

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

佳作

080507

大自然的甘泉

—竹霄地區浣衣池地下湧泉之探討

學校名稱：桃園市八德區大忠國民小學

作者： 小六 林柏言 小六 林資竣 小六 李柏辰 小六 簡廷峰	指導老師： 呂素雯 甘文杰
---------------------------------------------	---------------------

關鍵詞：竹霄地區、湧泉、水質檢測

摘要

霄裡地區舊有「看不盡的霄裡田，吃不完的霄裡米」的稱頌，地下湧泉扮演重要的給水、灌溉功能。本研究以浣衣池地下湧泉為核心，分成四部份研究：一、調查浣衣池的數量及位置。二、探討湧泉水形成的原因，瞭解所在土層分布，透過實作湧泉模型呈現其原理。三、將湧泉水、附近水體和自來水進行水質檢測與分析。四、採集該區的土壤，製作簡易雨水滲透模型，並檢測流出的水質。

調查發現：竹霄地區湧泉分布於中壠台地下方的坡坎，是因地勢造成高度差而自然湧出。湧泉水質經檢測，發現和自來水數據相近，是乾淨的水體，為探究原因，我們用連通管原理，製作模型模擬湧泉從土壤縫隙流出；從簡易雨水滲透模型過濾後的水質，也比原本的水質乾淨。

壹、研究動機

我們因為看到報紙刊出桃園市八德區霄裡福山宮旁之地下湧泉因建商的施工，使得湧泉的水脈被破壞，讓當地居民長期以來利用浣衣池湧泉進行飲用、清洗的水文化空間遭到改變，嚴重影響原有的生活。再加上暑假時，科展研究團隊成員曾去大火房浣衣池參觀，瞭解到竹霄地區位置是在八德區的西南端，是八德區較高的區域，但和西鄰的中壠台地地勢明顯降低，在地形上有明顯的分界，而地下湧泉帶則是位於中壠台地下方的坡坎處，當時看到湧源源源不絕的從縫隙間湧出，就覺得湧泉很神奇。而後在看到這則湧泉水被破壞的新聞後，加深了我們想更進一步想瞭解浣衣池湧泉水的念頭。

在透過實地探勘之後，我們感到好奇的是現在還有多少浣衣池可供使用？這些湧泉水是從哪裡來的？為何會自然冒出？湧泉水是早期居民灌溉的主要用水，那它和一般的河水、自來水有何差別？為何當地居民會捨棄一般的河水、自來水，而使用它？也想瞭解形成湧泉水的地下土層的分布？它如何讓居民將流出來的湧泉水拿來飲用？並能實作簡易雨水滲透模型，探究水質的過濾方式為何？

我們這次探究的霄裡湧泉水的成因與現況與小學四年級的社會學習領域「家鄉的開發」、自然與生活科技領域四年級的「連通管原理」、六年級的「大地的奧秘」等單元均有關聯，是讓我們應用學校所學的好機會。

圖 4-1-2 至 4-1-4 與竹霄文史工作室人員進行浣衣池湧泉水田野調查活動



圖 4-1-2：竹霄文史工作室人員講解竹霄開發史



圖 4-1-3：浣衣池的由來與介紹



圖 4-1-4：早期於浣衣池洗衣的情景

二、探究湧泉水形成的原因，並製作湧泉原理簡易模型圖。

(一) 進行文獻探討分析桃園地質結構與地下湧泉成因。

(二) 使用中央地質調查所網站的資料進行分析及討論，繪製出地下湧泉原理形成的簡易模型圖。

(三) 瞭解由地下湧泉水經高處往低處流，及經連通管原理相通，於坡崁裂縫處流出，設計湧泉原理簡易模型圖（圖 4-2-1 至 4-2-5）。

圖 4-2-1 至 4-2-5 進行湧泉形成原理討論與模型設計



圖 4-2-1 湧泉模型設計（一）



圖 4-2-2 湧泉模型設計（二）

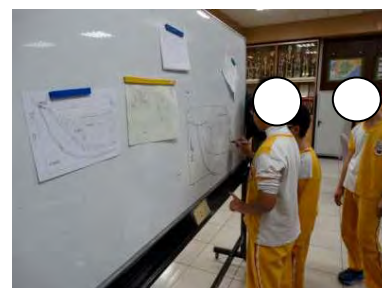


圖 4-2-3 湧泉模型設計（三）



圖 4-2-4 成員互相討論

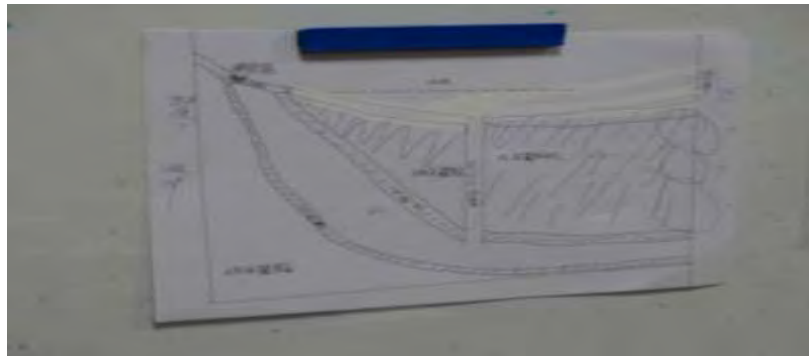


圖 4-2-5 集思廣義繪製的湧泉模型設計圖定稿

三、進行浣衣池湧泉水和附近地面水體水質的檢測及分析。

實地田野觀察、進行 3 次水質取樣、氣溫、水溫測量(圖 4-3-1 至 4-3-21)，所取得的水體於學校進行檢測(圖 4-3-22 至 4-3-30)，檢測的器材及步驟如下：

(一)水溫與氣溫的檢測：以酒精溫度計於崁頂路浣衣池等 7 個浣衣池取水點於湧泉水出水口處現場檢測水溫及霄裡池等附近地面水體水溫及當天的氣溫。

(二)水體濁度檢測：利用沙奇盤 (Secchi disk) 標籤貼紙進行檢測；先於試管底部貼上有沙奇盤圖示的標籤，再將水體注入試管中，直到注入的水量與外側標示的水位線等高後，比對沙奇盤圖示的標籤與色卡後，再以 JTU 為單位紀錄濁度。

(三)水體酸鹼度檢測：以廣用試紙檢測水體 PH 值。

(四)水中溶氧量檢測：先於試管內放置水體到與外側標示的水位線等高後，加入 2 顆溶氧測試錠，反覆搖晃直到藥片完全溶解為止；當藥片完全溶解後，再靜置 5 分鐘，觀察水體的顏色變化後比對溶氧色卡；最後依據溶氧飽和度 (%) 對照表，換算出溶氧濃度。

(五)水中溶質總量：以 TDS 筆進行檢測水中的溶質總量。

圖 4-3-1 至 4-3-21 進行浣衣池及附近地面水體實地採水過程及取水點







		
圖 4-3-1 崁頂路浣衣池	圖 4-3-2 崁頂路浣衣池取水及測量水溫	圖 4-3-3 大火房浣衣池
		
圖 4-3-4 大火房浣衣池取水及測量水溫	圖 4-3-5 鍾家浣衣池	圖 4-3-6 鍾家浣衣池取水及測量水溫



圖 4-3-7 福山宮浣衣池取水



圖 4-3-8 福山宮浣衣池取水及測量水溫



圖 4-3-9 盧家浣衣池測水溫



圖 4-3-10 盧家浣衣池取水



圖 4-3-11 石母娘娘浣衣池測量水溫



圖 4-3-12 石母娘娘浣衣池取水



圖 4-3-13 李家浣衣池取水



圖 4-3-14 李家浣衣池測量水溫



圖 4-3-15 霄裡池取水及測水溫



圖 4-3-16 霄裡池取水及測水溫



圖 4-3-17 茄苳溪水質尚清澈



圖 4-3-18 茄苳溪取水及測水溫



圖 4-3-19 霄裡分圳水質不佳



圖 4-3-20 霄裡分圳測量水溫



圖 4-3-21 實驗取水點分布圖

圖 4-3-22 至 4-3-30 進行水質檢測過程



四、製作簡易雨水滲透模型，檢測及比較過濾滲透流出的水質。

- (一) 依據研究方法二之文獻分析結果，設計簡易雨水滲透模型(圖 4-4-1 至 4-4-6)。
- (二) 於霄裡崁頂路浣衣池下方的工地採集需要之紅土、泥土、鵝卵石，依所繪製湧泉水原理模型圖在水族箱內鋪放各層土壤，並做壓實，形成上層紅土層及下層的礫石層的土層，模型表層並種植草皮做為植被，完成一個簡易的雨水滲透模型。
- (三) 將污泥水和第三次取樣之霄裡池水在不同的時間，倒入簡易的雨水滲透模型，並比較二個水體樣本在經過雨水滲透模型的土層過濾，在過濾前、後水質的檢測數值的比較(圖 4-4-7 至 4-4-15)。

圖 4-4-1 至 4-4-6 製作簡易雨水滲透模型



圖 4-4-1 於水族箱內鋪放下層泥土



圖 4-4-2 淘選上層所需的紅土



圖 4-4-3 將上、下層土壤壓實



圖 4-4-4 加水讓土壤更密合



圖 4-4-5 再將土壤壓實



圖 4-4-6 種植表面草皮

圖 4-4-7 至 4-4-15 進行簡易雨水滲透模型過濾前、後水質檢測



圖 4-4-7 檢測過濾前污泥水溫度



圖 4-4-8 檢測過濾前污泥水水中溶質量



圖 4-4-9 將污泥水倒入簡易雨水滲透模型



圖 4-4-10 將雷裡池水倒入簡易雨水滲透模型



圖 4-4-11 收集過濾後的污泥水



圖 4-4-12 檢測過濾後的污泥水溫度

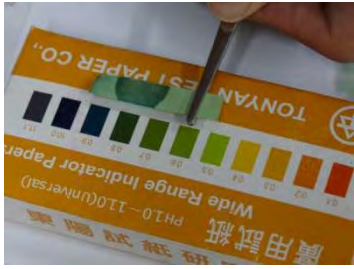


圖 4-4-13 檢測過濾後的污泥水酸鹼值



圖 4-4-14 檢測過濾後的污泥水溶氧量

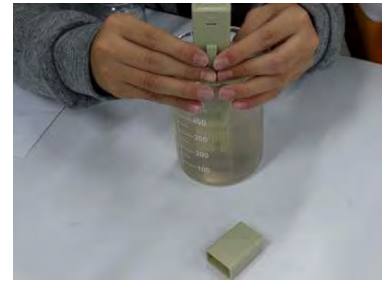


圖 4-4-15 檢測過濾後的污泥水中溶質量

伍、研究結果

一、調查竹霄地區地下湧泉—浣衣池的數量、位置分布圖及現況。

(一) 竹霄地區涵蓋八德區的霄裡里和竹園里，位於八德區西南方，呈東北西南走向的區域，浣衣池湧泉水是分布於坡崁邊的岩壁所流出的涓涓細流，為老祖先挖掘水源，而堆疊出不同地點的浣衣池。早期尚未做道路之命名，當地居民都叫浣衣池上方為崁頂（現在有崁頂路），浣衣池所在地為崁腳，上下高度差極大，舊稱亦頗符合當地地形所在。

(二) 目前竹霄地區的浣衣池較為大家所熟知者，共有八池，分別為崁頂路浣衣池、大火房浣衣池、鍾家浣衣池、福山宮浣衣池、盧家浣衣池、石母娘娘浣衣池、李家浣衣池、袁家浣衣池。

(三) 實地觀察發現：

- 1、盧家浣衣池、石母娘娘浣衣池的地下湧泉出水量大，實地踏查過程，當地居民除做為日常生活洗衣外，並取用湧泉水做為飲用，甚至，部份居住中壠地區的民眾亦專程而來這二個浣衣池取水做為泡茶的用水（圖 5-1-1 與圖 5-1-3）。
- 2、崁頂路浣衣池、大火房浣衣池、李家浣衣池等三個浣衣池附近居民僅做為洗滌的用途（圖 5-1-4 與圖 5-1-6）。
- 3、福山宮浣衣池因地下水脈遭到破壞，出水量並不穩定，水量時大時小，附近居民對建商造成的原有使用習慣的不便，多所抱怨，也讓人感嘆當地珍貴的水資源及浣衣文化因人為因素而被破壞（圖 5-1-7 與圖 5-1-8）。
- 4、鍾家浣衣池因所屬的地主不願開放民眾使用，在浣衣池旁豎立木牌—私有土地，

禁止進入（圖 5-1-9）。同時，其地點離大火房浣衣池不遠，在幾次取水過程，並未看到有居民在用水。

5、袁家浣衣池的室外水池已乾涸，室內部份則以水井封閉而未開放使用，因此，袁家浣衣池只做位置之標示，而未進行水質之檢測。

圖 5-1-1 至 5-1-3 浣衣池湧泉水田野調查活動

		
<p>圖 5-1-1 民眾在盧家浣衣池洗衣及取水</p>	<p>圖 5-1-2 民眾在石母娘娘浣衣池清洗衣物</p>	<p>圖 5-1-3 在石母娘娘浣衣池取水</p>
		
<p>圖 5-1-4 崁頂路浣衣池居民洗滌</p>	<p>圖 5-1-5 大火房浣衣池提供洗滌</p>	<p>圖 5-1-6 李家浣衣池洗滌用途</p>
		
<p>圖 5-1-7 當地居民在福山宮浣衣池洗衣</p>	<p>圖 5-1-8 浣衣池旁的福山宮</p>	<p>圖 5-1-9 鍾家浣衣池地主不開放使用</p>

（四）本研究以竹霄地區浣衣池－崁頂路浣衣池等八池為探討對象，經現場衛星定位並和 google earth 軟體相互比對，整理並繪製出浣衣池位置如表 5-1-1、圖 5-1-10，經度位置從 121.255928° E 到 121.265869° E，緯度則從 24.917179° N 到 24.945584° N。

（五）本研究使用 google earth 軟體以八個浣衣池為中心，在緯度不變下，往東及往西採經度萬分之 5 的狀態移動，繪製出以浣衣池為中心的高度變化圖，如圖 5-1-11，可發現浣衣池皆位於中壠台地與桃園台地間高低落差大的位置。

表 5-1-1 浣衣池及地面水體的座標及海拔高度

編號	浣衣池及地面水體名稱	經度	緯度	海拔高度
1	崁頂路浣衣池	121.265869°E	24.945584°N	145m
2	大火房浣衣池	121.265425°E	24.943044°N	146m
3	鍾家浣衣池	121.264979°E	24.941509°N	147m
4	福山宮浣衣池	121.263959°E	24.934504°N	157m
5	盧家浣衣池	121.261815°E	24.932038°N	153m
6	石母娘娘 浣衣池	121.261428°E	24.930191°N	151m
7	李家浣衣池	121.260572°E	24.926693°N	156m
8	袁家浣衣池	121.255928°E	24.917179°N	166m
9	霄裡池	121.254244°E	24.911750°N	174m
10	茄苳溪	121.262110°E	24.916325°N	171m
11	霄裡分圳	121.261510°E	24.922852°N	162m

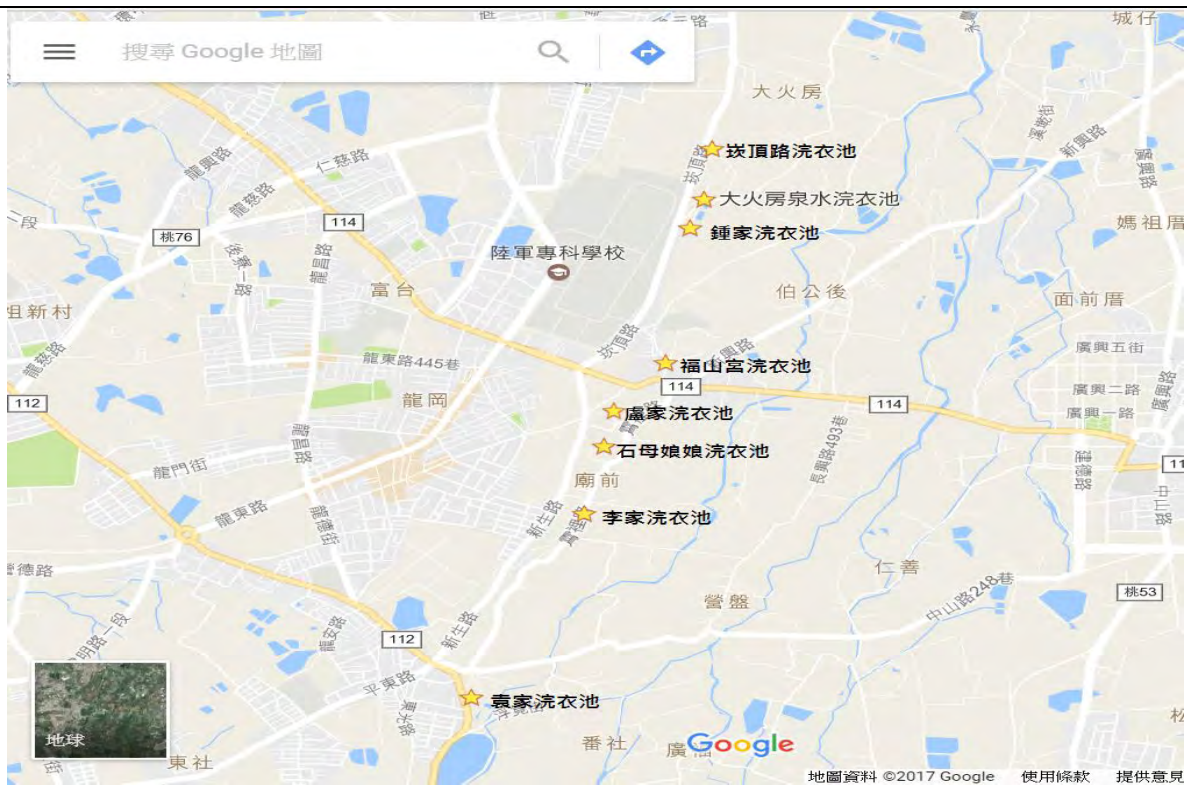


圖 5-1-10：竹霄地區浣衣池位置圖

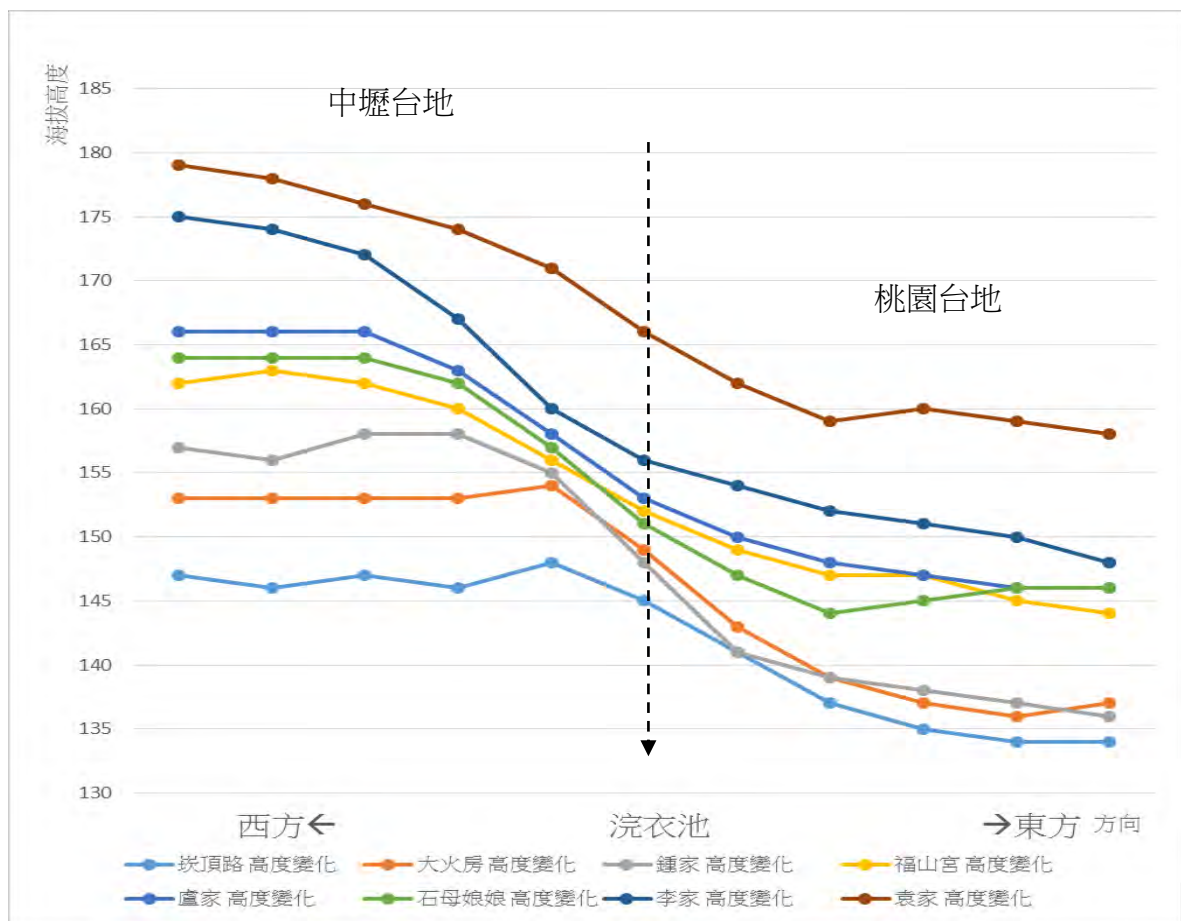


圖 5-1-11：以各浣衣池為中心的高度變化圖

二、探究湧泉水形成的原因，並製作湧泉原理簡易模型圖。

(一) 進行文獻分析及探討：針對相關之書籍，閱讀後整理重點如下：

- 1、何春蓀(民 75 年)提出桃園台地的地質為「紅土台地堆積層」，主要是以上部的紅土層土壤及下部的礫石層所組成。上層紅土層厚度約 1 公尺，礫石堆積層厚度變化不大，一般再 20 到 30 公尺間，均勻覆蓋在台地面。
- 2、陳培源(民 95 年)指出桃園地區的地層為中壢層，此層頂部為紅磚色土壤、下部由「紅土礫石層」構成。中壢層為高位階地，且由高低不同之數段階地構成，各階的礫石層厚度不同，介於 12-50 公尺(以 20-30 公尺居多)。而因中壢層的二~三階受台北時接地變影響而不易判別，故雖有人簡稱為桃園層，但仍暫時與中壢層合稱為中壢層。
- 3、陳文福(民 94 年)指出由於桃園台地地下的沙及礫石層透水性尚可，可成為含水層，且經過探測桃園的地層為砂泥互層為主，因為泥層不薄且層次很多，在垂直方面常形成許多阻水層(部分區域甚至可分出多達 4 層含水層)。而桃園地區的第 1 層含水層常落於最淺的礫石層中(大致 50 公尺內算的一層)。
- 4、小結：竹霄地區是呈東北西南走向的狹長區域，即是桃園臺地與中壢臺地之間的崖腳。由於不同的階地之間所造成的地勢高低位差，讓地下水可以沿著坡坎邊的岩壁冒出的涓涓細流，因此形成湧泉水。其地質為上層為風化過後形成的「紅土層土壤層」、下層為卵礫石紅棕色沉泥質黏土的「紅土礫石層」，湧泉水的水源來自與雨水滲漏後留置在紅土礫石層中含水層。

(二) 繪製湧泉原理簡易模型圖：在進行浣衣池土層蒐集資料過程，曾向在福山宮旁興建集合住宅之建商詢問建案開發計畫書，以瞭解所開挖土壤層之資料，因建商有困難而無法提供。因此，我們蒐集桃園台地地質相關文獻，陳文福(民 94 年)指出龍潭、中壢、八德、桃園等地土層結構相似，僅只差於紅土層土壤層的厚度；因此，我們從中央地調所網站搜尋桃園台地之土壤層之資料，並以最靠近八德竹霄地區的龍潭地區開發計畫之簡化土層數值(表 5-2-1)繪製湧泉原理簡易立體模型圖。

(三) 實作完成湧泉原理簡易立體模型圖(圖 5-2-1 至 5-2-12)，標示出立體模型圖地層土壤名稱，將水加入直徑 3cm 的透明粗水管口中，水管中的水，因彼此相通和高低差的原因，以連通管的原理，從較低處直徑 1cm 的透明水管流出，模擬出與浣衣池地下湧泉水水流涓涓流出的方式。

表 5-2-1 龍潭區企業家村住宅簡化土層土壤分布

層次	深度 (m)	厚度(m)	土壤狀況
1	0~3.5	3.5	紅棕色沉泥質黏土
2	3.5~20	>16.5	卵礫石夾紅棕色沉泥質黏土

圖 5-2-1 至 5-2-12 進行湧泉土壤分布討論、模型製作、實驗



圖 5-2-1 用舊報紙做簡易湧泉水立體模型的土壤



圖 5-2-2 將萱紙黏上報紙



圖 5-2-3 黏上土層模型



圖 5-2-4 將模型之土層上色



圖 5-2-5 岩層上色

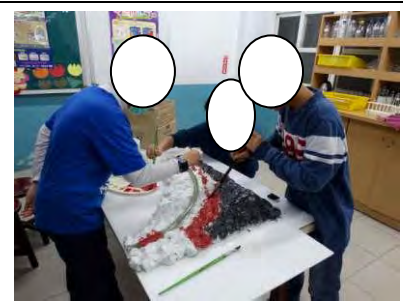


圖 5-2-6 礫石層上色



圖 5-2-7 模型表面噴上透明漆防水



圖 5-2-8 湧泉流出處以透明漆噴灑加厚



圖 5-2-9 加水至簡易湧泉水原理模型水管內測試



圖 5-2-10 湧泉水從 1cm 水管噴出的測試

圖 5-2-11 模擬湧泉於縫隙流出圖

5-2-12 完成的簡易湧泉水立體模型

三、進行浣衣池湧泉水和附近地面水體水質的檢測及分析。

針對浣衣池及附近地面水體進行溫度、濁度、酸鹼度、溶氧量、水中溶質總量進行逐項檢測，並以自來水為檢測參考數值(表 5-3-1 至表 5-3-3)。

- (一) 溫度部份：浣衣池的溫度大都能維持在 20°C 以上，即便在今年(106 年)2 月 12 日大陸冷氣團過後，2 月 13 日實地取水過程，戶外溫度是 19°C，檢測浣衣池的水溫大都能仍維持恆溫 (20°C-23.5°C)，當地居民看到在取水的我們，熱心的告訴我們說：浣衣池的水溫是冬暖夏涼，溫度常保持一定溫度，就算是寒流來襲，湧泉水都是保持微溫的狀態，洗衣服都不會覺得冷，居民所說和我們實際檢測的水溫結果相同。惟位於福山宮浣衣池的水溫均較其它浣衣池低，有時也比戶外溫度低，顯示其水源應遭受破壞，而無法像其它浣衣池維持一定溫度。至於霄裡池、茄苳溪、霄裡分圳等地面水體的水溫則受戶外溫度影響，隨著外面氣溫高低而有升降。
- (二) 濁度測試：目視各個浣衣池水質都算清澈，以沙奇盤標籤進行濁度比色，數值均呈現為 0JTU，顯示水質是乾淨的，和自來水所測得的數值相同。附近地面水體茄苳溪目視水質尚清澈，數值為 0JTU，霄裡池水質則是呈現綠色，數值為 40JTU，內有綠色的藻類，顯示水質有優養化的情形，而霄裡分圳的水質濁度比色為 40 JTU，河水有一股惡臭味，並有許多垃圾、黑色的沉澱物，水的顏色偏黑色，表示水質遭受污染。
- (三) 酸鹼度檢測：各浣衣池、地面水體及自來水的酸鹼值在 PH6-7 之間，接近中性。
- (四) 各個浣衣池溶氧飽和度之分析，以崁頂路浣衣池及福山宮浣衣池溶氧濃度較低，為 46-47%，其餘則在 90% 以上，顯示浣衣池湧泉水水中溶氧濃度高。霄裡分圳的溶氧濃度則為 0，茄苳溪則為 43.5%，霄裡池為 86%。
- (五) 浣衣池水中溶質量則介於 82-127ppm 之間，和自來水的水中溶質量 (102-104ppm) 差異不大。

表 5-3-1 竹霄地區地下湧泉-浣衣池及附近地面水體水質檢測紀錄表（一）

日期：106.1.4.

時間：13：30

戶外溫度：26℃

編號	水體名稱	水溫(°C)	水質狀況	濁度 (JTU)	酸鹼度	溶氧飽 和度%	水中溶質量 (ppm)
1	崁頂路浣衣池	22°C	底部少許污泥	0	7	46	107
2	大火房浣衣池	22°C	乾淨、無臭味	0	7	92	88
3	鍾家浣衣池	23°C	乾淨、無臭味	0	7	94.5	84
4	福山宮浣衣池	18°C	乾淨、無臭味	0	7	42	105
5	盧家浣衣池	21°C	乾淨、無臭味	0	7	90	109
6	石母娘娘 浣衣池	21°C	乾淨、無臭味	0	7	90	127
7	李家浣衣池	22°C	乾淨、無臭味	0	7	92	106
8	霄裡池	19°C	顏色偏綠	40	7	86	118
9	茄苳溪	19.5°C	尚乾淨	0	6.5	43.5	511
10	霄裡分圳	20°C	有惡臭味	40	7	0	253
11	自來水	21°C	乾淨、無臭味	0	7	45	104

表 5-3-2 竹霄地區地下湧泉-浣衣池及附近地面水體水質檢測紀錄表（二）

日期：106.1.19.

時間：13：30

戶外溫度：19℃

編號	水體名稱	水溫(°C)	水質狀況	濁度 (JTU)	酸鹼 度	溶氧飽和 度%	水中溶質 量(ppm)
1	崁頂路浣衣池	21	底部少許污泥	0	7	45	101
2	大火房浣衣池	20.5	乾淨、無臭味	0	7	89	84
3	鍾家浣衣池	21	乾淨、無臭味	0	7	90	82
4	福山宮浣衣池	16.5	乾淨、無臭味	0	7	41.25	102
5	盧家浣衣池	20.5	乾淨、無臭味	0	7	89	107
6	石母娘娘 浣衣池	20.5	乾淨、無臭味	0	7	89	126
7	李家浣衣池	21	乾淨、無臭味	0	7	90	104
8	霄裡池	18.5	顏色偏綠	40	7	85	110
9	茄苳溪	19	尚乾淨	0	6	43	509
10	霄裡分圳	20	有惡臭味	40	7	0	245
11	自來水	16	乾淨、無臭味	0	7	41	102

表 5-3-3 竹霄地區地下湧泉-浣衣池及附近地面水體水質檢測紀錄表（三）

日期：106.2.13.

時間：16：10

戶外溫度：19℃

編號	水體名稱	水溫(°C)	水質狀況	濁度 (JTU)	酸鹼度	溶氧飽 和度%	水中溶質量 (ppm)
1	崁頂路浣衣池	22°C	底部少許污泥	0	7	46	96
2	大火房浣衣池	20°C	乾淨、無臭味	0	7	88	88
3	鍾家浣衣池	22°C	乾淨、無臭味	0	7	92	102
4	福山宮浣衣池	18°C	乾淨、無臭味	0	7	42	82
5	盧家浣衣池	22°C	乾淨、無臭味	0	7	92	110
6	石母娘娘 浣衣池	23.5°C	乾淨、無臭味	0	7	94.25	130
7	李家浣衣池	23.5°C	乾淨、無臭味	0	7	94.25	103
8	霄裡池	15°C	顏色偏綠	40	7	79.5	107
9	茄苳溪	18°C	尚乾淨	0	7	42	401
10	霄裡分圳	11°C	有惡臭味	40	7	0	235
11	自來水	17°C	乾淨、無臭味	0	7	38	103

四、利用簡易雨水滲透模型，檢測及比較過濾滲透流出的水質（表 5-4-1）。

（一）霄裡池水過濾前顏色為偏綠色，濁度為 40JTU，pH 值為 7，溶氧濃度為 79.5%，經倒入簡易雨水滲透模型的土壤過濾後，水的顏色變的清澈，濁度為 0JTU，pH 值為 7，溶氧濃度為 81%，惟水中溶質量由 107 增為 145。

（二）污泥水過濾前顏色為完全混濁、不透明，濁度為 100JTU，pH 值為 7，溶氧濃度為 0，經倒入簡易雨水滲透模型的土壤過濾後，水的顏色半混濁、較過濾之前清澈，混濁度為 40JTU，pH 值為 7，溶氧濃度為 45%，水中溶質量由 165 增為 204。

（三）從實驗結果得知：汙泥水和霄裡池水經簡易雨水滲透模型過濾後，水質變得較過濾前清澈，水分通過土壤時，可去除水中的雜質，淨化水質，增加水中帶氧。然因簡易雨水滲透模型製作時間較短，土壤沒有非常緊實，以致過的水質的含砂量較高，使水中溶質量增加。

表 5-4-1 簡易雨水滲透模型水質檢測紀錄表

編號	時間	水質名稱	水溫	水質狀況	濁度 (JTU)	酸鹼度	溶氧飽和量 (%)	水中溶質量 (PPM)
1	106.2.13. 16:00	過濾前的 霄裡池水	15°C	顏色 偏綠	40	7	79.5	107
2	106.2.14. 8:00	過濾後的 霄裡池水	16°C	較清 澈	0	7	81	145
3	106.2.15. 8:00	過濾前的 污泥水	18°C	非常 混濁	100	7	0	165
4	106.2.15. 12:40	過濾後的 污泥水	21°C	半混 濁	40	7	45	204

陸、分析與討論

一、實地探勘時和繪製高度變化圖時，我們發現浣衣池的東西側恰好就是中壢台地與桃園台地，因此我們選擇以浣衣池為中心，在其緯度不變下，分別往東及往西採經度萬分之 5 的狀態移動，配合 google earth 軟體調查出高度變化後，繪製出以浣衣池為中心的高度變化圖。

二、製作湧泉原理簡易模型部分：

(一) 在進行浣衣池土層蒐集資料過程，我們曾向在福山宮旁興建集合住宅之建商詢問建案開發計畫書，以瞭解所開挖土壤層之資料，但因建商表示有困難而無法提供。因此，我們從中央地調所網站搜尋桃園台地之土壤層之資料，並選擇最靠近八德竹霄地區的龍潭地區開發計畫之簡化土層數值來呈現模型。

(二) 製作湧泉原理簡易模型圖，我們依中央地調所網站提供的簡化土層數值的比例，討論與計算後以表面紅土質土壤層比紅土礫石層 3.5m:16.5m 製作模型。

三、在進行水體採集與檢測部分：

(一) 關於水體濁度檢測，發現崁頂路浣衣池位於剛拓寬的崁頂路馬路旁，目測時可看到水中有些紅色的泥沙，其餘浣衣池水質較澄淨透明的，雖然崁頂路浣衣池目視時有淡淡的紅色泥沙，卻在沙奇盤標籤測試的實驗中呈現 0 JTU，由於採水後我們盛裝水體是使用寶特瓶，泥沙已附著、沉澱在瓶身，因此實驗中取出的水體仍呈現乾淨透明的顏色，所以我們詳細註明肉眼、氣味觀察之結果。至於地面水體的霄裡池顏色是偏綠色，霄裡分圳則是非常混濁且惡臭、茄苳溪目視則算是清澈，水中還可看到一些魚類。採水過程中，浣衣池湧泉水和地面水體之水質狀況目視顏色及氣味來比較，前者的水質狀況比後者更為良好。

(二) 從浣衣池及地面水體之水溫檢測比較折線圖（圖 6-3-1）可知：二、大部分浣衣池水溫常在 20.5°C-23.5°C 間，較當時取樣時間之自來水水溫高，惟福山宮浣衣池溫度為 18°C、16.5°C、18°C 與其它湧泉水比較，水溫並未能維持恆溫狀態，水溫與自來水水溫接近，該地居民表示是附近建物施工後才開始有此現象。而附近地面水體溫度則變動較大，無法像浣衣池水一般維持恆溫狀態。

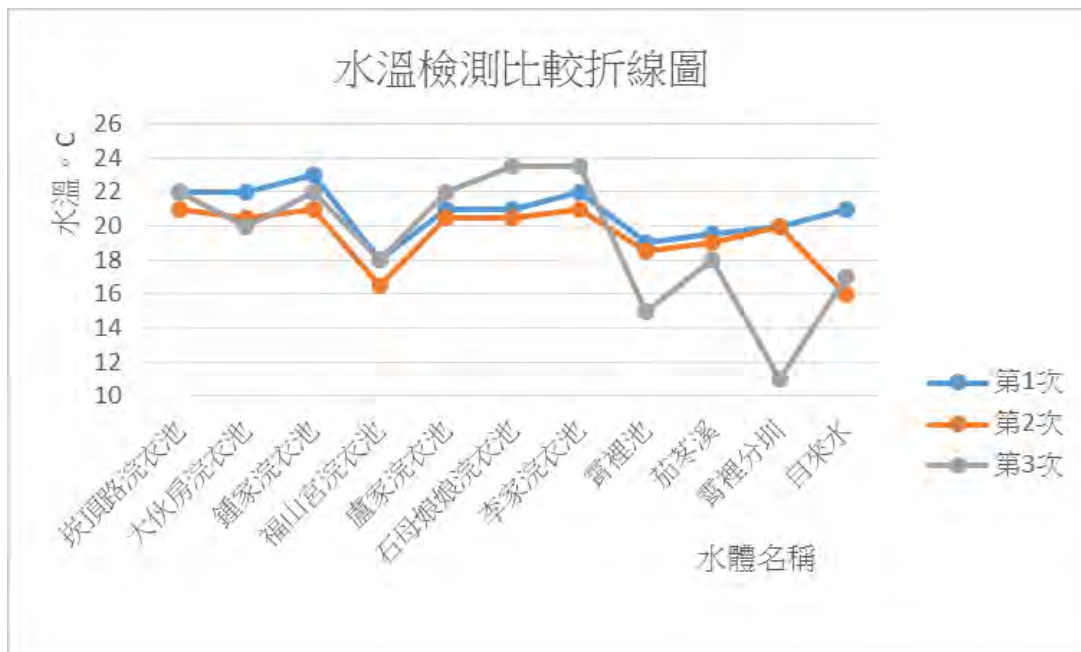


圖 6-3-1 浣衣池及地面水體之水溫檢測比較折線圖

(三) 從酸鹼度的比較折線圖分析 (圖 6-3-2)：浣衣池水質酸鹼度都接近 pH7，水質接近中性，和自來水相近，地面水體中茄苳溪的 pH 值偏微酸性。

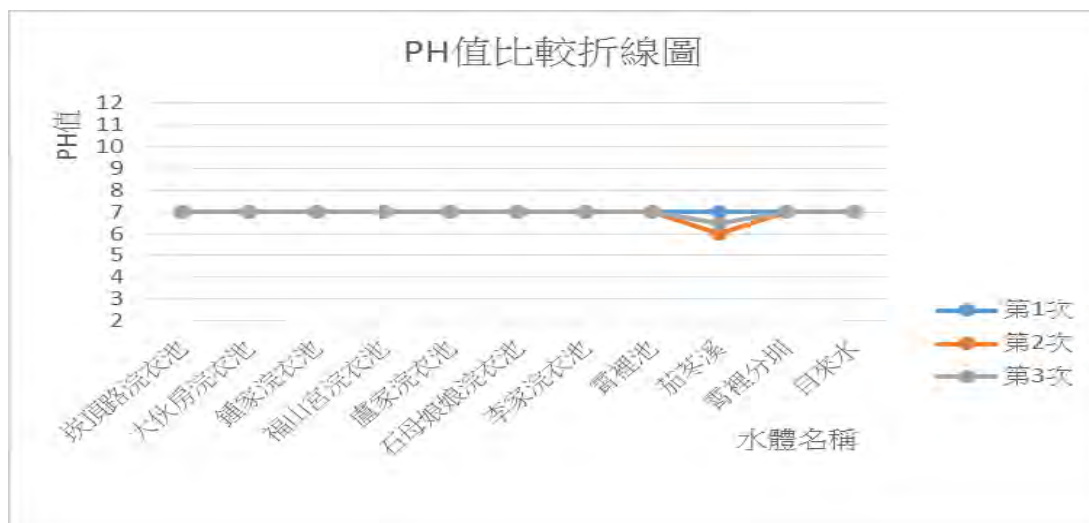


圖 6-3-2 浣衣池及地面水體之 pH 值比較折線圖

(四) 在溶氧飽和度比較折線圖發現 (圖 6-3-3)：水中溶氧量飽和度經檢測除崁頂路浣衣池、福山宮浣衣池因外在施工的因素，溶氧飽和度在 41 至 46%之間，證實水源受到破壞，溶氧量較低，但仍與自來水檢測值接近；其餘浣衣池的溶氧飽和度在 90 %以上，溶氧度較高，和自來水相比，則較高。霄裡分圳的檢測數值接近於 0，取水過程，河水有惡臭味，水質有許多黑色異物及冒出白色泡泡，顯示分圳的水應受到污染。

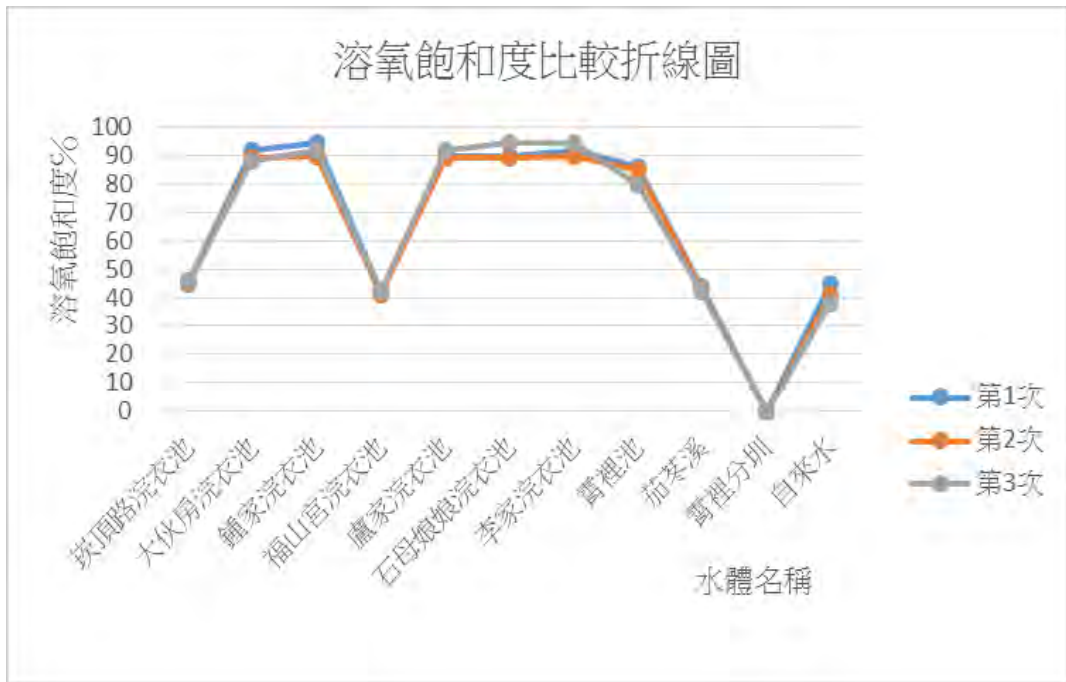


圖 6-3-3 浣衣池及地面水體之溶氧飽和度比較折線圖

(五) 浣衣池水中溶質量則介於 82-127ppm 之間，從 TDS 參考數值分析類似微濾處理的水質，適合飲用。而茄苳溪(235-253ppm 之間)和霄裡分圳 (401-511ppm) 數值偏高，顯示水中溶質量偏高，水質不佳 (圖 6-3-4)。

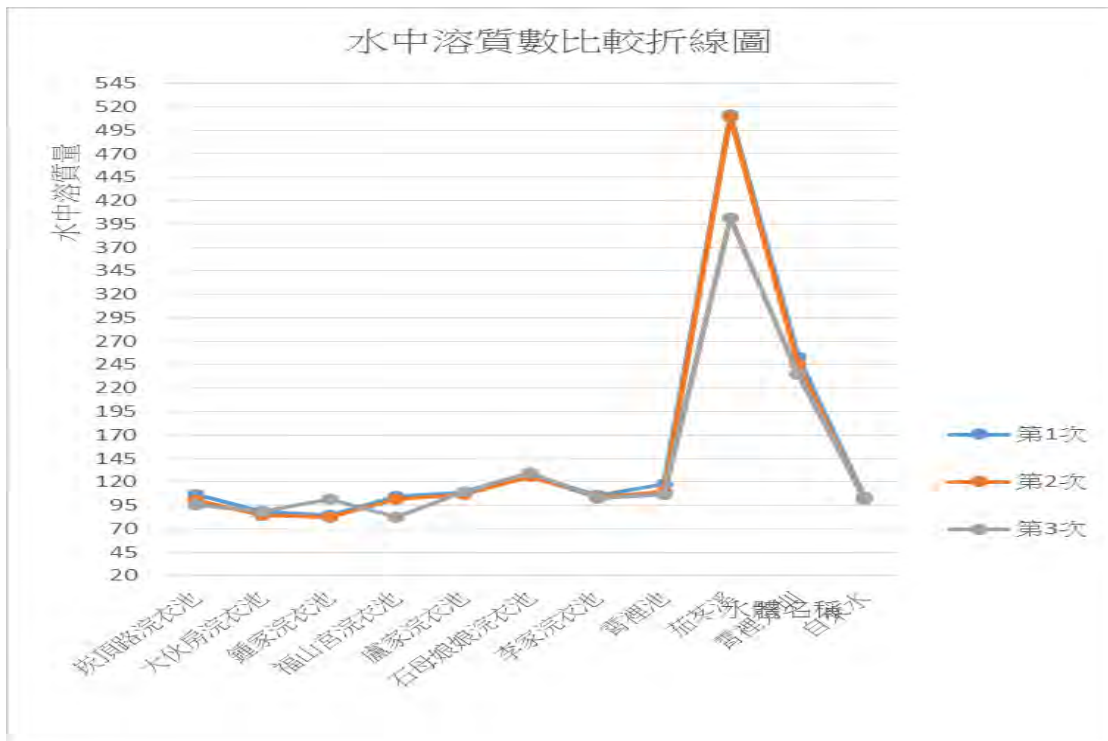


圖 6-3-4 浣衣池及地面水體之水中溶質數檢測比較折線圖

四、製作雨水滲透模型部分：

- (一) 文獻探討時我們發現根據分層觀測井的分析，桃園地層是砂泥互層，第一層含水層位於紅土礫石層，但是再往下層次複雜(陳文福，民 94)，所以我們討論製作湧泉原理簡易模型圖時以第一層含水層為主，其餘土層在本次研究則不討論。
- (二) 製作製作雨水滲透模型時，我們依中央地調所網站提供的簡化土層數值的比例，討論與計算後以表面紅土質土壤層比紅土礫石層 2.0cm：10.0cm 製作模型。
- (三) 在製作雨水滲透模型時因考慮到含水層的上下皆有泥層形成阻水層，所以我們討論上層用泥當阻水層，而下層直接採用水族箱底當阻水層，收集兩層之間的滲透水以符合文獻探討的分析結果。
- (四) 進行第一次雨水滲透模型過濾水質，實驗觀察後發現土質還是處於鬆散，不符合實際地層，所以排出較多泥沙，所以我們討論應對其加壓及風乾，使土壤較能彼此密合，減少泥沙的排出。
- (五) 進行雨水滲透過濾水質時，若是採用乾淨的自來水體過濾，將無法清楚顯示過濾的成效，所以我們討論決定使用汙泥水和霄裡池的水體來做過濾比較。
- (六) 經簡易雨水滲透模型過濾的水變得較清澈，可利用土壤之分層來進行水質過濾，將之運用在戶外水質之簡易過濾進行淨化，以取得較乾淨的水。圖 6-4-1 和 6-4-2

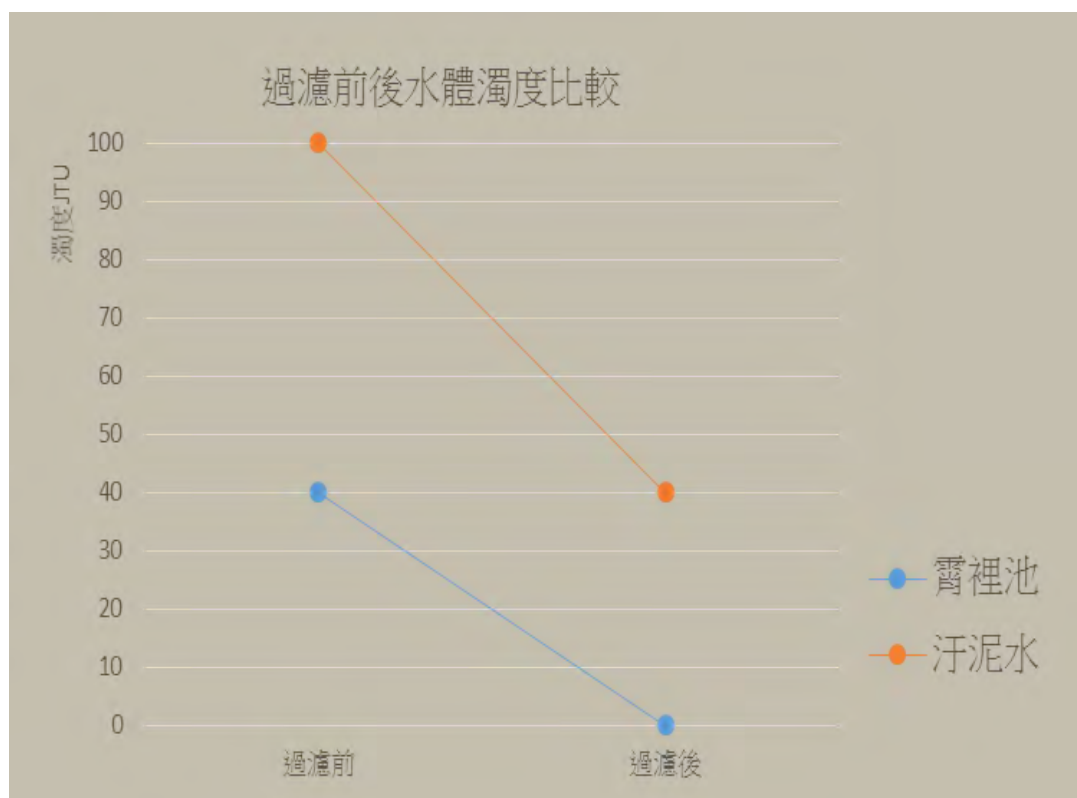


圖 6-4-1 過濾前後水體濁度比較

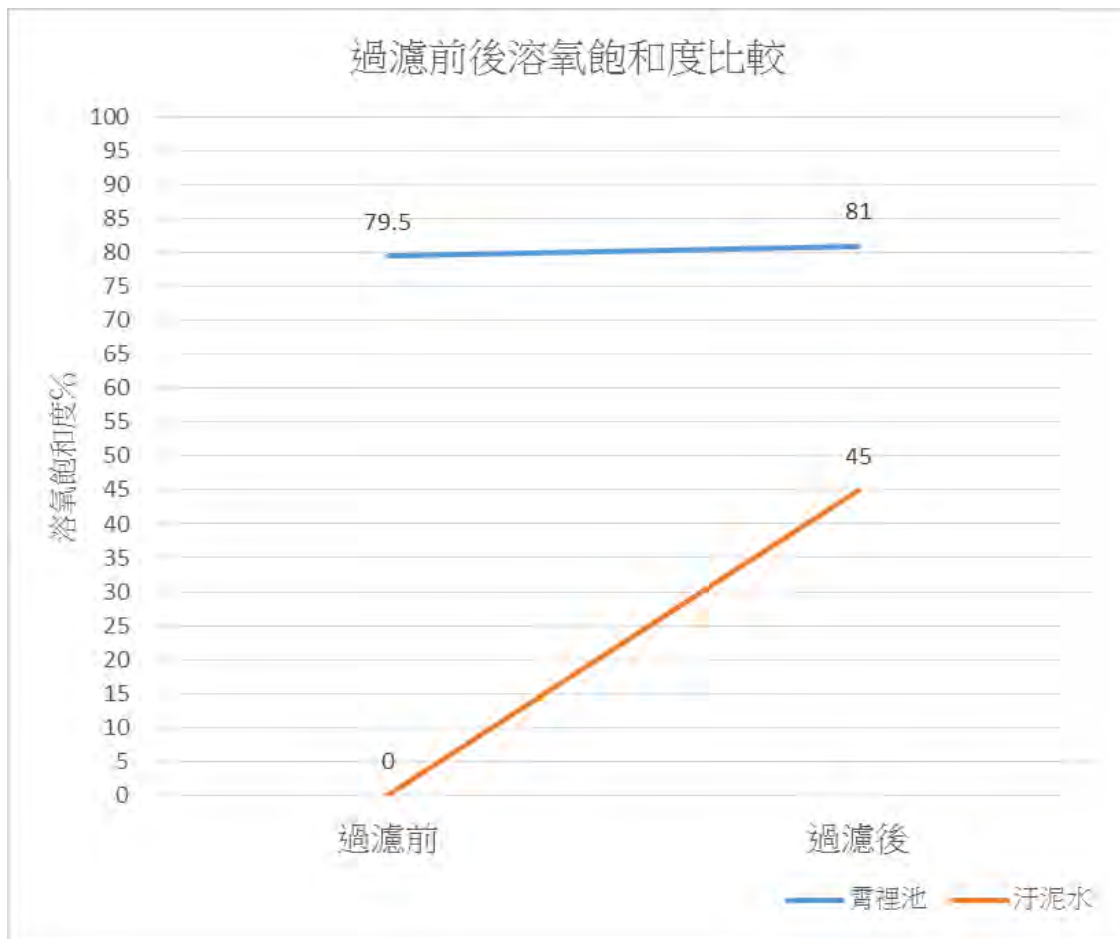


圖 6-4-2 過濾前後溶氧飽和度比較

五、經過上述實驗，我們討論發現如果可以經由環保或水質檢驗單位增加大腸桿菌、重金屬及農藥殘餘的檢測或實驗，將可使水質的檢測較為完整，也可提供當地居民水質數值的參考，讓他們能更安心引用湧泉水。同時，若能進行較長時間的檢測，關注霄裡地區的水文環境，讓竹霄地區獨特的自然景觀為大家所知，進而能達到愛鄉、愛土的情懷。

柒、結論

- 一、調查發現目前竹霄地區的浣衣池共有八池，分別為崁頂路浣衣池、大伙房浣衣池、鍾家浣衣池、福山宮浣衣池、盧家浣衣池、石母娘娘浣衣池、李家浣衣池、袁家浣衣池。從我們繪製出位置圖及高度變化圖，可發現浣衣池呈帶狀分布，且皆位於中壠台地與桃園台地間高低落差大的位置。
- 二、湧泉水的成因是由於中壠台地與桃園台地之間所造成的地勢高低位差，讓地下水沿著地層破裂處冒出；運用連通管的原理，可模擬竹霄地區的地下水脈及湧泉水流出的原理。
- 三、分析湧泉水和附近地面水體後，可發現：
 - (一) 湧泉的溫度相對穩定，根據測量的結果，不論是寒流或炎熱的天氣，它幾乎保持恆溫狀態(約 20.5°C-23.5°C)；所以當地居民喜歡到浣衣池洗滌衣物或蔬果，因為水的溫度摸起來很舒適。
 - (二) 浣衣池的水質相對於地面水體較為乾淨，經檢測發現其水質與自來水體相似，可用於飲用、洗滌之用途；而部份浣衣池上方有加蓋鐵皮屋頂，更減少塵土及外來的垃圾污染，讓浣衣池維持水質清澈。
 - (三) 福山宮、崁頂路水質溶氧量雖然比其它浣衣池低，但仍與自來水體相似，而崁頂路浣衣池即使目視有懸浮物在靜置後也皆能沉澱，取其上部水體亦能使用於洗滌的用途。
- 四、雨水滲透模型雖然只用紅土土壤、泥、礫石堆積而成，但在進行水質過濾的實驗所測得的數據，發現它確實可達到過濾、淨化水質的效果。
- 五、本研究水質核心在浣衣池湧泉水，但附近地面水體之水質檢測結果有許多高於正常數值，因此，若能將地面水體異常之處進行較深入研究，找出原因，提供環保單位參考，可對家鄉的水文環境保護能盡一份心力。
- 六、桃園市浣衣池分布的區域有八德、楊梅、龍潭區等地方，八德區浣衣池位置在竹霄地區，在桃園市政府進行當地的景觀改造及居民重視在地的珍貴資源，竹霄地區浣衣池都能保持良好的樣貌及外觀，但部分浣衣池因為私人及外在的因素，造成浣衣池的數量正在減少中，浣衣池湧泉水，不僅有著老祖宗的智慧更是八德在地擁有的珍貴資源。近年來，我們常面臨水源不足的情況，湧泉水的使用也提供我們多層次利用的思考。

捌、參考資料

陳文福(民 94)。台灣地下水。台北縣：遠足文化事業股份有限公司。

黃國揚、黃雅雅(民 93)。我們都是喝井水長大的孩子---花嶼地下井水的探討。44 屆科學展覽比賽國小學生組地球科學組。取自 <http://science.ntsec.edu.tw/Science.aspx?cat=21&a=6821>

林哲安、翟宗柔、高浚傑、鄭采瞳、陳翎郡、李瑀靜(民 104)。溪的眼淚---樹梅坑溪污染調查與溪流自淨效應之研究。55 屆科學展覽比賽國小學生組地球科學組。取自 <http://science.ntsec.edu.tw/Science.aspx?cat=21&a=6821>

康鴻志(2015 年 06 月 12 日)。百年浣衣池水枯 居民抗議建商挖斷。中時電子報。

取自 <http://www.chinatimes.com/newspapers/20150612000671-260107>

桃園台地地質。取自 http://www1.geo.ntnu.edu.tw/~shensm/Course/CourseWork/TaiGeom_Stu/桃園縣八德市平鎮市/自然/地質.htm

桃園中壢台地地理環境概述。取自地下水觀測網 <http://pc183.hy.ntu.edu.tw/gwater/d6.php>

桃園市八德區公所。八德區行政區域圖。取自 <http://www.tycg.gov.tw/bade/index.jsp>

【評語】 080507

此作品探討自然泉形成分布和原因，能利用連通管原理模擬自然泉水形成原因。研究結果顯示未受開發或破壞的湧泉水溫度具有穩定且冬暖夏涼特性、說明水質也可以相對於地面水體乾淨。

作品海報

大自然的甘泉-竹霄地區浣衣池地下湧泉之探討

摘要：

霄裡地區舊有「看不盡的霄裡田，吃不完的霄裡米」的稱頌，地下湧泉水扮演重要的灌溉功能。本研究以浣衣池湧泉為探討的核心，進行浣衣池的分布、成因之研究，並採集和檢測水質；同時實作湧泉模型呈現其原理；採集紅土、泥沙與礫石，製作滲透模型，檢測流出的水體。

壹、研究動機：

報載八德區福山宮旁的浣衣池，因建商的施工，讓湧泉水脈被破壞，使得居民無法使用，嚴重影響日常生活。加上我們曾去大火房浣衣池參觀，當時就覺得湧泉冒出很神奇，故我們興起想進一步瞭解湧泉的念頭。

貳、研究目的：

- 一、調查湧泉水—浣衣池的數量、分布。
- 二、探究湧泉成因，製作湧泉原理簡易模型。
- 三、浣衣池湧泉水和附近地面水體檢測。
- 四、製作簡易雨水滲透模型，並檢測水質。

參、研究設備及器材：

簡易水質檢驗包、廣用試紙、溫度計、寶特瓶、量杯、試管、自製取水器、水族箱、木塞、回收報紙、相機、紅土、泥沙、礫石、TDS 硬度計、GPS 衛星導航系統。

肆、研究過程與方法：

- 一、調查竹霄地區湧泉—數量、分布區域。
 - (一) 結合竹霄文史工作室進行田野踏查。
 - (二) 使用 google earth 及 GPS 衛星導航系統標示，並繪製出高度變化圖。
- 二、探究湧泉成因並製作湧泉原理簡易模型。
 - (一) 進行文獻探討，分析桃園台地地質形成與地下湧泉成因。
 - (二) 使用中央地質調查所網站資料，繪製地下湧泉原理形成圖。
 - (三) 參照湧泉原理設計圖，製作湧泉原理簡易模型圖（圖 4-2-1 至 4-2-5）。
- 三、進行浣衣池湧泉水和附近地面水體檢測。

進行 3 次實地觀察、氣溫、水溫測量、水質取樣，並利用下列方法檢測水質。

 - (一) 沙奇盤標籤 (Secchi disk) 比對濁度。
 - (二) 廣用試紙檢測酸鹼度。
 - (三) 以 TDS 檢測筆測出水中的溶質總量。
 - (四) 用溶氧測試錠測試後比對色卡，依據溶氧飽和度 (%) 對照表換算出溶氧度。



圖 4-1-1 桃園市八德區竹霄地區位置



圖 4-1-7 竹霄地區浣衣池位置圖



四、製作簡易雨水滲透模型，檢測過濾前後水質。

- (一) 依據文獻分析，設計簡易雨水滲透模型。
- (二) 利用採集到的紅土、泥土、礫石完成模型。
- (三) 將污泥水和第三次取樣之霄裡池水，倒入模型，並檢測過濾前、後水質。



四、製作簡易雨水滲透模型，並檢測及分析水體。

表 5-4-1 簡易雨水滲透模型水質檢測表

日期	地點	土壤層	水體	水質	水質	水質	水質	水質	水質
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100

圖 5-4-1 簡易雨水滲透模型

伍、研究結果：

一、調查湧泉水一數量、分布：呈帶狀分布，皆位於中壢台地與桃園台地間高低落差大的位置。

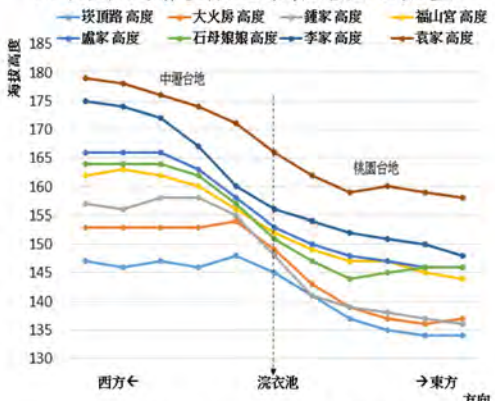
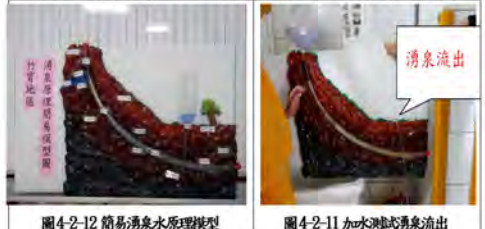


圖 5-1-11：以各浣衣池為中心的高度

二、探究湧泉成因，並製作湧泉原理簡易模型圖：



三、檢測湧泉水和附近地面水體：檢測檢果如下

日期	地點	水質	水質	水質	水質	水質	水質	水質	水質
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100
5/1	霄裡池	頂層	11C	PH	7.0	DO	100%	ORP	100

陸、分析與討論

一、浣衣池的東、西側就是中壢與桃園台地。採浣衣池為中心，緯度不變，經度萬分之5 分別往東、西移動，以繪製高度變化圖。

二、製作湧泉原理簡易模型部分：

- (一) 由中央地調所搜尋最靠近竹霄地區之龍潭地區開發計畫之簡化土層數值來呈現於模型。
- (二) 依上述簡化土層數值的比例，表面紅土質比紅土礫石層以 3.5m:16.5m 的比例，製作模型。

三、在進行水體採集與檢測部分：

- (一) 從水溫檢測比較折線圖 (圖 6-3-1) 可知：大部分浣衣池水溫常在 20 C-23.5 C 之間，較當時之自來水水溫高，惟福山宮浣衣池溫度因水脈受到破壞，水溫未能維持恆定狀態。
- (二) 從酸鹼度的比較折線圖分析 (圖 6-3-2)：浣衣池 pH 值接近 7，水質呈中性，和自來水相近。
- (三) 溶氧飽和度比較折線圖發現 (圖 6-3-3)：大部分浣衣池的溶氧飽和度在 90% 以上，比自來水數值高，除茨頂路、福山宮浣衣池在 41 至 46% 間，溶氧量較低外，表示二者水脈已遭破壞。

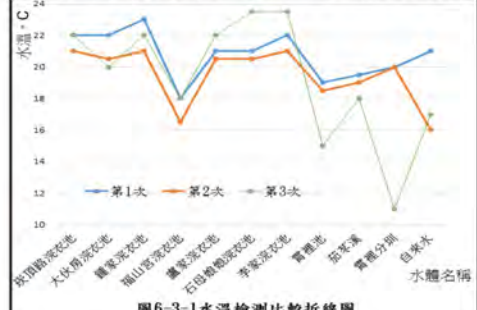


圖 6-3-1 水溫檢測比較折線圖

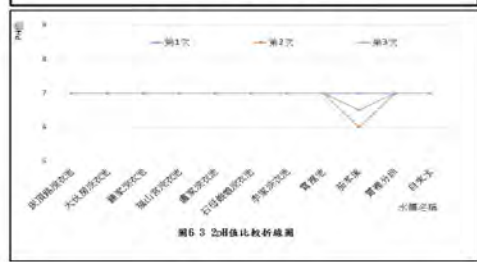
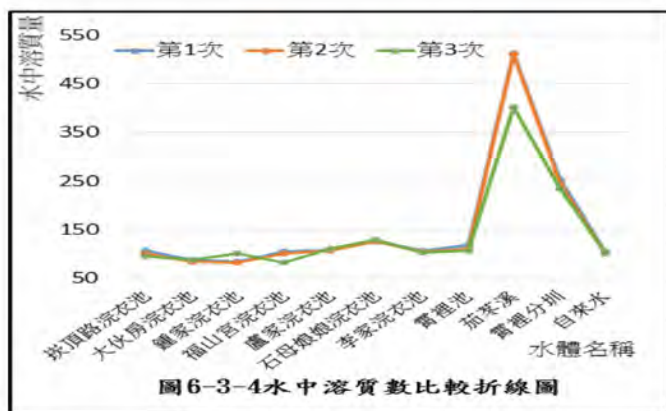
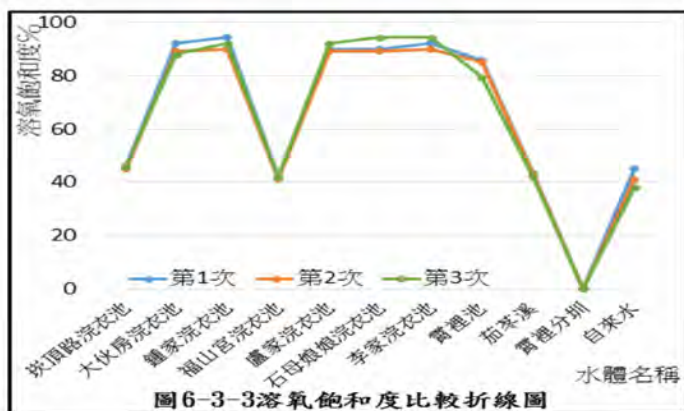


圖 6-3-2 pH 值比較折線圖



(四) 浣衣池水中溶質量從 TDS 參考數值分析中可知是適合飲用(圖 6-3-4)。

四、製作雨水滲透模型部分：

- (一) 依地調所提供的數值，以紅土層比礫石層以 2cm : 10cm 的比例製作模型。
- (二) 經過濾的水可變得較清澈，可將其運用在戶外水質之簡易過濾，淨化取得較乾淨的水(圖 6-4-1、6-4-2)。

柒、結論

- 一、目前竹霄地區的浣衣池尚有八池。從我們繪製出位置圖及高度變化圖，可發現浣衣池呈帶狀分布，且皆位於中壢台地與桃園台地間高低落差大的位置。
- 二、湧泉的成因是因中壢台地與桃園台地之間所造成的地勢高低位差，讓地下水沿破裂處冒出；運用連通管原理，可模擬竹霄地區的地下水脈及湧泉流出原理。
- 三、分析水體後，可發現：

- (一) 湧泉的溫度相對穩定，在任何天氣下，它幾乎保持恆溫狀態。
- (二) 浣衣池的水質相對於地面水體較為乾淨，經檢測發現其水質與自來水體相似，可用於飲用、洗滌之用途。
- (三) 福山宮、炭頂路水質溶氧量雖然比其它浣衣池低，但仍與自來水體相近，炭頂路浣衣池即使目視有懸浮物，在靜置後也皆能沉澱，取其上部水體亦能於洗滌的用途。

四、雨水滲透模型雖然只用紅土土壤、泥、礫石堆積而成，但從水質過濾的實驗測得的數據，發現它確實可達到過濾、淨化水質的效果。

參考資料：

- 一、陳文福(民 94)。台灣的地下水。台北縣：遠足文化事業股份有限公司。
- 二、黃國揚、黃雅雅(民 93)。我們都是喝井水長大的孩子——花嶼地下井水的探討。44 屆科學展覽比賽國小學生組地球科學組。取自 <http://science.ntsec.edu.tw/Science.aspx?cat=21&a=6821>
- 三、桃園中壢台地地理環境概述。取自地下水觀測網 <http://pcl83.hy.ntu.edu.tw/gwater/d6.php>
- 四、康鴻志(2015 年 06 月 12 日)。百年浣衣池水枯 居民抗議建商挖斷。中時電子報。取自 <http://www.chinatimes.com/newspapers/20150612000671-260107>

