

屏東縣政府申請補助計畫

屏東縣 106 年度

國家重要濕地保育行動計畫

研擬四重溪口重要濕地（暫定地方級）

保育利用計畫草案

期末報告

申請單位：屏東縣政府

補助單位：內政部營建署

執行單位：崑山科技大學

中華民國 106 年 12 月 7 日

摘要

106 年進行四重溪水質檢測，以河川污染指標(RPI)判定各樣區的污染程度，B5、B6、B7 皆屬未(稍)受污染，河川污染指標(RPI)介於 1.0~1.5。依 105 年環境水質監測年報，環檢所四重溪的兩個測站，石門村過四重溪水泥橋與懷恩橋，水體分類等級為乙類，以下將針對五項一般水質，分析各樣區各項水質的達成率，可發現三個樣區溶氧與氨氮二項水質 4 次檢測的達成率為 100%，pH 與生化需氧量達成率 50%~75%，總磷達成率 25%~75%，pH 測值顯著偏高，推測上游應有使用鹼劑的業者排放廢水，生化需氧量是否也與產業廢水有關，需再進一步了解，另總磷的要求門檻較高，一般河川流域達成率偏低。

106 年分別於各樣區用篩網採集底棲動物及水生昆蟲，共採集 23 種 328 隻底棲動物，其中以瘤蝟最多，在 B5A 就有 95 隻占調查總數 (32.3%)。物種與水量多寡及季節變化有直接的影響。106 年分別於各樣區用挖掘式及篩網採集甲殼類，共採集 13 種 699 隻，數量較多的是擬多齒米蝦有 503 隻 (71.9%)，此優勢種僅在車程攔河堰上下游出現，B10 樣區為保力溪口泥灘地，調查到優勢種糾結南方招潮蟹及北方丑招潮蟹。106 年 4 月 (春季) 採集，共採集 53 個蜚螺，標放其中 21 個。左岸的平行線蜚螺為優勢種，與 104 及 105 年的優勢種相同，但與 103 年的優勢種小皇冠蜚螺不同。7 月 (夏季) 採集，共採集 98 個蜚螺，標放其中 34 個，右岸的壁蜚螺為優勢種，左岸的壁蜚螺及平行線蜚螺為優勢種。後二季蜚螺的優勢種從平行線蜚螺變為壁蜚螺，標記的螺也沒有再捕獲，直到 12 月 1 日補充調查捕獲標記“4-2”平行線蜚螺 1 隻，原因值得再進一步探討。

Abstract

In April and July 2017, we conducted the water quality monitoring in Sihchong River. According to the river pollution indicators, the pollution level of each sampling site was detected as following. According to the classification of fresh water quality standard TP, the first measurement, B5, B7 meet the II class, B6 meet the III class, the second test, all samples are meet the III class. By the all field collections, we collected 130 benthos in total, which contained 13 species. In 2017, we also placed traps and nets to collect crustaceans. The total number were 265 which contained 2 species. Among them, *Caridina pseudodenticulata* outnumbered other species. The number were 503, accounting for 82.8%. *C. longirostris* was only found around the site B6, located near the estuary. In 2017, we placed traps and nets in each sampling sites to collect crabs. The number of caught crabs was 49 which contained 5 species. The number of *Metopograpsus thukuhar*, *Gelasimus borealis*, and *Austruca perplexa* were 16, 14 and 12. In April 2017, a total of 53 snails were collected and 21 of them were marked. *Neritina parallella* on the left bank is the dominant species, which is the same as the dominant species of 2015 and 2016, but is different from the dominant species of 2014. July (summer) collection, a total of 98 collected snail, marked 34 of them, *Septaria porcellana* and *N. parallella* for the dominant species.

目錄

一、計畫緣起與目標	1
(一)、計畫緣起	1
(二)、計畫目的	2
(三)、計畫目標	2
(四)、工作項目	2
二、計畫位置及範圍	3
三、自然環境說明	5
(一)、尖山沿海保護區自然環境說明	5
(二)、濕地自然背景說明	8
(三)、歷年四重溪口濕地調查研究自然環境說明	16
四、社經環境說明	26
(一)、人文特色	26
(二)、人口	28
(三)、產業經濟	28
五、工作項目及內容	29
(一)、水質監測(包含物理性/化學性指標)	30
(二)、生物資源監測與調查	31
(三)、建立四重溪口濕地指標物種監測模式	34
(四)、協助屏東縣政府辦理地方級濕地再評定作業，以及增修 保育利用計畫草案內容	36
六、生態調查分析與成果	40
(一)、水質調查	40
(二)、生態調查	52
(三)、四重溪口濕地指標物種(蜃螺)族群量評估	66
(四)、四重溪口濕地蜃螺對鹽度忍受度之評估	68
(五)、四重溪口濕地生態教育推廣活動	70
七、濕地課題環境與對策	71
附件一、參考文獻	74
附件二、濕地成果座談及教育推廣活動議程及簽到表	76
附件三、105 年兩岸濕地聯合研討會	83
附件四、106 年度諮詢意見表	84
附件五、106 年度期中審查意見表	88
附件六、106 年度期末審查意見表	90

圖目錄

圖 1、屏東縣四重溪產之小皇冠蜚螺	1
圖 2、尖山沿海一般保護區及自然保護區示意圖	3
圖 3、四重溪口重要濕地範圍示意圖	4
圖 4、四重溪口重要濕地土地權屬	5
圖 5、四重溪口 1904 年日治版台灣堡圖與現況地圖套疊	9
圖 6、屏東恆春氣象站 2006~2015 年月平均降雨量圖	10
圖 7、四重溪水系流域範圍圖	10
圖 8 四重溪石門橋測站 2004~2015 年月平均流量圖	11
圖 9、訪問四重溪口的釣客與他所釣的鱸鰻	15
圖 10、河口淤砂清理高程建議圖	15
圖 11、河川簡易水質監測教育訓練	25
圖 12、屏東縣四重溪生態調查	25
圖 13、屏東縣牡丹鄉四林格石板屋	26
圖 14、屏東縣車城四重溪口及保力溪口	27
圖 15、四重溪口及保力溪口樣區示意圖	29
圖 16、四重溪口 B5A 樣區現況及瘤蟪.....	32
圖 17、四重溪口 B6 樣區沖刷出一條細流入海及鰻苗	33
圖 18、四重溪口 B10 樣區現況及凹足陸寄居蟹.....	33
圖 19、四重溪口濕地之蜚螺與標記	35
圖 20、濕地再評定作業程序	39
圖 21、各測站的水溫	40
圖 22、各測站的導電度	41
圖 23、各測站的鹽度	41
圖 24、各測站的溶氧	42
圖 25、各測站的酸鹼值	43

圖 26、各測站的濁度	43
圖 27、各測站的懸浮固體	44
圖 28、各測站的氨氮	45
圖 29、各測站的硝酸氮	45
圖 30、各測站的總磷	46
圖 31、各測站的生化需氧量	47
圖 32、各測站的化學需氧量	47
圖 33、各樣區的 RPI 值及污染程度	49
圖 34、四重溪口樣區 B6 生態調查.....	52
圖 35、106 年四重溪口漁民捕獲漁獲	52
圖 36、106 年四重溪底棲動物樣區優勢種調查	53
圖 37、106 年四重溪底棲動物月份優勢種調查	53
圖 38、四重溪區域歷年生態調查資料—底棲動物	57
圖 39、四重溪區域歷年底棲動物調查資料相似度與分群	57
圖 40、106 年四重溪各樣區甲殼類優勢種	59
圖 41、106 年四重溪各月份甲殼類優勢種	59
圖 42、四重溪口之方形大額蟹及其大螯與生殖肢	60
圖 43、四重溪區域歷年生態調查資料—蝦類	62
圖 44、四重溪區域歷年蝦類調查資料相似度	62
圖 45、四重溪區域歷年生態調查資料—蟹類	64
圖 46、四重溪區域歷年蟹類調查資料相似度	65
圖 47、四重溪口蜆螺環境因子鹽度試驗	69
圖 48、四重溪口產蜆螺對於鹽度的耐受性試驗結果	69
圖 49、四重溪口濕地指標物種-蜆螺族群變動	71

表目錄

表 1 四重溪石門橋測站 2004~2015 年月平均流量	11
表 2、106 年度崑山科技大學 生態監測工作表	29
表 3、106 年度四重溪口濕地計畫樣點座標及工作內容	30
表 4、海岸濕地水質調查各參數的檢測方法與分析頻率	31
表 5、第一次採樣與檢測，各樣區的 RPI 值與污染程度	48
表 6、第二次採樣與檢測，各樣區的 RPI 值與污染程度	48
表 7、第三次採樣與檢測，各樣區的 RPI 值與污染程度	49
表 8、第四次採樣與檢測，各樣區的 RPI 值與污染程度	49
表 9、第 1 次測值，按陸域水體水質分類	50
表 10、第 2 次測值，按陸域水體水質分類	50
表 11、第 3 次測值，按陸域水體水質分類	51
表 12、第 4 次測值，按陸域水體水質分類	51
表 13、106 年度各樣區乙類水體水質達成率統計	51
表 14、106 年四重溪底棲動物調查分析	53
表 15、106 年四重溪底棲調查依樣區	54
表 16、106 年四重溪底棲調查依月份	55
表 17、歷年四重溪底棲動物調查分布同棲地類型分析	58
表 18、106 年四重溪甲殼類調查分析	60
表 19、106 年四重溪甲殼類調查依樣區	60
表 20、106 年四重溪甲殼類調查依月份	61
表 21、歷年四重溪蝦類調查各分組分析	63
表 22、歷年四重溪蟹類調查各分組分析	66
表 23、四重溪口濕地 106 年春季(4 月)之蜃螺評估表	67
表 24、四重溪口濕地 106 年夏季(7 月)蜃螺評估表	67
表 25、四重溪口濕地 106 年秋季(9 月)蜃螺評估表	67

表 26、四重溪口濕地 106 年秋季(10 月)蜆螺評估表.....	67
表 27、四重溪口濕地 106 年秋季(12 月)蜆螺評估表.....	68
表 28、四重溪口產蜆螺鹽度的耐受性試驗驗之蜆螺數量一欄表	69
表 28、四重溪口濕地及鄰近濕地之明智利用檢核表	72

一、計畫緣起與目標

(一)、計畫緣起

本計畫依據內政部「106年度國家重要濕地保育行動計畫申請補助須知」提出申請，重要濕地具有生態多樣性、重要物種保育、水土保持、水資源涵養、水產資源繁育、防洪、滯洪、文化資產、景觀美質、科學研究及環境教育等重要價值。

濕地保育法於102年7月3日經總統公布，於104年2月2日施行，其中第40條規定，濕地保育法公布施行前經中央主管機關核定公告之國際級及國家級國家重要濕地，於法施行後，視同國際級與國家級重要濕地；地方級國家重要濕地則視同地方級暫定重要濕地，並予檢討。依據濕地保育法第14條第3項規定，地方級重要濕地「由直轄市、縣（市）主管機關擬訂，報中央主管機關定之。」第17條，「重要濕地保育利用計畫，應於重要濕地評定公告之日起算一年內擬訂完成，並辦理公開展覽。」



圖1、屏東縣四重溪產之小皇冠蜆螺

(二)、計畫目的

重要濕地保育利用計畫，乃為了保育及明智利用重要濕地所擬訂之綜合性及永續性計畫，其目的在推動該重要濕地之保育、復育、明智利用及經營管理等工作。為加速落實重要濕地之管理，在辦理地方級暫定重要濕地「再評定」工作的同時，亟需同步補充及修正明智利用檢核表及補充及後續計畫公開展覽、說明會、審議及核定公告等法定程序，以爭取時效。

(三)、計畫目標

本計畫預計於 106 年 3 月起至 12 月止，共計 10 個月的執行時間，目標在濕地保育教育推廣、廣納民意；並協助屏東縣政府修正及補充四重溪口重要濕地（暫定地方級）分析報告書（草案），以及增修保育利用計畫草案內容。工作項目如下：

1. 建立四重溪口濕地指標物種（蜆螺）之監測模式。
2. 協助屏東縣政府辦理地方級濕地再評定作業，以及增修保育利用計畫草案內容。
3. 舉辦濕地保育利用座談會及濕地保育教育推廣。

(四)、工作項目

1. 建立四重溪口濕地指標物種（蜆螺）之監測模式。
2. 底棲動物及水質調查。
3. 協助屏東縣政府辦理地方級濕地再評定作業，以及增修保育利用計畫草案內容。
4. 舉辦濕地保育利用座談會及濕地保育教育推廣。

二、計畫位置及範圍

四重溪口為尖山沿海一般保護區及自然保護區之一部分，示意圖如下圖2。四重溪口濕地位於屏東縣四重溪出海口，2011年評選為地方級國家重要濕地(TW074)，其範圍東自左岸河堤起，西至右岸河堤止；北自台26號公路起，南至溪口止。目前有一座景觀橋橫跨濕地，濕地面積22.77公頃，圖3（範圍及面積將依暫定重要濕地再評定作業之核定內容）。



圖2、尖山沿海一般保護區及自然保護區示意圖

(依據內政部營建署法規公告範圍)



圖3、四重溪口重要濕地範圍示意圖(依據內政部營建署法規公告)

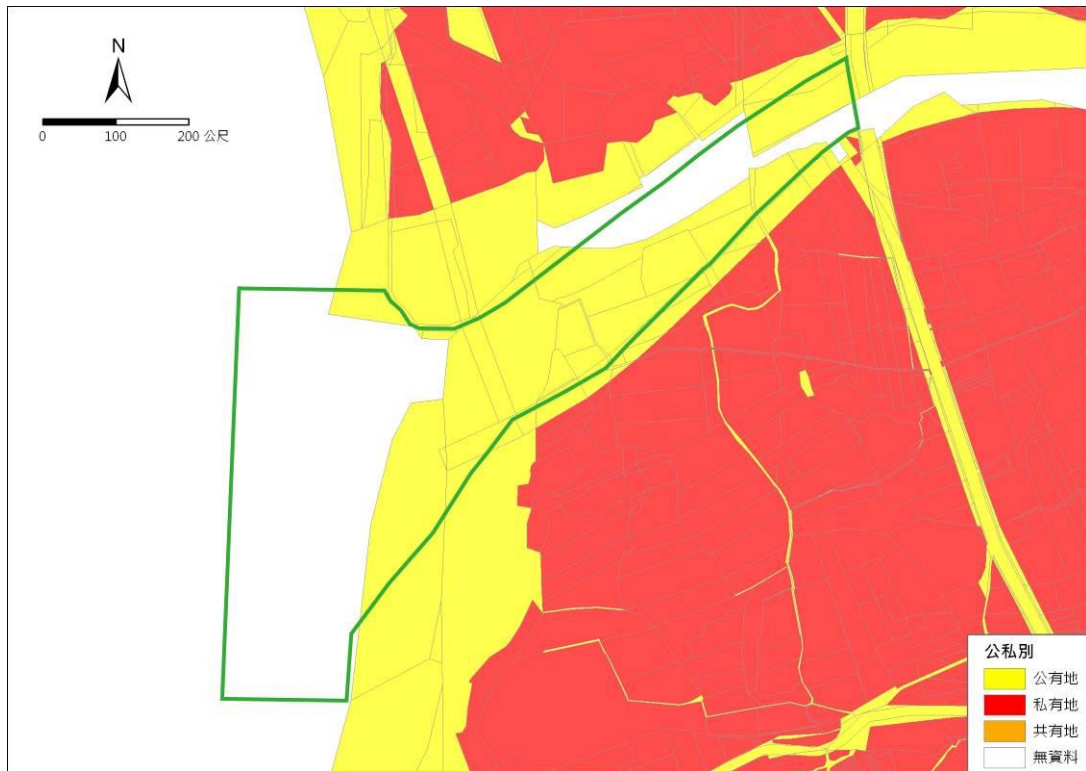


圖4、四重溪口重要濕地土地權屬

三、自然環境說明

(一)、尖山沿海保護區自然環境說明

臺灣沿海地區擁有非常豐富的自然資源。政營建署有鑑於沿海資源的急遽消失，於民國 70 年及 74 年，邀集相關單位與專家學者，共進行了兩次「台灣沿海地區自然環境保護計畫」，至 76 年為止，由行政院公告劃設了 12 處沿海保護區，並依其資源特性細分為一般保護區及自然保護區。自然保護區禁止任何改變現有生態特色及自然景觀之行為，並加強區自然資源之保護；而一般保護區的保護政策則是在不影響環境生態特色及自然景觀下，維持現有之資源利用型態。包括四重溪口的尖山沿海保護區則於民國 76 年 1 月 23 日成立。

尖山保護區位於屏東縣車城鄉。北起竹坑附近之里龍山脈之支稜線，南接墾丁國家公園邊界；東界里龍山脈主稜線，並南伸經蚊罩山、海口山及海口村北側，西至 20 公尺等深線。依自然資源特性劃定海口附近沙丘分布地與珊瑚礁岩帶，以及尖山至海口附近海域為自然保護區，其餘為一般保護區。

本區屬熱帶性氣候，年溫差不大，夏季特長，冬季不明顯。年平

均雨量在 2,200 公厘以上，雨量雖多，但分布不均，多集中於五月至十月間，十一月至翌年四月則為乾季。年平均風力強，七月至九月常有颱風侵襲，十月至翌年三月吹東北季風，因其方向與東北季風相符，加以面海及地形效應影響，風力強勁，俗稱「落山風」，為本區氣候特色之一。

本區沿海地貌隨地質不同而異。楓港以南依次出現楓港溪河口沖積地形、礫石區陡峻丘陵、泥岩區緩起伏丘陵、珊瑚礁海岸、沙丘。由厚層塊狀砂岩組成之里龍山，標高 1,062 公尺，為本區最高峰。本區坡面上蝕谷發達，谷口因堆積作用旺盛而形成谷口沖積扇。竹坑村附近路邊山坡上可見到下半段為沖積扇堆積物，上半段為海中沖積物之景象。本區海岸腹地狹小，竹坑村以南之海岸，露出泥岩層，內夾巨大外來岩塊，兀立於公路側之尖山即為包圍在泥岩層中之一巨大火山岩塊，其沿岸為火山岩形成之礁岩。海口以北之海灘坡度較陡，以礫石為主要組成物質。海口海岸多為珊瑚礁海岸，為裙狀珊瑚分布地區，內側有沙丘及海灘，再往內則為平原。海口沿岸沙丘以下之潮間帶與亞潮帶之淺水域其底質為珊瑚礁，本區除尖山及海口附近，其餘海域以沙質為主。海口附近有海階分布，平坦地上覆蓋著珊瑚礁碎屑。四重溪與保力溪於海口與龜山間匯流入台灣海峽，保力溪河口常有沙嘴或沙堤形成。

本區主要聚落有海口、車城、竹坑村等。山地植被濃密，以闊葉林為主。山坡地上之原生植被絕大部分已遭破壞，次生植被則以低矮灌叢為主。主要土地利用方式為相思樹林及包括有瓊麻、洋蔥、椰子等旱作。

1.地形景觀

本區之山地為中央山脈餘脈，以里龍山為最高，主稜線由此經蚊罩山至海口山，呈南北走向。支稜線則呈東西向，往海岸延伸。本區河川向西流入台灣海峽，呈現平行狀水系。由於陸地隆升，河川下切劇烈，因此河谷深切，河床狹窄，其上佈滿巨石。河川帶來之沖積物在河谷口堆積成沖積扇，某些沖積扇伸入海中形成美麗弧形，其外圍為狹窄礫灘。

尖山為本區較特殊之獨立山峰，矗立公路傍，為本區之地景標

誌，其屬於泥岩層中所夾巨大堅硬外來岩塊之侵蝕殘餘地形。公路內側之開挖邊坡上，可發現到下層為沖積層，石塊圓滑；上層則為不規則石塊構成之崩積層。

尖山、海口間之公路內側有海階發育，其為一片微起伏之平坦地，地層剖面上有明顯之珊瑚礁層。海口西側海岸為裙狀珊瑚礁分布地區，低潮時露出水面。珊瑚礁內側有狹窄沙灘上常見沙紋、沙脊等小地形。沙灘內側有兩條固定老沙丘，高度約 15 公尺，呈東北東--西南西走向，延伸方向與海岸平行，其上滿佈馬鞍藤、海埔姜等海濱植物及防風固定沙的木麻黃，老沙丘間有移動性沙丘，隨季節風吹向變化而改變。

2. 海岸動物

本區之鳥類共 66 種，鳥類相雖不多，但因本區腹地狹小，故種類也不算少。本區較特殊之鳥類如下述：(1)烏頭翁：此為卑科鳥類中之台灣特有種，僅分布於本島東海岸及恆春半島，楓港附近為烏頭翁在西海岸分布之最北界限。(2)棕耳鸚：此雖非台灣特有種，然而在本島分布之範圍卻非常窄，僅分布於蘭嶼、恆春半島及東海岸部份地區。尖山附近偶而可見，此種鳥類在灌叢附近活動。(3)蒼燕鷗：此為不甚普遍之過境鳥，雖在澎湖及北部濱海地區亦偶可見，但在南灣及其附近海域出現之頻率較高。(4)黑面琵鷺：106 年 10 月 22 日屏東鳥友劉川記錄 1 隻黑面琵鷺在景觀橋下的灘地覓食。

3. 海洋生物

尖山沿海近岸海底岩礁林立，這些礁石以火成岩為主，此與鄰近區域之珊瑚礁（石灰岩）有很大差別。冬春之際，馬尾藻叢生礁上，藻床繁茂，並分布至 7 公尺深處，形成特殊景觀。此與恆春半島之其它近岸海域內，馬尾藻分布之深度多半僅達潮間帶外之浪拂區，而少形成馬尾藻床之現象大為不同。根據調查，台灣沿岸馬尾藻總共 20 種，海口附近即有 10 種，佔 50%，在生態上有特殊意義，具學術研究價值。其中之葉托馬尾藻、錐形馬尾藻、棒托馬尾藻、弱枝馬尾藻及亨氏馬尾藻等 5 種，目前在海口沿岸發現。另外在台灣沿岸海域生長的六種單子葉植物中之泰來藻、流蘇菜及線葉二藥藻等，都在本區潮間帶出現。

火成岩礁岩區藻床內之魚類，以雀鯛、天竺鯛、擬金眼鯛與隆頭魚居多，其中尤以黃尾新雀鯛數量最多，由於本種雀鯛在南部其他海域甚為罕見，故此一特殊集中分布之現象，具重要之學術研究價值。其它魚種則較一般珊瑚礁海域內者為少，此乃因此區域之礁岩附著以自營性藻類為主，而少異營性之珊瑚與其之附著性無脊椎動物之故。故本區海域之魚類群社在組成上具有區域性之特徵，而與恆春半島沿海珊瑚礁海域內之魚類群社有差異。

海口海岸低潮線以下之淺水域內，有珊瑚礁分布。這些位於海中之珊瑚礁，自潮間帶往下延伸分布到水深 4 至 5 公尺處。此礁區之南面為沙質海底，直至龜山方始再出現珊瑚礁。海口附近海域之珊瑚礁生態系，為目前台灣本島西部海中珊瑚礁生態系分布最北之一處，在自然地理研究上具重要學術研究價值。海口沿岸珊瑚礁海域內礁溝四佈。但珊瑚礁分布範圍並不廣。此外，此海域中之魚類、無脊椎動物（包括造礁珊瑚）以及藻類等，都相當豐富。

屏東縣四重溪流域的魚類有 8 科 18 種，早期以日本禿頭鯊為最廣分布種，上游深潭處有鱸鰻、粗首鱸、寬頰禿頭鯊及恆春吻鰕虎等。蝦類則有長臂蝦科的台灣沼蝦、南海沼蝦、大和沼蝦、貪食沼蝦及匙指蝦科的大和米蝦共 5 種。方蟹科的字紋弓蟹，僅分布於下游及河口。

流域經石門水流漸緩，再經國軍演訓基地有溫泉區的廢水匯入，河口卵石堆積冬季形成「沒口河」，是南台灣重要的蜆螺生育地。據翁義聰及陳文德（2011）調查記錄淡水軟體動物 16 種，其中包括小皇冠蜆螺及雙耳蜆螺等 6 種，長形壁蜆螺與壁蜆螺等 2 種。優勢的種依次為瘤蜆、台灣粟螺、平行線蜆螺、囊螺及台灣椎實螺等。

(二)、濕地自然背景說明

屏東海岸自林邊溪以北為沙質海岸，林邊至保力間之海岸，除海口附近少數為砂岸外，主要是礫石灘，保力溪以南則為珊瑚礁海岸（劉靜榆及曾彥學，2007）。四重河流域位於屏東縣，發源於牡丹鄉大梅社區（外茄芝來）的里龍山，幹線長約 31.9 公里，流域面積 124.9 平方公里，平均坡度 1/59；主要支流有牡丹溪、竹社溪及大梅溪等（經濟部水利署第七河川局，2013）。上游牡丹鄉石門村築有牡丹水庫，取支流汝仍溪及牡丹溪的水，大壩壩高 65 公尺，蓄水體積約為 3,000 萬噸，枯水期流量減少。

四重溪除下游部分河段已建置護岸及堤防等縱向結構物外(石門橋一帶部分施設石龍護岸)，其餘多維持自然風貌，河流棲地型態豐富，可見淺流、淺瀨、深流及深潭等類型，高灘地則雜草繁生；大梅溪中下游兩岸多設置半重力式混凝土或砌石護岸，上游則維持自然河岸，部分河段枯水期可能溪水入滲形成伏流，棲地類型以淺流及淺瀨為主，高灘地雜草繁生(經濟部水利署第七河川局，2013)。

1.地形、地質

車城鄉位於台灣屏東縣南方西側，北臨枋山鄉、獅子鄉、牡丹鄉，東鄰牡丹鄉、滿州鄉，西濱台灣海峽，南接恆春鎮。地處恆春半島，以低緩的丘陵地形為主，有四重溪、保力溪流經鄉境。氣候屬熱帶季風氣候，每年10月到隔年2月因受地形影響，均有強勁的落山風吹襲(車城鄉公所網站，2016)。

四重溪流域地質主要由中新世廬山層所組成，於中新世地層之上局部覆蓋著更新世和近代沈積物。上游區域屬中新世廬山層，由硬頁岩及板岩構成。中游區域屬中新世中期石底層及中新至上游世桂竹林層，由砂岩及頁岩所構成。下游屬上新世墾丁層，由泥岩夾各類岩塊所構成。河道及河口平原隸屬於更新世台地堆積及全新世沖積層，由礫石、土、砂、粘土及頁岩風化物等所構成(經濟部水利署第七河川局，2013)。四重溪下游的平原區有恆春斷層經過。

利用1904年日治版台灣堡圖現況地圖套疊，發現現在的四重溪口位於1904年的四重溪與保力溪間之礫石灘，隸屬新街庄(圖5)。



圖5、四重溪口1904年日治版台灣堡圖(A)與現況地圖(B)套疊

2.河川水文

根據中央氣象局恆春氣象站2006年至2015年7月資料，年平均

降雨量 2,137 mm，5 月至 10 月之月平均降雨量超過 100 mm，合計約 1,859 mm 佔全年降雨量的 89.8%，稱為濕季；11 月至隔年 4 月雨量少落山風強，稱為乾季，圖 6。

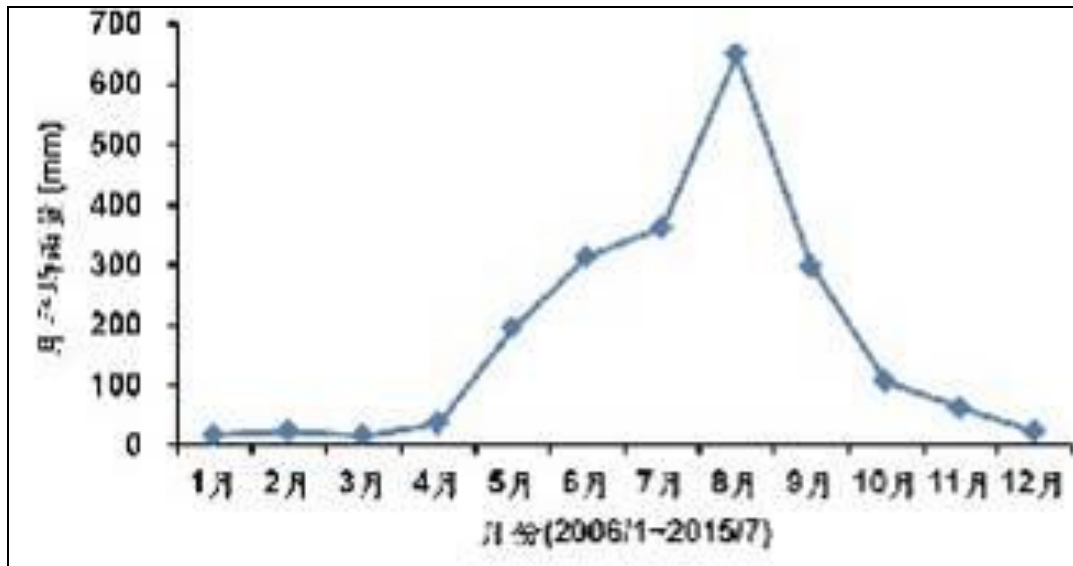


圖6、屏東恆春氣象站2006~2015年月平均降雨量圖

四重溪發源於南部中央山脈西南側里龍山標高 1,062 公尺，流經屏東縣牡丹鄉與車城鄉，主要支流汝仍溪、牡丹溪、竹社溪、大梅溪，流域如圖 3 所示，幹線長度 31.9 公里，流域面積 124.9 平方公里，四重溪全線多為山區，河道多已設置堤防。石門橋以下低水流路寬度約 60~100 m，河道坡度約 1/350~1/400，流量約 0.10~2.89 m³/s（經濟部水利署第七河川局，2013）。



圖7、四重溪水系流域範圍圖

四重溪主支流各河段蜿蜒度介於 1.09~2.01 之間，除四重溪河口至山腳橋及大梅溪光復橋下游匯流處至大梅溪中游無名橋河段為順直河川，其餘皆屬於蜿蜒河川（經濟部水利署第七河川局，2013）。

根據經濟部水利署水文年報資料顯示，四重溪流域於石門橋觀測站之平均流量為 4.03 CMS，最大年平均為 2012 年的 5.32 CMS，最小年平均為 2015 年的 2.08 CMS，最大日平均為 2005 年 7 月 19 日的 438.70 CMS，最小日平均為 2010 年 1 月 1 日的 0.00 CMS。統計 2004~2015 年月平均流量，每年 12 月至隔年 4 月流量最少，平均不到 1 CMS，8 月為豐水期，月平均達 10.98 CMS（經濟部水利署，2016）。

表1 四重溪石門橋測站2004~2015年月平均流量

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2004	0.38	0.38	0.34	0.32	0.31	0.29	13.15	2.61	10.49	0.75	0.44	0.87
2005	0.41	0.39	0.35	0.35	0.38	12.57	26.52	7.57	10.85	2.74	0.19	0.20
2006	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.70	2.15	0.57	0.35	0.19	0.19	0.12
2007	1.43	0.56	1.31	1.62	2.12	1.79	1.26	20.50	14.56	4.37	5.38	3.44
2008	0.90	0.96	0.87	1.47	1.08	6.79	15.39	9.39	3.88	1.24	0.80	0.76
2010	0.02	0.09	0.02	0.02	0.14	0.47	0.86	5.37	22.61	10.39	0.95	0.20
2011	0.32	0.27	0.30	0.31	0.17	3.87	8.90	20.51	7.18	6.56	4.82	1.15
2012	0.42	0.49	0.56	2.41	2.40	23.70	7.27	23.75	1.88	0.15	0.00	0.06
2013	0.31	0.63	0.61	0.55	2.65	6.53	3.61	18.77	12.24	1.60	1.98	1.04
2014	0.33	0.25	0.25	0.36	*	2.88	2.85	4.91	2.27	0.62	0.32	0.13
2015	0.17	0.12	0.08	0.16	3.53	0.32	11.40	6.88	1.08	0.33	0.23	0.24
平均	0.43	0.38	0.43	0.69	1.28	5.45	8.49	10.98	7.94	2.63	1.39	0.75

資料來源：經濟部水利署 2016 年水文年報。單位：CMS

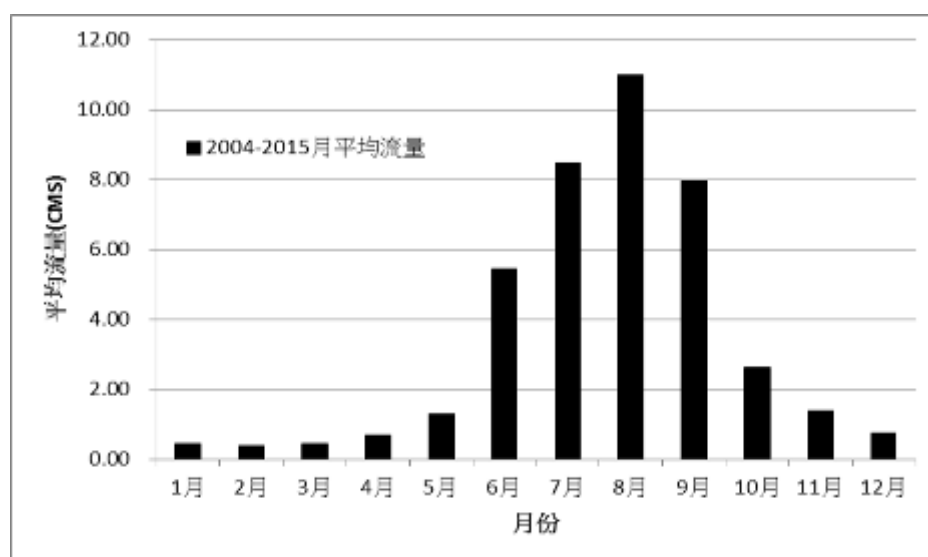


圖8 四重溪石門橋測站2004~2015年月平均流量圖

根據水利署第七河川局的調查，車城橋樣站之流量介於 1.85~2.53 CMS；石門橋流量介於 0.1~1.15 CMS。另依南區水資源局 2008 年牡丹水庫運用要點檢討，保留水量依照每 100 平方公里保留 0.135 cms 之標準估算牡丹水庫及下游車城橋二控制點分別保留 1.88 萬 CMD 及 2.57 萬 CMD（經濟部水利署第七河川局，2013）。

3.植物

四重溪口車城橋兩側河堤均為水泥護堤，河堤上由於不定期的除草行為，其上植被以陽性物種為主，河床上有大量的陽性草本植生及少量灌木穿插其中，大致而言以五節芒、象草、甜根子草、蘆葦、毛西番蓮、毛蓮子草及銀合歡為主（經濟部水利署第七河川局，2013）。

四重溪主流皆有銀合歡入侵，在流域周圍的河床、廢耕地或荒地最為常見；同時亦可發現刺軸含羞木入侵，以水上草原之族群較為龐大。此兩者雖尚未成為優勢物種，但其拓殖能力強，其隱憂必需重視（經濟部水利署第七河川局，2013）。

四重溪口左岸至保力溪口右岸，以及四重溪口北岸至海口港一帶，有農委會林務局劃設之潮害防備保安林。

4.陸域動物

四重溪口車城橋兩側河堤均為水泥護堤，河堤上由於不定期的除草行為，其上植被以陽性物種為主，河床上有大量的陽性草本植生及少量灌木穿插其中，大致而言以五節芒、象草、甜根子草、蘆葦、毛西番蓮、毛蓮子草及銀合歡為主（經濟部水利署第七河川局，2013）。

四重溪主流皆有銀合歡入侵，在流域周圍的河床、廢耕地或荒地最為常見；同時亦可發現刺軸含羞木入侵，以水上草原之族群較為龐大。此兩者雖尚未成為優勢物種，但其拓殖能力強，其隱憂必需重視（經濟部水利署第七河川局，2013）。

四重溪口左岸至保力溪口右岸，以及四重溪口北岸至海口港一帶，有農委會林務局劃設之潮害防備保安林。

水利署第七河川局委託調查，四重溪主、支流共記錄鳥類 16 目 34 科 73 種、哺乳類 5 目 8 科 13 種、兩生類 1 目 5 科 17 種、爬蟲類 2 目 8 科 22 種、蝴蝶 1 目 5 科 15 亞科 104 種、蜻蛉目 1 目 9 科 35

種。保育類包括 9 種珍貴稀有保育類（藍腹鷗、黃嘴角鴉、領角鴉、烏頭翁、大冠鷲、東方蜂鷹、黑鳶、鳳頭蒼鷹、食蛇龜），以及 9 種其他應予保育類（紅尾伯勞、台灣藍鵲、鉛色水鷀、白鼻心、台灣獼猴、雨傘節、眼鏡蛇、龜殼花、黃裳鳳蝶）（經濟部水利署第七河川局，2013）。

就四種溪河道兩側而言，鳥類以開墾地與草生灌叢地常見物種為主。哺乳類以小型齧齒目與食蟲目為主。兩棲類優勢物種以澤蛙、褐樹蛙及日本樹蛙較常見。爬蟲類主要以蝎虎類最常出現，石龍子類則次之。蝴蝶類以白粉蝶、緣點白粉蝶、黃蝶等開墾地常見物種數量較多。蜻蛉目成蟲則主要以青紋細蟪、脛蹠琵琶蟪與薄翅蜻蜓為優勢物種（經濟部水利署第七河川局，2013）。

四重溪流域地型包括埤塘(東源哭泣湖)、草原(水上草原)、溪流及河口等，從發源地東源哭泣湖到車城出海口，海拔高度未超過 1,000 公尺，因此鳥類多以低海拔的留鳥和少部份的候鳥為主。四重溪流域的山區中，記錄到保育類的本土猛禽有魚鷹、東方蜂鷹、黑鳶、大冠鷲、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、林鷗、黃嘴角鴉及領角鴉等；過境猛禽有紅隼、灰面鵟鷹及鵟等。公路和村落旁常可見到保育類的台灣藍鵲及台灣獼猴；四重溪溫泉附近可見到台灣畫眉，104 年調查大梅溪在大梅村內可見到台灣藍鵲，臨溪旁的道路可見到台灣獼猴，顯示四重溪流域的生態資源豐富，生態保育的實施在這些區域有相當卓越的成效。

據崑山科大團隊調查，保育類動物在出海口曾記錄魚鷹、灰面鵟鷹、遊隼、烏頭翁及紅尾伯勞等，非調查時間有鳥友記錄到黑面琵鷺在溪口及附近的魚塢棲息與覓食，此外也可觀察到花嘴鴨、小杓鷗、黑腹燕鷗、台灣夜鷹等鳥類。

一般而言，尖山沿海區域之鳥類共 66 種，鳥類相雖不多，但因本區腹地狹小，故種類也不算少。本區較特殊之鳥類如下述：(1)烏頭翁：此為鷓鴣科鳥類中之台灣特有種，僅分布於本島東海岸及恆春半島，楓港附近為烏頭翁在西海岸分布之最北界限。(2)棕耳鷓：此雖非台灣特有種，然而在本島分布之範圍卻非常窄，僅於蘭嶼、恆春半島及東海岸部份地區出現過。尖山附近偶亦可見此種鳥類在灌叢附近活動。(3)蒼燕鷗：此為不甚普遍之過境鳥，雖常出現於澎湖及北部濱海地區，本濕地亦偶而可見，但在南灣及其附近海域出現之頻率較高。

5. 水域生物

水利署第七河川局委託調查，四重溪主、支流共記錄魚類 6 目 11 科 21 種、蝦蟹螺貝類及環節動物 5 目 10 科 21 種、水棲昆蟲 8 目 21 科 21 種、浮游植物 17 目 21 科 33 屬、附著性藻類 18 目 23 科 36 屬。各類水域生物均屬台灣西南部河口及溪流常見物種，包括 8 種台灣特有種（台灣石（魚賓）、台灣馬口魚、粗首鱨、明潭吻鰕虎、恆春吻鰕虎、擬多齒米蝦、黃灰澤蟹及拉氏清溪蟹），以及 4 種外來種（馬拉關麗體魚（珍珠石斑）、吳郭魚、大肚魚、囊螺及福壽螺）（水利署第七河川局，2013）。

崑山科大團隊 2012~2014 年三年間共採獲大型底棲動物 27 科 53 種，以環田螺(*Angulyagra polyzonata*)、石田螺(*Sinotaia quadrata*)、瘤蜷(*Tarebia granifera*)及細螞水蠶(*Coenagrionidae*)為最多，河口以塔螺(*Thiara scabra*)、沙蠶科(*Nereidae*)、合眼鉤蝦科(*Odeicerotidae*)數量較多，及稀有的小皇冠蜚螺、平行線蜚螺及壁蜚螺等。

魚類 21 科 54 種，以鯉科(*Cyprinidae*)、屏東鬚鱨(*Candidia pingtungensis*)、台灣石（魚賓）(*Acrossocheilus paradoxus*)、食蚊魚(*Gambusia affinis*)、吳郭魚數量最多，其中以屏東鬚鱨為最廣分布種，上游深潭處則有鱸鰻、粗首鱨、寬頰禿頭鯊及恆春吻鰕虎等。河口區域以吳郭魚、彎線雙邊魚、鮡科、褐塘鱧、屏東鬚鱨為最多，106 年 9 月 3 日，居住於海口村的黃先生在此釣到 3 條鱸鰻（圖 9）。

甲殼類中的蝦 3 科 16 種，以日本沼蝦(*Macrobrachium nipponense*)、擬多齒米蝦(*Caridina pseudodenticulata*)、長額米蝦(*Caridina cf. longirostris*)、貪食沼蝦(*Macrobrachium lar*)為最多，河口有 3 科 11 種，以長額米蝦、南海沼蝦數量較多。螃蟹 7 科 13 種，以字紋弓蟹(*Varuna litterata*)、拉氏清溪溪蟹(*Candidiopotamon rathbuna*)、絨毛近方蟹(*Hemigrapsus penicillatus*)為最多，中華沙蟹位於潮上帶，絨毛近方蟹棲息於中潮位的石塊下，字紋弓蟹及絨螯蟹都是洄游性螃蟹。

1. 四重溪流經石門水流漸緩，再經國軍演訓基地有溫泉區的廢水匯入，河口卵石堆積冬季形成「沒口河」，是南台灣重要的蜚螺生育地，據翁義聰及陳文德（2011）調查記錄淡水軟體動物 16 種，其

中包括小皇冠蜃螺及雙耳蜃螺等 5 種，長形壁蜃螺與壁蜃螺等 2 種。另據崑山科大團隊調查累計紀錄到 8 種蜃螺。

- 105 期末報告：早期漁民並無怪手等大型機具，只能以人力疏濬成小水路，故能維護生態平衡，現今漁民以怪手等大型機具進入干擾水流方向特性，讓海水入侵蜃螺棲息地而導致該物種 104 年遞減，施工方法應予以勸導或禁止。為保護四重溪口的蜃螺，漁民冬季採捕鰻魚苗之潮口疏濬高程，當開口寬度與景觀橋同寬時，高程建議維持 0~10 cm；當開口寬度減半時，高程可降至-10~0 cm，其餘類推；以維持河口內側水的鹽度維持 0.5 ~2 psu 間，讓蜃螺隻食物藻類，不至於幾天之內死亡(圖 10)。



圖9、訪問四重溪口的釣客與他所釣的鱸鰻

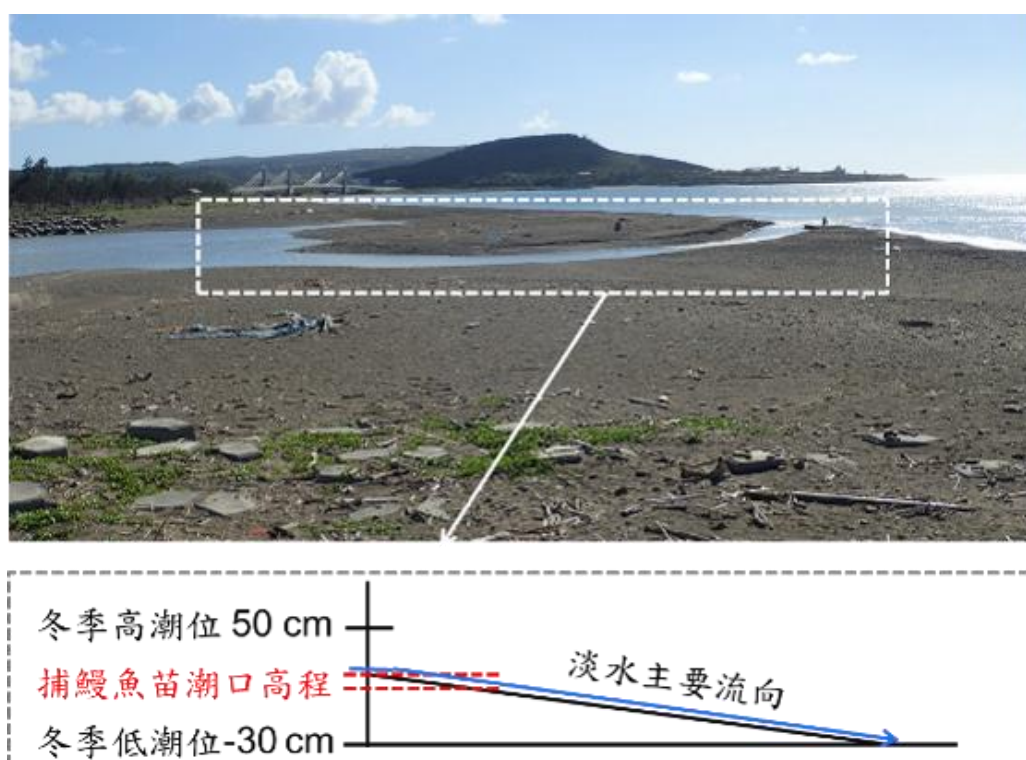


圖10、河口淤砂清理高程建議圖

(三)、歷年四重溪口濕地調查研究自然環境說明

人工防洪建造物對生態之影響調查：

1. 四重溪口濕地 104 年度人工防洪建造物對生態影響調查結果：

104 年於各樣區用篩網採集人工防洪建造物底棲動物，共採集 39 種 1,127 隻底棲動物，其中上半年以囊螺最多，但到下半年度僅調查到 3 隻，另外在下游車城攔河堰及出海口採獲大量水蝨，上半年度調查並未調查到此物種，推測上半年因乾旱導致物種量減少，後半年雨量回復後，生態豐富度升高。就不同樣區而言，採集數量以下游車城攔河堰樣區 20 種 367 隻最多，占總數量的(32.5%)。4 月份採集時遭遇乾旱，樣區多處缺水，水量不足導致生態量減少；大梅溪樣區 B8 下游有水泥建構物，上游有人造土壩下游，因土壩使用有季節性，於 6 月份調查時已拆除，但於 8 月份調查時又築起。然本團隊於調查期間發現大梅溪於冬季因設置泥土壩而乾枯、竹社溪及車城攔河堰下方也呈乾枯現象，也發現魚道及排水路有阻塞跡現。因此建議枯水期時，依上述標準增加 50% 水量，也應派員定期巡視車城攔河堰魚道排除阻塞。

2. 四重溪口濕地 105 年度人工防洪建造物對生態影響調查結果：

105 年分別於各樣區用篩網採集人工防洪建造物底棲動物，共採集 30 種 727 隻底棲動物。其中以沙蠶最多，在保力溪出海口物種調查 98.6% 為沙蠶；物種與水量多寡及季節變化有直接的影響。以攔河堰為基準，下游近河口樣區，因環境不同，調查種類多樣性較多；全部樣區優勢種分佈明顯。樣區位於出海口潮間帶，生態物種較為豐富，生物數量佔了調查數量的 65.8%；大梅溪樣區 B8 下游土壩，當季雨量若少，則影響大梅溪下游水量，調查時間內大梅溪僅土壩下游處有些許水量，期於皆為乾地，因大梅溪為四重溪支流，有生態環境影響，建議未來能持續觀察；出海口樣區 B6 為蜚螺棲地，今年調查期間發現河道中間水泥及礫石已長有青苔，蜚螺族群穩定數量回升。105 年度建議上一年度為乾早年，則接著而來的枯水期，建議依上述原標準增加 50% 水量，也應派員定期巡視車城攔河堰的魚道排除障礙與增加生態流量。

水質調查：

1.四重溪口濕地 101 年度水質調查結果：

綜合樣區內各樣點的水質特性，如按河川污染指數進行污染程度的判定，本計劃因未檢測 BOD₅ 與懸浮固體(SS)，雖無從判定整體的污染程度，但就溶氧值僅樣點 1 不及 6.5 mg/L 屬輕度污染，其他樣點都屬未(稍)受污染。就氨氮濃度，僅樣點 6 平均值為 1.01 mg/L，屬中度污染，其他樣點皆為未(稍)受污染。根據環保署四重溪流域的兩個水質測站資料，石門村過四重溪水泥橋(原為石門)、懷恩橋(原為二重溪)1~9 月的 RPI 值為 1.0~3.3，屬未(稍)受污染~中度污染，污染的貢獻量主要為 SS。若就陸域水體分類水質標準，就各點的 DO 平均值，樣點 1 不及 6.5 mg/L 為乙類水體，其他樣點都屬甲類水體；pH 僅樣點 0 與樣點 1 不及 6.5，屬乙類水體(pH: 6.0~9.0)，其他為甲類水體(pH: 6.5~8.5)；就氨氮平均值，樣點 0、1 屬甲類水體(氨氮< 0.1 mg/L)，樣點 2~5 屬乙丙類水體(氨氮< 0.3 mg/L)，樣點 6 不及丙類水體；磷酸鹽平均值，樣點 0、2~5 屬甲類水體(總磷 TP< 0.02 mg/L)，樣點 1、6 屬乙類水體(TP< 0.05 mg/L)，則整年度樣點 0~5 為甲類~乙類，樣點 6 為甲類~丁類。各類水體的適用性質請參考環保署訂定之地面水體分類及水質標準。為完整呈現水體的污染程度及水體分類，未來應增加 BOD₅ 與 SS 兩樣參數的測定。

2.四重溪口濕地 102 年度水質調查結果：

根據環保署全國環境水質監測資訊網的資料，四重溪兩個測站分別為石門村過四重溪水泥橋與懷恩橋，除了 8 月分因豪大雨，導致水質惡化，尤其是 SS 高達 808 mg/L，河川汙染指標(RPI)大於 3.0，屬中度污染，其餘月分 RPI 值皆小於 2.0，屬未(稍)受污染，本計劃監測結果各樣區的溶氧(6.6~10.4 mg/L)與氨氮(0.10~0.28 mg/L)測值也都屬於未(稍)受污染。另就陸域水體分類水質標準，環保署兩測站溶氧、pH、BOD、氨氮測值皆歸於甲類水體，然因總磷與大腸桿菌群測值偏高屬乙類水體，所以整體為乙類水體。本計劃監測結果各樣區溶氧與酸鹼值亦為甲類水體，然氨氮值略高，屬甲~乙類。

3.四重溪口濕地 103 年度水質調查結果：

四重溪兩測站被訂為乙類水體，茲將 101、102、103 年各站各季分項水質(pH、溶氧、氨氮、總磷)，總磷在本計畫以磷酸鹽-磷取代。101 年春季枯水期最容易發生水質不佳的情況，尤其是以氨氮與總磷無法達到乙類水體的水質要求，然而在 102 年除了樣區 0 氨氮超過乙類水體水質，其餘樣區氮磷營養皆符合乙類水質要求。推測應是測站 0~6 沿途或多或少都有村落，家庭污水、農業回歸水會直接匯入水體，導致氮磷在枯水期較有機會偏高，而 103 年發現磷的乙類水體達成率僅 16/28 (57%)，遠低於前兩年的達成率 89%與 100%，現場採樣人員並沒有發現異常的情況，目前無法探究濃度偏高的因素，如有繼續執行相關計畫，磷的變化量追蹤將是未來工作的重點。值得注意的是測站 6 為四重溪出海口，為感潮的測站，污染物也會匯集在此，附近還有養豬戶，採樣時的漲退潮，豐水期的雨量多寡都會影響各水質參數的測值。

4.四重溪口濕地 105 年度水質調查結果：

105 年進行四重溪水質檢測，以河川污染指標判定，樣區 6 為輕度污染，顯示河川下游有汙染，對照樣區 10 保力溪口為中度污染。而第三、四次採樣，因雨水豐沛，有稀釋的效果，污染指數介於 1~2.25，為未(稍)受污染~輕度污染。

底棲調查：

1.四重溪口濕地 101 年度底棲調查結果：

101 年共採得底棲動物 410 隻，分屬 18 科 26 種；數量較多前三種依次是塔螺 60 個(14.6%)、網蝽 52 個(12.7%)及環田螺 36 個(8.8%)等；種的豐度為 4.16、均勻度為 0.85 及歧異度 2.76 等。

2.四重溪口濕地 102 年度底棲調查結果：

102 年已進行 4 季(次)採集，共採得底棲動物 578 隻，分屬 24 科 32 種，就每次採集時，每樣區每平方公尺水面下之大型底棲動物數量而言：數量較多的是田螺科的環田螺捕獲 156 隻(27.0%)為優勢種，第二是石田螺有 74 隻(12.8%)，第三為塔蝽科的瘤蝽有 65 個(11.2%)。整體而言，種的豐度為 4.875、均勻度 0.752、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 2.600。就月分的數量而言，9 月有 16 種共 200 個較多標本，5 月有 23 種共 120 個標本，7 月有 11 種 142 個標本，各月份間的相對數量相似性很低。

3.四重溪口濕地 103 年度底棲調查結果：

於 103 年 3 月 15 日、6 月 7 日、8 月 15 日及 10 月 11,12 日共計 4 次調查，共採獲 391 隻標本，分屬 16 科 21 種。數量較多的是環田螺有 63 隻(16.1%)、其次是細蟪幼蟲有 54 隻(13.8%)、第 3 是石田螺有 50 隻(12.8%)等。於 103 年 11 月 2 日，針對河口樣區 B6 的消波塊進行蜆螺補充調查。於近日投放於左岸的消波塊很新，上面沒有藻類，沒採集到蜆螺；稍早投放於右岸的消波塊，長有藻類，水質清澈見底(80 公分深)，水流平緩，共採集到 13 個蜆螺，分屬小皇冠蜆螺 11 個、平行線蜆螺 1 個及流紋蝽 1 個等 3 種。

4.四重溪口濕地 105 年度人工防洪建造物及原採樣點的結果：

105 年用篩網採集人工防洪建造物及原採樣點的底棲動物，共採集 30 種 727 隻底棲動物，上游物種數量 14 種 155 隻，下游物種數量 22 種 278 隻，近河口樣區，因環境不同，調查種類多樣性較高；位於出海口潮間帶樣區，生態物種較為豐富，生物數量佔了調查數量的 65.8%。

魚類調查：

1.四重溪口濕地 101 年度魚類調查結果：

101 年採集 4 次及當地巡守人員協助採集 10 次，共計 14 次。共採得 384 隻魚類分屬 13 科 39 種。數量較多的前三種依次是食蚊魚有 48 隻(12.5%)、高體鰱鯪有 40 隻(10.4%)及鮫屬有 39 隻(10.2%)等；種的豐度為 6.55、均勻度為 0.82 及歧異度 3.01 等。

2.四重溪口濕地 102 年度魚類調查結果：

屏東縣四重溪於 102 年 1 月至 9 月間共採集 7 次，共捕獲 942 隻魚，分屬 13 科 23 種，數量較多的是鯉科的屏東鬚鱨共捕獲 328 隻(34.8%)，為本地種魚類為優勢種，從東源湖樣區 B0 至樣區 B6 樣區都有，其次是台灣石(魚賓)有 231 隻(24.5%)，第三為花鱗科的食蚊魚有 138 隻(14.6%)。整體而言，種的豐度為 3.213、均勻度 0.580、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 1.818 等。

3.四重溪口濕地 103 年度魚類調查結果：

103 年，分別於各樣區放置蝦籠以及用篩網採集魚類，共採集 23 種 330 隻次，種的豐度為 3.79、均勻度 0.63、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 1.98 等。數量較多的是屏東鬚鱨有 158 隻(47.8%)，其次是食蚊魚有 49 隻(14.8%)等。屏東鬚鱨主要分布於牡丹水庫以下的樣區 B3 至 B5，食蚊魚則分布於東源湖的 B0 樣區。

4.四重溪口濕地 104 年度魚類調查結果：

104 年分別於各樣區放置蝦籠以及用篩網採集魚類，共採集 18 種 660 隻魚類，種的豐度為 2.602、均勻度 0.48、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 1.40 等。數量較多的是屏東鬚鱨有 426 隻 (64.5%)。屏東鬚鱨主要分布於牡丹水庫以下的樣區至車城攔河堰(B5A)。

5.四重溪口濕地 105 年度魚類調查結果：

105 年分別於各樣區放置蝦籠以及用篩網採集生物資源，共採集 22 種 261 隻魚類。數量較多的是屏東鬚鱨有 93 隻 (35.6%)；屏東鬚鱨主要分布於牡丹水庫以下的樣區至車城攔河堰及支流大梅溪。106 年 9 月 3 日採集底棲動物時捕獲海龍科 (Syngnathidae) 的短尾腹囊海

龍(*Microphis brachyurus*) 2 隻，是新紀錄；10 月 29 日漁民在此捕獲黑鯛及瘤唇鰻。

蝦類調查：

1. 四重溪口濕地 101 年度蝦類調查結果：

101 年定期採集 4 次及當地巡守人員協助採集 13 次，共計 17 次。共採得 1,963 隻蝦子分屬 3 科 14 種。數量較多的前三種依次是日本沼蝦有 1,299 隻(66.2%)、擬多齒米蝦有 359 隻(18.3%)、粗糙沼蝦有 69 隻(3.5%)及貪食沼蝦有 48 隻(2.4%)等，種的豐度為 1.98、均勻度為 0.42 及歧異度 1.16 等。

2. 四重溪口濕地 102 年度蝦類調查結果：

屏東縣四重溪於 103 年 1 月至 9 月間共採集 8 次，共捕獲 3,207 隻蝦子分屬 3 科 13 種，數量較多的是擬多齒米蝦有 1,599 隻(50.0%)，其次是日本沼蝦有 1,384 隻(43.2%)，第三是粗糙沼蝦有 121 隻(3.8%)等。日本沼蝦每個月都有，擬多齒米蝦較多的數量則發生於 7 月份，這兩種均有 2 個繁殖期，數量多主要受幼蝦群加入的影響。整體而言，種的豐度為 1.486、均勻度 0.388、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 0.996 等，各月份間之相對數量相似度低，歧異度較高的季節發生於 3 至 5 月。

3. 四重溪口濕地 103 年度蝦類調查結果：

103 年 3 月、6 月、8 月、9 月及 10 月，分別於各樣區放置蝦籠以及用篩網採集蝦子，共採集 10 種 2,196 隻蝦子，種的豐度為 1.16 均勻度 0.37、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 0.87 等。其中以擬鋸齒米蝦較多，有 1,485 隻(67.6%)、其次是日本沼蝦有 583 隻(26.5%)，第 3 是長額米蝦有 54 隻(2.4%)等；就月份及樣區而言，以 6 月份樣區 B2 的擬鋸齒米蝦，有 236 隻，主要是春季的繁殖期末期，除 17 隻抱卵外，有許多小蝦；其次是 6 月份樣區 B0 的日本沼蝦，有 198 隻，主要春季的繁殖期末期，除 4 隻抱卵外，也有許多小蝦，因 8 月採樣遭遇山區大雨，流域溪水暴漲，故 9 月份執行補充調查。

4. 四重溪口濕地 104 年度蝦類調查結果：

104 年分別於各樣區放置蝦籠以及用篩網採集蝦子，共採集 10 種 1,670 隻蝦子，種的豐度為 1.21、均勻度 0.24、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 0.57

等。其中以擬多齒米蝦最多，有 1,424 隻(85.2%)。104 年長額米蝦僅在下半年調查中於出海口樣區有記錄，短腕沼蝦於靠近水庫下游中捕獲，日本沼蝦的數量減少許多。

5.四重溪口濕地 105 年度蝦類調查結果：

105 年共採集 9 種 1,222 隻蝦子。其中以擬多齒米蝦最多，有 1,011 隻(82.7%)；長額米蝦僅在出海口樣區 B6R 有記錄；貪食沼蝦常發現於水深的地區，是臺灣最大的淡水蝦類之一。

蟹類調查：

1.四重溪口濕地 101 年度蟹類調查結果：

101 年定期採集 4 次及當地巡守人員協助採集 13 次，共計 17 次，淡水蟹部分，只有於哭泣湖樣區、水上草原(B1 樣區)及 B2 樣區、B4 樣區分別採得 2 隻蔡氏澤蟹及 3 隻黃灰澤蟹；9 月及 10 月雨季後，於樣區 B5 及 B6 採得大量的字紋弓蟹成蟹與蟹苗，字紋弓蟹可從河口溯河至中游。

2.四重溪口濕地 103 年度蟹類調查結果：

103 年，分別於各樣區放置蝦籠以及用篩網採集螃蟹，共採集 225 隻螃蟹，種的豐度為 1.66 均勻度 0.49、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 1.14 等。其中以字紋弓蟹較多，有 147 隻。6 月 24 日再度前往四重溪口濕地(即樣區 B6)，以徒手採集塊石及卵石下的螃蟹，採得中華沙蟹及中華近方蟹，為研究區之新紀錄，牠們的棲息地靠近海岸，中華沙蟹位於潮上帶及中華近方蟹棲息中潮帶的石塊下，字紋弓蟹及中華近方蟹都是洄游性螃蟹。10 月 12 日於 B6 出海口石塊下(B7)取得調查新記錄種分別為絨毛折額蟹、角眼沙蟹、斯氏沙蟹及絨螯蟹，並新增大梅溪樣區調查(TM)。

3.四重溪口濕地 104 年度蟹類調查結果：

104 年分別於各樣區放置蝦籠以及用篩網採集螃蟹，共採集 8 種 196 隻螃蟹，種的豐度為 1.32、均勻度 0.53、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 1.16 等。其中以字紋弓蟹最多，有 130 隻，占總數的 66.3%；字紋弓蟹多棲息在河口域或河川中下游，歷年多發現於牡丹水庫下游車城攔河堰，因長年水量豐富，適合生長。

5.四重溪口濕地 104 年度蟹類調查結果：

105 年共採集 9 種 106 隻螃蟹，其中以字紋弓蟹最多，有 25 隻，占總數的 23.5%。字紋弓蟹多棲息在河口域或洄游至河川中下游，歷年多發現於牡丹水庫下游車城攔河堰，因長年水量豐富，適合生長。

鳥類調查：

1.四重溪口濕地 103 年度鳥類調查結果：

於 102 年至 103 年，進行四重溪濕地 8 次鳥類調查，共記錄 33 科 67 種 4,446 隻次，種的豐富度為 7.86、均勻度為 0.61 及歧異度為 2.58。數量較多的依次為洋燕 988 隻(22.2%)、烏頭翁有 918 隻(20.6%)及麻雀有 623 隻(17.0%)。2014 年 10 月 12 至 13 日，於支流大梅溪選擇茄芝萊山橋(D1)及大梅橋(D2)這 2 處進行鳥類預先調查。從發源地東源哭泣湖到車城出海口，海拔高度未超過 1,000 公尺，因此鳥類多以低海拔的留鳥和少部份的候鳥為主。保育類方面的鳥種在樣區 2 和樣區 1，常可見到台灣藍鵲身影，數量雖然不多，但族群穩定。樣區 2 因為有牡丹水庫，偶爾會有黑鳶在此盤旋。臨海的樣區 6 可見到魚鷹和灰面鵟鷹等過境猛禽，其它樣區可見到本土猛禽如大冠鷲、鳳頭蒼鷹及台灣松雀鷹等。

2.四重溪口濕地 104 年度鳥類調查結果：

於 104 年共記錄 31 科 64 種 3,190 隻次，種的豐富度為 7.81、均勻度為 0.66、歧異度為 2.73 及密度為 99.69 隻/km²。數量較多的依次為洋燕 690 隻(21.6%)、烏頭翁有 615 隻(19.3%)及麻雀有 419 隻(13.1%)，山區鳥類有白天和夜間活動的差別，上半年 3 月和 5 月份的調查時間屬南台灣的旱季，在樣區 B2、樣區 B3 因接近牡丹水庫大壩，這 2 個區域水流量較為豐沛。保育類的鳥類有林鵰、大冠鷲和鳳頭蒼鷹、烏頭翁、紅尾伯勞及台灣畫眉，主要出現在樣區 B2、B3、B4、B5、B8、B9 等山區環境；樣區 B6 在出海口的區域，因為橋樑整治工程已經完工，干擾的降低，記錄到對人為干擾較為敏感的大型鷓鴣科鳥類如斑尾鷓鴣、小杓鷓鴣；新增的樣區 B7 為保力溪出海口與樣區 B6 相鄰，在這兩區記錄到的保育類鳥類有遊隼、魚鷹、大冠鷲、鳳頭蒼鷹、烏頭翁、紅尾伯勞等。

3.四重溪口濕地 105 年度鳥類調查結果：

於 105 年進行四重溪濕地鳥類調查，共紀錄 38 科 69 種 3,062 隻次，數量較多的為烏頭翁有 474 隻次(15.48%)。四重溪出海口沙與小卵石堵塞形成沒口溪，因此樣區 B6 沒有乾潮時裸露的灘地，使得棲息紀錄到的鳥類相對較少。保育類的猛禽鳥類主要出現在 B2、B3、B4、B5 及 B8 等樣區鄰近的山區環境。

河川簡易水質監測調查：

102 年-105 年預計執行河川簡易水質監測工作，詢問臨近四重溪流域相關學校後，有 3 間學校單位參與河川簡易水質監測工作，計有牡丹國小、石門國小及車城國小-溫泉分校參與計畫，104 年新增車城國小，其中車城國小負責四重溪溫泉分校段及出海口段檢測。預計達成預定目標比率 100%。

碳匯調查：

1.四重溪口濕地 101 年度碳匯調查結果：

在 101 年四重溪計畫中，針對 4 次採樣結果提出報告。第一採樣之數據，因採樣方式造成有所偏差，因此以第二、三次採樣為較佳推論依據，第 4 次採樣則可作為晴天與兩天之對照。由數據可知，所有系統在植物進行光合作用下，皆可以達到固碳之效果。以第二次採樣之數據為例，針對水上草原(約 480,000 m²)，東源湖(又稱哭泣湖)(約 8000 m²)及陸休耕區(約 600 m²)，整個實驗操作時間約 4 小時，而日照時間整天約為 14 小時(夏季)，可以得知其淨生態系生產量(碳匯)總量 1 天約應為：

$$\begin{aligned} & \text{水上草原 } 32.72 \text{ (g/m}^2\text{)} \times 480,000 \text{ (m}^2\text{)} = 15,705,600 \text{ g} = 15.7 \text{ 公噸} \\ & 15.7 \text{ 公噸} \times 14 \text{ 時/天/4 時} = 54.95 \text{ 公噸/天} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{哭泣湖 } 25.34 \text{ (g/m}^2\text{)} \times 8,000 \text{ (m}^2\text{)} = 202,720 \text{ g} = 0.2 \text{ 公噸} \\ & 0.2 \text{ 公噸} \times 14 \text{ 時/天/4 時} = 0.7 \text{ 公噸/天} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{陸上休耕區 } 5.88 \text{ (g/m}^2\text{)} \times 600 \text{ (m}^2\text{)} = 3,528 \text{ g} = 0.003 \text{ 公噸} \\ & 0.003 \text{ 公噸} \times 14 \text{ 時/天/4 時} = 0.011 \text{ 公噸/天} \end{aligned}$$

2.四重溪口濕地 102 年度碳匯調查結果：

不同採樣點	哭泣湖	水上草原	陸上休耕區
東源濕地碳固定量 ($\text{gC}/\text{m}^2/2$ 小時日照)	36.21 ± 21.87	97.63 ± 66.07	74.93 ± 38.07
東源濕地碳固定量($\text{gC}/\text{m}^2/\text{天}$) (假設光合作用時間 平均 10 小時)	253.49 ± 153.12	683.41 ± 466.93	524.53 ± 266.50
虎頭埤之平均碳固定量 ($\text{g C}/\text{m}^2/\text{天}$)	0.29	0.29	0.29
嘉藥人工濕地-FWS 碳固定量 ($\text{g C}/\text{m}^2/\text{天}$)	2.41	2.41	2.41
嘉藥人工濕地-SSF 碳固定量 ($\text{g C}/\text{m}^2/\text{天}$)	7.86	7.86	7.86
東源濕地碳固定量 ($\text{gC}/\text{m}^2/2$ 小時日照)	36.21 ± 21.87	97.63 ± 66.07	74.93 ± 38.07
東源濕地碳固定量($\text{gC}/\text{m}^2/\text{天}$) (假設光合作用時間 平均 10 小時)	253.49 ± 153.12	683.41 ± 466.93	524.53 ± 266.50



圖11、河川簡易水質監測教育訓練



圖12、屏東縣四重溪生態調查

四、社經環境說明

(一)、人文特色

牡丹鄉：

距今三百餘年前，屏東縣牡丹鄉全境仍為一片原始森林，居民則以排灣族為主，住石版屋；少部份為阿美族，以漁獵為生。1945年，實行地方自治，遂改「社」為「村」，即今的石門村、牡丹村、高士村、旭海村、四林村、東源村，因境內於每年四、五月野牡丹花盛開，於1946年十月定名為牡丹鄉。由於政府大力輔導鄉民農耕，使鄉民由漁獵生活演變為典型的農業社會，生活也日漸改善。

據牡丹鄉公所2010戶政資料，人口數總計4,863人，總戶數計有1,793戶。聚落景觀與平地稍有不同，傳統石版屋、茅草屋、竹屋已不復見。往昔居民以狩獵為生，近年因高度開發，鳥獸已甚稀少。牡丹鄉目前的經濟產業仍是農業為主，過去因高溫潮濕的氣候，成為全台少數盛產稻米的原住民山地聚落（水庫淹沒區）。工商產業並不適合本鄉發展，惟有以特有的自然環境及豐富人文史蹟，全力推動以人文生態兼具的觀光旅遊產業，為牡丹鄉未來的永續發展方向（牡丹鄉公所網站2010）。



圖13、屏東縣牡丹鄉四林格石板屋

車城鄉：

本鄉分為 11 村：田中村、海口村、福興村、福安村、統埔村、溫泉村（原名四重溪）、保力村、新街村、埔墘村、射寮村、後灣村（原名後灣仔）。荷蘭人佔據臺灣時，曾派兵控制此地。明鄭時，車城為排灣族居住地，原本是一片密林，當地原住民稱之為「庫匹亞旺」（kabeyawan）。車城鄉熱門景點包括國立海洋生物博物館、四重溪溫泉、四重溪溫泉公園、福安宮、保力休閒農場、海口沙漠、保力林場、玉泉寺、白猴瀑布及太原旅社等。車城的洋蔥聞名遐邇，為本鄉主要的作物，亦為鄉民經濟之主要來源之一，更是臺灣最重要的洋蔥產地，不但每年替國家賺取不少外匯，並且享有「洋蔥王國」的美譽。根據車城鄉農會資料顯示，全鄉現有洋蔥栽種區為 300 公頃，全年的總產量約 2 萬公噸。與全省其它種植洋蔥地區相比，本鄉在耕種面積與產量上，分別占全省總耕種面積與產量的 48% 與 63%。由此可見，洋蔥不但是本鄉最重要的經濟作物，同時，也標誌著本鄉在全國洋蔥生產方面所佔有的重要地位(車城鄉公所網站 2010)。

車城灣（琅嶠灣 Lian-Kiau Bay）北岸有清港，內側有射寮溪，南岸有龜山。1867 年，李仙得來臺灣調查羅發號事件時，繪製的「羅發號事件地圖」中已經清出標示出琅嶠灣是適合下錨登陸的地點。琅嶠灣略成口大內小的袋狀，海底平淺，灣北及南皆為珊瑚裙礁，港灣外頭有細緻的砂質海灘，灣內風浪較為平靜，是適宜泊岸的地點(黃清琦，2013)。



圖14、屏東縣車城四重溪口及保力溪口

(二)、人口

四重溪流域位屏東縣牡丹鄉及車城，流域範圍涵蓋牡丹鄉 5 村及車城鄉 8 村。根據 2015 年 9 月份屏東縣戶政事務所統計，四重溪流域主流行政區總人口數約 7,623 人，其中位於車城鄉之人口統計 5,765 人，約佔總流域行政區人口數 75.6%。就人口性質而言，近 20 年車城鄉與牡丹鄉人口趨勢呈負成長，年齡超過 65 歲者近 5 年皆已逼近 20%，預計近幾年將邁入超高齡社會。四重溪口濕地主要位於車城鄉福安村、新街村。

(三)、產業經濟

依據屏東縣政府 102 年度統計年報記載，車城鄉耕地面積有 895.15 公頃（水田 460.6 公頃，旱田 434.55 公頃）；漁戶有 16 戶，人口有 50 人，以內陸養殖為主；家畜以豬 712 頭為最大宗，羊 500 頭次之。牡丹鄉耕地面積有 974.68 公頃（水田 271.24 公頃，旱田 703.44 公頃）；家畜以豬為最大宗，羊次之。

洋蔥為車城鄉主要作物，民國 85 年本鄉農會執行農地利用綜合規劃，並組織洋蔥產銷經營班，以提昇洋蔥品質國家標準化，分級包裝精緻化。根據車城鄉農會資料顯示，全鄉現有洋蔥栽種區為 300 公頃，全年的總產量約 2 萬公噸。與全國其它種植洋蔥地區相比，本鄉在耕種面積與產量上，分別占全國總耕種面積與產量的 48% 與 63%，但近幾年有式微現象。

福安村位於本鄉中部，全境屬於恆春縱谷平原之部分，適合農業墾拓及聚落之發展，所以早在明末清初，大陸移民渡臺時期，本村已成為最早發展之據點，目前本村居民大多數從事農耕工作，主要作物有洋蔥、水稻等，村內無工廠及其他製造業。新街村古時地名為「咚咚」，因地處近海為一內港，並是先民對外交通船隻停泊卸貨之處，因進出船隻多且常發咚咚聲，故稱為「咚咚」。後因人口陸續遷入，逐漸形成一新村落，故改名為「新街」。村民大多務農，種植水稻及洋蔥為主，洋蔥是本村重要經濟作物，村內有農會成立之「外銷洋蔥檢驗場」分裝外銷，外銷產量佔全國三分之二，另漁業人口占三分之一，農閒時海邊居民尚有捕捉虱目魚苗、鰻魚及烏魚苗賺取外快，補貼家用，因此保留昔日漁民協力牽網捕魚之牽罟活動。

五、工作項目及內容

表2、106年度崑山科技大學 生態監測工作表

生態監測項目	水質	生物資源	
		底棲	蜃螺
樣點	四重溪口濕地 5 個樣點及保力溪口 1 個樣點，共 6 個樣點。		
頻率	1 次/每季，共 4 次。		

備註：

1. 工作範圍：四重溪口濕地（對照組為保力溪口）。
2. 水質監測包含水溫、pH 值、溶氧量、濁度、導電度、懸浮固體、化學需氧量、生化需氧量，無機營養鹽類(如氨氮、硝酸鹽、總磷)等。
3. 每季生物資源調查(底棲動物)。
4. 四重溪口濕地指標物種(蜃螺)族群量評估。

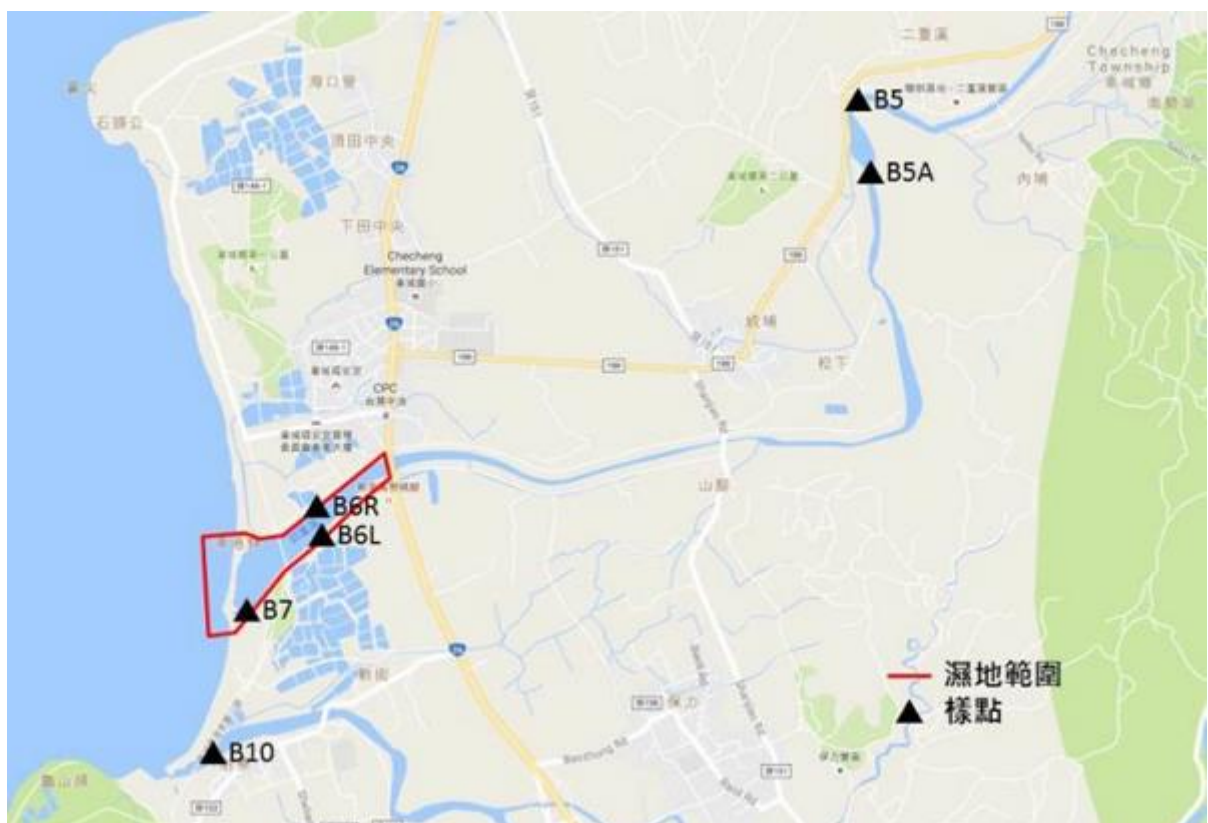


圖15、四重溪口及保力溪口樣區示意圖

(黑色▲為底棲樣區；紅色為濕地範圍，。樣區 B5 及 B5A 在車城攔河堰上游及下游，B6R 及 B6L 在濕地內，B7 在左岸堤外之潮濕礫石灘，B10 在保力溪口為對照樣區。

表3、106年度四重溪口濕地計畫樣點座標及工作內容

執行年度	樣區編號	座標_經緯度 _Google Earth	工作內容
106	B5	22.095101, 120.767644	底棲生物調查、水質檢測
106	B5A	22.080648, 120.734597	底棲生物調查
106	B6L	22.064881, 120.710997	底棲生物調查、水質檢測
106	B6R	22.065619, 120.709866	底棲生物調查
106	B7	22.063268, 120.708051	底棲生物調查、水質檢測
106	B10	22.055569, 120.705700	底棲生物調查

註：樣區編號與 104 及 105 年度相同。

106 年度各項工作內容詳述如下：

(一)、水質監測（包含物理性/化學性指標）

(1)水質檢測項目：水溫、pH 值、溶氧量、濁度、導電度、懸浮固體、化學需氧量、生化需氧量，無機營養鹽類(如氨氮、硝酸鹽、總磷)等。

(2)分析方法與頻度：依據「濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序」：水溫、pH 值、鹽度、溶氧量、導電度等項目皆於現場以攜帶式的儀器檢測，另外，濁度、懸浮固體、生化需氧量、化學需氧量及無機營養鹽類則採樣後帶回實驗室分析（林幸助等，2009）。調查結果將依「重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準」予以檢討。

(3)分析評估標準：目前我們環保法規主要依據「地面水體分類及水質標準（87.06.24.修正）」，其第四條規定海域地面水體分類分為甲、乙、丙三類，海域地面水體分類主要依據氫離子濃度指數、溶氧量、生化需氧量及大腸桿菌群各項水質項目進行分級判斷。

表4、海岸濕地水質調查各參數的檢測方法與分析頻率

項目	方法	儀器	分析頻率	備註
水溫	電極法	Cond 330i/set WTW(Germany)	每季一次	現場檢測
鹽度	電極法	Cond 330i/set WTW(Germany)	每季一次	現場檢測
pH	電極法	pH 315i/set WTW(Germany)	每季一次	現場檢測
導電度	電極法	Cond 330i/set WTW(Germany)	每季一次	現場檢測
溶氧	電極法	Oxi-330i/set WTW(Germany)	每季一次	現場檢測
濁度	濁度計法	NIEA W219.52C	每季一次	實驗室檢測
NH ₄ ⁺ -N	比色法	Nova 60 分光光度計 (Merck)	每季一次	實驗室檢測
NO ₃ ⁻	比色法	Nova 60 分光光度計 (Merck)	每季一次	實驗室檢測
T-P	比色法	Nova 60 分光光度計 (Merck)	每季一次	實驗室檢測
生化需氧量	電極法	Oxi-330i/set WTW(Germany) NIEA W510.55B	每季一次	實驗室檢測
化學需氧量	滴定法	NIEA W515.54A	每季一次	實驗室檢測
化學需氧量	滴定法	NIEA W516.55A	每季一次	送檢驗公司

(二)、生物資源監測與調查

為了解濕地的生物相變化，將進行水域與生物相之監測。水域生物底棲動物(包含魚蝦蟹類)，調查樣區如圖 15，環境現況如圖 16~圖 18，計畫執行預定於 106 年 3 月至 12 月止。

調查頻度為每季 1 次，包括僱請當地漁民協助調查。不同生物種類之調查方法及步驟簡介如下：

1.底棲動物

依據「濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序」及環保署所制定的調查作業方法規範，進行底棲生物監測（林幸助等，2009）。首先在樣區內選定適當的採樣地點，以採泥器採取定量且定面積的底泥。將採取的底泥以 500 μm 孔徑的篩網過濾，過濾時宜以水盆取水後在岸上濕篩，以免造成干擾，影響後續的採樣結果。將存留在篩網上的底泥、有機質及各類生物沖入樣品瓶中，加入適量的乙醇或福馬林溶液予以保存，並放入採集標籤註明採樣日期、地點及採樣方法。每一樣站至少採取三個樣品作為重覆。樣品帶回實驗室再度過篩，以大量清水沖洗以除去保存液及細的泥沙，將留存在篩網上的底質、有機質及各類生物放在白色的水盤中，以軟鑷將其中的生物挑出後，置於 70%~75% 的乙醇保存，等待後續的鑑定（林幸助等，2009）。

在實驗室進行鑑定、分類及計數。雖分類層級鑑定至能確定之最低分類階層，惟台灣部份分類群只能鑑定至科或屬的層級，分類檢索依循 Ueng and Wang (2003)及新日本動物圖鑑（1954）等。



圖16、四重溪口B5A樣區現況及癭蜉



圖17、四重溪口B6樣區沖刷出一條細流入海及鰻苗



圖18、四重溪口B10樣區現況及凹足陸寄居蟹

2. 資料分析

除物種之計數外，也利用各測站採集魚類之物種數量和水棲昆蟲之科數計算物種歧異度指標值 (H' : Shannon-Wiener Index)，該指標利用生物種類及生物種類個體數以評估測站之生物歧異度，其前提為生物種類多且各物種數量也相近時，將得到較高之指標值。當 H' 值越大，表示物種數越豐富。若棲地中僅由單一物種組成， H' 值為零，表示物種歧異度為零。其公式如下：

$$H' = -\sum (P_i \ln P_i)$$

$P_i = n_i/N$ ， i 為生物種類數， n_i 為第 i 物種之數量， N 為所有種類的個數， P_i 為第 i 物種之數量佔所有個體數的比例

除了計算歧異度指標值，預定使用之分析方法將可能包括相關性分析(correlation analysis) 與主成分分析(principal component analysis) 等，及以下 3 種常用之生態統計指數。

種的豐度指數 (SR: Margalef species richness)

種的豐度指數 Margalef species richness (SR)：指一個群落或環

境中物種數目的多寡，亦表示生物群聚（或樣品）中種類豐富程度的指數，此值越大，物種越豐富。

$$SR = (S-1)/(\ln N)$$

S 為所有出現的種類數， N 為所有種類的個數

優勢度指數 (1/D: Simpson Index) :

Simpson Index (1/D) 可估計各棲地中物種的優勢度，優勢度的值受某物種的數量與其出現的頻度所影響。各棲地中，物種組成及個體數各不相同，其中有些物種所佔比例很大，為此棲地的優勢物種，有些物種所佔比例很小，即屬此棲地的稀有物種 (rare species)。Simpson Index (1/D) 為參數分析，多加權於常見物種 (common species)。當 1/D 值越大，表示優勢物種越少，當然歧異度越高。Simpson Index (1/D) 亦可看作是優勢度指數或集中指數，其公式如下

$$1/D = 1/\sum P_i^2$$

P_i 為第 i 物種之數量佔所有個體數的比例， n_i 為第 i 物種之數量，1/D 為優勢度指數

均勻度指數 (J' : Pielou's Evenness) :

利用各棲地的物種歧異度 (H')，表示群落物種之間分配的均勻度。此指數與優勢度相反， J' 越大表示個體數在物種間分配越均勻。

$$Evenness (J') = H'/\ln S$$

(三)、建立四重溪口濕地指標物種監測模式

1. 自然環境及水資源系統

自然環境項目包括計畫區域之地形、地質、氣象（雨量、日照、蒸發量等）、災害潛勢或敏感區等；水資源系統包括河川排水路、水質、灌溉系統等；生態資源包括植物資源、陸域動物（鳥類、昆蟲、兩棲爬蟲等）、水域動物（魚類、甲殼類、水生昆蟲等）。分析重點將包括：

- (1).重要或指標物種分布，關乎應優先保護、保育或復育區域之指認，以及區域外應納入保育利用範圍之評估。如四重溪口濕地指標物種(蜆螺，如圖 18)應建立監測模式。
- (2).水質與水文，關係到未來濕地經營管理操作規劃。

2.四重溪口濕地指標物種監測模式

- (1).進行野外族群量估計：A.一般普查估計，B.標記再捕捉 Mark-recapture 進行估計

標記和重新捕獲是一種通常用於生態學以估計動物群體大小的方法。捕獲，標記和釋放一部分人口。隨後，捕獲另一部分並計數樣品內標記個體的數量，評估現地後每次樣本數盡量達 20 隻以上。

估計族群量為 $N = MS / R$

其中 M= 第 1 次標記後釋放之個體數，

S= 第 2 次採獲之個體數，

R= 第 2 次採獲標本中有標記之個體數。

- (2).在實驗室進行環境因子試驗：A.水溫、鹽度…等物理因子，B.其食源藻類…等生物因子。



圖19、四重溪口濕地之蜆螺與標記(圖B)

(四)、協助屏東縣政府辦理地方級濕地再評定作業，以及增修保育利用計畫草案內容

依據「濕地保育法」、「濕地保育法施行細則」及「重要濕地評定變更廢止及民眾參與實施辦法」等相關子法，研擬重要濕地分析報告書，並配合相關修正。預定辦理之工作項目及內容如下：

1.協助擬具暫定重要濕地分析報告書(草案)，並配合機關審議修正。
研擬暫定重要濕地分析報告書之內容及所需文件乃依據內政部「重要濕地評定變更廢止及民眾參與實施辦法」規定。

2.協助辦理地方說明會。

(1)依機關需求協助每處濕地至少 1 場說明會。

(2)依機關指定之場地，協助公開展覽及說明會資料製作、會場佈置及說明。

(3)聯繫其他相關與會人員(土地所有權人、相關權利義務人及政府機關除外)及彙整民眾陳情意見。

(4)報告書配合機關及內政部審議，製作簡報資料、出席說明及辦理相關修正。

3.依機關及內政部審議意見進行相關修正

依據「重要濕地評定變更廢止及民眾參與實施辦法」第三條擬定重要濕地分析報告書所需文件，包括該濕地之重要濕地評定檢核表或重要濕地變更或廢止檢核表，以及濕地內土地所有權人意願調查書。

依據「重要濕地評定變更廢止及民眾參與實施辦法」第三條規定，重要濕地分析報告書內容需包括各濕地之基礎資料(類型、行政轄區、位置、建議範圍、面積及等級等)、現況環境說明，以及濕地與周邊相關計畫、自然環境與人文環境資料及相關調查或學術研究等資料。

濕地再評定工作架構

濕地保育法於民國 104 年 2 月 2 日施行，依據濕地保育法第 40 條第 2 項「本法公布施行前經中央主管機關核定公告之地方級國家重要濕地，於本法施行後，視同第十二條第一項之地方級暫定重要濕地，並予檢討...(略)」，草擬流程圖(圖 20)。依據民國 104 年 1 月 30 日公佈的「重要濕地評定變更廢止及民眾參與實施辦法」：

第 3 條

前條所定重要濕地分析報告書內容如下：

- 1.申請濕地之類型、行政轄區、位置、建議範圍、面積及等級等。
- 2.重要濕地評定檢核表。
- 3.申請濕地內土地所有權人意願調查書或其他證明文件。
- 4.現況環境說明，並以照片、圖示及地圖配合說明：
 - (1)申請濕地與周邊相關計畫、自然環境與人文環境資料及相關調查或學術研究資料。
 - (2)申請濕地與周邊濕地之關聯性。
 - (3)重要物種與重要科學研究、文化資產或生態、環境價值及其應優先保護區域。
 - (4)生物多樣性、自然性、代表性、特殊性及規劃合理性。
 - (5)申請濕地所面臨威脅、公告之必要性與建議未來濕地明智利用構想、管理策略及管理單位。
- 5.申請濕地建議範圍圖說：應附具區位、周邊重要地標、道路、橋梁之名稱及建議範圍等資料，其比例尺不得小於五千分之一。
- 6.其他相關文件。

前項第四款第一目所定申請濕地與周邊相關計畫、自然環境與

人文環境資料及相關調查或學術研究資料，規定如下：

- (1)相關計畫：指濕地現況與未來之開發建設及保育計畫。
- (2)自然環境：指氣象、水文、地形、動植物及其他必要項目。
- (3)人文環境：指人口、產業、宗教文化、道路或路徑、公共與公用設備、土地及建築使用現況、土地權屬及其他必要項目。
- (4)調查或學術研究資料：指申請人自行調查研究資料、政府機關或公營事業機構委託辦理之調查報告或國內外學術期刊發表之學術研究資料。

第 4 條

主管機關依本辦法規定辦理本法第四十條第二項視同地方級暫定重要濕地再評定作業，得免檢具前條第一項第四款資料。

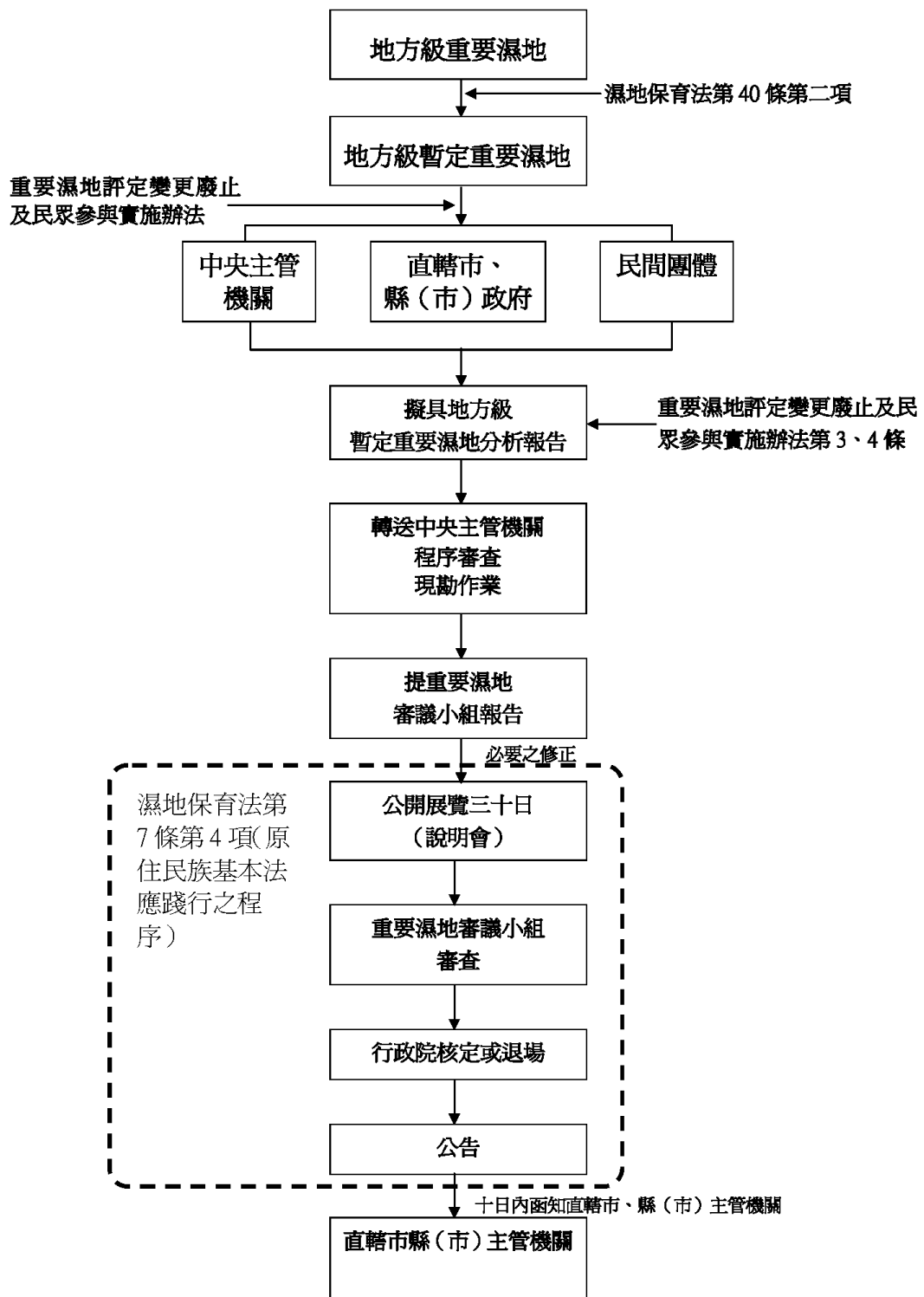


圖20、濕地再評定作業程序

六、生態調查分析與成果

(一)、水質調查

本計畫的水質監測包含物理性與化學性指標，檢測項目及頻度如表 4 所示，本年度(106 年)分別於 4 月、7 月、9 月、10 月共進行 4 次採樣與檢測。於現場測定的項目有水溫、鹽度、pH、導電度及溶氧，實驗室測定的項目有濁度、懸浮固體物、氨氮、硝酸鹽氮、總磷、生化需氧量及化學需氧量，4 次檢測結果說明如下。

水溫

水溫為評估水體品質的重要物理參數，水溫的變化受氣候與廢污水的排放所影響，而水溫會影響化學反應速率、氣體溶解度、微生物的活性與代謝速率。4、7、9、10 月平均水溫分別為 21.6 °C、32.7 °C、30.9 °C、25.2 °C，第一次採樣，2 月份為春季，溫度較低；第二次採樣 7 月份為盛夏，較第一次高出 11.1 °C。9 月、10 月進入秋季，水溫低於 7 月的盛夏。

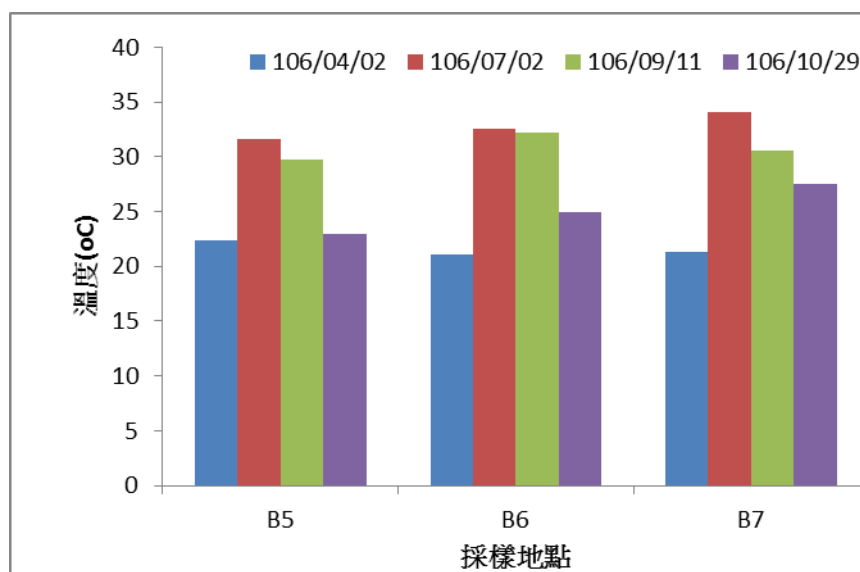


圖21、各測站的水溫

導電度與鹽度

導電度為水傳導電流的能力，其與水中各種離子的總濃度、移動性、價數、相對濃度及水溫有關，值越高表示水中電解質含量越多，也可表示水中溶解性固體(TDS)的多寡，導電度太高對植物有不良的影響，故為灌溉水質的重要指標。導電度的量測乃以電流通過長 1 cm、截面積 1 cm² 之液柱所測得電阻之倒數，單位以 mmho/cm(mS/cm)

或 $\mu\text{ mho/cm}$ ($\mu\text{ S/cm}$)表示。

導電度與鹽度呈一致性變化的趨勢，樣區 B5 在車城攔河堰上游，B6 在濕地內，兩樣區屬不感潮區，但若遇大潮，海水也會匯入 B6，B7 在左岸堤外之潮濕礫石灘，受漲退潮影響，3 樣區 B5、B6、B7 的 4 次採樣檢測的平均導電度分別為 0.37、3.94、5.63 mS/cm，4 次平均鹽度分別為 0.1、2.2、3.2 psu，由圖 23 可發現各樣區在第三次的鹽度測值都偏低，顯然是因屏東地區 6 月~9 月，每個月累積的雨量都超過 100 mm，受四重溪溪水的影響，鹽度降低。

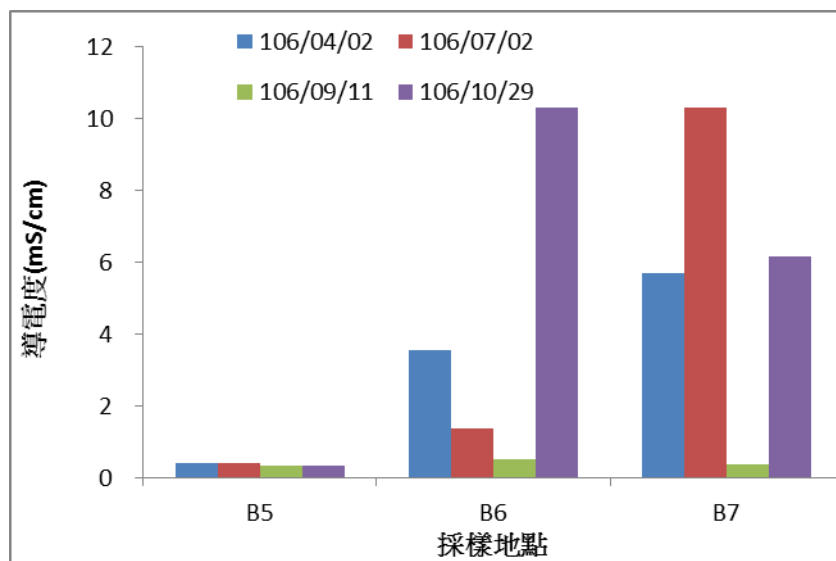


圖22、各測站的導電度

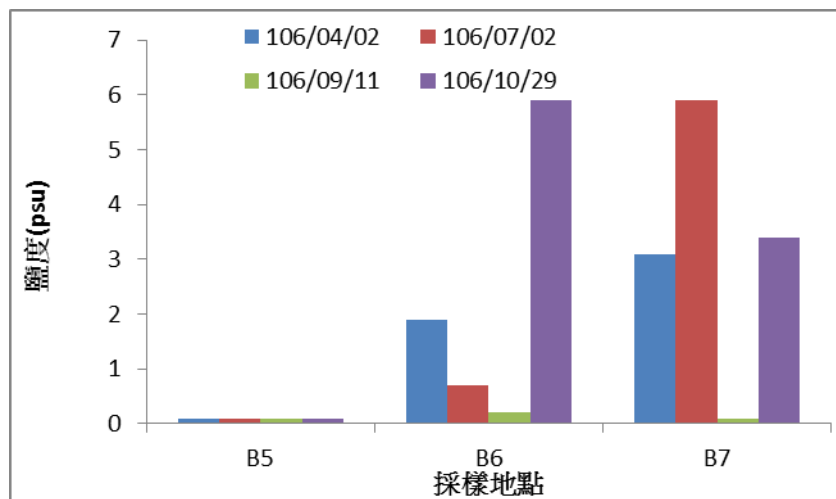


圖23、各測站的鹽度

溶氧

溶氧係指溶解於水中的氧量，為評估水體品質的重要指標項目之一。水中溶氧可能來自大氣溶解、自然或人為曝氣及水生植物的光合作用等，水體若受到有機物污染，則水中微生物在分解有機物時會消

耗水中的溶氧，而造成水中溶氧降低甚至呈缺氧狀態。

4次採樣平均溶氧值分別為 8.3、7.6、7.9、7.8 mg/L，溶氧量顯然受氣溫與雨量的影響，1~5 月屬枯水期，6 月的月累積雨量達 381 mm，B5、B6 前 2 次檢測的溶氧都偏高，4 月份又高於 7 月份，推測 B5、B6 有藻類繁生，又屏東地區 6 月~10 月，每個月累積的雨量都超過 100 mm，第 3 次、第 4 次檢測，各樣區的溶氧都超過 7.5 mg/L，B5、B6、B7 的 4 次檢測的平均溶氧分別為 8.3、7.9、7.6 mg/L。單以溶氧判定各樣區污染程度，所有樣區皆屬未(稍)受污染(DO>6.5 mg/L)；如以陸域與海域水體分類水質標準判定樣區水體類別，則所有樣區皆符合甲類水體水質(DO>5.0 mg/L)。

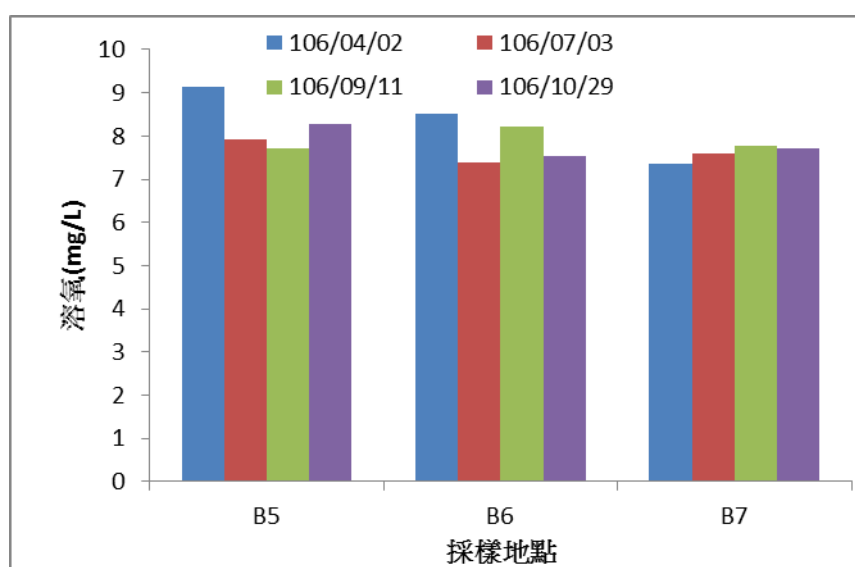


圖24、各測站的溶氧

酸鹼值

一般自然水之 pH 值多在中性或略鹼性範圍，若水受到工業廢水污染時，其值可能產生明顯的變化；pH 值會影響生物的生長、物質的沈澱與溶解、水及廢水的處理。酸鹼值(pH)4 次採樣，平均值分別為 8.6、9.5、8.4、9.0，B5、B6、B7 四次檢測的平均 pH 分別為 8.3、9.2、9.0，除了 B5，B6、B7 皆不符合陸(海)域甲類水體(pH:6.5~8.5)，由圖 25 可發現，除了 B5 在第 4 檢測 pH 為 7.0，其餘各樣區的 pH 皆介於 8.3~10.3，推測在樣區的上游應有外來的廢污水匯入，而且應是有使用鹼劑的業者排放廢水，致使樣區內的水體呈現高鹼度。

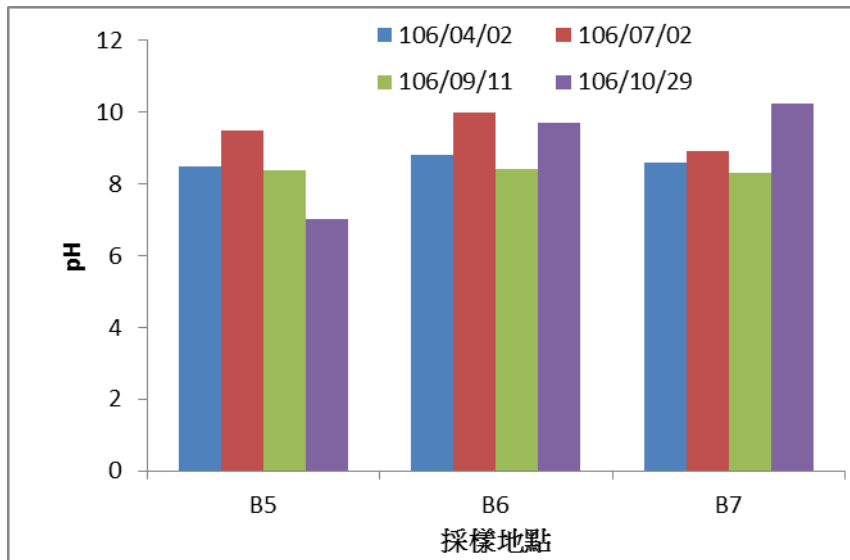


圖25、各測站的酸鹼值

濁度

微有機物、浮游生物或微生物等細小顆粒，濁度高會影響水體外觀並阻礙光的穿透，進而影響水生植物的光合作用。濁度高還會使魚類的呼吸作用受阻，影響魚類的生長與繁殖，甚至使其窒息而死亡。(資料來源：環保署水質淨化現地處理網站)。4次檢測平均值分別為2.6、4.2、3.5、3.8 NTU，B5、B6、B7的4次檢測的平均濁度分別為5.0、7.3、10.1 NTU，三樣區的濁度均不高。

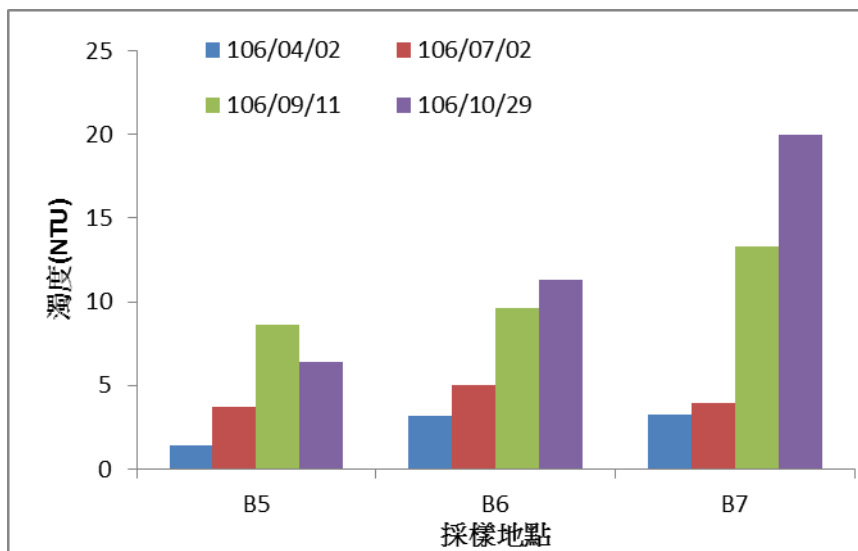


圖26、各測站的濁度

懸浮固體

懸浮固體包含水中會因攪動或流動而呈懸浮狀態之有機或無機性顆粒，這些顆粒一般包含膠懸物、分散物及膠羽。懸浮固體(SS)會阻礙光在水中的穿透，其對水中生物影響與濁度相類似(資料來源同)

上),但是兩者並無顯著的相關性。懸浮固體 4 次平均值分別為 11.0、3.3、2.8、7.7 mg/L。B5、B6、B7 的 4 次檢測的平均 SS 分別為 6.8、4.3、7.5 mg/L,如單就 SS 判定污染程度,各測站的平均值,所有樣區皆屬未(稍)受污染($SS \leq 20.0$)。如依陸域水體分類水質標準,所有樣區符合甲(乙)類($SS \leq 25.0$);海域水體分類水質標準,並無此參數。

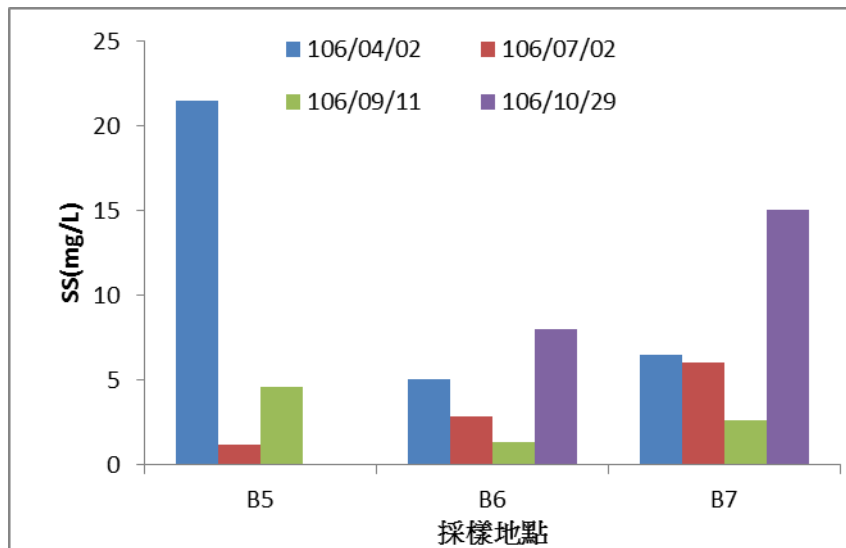


圖27、各測站的懸浮固體

氨氮

含氮有機物主要來自動物排泄物及動植物屍體的分解,分解時先形成胺基酸,再依氨氮、亞硝酸鹽氮及硝酸鹽氮程序而漸次穩定。因此當水體中存在氨氮,可表示該水體受污染時間較短(資料來源:環保署水質淨化現地處理網站)。4 次檢測,所有樣區皆低於偵測極限,淡水水體小於 0.05 mg/L,鹽水水體小於 0.2 mg/L。如單就氨氮判定污染程度,4 次平均所有樣區為未(稍)受污染($NH_3-N \leq 0.50$ mg/L)。如依陸域水體分類水質標準,B5、B6 樣區符合甲類水體水質($NH_3-N \leq 0.1$ mg/L),海域水體分類水質標準則無此項參數。

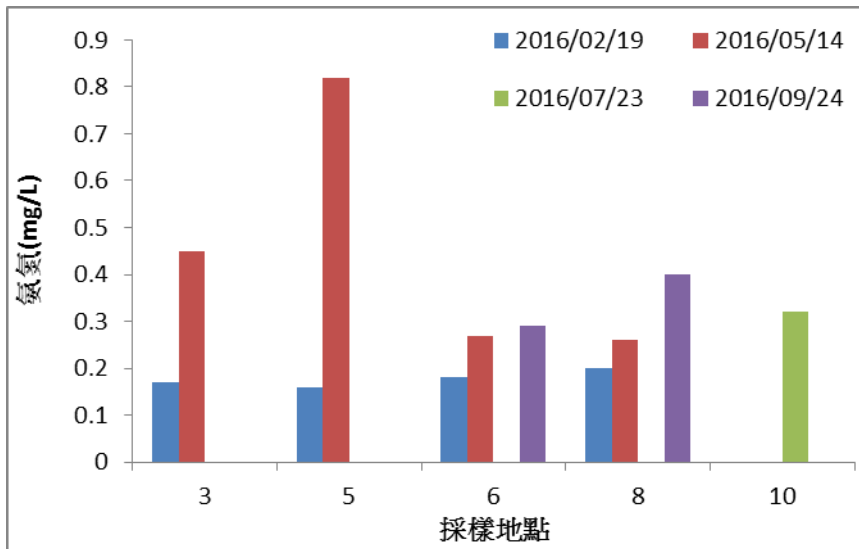


圖28、各測站的氨氮

硝酸鹽氮

硝酸鹽氮為水體硝化作用的最終產物，因此硝酸鹽氮的濃度可表示水體受污染的程度，若河川、埤塘、湖泊或水庫中硝酸鹽氮含量過高時，常會造成藻類過度生長，引起水體優養化的現象。4次平均硝酸鹽氮濃度分別為 0.77、1.03、0.93、0.63 mg/L，B5、B6、B7 四次檢測的平均硝酸鹽氮分別為 1.00、0.80、0.75 mg/L。

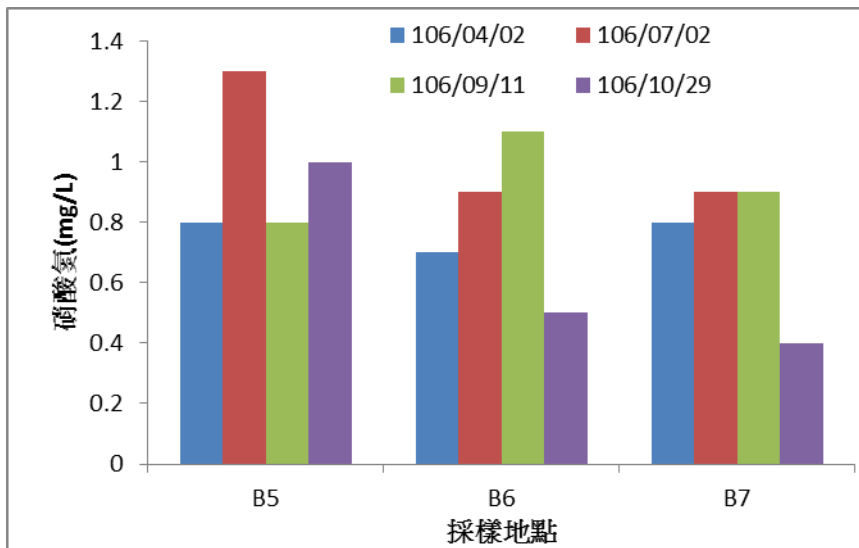


圖29、各測站的硝酸氮

總磷

總磷包含正磷酸鹽、聚磷酸鹽及有機磷，水中的磷幾乎全部以磷酸鹽的形式存在，磷是植物生長重要的養分，當過量的磷進入水體將導致藻類的過度繁殖與死亡，形成優養化現象。4次檢測平均總磷分別為 0.06、0.10、0.13、0.09 mg/L，B5、B6、B7 四次的平均總磷分

別為 0.08、0.09、0.12 mg/L。如依陸域水體分類水質標準，所有樣區符合乙類(T-P<0.05 mg/L)以下水體，海域水體分類水質標準則無此項參數。

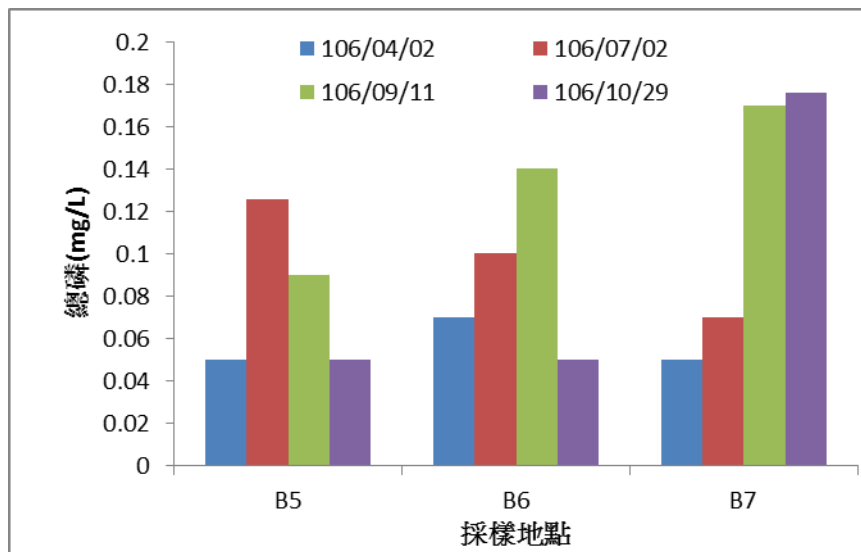


圖30、各測站的總磷

生化需氧量

生化需氧量係指水中易受微生物分解的有機物質，在某特定時間及溫度下，被微生物分解所消耗的氧量。一般所稱的生化需氧量係以 20 °C 培養 5 日後所測得的結果，記做 BOD₅。生化需氧量可表示水中生物可分解的有機物含量，間接也表示了水體受有機物污染的程度。

若單以生化需氧量判定各樣區污染程度，除了第 1 次檢測 B6 屬輕度污染(3.0 < BOD₅ ≤ 4.9 mg/L)，其餘各季，B5、B6、B7 生化需氧量(BOD)分別為屬未(稍)受污染(BOD₅ ≤ 3.0 mg/L)，4 次採樣 B5、B6、B7 平均生化需氧量(BOD)分別為 1.7、2.8、1.6 mg/L 按陸域地面水體分類水質標準，樣區 B5、B7 符合乙類水體(BOD < 2 mg/L)，B6 符合丙類水體(BOD < 4 mg/L)；如依海域水體分類水質標準，樣區 B7 符合甲類水體水質(BOD < 2 mg/L)。

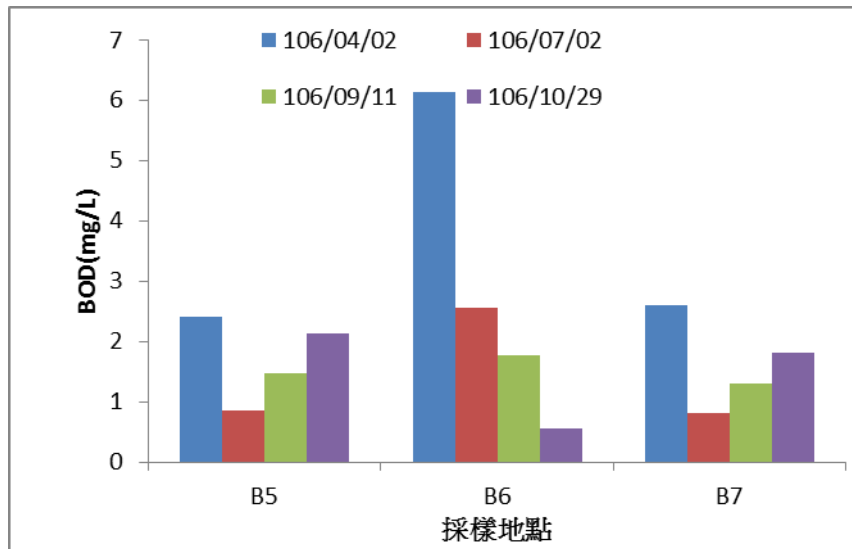


圖31、各測站的生化需氧量

化學需氧量

化學需氧量(COD)一般用於表示水中可被化學氧化之有機物含量。化學需氧量係應用重鉻酸鉀為氧化劑，在強酸情況下加熱，將水中有機物氧化為二氧化碳及水，則所消耗之重鉻酸鉀換算成相當之氧量就是化學需氧量。一般工業廢水或含生物不易分解物質之廢水，常以化學需氧量表示其污染程度。4次採樣 B5、B6、B7 平均化學需氧量(COD)分別為 11.3、14.2、10.5 mg/L。

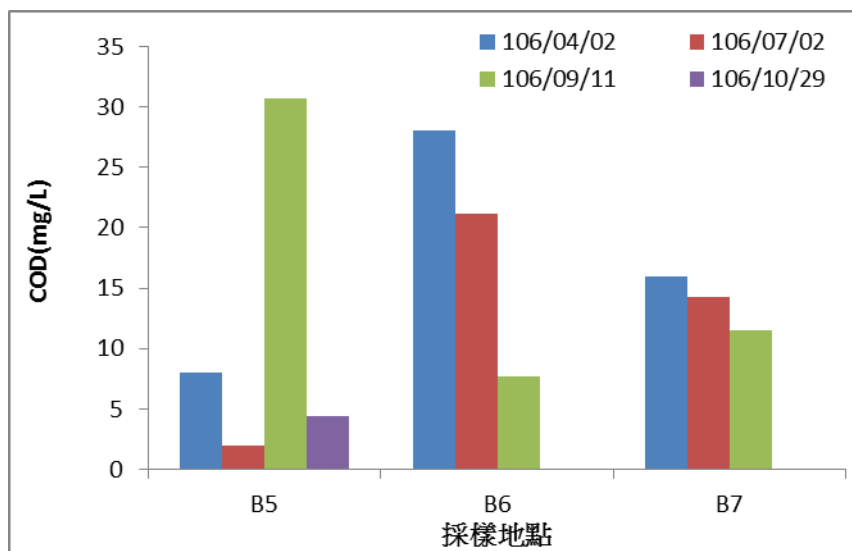


圖32、各測站的化學需氧量

綜合討論

以河川污染指標(RPI)判定各樣區的污染程度，並以達成率統計與分析，了解水體特質，是否符合水體用途的水質規範。

河川污染指標(RPI)

如以河川污染指標(RPI)判定各樣區的污染程度，表 5-8 為 4 次檢測結果之各樣區的 RPI 值與污染程度，由圖 33 可發現 B5、B6、B7 皆屬未(稍)受污染，河川污染指標(RPI)介於 1.0~1.5。

表5、第一次採樣與檢測，各樣區的RPI值與污染程度

水質項目	B5	B6	B7
溶氧量 (DO)mg/L	9.13 (1)	8.53 (1)	7.35 (1)
生化需氧量 (BOD ₅)mg/L	2.4 (1)	6.1 (3)	2.6 (1)
懸浮固體 (SS) mg/L	21.5 (3)	5 (1)	6.5 (1)
氨氮 (NH ₃ -N)mg/L	<0.05 (1)	<0.05 (1)	<0.2 (1)
污染指數積 分值(S)	1.5	1.5	1.0
污染程度	未(稍)受污染	未(稍)受污染	未(稍)受污染

表6、第二次採樣與檢測，各樣區的RPI值與污染程度

水質項目	B5	B6	B7
溶氧量 (DO)mg/L	7.92 (1)	7.38 (1)	7.59 (1)
生化需氧量 (BOD ₅)mg/L	<1 (1)	2.55 (1)	<1 (1)
懸浮固體 (SS) mg/L	1.14 (1)	2.9 (1)	6 (1)
氨氮 (NH ₃ -N)mg/L	<0.05 (1)	<0.05 (1)	<0.2 (1)
污染指數積 分值(S)	1.0	1.0	1.0
污染程度	未(稍)受污染	未(稍)受污染	未(稍)受污染

表7、第三次採樣與檢測，各樣區的RPI值與污染程度

水質項目	B5	B6	B7
溶氧量 (DO)mg/L	7.71 (1)	8.23 (1)	7.78 (1)
生化需氧量 (BOD ₅)mg/L	147 (1)	1.77 (1)	1.31 (1)
懸浮固體 (SS) mg/L	4.3 (1)	1.3 (1)	2.6 (1)
氨氮 (NH ₃ -N)mg/L	<0.05 (1)	<0.05 (1)	<0.2 (1)
污染指數積 分值(S)	1.0	1.0	1.0
污染程度	未(稍)受污染	未(稍)受污染	未(稍)受污染

表8、第四次採樣與檢測，各樣區的RPI值與污染程度

水質項目	B5	B6	B7
溶氧量 (DO)mg/L	8.27 (1)	7.55 (1)	7.71 (1)
生化需氧量 (BOD ₅)mg/L	2.14 (1)	<1 (1)	1.81 (1)
懸浮固體 (SS) mg/L	ND (1)	8.0 (1)	15.0 (1)
氨氮 (NH ₃ -N)mg/L	<0.05 (1)	<0.05 (1)	<0.2 (1)
污染指數積 分值(S)	1.0	1.0	1.0
污染程度	未(稍)受污染	未(稍)受污染	未(稍)受污染

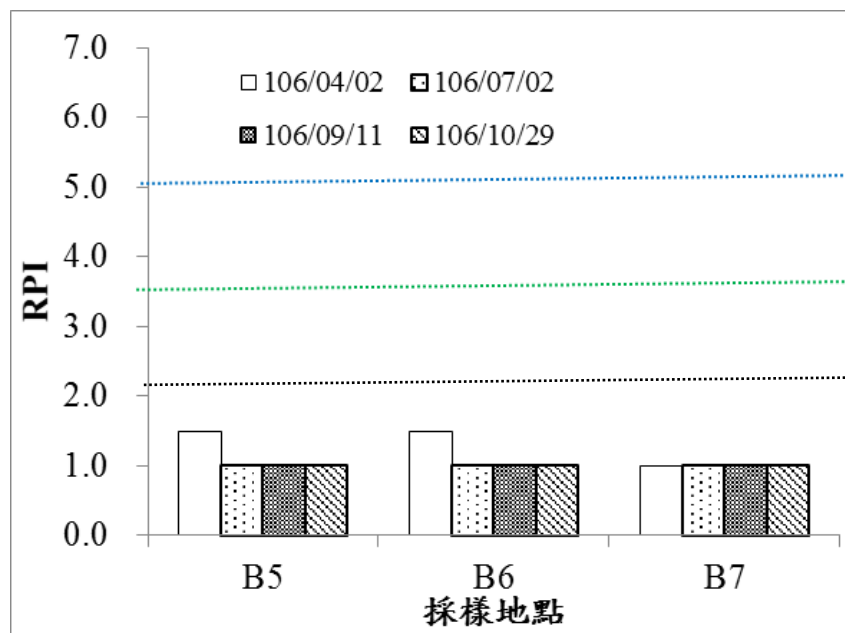


圖33、各樣區的RPI值及污染程度

達成率統計與分析

達成率分析係以水污染防治法第 6 條訂定的陸域地面水體分類與水質標準，以及各級主管機關所劃定公告的「水區、水體分類」，作為統計分析依據。陸域地面水體分類與水質標準包括保護生活環境相關基準與保護人體健康環境品質基準，主要係依水體特質而規範其適用性質。依 105 年環境水質監測年報，環檢所四重溪的兩個測站，石門村過四重溪水泥橋與懷恩橋，水體分類等級為乙類，以下將針對五項一般水質，分析各樣區各項水質的達成率。表 6~表 9 依各樣區的實際測值，判定符合的水體類別，表 13 為各樣區符合乙類水質標準的達成率，由表中可發現三個樣區溶氧與氨氮二項水質四次檢測的達成率為 100%，pH 與生化需氧量達成率 50%~75%，總磷達成率 25%~75%，pH 測值顯著偏高，上游應有使用鹼劑的業者排放廢水，生化需氧量是否也與產業廢水有關，需再進一步了解，另總磷的要求門檻較高，一般河川流域達成率偏低。

表9、第1次測值，按陸域水體水質分類

	B5	B6	B7
氫離子濃度指數 (pH)	甲	乙	乙
溶氧量 (DO)mg/L	甲	甲	甲
生化需氧量 (BOD ₅)mg/L	丙	丁	丙
氨氮 (NH ₃ -N)mg/L	甲	甲	乙
總磷 (T-P) mg/L	乙	丙	乙

表10、第2次測值，按陸域水體水質分類

	B5	B6	B7
氫離子濃度指數 (pH)	-	-	乙
溶氧量 (DO)mg/L	甲	甲	甲
生化需氧量 (BOD ₅)mg/L	甲	丙	甲
氨氮 (NH ₃ -N)mg/L	甲	甲	乙
總磷 (T-P) mg/L	丙	丙	丙

表11、第3次測值，按陸域水體水質分類

	B5	B6	B7
氫離子濃度指數 (pH)	甲	甲	甲
溶氧量 (DO)mg/L	甲	甲	甲
生化需氧量 (BOD ₅)mg/L	乙	乙	乙
氨氮 (NH ₃ -N)mg/L	甲	甲	甲
總磷 (T-P) mg/L	丙	丙	丙

表12、第4次測值，按陸域水體水質分類

	B5	B6	B7
氫離子濃度指數 (pH)	甲	-	-
溶氧量 (DO)mg/L	、甲	甲	甲
生化需氧量 (BOD ₅)mg/L	丙	甲	乙
氨氮 (NH ₃ -N)mg/L	甲	乙	乙
總磷 (T-P) mg/L	乙	乙	丙

表13、106年度各樣區乙類水體水質達成率統計

	B5	B6	B7
氫離子濃度指數 (pH)	75%	50%	75%
溶氧量 (DO)mg/L	100%	100%	100%
生化需氧量 (BOD ₅)mg/L	50%	50%	75%
氨氮 (NH ₃ -N)mg/L	100%	100%	100%
總磷 (T-P) mg/L	50%	25%	75%

(二)、生態調查

一、底棲動物

106年分別於各樣區用篩網採集底棲動物及水生昆蟲，共採集23種328隻底棲動物，種的豐度為3.79、均勻度0.71、歧異度 $H'(\log_e)$ 為2.25等。其中以瘤蟯最多，在B5A就有95隻(28%)該物種占調查總數(32.3%)、其次是長形壁蜚螺有67隻(20.4%)等。

就不同樣區而言，採集種數及數量以樣區B5A的14種130隻最多，種的豐度為2.67、均勻度0.43、歧異度 $H'(\log_e)$ 為1.15等。優勢種囊螺，僅4月份捕獲，其餘月份並未調查到，推測7月份採集時因6月大雨，樣區多水，導致生態量減少，物種與水量多寡及季節變化有直接的影響；棲地優勢物種分佈明顯，以樣區區分河口上游及河口，生長環境不同，優勢種長形壁蜚螺及網蟯僅在河口出現，而長有青草的水岸邊有水蠶，河口上游大岩石與塊石上則有瘤蟯，棲地的植被也影響生物種類；出海口樣區B6為蜚螺棲地，仍須持續監測。

根據水利署第七河川局101年的調查，車城橋樣站之流量介於1.85~2.53 CMS；石門橋流量介於0.1~1.15 CMS。另依南區水資源局2008年牡丹水庫運用要點檢討，保留水量依照每100平方公里保留0.135 cms之標準估算牡丹水庫及下游車城橋二控制點分別保留1.88萬CMD及2.57萬CMD（經濟部水利署第七河川局，2013），然本團隊於104年調查期間發現大梅溪於冬季有依土壩而乾枯、竹社溪及車城攔河堰也呈乾枯現象，也發現魚道及排水路有阻塞跡現，依上述標準增加50%水量，也應派員定期巡視車城攔河堰魚道排除阻塞。



圖34、四重溪口樣區B6生態調查



圖35、106年四重溪口漁民捕獲漁獲

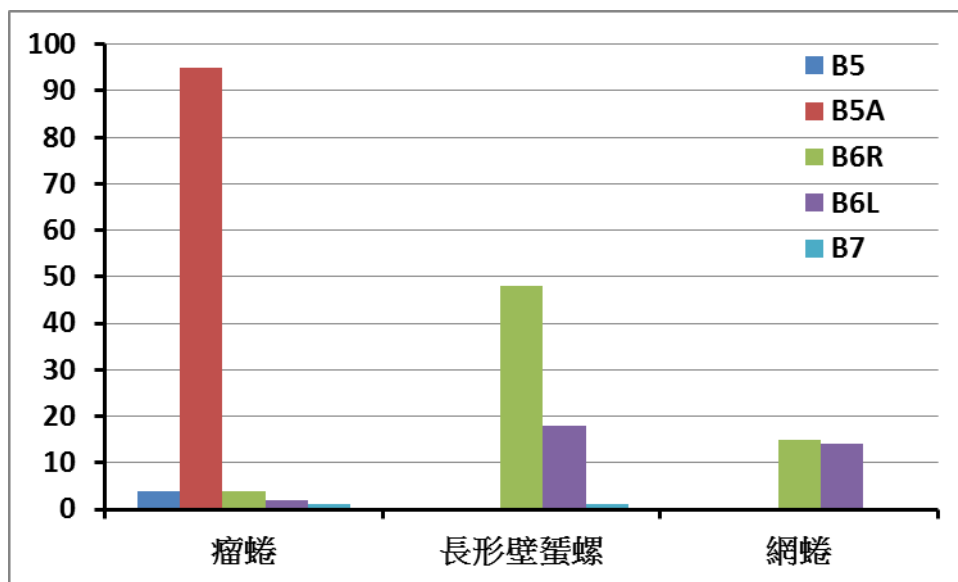


圖36、106年四重溪底棲動物樣區優勢種調查

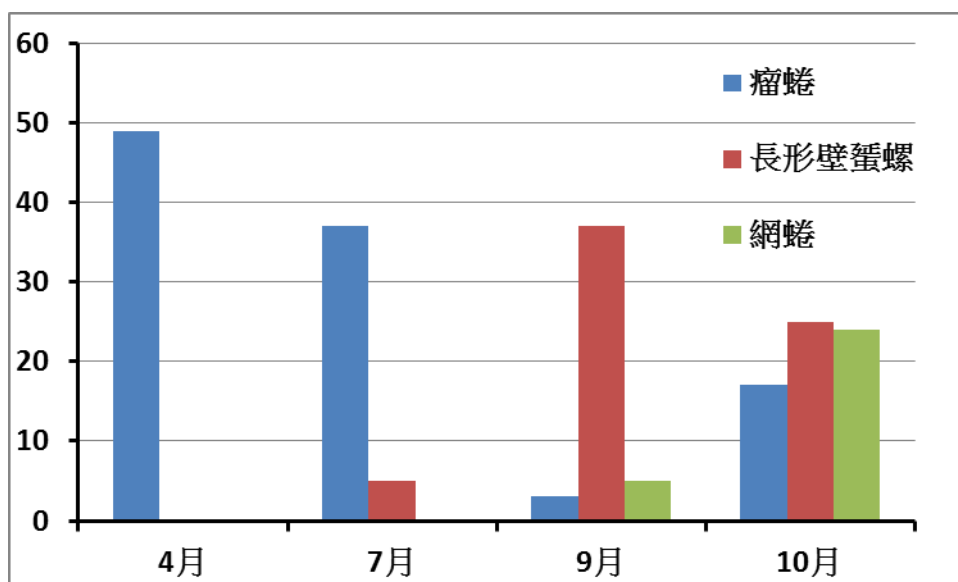


圖37、106年四重溪底棲動物月份優勢種調查

表14、106年四重溪底棲動物調查分析

樣區	種數	數量(隻)	種的豐度	種的均勻度	種的歧異度	優勢種
B5	5	8	1.92	0.86	1.38	瘤蜷
B5A	14	130	2.67	0.43	1.15	瘤蜷
B6R	11	119	2.09	0.78	1.89	長形壁蜆螺
B6L	9	58	1.97	0.84	1.85	長形壁蜆螺
B7	5	13	1.55	0.73	1.17	小石蜆螺
合計	23	382	3.79	0.71	2.25	瘤蜷

表15、106年四重溪底棲調查依樣區

(隻/m²)

物種/樣點	B5	B5A	B6R	B6L	B7	合計
Lymnaeidae 錐實螺科 <i>Auricularia ollula</i> 小椎實螺	0	4	0	0	0	4
Neritidae 蜆螺科 <i>Clithon corona</i> 小皇冠蜆螺	0	0	4	7	0	11
Neritidae 蜆螺科 <i>Clithon oualaniensis</i> 小石蜆螺	0	0	5	0	8	13
Neritidae 蜆螺科 <i>Neritina parallella</i> 平行線蜆螺	0	0	19	7	0	26
Neritidae 蜆螺科 <i>Neritina plumbea</i> 球蜆螺	0	0	3	2	0	5
Neritidae 蜆螺科 <i>Neritina waigiensis</i> 五彩蜆螺	0	0	1	1	0	2
Neritidae 蜆螺科 <i>Septaria lineata</i> 長形壁蜆螺	0	0	48	18	1	67
Neritidae 蜆螺科 <i>Septaria porcellana</i> 壁蜆螺	0	0	9	4	0	13
Physidae 囊螺科 <i>Physa acuta</i> 囊螺	0	5	0	0	0	5
Stenothyridae 狹口螺科 <i>Stenothyra formosana</i> 台灣粟螺	0	1	0	0	0	1
Thiaridae 塔蝟科 <i>Melanoides tuberculata</i> 網蝟	0	0	15	14	0	29
Thiaridae 塔蝟科 <i>Stenomelania plicaria</i> 錐蝟	0	0	7	3	0	10
Thiaridae 塔蝟科 <i>Tarebia granifera</i> 瘤蝟	4	95	4	2	1	106
Thiaridae 塔蝟科 <i>Thiara scabra</i> 塔螺	1	3	0	0	0	4
Corbiculidae 蜆科 <i>Corbicula fluminea</i> 臺灣蜆	0	1	0	0	0	1
Maldanidae 竹節蟲科	0	3	0	0	0	3
Coenagrionidae (L) sp.1 細蟴科	0	12	4	0	0	16
Coenagrionidae (L) sp.2 細蟴科	0	1	0	0	2	3
Dytiscidae 龍蝨科 小龍蝨 sp.2	0	1	0	0	0	1
Ephemeroptera 蜉蝣目 sp.1 (L)	1	1	0	0	0	2
Gerridae 水黽科 (A)	0	1	0	0	0	1
Libellulidae 蜻蛉科 (L) sp.1	1	1	0	0	1	3
Tricoptera 毛翅目 石蠶蛾	1	1	0	0	0	2
種數	5	14	11	9	5	23
數量	8	130	119	58	13	328

L:昆蟲幼體; P:蛹; A:成蟲.

表16、106年四重溪底棲調查依月份

(隻/m²)

物種/月份	4月	7月	9月	10月	合計
Lymnaeidae 錐實螺科 <i>Auricularia ollula</i> 小椎實螺	4	0	0	0	4
Neritidae 蜑螺科 <i>Clithon corona</i> 小皇冠蜑螺	0	7	1	3	11
Neritidae 蜑螺科 <i>Clithon oualaniensis</i> 小石蜑螺	0	2	2	9	13
Neritidae 蜑螺科 <i>Neritina parallella</i> 平行線蜑螺	0	15	6	5	26
Neritidae 蜑螺科 <i>Neritina plumbea</i> 球蜑螺	1	3	0	1	5
Neritidae 蜑螺科 <i>Neritina waigiensis</i> 五彩蜑螺	0	0	0	2	2
Neritidae 蜑螺科 <i>Septaria lineata</i> 長形壁蜑螺	0	5	37	25	67
Neritidae 蜑螺科 <i>Septaria porcellana</i> 壁蜑螺	0	6	0	7	13
Physidae 囊螺科 <i>Physa acuta</i> 囊螺	5	0	0	0	5
Stenothyridae 狹口螺科 <i>Stenothyra formosana</i> 台灣粟螺	0	1	0	0	1
Thiaridae 塔蝟科 <i>Melanoides tuberculata</i> 網蝟	0	0	5	24	29
Thiaridae 塔蝟科 <i>Stenomelania plicaria</i> 錐蝟	0	0	7	3	10
Thiaridae 塔蝟科 <i>Tarebia granifera</i> 瘤蝟	49	37	3	17	106
Thiaridae 塔蝟科 <i>Thiara scabra</i> 塔螺	2	2	0	0	4
Corbiculidae 蜆科 <i>Corbicula fluminea</i> 臺灣蜆	1	0	0	0	1
Maldanidae 竹節蟲科	0	3	0	0	3
Coenagrionidae (L) sp.1 細蟪科	16	0	0	0	16
Coenagrionidae (L) sp.2 細蟪科	0	0	3	0	3
Dytiscidae 龍蝨科 小龍蝨 sp. 2	0	0	1	0	1
Ephemeroptera 蜉蝣目 sp.1 (L)	0	0	0	2	2
Gerridae 水黽科 (A)	0	1	0	0	1
Libellulidae 蜻蛉科 (L) sp.1	1	1	0	1	3
Tricoptera 毛翅目 石蠶蛾	0	0	0	2	2
種數	8	12	9	13	23
數量	79	83	65	101	328

L:昆蟲幼體; P:蛹; A:成蟲.

本研究團隊在 2012~2017 年間於屏東四重溪區域，進行 6 年的研究調查，採集 24 次底棲動物。調查資料分析如下：

在樣區 B0 部分(與 B1 樣區同位於水庫上游之東源濕地，只進行 2012~2014 年)共採集 14 種 330 隻，數量前三名為田螺科的環田螺 165 隻(50%)、石田螺 73 隻(22.1%)及塔蝟科的網蝟 41 隻(12.4%)；出現頻率最高的是環田螺。樣區 B1 部分(2012~2014 年)，數量前三名為環田螺 90 隻(22.8%)、石田螺 65 隻(16.5%)及細螽 sp.2 有 44 隻；出現頻率最高的是石田螺。

樣區 B2 方面(2012~2016 年)，數量前三名為囊螺科的囊螺 60 隻(24.2%)，細螽 sp.1 有 33 隻(13.3%)及浮游目 sp.1 有 31 隻(12.5%)；出現頻率最高的是石田螺。樣區 B3 (2012~2016 年)數量前三名為塔蝟科的瘤蝟 65 隻(28.8%)、錐蝟 38 隻(16.8%)及錐實螺科的小椎實螺 27 隻(11.9%)；出現頻率最高的是蜻蜓科 sp.2 的水蠶。樣區 B4 (2012~2016 年)數量前三名為瘤蝟 43 隻(20.6%)、浮游目 sp.1 有 25 隻及 sp.2 有 22 隻(12%、10.5%)；出現頻率最高的也是蜻蜓科 sp.2 的水蠶。樣區 B5 (2012~2017 年)數量前三名為細螽 sp.1 及 sp.2 及蜉蝣目 sp.2，數量分別為 41 隻、34 隻及 33 隻(21.8%、18.1%及 17.6%)；出現頻率最高的是蜉蝣目 sp.2。

樣區 B5A (2015~2017 年)數量前三名為水蝽科 *Sigara* 屬 269 隻及瘤蝟 152 隻，佔該樣區總隻數的 50%及 28.3%。樣區 B6 部分(2012~2014 年)，數量前三名為塔螺 40 隻(31%)、合眼鉤蝦 26 隻(20.2%)及沙蠶 18 隻(14%)；出現頻率最高的是瘤蝟。樣區 B6L (2015~2017 年)數量最多為 *Sigara* 屬 314 隻，佔該樣區總數量 62.2%；出現頻率最高的是平行線蜚螺。樣區 B6R (2015~2017 年)數量前三名為長形壁蜚螺 49 隻(16.2%)、平行線蜚螺 41 隻(13.5%)及搖蚊科 30 隻(9.9%)；出現頻率最高的是平行線蜚螺。樣區 B7(2014~2017 年)前三名為蜚螺科小石蜚螺、塔蝟科錐蝟及流紋蝟，分別為 8 隻、6 隻及 5 隻(24.2%、18.2%及 15.2%)；出現頻率最高的是瘤蝟。樣區 B10 在保力溪口(2016 及 2017)，數量最多的物種為沙蠶 225 隻，佔該樣區總數量 96.2%；出現頻率最高的也是沙蠶。

樣區 B8 (2014~2016 年)前三名為錐實螺科的台灣椎實螺 29 隻(29.2%)、瘤蝟 21 隻(21.2%)及浮游目 sp.1 20 隻(20.2%)；出現頻率最

高的是瘤蝨。樣區 B8A (2015~2016 年)前三名為瘤蝨 20 隻(38.5%)、細螽 sp.1 10 隻(19.2%)及台灣椎實螺 9 隻(17.3%)；出現頻率最高的也是瘤蝨。樣區 B9 (2015 年)前三名有浮游目 sp.1 與 sp.2 分別為 18 隻及 8 隻(佔 35.3%與 15.7%)，以及瘤蝨 13 隻(25.5%)；出現頻率最高的也是瘤蝨。

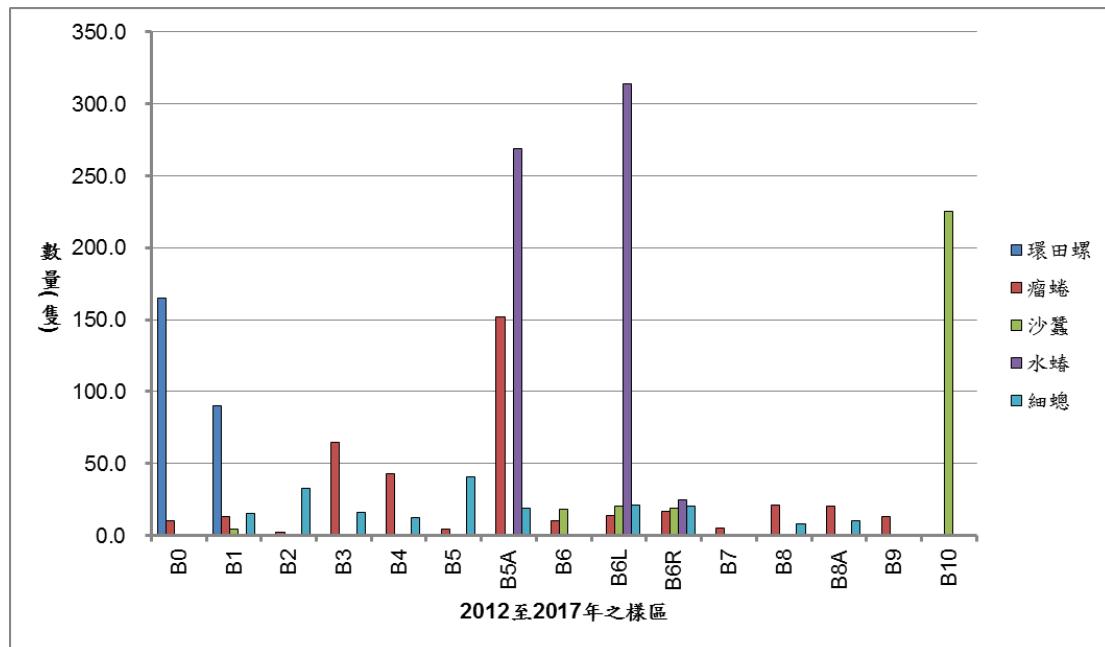


圖38、四重溪區域歷年生態調查資料—底棲動物

在物種相似度(similarity)方面，上游樣區 B0、B1 之間的物種相似度高；位於車城攔河堰上游之樣區 B2~B5、B8、B8A 及車城攔河堰下游之樣區 B5A，中游樣區之間的物種相似度較高；B6、B6L 及 B6R 等，下游樣區之間的物種相似度高。

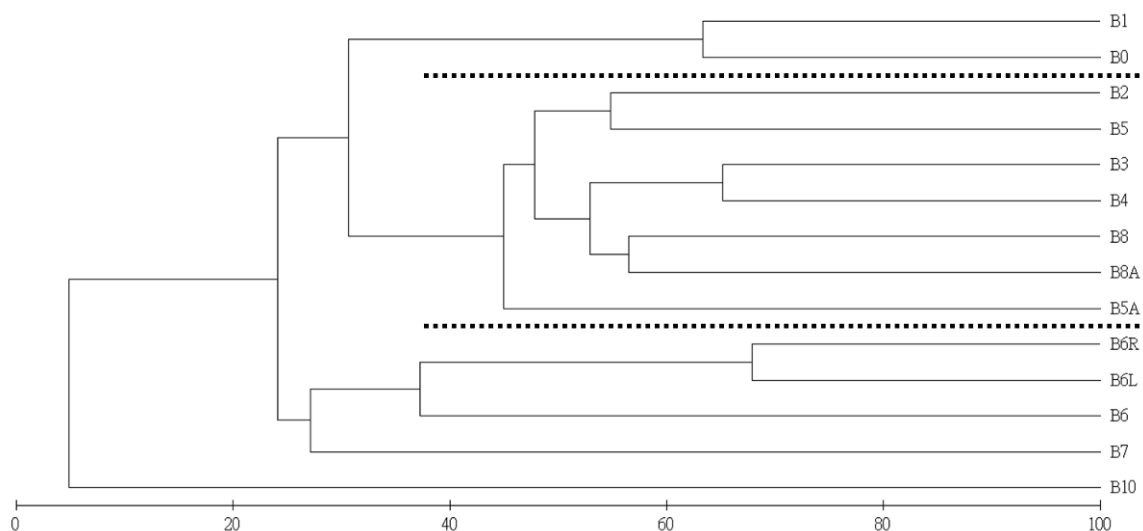


圖39、四重溪區域歷年底棲動物調查資料相似度與分群

針對上述結果，所有樣區分組，分別將牡丹水庫上游段(A 組：B0、B1)，牡丹水庫至車城攔河堰上游段(包含大梅溪及竹社溪) (B 組：B2、B3、B4、B5、B8、B8A、B9)，以及攔河堰到溪口段(C 組：B5A、B6(B6L、B6R)、B7、B10)。分為 A、B、C 三組之後再進一步進行使用 SIMPER 5 分析，結果如下：A 組與 B 組平均值不相似度(Average dissimilarity)為 85.99%，其中環田螺之貢獻百分比 30.17%為最高，其次為石田螺之貢獻百分比 15.34%為第二，第三名則為網蝽 7.24%，前三名貢獻百分比累計為 52.75%。A 組與 C 組平均值不相似度為 91.08%，其中貢獻百分比最高之物種為環田螺(23.85%)，其次為水蝽科 Sigara 屬(12.8%)，第三名則為石田螺(12.71%)，前三名貢獻百分比累計為 49.36%。B 組與 C 組平均值不相似度為 87.36%，其中貢獻百分比最高之物種為水蝽科 Sigara 屬(17.85%)，其次為沙蠶(14.31%)，第三名則為瘤蝽(9.13%)，前三名貢獻百分比累計為 41.29%，詳細資料如下表所示。

表17、歷年四重溪底棲動物調查分布同棲地類型分析

物種	平均豐度 (Average abundance)	平均豐度 (Average abundance)	平均不相似度 (Average dissimilarity)	平均不相似度/標準差 (Average dissimilarity/SD)	貢獻百分比% (Contribution%)
A組 & B組	A組	B組			
環田螺	127.5	0	25.95	2.45	30.17
石田螺	69	3.86	13.19	3.61	15.34
網蝽	31.5	0.86	6.22	2.39	7.24
A組 & C組	A組	C組			
環田螺	127.5	0	21.72	2.01	23.85
水蝽科 Sigara	0	101.33	11.66	0.73	12.8
石田螺	69	0.17	11.57	2.92	12.71
B組 & C組	B組	C組			
水蝽科 Sigara	0.14	101.33	15.59	0.75	17.85
沙蠶科	0	47	12.51	0.55	14.31
瘤蝽	24	33	7.98	1.07	9.13

二、甲殼類

106年分別於各樣區用篩網採集到甲殼類，共採集 13 種 699 隻，種的豐度為 1.83、均勻度 0.46、歧異度 $H'(\log_e)$ 為 1.18 等。數量較多的是擬多齒米蝦有隻 (71.9%)，其次是長額米蝦有 44 隻(6.2%)等。依樣區而言，優勢種擬多齒米蝦因棲息於淡水石塊、沙石或沙土底質的溪流中游及湖泊中，僅在車程攔河堰上下游出現，B10 樣區為保力溪口泥灘地與建築廢棄物，調查到優勢種糾結南方招潮及北方丑招潮，長額米蝦在出海口樣區 B6 及 B7 有記錄。

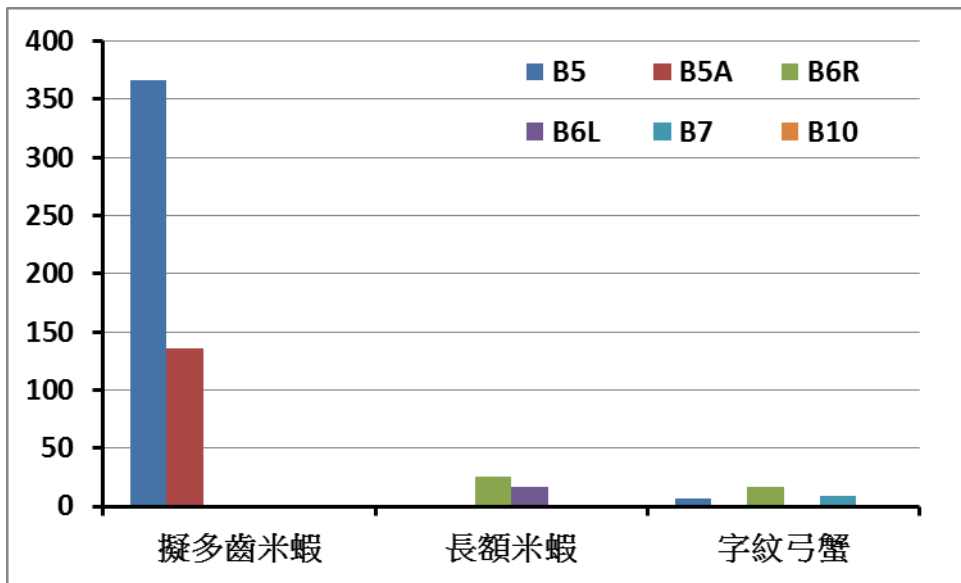


圖40、106年四重溪各樣區甲殼類優勢種

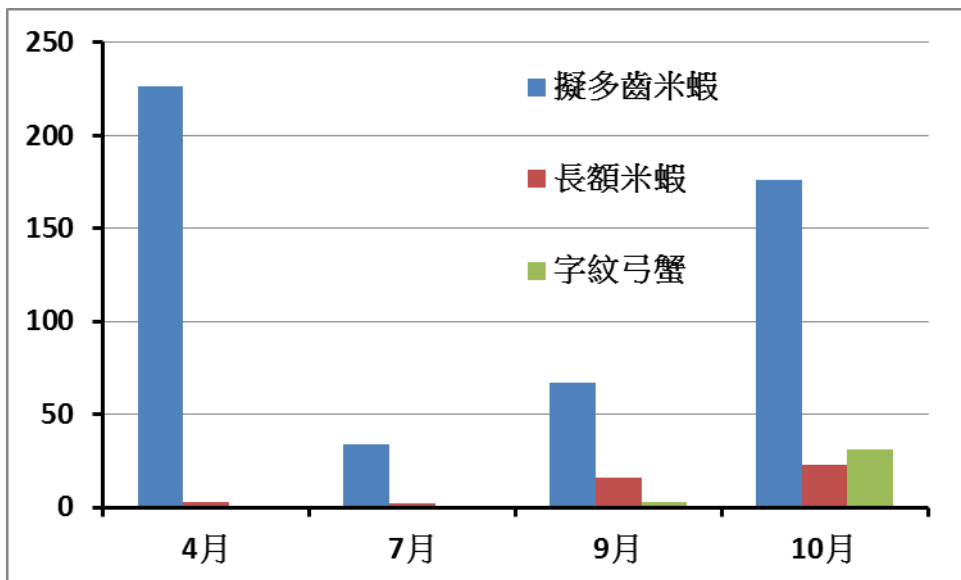


圖41、106年四重溪各月份甲殼類優勢種



圖42、四重溪口之方形大額蟹及其大螯(B)與生殖肢(C)

表18、106年四重溪甲殼類調查分析

月份	種數	數量(隻)	種的豐度	種的均勻度	種的歧異度	優勢種
B5	4	379	0.50	0.12	0.16	擬多齒米蝦
B5A	3	142	0.40	0.17	0.19	擬多齒米蝦
B6R	5	52	1.01	0.73	1.17	長額米蝦
B6L	3	20	0.66	0.47	0.51	長額米蝦
B7	4	14	1.13	0.71	0.99	字紋弓蟹
B10	8	92	1.54	0.73	1.53	糾結南方招潮
合計	13	699	1.83	0.46	1.18	擬多齒米蝦

表19、106年四重溪甲殼類調查依樣區

物種/樣區	B5	B5A	B6R	B6L	B7	B10	合計
<i>Macrobrachium nipponense</i> 日本沼蝦	1	0	5	1	0	0	7
<i>Caridina</i> sp. 米蝦屬	4	5	3	0	0	0	12
<i>Caridina</i> cf. <i>longirostris</i> 長額米蝦	0	0	26	17	1	0	44
<i>Caridina pseudodenticulata</i> 擬多齒米蝦	367	136	0	0	0	0	503
Grapsidae 方蟹科 <i>Metopograpsus frontalis</i> 寬額大額蟹	0	0	0	0	0	6	6
Grapsidae 方蟹科 <i>Metopograpsus thukuhar</i> 方形大額蟹	0	0	1	0	0	22	23
Grapsidae 方蟹科 <i>Varuna litterata</i> 字紋弓蟹	7	1	17	0	9	0	34
Ocypodidae 沙蟹科 <i>Austruca perplexa</i> 糾結南方招潮	0	0	0	0	0	33	33
Ocypodidae 沙蟹科 <i>Gelasimus borealis</i> 北方丑招潮	0	0	0	0	0	24	24
Ocypodidae 沙蟹科 <i>Ocypode ceratophthalmus</i> 角眼沙蟹	0	0	0	2	1	3	6
Sesarmidae 相手蟹科 <i>Perisesarma bidens</i> 雙齒近相手蟹	0	0	0	0	3	1	4
Coenobitidae 陸寄居蟹科 <i>Cocnobita cavipes</i> 陸寄居蟹	0	0	0	0	0	2	2
Coenobitidae 陸寄居蟹科 <i>Cocnobita rugosus</i> 灰白陸寄居蟹	0	0	0	0	0	1	1
種數	4	3	5	3	4	8	13
數量	379	142	52	20	14	92	699

表20、106年四重溪甲殼類調查依月份

樣區/月份	4月	7月	9月	10月	合計
<i>Macrobrachium nipponense</i> 日本沼蝦	0	0	6	1	7
<i>Caridina</i> sp. 米蝦屬	6	0	0	6	12
<i>Caridina</i> cf. <i>longirostris</i> 長額米蝦	3	2	16	23	44
<i>Caridina pseudodenticulata</i> 擬多齒米蝦	226	34	67	176	503
Grapsidae 方蟹科 <i>Metopograpsus frontalis</i> 寬額大額蟹	0	0	6	0	6
Grapsidae 方蟹科 <i>Metopograpsus thukuhar</i> 方形大額蟹	8	8	0	7	23
Grapsidae 方蟹科 <i>Varuna litterata</i> 字紋弓蟹	0	0	3	31	34
Ocypodidae 沙蟹科 <i>Austruca perplexa</i> 糾結南方招潮	5	7	16	5	33
Ocypodidae 沙蟹科 <i>Gelasimus borealis</i> 北方丑招潮	0	14	9	1	24
Ocypodidae 沙蟹科 <i>Ocypode ceratophthalmus</i> 角眼沙蟹	0	5	1	0	6
Sesarmidae 相手蟹科 <i>Perisesarma bidens</i> 雙齒近相手蟹	0	0	0	4	4
Coenobitidae 陸寄居蟹科 <i>Cocnobita cavipes</i> 陸寄居蟹	2	0	0	0	2
Coenobitidae 陸寄居蟹科 <i>Cocnobita rugosus</i> 灰白陸寄居蟹	0	0	0	1	1
種數	6	6	8	10	13
數量	250	70	124	255	699

本研究團隊在 101~106 年間於屏東四重溪區域，進行 6 年的研究調查。蝦類調查資料分析如下。樣區 B0 部分(101~103 年)，共紀錄到 3 科 5 種，數量最多為日本沼蝦 2,091 隻，其次為擬多齒米蝦 259 隻。樣區 B1 部分(101~103 年)，共紀錄到 2 科 4 種，數量最多為日本沼蝦 157 隻，其次為粗糙沼蝦和擬多齒米蝦分別為 61 隻及 34 隻。

樣區 B2 (101~105 年)共採集到 2 科 6 種，數量最多為擬多齒米蝦 628 隻，其次為日本沼蝦 125 隻。樣區 B3 (101~105 年)共採集到 2 科 5 種，數量最多為擬多齒米蝦 834 隻，其次為日本沼蝦 447 隻。樣區 B4 (101~105 年)共採集到 2 科 6 種，數量最多為擬多齒米蝦 751 隻，其次為日本沼蝦 151 隻。樣區 B5 (101~106 年)共採集到 2 科 4 種，數量最多為擬多齒米蝦 1334 隻，其次為日本沼蝦 64 隻。樣區 B8 部分(103~105 年)，共記錄到 2 科 4 種，數量最多為擬多齒米蝦 495 隻，其次為貪食沼蝦 20 隻。樣區 B8A 部分(104~105 年)，共記錄到 2 科 4 種，數量最多為擬多齒米蝦 201 隻，其次為貪食沼蝦 18 隻。樣區 B9 部分(104 年)，共記錄到 2 科 3 種，數量最多為擬多齒米蝦 232 隻，其次為貪食沼蝦 104 隻。

樣區 B5A (104~106 年)共採集到 3 科 7 種，數量最多為擬多齒米蝦 360 隻，其次為日本沼蝦 15 隻。樣區 B6 (101~103 年)共採集到 3 科 11 種，數量最多為長額米蝦 144 隻，其次為粗糙沼蝦 30 隻。樣區 B6L (104~106 年)共採集到 3 科 7 種，數量最多為長額米蝦 96 隻，其次為日本沼蝦 10 隻。樣區 B6R (104~106 年)共採集到 2 科 3 種，數量最多為長額米蝦 77 隻，其次為擬多齒米蝦 17 隻。樣區 B10 部分 (105 及 106 年)，只記錄到擬多齒米蝦 1 種 2 隻。

就整體而言，擬多齒米蝦及日本沼蝦為四重溪區域的蝦類優勢種，擬多齒米蝦在所有樣區都有採集到且數量較為平均，而日本沼蝦在上游樣區數量明顯高於中下游其他樣區。

在物種相似度(similarity)方面，位於牡丹水庫上游之樣區 B0 及 B1，其物種相似度較高；車城攔河堰下游之樣區 B5A、B6L 及 B6R，下游樣區之間的物種相似度較高，圖 43。

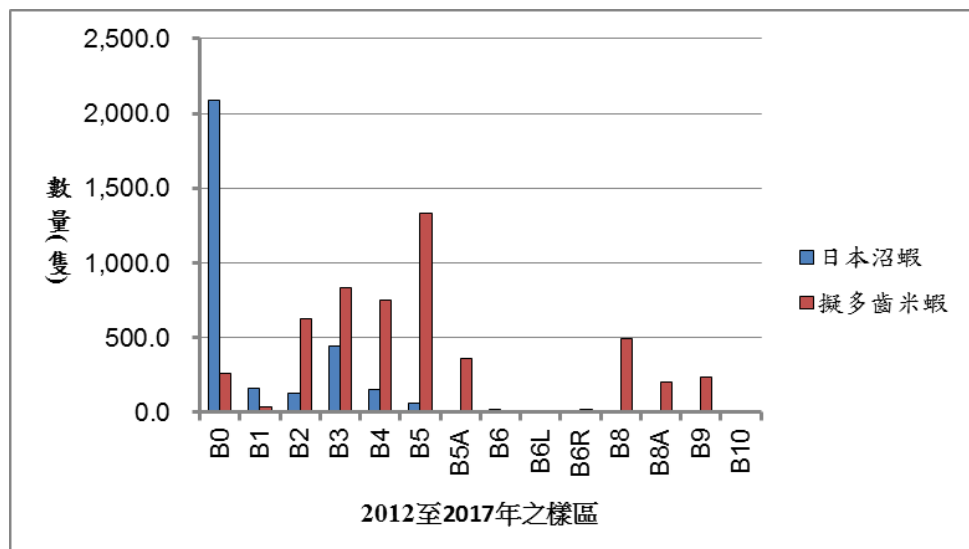


圖43、四重溪區域歷年生態調查資料—蝦類

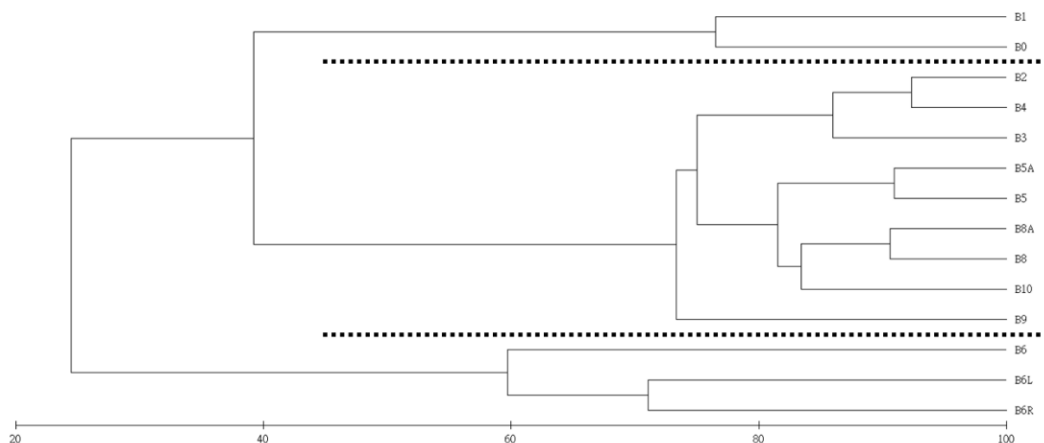


圖44、四重溪區域歷年蝦類調查資料相似度

針對上述結果，所有樣區分組，分別將牡丹水庫上游段(A 組：B0、B1)；牡丹水庫至車城攔河堰上游段(包含大梅溪及竹社溪) (B 組：B2、B3、B4、B5 (B5A)、B8、B8A、B9)，以及攔河堰下游到溪口段(C 組：B6 (B6L、B6R)、B10)。分為 A、B、C 三組之後再進一步進行使用 SIMPER 5 分析，結果如下：

A 組與 B 組平均值不相似度為 79.64%，其中日本沼蝦之貢獻百分比 51.26% 為最高，其次為擬多齒米蝦之貢獻百分比 39.86%，其貢獻百分比累計為 91.11%。A 組與 C 組平均不相似度為 95.27%，其中貢獻百分比最高之物種為日本沼蝦(66.44%)，其次為長額米蝦(11.75%)，第三名則為擬多齒米蝦(9.64%)，前三名貢獻百分比累計為 87.83%。B 組與 C 組平均值不相似度為 96.64%，其中貢獻百分比最高之物種為擬多齒米蝦(70.70%)，其次為長額米蝦(11.44%)，第三名則為日本沼蝦(8.64%)，前三名貢獻百分比累計為 90.77%，詳細資料如下表 21 所示。

表21、歷年四重溪蝦類調查各分組分析

物種	平均豐度 (Average abundance)	平均豐度 (Average abundance)	平均不相似 度 (Average dissimilarity)	平均不相似度/標準差 (Average dissimilarity/SD)	貢獻百分比% (Contribution%)
A組 & B組	A組	B組			
日本沼蝦	1124	100.88	40.82	1.45	51.26
擬多齒米蝦	146.5	604.38	31.74	1.29	39.86
A組 & C組	A組	C組			
日本沼蝦	1124	10	63.3	2.63	66.44
長額米蝦	0	79.25	11.19	0.91	11.75
擬多齒米蝦	146.5	5.75	9.19	3.65	9.64
B組 & C組	B組	C組			
擬多齒米蝦	604.38	5.75	68.32	4.71	70.7
長額米蝦	0.13	79.25	11.05	1.19	11.44
日本沼蝦	100.88	10	8.34	0.86	8.64

本研究團隊在 101~106 年間於屏東四重溪區域，進行 6 年的研究調查。蟹類調查資料分析如下。在樣區 B0 部分(101~103 年)，發現到的物種只有 1 科 1 種為蔡氏澤蟹。樣區 B1 部分(101~103 年)，共採集到 2 科 2 種，分別為字紋弓蟹及黃灰澤蟹。樣區 B2 部分(101~105 年)，共採集到 2 科 2 種，分別為字紋弓蟹及蔡氏澤蟹。樣區 B3 (101~105 年)採集到同科的蔡氏澤蟹及拉氏清溪蟹。樣區 B4 (101~105 年)採集到的物種只有字紋弓蟹一種。樣區 B5 (101~106 年)採集到 2 科 3 種，分別為字紋弓蟹、蔡氏澤蟹及拉氏清溪蟹。樣區 B5A (104~106 年)採集到 2 科 2 種，分別為字紋弓蟹及鋸緣青蟬。樣區

B6 (101~103 年)共記錄到 2 科 5 種，分別為絨毛近方蟹、方形大額蟹、字紋弓蟹、正蟬及紅腳蟬。樣區 B6L (104~106 年)共記錄到 4 科 6 種，分別為寬額大額蟹、方形大額蟹、字紋弓蟹、角眼沙蟹、鋸緣青蟬及陸寄居蟹。樣區 B6R (104~106 年)共記錄到 2 科 3 種，分別為方形大額蟹、字紋弓蟹及鈍額蟬。樣區 B7 (103~106 年)共記錄到 3 科 11 種，其中以方形大額蟹、絨毛近方蟹及字紋弓蟹的數量較多。樣區 B8 (103~105 年)共記錄到 2 科 4 種，其中以拉氏清溪蟹數量最多。樣區 B8A (104~105 年)與 B9 (104 年)只記錄到 1 科為拉氏清溪蟹。樣區 B10 (105 及 106 年)共記錄到 4 科 10 種，其中以沙蟹科的糾結南方招潮數量最多，其次為方蟹科的方形大額蟹。在所有的樣區中，B7 四重溪區域口礮石灘發現的物種種類最多，多達 11 種蟹類動物。其次為 B10，發現的物種有 10 種。

另就物種來看，字紋弓蟹為四重溪區域的蟹類優勢種，在大部分樣區都有採集紀錄，而方形大額蟹主要發現於下游河口的樣區(B7)，拉氏清溪蟹則在大梅溪樣區(B8 及 B8A)、竹社溪樣區(B9)可發現其蹤跡。

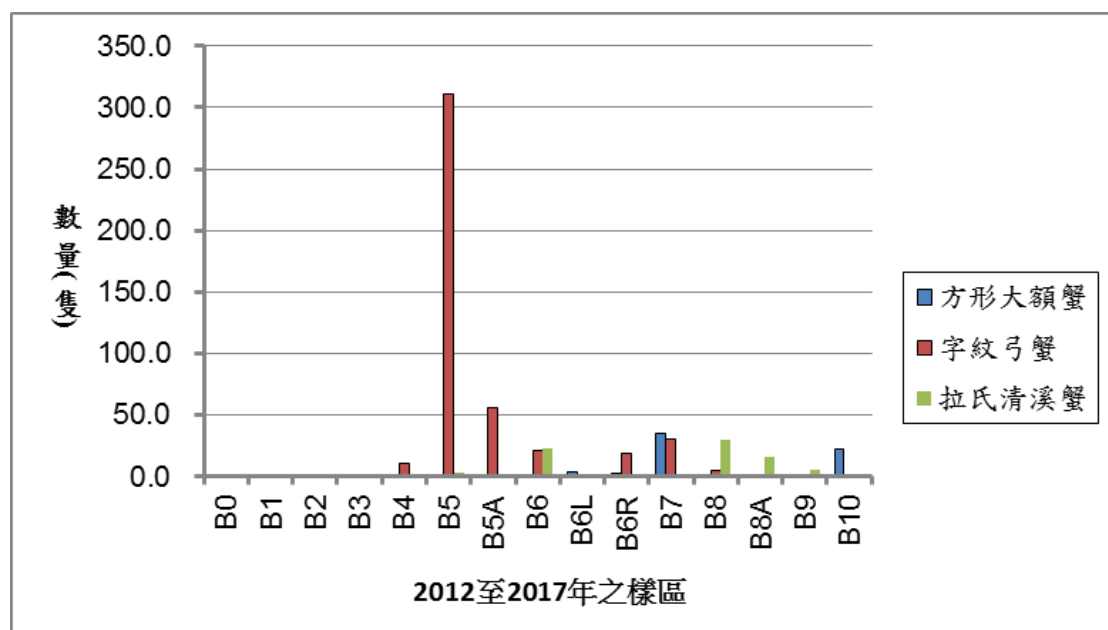


圖45、四重溪區域歷年生態調查資料—蟹類

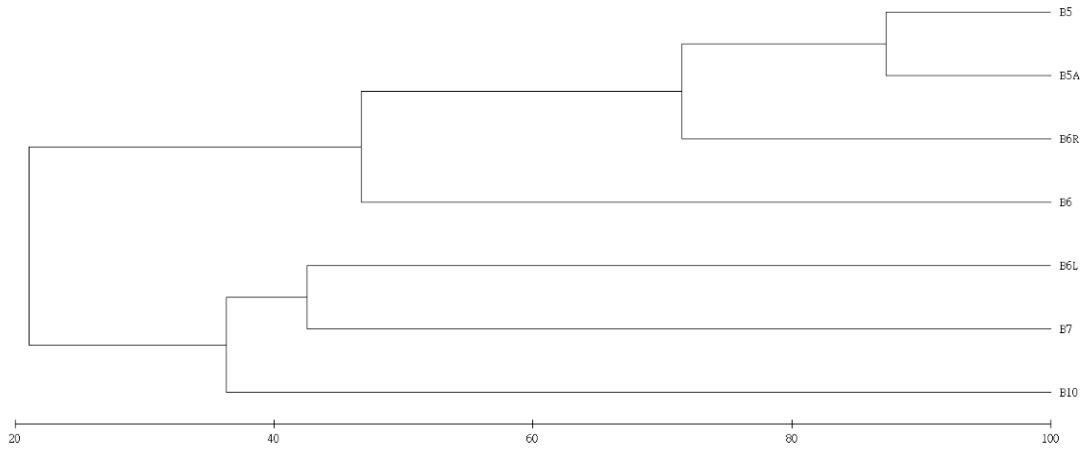


圖46、四重溪區域歷年蟹類調查資料相似度

針對上述結果，所有樣區分組，分別將牡丹水庫上游段(A 組：B0)，牡丹水庫至車城攔河堰上游段(包含大梅溪及竹社溪) (B 組：B2、B3、B4、B5、B5A、B8、B8A、B9)，以及攔河堰到溪口段(C 組：B6 (B6L、B6R)、B7、B10)。分為 A、B、C 三組之後再進一步進行使用 SIMPER 5 分析，結果如下：

A 組與 B 組平均值不相似度為 86.30%，其中字紋弓蟹之貢獻百分比 43.88% 為最高，其次為拉氏清溪蟹之貢獻百分比 35.71%，第三為蔡氏澤蟹 14.33%，其貢獻百分比累計為 93.92%。A 組與 C 組平均不相似度為 96.99%，其中貢獻百分比最高之物種為字紋弓蟹 (29.19%)，其次為方形大額蟹 (15.54%)，第三名則為拉氏清溪蟹蟹 (9.39%)，前三名貢獻百分比累計為 54.12%。B 組與 C 組平均值不相似度為 87.63%，其中貢獻百分比最高之物種為字紋弓蟹 (37.02%)，其次為拉氏清溪蟹 (15.62%)，第三名則為方形大額蟹 (12.36%)，前三名貢獻百分比累計為 65%，詳細資料如下表所示。

表22、歷年四重溪蟹類調查各分組分析

物種	平均豐度 (Average abundance)	平均豐度 (Average abundance)	平均不相似 度 (Average dissimilarity)	平均不相似度/標準差 (Average dissimilarity/SD)	貢獻百分比% (Contribution%)
A組 & B組	A組	B組			
字紋弓蟹	0.5	47.63	37.87	0.91	43.88
拉氏清溪蟹	0	6.63	30.81	0.82	35.71
蔡氏澤蟹	1.5	0.75	12.36	0.74	14.33
A組 & C組	A組	C組			
字紋弓蟹	0.5	14.2	28.31	0.98	29.19
方形大額蟹	0	12.6	15.07	1.61	15.54
拉氏清溪蟹	0	4.6	9.11	0.47	9.39
B組 & C組	B組	C組			
字紋弓蟹	47.63	14.2	32.44	1.16	37.02
拉氏清溪蟹	6.63	4.6	13.69	0.74	15.62
方形大額蟹	0.13	12.6	10.83	1.24	12.36

(三)、四重溪口濕地指標物種(蜚螺)族群量評估

106年4月2日(春季)調查評估,氣溫23~27℃有陽光;有沙堆堵在河口,水流只能從卵石下入海,水位較高。共採集53個蜚螺,標放其中21個,如下表23。左岸的平行線蜚螺為優勢種,這與104及105年的優勢種相同,但與103年的優勢種小皇冠蜚螺不同。

106年7月2日(夏季)調查評估,氣溫30~32℃有陽光。河水於左側衝出一小溝渠,水流,水位較低。共採集98個蜚螺,標放其中34個,如下表24。右岸的壁蜚螺為優勢種,左岸的壁蜚螺及平行線蜚螺為優勢種(圖19A、B)。9及10月又陸續標記繫放5個及7個,如表25及表26。非常遺憾的,前3次繫放60隻蜚螺,於後續的7、9及10月份調查竟沒有標記者被回收。直到12月1日補充調查捕獲標記“4-2”平行線蜚螺1隻,推測原因:可能仍有人(居民或水族業者)於特定季節到此採集。

利用PRIMER 6的PCA程式分析水質的結果,水溫及鹽度為主要影相因子,其特徵值(Eigenvalue)分別為18.4(76.0%)及4.97(20.6%)。

表23、四重溪口濕地106年春季(4月)之蜚螺評估表

物種	採集數		繫放數		備註
	B6 右岸	B6 左岸	B6 右岸	B6 左岸	
壁蜚螺		1		-	
長壁蜚螺		2		-	
平行線蜚螺	6	43	6	15	幼貝多
小皇冠蜚螺	1				

表24、四重溪口濕地106年夏季(7月)蜚螺評估表

物種	採集數		繫放數		備註
	B6 右岸	B6 左岸	B6 右岸	B6 左岸	
壁蜚螺	30	20	15	4	幼貝多
長壁蜚螺	2	17	-	5	幼貝多
平行線蜚螺	3	12	1	3	
小皇冠蜚螺	3	4	-	4	
球蜚螺	3	1	2	-	
小石蜚螺	3		-		

表25、四重溪口濕地106年秋季(9月)蜚螺評估表

物種	採集數		繫放數		備註
	B6 右岸	B6 左岸	B6 右岸	B6 左岸	
長形壁蜚螺		36		3	
平行線蜚螺	3	3	1		
小皇冠蜚螺		1		1	
小石蜚螺		1			

表26、四重溪口濕地106年秋季(10月)蜚螺評估表

物種	採集數		繫放數		備註
	B6 右岸	B6 左岸	B6 右岸	B6 左岸	
壁蜚螺	7				
長形壁蜚螺	12	13	2	3	
平行線蜚螺	1	4		2	
小皇冠蜚螺		3			
球蜚螺	1				
小石蜚螺	2				
五彩蜚螺	1	1			

表27、四重溪口濕地106年秋季(12月)蜚螺評估表

物種	採集數		繫放數		備註
	B6 右岸	B6 左岸	B6 右岸	B6 左岸	
壁蜚螺		4		4	
長形壁蜚螺		15		3	
平行線蜚螺		30		10	回收 4-2
小皇冠蜚螺		3			

(四)、四重溪口濕地蜚螺對鹽度忍受度之評估

劉立軍等人(2005)以花蓮鹽寮潮間帶的5種蜚螺，試驗蜚螺的環境因子耐受度。趙世民(2016)報導壁蜚螺以微細藻類為食。洪韻軒等人(2012)研究東沙產水彩蜚螺屬(*Smaragdia*)物種的海草床棲地與海草食性選擇，紀錄*S. rangiana*、閃電蜚螺*S. paulucciana*與暫名「東沙蜚螺」之三種種水彩蜚螺對於泰來草與圓葉水絲草的啃食行為，可發現翡翠蜚螺與東沙蜚螺均較偏好啃食泰來草，而閃電蜚螺對於兩種海草的啃食面積上則無差異(劉立軍等，2005；趙世民，2016；洪韻軒等，2012)。

本研究於106年9月3日從四重溪口採集蜚螺一批，其中包括平行線蜚螺24個、壁蜚螺53個、球蜚螺17個及小皇冠蜚螺4個，帶回實驗室後分別飼養在4組不同鹽度(20、10、5及0.1 psu)的水族箱，各組數量如下表28，操作過程如圖47。

在室溫環境下，每天12小時亮及12小時暗，24小時以打氣幫浦打入空氣。經27天後，以鹽度5 psu的存活率最高，20 psu的存活率次之，10 psu的存活率再次之(存活率剩48%)，而接近淡水(0.1 psu)的存活率最低，約14天後全部死亡，各組存活情況如下圖48。飼養期間，每天爬出水族箱的數量依序為20、10、5及0.1 psu分別有2.7、4.3、3.2及4.0隻/日，也顯示蜚螺對水環境的反應。

試驗結果顯示：(1).生活於河口區的這4種蜚螺被洪水沖到海裡，於缺乏食物情快下仍可存活一段時間，有機會時再慢慢移動回到河口區；(2).這幾種蜚螺無法搬移到河流的中、上游復育。



圖47、四重溪口蜆螺環境因子鹽度試驗

表28、四重溪口產蜆螺對於鹽度的耐受性試驗之蜆螺數量一欄表

物種	鹽度 (psu)				小計
	20	10	5	0.1	
平行線蜆螺	6	6	6	6	24
壁蜆螺	12	9	15	17	53
球蜆螺	5	7	2	3	17
小皇冠蜆螺	1	1	0	2	4
小計	24	23	23	28	98

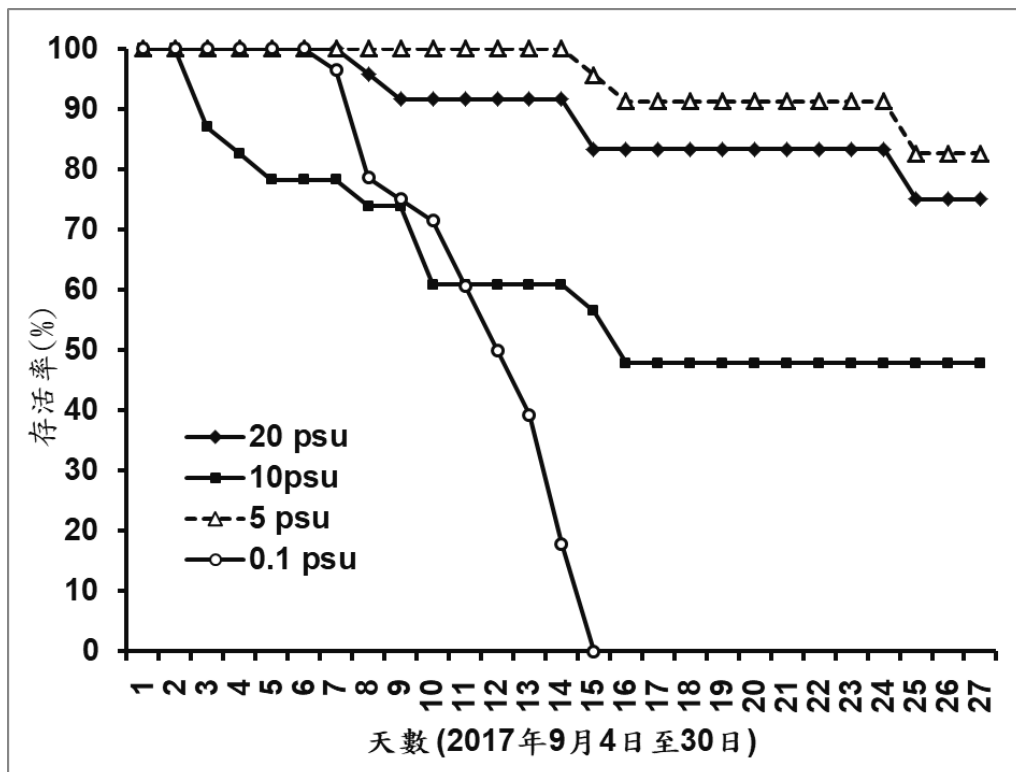


圖48、四重溪口產蜆螺對於鹽度的耐受性試驗結果

(五)、四重溪口濕地生態教育推廣活動

本計畫依據內政部「國家重要濕地保育行動計畫」提出申請，並辦理「四重溪口濕地生態教育推廣」，邀請在地學生及社團參與本單位舉辦之活動，希望透過本計畫之執行，具體落實四重溪口濕地，藉由符合生物多樣性，保育理念之濕地生態監測及教育宣導解說計畫等，以保存濕地產業，維護濕地生物多樣性，強化濕地明智利用概念，並創造濕地生活環境文化美學。



七、濕地課題環境與對策

課題一：四重溪口濕地指標物種(蜆螺)改變			
說明	2014年優勢種：小皇冠蜆螺，2015之後已演替為：平行線蜆螺，如圖17；變動原因不明，需進一步探討其原因。	對策	建立四重溪口濕地指標物種(蜆螺)監測模式
課題二：河口蜆螺生育地之保育策略			
說明	冬季的河口常因海浪堆積卵石形成「沒口河」，是南台灣重要的蜆螺生育地之一，然而附近民眾有撿拾蜆螺販賣及挖開水路捕鰻魚苗等行為，長期對族群生態的影響如何？	對策	<ol style="list-style-type: none"> 1.建議地方政府可研擬進一步公告部份區域為野生動物重要棲息環境。 2.自然形成之沒口河沙洲與礫石灘應受到保護。 3.河川生態基流量應參酌豐枯季及氣候變遷等因素適當調整。 4.開放在地居民於非繁殖季季節捕撈有限數量之非保育類動物。 5.鼓勵社區居民組織河川巡守志工隊，並參與河川流域治理。
課題三：維護河川生態廊道之連續性			
說明	四重溪設置牡丹水庫與車城埤攔河堰，對洄游性水生動物之繁衍造成影響。	對策	橫向構造物(如車城攔河堰)應搭配魚梯之設置，目前車城埤攔河堰有設置魚道，建議監測其成效，並不定時清除堵塞物。
課題四：促進民眾參與			
說明	民眾的參與有助於濕地保育政策的推動，並藉由經濟獲益而回饋對濕地的保護。	對策	<ol style="list-style-type: none"> 1.推動宣傳、教育及參與項目工作 2.組織社區志工隊，進行河川巡守、水質監測或外來種移除等 3.推動生態旅遊等環境友善產業

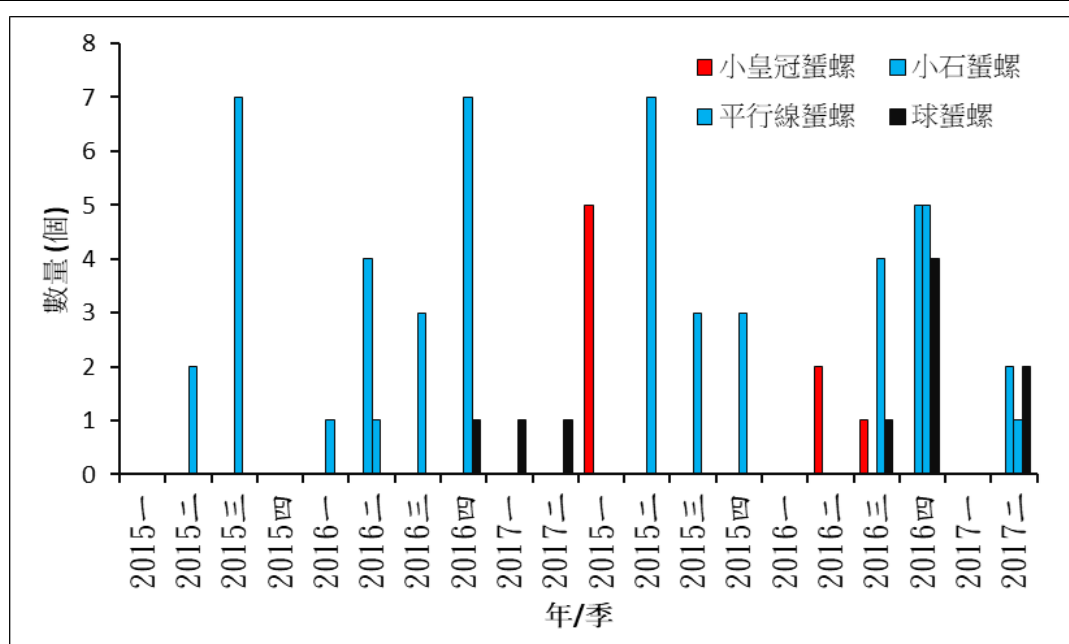


圖49、四重溪口濕地指標物種-蜆螺族群變動

表28、四重溪口濕地及鄰近濕地之明智利用檢核表

	適時(A)	適地(B)	適量(C)	適性(D)
1.生物資源				
1.1 重要指標物種	1.1.A.1 出現時間為何？	1.1.B.1 出現地點、棲地性質為何？	1.1.C.1 目前生物監測數量？	1.1.D.1 目前使用該物種方式為何？
A.鳥類	唐白鷺、黑面琵鷺	唐白鷺為春秋過境，黑面琵鷺為度冬期間	唐白鷺4隻、黑面琵鷺1隻	生態保育及環境教育
B.魚類	鯔科(Mugilidae)大鱗龜鮫及瘤唇鯔等，約佔本濕地魚類的17.5%	河口濕地範圍，冬季有鳥友發現小群黑面琵鷺來此覓食	101-105年平均每次採集有5隻以上	民眾垂釣、流刺網、手拋網及蝦籠捕捉供自己食用
C.蝦蟹類	指蝦科(Atyidae)長額米蝦主要棲息於河口，佔本濕地蝦子捕獲量地的62.2%。字紋弓蟹小苗經河口濕地進入四重溪中下游(含車城攔河堰以上)	河口濕地範圍	101-105年平均每次採集有長額米蝦10隻以上	兩者體型小，較無經濟價值，但為其他魚類及鳥類之食物，為生態系重要基礎之一
D.蜆螺	全年於低水位時可觀察到許多小皇冠蜆螺及平行線蜆螺	河口濕地範圍	平均每個消波塊或礫石下可採集到3個	台灣海岸少數的棲息地之一，應注意海水入侵河口問題
	1.1.A.2 預計保育時間為何？	1.1.B.2 預計保育範圍為何？	1.1.C.2 未來保育目標數量？	1.1.D.2 未來使用該物種方式為何？
	魚蝦主要繁殖期春季及秋季，蜆螺為全年	石礫河段及消波塊	一個蝦籠一晚可捕獲魚類5隻或蝦子10隻	可採捕魚蝦，但縮短採捕期，以減少採捕量
1.2 保護傘指標物種	1.2.A.1 出現時間為何？	1.2.B.1 出現地點、棲地性質為何？	1.2.C.1 目前生物監測數量？	1.2.D.1 目前使用該物種方式為何？
蜆螺	全年	河口有淡水源注入之石礫區及消波塊區	河口內側的消波塊或礫石下可採集到3個。	人工於退潮時限量捕撈
	1.2.A.2 預計保育時間為何？	1.2.B.2 預計保育範圍為何？	1.2.C.2 未來保育目標數量？	1.2.D.2 未來使用該物種方式為何？
	全年	河口有淡水源注入之河段	河口內側的消波塊或礫石下可採集到5個	建議先行保育，待有成果後再考量開放

2.水資源				
2.1 水質與水量	2.1.A.1 目前抽取(排放) 季節或時間為 何?	2.1.B.1 目前抽取(排放) 地點為何?	2.1.C.1 目前抽取量為 何?	2.1.D.1 目前水質為何?
	車城攔河堰及牡 丹水庫為全年， 大梅溪泥土臨時 壩惟冬季	乾早年容易斷流	冬季大梅村旁為 乾枯狀態，乾早年 竹社溪	乾早年水量有輕微 汙染問題
	2.1.A.2 未來允許抽取 (排放)季節或 時間為何?	2.1.B.2 未來允許抽取 (排放)地點為 何?	2.1.C.2 經計算後，允許抽 取量為何?	2.1.D.2 未來水質管理目標 為何?
	大梅溪上游取水 後，未留下生態 基流量(此支流為 拉氏清溪蟹螃蟹 之重要棲地)，也 影響河口生態	平時水庫按「生 態基流量」放 流，乾早年建議 增加 50%	1.冬季及乾早期增 加「生態基流量」 之放流量 50%。 2.大梅溪上游需保 留 1 CMS 及車城 攔河堰 2 CMS 「生態基流量」	
2.2 溫度	2.2.A.1 目前排放季節或 時間為何?	2.2.B.1 目前排放地點為 何?	—	2.2.D.1 目前平均水溫為 何?
	目前無廢熱排放	維持無廢熱排放		3月至5月魚蝦殖季不超 過 25 °C。
	2.2.A.2 未來允許排放季 節或時間為何?	2.2.B.2 未來允許排放地 點為何?	—	2.2.D.2 未來允許排放水溫 為何?
	全區禁止廢熱排 放	全區禁止廢熱排 放	—	—
3.土地				
	3.1.A.1 目前現況使用時 間為何?	3.1.B.1 目前現況使用地 點(範圍)為何?	3.1.C.1 目前現況使用強 度為何?	3.1.D.1 目前現況使用類型 為何?
	全年	河口景觀橋興建 完工，景觀橋下 游左側變窄	以消波塊築堤之 視覺不佳，建議移 成更寬闊的喇叭 型	景觀橋西南側避免 以消波塊築堤
	3.1.A.2 未來允許明智利 用時間為何?	3.1.B.2 未來允許明智利 用地點(範圍) 為何?	3.1.C.2 未來允許明智利 用強度為何?	3.1.D.2 未來允許明智利用 類型為何?
	非魚蝦繁殖季。	在地居民(阿婆) 於濕地內撿拾蟹 螺	魚蝦繁殖季需限 縮捕撈時段	以蝦籠捕撈，小魚蝦 放回溪流，全區禁止 電魚

附件一、參考文獻

1. 艾奕康工程顧問股份有限公司。2013。四重溪河川情勢調查。經濟部水利署第七河川局。
2. 林幸助、薛美莉、陳添水、何東輯。2009。濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序。
3. 李新正、劉瑞玉、梁象秋。2007。中國動物志-無脊椎動物:第44卷。共370頁
4. 李榮祥。2008。台灣賞蟹情報。共174頁。
5. 施志昫、游祥平。1987。台灣的淡水蝦。共103頁。
6. 黃清琦，2013，牡丹社事件的地圖史料與空間探索，原住民文獻雙月刊第8期。
7. 洪韻軒、黃彥銘、顏易君、林怡如、邱郁文。2012。東沙產水彩蜚螺屬物種的海草床棲地與海草食性選擇。國立臺灣博物館學刊，65(4):29-46。
8. 翁義聰、曹俊文、葉如萍。2016。研擬龍鑾潭與南仁湖兩處重要濕地（國家級）保育利用計畫工作計畫書。
9. 翁義聰、陳文德。2011。臺灣地區淡水軟體動物族群分佈與保育對策研究(期末報告)。農業委員會林務局。共152頁。
10. 翁義聰、管立豪、翁嘉駿、陳文德、陳坤能。2011。臺灣地區淡水軟體動物族群分佈之研究。貝類學報，35：46-61。
11. 陳文德。2011。台灣淡水貝類圖鑑。國立海洋生物博物館。321頁。
12. 陳美慧、陳坤能、翁義聰。2013。四重溪日本沼蝦生殖生物學之探討。第四屆臺灣濕地生態系研討會(2013/5/3-4,台中)，P.177-180。
13. 陳坤能、林玉珍、翁義聰。2011。台灣產淡水蝦之生物多樣性。第二屆台灣溼地生態系研討會。共6頁。
14. 陳坤能、陳明志、鄧伯齡、翁義聰。2012。高雄市美濃地區魚類及蝦蟹資源調查。2012年動物行為、生態與全球變遷研討會(2012/1/17-18,台北)，第107頁。
15. 游祥平、陳天任。1986。原色台灣對蝦圖鑑。共183頁。
16. 潘柏志、楊皓翔、謝昫展。2015。屏東四重溪擬鋸齒米蝦生殖生物學之探討。崑山科技大學環境工程系專題報告，共6頁。

17. 魯丁慧、柯勇男、林聖峰。2011。排灣族之植物利用。農業委員會林務局、台灣生物多樣性保育學會。共 239 頁。
18. 劉立軍、謝淑美、賴紹筠、金孟潔、劉治君、徐浚祐。2005。橫渡河海的勇士-探討蜆螺的生存策略。花蓮縣立花崗國民中學，共 32 頁。
19. 趙世民。2016。高美濕地生態(二)。科博館管訊第 346 期，共 5 頁。
20. Shih, H-T. and Y. Cai. 2007. Two new species of the land-locked freshwater shrimps genes, *Neocaridina* Kubo, 1938 (Decapoda: Caridea: Atyidae), from Taiwan, with notes on speciation on the Island. *Zoological Studies* 46(6): 680-694.

附件二、濕地成果座談及教育推廣活動議程及簽到表

活動名稱：成果座談會

日期：106年12月1日

地點：車城鄉公所會議室

檔 號：
保存年限：

崑山科技大學 函

地址：71070臺南市永康區崑山路195號
聯絡人：翁義聰
聯絡電話：(06)-2050093轉35231
傳真電話：(06)-2050093
電子信箱：ytueng@mail.ksu.edu.tw

受文者：如正、副本單位

發文日期：中華民國106年11月23日
發文字號：崑科大環工字第1060014793號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：成果座談議程

主旨：敬邀參加屏東縣106年度國家重要濕地保育行動計畫「研擬四重溪口重要濕地（暫定地方級）保育利用計畫草案」成果座談會，請查照。

說明：

- 一、旨揭計畫係內政部營建署106年度國家重要濕地保育行動計畫。
- 二、本校依據上開計畫規範，訂於本(106)年12月1日星期五上午11時，假屏東縣車城鄉公所會議室舉辦成果座談會。歡迎踴躍參與本案保育行動計畫活動，共同維護和推動濕地永續。
- 三、檢附議程如附件。

正本：內政部營建署城鄉發展分署、經濟部水利署、屏東縣政府、經濟部水利署第七河川局、屏東縣牡丹鄉公所、屏東縣車城鄉公所、屏東縣牡丹鄉牡丹國民小學、屏東縣牡丹鄉石門國民小學、屏東縣車城鄉車城國民小學、屏東縣野鳥學會、真理大學台南校區生態觀光經營學系莊孟憲老師、屏東縣車城鄉車城國民小學-溫泉分校、屏東縣車城鄉車城國民小學-保力分校

副本：

106 年度國家重要濕地保育行動計畫

四重溪口濕地成果座談會

四重溪流域位於屏東縣之牡丹鄉及車城鄉，發源於牡丹鄉大梅社區的里龍山，幹線長約 31.9 公里，流域面積 124.9 平方公里，平均坡度 1/59；主要支流有牡丹溪、竹社溪及大梅溪等。工商產業並不適合本鄉發展，惟有以特有的自然環境及豐富人文史蹟，全力推動以人文生態兼具的觀光旅遊產業，為牡丹鄉未來的永續發展方向。濕地保育法於 102 年 7 月 3 日經總統公布，於 104 年 2 月 2 日施行，其中第 40 條規定，濕地保育法公布施行前經中央主管機關核定公告之國際級及國家級國家重要濕地，於法施行後，視同國際級與國家級重要濕地；地方級國家重要濕地則視同地方級暫定重要濕地，並予檢討。依據濕地保育法第 14 條第 3 項規定，地方級重要濕地「由直轄市、縣（市）主管機關擬訂，報中央主管機關定之。」第 17 條，「重要濕地保育利用計畫，應於重要濕地評定公告之日起算一年內擬訂完成，並辦理公開展覽」。本次座談希望藉此機會聚集各方意見，共同為濕地的自然環境而努力。

補助單位：內政部營建署城鄉發展分署

主辦單位：屏東縣政府

執行單位：崑山科技大學

時間：中華民國 106 年 12 月 1 日(星期五)上午 10:30 至 12:00

地點：車城鄉公所會議室（屏東縣車城鄉福興村仁愛路 26 號）

邀請單位：經濟部水利署、營建署城鄉發展分署、屏東縣政府、水利署第七河川局、屏東縣牡丹鄉公所、屏東縣車城鄉公所、屏東縣野鳥學會、真理大學台南校區生態觀光經營學系莊孟憲老師、屏東縣牡丹國小、屏東縣石門國小、屏東縣車城國小

座談議程：

時間	議程
10:30-11:00	報到
11:00-11:10	長官及來賓致詞
11:10-11:30	四重溪口濕地計畫成果簡報-(劉清榮、曹俊文)
11:30-11:40	茶敘
11:40-12:00	綜合座談
12:00-	賦歸

106 年度屏東縣「研擬四重溪口重要濕地（暫定地方級）
保育利用計畫草案」座談會簽到表

	單位名稱	姓名		單位名稱	姓名
1.	崑山科大	曹文子	2.	屏東縣野鳥會	劉川
3.	屏東縣政府	王米琴	4.	崑山科大	張耕耀
5.			6.	=	劉清榮
7.			8.	=	顏哲倫
9.			10.	=	杜煒翰
11.			12.		
13.			14.		
15.			16.		
17.			18.		
19.			20.		
21.			22.		
23.			24.		
25.			26.		
27.			28.		
29.			30.		
31.			32.		
33.			34.		
35.			36.		
37.			38.		
39.			40.		

活動名稱：生態教育推廣活動

日期：106年12月1日

地點：車城國小保力分校

檔 號：
保存年限：

崑山科技大學 函

地址：71070臺南市永康區崑大路195號
聯絡人：翁義聰
聯絡電話：(06)-2050093轉35231
傳真電話：(06)-2050093
電子信箱：ytueng@mail.ksu.edu.tw

受文者：如正、副本單位

發文日期：中華民國106年11月24日
發文字號：崑科大環工字第1060014850號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：活動議程

主旨：敬邀參加「研擬四重溪口重要濕地（暫定地方級）保育利用計畫草案」之教育推廣，請查照。

說明：

- 一、旨揭計畫係營建署城鄉發展分署106年度國家重要濕地保育行動計畫。
- 二、本校依據上開計畫規範，訂於本(106)年12月1日下午1時30分，假屏東縣車城國小-保力分校視聽教室舉行本案教育推廣，課程如附件，歡迎踴躍參與本案保育行動計畫活動，共同維護和推動濕地永續。

正本：內政部營建署城鄉發展分署、經濟部水利署、屏東縣政府、經濟部水利署第七河川局、屏東縣牡丹鄉公所、屏東縣車城鄉公所、屏東縣牡丹鄉牡丹國民小學、屏東縣牡丹鄉石門國民小學、屏東縣車城鄉車城國民小學、屏東縣野鳥學會、真理大學台南校區生態觀光經營學系莊孟憲老師、屏東縣車城鄉車城國民小學-溫泉分校、屏東縣車城鄉車城國民小學-保力分校

副本：

「四重溪口濕地生態教育推廣-蜆螺保育」

本計畫依據內政部「國家重要濕地保育行動計畫」提出申請，並辦理「四重溪口濕地教育推廣」，敬邀在地學生及社團參與本單位舉辦之活動，希望透過本計畫之執行，具體落實濕地生態保育，藉以符合生物多樣性發展，保育理念之濕地教育推廣解說計畫，以保存濕地產業，強化濕地明智利用概念，並創造濕地生活環境文化美學。

指導單位：營建署城鄉發展分署、經濟部水利署、屏東縣政府

主辦單位：崑山科技大學

活動時間：106年12月1日(星期五)下午1:30時

地點：屏東縣車城國小-保力分校視聽教室(屏東縣車城鄉中山路66號·電話：08-8821006)。

與會邀請：營建署城鄉發展分署、經濟部水利署、屏東縣政府、水利署第七河川局、屏東縣牡丹鄉公所、屏東縣車城鄉公所、屏東縣野鳥學會、真理大學台南校區生態觀光經營學系莊孟憲老師、屏東縣牡丹國小、屏東縣石門國小、屏東縣車城國小、屏東縣車城國小-溫泉分校、屏東縣車城國小-保力分校。

議程：

時間	議程
13:30-13:50	報到
13:50-14:00	長官及來賓致詞
14:00-14:30	四重溪口濕地環境教育演講
14:30-15:00	指標物種體驗-(翁義聰、曹俊文)教授
15:00-15:20	茶敘
15:30-16:00	綜合座談
16:30-	賦歸

報名聯絡人員：張耕耀、劉清榮、曹俊文

電話：06-2050093

106 年度屏東縣「四重溪口濕地生態教育推廣-
蜆螺保育」活動簽到表

	單位名稱	姓名		單位名稱	姓名
1.	車城國小	柯文彥	2.	長樂鄉野鳥會	劉川
3.	:	賴來富	4.	崑山科大	張耕耀
5.	:	張嘉恩	6.	:	劉清華
7.	:	楊真臻	8.	:	甘煌翰
9.	:	鄭雨軒	10.	:	顏哲倫
11.	:	張依玉冊	12.		
13.	:	吳佳佳	14.		
15.	:	木木佳翰	16.		
17.	:	洪聖員	18.		
19.	:	林俊良	20.		
21.	:	吳兵鈺	22.		
23.	:	傅麗珍	24.		
25.			26.		
27.			28.		
29.			30.		
31.			32.		
33.			34.		
35.			36.		
37.			38.		
39.			40.		

106 年度屏東縣「四重溪口濕地生態教育推廣-
蜆螺保育」活動簽到表

	單位名稱	姓 名		單位名稱	姓 名
41.	車城國小	黃梓涵	42.		
43.	保力分校	楊語婕	44.		
45.	∴	張依真	46.		
47.	∴	曾郁菁	48.		
49.	∴	黃沐穎	50.		
51.	∴	楊宜靜	52.		
53.	∴	葉吳哲倫	54.		
55.	∴	張小笛	56.		
57.	∴	吳依柔	58.		
59.	∴	李國正	60.		
61.			62.		
63.			64.		
65.			66.		
67.			68.		
69.			70.		
71.			72.		
73.			74.		
75.			76.		
77.			78.		
79.			80.		

附件三、105 年兩岸濕地聯合研討會

2016 兩岸濕地聯合研討會(2016/5/13, 嘉義大學)

四重溪流域濕地生態研究

陳坤統¹、曹俊文²、童淑珠²、陳明志¹、鄧伯齡²、翁義聰^{2*}

¹崑山科技大學電機工程系

²崑山科技大學環境工程系

³台南市新化區那拔國民小學

71003 台南市永康區崑大路 195 號

*通訊作者: ytueng@mail.ksu.edu.tw

摘要

本研究自 2012 年起至 2015 年止，於屏東縣四重溪流域進行生態調查，樣區包括瓦瀝湖、水上草原、牡丹水庫洩洪池下方、中游、大梅溪、演習基地、車城攔河堰、河口及石礫灘等 9 個。共紀錄魚類 61 種 3,081 隻，歧異度為 1.86，數量較多的是屏東鰱鰻(*Candidia pingtungensis*, 45.2%)、食蚊魚(*Gambusia affinis*, 10.5%)及台灣石鰕(*Acrossocheilus paradoxus*, 10.2%)等。河口區優勢種是花身鯽(*Terapon jarbua*, 4.7%)；紀錄蝦子 18 種 7,281 隻，歧異度為 1.07，數量較多的是擬多齒米蝦(*Caridina pseudodenticulata*, 49.8%)、日本沼蝦(*Macrobrachium nipponense*, 41.2%)及食食沼蝦(*Macrobrachium lar*, 3.8%)；紀錄螃蟹 15 種 541 隻，歧異度為 1.10，數量較多的是字紋弓蟹(*Varuna litterata*, 72.8%)、拉氏清溪溪蟹(*Candidiopotamon rathbunae*, 9.6%)及方形大額蟹(*Metopograpsus thukuhar*, 5.9%)等；紀錄底棲動物與水生昆蟲 54 種 2,486 隻，歧異度為 2.95，數量較多的是水蝓(*Corixidae* spp., 24.1%)、環田螺(*Angulyagra polyzonata*, 10.3%)及壘蝓(*Tarebia granifera*, 8.6%)等；2013 至 2014 年紀錄鳥類 68 種 4,509 隻次，歧異度為 2.60，其中猛禽有灰面鵟鷹(*Butastur indicus*)、鳳頭蒼鷹(*Accipiter terygatus*)及大冠鶯(*Splornis cheela*)等 10 種，數量較多的是洋燕(*Hirundo tahitica*, 22.4%)、烏頭翁(*Pycnonotus taivanus*, 20.5%)。本流域中高體鱉蚌(*Rhodius ocellatus*)的公升貝類只發現壘溝規(*Corbicula fluminea*)1 種，並未記錄蚌科(Unionidae)的種類；發現的外來種有，如白尾八哥(*Acridotheres javanicus*)、食蚊魚、黃鰍(*Monopterus albus*)及囊螺(*Physa acuta*)等。河口區有小皇冠蟹(*Clithon curama*)、平行線蟹螺(*Neritina parallella*)、2 種壁蟹螺(*Septaria* spp.)及 3 種陸寄居蟹(Coenobitidae)等為四重溪口的特色。當地漁民冬季於河口進行疏濬採捕鰻魚苗的方法與保護蟹螺生態環境的需求是相互衝突。

關鍵詞：流域生態、四重溪、屏東。

附件四、106 年度諮詢意見表

日期：105 年 11 月 22 日

地點：內政部營建署

A 委員	意見回覆
<p>1.針對保育利用計畫之內容，強調出指標物種值得肯定。但評定地方級濕地行政程序仍須加強。</p> <p>2.相關審查意見需檢附。</p> <p>3.本案須完成保育利用計畫審查公展之項目。</p>	<p>1.感謝委員意見，濕地評定已於屏東縣政府府內執行中。</p> <p>2.感謝委員意見。</p> <p>3.濕地評定已於屏東縣政府府內執行中，待評定結果後將協助屏東縣政府配合後續保育利用計畫工作。</p>
B 委員	
<p>請加強論述四重溪口濕地指標物種(蜆螺)與濕地保育及明智利用之關聯性。</p>	<p>冬季的河口常因海浪堆積卵石形成「沒口河」，是南台灣重要的蜆螺生育地之一，然而附近民眾有撿拾蜆螺販賣等行為，長期對族群生態的影響需評估。</p> <p>2014 年優勢種：小皇冠蜆螺，2015 之後已演替為：平行線蜆螺，2017 年為壁蜆螺；變動原因不明，需進一步探討其原因。</p>
C 委員	
<p>1.請定位此濕地的重點項目。</p> <p>2.請提出人為干擾的項目，並提出建議對策。</p> <p>3.明智利用的想法或規劃必須提出，並瞭解問題及研擬解決方案。</p>	<p>1.四重溪濕地為本國最南端蜆螺生育地，而上游四重溪流流域並有豐富漁業資源及在地人特殊的經濟生活。</p> <p>2.建議冬季漁民捕魚時河口的淤沙開口不能太大，開口大小應維持河水(淡水)流向海邊，不能讓海水於漲潮時流向河口內，如此</p>

	<p>蜆螺食物所需的微藻才部會死亡而缺乏食物。</p> <p>3.已於歷年成果中提出建議，今年重點工作項目為蜆螺監測。</p>
主席	
有關後續評定及獎補助作業，府內相關執行單位應有所整合，俾利後續評定作業的執行。	遵照辦理。
營建署城鄉發展分署	
<p>1.本案係延續性計畫，請補充歷年工作內容說明其差異性，並提出濕地保育具體建議。</p> <p>2.環境概述部分：請以清楚圖示標示計畫位置範圍(比例尺、指北針)、濕地範圍與周邊地區之現況及區位。</p> <p>3.請補充說明本案土地權屬(公、私有比例)現況。</p> <p>4.「水質監測調查」部分，請依「重要濕地內灌溉排水蓄水放於給水投入標準」之項目作為執行監測之依據，於預定工作項目內說明其監測項目、地點、頻率及測點座標(附圖、表說明)。</p> <p>5.「生態監測調查」部分，應補充環境監測測點及座標(附圖、表說明)。</p> <p>6.預期工作成果，應對應本案辦理之監測調查與資料收集，具體勾勒出本年度執行期程與管理重點。</p> <p>7.請補充說明民眾參與及成果座</p>	<p>1.101-102 年度，進行生態資源調查、碳匯研究、解說教育工作及河川巡守。103 年度為維護與長久性監測計畫之展開，及評估導入低衝擊性生態旅遊及生態環境教育之可行性與步驟。104 年及 105 年分析防洪建造物對生態影響及撰寫四重溪口濕地保育利用計畫。106 年為著重四重溪口濕地指標物種(蜆螺)族群量評估及協助配合屏東縣政府辦理後續濕地再評定工作及增修保育利用計畫書，歷年成果敘述於 P.11-19。</p> <p>2.遵照辦理。</p> <p>3.四重溪口濕地均為公有土地或未登錄地 P.4。</p> <p>4.遵照辦理。</p> <p>5.遵照辦理。</p> <p>6.遵照辦理，本計畫調查重點為四重溪口濕地指標物種(蜆螺)族群量評估，已於期末成果敘述。</p> <p>7.於成果報告後，將邀請在地社團及鄉里代表辦理成果座談及濕</p>

<p>談會預計辦理時程、場次、內容及座談對象。</p> <p>8.經費需求表之說明內容應補充「單位」、「數量」、「單價」及「複價」等欄位進行編列。</p>	<p>地保育教育推廣，預計一場次。</p> <p>8.遵照辦理。</p>
<p>申請補助案審查意見</p>	
<p>1.請針對指標物種(蜆螺)與濕地保育及明智利用之關聯性加強論述。</p> <p>2.請配合地方級暫定重要濕地檢討評定作業修正計畫內容，辦理審議公展前必要調查監測作業，並請縣府協助整合。</p> <p>3.請辦理成果座談會，並請加強與土地所有權人溝通。</p> <p>4.請修正經費需求表，就「單位」、「數量」、「單價」及「複價」等欄位進行編列。</p>	<p>1.利用量的評估，將於今年調查蜆螺族群量(調查樣本數儘量 20 隻以上)，評估未來之利用量，以確保適度不會造成蜆螺族群降至不可回復的傷害。往年調查指標物種(蜆螺)，成果及分析以敘述於明智利用表中。。</p> <p>2.已詢問縣府辦理濕地再評定作業相關單位(農業處)，提供再評定之生態資料，本研究室將提供並配合協助後續工作與活動。</p> <p>3.遵照辦理(車城鄉鄰近村落)。</p> <p>4.遵照辦理。</p>

研擬四重溪口重要濕地（暫定地方級）保育利用計畫草案審查意見

日期：106 年 4 月 14 日

提案計畫	研擬四重溪口重要濕地（暫定地方級）保育利用計畫草案	
提案單位	屏東縣政府城鄉發展處	
106 年 4 月 14 日 審查意見	執行單位回應	檢核意見
依本部營建署 105 年 12 月 15 日營署濕字第 1052919825 號函，與 106 年 3 月 3 日台內營字第 1060802067 號函「國家重要濕地保育行動計畫」申請補助案審查建議事項，已於計畫書 P.42-44 進行補充，請屏東縣政府就計畫內容強化說明。	感謝委員意見。 本案經 105 年 11 月 22 日「內政部營建署 106 年度國家重要濕地保育行動計畫」補助作業諮詢會議評審審查通過，屏東縣政府無意見。	已於 106 年度「國家重要濕地保育行動計畫諮詢意見表」調整修正，原則同意執行單位回應。
有關所回應之 101~105 年調查資料，請納入本計畫書補充說明。	101-102 年度，進行生態資源調查、碳匯研究、解說教育工作及河川巡守。103 年度為維護與長久性監測計畫之展開，及評估導入低衝擊性生態旅遊及生態環境教育之可行性與步驟。104 年及 105 年分析防洪建造物對生態影響及撰寫四重溪口濕地保育利用計畫。106 年為著重四重溪口濕地指標物種(蜆螺)族群量評估及協助配合屏東縣政府辦理後續濕地再評定工作及增修保育利用計畫書，歷年成果敘述於 P.11-19。	已修正於計畫書，原則同意執行單位回應。
依所回應意見，請於本計畫書內補充土地權屬相關資料。	四重溪口濕地均為公有土地或未登錄地，補充於 P.4。	已修正於計畫書 P.4 及「圖 2、四重溪口重要濕地土地權屬」，原則同意執行單位回應。
有關所回應之利用量的評估，請納入本計畫書補充說明。有關指標物種(蜆螺)與濕地保育及明智利用之關聯性於本計畫書內應具體描述。	利用量的評估，將於今年調查蜆螺族群量(調查樣本數儘量 20 隻以上)，評估未來之利用量，以確保適度不會造成蜆螺族群降至不可回復的傷害。往年調查指標物種(蜆螺)，成果及分析以敘述於明智利用表於 P.34 中。	已修正於計畫書 P.34，原則同意執行單位回應。

附件五、106 年度期中審查意見表

日期：106 年 8 月 28 日

地點：屏東縣政府

會議結論	
<ol style="list-style-type: none">1. 所列各案經列席人員審查原則修正後通過，請業務單位確認修正資料。2. 報告書封面請註明執行單位；報告書請加中、英文摘要。3. 請將各階段審查會議意見回應對照表，且敘明回應對照之頁數，一併納入修正期中報告書內。4. 請執行單位依照附表委員審查意見及各單位代表書面意見修正報告書，並自審查會議紀錄發函日起 15 日曆天內提送修正後之期中報告書 5 份及光碟 1 份至本府備查，並依補助協議書第五條第一項規定請領第一期補助款。5. 另建請結合往年研究、調查成果，於期末報告提出對本府工程施作與建設有具體之建議事項。6. 旨揭計畫已於 106 年 5 月 24 日內政部營建署城鄉發展分署完成核定，請儘速依「國家重要濕地保育行動計畫補助作業規定」辦理。7. 本計畫應於本年度執行完竣，請補助單位儘速辦理完成，並於每月 1 日前傳送本府進度管考月報表及參與人數統計表。	<ol style="list-style-type: none">1. 感謝委員意見2. 遵照辦理，已敘明於 P.II 頁。3. 遵照辦理，補充至附件四。4. 遵照辦理。5. 已整理至 105 年，將於期末再提建議。6. 遵照辦理。7. 遵照辦理。8. 感謝委員意見。

<p>8. 為利掌握品質控管，鑒於單一窗口較利於管考業務執行，依內政部營建署城鄉發展分署意見，本府將透過既有帳號按月積極辦理管考作業。</p>	
<p>書面意見</p>	
<p>1. 旨揭計畫已於106年5月24日送本部完成核定，請儘速依「國家重要濕地保育行動計畫補助作業規定」第14項第5款規定檢送最新進度管考表、請款明細、請款收據及納入預算證明文件送本部營建署城鄉發展分署請領第一期款。</p> <p>2. 本計畫應於本年度執行完竣，請協助受補助單位儘速辦理完成，並確實管控查核，並於每月3日前函送進度管考月報表及參與人數統計表。</p> <p>3. 會後經本課研議，為利掌握品質控管，鑒於單一窗口較利於管考業務執行，仍請該府透過既有帳號按月積極辦理管考作業。</p>	<p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 已完成三季，將遵照辦理。</p> <p>3. 感謝委員意見。</p>

附件六、106 年度期末審查意見表

日期：106 年 11 月 29 日

地點：屏東縣政府

鄭委員博文	意見回復
蜆螺保育與魚苗撈捕在相互衝突，請能具體提出平衡發展策略。	於 105 年度提出意見於 p.15-16 及圖 10。
許委員晉誌書面意見	
加強說明未來經營管理與永續發展內容，同時調整保育利用計畫中，永續經營管理的執行方式及作為，同時搭配縣府及各級機關之既有政策及工作，搭建起平台。	於 106 年度期末結案階段，縣府農業處已積極參與。
林委員雅文	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本區塊在生態保育的目標以外，也面臨傳統採捕，以及其他土地使用的作為(包括臨時堰堤等等)，如何適當劃定範圍，以及合理有可行性之保育行動方案，為當下應及時提出之重點。 2. 如頁 49(上游應有使用鹼劑的業者排放廢水...)相關內容已進入環保局權責範圍，應與之聯繫，避免不良環境影響；頁 69 提及組織河川巡守隊，可及與環保單位討論，形成組織後，對整體河川保育會有助益。 3. 出海口相關管理可洽海洋所協助。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.於 105 年度提出意見於 p.15- 16 及圖 10。 2 雖大部分旅遊業及民宿業者，將其床單等物品送至恆春，但有一新開幕營業之商家。 3.希望縣府就其權責分工處理。本研究團隊願意協助。
城鄉發展分署書面意見	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 圖 2、圖 3、圖 4 解析度過低，不利閱讀，請更換。 2. 請補充本計畫辦理座談會及教育推廣之地點及辦理場次資料，並補充會議通知、說明會資料、紀錄與簽到。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已修正 2. 已於 106 年 12 月 1 日舉辦，並補充相關會議通知、說明會資料、紀錄與簽到等資料於 P.70 及附件 2。