

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

080508

廣興囡仔勘查中——梅花湖勁趣味

學校名稱：宜蘭縣冬山鄉廣興國民小學

作者： 小六 陳旻佑 小六 藍柏鈞 小四 廖秉寬 小四 簡翊安	指導老師： 連延芳 羅國仁
---	---------------------

關鍵詞：梅花湖、環境衝擊、水中微生物（含藻類）

摘要

觀光休閒產業的發展是國際化趨勢且可穩定增益財政收入，已是世界各級政府施政核心之一，但取之自然、用之自然必定會造成環境負面的影響。本科展研究試圖從**宜蘭縣冬山鄉梅花湖（緯度24°38′34.62"N，經度121°43′57.29"E）**進行環境考察，進而培養國小學生積極投入愛鄉的環境教育活動，期盼學生在自然與商業的價值拉扯中，自主地析出一條雙贏的共存路數。然而，本科展的面向亦有大範圍囊括，如**梅花湖的「氣候」、「水質」、周邊「植物」、「礦物」、「水鳥」和「人文歷史（含三清宮）」**等等。**我們以地球科學的緯度切入，自許成為富有「科學精神」卻又不失「人文素養」的小小在地導遊。**不多說哩！梅花湖～～我們來囉！

壹、研究動機

「哪尼（日文）？你爸爸是梅花湖的資深導遊？！那.....我們科展來試試看這個主題如何？我.....我們的確很久沒做啦！好嗎？記得幫我問看看喔！」指導老師眼睛發亮地問著。

沒錯！我爸爸是在地深耕許久的梅花湖專業導遊，他最喜歡帶世界各地的遊客到梅花湖旅遊！為什麼呢？宜蘭這麼大，卻最愛梅花湖？因為**爸爸從小就最喜歡和國小同學在梅花湖附近騎騎腳踏車，吹著涼風欣賞沿途美景風光，然後抓抓甲蟲、採集植物做書籤、開心聊聊天**等等，好不快活！他也告訴我，就是因為這份眷戀，他決定不去外地工作，繼續定居在這附近。但是，**最近的美景伴隨著一股汽油味，原本波光粼粼的湖面也出現七彩的不自然顏色，甲蟲變少，植物種類也不如從前，觀光客變多也帶來垃圾的堆積。**我相信，**如果能讓大眾重新了解梅花湖，這地方、這塊土地就可以回到過去單純的美貌。**於是，一個簡單的契機，我們的研究計畫就此開始了.....。喔對了，老師，我爸爸說 OK！哈哈！

貳、研究目的

「自己梅湖自己救！廣興團仔站起來！」

我們研究目的很簡單與直白，就是讓咱們**科展團隊都能成為梅花湖的小小導遊**（第一批！），並讓**全校的同學們都能理解在地觀光文化**，最後再將這份想法**推廣及落實到來此地遊覽的每一位民眾**，一起將梅花湖的原始風光呈現於台灣社會。

一開始的行前討論計畫，我們聚焦於水中微生物的觀察，以及觀光遊艇對水文及環境所帶來的影響和衝擊。但很快地，我們發現這樣的研究是不足夠全盤理解梅花湖的完整性概念，所以將內容引申到梅花湖的當地歷史、氣候、水質、周邊水鳥、植物和礦物之認識。可是，我們也確實認知到面對研究範圍過大及時間耗費（來得及參與科展呈現）的可能，所以目前

僅能擁有一定程度上的了解。最後必須坦誠地說，我們的研究不會因為一次的科展活動就停止，也感謝學校很大力相挺這次的研究行動，也在接下來的學期替我們規劃詳細的特色課程，且都是和梅花湖的認識有關！Awesome！

學校的**特色課程——自然軸**中有一系列完整教學：首先，**三年級的「實觀鷺朋友」**，此課程能幫助學生了解夜鷺生長環境與食物鏈技能，並學習觀察生態記錄技巧及運用數位器材進行生態記錄；其次，**四年級的「梅湖生命協奏曲」**，此課程讓學生分析梅花湖破壞的原因，並學習梅花湖資料蒐集與分析的技能，培養生態永續的態度，理解人類生存與生活需依賴自然環境中的各種資源，但自然資源需要珍惜使用；接著，**五年級的「梅花湖報報」**，此課程讓學生能歸納梅花湖破壞原因並提出解決問題的方法，生物的分布和習性會受環境因素影響，而環境改變也會影響生存物種；最後，**六年級的「專研梅花湖」**，此課程使學生能擁有提出保護梅花湖生態的看法，培養對他人表達的勇氣，且於學習研究中學會簡報軟體製作簡報。

此研究亦符應學校從三年級開始的自然教育課程：三年級上學期「**植物的身體**」梅花湖「九芎（怕癢樹）」的命名由來、「**溶解**」溶氧量和酸鹼值藥劑之溶解快慢，下學期「**水的變化**」梅花湖湖水的漲退、「**認識動物**」梅花湖周邊水鳥了解和殭屍鹿討論（與微生物有關）、「**天氣與生活**」晴天、陰天和雨天對梅花湖觀光的影響；四年級上學期「**水生生物的世界**」環境與微生物共存觀察、「**運輸工具與能源**」梅花湖觀光船艇對湖水的衝擊（船外機「物理」與超級柴油「化學」的影響），下學期「**有趣的力**」物理組的實驗操作（手搖、攪拌棒、果汁機）、「**水的奇妙現象**」通過連通管原理使超級柴油導入廣口瓶、「**光的世界**」理解光的直行性質操作顯微鏡反光鏡；五年級上學期「**太陽**」微生物多寡與晴雨的關係、「**植物世界**」梅花湖周邊植物的認識及介紹演練、「**空氣與燃燒**」審視梅花湖船艇超級柴油對空氣的汙染、「**聲音的探討**」從湖畔鳥鳴得知水鳥類別，下學期「**動物的生活**」大白鷺與夜鷺習性的差異、「**水溶液的性質**」如何較容易調配甲基藍（ $C_{37}H_{27}N_3Na_2O_9S_3$ ）（酒精與水的比率）及運用、「**力與運動**」腳踏車變速時力與功的比率；六年級上學期「**熱和我們的生活**」反射光產生熱且確實影響載玻片上的微生物、「**變動的大地**」梅花湖湖畔礦物解說。

最後，本校科展是實際令學生親自參與和記錄每一次活動，並不是淪為「完稿背誦王」及「拍照模特兒」的虛幌窘境。攸關「作品說明書」也是由學生與老師合力完成，彼此毫不保留地為共同理想而各司其職。科展團課教學也都經過學生與老師充分溝通、討論後而調整其難易，以學生理解、學習與掌握為主要目標，而學生給予老師的回饋亦是不在話下，正是教學相長之精氣真髓。至終，「天人合德，求其心安」之落實與否，我們不浮誇地做到了！

參、研究設備及器材

我們研究所使用的器材表（除了超級柴油、LaMotte 水質測驗組跟甲基藍是新購之外，其他皆科學教室的原有器材及向他校所借用），分別有「**通常所需材料（以一組為例）**」與「**特殊所需材料（暨個別組材料及公用材料）**」兩種¹：

一、通常所需材料（以一組為例，共有三組）（表1、圖1，以物理組為例）

250cc 燒杯2個	100cc 燒杯2個
25cc 針筒5支	玻璃攪拌棒10支
LaMotte 水質測驗組（含濁度、溶氧量、酸鹼值和水溫測驗）1組	溫度計1個
玻璃試管（30cc、35cc、40cc）20支	試管架3座
玻璃漏斗2支	放大鏡3支
紅筆1支	抹布1塊
培養皿5個	磨鉢（含搗具）1組
塑膠滴管10支	100cc 高腳量杯4個
載玻片5片	「小小顯微世界」網站微生物複本1份 ²
過濾篩1支	塑膠採集箱1個
墊板（含夾）1片	藍筆2支
鏟子2支	500cc 廣口瓶2個
顯微鏡1座	500cc 燒杯2個

（表1）



（圖1）

¹ 「我們是小學校，沒有龐大的資源空間，所以靠得是人力的努力及付出！」依稀記得，這是第一次討論會，科展老師所告訴我們的第一句話。我們了解，城鄉資源差距是普遍存在於任何一次大型活動的事實，但若我們一開始就矮化自己、承認自己不如人，又怎麼能全心投入研究呢？所以，我們雖須承認器材的老舊，但仍不枉研究熱情，沒有很好的設備，就用更多的人力時間進行觀察！

² 分別轉引自：http://www.dcjh.tn.edu.tw/dns_bk/digital/micro-web/4-3-2.htm

http://www.dcjh.tn.edu.tw/dns_bk/digital/micro-web/4-3-3.htm

http://www.dcjh.tn.edu.tw/dns_bk/digital/micro-web/4-3-4.htm

二、特殊所需材料（暨個別組材料及公用材料）（表2、圖2，以化學組為例）

果汁機1檯	檯燈1座
洗潔精1瓶	乳膠手套1盒
500cc 酒精1瓶	洗手乳1瓶
200cc 超級柴油分2瓶	25g 甲基藍1瓶
標籤（含膜）3包	棉花棒1盒
膠帶檯1座	備用膠帶3卷

（表2）



（圖2）

肆、研究過程或方法

攸關研究方法，我們選擇了「**現地勘查**」、「**儀器品管**（儀器品管部分已在〈研究設備及器材〉分述完畢）」、「**野外施測**」和「**資料數據分析**」四大科學方法。科展團隊初期遴選時，經過兩次的四到六年級甄選，原本科展計畫中的6人團隊擴大為9人，屆時再參展前考選6人為「**參賽組**」，其餘3人為「**準備組**」，每個人各司其職，大家也都同意這般做法。然而，老師為了客觀且全面理解梅花湖，將**9人團隊分成三個小組，每組3人，分別為「物理組」、「化學組」及「生物組」**，以不同的方法切入**水文研究**（主要關注焦點，另有次要的焦點），最後結合外聘教師補足「**梅花湖歷史認識（含道教總廟三清宮）**」、「**實地梅花湖水鳥、植物和礦物認識**」的相關課程。

本次科展觀察研究不論風和日麗亦或颶風下雨都持續進行，且都由科展老師及替代役哥哥帶隊前往梅花湖，學生**交通工具為腳踏車**（學校提供）；科展老師及替代役哥哥交通工具為腳踏車、機車和汽車。其**觀察時間為期12日，共2個循環，一日耗時4小時**（12:50集合，13:00開始，17:00結束）。下表3為每日工作事項：

第一循環	第二循環
1/29, 日常採集與研究	2/5, 日常採集與研究
1/30, 日常採集與研究	2/6, 日常採集與研究
1/31, 日常採集與研究	2/7, 日常採集與研究
2/1, 日常採集與研究	2/8, 日常採集與研究
2/2, 日常採集與研究	2/9, 日常採集與研究及外聘教師上課
2/3, 循環總觀察日	2/10, 循環總觀察日

(表3)

一、團體工作事項

本次研究地點為宜蘭縣冬山鄉梅花湖，**採集地點為梅花湖西北三處**（圖3、圖4）。每次採樣之「採集箱」內容物為研究記錄單、各項數值檢測表、濁度測量瓶、溶氧量測量瓶（含藥劑）、酸鹼值測量瓶（含藥劑）、針筒（無針頭）和溫度計。「生物組」則外加鏟子與燒杯。

(圖3)³(圖4)⁴

科展團隊整齊停放腳踏車完畢，於梅花湖遊客中心集合，確認各組今日「記錄人員」、「測量人員」及「採樣人員」後（每日輪替），將分別進行以下活動：**步驟一，研究日期、參與人員、天氣記錄和與以往相異處**（圖5）。完成上述三項工作後，才分別至各組採集地並統一開始採樣。至採集地點後，須先調查與以往相異處並記錄；**步驟二，濁度觀察**（圖6）。先行採取濁度採樣，否則水質將會受到操作混濁的影響。注水程度以濁度測量瓶上的基準線為主。本次肉視觀察採取較原始且簡易的「傑克遜燭光度測定法」，單位為 JTU (Jackson turbidity unit)⁵；**步驟三，水溫測量**（圖7）。此操作使用濁度測量瓶（外圍）之防水水溫測量貼紙，將觀察瓶置入水中並計時1分鐘後取出記錄。操作中應避免手握貼紙造成測量溫差；**步驟四，三角燒瓶、濁度測量瓶盛水**（圖8）。採樣為返校後觀察依據及現場操作步驟五、六之操作樣品；**步驟五，溶氧量測量**（圖9）。使用針筒抽取濁度測量瓶內原水並注入溶氧量測量瓶，所需水量

³ 擷取自 GOOGLE MAP。梅花湖地理位置。

⁴ 同上註。標記為研究採集地點，第一至第三組，由右而左。

⁵ 「水質濁度 (turbidity)，是指水樣中因為大量肉眼可見懸浮物質而造成的混濁情形，類似空氣中的煙。濁度量測是水污染的重要測試項目之一。」轉引自維基百科：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%BF%81%E5%BA%A6>

以滿瓶為主，接著手持瓶頭與瓶底搖晃測量瓶至藥劑完全溶解於其中⁶，待溶解後記錄；**步驟六，酸鹼值測量**（圖10）。使用針筒抽取濁度測量瓶內的原水並注入酸鹼值測量瓶，所需水量以標記線為主，接著手持瓶頭與瓶底搖晃測量瓶至藥劑完全溶解於其中⁷，待溶解後記錄；**步驟七，溫度計觀察**（圖11）。手持溫度計頂端平視其溫度並記錄。避免移地溫差效應，故將此步驟移至最後進行；**特別步驟，採集鳥糞**（圖12）。「生物組」需鳥糞研究，故在步驟五、六同時進行採集，其份量約50公撮即可。以「生物組」採集地為主，盡量維持地點一致性。



（圖5）



（圖6）



（圖7）



（圖8）



（圖9）



（圖10）



（圖11）



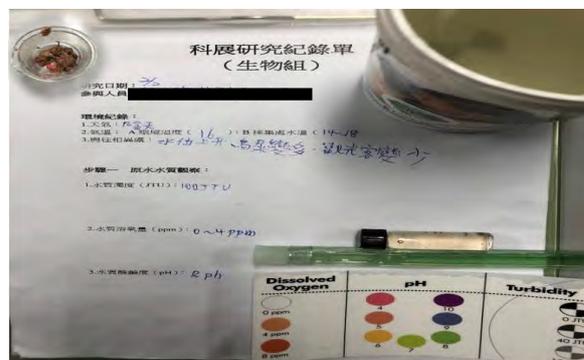
（圖12）

⁶ 就採樣經驗，約五至十分鐘。依當日水溫而定，水溫越高，溶解越快，水溫越低，溶解越慢。但仍需坦言，無精確數字（水溫）闡釋其溶解速率的完整概括性。

⁷ 就採樣經驗，約二十秒內。由於溶解速度過快，無法定奪溶解速度受何外在因素影響。

二、各組工作事項

各組於每日梅花湖採集結束後，將返回學校進行個別研究。⁸首要進行每日採集記錄的繳交，上呈物有研究記錄單、濁度測量瓶、溶氧量測量瓶、酸鹼值測量瓶及觀察對照表，生物組額外繳交鳥糞樣本（圖13，生物組2/2為例）。



(圖13)

(一) 物理組（第一組）研究過程

物理組主要考量層面是梅花湖船艇的船外機於水下對生態之影響。我們選定物理力量介入自然環境是基於兩個因素：梅花湖遊湖觀光生態；鳳凰島（湖心島）的修繕。以上兩者皆須使用船艇往來。

物理組所操作的研究事項為以下：步驟一，將4支試管分別注入20毫升的原水；步驟二，將第2試管之20毫升原水以順時針方向搖晃，以每秒1圈的速度進行，持續3分鐘，共計180次搖晃。靜置30分鐘後才可以顯微鏡觀察，需記錄靜置前後時間（靜置動作於步驟三、四亦同）；步驟三，將第3試管之20毫升原水以玻璃攪拌棒左右翻攪，以每秒1次的速度進行，持續3分鐘，共計180次翻攪；步驟四，將第4試管之20毫升原水以果汁機高速攪動（模擬船外機），攪動10秒停止5秒（避免耗損果汁機），持續3分鐘，共計12次循環（圖14，以2/2為例，由左而右，第1至第4試管）；步驟五，靜置過程中，可先以顯微鏡（15x10倍率）觀察第1試管的微生物。靜置完畢後，觀察第2、第3及第4試管，將發現的微生物及藻類記錄下來⁹，且須嘗試畫出觀察物之外觀（圖15，以2/2為例）。每支試管都須進行4-5次觀察。若較難發現，可使用甲基藍

⁸ 科展團隊在經過行前討論會的激盪後，決定先聚焦於「人為活動對梅花湖自然環境的影響——以遊湖之商業行為為例」作為我們對於反省梅花湖的外塑再造之可能，釐清觀光與商業活動深淺的關係，期盼突破「觀光必然結合商業與自然」的相互消費、消耗之窘境。然而，每一個研究循環後，再安排外聘教師針對研究內容，充分結合當地商業行為作一系列討論。本小節僅討論研究過程，先不贅述研究結果討論，待後章節述之。

⁹ 於日常研究觀察期中，不須記錄物種數量，物種數量會在每一個循環總觀察日中統計。其目的是培養學生日以漸的研究觀察習慣，因良好的觀察態度與方法是每一次總觀察統計的基本功。

進行染色。¹⁰



(圖14)



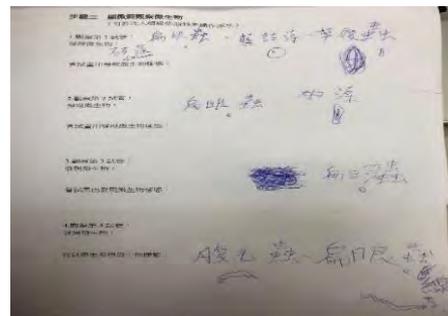
(圖15)

(二) 化學組 (第二組) 研究過程

化學組主要考量層面是梅花湖船艇的滲油及油氣對湖水的影響。基本上化學組的考量與物理組差異不大 (遊憩與工作船艇)，但研究的操作卻是不一樣的，一個是物理力量介入，另一卻是化學力量介入。兩者對環境影響之多寡，亦是研究的重點所在。化學組所操作的研究事項為：**步驟一、五與物理組同**，不同於**步驟二、三、四之添加物 (亦須靜置30分)**，分別將**第2、3、4試管注入3、6、9毫升之超級柴油**，並以玻璃攪拌棒**1秒攪動、1秒停止，持續3分鐘，共計90次循環**¹¹ (圖16、17，以2/2為例，由左而右，第1至第4試管)。



(圖16)



(圖17)

(三) 生物組 (第三組) 研究過程

生物組在觀察研究中較有別於物理組與化學組，其主要考量層面是梅花湖畔有非常多數量之水鳥，其糞便雖屬自然物，但仍與商業活動及環境衝擊息息相關。¹²生物組所操作的研究事項為：**步驟一、六與物理組和化學組同** (步驟六與他組步驟五同)。**步驟二是塊狀或稠狀鳥糞在實驗操作上較不易使用，故將10公撮塊狀或稠狀鳥糞加入5毫升原水稀釋，先行調製45**

¹⁰ 在顯微鏡觀察過程中，於研究期間一、二天發現微生物較難以觀察，故使用稀釋甲基藍作為觀察染劑，其製作方式是取少量甲基藍，並以酒精作為溶劑，再以清水加入調配。在此須注意稀釋甲基藍的酒精含量，否則會影響觀察液的生態。本次研究從第五天才開始使用稀釋甲基藍，因有兩天的靜置時間。其目的是使稀釋甲基藍的酒精揮發，降低最大干擾可能。

¹¹ 此舉是減少過多物理性的介入。

¹² 梅花湖水鳥的主食為湖中魚類，而魚類餵養來自管理處及觀光客的人工飼料為主，而水鳥亦會搶食其人工飼料。所以，飼料供給的多寡及飼料內容物將成為梅花湖食物鏈的非自然影響，其消化飼料後的糞便 (含尿液) 即成生物組的討論焦點。

毫升的稀釋鳥糞。其次步驟三、四、五，分別將第2、3、4試管注入3、6、9毫升之稀釋鳥糞，並以玻璃攪拌棒1秒攪動、1秒停止，持續3分鐘，共計90次循環（圖18、19，以2/2為例，由左而右，第1至第4試管）



(圖18)



(圖19)

伍、研究結果

本章節將分別呈現物理組、化學組和生物組之「環境記錄」、「原水水質觀察記錄」、「微生物與藻類記錄」與「第一循環最終觀察表(2/3)」及「第二循環最終觀察表(2/10)」。¹³

一、環境記錄

環境記錄建基於學生能各組表述對研究態度之客觀反應，而非由科展老師宣布或提供的主觀反應（記錄僅提供遇困闡釋）。各組最終再計多數決而產生合意，令學生在科展過程學習「分工合作」、「自主研究」、「多數決」之意義。¹⁴

天氣	物理組	化學組	生物組	平均值
1/29	雨	雨	毛毛雨	雨
1/30	陰天	陰天	陰天	陰天
1/31	下雨	雨天	雨	雨
2/1	陰天	陰天	陰天	陰天
2/2	雨天	雨天	陰天	雨天
2/5	毛毛雨	陰天	毛毛雨	毛毛雨
2/6	陰天	陰天	陰天	陰天
2/7	下雨	雨天	雨天	雨天
2/8	陰天	陰天	陰天	陰天
2/9	晴天	晴	晴朗沒太陽	晴

(表4)

¹³ 「靜置前後時間記錄」將攜於評審會場供評審委員審閱，暫不於此贅述。本章節將以研究結果之數據而論，暫不研議數據的意涵，待〈討論〉跟〈結論〉章節回應之。

¹⁴ 研究記錄的方式也在研究歷程中不斷修正，期盼臻至完整的報告，故在「作品說明書」中仍會忠實呈現記錄內容。在研究歷程開始時，總會發現由一兩人觀察後，轉為統一的團隊記錄之窘境，無法落實各組各員自主研究，有敷衍了事之譏。在宣導科學研究精神後，學生開始學習觀察與表達，對本次歷程觀察實然有顯著的效果。

環境溫度	物理組	化學組	生物組	平均值
1/29	13°C	14°C	13°C	13°C
1/30	21°C	18°C	18°C	19°C
1/31	17°C	11-12°C*	17°C	17°C
2/1	14-15°C	14-16°C	18°C	16°C
2/2	15°C	14°C	16°C	15°C
2/5	12°C	11°C	11°C	11°C
2/6	10°C	9.6°C	9.5°C	10°C
2/7	12°C	12°C	11°C	12°C
2/8	16°C	10°C*	14.5°C	15°C
2/9	22°C	19°C	20°C	20°C

(表5)¹⁵

採集處水溫	物理組	化學組	生物組	平均值
1/29	16-18°C	14-18°C	14-18°C	16°C
1/30	14-18°C	14-20°C	14-20°C	17°C
1/31	14-20°C	14-18°C	14-18°C	16°C
2/1	14-18°C	14-18°C	14-18°C	16°C
2/2	14-16°C	14-18°C	14-18°C	16°C
2/5	12-14°C	10-14°C	12°C	12°C
2/6	12-14°C	12°C	10-12°C	12°C
2/7	8-12°C	12°C	10-12°C	11°C
2/8	12-14°C	12°C	10-12°C	12°C
2/9	14-18°C	12°C	14-18°C	15°C

(表6)¹⁶

與以往相異處	物理組	化學組	生物組
1/29	循環第一天(無)	循環第一天(無)	循環第一天(無)
1/30	鳥屎變多、賓客變多湖水變少、湖邊一堆樹葉、羽毛變多	水變混濁、屎變多羽毛變多、人變多	鴨子活動情形增多，因為羽毛和大便變多、水溫變低
1/31	水很混濁、水位升高	水變多、羽毛變多屎變多	人變少、水變淺*湖邊葉子減少、水變濁
2/1	羽毛變多、水變少鴨子變多	水變少、湖邊葉子多、湖水冰	水位變淺、鴨子變活潑、鳥屎變少
2/2	水變多、屎變多	水變多、屎變多	水位上升、鳥屎變多、觀光客變少
2/5	循環第一天(無)	循環第一天(無)	循環第一天(無)

¹⁵ 誤差±5°C的極端值將於數值後標「*」，且不列入計算；記錄平均值皆以四捨五入後的整數呈現。

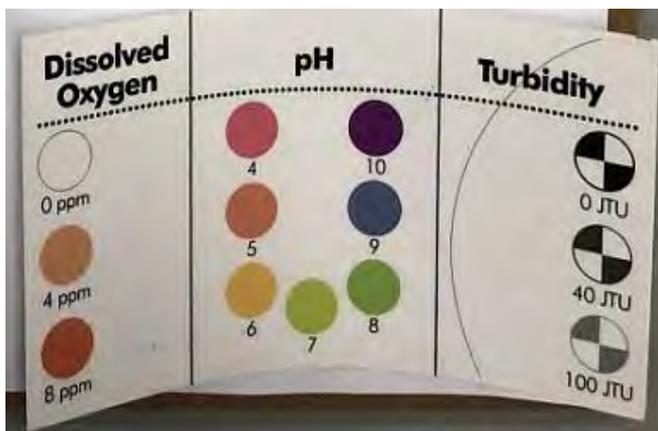
¹⁶ 以濁度測量瓶外的防水溫度貼紙亮燈為主，並取其各組亮燈數字平均值後另行最終平均記錄。

2/6	鴨子變多、鴨毛變多 水變少、觀光客變多	水淺、湖邊沒葉子	水少了
2/7	鴨子變少、水變少 賓客變少	水位變少、鴨子變少 鳥屎變少	水很冰、水變少 羽毛變少
2/8	湖水變清澈、羽毛變多 賓客變多	水變淺、湖水變漂亮 霧變少、掉落果實多	鳥糞變少、水質變清澈
2/9	鳥變多、鴨子變多 遊客變多	沒霧、水清、湖邊毛多	水很清澈、遊客很多 鳥糞便變少

(表7)¹⁷

二、原水水質觀察記錄

本次採樣針對宜蘭縣梅花湖的水質做一基礎認識¹⁸，期許在地學生培養和了解土地認同感且願意自發性投身環保工作。此科展所發想的方向，是以**水質濁度(JTU)**、**水質溶氧量(ppm)**和**水質酸鹼值(pH)**¹⁹出發(圖20)。從基礎研究培養科學興趣的人才，進而投資宜蘭的未來。



(圖20·LaMott 數值對照表)

水質濁度	物理組	化學組	生物組	平均值
1/29	40JTU	40JTU	40JTU	40JTU
1/30	100JTU	100JTU	100JTU	100JTU
1/31	100JTU	100JTU	100JTU	100JTU
2/1	100JTU	40-100JTU	100JTU	90JTU
2/2	40JTU	40JTU	100JTU	60JTU
2/5	40JTU	40JTU	40JTU	40JTU
2/6	40JTU	40JTU	40JTU	40JTU
2/7	40JTU	40JTU	40JTU	40JTU
2/8	100JTU	40JTU	40JTU	60JTU
2/9	0-40JTU	0-40JTU	0JTU	13JTU

(表8)²⁰

¹⁷ 與他組通識差異甚遠將以「*」標記。

¹⁸ 本次記錄為梅花湖西北方三處(〈研究過程或方法〉圖4)，且由於科展人數的有限，採集所獲得的數據應為梅花湖西北處之數據，就嚴謹的態度觀之，並不能完全以整個梅花湖的數據查之。

¹⁹ 由於水質酸鹼值(pH)必須取log進行平均，此項目對國小科展實有難度，故直接取多數方的數值為主，但會在學期社團課堂中介紹相關知識。

²⁰ LaMott 對照表僅適用0、40和100JTU 三項，故若觀察結果介於二者間，將取其數值平均。

水質溶氧量	物理組	化學組	生物組	平均值
1/29	4ppm	0-4ppm	0-4ppm	3ppm
1/30	0-4ppm	0-4ppm	0-4ppm	2ppm
1/31	0-4ppm	4ppm	0-4ppm	3ppm
2/1	0-4ppm	0-4ppm	8ppm	4ppm
2/2	0-4ppm	4ppm	0-4ppm	3ppm
2/5	0-4ppm	0-4ppm	4-8ppm	3ppm
2/6	0-4ppm	4ppm	4ppm	3ppm
2/7	0-4ppm	0-4ppm	0-4ppm	2ppm
2/8	0-4ppm	0-4ppm	4ppm	3ppm
2/9	0-4ppm	0-4ppm	0-4ppm	2ppm

(表9)²¹

水質酸鹼值	物理組	化學組	生物組	平均值
1/29	pH8	pH8	pH7-8	pH8
1/30	pH7-8	pH7	pH7	pH7
1/31	pH8	pH8	pH8	pH8
2/1	pH7	pH7	pH7	pH7
2/2	pH7	pH7	pH8	pH7
2/5	pH7	pH8	pH7	pH7
2/6	pH8	pH7	pH8	pH8
2/7	pH7	pH7	pH8	pH7
2/8	pH7	pH8	pH7	pH7
2/9	pH8	pH8	pH8	pH8

(表10)

三、微生物與藻類記錄

微生物與藻類是除了對水質(非生物)認知外最基礎的實存生物，對梅花湖的生態研究，必從此下手。²²

(一) 物理組(第一組)每日研究記錄(表11)

物理組	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
1/29	變形蟲、鐘形蟲 矽藻	變形蟲、矽藻	水綿	空球藻
1/30	扁眼蟲、草履蟲 矽藻、空球藻 藍鼓藻	矽藻、藍鼓藻	扁眼蟲、空球藻	無
1/31	藍鼓藻	矽藻、水綿 空球藻	線蟲、變形蟲	矽藻
2/1	空球藻、藍鼓藻	空球藻	喇叭蟲、扁眼蟲	變形蟲、空球藻

²¹ LaMott 對照表僅適用0、4和8ppm 三項，故若觀察結果介於二者間，將取其數值平均。

²² 透過微生物與藻類的觀察，可推估梅花湖食物鏈的完整性是否出現失衡，如微生物影響了藻類，藻類影響了魚類，魚類影響了鳥類，而魚類和鳥類又同時影響水質，水質又最直接影響微生物，彼此之間息息相關。在觀察過程中，可發現學生雖有經過課堂講述訓練，但前期實際操演卻無法達到精準效果(包括觀察失誤、觀察怠惰等等)，而在後期愈趨完整和精實，圖畫與用詞都有顯著的進步。的確，「如實記錄」是研究可貴之精神，也是科展的主要精髓，否則就僅是成人數據遊戲的兒童翻本。在學期科展社團中，檢討過去觀察記錄更能讓學生學習與成長。從科展涉獵依憑文本發現台灣「水中微生物」的專書與網站實然不多(多為大學專書)，故在考慮文本難易度後，決定各組每日研究記錄之依據為「小小顯微世界」網站微生物複本(較能符合程度與需求)。

	水綿			
2/2	變形蟲、水綿 空球藻、線蟲	扁眼蟲、空球藻 草履蟲	扁眼蟲、喇叭蟲	空球藻、水蚤 變形蟲
2/5	水綿、扁眼蟲 草履蟲	草履蟲、鐘形蟲 大型扁眼蟲	扁眼蟲、腹毛蟲 藍鼓藻	水蚤、空球藻 線蟲
2/6	腹毛蟲、扁眼蟲 水綿	扁眼蟲、線蟲 水綿	扁眼蟲、空球藻 矽藻	水綿、扁眼蟲 空球藻
2/7	扁眼蟲、線蟲 空球藻	扁眼蟲、空球藻 線蟲	水綿、扁眼蟲 空球藻	扁眼蟲、空球藻 剛毛藻
2/8	空球藻、扁眼蟲 水綿	空球藻、水綿 扁眼蟲	草履蟲、空球藻 扁眼蟲	扁眼蟲、線蟲 空球藻
2/9	扁眼蟲、空球藻 水綿	扁眼蟲、線蟲 空球藻	扁眼蟲、草履蟲 腹毛蟲	空球藻、扁眼蟲 線蟲

(表11)²³

(二) 化學組 (第二組) 每日研究記錄 (表12)

化學組	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
1/29	矽藻、喇叭蟲	線蟲、矽藻 變形蟲	矽藻	空球藻、扁眼蟲
1/30	扁眼蟲	無	無	無
1/31	矽藻、草履蟲 扁眼蟲	藍鼓藻	無	無
2/1	扁眼蟲、變形蟲 空球藻、草履蟲 水綿、鐘形蟲	無	無	無
2/2	矽藻、扁眼蟲 藍鼓藻、草履蟲	扁眼蟲、矽藻	扁眼蟲	腹毛蟲、扁眼蟲 線蟲
2/5	扁眼蟲	水綿、草履蟲 變形蟲	變形蟲	扁眼蟲
2/6	扁眼蟲、空球藻 草履蟲	無	無	變形蟲
2/7	變形蟲、扁眼蟲 矽藻、空球藻	變形蟲	扁眼蟲、藍鼓藻	變形蟲、水綿 藍鼓藻、扁眼蟲
2/8	扁眼蟲	草履蟲	扁眼蟲 線蟲	無
2/9	矽藻、扁眼蟲 草履蟲、變形蟲	扁眼蟲、草履蟲 扁眼蟲、阿米巴 ²⁴	無	線蟲

(表12)

(三) 生物組 (第三組) 每日研究記錄 (表13)

生物組	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
1/29	草履蟲、扁眼蟲 阿米巴	破碎不規則	幾乎沒東西	幾乎沒東西

²³ 在此不贅述發現物之數量，待第一、二循環最終觀察表闡述。目的是符應梅花湖的生態並不是以每日斷點更新，而是周邊環境 (包括生物及商業活動) 日積月累的呈現。以下化學組及生物組亦同。

²⁴ 「變形蟲」與「阿米巴」同。

1/30	線蟲、扁眼蟲	扁眼蟲	喇叭蟲、草履蟲	無
1/31	變形蟲、扁眼蟲	扁眼蟲、草履蟲	無	無
2/1	草履蟲、扁眼蟲	扁眼蟲、草履蟲	無	無
2/2	扁眼蟲	扁眼蟲、線蟲 矽藻	扁眼蟲、草履蟲	腹毛蟲
2/5	扁眼蟲、草履蟲	扁眼蟲	扁眼蟲（多）	扁眼蟲（多） 線蟲
2/6	扁眼蟲、變形蟲 矽藻	扁眼蟲	變形蟲、扁眼蟲 空球藻、矽藻	變形蟲、扁眼蟲 水綿
2/7	扁眼蟲、履蟲 阿米巴、矽藻	阿米巴、扁眼蟲 草履蟲	阿米巴、藍鼓藻 扁眼蟲、矽藻	阿米巴、扁眼蟲
2/8	扁眼蟲（多） 矽藻、草履蟲	變形蟲、扁眼蟲	扁眼蟲、草履蟲	水綿、腹毛蟲
2/9	矽藻、水蚤 扁眼蟲 ²⁵	變形蟲、扁眼蟲	空球藻、扁眼蟲	矽藻

(表13)

四、第一循環最終觀察表

第一循環時間為1/29-2/2，共計5天。第一循環最終觀察意即：第1天至第5天所靜置的20支（一組）試管作一次性觀察和統計。此時的觀察研究必須記錄發現物的數量，原則是2件發現物和6件發現物以上需要加註，若為3-5件則只需寫下發現物名稱即可。²⁶各試管的觀察次數為3次（衡量時間與數量）。

（一）物理組（第一組）第一循環最終觀察（表14）

物理組	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
1/29	矽藻（2）	矽藻（1）	矽藻 空球藻（2）	空球藻（1）
1/30	扁眼蟲（2） 矽藻	矽藻（2）	藍鼓藻 扁眼蟲（2）	矽藻 扁眼蟲（1）
1/31	藍鼓藻	矽藻（1）	有一些灰塵	無
2/1	疑似水綿（1）	矽藻、扁眼蟲	喇叭蟲（1） 扁眼蟲（2） 草履蟲	疑變形蟲（1）
2/2	變形蟲（1） 空球藻（2） 線蟲（1）	扁眼蟲	扁眼蟲（2）	疑似水蚤（1） 矽藻（2）

(表14)²⁷

²⁵ 「今天水質非常乾淨，所以沒什麼微生物。」此為生物組在今日之註解。

²⁶ 第一循環觀察期間，學生仍在摸索的階段，故在顯微鏡的操作上實有瑕疵（在「討論」章節說明），而呈現於「每日研究記錄」之結果也較為雜亂，但在2/3第一循環總觀察日檢討會中有進行討論與修正，故在此天觀察過程已有顯著的改善。

²⁷ 微生物與藻類的數量將標記於發現物的後方，若無則為3-5件的通數。化學組與生物組同此。

(二) 化學組 (第二組) 第一循環最終觀察 (表15)

化學組	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
1/29	矽藻、扁眼蟲	矽藻 疑變形蟲 (1)	矽藻	空球藻 (2) 矽藻 (2)
1/30	扁眼蟲	空球藻	矽藻	無
1/31	草履蟲 (2)	無	矽藻	空球藻
2/1	疑似水蚤 (1) 矽藻	矽藻	無	無
2/2	矽藻 (2) 扁眼蟲 (2) 草履蟲 (1)	扁眼蟲 (1) 矽藻 線蟲 (1)	扁眼蟲 (1)	無

(表15)

(三) 生物組 (第三組) 第一循環最終觀察 (表16)

生物組	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
1/29	扁眼蟲 (2)	矽藻 剛毛藻 (1)	矽藻 扁眼蟲 (1)	矽藻
1/30	矽藻、草履蟲	扁眼蟲 (2) 矽藻	無	空球藻 (1)
1/31	變形蟲 (1) 矽藻	扁眼蟲 (2)	疑變形蟲 (1)	矽藻 扁眼蟲 (2)
2/1	草履蟲 (1) 扁眼蟲 (很多)	扁眼蟲 (2)	鐘形蟲 (1) 扁眼蟲	矽藻 扁眼蟲 (1)
2/2	扁眼蟲 (很多)	扁眼蟲 (很多) 矽藻 (2)	扁眼蟲 (2) 矽藻 (2)	扁眼蟲 草履蟲

(表16)

五、第二循環最終觀察表²⁸

(一) 物理組 (第一組) 第二循環最終觀察 (表17)

物理組	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
2/5	矽藻 剛毛藻 (1)	藍鼓藻 (2) 草履蟲 (2)	鐘形蟲 (1) 矽藻	扁眼蟲 (2)
2/6	矽藻 水綿 (2)	扁眼蟲 (1) 矽藻	喇叭蟲 (1) 空球藻	空球藻 剛毛藻 (1)
2/7	扁眼蟲、空球藻 藻、矽藻、 鐘形蟲 (1)	扁眼蟲 (2) 矽藻	空球藻 (1) 矽藻	矽藻
2/8	扁眼蟲 (2) 空球藻 (1) 水綿 (1)	變形蟲 (1) 扁眼蟲 (1) 矽藻	扁眼蟲 (2) 矽藻 (2)	空球藻 (2)
2/9	空球藻 (2) 扁眼蟲 (1)	無	水綿 (1) 草履蟲 (1)	水綿 (2)

(表17)

²⁸ 第二循環時間為2/5-2/9，共計5天。第二循環最終觀察意即：第6天至第10天所靜置的20支（一組）試管作一次性觀察和統計。數據考察方式皆與第一循環最終觀察相同。

(二) 化學組 (第二組) 第二循環最終觀察 (表18)

化學組	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
2/5	扁眼蟲 (1) 空球藻	無	疑變形蟲 (1) 矽藻	無
2/6	扁眼蟲 (1) 矽藻	藍鼓藻 (1)	無	疑似線蟲 (1)
2/7	扁眼蟲 (1) 矽藻	無	矽藻、藍鼓藻	矽藻 (1)
2/8	扁眼蟲	線蟲 (1)	無	矽藻 (2)
2/9	矽藻 (2) 扁眼蟲 (1) 草履蟲 (2)	扁眼蟲 (1)	無	無

(表18)

(三) 生物組 (第三組) 第二循環最終觀察 (表19)

生物組	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
2/5	扁眼蟲	矽藻、扁眼蟲	矽藻	空球藻
2/6	扁眼蟲 草履蟲 (2)	線蟲 (1) 矽藻	矽藻	空球藻 藍鼓藻
2/7	草履蟲 (2) 扁眼蟲 (很多)	變形蟲 (1) 扁眼蟲 (2) 藍鼓藻	扁眼蟲 (1) 矽藻、藍鼓藻	變形蟲 (1) 矽藻 (2)
2/8	扁眼蟲 (很多) 矽藻 (2)	扁眼蟲	扁眼蟲 (2) 剛毛藻 (2) 水綿 (1)	扁眼蟲
2/9	扁眼蟲 (1)	變形蟲 (1) 矽藻	扁眼蟲 (2)	矽藻 (1)

(表19)

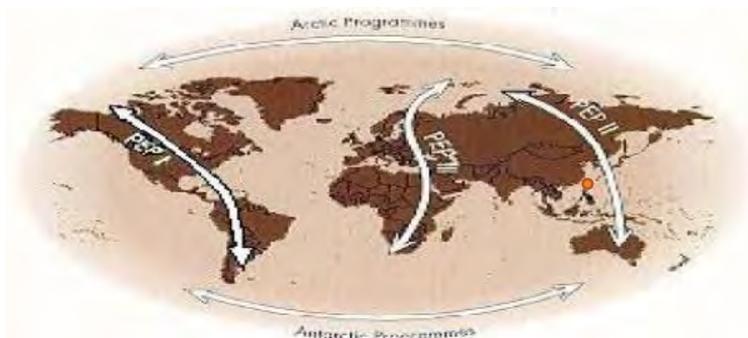
陸、討論

由於近代人類文明的發展與進步，顯著造成地球生態的巨型系統變遷，導致溫室效應、氣候異常、酸雨、臭氧層破壞、物種滅絕……等環境問題，幾乎可說是「直接」而非「間接」的衝擊到人類生存之永續發展。國際間的環保意識與默契，促成「**國際地圈——生物圈計畫 (International Geosphere-Biosphere Programme ; IGBP)**²⁹」的成立。在過往，由英國地質學家查爾斯·萊爾 (Charles Lyell 1797-1875) 提出的「**均變說 (uniformitarianism)**」可知地球

²⁹ 該計劃是上世紀80年代，由國際科學聯盟理事會 (ICSU) 發起並組織的重大國際科學計劃。IGBP 是國際全球變化四大研究計劃之一，其科學目標主要集中在研究主導整個地球系統的相互作用的物理、化學和生物學過程，特別着重研究那些時間尺度約為幾十年到幾百年，對人類活動最為敏感的相互作用過程和重大變化。轉引自中文百科在線：http://www.zwbk.org/zh-tw/Lemma_Show/129651.aspx 此研究是以地球科學為中心的展開，涵攝層面甚廣，亦符合本科展的實際需求。

過去發生過的事，現在一定也會發生，即環境輪迴之概念。因此 IGBP 下衍生「古全球變遷 (Past Global Changes ; PAGES)」計畫，從事古氣候變遷及其影響因素之研究，訂定全球三條主要「極—赤道—極 (Pole-Equator-Pole ; PEP)」的路徑及其周邊地區 (分類 PEP-I, II, III) 作為研究之重點區域。

台灣位於 PEP-II 的路徑上 (圖20)，地處亞洲東北季風、西南季風和偶際颱風之交互影響地區，地體構造上則位於與板塊之交界處，能強烈敏感地反映出氣候系統和構造環境之變化。³⁰台灣東北角是因菲律賓板塊隱沒至歐亞板塊而形成的琉球島弧，因弧後張裂形成沖繩海槽。在沖繩海槽張裂運動持續由東北向東南延伸，使得沖繩海槽的西端逐漸與蘭陽平原接軌，且導致東北部的造山運動停止，形成區域性的拉張作用 (自地本身)，蘭陽平原區域逐漸由山脈的地形陷落形成盆地，因地勢屬西向東變低，河流由山脈帶來大量沖積物後，形成現今的沖積扇平原。梅花湖則位於蘭陽沖積扇平原的南岸，西北邊為羅東溪流過梅花湖北側 (再流向東北方注入太平洋，並未流入梅花湖)，南邊則為中央山脈，區域地質以現代沖積層為主以及中新世廬山層清水段板岩為主 (圖21)，其海拔高度約50公尺，水深很淺，僅約2公尺，是個平緩抬升作用後的湖畔。



(圖20，紅點位置為台灣)



(圖21，宜蘭區地質圖)³¹

³⁰ 中央研究院地球科學所提出之主題計畫「亞洲古環境變遷 (Asian paleo-environment changes)」，冀望對晚更新世 (Pleistocene) 以來亞洲的古氣候及環境變遷作系統性的研究和探討，而本次科展位置在台灣東北角——宜蘭，正好符應了中研院的研究目標，於是研究取用資源甚多。

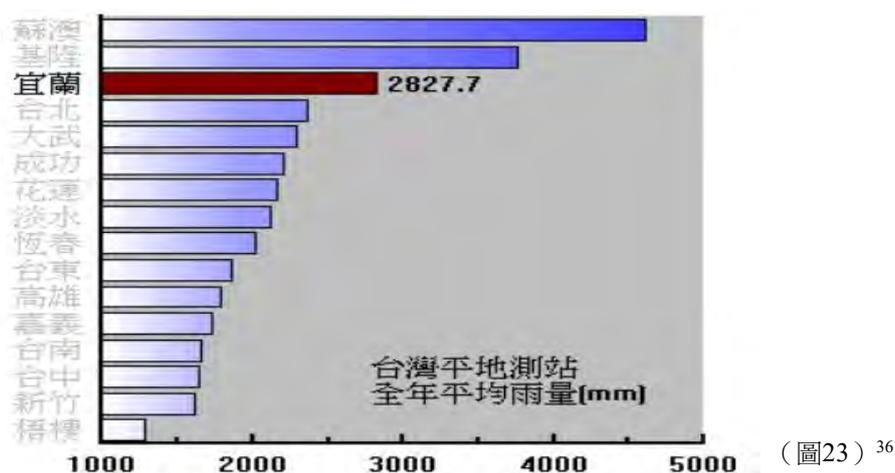
³¹ 經濟部中央地質調查所。圖已配合版面需求縮放。

此章節將分述及分析〈研究結果〉之內涵，並更進一步推論梅花湖的生態：「天氣」、「環境溫度」、「採集處水溫」、「與以往相異處」、「水質濁度」、「水質溶氧量」、「水質酸鹼值」、「顯微鏡的研究觀察記錄」、「周邊植物、礦物及水鳥認識」、「梅花湖與三清宮的歷史認識」及「其他研究」，共十一大項。³²

一、天氣

根據宜蘭氣象站1936-2003年的雨量紀錄，宜蘭是台灣唯一的無旱區(以無限水為基準)。

³³雨量主要集中於秋季之間，年雨量呈現很高之數值(圖23)，平均為2827.7毫升，尤其在九、十、十一月達最高峰。³⁴宜蘭地區的東南面與東北向的環境風場會合造成「輻合現象」而導致豪大雨，可謂蘭陽平原特殊的三角狀地形(環山閉與海口開)，造成宜蘭地區東南方秋冬季豪大雨發生的主要原因。梅花湖恰位於宜蘭平原東南方，秋冬季東北季風的豪大雨無疑會影響到梅花湖維時天氣狀況。³⁵



(圖23)³⁶

本科展研究結果與宜蘭氣象站的觀察記錄相互呼應，雖已屆冬末春初，但仍下雨天數居多。於第一循環1/29-2-2中，可發現五日有三日是下雨，但其餘兩日並非無雨，是僅於科展過程中無雨，但上午或晚上皆是下雨的狀態；於第二循環2/5-2/9中，第五日才有晴天狀態，其餘日數亦為下雨或實施時無雨。

³² 僅就觀察內容作一科學討論，問題發想及改善，將待〈結論〉提出。

³³ 宜蘭氣象站成立於1935年，現存資料並無當年氣象記錄，僅有隔年開始。。

³⁴ 姜善鑫著，〈宜蘭的氣候變化〉《宜蘭研究第一屆學術研討會論文集》(台北，中央研究院，1995年)，頁10-35。

³⁵ 十二月到隔年四月是東北季風的綿綿細雨；五、六月則是梅雨季節；七、八月夏季西南季風受中央山脈阻擋，就地形應屬於較乾旱季節，但此時臨台颱風最多，夾帶大量豪雨；九月中到十一月是東北季風和颱風雙重影響，時常發生暴雨，所以宜蘭地區的年雨量主要受到冬季季風與夏季颱風影響。

³⁶ 擷取自宜蘭氣象站：<https://www.cwb.gov.tw/V7/eservice/docs/overview/organ/stations/46708/index.htm#2>

二、環境溫度

宜蘭地區長生命期對流系統的生成是因為低層環境風場的增強，空氣在山前形成輻合區，配合著台灣上空在太平洋高壓脊線附近，整層平均風場微弱，而且存在條件性的不穩定，因而產生深上升氣流（水氣蒸發亦有影響），且因較弱的環境風場和平均風隨高度呈現反氣旋式旋轉配合之下，使得此對流系統能夠持續的發展，而且在缺乏環境駛流的情況下，系統維持不動而造成長生命期降水系統。³⁷由於長期降雨（水吸收地表及空氣熱）且三角形地形（風帶離空氣熱），導致宜蘭平均氣溫比台灣多數他縣市來得低（表20）。從研究數據來看，雖有九日降雨，但環境氣溫卻變化甚大，沒有恆定的氣溫表現。是故，若氣溫變化劇烈卻仍平均值為低，可猜想二結論：第一，僅有梅花湖的氣候表現極大溫差（其他宜蘭地區卻是平穩的低溫，故補足氣溫平均值）；第二，全宜蘭的氣候皆極大溫差。科展團隊討論後，以第二點的考量較正確，但為何平均溫度仍比全台多數縣市低呢？因為溫差表現在於低溫的震盪！簡言之，巨大氣溫震盪仍在「低溫」與「更低溫」徘徊，故在整體溫度平均表現是低於他縣市！

地名	2018年1月	2018年2月	兩月平均值
宜蘭	16.3	16.9	16.6
台北	16.1	16.5	16.3
台中	16.6	17.3	16.95
台南	17.6	18.6	18.1
高雄	19.3	20.3	19.8

（表20）³⁸

三、採集處水溫

科展觀察記錄顯示，梅花湖的氣溫與水溫就有不同的呈現面向，其水溫的表現多半是穩定的。從第一循環觀察可發現，溫度約坐落於16°C和17°C，相較於第二循環11°C和12°C（僅最後一日15°C）是較高的狀態。但為何湖水溫度的穩定性大於環境溫度，且湖水溫度多半日數是高於環境溫度呢？科展團隊在研究觀察時發現，宜蘭日曬的機率不多，多半陰天與雨天居多，故梅花湖日曬程度無法使水溫加溫。團隊亦發現梅花湖距三星鄉並不遠，且三星鄉又有溫泉存在，故推論梅花湖雖屬冬山鄉，而地熱作用使得它仍有恆溫作用。³⁹科展團隊也透

³⁷ 張耀升著，《宜蘭地區豪雨個案之研究》（國立中央大學大氣物理研究所博士論文，民國93年畢），頁74-78。

³⁸ 2018年1、2月各大縣市平均氣溫，單位：攝氏度。轉引自交通部中央氣象局：

https://www.cwb.gov.tw/V7/climate/monthlyMean/Taiwan_tx.htm

³⁹ 水溫的變化是直接影響水生生物（魚類、微生物和藻類……等等）的生長與生存。在適宜的溫度範圍內，水溫愈高，新陳代謝的速度愈快，生長速度也相對提升；反之，若水溫超出或低於適宜的溫度範圍，即會造成水

過兩次循環總觀察日證成王麗卿所謂魚類受水溫影響大於微生物和藻類得三結論：第一，「梅花湖微生物和藻類可生存於11-17°C」，即水溫於前後兩次循環有 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 差異，但似乎沒有太大影響兩者；第二，「梅花湖微生物和藻類對『水氧量』有直接關係」，此點待〈水質溶氧量〉解決；第三，「梅花湖微生物和藻類與『人為影響（商業活動）』有直接關係」，此點待〈顯微鏡的研究觀察記錄〉解決。

四、與以往相異處

本節聚焦於「水位高低與周邊地上環境物關係」、「水鳥活動」及「觀光客多寡」（〈研究結果〉表7），其他相異處問題將在本章的他節闡述。

（一）水位高低與周邊地上環境物關係

討論梅花湖水位高低，必先結合「潮汐⁴⁰」概念。參考丘民杰研究後，科展團隊認為潮汐概念亦會改變梅花湖水位，但因接受引力面積過小，其實影響並不大，團隊反將重點置於其研究之「暴潮偏差」處。如上節〈天氣〉和〈環境溫度〉所示，宜蘭常有晴天、陰天、毛毛雨和暴雨集中同一天，就觀察記錄單即能得知，十日內有九日下雨，故推論，倘若某日水位下降，即兩種可能：第一，雨勢一早轉小，且持續至今；第二，雨勢一早就停止，在靠近研究時間時才又開始。是故，湖畔周邊地上環境物，如：樹葉、鳥糞、甚至垃圾、油汙等等都會沖刷或下潮至湖中。這是地上物有無的原因及科展研究環境污染的掌握焦點。

（二）水鳥活動

各組研究發現水鳥並非持續大量存在梅花湖周邊，而是時現時消，時漲時少。水鳥多時，糞便量亦增多，而少時反之。水鳥與雨勢亦有關係，若雨勢過大，水鳥勢必減少。團隊也發現某些時候雖沒下雨，但水鳥亦是少數，於是觀察重點出現。從觀察記錄中推論，因散熱作

生生物之生態問題，如：體質變弱、容易患病及死亡……等等。但，若以魚類、微生物和藻類為例，其受影響產生問題又有比例上的差異，之如水溫對魚的影響程度就大於微生物和藻類許多。王麗卿著，《水生生物學實驗指導》（北京，科學出版社，2014年），頁34-36。水溫研究都屬「比熱容（Specific Heat Capacity）」範圍，將牽涉到較為深入的「物理知識」，但考量國小較難理解，故以「地理知識」進行推論而補足。這也是本科展較聚焦於「地理知識」優先，輔助以「數學」、「物理」、「化學」和「生物」，藉此建構較簡易版的「地球科學」。

⁴⁰ 何謂「潮汐」？普遍概念是海水面受太陽及月亮等天體引力而產生每日及季節上周期性的變動，此部份稱天文潮（astronomical tide）。潮汐除了受到天體引力的天文潮外（最主要），地球上每日或季節變化的大尺度大氣壓力所造成不均勻的海面壓力，此海面的壓力差若由流體的靜力學轉換成水柱高（pressure head），而說明海水面會因為壓力差而產生水位的改變。尤其在發生颱風數天的海域，因為颱風的低氣壓常造成局部海域數天的額外水位抬升，此成份稱為暴潮偏差（storm surge）。丘民杰著，《考慮氣壓及水溫變化的潮汐調和分析》（國立交通大學土木工程研究所碩士論文，民國106年畢），頁15。

用（雨水將熱能帶走）導致環境溫度下降，而劇烈的環境作用造成水鳥（體內恆溫）離開或躲避遮蔽物之中。⁴¹

（三）觀光客多寡

觀光客數量是較好理解的觀察發現：從天氣、氣溫和經驗的綜合指向，即能推斷當日觀光客的約略數字。學生在研究期間，甚至騎腳踏車出校前，僅觀察環境氣候，就可猜想當天梅花湖觀光客的多寡。⁴²然而，天氣較差，水鳥少了，觀光客也少，環湖遊艇就不會駛動（因成本及安全）；反之，天氣較好，水鳥多了，觀光客也多，環湖遊艇就常常客滿。但打趣的是，天氣差，梅花湖觀光收益就差，反之則好，但收益好又間接成為污染的成因，所以「如何取捨」之實際行動即〈結論〉所關注的重點，畢竟環保不能僅是祈求上蒼總是下雨罷。

五、水質濁度

從研究數據上來看，梅花湖幾乎都富有濁度而非絕對清澈。但導致水質濁度高低為何呢？除了「水質濁度」的數據外，其他數據似乎不能產生直接關係，但若以設身處地研究的學生及帶隊師長，都能發現此與「雨勢大小」有絕對關係。倘若當天下雨，水必混濁，而混濁的程度就是雨勢大小，雨勢愈大，水愈混濁，反之則否。高濁度也會減少光線照射進水體的深度，可能將抑制深水中的微生物及植物，也會影響魚鰓吸收水中氧氣的能力，但以上問題對梅花湖之影響相當少。⁴³梅花湖歷年來觀測水深最高近2公尺，湖深多半維持1.5公尺左右，加上採集皆為湖岸（濁度由湖底至湖面，可理解愈趨清澈），影響更少。

六、水質溶氧量

從研究數據來看，梅花湖的水質溶氧量幾乎穩定於2-4ppm之間，由於穩定呈現之關係，故較難比較溶氧量高低對環境之影響，但能針對2-4ppm的數據討論。⁴⁴科展課堂同時也針對「優氧化」進行討論，微生物與藻類的相關性是兩者互為食物鏈的一環，是故兩者一方增量，

⁴¹ 雖可猜想環境汙染程度而導致水鳥多寡，但觀察日程不多，並無法以觀察數據確切指出。

⁴² 團隊在討論此處後須特別強調，由於觀光客停留時日並不會持續，多半停留數分至數小時，且無法每日到梅花湖，故在環境汙染所造成的後果佔較少比率。何解？除非梅花湖已病入膏肓，環境遭受大量破壞，美景相對驟減，觀光客才會相應減少，否則少量汙染與破壞，又怎能察覺？但代表現在所觀察的汙染數值過低，又或者觀察是不重要的嗎？不，積沙成塔、積非成是的概念，倘若無法及時修正，破壞的累積至終會導向無法修正的窘境。

⁴³ 林淑芬、劉平妹、黃士強、劉聰桂著，〈由孢粉紀錄看芝山岩遺址在六千多年來的古環境變化〉《台灣之第四紀第八次研討會暨亞洲古環境變遷計劃成果發表會論文集》（台北，中央研究院，2000年）頁35。

⁴⁴ 暫不論述水溫、水壓的外在換算因素考慮，否將超過國小範疇，故僅有課堂補充。例如：那一公升水若要將溶氧1ppm提高到2ppm，需要增加10-6L的氧氣，換算方式為1(L)*2(ppm)-1(L)*1(ppm)=10-6(L)。

另一方亦會如此。然而，梅花湖溶氧量為2-4ppm，故兩者消長並未對其造成「優氧化」。再者，從邁多科學儀器公司量表觀之，倘若溶氧量小於2ppm時，會產生缺氧（hypoxia）情況，許多物種會移至他處，移動緩慢的物種可能死亡；3-5ppm時，生物的生長通常會受到壓迫；高於5ppm時大部分的動植物可以生長繁衍。⁴⁵梅花湖維持在2-4ppm，似乎不太適合水生生物的發展，但在生物鏈的觀察中，梅花湖生物多樣性並不是如此，於是可推論三事：第一，湖岸的溶氧量低於湖環與湖心量；第二，梅花湖水陸生物皆已適應低溶氧量的環境。從楊天南的研究中可發現，以上兩者狀態都確實存在，科展團隊推論皆正確⁴⁶；第三，梅花湖生態相較於附近自然場域已經算較好的生存環境。此發想更能推測生態危機已是岌岌可危的待解決問題。然而，第三點是課堂的討論後的推論，尚未有文獻證成，將待往後研究之。

七、水質酸鹼值

從研究數據來看，梅花湖湖水酸鹼值皆在 pH7-8之間，即中偏弱鹼性水。中偏弱鹼性水在多數研究中是相當良好的水質，非常適合人類與其他物種的生存，亦代表此處水質仍屬「尚未汙染」或「微弱汙染」，故仍可提早防範周邊的商業所帶來的環境傷害。但科展團隊仍保持梅花湖水質有更偏鹼的可能性，因湖邊垃圾、糞便和油汙影響應偏酸性，在沖刷與下潮現象會進入湖內，但較鹼的水質將平衡弱酸性而呈現弱鹼性，這一推論還尚待更多研究證成。

八、顯微鏡的研究觀察記錄

從觀察記錄來看，得出五大推論：第一，「對水中微生物及藻類的負面影響是化學組（針對環湖遊艇使用的超柴）>生物組（周邊水鳥糞便）>物理組（模擬船外機）」，超柴對於水生動植物的影響相當劇烈，許多觀察到的微生物都是死亡狀態；第二，「含氧量對水中微生物及藻類的重要性」，在兩次總觀察日中都可發現「愈早置放的試管」所呈現的微生物都已消失或死亡，而藻類無法判定死亡與否（仍可發現），故可推論梅花湖的氧含量是持續輸入的；第三，「死亡後的水中微生物分解速度很快」，若微生物死亡應可見其屍骸，但在觀察中相對減少，如同自來水般純淨，原本早期相當活潑的試管（如許多扁眼蟲）皆已無發現水中微生物，故有此推論；第四，「藻類的環境適應程度較優於水中微生物」，從第二及第三點可推導出此

⁴⁵ 轉引自邁多科技儀器網：<http://www.yalab.com.tw/CL/KL/DO%E6%BA%B6%E6%B0%A7%E5%80%BC.asp>

⁴⁶ 從碳、氮推論氧對梅花湖的影響。林天妍著，《五千多年來台灣東北部的古氣候變遷：宜蘭梅花湖湖積物岩芯 MHL5-A 之磁學證據》（國立中央大學地球物理研究所碩士論文，民國97年畢），頁43-45。

點；第五，「現存梅花湖的生物鏈仍屬完整」，外聘教師曾提梅花湖的水鳥、魚類驟減與盜獵有關，所以部分生態需靠專業團隊放養，故若無盜獵影響，現今梅花湖的陸上與水中仍維持生態平衡。⁴⁷

九、周邊植物、礦物及水鳥認識

從外聘教師的解說中，學生將能更切合的理解梅花湖並嘗試說明周邊環境。課程內容相當廣泛，如「水鳥種類觀察、解說和攝影」、「有毒及無毒植物分辨」、「礦物與地磁的關係（含地理風水的認識）」及「好的導遊該如何解說」等等。礙於篇幅，將以圖片進行說明（圖24、25、26、27）。



(圖24)



(圖25)



(圖26)



(圖27)

十、梅花湖與三清宮的歷史認識

梅花湖舊名「大埤」，以此相對附近一座稱為「小埤」的山中湖，為蘭陽十八勝之一的「鑑湖⁴⁸秋月」。因湖形如五瓣梅花，前總統蔣經國更名為梅花湖。而三清宮是一座集中國古典之精粹，莊嚴無比的巍峨建築。它依山傍水與清靜脫俗的自然景觀相互輝映，蔚為人間仙境。科展團隊在經過專業的導覽後，對梅花湖有更深的認識，不僅從科學角度，亦能從人文角度切入（圖28、29）。

⁴⁷ 如外聘教師實地上課時，學生有發現福壽螺是少量存在的物種，故其未強烈影響當地水生動植物。

⁴⁸ 已故縣長陳進東曾做〈鑑湖攬勝〉一詩，使梅花湖以「鑑湖」之名為後人傳揚。



(圖28)⁴⁹



(圖29)⁵⁰

十一、其他研究

科展團隊除了研究梅花湖之相關資訊外，亦有其他有趣的內容，例如「**扁眼蟲與草履蟲**」的飼養。透過**酵母菌**的餵養，我們成功養成三大瓶（200cc）的扁眼蟲與草履蟲，學生也笑著說：「養好養滿！密集恐懼症啊～」的確，成果豐碩！科展老師們全身雞皮疙瘩已經掉滿地！

柒、結論

在〈結論〉的章節中，嘗試由學生提出各種結論及主張，歸類為以下七大項⁵¹：

一、「腳就是我的船外機！」

除了船外機有超柴外洩的可能，且超柴含較多雜質。超柴燃燒不夠徹底會產生較多菸灰，內容有：**硫化物**、**超細懸浮粒子**、**氮氧化物**、**柴油尾氣**。**柴油尾氣更被世界衛生組織（World Health Organization；WHO）證明為致癌物**。科展團隊認為，**若周邊商家可出租腳踏車，何不將環湖遊艇改為腳踩型的小船**？花蓮縣鯉魚潭的遊湖方式即全部人力，而且透過人力腳踏船還能增加**遊湖情趣與促進身體健康**，最主要還能**節能環保**！

二、「不靠雨天靠排程！」

遊湖船艇**若有導覽上的必要，的確較難完全取消船艇**，畢竟不可能讓導覽人員邊踩踏邊導覽。於是科展團隊認為，**若一個禮拜中僅出船二到三日（遊艇導覽為排程，其餘是腳踏人力船）且優化船艇頂端的防曬、遮雨棚**，就不會使遊客撲空及掃興，畢竟陰雨綿綿及雲霧繚繞的梅花湖仍有一番詩意呢！

⁴⁹ 三清宮的歷史導覽解說，此活動與學校特色課程結合。

⁵⁰ 梅花湖的歷史導覽解說，此活動僅科展團隊參與。

⁵¹ 科展團隊將於3/27前往梅花湖與商家、遊客中心溝通。

三、「給我更多垃圾桶！」

「垃圾桶太少了！」這是科展團隊共同的心聲。科展團隊於梅花湖常常在找垃圾桶，不是所有遊客都沒有公德心，而是當他們「並不常來」時就相對會減少環境責任感。改善方法最直接就是增加垃圾桶的放置佈點(屬消極)，因為清掃人員是固定環湖清潔，若能集中垃圾，就能減少他們的辛勞。若考量成本，基礎人力支出應屬固定，僅有額外增設垃圾筒的支出。當然，仍是得勤宣環保概念(屬積極)，此點可與本章〈小小在地導遊站出來！〉結合。

四、「飼料配方要改進！」

梅花湖商家及飼料機都有販售餵食飼料且價格並不高，若能夠改善飼料的配方或購買較好的飼料販售，或許能降低水質酸化的可能性。經科展團隊觀察後發現，搶食梅花湖所販售的飼料不僅是魚類，還有周遭各類水鳥。而團隊曾以 pH 試劑測試鳥糞酸鹼值，鳥糞呈現為酸性物質，因鳥糞中亦有尿液成分，即魚類糞便、鳥類糞便及剩餘飼料皆可能成為酸化梅花湖的可能性。是故，環境衝擊是日積月累的，若能對其全盤規劃與照應，方能使梅花湖的美景持續下去，創造環境與商業雙贏的繁盛。

五、「水質調查要持續！」

科展團隊發現原本梅花湖是有持續且詳實的水質調查記錄板，但目前已經荒廢許久(都長蜘蛛絲了)。站在永續發展的眼界下，勢必該重拾嚴謹的態度，一方面提供梅花湖的學術研究，一方面讓遊客提升責任心，一方面使外界了解宜蘭政府重視環保之決心，一舉數得！

六、「商家參與環境評比！」

科展團隊發現某些店家的環境衛生實在堪憂。商店街(大埤路)是遊客到梅花湖所接觸的第一地點，亦是門面的第一印象。若將店家的衛生提升，不僅是維護環境有功，更甚照顧了每一位消費遊客的健康。於是，科展團隊認為梅花湖風景區遊客中心應該建立衛生優良商家之指標，一方面能夠促進衛生提升，另一方面能提升整體環境體驗感，更甚促進消費意願。

七、「小小在地導遊站出來！」

分配學校學生(尤以科展團隊優先)於假日前往梅花湖擔任形象擔當，且透過「分享科展過程」和「學校特色課程之所學」的方式讓遊客喚醒在地人對環境維持的在乎，並期許每位遊客都能以自家後花園的心態看待梅花湖的一切。

捌、附錄說明

在此聲明，**本次科展研究內容是基於梅花湖現場之實際觀察與反應，若有疏漏，亦是可能發生的問題，而觀察記錄確實沒有過往相似研究可供比較、闡釋與依據。**從「碩博士論文網提供電子檔」及「國家圖書館親自覽閱」後，攸關梅花湖確實僅有地形、礦物（與地磁）和氣候的相關論文，主論為數不到十篇，而被引用數更是少量。之如**研究所關照的水中微生物與藻類多寡數，即無前人文獻可供參考，於十日的實地觀察中，實然缺乏更嚴謹的學術考究與更多的時日付諸。**但本次科展的研究內容與範疇將可數據化，待將來在校科展生的後續研究，亦有其功能與貢獻所在。

本次科展團隊所面對最大的挑戰及問題，即便是「**梅花湖電動船（含純電與油電）與柴油船**」的公開資訊差異。從梅花湖休閒農業區發展協會「梅花湖風光～梅花湖風景區」⁵²、蘋果電子報「宜蘭冬山·梅花湖·小船遊湖趣」⁵³及知名部落客鄭小柔「梅花湖·賞鴨／餵魚／坐船／踩腳踏車，湖邊有吳淡如的小熊書房可以喝咖啡唷！」⁵⁴等網站可發現：於2004年前，梅花湖無動力船艇，僅有人力腳踏船；於2004-2011年中，梅花湖停止一切湖面活動；2011年7月參考冬山鄉動力船而引用「太陽能動力船」進駐梅花湖。科展團隊在起初是單純的研究方策，靠的也是**實際感官知覺的採樣，之如嗅到汽油味、湖面油光及行船引擎聲響極大而推論有「油電船」及「柴油船」的可能性**，進而專注投入研究及觀察柴油對梅花湖的影響。雖然我們曉得外部資訊是無油電船及無柴油船的佈屬，但科展老師們仍認為有研究價值，因可從多方面推論梅花湖的過去、現在與未來狀況，例如「**動力船維護成本過高，轉而使用柴油船**」、「**維護船隻的油料入湖可能**」、「**油汙來源可能有何**」……等等。**我們始終相信，梅花湖的專業團隊能充分發揮保護及有向度發展的功能。**最後，本次的科展活動的確沒有好的設備及經費支援，但確實引發學生朝向科學實事求是的正向態度。**沒錯，科學精神已經在學生心中萌芽，從在學校的對話與關心中就能得知：科展真是太棒了！真的！下次要再來！**

⁵² 轉引自梅花湖休閒農業區發展協會：<http://www.lake.org.tw/p3-1-1.htm>

⁵³ 轉引自蘋果電子報：<https://tw.appledaily.com/forum/daily/20110907/33649655>

⁵⁴ 轉引自知名部落客鄭小柔：

<http://mei30530.pixnet.net/blog/post/435159182-%E3%80%90%E5%AE%9C%E8%98%AD%E5%86%AC%E5%B1%B1%E3%80%91%E6%A2%85%E8%8A%B1%E6%B9%96%EF%BC%8D%E8%B3%9E%E9%B4%A8%EF%BC%8F%E9%A4%B5%E9%AD%9A%EF%BC%8F%E5%9D%90%E8%88%B9%EF%BC%8F%E8%B8%A9>

玖、參考資料

中文書籍：

1.王麗卿（2014）· *水生生物學實驗指導*· 北京：科學出版社。

中文期刊論文：

1.林淑芬、劉平妹、黃士強、劉聰桂（2000）· 由孢粉紀錄看芝山岩遺址在六千多年來的古環境變化· *台灣之第四紀第八次研討會暨亞洲古環境變遷計劃成果發表會論文集*· 35。

2.姜善鑫（1995）· 宜蘭的氣候變化· *宜蘭研究第一屆學術研討會論文集*· 10-35。

碩博士論文：

1.丘民杰（2017）· *考慮氣壓及水溫變化的潮汐調和分析*· 新竹：國立交通大學土木工程研究所碩士論文。

2.林天妍（2008）· *五千多年來台灣東北部的古氣候變遷：宜蘭梅花湖湖積物岩芯 MHL5-A 之磁學證據*· 桃園：國立中央大學地球物理研究所碩士論文。

3.張耀升（2004）· *宜蘭地區豪雨個案之研究*· 桃園：國立中央大學大氣物理研究所博士論文。

網路資源：

1.水質溶氧量· 邁多科技儀器網· 取自

<http://www.yalab.com.tw/CL/KL/DO%E6%BA%B6%E6%B0%A7%E5%80%BC.asp>

2.水質濁度· 維基百科· 取自 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%BF%81%E5%BA%A6>

3.各大縣市平均氣溫· 交通部中央氣象局· 取自

https://www.cwb.gov.tw/V7/climate/monthlyMean/Taiwan_tx.htm

4.宜蘭冬山· 梅花湖· 小船遊湖趣· 蘋果電子報· 取自

<https://tw.appledaily.com/forum/daily/20110907/33649655>

5.宜蘭氣象站簡介、宜蘭降雨圖· 宜蘭氣象站—中央氣象局全球資訊網· 取自

<https://www.cwb.gov.tw/V7/eservice/docs/overview/organ/stations/46708/index.htm>

6.國際地圈——生物圈計畫· 中文百科在線· 取自

http://www.zwbk.org/zh-tw/Lemma_Show/129651.aspx

7.梅花湖空照圖· GOOGLE MAP· 取自

<https://www.google.com.tw/maps/place/%E6%A2%85%E8%8A%B1%E6%B9%96/@24.6431201,121.7307051,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x3467e7266e9b1bed:0x536e8a2a7937c003!8m2!3d24.6427251!4d121.7330825>

8.梅花湖風光～梅花湖風景區・梅花湖休閒農業區發展協會・取自

<http://www.lake.org.tw/p3-1-1.htm>

9.梅花湖・賞鴨／餵魚／坐船／踩踩腳踏車，湖邊有吳淡如的小熊書房可以喝咖啡唷！・知名部落客鄭小柔・取自

<http://mei30530.pixnet.net/blog/post/435159182-%E3%80%90%E5%AE%9C%E8%98%AD%E5%86%AC%E5%B1%B1%E3%80%91%E6%A2%85%E8%8A%B1%E6%B9%96%EF%BC%8D%E8%B3%9E%E9%B4%A8%EF%BC%8F%E9%A4%B5%E9%AD%9A%EF%BC%8F%E5%9D%90%E8%88%B9%EF%BC%8F%E8%B8%A9>

10.單細胞生物、多細胞生物、藻類・小小顯微世界・取自

http://www.dcyj.tn.edu.tw/dns_bk/digital/micro-web/4-3-2.htm・

http://www.dcyj.tn.edu.tw/dns_bk/digital/micro-web/4-3-3.htm・

http://www.dcyj.tn.edu.tw/dns_bk/digital/micro-web/4-3-4.htm

【評語】 080508

1. 用物理、化學和生物三種方向進行梅花湖研究，可增加空間樣品分析的完整性，對梅花湖的生態環境了解會更有助益。
2. 勘查發現梅花湖需從管理、檢測、解說與其他設施改善來維護梅花湖的品質。
3. 觀測點可以考慮每一個地點有各式實驗，做相互比對。
4. 報告活潑生動。

摘要

觀光休閒產業的發展是國際化趨勢財政收入，但取之自然、用之自然必定會造成環境負面的影響。本科展研究試圖從宜蘭縣冬山鄉梅花湖（緯度24°38'34.62"N，經度121°43'57.29"E）進行環境考察，包含「氣候」、「水質」、周邊「植物」、「礦物」、「水鳥」和「人文歷史（含三清宮）」，培養學生投入愛鄉的環境教育活動，以地球科學的緯度切入，自許成為富有「科學精神」卻又不失「人文素養」的小小在地導遊。

壹、研究動機

一位在地深耕許久的梅花湖專業導遊分享，他從小就最喜歡和國小同學在梅花湖附近遊玩，但是，最近的美景伴隨著一股汽油味，湖面也出現七彩的不自然顏色，甲蟲變少，植物種類也不如從前，觀光客變多也帶來垃圾的堆積。我們相信，如果能讓大眾重新了解梅花湖，這地方、這塊土地就可以回到過去單純的美貌。於是，一個簡單的契機，我們的研究計畫就此開始了……。

貳、研究目的

「自己梅湖自己救！廣興囡仔站起來！」

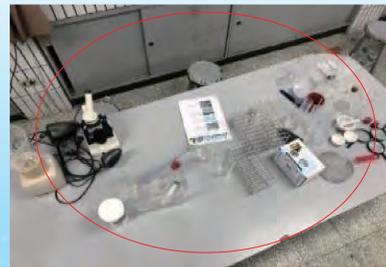
研究目的就是讓咱們科展團隊都能成為梅花湖的小小導遊（第一批！），並讓全校的同學們都能理解在地觀光文化，最後再將這份想法推廣到來此地遊覽的每一位民眾。學校的特色課程——自然軸中有一系列和梅花湖有關的教學，這次研究亦符應學校自然與科技領域課程。

參、研究設備及器材

我們研究所使用的器材表，分別有「通常所需材料（以一組為例）」與「特殊所需材料（暨個別組材料及公用材料）」兩種：

一、通常所需材料（以一組為例，共有三組）

250cc 燒杯2個	100cc 燒杯2個	墊板（含夾）1片
25cc 針筒5支	玻璃攪拌棒10支	藍筆2支
載玻片5片	溫度計1個	塑膠採集箱1個
玻璃漏斗2支	試管架3座	玻璃試管（30cc、35cc、40cc）20支
紅筆1支	放大鏡3支	過濾篩1支
培養皿5個	抹布1塊	顯微鏡1座
塑膠滴管10支	磨鉢（含搗具）1組	LaMotte 水質測驗組（含濁度、溶氧量、酸鹼值和水溫測驗）1組
500cc 廣口瓶2個	100cc 高腳量杯4個	小小顯微世界」網站微生物複本1份
500cc 燒杯2個	鏟子2支	



二、特殊所需材料（暨個別組材料及公用材料）

果汁機1檯	檯燈1座	標籤（含膜）3包
洗潔精1瓶	乳膠手套1盒	棉花棒1盒
500cc 酒精1瓶	洗手乳1瓶	膠帶檯1座
200cc 超級柴油分2瓶	25g 甲基藍1瓶	備用膠帶3卷



超級柴油

肆、研究過程或方法

我們選擇了「現地勘查」、「儀器品管」、「野外施測」和「資料數據分析」四大科學方法。科展9人團隊分成三個小組，每組3人，分別為「物理組」、「化學組」及「生物組」，以不同的方法切入水文研究，最後結合外聘教師補足「梅花湖歷史認識（含道教總廟三清宮）」、「實地梅花湖水鳥、植物和礦物認識」的相關課程。觀察時間為期12日，共2個循環，一日耗時4小時（12:50集合，13:00開始，17:00結束）。

每日工作事項：

第一循環	第二循環
1/29，日常採集與研究	2/5，日常採集與研究
1/30，日常採集與研究	2/6，日常採集與研究
1/31，日常採集與研究	2/7，日常採集與研究
2/1，日常採集與研究	2/8，日常採集與研究
2/2，日常採集與研究	2/9，日常採集與研究及外聘教師上課
2/3，循環總觀察日	2/10，循環總觀察日



* 本次研究地點為宜蘭縣冬山鄉梅花湖，採集地點為梅花湖西北三處。

一、團體工作事項：

各組今日「記錄人員」、「測量人員」及「採樣人員」後（每日輪替），將分別進行以下活動：



步驟一，天氣和與以往相異處。



步驟二，濁度觀察。



步驟三，水溫測量



步驟四，燒瓶、濁度瓶盛水。



步驟五，溶氧量測量。



步驟六，酸鹼值測量。



步驟七，溫度計觀察。



特別步驟，採集鳥糞。

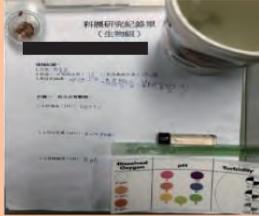
Dissolved Oxygen



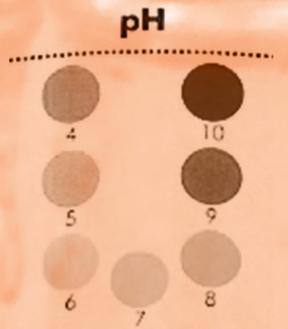
Turbidity



二、各組工作事項：各組於每日梅花湖採集結束後，將返回學校進行個別研究。



*每日採集記錄的繳交，上呈物有研究記錄單、濁度測量瓶、溶氧量測量瓶、酸鹼值測量瓶及觀察對照表，生物組額外繳交鳥糞樣本。



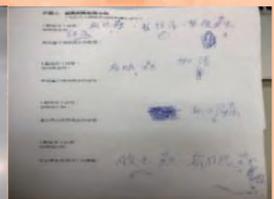
(一) 物理組 (第一組) 研究過程：物理組主要考量梅花湖船艇的船外機於水下對生態之影響。

- *步驟一，將4支試管分別注入20毫升的原水。
- *步驟二，將第2試管之20毫升原水以順時針方向搖晃，以每秒1圈的速度進行，持續3分鐘，共計180次搖晃。靜置30分鐘後以顯微鏡觀察並記錄靜置前後時間(靜置動作於步驟三、四亦同)
- *步驟三，將第3試管之20毫升原水以玻璃攪拌棒左右翻攪，以每秒1次的速度進行，持續3分鐘，共計180次翻攪。
- *步驟四，將第4試管之20毫升原水以果汁機高速攪動(模擬船外機)，攪動10秒停止5秒，持續3分鐘，共計12次循環。
- *步驟五，靜置過程中，先以顯微鏡(15x10倍率)觀察第1試管的微生物。靜置完畢後，觀察第2、第3及第4試管，將發現的微生物及藻類記錄下來且畫出觀察物之外觀。每支試管進行4-5次觀察。若較難發現，可使用甲基藍進行染色。



(二) 化學組 (第二組) 研究過程：化學組主要考量層面是梅花湖船艇的滲油及油氣對湖水的影響。

- *步驟一、五與物理組同。
- *不同於步驟二、三、四之添加物(亦須靜置30分)，分別將第2、3、4試管注入3、6、9毫升之超級柴油，並以玻璃攪拌棒1秒攪動、1秒停止，持續3分鐘，共計90次循環。



(三) 生物組 (第三組) 研究過程：生物組主要考量梅花湖畔水鳥糞便，其雖屬自然物，但仍與商業活動及環境衝擊息息相關。

- *步驟一、六與物理組和化學組同(步驟六與他組步驟五同)。
- *步驟二、將10公撮塊狀或稠狀鳥糞加入5毫升原水稀釋，先行調製45毫升的稀釋鳥糞。
- *步驟三、四、五，分別將第2、3、4試管注入3、6、9毫升之稀釋鳥糞，並以玻璃攪拌棒1秒攪動、1秒停止，持續3分鐘，共計90次循環。



伍、研究結果

一、環境記錄：

	天氣				環境溫度				採集處水溫			
	物理組	化學組	生物組	平均值	物理組	化學組	生物組	平均值	物理組	化學組	生物組	平均值
1/29	雨	雨	毛毛雨	雨	13°C	14°C	13°C	13°C	16-18°C	14-18°C	14-18°C	16°C
1/30	陰天	陰天	陰天	陰天	21°C	18°C	18°C	19°C	14-18°C	14-20°C	14-20°C	17°C
1/31	下雨	雨天	雨	雨	17°C	11-12°C*	17°C	17°C	14-20°C	14-18°C	14-18°C	16°C
2/1	陰天	陰天	陰天	陰天	14-15°C	14-16°C	18°C	16°C	14-18°C	14-18°C	14-18°C	16°C
2/2	雨天	雨天	陰天	雨天	15°C	14°C	16°C	15°C	14-16°C	14-18°C	14-18°C	16°C
2/5	毛毛雨	陰天	毛毛雨	毛毛雨	12°C	11°C	11°C	11°C	12-14°C	10-14°C	12°C	12°C
2/6	陰天	陰天	陰天	陰天	10°C	9.6°C	9.5°C	10°C	12-14°C	12°C	10-12°C	12°C
2/7	下雨	雨天	雨天	雨天	12°C	12°C	11°C	12°C	8-12°C	12°C	10-12°C	11°C
2/8	陰天	陰天	陰天	陰天	16°C	10°C*	14.5°C	15°C	12-14°C	12°C	10-12°C	12°C
2/9	晴天	晴	晴朗沒太陽	晴	22°C	19°C	20°C	20°C	14-18°C	12°C	14-18°C	15°C

Dissolved Oxygen



	與以往相異處		
	物理組	化學組	生物組
1/29	循環第一天(無)	循環第一天(無)	循環第一天(無)
1/30	鳥屎變多、賓客變多湖水變少、湖邊一堆樹葉、羽毛變多	水變混濁、屎變多、羽毛變多、人變多	鴨子活動情形增多，因為羽毛和大便變多、水溫變低
1/31	水很混濁、水位升高	水變多、羽毛變多、屎變多	人變少、水變淺*、湖邊葉子減少、水變濁
2/1	羽毛變多、水變少、鴨子變多	水變少、湖邊葉子多、湖水水	水位變淺、鴨子變活潑、鳥屎變少
2/2	水變多、屎變多	水變多、屎變多	水位上升、鳥屎變多、觀光客變少
2/5	循環第一天(無)	循環第一天(無)	循環第一天(無)
2/6	鴨子變多、鴨毛變多水變少、觀光客變多	水淺、湖邊沒葉子	水少了
2/7	鴨子變少、水變少、賓客變少	水位變少、鴨子變少鳥屎變少	水很冰、水變少、羽毛變少
2/8	湖水變清澈、羽毛變多、賓客變多	水變淺、湖水變漂亮亮變少、掉落果實多	鳥糞變少、水質變清澈
2/9	鳥變多、鴨子變多、遊客變多	沒霧、水清、湖邊毛多	水很清澈、遊客很多、鳥糞變少

二、原水水質觀察記錄：以水質濁度(JTU)、水質溶氧量(ppm)和水質酸鹼值(pH)出發。

	水質濁度				水質溶氧量				水質酸鹼值			
	物理組	化學組	生物組	平均值	物理組	化學組	生物組	平均值	物理組	化學組	生物組	平均值
1/29	40JTU	40JTU	40JTU	40JTU	4ppm	0-4ppm	0-4ppm	3ppm	pH8	pH8	pH7-8	pH8
1/30	100JTU	100JTU	100JTU	100JTU	0-4ppm	0-4ppm	0-4ppm	2ppm	pH7-8	pH7	pH7	pH7
1/31	100JTU	100JTU	100JTU	100JTU	0-4ppm	4ppm	0-4ppm	3ppm	pH8	pH8	pH8	pH8
2/1	100JTU	40-100JTU	100JTU	90JTU	0-4ppm	0-4ppm	8ppm	4ppm	pH7	pH7	pH7	pH7
2/2	40JTU	40JTU	100JTU	60JTU	0-4ppm	4ppm	0-4ppm	3ppm	pH7	pH7	pH8	pH7
2/5	40JTU	40JTU	40JTU	40JTU	0-4ppm	0-4ppm	4-8ppm	3ppm	pH7	pH8	pH7	pH7
2/6	40JTU	40JTU	40JTU	40JTU	0-4ppm	4ppm	4ppm	3ppm	pH8	pH7	pH8	pH8
2/7	40JTU	40JTU	40JTU	40JTU	0-4ppm	0-4ppm	0-4ppm	2ppm	pH7	pH7	pH8	pH7
2/8	100JTU	40JTU	40JTU	60JTU	0-4ppm	0-4ppm	4ppm	3ppm	pH7	pH8	pH7	pH7
2/9	0-40JTU	0-40JTU	0JTU	13JTU	0-4ppm	0-4ppm	0-4ppm	2ppm	pH8	pH8	pH8	pH8





三、微生物與藻類記錄：微生物與藻類是除了對水質（非生物）認知外最基礎的實存生物。（直接以最終循環表呈現）

四、第一循環最終觀察表：第一循環時間為1/29-2/2，共計5天。各試管的觀察次數為3次。

	物理組				化學組				生物組			
	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
1/29	矽藻②	矽藻①	矽藻, 空球藻②	空球藻①	矽藻, 扁眼蟲	矽藻, 疑變形蟲①	矽藻	空球藻②, 矽藻②	扁眼蟲②	矽藻, 剛毛藻①	矽藻, 扁眼蟲①	矽藻
1/30	扁眼蟲②, 矽藻	矽藻②	藍鼓藻, 扁眼蟲②	矽藻, 扁眼蟲①	扁眼蟲	空球藻	矽藻	無	矽藻, 草履蟲	扁眼蟲②, 無	無	空球藻①
1/31	藍鼓藻	矽藻①	有一些灰塵	無	草履蟲②	無	矽藻	空球藻	變形蟲①, 矽藻	扁眼蟲②	疑變形蟲①	矽藻, 扁眼蟲②
2/1	疑似水綿①	矽藻, 扁眼蟲	喇叭蟲①, 扁眼蟲②, 草履蟲	疑變形蟲①	疑水蚤①, 矽藻	矽藻	無	無	草履蟲①, 扁眼蟲(多)	扁眼蟲②	鐘形蟲①, 眼蟲	矽藻, 扁眼蟲①
2/2	變形蟲①, 空球藻②, 線蟲①	扁眼蟲	扁眼蟲②	疑水蚤①, 矽藻②	矽藻②, 扁眼蟲②, 草履蟲①	扁眼蟲①, 矽藻, 線蟲①	扁眼蟲①	無	扁眼蟲(多)	扁眼蟲(多), 矽藻②	扁眼蟲②, 矽藻②	扁眼蟲, 草履蟲

五、第二循環最終觀察表：第二循環時間為2/5-2/9，共計5天。

	物理組				化學組				生物組			
	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管	第1試管	第2試管	第3試管	第4試管
2/5	矽藻, 剛毛藻①	藍鼓藻②, 草履蟲②	鐘形蟲①, 矽藻	扁眼蟲②	扁眼蟲①, 空球藻	無	疑變形蟲①, 矽藻	無	扁眼蟲	矽藻, 扁眼蟲	矽藻	空球藻
2/6	矽藻, 水綿②	扁眼蟲①, 矽藻	喇叭蟲①, 空球藻	空球藻, 剛毛藻①	扁眼蟲①, 矽藻	藍鼓藻①	無	疑似線蟲①	扁眼蟲, 草履蟲②	線蟲①, 矽藻	矽藻	空球藻, 藍鼓藻
2/7	扁眼蟲, 空球藻, 矽藻, 鐘形蟲	扁眼蟲②, 矽藻	空球藻①, 矽藻	矽藻	扁眼蟲①, 矽藻	無	矽藻, 藍鼓藻	矽藻①	草履蟲②, 扁眼蟲(多)	變形蟲①, 扁眼蟲②, 藍鼓藻	扁眼蟲①, 矽藻, 藍鼓藻	變形蟲①, 矽藻②
2/8	扁眼蟲②, 空球藻①, 水綿①	變形蟲①, 扁眼蟲①, 矽藻	扁眼蟲②, 矽藻②	空球藻②	扁眼蟲	線蟲①	無	矽藻②	扁眼蟲(多), 矽藻②	扁眼蟲	扁眼蟲②, 剛毛藻②, 水綿①	扁眼蟲
2/9	空球藻②, 扁眼蟲①	無	水綿①, 草履蟲①	水綿②	矽藻②, 扁眼蟲①, 草履蟲②	扁眼蟲①	無	無	扁眼蟲①	變形蟲①, 矽藻	扁眼蟲②	矽藻①

陸、討論

- 天氣：**宜蘭地區的東南面與東北向的環境風場會造成「輻合現象」，可謂蘭陽平原特殊的三角狀地形（環山閉與海口開），造成宜蘭地區東南方秋冬季豪大雨發生的主要原因，梅花湖恰位於宜蘭平原東南方。本科展研究結果與宜蘭氣象站的觀察記錄相互呼應，於第一循環1/29-2-2中，可發現五日有三日是下雨，；於第二循環2/5-2/9中，第五日才有晴天狀態，其餘日數亦為下雨或實施時無雨。
- 環境溫度：**從研究數據來看，雖有九日降雨，但環境氣溫卻變化甚大，沒有恆定氣溫表現。全宜蘭的氣候皆極大溫差，但為何平均溫度仍比全台多數縣市低呢？因為溫差表現在於低溫的震盪！巨大氣溫震盪仍在「低溫」與「更低溫」徘徊，故整體溫度平均仍低於他縣市！
- 採集處水溫：**第一循環溫度約坐落於16°C和17°C，相較於第二循環11°C和12°C是較高的狀態且其水溫的表現多半是穩定的。且梅花湖距三星鄉並不遠，其有溫泉存在，故推論梅花湖雖屬冬山鄉，而地熱作用使得它仍有恆溫作用。科展團隊透過兩次循環總觀察日得三結論：第一，「梅花湖微生物和藻類可生存於11-17°C」，即水溫差異沒有太大影響；第二，「梅花湖微生物和藻類對『水氧量』有直接關係」；第三，「梅花湖微生物和藻類與『人為影響（商業活動）』有直接關係」。
- 與以往相異處：**首先，水位高低與周邊地上環境物關係：討論梅花湖水位高低，團隊將重點置於「暴潮偏差」。據觀察記錄得知，十日內有九日下雨，故推論，倘若某日水位下降，即兩種可能：第一，雨勢一早轉小，且持續至今；第二，雨勢一早就停止，在靠近研究時間時才又開始。是故，湖畔周邊地上環境物，如：樹葉、鳥糞、甚至垃圾、油汙等等都會沖刷或下潮至湖中；其次，水鳥活動：各組研究發現水鳥時現時消，若雨勢過大，水鳥勢必減少。某些時候雖沒下雨，但因散熱作用（雨水將熱能帶走）導致環境溫度下降，造成水鳥（體內恆溫）離開或躲避遮蔽物之中。水鳥多時，糞便量亦增多；最後，觀光客多寡：天氣較差，水鳥少了，觀光客也少，環湖遊艇就不會駛動（因成本及安全）；反之則否。所以「如何取舍」之實際行動即〈結論〉所關注的重點。
- 水質濁度：**梅花湖幾乎都富有濁度而非絕對清澈，我們發現此與「雨勢大小」有絕對關係，但水質濁度梅花湖之影響相當少。
- 水質溶氧量：**梅花湖的水質溶氧量幾乎穩定於2-4ppm之間，似乎不太適合水生物的發展，但梅花湖生物卻呈現多樣性，於是推論三事：第一，湖岸的溶氧量低於湖環與湖心量；第二，梅花湖水陸生物皆已適應低溶氧量的環境；第三，梅花湖生態相較於附近自然場域已經算較好的生存環境，可發想推測生態危機已是岌岌可危的待解決問題。
- 水質酸鹼值：**梅花湖湖水酸鹼值皆在 pH7-8之間，即中偏弱鹼性水。中偏弱鹼性水在多數研究中是相當良好的水質，非常適合人類與其他物種的生存，故應提早防範周邊的商業所帶來的環境傷害。但我們仍保持梅花湖水質有更偏鹼的可能性，這推論還尚待更多研究證成。
- 顯微鏡的研究觀察記錄：**從觀察記錄來看，得出五大推論：第一，「對水中微生物及藻類的負面影響是化學組（針對環湖遊艇使用的超柴）>生物組（周邊水鳥糞便）>物理組（模擬船外機）」；第二，「含氧量對水中微生物及藻類的重要性」，並推論得知梅花湖的氧含量是持續輸入的；第三，「死亡後的水中微生物分解速度很快」，試管中皆已無發現水中微生物及其屍骸；第四，「藻類的環境適應程度較優於水中微生物」；第五，「現存梅花湖的生物鏈仍屬完整」，若無盜獵、放養等人為介入，現今梅花湖仍維持生態平衡。
- 周邊植物、礦物及水鳥認識：**外聘教師的解說相當豐富，如「水鳥種類觀察、解說和攝影」、「有毒及無毒植物分辨」、「礦物與地磁的關係（含地理風水的認識）」及「好的導遊該如何解說」等等，讓學生能更理解梅花湖並嘗試說明周邊環境。
- 梅花湖與三清宮的歷史認識：**梅花湖形如五瓣梅花，前總統蔣經國稱之梅花湖。三清宮是一座集中國古典之精粹，莊嚴無比的巍峨建築。
- 其他研究：**透過酵母菌的餵養，成功養成三大瓶（200cc）的扁眼蟲與草履蟲，是除了研究梅花湖之相關資訊外，特別而有趣的內容。

柒、結論

- 「腳就是我的船外機！」：**透過人力腳踏船不僅能增加遊湖情趣與促進身體健康，最主要還能節能環保！
- 「不靠雨天靠排程！」：**一個禮拜出船二到三日（遊艇排程，其餘腳踏人力船）再優化船艇頂端的防曬遮雨棚，就不會使遊客撲空及掃興。
- 「給我更多垃圾桶！」：**改善方法最直接就是增加垃圾桶的放置佈點，再加上宣導環保概念。
- 「飼料配方要改進！」：**梅花湖有販售餵食飼料，若能夠改善飼料的配方或購買較好的飼料販售，或許能降低水質酸化的可能性。
- 「水質調查要持續！」：**梅花湖原有持續且詳實的水質調查記錄板，勢必該重拾嚴謹的態度，提供梅花湖的學術研究和提升遊客責任心。
- 「商家參與環境評比！」：**梅花湖遊客中心應建立衛生優良商家指標，不僅促進衛生提升，又能增加整體環境體驗感，更能提高消費意願。
- 「小小在地導遊站出來！」：**分配學校學生（尤以科展團隊優先）於假日前往梅花湖擔任形象擔當，且透過「分享科展過程」和「學校特色課程之所學」的方式讓遊客喚醒在地人對環境維持的在乎，並期許每位遊客都能以自家後花園的心態看待梅花湖的一切。

Dissolved Oxygen

0 ppm

4 ppm

8 ppm

Turbidity

0 JTU

40 JTU

100 JTU