

我們都是喝井水長大的孩子—花嶼地下井水的探討

壹、摘要

- 一、我們配合鄉土鄉環境教材「喝井水長大的孩子」與自然課「水的汙染和防制」學習活動，而進行地下井水的探討與研究。
- 二、花嶼目前有十八口井，多數為淺水井，水量不多，供社區全體居民飲用的水源僅一口在運作，因此我們會經常面臨用水不足的情況。
- 三、花嶼水井僅受到井底泥土，垃圾掉落及植物枝葉的影響，外在環境沒有重大的污染源。
- 四、地下水井的水質，會受到土壤及地下岩層及結構材料影響；花嶼地下井水大部分呈中性至微酸性；玄武岩或水泥構造的水井，水質呈微鹼性至鹼性。
- 五、花嶼社區的飲用水，經檢測總菌量及氯鹽量比一般水質標準高出很多，其它數值皆在適飲標準之內，儲水設備必須定期清理或加強改善淨水設施。
- 六、學校飲用水經逆滲透淨水器處理之後，水質確實達到安全飲用水標準。

貳、研究動機

「花嶼有廣闊的海洋，但沒有河流、湖泊；雨量稀少，因此也很難積水成湖。因此，居民自早即掘井取水飲用及農作物的灌溉。……從阿公、阿嬤到爸爸、媽媽到哥哥姐姐們，都是一群喝井水長大的小孩。」這是我們鄉土環境教材中一段內容的敘述，一直到現在，我們都還繼續喝井水。在六下自然課「地球是我們唯一的家」單元中，有「水的汙染和防制」的學習活動，我們就以從小喝到現在的井水為主題，進行花嶼地下井水的探討活動。

參、研究目的

- 一、調查花嶼水井的數量、蓄水量、分佈及結構。
- 二、簡易檢測花嶼水井的水質。

三、探討影響水質的原因。

四、比較花嶼井水與安全飲用水的差異。

肆、研究設備及器材：

一、基本測量器材：皮尺、取水桶、空瓶子(含消毒瓶)、繩索、釘樁、鉛筆、橡皮擦、數位相機、記錄簿。

二、檢測器材：石蕊試紙、酸鹼質測定器、顯微鏡、燒杯、滴管、鑷子、碘液。

三、其他：斑狀安山岩、流紋岩、板岩、玄武岩、水泥塊及各種土壤。

伍、研究過程、方法與結果

探討一：花嶼水井的數量、水量、分佈與結構

方法：野外調查及測量。

結果：

- 1、花嶼目前有 18 口井及一座蓄水塔，其中社區飲用水源水井有 2 口，灌溉有 7 口，灌溉及一般用水 1 口(學校用自來水水源)，一般用水 2 口，沒有使用的水井有 6 口，如附表一。
- 2、花嶼水井的分佈，除了飲用水的水井外，大部份都在社區中，四周都是住家及菜園，其中有 4 口井(1、2、3、12 號)五公尺內有居民養雞、鴨，如附表二。
- 3、花嶼水井除了飲用水水井為深水井(70 公尺)，其他都是淺水井，水量也不是很大(附表三)，與海的距離及海拔高度分佈如附圖一。
- 4、除了完全封閉的水井無法觀察外，花嶼大部份的水井井身都是以岩塊堆砌或全部都是水泥築成，如附表四。

附表一：花嶼島水井使用狀況一覽表

編號	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
使用狀況	灌溉用	灌溉用	灌溉用	灌溉和學校自來水水源	灌溉用	無使用	無使用	空井	無使用	社區自來水水源	灌溉用	灌溉用	灌溉用	一般用水	無使用	社區自來水水源	一般用水	空井	飲用水蓄水塔

附表二：花嶼島井水分佈一覽表

編號	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
分佈地點	花嶼村3號4號之間	學校樓梯盡頭右側	學校樓梯盡頭前方五公尺	學校後面的菜園	學校後面的菜園	燈塔下往垃圾場的路旁	天湖宮後面約50公尺的山坡	七號井後面約八十公尺的斜坡	花嶼蓄水塔東邊山坡下	學校和煙墩山的中間	花嶼村84之1號前10公尺	花嶼村95號旁	花嶼村92號旁	花嶼村53號前54之1號後	花嶼村71之1號旁	煙墩山下道路旁	發電廠後面	電信局後面約50公尺斜坡	花嶼島後山中間地帶
四週環境	住家、菜園、養雞寮	菜園、鴨寮	菜園、鴨寮、住家	菜園	菜園	銀合歡林	銀合歡林	低矮的草地	銀合歡林	低矮的草叢	空屋和菜園	菜園	住家、菜園	住家及道路	住家	草地及墓地	路旁及銀合歡林	銀河歡林	銀合歡林

附表三：花嶼島水井井深、水量測量一覽表

編號	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
井深(m)	4.4	6.4	6	7.2	8.9	11.8	26.4	11.4	—	70	12	5.7	—	7	—	70	—	14.7	4.2
水量(m ³)	1.9	3.2	2.2	4.4	3.6	4	5	0	—	—	4.2	0.4	—	2.7	—	—	—	0	14.0
備註								空井	密封	井口太小無法測量			密封		密封	井口全密封	井口全密封	空井	蓄水塔



花嶼目前的水井大部份已成為灌溉用水



在社區中的水井常做為一般洗滌之用



銀合歡林中的水井，都是沒有使用的水井



部份的水井與居民的飼養的鴨或雞寮很近

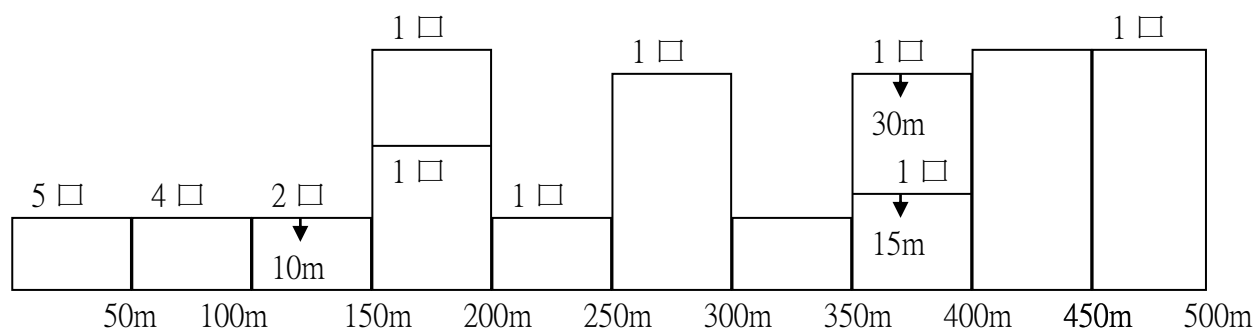


社區中的水井離海相當近



煙墩山下的飲用水井，遠離社區，井口封閉
不易受到污染，井深約 70 公尺，海拔高約
30 公尺。

附圖一：花嶼島水井與海距離、高度分佈圖



附表四：花嶼島水井結構記錄表

編號	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
結構	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	方柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	圓柱形	方柱形
建築材料	井口	水泥、無蓋	水泥、無蓋	水泥、半蓋	水泥、半蓋	水泥、無蓋	水泥、密封	水泥、無蓋	水泥、密封	水泥	水泥、半蓋	水泥、無蓋	水泥加鐵蓋	水泥、半蓋	水泥加木板蓋	水泥、密封	無蓋	水泥、無蓋	水泥加鐵蓋
	井身	岩塊堆疊	岩塊堆疊	各種岩塊堆疊	水泥	上半段是水泥，下半段是岩塊堆疊	水泥	井口只留出水口，無法觀察	井口密封，無法觀察	井口只留出水口，無法觀察	岩塊堆疊	岩塊	井口加鐵蓋及重物，無法觀察	岩塊堆疊	井口被板子及重物蓋住，無法觀察	井口密封，無法觀察	井口密封，無法觀察	石塊堆積及岩層	水泥
	井底與底質	岩層及碎石	碎石	碎石跟泥土	碎石	爛泥	泥土	泥土	泥土	泥土	岩塊	碎石跟泥土	岩層及碎石	岩層及碎石	岩層及碎石	岩層及碎石	碎石跟泥土	碎石跟泥土	水泥

探討二：花嶼水井水質的檢測

方法：野外觀察、採集與檢測

結果：我們除了進行野外觀察及基本測量之外，還採集樣本帶回學校進行檢測，如以下各項記錄：

- 1、花嶼的水井，受外在污染的程度不大，僅有一些底層的泥土、居民不慎掉落的垃圾及枝葉漂浮在水面。如附表五及附表六。
- 2、我們向澎湖水族館借了水質酸鹼質測定器，測量水質的酸鹼質，發現花嶼水井水質大部份都介於微酸性—中性—微鹼性之間，如附表七。
- 3、我們用學校的顯微鏡進行水中微生物的觀測，使用 40 至 150 倍的顯微鏡頭，經過數十次的反複觀察、篩選，僅發現二種可能的微生物，如附表八。

附表五：花嶼島水井水質觀察記錄表(一)

編號	01	02	03	04	05	06	10	11	12	14	19
水質概況及污染物	表面看起來有一層油油的。無臭味。	水質乾淨，無臭味。	水很乾淨，無臭味。	水質清澈，但表面有浮游的碎屑，無臭味。	表面有油脂和樹枝，無臭味。	水裡有很多浮游物和螞蟻屍體，無臭味。	水質乾淨，無臭味。	水井表面有垃圾，水中很多漂浮物及無臭味。	水井表面有垃圾，水中有很多漂浮物，無臭味。	水質清澈，無臭味。	水質清澈，無臭味。

附表六：花嶼島水井水質觀察記錄表(二)

編號	01	02	03	04	05	06	10	11	12	14	19
水質狀況（十天後）	有一些黃色的泥土沉澱、無臭味。	水很乾淨、無臭味。	有微量的黃色泥土沉澱、無臭味。	有微量的沉澱物、無臭味。	有微量的沉澱物、無臭味。	有一些黑色的沉澱物、無臭味。	有一層黃色的泥土沉澱、無臭味。	有微量的黃色泥土沉澱、無臭味。	有一層黃色的泥土沉澱、無臭味。	水很乾淨、無臭味。	水很乾淨、無臭味。



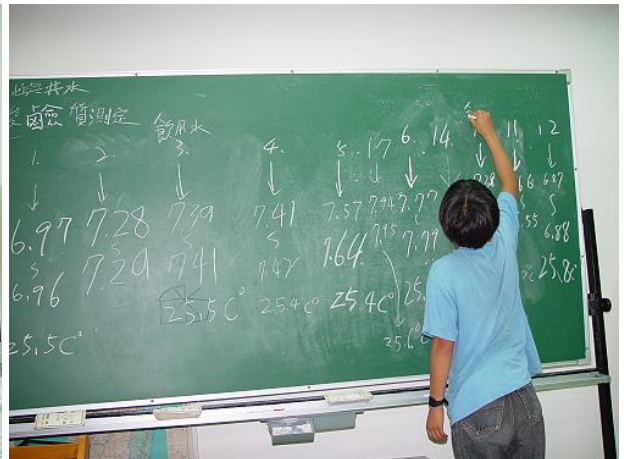
花嶼的水井大部份為淺水井



社區中的灌溉用水井口大部份都未封閉，因此較容易飄進植物枝葉或掉進人們使用的罐子或紙袋



我們使用水質測定器進行水質檢驗



我們將測量的結果先填寫在黑板上，以方便比較及討論



我們用顯微鏡進行水中生物的觀察

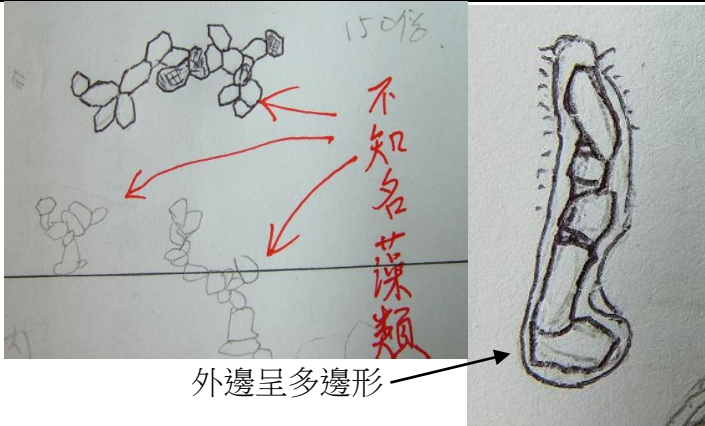
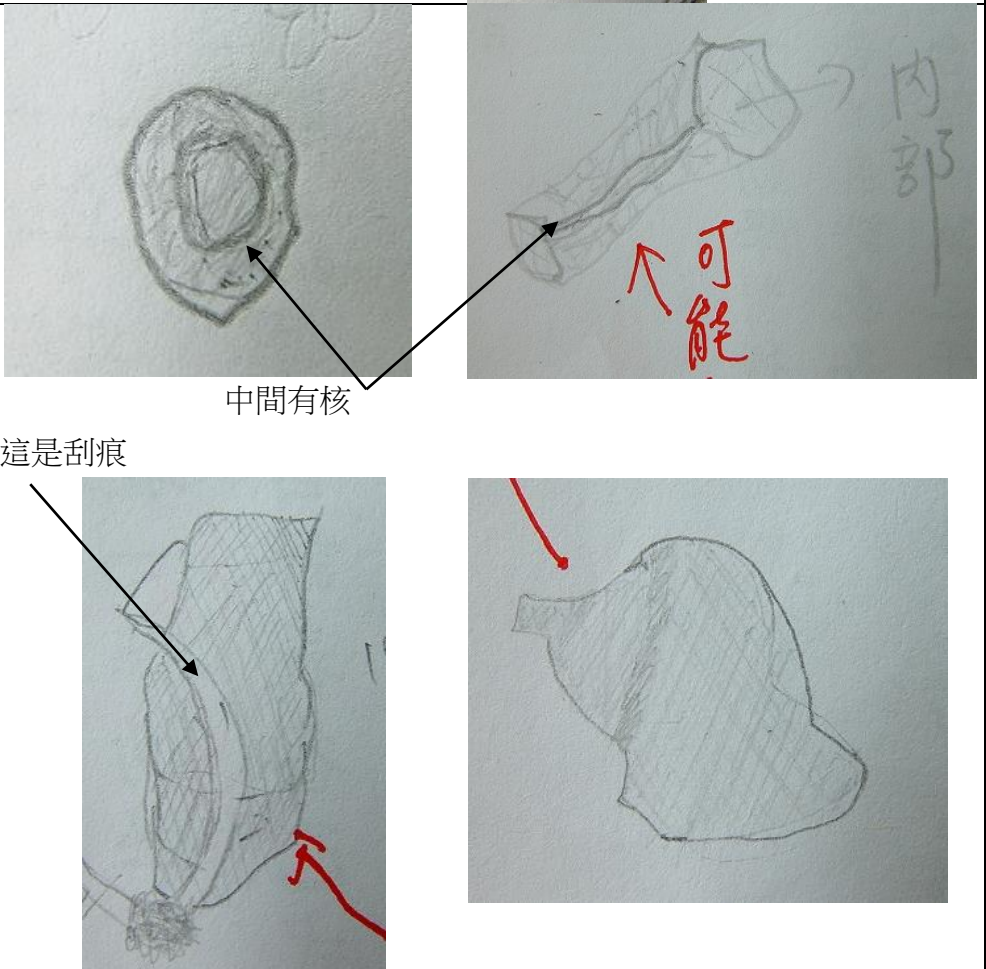


我們一邊觀察一邊練習把看到的微生物畫下來

附表七：花嶼井水酸鹼質測定一覽表

編號	01	02	03	04	05	06	10	11	12	14	19
酸 鹼 質	6.97	7.29	7.41	7.42	7.64	7.79	7.39	6.64	6.88	7.98	7.7
水 溫	25.5	25.6	25.5	25.4	25.4	25.6	27	25.7	25.8	25.7	25.8

附表八：花嶼島水井水中生物觀察記錄表

出現水井	微 生 物 形 態	
6 號井		
2 號井 4 號井 6 號井 12 號井 14 號井		

探討三：土壤跟水井的水質有關嗎？

雨水滲入地表裡或土壤中，形成地下水，再流入挖掘的井中聚集。因此，水經過土壤，會如何影響地下水呢？我們設計了以下的實驗活動：

方法：

- 1、我們採集六種不同地方的土壤各 1000 立方公分，放入底部鑽有六個小孔的礦泉水瓶，每種土壤再倒入 500cc 黑色的水，進行水滲透的實驗。
- 2、另外用 500 立方公分的土壤，放進裝有 2000 cc 水的小水族箱，觀察不同土壤對水的混濁度及酸鹼質鹼測。

結果：

- 1、不同的土壤會影響水滲透的速度、水量及水質，如附表九。

附表九：水滲透土壤實驗觀察記錄表

土壤 觀察項目	石英砂	田土	腐質土壤	野外紅土	草地土壤	灌叢土
土 壤 性 質	摸起來細細的，很多大約 1 至 2mm 石英顆粒。	泥土結成顆粒，一捏就碎。	土壤中有許多乾枯的樹枝和枝葉，裡面很多螞蟥，土壤鬆鬆的。	看起來成細粉末狀的。	土壤中很多植物的細根，摸起來細細的。	很多半風化的小石子，摸起來很硬。
滲 透 情 形	第四個滲透出水來，35 分鐘後，表面已乾涸，水很乾淨。	第二個滲透出水來，23 分鐘後，表面已乾涸，滲出來的水混濁。	第一個滲透出水來，是 6 分鐘，表面已乾涸，水是黑的。	第五個滲透出水來，61 分鐘後表面已經乾涸，表面有些薄薄的黑色土壤，滲出來的水很清澈。	最後滲出水來，過了 3 小時 20 分，水仍然沒完全滲透，表面還有約 1 公分高的黑色水，但滲透出來的水非常清澈。第二天觀察，表面的水乾掉了，表面有一層明顯的黑色土壤。	第三個滲透出水來，28 分鐘後，表面已乾涸，滲出來的水混濁。
滲 透 水 量	250cc	約 85 cc	約 245 cc	200 cc	140 cc	145 cc
備 註	1、我們將土壤層中含有很多石英顆粒的土壤稱為石英砂。 2、腐質土壤是路邊及銀合歡灌叢相接之區域土壤；灌叢土是銀合歡林底部，除去腐質的落葉後，挖掘的地下土壤。 3、水的滲透量是以土壤表面乾涸之後，計算流出瓶外的水量為準。					

- 2、不同的土壤會影響水的混濁度及酸鹼質，如附表十、附表十一。

附表十：土壤對水質混濁度影響實驗記錄表

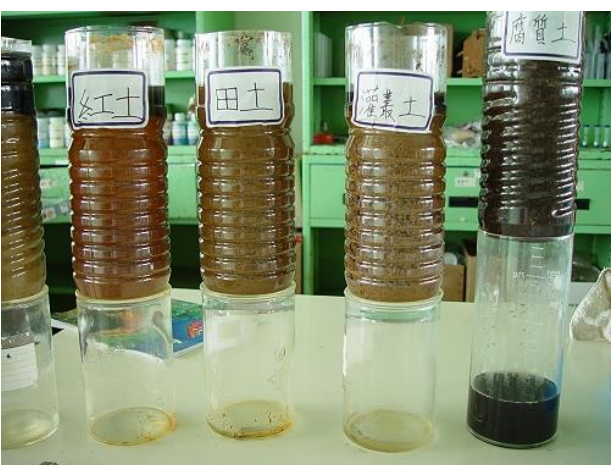
土壤性質	石英砂	田土	腐質土壤	野外紅土	草地土壤	灌叢土
第一天	清澈見底。	混濁。	表面浮著一層植物碎屑，水黃黃的。	清澈見底。	已經稍為見底。	混濁不見底。
第二天	清澈見底。	已經可以看到底，但表面看起來還不是很清澈。	表面浮著一層植物碎屑，水更黃。	清澈見底。	清澈見底。	混濁不見底。
第四天	非常清澈。	已經可以看到底，但表面有一些白白的物質	表面浮著一層植物碎屑，水更黃，有濃濃的霉味。	非常清澈。	非常清澈。	已經看到底，但是水面看起來白白的。
第六天	非常清澈。	已經可以看到底，但表面有一些白白的物質。	表面浮著一層植物碎屑，水很黃。	非常清澈。	非常清澈。	比前幾天清澈，表面還是看起來白白的。
第八天	非常清澈。	非常清澈。	表面浮著一層植物碎屑，水很黃。	非常清澈。	非常清澈。	很清澈，表面還是看起來有些白白的。
第十天	非常清澈。	非常清澈。	表面浮著一層植物碎屑，水很黃。	非常清澈。	非常清澈。	非常清澈。

附表十一：土壤對水酸鹼質影響記錄表

土壤性質	石英砂	田土	腐質土壤	野外紅土	草地土壤	灌叢土
第一天	6.12	7.75	6.53	6.53	7.58	7.32
第二天	6.57	7.92	6.56	6.50	7.65	7.34
第四天	5.59	7.79	6.58	6.23	7.43	7.29
第六天	6.02	7.91	6.88	6.25	7.73	7.43
第八天	6.19	7.98	7.32	6.27	7.81	7.44
備註	水的 PH 質是 6.8，每次取 150cc 做測量。					



我們在水井旁邊進行土壤的挖掘以進行實驗 我們在教室進行土壤的觀察並記錄在電腦中



我們以黑色墨水進行水滲透的實驗

不同的土壤會影響水滲透的快慢與水質



土壤會阻絕污染物進入地下使地下水澄清

不同的土壤也會影響土壤澄清的快慢，土壤中腐植物太多或受到污染不易澄清。

探討四：水的酸鹼質跟岩石層或建材的性質有關係嗎？

在去年我們進行「花嶼島走透透—從海底疑似古石牆遺跡的發現探討花嶼火山島的岩脈地形」的研究中，我們知道花嶼火山島與澎湖火山島群分別是安山岩及玄武岩所構成的火山島嶼。從我們的觀察及測量中，發現花嶼的水井大部份都是由岩層及岩塊堆疊（以安山岩及風化後的流紋岩為主）或少部份整個都是由水泥構成，岩層的性質及建材會影響水質嗎？我們做了以下的實驗。

方法：

- 1、取四種不相同的岩石及水泥塊各約 500 克，把它敲碎成每塊約一至兩公分，放入二公升的水中。
- 2、每隔一段時間取 150cc 的水，進行酸鹼質變化的測量。
- 3、每個樣本以水質酸鹼測定器量五分鐘，取三分鐘至五分鐘後所呈現的數值。

結果：如附表十二

附表十二：岩層與水井建築材料對水質影響實驗記錄表

樣本 酸鹼值 時間	斑狀 安山岩	風化 流紋岩	花嶼 板岩	玄武岩	水泥塊
一小時後	7.04	6.51	6.49	8.03	8.11
四小時後	7.31	6.53	6.44	8.13	8.87
第一天	7.43	6.62	6.55	8.03	8.55
第三天	7.41	6.88	6.55	8.26	8.93
第五天	7.32	6.92	6.59	8.03	8.84
第七天	7.42	7.07	6.60	8.49	8.18
備註	水為逆滲透淨水處理過的水 PH 為 6.8				



花嶼早期由岩塊堆砌而成圓柱形的水井，需要精巧的功力(灰綠色為安山岩，較黃色岩石為風化後的流紋岩，少部份為板岩)



現在的水井大部份都已由水泥構建而成



部分水井由岩層為底



玄武岩泡水後，紅色石蕊試紙會漸漸的變藍色



浸過水後板岩不會使紅色石蕊試紙變色



泡過水泥塊後，水會使紅色石蕊試短時間內就會變藍

探討五：花嶼飲用水的探討

打開水龍頭使用(如洗臉)花嶼的水，嘴唇沾到水的感覺一定是鹹鹹的，花嶼的水有多鹹？我們喝的水乾淨嗎？

方法：採樣、送環保局進行水質檢測

結果：我們取社區自來水水源井及蓄水塔、學校自來水水源井及蓄水池、一般家庭用的自來水、逆滲透淨水器處理過後的飲用水、灌溉用水井 2 口，進行採樣，送縣環保局進行水質檢測，結果如附表十三。

附表十三：花嶼島飲用水水質檢測一覽表

檢測項目 標準 採樣 數值	大腸桿菌數 6 CFU/100ml	總菌落數 100 CFU/ml	濁度 2 (NTU)	硝酸鹽氮 10.0 (mg/L)	硫酸鹽 250 (mg/L)	氯鹽 250 (mg/L)	硬度 400 (mg/L)	PH 值 6.0-8.5
10 號水井(飲用水水井源)	3	265	2.17	0.86	131	947	227	7.4
19 號花嶼自來水蓄水塔	13	85	1.45	0.81	130	859	235	7.6
4 號水井(學校用水水井)	ND	294	0.83	2.57	124	820	367	7.5
學校蓄水池	ND	TNTC	0.94	1.04	121	859	245	7.8
社區家庭用水	5	TNTC	1.12	0.86	124	864	240	7.3
學校飲用水(淨水處理後)	ND	1	0.03	1.22	2	78	1	7.6
2 號水井(灌溉用)	ND	TNTC	0.87	2.20	127	761	351	7.0
3 號水井(灌溉用)	ND	166	1.02	2.61	107	693	253	7.2
備註	1.ND 沒有發現 2. TNTC 數量太多無法計量							



花嶼目前的飲用水水源井井口大部份封住
僅留出水口因此較不易受污染



社區井水的蓄水塔



學校用水及飲水的蓄水池



學校飲用水經逆滲透淨水器處理後，飲水品質相當好，但濾芯的更換費用很貴。



花嶼的水井大部份都建築在低凹的地方



在斜坡上造井積水不易而形成空井

陸、討論

一、花嶼的水井分佈情形怎樣？

(一)花嶼的水井大部份都在社區中，可能是由於社區的位置比較低而平，容易聚集地下水，居民用水也比較方便，因此挖掘的水井也都很淺。在所有水井中，有兩口水井(8 號及 18 號井)，分別是在海拔高度約 20 公尺左右的斜坡上，井底乾枯無水。

(二)花嶼飲用水水井由於是井口封閉及井口狹小，我們無法實際測得井深，但經過訪問管理的阿伯得知，最初的井深是 70 米。而飲用水水井源原是兩口（10、16 號水井），目前僅抽用一口(10 號水井)，因此，因此比較起來，花嶼的飲用水位置雖然很高(海拔約 30 公尺上下)，但井身很深，因此蓄水量是所有水井中最多的。

(三)從我們的觀察與討論中，我們認為水井的挖掘地點與井深，會影響水井的蓄水容量，而斜坡地不適合開鑿水井。從附表三可以發現，井身越深，水井的蓄水量也越多。

二、花嶼的水井有很重大的水污染源嗎？

(一)根據我們的野外調查，花嶼水井的污染物極少，除底質的泥土及少許不小心掉落的垃圾外，花嶼的水井水質都很乾淨；大部份的灌溉水井沒有加上蓋子，所以也會有一些飄落的枝葉浮在水面上；而飲用水水井，遠離社區，不是密封或是井口狹小，因此受外在污染的影響幾乎是等於零。

(二)根據我們以顯微鏡的觀察，除發現一種似植物細胞(依形態我們判斷是一種藻類)及一種似動物細胞的微小生物外，並未發現水中有其他的微生物。

(三)由於我們觀察用的顯微鏡倍數不夠，所以只發現小部份的微小生物，從環保局的檢測資料中，花嶼的井水總菌落數很多到無法計量，因此，環保局給我們的建議是必須嚴禁生飲地下井水。

三、花嶼水井的水量夠用嗎？

雖然花嶼目前有 18 口井，但從附表一的記錄中得知至少三分之一的水井未使用。就我們可測量的水井中，花嶼目前的灌溉及一般用水總水量約為 31.6 立方公尺

，為 31600 公升；飲用水水井抽取之後，聚集到蓄水塔之後的水量為 14 立方公尺，為 14000 公升。以花嶼目前居住人口有 170 人來計(戶籍人數為 296 人)，每人每天以 2 公升飲用水來計，假如一直不下雨，不到兩個月就會缺水，假如再加上洗滌、沖澡之用，缺水時間會更提早。而根據我們的經驗，每年到了六月之後，會間斷的缺水，七八月時期的小管季節來臨，用水量更大，更是經常缺水。因此，如何節約用水，也是我們很重要的課題。

四、土壤會影響地下井水的水質嗎？

根據我們的實驗，土壤對水質會有以下的影響——

(一)在我們實驗中，由於水滲透到不同土壤中的時間不同，所以就以表面乾涸的時間來表示水已經完全滲透土壤中。我們發現，不同性質的土壤，會影響水滲透的速度及滲透瓶子外的水量，土壤越疏鬆或顆粒越大，水滲透出瓶外的時間較快。而較細或較粉狀的土壤，水滲透出瓶外的時間也越慢。但我們也發現滲透至瓶外的水量卻跟滲透速度，似乎沒有關係，我們認為可能跟土壤吸收水量多少的因素有關。如六種土壤中，石英砂可能因為土中含有很多堅硬的石英顆粒，不會吸收水份，所以滲透出來的水最多。

(二)土壤有過濾、阻絕污染物，淨化地下水的功能。我們發現疏鬆的腐質土壤，無法阻絕受污染的水，流出來的水是黑色的；而顆粒較大的田土、灌叢土，污染物雖然進入了土層中，流出來的水，雖然也是很混濁，但已不是黑色，已有過濾功能；而較細的紅土、草地土壤，表面乾涸之後，表面有一層黑色的土壤，流出來的水也非常的清澈乾淨，顯然阻絕了污染進入土壤深層，達到淨化水質的功能。

(三)土壤對水質的濁度會有影響，在我們的實驗中發現，野外的石英砂、紅土、草土，沒受到污染，所以水質清澈的很快；腐質土因為含有動、植物的殘骸，水一直都黃黃的；田土因為受到人為的耕作影響，灌叢土受到掉在地上腐質枝葉的影響，所以水清澈的非常慢，表面一直會有白白的物質，一直到第十天才消除。

(四)土壤會影響水的酸鹼質，花嶼的地下水，根據我們實驗的結果，假如僅以土壤的影響來看，會呈酸性或中性。

五、岩層及水井建材會影響水質嗎？

(一)花嶼水井結構以花嶼的安山岩、流紋岩或水泥建築而成，而早期以岩塊堆疊成

圓柱的井身，結構緊密堅固，沒有任何垮落的情形，我們真佩服這些造井的師父，也希望這些水井，能完整的保存，成為花嶼未來的一項文化資產。

(二)根據我們的實驗結果，水質的酸鹼(PH)質會受到底質岩層的影響。在等量的水中，花嶼的安山岩、流紋岩及板岩，呈中性至微酸性的反應，馬公的玄武岩，浸入水泥塊的水中，水都一直呈鹼性反應，我們把紅色石蕊試紙浸入當中，一段時間後，顏色會明顯的變藍色。因此，我們認為花嶼水井的水質應介於中性至微酸之間，但由受到水泥建材的影響，而會使部份偏微鹼性(如蓄水塔及學校蓄水池)；馬公地區的井水在以玄武岩為底或以水泥為材料的水井，水質酸鹼值應會呈微鹼性至鹼性反應。

(三)根據縣環保局四月份（於 93.05.04、93.06.14 日公布，資料如附表十四）對馬公本島各中小學自來水抽測結果，在 27 所受測學校中，自來水的水質幾乎都呈鹼性反應，與我們實驗後的推測結果相當吻合。

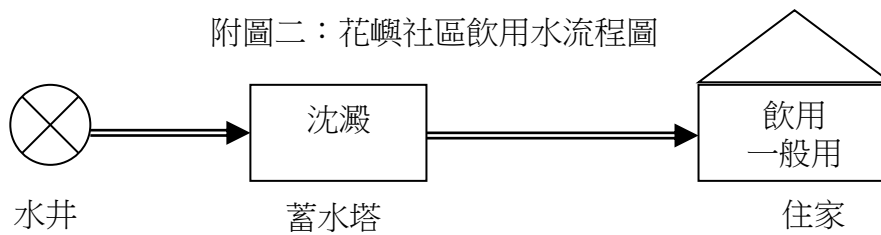
附表十四： 93 年度四月份馬公地區國中小學自來水抽驗結果一覽表

稽查日期	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/9	4/9	4/9	4/9
單位名稱	風櫃國小	嵵裡國小	五德國小	澎南國小	山水國小	興仁國小	中正國小	石泉國小	中山國小	文澳國小	文光國中	中興國小	東衛國小	馬公國中	馬公國小	中正國小
P H	7.9	8.0	7.8	8.4	8.3	8.4	8.1	8.3	8.1	7.8	8.2	8.1	8.1	8.5	8.1	8.3
稽查日期	4/22	4/22	5/11	5/11	5/11	5/11	5/11	5/19	5/19	5/19	5/19					
單位名稱	吉貝國小	吉貝國中	外垵國小	內垵國小	赤馬國小	池東國小	西嶼國中	大池國小	竹灣國小	小門國小	合橫國小	以下空白				
P H	8.0	7.9	7.6	8.1	7.8	8.2	8.0	7.4	7.7	8.2	7.7					

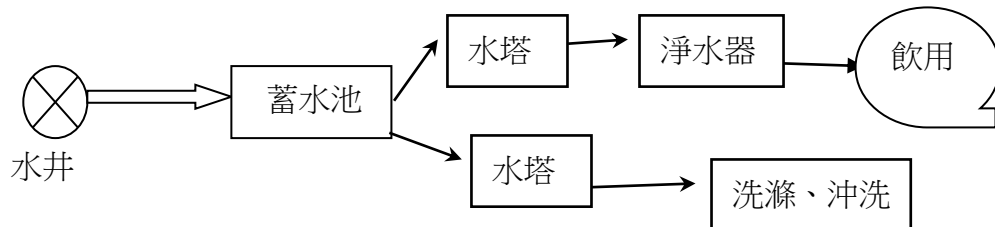
五、花嶼的飲用水乾淨嗎？會不會飲響到人體的健康？

(一)社區的飲用水，從自來水水源井抽取之後，集中於蓄水塔，根據我們的實地觀察，水質沒有經過任何的淨水處理，就直接的流通至住家使用，流程如下附圖二，學校的飲用水流程如下附圖三：

附圖二：花嶼社區飲用水流程圖



附圖三：學校飲用水流程圖



(二)水質的檢測項目很多，但就我們的居住的環境來看，沒有重大的水質污染源(如重金屬、農藥)，因此，我們送環保局的檢測的樣本，僅就適飲度的項目進行檢測，從附表十五的檢定結果分析來看：

- 1、就大腸桿菌來說，除花嶼的飲用蓄水塔高出標準值外，其它的樣本都在標準值內。水中有大腸桿菌，就表示水中會伴隨其他的致病的細菌。
- 2、總菌落數為評估水質消毒效率的要項，除淨水器及花嶼蓄水塔外，花嶼的井水總菌落數都非常多，多到無法計量。環保局認為，可能是水井本身或是水管老舊及蓄水池沒有清洗有關。根據我們的訪問，花嶼的蓄水塔平均半年才清洗一次，或是雨下太多水質過於混濁才隨時放水清洗。老舊水管可能一時無法處理，但蓄水塔的定期清洗卻是可行的。本次檢測，學校的蓄水池總菌落數也多到無法計量，雖然我們都沒有直接使用或飲用，但也應該經常清洗比較安全。
- 3、就濁度來看，社區飲用水源井高出標準一些，經蓄水塔到家用自來水之後，其值都仍在標準之下。就我們觀察的情形來看，花嶼的井水水質也都很清澈。
- 4、就酸鹼（PH）質來看，花嶼的飲用水都在適飲標準之內，與我們自行測定各井水的數值相去不遠。
- 5、就含氯鹽量來講，幾乎所有的水井、蓄水塔的數值，都高於標準值三至四倍上下。含氯鹽量這麼高，可能跟雨量稀少與花嶼面積小(1.47 平方公里)，受到四週海水水氣滲透的影響。根據環保署飲用水水質對人體健康影響及標準

中提到：「飲水中氯鹽應不致對人體產生不良影響，但由於鈉鹽通常伴隨著氯鹽同時出現，對於少數必須嚴格控制食物鹽份之慢性病患，『如心臟病、腎臟病患』，需另行考量其影響性。」，以花嶼含高氯鹽量的飲用水來看，島上居民長期的飲用，對身體影響，有必要進行追蹤探討。

6、就硬度來說，數值依目前的標準都在適飲標準值之下，但依環保署將於九十四年實施的新標準來看(150mg/L)，花嶼飲用水的硬度都將超過。根據環保署飲用水水質對人體健康影響及標準中提到：「硬度過高的飲用水與泌尿系統結石疾病間之相關性尚無法確定……水中硬度太低，會加速管線腐蝕作用，而太高時（超過 200mg/L），可能在加熱過程中會形成鍋垢或水垢。」花嶼的水硬度都超過 200mg/L，我們自然教室的燒杯或器皿，都附著有白色粉末，一定就是水質硬度的關係。

7、就硫酸鹽來說，每個水井數值都在標準值之內，因此也不至於發生下痢等影響身體健康的情形。

8、就硝酸鹽氮來說，每個水樣數值都在標準值之內，因而對人體也不會造成中毒的傷害。

(三)根據檢測結果，學校的逆滲透淨水處理器流出的水，水質確實比一般自來水適中，適合任何人飲用。但根據訪問工友阿婆得知每個系統中的濾芯都相當昂貴(如活性碳更換都要上萬元)，因此，我們更應該珍惜使用這些昂貴的水。

柒、結論與心得

一、花嶼的水井有十八座之多，但由於大部份水井深度淺，蓄水量不多，再加上未使用或無法使用的水井就有三分之一左右，因此，我們也會經常面臨用水不足的情況，我們應該珍惜僅有的地下水資源，節約不浪費。

二、花嶼的地下井水，沒有重大的外在污染源，因此水質都很清澈。而井水會因為土壤及岩層與建構材料的因素影響到水質。根據我們研究的結果，花嶼地下井水呈中性至微酸性，受到水泥材料的影響，而使部份水井偏向微鹼性；馬公地區由玄武岩熔岩所構成，地下井水在水泥蓄水塔貯存之後，水質會呈微鹼性至鹼性反應。

三、花嶼飲用水都是抽取地下井水，因此，檢測結果，含菌量及氯鹽量相當高，對社區居民來說，尚未出現對身體直接引起病痛的案例，但長期飲用的結果，值得探究。學校的飲用水經逆滲透淨水器處理後，非常的適合飲用；但回家後，我們還是使用含菌量及含氯鹽量很高的自來水，雖然已經很習慣，但我們認為，社區自來水還是應加強淨化處理設備或蓄水塔的清洗時間應縮短至少每月定期處理一次)，使社區居民也能飲用合乎安全的飲用水。

四、進行花嶼地下井水的探討與研究活動，我們可說應用了六年來所學的各项能力，如水量的探討利用了數學容量計算、水中微生物的觀察，再次操作了顯微鏡，水井建築材料的探討，又延續了去年我們對島上岩石與礦物的研究成果；另外，我們也學習應用了新的檢測器材—水質檢測器等。由這次的探討活動，讓我們體會到科學研究活動是一種跨科目的學習活動，必須利用各種學科能力或科技技術，而外在人力或物力的支援與協助也很重要；本次的探討研究活動，非常感謝澎湖水族館指導並出借器材(水質檢測器)的使用；縣環保指導我們如何採樣、替本校進行水質檢測、提供我們參考資料，使得我們的研究活動能順利完成。

捌、參考資料

一、國民小學自然科第十二冊第五單元 康軒文教事業有限公司 第 72、73 頁。

二、黃國揚 2004.01 花馨島嶼 澎湖縣望安鄉花嶼國民小學 第 25.26 頁。

三、黃國揚 2004.01 花馨島嶼 澎湖縣望安鄉花嶼國民小學 第 30、40 頁。

四、環保署「安全飲用水」網站 <http://www.epa.gov.tw/j/drinkwater/safewater/index.html>。



我們自製井水深度測量尺



我們在野外一邊測量並詳細進行紙筆記錄



我們根據參考書籍編寫我們的報告



我們根據記錄表進行討論



在觀察中我們疑惑都會請老師協助



YA！我們又完成了一次主題研究活動