

全國湧泉濕地生態資源調查(2/3)

Investigation of cold spring ecological resources of Taiwan (2/3)

委託單位：行政院農業委員會林務局

執行單位：高雄醫學大學、國立海洋生物博物館、國立高雄師範大學、嘉南藥理科技大學

研究主持人：謝寶森 協（共）同主持人：邱郁文、梁世雄、黃大駿

研究人員：顏易君、吳欣儒、蘇俊育、吳宗澤、葉芳伶、黃柏崴

中華民國 102 年 11 月 18 日



內文目錄

摘要.....	3
壹、 計畫緣起.....	4
貳、 湧泉濕地相關背景資料.....	5
一、 湧泉濕地的成因.....	5
二、 湧泉濕地的種類.....	6
三、 湧泉濕地面對之壓力.....	8
四、 湧泉濕地國外保育經驗.....	9
參、 湧泉文獻回顧.....	10
一、 湧泉資源調查研究.....	10
二、 湧泉與社區發展之關係.....	13
肆、 年度計畫目標.....	14
伍、 工作範圍.....	15
陸、 工作項目說明與方法.....	15
一、 生態文獻回顧及資源調查.....	15
二、 分工與工作流程.....	19
柒、 工作流程與進度規劃.....	20
捌、 研究結果.....	21
一、 各測站描述、水質及水生生物資源調查.....	21
二、 蒐集彙整國內外湧泉社區之經營方式.....	37
三、 台灣湧泉濕地生態復育操作手冊.....	60
玖、 研究討論與建議.....	61
一、 湧泉水質.....	61
二、 湧泉生物多樣性.....	61
三、 湧泉週邊土地利用及人為利用類型.....	65
四、 湧泉綜合評估及建議.....	66
五、 湧泉管理與復育之建議.....	67
壹拾、 參考文獻.....	72

附錄目錄

附錄一—表與圖.....	75
表 1、「全國湧泉濕地生態資源調查(1/3)」完成調查各湧泉之基本資料.....	75
表 2、「全國湧泉濕地生態資源調查(1/3)」台灣湧泉綜合評估及建議.....	77
表 3、「全國湧泉濕地生態資源調查(1/3)」各利用類型湧泉之環境與原生物種數級分雷達圖.....	78
表 4、各樣站基本資料、面臨之威脅、保育及管理建議.....	80
表 5、各樣站水文水質資料.....	81
表 6、各樣站魚類名錄.....	82
表 7、各樣站底棲生物名錄.....	84
表 8、各樣站水生昆蟲名錄.....	87
表 9、各樣站水生及水域周邊優勢植物名錄.....	90
表 10、各樣站土地利用表(單位：平方公尺).....	92
表 11、「環境人為利用類型」及「環境與原生物種數級分」.....	93
表 12、五溝水湧泉環境大事記.....	95
圖 1、高雄市美濃區柳樹塘衛星影像與環境照.....	110
圖 2、高雄市田寮區大崗山湧泉衛星影像與環境照.....	111
圖 3、高雄市鼓山區柴山湧泉(龍巖湧泉、石頭公廟、百年欖仁樹、沙灘湧泉)衛星影像與環境照.....	113
圖 4、屏東縣九如鄉玉泉村湧泉區(榮泉橋)衛星影像圖與環境照.....	114
圖 5、屏東縣滿州鄉港仔村湧泉區衛星影像與環境照.....	115
圖 6、屏東縣恆春鎮埤仔頭湧泉濕地衛星影像與環境照.....	116
圖 7、屏東縣恆春鎮香蕉灣湧泉區衛星影像.....	117
圖 8、屏東縣萬巒鄉五溝水湧泉區衛星影像與環境照.....	119
圖 9、台東縣鹿野鄉玉龍泉湧泉衛星影像圖與環境照.....	120
圖 10、台東縣台東市琵琶湖衛星影像與環境照.....	121
圖 11、台東縣成功鎮都歷湧泉衛星影像與環境照.....	122
圖 12、各樣站湧泉樣站水質污染程度 RPI.....	123
圖 13、各樣站湧泉樣站魚類生物多樣性指數.....	123
圖 14、各樣站湧泉樣站魚類數量及種數.....	123
圖 15、各類型湧泉樣站底棲無脊椎生物數量及種數.....	124
圖 16、各樣站湧泉樣站底棲無脊椎生物生物多樣性指數.....	124
圖 17、各類型湧泉樣站水生昆蟲數量及科數.....	124
圖 18、各樣站湧泉樣站水生昆蟲生物多樣性指數.....	125
圖 19、各樣站湧泉樣站水生昆蟲 FBI.....	125
圖 20、各類型湧泉樣站水生及水域周邊優勢植物種數.....	125
圖 21、「環境人為利用類型」及「環境與原生物種數級分」.....	127
圖 22、水溫及照度(HOBO PENDANT 溫度照度記錄器)長期連續.....	130
圖 23、2013 年 4/7 至 9/6 之柴山內惟社區監測水位與高雄市累計雨量圖.....	131
附錄二—台灣湧泉濕地生態復育操作手冊.....	132
附錄三—全國湧泉計畫其他相關發表.....	151
全國湧泉計畫相關媒體報導-(環境資訊中心電子報為主).....	151
全國湧泉計畫相關科普文章-(大自然雜誌).....	153
附錄四—全國湧泉期末審查意見回覆表.....	167

摘要

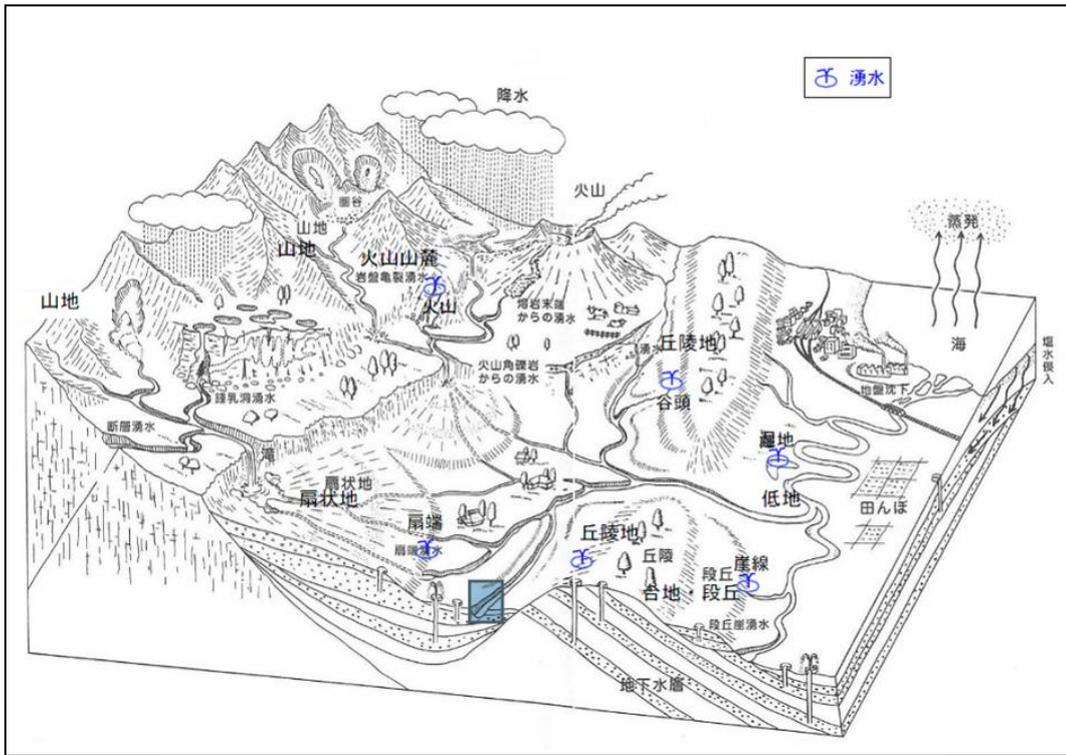
湧泉是水圈的一種，特指水源自然的從地底流出至地表；也就是含水層裸露於地面層之處。湧泉是水的循環過程中，地下水滲漏到地表所形成，是非常寶貴的水資源；與湧出地點共同支持生態系統的重要環節，也豐富了人類的的生活及在地文化，更可以是社區保育的一項重點。為了解台灣湧泉濕地之特性，本研究針對第一年度全國湧泉 44 處湧泉濕地調查其中 11 處進行了水生動物、水生及水域周邊優勢植物、水質、土地利用及人為利用類型等進行監測，發現湧泉濕地四季並無明顯變化，但是各別不同先天條件及人為干擾或污染造成不同湧泉各有特色，尤其是受工程干擾之影響最明顯。此外，本研究也蒐集美國的湧泉之研究經驗及管理方法；還有，日本利用在地湧泉生態，發展在地特色文化，作為永續生態旅遊經營之案例。同時，在柴山、五溝水及龍水里，為作為後續湧泉復育示範之依據及凝聚社區居民維護自然湧泉意識，辦理了多次的湧泉生態講座及配合辦理多次湧泉相關活動。最後，本研究綜合調查結果及國外之案例研究，完成了台灣湧泉濕地生態復育操作手冊並提出台灣湧泉管理與復育之建議。

關鍵字：台灣、湧泉、水生生態、水質、管理方法、復育建議

壹、計畫緣起

水域環境提供了水生生物生存的空間，建立並維持生物圈中各階層的生命。目前，許多中低海拔的水域，都因人為開發而改變棲地的物理條件、化學污染降低了生存的條件。特別是中低海拔水體普遍受到人為的開發和污染，棲息在其中淡水生物面臨這些威脅壓力。而位於中低海拔處的『湧泉濕地』，擁有乾淨的水源隨時注入，提供乾淨的水源給這些生物生存的棲地，因此湧泉是『水域生物多樣性最後的方舟』。

湧泉是水圈(hydrosphere)的一種，指水源自然的從地底流出至地表；也就是含水層(aquifer)裸露於地面層之處(Barquin and Scarsbrook 2008)。在水的循環過程中，地下水的滲漏到地表的過程而形成湧泉，是非常寶貴的資源，與湧出地點共同支持生態系統的重要環節，也豐富了人類的的生活及在地文化，更可以是社區保育的一項重點，妥善規劃甚至可成為生態旅遊資源。因此，湧泉的保育恢復及利用管理，健全湧泉的生物多樣性及生態功能是必要的工作。此外，以水渠或深水井汲取的地下水，人為抽取或引水天然泉水流入也可以包含在廣義的湧泉中，如下圖。



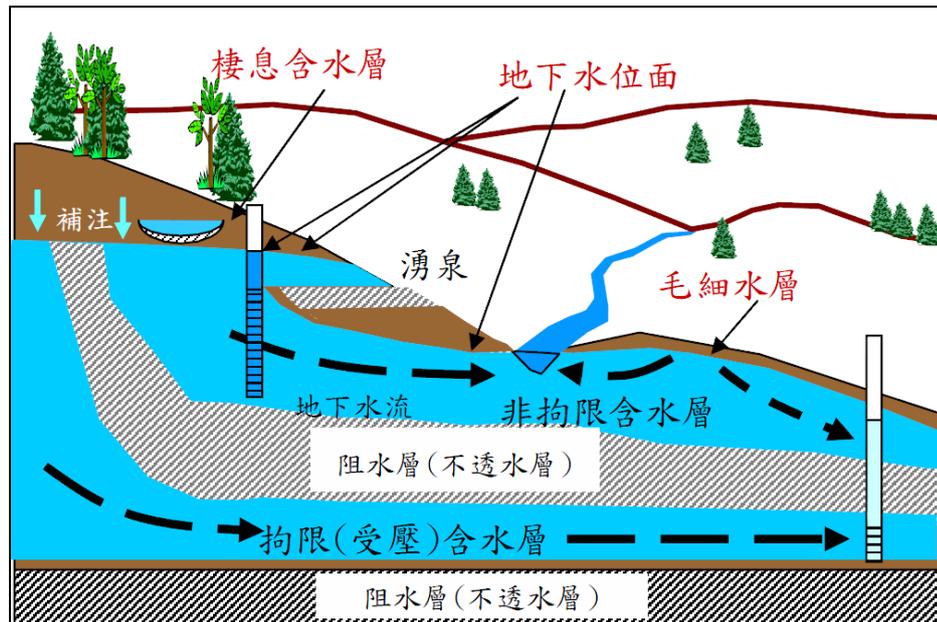
湧泉濕地出現位置(摘自湧水保全・復活ガイドライン)

本研究第一年度(100年度)已針對44處湧泉濕地進行了水生動物、水生及水域周邊優勢植物、水質、土地利用及人為利用類型等進行調查。各湧泉因多種不同原因而導致生物多樣性及棲地狀況不同。水質結果顯示大部分湧泉為未受(稍受)污染的水體，部分出現輕度污染或中度污染，並無嚴重污染的水體。衛星影像顯示不同類型的湧泉周遭的土地利用方式與程度皆不同，主要為農地及林地，次要為建地。環境人為利用類型記錄由利用程度最低至最高五級，而六個項目的環境與原生物種數級分總分紀錄得0-15分(滿分18分)。目前只有少部分湧泉被在地社團有效經營與利用或或因較偏遠而干擾低，湧泉源頭水源清澈。而大部分湧泉周遭環境皆面臨汙染水注入、過度利用、水源枯竭、外來種、遊憩壓力或甚至工程建設等人為威脅(邱及梁 2012)。

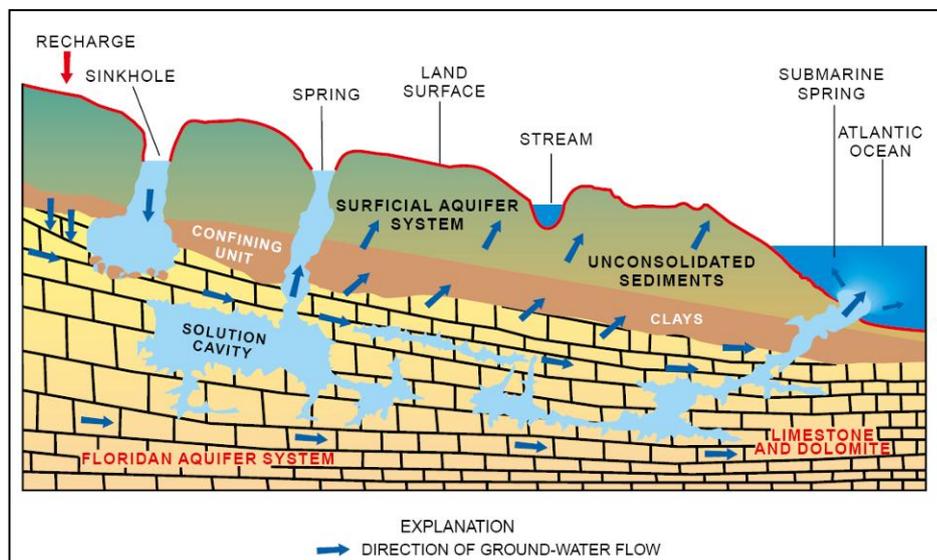
本計畫為全國湧泉濕地單位的生態調查，將建立流域生態資料庫，確立全國湧泉濕地生態系資料庫，完成熱點型湧泉濕地水文、水質及生物多樣性調查，並提供相關機關與社區日後進行湧泉濕地保育管理、基礎規劃與環境教育之參考；另一方面，配合在地社區的保育工作，將調查完整生態資料轉化為社區環境教育素材，成為社區學習與自我成長的基礎，以落實在地社區保育概念，作為在地社區進行資源管理的參考依據，更是匯聚社區意識與提昇環境價值重要步驟。

貳、 湧泉濕地相關背景資料

一、 湧泉濕地的成因



湧泉濕地形成示意圖



湧泉濕地形成示意圖(摘自 Springs of Florida: U.S. Geological May 1995 Survey Fact Sheet FS-151-95)

廣義來說，湧泉(spring)是地下水(underground water)在地球表面冒出的地點(包括海底)，而由山壁滲出的水源形成洞穴積水或匯流成河也可通稱為湧泉。取決於他們的水源，湧泉可能是「滲出」(exurgences)或「再滲」(resurgences)，也可能部份時間是「滲出」部分時間是「再滲」。某些時候，湧泉(spring)僅限於外流的水，有時也指水(water)、出水口(outlet)或水外流的地點(locality)。(Field 1999)

通常在順向坡、斷層線的山腳下，以及火山碎屑岩和安山岩層層相疊的火山山腳，都有出現湧泉的可能。源於山地的大小河川，通過斷層，順地勢流動，在山麓地帶由陡峻的山谷進入較平緩的平原時，由於坡度變緩，水流面積擴大，河流的流速減慢，搬運砂石的能力也大為減低，於是從山中帶來的石頭、泥沙就堆積在谷口，慢慢的形成一個尖端向上游的扇狀沖積地形，稱為沖積扇。組成沖積扇的土砂和礫石，愈到扇頂愈粗，愈到扇端愈細，因此當溪水出山流到扇頂時，往往向下滲透成伏流，至扇端才又湧出地表成湧泉(湧水保全・復活ガイドライン)。

二、 湧泉濕地的種類

國內有關湧泉的研究相當缺乏，相較於日本發展湧泉水資源、棲地保護及文化保存已有多年歷史，根據其經驗整合可將湧泉以保存之型態進行下列分類(相模原市立環境情報センター)：

(1)自然環境型湧泉：湧泉的週圍環境是近自然的區域，天然的棲地加上乾淨的泉源水質，生物棲息地良好，棲地環境因素良好，是生物多樣性熱點，也是物種保育區域，自然型湧泉棲地重要發展的目標，是值得保存的首選方向，但目前皆受到不同程度開發的壓力，這些地區保留著原生生物的棲息環境，但是卻面臨棲地破碎化的危機。

(2)農村水圳型湧泉：湧泉在歷史中，為提供水源而被利用於農業灌溉，因此湧泉水源造就了農村的發展，影響了河道及水圳所連接周圍的土地景觀，湧泉水圳灌溉水田，提供生物的棲地，維繫農村的景觀特色。然而目前許多湧泉水圳的整治，因景觀規劃時缺乏棲地多樣性的觀念，及不當的工法破壞水圳的底質結構，因此這類型湧泉區保育的重點在棲地改善與維護。

(3)綠洲類型湧泉：在人口高度開發的都會區中的湧泉，是難能可貴的生態熱點，乾淨的水體侷限在小範圍的區域，是相當珍貴的“綠洲”區域，提供都會型環境中生物的避難所，這些棲地是脆弱且需要優先保育的地點。

(4)保育熱點型湧泉：生態的重要性已經受到關注及保護，也受到有關單位利用湧泉特性進行生物多樣性種源庫利用研究，並利用湧泉特性做為特稀有物種的保復育等工作。

(5)聚落文化型湧泉：人類的文明及拓殖過程，為了屯墾及農作灌溉，居民常居住於湧泉帶內及鄰近地區。以水源地為其選擇居住環境的標準，而形成聚落，雖然水圳的生態功能不再，但是文化價值值得重視。

本研究認為以上分類存有許多重疊或模糊地帶，不適於台灣湧泉現況之分類，但是其分類卻可做為將來台灣湧泉生態保育、地方發展或文化保存之管理經營參考。

根據本團隊第一年度調查(邱及梁 2012)，人為利用(Utilitarian)可泛指強調在環境或動植物供人類利用的價值上。在台灣的低海拔或中海拔等地區，許多水域棲地已被用做各項活動場所或自然資源之取得場地。本研究第一年度將在各湧泉現地調查發現之人為利用狀況進行分類，人為利用的判識依據現場目視調查或口訪進行，其利用類型分為A、B、C、D、E級，級數由A至E依序表示人為利用程度愈大：

利用類型	利用程度	概述
A	無或低度利用	無使用或水源獲取—棲地並無被人為使用、地理位置偏遠附近無居民而幾乎完全沒有人類蹤跡、或只有少數當地居民做為部分生活用水。
B	低度利用	示範生態園區或環境教育—棲地通常被營造作為水域生態示範區，有些已設立解說步道或做為生態教育場所，對環境無或低壓力。
C	中度利用	親水觀光或垂釣—交通便利甚至遊覽車可輕易到達，通常被作為民眾休閒場所，有環湖步道或觀景台等公共設施。也有部分地點觀光客較少但被用做休閒垂釣。
D	高度利用	農耕、養殖、泡湯、洗滌—湧泉水源或棲地經常被居民使用，包括抽水引水用做灌溉或畜養、部分棲地被水泥化做為洗衣坑或變成游泳池或泡湯池。
E	完全利用	無水源、封井或棲地因利用而改變—因為早期就被用做聚落的生活用水來源而被水泥化、因不同原因導致水源枯竭或出現明顯枯水期、或棲地完全人工化做為泳池或泡湯池。

由調查結果顯示：A 無或低度利用類型(無使用或水源獲取)湧泉 6 處(陽明山湧泉、眉原溪冷泉、港仔村湧泉、香蕉灣湧泉、太陽埤及野銀永興農場)的週圍環境是近自然的區域，天然的棲地加上乾淨的泉源水質，生物棲息地良好，棲地環境因素良好，是生物多樣性熱點，也可做為物種保育區域，自然型湧泉棲地重要發展的目標，是值得保存的首選方向，但目前一些湧泉周遭正受到不同程度開發的壓力，這些地區保留著原生生物的棲息環境，但是卻面臨棲地破壞的危機。雖然調查發現在其中 48.2% 為自然環境(草生地、林地及海洋)，但是仍有 39.9% 的人為利用(建地、養殖池及農地)，例如太陽埤本身周圍有 45.0% 的農地，顯示雖然水源區域受到租用並限制利用，但卻也受到農業污染的潛在性；而綠洲類型湧泉(陽明山湧泉)在人口高度開發的都會區邊緣，難能可貴僅存的湧泉區，乾淨的水體區域侷限在小範圍區域，是相當珍貴的“綠洲”區域，在都會型環境中提供最後的避難所，雖然目前此地為緊鄰台北市的陽明山國家公園內並屬於水源重地，但是台北地區周邊的快速都市化及陽明山的遊憩壓力必須關注。

B 低度利用類型湧泉(示範生態園區或環境教育)10 處(二重埔湧泉、四十二份湧泉、姊妹泉、埤仔頭湧泉、五溝水湧泉、天然湧泉貯木池、柯林湧泉、無尾港湧泉區、馬太鞍湧泉及玉龍泉湧泉)為目前已經受到關注、保護或作為生態教育的場所，但其中只有 25.0% 為自然環境(河流、林地及海洋)而高達 73.7% 為人為利用土地(建地、養殖池及農地)，顯示這些生態教育場所常常選在交通較方便都市邊緣或鄉間田園附近，所以在這些地方的農業活動也勢必受到關注，以免不當行為(五溝水遭受不當水利工程破壞湧泉生態；二重埔面臨都市更新之威脅)或過度開放(姊妹泉、天然湧泉貯木池、柯林湧泉、馬太鞍湧泉及玉龍泉湧泉)破壞了原本的教育場所，甚至破壞了滋養豐富動植物的湧泉水質與棲地。

C 中度利用類型湧泉(親水觀光或垂釣)7 處(黃泥塘、美濃柳樹塘、望龍埤、雷公埤、東岳湧泉、琵琶湖及金龍湖)雖然有 55.0% 的自然土地(林地及草生地)，但其中一些遊憩景點通常選在郊區或公園內(望龍埤、東岳湧泉、琵琶湖及金龍湖)，但是這些地點交通方便及人們注重休閒活動而導致環境正面臨人為活動(垂釣、踐踏、垃圾及放養種植觀賞動植物)與人工化(環湖步道、便道及公共設施)的威脅，而黃泥塘更是面對農業污染的威脅(84.8% 農地)及其交通便利帶來的放養外來種(美國螯蝦)的問題；雷公埤及金龍湖也因常被作為休閒垂釣場所，而面臨了外來種魚類放養的狀況。

D 高度利用類型湧泉(農耕、養殖、泡湯、洗滌)13 處(泉水空洗衣坑、北埔冷泉、鹿峰洗衣坑、東勢洗衣坑、新街村湧泉、加正巷湧泉、大崗山湧泉、玉泉村湧泉、阿蘭城游泳池、八寶村湧泉、共和村湧泉、玉里洗衣坑及都歷湧泉)，有高比例的人為利用土地 64.8%(建地 24.0%、農地及養殖池 40.9%)，正顯示為了屯墾及農作灌溉，居民常居住於湧泉帶內及

鄰近地區，以水源地為其選擇居住環境的標準，進而形成聚落，目前許多湧泉仍被民眾高度利用做為日常生活洗滌地點(鹿峰洗衣坑、東勢洗衣坑、泉水空洗衣坑、八寶村湧泉、玉里洗衣坑)、泡澡(北埔冷泉)、游泳與洗滌(阿蘭城游泳池)與洗滌及種植水蔬菜(新街村湧泉)混合使用的地點。這些湧泉通常都面臨同樣來自同一批使用者的威脅，民眾會在意其所必須利用之場所，但往往所使用的清潔劑、漂白水及隨意拋棄的垃圾已經對下游或四周環境造成影響；此外，湧泉也提供水源而被利用於農業灌溉(共和村湧泉：養殖池與農地 84.0%、玉泉村湧泉：農地 89%)，因此湧泉水源造就了農村的發展，影響了河道及水圳連接周圍的土地景觀，湧泉水圳更灌溉水田生物的棲地，維繫農村的景觀特色，然而目前許多湧泉水圳的整治，這些水圳因景觀規劃時缺乏棲地多樣性的觀念，及不當的工法破壞水圳底質，因此這類型湧泉區保育的重點在棲地改善與維護。

E 完全利用類型湧泉(無水源、封井或棲地因利用而改變)主要是 8 處無水源(坑內坑湧泉、龍巖湧泉、建功社區)、封井(龍井龍目井、麻園荷蘭井、大埔龍目井)或棲地因利用而完全改變(蘇澳冷泉公園、市立湧泉運動公園)的環境。湧泉會無水源的主要原因是水脈改變(坑內坑湧泉及建功社區)或水源短缺所造成(龍巖湧泉)，但是導致水脈改變或水源短缺的原因則需要相關地質與水文的進一步研究探討。至於棲地因利用而完全改變(蘇澳冷泉公園建地 52.0%、市立湧泉運動公園建地 53.0%)的湧泉則明顯的是被人為活動所造成。

三、 湧泉濕地面對之壓力

水是人類生活中不可缺少的必須物質，與人類的的生活密切關係，此外，乾淨的水源是維持了動物和植物的棲息條件，對維護生態系統有重大的意義。在臺灣文化及聚落發展的歷史中，因為湧水水質乾淨及來源價格便宜，長久以來做為生活用水、農業用水和畜牧用水，最後淪為工業用水，城市化和產業結構的改變，地下水文的改變，地下水位降低和水質污染問題變得更為嚴重。因此，面對目前水源普遍受到農業(農藥及肥料)、畜牧(豬鴨糞尿污染)，都市開發(棲地結構破壞)的破壞，乾淨的水源地已成為維持水域生物重要的資源。

台灣隨著經濟環境的變遷，湧泉環境面臨日益惡化的環境問題，從農業水利設施改變、土渠水泥化、圳路阻塞，到工業化時期的水庫優養化、水質污染；再加上土地利用的轉變，湧泉勢必消失。根據本團隊第一年度調查目前湧泉濕地面對之壓力可歸納成以下幾點(邱及梁 2012)：

1. 私人水權占有許多水源地被私人佔有，或被封井，或者不當施工造成水源枯竭，或因天災地下水源補充不足或因建設，以及超抽地下水造成地下水文改變而導致湧泉水枯竭。此外，集水區域因土地利用路面水泥或瀝青化，雨水滲透量減少，進而影響水源補充或至枯竭，如鹿峰洗衣坑、龍目井、坑內坑湧泉、麻園荷蘭井、大崗山湧泉、大埔龍目井、龍巖湧泉及建功親水公園。

2. 湧泉區農業操作時過度使用農藥及肥料，增加水源的污染等因素，造成水體優氧化，水質惡化。除了污染與生態傳統水利的水質污染問題，還有水圳相連的蓄水池、水庫有優氧化現象外，造成中、下游的圳路因沿圳污水排放，而導致水質急速惡化。污染源主要是化學、纖維、食品、染整等工業及家庭水，而湧泉水源污染對水生生物及農作物的為害主要有：毒質累積、作物減產、急性枯萎、圳道淤積等情形。例如：加正巷湧泉、玉泉村湧泉、埤仔頭湧泉、香蕉灣湧泉、五溝水湧泉、太陽埤、共和村湧泉、馬太鞍湧泉。

3. 地下水補充源質改變，地面水源污染，鄰近都市化污染區域滲透污染，或者地下水層鹽化導致水質變化，都會造成生物無法生存：如泉水空洗衣坑、北埔冷泉、鹿峰洗衣坑、東勢洗衣坑、新街村湧泉、玉泉村湧泉、港仔村湧泉、埤仔頭湧泉、五溝水湧泉、阿蘭城游泳池、八寶村湧泉、共和村湧泉、馬太鞍湧泉、玉里洗衣坑、市立湧泉運動公園。

4. 擁有自然環境或乾淨水域的湧泉，通常面臨越來越多的遊憩壓力。交通的便捷、國

民消費能力提高及國內休閒產業的推廣與發展，使得許多池塘湖泊甚至野溪成為周末假日許多遊客的首選。為了應付大量遊客而整建步道、鋪設道路及公共建設，再加上遊客的踐踏與帶來的垃圾廢棄物或垂釣與放生等行為，都是人類活動對湧泉直接的影響。例如陽明山湧泉、黃泥塘、四十二份湧泉、姊妹泉圳、美濃柳樹塘、望龍埤、雷公埤、柯林湧泉、蘇澳冷泉公園、東岳湧泉、玉龍泉湧泉及金龍湖。

5.湧泉提供了乾淨的水源及低海拔難能可貴的良好水域生態環境，但是人類的使用方法及管理方式將可能徹底改變湧泉的水質或環境，例如將水池改建成洗衣坑及游泳池(泉水空洗衣坑、北埔冷泉、鹿峰洗衣坑、東勢洗衣坑、坑內坑湧泉、新街村湧泉、阿蘭城游泳池、八寶村湧泉、蘇澳冷泉公園、東岳湧泉、玉里洗衣坑、市立湧泉運動公園)，甚至將湧泉流域自然環境改建成水泥水溝只利排水的不當工程(五溝水)，或將湧泉周邊土地徵收作為工業區或是住宅區的都更計畫(二重埔湧泉)，這些都將嚴重打擊原本就已經被人類高度都市化或工業化而脆弱的低海拔生態環境。

目前可能僅有少數湧泉因為地理位置較偏遠或隱密而保存了完整的湧泉濕地生態，如陽明山湧泉、台東縣玉龍泉湧泉，滿州鄉港仔村海岸的湧泉、恆春鎮香蕉灣湧泉及蘭嶼野銀永興農場冷泉。但是其個別仍有一些潛在威脅，如陽明山湧泉靠近著名步道與車道，本調查便目擊垃圾漂浮水面；玉龍泉湧泉有越來越完整的步道及推廣成為休閒場所導致遊客進入；港仔村海岸的湧泉可能鹽化及香蕉灣湧泉附近有菱角田及小型豬棚。

就目前調查便可發現，台灣不同區域不同形態的湧泉濕地所擁有的生態環境以及所面對的威脅不盡相同，但各寶貴湧泉資源皆急需完善的保護及管理，以保留淡水生物最後的淨水—湧泉。

四、湧泉濕地國外保育經驗

在國內，許多湧泉濕地環境已為水泥化、畜牧及家庭汗水等污染殆盡的情況下，仍然擁有一些自流井，尚保留一些湧泉生態區，此自然形成的低開發且未被污染的區域，顯得更特別珍貴。

而在國外，湧泉的研究及利用已經有許多成功且值得參考之案例，例如在美國的湧泉被作為重要的研究區域及題材，不只有佛羅里達湧泉研究所，更有監測及生態系統層級之研究計畫，並整合了各層級的合作與協調單位。在日本的湧泉，不只有基礎湧泉生態調查研究，更早已發展成為永續的生態旅遊資源，例如日本九州阿蘇火山，因自然地型和豐富的雨量所賜，日本阿蘇山山麓一帶有各式各樣大大小小的湧泉。在南側「南鄉谷」高森町一帶的水源匯集成「白川」後往西流。在政府及民間的合作保護之下，形成了湧泉群的生態旅遊地。

因此，本計畫以各地區進行各類型湧泉調查歸類後，並對熱點型湧泉區進行物種群聚調查與棲地特性比較研究，建立湧泉生態資料庫，可供相關機關與社區日後進行基礎規劃與環境教育之參考；將各項生態資料轉化為環境教育素材，以落實在地社區湧泉保育概念，並供在地保育社區進行資源管理的參考依據。

參、湧泉文獻回顧

一、湧泉資源調查研究

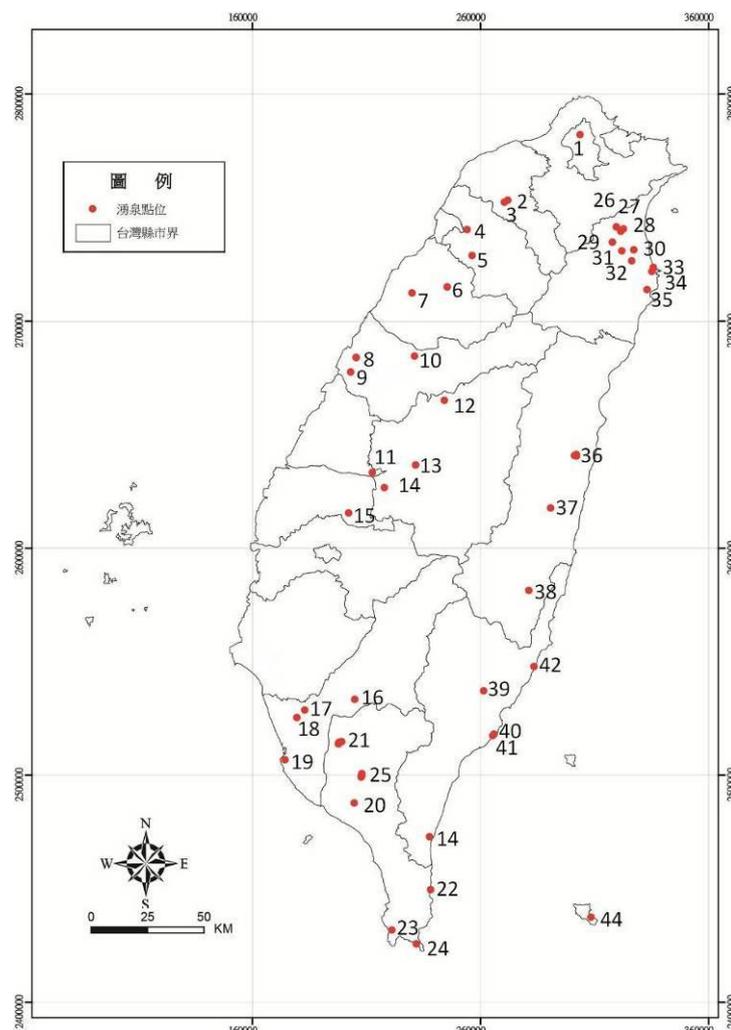
國外研究已指出湧泉，這種為地下水湧出地表之水體型態，為眾多形態濕地中的其中一種，其特性介於地下水體與表面水體之間，擁有自成一格的生物群聚，亦為淡水軟體動物(mollusk)的熱點(hotspot)(Hahn 2000; Strong et al. 2008)。

然而 2011 年以前台灣仍缺乏針對湧泉濕地的研究或調查，較全面之研究只出現在一些特別地理區域，例如屬於保育熱點型湧泉位於墾丁國家公園的龍鑿潭。此地古名「龍泉水」，地名的由來是因該地區有一自然湧泉，流入龍鑿潭中，於清光緒 20 年開墾為農田，日據時代種植瓊麻、銀合歡，並開設漁塭，直至目前為半人工水潭濕地，原生植物多被人為破壞形成灌叢、次森林等植相。高雄市野鳥學會(羅柳墀 2008、2009)針對龍鑿潭的生物資源做過兩年調查。龍鑿潭因位於國家公園以及面積較大而擁有較豐富生態資源，才使得其擁有較多並完整調查資料，而為數不多的湧泉資料也僅出現在溪流河川或池塘湖泊的部分調查範圍中，例如中華民國魚類學會(陳 2009)針對台灣地區淡水域湖泊、野塘及溪流 79 個樣站的魚類資源現況進行調查及保育研究規劃。研究只針對了淡水魚類資源現況隨機抽樣調查，且 79 個隨機樣站中只有 7 個是湧泉濕地，因此湧泉濕地資料相當有限。

本團隊過去針對湧泉濕地與個別因子的研究包括：屬於農村水圳湧泉類型的屏東縣萬巒鄉五溝水及九如鄉玉泉。屏東縣萬巒鄉五溝水位於屏東平原扇央處，為東港溪中游，地勢相當平緩，黏土層甚厚，富於藏水，但地下水淺，使得南大武山之地下水源於此處湧出，因此在五溝水社區形成一片面積甚廣之湧泉濕地(蔡 2004)，而根據張等(2007)所調查，此湧泉濕地可採得淡水螺 9 科 14 種；屏東縣九如鄉玉泉，亦位於屏東平原扇央處，為屏東境內另一湧泉濕地，屬於高屏河流域。由於屏東縣境內之屏東平原與中央山脈在地形上有嚴重落差，由於直線的潮州斷層形成以及屏東平原陷落，使平原與山地兩者界線分明，高屏溪支流隘寮溪侵蝕霧台山地出山後，於斷層下的屏東北部地區堆積，形成里港、九如、鹽埔、長治、內埔、麟洛、屏東市等地一大片的沖積扇面，迫使高屏溪西靠中寮山腳，經潛藏的地下水於沖積扇面前端滲出，此即九如鄉玉泉村原有湧泉的緣由，也就是地形上所說的「扇前湧泉」。湧泉區位於九如鄉玉泉村中庄、溪底兩聚落北方，泉水終年不涸，聚集成溪流為東西流向，是九如與鹽埔兩鄉的分界線，龍泉橋跨越其上且約為中心點(楊 2000)。而張(2007)針對五溝水及蔡(2008)針對此二湧泉淡水軟體動物群聚分布與環境因子之間關係之研究，共發現淡水軟體動物 10 科 17 種及環境因子中以物理因子的洪水為主之變化會影響淡水螺之群聚變化。此外根據本團隊 2011 年於龍鑿潭(部分水源來自附近的埤仔頭湧泉)的調查，而在 2009 年行政院農業委員會林務局委託中華民國魚類協會陳義雄等人進行了『台灣地區淡水域湖泊、野塘及溪流魚類資源現況調查及保育研究規劃』研究案，針對台灣地區淡水域湖泊、野塘及溪流 79 個樣站的魚類資源現況進行調查及保育研究規劃，其中只有 8 個是湧泉濕地。有宜蘭縣員山鄉內城村的太陽埤；員山鄉的雷公埤；三星鄉員山村的長埤湖；在台東縣大武鄉尚武村的金龍湖；台東市的琵琶湖；桃園縣龍潭鄉的黃泥塘；三義鄉西湖村的德興池；蘭嶼島東部的永興農場。

而在林務局委託下，本團隊在 2010 年 6 月至 2011 年 6 月進行了第一年度的「全國湧泉濕地生態資源調查(1/3)」(邱及梁 2012)，對台灣本島及蘭嶼 44 處(見下圖)湧泉濕地進行了水生動物、水生及水域周邊優勢植物、水質、土地利用及人為利用類型等進行調查。北部有 7 個樣站(台北市有 1 個樣站、桃園縣 2 個樣站、新竹縣 2 個樣站、苗栗縣 2 個樣站)；中部有 8 個樣站(台中市 3 個樣站、彰化縣 1 個樣站、南投縣 3 個樣站、雲林縣 1 個樣站)；南部有 10 個樣站(高雄市 4 個樣站、屏東縣 6 個樣站)；東部有 19 個樣站(宜蘭縣 10 個樣站、花蓮縣 3 個樣站、台東縣 6 個樣站)。流水性湧泉棲地共有 17 樣點及靜水性湧泉棲地

共有 27 樣點。由此可得知台灣的湧泉並不局限於某些區域，而是在北中南東台灣皆可發現（見附錄表 1）。



全國湧泉樣點分佈圖(邱及梁 2012)

由於湧泉通常在順向坡、斷層線的山腳下、火山碎屑岩和安山岩層層相疊的火山山腳出現或是當溪水出山流到沖積扇頂時，往往向下滲透成伏流，至沖積扇端才又湧出地表成湧泉，因此本研究調查發現湧泉之位置大部分分佈在台灣各大平原地區(海拔 0-500m 較低的平坦的廣大地區)，例如屏東沖積扇平原邊有 6 個樣站(屏東縣)、花東縱谷平原 4 樣站(共和村湧泉、馬太鞍湧泉、玉里洗衣坑及玉龍泉湧泉)、蘭陽平原 10 個樣站(望龍埤、阿蘭城游泳池、雷公埤、太陽埤、湧泉貯木池、柯林湧泉、八寶村湧泉、無尾港湧泉區、蘇澳冷泉公園及東岳湧泉)、彰化平原(坑內坑湧泉)、台中海岸平原(鹿峰洗衣坑、龍井龍目井及東勢洗衣坑)、高雄平原(美濃柳樹塘、大崗山湧泉、大埔龍目井及龍巖湧泉)，而其它則分佈在順向坡活斷層線的山腳下。而嘉南平原目前並無湧泉紀錄的主要原因是此區域的地層極複雜，多為砂泥分層，分層明顯但延續性不佳，層厚變化大，並沒有主要的阻水層(特別厚的泥層)與含水層(砂層)，地下水上下流通不佳(陳 2005)，導致無法形成天然湧泉。

本團隊第一年度(邱及梁 2012)對 44 處湧泉樣站分別進行了水質分析：湧泉中共有 10 處(北埔冷泉、鹿峰洗衣坑、龍井龍目井、坑內坑湧泉、麻園荷蘭井、大埔龍目井、龍巖湧泉、建功親水公園、蘇澳冷泉公園、台東市運動公園)因水脈改變或水位降低導致泉水不再湧出地面無水體、環境屬於完全人工化洗衣坑或封井而無任何魚類、水生昆蟲、底棲生物；

其他共發現 14 科 46 種魚類，其中 4 處(陽明山、港仔村、加正巷、大崗山湧泉)因為水體小或海拔較高而無發現任何魚類；6 綱 20 科 46 種底棲生物；9 目 32 科的水生昆蟲，而水生及水域周邊優勢植物則有 3 綱 52 科 97 種，其中有 7 處(北埔冷泉、鹿峰洗衣坑、龍井龍目井、坑內坑湧泉、運動公園及蘇澳冷泉公園)因水脈改變或水位降低導致泉水不再湧出地面無水體、環境屬於完全人工化洗衣坑或封井而無任何水生及水域周邊優勢植物(麻園荷蘭井及大埔龍目井在井壁有蕨類，龍巖湧泉有鱗蓋鳳尾蕨及鐵線蕨)。同時也利用衛星影像對 44 處湧泉分別進行土地利用判識，衛星影像顯示不同類型的湧泉周遭的土地利用方式與程度皆不同，主要為農地 36.2%及林地 33.9%，次要為建地 19.4%。本研究對 44 處湧泉樣站分別進行了環境人為利用類型記錄及環境與原生物種數級分計算，環境人為利用類型記錄由利用程度最低至最高(A 至 E)五級，而六個項目的環境與原生物種數級分總分紀錄得 0-15 分(滿分為 18 分)。各湧泉樣站編號、縣市、區鄉鎮、經度、緯度、海拔(m)、型態、權屬單位、在地社團組織、湧泉管理、鄰近社區及面臨之威脅等詳細資訊可參見下表 1，各樣點詳細描述與結果可見第一年度研究成果報告書(邱及梁 2012)。

本團隊第一年度(邱及梁 2012)對 44 處湧泉樣站分別進行分析可以發現各利用類型湧泉之級分總和由高到低(13、12.8、11.7、8.1、1.6)符合人為利用程度 A(無或低度利用)至 E(完全利用)的由高到低。由雷達圖(見附錄表 3)也可發現：

A 類型無或低度利用之湧泉除陽明山湧泉及港仔村湧泉因為分別為與山區上游及海岸潮池而無魚類，其他各項級分屬平均。B 類型(低度利用-示範生態園區或環境教育)各級分平均(12.8)雖然略低於 A 類型，但仍屬物種多樣性高，且由雷達圖也可發現各湧泉主要是因為位於人文聚落或社區內(二重埔湧泉、姊妹泉圳、埤仔頭湧泉、五溝水湧泉、湧泉貯木池、柯林湧泉、馬太鞍湧泉、玉龍泉湧泉)及海岸(無尾港湧泉區)而造成自然度略低，但是因為這些地區大分部已受到在地社區或團體關注而保有較高的原生物種多樣性。C 類型湧泉(中度利用-親水觀光或垂釣)平均會達 12 的主要原因是有望龍埤高達 16 分及東岳湧泉 14 分，若不計算望龍埤及東岳湧泉，C 類型其他 5 處湧泉的環境與原生物種數級分平均將只有 10.8 分，本研究認為望龍埤為特殊湧泉樣站，主要原因是望龍埤為高度使用的觀光遊憩型靜水域，而可保有高的原生物種數部分原因可能是望龍埤水域面積廣大(可匯集周圍山區雨水)及人為栽種放養並照顧的結果。D 類型(高度利用-農耕、養殖、泡湯、洗滌)的湧泉平均級分為 7.6 明顯略低於 C 類型，主要原因為這些湧泉已經被附近居民高度的使用，而且是改變棲地環境(水泥化)及水質改變(洗滌)，而 E 類型(完全利用-無水源、封井或棲地因利用而改變)因為環境改變或已無湧泉水源，因此可判定這些棲地已並非為湧泉水域生態環境。

本團隊第一年度研究也發現目前許多棲地水源水量及變化可能已改變而主要受到山壁水及地面雨水匯流(陽明山、眉原溪冷泉、四十二份湧泉、湧泉貯木池、玉龍泉湧泉、黃泥塘、望龍埤、琵琶湖、金龍湖、加正巷湧泉、都歷湧泉)、棲地消失或水源枯竭(北埔冷泉、鹿峰洗衣坑、E 類型)，未來需要進一步研究討論是否繼續視為湧泉棲地進行監測與復育。而目前擁有良好生態條件及活躍的在地組織或 NGO 之棲地(B 類型為主)，例如新竹二重埔、高雄美濃、屏東五溝水及龍泉社區、宜蘭無尾港、花蓮共和村及馬太鞍、台東玉龍泉，則可以加強輔導社區進行資源調查及自我維護管理，並用做生態教育場所。主要由在地自動自發之力量為主導，並在研究單位輔助及政府機構協助下進行經營與維護，而由政府直接劃設保護區進行保護為最後手段。根據各項研究成果及評估討論，本團隊第一年度研究提出針對不同利用類型現況之湧泉的初步保育與管理建議，建議可將 C 及 D 類型往 B 類型方向發展，而 A 及 B 類型則必須注重資源調查及環境棲地維護(見附錄表 2)。詳細的經營管理機制之建議與建立方法則需要有待後續進一步現地調查研究與地方參與討論後才能提出。本研究建議後續可考慮之監測湧泉 25 處見附錄表 1。

二、湧泉與社區發展之關係

永續發展不只是需要保育工作，更需要當地居民的參與(Buchecker et al. 2003)。尤其是自然資源的經營管理，民眾參與已蔚為世界潮流，經由在地觀點，由下而上的經營決策才能符合當地民眾所需，以達成永續經營之目標。當地社區參與資源的經營管理不只是確保民主的意義，也是確保經營計畫的可接受性、支持及永續性，此種由下而上的規劃，必須讓草根層級的社區或權益關係人納入參與，而這也是獲得民眾信賴的最佳方式(Dungumaro and Madulu 2003)。然而在台灣國內尚未出現『社區湧泉』之相關研究，目前仍以『社區溪流』架構為主要研究題材，例如廖學誠於2009年發表的「社區林業與溪流保育—宜蘭縣大同鄉及南澳鄉原住民社區案例分析」等。

根據研究(廖學誠 2009)之問卷調查(450份問卷，有效問卷為432份，在95%信賴水準之內，其抽樣誤差為4.7%)結果顯示，受訪者造訪溪流的動機以戲水游泳為主，其次為散步運動舒解心情，受訪者普遍認為社區附近的溪流景觀優美，提供居民親水遊憩的空間，此優點深受居民的肯定與認同，不過由於廁所及停車場等公共設施不足，大量遊客的擁入造成社區附近環境髒亂，此缺點是居民較不滿意的，另外，受訪者普遍認為政府的經費補助及社區居民的合作參與是溪流保育最重要的成功因素。此外，居民對溪流保育的共識也是決定護溪成功與否的關鍵因素，部份居民的不配合常讓溪流保育功虧一簣，因此，需要社區內部多加溝通協調，也唯有如此才能確保溪流保育工作的持續性及有效性。

由於人民對於環境變遷及永續發展及的體認，「生態社區」的概念逐漸受到重視。「生態社區」係指「透過社區生態教育、資源調查規劃、省能源設計、廣泛的資源保護及社區經濟與精神的提昇行動，期望社區在生態環境、社會及經濟、精神及文化等三個層面都能永續的社區」(彭 2005)。而新故鄉文教基金會提及「生態社區」可以結合支持性的社會環境與低環境衝擊的生活方式，他們推動生態設計、永續栽培、綠色產品及替代性能源等不同層面的各項工作。綜括言之，基於對社群、生態及文化三個層面的組合，「生態社區」確實對於永續環境的推展有著正面的助益。

生態社區是指社區居民竭力要將支持性的社會環境與低環境衝擊的生活方式結合起來的都市或鄉村人類社區。為了達到這個目標，他們結合生態設計、生態建築、永續栽培(permaculture)、綠色產品、替代能源及社區建築實務等各種不同層面之工作(參考 The Global Ecovillage Network)。藉由建立湧泉生態的基礎研究調查資料進行在地資源調查規劃，再透過與當地民眾之互動、座談及社區生態教育，將研究成果轉化為環境教育素材，可提供社區長遠落實生態保育及規劃永續發展計畫之重要參考依據，同時達到社區經濟與精神的提昇，輔導社區成為在生態環境、社會及經濟、精神及文化等三個層面都能永續的社區。

從第一年度建議後續可考慮之監測湧泉中，本年度研究將針對其中10處(後增加為11)湧泉進行水域生態及水質環境等監測，並針對柴山及五溝水湧泉社區進行輔導，建立社區湧泉濕地保育之典範及操作模式。

肆、 年度計畫目標

本研究計畫為期 3 年，主要分年工作預期主要目標如下：

(一) 全程工作項目及內容：

本計畫預定於三年計畫期間進行調查及資料收集並完成下列目標：

1. 完成台灣本島及蘭嶼湧泉濕地普查、歸類及建立 GPS 定位。
2. 建立台灣本島及蘭嶼熱點型湧泉濕地資料庫，包括土地利用狀況、水文、水質及生物多樣性調查。
3. 提供台灣本島及蘭嶼湧泉濕地保育管理及復育建議。
4. 建立至少 1 處社區湧泉濕地保育之典範及操作模式。
5. 編製湧泉濕地生態教育推廣資料。

(二) 分年度工作項目及內容：

第一年(已完成)：

1. 蒐集彙整湧泉濕地文獻，其生態系特性及相關水文、水質資料。
2. 台灣本島及蘭嶼湧泉濕地普查、定位、歸類及週邊土地利用狀況。
3. 瞭解湧泉週邊社區居民社經背景及在地 NGO 狀況，以建立未來在地保育的力量。
4. 確認急需保護及生物多樣性高之熱點，選擇 25 處熱點型湧泉，提供第二及第三年進行詳細調查。

第二年：

1. 蒐集彙整國內外湧泉社區之經營方式。參訪與瞭解國外湧泉社區之發展、規劃及執行。
2. 每季 1 次進行 10 處熱點型湧泉濕地水域物種(優勢水生植物、水棲昆蟲、甲殼類、螺貝類、魚類)及水質監測，提供適當復育物種名單。
3. 瞭解湧泉濕地棲地、水文與生物群聚之關係，進行群聚與棲地特性之研究，探討保育關鍵議題並提出改善建議。
4. 輔導至少 1 處社區居民進行湧泉濕地在地化監測及維護工作，並規劃棲地改善或持續維護工作。必要時協助受人為干擾之湧泉社區進行復育及重建。
5. 編製台灣湧泉濕地生態復育操作手冊一書。

第三年：

1. 持續蒐集彙整湧泉濕地文獻。
2. 進行熱點型湧泉濕地水域物種(優勢水生植物、水棲昆蟲、甲殼類、螺貝類、魚類)及水質補充調查，提供適當復育物種名單。
3. 持續輔導至少 1 處社區居民進行湧泉濕地在地化監測及維護工作，並進行棲地改善或持續維護工作。
4. 編製台灣的湧泉濕地生態一書。

伍、 工作範圍

以台灣本島南部地區的熱點型湧泉(高雄市—美濃柳樹塘、大崗山湧泉、柴山湧泉；屏東縣—玉泉村湧泉、港仔村湧泉、埤仔頭湧泉、香蕉灣湧泉、五溝水湧泉；台東縣—玉龍泉湧泉、琵琶湖、都歷湧泉)水域為範疇，進行水域生態物種調查，了解各類型湧泉棲地、水文與生物群聚之關係，同時蒐集彙整國內外湧泉社區之經營方式，以評價湧泉的保育價值及改善恢復工作，並輔導至少 1 處社區居民進行湧泉濕地在地化監測及維護工作，並規劃棲地改善或持續維護工作。

陸、 工作項目說明與方法

一、 生態文獻回顧及資源調查

1. 蒐集彙整國內外湧泉社區之經營方式：

透過文獻資料或參與社區收集紀錄包括湧泉水域生態、湧泉的水質、湧泉週遭史地記載、人文社區活動及經營方式等相關資料。

2. 調查項目及頻度：

每季 1 次針對湧泉生態調查項目包括水生動物(魚類、蝦蟹螺貝類及水生昆蟲)、水生優勢植物及水質[針對濁度(Turbidity)、總懸浮固體(Total suspended solids, TSS)、化學需氧量(Chemical oxygen demand, COD)、生化需氧量 (Biochemical oxygen demand, BOD)、葉綠素(Chlorophyll a, Cha)、總磷(Total phosphorus, TP)、總凱氏氮(Total kjeldahl nitrogen, TKN)、氨氮(Ammonia Nitrogen, $\text{NH}_4\text{-N}$)、硝酸鹽(Nitrate, NO_3^-)、亞硝酸鹽(Nitrite, NO_2^-)、磷酸鹽(Phosphate, PO_4^{2-})]進行檢測。

3. 生態與環境調查依據：

生態調查方法係依據「河川情勢調查作業方法規範」，並參考行政院環境保護署公告之「動物生態評估技術規範」(環署綜字第 0920094979 號公告)，針對魚類、蝦蟹螺貝類進行調查。

由於進行脊椎動物(魚類)與底棲無脊椎動物(蝦蟹螺貝類)等採樣時因生態棲地如急流、緩流、深潭及淺灘不同，採集所用工具也有差異。但本調查依據環境檢驗所(1995)環境檢測方法，林曜松與梁世雄(1997)魚類資源調查技術手冊。梁世雄(2005)建立之「淡水水域生物監測之採樣器材介紹及資料分析與應用」，依現地修正進行採樣。

水質調查方法係依據水質檢測方法總則(環署檢字第 0940015591 號公告)及河川、湖泊及水庫水質採樣通則(環署檢字第 0930095744 號公告)進行採樣及調查。

4. 生態與環境調查方法：

A. 水生動物

A. 魚類

採集方式視選定測站實際棲地狀況而定，適合的調查方法如下：

蝦籠誘捕法：於籠內放置餌料(商業誘餌)以吸引魚類進入，各測站分別設置 2 個籠具，放置 3 夜。蝦籠規格有 10 cm × 29 cm 與 16cm × 36 cm 兩種。

地籠誘捕法：又稱長沉網或蛇籠，在網籠中，放入誘捕之餌料，以吸引中小型魚類進入陷阱籠具中，此為有效的採集方法，可以記錄更加完整的湧泉、湖泊、野塘或溪流河川的淡水魚類相，彌補其他採集方法調查資料的

不足。其規格總長為 5 m、寬為 30 cm，入口孔徑為 8 cm × 12 cm，網目大小為 1 cm。

所有捕獲魚類除計數外，均以數位相機拍照背、腹側面特徵後當場釋放。

B. 蝦蟹螺貝類

徒手採集法：主要用於螺貝類以及環節動物的採集，以 1 m² 為採集面積。另外如發現大量絲蚯蚓則以 1cm² 為採集面積。

蝦籠誘捕法：於籠內放置餌料(商業誘餌)以吸引蝦、蟹類進入，於各測站分別設置 2 個籠具，並放置 3 夜。蝦籠規格有 10 cm × 29 cm 與 16 cm × 36 cm 兩種。

地籠誘捕法：又稱長城網或蛇籠，在網籠中，放入誘捕之餌料，以吸引中小型魚類進入陷阱籠具中，此為有效的採集方法，可以記錄更加完整的湖泊、野塘或溪流河川的淡水魚類相，彌補其他採集方法調查資料的不足。其規格總長為 5 m、寬為 30 cm，入口孔徑為 8 cm × 12 cm，網目大小為 1 cm。

可以鑑定種類當場記錄後釋放，無法鑑定物種則以數位相機拍照分類特徵同樣當場釋放，未能鑑定則以 70% 酒精固定，攜回實驗室以顯微鏡觀察鑑定其種類。

C. 水生昆蟲：

水域環境可分為流動式水域以及靜止水域(如：湖泊、池塘、草澤、溼地)，採樣方法需依照環境特性選擇適當方法。流動式水域主要依據 1993 年(82)環署檢字第 02198 號公告 NIEA E801.30T「河川底棲水生昆蟲採樣方法」進行採集，其採集方法及保存，分別敘述如下。

(1)採集方法：

於溪流湍急環境採樣時在沿岸水深 50 公分內，以蘇伯氏採集網，採集 2 網，此網之大小為長寬高各 50 公分，網框以不銹鋼片製成，網袋近框處以帆布製成，網袋部分為 24 目 (mesh，每公分 9 條網線，網孔大小為 0.595mm) 之尼龍網製成。水棲昆蟲採樣先在下游處置放一濾網，再將石頭取至岸邊，以防部分水棲昆蟲隨水流流走。較大型的水棲昆蟲以鑷子夾取，而較小型的水棲昆蟲則以毛筆沾水將其取出。

於靜止水域環境中使用 D-frame 水網，可在水草叢生的湖泊、池塘區域內進行取樣動作。在取樣水域之中做總共 3 次的取樣動作 (jabs or kicks)：戳(jab)的取樣動作是由將網子用力地戳進富含生物的棲地之中達 0.5 m 的直線距離；踢(kick)的取樣動作則是先將網子放置好，然後驅趕網子上游處 0.5 m² 範圍內的生物。每做 3 次取樣動作之後，將取得的東西藉由乾淨、流動的水在網中清洗二到三次。如果發生阻塞的話，就拋棄網中的物質然後在另一處同類型的棲地之中重新取樣一次。在清洗和檢視完生物之後，將大型的碎片殘渣移除，將所有找到的生物放到樣本瓶中。較大型的水棲昆蟲以鑷子夾取，而較小型的水棲昆蟲則以毛筆沾水將其取出。

(2)保存：

採獲之水棲昆蟲先以 70% 酒精固定，記錄採集地點與日期後，帶回實驗室鑑定分類。標本瓶上記錄採樣時間、地點及採集者名字。樣品在 10 日內完成鑑定及計數。

D. 名錄製作及鑑定：

所記錄之種類依據邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II.物種名錄」(2008)、中央研究院生物多樣性研究中心之台灣貝類資料庫(<http://shell.sinica.edu.tw/>)、中央研究院之台灣魚類資料庫(<http://fishdb.sinica.edu.tw/>)、行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告之「保育類野生動物名錄」及水生昆蟲名錄製作依據

邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(2008)。分類主要參考津田(1962)、川合(1985)、松木(1978)、康(1993)、農試所(1996)、徐(1997)等研究報告，進行名錄製作以及判別其稀有程度、特有種及保育等級等。

最後應用 Hilsenhoff 之科級生物指標(FBI)評估水質之有機污染(Hilsenhoff, 1987)。

FBI	水質評價	有機污染物出現程度
0.00-3.5	極佳 Excellent	no apparent organic pollution
3.51-4.5	優良 very good	possible slight organic pollution
4.51-5.50	好 good	some organic pollution
5.51-6.50	尚可 fair	fairly significant organic pollution
6.51-7.50	尚待改善 fairly poor	significant organic pollution
7.51-8.50	差 poor	very significant organic pollution
8.51-10.00	極差 very poor	severe organic pollution

B. 水生優勢植物

A. 水生與水濱植被

包括水生植物、水濱植物的鑑識及其植群之優勢類群記錄。調查方式如下：

於湧泉濕地調查範圍內的水中植物及水濱沿岸 1 公尺內植物進行優勢維管束植物種類調查，包含原生、歸化及栽植之種類。

B. 鑑定及製作名錄

植物名稱及名錄主要依據「Flora of Taiwan」(Huang et al., 1993-2003)。將發現之植物種類一一列出，依據科屬種之學名字母順序排序，附上中名，並註明生態資源特性(徐國士, 1987, 1980；許建昌, 1971, 1975；劉崇瑞, 1960；劉瓊蓮, 1993)。稀有植物之認定則依據文化資產保存法(中華民國 94 年 2 月 5 日華總一義字第 09400017801 號)中所認定珍貴稀有植物，以及行政院環境保護署公告之「植物生態評估技術規範」(91.3.28 環署綜字第 0910020491 號公告)所附「臺灣地區稀特有植物名錄」。

C. 水體水質

水質採樣設備以甘末爾(Kemmerer)採水器或不銹鋼伸縮式採樣器採集河道或湖水。水質因子測定分為現場水質測定及實驗室水質分析兩大類。現場水質測定主要以 Hydrolab(mini sonde 4A, USA)測定現場水體溫度(後簡稱：溫度)、溶氧(DO, dissolved oxygen)及酸鹼值(pH)等水質資料。實驗室水質分析主要將樣區水樣採回後做進一步的水質檢測分析，其檢測項目包含濁度(turbidity；行政院環境保護署環境檢驗所(環檢所)，2005a)、總懸浮固體(TSS, total suspended solids；環檢所，2003a)、化學需氧量(COD, chemical oxygen demand；環檢所，2007a)、生化需氧量(BOD, Biochemical Oxygen Demand；環檢所，2001)及葉綠素(Cha, chlorophyll a；環檢所，2004)等水質重要指標。此外為有效了解水質與底棲動物的關係，亦針對水中氨氮(NH₄⁺，環檢所，2005b)與硝酸鹽(NO₃⁻)、亞硝酸鹽(NO₂⁻)及磷酸鹽(PO₄⁺，環檢所，2003b)進行分析。

最後計算之河川污染指標(RPI)為國內各環保及相關單位最常使用的河川水質指標。此指標乃最早由台灣省水污染防治所自民國65年起即引用自日本的河川污染分類法，其點數和積分分類如下表所示。RPI特點為計算方法簡單易懂，四項參數權重相等，RPI值介於1至10之間，可使民眾較易瞭解水質之變化。

污 染 程 度 監 測 值 平 均	未 受 污 染 稍 受 污 染	輕 度 污 染	中 度 污 染	嚴 重 污 染
溶 氧 量 (DO)	> 6.5	4.6-6.5	2.0-4.5	<2.0
生 化 需 氧 量 (BOD ₅)	< 3.0	3.0-4.9	5.0-15.0	>15
懸 浮 固 體 (SS)	< 20	20-49	50-100	>100
氨 氮 (NH ₃ N)	< 0.50	0.50-0.99	1.0-3.0	>3.0
點 數	1	3	6	10
積 分 (點 數 平 均 值)	<2.0	2.0-3.0	3.1-6.0	> 6.0

D. 環境人為利用類型

人為利用(Utilitarian)可泛指強調在環境或動植物供人類利用的價值上。在台灣的低海拔或中海拔等地區，許多水域棲地已被用做各項活動場所或自然資源之取得場地。本研究將在各湧泉現地調查發現之人為利用狀況進行分類，人為利用的判識依據現場目視調查或口訪進行，其利用類型分為A、B、C、D、E級，級數由A至E依序表示人為利用程度愈大，詳細內容如下表：

利用類型	利用程度	概述
A	無或低度利用	無使用或水源獲取一棲地並無被人為使用、地理位置偏遠附近無居民而幾乎完全沒有人類蹤跡、或只有少數當地居民做為部分生活用水。
B	低度利用	示範生態園區或環境教育一棲地通常被營造作為水域生態示範區，有些已設立解說步道或做為生態教育場所，對環境造成無或低壓力。
C	中度利用	親水觀光或垂釣一交通便利甚至遊覽車可輕易到達，通常被作為民眾休閒場所，有環湖步道或觀景台等公共設施。也有部分地點觀光客較少但被用做休閒垂釣。
D	高度利用	農耕、養殖、泡湯、洗滌一湧泉水源或棲地經常被居民使用，包括抽水引水用做灌溉或畜養、部分棲地被水泥化做為洗衣坑或變成游泳池或泡湯池。
E	完全利用	無水源、封井或棲地因利用而改變一因為早期就被用做聚落的生活用水來源而被水泥化、因不同原因導致水源枯竭或出現明顯枯水期、或棲地完全人工化做為泳池或泡湯池。

E. 環境與原生物種數級分

環境與原生物種數級分：基本上此評估方式是以原生水生生物物種數或科(魚類、底棲無脊椎、水生昆蟲、水濱植物)、水質指標及土地自然度等六個評點項目，分別由調查所得給予一對應之點數，各項之點數從最低0分至最高3分，數值越低表示物種數(科)、污染程度或自然度愈低，再由六個項目之總積分(最高18)繪製雷達圖(2008 中村等人)進行各棲地狀況評估討論，詳細內容如下表：

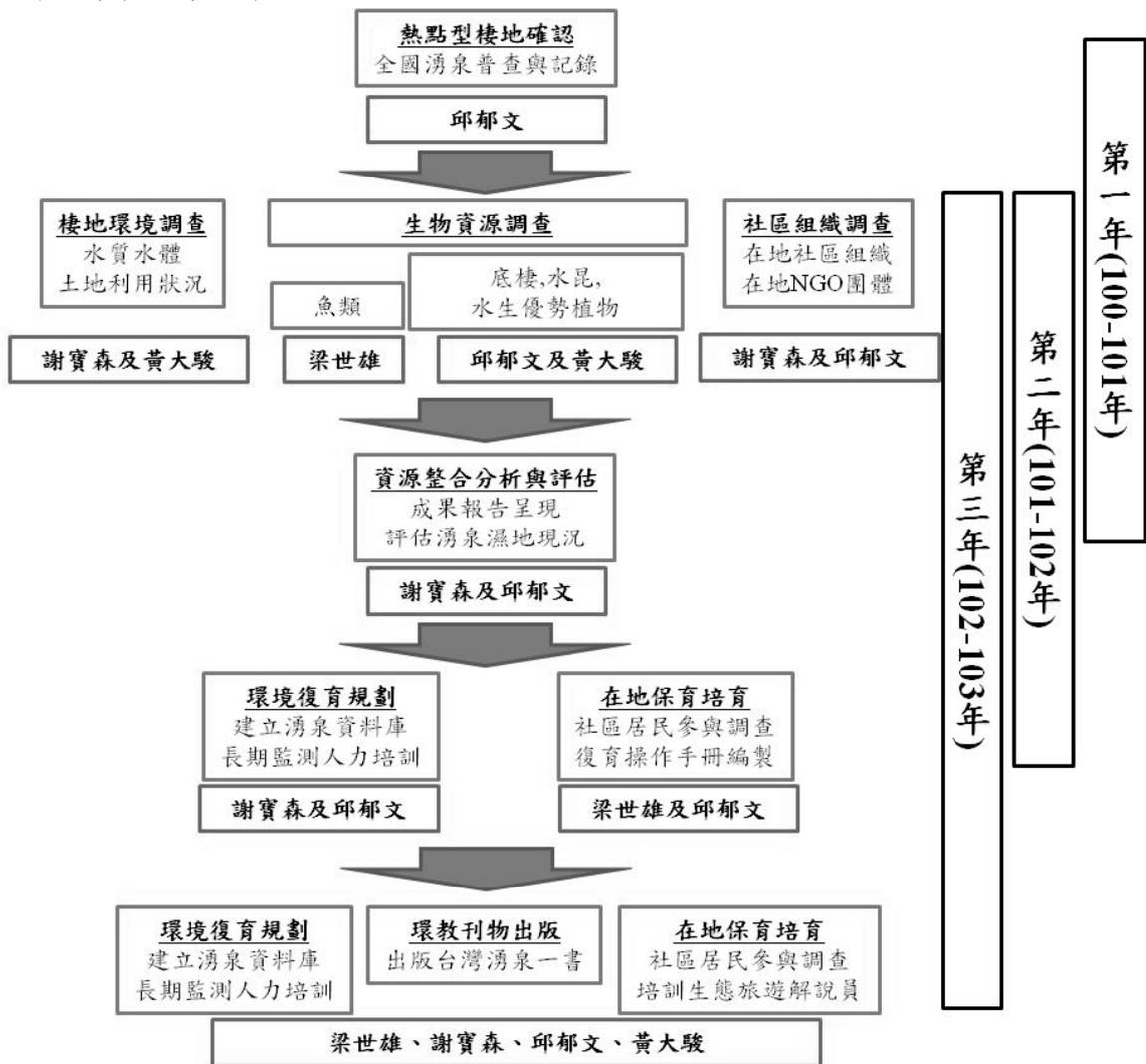
級分	原生魚類	原生底棲	水昆(科)	原生水濱植物	水質指標(RPI)		自然度(3)
3	≥5	≥5	≥5	≥5	2.0以下	未(稍)受污染	75-100
2	3-4	3-4	3-4	3-4	2.0~3.0	輕度污染	50-75
1	1-2	1-2	1-2	1-2	3.1~6.0	中度污染	25-50
0	0	0	0	0	6.0以上	嚴重污染	0-25

二、 分工與工作流程

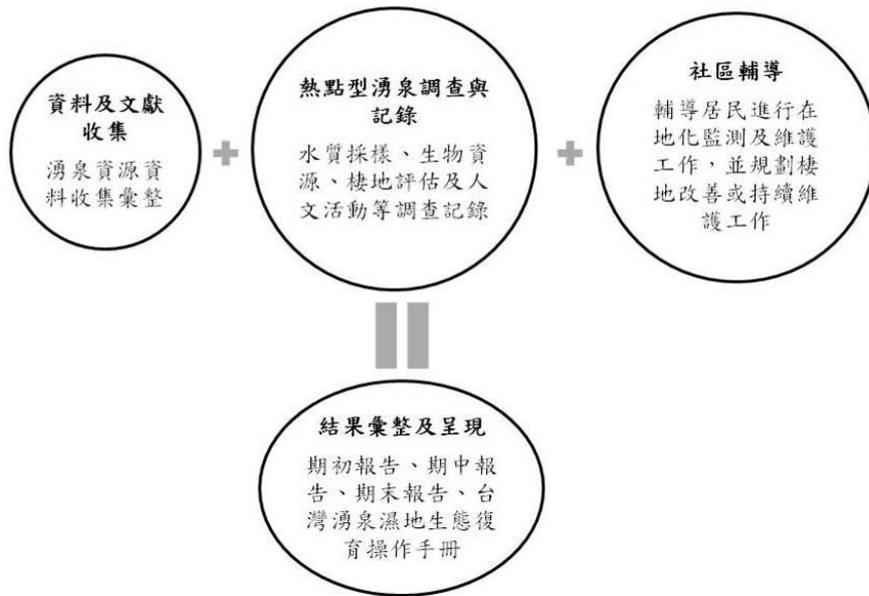
環境與生物調查

評估分析

永續利用



柒、 工作流程與進度規劃



全國湧泉濕地-調查工作流程圖



全國湧泉濕地-調查工作進度

捌、 研究結果

一、 各測站描述、水質及水生生物資源調查

目前本研究已針對 11 個監測湧泉樣站(高雄市—美濃柳樹塘、大崗山湧泉、柴山湧泉；屏東縣—玉泉村湧泉、港仔村湧泉、埤仔頭湧泉、香蕉灣湧泉、五溝水湧泉；台東縣—玉龍泉湧泉、琵琶湖、都歷湧泉)進行了秋季(101 年 11-12 月)、冬季(102 年 1-2 月)、春季(102 年 4-5 月)及夏季(102 年 7-8 月)四季調查，詳細調查結果如下：

樣站 1、美濃柳樹塘

A. 地理位置及樣站描述：

美濃柳樹塘位於高雄市美濃區龍肚里內(圖 1，表 4)，位於山區內一處山麓，尚屬於自然環境湧泉，埤塘四周護岸以土堤為主並以禾本科植物為主，西側埤岸有一座遊憩觀景台。埤塘北側山坡林地部分為墓園，南側則主要為林地，西側則還有兩處面積較小的低窪地，東側則主要為農地。埤塘中除了有一處陸島上的柳樹，水面一半的面積被人為栽種的荷花所覆蓋，許多鷺科鳥類也在埤塘邊樹上築巢棲息。柳樹塘水質略濁，底質主要以底泥為主，水源除底部的泉水，也匯集四周大量的雨水。水生環境四季並無明顯變化。

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，美濃柳樹塘四季的污染程度 RPI 為 1、2.25、2.25 及 2.25，屬於未受(稍受)污染程度及輕度污染程度，說明了美濃柳樹塘屬於水質良好的狀態。詳見表 5。

C. 水生生物：

本研究四季調查：共發現魚類 5 科 8 種，雖然其中 4 種(佔魚種的 50%)為對環境的適應性很強且肉食或雜食性的外來種(豹紋翼甲鯰 *Pterygoplichthys pardalis*、尼羅口孵非鯽 *Oreochromis niloticus niloticus*、橘色雙冠麗魚 *Amphilophus citrinellus*、線鱧 *Channa striata*)，但也有原生種半紋小鮑(*Puntius semifasciolatus*)— 2012 淡水魚紅皮書接近受脅 Near Threatened (NT)、目前已知臺灣分布於南部高雄及屏東各地溪流中下游水域，受水域污染及大量使用農藥，現已難看見野生族群的小型魚類；高體鱗魮(*Rhodeus ocellatus ocellatus*)— 色彩豔麗小型魚類，但生殖行為特殊，可當觀賞用魚，也是教學的好題材，唯平地不斷開發及棲息環境受污染，數量漸減少中的、並具有特殊的生殖行為，繁殖期時，成熟雌魚藉著很細長的產卵管，伸入二枚貝(蚌類)的水管中，將卵產於二枚貝內部，藉此受到充分的保護，再由雄魚上前授精，進而完成受精及孵化的程序。孵化後的仔魚仍繼續會停留於二枚貝的鰓瓣間，利用二枚貝的呼吸運動，亦能得到所需要的氧氣，直到卵黃囊消化殆盡，才會離開二枚貝，出去覓食，展開另一階段的生活；極樂吻鰕虎(*Rhinogobius giurinus*)常棲息於河川淺流、淺灘的圓石和漂石間，因其腹鰭特化為吸盤，有助於急流中棲息、並產卵黏附在石頭下；餐(*Hemiculter leucisculus*)— 是低海拔常見之魚類，喜歡群聚棲息於溪流、湖泊及水庫等水體之上層，主要攝食藻類，也食高等植物碎屑、甲殼類及水生昆蟲等，繁殖力及適應性強，能容忍較汙濁之水域。

底棲生物 6 科 6 種，除了常見的螺貝類底棲生物如石田螺(*Sinotaia quadrata*)、小椎實螺(*Austropeplea ollula*)，還有較不易發現的圓口扁蝨(*Gyraulus spirillus*)及通常棲息於湖泊、水庫、河川中、下游或稍具鹽分且水流較平緩之河口域的日本沼蝦(*Macrobrachium*

nipponense)，此外，本研究也發現台灣最普遍的本土澤龜、野生族群龐大，但近年來已遭外來種巴西龜(*Trachemys scripta*)威脅而逐漸減少中的斑龜(*Mauremys sinensis*)及原分佈於台灣、日本、韓國、越南及中國大陸，西伯利亞南部亦有分佈，現已被多數國家引進養殖的中國鱉(*Pelodiscus sinensis*)。

水生昆蟲發現 5 目 12 科，科級生物指標(FBI)介於 1.45-5.50，屬於極佳(excellent)至好(good)水質，最常見為搖蚊科 Chironomidae、仰泳蝽科 Notonectidae、蚊科 Culicidae 及四節蜉蝣科 Baetidae。水生及水域周邊優勢植物 4 科 4 種，四季組成並無明顯差異，但湖面大量的蓮(*Nelumbo nucifera*)有明顯盛開及枯萎季節差別，形成特殊景色。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

D. 周遭土地利用情況：

美濃柳樹塘位於高雄市美濃區龍肚里，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。由衛星影像判識，該區域土地利用主要有四大種類，分別為林地，屬於自然度 3。其次樣點附近有 3 個小水池，屬於自然度 1。第三種為農地，屬於自然度 2。另外亦有少量的裸露地，屬於自然度 1。見圖 1，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 C(中度利用-親水觀光或垂釣)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 15、13、11 及 10，表 11。

樣站 2、大崗山湧泉

A. 地理位置及樣站描述：

大崗山湧泉位於高雄市田寮區內(圖 2，表 4)，大崗山東側山麓，崗安路西側的朝元寺旁。周圍尚屬於自然環境型湧泉，但地面源頭面積小並已經被加上水泥井並有抽水機裝置，泉水被周圍居民用作日常生活及灌溉芋頭田用水，顯示水源相當清澈。泉水大部分被抽走使用，少許泉水由水泥井一處洞口流出後，滲入東側停車場下排水溝。湧泉西側及北側主要為果園，動側停車場及南側為朝元寺。除不定時有人工除草，四季並無明顯變化。

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，大崗山湧泉兩季的污染程度 RPI 皆為 1，屬於未受(稍受)污染程度，說明了大崗山湧泉屬於水質良好的狀態。詳見表 5。

C. 水生生物：

本研究秋季及冬季調查：皆無發現任何魚類；但是底棲生物多達 9 科 15 種，除了常見羅貝類的塔蝨(*Thiara scabra scabra*)、瘤蝨(*Tarebia granifera*)、網蝨(*Melanoides tuberculatus*)、錐蝨(*Stenomelania plicaria*)、小椎實螺、囊螺(*Physa acuta*)，還有較少見的圓口扁蝨(*Gyraulus spirillus*)。還有甲殼類的粗糙沼蝦(*Macrobrachium asperulum*)、臺灣米蝦(*Caridina formosae*)、齒額米蝦(*Caridina serratirostris*)、還有 2007 年才被發現南部才有且少見的新種赤炭新米蝦(*Neocaridina sacca*)，此外，這裡還有表示水質乾淨的溪澤科蔡氏澤蟹(*Geothelphusa tsayae*)及拉氏清溪蟹(*Candidiopotamon rathbunae*)。

水生昆蟲發現 3 目 8 科，科級生物指標(FBI)介於 2.00-5.00，屬於極佳(excellent)至好

(good)水質，最常見為弓蜓科 Corduliidae、勾蜓科 Cordulegastridae 及搖蚊科 Chironomidae；水生及水域周邊優勢植物 3 科 3 種，除了水井邊有不定時除草及芋頭田收割情況，四季並無明顯差異。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

D. 周遭土地利用情況：

大崗山湧泉位於高雄市田寮區，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。由衛星影像判識，該區域土地利用主要有四大種類，分別為林地，屬於自然度 3。其次為建地，屬於自然度 0。第三種為裸露地，屬於自然度 1。另外有水池，屬於自然度 1。見圖 2，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 D(高度利用-農耕、養殖、泡湯、洗滌)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 11、11、13 及 10，表 11。

樣站 3、柴山湧泉

A. 地理位置及樣站描述：

較屬於聚落文化型湧泉。本研究第一季(秋季)乃針對登山步道口旁的龍巖冽泉進行調查，但日後與柴山會及柴山生態教育中心聯繫與合作後，冬季調查增加了“石頭公廟”(圖 3，表 4)樣站。此樣站位於龍巖冽泉南方，鼓山國中後方，石頭公廟前方水渠。雖此區水淺及水源主要來自社區之民生廢水，但水渠山壁側仍有不少的湧泉滲水匯入，使得水質雖然有優氧化現象及些許臭味，但是部分水體仍屬清澈。

龍巖冽泉位於高雄市鼓山區柴山東麓龍泉寺旁(圖 3，表 4)，柴山地形是經過數百萬年地殼擠壓運動，海底隆起的珊瑚礁所構成，在礁石的岩縫中經常可見有地下水湧出，形成不少噴泉。在登山步道入口處左側有一大水塘，池塘旁邊設有八角亭一座。池塘中的水位隨季節不同，榮枯各異，其水量的來源就是來自上方的一口龍目井，名曰『龍巖冽泉』。龍巖冽泉即昔日柴山東側多處礁岩裂縫有冷泉奔湧而出，汨汨不絕，孕育眾生，從平埔族、到漢人，猶如打狗的血脈，青翠山巒、加上山緣多處奔湧的冷泉，清朝時將此壯觀的地景稱「龍巖冽泉」。如今，因為無節制的開發，到現在僅剩北登山口旁的龍目井在雨季尚有清澈的冷泉奔湧而出，如 2012 年 6 月 12 日經過幾日大雨，及 2013 年最後一季調查後的 8 月 29 日在康芮颱風連日豪雨過後泉水才湧出。

因為在地社團組織(柴山會及柴山生態教育中心)的積極參與，本研究本年度開始與在地社團組織密切合作，針對柴山地區廣大區域的湧泉生態進行探勘、研究及輔導自我監測。為進行在地社區志工巡守監測工作，柴山湧泉區域因地理位置及環境棲地不同被分為三個區域：北柴山、南柴山及西柴山(詳見研究結果第捌章第四節)。

北柴山湧泉水源主要來自龍巖冽泉出水口，環境鄰近內惟多為人工水泥渠道，多位外來種大肚魚；

南柴山鄰近壽山動物園、壽山國中及柴山國家自然公園，多為人工溝渠及部分為自然溪床，為發現鱸鰻、塘鱧、字紋弓蟹、貪氏沼蝦及馬卡道區；

西柴山則主要有二區域，包含仍屬於自然淺流的百年欖仁樹區(為發現馬卡道澤蟹及米蝦區)及已大部分被人為利用(菜園及水泥池)的沙灘湧泉區(為發現陸蟹及寄居蟹區)。百年欖仁樹區因位置較偏僻且屬於軍方及國家自然公園範圍，除部分區域曾被山友利用做為休閒區外，目前仍屬自然淺流棲地。沙灘湧泉位於中山大學文學院西北方約 100 公尺，屬國立中山大學範圍。湧泉水由柴山西側山壁終年不斷滲出，水量不大未匯流成

溪。在較高較平緩的山壁有民眾搭設有水泥地板的簡易休息區及開闢菜園，並攔截泉水做為飲用及灌溉使用。而在山腳與海岸沙灘交接處有幾處泉水滲出，泉水也未匯流成溪而是短距離漫流後沒入沙灘。民眾將小區塊的山腳沙灘利用水泥及礫石水泥化形成二小水池，並搭建簡易竹棚，供前來海邊戲水及游泳的民眾使用。

目前已辦理多場湧泉生態講座、湧泉流域現勘及社區監測教育訓練(詳見研究結果第捌章第三節)，並已經完成“柴山湧泉生態水生生物資源監測【調查手冊】”一書，希望輔導在地志工對當地特有的湧泉生態進行自我監測及巡守保護。

B. 水質資料：

龍巖湧泉秋冬季調查時仍為枯水而無資料；石頭公廟冬、春季夏季調查的污染程度RPI分別為3.5、3.5屬於中度污染程度及2.25輕度污染，其中冬季與春季的氨氮(NH₃-N)為2.09及1.58 mg/L屬於中度污染的程度，說明了此區受到了民生廢水污染的現象；而湧泉水的低溶氧特性及生活污水的水體也使得此區的溶氧(DO)2.12、4.01及3.71 mg/L屬於中度污染的情況。詳見表5。

而由HOBO Pendant溫度照度記錄器長期連續記錄之柴山各處之水溫及照度顯示，因湧泉水體大小、湧水量及遮蔽度不同，而有所不同。例如在石頭公廟，6-7月資料顯示雖然日照在每天有級距的變化，白天中午明顯日照增加，但是水源穩定使水溫都在25.7-26.1攝氏之間穩定；百年欖仁樹的湧泉海拔較高水量較小，因此容易受到上方樹木遮蔽或陽光直曬影響，水溫在照度較大時上升，在25.4-28.2攝氏之間；而沙灘湧泉之記錄器設置在半山腰私闢休息區的小蓄水池(山友接管區水用)內，水源穩定但可能被山友整理水池時干擾，但是大致上與百年欖仁樹類似，容易受到上方陽光直曬影響，水溫在照度較大時上升，在23.8-34.6攝氏之間。由長期記錄器資料，可發現夏季柴山湧泉最低溫為23.8-25.7之間。

C. 水生生物：

龍巖湧泉泉水於社區內皆為人工化環境，無任何水生生物。而石頭公廟物調查共發現魚類2科3種，其中發現過一隻次的褐塘鱧(*Eleotris fusca*)—臺灣各地溪流或河川未受污染的中下游以及河口區可見、暖水性淡水中小型底棲魚類，生活於河川及河溝的底層，喜歡棲息在河口或偶入河流的下游水域，以及有泥沙、雜草和碎石相混雜的淺水區。此外，大量為外來種(超過魚種的50%)的食蚊魚(*Gambusia affinis*)—其對於環境污染的耐受力強，可以在污染的水域或低溶氧的環境下生存、雜食偏肉食性，以浮游動物、如孑孓等之水棲昆蟲及碎屑為食。由於為了滅絕蚊子之幼蟲而引進本種魚類，其族群大量繁衍已造成原產的卵生青鱈魚的族群逐漸消失，而幾乎滅絕；及外來種的孔雀花鱈(*Poecilia reticulata*)—棲地多樣化，主要棲息於淡水流域及湖沼之外，甚至在市鎮的下水溝可發現。孔雀魚繁殖能力強，並能耐受污染的水域，具群集性。雜食性小型魚種，以藻類、水生昆蟲及有機碎屑等為食。

雖然北柴山人工環境較少水生生物，但是綜合北南西柴山湧泉所有記錄的底棲生物多達14科20種，除了常見螺貝類的外來種福壽螺(*Pomacea canaliculata*)，還有原生種塔蜷、瘤蜷、網蜷、小椎實螺、囊螺、山椒蝸牛一種(*Assimineia* sp.)，及較少見的台灣粟螺(*Stenothyra formosana*)、圓口扁蜷(*Gyraulus spirillus*)。甲殼類更除了俗稱過山蝦且有迴游的習性的貪食沼蝦(*Macrobrachium lar*)，還有雖然大半生棲息成長於淡水溪流，卻需要降海繁殖下一代，是屬於海洋型種類的字紋弓蟹(*Varuna litterata*，俗稱扁蟹)。而在西柴山的自然淺流的百年欖仁樹區更可發現柴山特有種馬卡道澤蟹(*Geothelphusa makatao*)及臺灣米蝦(*Caridina formosae*)，及已大部分被人為利用(菜園及水泥池)的沙灘湧泉區可發現多種陸蟹及寄居蟹，例如貪食沼蝦、字紋弓蟹、奧氏後相手蟹(*Metasesarma aubryi*)、林

頭蟹(*Scandarma lintou*)、肥胖後相手蟹(*Metasesarma obesum*)、細紋方蟹(*Grapsus tenuicrustatus*)、白紋方蟹(*Grapsus albolineatus*)、毛足陸方蟹(*Geograpsus crinipes*)、斯氏陸方蟹(*Geograpsus stormi*)、印痕仿相手蟹(*Sesarmops impressum*)、鱗形斜紋蟹(*Plagusia squamosa*)、角眼沙蟹(*Ocypode ceratophthalma*)、中華沙蟹(*Ocypode sinensis*)、毛足圓軸蟹(*Discoplax hirtipes*)、紫地蟹(*Gecarcoidea lalandii*)、灰白陸寄居蟹(*Coenobita rugosus*)、短掌陸寄居蟹(*Coenobita brevip manus*)、藍紫陸寄居蟹(*Coenobita violascens*)。可見乾淨的湧泉在高雄這樣的大都會市區已成了淡水生物重要的棲地。

水生昆蟲發現 3 目 5 科，科級生物指標(FBI)介於 1.00-6.00，屬於極佳(excellent)至尚可(fair)水質，最常見為搖蚊科 Chironomidae、水黽科 Gerridae 及蜻蜓科 Libellulidae；因石頭公廟水泥化水渠而無水生及水域周邊優勢植物。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

D. 周遭土地利用情況：

龍巖湧泉位於高雄市鼓山區柴山東側，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。由衛星影像判識，該區域土地利用主要有三大種類，最主要的土地利用為建地，屬於自然度 0。其次為林地，屬於自然度 3。第三種為裸露地，屬於自然度 1。見圖 3，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 E(完全利用-無水源、封井或棲地因利用而改變)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 6、8、7 及 7，表 11。

樣站 4、玉泉村湧泉

A. 地理位置及樣站描述：

湧泉區位於屏東縣九如鄉玉泉村中庄、溪底兩聚落的北方，以龍泉橋為中心點，全長約為 1000 公尺，寬約為 500 公尺(圖 4，表 4)。屬於農村水圳型態湧泉，湧泉形成水流，沿著東西方向流著，部分水質清澈，但是兩岸護堤的水泥化、沿岸居民養殖牲畜、種植農作物農藥、廢棄物的污染，愈往下游水質愈不理想。不久前被發現是螢火蟲重要棲地，屏東縣政府自民國 98 年起公告實施封溪護魚政策，由於復育成效良好，再加上村民亦有共識，願意共同維護自然生態，因此縣府自 2013 年 4 月開始公告為永久保育區，禁止任何方式採捕水生動植物。但是區外下游污染水仍持續排入水圳內。四季環境並無明顯變化。

根據屏東在地生態專家林穎明的調查，玉泉村動植物種類豐富，棲息著三種螢火蟲，分別是黃緣螢(*Luciola ficta*)、邊褐端黑螢(*Luciola* sp.)及臺灣窗螢(*Pyrocoelia analis*)，其中最特別的就是黃緣螢了。黃緣螢屬於水生螢火蟲，幼蟲需生活在水中，是台灣三種水生螢火蟲(黃緣螢、黃胸黑翅螢及條背螢)中分布最廣的種類，由於一般學者專家普遍認為高屏地區冬季少雨缺水，且南部地區溫度較高，是不會有水生螢火蟲存在的，所以目前的發現紀錄多分布於中北部，臺南以南的發現紀錄，目前只出現在屏東縣的九如鄉，推測原因應該是此地特殊的地理景觀所致，成因有三：(1)隘寮溪的扇前湧泉屬於淺層的伏流，加上當地的沙質土壤十分透氣，使得在水深超過 50cm，甚至一公尺的溪底，不時有清涼的湧泉湧出，降低了水溫。(2)湧泉水稀釋各處流入的豬糞廢水，讓水中氮磷的濃度不至過高，黃緣螢得以生存下去，甚至提供了螺類(黃緣螢的食物)的食物—藻類生長所需的營養。(3)當地的沙質土壤，提供了黃緣螢產卵、孵化及化蛹的最佳場所。(屏東縣教師會生態教育中心: 消失的湧泉火金姑!!)

此外，位於屏東縣九如鄉玉泉村的崇蘭溪舊圳口，屏東縣政府自民國 98 年起公告實施封溪護漁政策，已展現保育成效，目前溪水清澈，水草、魚類再現，螢火蟲數量也大增，已成為賞螢新祕境。縣政府表示，原本封溪護漁的公告已到期，但有鑒於此一保育政策已達成效，村民亦有共識，願意共同維護自然生態，因此已公告當地為永久保育區，禁止任何方式採捕水生動、植物。保育園區的範圍為崇蘭溪舊圳，全長 2,150 公尺，若從事違反公告的禁止事項，依漁業法第 65 條第 5 款規定，處 3 萬元以上 15 萬元以下罰款。(2013/5/28/欣傳媒/記者孫立珍/屏東報導)

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，玉泉村湧泉區(榮泉橋)秋季的污染程度 RPI 為 3.5，屬於中度污染程度，其中溶氧量 DO 為 4.24mg/L、生化需氧量 BOD 為 8.82 mg/L 屬於中度污染的程度，說明了玉泉區溪流水圳受到了畜牧廢水污染的現象；冬季的污染程度 RPI 為 1，則屬於未受(稍受)污染程度，說明了此區會因為有大量泉水匯入而仍有水質良好的狀態；春季的污染程度 RPI 為 5，則屬於輕度污染程度，其中溶氧量 DO 為 4.35mg/L、氨氮(NH₃-N) 為 3.35 mg/L 屬於嚴重污染的程度，說明了玉泉區溪流水圳受到了畜牧廢水嚴重污染的現象；而夏季的污染程度 RPI 為 2.25，屬於輕度污染程度，主要還是其中溶氧量 DO 為 4.40mg/L。由四季水質結果，玉泉村湧泉水質呈現不一致穩定狀態，除擁有湧泉原本 DO 較低之特性外，容易受到進入水體之其他污染水源影響。詳見表 5。

C. 水生生物：

本研究調查，共發現魚類 5 科 12 種，其中 2 種特有種為臺灣鬚鱨(*Candidia barbata*)—初級淡水魚、喜低溫而清澈的水域，游泳能力強，多棲息在河川中、上游及支流、其族群大多喜好在潭尾、潭邊的淺灘以及潭頭較緩流處活動；稚魚則會成群地聚集在溪流兩岸的緩流處覓食、雜食性，極為貪食及粗首馬口鱨(*Opsariichthys pachycephalus*)—初級淡水魚。喜好棲息於河川的中、下游及溝渠中水流較緩的潭區或淺灘、幼魚為雜食性，以藻類、水生昆蟲及有機碎屑為食；成魚為偏肉食性，以水生昆蟲、小魚及小蝦等為食。其他 4 種原生種包括適應力強的鯽、餐及現已難看見野生族群的小型魚類半紋小鮰—2012 淡水魚紅皮書接近受脅 Near Threatened (NT)、目前已知臺灣分布於南部高雄及屏東各地溪流中下游水域，受水域污染及大量使用農藥。最後，高達 7 種(超過魚種的 50%) 為強勢並耐污的外來種(鯉魚、豹紋翼甲鯰、食蚊魚、孔雀花鱒、尼羅口孵非鯽、馬拉關麗體魚、三星毛足鱸)，可見玉泉村面臨嚴重外來種問題。

底棲生物共發現 10 科 15 種，除了常見螺貝類的外來種福壽螺、原生種塔蝓、瘤蝓、網蝓、囊螺、台灣蜆(*Corbicula fluminea*)、圓蚌(*Anodonta woodiana*)，及較少見的結節蝓(*Stenomelania tortuosa*)及圓口扁蝓，還有本團隊 2009 年在此地發現的新記錄種多稜角螺(*Angulyagra polyzonata*)。甲殼類則有通常棲息於湖泊、水庫、河川中、下游或稍具鹽分且水流較平緩之河口域的日本沼蝦及陸封型、一般棲息在底質為石塊或沙石的溪流中上游，水庫與湖泊的多齒新米蝦(*Neocaridina denticulate*)，此外還有原分佈於台灣、日本、韓國、越南及中國大陸，西伯利亞南部亦有分佈，現已被多數國家引進養殖的中國鱉。雖然發現底棲無脊椎生物多為常見種，但是屬於難得的高生物多樣性的淡水棲地。

水生昆蟲發現 5 目 11 科，科級生物指標(FBI)介於 5.00-7.52，屬於好(good)至差(poor)水質，最常見為耐污性高的細蟴科 Coenagrionidae、耐污性中等的螟蛾科 Pyralidae 及四節蜉蝣科 Baetidae；水生及水域周邊優勢植物 5 科 5 種，除公所會清除河道中植物，大致上四季並無明顯差異，水生植物豐富但多為歸化種。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

D. 周遭土地利用情況：

屏東縣九如鄉玉泉村湧泉位於九如鄉玉泉村，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。屏東縣九如鄉玉泉村湧泉土地利用主要有以下四類：(1)農地，該樣區主要土地利用，屬於自然度 2。(2)建地，屬於自然度 0。(3)河流，屬於自然度 1。(4)養殖水池，屬於自然度 1。見圖 4，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 D(高度利用-農耕、養殖、泡湯、洗滌)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 8、12、9 及 9，表 11。

樣站 5、港仔村湧泉

A. 地理位置及樣站描述：

屬於自然環境湧泉。位於屏東縣滿州鄉港仔村，港仔漁港北方約 250 公尺，台 26 東西兩側(圖 5，表 4)。泉水由公路西側山壁滲出流入水溝，山壁邊及水溝中有許多螺貝類。泉水流過台 26 後繼續往海岸流下，在潮間帶硬底質珊瑚礁岩上形成水池，水池水體小且中有大量水藻。水體大小隨乾溼季變化，其他四季環境並無明顯變化。

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，港仔村湧泉區秋冬春季的污染程度 RPI 為 2、1、1.5，屬於輕度污染及稍(未)受污染程度，說明了港仔村海岸湧泉區屬於水質穩定良好的狀態；而夏季水量最大時卻污染程度 RPI 為 3.25 屬於中度污染程度，推測主要原因是雨水將周圍營養鹽帶入而導致的。詳見表 5。

C. 水生生物：

因為港仔村湧泉餵山壁滲水流進經水溝，位於潮間帶小水池，所以本研究魚類調查只發現魚類 1 科 1 種棲息於沿海、河川下游及河口區砂泥底質之底棲性魚類的花身鰱。

雖然棲地環境水體小，但是底棲生物仍有 4 科 10 種，其中因為擁有穩定淡水水源及靠近潮間帶，在山壁滲水出處路邊的水渠內有許多底棲生物如乾淨汽水水域的壁蜆螺(*Septaria porcellana*)及細斑蜆螺(*Neritina variegata*)、常見的原生種塔蝟、瘤蝟、網蝟、錐泉，更有幾種陸蟹如字紋弓蟹(*Varuna litterata*)、奧氏後相手蟹(*Metasesarma aubryi*)及肥胖後相手蟹(*Metasesarma obesum*)及灰白陸寄居蟹(*Coenobita rugosu*)。

因為靠近海岸，水生昆蟲只在春夏季發現 1 目 2 科，科級生物指標(FBI)介於無義值 -0.81，屬於極佳(excellent)水質，為水手蟲科 Corixidae 及水黽科 Gerridae；因水體小河道水泥化及靠近海岸，無明顯水生及水域周邊優勢植物，四季並無明顯差異。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

D. 周遭土地利用情況：

屏東縣滿州鄉港仔村湧泉區位於屏東縣滿州鄉港仔村，是臨近太平洋海岸湧泉，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。在土地利用圖上，可以觀察到該樣點範圍共有五類，分別是：(1)佔最大面積的海洋(右下側，自然度 0)，(2)面積第二大的林地(左上側，自然度 3)，(3)面積第三大的草生地(上側中央帶狀，自然度 3)，(4)海岸礁岩(右下側，自然度)，(5)建地(左側，有港口與道路等，自然度 0)。見圖 5，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 A(無或低度利用-無使用或水源獲取)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 7、6、8 及 6，表 11。

樣站 6、埤仔頭湧泉

A. 地理位置及樣站描述：

位於屏東縣恆春鎮龍水里，墾丁國家公園範圍外邊緣，在屬於國家公園的龍鑾潭之東北側(圖 6，表 4)，因緊鄰國家公園而屬於保育熱點型湧泉。埤仔頭目前為一私人生態景觀池，湧泉泉水湧出位於埤仔頭旁，已被水泥井覆蓋，但泉水仍由井邊流出進入埤仔頭。生態池內水質清澈乾淨，有豐富的水域生態，且埤仔頭有一溢水口將水流入附近稻田水渠，提供水稻灌溉水源。四季環境並無明顯變化。

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，埤仔頭四季的污染程度 RPI 為 2.75、1、1 及 1，主要屬於未受(稍受)污染程度，只有秋季水量較少時屬於輕度污染程度，雖然其中溶氧量(DO)為 5.21 mg/L 屬於偏低的狀態，根據現場調查推測主要原因是原本就屬於低溶氧狀態的泉水在湧出地面後直接流入仍是靜止狀態的池塘，導致水體溶氧把保持偏低的狀態。詳見表 5。

C. 水生生物：

本研究調查共發現魚類 7 科 10 種，其中 1 種特有種的革條田中鱒鰱(*Tanakia himantegus*)—2012 淡水魚紅皮書接近受脅 Near Threatened (NT)、小型魚類色彩豔麗，生殖行為特殊，可當觀賞用魚，也是教學的好題材，但唯平地不斷開發及棲息環境受污染，數量漸減少中、並如同高體鱒鰱(*Rhodeus ocellatus ocellatus*)一樣，成熟雌魚具有很細長的產卵管，會將卵產於二枚貝內部，因而受到充分的保護，完成孵化的程序。而 4 種的原生種(餐、半紋小鮰、極樂吻鰕虎、花鰻鱺)：其中半紋小鮰(*Puntius semifasciolatus*)—2012 淡水魚紅皮書接近受脅 Near Threatened (NT)、目前已知臺灣分布於南部高雄及屏東各地溪流中下游水域，受水域污染及大量使用農藥，現已難看見野生族群的小型魚類；還有華盛頓公約附錄 2(族群數量稀少須有效管制)的花鰻鱺(俗稱：鱸鰻，*Anguilla marmorata*)—屬降河性洄游魚類，主要棲息於河流中、上游的底層或洞穴內，以魚類、蝦蟹等為食，亦偶而會爬行至陸地上攝食小型陸生動物，如蛙類。洄游至河口之鰻線約 5-6cm，起初均躲藏在泥沼中，白天全身隱藏在泥地中，只有露出一個頭部呼吸，到了夜晚即游出覓食。在春末夏初時，已逐漸成長至 10cm 左右，身體已呈橄欖綠色，是時台灣之雨季開始，下游之河水上漲，幼鰻即開始進行大規模之溯河。每隻鰻魚均有一定的勢力範圍，大都會固定一個深潭洞穴定居。在河川中的生活達數年或十數年之久。花鰻鱺在台灣曾列為保育類魚類，當時市場上的鱸鰻多屬進口，2009 年在專家學者研商後，認為資源恢復，且非臺灣的特有種，因而將本種魚移除保育類物種。外來種則 5 種(佔魚種的 50%)—耐污性雜食性且會壓迫原生種棲地及造成食物競爭的食蚊魚、尼羅口孵非鯽、三星毛足鱸；肉食性攻擊性強，攝食其他小型魚類或蝦蟹等無脊椎動物的斑駁尖塘鱧與線鱧。

底棲生物共發現 9 科 15 種，除了常見螺貝類的原生種塔蝟、瘤蝟、網蝟、囊螺、台灣蜆、圓蚌，甲殼類的日本沼蝦、長額米蝦(*Caridina longirostris*)及多齒新米蝦，也有較少見的結節蝟、圓口扁蝟及台灣粟螺。此外，本研究也發現台灣最普遍的本土澤龜、野

生族群龐大，但近年來已遭外來種巴西龜威脅而逐漸減少中的斑龜。雖然發現底棲無脊椎生物多為常見種，但是屬於難得的高生物多樣性的淡水棲地。

水生昆蟲發現 4 目 10 科，科級生物指標(FBI)介於 5.60-8.60，屬於好(good)至極差(very poor)水質，最常見為耐污性高的細蟪科 Coenagrionidae 與絲蟪科 Lestidae、還有水黽科 Gerridae；水生及水域周邊優勢植物 2 科 2 種，埤水深，有少量藍睡蓮外主要皆是歸化種巴拉草，其他類別秋冬兩季並無明顯差異。物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

D. 周遭土地利用情況：

屏東縣恆春鎮埤仔頭湧泉濕地屬於屏東縣恆春鎮龍水里，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。屏東縣恆春鎮埤仔頭湧泉濕地土地利用共計四類，分別是農地(面積最大，自然度 2)，林地(面積次之，自然度 3)，裸露地(自然度 1)。其中水池所在位置是湧泉所出現位置。見圖 6，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 B(低度利用-示範生態園區或環境教育)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 10、11、9 及 12，表 11。

樣站 7、香蕉灣湧泉

A. 地理位置及樣站描述：

位於屏東縣恆春鎮，香蕉灣生態保護區東南約 500 公尺，在台 26 屏鵝公路北側(圖 7，表 4)。位於墾丁國家公園範圍內，屬於保育熱點型湧泉。從台 26 公路北側的水溝可以發現源源不絕的清澈流水，水溝內便可發現溪蟹及螺貝類，循著水流逆流而上便會往北進入產業道路旁的野溪，繼續往北即可發現幾處水池。水池水源的主要來自北側的高位珊瑚礁山壁滲出之泉水，水池內水質清澈乾淨，擁有豐富的水域生態資源。因來自群山水的挹注，豐沛的地下水源、老熟原始森林，造就國內重要的陸蟹棲地，墾丁國家公園管理處也積極致力於教育宣導及執法，只是被公路切割為兩半的棲地，只有台 26 線以西劃入生態保護區，另一邊湧泉源頭處，卻是一般管制區。春耕之季，只見農民載著整車的農藥準備整地，恐怕影響下游保護區。蟹類雖起源於海洋，陸蟹卻能發展出適應陸地生活的習性。每年農曆 7 至 9 月的月圓前後是陸蟹繁殖季節，抱卵母蟹會在大潮來臨時趕到海岸線，將即將孵化的卵粒釋放於海洋中，孵化後的幼蟹再經歷浮游，返回海岸林，年復一年重複著這個節奏。連續幾年墾管處為此，在香蕉灣長度約 2 公里的路段封閉縮減 1 個車道方式，讓母蟹能平安過馬路產卵。台灣的陸蟹主要為地蟹科、相手蟹科與方蟹科種類。香蕉灣海岸林記錄到的陸蟹高達 5 科 24 種，為世界上同類型棲地之冠。其中的樹蟹全世界只在墾丁發現。

但是，湧泉流經農田附近的水被加以管截取部分水源至農田灌溉及蓄水養魚，而在公路附近的水道則早已被泥化，工程單位在施時為了施工的便利，將原本水道落差處以垂直泥工事取代之，對洄游性物種上溯過程產生極大的阻礙。四季環境並無明顯變化。而文獻記載(韓 2012)，附近農家的主人曾對當時作業員口出惡言，並在水道附近田裡噴灑農藥，這將會對此區物種多樣性豐富的地區造成危害。本團隊研究人員及大愛拍攝團隊在湧泉範圍調查及拍攝期間也曾經遭該園主惡劣對待。

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，香蕉灣的污染程度 RPI 為 2.75、1、1、2.25，秋季屬於輕度污染程度。溶氧量(DO)因該區屬於泉水源頭不遠呈現略低；而生化需氧量(BOD)雖然在秋季(9.39 mg/L)略高，但在冬季已恢復至稍(未)受污染程度；夏季水量較大時屬於輕度污染程度，應屬較多的低溶氧量(DO)的泉水造成。詳見表 5。

C. 水生生物：

本研究調查發現魚類 2 科 3 種，其中只有一種原生種—褐塘鱧(*Eleotris fusca*)，為臺灣各地溪流或河川未受污染的中下游以及河口區可見、暖水性淡水中小型底棲魚類，生活於河川及河溝的底層，喜歡棲息在河口或偶入河流的下游水域，以及有泥沙、雜草和碎石相混雜的淺水區。而 2 種外來種(超過魚種的 50%)相信來自湧泉旁養殖池溢出耐污性高的尼羅口孵非鯽及馬拉關麗體魚—為食性為肉食性，生性兇猛，主要以魚類、蝦類或昆蟲為食，並在臺灣的淡水域已建立族群，也造成了對臺灣原生魚種的威脅，對於臺灣的淡水域生態影響極大。

底棲生物共 9 科 16 種，除了常見螺貝類的原生種塔蝨、瘤蝨、網蝨、囊螺、山椒蝸牛一種，甲殼類的多齒新米蝦，也有較少見的圓口扁蝨、臺灣米蝦及齒額米蝦(*Caridina serratirostris*)。甲殼類更除了俗稱過山蝦且有迴游的習性的貪食沼蝦；雖然大半生棲息成長於淡水溪流，卻需要降海繁殖下一代，是屬於海洋型種類的字紋弓蟹；代表乾淨水質且為臺灣特有的溪蟹科如黃灰澤蟹(*Geothelphusa albogilva*)及銹色澤蟹(*Geothelphusa ferruginea*)及拉氏清溪蟹(*Candidiopotamon rathbunae*)；此外也有藍紫陸寄居蟹記錄。

水生昆蟲發現 6 目 10 科，科級生物指標(FBI)介於 0.67-2.45，屬於極佳(excellent)水質，最常見為彈尾目 Collembola、乾淨水質的蜉蝣科 Ephemeroidea、水手蟲科 Corixidae；水生及水域周邊優勢植物 4 科 4 種，除了旁邊水池栽培的台灣菱已被收割外，四季並無明顯差異，暫無發現歸化或其他栽培種。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

此外，根據不同調查方法之文獻記載(韓 2012)香蕉灣發現優勢魚種為吳郭魚，其他物種有兔頭禿頭鯊、黑鰭枝牙蝦虎和外來種的馬拉關麗體魚；甲殼類的優勢物種為石紋匙指蝦，其他還有附刺擬匙指蝦、雙帶匙指蝦、巨齒米蝦、大和米蝦、短額米蝦、真米蝦、衛氏米蝦、細額沼蝦、大和沼蝦、毛指沼蝦、貪食沼蝦、短腕沼蝦、郝氏沼蝦、拉氏清溪蟹、銹色澤蟹、字紋弓蟹和黃灰澤蟹；螺貝類分別為網蝨、細紋蝨、錐蝨、瘤塔、塔蝨、石田螺、台灣蝸和外來物種福壽螺。

D. 周遭土地利用情況：

屏東縣恆春鎮香蕉灣湧泉區位於屏東縣恆春鎮鵝鑾里，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。屏東縣恆春鎮香蕉灣湧泉區土地利用總計六類，分別是(1)海洋(左下側，自然度 0)，(2)面積最大的林地(自然度 3)，(3)面積第三大的草地(右側中央，自然度 3)，(4)海岸礁岩(左下側，自然度 1)，(5)建地(左下側，自然度 0)，(6)裸露地上側，自然度 1)。見圖 7，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 A(無或低度利用-無使用或水源獲取)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 11、13、12 及 12，表 11。

樣站 8、五溝水湧泉

A. 地理位置及樣站描述：

位於屏東縣萬巒鄉五溝水社區，是國內第一個依據新文資法所公告的「客家傳統聚落保存區」，南台灣北大武山下東港溪中上游的野溪，社區北側及內部擁有幾處湧泉源頭(圖 8，表 4)，屬於農村水圳湧泉。本濕地範圍包括整個五溝聚落及其環繞境內多處地下湧泉區，位於屏東縣中部萬巒鄉境內。東接赤山、萬金兩個平埔族村落，北有成德村，西鄰泗溝水，而南隔萬巒、佳佐為界。為一人文空間與湧泉濕地所構成之生態聚落。來自中央山脈豐富雨水入滲地表與匯流，東港溪中上游的五溝聚落位在屏東平原地下水—泰武沖積扇之扇端湧泉帶。終年有清澈的地下補助水源，許多對水質高度要求的物種，包括原生種魚類、水生及水域周邊優勢植物可在此處獲得庇護。人文聚落和環繞四周豐沛的地下湧泉，正是蘊育此地濃厚人文特質、優質農作及多元生態的重要泉源，也是東港流域許多珍貴物種在枯水期間的保種棲地。

目前該區域面對面臨了為了治水而要將河道水泥化的威脅，民間連署支持保留大武山下最後的湧泉溼地而提出了一下十大理由：1.大武山下五溝聚落湧泉匯流區，生物多樣性不可多得。2.此區為東港溪中上游絕無僅有的野溪，加上湧泉匯流，可說是水草的王國與樂園。3.野溪旁兩岸地勢低窪，是最天然的溼地，具有滯洪與涵養水源的功能。4.野溪旁兩岸的河岸帶，是具有高生物多樣性的區域，整治將打亂河道與洪泛平原之間的聯繫，減少了此地與主系統之間的季節聯繫與動態平衡。5.東港溪中上游支流污染與枯水期時，此區終年有湧泉匯集，保存了東港溪生物生態的基因庫。6.此區保存了過往的農村地景、土地紋理，對於文化生態歷史傳承無比重要。7.各地平地溪流因整治溝渠化時，五溝野溪保有潔淨的天然湧泉匯流，彌足珍貴。8.上游佳平溪五溝支流是生態多樣性最為豐富的地方，保留此段的原始地貌，才能讓母親之河發揮其生命力 9.此段是東港溪枯水期期間生物的避難所，具有不可替代性。10.全國唯一歷史聚落兼具自然湧泉、水圳、溼地，保育重於任何形式開發。(發起單位：屏東縣教師會生態教育中心)

於本研究秋季調查時，屏東縣水利局之工程尚未開始，五溝水湧泉仍保持其原本聚落及自然的湧泉生態面貌，但在本研究冬季(102 年 2 月)調查是便發現水利局聯外排水工程已經開始，同是鄉公所也在五福橋旁進行護岸維修工程。根據現場調查發現工程不只破壞原本河道生態、改變棲地，而且大量的泥沙也流入下游，造成整個湧泉生態流域水體變成黃褐色，水質的懸浮物也明顯上升(見圖 8、表 5)。本研究生態調查結果並無明顯差異的主要原因是本研究監測樣站主要針對較為偏僻的湧泉源頭，但是在工程下游之普查則明顯發現魚類及水生昆蟲數量下降，河道開始有泥沙沉澱，溪流河床棲地開始改變。夏季調查時湧泉下游生態區河道護岸進入後期工程，河道明顯變深變寬，因為上游排水增加導致水流速明顯增加，許多河床有原本的礫石底質變成泥沙底質。詳細五溝水湧泉環境大事記可參見表 12。

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，五溝水湧泉源頭的污染程度 RPI 為 1.5，屬於稍(未)污染程度。溶氧量(DO)因該區屬於泉水源頭而呈現略低；其他如生化需氧量(BOD)、懸浮物(SS)及氨氮(NH₃-N)皆顯示稍(未)受污染程度。但是，施工時下游的水質可發現明顯較源頭之懸浮物明顯上升，冬季 43.00 及春季 47.67mg/L，到了夏季雨量較大的工程後期才下降至 5.67 mg/L。見表 5。

而由 HOBO Pendant 溫度照度記錄器長期連續記錄之柴山各處之水溫及照度顯示，因湧泉水體大小、湧泉水量及遮蔽度不同，而有所不同。例如在湧泉水源頭水源穩定遮蔽性高，6 月資料顯示雖然日照在每天沒有級距的變化，白天中午日照增加，但是水溫都在

25.2-26.4 攝氏之間穩定；水流東(中游段社群內)6-7 月的湧泉水量穩定但遮蔽性較低，因此容易受到上方陽光直曬影響，水溫在照度較大時上升，在 25.0-28.0 攝氏之間(7/11-7/22 因為颱風暫時而將記錄器回收)。由長期記錄器資料，可發現夏季五溝水湧泉最低溫為 25.0-25.2 之間。

C. 水生生物：

本研究共發現魚類 9 科 14 種，其中特有種 3 種包括喜歡棲息於水流湍急、較高溶氧的溪流及較清澈的深潭底層中的臺灣石魚賓(*Acrossocheilus paradoxus*)、喜低溫而清澈的水域，游泳能力強，多棲息在河川中、上游及支流的臺灣鬚鱨(*Candidia barbata*)、底棲性且需要將卵產在石塊下的短吻紅斑吻鰕虎(*Rhinogobius rubromaculatus*)。原生種 4 種包括 2012 淡水魚紅皮書接近受脅 Near Threatened (NT)、目前已知臺灣分布於南部高雄及屏東各地溪流中下游水域，受水域污染及大量使用農藥，現已難看見野生族群的小型魚類半紋小鮠(*Puntius semifasciolatus*)；2012 淡水魚紅皮書接近受脅 Near Threatened (NT)、常見於低海拔，水質較清之河川、湖泊砂泥底之淺水域。以濾食砂泥中之植物碎屑、藻類及其它小生物為生的中華鰕(*Cobitis sinensis*)；夜行的底層活動魚類，食性廣，不僅捕食小魚、蝦，也攝食腐敗的動植物碎屑的鬍鯰(*Clarias fuscus*)、常棲息於河川淺流、淺瀨的圓石和漂石間，因其腹鰭特化為吸盤，有助於急流中棲息、並產卵黏附在石頭下的極樂吻鰕虎。而外來種有 7 種(佔魚種的 50%)，包括可能與原生種半紋小鮠競爭棲位的類小鮠(*Puntius orphoides*)、全身被覆硬質骨板，口部腹面，特化為吸盤狀口器，屬於底棲性碎屑雜食性魚，利用特化的吸盤狀口器刮食附着性的微小藻類生活。對於水質的污染容忍度很高，在低溶氧的中度污染水域仍可見其蹤跡的豹紋翼甲鯰(*Pterygoplichthys pardalis*)、食蚊魚、孔雀花鱔及尼羅口孵非鯽。

底棲生物 8 科 9 種，除了常見螺貝類外來種福壽螺及原生種石田螺、網蝨、囊螺，甲殼類則有西部中上游河川常見、陸封型無須降海釋幼的粗糙沼蝦(*Macrobrachium asperulu*)，也有通常棲息於湖泊、水庫、河川中、下游或稍具鹽分且水流較平緩之河口域的日本沼蝦及陸封型、一般棲息在底質為石塊或沙石的溪流中上游，水庫與湖泊的多齒新米蝦。五溝水湧泉底棲生物看似生物多樣性較低的原因，是因為定量調查樣站屬於湧泉源頭，其棲地較小、水溫較低及水量高低受乾濕季影響。五溝水其他湧泉流域還有許多其他底棲生物如塔蝨、瘤蝨、結節蝨、錐蝨、台灣粟螺、山椒蝸牛一種、小椎實螺、外來種梯形福壽螺等等。

水生昆蟲發現 8 目 19 科，科級生物指標(FBI)介於 3.20-8.11，屬於極佳(excellent)至極差(very poor)水質，最常見為耐污性高的絲蟪科 Lestidae、乾淨水質的指石蛾科 Philopotamidae、蜉蝣科 Ephemeraeidae、螟冬石蠅科 Taeniopterygidae，值得注意的是：春夏季物種數明顯下降及水質變差，主要原因是下游工程開始，水體變濁變深、流速變快及泥沙沉降覆蓋溪床；水生及水域周邊優勢植物 7 科 9 種，上游四季並無明顯差異，許多稀有物種零星少量的分布在各支流，但是下游因為排水工程而河道改變，水生植物數量變少，工程後河岸只要優勢物種變成含羞草(*Mimosa pudica*)或美洲含羞草(*Mimosa diplotricha*)。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

此外，此地還曾經記錄過瀕危或稀有物種如田亞麻科的探芹草、禾本科的類雀稗、玄參科的小花石龍尾、頰角鴉、大冠、彩鴉、東方蜂鷹、鱸鰻，不普遍物種翠翼鳩及脊紋鼓蟪，二級保育類雨傘節及三級保育類紅尾伯勞。

D. 周遭土地利用情況：

屏東縣萬巒鄉五溝水湧泉區位於屏東縣萬巒鄉五溝村，周遭土地利用情況與 102 年

度調查並無明顯變化。屏東縣晚巒鄉五溝水湧泉區的土地利用有五大類：(1)農地，此區主要的土地利用，屬於自然度 2。(2)建地，屬於自然度 0。(3)裸露地，屬於自然度 1。(4)河流，屬於自然度 1。(5)河道，屬於自然度 1。見圖 8，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 B(低度利用-示範生態園區或環境教育)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 14、14、10 及 10，表 11。

樣站 9、玉龍泉湧泉

A. 地理位置及樣站描述：

永安社區是鹿野鄉一處已經開發的高台地，也是十大經典農村之一，位於永安社區鹿寮及高台兩個主要聚落之間高台下方的玉龍泉，是一片保留豐富自然生態的原始林，經林務局補助開闢為鹿野鄉第一條生態步道，受到遊客的好評，是兼具教育、歷史人文意義的生態旅遊步道，更是熱門的生態旅遊最受歡迎的景點之一(圖 9，表 4)。玉龍泉是永安社區的重要野溪，屬於保育熱點型湧泉，千百年溪水沖刷，已經將永安台地侵蝕切割出一條小峽谷，在豐富的水源滋潤下，形成一個天然熱帶闊葉次生林，林相及生態豐富，當地民眾視為「靈泉」，每年端午節午時，全部村民會聚集取午時水，成為鹿野鄉的地方習俗之一(台東縣政府觀光旅遊網)。除當地社區偶爾割草整理環境，四季環境並無明顯變化。

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，玉龍泉秋季的污染程度 RPI 為 2.5，屬於輕度污染程度，生化需氧量(BOD)在 9.36 mg/L 略高，但在其他季時水質 RPI 已恢復至稍(未)受污染程度。詳見表 5。

C. 水生生物：

本研究共發現魚類 2 科 2 種，其中特有種臺灣鬚鱨較多，但應是普遍分布於西部各河川以及恆春半島西側的小溪流中，根據在地發展協會總幹事表示為他人放養造成。另外一種則是全台溪流、湖泊、水塘常見的極樂吻鰕虎 1 隻次。

底棲生物 7 科 10 種，除了常見螺貝類原生種瘤蜷、網蜷、小椎實螺、山椒蝸牛，也有較少見的圓口扁蜷，甲殼類更除了俗稱過山蝦且有迴游的習性的貪食沼蝦，還有西部中上游河川常見、陸封型無須降海釋幼的粗糙沼蝦，此外，這裡還有表示水質乾淨的溪澤科雙色澤蟹(*Geothelphusa bicolor*)及拉氏清溪蟹。

水生昆蟲發現 4 目 10 科，科級生物指標(FBI)介於 2.38-4.05，屬於極佳(excellent)至優良(very good)水質，最常見為乾淨水質的四節蜉蟬科 Baetidae 及網石蛾科 Hydropsychidae、幽蟪科 Euphaeidae；水生及水域周邊優勢植物 3 科 3 種，除社區會砍除太茂密優勢種的野薑花外，大致上四季並無明顯差異。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

D. 周遭土地利用情況：

玉龍泉湧泉位於台東縣鹿野鄉永安社區，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。由衛星影像判識，該區域土地利用主要是農業土地利用，屬於自然度 2，在樣點東側及南側主要為林地，屬於自然度 3，另外在林地及農地之間夾雜著面積不小的建地，

屬於自然度 0。見圖 9，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 B(低度利用-示範生態園區或環境教育)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 11、11、12 及 11，表 11。

樣站 10、琵琶湖

A. 地理位置及樣站描述：

琵琶湖位於台東市卑南溪河口南側的台東森林公園內(圖 10，表 4)，可視為保育熱點型湧泉。琵琶湖的形成是卑南溪地下湧泉不斷冒出的結果，之所以可以形成湖泊是因為它的出海口已經被沙嘴阻擋了。此湖泊因形狀恰似琵琶，而取名為「琵琶湖」。琵琶湖湖邊設有原木棧道、環湖步道、觀景水榭等措施，而湖邊成排的木麻黃與木造涼亭。湖水水位較低時水溫受日照而略高，水中植物幾乎皆為過長沙。四季環境並無明顯變化。

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，琵琶湖的污染程度 RPI 為 2.25，屬於輕度污染程度，生化需氧量(BOD)雖然在秋夏季(7.80mg/L)略高，但在冬及春季屬稍(未)受污染程度，表示琵琶湖水質隨季節變化，呈現良好水質。詳見表 5。

C. 水生生物：

本研究共發現魚類 7 科 9 種，其中原生種 3 種：棲息於沿岸砂泥底質地形的海域，而河口區或紅樹林等半淡鹹水海域亦常見其蹤跡，亦常侵入河川下游鰻一種(*Chelon* sp.)；暖水性淡水中小型底層魚類，生活於熱帶、亞熱帶地區的河川純淡水域及沿海之溝渠，屬於降河型迴游的珍珠塘鱧(*Giuris margaritacea*)；自然環境下純淡水溪流至汽水域都有分佈，對水質的接受度甚廣，河流中下游砂質底層的潛砂魚類，肉食性的條紋狹鰕虎(*Stenogobius genivittatus*)。外來種 6 種：包括初級淡水魚，適應性強，多棲息於水域中下層，而以富營養水域底泥砂質靜水域為主，較少棲息於流水域中，有集體群游習性，為雜食性魚類，以小型無脊椎動物與底棲動物為主的鯉(*Cyprinus carpio carpio*)；對於環境污染的耐受力強，引進台灣後其族群大量繁衍已造成原產的卵生青鱗魚的族群逐漸消失，而幾乎滅絕的食蚊魚；對環境的適應性很強，能耐受高鹽度、低溶氧及混濁水，與原生種競爭棲地的尼羅口孵非鯽；大型肉食性，危害其他原生物種的馬拉關麗體魚及線鱧。

底棲生物 5 科 7 種，因為琵琶湖屬於海岸型的濕地，所以相對較少底棲生物，但是在琵琶湖的最內側的淺池，可發現稀有的臺灣二級保育類動物，也被瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約列為第二級(CITES II)的柴棺龜(*Mauremys mutica*)、也發現台灣最普遍的本土澤龜、野生族群龐大，但近年來已遭外來種巴西龜威脅而逐漸減少中的斑龜、但是也有外來種巴西龜。此外，湖邊最容易發現的螺貝類主要是外來種福壽螺，其他底棲生物還有台灣常見的瘤蝨、錐蝨、小椎實螺及圓口扁蝨，但因為屬半淡鹹水而數量都不多。

水生昆蟲發現 5 目 9 科，科級生物指標(FBI)介於 2.91-7.80，屬於極佳(excellent)至差(poor)水質，最常見為耐污性高的細蟪科 Coenagrionidaeyu、乾淨水質的四節蜉蟬科 Baetidae、水手蟲科 Corixidae；水生及水域周邊優勢植物 2 科 3 種，水體穩定，植被四季並無明顯差異。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

D. 周遭土地利用情況：

琵琶湖位於台東縣台東市，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。該區域主要土地利用為林地，屬於自然度 3，次為草地，屬於自然度 3，建物集中於西南側，屬於自然度 0。見圖 10，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 C(中度利用-親水觀光或垂釣)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 12、12、12 及 11，表 11。

樣站 11、都歷湧泉

A. 地理位置及樣站描述：

位於台東縣成功鎮都歷部落，台 11 省道東側一處叢林內(圖 11，表 4)，屬於自然環境湧泉。湧泉靠近海岸地處較隱密，不易到達，必須從一處產業道路步行經過矮灌林才能到達。地下泉水在這裡形成 3 處大小不一的池塘，池塘水量變化不大，四周植被茂密，形成隱蔽性高的棲地並有水鴨停息，靠近海岸的湧泉水也形成了許多陸蟹及寄居蟹的良好棲地。池塘之前被當地居民用為飼養吳郭魚現的魚池，現應已荒廢，除了在地的信義社區發展協會的生態旅遊行程外，一般民眾及遊客都不易到達。四季環境並無明顯變化。

B. 水質資料：

根據水質檢測的結果，都歷湧泉的污染程度 RPI 為 2.5、2.25、2.25 及 2.25，皆屬於輕度污染程度。雖然其中溶氧量(DO)為 5.00、3.26 及 4.16 mg/L 屬於偏低的狀態，根據現場調查推測主要原因是原本就屬於低溶氧狀態的泉水在湧出地面後直接流入仍是靜止狀態的池塘及池中大量的外來種吳郭魚，導致水體溶氧把保持偏低的狀態；而推測夏季 BOD 略高的主要原因也是池中放養大量的外來種吳郭魚的結果。詳見表 5。

C. 水生生物：

本研究共發現魚類 2 科 2 種，其中數量占最多的是之前人為飼養在池內的外來種尼羅口孵非鯽，而另一種原生種數量較少的是適應力強，在各種類型的水體皆能存活，而水草雜生與泥質淺水域最多的初級淡水魚—鯽。

底棲生物多達 11 科 17 種，主要原因是自然度高的環境除了孕育了一般淡水常見種類(外來種福壽螺、原生種石田螺、瘤蟻、網蟻、錐蟻、台灣蜆、圓蚌、洄游性的貪食沼蝦)外，還有較不常見的圓口扁蟻、郝氏沼蝦以及不少的陸蟹，如字紋弓蟹、奧氏後相手蟹、灰白陸寄居蟹、短掌陸寄居蟹。此外，本研究也發現目前台灣記錄不多的特有種紅指陸相手蟹(*Geosesarma hednon*)。

水生昆蟲發現 3 目 8 科，科級生物指標(FBI)介於 2.00-5.00，屬於極佳(excellent)至好(good)水質，最常見皆為乾淨水質的仰泳蟻科 Notonectidae、水黽科 Gerridae、及田鱉科 Belostomatidae；水生及水域周邊優勢植物 2 科 2 種，水體穩定幾乎沒有人為干擾而四季無明顯差異。各物種名錄詳見表 6、7、8 及 9。

D. 周遭土地利用情況：

都歷湧泉位於台東縣成功鎮，周遭土地利用情況與 102 年度調查並無明顯變化。該區域東側緊鄰太平洋，屬於自然度 1，陸地上主要土地利用為林地，屬於自然度 3，林地

間部分區域為草生地，屬於自然度 3，在西北側有些許建地，屬於自然度 0，樣點附近為水池，屬於自然度 1。見圖 11，表 10。

E. 環境人為利用類型及環境與原生物種數級分：

環境人為利用類型為 D(高度利用-農耕、養殖、泡湯、洗滌)；秋季及冬季調查環境與原生物種數級分加總為 9、10、11 及 11，表 11。

二、 蒐集彙整國內外湧泉社區之經營方式

1. 湧泉研究機構範例－美國

Howard T. Odum 佛羅里達湧泉研究所 (Florida Springs Institute)

該機構是由 Dr. Robert L Knight 創立的非營利團體，Dr. Knight 目前也是該機構主任 (director)。此機構之創立目的為：

1. 推動佛羅里達之湧泉復育與保育
2. 以三年計畫為單位，每年評估佛羅里達州湧泉之變化及相關計畫進度
3. 協助民眾及政府進行湧泉保護及復育相關事務
4. 促進對湧泉保護及復育相關團體之合作

Dr. Knight 受教於 Dr. Howard T. Odum，並在銀泉(Silver Spring)完成博士學位，目前執教於佛羅里達大學環境工程系。他具有 30 年以上之湧泉濕地及水質分析之相關工作經驗，特別是過多營養鹽對於湧泉濕地水質、水生生物及生態系的衝擊與影響。

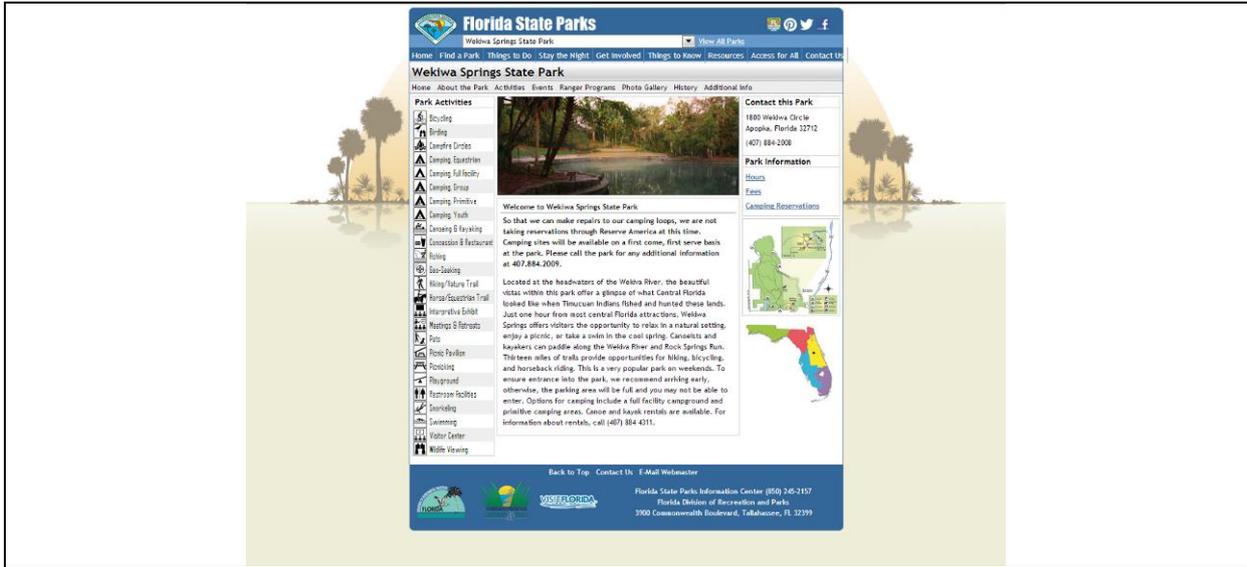
該機構於 2010 年 5 月創建，經費來源為政府委託計畫及私人捐獻。目前執行計畫如 The Silver Springs, Wekiwa Springs 及 Rock Springs 等 12 處湧泉之監測及生態系統層級之研究計畫，合作與協調單位包含：

1. 佛羅里達魚類及野生動物保育署(Florida Fish & Wildlife Conservation Commission)
2. 佛羅里達湧泉倡議(Florida Springs Initiative)
3. 佛羅里達公園管理處(Florida Park Service)
4. 聖約翰河流管理局(St. Johns River Water Management District)
5. 西南佛羅里達水體管理處(Southwest Florida Water Management District)
6. 三河流信託(Three River Trust, 私人非營利團體)

該機構每年也於 3 月份舉辦”湧泉保育高峰會”(Springs Conservation Summit)，本年度之會議於 2013 年 3 月 5 日在美國佛羅里達州 Otter Spring 舉辦。



Howard T. Odum 佛羅里達湧泉研究所 (Florida Springs Institute)網頁
<http://floridaspringsinstitute.org/>



佛羅里達州公園－Wekiwa Springs State Parks 網頁
<http://www.floridastateparks.org/wekiwasprings/>

2. 美國 Florida 湧泉管理及復育範例

A. Santa Fe River 湧泉復育計畫

問題：	處理對策：
<ol style="list-style-type: none"> 40%水量喪失 – groundwater pumping & 雨量減少。 污染 – 30 倍高的 nitrate – nitrogen 濃度。 	<ol style="list-style-type: none"> 購買土地。 保存水量，節省用水。 減少營養鹽排出（農藥肥料）。
水質及水量使用管理對策：	未來方向
<ol style="list-style-type: none"> 建立最低水量與水位(MFLs)之保護標準。 提高水費，節制使用水。 農業用水及私人水井記錄 現有用水量 and 用水率。	<ol style="list-style-type: none"> 建立 Santa Fe River 流域最佳管理策略並確實執行。 在湧泉流域之指定區域，限制肥料使用。 鼓勵改變作物為使用少量或無肥料之作物 提昇都會區、農業及排泄物廢水分解技術、提昇 nitrogen 之移除率。

B. Ichetucknee 湧泉及溪流復育計畫

問題	解決方法
<ol style="list-style-type: none"> 水量減少→減少 18-20%；乾旱，地下水使用（佛羅里達州北部及南喬治亞州）。 人類使用（公共用水、農業、私人用井、採礦／工業）。 水質：nitrogen 濃度上升→肥料、人類及家畜排放廢物以及農業、商業和都會區廢水 - 須至少減少 50%。 	<ol style="list-style-type: none"> 教育社會民眾及行政首長有關湧泉在經濟及生物多樣性。 建立階段性復育計畫，逐步減少流域內外使用地下水。 改善施肥及廢水處理。 分析復育計畫之成本及利益，發展階段復育計畫時間表，建立計畫執行之監測機制，以確認復育行動之在改善湧泉環境健康的效能。

3. 日本湧泉社區之經營方式

A. 針江湧泉生態社區



參訪滋賀縣高島市新旭町的針江社區，自京都搭車東海道本線新快速往敦賀到新旭站，步行 15 分鐘到達針江公民館，社區約有 170 戶人家，在 2004 年成立「針江生水の郷委員會」，針江社區建築物普遍為傳統日式一樓至二樓高度，多為木房。社區內有一處「針江公民館」為「針江生水の郷委員會」，公民館旁有一類似旅遊服務站，在此繳交解說導覽費用(1000 日圓)後，隨即由社區培力的解說人員開始解說且接受導覽時須配戴識別證。

社區內 70~80% 水源為湧泉水，隨處可見來自 20 公尺以下的湧泉湧出之出水口及水井。水溫全年維持在 12~13°C，社區利用湧泉水溫特性，在夏季時，居民可以利用湧泉保鮮食物及蔬果；冬季時，水經過戶外道路下的水道，可具有融雪的效果。社區內針江大川流經針江社區，早期水量豐沛河道可泊船，居民由針將大川將船駛進琵琶湖，進行漁業和航運。現在水道縮小，且水道堤岸現水泥化，但是堤岸壁底部有內凹的構造，高水位時可作為生物躲藏、避難、繁殖、休息的位置；低水位時，可增加水道容水體積、保護水生生物。水道有沉水型水生植物，如毛茛科的梅花藻。部分有高差的水道，均有設置小型水力發電機，可以提供路燈照明。此外導覽解說也提供取用湧泉水的竹筒水杯，可以自由飲用湧泉水，並比較飲用自來水和湧泉水的差異，借此讓參訪者瞭解傳統湧泉聚落的價值及加強對湧泉水可貴的認知。



在每年 3、5、7 及 11 月，居民會進行水道清理，7 月暑假時會舉辦一系列的參與體驗。社區位於地勢平坦地區，因此居民傳統以來就有使地下湧泉水可流動的方法，因此許多區與都裝設可以打氣至地下水層的裝置，這些裝置可以活化推動湧泉的流動，這是值得台灣學習的地方。

針江社區家居環境的主要特色是充分與湧泉水結合的生活方式，而最具代表的就是「水廚房」。在社區內，幾乎到處可見將水道經過住家時，住家會有設計出內凹進入住宅的小水池，同時將水引入住家廚房，這些引進或湧自廚房自有地湧泉水就可以洗滌、保存生鮮及清理碗盤油漬。而在這種標榜人水共生的水廚房，根據解說員說明早年時期，針江社區的水廚房約有 170 多處，現今保存良好約 120 多處，一般由 2~3 戶共用一組水廚房，因此維護清潔水質，互相監督的作用是社區的共識。若有污染水源的行為，可迅速發現並制止。而水廚房內所使用的洗滌劑是社區居民回收炸天婦羅剩下的油製作，因此是可分解的天然素材降低水質的影響。

社區居民在水廚房所養的魚中有鯉魚、還有錦鯉外，還有針江大川裡原生的其他魚類。這些水廚房內蓄養的鯉魚，除了清除廚餘，使流出的水不致汙染下游住家及最後流入的琵琶湖水質同時也是水質檢驗的指標生物。早期除協助清除廚餘之設施外，也有提供居民食用以補充動物性蛋白質來源，但是解說員說這些魚陪著她們一起成長，現在不在是蛋白質的來源，而是家庭的一員，更社區的一份子。為了防止鳥類從空中捕食，所以居民在水井及水道上方，均置放有細線，主要作用在於以保護岩魚。所以在參訪社區時會發現許多訪客驚訝水溝裡竟然有大群的，繞行社區內汗水廚房裡鮮豔華麗的大型錦鯉，不只吸引了大家的目光，而餵魚也成為一項娛樂。

在本區水圳內也發現對水質要求相當嚴格的川蜷標本，川蜷是水生螢火蟲幼生的餌料生物。因此，螢火蟲的復育，也是這邊觀光產業其中一環。藉由翻譯與社區居民訪談，了解社區如何善用環境資源，將湧泉資源維護後進一步發展並帶動相關產業，如觀光、交通及精緻農業等，並瞭解發展過程中的衝突。

B. 醒井湧泉生態社區



由長浜出發搭乘北陸本線快速往姬路行，於米原站換搭東海道本線往大垣，到達醒井。醒井湧泉群位於滋賀縣米原市，也有人稱「醒井七湧水」，屬日本環境部選出的「名水百選」之一。這裡的湧泉水匯集成「地藏川」，河道內水質清澈長滿了毛茛科的水生植物「梅花藻」。因此，街道上掛著開著白花的梅花藻照片以及商店打著因湧泉梅花藻而發展出來的文創商品和特產。

前往湧泉源頭區的社區商店多處湧泉出口，此處湧泉可生飲，而湧泉口的意象也設計成河童石像、水龍吐泉。車站前左轉為歷史上有名的驛道「中山道」，驛道沿著地藏川和其分支，因此社區內阡陌縱橫，水圳堤岸多已嵌石或水泥化，但是，住戶對環境綠美化及生物多樣性相當注重，充分展現里的里山的內涵。居家門口與在河道遍植植栽等各種花草，特別是櫻花及各種品系的三色堇，相伴在用湧泉清流間。中山道沿線，可見許多湧泉出口，如「西行水」、「十王水」等湧泉出水口，醒井附近觀光景點有醒井小學，醒井客棧博物館、禮堂、木雕博物館等。

此處湧泉印相深刻的是這些湧泉出水口上方，竟有一條「名神高速道路」經過，但是施工單位對湧泉的維護和經營保戶，讓這些湧泉口能保存下來。此外，更令人佩服的是，此湧泉河段是棘背魚的保護區，2008年時成立了「滋賀縣地藏川針魚(ハリヨ：hariyo)(Gasterosteiformes)生態地保護區」。棘背魚是一種約5~10公分側扁體型，背上有三個硬棘的小型魚類，分布在中緯度地區小型支流或河川。地藏川流經社區所在，雖然大部分溪岸都已經水泥化，但社區居民及地方政府仍有共識共同維持湧泉水質，讓這一種瀕危物種在這個保護區內得以延續種群。同時保護區內廣設保護標示及教育民眾的看板，並結合魚體外型意象設計。同時也在河道旁的展示館外擺設實體展示，以教育及提供遊客觀賞，均顯示維護保護區及發揮其社會教育功能的用心。



地藏川水道內白色小花的梅花藻繁茂，因此社區發展出許多相關產業商品，在車站旁，有販賣農場品的店鋪，裡面的商品包含印著梅花藻圖案的煎餅、加入梅花藻的霜淇淋、以湧泉水製作的「山木醬油」、糖果、明信片、梅花藻押花鑰匙圈、各種湧泉酒類、多種湧泉栽種的蔬菜及醃漬物及許多生活用品。湧泉的保育，所衍伸出來的相關動植物，進而發展出來的意象，都已經和居民的日常生活和創意產業環環相扣。這些結合地方的特殊地景進行棲地保育，進而達成生態復育的成果，再昇華轉化成維持生計的重要創意資產，是台灣可以學習的。

C. 忍野八海湧泉生態社區

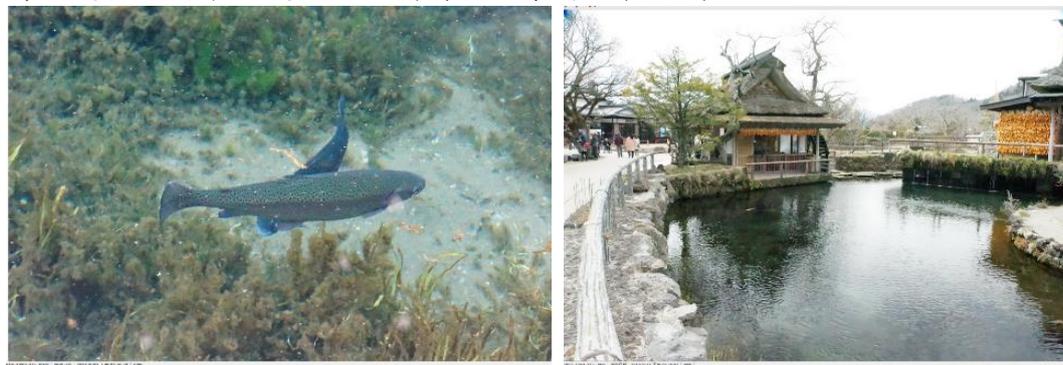


由品川出發搭乘山守線在新宿站轉乘特号到大月站，轉程富士急行線往河口湖站，再轉乘到位於富士山下的忍野八海。忍野八海之水源來自富士山高地的積雪及雨水，經過下滲過濾後累積之地下水，有些在地下水層過濾時間可能超過 20 年，因此水色清澈剔透，水質優良，水溫穩定為 13°C，加上富士山被日本人譽為神山，所以富士山流下的湧泉水也被稱為神水。忍野八海位於山梨影忍村的忍野八海湧泉群，是由富士山地下水的 8 個湧泉池組成，已經在日本登列天然紀念物及新富岳百景之一。「八海」之意為 8 個池塘，分別是湧池、濁池、鏡池、銚子池、菖蒲池、底拔池、御釜池以及出口池。每個池子均有其不同傳說，目前已成為觀光區，當地遊客、中國及其他國家觀光客絡繹不絕。

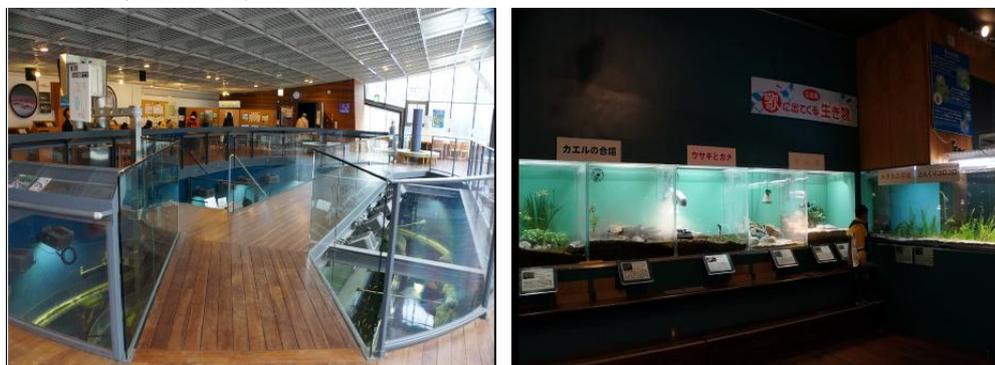


忍野八海之湧泉水除被利用以灌溉稻田及水力發電外，也提供東京、川崎及橫濱等地區飲用水。由主要道路進入忍野八海的道路並不大，路旁有附近農家擺攤販賣玉米及草餅等農產品及名產，販賣農產品有豆類、椎茸、草餅、玉米、陶土製品等。進入區域

後中間最大的池子稱「中池」，是人工開鑿，並非自然湧泉。該地區因湧泉而形成特殊的社區氛圍。如販賣觀光紀念物的「池本莊」除販賣「富士山國家公園」相關紀念品外，尚有利用湧泉水製作成相關的農產品、豆腐(八海豆腐)、酒類、醃製品等，甚至連製作豆腐的器具亦有販賣。中池旁有一間蕎麥麵餐廳，該店的商品均標榜以湧泉水灌溉栽植之穀物為原料。同時，也販售湧泉水咖啡以及以湧泉水養殖的淡水魚調理的燒烤岩魚及鱒魚、魚骨酒、各種麵點等相關產品。忍野八海的湧泉群，雖然是經過營造仍維持其自然型態，同時結合地景吸引大量遊客，水質優良帶動周邊產業及產品開發，可以做為台灣日後發展湧泉之觀光及相關商品，學習的良好場域。

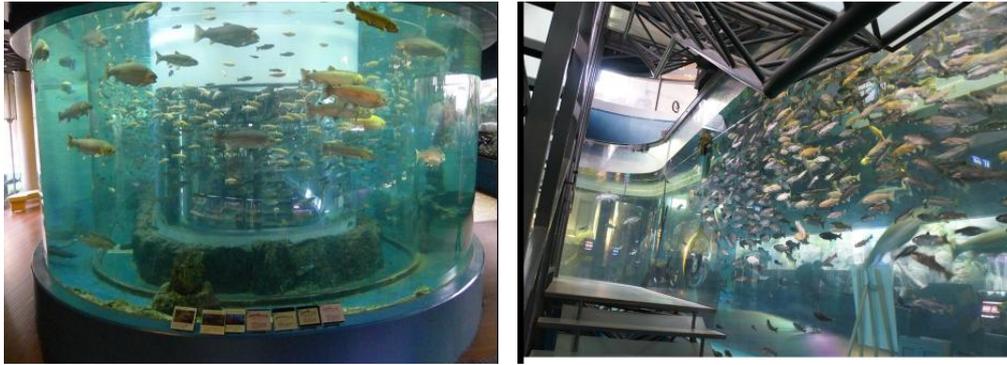


D. 山梨縣立富士湧水の里水族館



忍野八海附近的「山梨縣立富士湧水の里水族館」，館區雖然不大，但是兩層樓的建築，入口側為售票處及入口，入大廳陳列有湧泉生物電腦資料庫的展示，遊客可先藉此查詢及熟悉生存於湧泉的各種魚類及兩棲類(如蠵蟾及蛙類)的基本生活史及背景資料，若有需要，也可自由列印。

第一層為大型水槽及水族箱展示，二樓具有環境教育影視中心、小型圖書館、電腦模擬影像解說及水族箱監視器操作台等教育展示設。底樓包含兩部份，一部分是戶外水池，其中養殖大型鱒龍魚等生物，部份露天水池延深入館內，以玻璃壁面展示，遊客可坐於館內觀察大型魚類之活動及行為。戶外的水景格局充分展現了模擬桂川重上游到下游水域棲地的場景。一樓展場另一面是特展區展示一系列的生物水族箱實體展示，參觀當時也有民謠中的水生生物特展，以及以日本(命名)的生物，所以展場內會播放湧泉魚類及其他生物代表的歌謠，同時展示該生物活體如魚類、龜、毛蟹的活體外。此外，在展示缸前也可以選擇耳機聆聽，可以想像若是日本人聽到是自己童年溪的兒歌一定會有所感動。



湧泉水族館標榜的是主展場的雙層 U 狀大型水族箱，這個大型水槽的設計是在中央有透明度極高的分隔板，將水槽分隔內、外兩層，外層養殖大型鮭鱒魚類，內層則可觀賞較小體型的鮭鱒魚，所以可以產生水槽內大小型魚混泳的感覺。遊客由二樓可進入 U 型水族箱的內凹部分，感受與魚類同游的樂趣。雖然水族館之空間有限，面積不大約百坪，但，是大型水族箱、水下隧道、戶外水槽等一樣不少，絲毫不比大型水族館遜色，可謂麻雀雖小，五臟俱全。這樣的空間規劃及展場設計，值得未來設計標本館及教育中心仿效，此外，該館旁的山梨縣水產技術中心之忍野支所。提供了支援並協助管理與維護的行政支援。

湧泉水族館位於森林遊樂區內，因此在水族館後方有一座不收費的森林教育館，整棟建築是木造，館內展示忍野八海附近的地質、森林、星象、生物，並且提供了完善的環境教育的相關活動與訓練。

E. 源兵衛川社區內的藍帶

三島市位於伊豆方面的關口，人口約 11 萬 4 千人，三島市名的由來是，因為自於富士山雪水與雨水所形成的伏流水，豐富的地下水從火山熔岩空隙中流出來，湧出的泉水形成源兵衛川、宮川、櫻川、御殿川在將三島切成三分所以得名，因此過去曾有「水都」之稱。其中源兵衛川的水源來以樂壽園內的小濱池湧水為水源往南流經市區。源兵衛川開鑿河川的創始者是寺尾源兵衛為，因此為了紀念他的功績而命名，供應中鄉地區的農業灌溉水，長約 1.5 公里，最後注入溫水池。這湧泉水與居民生活息息相關，居民習慣在河邊洗衣服、洗菜甚至舉行宴會或集會。

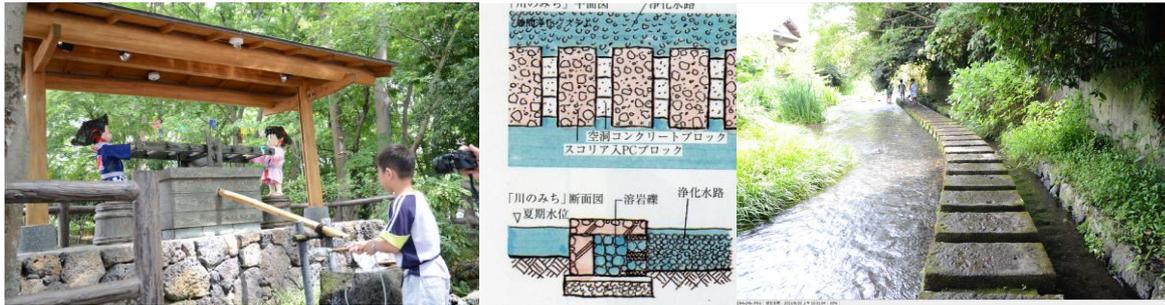


但是 1955 年代後半，1950 年代後期，大型紡織工廠進駐富士山山腰。工廠使用大量的富士山雪水和湧泉作為冷卻水，並且大量抽取地下水，造成源兵衛川的湧水量減少，加上未經處理的家戶廢水直接排入河川，逐漸讓這條水圳變臭，也導致河川及廢棄物及垃圾增多，使河川嚴重污染。

有感於社區河川污染的嚴重性，於是在 1990 年地方及社區開始推動「源兵衛川環境再生運動」，這一個由地方社區自覺，由下而上，由點到線最後是面的全方位社區營造，其透過 NPO 法人 GROUNWORK 三島事務局為重要的中介團體，帶動在地居民、企業、政府互相合作的形成的公私協力夥伴關係，使環境再生的成功案例。

沿著市區內的源兵衛川路河畔步行，處處可以見到社區對湧泉的創意利用，利用湧

泉水設立的大大小的社區公園，沿著河道的步道，以及在河道底鋪設的木棧道或石板道，步道下是利用火成岩所規劃的河道淨化系統，可以將地面逕流或部分家庭污水進行除汙後再導入河道。



河岸緊鄰社區，因此河岸有許多簡易的親水設施，維持在地居民生活和湧泉水之間緊密的連結，可以洗滌和澆灌取水。在親水步道和河岸邊，有許多戲水的遊客，來此遊憩親水。



在街道上及周邊社區有許多與湧泉映像有關的裝置藝術，如本地有名的三島櫻，及梅花草。街道上可以見到湧泉的出水口，供民眾取水飲用，同時也提供水質檢驗的數據讓取水民眾可以安心取水。



源兵衛川在一九五五年初隨著都市現代化，生活環境改變垃圾、排放家庭廢水的後，生長在清澈冷水中的三島梅花藻早已滅絕。為了讓三島的湧泉水源地重生，開始推動「守護三島市的水」及「拯救三島梅花藻」社區保育活動，展開民眾、企業、政府三方合作的仲介角色。在社區保育人士奔走下，說服住在河邊超過二百戶人家安裝下水道。改善水質後，再從柿田河將三島梅花藻移植過來復育。並且設立梅花草復育區，梅花草復育區面積雖不大，位於市中心的湧泉口，在火成岩水池內，以自然湧泉水配合太陽能發電的揚水幫浦，營造梅花草的棲息地，池內水質清澈見底，魚蝦螺貝滋生棲息，同時也復

育了螢火蟲，而 16C 冷冽的湧泉水，調節了鄰近社區的微氣候。



從源兵衛川保育湧泉的過程和成果，我們可以看到社區，政府及民間三方面合力推動湧泉復育的力量，在湧泉這個兼具文化傳統和生態熱點復育完成後，社區也逐漸發展出以湧泉為基礎的生態旅遊和遊憩活動，此外更衍生出許多相關商品和帶動鄰近的商圈，這些有形和無形的創意產業，都給社區居民分享到保育成功的成果和綠色產業。

4. 湧泉社區之生態工法

A. 水道工法



写真5-1-3 配慮工法：部分敷石十石積み護岸

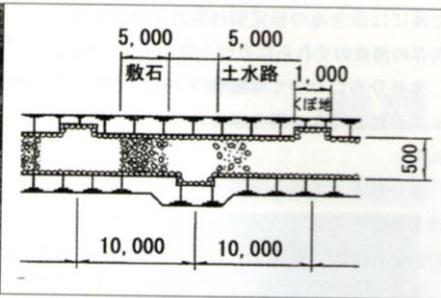


図5-1-1 部分敷石十石積み護岸の構造



写真5-1-4 配慮工法：魚巢付き底版

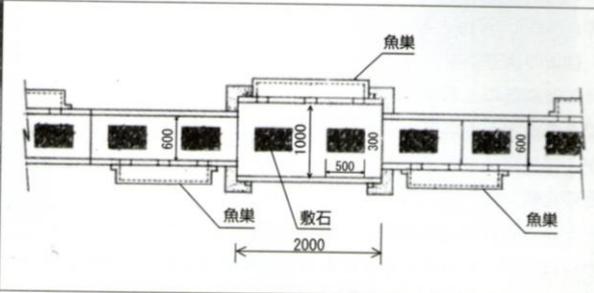
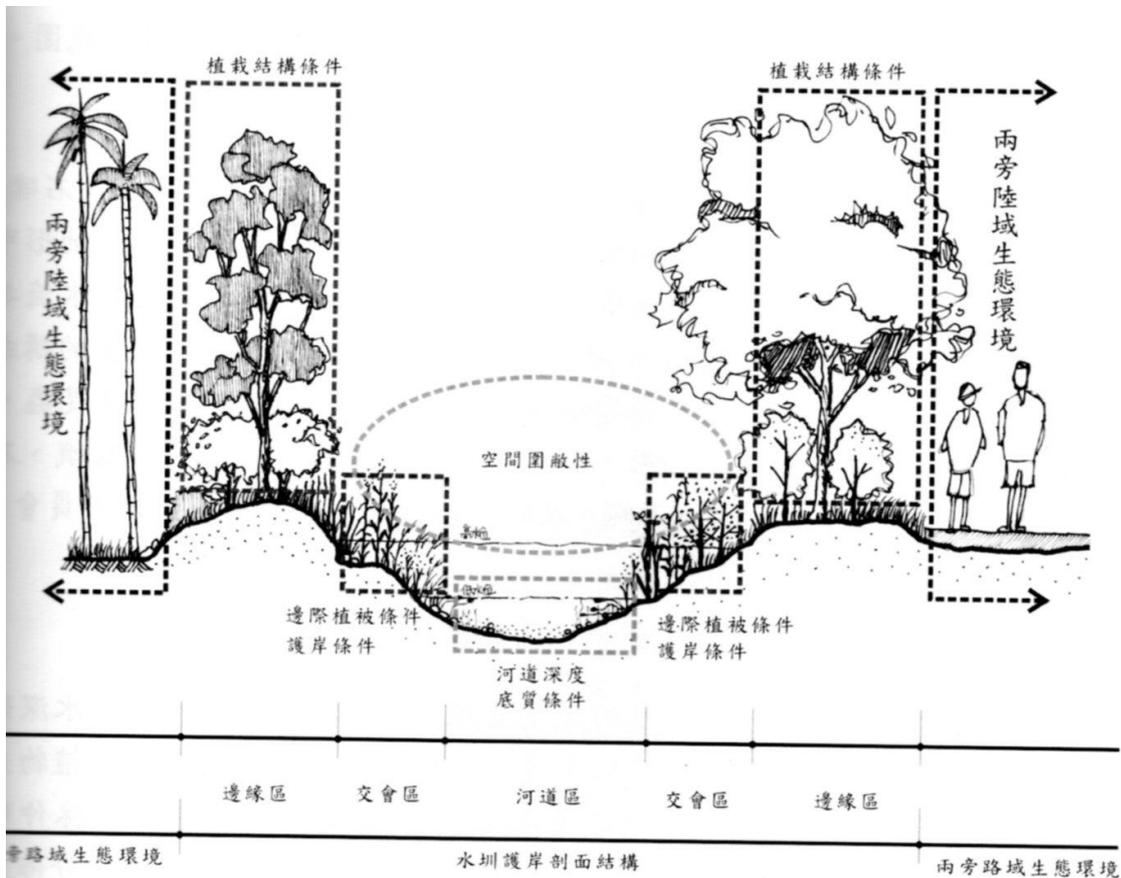


図5-1-2 魚巢付き底版穴あき排水フリユームの構造

B. 河道水質淨化斷面



C. 水圳護岸空間結構



(盧惠敏、彭仁君、郭文健、葉慶龍、丁澈士、陳鈞華，2006，"農村環境生物多樣性研究—以屏東縣五溝村水圳地景為例"，「建築學報」(TSSCI)，59：167~192，台北，台灣)

三、 輔導社區居民進行湧泉濕地在地化監測及維護工作

根據第一年度(100年6月)及第二年度(101年10月)調查記錄結果，於第二年度開始針對選擇之熱點型湧泉濕地之相關社區特性，建立生態基礎資料，並辦理熱點型湧泉濕地社區保育之座談會及現地解說，邀請相關社區與單位，共同討論社區與環境資源自我監測巡守及永續之發展。

1. 高雄市鼓山區柴山

在柴山，為了作為後續柴山湧泉復育示範點設計之依據，並宣導推廣活動，凝聚社區居民維護自然湧泉意識，並協助社區達致以下目標，本團隊已經完成柴山至少 10 次的湧泉生態講座、湧泉流域探勘及水生生態調查訓練：

- (一)柴山湧泉生態等基礎環境的資料庫。
- (二)柴山自然湧泉區域性景觀重現與產業再造的初步規劃與建議。
- (三)宣導推廣活動，吸引社區居民參與，凝聚社區居民維護自然湧泉之意識。

活動名稱	北柴山及南柴山湧泉流域現勘	
活動日期	2012/12/06(四)-12/07(五)	
參與人員	本計畫主持人及調查人員	
活動內容	根據在地社團高雄市柴山會、高雄市柴山生態教育中心及本團隊以往調查經驗，對北柴山及南柴山湧泉流域可能作為監測及巡守之地點範圍進行初步探勘及調查。	
活動成果	確認北柴山及南柴山大部分湧泉流域範圍及監測地點	
活動照片		
		
石頭公廟前水渠	自強活動中心後方	
		
龍泉寺前方	壽山動物園前萬壽橋下游	

活動名稱	柴山湧泉生態環境教育講座 北柴山及內惟社區湧泉流域現勘		
活動日期	2012/12/09(日)		
參與人員	本計畫主持人、調查人員、柴山會成員及生態教育中心志工群		
活動內容	上午在柴山生態教育中心內，由本研究主持人梁世雄教授及邱郁文助理研究員，為柴山會及教育中心之志工群進行一場關於柴山湧泉濕地生態介紹及日本湧泉視察經驗分享的座談會。 下午五則根據柴山會、柴山生態教育中心及本團隊以往調查經驗，對北柴山及內惟社區內湧泉流域可能作為監測及巡守之地點範圍進行視察及解說。		
活動成果	確認北柴山及內惟社區內湧泉流域範圍及監測地點		
活動照片			
			
	柴山湧泉生態環境教育講座	監測樣站視察-龍巖冽泉水泥化水池	
			
	監測樣站視察-內惟社區內水井	巡守路線視察-千光宮前水渠	

活動名稱	南柴山湧泉流域現勘及調查解說		
活動日期	2012/12/29(六)		
參與人員	本計畫主持人、調查人員、柴山會成員及生態教育中心志工群		
活動內容	根據柴山會、柴山生態教育中心及本團隊以往調查經驗，對南柴山範圍內湧泉流域可能作為監測及巡守之地點範圍進行視察及解說。		
活動成果	確認南柴山範圍內湧泉流域範圍及監測地點		
活動照片			
			
	南柴山湧泉生態巡視及討論	監測樣站視察-賞鳥亭	
			
	巡守路線視察-柴山自然公園籌備處後方水渠	監測樣站發現馬卡道澤蟹-柴山鼓山國中後方	

活動名稱	柴山湧泉生態調查監測說明暨討論會議
活動日期	2013/01/27(日)
參與人員	本計畫主持人、調查人員、柴山會成員及生態教育中心志工群
活動內容	在柴山生態教育中心內，由本計畫專任研究助理顏易君，為柴山會及教育中心之志工群進行一場關於柴山湧泉濕地生態及湧泉濕地調查方法介紹的座談會。
活動成果	讓在地志工瞭解湧泉濕地生態及監測巡守方法
活動照片	



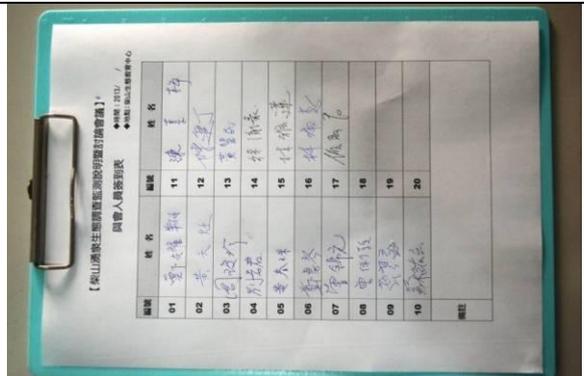
柴山湧泉濕地生態講解



湧泉濕地調查方法介紹



湧泉濕地調查器材介紹



說明暨討論會議簽到單

活動名稱	西柴山湧泉流域現勘及調查解說		
活動日期	2013/02/23(六)		
參與人員	本計畫主持人、調查人員、柴山會成員及生態教育中心志工		
活動內容	根據柴山會、柴山生態教育中心及本團隊以往調查經驗，對西柴山範圍內湧泉流域可能作為監測及巡守之地點範圍進行視察及解說。		
活動成果	確認西柴山範圍內湧泉流域範圍及監測地點		
活動照片			
			
	監測樣站視察-海岸湧泉	監測樣站視察-海岸湧泉	
			
	監測樣站視察-百年欖仁樹	監測樣站發現馬卡道澤蟹-百年欖仁樹	

活動名稱	柴山湧泉流域現勘及監測方法教學		
活動日期	2013/04/15(一)		
參與人員	本計畫調查人員及生態教育中心志工		
活動內容	根據柴山會、柴山生態教育中心及本團隊以往調查經驗，對柴山範圍內可能作為監測及巡守之水井進行視察及在湧泉流域教導志工基本監測調查方法。		
活動成果	確認多處水井位置及學習基本監測方法		
活動照片			
			
	測量水井水位	監測樣站調查-百年欖仁樹	
			
	測量水井水位	湧泉棲地勘查	

活動名稱	柴山祭－湧泉傳奇		
活動日期	2013/05/18, 05/25, 06/01		
參與人員	本計畫研究人員，柴山會志工		
活動內容	<p>高雄市文化起源於柴山，每年民間團體都會舉辦柴山祭，有如歡慶柴山帶來的豐沛資源。今年柴山祭選於上周六（18日）登場，並以「湧泉傳奇」為主題，高雄市柴山會同時公布「尋找幸福湧泉」計畫，透過尋回穿梭在聚落的湧泉之路，重塑高雄城市面貌。本計畫主持人及研究人員協助主講湧泉生態課程及戶外教學活動。公視也到場採訪記錄。</p>		
活動成果			
活動照片			
			
	本計畫主持人講解湧泉生態	本計畫主持人接受公視記者採訪	
			
	活動現場一隅	計畫研究人員協助戶外教學課程	

活動名稱	「柴山自然湧泉之現況、困境與展望」公聽會
活動日期	2013/05/23 (四)
參與人員	高雄市柴山會總幹事楊娉育、高雄師範大學教授齊士崢、本計畫主持人及研究人員、張豐藤議員、市政府各部會代表等人
活動內容	高雄市柴山不但是登山的好去處，更擁有湧泉天然景觀，具有豐富的人文觀光資源，竟被毫無保護概念的群眾所破壞。高雄市議會於5月23日舉辦「柴山自然湧泉之現況、困境與展望」公聽會，由議員張豐藤主持，邀請學者、專家與會
活動成果	張豐藤議員總結，應由都發局主導，先成立專案小組，並且由副市長層級來擔任召集人，邀請相關局處進行協商，朝向保護柴山湧泉再現為目標。

活動照片



市政府各部會代表出席



柴山會與學者代表提供寶貴意見



會後與各部門繼續交流討論



會後會場外繼續研議策略

活動名稱	柴山沙灘湧泉一夜間陸蟹觀察記錄導覽及訓練		
活動日期	2013/05/31(一), 6/14(五)		
參與人員	本計畫研究人員、柴山會及生態教育中心志工		
活動內容	由本計畫專任研究助理－顏易君帶領志工群，入夜後認識柴山西海岸沙灘湧泉生態環境及進行陸蟹與寄居蟹的調查訓練。		
活動成果	認識夜間沙灘湧泉環境及學習陸蟹調查方法。 日後，志工群自發性進行柴山陸蟹巡守，成果豐碩。		
活動照片			
			
	志工集合進行行前解說	發現抱卵寄居蟹	
			
	毛足圓軸蟹	肥胖後相手蟹	

活動名稱	柴山及內惟社區湧泉古井現勘		
活動日期	2013/07/28(日)		
參與人員	本計畫研究人員、柴山會成員及生態教育中心志工群		
活動內容	因應將來都發局委託之研究案，本團隊配合柴山會先行進行可作為將來水位監測之古井的位置及狀況勘查確認。		
活動成果	確認多處古井現況及位置		
活動照片			
			
	內惟國小後井	吳家老井	
			
	內惟 307 巷 7 號(長磚井)	陳家私井	

圖 23 為 2013 年 4 月至 9 月之柴山內惟社區監測水井水位與高雄市累計雨量圖，數據來自參與輔導的柴山會志工所記錄。由圖 23 可發現柴山的龍巖冽泉經過 8 月底連續多日大雨後，在 8 月 29 日泉水湧出時累積雨量(4/7-8/29)已經超過 1000cm。此監測若長期持續進行將有助於瞭解湧泉出水時間與地下水水位之關係。

2. 屏東縣萬巒鄉五溝村

五溝水是湧泉濕地也是《文化資產保存法》登錄為一漢人街庄特色的聚落保存區，卻面臨排水工程、上游汙水進入及外來種等問題。為了：

- (一) 了解本身湧泉濕地環境特色及瞭解其生活環境與湧泉之關係
- (二) 凝聚復育能量，投入在地生態環境與生活品質維護與復育
- (三) 排水工程干擾後，對濕地進行環境維護與棲地復育

本計畫早已長期協助在地社團「五溝守護工作站」進行湧泉生態監測及生態教育訓練講座等活動。而在本年度計畫更在五溝水辦理至少 4 次湧泉生態講座。

活動名稱	五溝水濕地學校成立，湧泉生態環境教育講座	
活動日期	2013/05/23(四)	
參與人員	本計畫主持人、研究人員、五溝水濕地學校成員	
活動內容	協助五溝水濕地學校正式成立，公視到場採訪。 計劃主持人邱郁文助理研究員講解濕地生態之課程。	
活動成果	讓濕地學校成員了解濕地生態及五溝水特有湧泉生態。	
活動照片		
		
	五溝湧泉生態環境教育講座	五溝水濕地學校成立

活動名稱	五溝湧泉生態調查監測說明暨討論會議
活動日期	2013/07/06(六)
參與人員	本計畫主持人、調查人員、五溝水濕地學校成員
活動內容	在五溝水濕地學校內，由本計畫專任研究助理顏易君，為五溝水濕地學校成員進行一場關於五溝湧泉濕地生態及湧泉濕地調查方法介紹的座談會。
活動成果	讓在地志工瞭解湧泉濕地生態及監測巡守方法
活動照片	



五溝湧泉濕地生態講解



湧泉濕地調查方法介紹

活動名稱	環資中心「第八屆環境新聞編採營」
活動日期	2013/09/07(六)
參與人員	本計畫主持人、研究人員、五溝水濕地學校成員、編採營隊員
活動內容	課程將學員兵分兩路，路線一由講師解說五溝水客家聚落的歷史、與水的故事，與五溝水現在近況。本計畫主持人及研究人員則帶領路線二讓學員了解當地自然環境、特有的動植物，與現在的自然現況。
活動成果	讓隊員了解當地自然環境、特有的動植物，與現在的自然現況。
活動照片	
	
五溝湧泉濕地生態講解	體驗漂漂河

活動名稱	淡水魚類及湧泉生態環境教育講座
活動日期	2013/09/12(四)
參與人員	本計畫主持人、研究人員、五溝水濕地學校成員
活動內容	計劃主持人梁世雄教授講解魚類知識及濕地生態之課程。
活動成果	讓濕地學校成員了解濕地生態及魚類知識。
活動照片	
	
梁老師講解魚類知識	了解魚類與溪流環境之關係

3. 屏東縣恆春鎮龍水里

為配合墾丁國家公園管理處和屏科大社區林業研究室社區之林業計畫，讓社區居民瞭解其生活環境與湧泉之關係，借以激發社區居民對自身環境及生活品質的關心與認同並未來發展潛能之共識，本計畫在墾丁龍水里辦理 1 次的湧泉生態講座。

活動名稱	龍水里湧泉生態講座
活動日期	2012/11/10(六)
參與人員	本計畫主持人、調查人員、龍水社區居民
活動內容	配合墾丁國家公園管理處和屏科大社區林業研究室社區之林業計畫，由本研究主持人邱郁文助理研究員，為龍水里居民講解湧泉生態。課程內容包括湧泉生態介紹、龍水里湧泉現況與未來發展潛能概述。
活動成果	讓龍水里居民認識湧泉生態及瞭解社區內湧泉現況與危機
活動照片	
	
湧泉生態講解	湧泉外來種介紹

四、 台灣湧泉濕地生態復育操作手冊

為達到輔導至少 1 處社區居民進行湧泉濕地在地化監測及維護工作，並規劃棲地改善或持續維護工作及編製台灣湧泉濕地生態復育操作手冊一書之目的，手冊內容詳見附錄二。同時，本研究團隊 2012 年 12 月開始積極與高雄市柴山之在地社團(高雄市柴山會及高雄市柴山生態教育中心)合作，目前已完成柴山多次的湧泉生態講座、湧泉流域探勘、水生生態調查訓練並針對柴山環境及議題完成了【柴山湧泉生態水生生物資源監測調查復育手冊】。

此外，全國湧泉計畫執行過程中，本團隊也全力配其他其他相關發表或採訪，例如環境資訊中心電子報一系列湧泉議題報導、大自然雜誌的相關科普文章、公視[我們的島]與大愛[發現]電視紀錄片。相關內容參見附錄三。

玖、 研究討論與建議

一、 湧泉水質

本研究利用「河川污染程度指數」(RPI, River Pollution Index)對湧泉水質進行檢測，目前監測四季之 11 處 47 次湧泉中有 26 次屬於未受(稍受)污染的水體；15 次屬於輕度污染的水體；5 處屬於中度污染的水體；並無嚴重污染的水體；其中 1 次(秋柴山-龍巖湧泉)因為乾季水位降低導致泉水不湧出地面而無水樣。由於湧泉水源從乾淨的地下水層自露頭湧出地面，因此在水域若無其他地表水或污染原流入，該水域應屬於未受(稍受)污染的水體，且呈現如調查發現的四季湧泉水質並無明顯差異或呈現季節性變化(圖 12)。

但是調查仍可發現 15 次屬於輕度污染(Medium)的湧泉水體。其中，美濃柳樹塘及都歷主要是其中溶氧量(DO)為屬於偏低的狀態，根據現場調查推測主要原因是原本就屬於低溶氧狀態的泉水在湧出地面後直接流入仍是靜止狀態的池塘或水位較低的流域，導致水體溶氧把保持偏低的狀態，此外，都歷湧泉水池夏季呈現輕度污染的原因可能與其不流動水體及池中大量的外來種吳郭魚有關；而埤仔頭、香蕉灣、玉龍泉及琵琶湖湧泉秋季生化需氧量(BOD)為略高的狀態，間接指示該區可能有污水或有機廢水的污染，例如埤仔頭龍水里生活汙水、香蕉灣湧泉旁的魚池及琵琶湖生活汙水，而玉龍泉水質來至源頭淺流，秋季 BOD 略高原因仍不明，但是值得注意是冬季及春季是此四站水質全部恢復為未受(稍受)污染的水體。

而 5 次屬於中度污染(Bad)的湧泉(柴山石頭公廟 2 次、玉泉村湧泉 2 次)中：玉泉村湧泉區(榮泉橋之水樣)的而生化需氧量(BOD)偏高屬於中度污染的程度，BOD 的大小可表示生物可分解有機物的多少，間接指示該區有污水或有機廢水的污染，且含 BOD 愈高之廢水，排入水體後，硝化作用容易造成水體缺氧的狀況，使得原本低溶氧(DO)的泉水繼續保持低溶氧狀態。根據現場調查推測主要原因是該地區的生活及養殖廢水所造成，說明了玉泉區溪流水圳受到了民生及畜牧廢水污染的現象；柴山石頭公廟的污染主要是因為溶氧量(DO)及氮氮(NH_4^+-N)因該區屬於泉水源頭呈現略低及生活污水匯入。而港仔村只有夏季 RPI 較高，相信主要是夏季大雨將四周營養鹽帶入所造成的。

根據環境保護署的「飲用水水質標準」硬度最大限值為 300 mg/L，而湧泉湧泉硬度介於 201.50-994.50 mg/L(平均 482.29 mg/L)。但台灣湧泉並未出現受到嚴重污染之現象，但是就上述水質結果可發現湧泉水皆來自乾淨的地下水源，若無人為活動的擾動或污染，湧泉將是提供地表水乾淨補充源的重要來源。

二、 湧泉生物多樣性

1. 魚類

本研究 11 處共發現 13 科 29 種魚類，其中 13 種原生種、5 種特有種及 11 種外來種。除了水量少水體小的大崗山及港仔村沒有發現魚類(港仔村秋季發現的一種花身鱒為潮間帶目擊記錄)，其他 9 處湧泉都有魚類，但是外來種出現比例相當高，幾乎所有湧泉外來魚種佔(或超過)魚種的 50%，例如湧泉範圍大且環境水質好的五溝水、玉泉

村及埤仔頭分別有 14、12 及 10 種，但是都各有 7、7 及 5 種外來種魚類。而玉龍泉沒有發現外來種魚類，但是由西部被引入到東部的國內外來種—臺灣鬚鱨(表 6)，由此可見，湧泉提供了大量魚種優良的棲地，人為放養外來種問題必須重視。

個別湧泉魚類生物多樣性指數並沒有呈現季節性變化，大崗山、港仔村因為水淺或偏遠而無或只有 1-2 種魚類，呈現 Shannon-Wiener's diversity index(H) 為零 Shannon-Wiener's evenness index (E)為無意義。較低的是柴山、香蕉灣、玉龍泉及都歷幾乎都只有 2 或 3 種魚類，且其中柴山石頭公廟及都歷的 Shannon-Wiener's evenness index (E)偏低也反映了湧泉內以外來種為優勢種(柴山的食蚊魚及孔雀花鱗；都歷的尼羅口孵非鯽)的現象，而 Shannon-Wiener's diversity index(H) 較高較穩定的湧泉都是有水體較大及穩定的柳樹塘、玉泉村、五溝水及琵琶湖。

各別湧泉魚類組成及數量因環境棲地特性不同而有所差異，也並沒有呈現一致的季節性變化，而是各別呈現四季無明顯差異之結果。靠近海岸線的湧泉如琵琶湖，就可發現迴游性魚類的珍珠塘鱧，或是淡水溪流至汽水域都有分佈的條紋狹鰓虎及鰻一種。柴山是因為冬季調查的龍巖湧泉無泉水，發現魚類為水泥化水渠的外來種食蚊魚及孔雀花鱗，而秋季開始會增加是因為監測樣站移動至較下游的石頭公廟前水渠，該區發現種類也是外來種食蚊魚及孔雀花鱗，但是數量較上游的龍巖湧泉旁水渠多。而都歷四季魚類組成也沒有改變(2 種：原生種的鯽及外來種的尼羅口孵非鯽)，只是冬春夏季捕抓到較多的外來種吳郭魚。在屏東萬巒鄉距離河口超過 50 公里的五溝水是許多原生魚種的棲息地，甚至出現河口型魚類鰻的記錄；在高雄市區柴山的除了在內惟社區的龍巖湧泉及石頭公廟的人工化水渠有大量食蚊魚與孔雀花鱗外，還是可以發現褐塘鱧(溪流或河川未受污染的中下游以及河口區可見、暖水性淡水中小型底棲魚類)，甚至，在南柴山萬壽橋(壽山動物園下游)下的湧泉普查也有褐塘鱧和花鰻鱧(俗稱：鱸鰻，屬降河性迴游魚類)。湧泉出現迴游性魚類是相當值得推廣及努力保存的資源，表示湧泉與出海口之間尚屬暢通或構造物不構成阻礙，也可見湧泉已成為台灣低海拔淡水生物重要之棲地。

2. 底棲無脊椎生物

本研究發現湧泉提供的穩定且乾淨的水源，使得出現在湧泉的底棲無脊椎生物族群及種類相當豐富及穩定。各別湧泉底棲無脊椎生物組成及數量因環境棲地特性不同而有所差異，也並沒有呈現一致的季節性變化，而是各別呈現兩季無明顯差異之結果。除了一些水量較小(港仔村)或可能受到潮水影響(琵琶湖)的環境外，湧泉為許多底棲無脊椎生物生長或繁衍的優良場所(表 7)。例如：就柴山湧泉就可大致分為南北西不同棲地環境，北柴山湧泉水源主要來至龍巖湧泉出水口及內惟社區水渠壁，環境鄰近內惟多為人工水泥渠道，多位外來種大肚魚；南柴山鄰近壽山動物園、壽山國中及柴山國家自然公園，多為人工溝渠及部分為自然溪床，為發現鱸鰻、塘鱧、字紋弓蟹、貪氏沼蝦及馬卡道區；西柴山則主要有二區域，包含仍屬於自然淺流的百年欖仁樹區(為發現馬卡道澤蟹及臺灣米蝦)及已大部分被人為利用(菜園及水泥池)的沙灘湧泉區(為發現陸蟹及寄居蟹區)。湧泉乾淨穩定的水源，在柴山就造就了豐富的棲地及生物多樣性。

各別湧泉底棲無脊椎生物生物多樣性指數也並沒有呈現季節性變化。幾乎所有的湧泉都有高 Shannon-Wiener's diversity index(H)，較低的是琵琶湖，原因是水量小或受到潮水影響且無法支撐大量對水質要求的底棲無脊椎生物，而就容易出現優勢物種使得 Shannon-Wiener's evenness index (E)偏低的現象，例如琵琶湖的外來種巴西龜，而柳樹塘的夏季低生物多樣性主要是因夏季水溫較高水深較大，較不利底棲生物生存。此外，澤蟹為清澈(未或稍受污染)水域主要指標物種，本研究便在 4 處湧泉(大崗山、柴山、港仔村、香蕉灣)至少有澤蟹 6 種記錄。而「陸蟹」是指生活在陸地上，但是陸蟹大多仍不可離水太遠，除成蟹本身對水份需求外，小螃蟹由於體積小，水份更易大量蒸發，也更需待在潮濕有水的環境中生活，所以乾淨穩定且靠近海岸的湧泉變成為陸蟹生存重要的條件：例如台東都歷湧泉不只有字紋弓蟹、奧氏後相手蟹、肥胖後相手蟹、灰白陸寄居蟹、短掌陸寄居蟹，還有台灣特有但記錄不多的紅指陸相手蟹；在港仔村湧泉便有奧氏後相手蟹、肥胖後相手蟹及灰白陸寄居蟹的記錄；位於恆春半島的香蕉灣，因來自群山泉水的挹注，豐沛的地下水源、老熟原始森林，造就國內重要的陸蟹棲地；在高雄市的柴山西海岸也因為來自高位珊瑚礁的湧泉，而營造了擁有至少 16 種陸蟹。此外，本研究常在各處湧泉(包括都會區的柴山湧泉)發現需要降海釋幼迴游性的貪食沼蝦、字紋弓蟹，同時也在台東都歷發現較不常見的郝氏沼蝦。

由此可見在中低海拔普遍受汙染破壞的情況下，湧泉棲地在中低海拔的底棲生物多樣性上有重要及必要的貢獻。

3. 水生昆蟲

本研究共發現 10 目 38 科，捕獲 662 隻的水生昆蟲，可見只要有泉水而無論環境大小及周遭並未完全人工化的湧泉濕地皆滋養了水生昆蟲。水生昆蟲乃溪流生態系中之主要成員，在河域食物網中一直扮演著重要之角色。水生昆蟲的食性主要有食藻性(例如長鬚石蠶科、縞石蠶科、扁泥蟲科、蚋蠅科、搖蚊科、蜉蝣目、短尾漬翅科、白腹無尾漬翅科等)與食蟲性(例如流石蠶科、網目漬翅科、漬翅科、水蟲科、蜻蛉目、蛇蜻蛉科)兩種，這些水生昆蟲又可提供雜食性魚類、食蟲性魚類與食蟲食魚性魚類食用，因而構成淡水水域的生態系統(林等 2003)。若參考指標生物水質階級及其忍耐值資料(黃與楊 1992)，本研究在湧泉所發現的較常見的蜉蝣目四節蜉蝣科為輕度污染及蜻蛉目為中度污染水域的代表物種，除了顯示大部分湧泉水質狀況尚屬良好外，蜻蛉目較優勢也顯示多數湧泉為靜水性水域，較適合蜻蛉目生長。本研究也在幾處(美濃、玉泉村、埤仔頭、香蕉灣、五溝水及玉龍泉)發現屬於乾淨水域指標的蜉蝣目及毛翅目水生昆蟲，而代表水質可能嚴重污染的搖蚊科也有 9 處有記錄(除了港仔村及都歷)，主要原因是部分湧泉流域較廣，而一些地區可能受到民生或養殖廢水汙染。

在數量及科數方面，湧泉所發現水生昆蟲數量因各棲地環境不同而有差異，除了流域較廣的五溝水及玉龍泉外，其他都相對較少，而柳樹塘冬季及柴山龍巖湧泉秋季則是因為出現族群量較大的雙翅目，尤其是龍巖湧泉旁的人工化水渠出現大量的搖蚊科，科數較少的大崗山及港仔村則是因為環境及水量較小，此現象也反映在生物多樣性指數結果。而 FBI 結果顯示只有冬春季埤仔頭、夏季五溝水水質評價達為差(7.51 以

上為 poor)的程度，原因是埤仔頭水深物種少，只有耐污等級較高的細蟪科及絲蟪科、五溝水則是排水工程的泥沙淤積在溪床及河道變深水流變快造成蜉蝣目與毛翅目的物種幾乎消失。

4. 水生優勢植物

本研究共發現 3 綱 23 科 28 種水生及水域周邊優勢植物，其中蕨類植物便 3 科 3 種，單子葉植物 8 科 13 種、雙子葉植物 12 科 14 種。因為湧泉環境多屬於水源穩定或是較易保持潮濕的隱蔽處，所以可發現較陰性的蕨類植物，除了一些地區(大崗山、玉龍泉)有人為除草並且四季無明顯變化。此外，由各種水生及水域周邊優勢植物分別出現在不同湧泉的頻度記錄，可發現湧泉水生及水域周邊優勢植物的高多樣性。本研究記錄水生及水域周邊優勢植物中大部分(17 種)為原生種，雖然其中有 11 種的歸化或栽培種，這些歸化或栽培種對當地生態是否對帶來影響則需要進一步評估。柴山湧泉因為無水及水泥化沒有蕨類、港仔村水體小而無水生植物、香蕉灣因偏僻及琵琶湖因屬被管理之運動公園區域而無歸化或栽培種；而在其他有水生及水域周邊優勢植物記錄的湧泉樣站中，歸化或是栽培種幾乎占了樣站內一半的物種數，而這主要原因是許多 B 類型(低度利用-示範生態園區或環境教育：五溝水、玉龍泉、埤仔頭)及 C 類型(中度利用-親水觀光或垂釣：柳樹塘)都被做為遊憩使用而種植觀賞用水生及水域周邊優勢植物，而 D 類型(高度利用-農耕、養殖、泡湯、洗滌：大崗山、玉龍泉、都歷)則可能是人為活動有意或無意間引入(圖 48)。

三、 湧泉週邊土地利用及人為利用類型

利用類型	利用程度及概述
A	無或低度利用-無使用或水源獲取
B	低度利用-示範生態園區或環境教育
C	中度利用-親水觀光或垂釣
D	高度利用-農耕、養殖、泡湯、洗滌
E	完全利用-無水源、封井或棲地因利用而改變

本年度調查發現此 11 處湧泉的週邊土地利用及人為利用類型與前一年度調查時仍屬相同狀況並無明顯變化(表 10)。A 無或低度利用類型湧泉 2 處(港仔村湧泉、香蕉灣湧泉)的週圍環境是近自然的區域，天然的棲地加上乾淨的泉源水質，生物棲息地良好，棲地環境因素良好，是生物多樣性熱點，也可做為物種保育區域，自然型湧泉棲地重要發展的目標，是值得保存的首選方向，但目前一些湧泉周遭正受到不同程度開發的壓力，這些地區保留著原生生物的棲息環境，但是卻面臨棲地破壞的危機。

B 低度利用類型湧泉 3 處(埤仔頭湧泉、五溝水湧泉及玉龍泉湧泉)為目前已經受到關注、保護或作為生態教育的場所，但是五溝水目前屏東縣政府水利局正在進行的水泥化排水工程值得密切觀察。而這些生態教育場所常常選在交通較方便都市邊緣或鄉間田園附近，所以在這些地方的農業活動也勢必受到關注，以免不當行為(五溝水遭受不當水利工程破壞湧泉生態)或過度開放(玉龍泉湧泉)破壞了原本的教育場所，甚至破壞了滋養豐富動植物的湧泉水質與棲地。

C 中度利用類型湧泉 2 處(美濃柳樹塘、琵琶湖)雖然有大部分的自然土地(林地及草地)，但其中主要是因為一些被選為遊憩觀光景點的地點通常選在郊區或公園內(琵琶湖)，但是這些地點交通方便及人們注重休閒活動而導致環境正面臨人為活動(垂釣、踐踏、垃圾及放養種植觀賞動植物)與人工化(環湖步道、便道及公共設施)的威脅。

D 高度利用類型湧泉 3 處(大崗山湧泉、玉泉村湧泉及都歷湧泉)有高比例的人為利用土地，正顯示為了屯墾及農作灌溉，居民常居住於湧泉帶內及鄰近地區，以水源地為其選擇居住環境的標準，進而形成聚落。對許多民眾而言，利用湧泉不只是日常生活，更成為維持生計的必要手段，但是這些湧泉通常都面臨同樣來自同一批使用者的威脅，民眾會在意其所必須利用之場所，但往往所使用的清潔劑、漂白水及隨意拋棄的垃圾已經對下游或四周環境造成影響；此外，湧泉也提供水源而被利用於農業灌溉(玉泉村湧泉)，因此湧泉水源造就了農村的發展，影響了河道及水圳連接周圍的土地景觀，湧泉水圳更灌溉水田生物的棲地，維繫農村的景觀特色，然而目前許多湧泉水圳的整治，這些水圳因景觀規劃時缺乏棲地多樣性的觀念，及不當的工法破壞水圳底質，因此這類型湧泉區保育的重點在棲地改善與維護。

E 完全利用類型湧泉主要是 1 處無水源(龍巖湧泉)的環境。湧泉會無水源的主要原因是水源短缺所造成，但是其導致水脈改變或水源短缺的原因乃自然環境(季節變化)或人為活動(山坡地濫伐開墾、高雄市區超抽地下水)所造成則需要相關地質與水文的進一步研究探討。而第二季開始調查的石頭公廟也屬於完全人工化水渠，但因該區匯流了社區的民生廢水及少量但穩定的山壁泉水而保持常有水的狀態。但是在 2012 年 6 月 12 日經過幾日大雨，及 2013 年最後一季調查後的 8 月 29 日在康芮颱風連日豪雨過後龍巖湧泉泉水變大量湧出，而靠近山壁之水渠也有大量泉水湧出。

四、湧泉綜合評估及建議

「環境人為利用類型」及「環境與原生物種數級分」

綜合結果(表 11)可以發現各利用類型湧泉之級分總和由高到低與人為利用程度 A(無或低度利用)至 E(完全利用)的排序不一致，且無明顯季節性差異。由綜合結果(表 11)及雷達圖(圖 21)可發現：

A 類型無或低度利用的港仔村湧泉因為水體小及海岸潮池而無豐富水生物種，級分數排最低只有 6.75；香蕉灣湧泉則因為位置偏僻干擾小，擁有高位珊瑚礁林象，而保有豐富水生生態，級分則有 12。

B 類型(低度利用-示範生態園區或環境教育)的五溝水、玉龍泉及埤仔頭的級分物種多樣性高，且由雷達圖也可發現各湧泉主要是因為位於人文聚落或社區內而造成自然度略低，但是因為這些地區大分部已受到在地社區關注或為鮮為人知的私人埤塘(埤仔頭)而保有較高的原生生物多樣性。

C 類型湧泉(中度利用-親水觀光或垂釣)的級分不低(柳樹塘 12.25 分及琵琶湖 11.75 分)，可保有高的原生物種數部分原因可能是水域面積廣大可匯集周圍山區雨水(柳樹塘)、人為管理照顧(琵琶湖)並都擁有高自然度週遭環境的結果。

D 類型(高度利用-農耕、養殖、泡湯、洗滌)的湧泉平均級分為 11.25、10.25 及 9.50 明顯略低於 C 類型，主要因為這些湧泉已經被附近居民高度的使用，而且是改變棲地環境小卻又水泥化封井抽水使用(大崗山)、畜牧及民生水質污染(玉泉村)或放養吳郭魚造成其他物種較少水質惡化(都歷)。

E 類型(完全利用-無水源、封井或棲地因利用而改變)的柴山湧泉因為位於都會區邊緣，且監測樣站(冬春夏季的北柴山-石頭公廟)環境水泥化及民生廢水排入造成水質差、樣站(秋季的北柴山-龍巖湧泉)無湧泉水源，導致級分數最低(不考慮海岸湧泉的港仔村)，但是目前有一批積極投入柴山湧泉全區域生態(北、南、西柴山)自我監測及巡守的柴山志工，將來柴山其全區域的級分應該更高。

本研究使用之「環境人為利用類型」及「環境與原生物種數級分」主要針對湧泉周圍自然度、原生物種物種數及水質 RPI 作為參考依據，但是為各項指標分數直接加總而為加入各指標權重，而權重表示在評價過程中，是被評價對象的不同側面的重要程度的定量分配，對各評價因數在總體評價中的作用進行區別對待。事實上，沒有重點的評價就不算是客觀的評價。雖然可能無法有效的個別評價各湧泉好壞(事實上湧泉特色還包括了在地文化及附加價值等因數，不易綜合評價之)，但是仍可作為各湧泉之比較依據，並作為各個湧泉將來復育時候評斷成效的參考標準。

五、湧泉管理與復育之建議

1. 資料蒐集

搜尋及整理影響湧泉棲地之因素及可能衝擊(下表)，依據湧泉利用現況，可分為三種管理及復育方式：

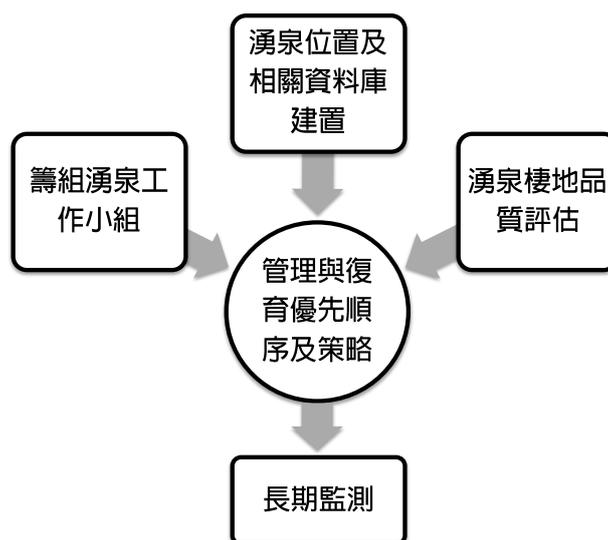
- A. 完全利用及高度利用(無水源、封井或棲地因利用而改變)
重新開封，但須評估需要資源及可能利益
- B. 中度利用(污水污染、親水觀光、垂釣)
移除污染源及干擾因素
- C. 無或低度利用(原始及稍受污染)
維持原狀

就完全利用及高度利用的湧泉，若要進行復育，建議應先對必須投入之資源應進行評估，對於水源之續存也應有所瞭解，如此，較不易使懷有高度期望的行政單位及社區民眾，產生失望的結果。同時，若社區有意願利用湧泉進行休閒及觀光導覽，建議應先對該地區之特有生物、農業、地質地理、人文等特色，進行蒐集，同時，進行適度的包裝與推廣，當地住民也應對於湧泉水源及水質之保育和保護，形成共識，如此方可提高達成目的之可能。

表、威脅湧泉棲地之因素及可能衝擊(modified from Barouin and Scarabrook 2008)

威脅湧泉棲地之因素	對湧泉棲地之可能影響
抽取地下水	過度抽取使地下水位降低減少湧泉流量
河道整治	失去與地下水的相互通聯，可能會減少湧泉流量
移除濱溪及附近森林	增加沈積作用與蒸散作用，並減少地下水補充。溪岸流失的特性會降低粗顆粒有機質(CPOM)及水質，並使湧泉流域水溫上升、增加日照與沉積物
排水系統與都市化	地下水補充減量，降低湧泉流量。都市(或地面)的徑流水(污水)也會造成湧泉水質下降
農業活動	灌溉活動使湧泉流量減少。使用肥料與農藥直接影響湧泉動植物
畜牧業	家畜活動會造成堤岸被侵蝕，也會產生高濃度營養鹽
採礦業	重金屬與沉積物直接影響湧泉動植物。採礦業之耗水也會減少湧泉水量。
垃圾掩埋場滲濾液與化糞池	地下水中的化學污染物或排泄物降低湧泉的水質
引水他用	低水位，高度變質或單一化的物理棲地，使湧泉微棲地縮小
發展休閒娛樂與觀光旅遊	湧泉環境被改變成適合游泳、釣魚與露營的場所。嚴重的踐踏也同時會破壞湧泉棲地
引入外來物種	排擠原生動植物物種生存
堵塞	水生生物無法生存、水生棲地破壞

2. 湧泉管理計畫重點



A. 籌組湧泉工作小組

管理湧泉需要跨領域人才，如地質、地理、溪流生物、生態、水質、人文等專業人才，主要與地下水，地表水及陸域環境有關，例如 Florida Springs Task Force 就由 16 位專業人士組成。

B. 湧泉位置及相關資料庫建置

紐西蘭建置包含 527 湧泉的資料庫，德國也進行全國湧泉調查，在 **Gueterlosh** 省即有 203 處湧泉，因為湧泉有時不露出地表，當地人口述的歷史資料及訪談結果，便更重要，現場勘查也有需要。使用 GIS 建立湧泉資料，將可提供水道、覆蓋植物、地質、氣候等背景，有利於未來環境及區域規劃。

C. 湧泉棲地品質之評估

湧泉棲地變數包含流量及其變化幅度、底質、水道及濱水道植被及陸域棲地結構、水質等，水道部分與溪流類似，但是，水源與溪流仍有不同，所以，對於湧泉出水口及相關水道都應保護，以維持物種組成的多樣性及群聚完整性。若有外來物種出現，也應予以移除。

棲地結構之特質，也可利用以建立湧泉分類系統。另也應清楚了解及列舉湧泉的可能集水區區域，方能確實維持水質。

D. 管理與復育優先順序及策略

利用棲地及生物資料，可決定湧泉管理的優先順序及方式，也可以決定應以復育或保護為管理的主要目的，未受到干擾的湧泉應以保護為重要的管理目標，有潛力復育的湧泉也應列為優先處理的對象。決定因素包含如特殊生物之存在、區域內湧泉數量、水量變化程度、干擾因素之複雜性、私有或公有土地、及需處理的干擾因素(如農業或遊憩)。

進行復育時，移除污染源及非必要結構物為優先使用手段，不考慮交換湧泉間生物，以維持基因多樣性。資源則應優先使用於具低干擾、低變動、低改造、具特殊生物、棲地、水質等特質之湧泉。

E. 長期監測

監測應考慮湧泉利用的目的及所需要的訊息，也應建立良善的回報機制，已進行適時及合宜的處理。必須能瞭解湧泉亦然變化的幅度、方式及機制，方能決定其品質是否有變化。

3. 湧泉社區規劃與展望

目前針對具有保育優先性、文化發展可能性高的湧泉，本研究推薦優先考慮屏東縣的五溝水及高雄市的柴山湧泉，將來也希望能夠輔導小琉球的慈雲宮龍目井湧泉(小琉球商團發展協會-大鵬灣國家風景區管理處)。

A. 屏東縣五溝水湧泉



五溝水聚落依據《文化資產保存法》將五溝村透過文資審議的法定程序，召開公聽會，並正式公告且於文建會（今文化部）完成登錄，為一漢人街庄特色的聚落保存區，且雖然排水工程破壞湧泉下游大部份環境，但仍擁有部分的湧泉濕地生態。

在地的五溝水守護工作站(NGO)不只長期以來以聚落及湧泉生態作為環境教育場所，也極力投入復育及培力計劃，在喚起社區意識扮演了重要角色，而在本團隊協助下也在工程進行期間也成立了湧泉濕地學校，積極輔導一群來自在地及附近的志工。目前已經辦理許多工作假期，濕地影展，電影院及參訪社區的活動，而將來工程結束後更將大力投入棲地復育之工作。

五溝水守護工作站目前除了林務局委託之本團隊協助外，也爭取到了屏東林管處之社區計劃及文建會聚落保存計劃外，也在本團隊協助下積極爭取五溝水濕地棲地營造及保育計畫(內政部營建署-103 年度國家重要濕地保育行動計畫)。

未來，五溝水將用在地的力量加上林務局及營建署的補助下努力從排水工程破壞

中恢復，著手進行棲地環境復育并朝向獨特的湧泉濕地環境教育場所發展，不只作為許多水生生物之重要棲地或避難所，也將樹立台灣中低海拔湧泉生態環境之典範。

B. 高雄市柴山湧泉

柴山湧泉復育策略



柴山湧泉分布範圍廣泛，主要集水區屬於壽山國家自然公園範圍內，但是主要的出水口—龍巖湧泉位於高雄市鼓山區柴山東麓龍泉寺旁—屬於高雄市政府轄區。根據本研究 2012 年度(第一年度)調查研究發現，龍巖湧泉大部分時間為枯竭狀態，必須在颱風或長時間大量降雨後才會出泉，再加上大部分棲地已經被區公所水泥化，當時被歸類為最差的 E 級湧泉—嚴重人為干擾、完全利用之湧泉。

因為農委會林務局全國湧泉大調查，讓當地民間注意到柴山湧泉的存在，依據當時報告，龍巖湧泉面臨之威脅為「水源枯竭、水泥化」，並歸類為最無望的等級——「無水源、封井或棲地因利用而改變」。但是民間團體(柴山會)卻不死心，誓言找出柴山湧泉之路。所幸龍巖湧泉每年不但冒水，更象徵源源不絕的希望，讓柴山會得以繼續走下去。這一路柴山舉辦了許多湧泉相關活動，例如湧泉踏勘生態紀錄、柴山祭及各場專家演講(本團隊海生邱郁文助理研究員、本團隊的高師大梁世雄教授及也積極參與輔導的高師大齊士崢教授等等)。其中，2013 年 5 月 23 日更由高雄市政府議員張豐藤主持，邀請學者、專家與會「柴山自然湧泉之現況、困境與展望」公聽會，會中張豐藤議員表示，應由都發局主導，先成立專案小組，並且由副市長層級來擔任召集人，邀請相關局處進行協商，朝向保護柴山湧泉再現為目標。另外，柴山會更在今年 2013 年 4 月，便自費投入湧泉調查工作，直到 10 月更競標獲得高雄市政府都發局計畫補助。

目前經過各方努力，已經有『柴山湧泉園區』規劃的初步構想。柴山湧泉園區的規劃所涵蓋的面向有：湧泉昔日地景與現況的對照與分析、湧泉生態復育評估與規劃、跨域整合的生態都市發展、文化保存激發文創產業的設計、觀光產業與地方發展兼容

並蓄的規劃、及以教育為本的永續發展。此築構成一個金字塔型的規劃概念，生態水文在頂端，依序是跨域整合、文化保存、文創與觀光，而最下面是教育為本的永續發展。上述面涉及的相關局處有：

1. 都發局：地景與現況的對照與分析、跨域整合的生態都市發展。
2. 農業局：湧泉生態復育評估與規劃。
3. 經發局：文創產業、地方發展
4. 觀光局：觀光產業。
5. 文化局：文化保存、文創產業的設計。
6. 教育局：教育為本的永續發展。

而柴山湧泉園區規劃的構想所依循的五大精神：

1. 生態復育：回復昔日曾出現的生態資源，並串接都會區因高度水泥化而碎塊化的生態。
2. 文化保存：回溯昔日生態資源而築構的產業與聚落，試圖在今日都會地景中，找尋與深繪當中曾厚植的人文線條。
3. 整合治水：面對極端氣候的水資源難題—乾旱或水滯兩極端現象。治水須從「排水」改成「留水」的概念；對應措施需從全然集中式滯洪，調整為「集中與普遍性滯洪兼具」的概念。
4. 政策整合：如上述三項精神，其所涵蓋的面向包含生態保育、都市規劃、文化保存與都市治水等議題，亦牽涉市府不同部門業務，在台灣目前財務窘困情況下，政策性整合方能整合各項資源，而做有效的推動。
5. 永續發展：以永續發展的概念來作為整個計畫架構的基石。

目前初步建議的示範點有兩個部份，一是以溝渠為主的線狀規劃；二是以就大區塊來設計營造點。圖中黃色線條屬溝渠部份，由北至南分四的區段，依序是：龍泉寺與自強新村間的溝渠、牛奶館後方溝渠、龍泉公往北靠山的溝渠、石頭公溝渠與鼓山中學前溝渠。黃色箭頭處為主要營造點，目前暫定3處；箭頭1在北登山口龍巖冽泉出水處；箭頭2在牛奶館(青泉街125號，現已是空地)；箭頭3為九如國小校區(未來將廢校)。詳細規劃內容可參考高雄市政府都市發展局委託柴山會之『柴山自然湧泉基礎環境調查及規劃案』及柴山會即將在2014年申請『2014高雄市柴山區域跨部會整合計畫-打狗山湧泉資料館』(高雄市都發局)之計畫。



壹拾、 參考文獻

- 川合禎次。1985。日本產水生昆蟲檢索圖說。東海大學出版會。東京。409pp。
- 中央研究院之台灣魚類資料庫 <http://fishdb.sinica.edu.tw/>
- 王漢泉。1999。淡水河系魚類生物監測分析。行政院環境保護署環境檢測所。
- 台灣省政府教育廳。1991。水棲昆蟲生態入門。
- 行政院文化建設委員會台灣社區通 <http://sixstar.cca.gov.tw/frontsite/>
- 行政院環境保護署環境檢驗所。1993。河川底棲水生昆蟲採樣方法(NIEA E801.30T)。環署檢字第 02198 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2003。水中浮游植物採樣方法－採水法(NIEA E505.50C)。環署檢字第 0920067727A 號公告。
- 佐竹久男。1980。新編水質污濁調查指針。日本水產資源保護協會編。恆星社厚生閣。pp. 185-186。
- 沈世傑。1993。臺灣魚類誌。國立臺灣大學動物學系。
- 松木和雄。1978。台灣產春蜓科稚蟲分類之研究。台灣省立博物館科學年刊 21:133-180。
- 林幸助、薛美莉、何東輯、陳添水。2009。濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序。行政院農委會特有生物保育中心。ISBN：9789860202267。
- 林春吉。2007。台灣淡水魚蝦(上、下)。天下文化出版社。
- 林斯正。1999。台灣產蜻蜓科(蜻蛉目)幼蟲分類研究。私立東海大學生物系碩士論文。
- 林曜松、梁世雄。1996。台灣野生動物資源調查之淡水魚資源調查手冊。行政院農業委員會。
- 林曜松、梁世雄。1997。魚類資源調查技術手冊。行政院農業委員會，台北市。
- 邱郁文、梁世雄。2012。全國湧泉濕地生態資源調查。行政院農業委員會，台北市。
- 陳文福。2005。台灣的地下水。遠足文化。
- 邵廣昭、陳靜怡。2005。魚類圖鑑-台灣七百多種常見魚類圖鑑。遠流出版社。
- 邵廣昭、彭鏡毅、吳文哲。2008。台灣物種多樣性- II. 物種名錄。行政院農業委員會林務局，台北。795 + 20 + 67 頁。
- 邵廣昭、彭鏡毅、吳文哲主編。2008。2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄。行政院農業委員會林務局。
- 施志昫、李伯雯。2009。台灣淡水蟹圖鑑。晨星出版社。
- 施志昫等。1998。台灣的淡水蝦。國立海洋生物博物館籌備處。
- 施志昫等。1999。台灣的淡水蟹。國立海洋生物博物館籌備處。
- 津田松苗(編)。1962。水生昆蟲學。
- 徐國士。1980。台灣稀有及有絕滅危機之植物。台灣省政府教育廳。
- 徐國士等。1987。台灣稀有植物群落生態調查。行政院農業委員會。
- 徐歷鵬。1997。台灣地區毛翅目昆蟲之分類研究。私立東海大學生物系博士論文。

- 3706pp。
- 康世昌。1993。台灣的蜉蝣目（四節蜉蝣科除外）。國立中興大學昆蟲學研究所博士論文。
- 張志銘。2007。洪水對五溝水淡水螺貝類群聚結構之影響。高雄師範大學生物科技系。碩士論文。
- 梁世雄。2005。淡水水域生物監測之採樣器材介紹及資料分析與應用。高雄師範大學生物科學研究所。
- 梁象秋、方紀祖、楊和荃(編)。1998。水生生物學。水產出版社。
- 許建昌。1971。臺灣常見植物圖鑑，I-庭園路旁耕地的花草。臺灣省教育會。
- 許建昌。1975。臺灣常見植物圖鑑，VII-臺灣的禾草。臺灣省教育會。
- 彭國棟。2005。生態社區及永續發展。特有生物研究保育中心。
- 曾晴賢。1990。台灣淡水魚(I)。行政院農業委員會。
- 楊國禎，2000，屏東九如泉水生態區記述，自然保育季刊，31：30-32。
- 廖學誠。2009。社區林業與溪流保育-宜蘭縣大同鄉及南澳鄉原住民社區案例分析。國立台灣師範大學地理研究叢書第 39 號。220 頁。
- 蔡承恩，2004，屏東平原自升水系—分布區域調查與出水量潛能分析，屏東科技大學土木工程系碩士班，碩士論文。
- 蔡承恩。2004。屏東平原自升水系—分佈區域調查與出水量潛能分析。屏東科技大學土木工程研究所，碩士論文。
- 蔡政達。2008。屏東湧泉濕地水質環境因子與淡水軟體動物群聚之關係。高雄醫學大學生物醫學暨環境生物學研究所。碩士論文。
- 賴景陽。1988。貝類(台灣自然觀察圖鑑)。渡假出版社有限公司。
- 韓僑權。2012。墾丁國家公園淡水魚蝦貝類普查。墾丁國家公園管理處。260 頁。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。1994。水中總磷檢測方法。NIEA W427.50A。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。1995。環境檢測方法-環境生物檢測。行政院環境保護署環境檢驗所，臺北縣。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2001。水中生化需氧量檢測方法。NIEA W510.54B。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2003。水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法-103~105°C。NIEA W210.57A。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2004。水中葉綠素 a 檢測方法—丙酮萃取/螢光分析法。NIEA E509.00C。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2005a。水中濁度檢測方法—濁度計法。NIEA W219.52C。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2005b。水中氨氮檢測方法—靛酚比色法。NIEA

W448.51B。

環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2007a。水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法。NIEA W515.54A。

環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。1995。環境檢測方法—環境生物檢測。行政院環境保護署環境檢驗所，臺北縣。

羅柳墀、林昆海、楊玉祥。2008。墾丁國家公園龍鑾潭特別景觀生態資源調查暨環境評估計劃。墾丁國家公園管理處委託調查報告，174 頁。

羅柳墀、林昆海、楊玉祥。2009。墾丁國家公園龍鑾潭特別景觀生態資源調查暨環境評估計劃(二)。墾丁國家公園管理處委託調查報告，198 頁。

鐘龍治、廖學誠、陳宛君、劉瓊蓮、陳美惠。2005。羅東林區民眾對林業經營的認知與態度，地理研究，43：1-20。

The Global Ecovillage Network <http://gen.ecovillage.org/>

Barquin, J., and M. Scarsbrook. 2008. Management and conservation strategies for coldwater springs. *Aquatic conservation* 18: 580-591.

Buchecker, M., M. Hunziker and F. Kienast. 2003. Participatory landscape development: overcoming social barriers to public involvement,” *Landscape and Urban Planning* 64: 29-46.

Dungumaro, E.W. and N.F. Madulu. 2003. Public participation in integrated water resources management: the case of Tanzania. *Physics and Chemistry of the Earth* 28: 1009-1014.

Hahn, H.J. 2000. Studies on classifying of undisturbed springs in Southwestern Germany by macrobenthic communities. *Limnologica* 30: 247–259.

Hilsenhoff, W. L. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with family-level biotic index. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7(1):65-68.

Huang, T.C., et al. 1993. *Flora of Taiwan, Second Edition. Vol. 3.* National Taiwan University. Taipei.

Huang, T.C., et al. 1996. *Flora of Taiwan, Second Edition. Vol. 2.* National Taiwan University. Taipei.

Huang, T.C., et al. 1998. *Flora of Taiwan, Second Edition. Vol. 4.* National Taiwan University. Taipei.

Huang, T.C., et al. 2000. *Flora of Taiwan, Second Edition. Vol. 5.* National Taiwan University. Taipei.

Huang, T.C., et al. 2003. *Flora of Taiwan, Second Edition. Vol. 6.* National Taiwan University. Taipei.

Strong E.E., Gargominy O., Ponder W.F. and Bouchet P. 2008. Global Diversity of Gastropods (Gastropoda; Mollusca) in Freshwater. *Hydrobiologia* 595: 149-166

附錄一—表與圖

表 1、「全國湧泉濕地生態資源調查(1/3)」完成調查各湧泉之基本資料

編號	樣點	縣市	區鄉鎮	經度	緯度	海拔(m)	利用類型	型態	權屬單位	在地社團組織	鄰近社區	面臨之威脅	建議監測樣站
1	陽明山湧泉	台北市	北投區	121°32'60.5"	25°08'54.4"	330	A	流水	市政府	無	無	遊憩垃圾	
2	黃泥塘	桃園縣	龍潭鄉	121°13'40.5"	24°52'56.6"	227	C	靜水	私人土地	黃塘社區發展協會	黃塘村	外來種,遊憩,垂釣	*
3	泉水空洗衣坑	桃園縣	龍潭鄉	121°12'47.5"	24°52'30.1"	209	D	靜水	鄉公所	中山社區發展協會	中山村	民生污染,水泥化	
4	二重埔湧泉	新竹縣	竹東鎮	121°3'3.6"	24°45'58.38"	131	B	流水	私人土地	二重社區發展協會	二重里	土地徵收	*
5	北埔冷泉	新竹縣	北埔鄉	121°04'22.2"	24°39'45.6"	241	D	靜水	參管處	無	無	民生污染,水泥化	
6	四十二份湧泉	苗栗縣	南庄鄉	120°57'54.1"	24°32'17.1"	480	B	靜水	參管處	蓬萊村社區發展協會	蓬萊村	外來種,遊憩	
7	姊妹泉圳	苗栗縣	公館鄉	120°48'47.3"	24°30'49.5"	85	B	流水	鄉公所	中義社區發展協會	中義村	外來種,遊憩	*
8-1	鹿峰洗衣坑1	台中市	沙鹿區	120°34'19.6"	24°15'24.1"	13	D	流水	區公所	鹿峰社區發展協會	鹿峰社區	民生污染,水泥化	
8-2	鹿峰洗衣坑2	台中市	沙鹿區	120°34'20.6"	24°15'24.7"	13	D	流水	區公所	鹿峰社區發展協會	鹿峰社區	民生污染,水泥化	
8-3	鹿峰洗衣坑3	台中市	沙鹿區	120°34'20.0"	24°15'23.5"	13	D	流水	區公所	鹿峰社區發展協會	鹿峰社區	民生污染,水泥化	
8-4	鹿峰洗衣坑4	台中市	沙鹿區	120°34'21.0"	24°15'24.3"	13	D	流水	區公所	鹿峰社區發展協會	鹿峰社區	水源枯竭	
9	龍目井	台中市	龍井區	120°32'55.0"	24°11'55.3"	16	E	靜水	區公所	龍泉社區發展協會	龍泉社區	水源枯竭,水泥化	
10	東勢洗衣坑	台中市	東勢區	120°49'26.9"	24°15'47.3"	333	D	流水	區公所	粵寧社區發展協會	粵寧社區	民生污染,水泥化	*
11	坑內坑湧泉	彰化縣	二水鄉	120°49'47.0"	23°49'47.0"	184	E	靜水	鄉公所	合和社區發展協會	合和社區	水源枯竭,水泥化	
12	眉原溪冷泉	南投縣	仁愛鄉	120°57'11.4"	24°05'13.4"	520	A	流水	鄉公所	清流社區發展協會	清流部落	農業污染	
13	新街村湧泉	南投縣	名間鄉	120°41'49.0"	23°52'57.2"	96	D	流水	鄉公所	新北社區發展協會	新北社區	民生污染,水泥化	
14	加正巷湧泉	南投縣	竹山鎮	120°41'42.1"	23°44'21.6"	248	D	流水	鎮公所	無	無	農業污染	
15	麻園荷蘭井	雲林縣	古坑鄉	120°32'30.1"	23°38'18.3"	75	E	靜水	鄉公所	麻園社區發展協會	麻園社區	水源枯竭,水泥化	
16	美濃柳樹塘	高雄市	美濃區	120°34'13.0"	22°53'47.9"	75	C	靜水	區公所	美濃愛鄉協進會	無	外來種,遊憩,垂釣	*
17	大崗山湧泉	高雄市	田寮區	120°21'26.7"	22°51'13.7"	78	D	靜水	區公所	無	無	水泥化	*
18	大埔龍目井	高雄市	岡山區	120°19'25.5"	22°49'27.1"	20	E	靜水	區公所	華崗社區發展協會	大埔社區	水源枯竭,水泥化	
19	龍巖冽泉	高雄市	鼓山區	120°16'24.7"	22°39'18.9"	12	E	靜水	區公所	柴山自然公園促進會	內惟社區	水源枯竭,水泥化	
20	建功親水公園	屏東縣	新埤鄉	120°34'10.5"	22°29'4.8"	20	E	靜水	鄉公所	建功社區發展協會	建功村	水源枯竭	
21-1	玉泉村湧泉-龍泉橋	屏東縣	九如鄉	120°30'41.84"	22°43'40.70"	37	D	流水	鄉公所	玉泉社區發展協會	玉泉村	農業與民生污染	*
21-2	玉泉村湧泉-源頭之一	屏東縣	九如鄉	120°30'55.58"	22°43'43.26"	37	D	流水	鄉公所	玉泉社區發展協會	玉泉村	農業與民生污染	
21-3	玉泉村湧泉-榮泉橋	屏東縣	九如鄉	120°30'10.40"	22°43'29.75"	37	D	流水	鄉公所	玉泉社區發展協會	玉泉村	農業與民生污染	
21-4	玉泉村湧泉-汙染水源點之一	屏東縣	九如鄉	120°30'8.59"	22°43'15.33"	37	D	流水	鄉公所	玉泉社區發展協會	玉泉村	農業與民生污染	
21-5	玉泉村湧泉-崇蘭舊圳下游	屏東縣	九如鄉	120°30'5.08"	22°43'9.21"	37	D	流水	鄉公所	玉泉社區發展協會	玉泉村	農業與民生污染	

編號	樣點	縣市	區鄉鎮	經度	緯度	海拔(m)	利用類型	型態	權屬單位	在地社團組織	鄰近社區	面臨之威脅	建議監測樣站
22	港仔村湧泉	屏東縣	滿州鄉	120°53'43.3"	22°8'24.2"	4	A	靜水	鄉公所	無	港仔村	鹽化	*
23	埤仔頭湧泉	屏東縣	恆春鎮	120°43'50.17"	21°58'46.60"	22	B	靜水	私人土地	龍水社區發展協會	龍水社區	農業與民生污染,水泥化	*
24	香蕉灣湧泉	屏東縣	恆春鎮	120°50'4.93"	21°55'28.48"	29	A	流水	墾管處	無	無	農業污染	*
25-1	五溝水湧泉-主要源頭	屏東縣	萬巒鄉	120°36'7.79"	22°36'5.84"	25	B	流水	鄉公所	守護五溝工作站	五溝社區	農業與民生污染	*
25-2	五溝水湧泉-引水閘門	屏東縣	萬巒鄉	120°36'6.4"	22°35'36.8"	25	B	流水	鄉公所	守護五溝工作站	五溝社區	農業與民生污染	
25-3	五溝水湧泉-泉水露頭之一	屏東縣	萬巒鄉	120°35'55.8"	22°35'28.4"	25	B	流水	鄉公所	守護五溝工作站	五溝社區	農業與民生污染	
25-4	五溝水湧泉-活動中心	屏東縣	萬巒鄉	120°35'56.6"	22°35'17.6"	25	B	流水	鄉公所	守護五溝工作站	五溝社區	農業與民生污染	
26	望龍埤	宜蘭縣	員山鄉	121°41'54.4"	24°46'30.7"	90	C	靜水	縣政府	枕山社區發展協會	枕山村	外來種,遊憩,垂釣	*
27	阿蘭城游泳池	宜蘭縣	員山鄉	121°43'43.9"	24°46'01.5"	16	D	靜水	鄉公所	阿蘭城發展協會	阿蘭城社區	民生污染,水泥化	
28	雷公埤	宜蘭縣	員山鄉	121°43'03.5"	24°45'26.9"	17	C	靜水	鄉公所	無	永和村	外來種,遊憩,垂釣	*
29	太陽埤	宜蘭縣	員山鄉	121°40'51.1"	24°42'52.6"	42	A	靜水	鄉公所	內城社區發展協會	內城村	農業利用	*
30	湧泉貯木池	宜蘭縣	羅東鎮	121°46'24.64"	24°41'1.87"	6	B	靜水	羅東林管處	羅東自然教育中心	信義社區	外來種	*
31	柯林湧泉	宜蘭縣	三星鄉	121°43'16.95"	24°40'46.69"	25	B	流水	農田水利會	悟元研究協會	大隱社區	外來種,遊憩,水泥化	*
32	八寶村湧泉	宜蘭縣	冬山鄉	121°45'50.92"	24°38'23.73"	17	D	靜水	鄉公所	八寶社區發展協會	八寶社區	民生污染,水泥化	
33	無尾港湧泉區	宜蘭縣	蘇澳鎮	121°51'26.11"	24°36'48.13"	6	B	靜水	縣農業局	無尾港文教促進會	港邊社區	外來種	*
34	蘇澳冷泉公園	宜蘭縣	蘇澳鎮	121°51'2.75"	24°35'49.99"	228	E	靜水	鎮公所	蘇澳鎮觀光小鎮發展協會	蘇澳鎮	水泥化,遊憩	
35	東岳湧泉	宜蘭縣	南澳鄉	121°49'46.44"	24°31'29.49"	30	C	流水	鄉公所	東岳社區發展協會	東岳社區	水泥化,遊憩	*
36-1	共和村湧泉-樹湖溪	花蓮縣	壽豐鄉	121°31'17.1"	23°52'13.5"	36	D	流水	鄉公所	共和村永續發展促進會	共和村	農業與民生污染	*
36-2	共和村湧泉-水圳	花蓮縣	壽豐鄉	121°30'47.4"	23°51'59.1"	36	D	流水	鄉公所	共和村永續發展促進會	共和村	農業與民生污染	
36-3	共和村湧泉-立川漁場	花蓮縣	壽豐鄉	121°31'18.4"	23°51'52.8"	36	D	流水	鄉公所	共和村永續發展促進會	共和村	農業與民生污染	
37	馬太鞍湧泉	花蓮縣	光復鄉	121°24'36.2"	23°39'30.4"	120	B	流水	鄉公所	馬太鞍社區發展協會	大進社區	農業與民生污染	*
38	玉里洗衣坑	花蓮縣	玉里鎮	121°18'54.6"	23°19'48.3"	135	D	流水	鎮公所	無	玉里鎮	民生污染,水泥化	
39	玉龍泉湧泉	台東縣	鹿野鄉	121°07'17.0"	22°55'53.8"	270	B	流水	鄉公所	永安社區發展協會	永安社區	遊憩	*
40	市立湧泉運動公園	台東縣	台東市	121°09'37.3"	22°45'10.2"	10	E	靜水	縣政府	無	建國里	民生污染,水泥化	
41	琵琶湖	台東縣	台東市	121°09'54.8"	22°45'32.7"	9	C	靜水	縣政府	無	建國里	外來種	*
42	都歷湧泉	台東縣	成功鎮	121°20'12.9"	23°01'40.6"	11	D	靜水	私人土地	信義里發展協會	都歷部落	外來種	*
43	金龍湖	台東縣	大武鄉	121°52'10.1"	22°19'85.0"	30	C	靜水	鄉公所	大武社區發展協會	尚武村	外來種,遊憩,垂釣	*
44	野銀永興農場	台東縣	蘭嶼鄉	121°34'34.57"	22°1'46.74"	29	A	靜水	鄉公所	-	野銀部落	外來種	*

表 2、「全國湧泉濕地生態資源調查(1/3)」台灣湧泉綜合評估及建議

利用類型	利用程度	保育與管理建議
A	無或低度利用	長期生態監測=>設立生態保護區
B	低度利用	長期生態監測=>建立在地管理機制=>設立生態保護區=>成立自然公園、教育中心
C	中度利用	長期生態監測=>建立在地管理機制=>環境及生物多樣性改善與維護
D	高度利用	生態調查=>輔導社區認養及自治=>環境及生物多樣性維護
E	完全利用	水源確認及生態調查=>輔導社區認養及自治>環境維護

表 3、「全國湧泉濕地生態資源調查(1/3)」各利用類型湧泉之環境與原生物種數級分雷達圖

利用類型	環境與原生物種數級分與雷達圖					
A	<p>陽明山湧泉</p>	<p>眉原溪冷泉</p>	<p>港仔村湧泉</p>	<p>香蕉灣湧泉</p>	<p>太陽埤</p>	<p>野銀永興農場</p>
B	<p>二重埔湧泉</p>	<p>四十二份湧泉</p>	<p>姊妹泉圳</p>	<p>埤仔頭湧泉</p>	<p>五溝水湧泉</p>	<p>湧泉貯木池</p>
	<p>柯林湧泉</p>	<p>無尾港湧泉區</p>	<p>馬鞍湧泉</p>	<p>玉龍泉湧泉</p>	<p>東岳湧泉</p>	
C	<p>黃泥塘</p>	<p>美濃柳樹塘</p>	<p>望龍埤</p>	<p>雷公埤</p>	<p>琵琶湖</p>	<p>金龍湖</p>

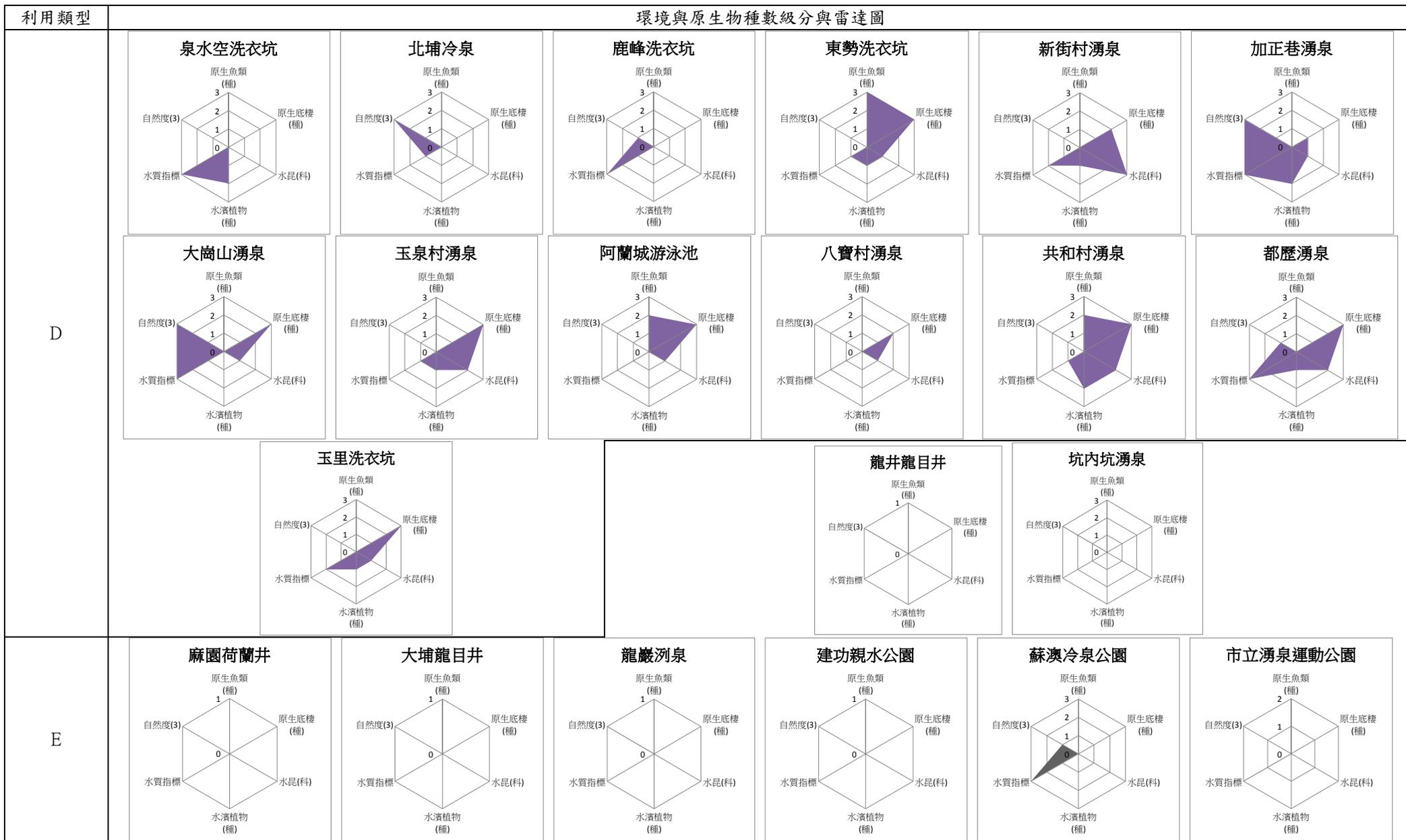


表 4、各樣站基本資料、面臨之威脅、保育及管理建議

編號	樣點	縣市	區鄉鎮	經度	緯度	海拔(m)	利用類型	型態	權屬單位	在地社團組織	鄰近社區	面臨之威脅	保育及管理建議
1	美濃柳樹塘	高雄市	美濃區	120°34'13.0"	22°53'47.9"	75	C	靜水	區公所	美濃愛鄉協進會	無	外來種,遊憩,垂釣	外來種移除及訂定管理機制
2	大崗山湧泉	高雄市	田寮區	120°21'26.7"	22°51'13.7"	78	D	靜水	區公所	無	無	水泥化	棲地復育、訂定管理機制，輔導社區參與監測及維護。
3	柴山湧泉-龍巖冽泉	高雄市	鼓山區	120°16'24.7"	22°39'18.9"	12	E	靜水	區公所	柴山會/柴山生態教育中心	內惟社區	水泥化與民生污染	棲地復育、訂定管理機制，輔導社區參與監測及維護。
3	柴山湧泉-石頭公廟	高雄市	鼓山區	120°16'24.31"	22°39'4.86"	12	E	流水	區公所	柴山會/柴山生態教育中心	內惟社區	水源枯竭,水泥化與民生污染	棲地復育、訂定管理機制，輔導社區參與監測及維護。
4	玉泉村湧泉-龍泉橋	屏東縣	九如鄉	120°30'41.84"	22°43'40.70"	37	D	流水	鄉公所	玉泉社區發展協會	玉泉村	農業與民生污染	訂定管理機制，輔導社區參與監測及維護。
5	港仔村湧泉	屏東縣	滿州鄉	120°53'43.3"	22°8'24.2"	4	A	靜水	鄉公所	港仔社區發展協會	港仔村	鹽化	訂定管理機制，輔導社區參與監測及維護。
6	埤仔頭湧泉	屏東縣	恆春鎮	120°43'50.17"	21°58'46.60"	22	B	靜水	私人土地	龍水社區發展協會	龍水社區	農業與民生污染,水泥化	訂定管理機制，輔導社區參與監測及維護。推動發展湧泉相關產業。
7	香蕉灣湧泉	屏東縣	恆春鎮	120°50'4.93"	21°55'28.48"	29	A	流水	墾管處	無	無	農業污染	水源保護、土地徵收、棲地維護。
8	五溝水湧泉	屏東縣	萬巒鄉	120°36'7.79"	22°36'5.84"	25	B	流水	鄉公所	守護五溝工作站	五溝社區	排水工程破壞棲地,農業與民生污染	棲地復育、外來種移除及訂定管理機制，輔導社區參與監測及維護。
9	玉龍泉湧泉	台東縣	鹿野鄉	121°07'17.0"	22°55'53.8"	270	B	流水	鄉公所	永安社區發展協會	永安社區	遊憩	目前該地社區已經發展生態旅遊解說導覽。相關單位給與支持及輔助。
10	琵琶湖	台東縣	台東市	121°09'54.8"	22°45'32.7"	9	C	靜水	縣政府	無	建國里	外來種	外來種移除及協助園區訂定管理機制。
11	都歷湧泉	台東縣	成功鎮	121°20'12.9"	23°01'40.6"	11	D	靜水	私人土地	信義里發展協會	都歷部落	外來種	外來種移除及訂定管理機制，輔導社區參與監測及維護。

表 5、各樣站水文水質資料

水質因子 站名	美濃柳樹塘				大崗山湧泉				柴山- 龍巖 柴山-石頭公廟 測泉				玉泉村				港仔村				埤仔頭			
	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季
溫度 (°C)	22.40	20.10	25.80	33.00	24.00	22.70	25.10	26.00	(無水)	23.80	24.30	23.40	31.40	22.10	27.40	30.40	31.80	26.90	20.17	31.20	28.90	27.60	28.40	28.20
DO (mg/L)	8.00	2.57	2.57	4.49	6.56	7.54	8.59	7.99	-	2.12	4.01	3.71	4.24	6.81	4.35	4.40	7.34	11.58	10.95	5.29	5.21	6.72	7.83	7.84
pH	7.96	7.26	6.95	6.63	8.11	7.36	7.18	7.09	-	7.33	8.24	7.12	8.12	7.72	7.31	7.24	8.59	8.55	8.52	7.40	8.48	7.02	7.07	6.86
COD (mg/L)	41.00	77.00	28.00	35.00	28.00	33.00	26.00	4.00	-	26.00	3.00	7.00	(54.00)	(9.00)	36.00	9.00	70.00	72.00	21.00	141.00	(30.00)	86.00	5.00	23.00
BOD (mg/L)	0.50	0.59	2.48	2.69	0.06	0.11	0.57	1.42	-	2.75	0.92	3.42	8.82	2.16	4.43	2.82	3.01	0.00	3.62	1.03	6.93	0.00	1.21	1.04
懸浮物 (mg/L)	12.00	15.00	4.33	9.00	10.00	2.00	1.00	nd	-	0.00	nd	7.33	8.00	4.00	3.33	9.50	36.00	2.00	2.67	45.00	1.00	4.00	15.67	11.00
葉綠素 a(mg/m ³)	22.53	16.44	10.32	21.65	3.44	2.65	0.47	4.51	-	0.61	7.87	2.69	(0.09)	1.52	7.48	6.92	2.44	8.11	8.13	8.21	1.69	7.06	15.18	3.39
硬度(mg/L)	271.00	309.50	659.00	708.00	313.50	356.50	705.00	766.00	-	304.00	994.50	727.00	261.50	277.50	966.00	725.00	305.00	329.50	653.00	274.00	344.00	359.00	365.00	367.00
Trubidity (NTU)	13.63	8.12	6.64	12.64	6.25	1.35	1.32	3.04	-	1.55	1.76	2.42	2.61	1.71	4.37	6.56	1.02	1.42	4.03	6.08	0.56	3.23	7.84	11.50
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	0.17	0.11	0.43	0.27	0.06	0.04	0.05	0.06	-	2.09	1.58	0.96	0.47	0.06	3.35	0.24	0.16	0.10	0.16	1.70	0.03	0.02	0.02	0.01
NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.21	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.02	0.01	-	0.19	0.23	0.20	0.52	0.90	0.95	1.08	0.01	0.01	0.01	0.01	0.15	0.18	0.16	0.49
PO ₄ (mg/L)	0.03	0.08	0.35	0.40	0.06	0.14	0.06	0.05	-	0.68	0.65	0.76	0.39	0.18	1.54	0.58	0.02	0.08	0.04	0.04	0.10	0.20	0.40	0.07

水質因子 站名	香蕉灣				五溝水源頭				五溝水 (20130116施工下游)				玉龍泉				琵琶湖				都歷			
	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季
溫度 (°C)	26.10	25.80	28.30	25.50	24.80	24.70	25.20	25.60	25.00	27.30	28.80	26.00	23.00	24.20	22.50	23.10	25.40	29.10	32.10	22.10	23.60	28.60	34.40	
DO (mg/L)	5.73	7.26	6.81	3.05	4.78	4.62	4.58	5.40	4.92	6.71	7.65	7.13	6.89	7.02	5.35	8.34	9.81	12.30	7.64	5.00	3.26	4.16	6.86	
pH	8.28	7.54	7.48	7.11	7.74	6.34	6.24	6.22	6.62	6.66	6.98	8.20	6.58	7.50	6.38	8.52	7.62	6.26	7.58	8.32	7.08	7.16	7.73	
COD (mg/L)	45.00	2.00	25.00	7.00	75.00	3.00	21.00	12.00	28.00	8.00	12.00	15.00	3.00	(17.00)	(10.00)	(25.00)	14.00	0.00	34.00	91.00	170.00	22.00	99.00	
BOD (mg/L)	9.39	0.00	1.65	2.40	1.71	0.41	0.36	1.73	0.00	0.62	2.30	9.36	0.68	1.92	1.03	7.80	0.17	1.52	6.87	3.46	2.48	1.50	5.91	
懸浮物 (mg/L)	1.00	0.00	4.33	3.00	(1.00)	1.00	0.33	0.33	43.00	47.67	5.67	0.00	0.00	nd	3.00	1.00	3.00	nd	12.00	28.00	2.00	5.00	8.00	
葉綠素 a(mg/m ³)	2.06	1.43	3.95	4.05	0.28	0.67	3.82	0.19	11.14	8.24	0.76	0.09	1.29	4.46	nd	3.09	3.04	2.36	6.41	44.57	4.93	5.08	13.03	
硬度(mg/L)	312.50	351.00	585.00	352.00	201.50	233.00	861.00	688.00	239.50	798.00	698.00	263.00	279.00	492.00	629.00	357.00	356.50	601.00	685.00	302.00	306.00	552.00	703.00	
Trubidity (NTU)	0.565	1.61	1.76	4.87	0.67	0.67	1.82	0.55	33.52	22.55	1.77	1.20	0.52	0.12	0.13	2.94	1.15	1.00	1.26	20.23	5.47	6.75	10.71	
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	0.02	0.03	0.04	0.01	0.03	0.04	0.07	0.15	0.09	0.14	0.13	0.04	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.06	0.11	0.19	0.18	0.17	
NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	0.25	0.30	0.60	0.11	0.62	0.80	0.55	0.37	0.40	0.45	0.81	0.38	0.26	0.27	0.82	0.06	0.14	0.13	0.32	0.01	0.15	0.00	0.01	
PO ₄ (mg/L)	0.16	0.10	0.21	0.07	0.36	0.07	0.10	0.07	0.12	0.16	0.32	2.15	0.81	0.10	0.19	0.04	0.21	0.05	0.13	0.08	3.15	2.54	2.03	

*(20130116 施工下游)

科	中文名	學名	稀有類別	特有類別	汙染指標	美濃柳樹塘			大崗山湧泉			柴山-龍巖湧泉			柴山-萬壽山橋			玉泉村			港仔村			埤仔頭								
						秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏			
陸寄居蟹科Coenobitidae	藍紫陸寄居蟹	<i>Coenobita violascens</i>		原生													1															
顛蚓科Tubificidae	顛蚓	<i>Tubifex sp.</i>	C	—						8	1	6	6																			
舌蛭科Glossiphoniidae	水蛭	<i>Glossiphonia sp.</i>	C	—					6	3	2			13	4						3	5	11									
渦蟲科Bipaliidae	渦蟲	<i>Turbellaria sp.</i>	C	—					7			1									10	1										
物種小計						5	5	3	1	10	9	12	9	7	7	8	6	7	18	2	7	10	7	7	6	4	5	9	7	11	8	7
數量小計						14	18	6	2	67	61	47	62	56	77	88	55	42	18	30	32	49	15	43	55	36	31	30	29	70	48	36
		Shannon-Wiener's diversity index (H')				1.25	1.43	1.01	0.00	2.09	2.05	2.35	1.42	1.64	1.76	1.74	1.39	1.73	2.89	0.64	1.62	2.05	1.64	1.76	1.16	0.89	1.39	1.91	1.81	2.02	1.96	1.55
		Shannon-Wiener's evenness index (E)				0.78	0.89	0.92	-	0.91	0.93	0.95	0.65	0.84	0.90	0.83	0.78	0.89	1.00	0.92	0.83	0.89	0.84	0.91	0.65	0.64	0.86	0.87	0.93	0.84	0.94	0.79

科	中文名	學名	稀有類別	特有類別	汙染指標	香蕉灣				五溝水				玉龍泉				琵琶湖				都歷			秋總和	冬總和	春總和	夏總和	合計			
						秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春								
地龜科Geoemydidae	斑龜	<i>Mauremys sinensis</i>		原生														1	1	1	2	1	1	5	4	5	2	6	17			
地龜科Geoemydidae	柴棺龜	<i>Mauremys mutica</i>		特有														4	3					4	3	0	0	7				
澤龜科Emydidae	巴西龜	<i>Trachemys scripta subsp.</i>		外來														5	1					5	0	1	0	6				
鱉科Trionychidae	中國鱉	<i>Pelodiscus sinensis</i>		原生																				1	0	1	0	2				
蜃螺科Neritidae	壁蜃螺	<i>Septaria porcellana</i>	R	原生																				4	0	4	0	8				
蜃螺科Neritidae	細斑蜃螺	<i>Neritina variegata</i>	C	原生																				0	0	0	1	1				
田螺科Vivipariidae	多稜角螺	<i>Angulyagra polyzonata</i>		外來																				4	0	1	7	12				
田螺科Vivipariidae	石田螺	<i>Sinotaia quadrata</i>	C	原生	貧腐				1	2													7	5	6	8	21	9	11	49		
蘋果螺科Ampullariidae	福壽螺	<i>Pomacea canaliculata</i>	C	外來	強腐				2	2	12	12						1	2	10	7	2	1	2	2	7	5	26	29	67		
錐蝨科Thiaridae	塔蝨	<i>Thiara scabra scabra</i>	C	原生	貧腐			12	4	3														5	28	13	20	66				
錐蝨科Thiaridae	瘤蝨	<i>Tarebia granifera</i>	C	原生	貧腐	2	10	1					3		1					2		8	20	10	1	82	104	65	36	287		
錐蝨科Thiaridae	網蝨	<i>Melanooides tuberculatus</i>	C	原生	β-中腐	3	2		3	4				6	1	1					10	10	5	1	38	65	46	30	179			
錐蝨科Thiaridae	結節蝨	<i>Stenomelania tortuosa</i>	U	原生																				2	5	0	0	7				
錐蝨科Thiaridae	錐蝨	<i>Stenomelania plicaria</i>	C	原生	β-中腐	13	5	8	7									1		9		3	1	39	26	22	15	102				
粟螺科Stenothyridae	台灣粟螺	<i>Stenothyra formosana</i>	U	原生																				0	15	0	0	15				
山椒蝸牛科Assimineidae	山椒蝸牛一種	<i>Assiminea sp.</i>	C	原生		8	10	9						2	6	1								8	10	16	10	44				
椎實螺科Lymnaeidae	小椎實螺	<i>Austropeplea ollula</i>	C	原生																				1	30	15	17	31	93			
囊螺科Physidae	囊螺	<i>Physa acuta</i>	C	外來	α-中腐						2	3												0	22	23	18	63				
扁蝨科Planorbidae	圓口扁蝨	<i>Gyraulus spirillus</i>	U	原生	α-中腐		3																	5	8	19	16	6	49			
蜆科Corbiculidae	台灣蜆	<i>Corbicula fluminea</i>	C	原生	強腐																			1	0	3	0	1	4			
蚌科Unionidae	圓蚌	<i>Anodonta woodiana</i>	C	原生	α-中腐																			1	1	0	2	1	0	3		
長臂蝦科Palaemonidae	粗糙沼蝦	<i>Macrobrachium asperulum</i>	C	原生						4				23	33	20									24	37	20	1	82			
長臂蝦科Palaemonidae	郝氏沼蝦	<i>Macrobrachium horstium</i>	U	原生																				10	10	0	0	10				
長臂蝦科Palaemonidae	貪食沼蝦	<i>Macrobrachium lar</i>	C	原生		7	23	17	17					23		7								2	9	3	4	30	36	20	30	116
長臂蝦科Palaemonidae	日本沼蝦	<i>Macrobrachium nipponense</i>	C	原生						12	3														28	27	6	11	72			
匙指蝦科Atyidae	臺灣米蝦	<i>Caridina formosae</i>		E		6	6	2																	22	15	5	2	44			
匙指蝦科Atyidae	長額米蝦	<i>Caridina longirostris</i>		原生																					0	2	0	0	2			
匙指蝦科Atyidae	齒額米蝦	<i>Caridina serratiostris</i>	R	原生		2	3																		2	5	0	0	7			
匙指蝦科Atyidae	多齒新米蝦	<i>Neocaridina denticulate</i>	C	原生		10	10	5	8	4	7														19	38	24	22	103			
匙指蝦科Atyidae	赤炭新米蝦	<i>Neocaridina sacca</i>	U	特有																					12	8	3	13	36			
方蟹科Grapsidae	字紋弓蟹	<i>Varuna litterata</i>	C	原生		4	7	12	13															5	5	12	10	17	18	34	79	
方蟹科Grapsidae	奧氏後相手蟹	<i>Metasesarma aubryi</i>	C	原生																				1	1	0	1	0	2	3		

科	中文名	學名	稀有類別	特有類別	汙染指標	香蕉灣	五溝水	玉龍泉	琵琶湖	都歷	秋總	冬總	春總	夏總	合計														
					秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	和	和	和	和									
方蟹科Grapsidae	肥胖後相手蟹	<i>Metasesarma obesum</i>		原生													0	0	0	1	1								
方蟹科Grapsidae	紅指陸相手蟹	<i>Geosesarma hednon</i>		特有													1	0	0	0	1	1							
溪蟹科Potamidae	黃灰澤蟹	<i>Geothelphusa albogilva</i>	C	特有		1	1	12									0	1	1	12	14								
溪蟹科Potamidae	雙色澤蟹	<i>Geothelphusa bicolor</i>	C	特有								2	6	5	2		2	6	5	2	15								
溪蟹科Potamidae	銹色澤蟹	<i>Geothelphusa ferruginea</i>		E			5										0	0	5	0	5								
溪蟹科Potamidae	馬卡道澤蟹	<i>Geothelphusa makatao</i>	U														0	5	0	1	6								
溪蟹科Potamidae	蔡氏澤蟹	<i>Geothelphusa tsayae</i>	C	特有													0	0	3	0	3								
溪蟹科Potamidae	拉氏清溪蟹	<i>Candidiopotamon rathbunae</i>	C	特有	2		10	10				1	1	2	2		6	1	13	12	32								
陸寄居蟹科Coenobitidae	灰白陸寄居蟹	<i>Coenobita rugosus</i>		原生													3	0	0	0	6	6							
陸寄居蟹科Coenobitidae	短掌陸寄居蟹	<i>Coenobita brevimanus</i>		原生													2	0	0	2	0	2							
陸寄居蟹科Coenobitidae	藍紫陸寄居蟹	<i>Coenobita violascens</i>		原生			1										0	0	1	0	1								
顫蚓科Tubificidae	顫蚓	<i>Tubifex sp.</i>	C	—		5											5	6	11	8	6	31							
舌蛭科Glossiphoniidae	水蛭	<i>Glossiphonia sp.</i>	C	—					2	1							6	6	22	17	51								
渦蟲科Bipaliidae	渦蟲	<i>Turbellaria sp.</i>	C	—					1	1				15	2		8	26	1	3	38								
	物種小計				8	11	13	8	6	7	4	4	5	6	5	9	5	3	5	3	7	11	9	13	30	33	33	32	46
	數量小計				46	83	84	73	24	24	20	23	52	63	34	18	13	6	15	10	46	61	32	45	434	590	420	397	1841
	Shannon-Wiener's diversity index (H')				1.86	2.15	2.26	1.93	1.41	1.77	1.09	1.10	1.09	1.30	1.17	1.90	0.68	1.01	1.08	0.80	1.80	1.94	1.95	2.25					
	Shannon-Wiener's evenness index (E)				0.90	0.89	0.88	0.93	0.78	0.91	0.79	0.80	0.68	0.73	0.73	0.87	0.42	0.92	0.67	0.73	0.93	0.81	0.89	0.88					

物種資料依據台灣物種名錄 <http://taibnet.sinica.edu.tw/home.php>

稀有類別：C-普遍、U-不普遍、R-稀有

表 8、各樣站水生昆蟲名錄

目	科	耐受值	美濃柳樹塘				大崗山湧泉				龍巖湧泉				柴山-石頭公廟				玉泉村				港仔村				埤仔頭			
			秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏				
積翅目	Plecoptera	冬石蠅科 Taeniopterygidae	2																											
蜉蝣目	Ephemeroptera	四節蜉蝣科 Baetidae	4	1	8	3																								
蜉蝣目	Ephemeroptera	細蜉蝣科 Caenidae	7																											
蜉蝣目	Ephemeroptera	蜉蝣科 Ephemeridae	4																											
蜉蝣目	Ephemeroptera	扁蜉蝣科 Heptageniidae	4																											
蜉蝣目	Ephemeroptera	褐蜉蝣科 Leptophlebiidae	2																											
蜻蛉目	Odonata	晏蜓科 Aeschnidae	3																											
蜻蛉目	Odonata	細蟴科 Coenagrionidae	9																											
蜻蛉目	Odonata	勾蜓科 Cordulegastridae	3																											
蜻蛉目	Odonata	弓蜓科 Corduliidae	5																											
蜻蛉目	Odonata	春蜓科 Gomphidae	1																											
蜻蛉目	Odonata	絲蟴科 Lestidae	9																											
蜻蛉目	Odonata	蜻蛉科 Libellulidae	9																											
蜻蛉目	Odonata	弓蜓科 Macromiidae	3																											
蜻蛉目	Odonata	幽蟴科 Euphacidae																												
蜻蛉目	Odonata	琵蟴科 Platycnemididae																												
毛翅目	Trichoptera	網石蛾科 Hydropsychidae	4																											
毛翅目	Trichoptera	齒角石蛾科 Odontoceridae	0																											
毛翅目	Trichoptera	指石蛾科 Philopotamidae	3																											
毛翅目	Trichoptera	瘤石蛾科 Goeridae																												
廣翅目	Megaloptera	魚蛉科 Corydalidae	0																											
鱗翅目	Lepidoptera	螟蛾科 Pyralidae	5																											
鱗翅目	Lepidoptera	草螟科 Crambidae																												
鞘翅目	Coleoptera	長角泥蟲科 Elmidae	4																											
鞘翅目	Coleoptera	扁泥蟲科 Psephenidae	4																											
鞘翅目	Coleoptera	龍蟲科 Dytiscidae		1																										
鞘翅目	Coleoptera	牙蟲科 Hydrophilidae																												
雙翅目	Diptera	搖蚊科 Chironomidae	6	2	1	5	5																							
雙翅目	Diptera	蛾蚋科 Psychodidae	10																											
雙翅目	Diptera	蚋科 Simuliidae	6																											
雙翅目	Diptera	大蚊科 Tipulidae	3																											
雙翅目	Diptera	蚊科 Culicidae																												
半翅目	Hemiptera	田鱉科 Belostomatidae																												
半翅目	Hemiptera	水手蟲科 Corixidae		1																										
半翅目	Hemiptera	水黽科 Gerridae		4																										
半翅目	Hemiptera	尺蟚科 Hydrometridae																												
半翅目	Hemiptera	仰泳蟚科 Notonectidae		2	8																									
半翅目	Hemiptera	圓頭蟚科 Pleidae																												
彈尾目	Collembola	-																												
		種數小計		6	6	7	6	2	1	5	2	1	1	2	2	2	5	4	3	0	0	1	2	4	3	2	7			
		數量小計		11	32	24	12	5	1	16	6	30	1	5	3	6	8	25	4	0	0	2	4	9	10	3	25			
		Shannon-Wiener's diversity index (H')		1.64	1.57	1.81	1.58	0.67	0.00	1.51	0.69	0.00	0.00	0.37	0.64	0.45	1.56	0.71	1.04	0.00	0.00	0.00	0.56	1.15	0.90	0.64	1.56			

目	科	耐受值	美濃柳樹塘				大崗山湧泉				龍巖湧泉		柴山-石頭公廟				玉泉村				港仔村				埤仔頭			
			秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏
Shannon-Wiener's evenness index (E)			0.92	0.88	0.93	0.88	0.97	無義值	0.94	1.00	無義值	無義值	0.53	0.92	0.65	0.97	0.51	0.95	無義值	無義值	無義值	無義值	0.81	0.83	0.82	0.92	0.80	
FBI			1.45	2.88	5.50	4.75	2.00	5.00	4.31	4.00	6.00	3.00	3.60	1.00	5.67	5.00	7.52	6.00	無義值	無義值	0.00	0.00	5.44	8.60	7.67	5.60		

目	科	耐受值	香蕉灣				五溝水				玉龍泉				琵琶湖				都歷				秋總和	冬總和	春總和	夏總和	合計
			秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏					
積翅目 Plecoptera	冬石蠅科 Taeniopterygidae	2				14															14	0	0	0	0	14	
蜉蝣目 Ephemeroptera	四節蜉蝣科 Baetidae	4			4		8	1		32	4		39				8				1	34	22	9	53	118	
蜉蝣目 Ephemeroptera	細蜉蝣科 Caenidae	7					2															0	2	0	0	2	
蜉蝣目 Ephemeroptera	蜉蝣科 Ephemeridae	4		14		1	15						3	2									15	14	3	3	35
蜉蝣目 Ephemeroptera	扁蜉蝣科 Heptageniidae	4							10					3									0	12	3	0	15
蜉蝣目 Ephemeroptera	褐蜉蝣科 Leptophlebiidae	2												1									0	0	1	0	1
蜻蛉目 Odonata	晏蜓科 Aeschnidae	3										1				1	1					0	2	1	4	7	
蜻蛉目 Odonata	細蟴科 Coenagrionidae	9		1				11	7						1	5	4		2		1	8	9	44	24	85	
蜻蛉目 Odonata	勾蜓科 Cordulegastridae	3																				0	1	5	0	6	
蜻蛉目 Odonata	弓蜓科 Corduliidae	5		1																	1	2	3	1	4	10	
蜻蛉目 Odonata	春蜓科 Gomphidae	1																				0	0	0	1	1	
蜻蛉目 Odonata	絲蟴科 Lestidae	9					14															0	28	0	0	28	
蜻蛉目 Odonata	蜻蛉科 Libellulidae	9				1									2							2	2	7	1	12	
蜻蛉目 Odonata	弓蜓科 Macromiidae	3					2						1	1							1	2	0	1	4		
蜻蛉目 Odonata	幽蟴科 Euphaeidae				1							5	2									0	6	3	0	9	
蜻蛉目 Odonata	琵琶蟴科 Platycnemididae									6												7	0	4	0	11	
毛翅目 Trichoptera	網石蛾科 Hydropsychidae	4					10			7	3	10	9									7	13	10	9	39	
毛翅目 Trichoptera	齒角石蛾科 Odontoceridae	0				2																2	0	0	0	2	
毛翅目 Trichoptera	指石蛾科 Philopotamidae	3				9	8			3			2									12	8	0	2	22	
毛翅目 Trichoptera	瘤石蛾科 Goeridae					1																1	0	0	0	1	
廣翅目 Megaloptera	魚蛉科 Corydalidae	0					3															0	3	0	0	3	
鱗翅目 Lepidoptera	螟蛾科 Pyralidae	5																				5	0	0	0	5	
鱗翅目 Lepidoptera	草螟科 Crambidae						1															0	1	0	0	1	
鞘翅目 Coleoptera	長角泥蟲科 Elmidae	4												2									2	0	0	0	2
鞘翅目 Coleoptera	扁泥蟲科 Psephenidae	4				1																0	0	0	1	1	
鞘翅目 Coleoptera	龍蝨科 Dytiscidae																					1	0	0	0	1	
鞘翅目 Coleoptera	牙蟲科 Hydrophilidae																					0	0	1	0	1	
雙翅目 Diptera	搖蚊科 Chironomidae	6	1	1		2	3	1	3	3			1	1	4							37	10	10	12	69	
雙翅目 Diptera	蛾蚋科 Psychodidae	10				2																2	0	0	0	2	
雙翅目 Diptera	蚋科 Simuliidae	6								12												12	0	0	0	12	
雙翅目 Diptera	大蚊科 Tipulidae	3																				0	0	2	1	3	
雙翅目 Diptera	蚊科 Culicidae																			1		0	9	3	1	13	
半翅目 Hemiptera	田鱉科 Belostomatidae															2				2		2	0	2	0	4	
半翅目 Hemiptera	水手蟲科 Corixidae		4		1		1	1					6	1	2					1	1	1	6	7	5	6	24
半翅目 Hemiptera	水龜科 Gerridae		4					3							1					5	7	13	0	13	17	43	
半翅目 Hemiptera	尺蟻科 Hydrometridae																					0	1	2	0	3	
半翅目 Hemiptera	仰泳蟻科 Notonectidae																			17	2	2	25	2	2	31	
半翅目 Hemiptera	固頭蟻科 Pleidae																					0	0	0	1	1	

目	科	耐受值	香蕉灣				五溝水				玉龍泉				琵琶湖				都歷				秋總和	冬總和	春總和	夏總和	合計
			秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏					
彈尾目	Collembola	-	14	1	7																	0	14	1	7	22	
	種數小計		3	5	4	4	8	10	3	3	6	4	5	6	4	5	3	3	2	3	4	5	22	22	22	19	39
	數量小計		9	31	7	11	45	61	15	9	63	13	19	54	5	18	6	11	4	19	10	11	187	194	132	150	663
	Shannon-Wiener's diversity index (H')		0.96	0.69	0.88	0.75	1.58	2.05	0.41	0.68	1.42	1.27	1.31	0.93	1.33	1.46	0.87	0.76	0.69	0.41	0.87	1.16					
	Shannon-Wiener's evenness index (E)		0.88	0.43	0.63	0.54	0.76	0.89	0.37	0.62	0.79	0.91	0.82	0.52	0.96	0.91	0.79	0.69	1.00	0.37	0.63	0.72					
	FBI		0.67	2.45	2.29	1.82	3.20	4.92	6.60	8.11	4.05	2.38	3.47	3.98	5.20	5.00	6.50	2.91	4.50	0.00	0.00	1.64					

物種資料依據台灣物種名錄 <http://taibnet.sinica.edu.tw/home.php>

表 9、各樣站水生及水域周邊優勢植物名錄

綱	科	學名	中文名	原生別	豐富度	美濃柳樹塘				大崗山湧泉				龍巖 湧泉		石頭公廟		玉泉村			港仔村			埤仔頭					
						秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏				
蕨類植物	鳳尾蕨科	<i>Pteris vittata</i> L.	鱗蓋鳳尾蕨	原生	普遍									v	v	v	v												
蕨類植物	金星蕨科	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaud.) Alston	大金星蕨	原生	普遍																								
蕨類植物	鐵線蕨科	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	鐵線蕨	原生	普遍									v	v	v	v												
雙子葉植物	爵床科	<i>Hygrophila difformis</i>	異葉水蓑衣	歸化	中等																								
雙子葉植物	荳蔻科	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Brown	蓮子草	原生	普遍	v	v	v	v																				
雙子葉植物	繖形科	<i>Hydrocotyle leucocephala</i>	白花天胡荽	歸化	普遍													v	v	v	v								
雙子葉植物	小二仙草科	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	粉綠狐尾草	歸化	中等																								
雙子葉植物	睡蓮科	<i>Nymphaea stellata</i> Willd.	藍睡蓮	栽培	稀有																				v	v	v	v	
雙子葉植物	蓮科	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn., 1788	蓮	栽培	普遍	v	v	v	v																				
雙子葉植物	柳葉菜科	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	水丁香	原生	普遍																								
雙子葉植物	玄參科	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	過長沙	原生	普遍																								
雙子葉植物	玄參科	<i>Limnophila</i> sp.	屏東石龍尾	原生	稀有																								
雙子葉植物	玄參科	<i>Limnophila stipitata</i> Hayata	長柄石龍尾	原生	稀有																								
雙子葉植物	蓼科	<i>Polygonum barbatum</i> L.	毛蓼	原生	普遍													v	v	v									
雙子葉植物	菱角科	<i>Trapa bicornis</i> Osbeck var. <i>taiwanensis</i> (Nakai) Xiong	台灣菱	原生	普遍																								
單子葉植物	天南星科	<i>Colocasia esculenta</i> Schott	芋	栽培	普遍	v	v	v	v	v	v	v	v																
單子葉植物	天南星科	<i>Pistia stratiotes</i> L.	大萍	歸化	普遍													v	v	v	v								
單子葉植物	鴨跖草科	<i>Murdannia keisak</i>	水竹葉	原生	普遍					v	v	v																	
單子葉植物	莎草科	<i>Cyperus alternifolius</i> L. subsp. <i>flabelliformis</i> (Rottb.) Kukenthal	輪傘草	歸化	普遍																								
單子葉植物	禾本科	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf	巴拉草	歸化	普遍																					v	v	v	v
單子葉植物	禾本科	<i>Leersia hexandra</i> Sw.	李氏禾	原生	普遍	v	v	v	v																				
單子葉植物	禾本科	<i>Panicum paludosum</i> Roxb.	水生黍	原生	普遍													v	v	v	v								
單子葉植物	禾本科	<i>Panicum repens</i> L.	鋪地黍	原生	普遍																								
單子葉植物	禾本科	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud.	蘆葦	原生	普遍																								
單子葉植物	兩久花科	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	布袋蓮	歸化	普遍																					v	v		
單子葉植物	眼子菜科	<i>Potamogeton malaianus</i> Miq.	馬來眼子菜	原生	普遍													v	v	v									
單子葉植物	露兜樹科	<i>Pandanus odoratissimus</i> Linn. f.	林投	原生	普遍																								
單子葉植物	薑科	<i>Hedychium coronarium</i> Koenig	野薑花	歸化	普遍					v	v	v	v																
物種小計						4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2	5	5	6	4	0	0	0	0	2	2	2	2	
原生						2	2	2	2	1	1	1	0	2	2	2	2	3	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	
歸化/栽培						2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	3	0	0	0	0	2	2	2	2

綱	科	學名	中文名	原生別	豐富度	香蕉灣		五溝水		玉龍泉		琵琶湖		都歷		合計
						秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	
蕨類植物	鳳尾蕨科	<i>Pteris vittata</i> L.	鱗蓋鳳尾蕨	原生	普遍											4
蕨類植物	金星蕨科	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaud.) Alston	大金星蕨	原生	普遍	v	v	v	v							4

表 10、各樣站土地利用表(單位：平方公尺)

編號	縣市	樣站	類型 自然度	建地 0	河道 1	河流 1	海洋 1	礁岩 1	裸露地 1	養殖水池 1	農地 2	林地 3	草生地 3
1	高雄市	美濃柳樹塘	面積(m ²)						24594.2	16097.4	169384.6	796770.4	
			百分比						2.5	1.6	16.9	79.0	
2	高雄市	大崗山湧泉	面積(m ²)	72911.2					11457.7	2700.5		921535.8	
			百分比	7.3					1.1	0.3		91.3	
3	高雄市	柴山湧泉	面積(m ²)	516693.2					12772.3			470534.5	
			百分比	51.7					1.3			47.0	
4	屏東縣	玉泉村湧泉	面積(m ²)	666571.8		44837.3				53504.0	6477183.6		
			百分比	9.0		1.0				1.0	89.0		
5	屏東縣	港仔村湧泉	面積(m ²)	49881.3			559643.8		59687.8			264042.6	68405.8
			百分比	5.0			56.0		6.0			26.0	7.0
6	屏東縣	埤仔頭湧泉	面積(m ²)	46769.3						8918.2	668170.8	279701.6	
			百分比	5.0						1.0	66.0	28.0	
7	屏東縣	香蕉灣湧泉	面積(m ²)	76101.7			170550.8	33891.4	24561.4		0.0	700157.6	
			百分比	8.0			17.0	3.0	2.0		0.0	70.0	
8	屏東縣	五溝水湧泉	面積(m ²)	744235.7	45818.4	92941.0			431843.7		4964880.1		
			百分比	12.0	1.0	1.0			7.0		79.0		
9	台東縣	玉龍泉湧泉	面積(m ²)	110126.3							572564.9	306311.0	
			百分比	11.0							58.0	31.0	
10	台東縣	琵琶湖	面積(m ²)	122348.6				20987.1		93580.9		626290.4	136793.0
			百分比	12.0				2.0		10.0		62.0	14.0
11	台東縣	都歷湧泉	面積(m ²)	49606.9			461205.7	51794.3	19435.3	5413.7	40273.8	303281.0	68989.3
			百分比	5.0			46.0	5.0	2.0	0.5	4.0	31.0	6.5

表 11、「環境人為利用類型」及「環境與原生物種數級分」

季節	編號	縣市	樣點	利用類型	原生魚類(種)	原生底棲(種)	水昆(科)	水濱植物(種)	水質指標	自然度(3)	級分加總
秋季(101年11-12月)	1	高雄市	美濃柳樹塘	C	2	3	3	1	3	3	15
	2	高雄市	大崗山湧泉	D	0	3	1	1	3	3	11
	3	高雄市	柴山湧泉	E	0	3	1	1	0	1	6
	4	屏東縣	玉泉村湧泉	D	1	3	1	2	1	0	8
	5	屏東縣	港仔村湧泉	A	1	3	0	0	2	1	7
	6	屏東縣	埤仔頭湧泉	B	2	3	2	0	2	1	10
	7	屏東縣	香蕉灣湧泉	A	0	3	2	2	2	2	11
	8	屏東縣	五溝水湧泉	B	3	3	3	2	3	0	14
	9	台東縣	玉龍泉湧泉	B	1	3	3	1	2	1	11
	10	台東縣	琵琶湖	C	1	2	2	2	2	3	12
	11	台東縣	都歷湧泉	D	1	3	1	1	2	1	9
冬季(102年1-2月)	1	高雄市	美濃柳樹塘	C	1	3	3	1	2	3	13
	2	高雄市	大崗山湧泉	D	0	3	1	1	3	3	11
	3	高雄市	柴山湧泉	E	1	3	1	1	1	1	8
	4	屏東縣	玉泉村湧泉	D	1	3	3	2	3	0	12
	5	屏東縣	港仔村湧泉	A	0	2	0	0	3	1	6
	6	屏東縣	埤仔頭湧泉	B	2	3	2	0	3	1	11
	7	屏東縣	香蕉灣湧泉	A	0	3	3	2	3	2	13
	8	屏東縣	五溝水湧泉	B	3	3	3	2	3	0	14
	9	台東縣	玉龍泉湧泉	B	1	3	2	1	3	1	11
	10	台東縣	琵琶湖	C	1	1	2	2	3	3	12
	11	台東縣	都歷湧泉	D	1	3	2	1	2	1	10
春季(102年4-5月)	1	高雄市	美濃柳樹塘	C	0	2	3	1	2	3	11
	2	高雄市	大崗山湧泉	D	0	3	3	1	3	3	13
	3	高雄市	柴山湧泉	E	0	3	1	1	1	1	7
	4	屏東縣	玉泉村湧泉	D	1	3	2	2	1	0	9
	5	屏東縣	港仔村湧泉	A	0	3	1	0	3	1	8
	6	屏東縣	埤仔頭湧泉	B	1	3	1	0	3	1	9
	7	屏東縣	香蕉灣湧泉	A	0	3	2	2	3	2	12
	8	屏東縣	五溝水湧泉	B	2	1	2	2	3	0	10
	9	台東縣	玉龍泉湧泉	B	1	3	3	1	3	1	12
	10	台東縣	琵琶湖	C	1	2	1	2	3	3	12
	11	台東縣	都歷湧泉	D	1	3	2	1	3	1	11
夏季(102年7-8月)	1	高雄市	美濃柳樹塘	C	0	1	3	1	2	3	10
	2	高雄市	大崗山湧泉	D	0	3	1	0	3	3	10
	3	高雄市	柴山湧泉	E	0	2	1	1	2	1	7
	4	屏東縣	玉泉村湧泉	D	1	3	2	1	2	0	9
	5	屏東縣	港仔村湧泉	A	0	3	1	0	1	1	6
	6	屏東縣	埤仔頭湧泉	B	2	3	3	0	3	1	12
	7	屏東縣	香蕉灣湧泉	A	1	3	2	2	2	2	12
	8	屏東縣	五溝水湧泉	B	2	1	2	2	3	0	10
	9	台東縣	玉龍泉湧泉	B	0	3	3	1	3	1	11
	10	台東縣	琵琶湖	C	2	1	2	1	2	3	11
	11	台東縣	都歷湧泉	D	1	3	3	1	2	1	11

各類型湧泉各季環境與原生物種數級分(平均排序高到低)

編號	縣市	樣點	利用類型	秋季	冬季	春季	夏季	平均
1	高雄市	美濃柳樹塘	C	15	13	11	10	12.25
7	屏東縣	香蕉灣湧泉	A	11	13	12	12	12.00
8	屏東縣	五溝水湧泉	B	14	14	10	10	12.00
10	台東縣	琵琶湖	C	12	12	12	11	11.75
2	高雄市	大崗山湧泉	D	11	11	13	10	11.25
9	台東縣	玉龍泉湧泉	B	11	11	12	11	11.25
6	屏東縣	埤仔頭湧泉	B	10	11	9	12	10.50
11	台東縣	都歷湧泉	D	9	10	11	11	10.25
4	屏東縣	玉泉村湧泉	D	8	12	9	9	9.50
3	高雄市	柴山湧泉	E	6	8	7	7	7.00
5	屏東縣	港仔村湧泉	A	7	6	8	6	6.75

註:

級分	原生魚類	原生底棲	水昆(科)	原生水濱植物	RPI		自然度 ³
3	≥5	≥5	≥5	≥5	2.0以下	未(稍)受污染	75-100
2	3-4	3-4	3-4	3-4	2.0~3.0	輕度污染	50-75
1	1-2	1-2	1-2	1-2	3.1~6.0	中度污染	25-50
0	0	0	0	0	6.0以上	嚴重污染	0-25

表 12、五溝水湧泉環境大事記

2012 年 1 月		
4 日	◎與林務局合辦，邀請屏東科技大學陳美惠老師及學生，以「植物、鳥類調查」為題，進行演講。	
11 日	◎國立高雄大學都市發展與建築研究所陳啟仁教授，與本站討論「五溝聚落生活環境工作坊暨公聽會座談」籌備事宜。 ◎與林務局合辦五溝聚落生態地圖繪製工作坊	
17 日	◎屏東女中 80 位學生進行參訪活動，由五溝工作站站長劉晉坤進行導覽解說。	
18 日	◎召開五溝村社區「除夕聯歡晚會」籌備會議。 ◎屏東縣政府客家事務處於半月池召開「半月池周邊水環境暨生態復建規劃設計」成果說明會。 ◎屏東教師會執行長朱玉璽老師，帶領來自全台 10 多個環保團體(約 80 多人)，前來五溝關心「新赤農場聯外排水道路工程」計畫，親自踏訪水圳生態，呼籲暫緩施工。	
22 日	◎本站舉辦「守護五溝水靜態成果展」	
2012 年 2 月		
1 日	高雄醫學大學生物系邱郁文教授來訪，再度參觀湧泉生態溼地，進一步水中攝影。	
2 日	◎立法院召開「五溝湧泉濕地日之保全可行性探討」公聽會，本站由屏東教師會執行長朱玉璽、站長劉晉坤等 4 人參與。	
3 日	◎行政院公共工程委員會陳振川主委、水利處謝勝信處長勘查濕地工程現場，達成暫緩施工，擴大濕地徵收及變更施工設計三項決議，並於一週內召開跨部會協調會議。 ◎工作站發佈「反對民粹治水—五溝湧泉濕地不容一錯再錯」新聞稿	

5 日	<p>◎客家電視台「客家新聞雜誌」採訪「新赤農場聯外排水道路工程」。</p> <p>◎環保團體代表，郭美君一行等 30 人，來訪五溝濕地工程現場踏查。</p>	
8 日	<p>◎客家電視台「村民大會」專訪本站站長劉晉坤。</p> <p>◎中國時報、大愛電視台專訪拍攝五溝湧泉濕地，由本站工作人員踏訪解說。</p>	
9 日	<p>◎召開工作站工作會議暨萬金、赤山、五溝水文地理現場勘查。</p>	
10 日	<p>◎紀錄片組進行「五溝水流東」拍攝計畫。</p>	
13 日	<p>◎屏科大森林系學生，參觀五溝夥房建築，並進行五溝生態調查。</p>	
14 日	<p>◎本站與高雄大學陳啟仁教授，於五溝社區活動中心，舉辦「五溝聚落生活環境營造工作坊暨公聽座談」。</p> <p>◎莫拉克風災重建會顏久榮處長及水利處謝勝信處長，協同相關部會於召開新赤農場聯外排水道路協調會。</p>	

15 日	◎三黨立委邱文彥、田秋堇、張曉風等人，協同公共工程會陳振川主委，協同行政院公共工程委員會會陳振川主委、屏東縣政府水利處謝勝信處長，視察五溝湧泉溼地。	
18 日	◎朱玉璽老師、邱郁文老師受邀於高雄市柴山生態教育中心以「搶救五溝水-溪流生態諾亞方舟」為題進行演講。	
20 日	邱郁文老師以「五溝水流域螺貝類物種生態介紹」為題，於工作站進行課程並實地戶外採樣。	
23 日	屏東縣政府水利處會同本會進行「新赤農場聯外排水工程」濕地用地現勘。	
2012 年 3 月		
3 日	行政院文化建設委員會、文化資產總處籌備處會勘五溝水伙房修繕並踏查濕地生態環境，允諾協助本村相關計畫之執行。	
7 日	召開水圳會議籌備會。 中央廣播電台林淑英、江光大主播來訪。	
9 日	屏東縣政府水利處會勘濕地工程範圍。	
12 日	工作站召開工作會議討論年度工作事項及 3 月份社區報第十一期-水圳特刊內容。	

14 日	屏東縣政府客家事務處曾美玲處長來訪，關心工作站計畫執行情況，並拜訪和興伙房鍾魁上先生，了解伙房修繕工程進度。國立台灣師範大學地理系學生 10 人，到訪五溝水進行	
2012 年 4 月		
3 日	立法委員邱文彥，邀請田秋堇委員、張曉風委員及水利署、公共工程委員會、屏東縣政府水利處、內政部營建署等單位召開新赤農場聯外排水工程跨部會協調會。	
13 日	北上立法院，參加台灣蠻野心足生態協會所舉辦-民間推動濕地保育法說明會。	
17 日	召開工作會議:討論濕地法申請	
24 日	召開工作會議:討論導覽辦法	
2012 年 5 月		
10 日	八八風災新赤農場聯外排水工程,赤山段涵管工程動工	
2012 年 6 月		
10 日	610 豪雨五溝濕地展現滯洪功能	
25 日	八八風災新赤農場聯外排水工程,赤山段涵管工程汙濁泥水往下排放連續 3 周	
30 日	國泰基金會在五溝濕地進行植樹活動	
7/20	屏東環盟進行溼地探訪	
7/24	營建署五溝濕地審查小組進行現勘	
10/02	八八風災新赤農場聯外排水工程,徵收土地說明會	
10/26	客委會副主委李朝明視訪五溝濕地	
2013 年 1 月		

1/16	大量汙泥濁水排放下游,造成水中生物群大量消失	
21 日	屏女參訪	
24 日	前往海生館、龍水社區、香蕉灣觀察湧泉	
26 日	漫遊五溝水 夜喚貓頭鷹活動	
2013 年 2 月		
2/2	國際溼地日,在五溝濕地舉辦保護溼地宣言活動	
2/19	鄉公所護岸修補工程開挖,更加惡化水質	
2/25	五福橋上方工程施作	
2013 年 3 月		
3/5	民眾投書自由時報爆工程未依協調約定使用生態工法	
6 日	協助追查在濕地傾倒廢棄土的車輛	
29 日	參加南區水保局農村再生說明會(大鵬灣管理處)	
2013 年 4 月		

1 日	晚上召開五福橋改建說明會	
2 日	下午拜訪屏科大景觀暨遊憩管理所盧惠敏老師	
8 日	畫家鍾照彥至五溝水寫生	
9 日	1. 下午兩點半與尤瑞聯等人現地勘查排水工程右側箱涵 2. 發現鳳頭蒼鷹再度回五溝大伯公公園築巢(隔年)	
11 日	邱文彥立委南區辦公室王祖輝先生前來關心聯外排水工程進度,並發現承包商未依照當初與屏東縣府協商結果進行施工,將需要保護的護岸林帶予以掃平與破壞,經過制止後才停止破壞。	
14 日	雲林縣志工戶外參訪團,蒞臨五溝參訪,進行生態教育,由站長與劉育宗導覽。	
16 日	1. 水利處承辦人連同包商和地主臨時通知工作站前往工地。 2. 柴山討論	
18 日	1. 前往立法院參加邱文彥立委召開記者會 2. 水溝局長大鬧濕地 3. 召開土磚屋理監事會議,討論濕地議題、與社區發展協會和談、播放電影活動 4. 東港溪協會前來踏勘	

19 日	大愛電視前來勘景	
20 日	品軒前往溼地現勘，工程污水排入生態核心區	
21 日	高雄荒野二團來訪五溝, 進行親子家庭生態教育活動	
22 日	站長與品軒前往溼地核心區現勘，監看工程進度與觀察溼地遭受破壞之情形。墓前整排椰子樹遭挖除。	
26 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 文化處「五溝客家聚落水圳工程開發影響聚落生態景觀情形」現勘 2. 1930 於五溝工作站播放記錄片《里山—日本神祕水花園》。 	
27 日	屏東環保聯盟赴五溝參訪。	
28 日	文化部長龍應台來五溝	
29 日	站長、雅婷、宏智與品軒前往排水工程現場進行觀察，並與住戶劉先生訪談，發現住戶並不贊同工程。	
2013 年 5 月		
2 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 從台北自助旅行，行經五溝的陳小姐參訪工作站，並在工作站的導覽下參觀半月池、南柵伯公等地。 2. 彰化導遊協會參訪工作站，由站長簡介五溝人文與地理環境。 3. 訪問廣泉堂堂主宋廣松，並轉交「我們的島」公關片。 	
3 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 站長到溼地勘查 2. 藍色東港溪來訪 3. 送「我們的島」公關片給鍾魁上。 	

5 日	仲良、日嘉、慧宜自美濃來工作站，與站長、宏智、品軒討論「社區影像展」〈尋找五溝水〉之事宜，並現勘萬成祖堂圍牆、和興夥房廊下、阿英姐板條店與萬聖橋等地。	
7 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鍾照彥至工作站附近勘景 2. 星純子老師來訪 3. 「國家重要溼地保育行動計畫」志工開始報名 	
8 日	1. 站長至溼地現勘，工程已做到下游處。	
9 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 接待公共電視奧林匹客製作人勘景 2. 屏科大客研所參訪五溝水，由工作站接待。 3. 客務處拜會工作站，並現勘半月池工程缺失。 4. 特有生物中心黃朝慶與頭社農會總幹事王順瑜拜訪工作站。 5. 與「社區發展協會」洽談合辦「社區影展——尋找五溝水」之事宜。 6. 1930 蚊子電影院於大我祖堂播放紀錄片〈里山 2〉，除居民參與外，另有屏東教育大學自然生態保育社邱汶彰、張彥萍、陳冠汝 3 名同學參加。 	 
10 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 社區影展「尋找五溝水」拍攝早市畫面。 2. 屏東教育大學學生強彥萍、陳冠汝來訪。 	
14 日	上午社區影展「尋找五溝水」偉志從美濃來訪，並勘查現地。	
15 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大愛電台來訪，詢問拍攝節目相關事宜。站長與品軒帶著他們前往湧泉溼地、大和橋與聖堂橋等地現勘。 2. 現勘時發現湧泉附近，原本劃定為生態保護區的整排樹木被挖地機挖起。 	

		
20 日	1. 站長與品軒到廣泉堂量「社區影展—尋找五溝水」照片擺設尺寸。	
22 日	1. 內埔分局組長林玉海來訪，排定內政部長官於 5 月 26 日參訪五溝水，將由工作站導覽。	
23 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 林務局郭進財來訪。 2. 屏科大胡肇台等 4 人來訪，並由站長導覽五溝社區。 3. 重要濕地計畫志工培訓課程「濕地學校」開課，由邱郁文講授「濕地基礎概念」課程。 4. 公視「我們的島」來拍攝。 5. 台灣環境資訊協會記者廖靜蕙來訪。 	 
25 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 屏東環盟來訪，由站長導覽，並至屋背溝戲水。 2. 彰化文化資產協會來訪，由站長與品軒導覽，介紹劉氏宗祠、大我祖堂、觀海山房等地，並到屋背溝戲水。 3. 內政部長官來訪，由站長與品軒導覽。 	
27 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 台灣環境資訊協會記者廖靜蕙以「凝聚復育力量 五溝水『溼地學校』誕生」為題，報導五溝水濕地學校課程。 2. 客家電視台記者潘成旺來訪 	
28 日	午後監督五福橋施工。	
29 日	下午屏科大盧惠敏老師帶學生參訪五溝水，由站長導覽。	

30 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午站長到湧泉現勘 2. 下午「福爾摩沙觀光旅遊局」到工作站采集記念戳章。 	
2013 年 6 月		
1 日	下午 1500，於高屏舊鐵橋參加屏東環盟成立大會。	
2 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午 0900-1200，台南美學協會來訪，由站長導覽。 2. 下午屏科大盧惠敏老師來訪。 	
3 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午 10:00 梅元伯來訪，表達對治水工程的擔憂。 2. 上午 10:30 高雄家扶中心來訪，由站長導覽，並分享社區營造的經驗。 	
4 日	濕地學校志工學員座談。	
5 日	中午在美濃輔導站，站長、品軒與日嘉、宏智討論社區影展相關事宜。	
6 日	2. 晚上濕地學校志工課程，由曾富男老師（筆名：曾寬）講授濕地文學。	

8 日	晚上 1930 南方影像學會於大我伙房播放記錄片《獅頭張仔》，由劉育宗主持。	
9 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 早上站長、日嘉、宏智與品軒帶俐滿現勘五溝水，討論社區影展與江南居事宜。 2. 下午於屋背溝測試水上活動安全性。 3. 日嘉與品軒到泉水窟清除一部份雜草。 	
10 日	早上，帶濕地學校志工學員認識五溝水濕地之環境，到泉水窟、水源頭、映泉禪寺、興盛橋與聖堂橋等地。	
18 日	濕地保育法通過，上午客台記者潘成旺訪問站長。	
22 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 下午「濕地學校」黃大駿老師「水質檢測入門」 2. 下午林後泗林參訪五溝水，由站長、劉育宗導覽 3. 晚上「濕地學校」劉育宗老師「濕地夜觀」 	
25 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午到屏東教育大學參加「在地美學研討會」 2. 下午周明村老師訪五溝水，品軒帶他到聖堂橋、屋背溝、國泰樹後等地。 	
2013 年 7 月		
2 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 日嘉來五溝，討論影展相關事宜，下午訪問鍾魁上。 2. 下午客務處青年團來五溝，由周進興導覽 	

3 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 屏科大濕地相關計畫來工作站尋求合作或協助 2. 大愛電視台訪問站長 	
4 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 早上節目來訪。 	
6 日	<p>濕地學校課程，顏易君老師「水生生物」課程。 邱郁文、孫建平老師亦來旁聽。</p>	
7 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 志工學員潘怡如早上至興盛溝清除雜草，及清理福壽螺 2. 中午林小珊到工作站 3. 志工學員邱汶泉、品軒下午在屋背溝拾上游漂下的垃圾 	
8 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 下午新伙伴邱俊翔、李秉鴻加入，為阿英姐版條整理牆面，作為影展之準備。 2. 下午日嘉來工作站討論茶會事宜。 	
9 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 俊翔與秉鴻清理五福橋一帶水草，並施作聖堂橋木板。 	
10 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 俊翔與秉鴻繼續清理五福橋一帶水草。 2. 砂磨聖堂橋板子。 	
11 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 碩軒與小P 水質檢測 2. 濕地課程孫建平老師「微棲地概念」 	

		
21 日	上午茶會，下午漂漂河，晚上訪貓頭鷹	
24 日	1. 上午五溝國小生態教育 2. 下午到縣政府簡報濕地棲地復育計畫期中報告	
29 日	1. 大愛電視台拍攝節目，拍攝漂漂河。 2. 俊翔、宗廷與秉鴻清理蘭鳳公園公佈欄，拔雜草、砍雜亂樹枝。	
30 日	宗廷張貼蚊子電影院海報	
31 日	討論蚊子電影院流程	
2013 年 8 月		
1 日	晚間，濕地食品會，志工伙伴品嚐湧泉食材。	
2 日	蚊子電影院播放最想念的季節	

6 日	政大民族所來訪	
8 日	屏東縣觀光行銷輔導團隊拜訪工作站。	
11 日	參訪台東湧泉	
15 日	濕地讀書會，由暉翔導讀《植物看得見你》一書。	
17 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中國國家文物局副局長顧玉才、廣東省文物局局長蘇桂芬、人大教育科學文學衛生委員會文化室主任朱兵至五溝水參訪，由站長導覽。 2. 晚上劉育宗至美濃，推廣生態教育。 	
19 日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 站長與日嘉到文化資產局台南辦公室參加文化資產保存法修法公聽會。 2. 屏女學生到工作站訪問排水工程相關議題。 3. 梅元伯到工作站反應南柵伯公往伯公公園處之雜草雜亂難行。 	
20 日	1. 清除五溝橋下人為棄置之垃圾。	
22 日	上午藍色東港溪協會到工作站，與站長、仲良、日嘉、品軒討論濕地法工作坊事宜。	

26 日	1. 站長、日嘉、品軒到高雄參加濕地計畫觀摩會議，下午由品軒報告濕地計畫執行狀況。	
27 日	現勘五福橋水泥堤防後之民宅排水問題。	
28 日	颱風來襲	
9 月		
2 日	國泰樹來五溝	
3 日		
4 日	1. 濕地顧問團現來五溝水現地輔導。	
5 日	濕地學校—五溝水文介紹與監測科技	
7 日	五溝水湧泉生態之旅導覽-環資編採營	

註：「守護五溝工作站」記錄撰寫；「守護五溝工作站」及本研究提供照片。



秋季幾乎一半埤塘面積被蓮花覆蓋



冬季的蓮花覆蓋程度與秋季相似

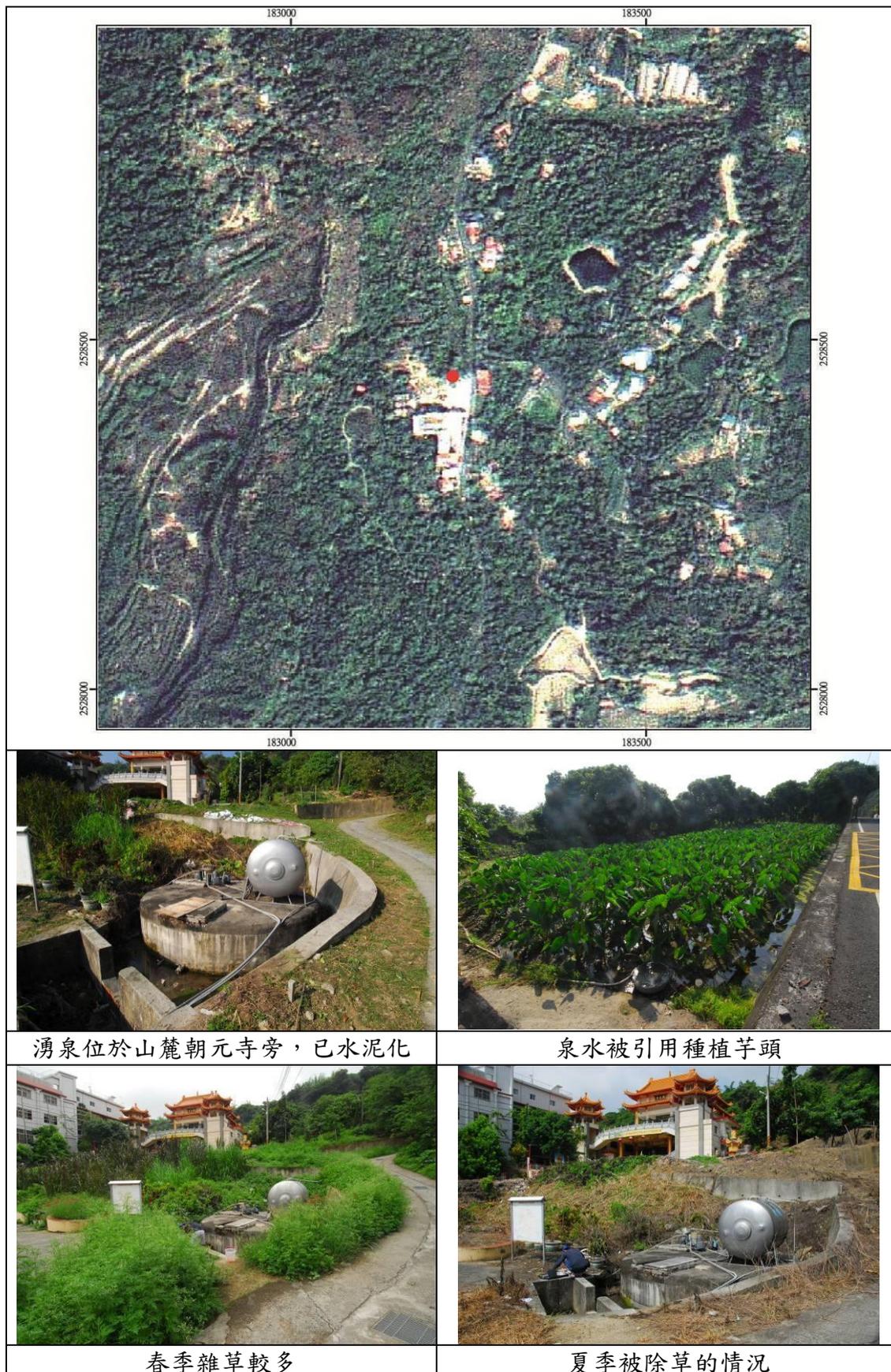


春季的蓮花覆蓋程度較秋季多



夏季的蓮花枯萎

圖 1、高雄市美濃區柳樹塘衛星影像與環境照



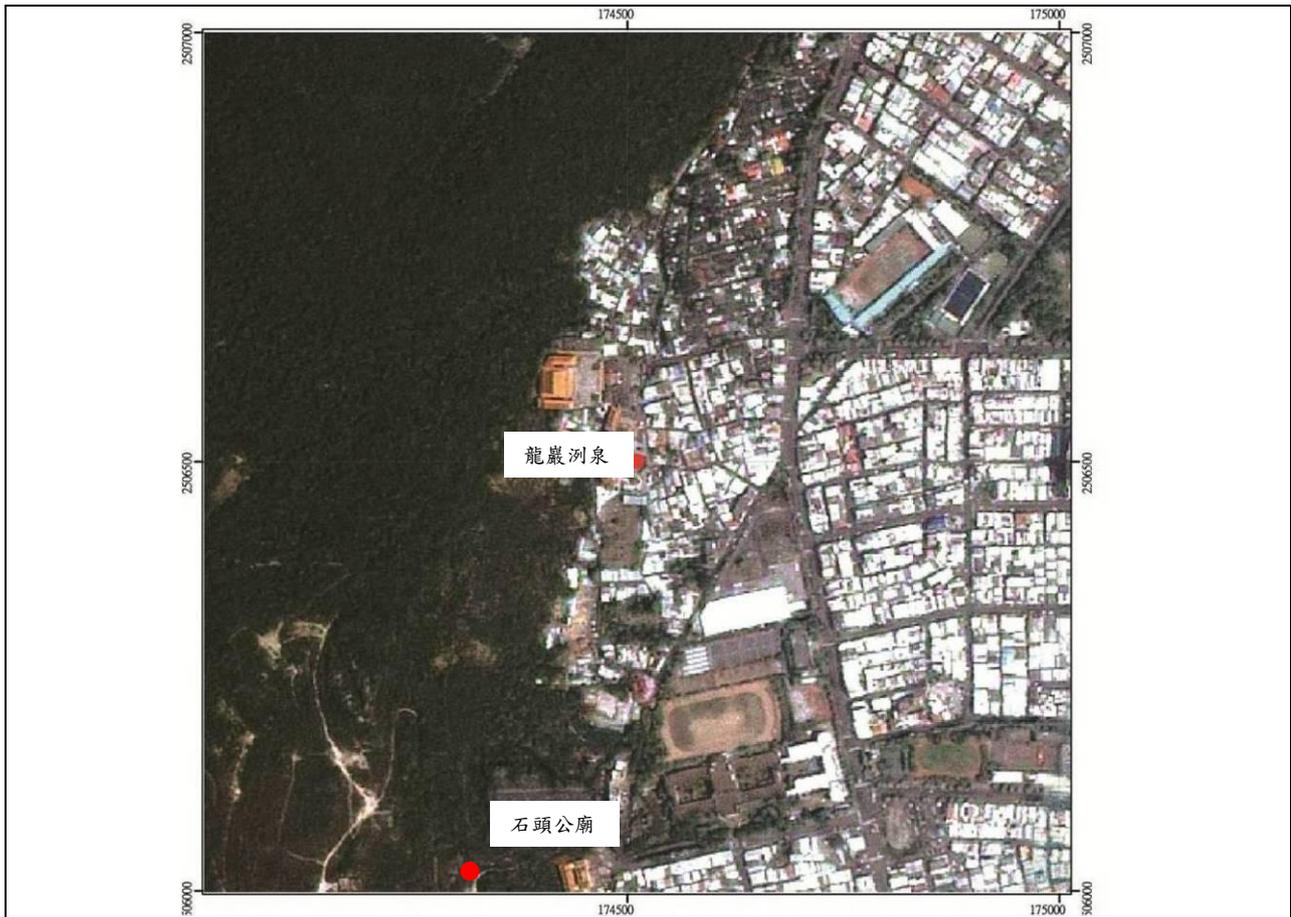
湧泉位於山麓朝元寺旁，已水泥化

泉水被引用種植芋頭

春季雜草較多

夏季被除草的情況

圖 2、高雄市田寮區大崗山湧泉衛星影像與環境照



龍巖冽泉泉水匯集區已被人工化



龍巖冽泉露頭無水，加網蓋內有垃圾



2012年6月12日經過幾日大雨後泉水才湧出

	
<p>石頭公廟前方水渠</p>	<p>2013年8月29日在康芮颱風連日豪雨過後石頭公廟前方水渠壁大量出水</p>
	
<p>2013年8月29日在康芮颱風連日豪雨過後泉水才湧出</p>	<p>柴山南側壽山自然籌備處及壽山動物園下游的萬壽橋</p>
	
<p>柴山西側百年欖仁樹</p>	<p>柴山西側的沙灘湧泉</p>

圖 3、高雄市鼓山區柴山湧泉(龍巖洩泉、石頭公廟、百年欖仁樹、沙灘湧泉)衛星影像與環境照



圖 4、屏東縣九如鄉玉泉村湧泉區(榮泉橋)衛星影像圖與環境照

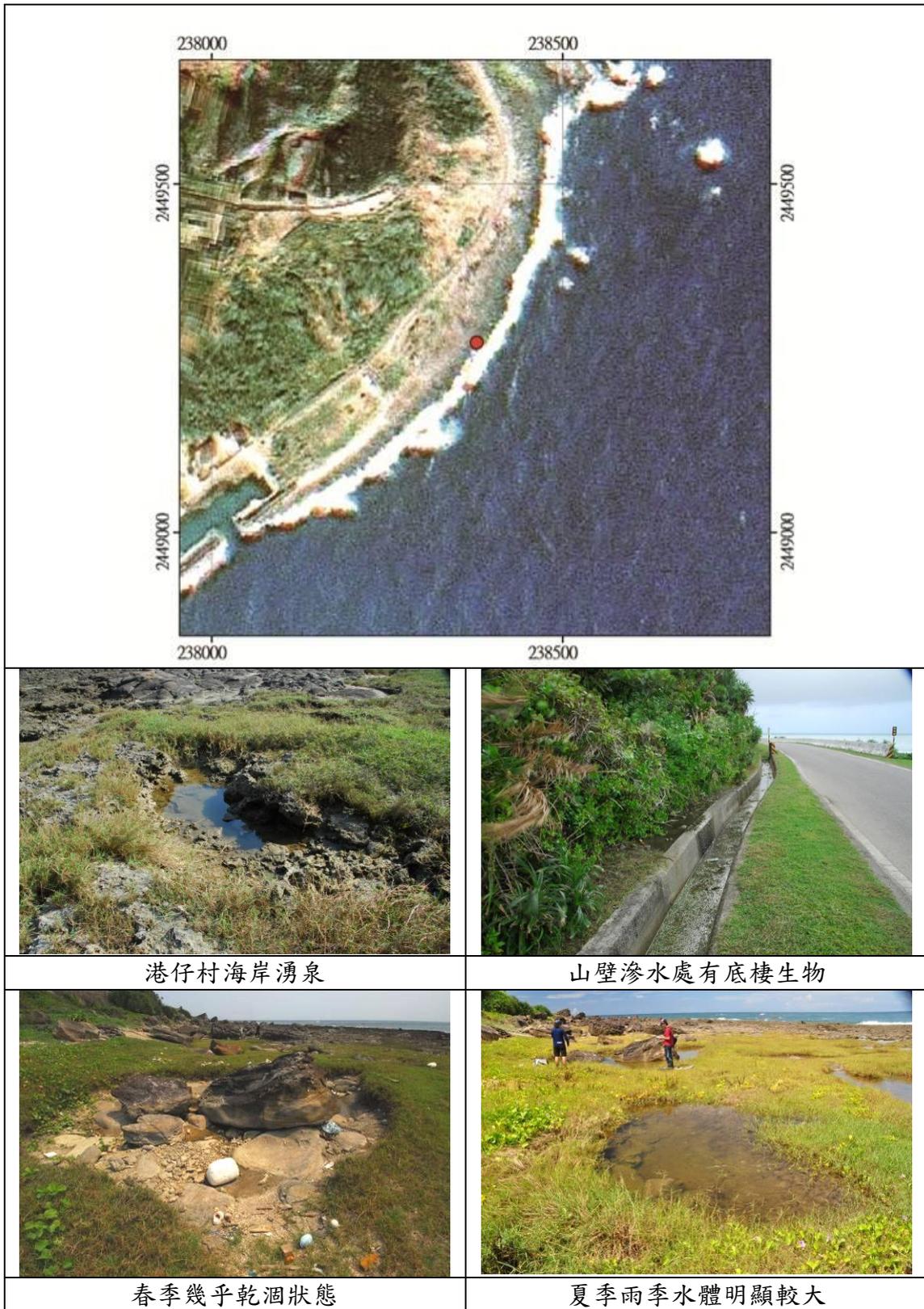


圖 5、屏東縣滿州鄉港仔村湧泉區衛星影像與環境照



圖 6、屏東縣恆春鎮埤仔頭湧泉濕地衛星影像與環境照

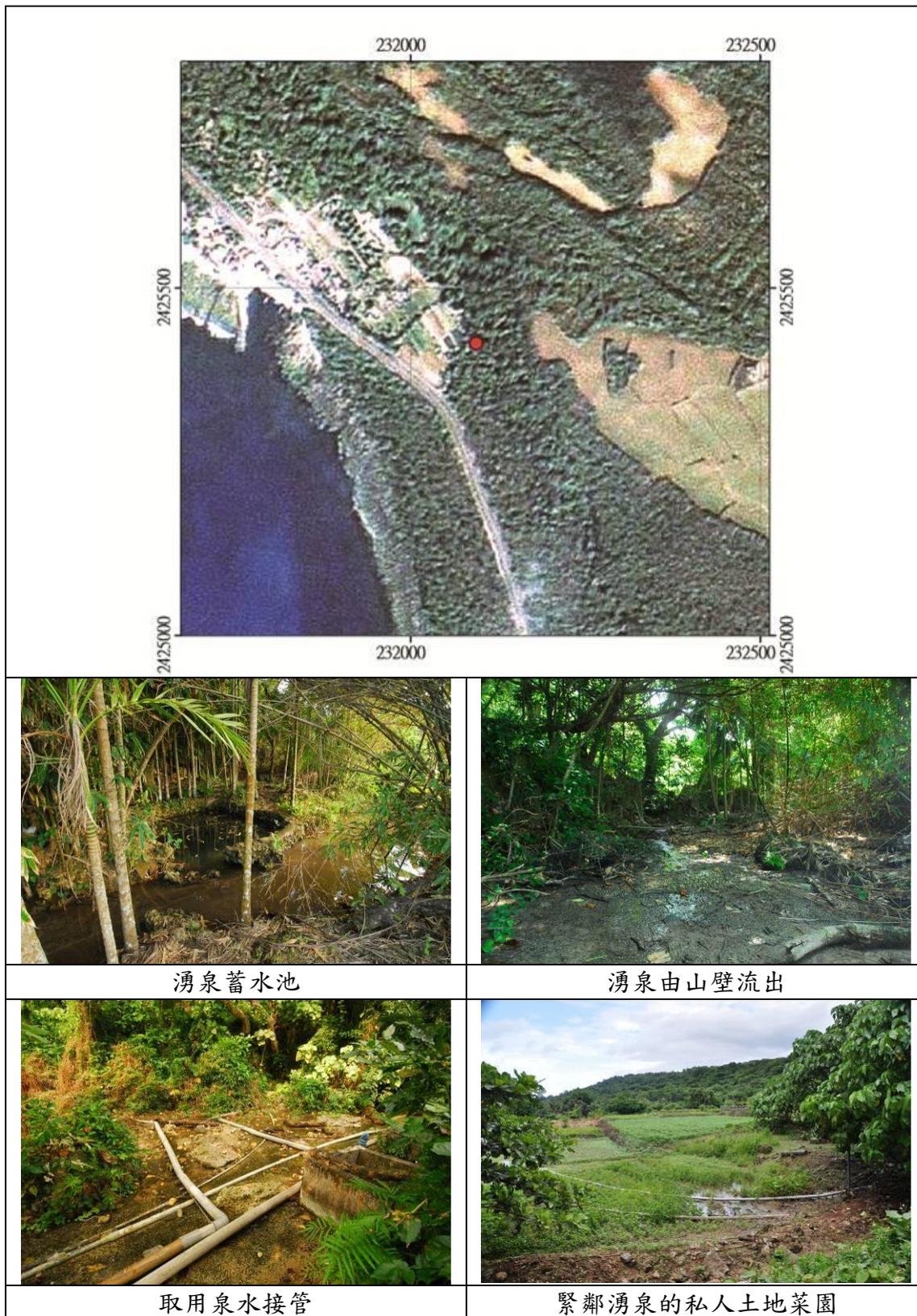
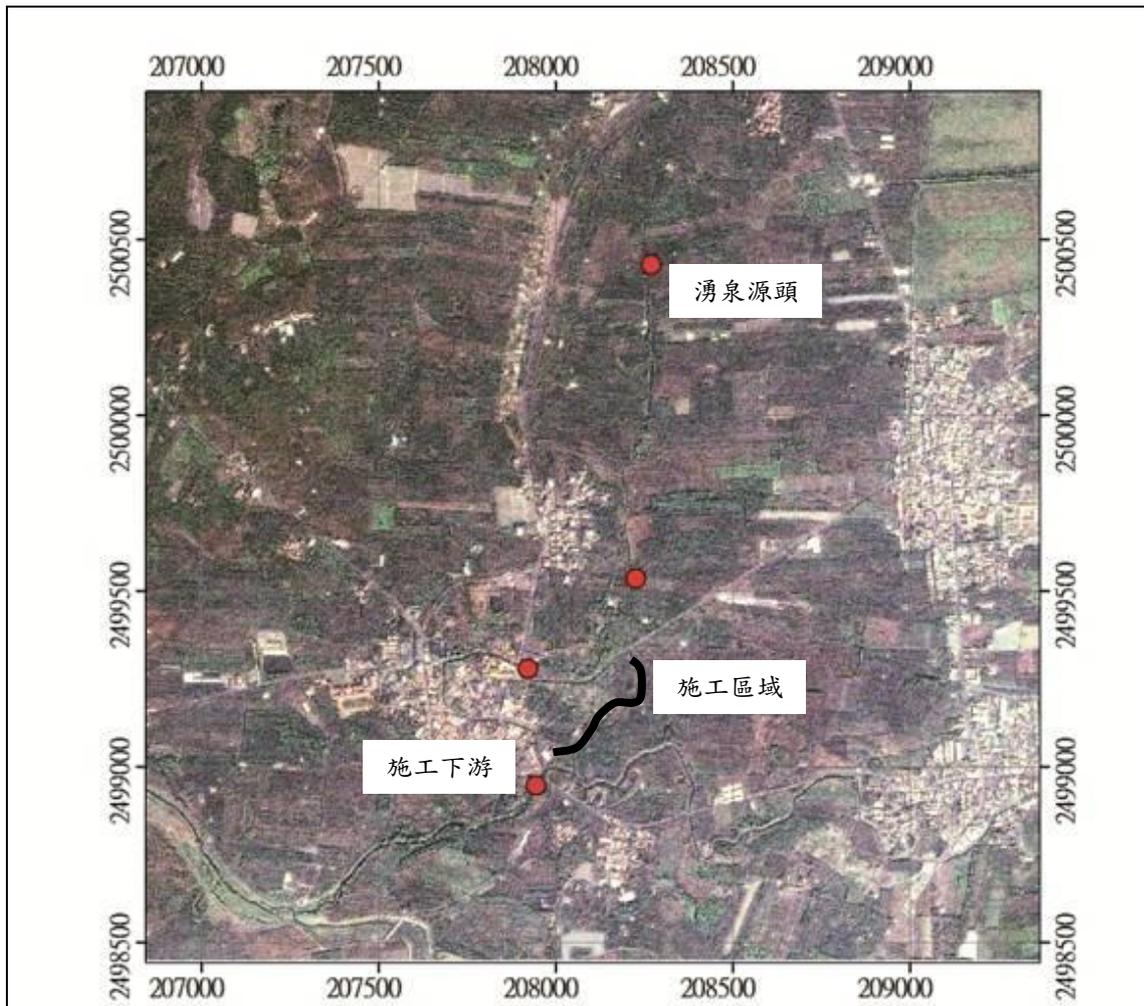


圖 7、屏東縣恆春鎮香蕉灣湧泉區衛星影像



湧泉源頭



湧泉水圳水質清澈



水利局排水工程，工程破壞河道



五福橋旁護岸工程，機具進入河床。



圖 8、屏東縣萬巒鄉五溝水湧泉區衛星影像與環境照

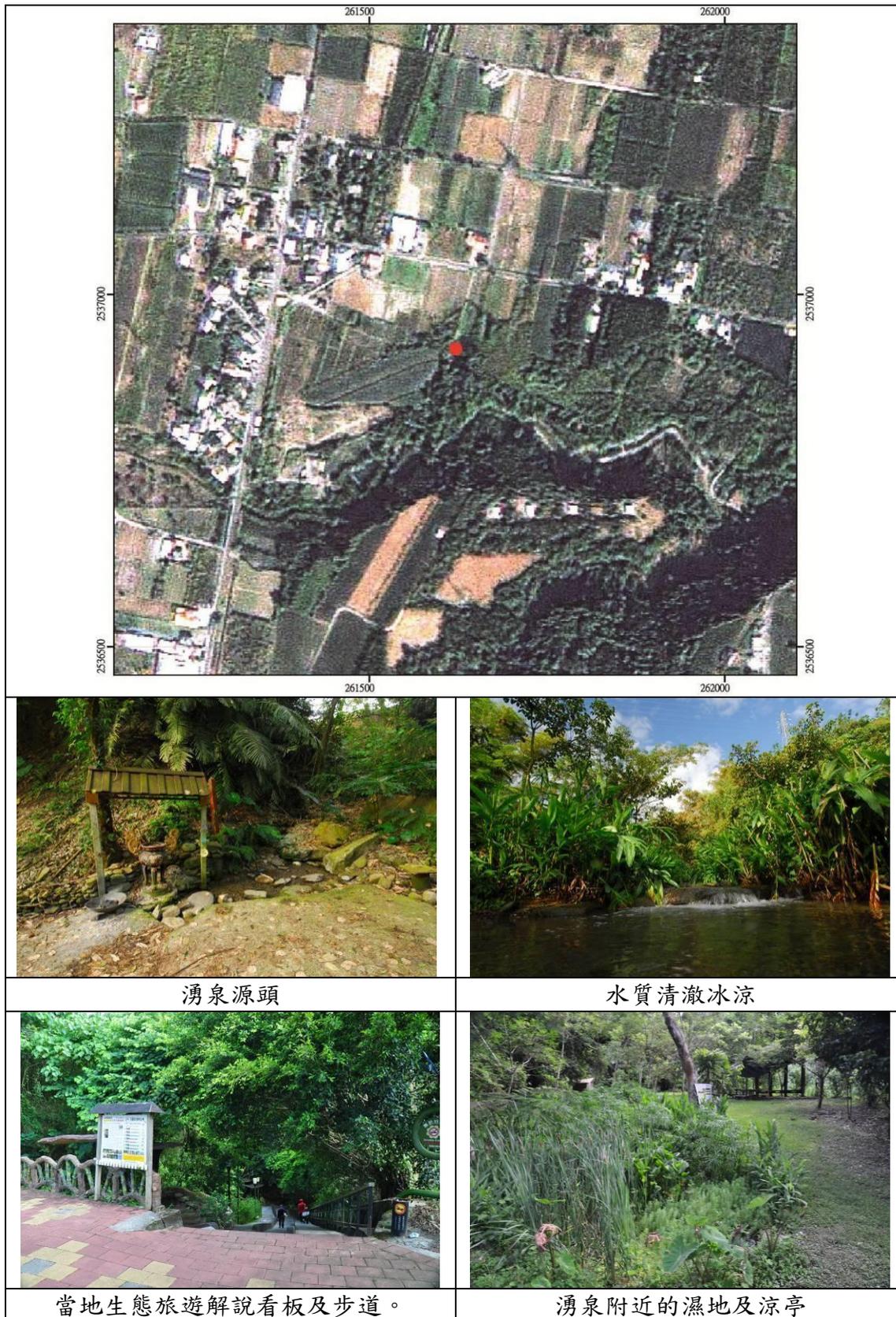


圖 9、台東縣鹿野鄉玉龍泉湧泉衛星影像圖與環境照

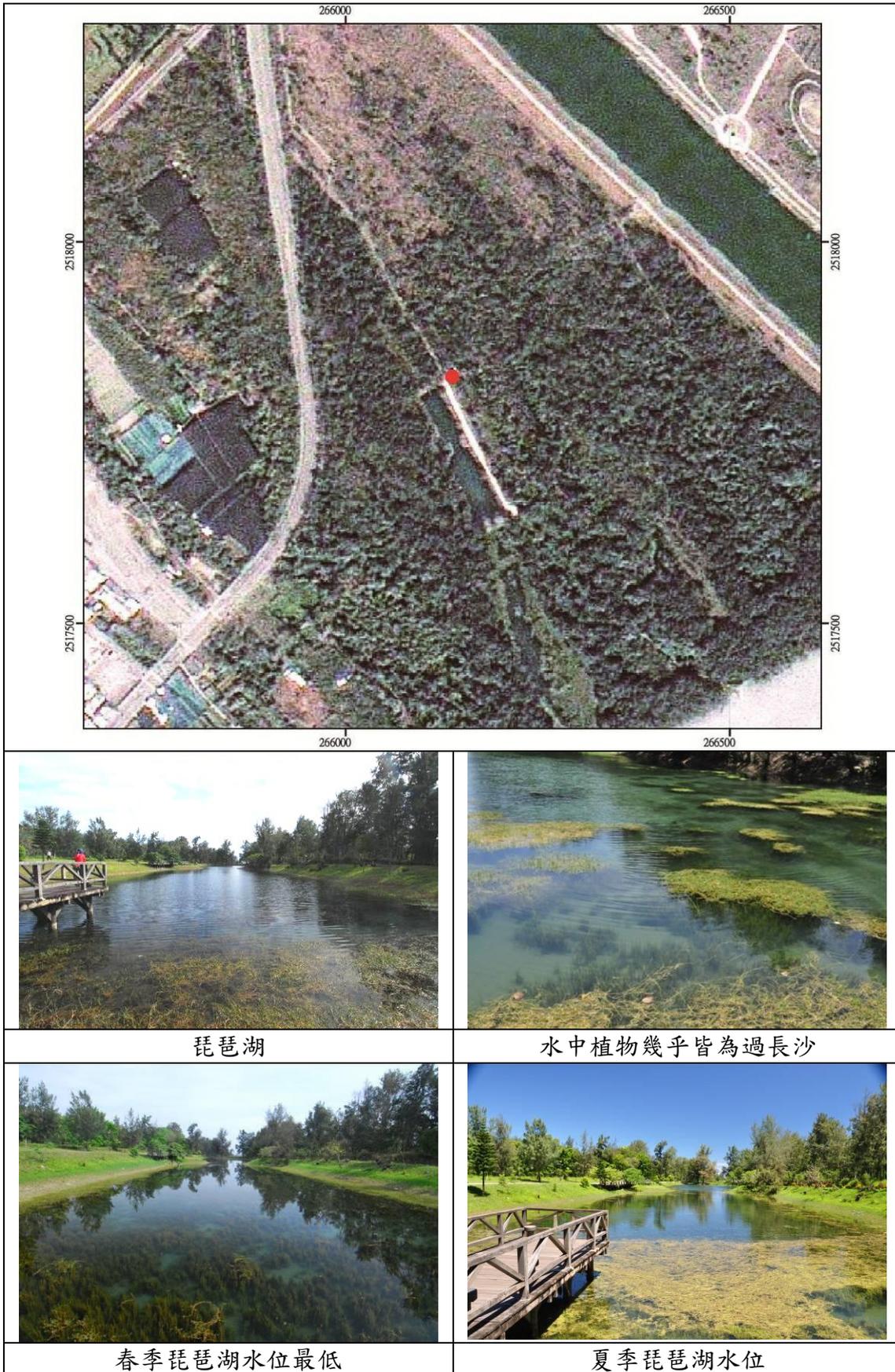


圖 10、台東縣台東市琵琶湖衛星影像與環境照



湧泉位置隱密



水池邊的湧泉露頭淺灘



泉水補充穩定，四季水量變化不大



湧泉靠近海岸，形成淡水來源

圖 11、台東縣成功鎮都歷湧泉衛星影像與環境照

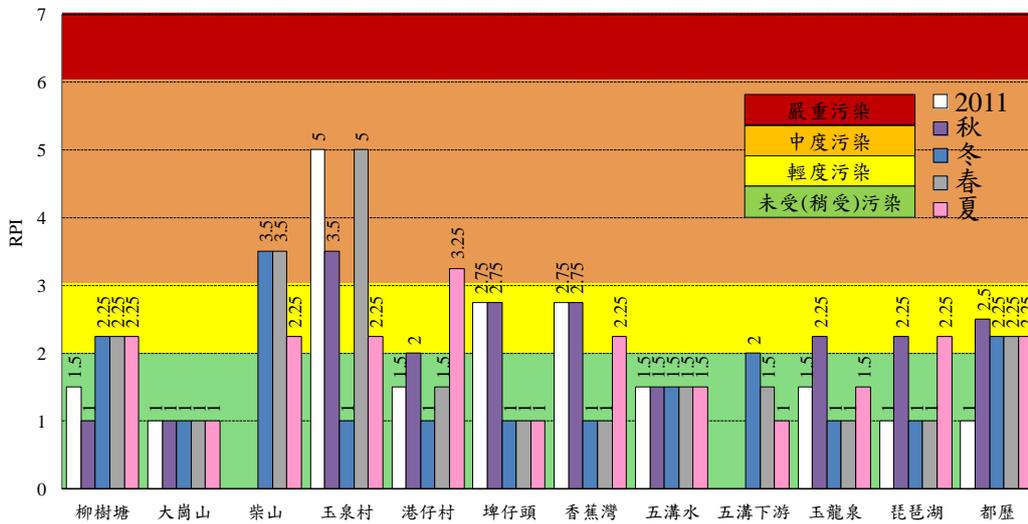


圖 12、各樣站湧泉樣站水質污染程度 RPI

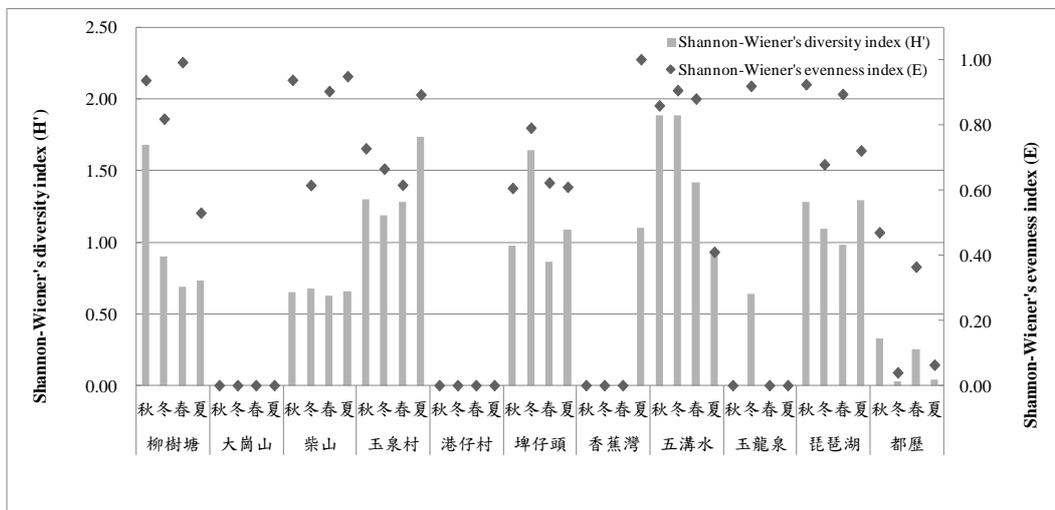


圖 13、各樣站湧泉樣站魚類生物多樣性指數

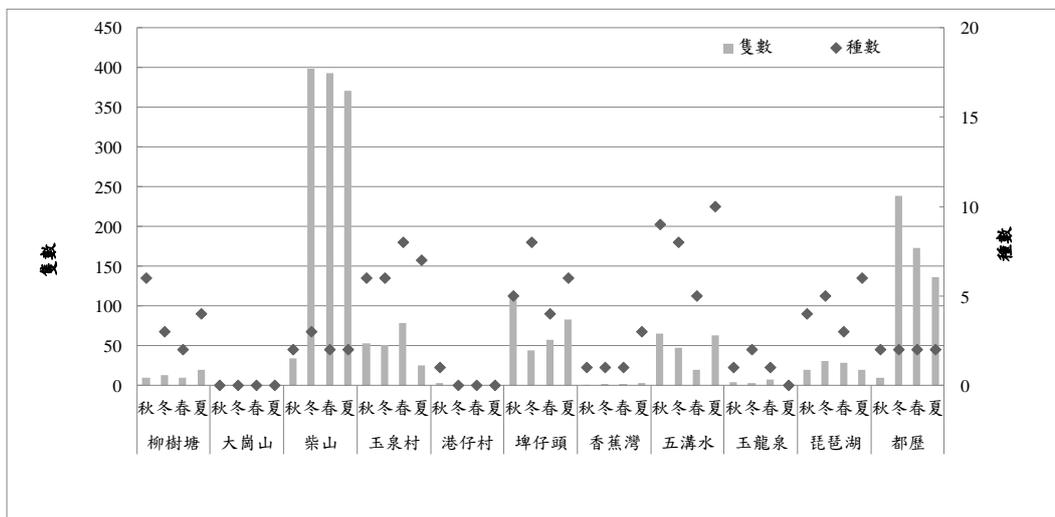


圖 14、各樣站湧泉樣站魚類數量及種數

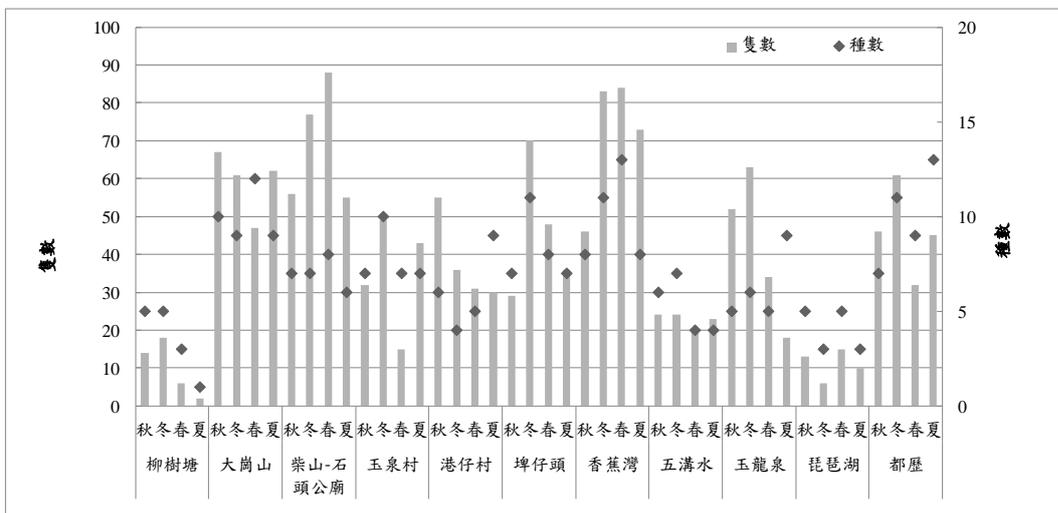


圖 15、各類型湧泉樣站底棲無脊椎生物數量及種數

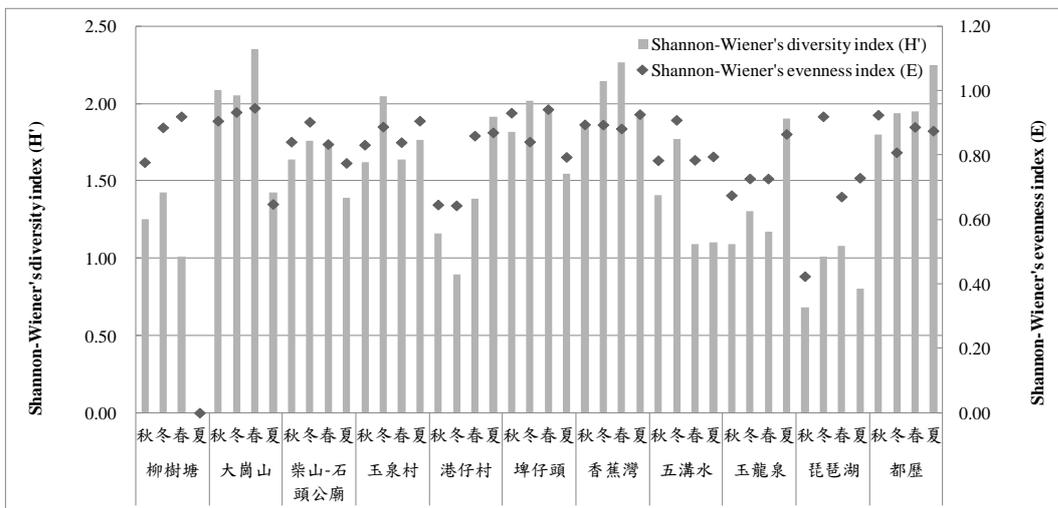


圖 16、各樣站湧泉樣站底棲無脊椎生物生物多樣性指數

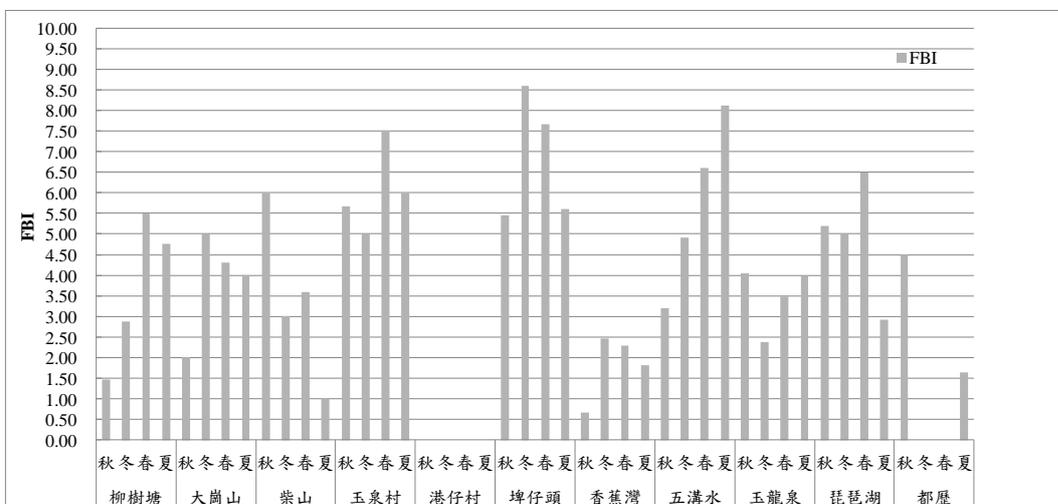


圖 17、各類型湧泉樣站水生昆蟲數量及科數

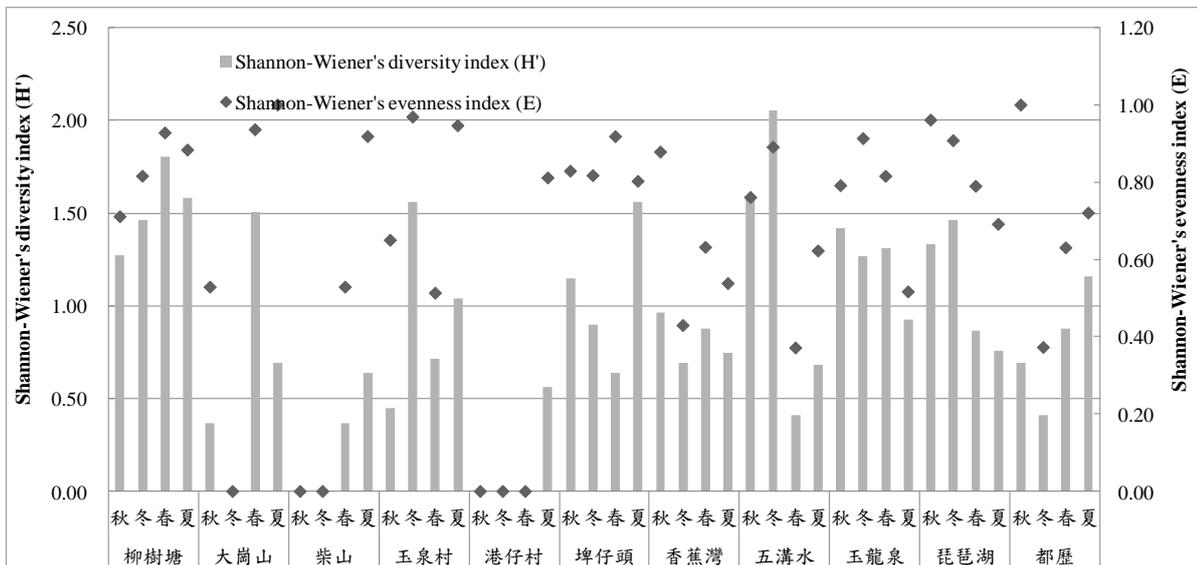


圖 18、各樣站湧泉樣站水生昆蟲生物多樣性指數

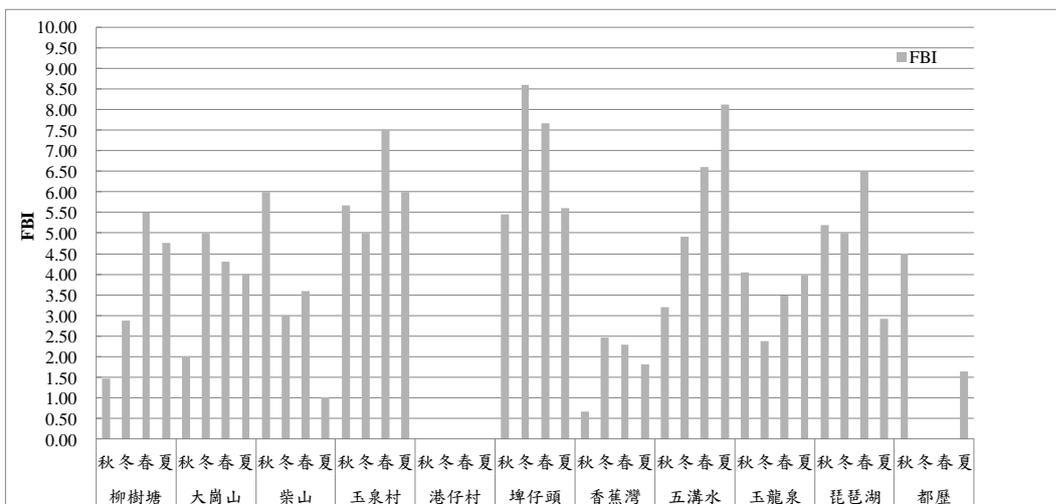


圖 19、各樣站湧泉樣站水生昆蟲 FBI

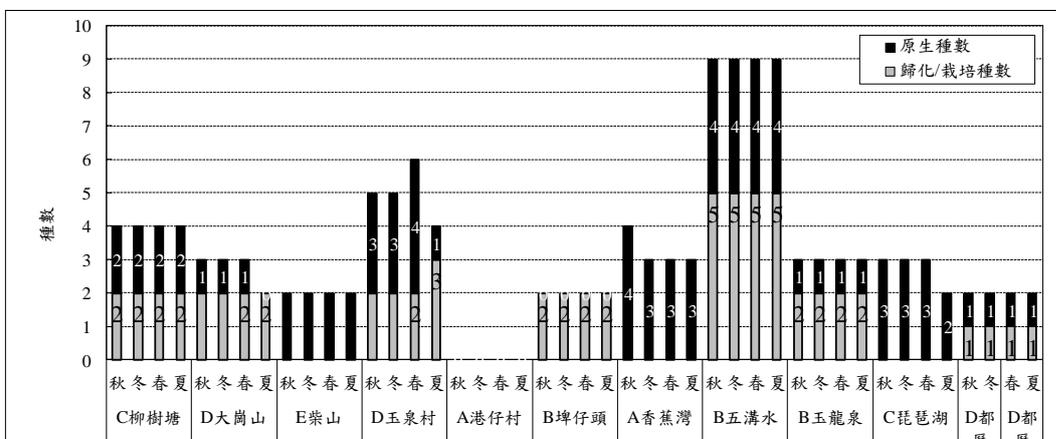


圖 20、各類型湧泉樣站水生及水域周邊優勢植物種數

類型	秋季	冬季	春季	夏季
A	香蕉灣湧泉 	香蕉灣湧泉 	香蕉灣湧泉 	香蕉灣湧泉
	港仔村湧泉 	港仔村湧泉 	港仔村湧泉 	港仔村湧泉
B	埤仔頭湧泉 	埤仔頭湧泉 	埤仔頭湧泉 	埤仔頭湧泉
	五溝水湧泉 	五溝水湧泉 	五溝水湧泉 	五溝水湧泉
	玉龍泉湧泉 	玉龍泉湧泉 	玉龍泉湧泉 	玉龍泉湧泉
C	美濃柳樹塘 	美濃柳樹塘 	美濃柳樹塘 	美濃柳樹塘
	琵琶湖 	琵琶湖 	琵琶湖 	琵琶湖

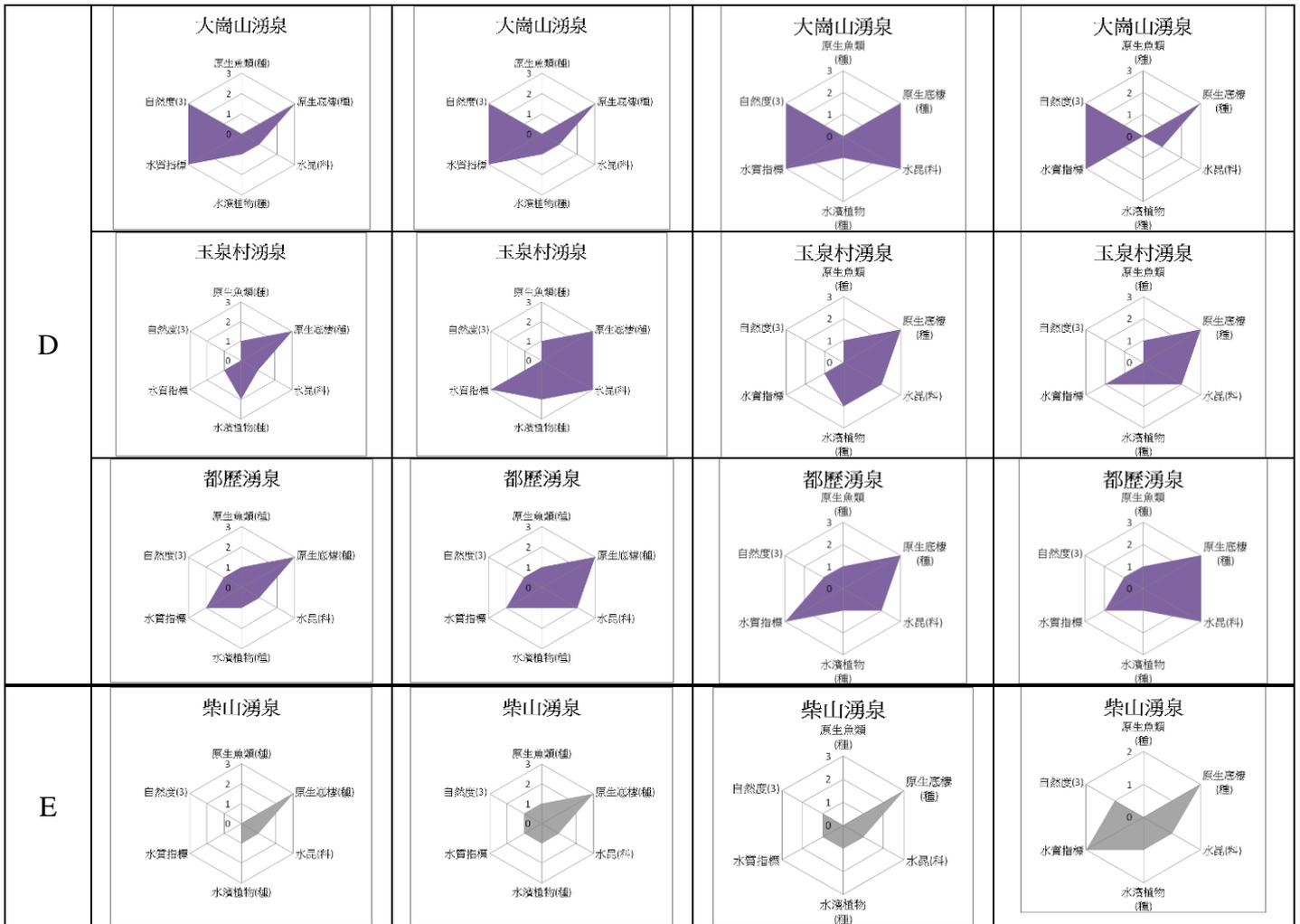
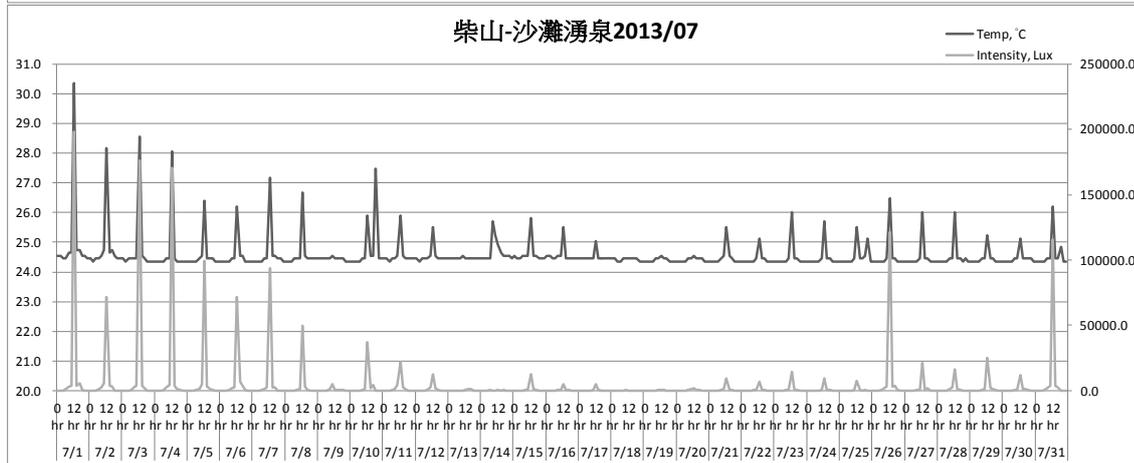
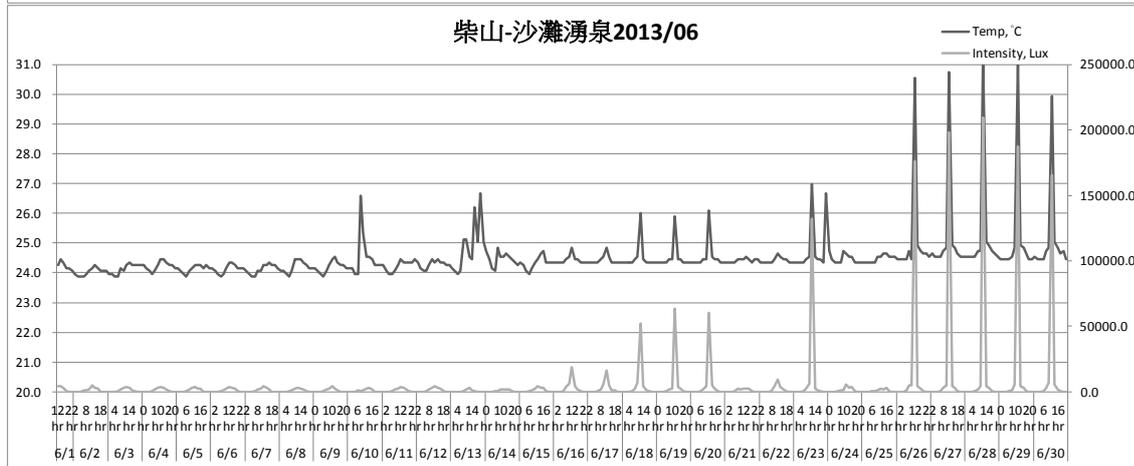
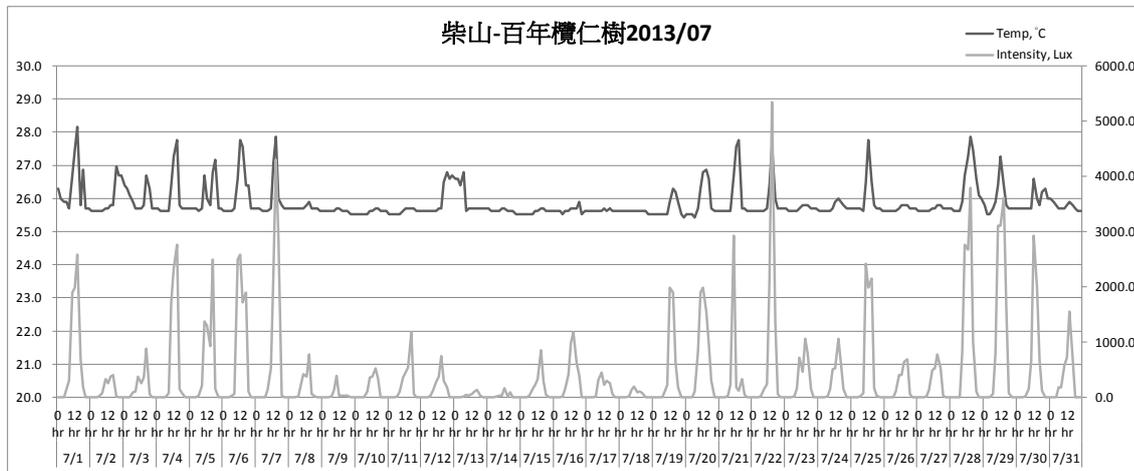


圖 21、「環境人為利用類型」及「環境與原生物種數級分」



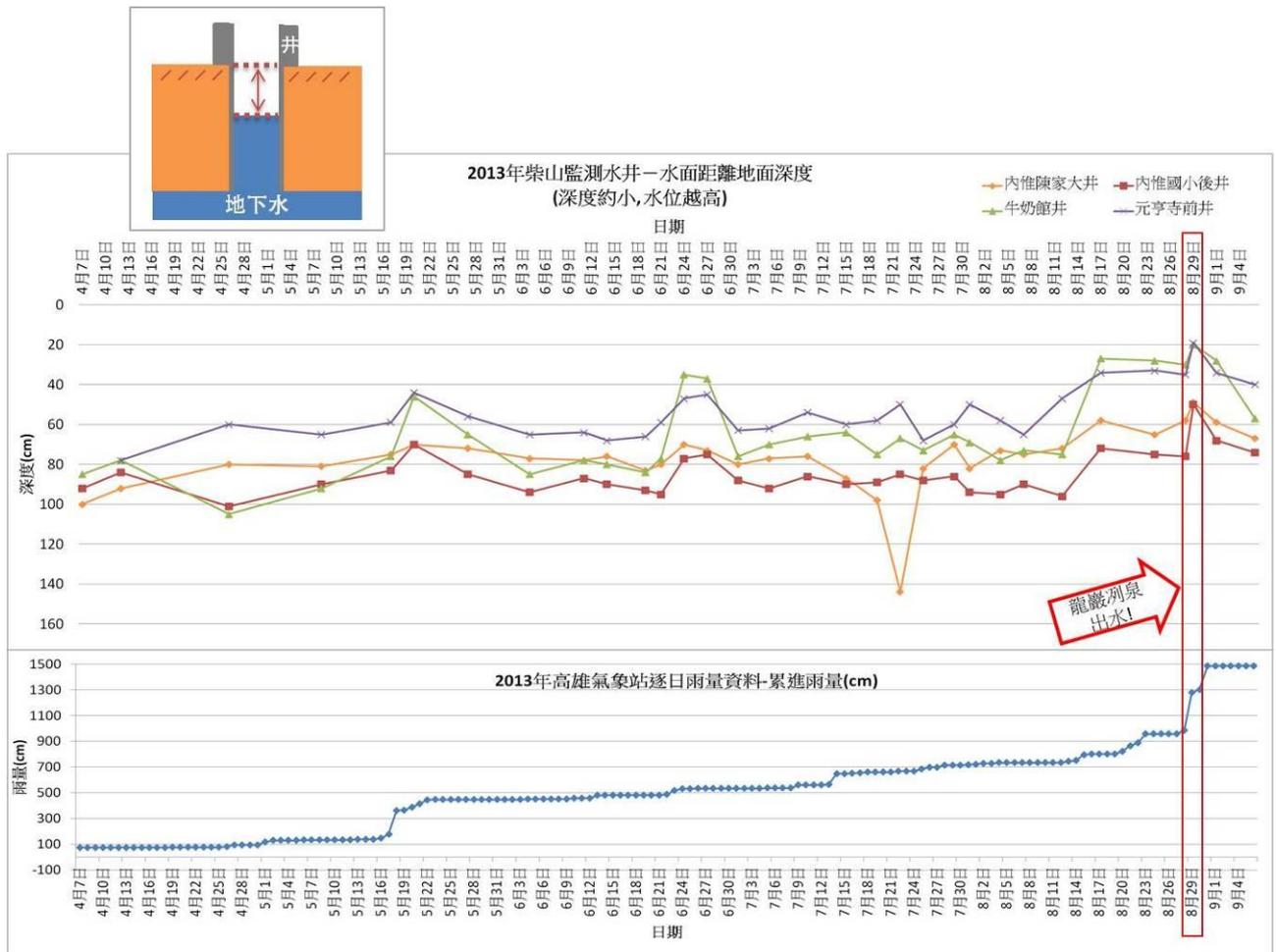


圖 23、2013 年 4/7 至 9/6 之柴山內惟社區監測水位與高雄市累計雨量圖

湧泉生態水生生物資源

【調查及復育手冊】

目錄

一、	簡介	133
二、	目的	133
三、	建議監測調查範圍	133
四、	湧泉各棲地類型	133
五、	生態調查志工安全注意事項	134
六、	監測調查工具與方法	135
1.	水質檢測	135
2.	溫度測定操作步驟：	136
3.	溶氧量測定操作步驟：	136
4.	pH 值測定操作步驟：	137
5.	濁度檢測操作步驟：	137
6.	魚類	138
7.	底棲蝦蟹螺貝類	138
8.	水生昆蟲	138
9.	描述溪流兩岸濱溪植被組成與土地利用情形	139
10.	水井水深監測	140
七、	監測調查流程說明	141
八、	生物及形態初步鑑定	142
九、	調查紀錄表及基礎資料建立	146
十、	成果報告	148
十一、	湧泉管理與復育之建議	148
十二、	參考書籍文獻	150

一、 簡介

[調查及復育湧泉之背景資料簡介]

二、 目的

藉由學習調查手冊進行長期生態資料累積，有助於改善現況、增進經營管理與棲地復育的成效評估，以了解湧泉水生生物的生物多樣性現況與變化的趨勢，也讓相關管理單位有執行調查的方向與方法，期許能作為在地解說及保育教育之用，並確保珍貴的生態資源之永續。

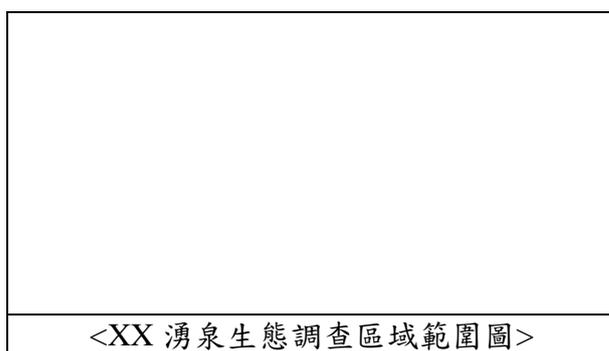
三、 建議監測調查範圍

監測樣站位置：

調查區域共分為 X 大區域，共 XX 個觀測點。

[全區域圖]

四、 湧泉各棲地類型



【XX 湧泉】

1. 環境現況：
2. 觀測重點：
3. 觀測區域：

編號	觀測區域	區域描述
1		
2		
3		
4		

五、生態調查志工安全注意事項

調查前

- ◇注意當天氣象報告、2人以上進行踏查作業
(並事前進行報備，以利掌握人員安全)



調查中

- ◇攜帶急救用品及攜帶識別證
- ◇留心有毒植物、勿傷害野生生物
- ◇隨時補充水分
- ◇以拐杖和木棒穩固自己，拐杖或木棒亦有助探測水深及淤泥
- ◇勿於不穩固的場域上行走
- ◇接近水面的觀察及採樣時應注意隨身物件安全，做好防水準備
- ◇採集水樣時，易重心不穩，要小心
- ◇勿闖私人土地
- ◇觀察地點最好在公共區域，如橋、堤防、道路...
- ◇穿越道路，應謹慎注意來往的車輛
- ◇若感覺調查環境不安全時，應立刻停止監測活動
- ◇有任何異狀(污染、破壞)，請詳實紀錄拍照



調查後

- ◇檢查各項物品裝備是否齊全、有無損壞
- ◇將當次調查成果完整記錄在紀錄表，並交回彙整
- ◇紀錄有任何有疑異之處，以便尋求專業諮詢與後續討論

六、 監測調查工具與方法

監測調查工具：

「工欲善其事，必先利其器」，柴山湧泉周遭環境一年四季都有可以觀察並紀錄的水生生物，若想要觀察牠們，就必須事先準備好適當的工具，才容易進行野外觀察、環境教育或監測記錄。監測調查工具需求表如下：

檢查(v)	項目	數量	檢查(v)	項目	數量
	地圖或 GPS	1 個		打氣機,風管,打氣石	2-3 組
	記錄本,鉛筆	1 組		數位相機	1 台
	手撈網	2-3 支		望遠鏡	1 台
	大撈網	1 支		雨靴	數雙
	餌料	5 個		水質檢測試劑包	1 組
	蝦籠	5 個		溫度計	1 組
	攝子	2 支		皮尺,重錘	1 組
	酒精,塑膠罐	3 組		飼養箱/飼養罐	數個



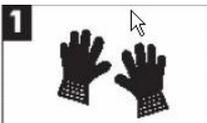
監測調查方法：

1.水質檢測

利用檢測試劑包(WWMD test kits)測得瞬間水質，該簡易水質檢測包可檢測包括：溶氧、酸鹼值、濁度及溫度等四項水質參數。使用方法如下：

2. 溫度測定操作步驟：

1

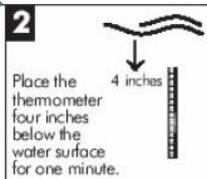


Wear protective gloves.

- (1) 使用方法：其背面有黏膠設計，將溫度計黏貼於容器上或其他方便讀取溫度數值的位置。低溫溫度計以液晶顯示數據，而高溫溫度計(大於14°C)則以綠色顯示測值。

Low Range °C	High Range °C
★	14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40
	GREEN

2



Place the thermometer four inches below the water surface for one minute.

- (2) 步驟：將溫度計放置於在水面下10cm 處維持約1 分鐘後；才自水中取出溫度計讀取溫度，並且以攝氏為單位記錄測得數值。

3

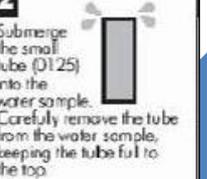


Remove the thermometer from the water, read the temperature and record the temperature as degrees Celsius.

- (3)其他補助量測儀器：除溫度計貼紙外，也可以自行準備一般溫度計(酒精或水銀溫度計)或其他電子偵測儀器，分別來測定大氣中氣溫及採水體裡的溫度。

3. 溶氧量測定操作步驟：

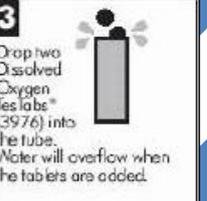
2



Submerge the small tube (D125) into the water sample. Carefully remove the tube from the water sample, keeping the tube full to the top.

- (a)接續前項水溫測量；將本檢測包所附圓形玻璃小試管完全浸入已採取水樣之容器中，再小心地將試管從水樣中取出，並保持水樣滿至試管的頂端；
- (b)在小試管中放入2 顆溶氧測試錠TesTabs(標示有DO 字樣)。當藥片加入後，水樣將會溢出試管；隨即旋緊試管蓋，此時會有更多的水溢出，請確定試管中無氣泡殘留；

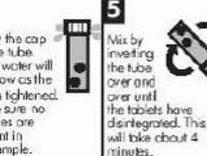
3



Drop two Dissolved Oxygen test tabs (3976) into the tube. Water will overflow when the tablets are added.

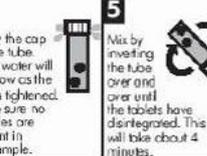
- (c)反覆上下搖晃直到藥片完全溶解為止，此步驟約需4 分鐘時間；
- (d)當藥片完全溶解後，再靜置5 分鐘，水樣的顏色將產生變化；

4



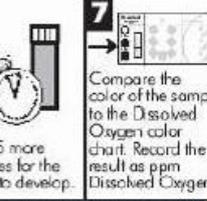
Screw the cap on the tube. More water will overflow as the cap is tightened. Make sure no bubbles are present in the sample.

5



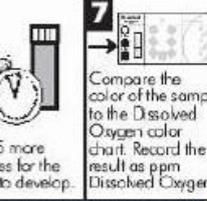
Mix by inverting the tube over and over until the tablets have disintegrated. This will take about 4 minutes.

6



Wait 5 more minutes for the color to develop.

7



Compare the color of the sample to the Dissolved Oxygen color chart. Record the result as ppm Dissolved Oxygen.

- (e)利用溶氧色卡比對水樣的顏色，並以ppm 為單位記錄所得之溶氧值。

4. pH 值測定操作步驟：

1 Fill the test tube (0106) to the 10 mL line with the water sample.

• (a)將本檢測包隨附10ml的試管(編號0106)裝滿水樣；放入一顆pH 檢測 試錠Wide Range TesTab(包裝紙上標示有pH 字樣)；

2 Add one pH Wide Range Testab (6459).

• (b)扭緊試管上的蓋子，反覆地上下搖晃直到藥片溶解為止，但可能仍會有些許藥片殘塊存留在水樣中；

3 Cap and mix by inverting until the tablet has disintegrated. Bits of material may remain in the sample.

• (c)比對水樣與pH 色卡上的顏色，讀取水樣pH 值並記錄。

4 Compare the color of the sample to the pH color chart. Record the result as pH.

5. 濁度檢測操作步驟：

1 Remove the backing from the Secchi disk icon sticker.

2 Adhere sticker on the inside bottom of the large white jar (kit container). Position the sticker slightly off center.

• (a)檢測前準備：(i)將本檢測包的廣口包裝容器亦即是濁度檢測專用的盛水容器。如果情況許可，請在使用前8到24小時在廣口瓶內的底部貼上有沙奇盤(Secchi disk)圖示的標籤以保持其黏性。(ii)撕開沙奇盤(Secchi disk)標籤貼紙；將標籤黏貼白色大廣口瓶內的底部，注意黏貼位置需稍微偏離中心點。

3 Fill the jar to the turbidity line located on the outside kit label.

• (b)將水樣注入廣口容器中，直至注入水量之高度與外側標示的水位線等高；

4 Hold the Turbidity Chart on the top edge of the jar. Looking down into the jar, compare the appearance of the Secchi disk icon in the jar to the chart. Record the result as Turbidity in JTU.

• (c)將濁度色卡置於瓶口邊緣，朝廣口瓶底部觀察。比較瓶底沙奇盤(Secchidisk)標籤與色卡後，將水樣濁度以JTU 為單位記錄。

6. 魚類

採集方式視選定測站實際棲地狀況而定，適合本區的調查方法如下：

1. 蝦籠誘捕法：於籠內放置餌料以吸引魚類進入，各測站分別設置 2 或 1 個籠具，放置 1 夜。注意：蝦籠必須水平沉底固定，並綁好避免流走。若於流水區，蝦籠開口朝下游。
2. 地籠誘捕法：又稱長城網或蛇籠，在網籠中，放入誘捕之餌料，以吸引中小型魚類進入陷阱籠具中，此為有效的採集方法，可以記錄更加完整的湖泊、野塘或溪流河川的淡水魚類相，彌補其他採集方法調查資料的不足。



7. 底棲蝦蟹螺貝類

1. 撈網採集法：主要用於螺貝類以及環節動物的採集，以 50 cm^2 為採集面積。另外如發現大量絲蚯蚓則以 1 cm^2 為採集面積。



2. 蝦籠誘捕法：於籠內放置餌料以吸引蝦、蟹類進入，於各測站分別設置 2 或 1 個籠具，並放置 1 夜。注意：蝦籠必須水平沉底固定，並綁好避免流走。若於流水區，蝦籠開口朝下游。
3. 地籠誘捕法：又稱長城網或蛇籠，在網籠中，放入誘捕之餌料，以吸引中小型底棲生物進入陷阱籠具中，此為有效的採集方法，可以記錄更加完整的湖泊、野塘或溪流河川的淡水魚類相，彌補其他採集方法調查資料的不足。
4. 澤蟹目視調查法：到達監測範圍時，輕聲細語，避免驚動澤蟹，目視並估算 1 m^2 面積內有多少澤蟹，然後採集拍照再釋放，最後再計算地表 1 m^2 面積有多少澤蟹洞穴。

8. 水生昆蟲

水生昆蟲網：以踢擊網，進行 3 重複，若目視水生昆蟲網旁邊(靠水岸的)有螺貝類或環節動物，以 50 cm^2 為樣區進行採樣。

手抄網：以長寬約 30 cm 之小型手撈網對水生植物由下而上進行採樣動作，以 50 cm^2 為樣區進行採樣。

*各類水生生物可以鑑定種類當場記錄後釋放，無法鑑定物種則以數位相機拍照分類特徵同樣當場釋放，未能鑑定則攜回實驗室以顯微鏡觀察鑑定其種類及計數。



9. 描述溪流兩岸濱溪植被組成與土地利用情形

將濱溪植物的種類分為：1. 裸露/草本；2. 灌木；3. 喬木。

將土地利用分為7項：

1. 闊葉林；2. 針葉林；3. 混合林；4. 農作物；5. 房屋；6. 公路電塔；7. 其他。

由樣區下游起點往上游方向，做為觀察兩岸植被的樣點，並以文字描述樣站的濱岸帶，其兩岸的主要植被組成與土地利用情形

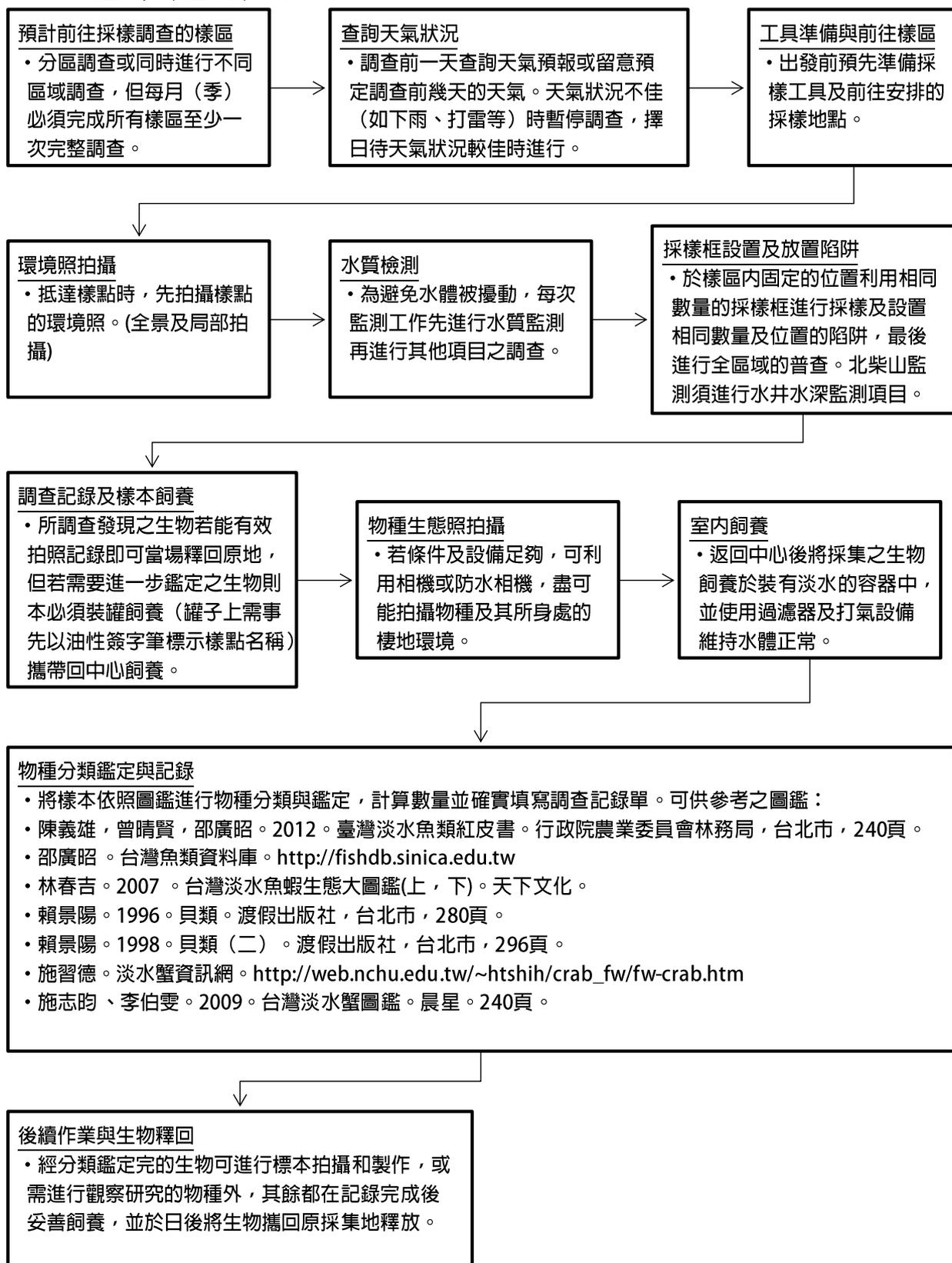
用相機往上下游方向，拍攝左、右兩岸各一張全景照片，總共4張。



10. 水井水深監測

第一次先利用皮尺及重錘測量井口至井底得知井深 3.9m，監測時只需測量井口至水面距離，與井深相減後便可得知水深。

七、 監測調查流程說明



八、 生物及形態初步鑑定

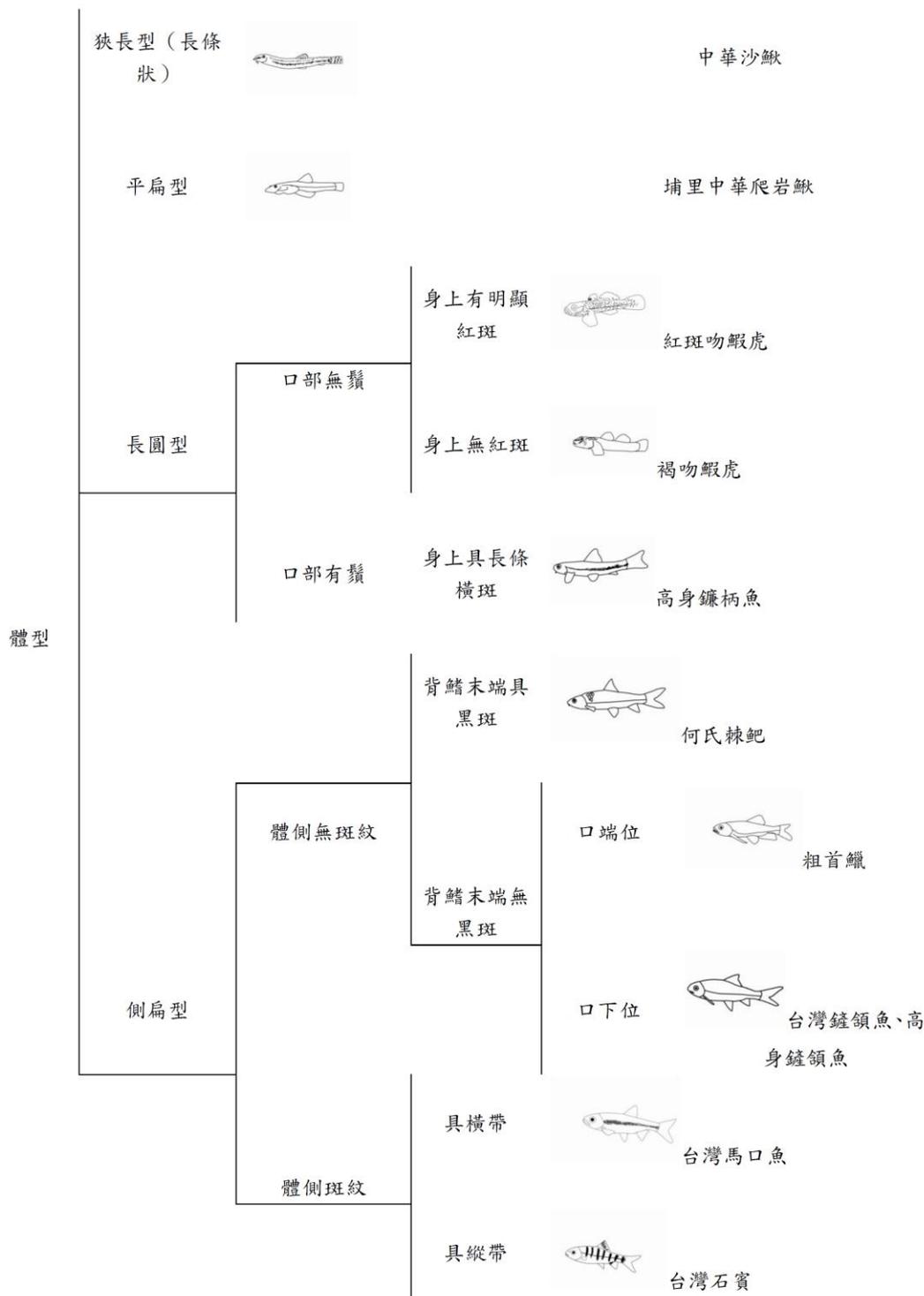
湧泉可發現水生生物

底棲生物	
	<p>囊螺科 Physidae 囊螺 <i>Physa acuta</i></p> <p>殼為褐色至深褐色，透明，殼上具有黃色斑點，呈長橢圓形，左旋螺，殼高約 10-15mm，殼口高約佔殼高的 2/3 極為發達，螺塔比小椎實螺還高。臍孔不明顯。外唇極發達，軸唇不明顯。無口蓋。</p>
[其他]	

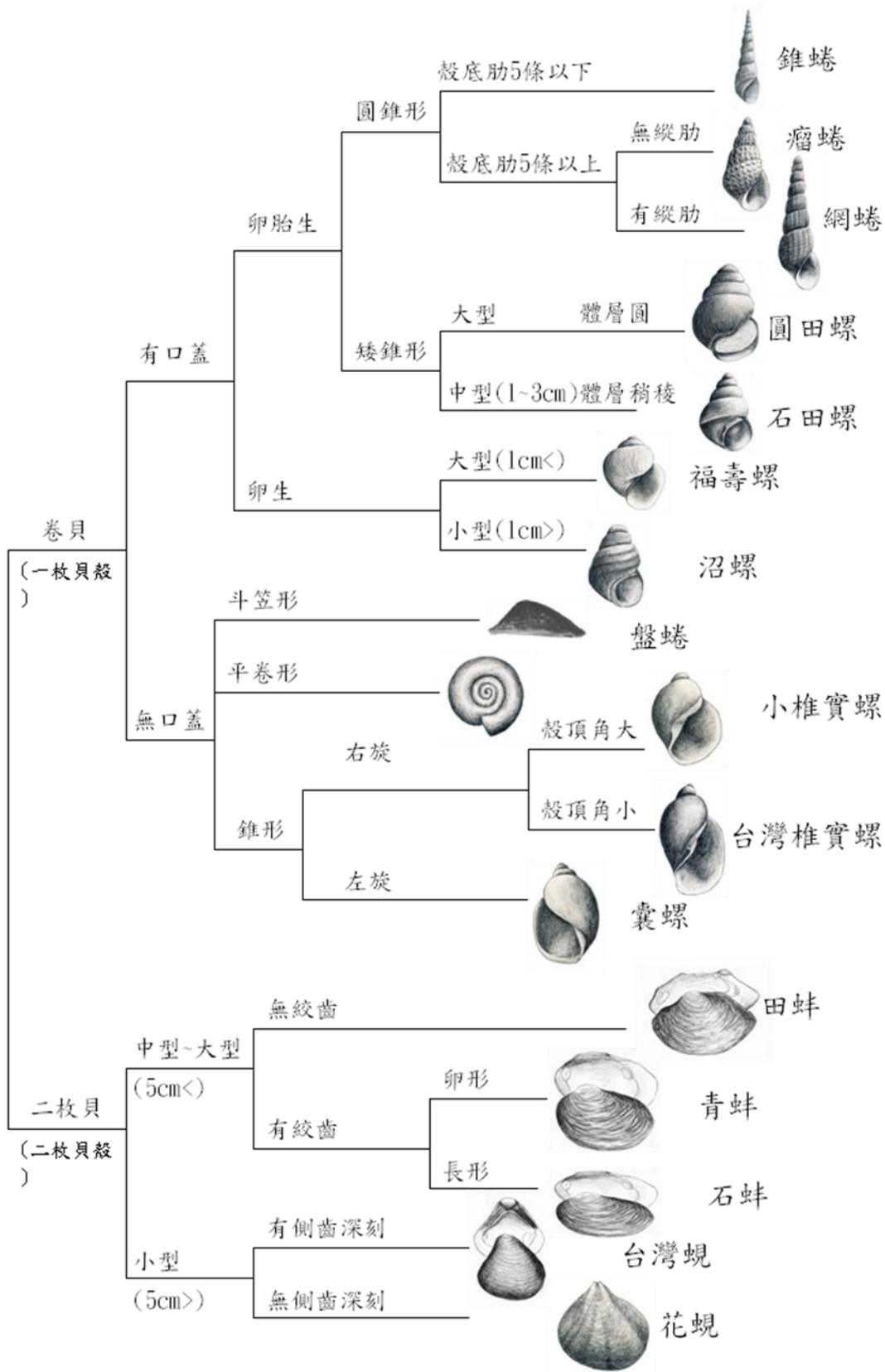
魚類	
	<p>塘鱧科 Eleotridae 褐塘鱧(棕塘鱧) <i>Eleotris fusca</i></p> <p>體延長，頭部呈圓筒形，下頷前突。眼小，位於頭部上方。體色黑褐，鱗片細小，胸鰭大，腹鰭分離，尾柄長。死亡後魚體具黏液。淡水中小型底棲魚類，生活於河川及河溝的底層，喜歡棲息在河口或偶入河流的下游水域，以及有泥沙、雜草和碎石相混雜的淺水區。</p>
[其他]	

形態初步鑑定

水生生物鑑定需要經過事前的訓練，訓練過程中可利用飼養在水族缸的活體、固定標本或圖鑑工具書等材料培養監測人員對水生生物的辨識能力。其中資料正確的圖鑑對於非專業從事長期監測研究志工而言，可做為鑑定的主要參考依據。訓練過程中可從較大分類群別的「科」先著手，再從同科中較為近似的物種加以細分，循序漸進增強辨識能力。



淡水魚類快速鑑別特徵檢索圖

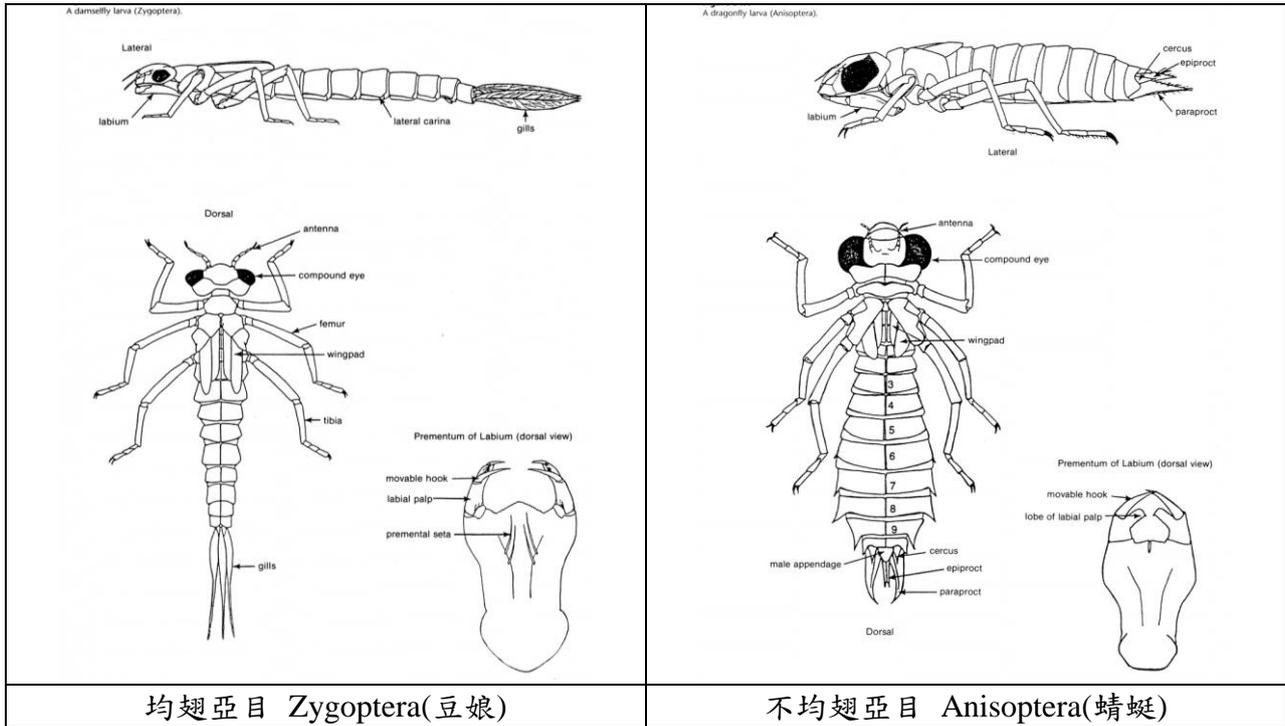


淡水螺貝類快速鑑別特徵檢索圖

水生昆蟲[水昆種類繁多，依據多次現地調查，依照每個湧泉之特性修正製作]

蜻蛉目(Odonata)幼蟲

1. 體細、腹部末端有三個或二的尾鰓……………均翅亞目 Zygoptera(豆娘)
2. 體粗胖、腹部莫多有三個尾部附屬器(肛錐)及一對尾毛……………不均翅亞目 Anisoptera(蜻蜓)



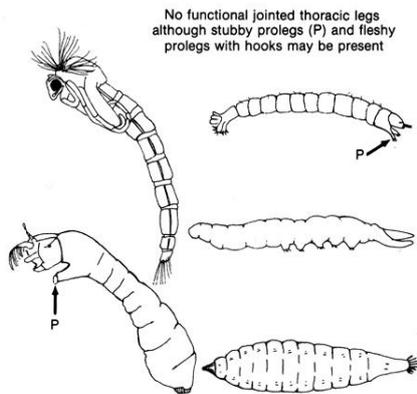
均翅亞目 Zygoptera(豆娘)

不均翅亞目 Anisoptera(蜻蜓)

蜻蛉目(Odonata)成蟲

1. 均翅亞目：其前後翅的大小、形狀是較平均的，差異並不大。俗稱的豆娘。肉食性昆蟲，前後翅的大小、形狀、翅脈都很相似，體型大多數比蜻蜓小，停棲時大都會雙翅合併。
2. 不均翅亞目：牠們的前後翅大小、形狀是有相當差異的。俗稱的蜻蜓。肉食性昆蟲，體型比豆娘大，左右複眼較靠近，腹部比較粗寬，停棲時雙翅向兩側呈不同角度平展，是飛行能力很強的昆蟲。

雙翅目(Diptera)是小型昆蟲，多會危害環境衛生，被人們視為害蟲，包括蠅、蚊、虻和蚋四大類。其幼蟲不具完整的三對胸足，體節分節不明顯。



雙翅目的幼蟲及蛹

九、 調查紀錄表及基礎資料建立

調查紀錄表為每次進行監測調查必須完成之重要工作。確實記錄之調查紀錄表將成為將來建立湧泉水生生物資料庫之重要證據。[此記錄表依據多次現地調查，依照每個湧泉之特性修正製作]

調查紀錄表如下：

計畫名稱：		監測日期： 年 月 日 (第 次監測)	
監測站名：		開始時間： 結束時間：	
監測項目：		組別人員： 天氣：晴/陰	
<input type="checkbox"/> 水質 <input type="checkbox"/> 魚類 <input type="checkbox"/> 甲殼類 <input type="checkbox"/> 底棲無脊椎生物 <input type="checkbox"/> 水生昆蟲 <input type="checkbox"/> 水生植物 <input type="checkbox"/> 週邊土地利用狀況			
記錄：			
水質 水溫 Temperature： 氣溫： 容氧(DO)： 酸鹼值(pH)： 濁度 Turbidity： 水體顏色： <input type="checkbox"/> 清澈 <input type="checkbox"/> 混濁 <input type="checkbox"/> 有異色_____		底棲生物 <input type="checkbox"/> 囊螺 <input type="checkbox"/> 福壽螺 <input type="checkbox"/> 椎實螺 <input type="checkbox"/> 網蟯 <input type="checkbox"/> 瘤蟯 <input type="checkbox"/> 石田螺 <input type="checkbox"/> 塔蟯 <input type="checkbox"/> 錐蟯 <input type="checkbox"/> 扁蟯 <input type="checkbox"/> 絲蚯蚓 <input type="checkbox"/> 水蛭 <input type="checkbox"/> 水虱 <input type="checkbox"/> 渦蟲	
棲地 可寬： m 水深： m 流速： m/sec			
水井水深 m <small>*第一次先利用皮尺及重錘測量井口至井底得知井深__m，監測時只需測量井口至水面距離，與井深相減後便可知水深。</small>		甲殼類 (澤蟹可記錄殼寬、殼長、殼高) <input type="checkbox"/> 米蝦 <input type="checkbox"/> 沼蝦 <input type="checkbox"/> 黃灰澤蟹 <input type="checkbox"/> 馬卡道澤蟹 <input type="checkbox"/> 澤蟹洞(記錄+拍照) 數量： (觀察面積約: 2m ²)	
魚類 方法及數量： <input type="checkbox"/> 大蝦籠 <input type="checkbox"/> 小蝦籠 <input type="checkbox"/> 目視 <input type="checkbox"/> 手撈網 <input type="checkbox"/> 大撈網 <input type="checkbox"/> 魚網 外來種： <input type="checkbox"/> 大肚魚 <input type="checkbox"/> 孔雀魚 <input type="checkbox"/> 吳郭魚 <input type="checkbox"/> 線鱧(泰國鱧) <input type="checkbox"/> 豹紋翼甲鯰(琵琶鼠) <input type="checkbox"/> 三星毛足鱸 原生種： <input type="checkbox"/> 鯽魚 <input type="checkbox"/> 蝦虎		水生昆蟲 <input type="checkbox"/> 搖蚊科 <input type="checkbox"/> 蚊科 <input type="checkbox"/> 蚋科 <input type="checkbox"/> 扁蜉科 <input type="checkbox"/> 姬蜉蟬 <input type="checkbox"/> 四節蜉科 <input type="checkbox"/> 蜉蟬科 <input type="checkbox"/> 水蠶-均翅 <input type="checkbox"/> 水蠶-不均翅 <input type="checkbox"/> 石蠶蛾 <input type="checkbox"/> 水黽 <input type="checkbox"/> 負子蟲 <input type="checkbox"/> 扁泥蟲 <input type="checkbox"/> 龍蝨科 <input type="checkbox"/> 石蠅科	
週邊及水生植物 (記錄+拍照) 種類： <input type="checkbox"/> 喬木 <input type="checkbox"/> 灌木 <input type="checkbox"/> 水生 位置： <input type="checkbox"/> 河道中央 ____% <input type="checkbox"/> 河道兩側 ____% 覆蓋度：約 <input type="checkbox"/> <25% <input type="checkbox"/> 25-50% <input type="checkbox"/> 50-75% <input type="checkbox"/> >75% 水生植物： <input type="checkbox"/> 挺水 ____% <input type="checkbox"/> 沉水 ____% <input type="checkbox"/> 漂浮 ____% <input type="checkbox"/> 浮葉 ____% 其他：		週邊土地利用狀況 (記錄+拍照) 河岸： <input type="checkbox"/> 天然 <input type="checkbox"/> 民宅 <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 步道 <input type="checkbox"/> 其他：_____	
其它記錄 填單人：		垃圾： <input type="checkbox"/> 有 (種類：_____) <input type="checkbox"/> 無 污水： <input type="checkbox"/> 有 (<input type="checkbox"/> 排水管/溝流入 <input type="checkbox"/> 不明) <input type="checkbox"/> 無 水泥化： <input type="checkbox"/> 有 (<input type="checkbox"/> 單面 <input type="checkbox"/> 兩面 <input type="checkbox"/> 三面 <input type="checkbox"/> 部分) <input type="checkbox"/> 無 其他：	

基礎資料表格如下：

湧泉物名錄

門	科	中文名	學名	稀有類別	特有類別	污染指標	1 101/12	1 102/1	2 101/12	2 102/1	3 101/12	3 102/1	4 101/12	4 102/1	合計
軟體動物門 Mollusca	蘋果螺科Ampullariidae	福壽螺	<i>Pomacea canaliculata</i>	C	外來	強腐							2	3	2
軟體動物門 Mollusca	錐蝸科Thiaridae	塔蝸	<i>Thiara scabra scabra</i>	C	原生	貧腐							1	2	1
軟體動物門 Mollusca	錐蝸科Thiaridae	瘤蝸	<i>Tarebia granifera</i>	C	原生	貧腐							14	25	14
軟體動物門 Mollusca	錐蝸科Thiaridae	網蝸	<i>Melanoides tuberculatus</i>	C	原生	β-中腐							5	13	5
軟體動物門 Mollusca	山椒蝸牛科Assimineidae	山椒蝸牛一種	<i>Assiminea</i> sp.	C	原生								8	9	8
軟體動物門 Mollusca	粟螺科 Stenothyridae	台灣粟螺	<i>Stenothyra formosana</i>	U	特有									10	
軟體動物門 Mollusca	囊螺科Physidae	囊螺	<i>Physa acuta</i>	C	外來	α-中腐							20	28	20
環形動物門 Annelida	舌蛭科 Glossiphoniidae	水蛭	<i>Glossiphonia</i> sp.	C	—								6	7	6
物種小計							0	0	0	0	0	0	7	9	7
數量小計							0	0	0	0	0	0	56	103	56
Shannon-Wiener's diversity index (H')							0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	1.70	
Shannon-Wiener's evenness index (E)							無義值	無義值	無義值	無義值	無義值	無義值	0.84	0.77	

湧泉魚類生物名錄

科	中名	學名	類別	耐污等級	保育類別	1 101/12	1 102/1	2 101/12	2 102/1	3 101/12	3 102/1	4 101/12	4 102/1	合計
花鱗科Poeciliidae	食蚊魚	<i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard, 1853)	外來種	高度								12	70	82
花鱗科Poeciliidae	孔雀花鱗	<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	外來種	高度								22	120	142
塘鱧科Eleotridae	褐塘鱧(棕塘鱧)	<i>Eleotris fusca</i>	原生種										1	1
物種小計						0	0	0	0	0	0	2	3	5
數量小計						0	0	0	0	0	0	34	191	
Shannon-Wiener's diversity index(H)						0	0	0	0	0	0	0.64925	0.68739	
Shannon-Wiener's evenness index (E)						無義值	無義值	無義值	無義值	無義值	無義值	0.94	0.63	

十、 成果報告

執行單位將調查的原始數據加以整理後，計算種類、優勢物種、豐度(abundance)與生物量(biomass)，以及其群聚變化的多樣性指數的變化，再選擇適當的統計方法進行分析，最後以圖表或分析數據呈現調查結果，以輔助完整監測成果報告的撰寫。成果報告中必預寫出詳細的監測方法，包括採樣方法、數據的換算公式和統計分析，說明所參考的資料來源，並與其他相關研究作比較。調查結果內容除了實際監測成果之外，並與其他文獻中具有類似生態系或相同物種的群聚調查作比較，或探討可能影響所調查棲地內的動植物競爭、交互作用或族群變動的生物與非生物因子與驅動力。所有原始或整理過的紙本與電子檔案之調查資料，都必須作備份且妥善保存與管理。

十一、 湧泉管理與復育之建議

資料蒐集

搜尋及整理影響湧泉棲地之因素及可能衝擊(下表)，依據湧泉利用現況，可分為三種管理及復育方式：

完全利用及高度利用(無水源、封井或棲地因利用而改變)

重新開封，但須評估需要資源及可能利益

中度利用(污水污染、親水觀光、垂釣)

移除污染源及干擾因素

無或低度利用(原始及稍受污染)

維持原狀

就完全利用及高度利用的湧泉，若要進行復育，建議應先對必須投入之資源應進行評估，對於水源之續存也應有所瞭解，如此，較不易使懷有高度期望的行政單位及社區民眾，產生失望的結果。同時，若社區有意願利用湧泉進行休閒及觀光導覽，建議應先對該地區之特有生物、農業、地質地理、人文等特色，進行蒐集，同時，進行適度的包裝與推廣，當地住民也應對於湧泉水源及水質之保育和保護，形成共識，如此方可提高達成目的之可能。

表、威脅湧泉棲地之因素及可能衝擊(modified from Barouin and Scarabrook 2008)

威脅湧泉棲地之因素	對湧泉棲地之可能影響
抽取地下水	過度抽取使地下水位降低減少湧泉流量
河道整治	失去與地下水的相互通聯，可能會減少湧泉流量
移除濱溪及附近森林	增加沈積作用與蒸散作用，並減少地下水補充。溪岸流失的特性會降低粗顆粒有機質(CPOM)及水質，並使湧泉流域水溫上升、增加日照與沉積物
排水系統與都市化	地下水補充減量，降低湧泉流量。都市(或地面)的徑流水(污水)也會造成湧泉水質下降
農業活動	灌溉活動使湧泉流量減少。使用肥料與農藥直接影響湧泉動植物
畜牧業	家畜活動會造成堤岸被侵蝕，也會產生高濃度營養鹽
採礦業	重金屬與沉積物直接影響湧泉動植物。採礦業之耗水也會減少湧泉水量。
垃圾掩埋場滲濾液與化糞池	地下水中的化學污染物或排泄物降低湧泉的水質
引水他用	低水位，高度變質或單一化的物理棲地，使湧泉微棲地縮小
發展休閒娛樂與觀光旅遊	湧泉環境被改變成適合游泳、釣魚與露營的場所。嚴重的踐踏也同時會破壞湧泉棲地
引入外來物種	排擠原生動植物物種生存
堵塞	水生生物無法生存、水生棲地破壞

管理計畫重點

籌組湧泉工作小組

管理湧泉需要跨領域人才，如地質、地理、溪流生物、生態、水質、人文等專業人才，主要與地下水，地表水及陸域環境有關，例如 Florida Springs Task Force 就由 16 位專業人士組成。

湧泉位置及相關資料庫建置

紐西蘭建置包含 527 湧泉的資料庫，德國也進行全國湧泉調查，在 **Gueterlosh** 省即有 203 處湧泉，因為湧泉有時不露出地表，當地人口述的歷史資料及訪談結果，便更重要，現場勘查也有需要。使用 GIS 建立湧泉資料，將可提供水道、覆蓋植物、地質、氣候等背景，有利於未來環境及區域規劃。

湧泉棲地品質之評估

湧泉棲地變數包含流量及其變化幅度、底質、水道及濱水道植被及陸域棲地結構、水質等，水道部分與溪流類似，但是，水源與溪流仍有不同，所以，對於湧泉出水口及相關水道都應保護，以維持物種組成的多樣性及群聚完整性。若有外來物種出現，也應予以移除。

棲地結構之特質，也可利用以建立湧泉分類系統。另也應清楚了解及列舉湧泉的可能集水區區域，方能確實維持水質。

管理與復育優先順序及策略

利用棲地及生物資料，可決定湧泉管理的優先順序及方式，也可以決定應以復育或保護為管理的主要目的，未受到干擾的湧泉應以保護為重要的管理目標，有潛力復育的湧泉也應列為優先處理的對象。決定因素包含如特殊生物之存在、區域內湧泉數量、水量變化程度、

干擾因素之複雜性、私有或公有土地、及需處理的干擾因素(如農業或遊憩)。

進行復育時，移除污染源及非必要結構物為優先使用手段，不考慮交換湧泉間生物，以維持基因多樣性。資源則應優先使用於具低干擾、低變動、低改造、具特殊生物、棲地、水質等特質之湧泉。

長期監測

監測應考慮湧泉利用的目的及所需要的訊息，也應建立良善的回報機制，已進行適時及合宜的處理。必須能瞭解湧泉亦然變化的幅度、方式及機制，方能決定其品質是否有變化。

十二、參考書籍文獻

Barquin, J., and M. Scarsbrook. 2008. Management and conservation strategies for coldwater springs. *Aquatic conservation* 18: 580-591.

中央研究院之台灣魚類資料庫 <http://fishdb.sinica.edu.tw/>

台灣省政府教育廳。1991。水棲昆蟲生態入門。

沈世傑。1993。臺灣魚類誌。國立臺灣大學動物學系。

林春吉。2007。台灣淡水魚蝦(上、下)。天下文化出版社。

施志昀、李伯雯。2009。台灣淡水蟹圖鑑。晨星出版社。

施志昀等。1998。台灣的淡水蝦。國立海洋生物博物館籌備處。

施志昀等。1999。台灣的淡水蟹。國立海洋生物博物館籌備處。

賴景陽。1988。貝類(台灣自然觀察圖鑑)。渡假出版社有限公司。

附錄三一全國湧泉計畫其他相關發表

全國湧泉計畫相關媒體報導-(環境資訊中心電子報為主)

1. 全台 44 處湧泉大調查：威脅普遍存在

環境資訊中心電子報 2012 年 7 月 9 日台北訊，特約記者廖靜蕙報導
<http://e-info.org.tw/node/78382>

2. 清流湧泉－保護最後的生物諾亞方舟

公共電視我們的島 2012 年 7 月 2 日播出「我們的島清流湧泉保護最後的生物諾亞方舟」
採訪、撰稿：郭志榮；攝影、剪輯：陳志昌 <http://e-info.org.tw/node/78176>
※節目內容及訂閱電子報詳見：我們的島節目網站
<http://web.pts.org.tw/php/html/island/list.php?pbeno=1848>

3. 五溝湧泉溼地 常民智慧守護生物多樣性

環境資訊中心電子報 2012 年 7 月 16 日屏東訊，特約記者廖靜蕙報導
<http://e-info.org.tw/node/78381>

4. 保護香蕉灣珍貴湧泉 生態農耕亟待推廣

環境資訊中心電子報 2013 年 2 月 8 日屏東訊，特約記者廖靜蕙報導
<http://e-info.org.tw/node/83818>

5. 湧泉陸蟹海岸林 香蕉灣散發生態魅力

環境資訊中心電子報 2013 年 2 月 18 日屏東訊，特約記者廖靜蕙報導
<http://e-info.org.tw/node/83835>

6. 重建打狗古環境 小溪貝塚見證水高雄

【原來高雄這麼水】系列報導 I
環境資訊中心電子報 2013 年 3 月 19 日高雄訊，特約記者廖靜蕙報導
<http://e-info.org.tw/node/84439>

7. 西子灣海岸林遊憩行為改變樣貌 陸蟹苟延殘喘

【原來高雄這麼水】系列報導 II
環境資訊中心電子報 2013 年 3 月 21 日高雄訊，特約記者廖靜蕙報導
<http://e-info.org.tw/node/84505>

8. 營造水高雄 重塑幸福湧泉

【原來高雄這麼水】系列報導 III
環境資訊中心電子報 2013 年 3 月 25 日高雄訊，特約記者廖靜蕙報導
<http://e-info.org.tw/node/84553>

9. 留住高雄的根 柴山祭誓師找回湧泉之路

環境資訊中心 2013 年 5 月 20 日高雄訊，特約記者廖靜蕙報導 <http://e-info.org.tw/node/85912>

※ 本文與 行政院農業委員會 林務局  林務局 合作刊登

10. 「農民之路」訪台 二重埔客庄喜接風

環境資訊中心 2012 年 5 月 28 日新竹訊，特約記者廖靜蕙報導 <http://e-info.org.tw/node/77156>

11. 「別再整形了」 復育自然湧泉 優於人工溼地

環境資訊中心 2013 年 5 月 25 日高雄訊，特約記者廖靜蕙報導 <http://e-info.org.tw/node/86049>

12. 凝聚復育力量 五溝水「溼地學校」誕生

環境資訊中心 2013 年 5 月 27 日屏東訊，特約記者廖靜蕙報導 <http://e-info.org.tw/node/86080>

※ 本文與 行政院農業委員會 林務局  林務局 合作刊登

全國湧泉計畫相關科普文章-(大自然雜誌)

1.【他山之石 Wonders of the World】日本關西湧泉巡訪針江社區、醒井湧水群、忍野八海、湧泉水族館

文·圖／梁世雄 大自然雜誌 第120期 出版年月：2013.7



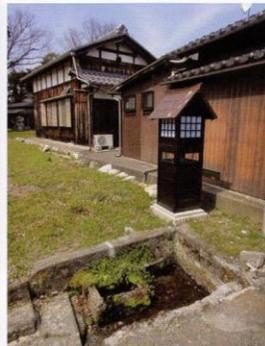
針江社區一角



「針江社區委員會」守護亭



針江社區參觀識別證及竹筒



湧泉打氣裝置，可使平原地區湧泉流動及清除污染。



市水壩與地下水敷用比較



湧泉出水口

個人因執行農委會林務局「全國湧泉濕地生態資源調查」的計畫，目前已進入第二年，在2011年度共記錄及建立全台灣共44處湧泉的使用現況及自然資源的資料庫。於台灣地區長期以來對於湧泉的忽視，雖然近年來，在日本有「里山里海」觀念的倡導，而在台灣也有類似「生態社區」概念的興起；這些觀念的詮釋與實踐，簡言之，即是居民努力將社會環境與低環境衝擊的生活方式相結合，以形成都市或鄉村的住居群落。不過，這樣的觀念要如何落實與執行，即便是研究人員也需要學習及觀摩；因此，筆者乃決定於2013年3月23至30日前往列於日本「名水百選」的滋賀縣高島市新旭町針江社區、滋賀縣米原市醒井湧泉群、山梨縣忍野村的忍野八海，以及「山梨縣富士湧泉の里水族館」等地參觀，以吸取相關經驗。本次同行的有：邱輝清醫師、海生館邱郁文研究員、嘉南藥理科技大學環境資源管理系黃大駿教授、高雄醫學大學生物醫學及環境生物學系謝寶森教授等人。

滋賀縣高島市新旭町 針江社區

因為日本NHK電視台在當地拍攝「里山」(Satoyama)紀錄片，針江社區因而聞名，社區約有170戶人家，當地居民基於共同體會到在地生活的榮耀及尊嚴，在2004年成立「針江生水の郷委員會」，培養約20多位解說人員，希望經由解說方式使參觀的人瞭解聚落的共同價值。

欲到達針江社區，可從京都搭乘日本高鐵至高島市新旭町，下車後，沿路均有指標引路，但尚須徒步約15分鐘左右，方可抵達。

針江社區建築物普遍為一樓至二樓高度，多為木房。社區內有一處「針江公民館」，公民館旁有一類似售票口的守護亭，即為「針江生水の郷委員會」之所在，要參觀社區，必須先到此處，繳交一定金額的費用(約1000日圓)後，會有專人提供導引及解說；繳納解說及導引費用後，協會將提供識別證及一個竹筒。參觀人員配戴識別證後，才能進入居民住所參觀，這種作法，主要是希望達成提供社區運作需求、能比較完整且正確瞭解社區及不過分打擾居民日常生活等目的。提供社區附近取得的竹筒，可讓參觀人員在社區內可隨處自由飲用湧泉水，最後，也會請遊客飲用及體會自來水和湧泉水的差異，我們比較兩者後，發現湧泉水較自來水沒有硬硬感，也較有甜甘味的感覺。

日本關西 湧泉巡訪

針江社區、醒井湧水群、忍野八海、湧泉水族館

文·圖／梁世雄 高雄師範大學生物科系



層白石的坂本湧泉在醒井湧泉水群

1985年3月日本環境省在全國各地選擇100處「名水」，向民眾推薦「名水百選」；所謂「名水」包含湧水(泉)、河川水與地下水等不同來源的水體，其中，又以湧泉數量最多，共有72處(72%)。這些名水的選擇標準為「保全狀況良好」，且依「地域住民能進行水質保全活動」，及「能喝到該地美味之水」為準則。

社區內，約70~80%水源為來自20公尺以下的湧泉水，隨處均可見湧泉湧出之出水口及水井，水溫全年維持在12~13℃。利用湧泉水溫特性，在夏季時，居民可以利用保鮮食物及蔬果；冬季時，水經過戶外道路下的水道，可具有融雪的效果。

針江大川流經針江社區，早期水道可停船，居民可將船駛進琵琶湖，進行漁撈及其他水域作業；不過，現在水道已縮小很多。水道堤岸現在已水泥化，但是底層有內凹的構造，高水位時，可作為生物躲藏、避難、繁殖、休息的位置；低水位時，可增加水道容水體積，保護水生生物。水道有水生植物繁生，特別是梅花藻，在每年3、5、7及11月，居民會進行水道清理，7月時，有開放讓學生參與體驗。

目前，在許多水道，均有裝設小型水力發電機，可以提供路燈及公共設施用電。此外，由於社區位於較平原地區，為使湧泉水可流動及提昇水質，在許多位置均發現有設立可打氣至地下水層的裝置，類似裝置在日本其他湧泉區均有發現，或許未來台灣可向其學習，以處理湧泉及地下水相關之污染問題。

「水廚房」是針江社區家居環境的主要特色，在社區內，幾乎到處可見。「水廚房」即是水道經過住家時，住家會有一凹入處，將水引入住家廚房，以利用湧泉水洗滌、保存生鮮及清理碗盤油漬。在水廚房使用的洗滌劑，是利用炸天婦羅剩下的油製作，可天然分解，不會影響水質，又有一名稱為「歡迎回來皂」。同時，由於其中也有養殖鯉魚等大型魚類，故也可清除廚餘，使流出的水不致污染下游住家及最後流入的琵琶湖水質。

早年時期，針江社區的水廚房約有170多處，現尚保存約120多處。水廚房一般由2~3戶共用，故需一同維護清潔水質外，彼此也具有互相監督的作用，若某家戶有污染水源的行為，可迅速發現並制止。在水廚房所養的鯉魚稱之為「岩魚」，早期除協助清除廚餘之設施外，也有提供居民食用，以補充動物性蛋白質來源的作用；但時至今日，社區人員則認為岩魚已成為他們的家人，也是社區的一份子，所以居民在水井及水道上方，均置放有細線，主要作用在於防止鳥類從空中捕食，以保護岩魚。對遊客而言，除驚訝岩魚的碩大體型及眾多數量外，繞行社區時，餵魚也成為重要娛樂，特別是平日少與自然及生物接觸的孩童，更是驚喜連連。

水廚房外觀



針江大川梅花藻及水泥堤岸，下方內凹結構，具有提供生物躲藏、覓食、避難、繁殖、育幼等功能。



小型水力發電，提供社區公共設施電力，水體內可見許多魚類存在。



社區體驗住宿



漁獲及醃漬魚類



水廚房內部擺設



醒井湧泉水道



醒井車站湧泉出水口及河童像



醒井西水湧泉出水口

社區利用湧泉所衍生的產業多樣，包含漁業、醃漬、醬油、豆腐、釀酒等，路邊也有社區民眾自行製作的手帕及手工藝販賣，無人看守，就自行投幣。老實說，該社區對於湧泉水資源之保育、利用及管理作法，令人感覺自然與人融合之世界，或許就是如此。

在夏季，針江社區會舉辦湧泉生態管隊及短期體驗營，有可住宿的處所，兩天一夜的收費，每人需繳3,500日圓，不含吃，但有廚房可煮食。有興趣瞭解該社區之運作及經驗生活之民眾，可考慮參與。

滋賀縣米原市 醒井湧泉群

醒井湧泉群位於滋賀縣米原市，也有人稱「醒井七湧水」，屬「名水百選」之一。該地溪流名稱為「地藏川」，也以水生植物「梅花藻」聞名。醒井附近觀光景點有醒井小學、醒井客棧博物館、禮堂、木雕博物館等。

欲到達該地區，可搭北陸本線到米原，再轉地方線到醒井。醒井車站右側，有許多商店，「梅花藻」三個字幾乎到處可見，開著白花的梅花藻照片也到處都是。商店前有多處湧泉出口，可生飲，也有河童石像，相當可愛。

沿著車站前道路前行，可先看到指引至「醒井養鱒場」的招牌，據說該地區是日本最早養殖鱒魚的地區，現在也是琵琶湖周圍鱒魚養殖重要區域。在車站前左轉，進入「中山道」後，便可見地藏川。當地水道分歧，有些流經屋後，有些流經屋前，溪岸多已嵌石或水泥化；但是，住戶在水道附近種植櫻花及各種花草，水流清澈，肉眼可見溪流底質，小橋流水，花木倒影，



開白花的梅花藻遍布醒井湧泉水域

身處其中，令人感覺心曠神怡。中山道沿線，可見許多湧泉出口，如「西行水」、「十王水」等湧泉出水口，各處出水口均有傳說。令人驚訝的是在這些湧泉出水口上方，竟有一條「名神高速道路」經過。依據以往經驗，如果在台灣，這些泉水出水口能保存的機會可能不大，單只此景象，已讓我們嘖嘖稱奇。

在2008年，這個地區成立「滋賀縣地藏川針魚（ハリヨ：hariyo）（Gasterosteiformes）生態地保護區」，針魚是一種約5~10公分側扁體型的小魚，背上有三個硬棘，分布在中緯度地區小型支流或河川。地藏川流經民眾居住地區，溪岸多水泥化，但仍同時能維持湧泉溪流水质，並成立魚類保護區，殊屬不易，為標示保護區及教育民眾，保護區的指示標識均以針魚外型設計。同時，水道旁，亦擺設有針魚的實體展示，用以教育及提供遊客觀賞，均顯示維護保護區及發揮其社會教育功能的用心。

地藏川水道內，常常可見開著白色小花的梅花藻，附近居民的產業均多和此植物及湧泉有關，包含印著梅花藻圖案的煎餅、加入梅花藻的霜淇淋、以湧泉水製作的「山木醬油」等，感覺湧泉及其中生物和居民的日常生活和生計產業，已有緊密不可分離的關係存在。

在車站旁，有販賣農產品的店舖，進入後，發現更多有關梅花藻及湧泉的產物，包含明信片、梅花藻鑰匙圈、各種酒類、多種蔬菜醃漬物及許多生活用品。種種觀察顯示只要有心及創意，地方的特殊地景及生物成為社區民眾安身立命和維持生計的重要資產，也並非困難之事。



針魚保護區標誌



以梅花藻為圖案，在醒井販賣之煎餅。



梅花藻冰淇淋

山梨縣忍野村 忍野八海

忍野八海位於山梨縣忍野村的湧泉群，是由富士山地下水的8個湧出池組成，也是天然紀念物及新富岳百景之一。

「八海」之意為8個池塘，分別是湧池、濁池、鏡池、銚子池、菖蒲池、底拔池、御釜池以及出口池。每個池子均有其不同傳說，目前已成為觀光區，當地遊客、台灣及其他國家觀光客絡繹不絕。

忍野八海之水源均來自於富士山高地的積雪及雨水，富士山被日本人譽為神山，而富士山流下的湧泉水也被稱為神水。經過濾後累積之地下水，有些過濾時間可能超過20年，因此水色清澈剔透，水質優良，水溫穩定為13°C。忍野八海之湧泉水除被利用以灌溉稻田及水力發電外，也提供東京、川崎及橫濱等地區飲用水。

進入忍野八海的道路並不大，路旁有附近農家擺攤販賣玉米及草餅等農產品及名產，販賣農產品有豆類、椎茸、草餅、玉米、陶土製品等。進入區域後中間最大的池子稱「中池」，是人工開鑿，並非自然湧泉，但是，其他幾個湧泉則分布于附近，步行可及，該地區最明顯的建築為販賣觀光紀念物的「池本莊」。池本莊除販賣「富士山國家公園」相關紀念品外，尚有用湧泉水製作成相關的農產品、豆腐（八海豆腐）、酒類、醃製品等，甚至連製作豆腐的器具亦有販賣。

「池本莊」旁，有一間蕎麥麵館，麵館強調製造麵類均利用以湧泉水種植之穀物為原料；同時，也將製麵之過程如碾麥、製作麵粉、壓麵、切麵等，均在一處附有木製水車的工作場所完全展現。店內也販售湧泉咖啡、燒烤岩魚及鱒魚、魚骨酒、各種麵點等相關產品。

在忍野八海所看到的湧泉群，雖然遊客眾多，但多仍維持其自然型態。同時，水質優良，水色清明，周邊產業及產品之開發與利用，非常多樣化，若將來台灣有意願發展湧泉之觀光及相關商品，是可作為學習的良好場域。

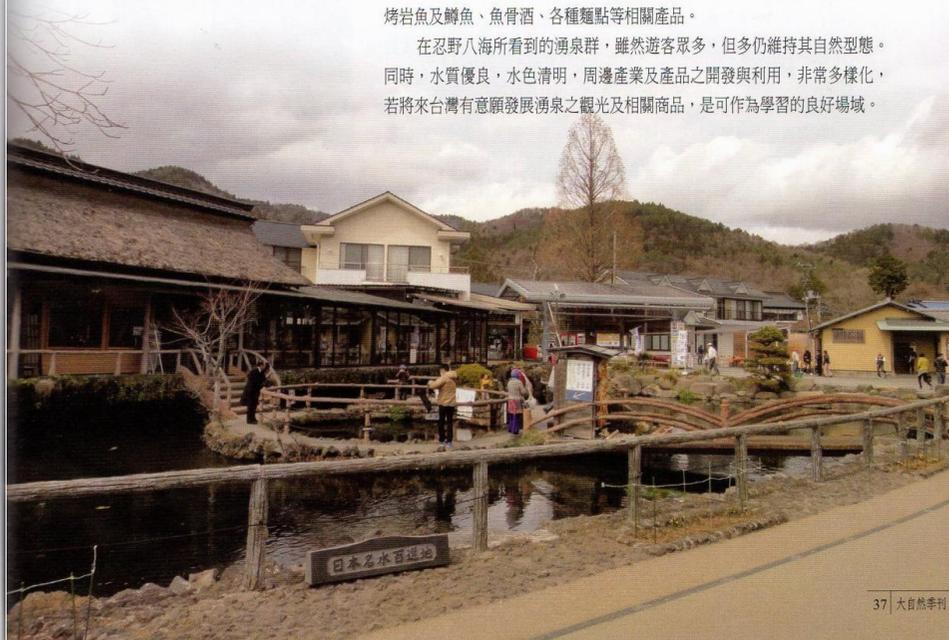


湧泉池



湧泉農產品及相關名產(湧泉豆腐製品及豆腐)

忍野八海最顯眼的建築—池本莊





湧泉水族館外觀

山梨縣立富士湧泉の里水族館

忍野八海附近，有一座「山梨縣立富士湧泉の里水族館」，水族館旁邊是山梨縣水產技術中心之忍野支所，似乎是由該支所管理與維護。第一次到館時，因為星期一休館，又看面積不大，本以為大概沒有內容可看；但次日進入後，才發現別有洞天。

水族館是兩層樓建築，建築面積約在百坪內，第一層為水槽及水族箱展示，二樓具有影視中心、圖書館、電腦模擬影像解說及水族箱監視器操作台等教育設備及器材。底樓包含兩部份，一部分是戶外水池，其中養殖大型鱒龍魚等生物，部份露天水池延伸入館內，以玻璃壁面展示，遊客可坐於館內觀察大型魚類之活動及行為。

在入口處，陳列有湧泉生物電腦資料庫的展示，遊客可先藉此查詢及熟悉生存於湧泉的各種魚類及兩棲類（如蝶鰻及蛙類）的基本生活史及背景資料，若有需要，也可自由列印。然後就是一系列的生物水族箱實體展示，參觀當時也有特展，內容為湧泉魚類及其代表的兒歌，展示內容除魚類活體外，也可以藉由耳機聆聽有關各種魚種的童謠，藉此使人們有所回憶及感念童年生活。

水族館的重心在一樓的U型大型水族箱，水族箱特別之處為中央有分隔板開闢內、外兩層，外層養殖大型鱒魚類，內層則可觀賞較小體型的鱒魚類，遊客由二樓可進入U型水族箱的內凹部分，感受與魚類同游的樂趣。水族



湧泉水族館入口



湧泉水族館水族箱，可於室內觀賞戶外水槽之大型魚類。



湧泉水族館室內水槽景觀



湧泉水族館一樓及二樓景觀

館之空間有限，但是大型水族箱、水底隧道、戶外水槽等一樣不少，絲毫不比大型水族館遜色。其設計與空間利用之巧思，實在值得台灣未來設計此類淡水水族館之學習及參考。

在水族館後方，尚建有一座木造的森林教育館，館內對於地區的地質、森林、星象、生物均有介紹，可於館內進行環境教育的相關活動與訓練。

再觀台灣湧泉未來

本次訪查，發現日本對於重視與保存湧泉的決心，縱然在人口密集、水泥護岸、公路興建的聚落環境，仍能維持湧泉的良好水質，設立生物保護區及提供各項民生服務。同時，經過創意與用心，湧泉也能回饋居民經濟收入與維持生計，顯示只要有心投入，維持湧泉及其他生態系的服務功能，仍是大有可為。

反觀台灣湧泉面臨農業與肥料濫用、畜牧及民生廢水、都市開發、私人佔用及封井、不當施工而枯竭、水質污染及鹽化與遊憩壓力（垃圾、放生）的困境；雖然林務局已開始重視湧泉生態系，也提供資源進行生物相記錄與調查，但由最近屏東地區五溝水湧泉受到破壞與干擾的事例，也顯示屏東縣政府對於湧泉仍持忽視、短利的態度，只是將其當成排水水道在對待。看看別人，想想自己，對於湧泉生態系的瞭解、重視、管理、利用及遠景規劃，我們真是還有很長的路要走。👉

2. 【生態焦點 Nature Focus】湧泉以恆春半島為例

文·圖／邱郁文 大自然雜誌 第120期 出版年月：2013.7



生態焦點 Nature Focus

海洋湧泉——屏東港仔村

湧泉

以恆春半島為例

文·圖／邱郁文 國立海洋生物館展示組



湧泉湧水



台中鹿峰洗衣坑



宜蘭阿蘭城游泳池

湧泉溼地生態系

乾淨的水提供了水生生物基本生存的空間，才能建立並維持生態系中其他階層的生命，然而目前許多中低海拔的水域，都因開發不當的利用而改變水環境的物理條件，各式各樣的化學污染降低了水生生物的生存條件，棲息在其中淡水生物面臨這些威脅壓力。而位於中低海拔處的湧泉濕地，擁有來自於地下乾淨的水源注入，提供乾淨的水給生物棲息，在普遍受到污染的中低海拔水域，湧泉成為水域生物多樣性的諾亞方舟。因此，林務局在2011年開始投入心力關注台灣湧泉的調查及研究。

什麼是湧泉濕地？湧泉環境是水圈的一個類型，指水源自然地從地底流出至地表；也就是含水層裸露於地面層之處。簡單來講，水的循環過程中，地下水滲漏到地表的過程形成湧泉。若把湧泉流經的水渠、深水井汲取的地下水、人為鑽取或引水、天然泉水等列入在廣義的湧泉定義中，包括了井口及人工引流的灌溉渠道，提供居民利用來灌溉、洗衣、洗滌、栽種等等，這些都是早期人們利用湧泉資源的痕跡；因此，湧泉隨著人的不同利用面相下，湧泉就有了不同的名稱，我們可以在台灣看到很多因為有湧泉而形成的地名包括：龍泉、龍水、龍目、玉泉、清泉、埤仔頭、洗衣坑，甚至直接就稱為水源地。

這些乾淨的水體與湧出地點共同支持了生態系統的重要環節，同時也因人類依水而居，利用水及棲息於湧泉的生物，進而利用湧泉發展農業，生活與生產都離不開水，建構起了在地文化；這些生態資源和文化特色都可發展為生態旅遊資源，也是社區保育的一項重點。因此，湧泉的保育恢復及利用管理，健全湧泉的生物多樣性及生態功能是必要的工作。

相較於鄰近國家的日本，台灣對於湧泉的重視仍有很長一段路要走。日本環境省選出來的百大名水，其中70%都是湧泉，而且他們重視湧泉程



花蓮玉里洗衣坑



高雄北柴山湧泉



宜蘭太陽埤



屏東五溝水溼地，目前到此戶外觀察的人數不少。

度，除了對湧泉的自然環境維護，還注重其水源地、水質和鄰近產業、歷史的關聯。

湧泉通常在順向坡、斷層線的山腳下，以及火山碎屑岩和安山岩層層相疊的火山山腳等地質結構地區。源於山地的大小河川，通過斷層，破山而出，在山麓地帶由陡峻的山谷進入較平緩的平原時，由於坡度變緩，水流面積擴大，河流的流速減慢，搬運砂石的能力也大為減低，於是從山中帶來的石頭、泥沙就堆積在谷口，慢慢的形成一個尖端向上游的扇狀沖積地形，稱為沖積扇。組成沖積扇的土砂和礫石，愈到扇頂愈粗，愈到扇端愈細，因此當溪水出山流到扇頂時，往往向下滲透成伏流，至扇端才又湧出地表成湧泉。因此，在這些地質水文特性下，就可以尋找台灣湧泉的位置。

湧泉分布在台灣

林務局自2011年7月至今，在台灣各地區發現至少48個湧泉坑或湧泉群，北部有7個樣站（台北市有1個樣站、桃園縣2個樣站、新竹縣2個樣站、苗栗縣2個樣站）；中部有8個樣站（台中市3個樣站、彰化縣1個樣站、南投縣3個樣站、雲林縣1個樣站）；南部有10個樣站（高雄市4個樣站、屏東縣6個樣站）；東部有19個樣站（宜蘭縣10個樣站、花蓮縣3個樣站、台東縣6個樣站）。這其中包括了靜水性湧泉樣地共有17樣點，以及靜水性湧泉樣地共有27樣點。

在台灣，北、中、南、東部皆可發現湧泉，這些分佈於平原地區或邊緣和山地相鄰的湧泉包括（海拔0~500公尺較低的平坦的廣大地區）：屏東沖積扇平原的五溝水；花東縱谷平原的共和村湧泉、馬太鞍湧泉、玉里洗衣坑及玉龍泉湧泉；蘭陽平原湧泉資源更是豐沛，如望龍埤、阿蘭城游泳池、雷公埤、太陽埤、湧泉貯水池、柯林湧泉、八寶村湧泉、無尾港湧泉區、蘇澳



屏東五溝水頭，水質清澈豐沛。



大崗山湧泉位於高雄高位珊瑚礁區



屏東九如玉泉村受畜牧污染

冷泉公園及東岳湧泉；彰化平原有坑內坑湧泉；台中海岸平原的鹿峰洗衣坑、龍井龍目井及東勢洗衣坑；高雄平原在美濃有柳樹塘、高位珊瑚礁區的大崗山湧泉、大埔龍目井及柴山腳下的龍巖湧泉，而其他則分佈在順向坡活斷層線的山腳下。而嘉南平原目前並無湧泉紀錄，主要原因是此區域的地層極複雜，多為砂泥分層，分層明顯但延續性不佳，層厚變化大，並沒有主要的阻水層（特別厚的泥層）與含水層（砂層），地下水上下流通不佳，導致無法形成天然湧泉。

有些湧泉水源來自於山壁水及地面雨水匯流，如陽明山、眉原溪冷泉、四十二份湧泉、湧泉貯水池、玉龍泉湧泉、黃泥塘、望龍埤、琵琶湖、金龍湖、加正巷湧泉、都歷湧泉。此外，有些湧泉由於水源水量的變化、鄰近地貌改變或水源枯竭而水量變少甚至不再出泉，如北埔冷泉、鹿峰洗衣坑。

湧泉面臨的問題

台灣的湧泉樣地相似，提供了乾淨的水源及良好水域生態環境，但是不當使用及管理方式將可能徹底改變湧泉的水質或環境，將嚴重打擊原本就已經被人類高度都市化或工業化的低海拔脆弱生態環境。屏東縣恆春鎮龍水地區可能面臨日益惡化的環境問題，從農業水利設施改變、土渠水泥化、圳路阻塞，到水質污染；加上土地利用的轉變，目前壓力可歸納成以下幾點：

1. 私人水權占有

許多水源地被私人佔有、甚至封井，或者不當施工造成水源枯竭，或地下水源補充不足，因天災或建設，以及超抽地下水造成地下水文改變，而導致湧泉水枯竭。此外，上游集水區土地林變化，表地利用改變路面水泥或瀝青化，雨水滲透到地面量減少，影響、減少水源補充或枯竭。地下水補充源質改變，開發造成土地滲水及保水力降低。



台東琵琶湖，源自山壁水及地面雨水匯流。

2.湧泉區農業操作時使用農藥及肥料

施肥增加水源的污染等因素，造成水體優養化，水質惡化。除了造成傳統生態水利設施的水質污染問題，水圳相連的蓄水池、水庫優養化現象外，還使中、下游的圳路因沿圳污水排放，而導致水質急速惡化。地面水源污染，民宿及住宅區域污染滲透，導致水質變化，造成生物無法生存。污染源主要是化學、纖維、食品、染整等工業及家庭水，而湧泉水源污染對水生生物及農作物的為害主要有毒質累積、作物減產、急性枯萎、圳道淤積等情形。

3.面臨遊憩壓力

為了應付大量遊客而整建剛性步道、鋪設道路及公共建設，再加上遊客的踐踏與帶來的垃圾廢棄物或未經管理讓垂釣與放生等行為，都是人類活動對湧泉直接的影響。



台中東勢洗衣坑就是湧泉走入居民生活的直接例子



台東玉龍泉



屏東香茅灣湧泉



高雄西柴山沙灘湧泉



龍水社區埤仔頭埤地



龍水社區埤仔頭湧泉孕育的水稻田



龍水社區利用湧泉水灌溉水稻田，並定期疏浚灌溉溝渠。

湧泉產業的未來發展

以恆春鎮龍水社區為例，龍水社區擁有珍貴的湧泉生態資源，建議以湧泉生態結合農村產業發展為方向，規劃完善的保護及管理。優先做好集水區的山林保育及經營管理，進行水文分析，讓孕育湧泉的源頭得以保護，持續提供穩定的水資源，成為當地產業特色。

保有穩定乾淨的水源，當地發展湧泉不同的湧水產品，發展兼顧水源保育的特色產業，農業活動以湧泉水結合無毒耕種及有機農法，協助農產品轉型。以日本境內湧泉保育及發展為例，湧泉景觀創造了當地旅遊觀光特色以外，產品標榜保護澤蟹的湧泉米、朱鷺米、沙蝦米，無毒湧泉蔬菜、湧泉水豆腐、湧泉水醬油、拉麵等，及湧泉葛仙米藻；另外更以當地湧泉中的水生植物如毛茛科的梅花藻，做成冰淇淋及以湧泉特色生物所發展出來的文創意象產品。

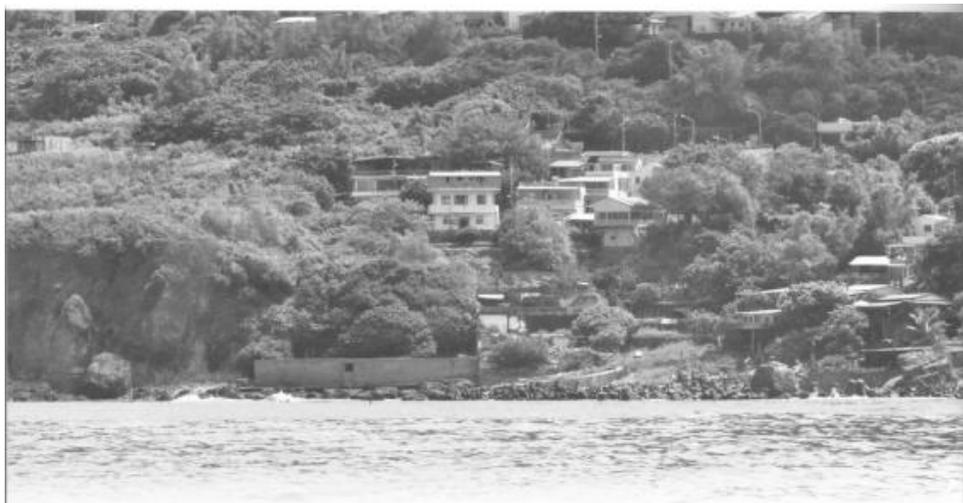
結合生態旅遊，就龍水社區而言，規劃水源水圳步道，妥善維護水圳河岸棲地，活化水源池底質，移除外來種，將水圳與水稻田區水體規劃連結，手作水田簡易魚梯，同時進行農民溝通製作，配合水稻耕種時序，整體規劃水田及水圳成為湧泉水田濕地，營造小型原生魚類產卵場育成場所，讓鄉村水圳自然化，產業特色化，發展湧泉生態產業，並且規劃設置湧泉生態展示館，將是社區未來發展的方向。



龍水社區埤仔頭湧泉水圳流經水稻田

3. 【生態觀察站 Observation】湧泉、貝塚、捷運、高雄港 從一枚貝殼看打狗城水環境的變遷
文·圖／邱郁文 大自然雜誌 第119期 出版年月：2013.4





沿海發展的聚落——高雄柴山坑遺址

一個貝殼大千世界

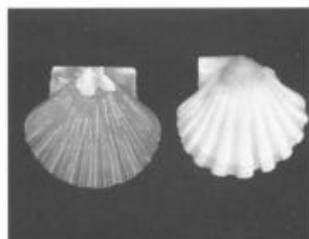
軟體動物中，一群會分泌碳酸鈣貝殼的生物，一般被稱為貝類，貝類的殼在死亡後會留下，這些碳酸鈣的生物殘骸會保存在沉積物裡，成為化石，所以貝類是無脊椎動物古生物學的研究過程，是最容易獲得標本。這些在沉積物中的貝類化石也紀錄著這個貝類的生活歷程，從胎殼的部分，可以了解它出生幼蟲的生活環境和餌料，甚至到死亡是自然死亡或是被掠食者捕食都可以由殼推測出來；集結彙整同一時空貝類殼的資料，甚至可以知道當時的環境因素，或者是否有特殊原因造成大量死亡。

此外，當貝殼被外力如水，或者隨著沉積物被外力機械性搬運到他處，都可以由種種的線索追蹤還原推測出環境狀況。此外，當被捕食者如人類採集後被攤曬糖忌地食用，殼被棄置於特定區域，這些地方就成為貝塚，這些貝殼本身就紀錄著自己的經歷，同時也見證著地球的歷史，滄海桑田環境變遷；此外，也紀錄著人類發展的足跡。在此，我們要換一個角度，從貝類的觀點來看高雄海洋環境的過去、現在和未來。

小小的人類 大大的改變

從天空看人類生活的地球，海洋覆蓋地球表面的70%，共有3,600萬平方公里，相當於台灣的一萬倍大，包含了14億立方公里的水，這麼多的水中，人類可以利用的部分包括河流、湖泊、深潭、地下水等淡水，及土壤內的孔隙水。大氣中的水蒸氣及雨水，共佔全世界水資源的2.8%，而其中南極、北極和高山的冰雪佔了2.15%，但是這些剩下不到1%的水卻讓人類在地球上利用發展出文明的重要根源。

如果從人類出現的時間點來看，發現人的影響力驚人，如果從地球由原



貝殼死亡留下外殼，成為生物學家最容易獲得的標本。



貝殼化石是人類研究無脊椎動物古生物學的重要來源之一



由外海衝擊堆積形成的柴山，與滄海桑田之區。



始太陽星雲的部份物質構成算起，大約有46億年到50億年之前，這個時間點假設為凌員零時，地球的歷史模擬為24小時，那現代則為翌日的凌晨零時。這樣推算起來，200萬年前，大約是晚上11時59分22秒，或午夜結束前的38秒，出現了一批站立步行的類人猿，類人猿的其中一支迅速地發展成為人類。我們出現的時間雖然佔整個地球的年代是短暫的，僅利用這不到萬分之一的水邊，卻徹底改變整個地球，對全世界的水相製造成相當大的改變。自此，人類開始和其他生物共同利用地球上的資源，採果狩獵，逐水草而居，建立聚落，逐漸對地球造成改變；進一步大肆開發土地，無限制利用，污染及破壞資源，改變環境直到地球的負載力無法負荷。這些影響，是發生在極短的時間和起源於極小的水域環境逐漸擴大。

從貝殼看高雄古環境

我們可以用滄海桑田來看看舊稱打狗城的高雄，高雄的市區部分位於鼓山海岸的壽山、左營東側的半屏山，以及東南部的鳳山丘陵（鳳山水庫建於其上），其中柴山與半屏山皆因珊瑚礁隆起而形成，而位於高雄地區西南側的旗津原本是一塵沙洲半島，隔著高雄港狹長水道與前鎮相對，後來南端因興建第二港口，而以水道與紅毛港分離。由此可知，高雄的發展基於港灣都市的架構，並且大致是基於該區域過去原始的潟湖地形整建而來。

但是，高雄過去的古老環境是什麼樣子呢？我們從現在位處高雄市西部的柴山，在更新世早期約180萬年前，那時台灣南部還是一片大海，而海床底部正緩慢地沈積著淤泥，這緩慢而漫長的過程為柴山的行程做準備，直到125萬年前，海平面上升，柴山地區氣候轉為溫暖潮溼，淺海珊瑚大量生長逐漸形成碳酸鈣質岩層提供了山體的基礎，而更新世晚期，距今30萬至47萬年前的蓬萊造山運動，進一步的將柴山拱出海平面成為隆起的珊瑚礁，柴山



高雄港的南身九塊港

整個幾乎都是石灰岩地形，所以，可以見到許多珊瑚如單珊瑚、葉狀珊瑚、鹿角珊瑚、菊石珊瑚以及大量的貝類化石、殘骸等等。

如果從高雄地區「地下水質相微古生物分析與古沉積環境」的研究來看，地質學家從岩心沉積物研究及有孔蟲的資料發現，北高雄包括橋頭、甲置、左營國小到蘆荖園小的區域的古地形為過溝、河口潟湖、扇狀河和曲狀河等幾種沉積地形，也就是說高雄市區的架構是來發展於淡水水系和濱海。再從岩心和穩定同位素的研究，說明了高雄地區當時包括一個內灣凹谷，位在末次冰期時最盛時期因全球海面處於最低的位置，隨後冰河衰退海面水面上升，約在14,000到12,000年前海水覆蓋範圍擴大，江灣口的沉積系統逐漸明顯，接著在12,000到10,000年前，凹谷完全為海水所淹沒而形成完整的江灣口沉積系統，到了約10,000到8,000年前海水覆蓋整個高雄地區，屬於淺海陸棚的沉積環境，在8,000到6,000年前海進範圍達到最大，這時形成最大海面，在這之後海面上昇速率趨緩沉積物開始大量向外加積，堆積出古旗津島後整個高雄變成一寬廣的潟湖，在6,000年以後，高雄地區形成與現今相同的環境，逐漸被填淺之潟湖形貌（宋時驊，2001）。

捷運穿梭過的地質記憶

這些過去的資訊並不遙遠，我們從許多身連蛛絲馬路的線索找到許多證據，這十年來高雄人感受到最大的改變，就是完成快速便捷的捷運系統，大高雄的捷運系統包括了由山腳走向海濱東西向的橘線，和南北向的紅線系統。捷運工程期間，南北、東西向兩線的施工過程，大量的土方挖掘透露了許多過去的地底玄機。

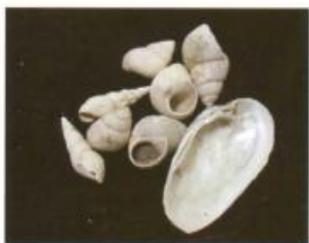
當時可以在廢棄土暫棄置場看到許多的貝類遺骸，這批沉積物的價值在於記錄了高雄的古環境，許多貝類化石就從我們的捷運各區段施工時被挖出



廢棄土暫棄置場看到的貝類遺骸



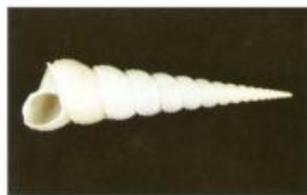
捷運工程挖出的淺海貝類化石



捷運工程挖出的淡水螺貝化石



捷運工程挖出的珊瑚化石



那種息於沙地的螺類化石



那種息於泥灘地的亞漢地化石



那種息於內灘區的亞漢地化石



那種息於岩岸的台灣風螺化石



鼓山溪內性龍泉寺西側的「小溪貝塚」遺址（宋山會館提供）

來。我們從這些生物遺骸鑑定出，包括腹足類和二枚貝的螺貝類外，還有珊瑚的化石。我們把這些化石鑑定出來之後，與現生物種形態可以建立起物種清單，再和現生物種的棲地類型進行比較，就可以歸納出來這群生物相的棲地需求。再把每個區段出土的化石相整理匯整後，就可用於重建高雄古環境。例如在「西子灣站」挖出來的現生種分佈在亞潮帶的大玉螺和細紋玉螺，淺海沙底的水晶鳳凰螺，然後往內的「美麗島站」到「後驛站」可以看到許多望遠鏡海蝓和泥灘地的歪簾蛤，「三多商圈站」裡有外灘沙洲的及台灣島昌維螺，這些化石告訴我們這裡曾經是海的一部份，可以想像這邊的海岸濕地；而靠「左營站」及「油蔴園小站」就有淡水的梭蚌和石田螺，顯示這裡曾經是多麼生機盎然，魚貝豐饒，這樣的環境維持了一段相當長的時間，直到人類出現。

貝塚菜單看高雄的生物多樣性

根據考古學家的研究，從新石器時代以來就有人類在高雄地區定居的紀錄，從日治時期年至1994年，所發現的與文獻上所記錄的史前遺址共有124個以上，這些遺址所涵蓋的時間從距今六、七千年前的大坌坑文化時代開始，一直到距今300年前漢人進入高雄縣平原地區拓墾為止。位在鼓山內惟、龍泉寺西側的「小溪貝塚」遺址的調查資料，開始於日籍學者人士屋恭一的調查，初步得到壽山洞窟的調查資料；而考古發掘有關益昌教授等人於1995年受高雄市政府民政局委託進行遺址的試掘研究工作，發現遺址的年代距今約350年到800年間，福羅西拉雅支馬卡道族原住民生活的文化，具有生態及文化保存價值。人類學家從貝塚裡出土的遺物中，發現除了各種貝類及貝輪外，還有生態遺物如水鹿、豬、家大類的骨質遺物等，足證有先民在此生活的痕跡，在這些貝類中，我們發現到一些和人類學家看到不同的地方。



古高麗曾經有如現今七股潟湖的沙泥環境，提供環文蛤的棲息條件。

我們進一步來看看「小溪貝塚」內的貝類遺骸，可以想像「小溪人」的菜單真是五花八門，可以看到有泥灘地的笠鏡海蛤、環文蛤和血蚶，也有石灰岩礁區棲息的圓螺、珠螺和牡蠣；此外，還有內灘泥地的西施蛤、歪簾蛤和台灣薄簾蛤和雲母蛤，喜歡在沙灘地形的厚殼膜簾蛤、沙灘浪腳的文蛤及韓國文蛤等，除了這些海味，甚至還有淡水的田螺，山溝水道裡的網蝸和雷結蝸。這些貝類的組成看來，3,000年前住在柴山麓的「小溪人」會到有溪流和山腳下的湧泉水渠，撿拾網蝸和結節螺等淡水螺，往海邊走內灘區可以挖到環文蛤和西施舌和雲母蛤，也會翻過山到西海岸石灰岩礁區的硬底質去撿拾鐘螺、阿拉伯寶螺和白肋蟹螺，以及在岩礁區砂泥灘地下挖歪簾蛤和黃文蛤，然後回到山上慢慢的享用。

海洋生態學家開始羨慕「小溪人」，那時的高雄有岩礁區，海邊高灘區有蟹螺，低灘位有阿拉伯寶螺有鐘螺，然後西面有屏嶼的海岸，靠高位珊瑚礁前落的堆積層細泥沙混合區下有歪簾蛤和鼓紋簾蛤，如果繞回內灣，泥灘地邊有紅樹林和外灘泥灘有環文蛤，淡水交會區還會有西施舌；海岸潮間帶棲地多樣性高，住在「小溪貝塚」的居民放眼望去應該是一片生物多樣性相當的漁獵場，一下山就可以到不同的地方進行食物的採捕，住在柴山山腳如龍巖湧泉這些地方的人，又可以直接利用安全且清潔的湧泉水，形成一個相當適合居住的地區。

文明發展下的代價

比對捷運挖出來的貝殼化石的種類和「小溪貝塚」的貝類組成，可以發現在更新世末到一萬年前，甚至到300~800多年前，貝類的組成是很相似的；也就是說從貝類的組成來看，古高麗的海岸生態維持了一段生物多樣性相當高且穩定的時期，貝殼相如：大如拖鞋的牡蠣，大如巴掌的文蛤。現在



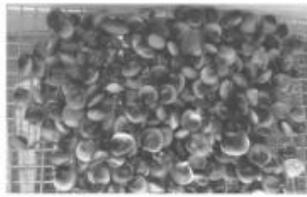
歪簾蛤——雲母殼



高麗的農民提供人類利用，鑄成石或瓷磚。



文明發展的歷程，改變了高雄潟湖的樣貌。



環文蛤——七股區



伊沙貝爾寶螺——金門區



金門沙灘上的湧泉被蓋成排水溝加蓋

黑面琵鷺保護區盛產的環文蛤，澎湖內海常見的歪簾蛤和黃文蛤，台灣已經絕跡而東南亞或石垣島才得以見到的笠鏡海蛤，金門沙地上的伊沙貝爾寶螺和櫻螺，大鵬灣、澎湖及七股現在還有的到台灣環簾蛤，而七年前在內惟柴山登山口的龍巖湧泉的湧泉溝還有大量的網蝸及塔蝸等；現在這些柴山山麓的湧泉，原本匯流著清澈的水流入海灣的清溪，早已被當成排水溝並且加蓋。

站在壽山眺望高雄都會區，可以想像幾百年前的高雄海岸有內灣、潟湖、河口灘地等地形，但是現在都已經成為港口碼頭和貨櫃場，而潮溝及紅樹林溝成為水溝及排水溝；原本棲息在這裡的海岸生物組成，已經換成一批耐污的附著生物，而這些耐污的附著生物，許多都是外來種，絕大多數都是人類的活動無意引進帶來的，並與原生物種發生棲地競爭甚至取代的威脅。

滄桑桑田 貝殼記事

人類出現在地球的時間相當的短，卻可以在短時間內，改變地球上的環境如此劇烈，改變了許多生物原有的棲息環境，甚至造成物種滅絕，最後人會不會也把自己逼上絕路？

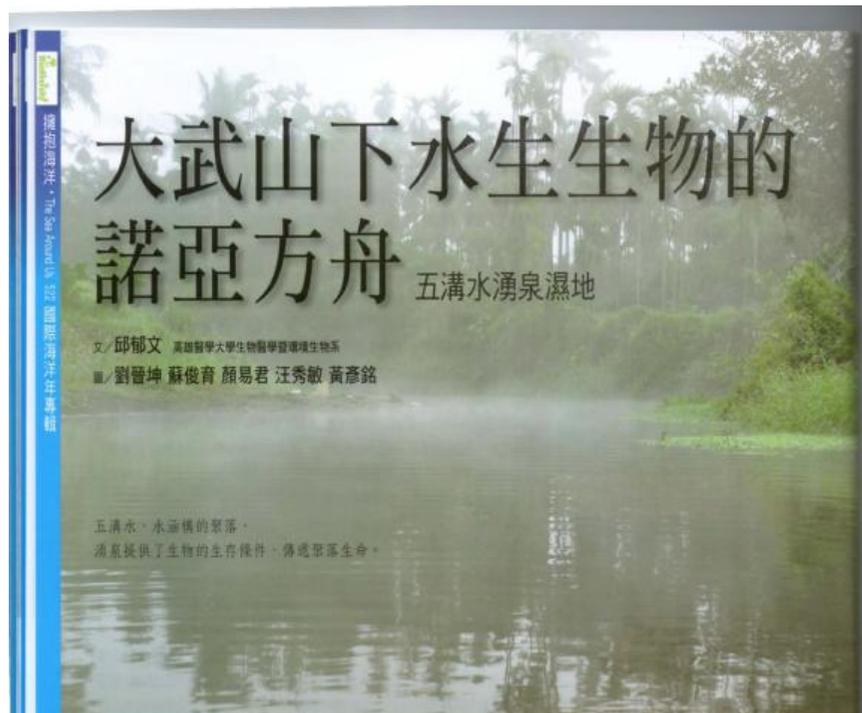
坐在捷運裡，準備到高雄文化局借閱「小溪貝塚」的標本，心中惦記著農棄土暫置場的那些寶貝，在車廂內望著窗外的快速閃過水泥牆，牆外的泥土裡曾經是海相沉積的一部份，裡面一片片貝殼記錄著高雄的過去，或許有一天，我們能在每個捷運站內放一個展示櫃，讓這些貝殼標本說故事，用貝殼的視角，來說說滄桑桑田的故事。

4. 【擁抱海洋·The Sea Around Us 522 國際海洋年專輯】 大武山下水生生物的諾亞方舟 五溝水湧泉濕地

文／邱郁文 圖／劉晉坤 蘇俊育 顏易君 汪秀敏 黃彥銘

大自然雜誌 第 115 期

出版年月：2012.04



大武山下水生生物的諾亞方舟

五溝水湧泉濕地

文／邱郁文 高雄醫學大學生物醫學暨環境生物系
圖／劉晉坤 蘇俊育 顏易君 汪秀敏 黃彥銘

五溝水，水面構的聚落，
湧泉提供了生物的生存條件，傳遞聚落生命。

水環境的現況

水循環的過程，從水氣升積為雲雨，藉由降雨回到陸地，在集水區的水從森林下滲出而入谷成流，有些水則保留在地下水層中，成為珍貴的地下水資源。地面上的水，匯成河水流經不同的土地，受到土地的天然特質或人為利用方式而賦予水的「形貌」，最後奔流入海。然而，許多中低海拔的河川，因水體流過的區域已經受到開發行為，棲地中的物理條件被改變，加上非法排放的化學汙染，造成河川生物生存的品質降低，使得原來棲息的生物面臨威脅壓力。然而，上游的溪流雖然還沒有流經都會區或工業區，水質堪稱乾淨無汙染，但是這些溪流河段往往位於海拔較高的地區，相對的水溫較低，因此在冬天時的低溫條件並不適合低海拔這些原本生存於暖溫環境的生物棲息。而極端氣候帶來的豪雨造成許多主要河川的河道改變，水體含沙增高，加上隨後的疏濬深挖，築壩圍堤，干擾河道後造成河道主流棲地品質變差，如此一來，原來許多棲息於中低海拔處的水生生物隨著土地的開發利用，漸漸地從溪流，甚至郊區的小溪和水圳裡消失了。



冬天低溫湧泉水面形成薄冰

透過人類開發使得大武山水

湧泉——水域生物多樣性的諾亞方舟



中低海拔的水域汙染



原來的湧泉自流水井



水生植物——粉綠藍尾藻葉上品翠的圓珠，閃動生命的光輝。



水面竹枝上的翠鳥



翠鳥棲土堤築巢

在南台灣屏東平原的東港溪，同樣面臨著開發和破壞的壓力，大部分的河段——特別在中下游——已經被民生和畜牧廢水汙染，不當的築堤施工更是雪上加霜，水泥堤岸和石籠工法等不友善的工法，改變了河灘地的溪流生態，施工過程和豪雨洪水造成的擾動，造成許多河段已經不適合生物生存了。在這一帶劣化的環境中，目前有一個河段仍能保有源源不絕的清淨水源，同時又擁有天然的、多樣性高的河岸棲地和濱水植被，裡面棲息著多種物種的生物，支持著食物鏈中不同的物種。因為這樣的環境條件有機會保留許多其他地方無法生存，甚至已經絕跡的物種，進而成為這些生物的避難所，我們發現五溝水的湧泉區具有這樣的功能。

什麼是湧泉？「湧泉」是水的循環過程中，由地下水滲漏到地表而形成，是非常寶貴的資源，湧出的水源能夠結合當地地理資源，進而共同支持成為一個難得的生態系統。豐富的生物資源，能夠提供居民生活資源並促進地方產業，也形成了特殊的在地文化。台灣西南部的屏東平原，是台灣第二大平原，屬於斷層陷落後經沖積而成的平原，面積約為1,210平方公里，此亦為台灣地下水分區中最南端的沖積平原，平原中主要由旗山溪、荖港溪、隘寮溪、高屏溪、東港溪及林邊溪等縱貫河川聯合沖積而成，地層中充滿了大粒徑之礫石，因此有極佳的孔隙可供地下水蓄存，有助於在屏東平原形成豐盛的地下水資源，尤其夏季潮濕多雨，加上東面面向供水的大武山地形隆起，造成屏東平原內水壓甚高及受壓水層分布廣大，當地面進行開井時，地下水即自然的從地層中湧出，當地多數鄉鎮都有自流水井，此為無須能源擷取即可自然可獲的天然資產。

五溝水因水而得名，就是屬於扇前沖積扇頂所形成的湧泉區，在五溝水的社區及近郊，到處都可以看到泉水充沛的湧泉口，而特別的是這些湧泉口可綿延不絕的湧出攝氏24度的泉水，因此冬暖夏涼，特別在冬天低溫的清晨之際，可以看到湧泉口的水面上，因為溫度高低之差而形成一層水蒸氣，隨後在氾水的水草葉緣凝結晶翠的露珠。因為村莊內多為湧泉築圳圍繞，馬仕河從萬全方向流過來，繞經十五公里東邊後，在南方注入大林河（佳平溪上游支流），泉水窟從北方而來，經得勝往東邊，在村莊東南角分流為兩道溝渠，其一流通基地後進入五溝水的中央地帶。其二流通五溝水的北邊，在劉氏宗祠前匯集另一水道再繞著村莊外流過，在南邊與前述的水道相連先後匯入大林河；而大林河在五溝水三合水處會合，繼續西流注入佳平溪。

五溝水健康的生態系

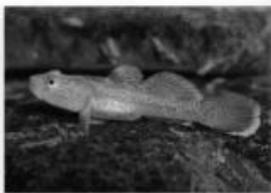
清淨的湧泉水源維持了溪流生態系的首要條件，加上河道的左岸有自然植被緊鄰，兩旁的竹林、次生林、埤塘、河岸帶等組成多樣性的生物環境，河岸帶提供兩棲動物、爬行動物、鳥類和哺乳動物庇護所，除涼地、食物和棲地。在這些不同生態系統中形成過渡帶，過渡帶連結了鄰近的次生林



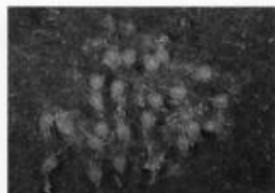
兩岸的竹林、次生林，河岸帶組成多樣的環境



擬多齒米蝦



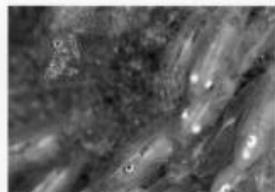
短吻褐斑吻蝦蟇



短吻褐斑吻蝦蟇卵囊



湧泉口水草豐富水質清澈



短吻褐斑吻蝦蟇將孵化的卵

和洪泛平原的生態關係。溪水裡成群的擬多齒米蝦撿食水草葉表的藻類和有機碎屑，溪魚穿梭在水生植物莖葉間，啄食屏東石龍尾水下葉除的水生昆蟲，紅斑吻蝦蟇堅守石塊下的巢穴，清理巢位把卵附著在石塊下，細心的把新鮮的水引入巢內，卵囊裡的小蝦蟇在那裡扭動迫不及待的加入湧泉樂園，出外覓食的蝦蟇閃過白鷺鷥的步伐，水面上的一雙敏銳的眼睛注視著水下，準備啄食水草裡的石鯉或粗首鱖。溪畔的倒木或橫跨過水面的竹枝上棲息著翠鳥，隨時準備要俯衝下水啄食溪魚，成功後回到水濱高灘地旁垂直坡壁上鑽築出來的巢穴，五溝水留鳥至少有超過30幾種和候鳥9種，在這樣生物多樣性極高的環境裡，不管是物種總數、特有種和原生種的數量以及瀕危物種的分布來看，我們認定這裡是生物多樣性的熱點。

在農委會林務局的支持下，研究團隊在五溝水的長期調查紀錄中，顯示湧泉所匯集短短的700公尺湧泉溪流裡，可以看到7科15種的螺貝類，包括原生種的圓田螺、石田螺、塔螺、瘤螺、網螺、錐螺、釘螺、台灣椎實螺、小椎實螺及圓口扁蝸，外來種的扁扁螺、梯形扁扁螺及囊螺以及蜆和圓蚌等雙殼類，物種之豐富堪稱為淡水貝的種源庫。



圓田螺



石田螺



塔螺



瘤螺



網螺



錐螺



圓口扁蝸



台灣石鯉



台灣石鯉



粗首鱖



極樂吻蝦蟇



屏東花鰱



條紋小鰱

豐富的五溝水魚類

棲地自然完整的五溝水湧泉河段，魚類有4種特有種如台灣鬚鰱、台灣石鯉、粗首鱖、短吻褐斑吻蝦蟇、極樂吻蝦蟇，還有3種原生種的魚類如半紋小鰱（條紋二鬚鰱）、斯奈德小鰱和屏東花鰱，但是也有9種外來種魚類如的高身鰱、鯉魚、琵琶鼠、食蚊魚、尼羅口孵魚、吉利慈鯛、橘色雙冠麗魚、馬拉麗麗體魚及線體等，其中線體對當地的原生及特有魚類影響相當大，此外，也記錄到環帶黃瓜蝦蟇和鱈魚以及鱸鰻，而再靠近和佳平溪匯流的深潭則有何氏棘魴分佈，一共有10科18種的魚類，整體而言，五溝水的魚類棲地保存尚稱完整，同時也是台灣其它水域裡難得見到的半紋小鰱的棲地，與其它地區的湧泉比較，五溝水的生物多樣性可以說是在所有的湧泉環境裡是屬一屬二的。

繽紛的五溝水水生植物

五溝水的湧泉環境，孕育了更豐富的水生植物，依特有生物中心自2003年以來迄今共紀錄到32科84種，包括中蘆葦3科3種，雙子葉植物17科37種，

單子葉植物12科44種，其中原生植物約62種，包括了蕨類或稀有物種如田亞麻科的探芹草、禾本科的類雀稗、玄參科的小花石龍尾等。而探芹草和類雀稗在五溝水分布越來越少，而過度的擾動，會加速外來種植物的入侵，在這裡許多外來歸化植物包括白頭天胡荽、異葉水蓑衣、粉綠狐尾蕨、光葉水菊、大萍、水蘊草等已經和原生水生植物產生競爭排擠的現象。

排水工程下的犧牲者

在2009年8月8日莫拉克風災後，屏東縣泰武部落被迫遷離海拔800公尺北大武山上的原居住地，在重建委員會與屏東縣政府經歷8次的選址，最後選擇在萬巒鄉萬金村的新赤農場為永久居住地，新赤農場原本是屏東的易洪泛區域，因此興建泰武部落永久屋區後就影響了原有的滯洪功能，導致鄰近區萬金社區的淹水。為了改善洪泛問題，屏東縣政府編列了一億一千多萬的治水預算，興建一條排水涵管，連通新赤農場、萬金及五溝地區，將洪水經由五溝水社區後再經上和溪導入東港溪。雖然這個計畫獲得飽受水患之苦的萬金社區居民同意，但是五溝水多數的居民卻不理解有這個工程。因為新赤農場永久屋基地聯外排水工程完工後，大雨來時將來自萬金、赤山及永久屋基地的洪水全部匯集到五溝社區，這時原有的通洪斷面勢必不足，因此會造成五溝水壅塞淹水，所以水利單位計畫把湧泉區的大林河的河道拓寬，並將右岸次生林的上游、邊緣、下游興建土堤，降低了五溝水的防汛安全與生態環境的穩定。

工程對湧泉的影響

整治工程對五溝水的湧泉生態影響到底多大？首先，河溪工程的整地、疏浚工程主要是物理擾動的改變與破壞，進而造成河溪化學擾動的污染，導致河溪會造成生物族群結構的改變與不自然演替。在施作人工護岸進行整地或基礎開挖的動作時，將會挖除天然植被及河岸兩旁穩定平衡的河岸帶，大林河左岸的次生林也將被挖除，一旦河濱次生林地消失，部分河段立刻缺乏遮蔭與庇護，除了造成陽光直曬溪水，讓局部緩遠區溫度上升，以致微棲地環境惡化。再來上游施工時對底質的擾動將帶來泥砂，使得水源汙濁，加上施工過程後土石鬆動，當暴雨來臨再將土石冲刷下來，進而堆積在下游，土石泥沙覆蓋棲地而改變底質結構，生物棲所也隨之改變。雪上加霜的還有水質問題，上游的永久屋和萬金地區的民生汙水全部由涵管接到五溝水，汙水量大增，營養鹽大量增加將造成水質的優養化。所以，雖然施工單位表示，這些來自永久屋的排放水是符合二級排水標準，但是對一個乾淨的自然湧泉區進行排水，竟然以一般的排水系統評估，應該以更高規格標準來看，湧泉水體應該要以水源保護區的標準來看待。此外，五溝水上林溪左岸的天然洪氾平原，屬於季節性濕地，但是整治後將築堤圍河，土堤將阻隔左岸濕地滯洪與湧泉濕地的環境，而喪失滯洪功能，大雨時原本可以在此滯洪的水體，被限制在上林河的河道而直接排入佳平溪，反而加速下游排水壓力，原先緊鄰河岸的次生林帶和湧泉交互作用形成的豐富過渡帶也被水工設施取



小花石龍尾(水上集)



水蘊



白頭天胡荽



屏東石龍尾



光葉水蘊



整治過的三面光渠道毫無生機



五溝社區以石籠工法施成河濱棲地破壞，生態價值不高。



三林的疏林草原可開發為湧泉區



五溝水的湧泉客家古厝

代，環境將遭受不可逆的衝擊，所以對五溝水湧泉溪流的基礎研究不足，規劃設計時遺漏了上林河段湧泉匯集區的評估，導致水利單位誤判，加上執行期限壓力實質施工一錯再錯，將造成無法挽回的衝擊。

雙贏的保育方法——看你要不要做

治水當然要治，但是政策不能夠違背土地正義，新赤農場永久屋基地因選址在五溝水上游，基於增加了排水量的考量而必須整治下游五溝段的自然濕地，缺乏了土地倫理與環境的尊重。若能善用季節性易淹水的濕地，改以順應自然環境的方式，重新思考全面整體規畫，以上游滯洪、中段排水淨化、下游滯洪分洪的非圍堵式的工程方式，完成生態防洪的工作。上游赤山及萬金地區原本易淹水的地方，若能符合當地水文的方式，恢復原有的滯洪功能，將台糖土地增設更多的滯洪池，以增加滲透進入地下水層的時間和面積，一來可以補充地下水，二來可以降低地面涵管及河川排洪的壓力，是一舉兩得。在萬金新赤農場到五溝水的地下涵管或箱涵，若改為開放的生態化土溝，將可以利用植物淨化的能力，將上游民生廢水進入五溝水前先經過水生植物進行生態淨化，可以改善水質也可以延長滲透時間和補充地下水。大林河左岸的疏林草原位於大林河與佳平溪匯流點，屬於季節性濕地，雨季來臨時會淹水，因此若能規劃徵收為滯洪池，再導入已經整治完工的佳平溪，可以同時兼具疏洪、滯洪並補充地下水，並且同時擴充成為五溝水湧泉濕地的腹地，成為生態緩衝區，將可以一舉三贏。

兼具人文和生態的生態旅遊

因此，若能將佳平溪五溝段溪流兩岸的天然洪氾平原，規劃為符合水利設置滯洪池的條件，不僅可滯洪，亦可規劃為生物保護區及自然公園等多目標功能的重要濕地。而五溝水將成為台灣唯一傳統聚落兼具原始湧泉溪流的濕地，具有自然地景、歷史文化、民俗傳統、美質教育及休閒遊憩之功能。以這些基礎結合社區力量，一定可發展出兼具人文與自然特色的國家重要濕地。

所以保護五溝水很簡單，只要做到「三不要」的守則：

- 排水工程不進湧泉
- 民生汙水不進湧泉
- 農具擾動不進湧泉
- 上游滯洪要補水源

附錄四—全國湧泉期末審查意見回覆表

一、委員意見彙整表		
委員	意見	回覆
顏委員 聖紘	1. 研究團隊在生物普查、棲地品質分析以及社區營造上花費非常大的心力，得到相當豐碩的成果。	感謝委員意見。
	2. 建議在報告中挑選幾個具有保育優先性、文化發展可能性高的湧泉分析其土地利用、產權、相關主管單位/NGO、各主管單位/NGO 可積極作為方向、與展望（包含環境品質、社區文化營造、觀光價值、商品價值）進行分析。增強說帖的力道。	感謝委員意見，請參見第玖章、研究討論與建議中的五、湧泉管理與復育之建議。
	3. 因細部的施工細節會大大影響湧泉的生態與環境品質，在進行國外參訪時是否留意到相關渠道的設計施工部份？	感謝委員意見，請參見第捌章、研究結果中的二、蒐集彙整國內外湧泉社區之經營方式。
	4. 由於外來種的物種數量會影響棲地品質的評估，未來是否有可能建立各湧泉濕地中外來物種的通報機制？應通報種類？通報方式？甚至在入侵規模還不大的時候請 NGO 啟動移除？	這些工作需依賴當地名眾對湧泉的重視，研究團隊雖建立生物組成之基本資料，但是湧泉生物相之變化，在地群眾暫有重要關鍵。 本團隊將來也願意全力配合在地主管機關推動外來物種管理活動。
	5. 有關調查與復育手冊之受眾為何？生態顧問公司？主管單位？NGO？一般民眾？手冊的定位要清楚，使手冊的功能能夠發揮。	目前調查與復育手冊為配合林務局之通用版。日後本團隊將以各單位或組織需求進行配合調整，以適合不同層級使用。
林委員 仲剛	1. 文獻應用較顯薄弱，建議可加強資訊應用的闡述與措詞。	感謝委員意見，將在成果報告中修正。
	2. 調查內容經驗分享闡述豐富，數據上卻仍嫌不。如水質資料與水文資料分析仍不夠貼近現代環境需求。諸如水質汙染的內容應可再精細（重金屬汙染等），還有水質與生物種類之關係亦無分析數據。	本研究之水質分析主要針對影響生物之有機物染物質為主。 本研究主要探討湧泉目前生態環境之空間與時間變化，有關水質與生物之關係可在將來相關計畫研究案再行深入討論。
	3. 辦理許多講座與教育訓練，但只看到成果提出，實際成效是否有數據可考？如志工人數參與的變化情形、志工是否已有能力獨立運作、活動結束後之 Q&A 檔案資料等。	講座與教育訓練為在地培力之目的，雖人數並無明確紀錄，但志工已有能力獨立運作並延續之，如柴山湧泉監測及陸蟹觀察紀錄活動。
管委員 立豪	1. 本年度計畫應以湧泉濕地生態調查為主，社區推廣部分似乎比重過高。	感謝委員意見。
張委員 弘毅	1. 依合約應以 25 個調查點提供適當復育物種名，探討保育關鍵議題並提出改善建議，俾利後續推廣工作，或由林區管理處協助配合執行社區林業計畫。	本團隊已於第一年度計畫成果報告中提出全國 44 處湧泉之適當復育物種名，及探討保育關鍵議題並提出改善建議。本年度將重點強調 11 處監測湧泉之議題及建議，請參見研究報告中

		表 4、各樣站基本資料。
	2. 須考量調查與復育手冊發行之適合性。	目前調查與復育手冊為配合林務局之通用版。日後本團隊將以各單位或組織需求進行配合調整，以適合不同層級使用。
夏委員 榮生	1. 本計畫辦理許多工作項目值得肯定。	感謝委員意見。
	2. 日本的生態工程多有長期規劃，國內應如何配？如以香蕉灣湧泉區為例。	日本的生態工程多有多年長期規劃，國內應視湧泉在地機關之規劃調整，香蕉灣目前由壑管處積極協調中。
	3. 美國湧泉社區推廣的成果為何？	目前這些湧泉均能提供名眾休閒親水及民生用水之所需。
二、其他與會人員發言		
台東處 莊家欣	1. 今年度共設置 11 個監測樣點，是否可針對各樣點提出改善建議及後續應如何監測及復育，以做為未來輔導社區推動湧泉濕地保育之方向。	感謝委員意見，請參見研究報告中表 4、各樣站基本資料。
	2. 如何改善外來種植物問題，望能提供社區建議。	目前主要建議進行監測與巡守，待更深入了解不同特性社區之外來種植物來源及社區意識後，提出配套措施。
屏東處 陳誼	1. 高屏地區湧泉地點若後續仍持續進行教育訓練等活動，希望能將資訊通知本處，以便宣導讓有興趣同仁及社區居民參加。	感謝委員意見，遵照辦理。
	2. 8 處高屏地區湧泉中，大崗山及港仔目前無在地社團參與，但港仔社區發展協會曾參與本處社區林業計畫，若未來仍會至港仔地區進行相關工作，可聯繫本處，以宣導社區民眾參與。	感謝委員意見，遵照辦理。
壽山國家自然公園籌備處 楊旻憲	1. 有關自強社區治洪地以及壽山登山口入口改善工程，希望研究團隊能協助溝通，降低對環境的傷害。	感謝委員意見，遵照辦理。目前持續協助柴山會與高雄市政府相關單位溝通協商。
墾丁國家公園管理處 郭筱清	1. 香蕉灣湧泉的陡坡已影響動物遷徙。	感謝委員意見。本團隊將持續監測注意。
	2. 農業造成環境負面影響等相關問題正輔導中	感謝委員意見。
	3. 龍水社區農村生態推廣，希望幫助輔導推廣湧泉部分。	感謝委員意見，遵照辦理。
林務局 曹又仁	1. 依據本案期中審查會議委員意見，國內外湧泉範例建請依主管單位、依據法規、權責地區、棲地類型等分項製表，供比較分析，以便瞭解各地社區經營模式和可參考之處。	感謝委員意見，請參見研究報告中表 4、各樣站基本資料。