃蟹出洞覓食以望遠鏡掃描整個樣區，記錄樣區內出現之螃蟹種類及數量，每區至少觀察約 20 分鐘，最少需重複二次以上，記錄其最高數量，將數據記錄於調查表。



圖二十七：生態調查實景

## (二)、清除區底棲生物採集調查

### 1. 樣區選擇

清除區可明顯分辨出三種混雜地質，因此於各種地質交接處共設 B1、B2、B3、B4 等 4 個樣區，B1 地勢較高、較乾硬的泥地紅，樹林矮小疏鬆。B2 為乾溼泥地的交接處紅樹林密集。B3 為含砂較高的灘地，紅樹林矮小疏鬆。B4 為潮溼的泥濘地，紅樹林高大密集，座標位置 如（圖二十八）。



圖二十八：底棲生物採集位置圖

## 2. 調查人員

如（生態調查人員表）略。

## 3. 調查方法

於清除紅樹林植株前後各進行一次採樣及調查，將樣區內選擇一樣點以鏟子取深度約 15 公分之土壤如（圖二十九），以 0.5mm 篩網過濾清洗，去除雜質粉粒如（圖三十），將剩餘物質全數放入採集罐內，標籤上分別紀錄採集日期、樣區編號，攜回實驗室冷凍。觀察時放至觀察盤加入清水解凍，在光線充足下逐一撥開觀察如（圖三十一）。



圖二十九：採集工具及採集情形。



圖三十：利用 0.5mm 篩網將採集土清洗情形。



圖三十一：將土樣中之底棲生物逐一挑出、分類並記錄數量

### (三)、清除區土質粒徑分析

#### 1. 樣區選擇

清除區漲潮潮水由西北方向順潮溝流入清除區，退潮時則反方向流出，溼地上各地點感潮性流速會有少許差異，可明顯分辨出三種混雜地質，故於各種地質交接處共設 E1、E2、E3、E4 等 4 個樣點如（圖三十二土壤粒徑樣點座標位置圖），四個樣點之地形及地質特徵為：E1 地勢較高、較乾硬的泥地紅樹林矮小疏鬆，E2 為乾溼泥地的交接處，E3 為含砂較高的灘地，E4 為潮溼的泥濘地。



圖三十二土壤粒徑樣點座標位置圖

## 2.採樣分析

本計畫於每個採樣點四周 4-10 公尺範圍內，採集三個內徑 6cm，深度為 10cm 之泥沙如（圖三十三），分別裝袋並分別標記樣點位置座標。做為該樣點之底質質粒樣品，帶回實驗室。



圖三十三：土壤粒徑採樣情形

底質中成分依其粒度 (grain size) 由小而大可分為：黏土 (clay) 粒徑小於 0.004mm、粉沙 (silt) 粒徑大小 0.004mm-0.062mm、極細沙 (very-fine sand) 粒徑大小 0.062mm-0.125mm、細沙 (fine sand) 粒徑大小 0.125mm-0.25mm、中沙粒 (medium sand) 粒徑大小 0.25mm-0.50mm、粗沙 (coarse sand) 粒徑大小 0.5mm-1mm、極粗沙 (very-coarse sand) 粒徑大小 1mm-2mm、細礫石 (gravel) 粒徑大小 2mm 以上。

選擇各測點適量土樣，以清水清洗數次後，去除土中的鹽類與其他懸浮物後，置於 120°C 烘箱內烘乾，採乾篩法分別放入以 2mm、1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mm、0.062mm 堆疊的篩網中，以電動震篩機搖動分級過篩後如 (圖三

十四)，可得到七組粒徑的重量百分比組成及各粒度之累積百分比 (Cumulative percentage)。



圖三十四：土壤粒徑過篩量測情形

### 3、粒徑中值之計算

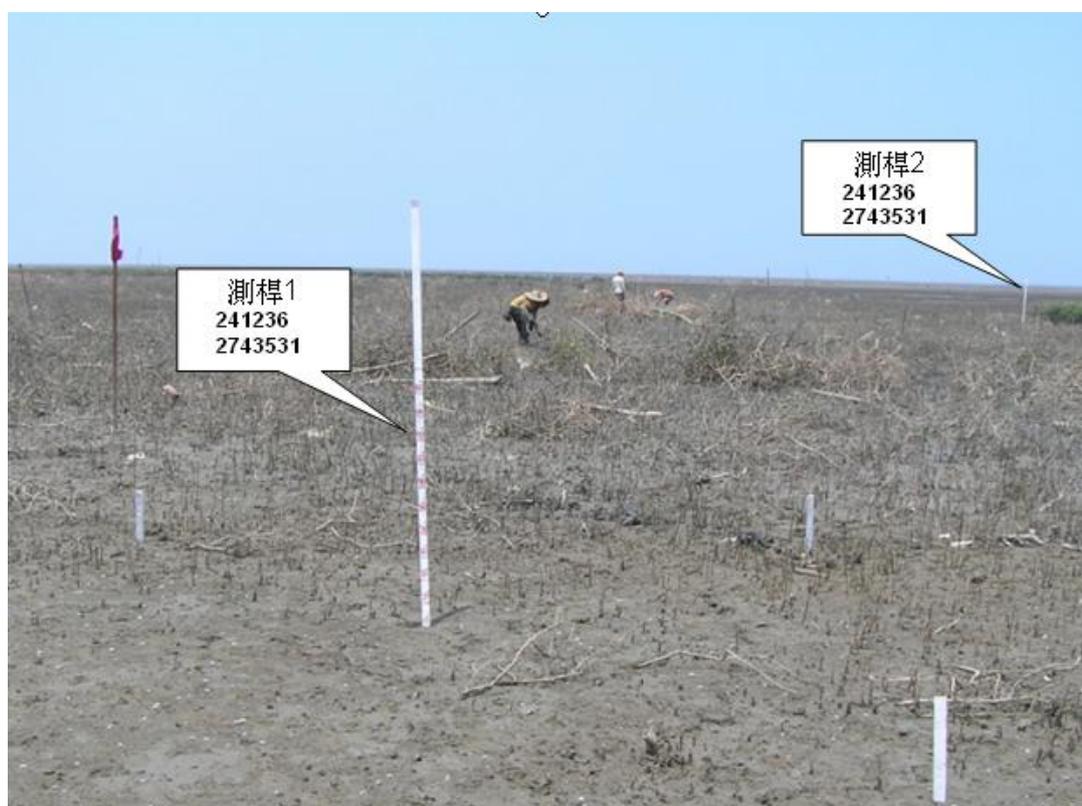
目前常用的沉積物粒度分佈之統計分析方法，包括四分度量法 (Quartite Measure) 和殷曼法 (Inman' s method)，在本研究中，我們採用了較簡單的四分度量法來探討沉積物的平均粒徑和淘選度。

四分度量法的原理是由累積曲線圖讀出每一四等分點之數值，即決定累積百分比 25%、50%、75% 和累積曲線之交點而讀出該點之粒度，一般都採用半對數圖表。其中第二個四分點，也就是 50% 之對應粒度值，稱為中值。中值代表所分析沉積物大小最中間者，其餘大小顆粒在其兩端出現之機會相等，

換言之也就是沉積物的平均粒徑。

#### (四)、清除區地面高程監測

本清除區處三姓溪河口，也是漲退潮時潮水主要流經處，將紅樹林清除是否會改變流速影響灘地高程，也是觀察項目之一，因在清除區水資源中心堤岸邊，靠堤岸 10m 處，有一台灣招潮蟹復育區，台灣招潮蟹對棲地環境要求，為潮水淹蓋一週期 15 天，只能 5 至 7 天淹到海水，沒有紅樹林的高程泥質地。紅樹林清除後對此區灘地高程的影響實有調查之必要，因此於台灣招潮蟹護育區設置監測桿 1，及清除區內設置監測桿 2 共二根如（圖三十五、三十六）。



圖三十五：高程測桿實景圖

### 三、97 年清除區維護及監測方法



圖三十六：高程測桿位置圖

97 年本會於大庄溪口與客雅水資源回收中心防波堤西側外圍區域，實施三公頃紅樹林清除，本（98）年度 5 月至 12 月實施清除維護，因維護區周遭有兩種紅樹林，且繁殖期分別於夏冬兩季，其果實各具不同繁衍策略與特性，經二年實施維護清除經驗，最恰當維護清除時間為每年 6 月及 11 月。6 月針對水筆仔胎生苗實施清除，於 11 月針對海茄荖幼苗實施清除，並於維護區設置四個樣

區做螃蟹數量調查，建立生態物種數量等資料。

## (一)、環境現況

### 1. 河系

維護區內有大莊溪河溝，寬約 6m 深度離地面下約 2m 貫穿其間，將維護區分隔成兩塊，靠大庄溪口為 B 區，靠北邊的為 A 區，水源為大庄區家庭廢水，漲潮時海水由外灘順河溝逆流，流速約每小時 4 公里，其餘地方約 3 公里，為維護區內較特殊之處。退潮時此處宣泄也較快，因此在河溝兩岸灘地呈現較硬且乾的狀況，兩岸海茄苳胎生苗生長較多，可見河溝有助海茄苳散播。

### 2. 地質

因維護區外圍尚有大片紅樹林未清除，且此處地形上屬於凹入之處，都有利於懸浮粒子粉塵累積，因此地質都屬含水性高的泥地，B 區地勢較高，小潮期約有 6 天淹不到海水，地質屬較乾硬的泥地，A 區地勢較低，小潮期只有 4 天淹不到海水，因此地質屬於較溼的泥地，越往外圍越泥濘。由於地面上已無紅樹林可遮陽光，光照度比清除前高，水蒸發效果提升，因此維護區比紅樹林區地面乾燥度高許多，人走在上頭感覺硬實度增高了。

### 3. 地面高程

維護區在去年（97）7 月實施清除時於台灣招潮蟹復育區，設置一測試桿，位置作標 241226、2743133，作為監測地面高程是否會因紅樹林清除後，使潮水流速增加而改變高程，因高程流失將不利台灣招潮蟹棲息。經一年監測，其

間歷經二次颱風，及今年度三溪口水資源中心西區紅樹林清除等，均未對維護區地面高程造成增減如下（圖三十八、圖三十九）。

	
<p>圖三十七：97年清除前立竿</p>	<p>圖三十八：98年12月現況高程在0刻畫位置未變</p>

#### 4. 紅樹林幼苗分布情形

##### 4-1. 水筆仔

目前接近維護區之水筆仔分佈，以維護區南邊靠釣魚池岸邊，及北邊三姓溪出海口處均有水筆仔，胎生苗成熟期為1至四月間，尤其是三姓溪口處的水筆仔。此時期剛好處東北季風旺盛期，掉落之胎生苗會浮於水面，藉由風力往南、往岸邊擴散，因此可發現維護區內水筆仔胎生苗多聚集於大庄溪口南岸處，如（圖三十九）。



圖三十九：水筆仔胎生苗聚集區

#### 4-2. 海茄苳

維護區外圍皆為成林密集的海茄苳，其碩果於8至10月成熟，掉落水面一天後根毛吸水使假葉膨脹便沉入水底，藉由潮流帶動四處擴散，因海茄苳根系往橫向生長，呼吸根再往上生長出地面，根系可穩固的盤據站穩任何的泥質地、砂質地，因此香山溼地的海茄苳，便不停的向四處往外擴散生長，在維護區內以潮溝兩岸，及現有紅樹林阻擋的交接處可發現較多的海茄苳幼苗聚集如（圖四十）。



圖四十：海茄荖幼苗聚集

## (二)、生態調查

### 1. 維護區地質特徵

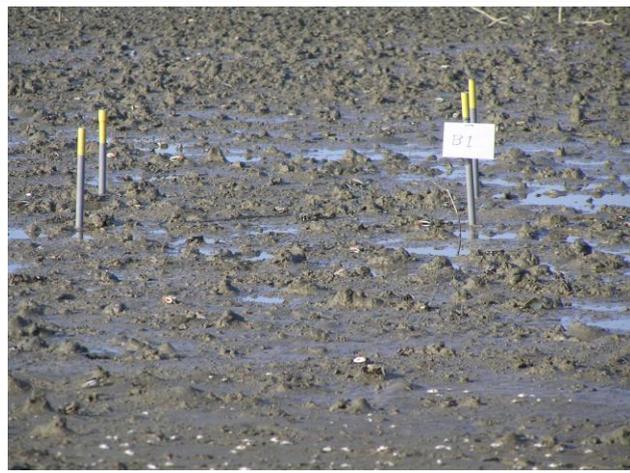
紅樹林清除後，原本較陰暗潮溼的泥濘地，經日照、潮流刷洗等作用，漸漸轉變為較乾燥平坦的泥灘地，在整個維護區 B 區使用怪手機機械式清除，樹根殘留較多，視覺感觀上較差，但生物環境較 A 區平坦乾淨的灘地，提供了較多樣的生物空間，地勢也較高，地質均為較乾硬的泥質地。A 區地勢較低，但靠客雅水資源回收中心防波堤邊緣，地勢較高為較乾硬的泥地，中間及西邊為含水高的泥濘區，因有含水性各異的地質，將引來不同的螃蟹物種棲息，有利於生物之多樣性，維護區位置如（圖四十一）。



圖四十一：維護區樣區座標位置圖

## 2. 維護區樣區設置

在整個長條狀的維護區，間隔 80m 設置 1m×1m 樣區，共設置 B1、B2、B3、B4 等 4 各樣區如（維護區樣區座標位置圖）。B1 樣區座標 241229、2743455、靠堤岸邊且近台灣招潮蟹復育區。B2 樣區座標 241214、2713352、位置介於乾溼泥地分界區。B3 樣區座標 241174、2743262、位置為泥濘區。B4 樣區座標 241326、2743133 為乾硬的泥質區。四個樣區如（四十二~四十五圖），概括了維護區中各種微棲地環境的特色，此為樣區設置時選用考量要素。



圖四十二：維護區 B1 樣區



圖四十三：維護區 B2 樣區



圖四十四：維護區 B3 樣區



圖四十五：維護區 B4 樣區

### 3. 調查方法

為考量不破壞棲地傷及生物，調查採用目視觀察方式，於每個月螃蟹活動率最高的大潮期前後三天、並配合天氣條件，下雨天、風力 7 級以上、溫度低於 20°C 以下，均不利螃蟹覓食，不做調查，因此需在一穩定天氣下，穿著自然色系衣服，於滿潮後三小時，此時灘地海水已退盡，正適合螃蟹覓食時刻，為調查最佳時機。距樣區，約 5~10m 處坐下，約過 10 分鐘後，便可觀察到洞穴裡的螃蟹，又陸陸續續爬出洞外覓食，此時運用望遠鏡，於樣區內連續再觀察 10 分至 20 分鐘，便可清晰的分辨樣區內螃蟹種類及亞成蟹、幼蟹等，再將觀察之物種數量填入表格。維護區常見的生物種類有下列生物：臺灣招潮蟹、弧邊招

潮蟹、清白招潮蟹、擬相手蟹、臺灣厚蟹、似方厚蟹、萬歲大眼蟹、秀麗長方蟹、玉黍螺、彈塗魚等。經5至12月每月一次，調查統計如（表五~八）。

表五：維護區 B1 樣區生態調查表 座標：241229、2743455 調查面積 1m×1m

序號	種類名稱	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	臺灣招潮蟹	0	0	1	1	0	2	1	1
2	清白招潮蟹	5	5	9	12	14	8	4	8
3	弧邊招潮蟹	3	8	10	13	16	12	12	9
4	凹指招潮蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
6	伍氏厚蟹	1	0	2	1	2	1	0	1
7	臺灣厚蟹	0	0	0	0	1	1	0	0
8	擬相手蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
9	萬歲大眼蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
10	秀麗長方蟹	1	0	0	0	0	0	0	0
11	淡水泥蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	0	0	0	0	8	13	9	10
13	彈塗魚	1	0	2	3	0	1	1	0

表六：維護區 B2 樣區生態調查表 座標：241214、2713352 調查面積 1m×1m

序號	種類名稱	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	臺灣招潮蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
2	清白招潮蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
3	弧邊招潮蟹	6	9	8	9	15	18	12	10
4	凹指招潮蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
6	似方厚蟹	2	1	1	0	1	1	1	0
7	臺灣厚蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
8	擬相手蟹	1	1	0	0	0	0	0	0
9	萬歲大眼蟹	4	5	7	4	6	4	6	5
10	秀麗長方蟹	2	3	2	2	3	4	2	2
11	淡水泥蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	3	1	0	0	12	18	16	7
13	彈塗魚	2	3	0	0	1	2	2	1

表七：維護區 B3 樣區生態調查表 座標：2411742743262 調查面積 1m×1m

序號	種類名稱	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	臺灣招潮蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
2	清白招潮蟹	0	2	5	5	9	13	10	6
3	弧邊招潮蟹	2	4	11	12	12	14	14	11
4	凹指招潮蟹	0	0	0	1	1	1	1	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
6	似方厚蟹	0	0	1	2	0	2	1	0
7	臺灣厚蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
8	擬相手蟹	4	1	2	1	1	2	2	1
9	萬歲大眼蟹	2	1	0	2	3	5	1	3
10	秀麗長方蟹	0	0	0	1	0	0	1	0
11	淡水泥蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	0	0	0	2	5	9	6	7
13	彈塗魚	0	0	1	0	1	3	0	1

表八：維護區 B4 樣區生態調查統表 座標：241326、2743133 調查面積 1m×1m

序號	種類名稱	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	臺灣招潮蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
2	清白招潮蟹	0	0	0	2	3	6	4	0
3	弧邊招潮蟹	5	9	11	10	14	16	13	8
4	凹指招潮蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
6	似方厚蟹	0	0	1	2	2	0	2	0
7	臺灣厚蟹	1	0	1	1	2	2	2	2
8	擬相手蟹	3	2	1	2	1	2	2	1
9	萬歲大眼蟹	4	2	2	3	5	6	2	4
10	秀麗長方蟹	3	2	1	2	4	4	2	0
11	淡水泥蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	2	1	0	0	0	10	13	5
13	彈塗魚	0	0	1	2	2	2	3	1

### (三)、維護清除工作之進行

水筆仔胎生苗落地隨潮流漂浮，藉由大潮將其帶至岸邊高程，等下次潮水淹到相隔 15 天，期間正是胎生苗生根的好時機，等其生根站立長葉，能夠明顯的看到他，約需 2 個月的生長期，因此清除工作於 6 月實施水筆仔胎生苗清除為適當的時機如（圖四十六），因此時胎生苗根系厚皮層尚未發育完成，剷除其地上部份既不會再生長，若等其厚皮層發育完成，清除時則需連根挖除，會增加清除難度。清除以三人一組於小潮期退潮時，先於大庄溪口 B 區實施清除，然後再實施 A 區清除，共 5 個工作天。六月份實施第一次維護清除，以水筆仔新胎生苗為大多數，海茄苳為少數，海茄苳皆為前年遺落的幼苗植株。



圖四十六：維護區 6 月維護清除



圖四十七：維護區 11 月維護清除

海茄荖蒴果今年在 10 月中已全數掉落，等其著根站立只需一個月，生長高度 10 公分，此時較容易看見，因此 11 月為適當清除時機如（圖四十七），以三一組於小潮期退潮時，由北往南，先清除 B 區再清除 A 區。因海茄散佈面積廣，數量多，且植株小不易發現，因此須以地毯式來回搜尋，用小掘仔從地上部份剷除即可，共 7 個工作天。

## 伍、執行成果

### 一、98 年清除區成果

#### （一）、紅樹林清除成果：

本次實際清除範圍面積超過 5 公頃；清除紅樹林直徑 3 cm 以上的水筆仔 2790 棵、海茄荖 28623 棵，直徑 3 cm 以下的小植株及幼苗為 54077 棵，總清除棵數

為 85490 棵，清運總種輛 40 公噸。此清除量可舒緩此區承受的紅樹林擴張壓力。

清除總數詳如（表九）。

表九：98 年三姓溪出海口西區紅樹林清除數量統計表

日期	水筆仔	海茄 苳	備註	日期	水筆仔	海茄苳	備註
7/15	58	825	剷除實習	8/25			樹幹搬移
7/16	526	2530	大植株剷除	8/26			樹幹搬移
7/17	524	1842	大植株剷除	8/27			樹幹搬移
7/18	413	1980	大植株剷除	8/28			樹幹搬移
7/20	422	2181	大植株剷除	8/31			樹幹搬移
7/21	235	2102	大植株剷除	9/1			樹幹搬移
7/22	230	2102	大植株剷除	9/2			樹幹搬移
7/23	102	1895	大植株剷除	9/4			樹幹搬移
7/27	352	2251	大植株剷除	9/7			樹幹搬移
7/28	235	1385	大植株剷除	9/8			樹幹搬移
7/29	83	1598	大植株剷除	9/9			樹幹搬移
7/30	98	1198	大植株剷除	9/10			樹幹搬移
7/31	118	1205	大植株剷除	9/11			樹幹搬移
8/3	24	1882	大植株剷除	9/14			樹幹搬移
8/4	62	1652	大植株剷除	9/15			樹幹搬移
8/5	82	2025	大植株剷除	9/16	483	2418	小植株清除
8/10			颱風後清理	9/17	568	2331	小植株清除
8/11			颱風後清理	9/18	714	2891	小植株清除
8/12			颱風後清理	9/21	120	5925	小植株清除
8/13	329	4725	小植株清除	9/22	95	6231	小植株清除
8/14	295	4882	小植株清除	9/23	66	3523	小植株清除
8/17			樹幹搬移	9/24	66	3958	小植株清除
8/18			樹幹搬移	9/25	52	4587	小植株清除
8/19			樹幹搬移	9/28			殘餘樹頭剷除
8/20			樹幹搬移	9/29			殘餘樹頭剷除
8/21			樹幹搬移	9/30			殘餘樹頭剷除
8/24			樹幹搬移	10/02			殘餘樹頭剷除

共計清除水筆仔：3564 棵、小植株水筆仔 2790 棵。海茄苳：28623 棵、小植株海茄苳 50513 棵。

## (二) 螃蟹調查成果

本計畫之螃蟹調查，於紅樹林清除前實施一次，清除期間（7月15日至9月5日）不進行調查，待干擾度減少後，於9月20日後共進行四次調查，各月份調查統計如（表十~表十五）。

表十：98年清除區D1樣區生態調查表 座標：241236、2743531

序號	種類名稱	7月份數量(隻)	9月份數量(隻)	10月份數量(隻)	11月份數量(隻)
1	臺灣招潮蟹	2	1	1	2
2	清白招潮蟹	18	16	21	12
3	弧邊招潮蟹	5	3	6	5
4	凹指招潮蟹	0	0	0	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0
6	似方厚蟹	2	3	3	2
7	臺灣厚蟹	0	0	1	1
8	摺痕擬相手蟹	3	4	4	1
9	萬歲大眼蟹	0	0	0	0
10	秀麗長方蟹	0	0	0	0
11	淡水泥蟹	1	1	1	0
12	粗紋玉黍螺	0	0	0	0
13	彈塗魚	2	3	5	1

\* 調查面積 1m×1m、每月調查一次。

表十一 98 年清除區：D2 樣區生態調查表 座標：241166、2743592

序號	種類名稱	7 月份數量 (隻)	9 月份數量 (隻)	10 月份數量(隻)	11 月份數量(隻)
1	臺灣招潮蟹	0	0	0	0
2	清白招潮蟹	0	12	20	14
3	弧邊招潮蟹	2	3	3	2
4	凹指招潮蟹	0	0	0	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0
6	似方厚蟹	2	2	2	3
7	臺灣厚蟹	1	0	0	0
8	摺痕擬相手蟹	3	1	0	0
9	萬歲大眼蟹	0	0	0	0
10	秀麗長方蟹	0	0	0	0
11	淡水泥蟹	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	6	0	1	0
13	彈塗魚	2	3	4	1

\* 調查面積 1m×1m、每月調查一次。

表十二：98 年清除區 D3 樣區生態調查表 座標：241115、2743673

序號	種類名稱	7 月份數量 (隻)	9 月份數量 (隻)	10 月份數量(隻)	11 月份數量(隻)
1	臺灣招潮蟹	0	0	0	0
2	清白招潮蟹	0	9	19	16
3	弧邊招潮蟹	2	3	3	4
4	凹指招潮蟹	0	0	0	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0
6	似方厚蟹	0	2	2	1
7	臺灣厚蟹	0	0	0	0
8	摺痕擬相手蟹	3	1	0	0
9	萬歲大眼蟹	2	2	2	1
10	秀麗長方蟹	2	0	1	1
11	淡水泥蟹	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	3	0	1	0
13	彈塗魚	1	3	1	2

\* 調查面積 1m×1m、每月調查一次。

表十三：98年清除區 D4 樣區生態調查統計表 座標：241142、2743480

序號	種類名稱	7月份數量(隻)	9月份數量(隻)	10月份數量(隻)	11月份數量(隻)
1	臺灣招潮蟹	0	0	0	0
2	清白招潮蟹	0	0	0	0
3	弧邊招潮蟹	4	3	9	6
4	凹指招潮蟹	0	0	0	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0
6	似方厚蟹	1	2	3	1
7	臺灣厚蟹	0	0	0	0
8	摺痕擬相手蟹	3	1	0	1
9	萬歲大眼蟹	4	2	3	2
10	秀麗長方蟹	2	1	2	2
11	淡水泥蟹	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	6	2	4	0
13	彈塗魚	2	4	3	2

\* 調查面積 1m×1m、每月調查一次。

表十四：98年清除區 D5 樣區生態調查統計表 座標：241095、2743520

序號	種類名稱	7月份數量(隻)	9月份數量(隻)	10月份數量(隻)	11月份數量(隻)
1	臺灣招潮蟹	0	0	0	0
2	清白招潮蟹	0	0	0	0
3	弧邊招潮蟹	5	3	7	4
4	凹指招潮蟹	0	0	0	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0
6	似方厚蟹	1	3	3	3
7	臺灣厚蟹	0	0	0	0
8	摺痕擬相手蟹	4	1	2	0
9	萬歲大眼蟹	4	6	3	5
10	秀麗長方蟹	2	2	2	2
11	淡水泥蟹	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	4	9	11	5
13	彈塗魚	3	1	1	2

\* 調查面積 1m×1m、每月調查一次。

表十五：98年清除區 D6 樣區生態調查統計表 座標：241060、2743577

序號	種類名稱	7月份數量(隻)	9月份數量(隻)	10月份數量(隻)	11月份數量(隻)
1	臺灣招潮蟹	0	0	0	0
2	清白招潮蟹	0	5	13	10
3	弧邊招潮蟹	2	3	3	2
4	凹指招潮蟹	1	0	1	1
5	斯氏沙蟹	0	0	1	0
6	似方厚蟹	0	1	2	3
7	臺灣厚蟹	0	0	0	0
8	摺痕擬相手蟹	2	1	0	1
9	萬歲大眼蟹	2	2	1	0
10	秀麗長方蟹	2	1	0	0
11	淡水泥蟹	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	6	2	2	0
13	彈塗魚	2	2	5	2

\* 調查面積 1m×1m、每月調查一次。

將上述各樣區、各月份調查所得數、統計如(表十六)。

表十六：98年清除區紅樹林清除區螃蟹調查統計總表 統計面積 6m×6m

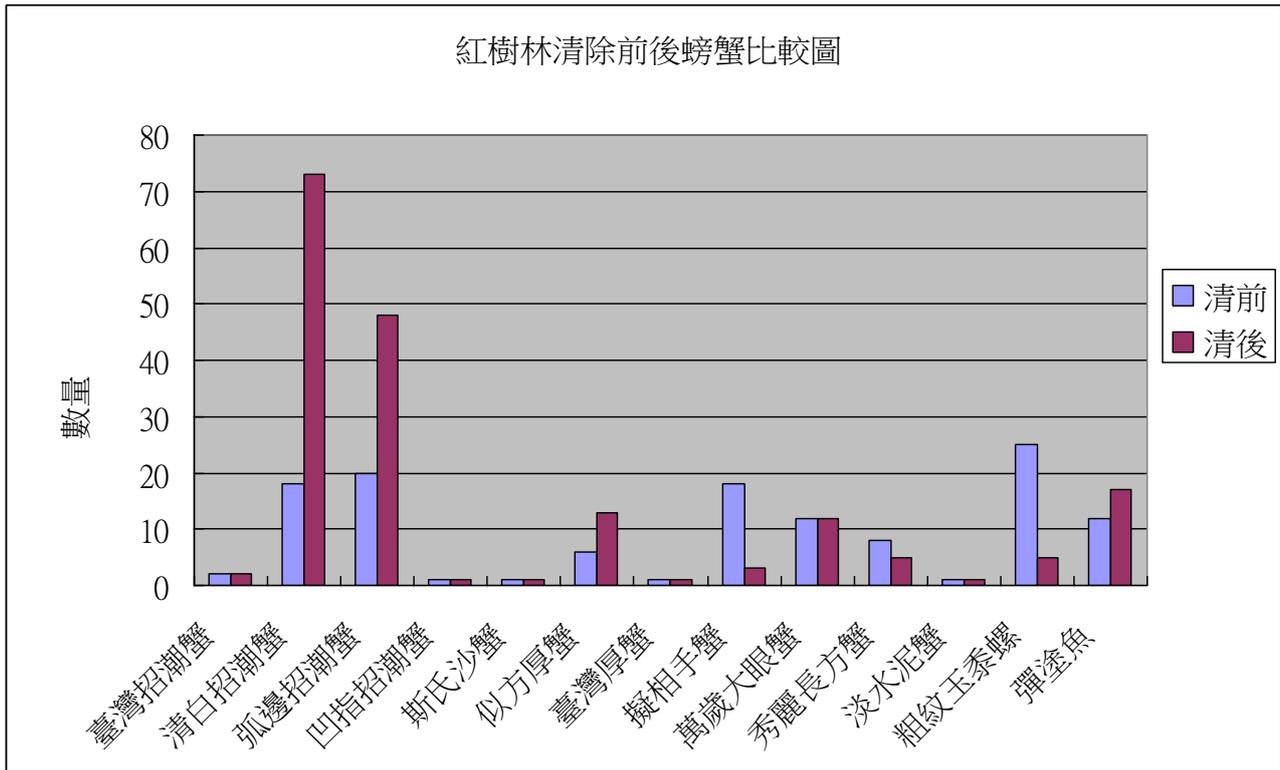
序號	名稱	7月份數量(隻)	9月份數量(隻)	10月份數量(隻)	11月份數量(隻)
1	臺灣招潮蟹	2	1	1	2
2	清白招潮蟹	18	42	73	52
3	弧邊招潮蟹	20	18	48	23
4	凹指招潮蟹	1	0	1	1
5	斯氏沙蟹	0	0	1	0
6	似方厚蟹	6	13	15	13
7	臺灣厚蟹	1	0	1	1
8	摺痕擬相手蟹	18	9	4	3
9	萬歲大眼蟹	12	12	10	12
10	秀麗長方蟹	8	4	5	5
11	淡水泥蟹	1	1	1	1
12	粗紋玉黍螺	25	21	11	5
13	彈塗魚	12	17	19	10

由表（表十六）統計表得知；紅樹林清除前數量最多物種之排名為粗紋玉黍螺 25 隻、弧邊招潮蟹 20 隻、清白招潮蟹 18 隻、摺痕擬相手蟹 18 隻、萬歲大眼蟹 12、彈塗魚 12 隻、秀麗長方蟹 8 隻似方厚蟹、6、臺灣招潮蟹 2 隻、凹指招潮蟹、臺灣厚蟹、淡水泥蟹等各 1 隻。

紅樹林清除後經調查三次數量後續增高者取最高數值，數量逐漸減少者取最低數值，結果為清白招潮蟹 73 隻、弧邊招潮蟹 48 隻、似方厚蟹 15 隻、萬歲大眼蟹 12 隻、彈塗魚 19 隻、粗紋玉黍螺 5 隻摺痕擬相手蟹 3 隻、秀麗長方蟹 4 隻。維持不變者為：臺灣招潮蟹、凹指招潮蟹、斯氏沙蟹、臺灣厚蟹、淡水泥蟹各 1 隻。紅樹林清除前與清除後螃蟹數量比如表（十七）及（圖四十八）螃蟹數量統計比對圖。

表十七：香山溼地紅樹林清除區螃蟹調查數量統計比對表統計面積 6m×6m

序號	名稱	清前	清後	增減數	影響原因
1	臺灣招潮蟹	2	2	0	只有 D1 樣區適合生長環境。
2	清白招潮蟹	18	73	+55	清除後棲地變較乾燥適合清白招潮蟹生長環境，數量驟增。
3	弧邊招潮蟹	20	48	+28	清除後棲地變較乾造適合弧邊招潮蟹生長環境，數量驟增。
4	凹指招潮蟹	1	1	0	凹指招潮蟹只在清除區三姓溪出海口潮溝邊高程泥地活動，判斷該隻為迷蟹。
5	斯氏沙蟹	1	1	0	斯氏沙蟹只在清除區西側邊緣沙質地活動，判斷該隻為迷蟹。
6	似方厚蟹	6	13	+7	紅樹林清除後螃蟹數量增加，肉食性的伍氏厚蟹因而增加。
7	臺灣厚蟹	1	1	0	臺灣厚蟹喜靠沿岸較硬泥質地生長，因清除區地質目前含水性尚高較泥濘棲地環境不合。
8	擬相手蟹	18	3	-15	喜在遮蔽處活動紅樹林清除後遮蔽減少，相對數量驟減。
9	萬歲大眼蟹	12	12	0	喜在含水性高泥灘地，清除區屬外灘地，地勢較低含水高，紅樹林清除目前尚不具影響。
10	秀麗長方蟹	8	5	-3	喜在含水性高泥灘地，清除區屬外灘地，地勢較低含水高，紅樹林清除目前尚不具影響。
11	淡水泥蟹	1	1	0	只發現 D1 區
12	粗紋玉黍螺	25	5	-20	紅樹林為主要棲地清除後相對數量驟減。
13	彈塗魚	12	17	+5	灘地與紅樹林區都可生存目前有增多現象，將來棲地乾燥後可能會減少。



圖四十八：紅樹林清除前後螃蟹數量比對圖

由於紅樹林清除後時間差距不到三個月，其棲地由有遮蔽物變為沒有遮蔽物；由有植株阻擋潮流變為沒有；由樹根、呼吸根滿地，原本形成高高低低、坑坑洞洞的泥濘地，轉變為慢慢平坦、慢慢變硬的泥灘地。

在灘地表面上看是快速的轉變，但在泥地下的種種環境因子則要好幾個月甚至要幾年才能趨於穩定，生存於清除區的生物也須隨環境質地的改變慢慢的調適，適合的物種族群數量慢慢增長，不適的物種也慢慢的遷徙它處。

目前棲地環境均處於轉化期，為期短短三個月的調查，13項物種有6種未變，4種增加，3種減少，只見數量上增加，物種數未變。紅樹林清除對螃蟹數量有明顯增多現象，對螃蟹種類無明顯影響。

### (三)、底棲生物採集成果

表十八：紅樹林清除區底棲生物調查表

	B1 樣區 緯度 241237 經度 2743519		B2 樣區 緯度 241041 經度 2743656		B3 樣區 緯度 241192 經度 2742552		B4 樣區 緯度 241134 經 度 2743457	
物種名稱	數量 (隻)		數量 (隻)		數量 (隻)		數量 (隻)	
小頭蟲	前		前	1	前	1	前	1
	後		後		後		後	4
公代	前		前		前		前	
	後		後		後		後	
園文蛤	前		前		前		前	
	後		後	1	後		後	
粗文玉黍螺	前	2	前	1	前		前	2
	後		後		後		後	
弧邊招潮蟹	前		前		前		前	
	後		後		後		後	
清白招潮蟹	前		前		前	1	前	
	後		後		後	2	後	1
蝦虎	前	2	前		前		前	
	後		後		後		後	

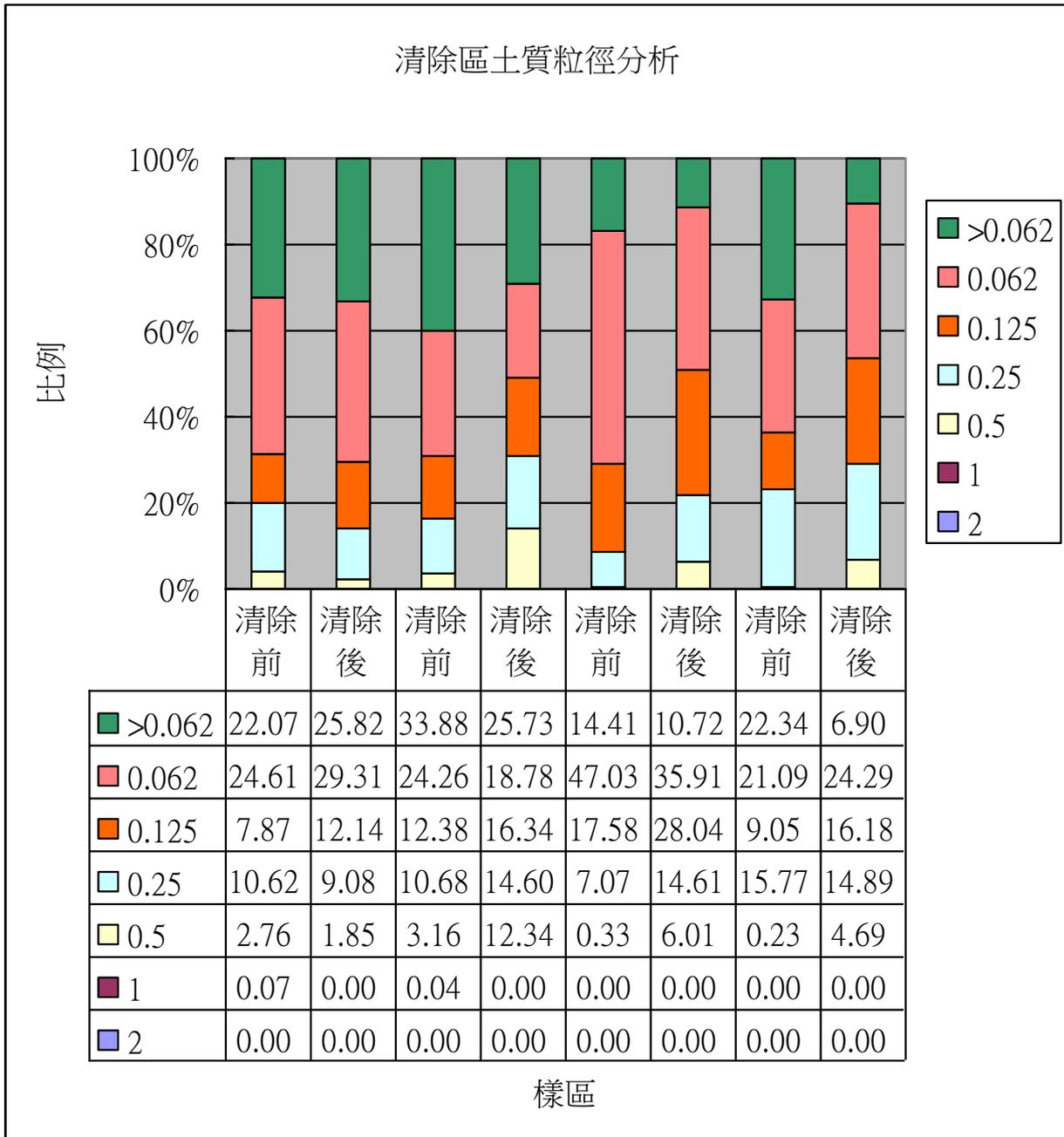
綜觀上列統計如 (表十八)，紅樹林清除前共採獲物種 5 種計 11 隻，紅樹林清除後採得物種 3 種計 4 隻。本次樣點中數量最多的物種為小頭蟲，從 種類數量上只能研判棲地為一缺氧有機泥質底層，小頭蟲體形一般呈紅色線狀，具有圓錐形頭區，潛居底泥層中，分布與有機氮呈顯著正相關「常見生活於污水出口處或質地有惡臭硫化氫的汙泥中，蟲體

耐受低氧，為重要的環境汙染指標生物（津田等，1979）」。本調查因合約時程不到 4 個月，期間棲地上工作人員踐踏，樹葉的腐植，環境因子的轉變相當劇烈，未能作整年多次數據調查，只於紅樹林清除前後各採樣調查一次，其資料不足以代表環境與生物之間的實際狀況。尚無法判斷紅樹林清除前後真正環境因子與生物種類消長之間的變換狀況。

為期短短三個月的調查中，螃蟹調查有 13 種物種，其中有 6 種數量未變，4 種數量增加，其中以清白招潮蟹增加 4 倍、弧邊招潮蟹、增加 2 倍、伍氏厚蟹增加 1 倍最為明顯。3 種減少，擬相手蟹減少 6 倍。以玉黍螺減少 5 倍最為明顯。

#### (四) 土質粒徑分析成果

表十九：清除區土質粒徑分析表



表二十：98 年紅樹林清除區粒徑分析、百分比表

		2	1	0.5	0.25	0.125	0.062	<0.062	總重
D1	除前	0.00	0.07	2.76	10.62	7.87	24.61	22.07	68.00
	除後	0.00	0.00	1.85	9.08	12.14	29.31	25.82	78.20
D1 (%)	除前	0.00	0.10	4.06	15.62	11.57	36.19	32.46	100.00
	除後	0.00	0.00	2.37	11.61	15.52	37.48	33.02	100.00
D2	除前	0.00	0.04	3.16	10.68	12.38	24.26	33.88	84.40
	除後	0.00	0.00	12.34	14.60	16.34	18.78	25.73	87.79
D2 (%)	除前	0.00	0.05	3.74	12.65	14.67	28.74	40.14	100.00
	除後	0.00	0.00	14.06	16.63	18.61	21.39	29.31	100.00
D3	除前	0.00	0.00	0.33	7.07	17.58	47.03	14.41	86.42
	除後	0.00	0.00	6.01	14.61	28.04	35.91	10.72	95.29
D3 (%)	除前	0.00	0.00	0.38	8.18	20.34	54.42	16.67	100.00
	除後	0.00	0.00	6.31	15.33	29.43	37.68	11.25	100.00
D4	除前	0.00	0.00	0.23	15.77	9.05	21.09	22.34	68.48
	除後	0.00	0.00	4.69	14.89	16.18	24.29	6.90	66.95
D4 (%)	除前	0.00	0.00	0.34	23.03	13.22	30.80	32.62	100.00
	除後	0.00	0.00	7.01	22.24	24.17	36.28	10.31	100.00

表二十一：98 年紅樹林清除區 粒徑組成表

樣區	station	Gravel	very-coarse sand	coarse sand	medium sand	Fine sand	very-fine sand	Silt、Clay
E1	清除前	0.00	0.07	2.76	10.62	7.87	24.61	22.07
	清除後	0.00	0.00	1.85	9.08	12.14	29.31	25.82
E2	清除前	0.00	0.04	3.16	10.68	12.38	24.26	33.88
	清除後	0.00	0.00	12.34	14.60	16.34	18.78	25.73
E3	清除前	0.00	0.00	0.33	7.07	17.58	47.03	14.41
	清除後	0.00	0.00	6.01	14.61	28.04	35.91	10.72
E4	清除前	0.00	0.00	0.23	15.77	9.05	21.09	22.34
	清除後	0.00	0.00	4.69	14.89	16.18	24.29	6.90

### 3. 結果：

如（表二十~二十一）統計分析顯示，紅樹林清除前 E1 區屬極細沙

（very-fine sand）粒徑大小 0.062mm-0.125mm。E2 屬粉沙（silt）粒徑大小 0.004mm-0.062mm。E3 屬極細沙（very-fine sand）粒徑大小 0.062mm-0.125mm。E4 屬粉沙（silt）粒徑大小 0.004mm-0.062mm。

紅樹林清除後 E4 由原本屬粉沙（silt）粒徑大小 0.004mm-0.062mm。轉變為極細沙（very-fine sand）粒徑大小 0.062mm-0.125mm。

紅樹林清除前土質平均粒徑介於粉沙（silt）粒徑大小 0.004mm-0.062mm、極

細沙 (very-fine sand) 粒徑大小 0.062mm-0.125mm 之間，紅樹林清除後土質平均粒徑介於極細沙 (very-fine sand) 粒徑大小 0.062mm-0.125mm、細沙 (fine sand) 粒徑大小 0.125mm-0.25mm 之間，由土壤粒徑分析所得資料判斷，顯見本清除區紅樹林清除後對外灘地土壤粒徑由細粉轉變為極細砂，紅樹林清除後潮水流速有增強現象。清除區潮水流速有增強現象。

#### (五) 地面高程監測成果

經調查於 9 月於清除區測桿 1 數值未變。桿 2 發現地面高程下降約 4cm 一直持續至今如 (圖三十七) (表二十二)，都未再有增減，研判可能於 8 月中旬颱風侵襲捲起大浪所致，因該測桿屬外灘地侵蝕的作用較明顯，至目前為止台灣招潮蟹復育區高程未變。

表二十二：紅樹林清除區地面高度監測表

月份	7	8	9	10	11
桿 1 高度	0	0	0	0	0
桿 2 高度	0	0	- 4	- 4	- 4

\* 每月觀測一次地面高度、單位公分。



圖四十九：測桿 2 地面高程明顯下降

## 二、97 年清除區維護及監測成果

表二十三：維護區紅樹林清除維護區生態調查統計表 統計面積 4m×4m

序號	種類名稱	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	臺灣招潮蟹	0	1	1	1	0	2	1	1
2	清白招潮蟹	5	7	14	17	26	27	18	14
3	弧邊招潮蟹	16	30	40	44	55	60	51	38
4	凹指招潮蟹	0	0	0	1	1	1	1	0
5	斯氏沙蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
6	似方厚蟹	3	1	5	5	5	4	4	1
7	臺灣厚蟹	0	0	1	1	2	2	2	2
8	擬相手蟹	8	4	3	3	2	4	3	2
9	萬歲大眼蟹	10	8	10	9	14	13	9	12
10	秀麗長方蟹	6	5	3	5	7	8	5	2
11	淡水泥蟹	0	0	0	0	0	0	0	0
12	粗紋玉黍螺	5	3	0	2	24	50	44	29
13	彈塗魚	3	5	4	5	4	8	6	3

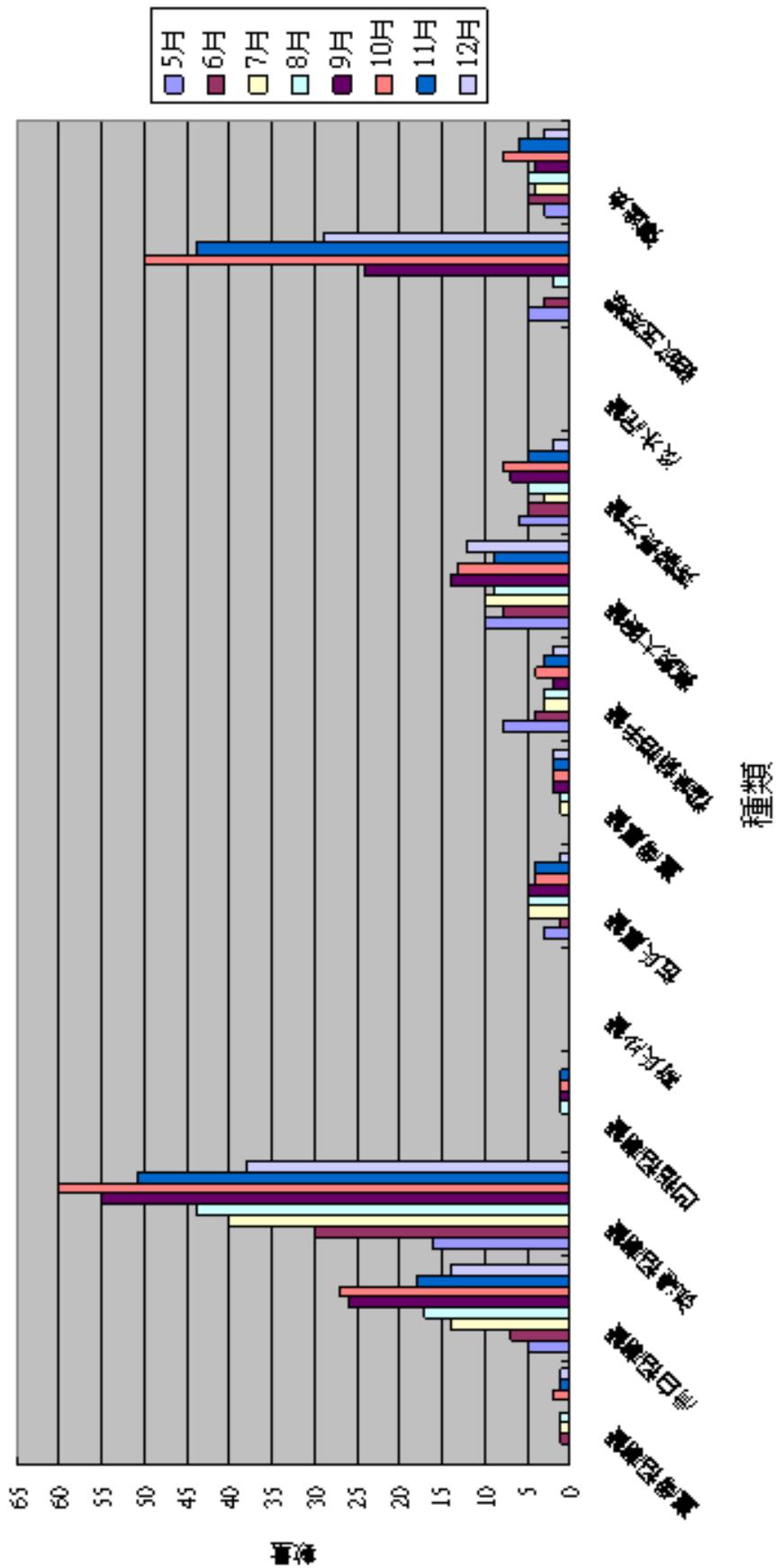
從調查統計如（表二十三）可看出喜在紅樹林棲地的擬相手蟹數量銳減，喜在潮溼地的萬歲大眼蟹、秀麗長方蟹也相對減少。喜在泥濘灘地的弧邊招潮蟹俱增，喜在較乾灘地上的清白招潮蟹也明顯每月增加，顯見生物與環境的反應，

環境改變生物相也隨之改變。其中喜在紅樹林或遮蔽物下的粗文玉屬螺的成螺，在維護區漸漸減少卻在 9 月後大量出現個體不到 0.1cm 的幼螺。

從月份上分析每月數量遞減的，為不適紅樹林清除後棲地物種，如擬相手蟹，秀麗長方蟹、粗紋玉屬螺等。適合物種有弧邊招潮蟹、清白招潮蟹、臺灣厚蟹、似方厚蟹、萬歲大眼蟹，臺灣招潮蟹，彈塗魚等。

月份上以 10 月為最大螃蟹出現量，11 月以後因東北風及氣溫低的影響生物相數量也明顯下降，經觀察氣溫降至 20°C 以下螃蟹幾乎不出洞。個月份螃蟹比較圖如（圖五十）螃蟹月分比較表。

蟹類月份比較



圖五十：97年清除維護區區蟹類調查比較對圖

今年維護區共計清除水筆仔小苗 4790 棵、海茄苳 6387 棵總計 11177 棵如（表二十四）。

表二十四：維護區紅樹林清除統計表

月份 \ 種類	水筆仔	海茄苳
6 月	1254	158
6 月	1090	285
6 月	827	395
6 月	480	280
6 月	580	345
11 月	124	1254
11 月	82	1353
11 月	131	1020
11 月	50	1520
11 月	86	1149
11 月	28	852
11 月	58	650

共計清除水筆仔小苗 4790 棵、海茄苳 6387 棵總計 11177 棵

## 小結

- (一)、紅樹林維護清除最佳時機為每年 6 月及 11 月各實施一次，使用工具小堀仔，一公頃一人約 5 個工作天，即可完成維護清除工作。
- (二)、紅樹林清除後螃蟹種類上擬相手蟹明顯於樣區中消失，但清白招潮蟹卻出現了，在數量上清白招潮蟹明顯的逐月增加，尤其弧邊招潮蟹與清白招潮蟹最明顯，維護區範圍內的台灣招潮蟹族群也有擴散增加現象。

香山溼地以甲殼類螃蟹為最多數，扮演著泥灘地清道夫與新竹沿海食物底供應者的重要角色，香山溼地旁蟹數量牽動著新竹沿海魚類繁衍的命脈香山地是新竹沿海魚類的育嬰房，香山溼地的螃蟹若消失了，新竹沿海魚將枯竭因此維護香山溼地足夠的旁蟹物種數量，是保障新竹沿海，海洋資源的重要課題，而紅樹林的清除從調查資料上顯示對甲殼類螃蟹數量的增加有明顯的作用，對穩固新竹沿海，海洋食物鏈有其非常重要的正面的效益。

## 陸、討論

### (一)、清除區紅樹林對周邊環境之影響

本年度清除區三姓溪口，客雅水資源回收中心西南岸一帶紅樹林為香山溼地紅樹林生長最密集範圍最廣區域，為香山溼地紅樹林主要的擴散源，以海茄苳為佔大多數，水筆仔分佈在高程岸邊。靠近溪流出口潮溝紅樹林因營養源充足，長得特別粗大而生長密集，本年度於客雅水資源回收中心西南岸一帶清除

約 5 公頃紅樹林大小植株，可減緩香山溼地紅樹林擴散，又可改善三姓溪與大庄溪河口淤塞問題。

## (二)、對生物多樣性之影響

新竹強勁的風力對溼地上生物有著明顯的影響力，強風捲起大浪擾動底層泥砂使海水混濁，水中懸浮粒子升高，貝類就不會出洞濾食。灘地甲殼類螃蟹因強風會迅速吹乾鰓室水份造成缺氧，因此螃蟹也不會出洞覓食，10 月以後東北風盛行，加上氣溫驟降溫度在 20°C 以下，也幾乎不出洞覓食，不利觀察。經多年觀察清除區紅樹林對棲地生物的影響如下：

### 1. 貝類：

香山溼地沙泥灘地是雙殼貝類為優勢種類，數量龐大，大部分具有經濟食用價值，有文蛤、環文蛤、花蛤、西施舌、竹蛭、公代、牡蠣等。單殼貝（腹足綱）的種類也不少，有玉蜀螺 玉螺、織文螺、蚵岩螺、笠螺、寶螺等。香山溼地的雙殼貝幾乎都以濾食海中浮游生物為食，單殼貝則為腐食性、肉食性、雜食性、或以有機質為食。但因紅樹林攔阻垃圾泥土使灘地泥化形成氧化還原層、基質間飽含水份，這些長時間在細泥間的水，很少和上層的水互換，加上高密度的細菌繁衍期間，往往在表層下幾公分，就成缺氧狀況，加上經日累積細微的有機質顆粒沉澱，覆蓋在表層，阻塞了氣體流通，破壞原本貝類適合居住的環境，紅樹林遮蔽光線影響藻類繁殖，減少貝類食物來源，使貝類在紅樹林區大量減少。

## 2. 甲殼類：

香山溼地中甲殼類算是較為進化的一群，例如蝦、蟹等，他們不但能適應多變的潮間環境，而且也能順利繁衍龐大族群數量。螃蟹有 6 科 41 種（楊樹森 2005 香山溼地多樣性調查），為香山溼地最具代表性的生物，對於教學研究、生態觀光及生態能量的中繼傳導，皆舉足輕重及無法取代的地位，如今紅樹林大面積擴散生長，嚴重遮蔽陽光使灘地含水性高而泥濘，表面藻類減少，迫使螃蟹種類改變，數量減少，尤以台灣招潮蟹對紅樹林最具敏感，有紅樹林的棲地台灣招潮蟹族群即消失。本次紅樹林清除對螃蟹數量有明顯增多現象，對螃蟹種類數量無明顯影響，但對生物多樣性之影響則需累積更長之時間、更多項目之環境因子調查，在學術理論及資料佐證上才趨成熟。

## 3. 多毛類：

多毛類動物在香山溼地種類族群也相當豐富，以錐頭蟲、小頭蟲、日本沙蠶〈紅蟲〉，雙齒圍沙蠶〈青蟲〉以及星蟲動物的裸體方格星蟲〈沙成〉及磷蟲最常見，其中小頭蟲喜偏泥地，其餘均喜砂質地，然紅樹林快速擴散，泥質地明顯增加，地質缺氧，多毛類種類數量將大改變，以本次調查清除區內只見小頭蟲而不見其他物種是為明證。

本合約主要以清除香山溼地紅樹林，還原香山溼地原本棲地環境為主要目標，因合約工作時程短促，時程不到四個月，生態調查只能在 9~11 月間進行，此時正處東北季風及氣溫下降季節，實不利調查工作有效數據之收集，尤其需

長時間對環境調適的生物而言，短時程的調查不足以評斷紅樹林清除對香山溼地生物族群種類真正的影響，必須投以更長的時間觀察，更多項目的環境因子分析才足以斷定。

## 柒、結論

香山溼地乃以泥灘為主的海濱溼地，由於環境先天上雖無法提供海洋生物更多樣的棲所，但卻可以提供充足的食物，所以海濱生物在種類數上有著對環境強大的適應本領，在族群的數量上有著驚人的數目。香山溼地中林林總總的潮間帶生物，若能用心去認知及了解，不難發現這些生物資源到處充滿著多項的價值如；

### 一、經濟利用的價值：

環節動物的多毛類如日本沙蠶〈紅蟲〉，雙齒圍沙蠶〈青蟲〉以及星蟲動物的裸體方格星蟲〈沙成〉具有當做釣餌的價值，每年我國進口紅蟲將近三億元台幣。食用性的貝類如牡蠣〈蚵仔〉、麗文蛤〈粉堯〉、環文蛤〈赤嘴〉、花紋蛤〈花角子〉、公代、西施舌等；蟹類如鋸緣青蟬〈紅蟬〉、梭子蟹〈花市仔〉、紅星梭子蟹〈三點子〉等具有實用價值，經濟性價值魚類方面，在台灣西北部各種魚類方面據專家統計更達 290 種。

### 二、保育的價值

香山溼地有許多具有保育價值的種類，屬於野生動物保育的鳥種有 26 種，台灣特有種有台灣招潮蟹，其他珍貴物種有腕足動物的海豆芽，牠是目前地球上

活化石之一，香山溼地保有如此珍貴物種實為可貴。

### 三、生態觀光價值

具有生態觀光價值的種類，以蟹類及鳥類為主。新竹香山溼地的螃蟹的特色不僅種類數多，例如短趾和尚蟹、萬歲大眼蟹、而斯氏沙蟹數量更是世界所罕見，具有發展生態觀光相當大的潛能，另一方面，隨季節氣候變遷而來的水鳥在客雅溪口附近大量群集，許多珍貴的鳥種頻繁出現，如高蹺鴿、小水鴨、蒼鷺，麻鷺、花嘴鴨，琵嘴鴨等，也深具發展賞鳥、生態及休閒，觀光價值。

### 四、教育研究價值

蟹類有些具有特殊行為模式，如招潮蟹的揮螯、築巢、封洞；短趾和尚蟹的直行、集結、潛沙；蟹斯氏沙蟹會越冬等都相當具有教學價值，紅樹林水筆仔胎生的特性同樣具有教學價值。

### 五、環境指標價值

環境指標動物以族群數量大的低等動物為主，例如環節動物的多毛類，軟體動物的貝類，甲殼動物的蟹類、棘皮動物海錢等。依指標動物族群數量的變化情形，可以用來估算環境變化或其他動物在此間受到環境變化的影響程度。

香山溼地介於海陸之間，可削減自然營力對海岸地帶的侵襲，可淨化水質、涵養水源，同時也是水生動植物生育地，生物多樣性保存庫，新竹沿海魚類的育嬰房。經近年來的觀察及各學術單位的研究，顯示香山溼地紅樹林，對河口排水有阻礙現象，將嚴重影響周邊居住人民安全，居民也強烈反應須清除香山

溼地紅樹林，香山溼地的紅樹林對生物多樣性也有負面的影響。然而現今香山溼地紅樹林呈大面積的生長擴散，其中海茄苳為強勢物種，泥地、沙質地都可適應，可隨風向、潮流到處擴散生長，其擴散侵害力最強，若不能及時干預施以適當對策，香山溼地可能會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，香山溼地多樣性的價值功能也將面臨考驗，因此香山溼地紅樹林應做大面積清除，遏止紅樹林擴散，讓香山溼地生態能永續保存。

## 捌、檢討建議

- 一、合約工作期太短 7 月 15 日~11 月 30 日無法涵蓋一年四季，不利生態調查的完整性，建議合約能提早在五月簽訂，生態調查部分能延展涵蓋四季。
- 二、生態環境調查能委由學術單位做一整年，全面性、完整性，紅樹林清除前清除後的生態比對，作為判定清除紅樹林對生態影響，爾後便可省略生態調查經費。
- 三、清除時間正處海茄苳繁殖期，剷除時震落蒴果灑落四處，幾個月後幼苗大量生長，徒增再次清除的工作負擔，建議可能於每年 5 月實施剷除，有利維護管理並防止擴散。
- 四、香山溼地紅樹林正處擴散旺盛期，每年編列少數經費做小面積清除，少數經費不利承包商購置大型機具提昇工作效率，且尚須每年編列經費維護，清除速度可能不及紅樹林擴散速度。建議一次編足經費，以一至二年時間內做大面積清除較能有效遏止紅樹林擴散。

## 參考文獻

1. 趙世民、蘇焉，2005。台灣海岸溼地觀察事典。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畫設計期末報告書。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、林惠真，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. 唐馨園規畫設計工程有限公司，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。
14. 楊樹森、江慧貞、許仁力、黃淑珍，2005 新竹市香山溼地生物性調查期末報告。
15. 陳有棋 2008 新竹客雅水資源回收中心、生態復育計畫。



工作安全講習



清除實習



清除人員



清除實況



清除實況



手鍊鋸清除



清除實況



清除區紅樹林



人員清洗



清除人員全身汙泥



小植株剷除



殘餘樹頭鋸除



清除前 D1 樣區



清除前 D2 樣區



清除前 D3 樣區



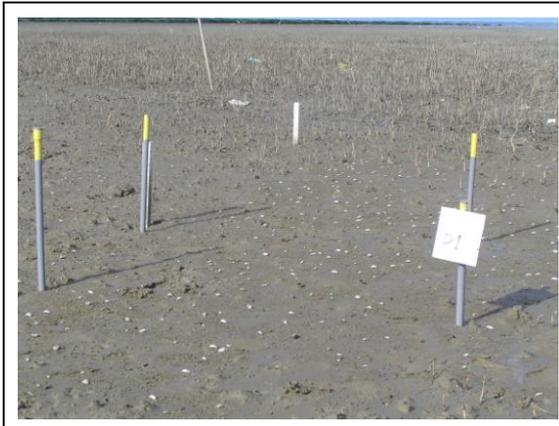
清除前 D4 樣區



清除前 D5 樣區



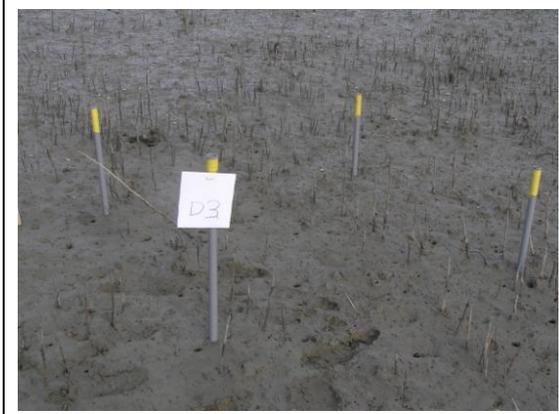
清除前 D6 樣區



清除後樣區 D1



清除後樣區 D2



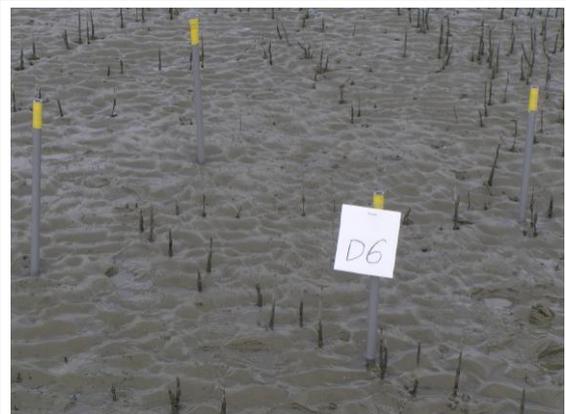
清除後樣區 D3



清除後樣區 D4



清除後樣區 D5



清除後樣區 D6



颱風後清理



颱風後將吹散樹枝推回



用四人擔架抬樹枝上岸



用六人擔架抬樹枝上岸



市府保育課現場勘查



營建署城鄉分署李先生視察



粒徑取樣



底棲生物取樣



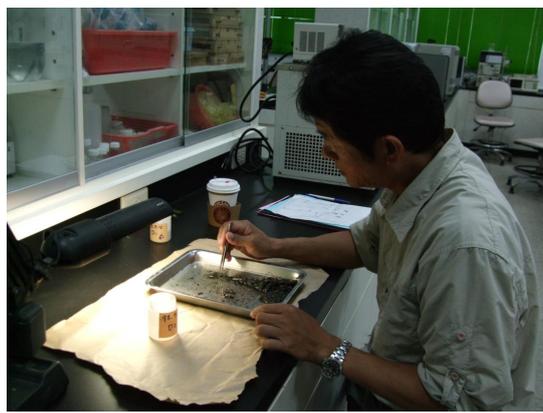
底棲生物篩洗



底棲生物取樣



底棲生物篩洗



底棲生物檢視



底棲生物觀察器具



粒徑過篩



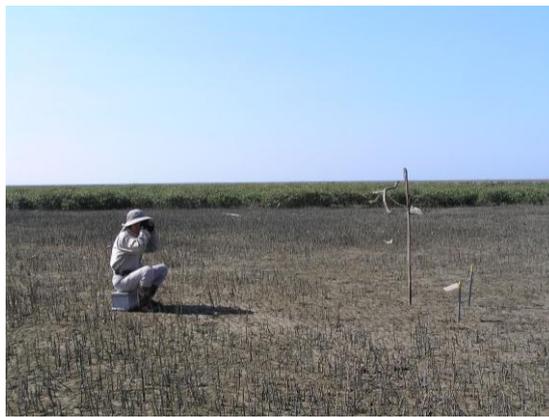
螃蟹調查人員



螃蟹觀察



螃蟹觀察



螃蟹觀察