

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 地球科學科

最佳(鄉土)教材獎

030511

金門地區重要湖泊水質調查與研究

學校名稱：金門縣立金城國民中學

作者： 國二 董仲凱 國二 陳立	指導老師： 許績川 葉淑貞
------------------------	---------------------

關鍵詞：酸鹼度、溶氧量、濁度

金門地區重要湖泊水質調查與研究

摘要

昔日，金門的水，成就了聞名中外的高粱酒，在池塘，小河，或湖中悠遊，戲水，摸魚蝦貝類是金門人兒時最美好的回憶，近年來，金門的水，是否依然甜美甘醇，望著浯江溪，山外溪、金沙溪那一幕幕不堪入目的景色，令人懷疑，它呈現的是又臭又髒的汙水，和幾株早已枯萎的雜草，以及一股嗆鼻的臭味，也許金門在變，在轉形，隨時代巨輪往前進，人們為了個人的享受而糟蹋美好的水源；我們很想知道現今金門的水，作為飲用水，灌溉水，生活用水，而後變成的放流水，其中變化有都嚴重？希望透過實地觀察與實驗，更清楚認識金門湖泊的水質。

壹、研究動機

通常我們在湖邊遊玩、戲水的時候，不太會想知道這是個什麼樣湖泊？水質是好？是壞？在我們的課程裡，有學過關於水質的相關知識，我們想研究探討金門居民賴以為生湖泊水質的狀況，這樣來對我們村前、村後的湖泊會有更深層的了解。

另外我們希望藉由這次的探索，引起大家對金門地區湖泊水質的重視，金門湖泊大致說來，多是屬於人工湖泊，例如:金門西北角的「慈湖」，建於民國五十九年長城部隊建造，位於金門東南處的「太湖」，建於民國五十六年，以及位於東北角的「榮湖」，則於民國六十三年，由當時守備師虎嘯部隊建造完成，地區有很多民生用水湖泊都是年代蠻久，既然經歷這麼久的時間，那現今的水質是如何呢?在金門很少有過地區湖泊水質報導，身為金門的一份子，生於思，長於思，我們應為金門盡一點微薄之力，這也是我們之所以會選擇金門地區重要湖泊水質調查與研究的主要原因。

貳、研究目的

- 一、測量湖泊水得酸鹼度『pH 值』
- 二、檢測各地區湖泊水質的溶氧的情形
- 三、測定湖泊水的透明度和水色情形
- 四、檢測湖泊水的鹽度及濁度和生物密度
- 五、比較金門各個地區之湖泊水質及優缺點

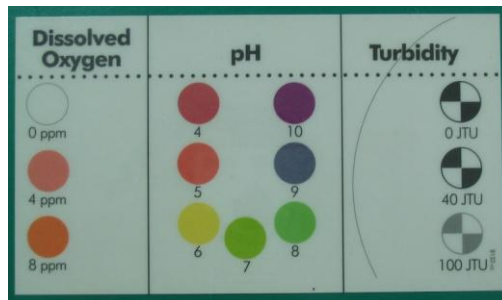
參、研究設備與器材

器材：塑膠水桶、25M 童軍繩、白色廣口瓶、圓形玻璃小試管、10ml 長試管、溫度計、廣用試紙、比色卡、記錄表、數位相機。

藥劑：溶氧測試錠、pH 值測試錠、數位溶氧飽和度。

肆、研究過程與方法

本次研究採用美國清潔水基金會所製作的水質監測組，監測項目包括溶氧量、酸鹼值、溫度與混濁度等理化方式測定，以及觀察水生動植物。既是適合我們國中生的簡易操作，也是一般測量水質時的重要項目。



比色卡（溶氧、酸鹼值、濁度）

一、溶氧（Dissolved Oxygen，DO）

1. 溶氧是指溶解於水中的氧氣量，一般以 mg/L 或 ppm 表示。
2. 氧氣對於一條河川的健康是很重要的，水中大部分的植物和動物需要氧氣才能生存。一條河流若含有適當的氧氣量，則會有很多各式各樣的生物生存在裡面，表示這條河流是健康的。若水中的溶氧降低，可能使河川中的生物種類及數量減少，且原本需要乾淨水域的生物，會逐漸被少數能生活在低溶氧量的生物（如一些蠕蟲和蒼蠅的幼蟲）所取代。一般來說，河川的溶氧若低於 3.0mg/L 時，對大多數的魚類不利甚至會死亡，只剩吳郭魚，這種耐污染的魚類能生存。
3. 溶氧飽和度（%）：從溶氧飽和度對照表中找出水樣的溫度，比對到最上方的溶氧量，此時表中溶氧與溫度欄交叉處即為水樣的溶氧飽和度。

二、水溫（Temperature）

1. 水溫代表水的冷熱程度，實驗採用攝氏溫標（ $^{\circ}\text{C}$ ）。
2. 溫度會影響水的密度、黏性等物理特性，且溫度與水中溶氧（DO）有密切關聯，因為它會加速水中生物的活動速率及呼吸作用，使耗氧的生物死亡，影響一個湖泊的健康。

三、酸鹼性（pH 值）

1. pH 值代表的是水中氫離子(H^+)濃度多寡的指標，它可以告訴我們水質是酸性、中性或鹼性。
2. 河川水中的酸鹼性也是決定水中生物生態的重要因素之一，很多水生植物只能生長在某一特定的酸鹼值內，太酸或太鹼的水域並不適合大多數的生物生存。
3. 自然界的水，pH 值大多介於 6.5~8.5 之間，但環境中很多的原因都會造成水域酸鹼值的變異，例如岩石中的鹽類溶於水中、空氣污染所造成酸雨、及工廠或家庭所排放的廢水都會改變河水的酸鹼值。

四、濁度（Turbidity）

1. 濁度是指水中含有一些懸浮固體的量，如沙子、藻類、浮游生物或微生物等。
2. 測定時使用光線散射原理來判斷水樣的混濁程度，我們所採用的濁度定量單位為傑克生濁度單位（Jackson' Turbidity Unit, JTU）。
3. 濁度會影響河川的溫度以及水生動物生存所需的環境，故測定濁度亦甚為重要。

五、生物指標—除了以上的理化測定方法，生物指標也是判斷水質優劣的重要項目。

1. 我們人本身有些直覺也可以直接判斷河川的污染程度，例如：水的清澈程度、水的味道或河川直覺都可以幫助我們很快的判斷河川是否健康，而決定是否願意親近這條河川或是去碰觸河水。不過這是個人主觀的感受，會因人而異。
2. 水中的生命更是最好的河川健康指標，因為他們長期生存在水中，例如：魚類、溪蝦、螃蟹，甚至水生昆蟲更是精準的指標，因為他們對河川的環境水質很敏感，對生長環境很挑剔，有些僅能在特定的水質中生存者，便是指標性生物。
3. 從生物種類的多寡也是很好的指標，通常較佳的水質其生物歧異度會較高，反之，水質越惡劣，水中通常僅剩吳郭魚和一些紅蟲的蹤跡，而其他種類極少，生物歧異度低。



金門地區河川湖泊水系分佈圖

表一、溶氧飽和度（%）對照表

	溶氧 (ppm)			
	0 (ppm)	4 (ppm)	8 (ppm)	
溫度 (°C)	2	0	29	58
	4	0	31	61
	6	0	32	64
	8	0	34	68
	10	0	35	71
	12	0	37	74
	14	0	39	78
	16	0	41	81
	18	0	42	84
	20	0	44	88
	22	0	46	92
	24	0	48	95
	26	0	49	99
	28	0	51	*102
	30	0	53	*106
	32	0	55	*109
	34	0	57	*113
36	0	59	*116	
38	0	60	*120	
40	0	62	*123	

* 一般而言，溶氧飽和度不會大於 100%，除非有過度曝氣或水中藻類生長旺盛，光合作用較強。

實驗步驟

(一)、採水

- 1.利用童軍繩繫住水桶拋入河川湖泊中取水，採水點應盡量在水域中央，或至少必須遠離岸邊，避免岸邊的垃圾或雜物影響水質檢測數據。
- 2.取水採水動作迅速，水樣採集後馬上在現場進行檢測分析，以保持河水原來特性。

(二)、溫度、鹽度測定

- 1.將溫度計放置於水面下 20cm 處維持約 1 分鐘
- 2.自水中取出溫度計，讀取溫度，並將所測溫度填在記錄表上。
- 3.利用日製鹽度計直接取水，在目鏡上直接讀出數據，記錄在記錄表上。
- 4.鹽度（以 S 表示，Salinity）是指水中內鹽的含量。在陸地上，鹽度習慣以千分之一（ppt）表示。

(三)、溶氧測定

- 1.將圓形玻璃小試管完全浸入水樣中取水，保持水樣滿至試管的頂端。
- 2.在小試管中放入 2 顆溶氧測試錠，當藥片加入後，水樣將會溢出試管。

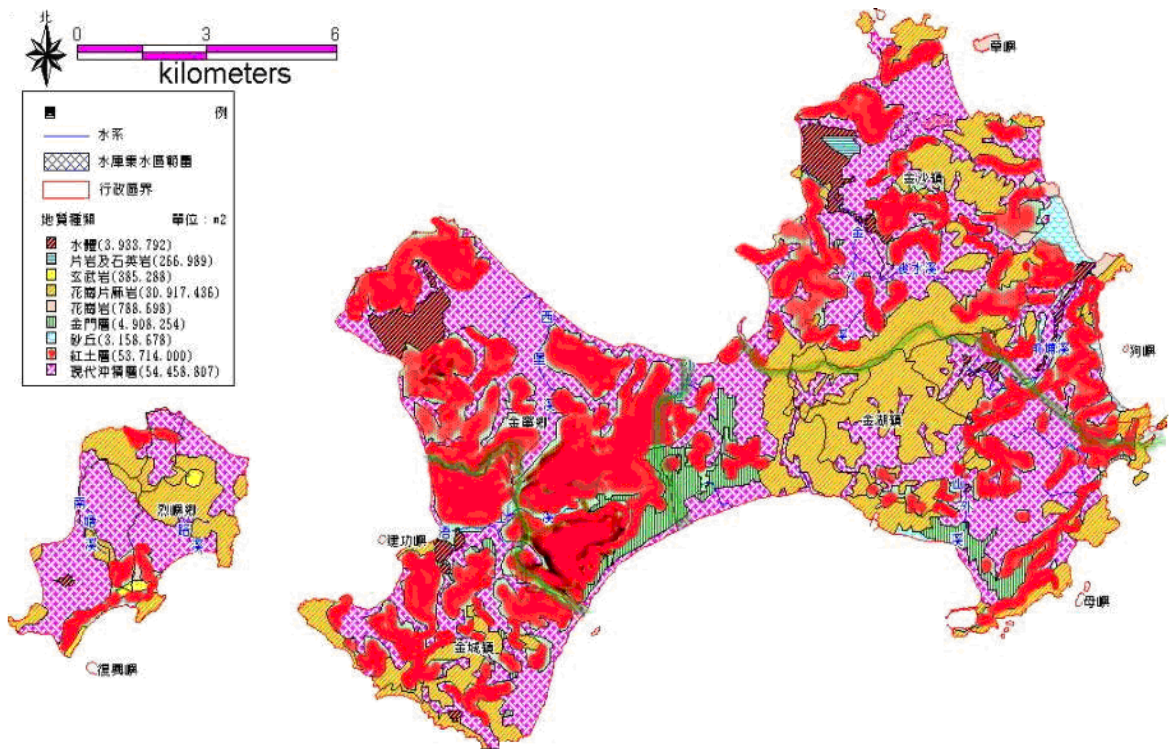
- 3.旋緊試管蓋，並確定試管中無氣泡殘留。
- 4.反覆上下搖晃試管，直到藥片完全溶解之後，靜置 5 分鐘等待水樣顏色變化。
- 5.利用溶氧色卡比對水樣的顏色，並以 ppm 為單位記錄所得之溶氧值。
- 6.利用電子數位溶容氧量檢測儀量取各湖泊水之容氧量，直接記錄。

(四)、pH 值試驗

- 1.將 10 ml 的試管浸入水桶中裝滿水樣。
- 2.放入 1 顆 pH 檢測試錠。
- 3.旋緊試管蓋，反覆上下搖晃直到藥片完全溶解。
- 4.比對水樣與 pH 色卡上的顏色，並做記錄。
- 5.利用 pH 電子數位儀測試水質的酸鹼度。

(五)、濁度試驗

- 1.將沙奇盤(Secchi disk)圖示標籤黏貼於白色廣口瓶的內側底部。
- 2.將水樣注入廣口瓶，並與外側所標示的水位線等高。
- 3.將濁度色卡置於瓶口邊緣，朝廣口瓶底部觀察。
- 4.比較瓶底沙奇盤標籤與色卡後，將水樣濁度以 JTU 為單位記錄下來。



金門地區土質分佈圖

水質監測紀錄表

一、監測地基本資料							
(1) 監測日期：____年____月____日							
(2) 監測時間： <input type="checkbox"/> 上午 <input type="checkbox"/> 下午 ____時____分							
(3) 監測地點：							
A. 監測河川(湖泊)名稱：_____							
B. 實際監測地點：_____							
C. 監測水體類別： <input type="checkbox"/> 溪流、河川 <input type="checkbox"/> 池塘、湖泊 <input type="checkbox"/> 水庫							
(4) 天氣情況： <input type="checkbox"/> 晴朗炎熱 <input type="checkbox"/> 晴時多雲 <input type="checkbox"/> 陰天 <input type="checkbox"/> 雨天							
(5) 降雨情況： <input type="checkbox"/> 沒有 <input type="checkbox"/> 零星 <input type="checkbox"/> 小雨 <input type="checkbox"/> 中度 <input type="checkbox"/> 大雨							
降雨時間： <input type="checkbox"/> 陣雨 <input type="checkbox"/> 半天 <input type="checkbox"/> 一天 <input type="checkbox"/> 兩天 <input type="checkbox"/> 兩天以上							
(6) 河川湖泊所在地土地利用情況： <input type="checkbox"/> 軍營 <input type="checkbox"/> 鄉村 <input type="checkbox"/> 市郊 <input type="checkbox"/> 都市							
(7) 監測地點周圍環境情形：							
<input type="checkbox"/> 森林 <input type="checkbox"/> 荒地 <input type="checkbox"/> 農田 <input type="checkbox"/> 養殖 <input type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 公園 <input type="checkbox"/> 軍營 <input type="checkbox"/> 學校							
(8) 河岸(湖岸)狀況： <input type="checkbox"/> 由 砂、石、土自然形成的河岸							
<input type="checkbox"/> 高度人工整治的河岸 <input type="checkbox"/> 低度人工整治的河岸							
(9) 植物生態：							
<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 岸邊有葦草 <input type="checkbox"/> 水面有布袋蓮 <input type="checkbox"/> 水面有浮萍 <input type="checkbox"/> 水中有水草							
<input type="checkbox"/> 其它_____							
(10) 對水邊的感受：							
<input type="checkbox"/> 舒適 <input type="checkbox"/> 即不想接觸 <input type="checkbox"/> 沒有特別感受 <input type="checkbox"/> 護堤太陡不能接近河川							
(11) 備註：							
二、監測數據資料							
樣品編號	水樣外觀	水樣顏色	水 溫 ($^{\circ}\text{C}$)	溶 氧 (mg/L)	酸鹼值 (pH 值)	濁 度 (JTU)	備註
三、生物記錄：							
四、相片編號：							

伍、研究結果：

經過好幾週來實地走訪，對金門地區各主要湖泊進行水質觀察，彙整記錄如下：

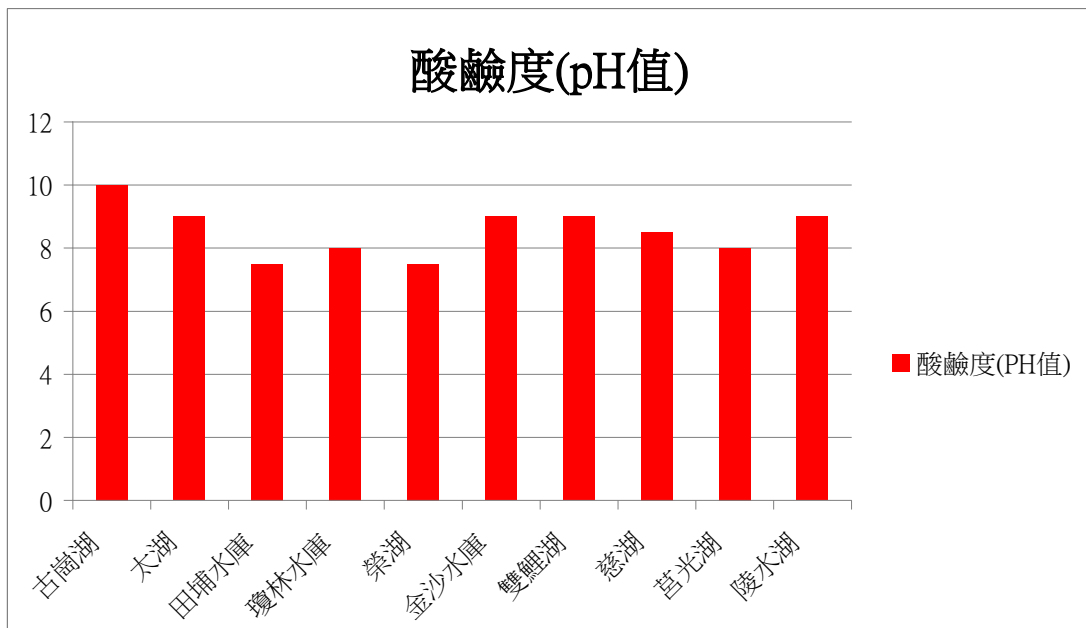
表一、水質監測結果統計表

湖泊名稱	水樣外觀	水樣顏色	水溫 (°C)	溶氧 (mg/L)	酸鹼值 (pH 值)	濁度 (JTU)
古崗湖	混濁	淺綠色	21.0°C	8.6	pH=10	大於 40 JTU
太湖	混濁	淺綠色	21.5°C	8.9	pH=9.0	小於 40 JTU
田埔水庫	稍混濁	淺綠色	23.5°C	8.3	pH=7.5	小於 40 JTU
瓊林水庫	稍混濁	淺綠色	22.5°C	7.9	pH=8.0	大於 40 JTU
榮湖	混濁	綠色	22.0°C	4.3	pH=7.5	大於 100 JTU
金沙水庫	混濁	綠色	23.0°C	8.6	pH=9.0	大於 40 JTU
雙鯉湖	混濁	深綠色	23.0°C	9.2	pH=9.0	大於 100 JTU
慈湖	極清澈	黃色	22.0°C	9.8	pH=8.5	小於 40 JTU
莒光湖	清澈	黃色	23.0°C	6.3	pH=8.0	小於 40 JTU
陵水湖	稍混濁	黃綠色	24.5°C	8.9	pH=9.0	大於 100 JTU

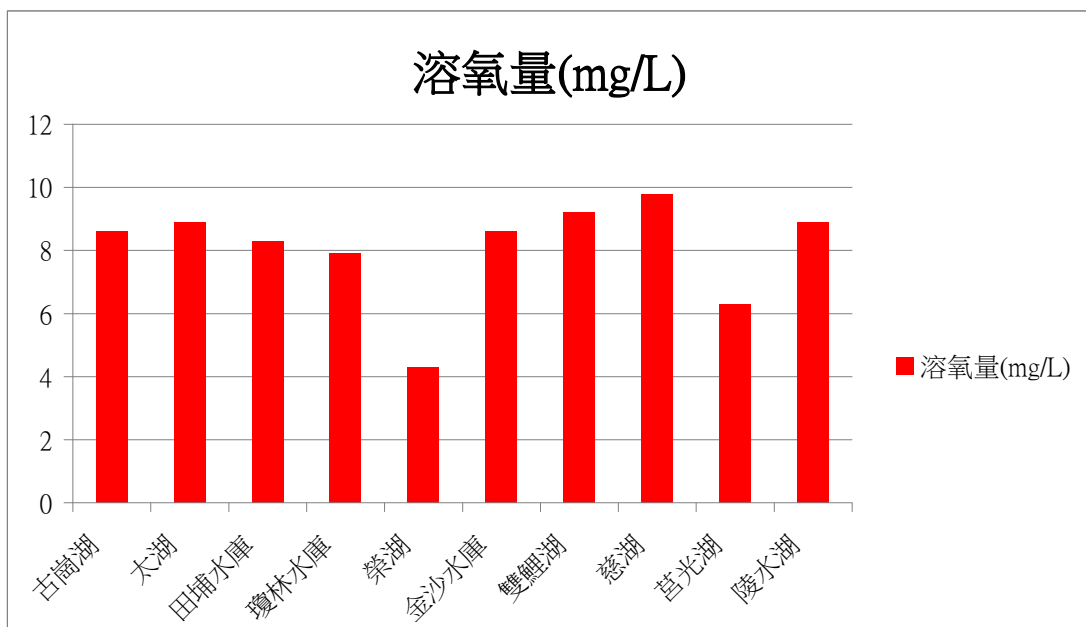
因測量時間不同 天候也不同，以致水溫度差異蠻大。

表二、各湖泊水的酸鹼度與溫度及鹽度

湖泊名稱	酸鹼度	溫度	鹽度‰
古崗湖	pH=10	21.0°C	0
太湖	pH=9.0	21.5°C	0
田埔水庫	pH=7.5	23.5°C	0
瓊林水庫	pH=8.0	22.5°C	0
榮湖	pH=7.5	22.0°C	0
金沙水庫	pH=9.0	23.0°C	0
雙鯉湖	pH=9.0	23.0°C	0
慈湖	pH=8.5	22.0°C	32
莒光湖	pH=8.0	23.0°C	33
陵水湖	pH=9.0	24.5°C	0



圖一：各湖泊水的酸鹼度



圖二：各湖泊水的溶氧量

表三、溶氧量的測定：各湖泊水的溶氧量

湖水名稱	溶氧量 (mg/L)	溫度
古崗湖	8.6	21.0°C
太湖	8.9	21.5°C
田埔水庫	8.3	23.5°C
瓊林水庫	7.9	22.5°C
榮湖	4.3	22.0°C
金沙水庫	8.6	23.0°C
雙鯉湖	9.2	23.0°C
慈湖	9.8	22.0°C
莒光湖	6.3	23.0°C
陵水湖	8.9	24.5°C

表四、各湖泊水水色及混濁度和透明度的測定：

水色:由深綠色→淺綠色

濁度:由混濁度高→混濁度低

透明度:由透明度高→透明度低

湖水名稱	水色	水色混濁度	濁度(JTU)
古崗湖	淺綠色	混濁	大於 40 JTU
太湖	淺綠色	混濁	小於 40 JTU
田埔水庫	淺綠色	稍混濁	小於 40 JTU
瓊林水庫	淺綠色	稍混濁	大於 40 JTU
榮湖	綠色	混濁	大於 100 JTU
金沙水庫	綠色	混濁	大於 100 JTU
雙鯉湖	深綠色	混濁	大於 100 JTU
慈湖	黃色	極清澈	小於 40 JTU
莒光湖	黃色	清澈	小於 40 JTU
陵水湖	黃綠色	稍混濁	大於 100 JTU

金城鎮-古崗湖 001



(1) 取水



(2) pH = 10



(3) 數位溶氧量 8.6(mg/L)



(4) 水溫 = 21°C



(5) 溶氧量 4 ppm



(6) 水色混濁 > 40 JT U

金湖鎮-太湖 002



(1) 取水



(2) pH = 9



(3) 數位溶氧量 8.9(mg/L)



(4) 水溫 = 21.5°C



(5) 溶氧量 4 ppm



(6) 水色混濁 < 40 JT U



(7) 再不同區域取水



(8) 繕寫記錄



(9) 鹽度測試 0 ‰

金湖鎮-田埔水庫 003



(1) 取水



(2) pH = 7.5



(3) 數位溶氧量 8.3(mg/L)



(4) 水溫 = 23.5°C



(5) 溶氧量 4 ppm



(6) 水色混濁 < 40 JTU

金湖鎮-瓊林水庫 004



(1) 取水



(2) pH = 8



(3) 水桶內容氧量 7.7(mg/L)



(4) 水溫 = 22.5°C



(5) 溶氧量 4 ppm



(6) 水色混濁 > 40 JTU



(7) 水質上佳浮游動植物



(8) 數位溶氧量 8.0 (mg/L)



(9) 鹽度測試 0 %可用作灌溉

金沙鎮-榮湖 005



(1) 榮湖為民國 63 年虎嘯部隊建 (2) pH = 7.5

(3) 鹽度測試 0 ‰



(4) 美國清潔水基金會
所製作的水質監測組

(5) 數位溶氧量 9.0

(6) 水色混濁 > 100 J T U

金沙鎮-金沙水庫 006



(1) 金沙水庫合影

(2) pH = 9

(3) 水桶內容氧量 8.6(mg/L)



(4) 水溫 = 23°C

(5) 溶氧量 4 ppm

(6) 水色混濁 > 40 J T U



(7) 拋桶取水

(8) 水庫四周護欄

(9) 鹽度測試 0 ‰

金寧鄉-雙鯉湖 007



(1) 雙鯉湖位於國家公園自然中心



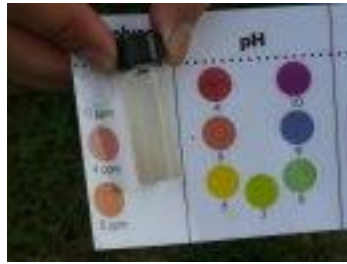
(2) pH = 9



(3) 數位溶氧量 9.2(mg/L)



(4) 水溫 = 23°C



(5) 溶氧量 4 ppm



(6) 水色混濁 > 100 J T U

金寧鄉-慈湖 008



(1) 慈湖涼亭前合影



(2) pH = 8.5



(3) 數位溶氧量 4.5(mg/L)



(4) 水溫 = 22°C



(5) 加藥劑入試管測溶氧量



(6) 水色混濁小於 40 J T U



(7) 民國 59 年長城部隊建

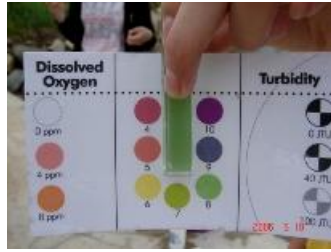


(8) 出水口護坡下取水



(9) 鹽度測試 33 ‰

金城鎮-莒光湖 009



(1) 莒光湖畔莒光樓是金門的地標 (2) pH = 8.

(3) 鹽度測試 32 ‰



(4) 水溫 = 23°C

(5) 數位溶氧量 6.3(mg/L)

(6) 水色混濁小於 40 JTU

烈嶼鄉-陵水湖 010



(1) 烈嶼碼頭合影

(2) 水呈黃綠色

(3) 小金門地標-風雞



(4) 電子數位式 pH 值 = 8.8

(5) 鹽度測試為 0 ‰

(6) pH 值 = 9



(7) 水色混濁大於 100 JTU

(8) 數位溶氧量 8.9(mg/L)

(9) 陵水湖是烈嶼觀光景點

陸、討論

- 一、水是所有生物體維繫生命的基本要素，水質若受到汙染，水的品質降低，不適生物使用，自然界要有乾淨的水質，萬物才能順利成長，空氣中氧氣會溶解在湖水中，另外，湖泊中植物性浮游生物會因光合作用而產生氧。
- 二、由前面的研究結果圖表，可知道，古崗湖和其他湖泊比較時，pH 值偏高，而其它的湖泊皆在普通範圍內。另外，瓊林水庫則較偏中性，因是天然集水庫，遠離村莊，水質甚佳。
- 三、混濁度是由水中存在的懸浮粒子，包括泥土、沙泥及微小的有機及無機物質、浮游生物以及其他用顯微鏡才可看到的微小生物所引起的。
- 四、地區一般湖泊皆是淡水，鹽度非常低，簡易鹽度計也不易測出鹽度，但是由調查結果可知莒光湖和慈湖靠近海邊，原屬於淺海水域，是近幾十年才築堤建成的，所以鹽分極高。
- 五、從研究結果得知地區湖泊水溶氧量的測定及酸鹼度檢測，約可看出金門各地區的湖泊水質一般狀況，將可供往後水質檢測比較之參考依據及做為生物環境佐證。
- 六、在本研究中所做整理出來的數據資料中，可以獲悉金門各個湖泊水質差異性，其實不大，至於影響差異性的因子還有待繼續研究。
- 七、這一次的科展歷程，讓我們體驗了和其他同學不一樣的感受。我們進行水質實驗，從開始的湖泊取水、實驗，觀察、驗證、資料搜集，完成整個過程，都是前所未有的寶貴經驗。讓我們受益良多，也讓我們對自己的故鄉之湖泊水質，有了更深的一份感情。

柒、結論

- 一、我們明顯的發現，雨後湖泊濁度往往偏高，主要由於雨水沖刷土壤進到湖泊中。此外，湖泊流域中，若有工程施作濁度也較高，因為挖土機挖掘泥沙，直接造成水體中的懸浮物急速增加。
- 二、在實驗進行水溫檢測過程中，我們發現中午是水溫最高的時段，主要是因為太陽照射水面的影響。同時，當天氣炎熱時，水溫也相對較高；陰雨天時，水溫也偏低。另外，我們也發現水域周圍的植被也會影響水溫，若岸邊有大樹遮蔭，或水草生長茂盛者，水溫通常偏低，因為樹蔭可以阻擋太陽光直接照射到水面上；而岸邊如果光禿禿的，無論是水泥岸或石頭堆積，水溫都會偏高。

三、一連串的野外實驗下來，我們也學到很多課外的知識，不僅對水質監測有初步的瞭解，也對我們從小生長的环境有更深入的认识。趁此难得的机会接触各种水域，排除万难，不畏豔阳，不怕风雨，过程中既艰苦又带有乐趣，也深刻体验到大自然的丰富内涵。

四、提升大家的环保意识，落实湖泊水质保育，不仅让我们的饮用水有保障，也提供我们一个优质的亲水环境。简易的水质监测人人可以做，或仅是简单的目视观察，亲身体会，不仅让我们可以了解湖泊生态变化。透过与湖泊的近距离接触，更可以激发普罗大众保护湖泊水质的意识及行动，共同重视湖泊的管理及维护湖泊的优良水质，让「青山净水」，不再是美丽的幻想。

捌、參考資料

1. 第二屆世界水質監測日活動課程講義，中華民國環境教育學會，民國 93 年 8 月。
2. 水質監測領隊教師研習教材，國立台灣大學水工試驗所，民國 94 年 8 月。
3. 金門縣自來水廠「金門地區水資源運用檢討第二期計畫」，民國 92 年 5 月。
4. 金門縣 93 年度水體水質改善計畫，網頁：<http://www.kepb.gov.tw/csic/021.htm>
5. 水質項目說明(摘自環保署):<http://www.id-water.com.tw/01-7.htm>

【評語】 030511

優點：研究主題具鄉土性；學生表達能力佳。

缺點：缺乏原始採樣及測試分析過程之記錄。

建議：取樣時宜多方考慮環境之變因。