

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

080302

寓濁於清

學校名稱：基隆市七堵區瑪陵國民小學

作者： 小六 詹苡靖 小六 張凱瑋 小五 詹思旻 小五 許珉瑄	指導老師： 葉舒屯 曾文正
---------------------------------------------	---------------------

關鍵詞：溪蝦、濁度、懸浮物質

寓濁於清

摘要

基隆，總是演奏著多雨的篇章，雨水帶來生機，卻也造成影響。在下雨的日子裡，發現原本清澈的瑪陵溪水，水位上漲、溪水汙濁。透過氣象局雨量資料，與我們下雨天進行溪水採樣的結果相比較，發現當雨量增加時，溪水的濁度也同時增加，而溪水中的懸浮物質也呈現增加的現象，證實雨量影響到溪水的濁度與懸浮物質濃度。

河川的整治為降低河川氾濫的發生，但對溪水造成的影響與下雨的情形相雷同，甚至更嚴重，溪水的濁度與懸浮物質濃度的數值遠大於下雨時的數值。對於水生生物而言，無疑是產生緊迫，經實驗發現汙濁溪水影響溪蝦的攝食，甚至產生病灶。透過本研究可提供給相關單位，在維護河川環境、保障人民安全的同時，對自然生物的保育也應須考慮。

壹、研究動機

本校座落於瑪陵溪旁，其自然生態與瑪陵溪息息相關，加上禁釣禁捕的法令，使得瑪陵溪豐富的生物多樣性遠非其他學校可相比擬。

基隆的天氣是多雨的氣候，下雨的天數遠比大部分縣市要來的高，在某次下雨的早晨，上學的途中發現，瑪陵溪位於學校的溪段正在做整治的工程，怪手挖泥的同時，也揚起了水中的懸浮物質，造成了下游溪水的混濁不堪，工程持續了一個星期，在這一星期裡，看著黃黃的瑪陵溪，心中也不禁疑惑著，這是台灣的「黃河」嗎？面對這樣混濁的溪水對於生活在其中的魚蝦是否會造成影響？中國大陸的沙塵暴南下會造成台灣民眾呼吸系統的不適，那將心比心，在這種汙濁不堪的環境裡，魚蝦應該也會不喜歡吧！

因此便與學生討論，在下雨的日子，對瑪陵溪可能所造成的影響，下雨的時候溪水產生了什麼？又有什麼樣的改變？甚至有同學還記得小時候在颱風下大雨時瑪陵溪暴漲氾濫的印象、大雨過後街道馬路泥濘不堪的景象，加上這陣子的整治工程所產生溪水的混濁，引發了同學們研究探索的興趣。

先從網路上搜尋「雨量」、「濁度」、「懸浮物質」等關鍵字，在氣象局網頁裡可以找到雨量的即時資訊，在水質分析步驟中有濁度與懸浮物質的檢測方法，經過我們的採樣實驗，將這兩者整合在一起，找出其中的關聯性。再者，透過生物實驗，知悉生物在這種混濁環境中的生存行為，而可以進一步瞭解到人類活動對自然生態所產生的衝擊，我們可以嘗試著找到一個平衡點，使生態保育與人類行為間創造出一個雙贏的局面。

貳、研究目的

一、雨量的多寡對瑪陵溪溪水的影響



















(一) 雨量的多寡對瑪陵溪溪水「濁度」的影響

(二) 雨量的多寡對瑪陵溪溪水「懸浮物質」的影響

二、混濁的溪水對瑪陵溪溪蝦生存的影響



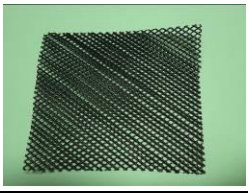









參、研究設備及器材

一、實驗一器具

實驗器材		
採水器	採水瓶	試水離心管
		
濾紙	烘箱	天秤
		
過濾組	鐵盤	塑膠燒杯
		
分光光度計	試鏡紙	滴管
		
分光比色液槽	濁度標準溶液	鉛塊
		
鐵絲	分光光度計	試鏡紙
		

滴管	蒸餾水洗滌瓶	
		

二、實驗二器具

實驗器材		
塑膠瓶	水線	萬年網
		
紗窗網	束帶	調節閥
		
鐵絲	橡膠塞	分接頭
		
打氣管	打氣幫浦	焊槍
		

肆、研究過程與方法

一. 收集雨量資訊

(一)背景知識


下雨通常會造成河床的上升，而雨量的多寡則會影響溪水暴漲的程度，因此實驗進行前須要瞭解雨量是如何計量收集的【三下康軒版第三單元一認識天氣】，以及利用交通部中央氣象局的網站學會網路資訊蒐集，收集當天下雨的即時雨量。

以本校為例，本校雖屬七堵區，但由於氣象局基隆地區的雨量監測有「基隆市區」、「五堵」及「彭佳嶼」三個監測點，所以本校的雨量監測選擇五堵為主。

(二)網頁搜尋

進入氣象局主網頁後，點選「觀測」中的「雨量觀測」，在雨量觀測選項中點選「整點小時資料」，即有全台灣所有縣市所有鄉鎮市監測點的整點小時雨量資料，在基隆市的雨量資料中，可點選「五堵」，便會顯示五堵整點小時雨量的直條圖與折線圖，可供一般民眾查詢瞭解。而本科展研究的整點雨量資料皆採用下雨當日 12:00 至 13:00 的雨量資料。

※圖示說明：

<p style="text-align: center;">中央氣象局網站</p> 	<p style="text-align: center;">雨量觀測網頁</p> 
<p style="text-align: center;">基隆市地區整點小時雨量資料</p>	
	
<p style="text-align: center;">五堵整點小時雨量資料</p>	
	

二. 試水的採樣

(一)採水器製作與採樣流程



欲分析下雨所造成瑪陵溪的溪水混濁程度與溪水中懸浮物質的多寡，須先製作採水器以採集溪水樣本。

採水器的製作原本是以有把手的塑膠量筒來使用，但拋投使用的結果容易損壞，後改採軟塑膠的塑膠筒來作採水器，筒身以鐵絲環繞，作為支架以及方便綁上鉛塊，目的要使採水氣沉入水中，而不是漂浮水面上，避免影響採樣的誤差。因為要從橋面上將採水器拋入水中，所以在支架綁上約 4 公尺長的尼龍繩。

(二)採樣試水

當採水器採取到水樣，試水要分為兩部份，一個是要分析溪水的濁度，另一個要分析水中懸浮物質，所以試水離心管中裝約 50 ml 的溪水，而採水瓶中裝約 4000 ml 的溪水(每位學生均須採水並混合在一起)。

※圖示說明：

<p>採水器</p> 	<p>拋投至瑪陵溪</p> 	<p>沉入水中</p> 
<p>拉起採水器</p> 	<p>裝入試水離心瓶</p> 	<p>裝入採水瓶</p> 
<p>試水離心管-1</p>	<p>試水離心瓶-2</p>	
		

三. 試水分析-懸浮物質分析

採水瓶所裝的試水用來分析水中的懸浮物質濃度，借助海洋大學環境生物與漁業科學學系生態毒理學研究室的儀器分析。

(一)懸浮物質定義

懸浮物質(Suspended solids, SS)，指水中會因攪動或流動而呈懸浮狀態的有機或無機性顆粒，一般包含膠懸物、分散物及膠羽。懸浮固體會阻礙光在水中穿透，對水中生物的影響與濁度相似；懸浮固體若沉積於河床會阻礙水流，若沉積於水庫庫區，則會減少水庫的蓄水空間。

(二)分析原理

分析原理係利用濾紙孔洞大小的通透性，經過過濾的步驟，可以將水中的懸浮物質截留在濾紙上，烘乾後將濾紙秤重並減去濾紙初重，即可得到每 1000 ml 中懸浮物質的重量。

(三)懸浮物質分析流程







先將濾紙編號並放入烘箱中烘乾，其目的是在移除濾紙中的水分，避免在秤重時增加的重量包含有水分的重量，經過 24 小時後取出秤重，得到濾紙初重(A)。








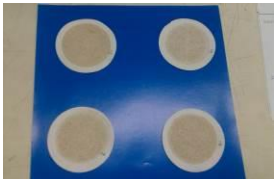
將秤完重後的濾紙夾在過濾杯中，過濾杯裝置於三角瓶上，另以塑膠燒杯裝入 1000 ml 的試水，將試水倒入過濾杯中，倒入前須將試水瓶搖動，使試水中的懸浮物質均勻混合，開啟過濾機器，因機器馬達的運轉，將三角瓶中抽成真空，因而加速過濾速度，而過濾的速度會因水中懸浮物質的濃度而有影響，也就是說懸浮物質少時過濾速度就會加快，而懸浮物質多則會減緩過濾速度。若懸浮物質多時可減少試水量，最後換算時再回乘至 1000 ml 量。

將過濾完的試紙放入鐵盤中，同樣放置在烘箱中烘乾 24 小時，移除水分，讓濾紙上只剩乾燥的懸浮物質，此即為濾紙末重(B)，經過計算可得懸浮物質重(mg/L)。

$$\text{其公式為懸浮物質(mg/L)} = \frac{(\mathbf{B} - \mathbf{A}) (\text{g})}{\text{試水體積 (L)}} \times \frac{1000 (\text{mg})}{1 (\text{g})}$$

※圖示說明：

濾紙	濾紙烘乾	濾紙編號
		
秤重紀錄	過濾機組	試水混合均勻
		

過濾杯	濾紙放入過濾杯中	試水倒入塑膠燒杯中
		
倒入過濾杯中	開啟機器	拿出濾紙
		
過濾完的濾紙	烘乾完的濾紙	
		

四. 試水分析-濁度分析

試水離心管所裝的試水用來分析水中的濁度，借助海洋大學環境生物與漁業科學學系生態毒理學研究室的儀器分析。

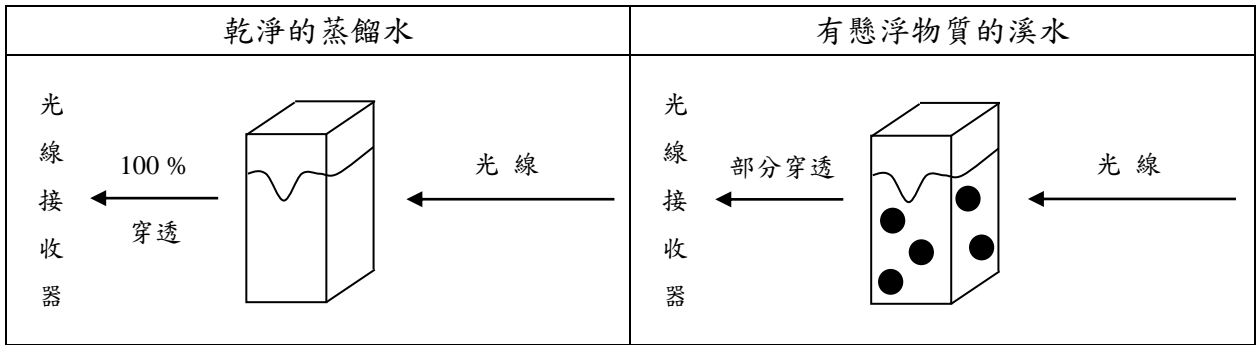
(一)濁度定義

濁度(Turbidity)，水中懸浮的物質含量，亦即其水樣混濁的程度。水中的懸浮物質一般是泥土、砂粒、微細的有機物或無機物、浮游生物、微生物等。其單位為 NTU (Nephelometric Turbidity Unit)。

(二)分析原理

分析原理係利用光線的直線進行【四上康軒版第三單元-奇妙的光】，當光線穿過裝有蒸餾水的分光比色液槽時，因蒸餾水是乾淨無雜質的水，所以光線可以 100 % 穿透，而若含有懸浮物質的溪水，則因為有微小顆粒阻擋光線的穿透，導致可穿透的光線量減少，藉由此原理來偵測溪水的濁度。使用分光光度計來檢測得到的吸光值(只是數值，不具有單位)，再利用已知的標準品作為比對，使濁度具有單位方可以比較。

※圖示說明：



(三)濁度分析流程

標準曲線的製作，目的是為換算分光光度計所測到的濁度。利用已知濃度的標準品進行連續稀釋的動作，使之成為一連串的不同濃度梯度，同樣經過分光光度計的檢測，得到不同濃度梯度的吸光值，以吸光值與濃度作回歸曲線，得到二元一次方程式，當測得溪水吸光值後，即可帶入方程式中換算得到濁度濃度。

標準溶液原液為 4000 NTU，取 25 ml 的原液加入 975 ml 的蒸餾水，均勻混合後濃度則為 100 NTU，再依照下表稀釋方式將其依次稀釋。而濃度 2、4、5、6 與 8 NTU 的則由濃度 10 NTU 作稀釋，若游 100 NTU 來稀釋的話，會因吸取標準品的量過少而產生誤差。

※圖示說明：

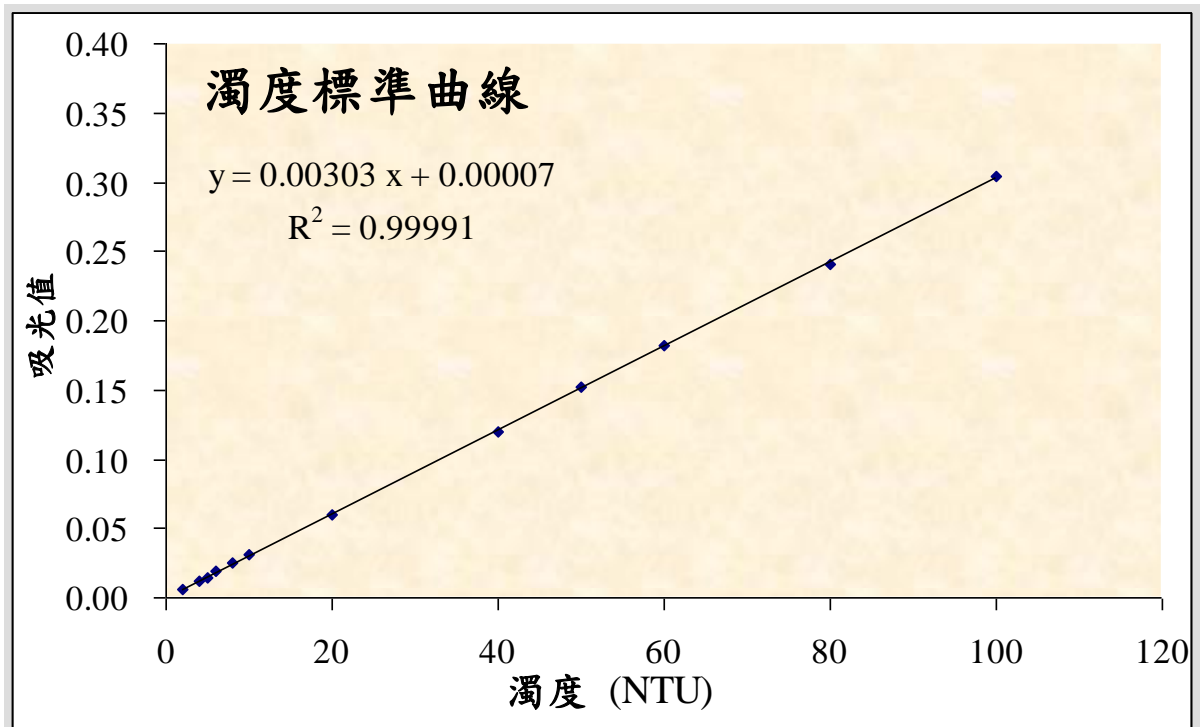
濃度 (NTU)	2	4	5	6	8	10
標準品 (ml)	200	400	500	600	800	1000
蒸餾水 (ml)	800	600	500	400	200	0

濃度 (NTU)	10	20	40	50	60	80	100
標準品 (ml)	100	200	400	500	600	800	1000
蒸餾水 (ml)	900	800	600	500	400	200	0

稀釋

稀釋













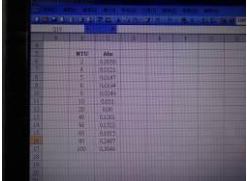
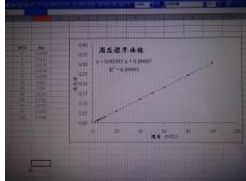

濃度 (NTU)	100	4000
標準品 (ml)	25	1000
蒸餾水 (ml)	975	0



如上圖所示，將吸光值與濁度作回歸，得到的方程式為 $y = 0.00303x + 0.00007$ ， y 代表分光光度計所測的吸光值， x 代表濁度。若今測得一試水的吸光值為 0.00007，計算後得到 $x = 0$ ，也就是說濁度值為 0 NTU。因此將本實驗所測得的試水吸光值帶入方程式中，計算後即可得到相對應的濁度值。

※圖示說明：

製作標準曲線	微量吸取器	微量吸管
以微量吸取器吸取溶液	吸取標準溶液	加入至離心管中

吸取標準品	吸取蒸餾水	進行稀釋-1
		
進行稀釋-2	震盪器	震盪均勻混合
		
清洗分光比色液槽	注入標準品或試水	試鏡紙擦拭分光比色液槽
		
放入分光光度計中	電腦操作	紀錄
		
Excel 製作圖表，輸入數據	圖表製作	試水分析轉換數據
		

五. 生物實驗分析

在分析完雨量與濁度及懸浮物質間的關係後，接下來就是實驗的重頭戲了，進行溪蝦的生物實驗【本研究並沒有進行侵入式實驗，不會有解剖行為發生，僅作外觀的觀察與拍照，最後實驗結束並無任何溪蝦死亡】。

(一)實驗生物蓄養

溪蝦取自校內生態池中自行繁殖的溪蝦【四上康軒版第二單元—水生家族】，移至自然教室裡的玻璃缸進行蓄養，調整生物情況，每日投餵蝦類飼料，經一星期後進行實驗。

※圖示說明：

玻璃缸	溪蝦-1	溪蝦-2
		
溪蝦-3	飼料	
		








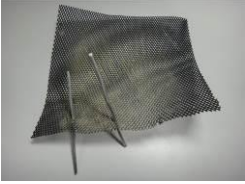
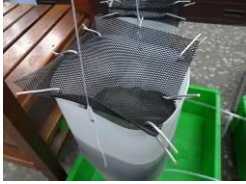
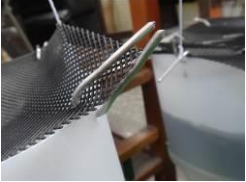
(二)實驗容器的製作

收集沙拉油或沙拉脫之類的塑膠瓶，底部切開後，使用焊槍鑽孔，其目的在作吊繩孔及上層網蓋孔。原本的瓶口以橡膠塞塞住，插入分接頭以及連接調節閥，目的在調節空氣進入的大小，調節閥接上風管，打氣管連接打氣幫浦，打氣幫浦所製造的空氣由容器的底部輸入，產生氣泡往上飄移，在這個過程中會造成容器內物質的不斷循環，而在實驗組部分則因不斷的循環，讓泥沙不至於沉澱，模擬河川的整治過程中溪水持續呈現混濁不堪的現象。注意須選擇大小適當的橡膠塞，剛好可塞住瓶口，避免實驗期間因橡膠塞脫落而使溪蝦離水過久而死亡。

容器上再以一張萬年網蓋住，以鐵絲固定而非束帶，因為溪蝦具有高移動性，可離水數分鐘至數小時，萬年網可避免其逃脫，而用鐵絲則是因為觀察與餵食時須不斷重複開啟，方便使用。

另以水線製作成吊繩，吊掛在木條上。因容器底部是呈現尖形，無法立於地面上，且空氣進入口也設在底部，放於地上恐怕會有脫落洩氣的危險。

※圖示說明：

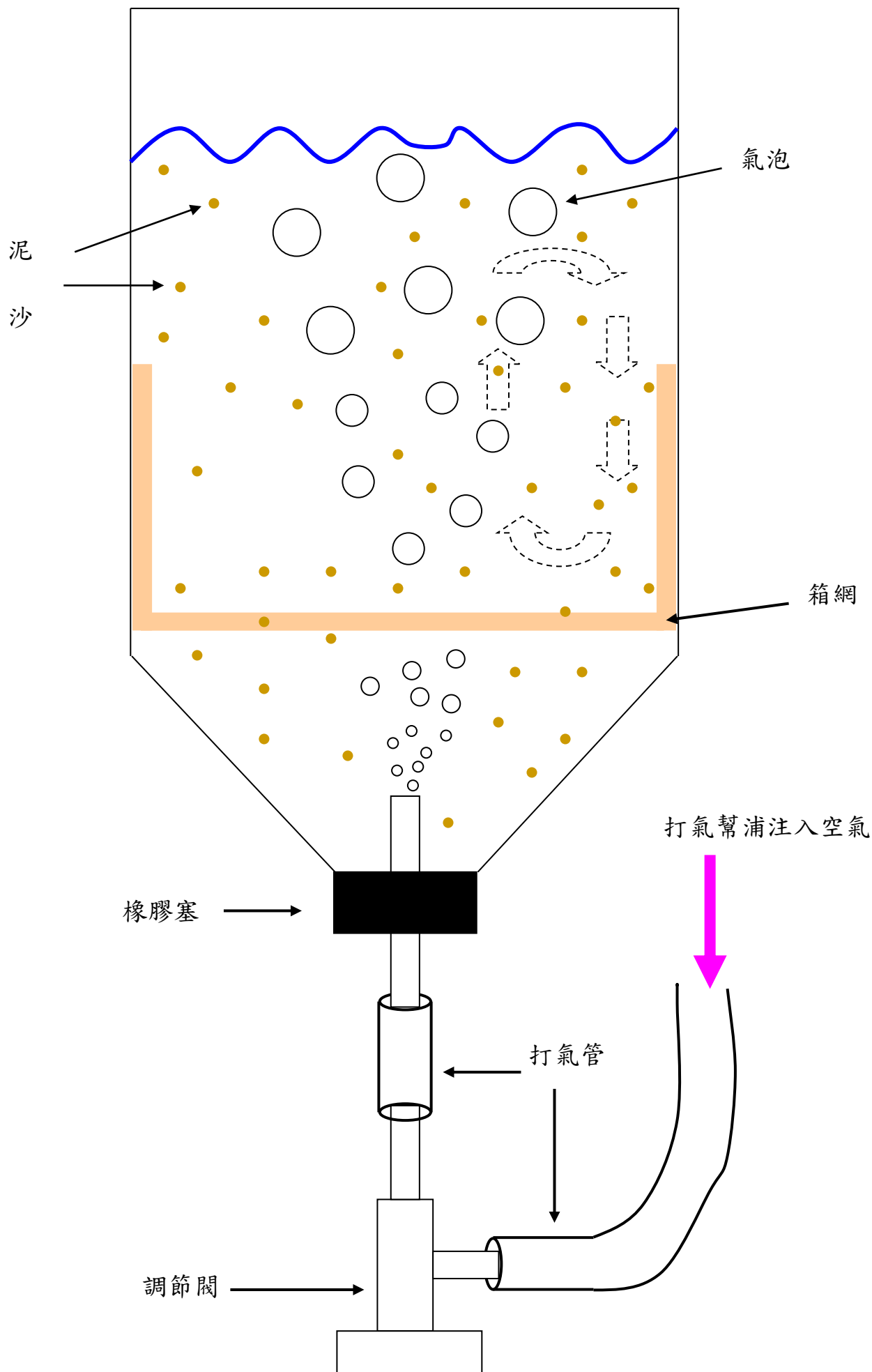
<p>切開容器</p> 	<p>焊槍鑽孔</p> 	<p>綁上水線製作吊繩</p> 
<p>吊繩</p> 	<p>橡膠塞連接調節閥</p> 	<p>套入容器中</p> 
<p>連接打器管</p> 	<p>萬年網插入鐵絲</p> 	<p>固定容器上端-1</p> 
<p>固定容器上端-2</p> 		

(三)實驗容器內的箱網製作

使用黑色萬年網來製作成箱網，以束帶固定箱網四個角使之成形，箱網內放置一張尼龍網，目的是避免溪蝦在實驗過程中，投餵飼料不至於掉落至箱網外。

※圖示說明：

<p>使用束帶固定形狀</p> 	<p>鋪上尼龍網</p> 	<p>放入容器中</p> 
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------



(四)實驗容器的使用原理



如上圖所示。當打氣幫浦由滯器底部輸入空氣，氣泡因浮力往上移動，會帶動水流產生循環(虛線箭頭表示)，如此作法會使泥沙不斷的懸浮在容器裡，不至於沉澱在底部，以此模擬混濁不堪的溪水。

(五)實驗流程

實驗共分兩組，一組是對照組，另一組是實驗組。對照組是使用清水蓄養的組別，而實驗組則是有添加泥沙的組別。

每個容器共放兩隻蝦，實驗兩重複，是以對照組與實驗組各有兩個容器，各有 4 隻溪蝦。每日投餵兩次，早自習時間與下午打掃時間，每次投餵 10 顆飼料。每日中午用餐過後，進行溪蝦的實驗觀察，觀察其外觀狀況及拍照，並檢視飼料殘留情形。

※圖示說明：

控制組	實驗組	投餵飼料
		
檢查飼料殘餌	標註日期與組別	觀察與拍照
		

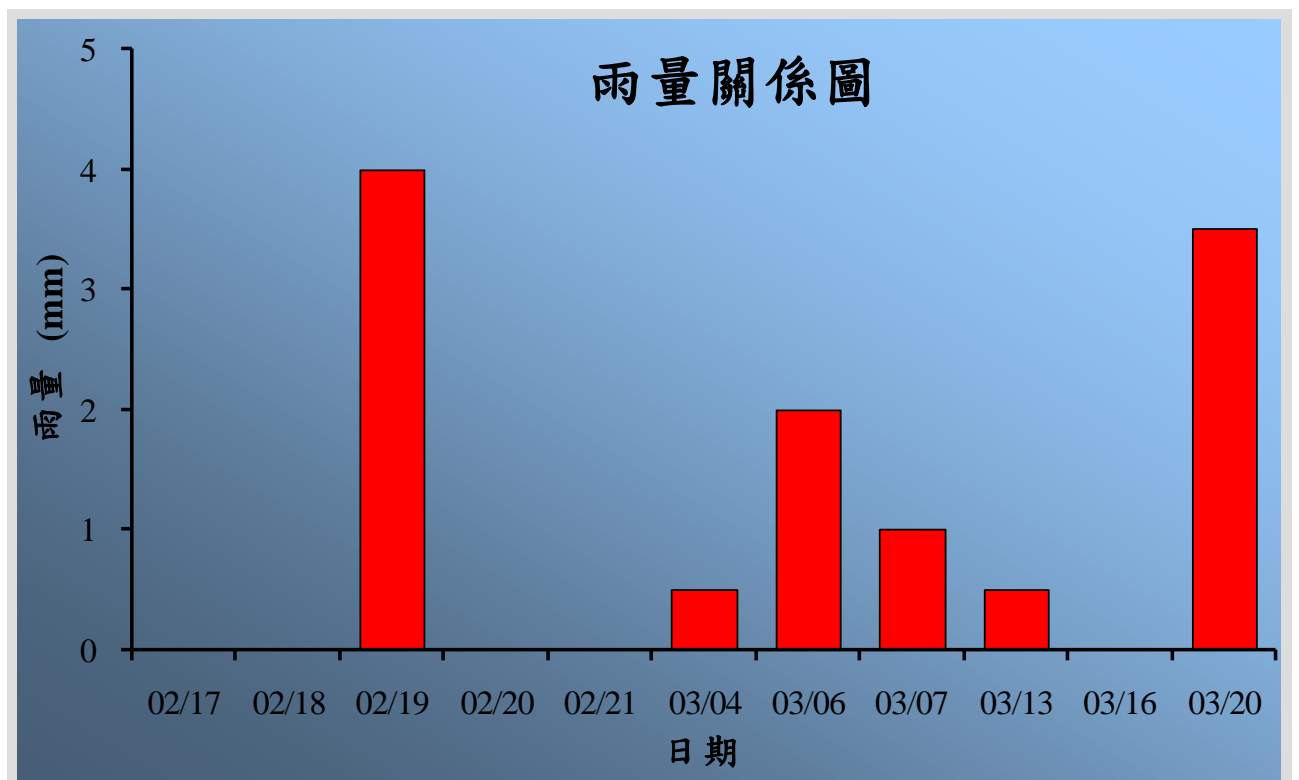
伍、研究結果

實驗一、雨量的多寡對瑪陵溪溪水的影響

(一)雨量的多寡對瑪陵溪溪水「濁度」的影響

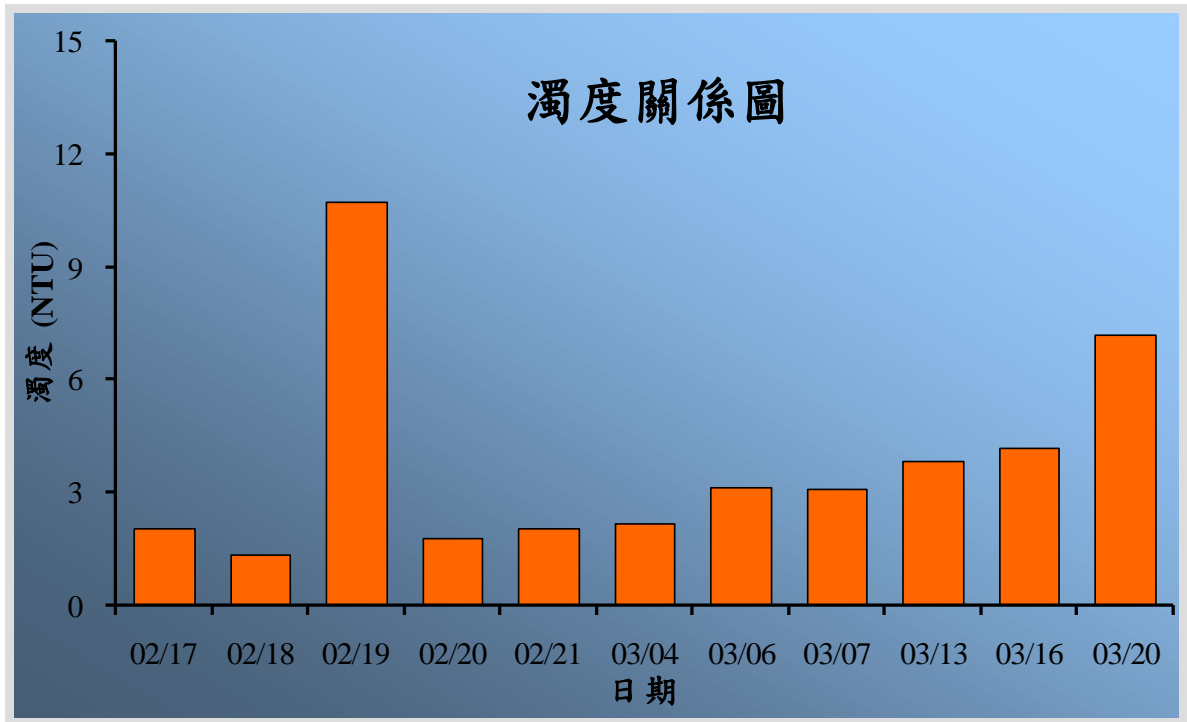
我們將有下雨的日期及可以在氣象局找到有雨量的資料整理下來，以圖表的方式表現。

日期	02/17	02/18	02/19	02/20	02/21	03/04	03/06	03/07	03/13	03/16	03/20
雨量 (mm)	0	0	4	0	0	0.5	2	1	0.5	0	3.5



而依照下雨的日期進行瑪陵溪溪水的採樣，經過「濁度」的分析後，我們得到濁度的相關數據，以圖表的方式表現。

日期	02/17	02/18	02/19	02/20	02/21	03/04	03/06	03/07	03/13	03/16	03/20
濁度 (NTU)	2.05	1.36	10.74	1.78	2.04	2.17	3.14	3.10	3.84	4.18	7.18



另外我們在 3/17 時發現瑪陵溪又有一處河段進行施工，所以也就順便採集試水進行分析。

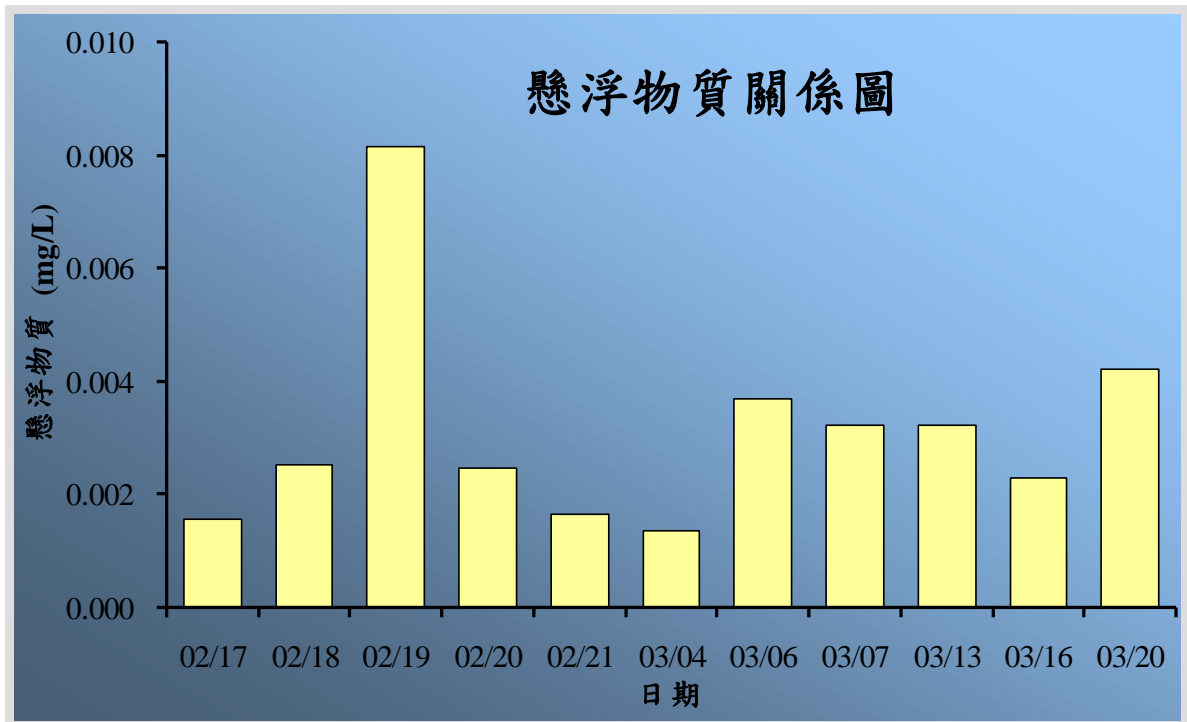
日期	03/17
濁度 (NTU)	93.81

(二)雨量的多寡對瑪陵溪溪水「懸浮物質」的影響

依照下雨的日期進行瑪陵溪溪水的採樣，經過「懸浮物質」的分析後，我們得到濁度的相關數據，以圖表的方式表現。

日期	02/17	02/18	02/19	02/20	02/21	03/04
懸浮物質 (mg/L)	0.0016	0.0026	0.0082	0.0025	0.0017	0.0014

日期	03/06	03/07	03/13	03/16	03/20
懸浮物質 (mg/L)	0.0037	0.0032	0.0032	0.0023	0.0042

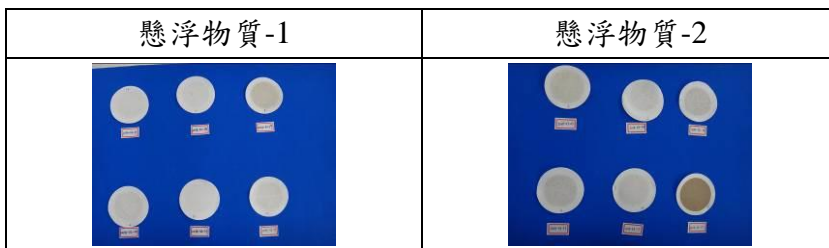


另外我們在 3/17 時發現瑪陵溪又有一處河段進行施工，是以也順便採集試水分析。

日期	03/17
濁度 (NTU)	0.1142

將所有日期的懸浮物質共同比較。

※圖示說明：



























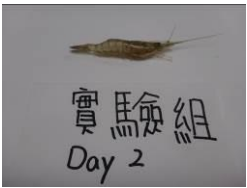







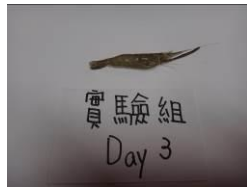

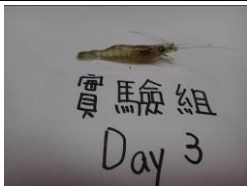

實驗二、混濁的溪水對瑪陵溪溪蝦生存的影響



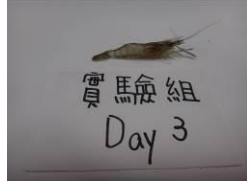

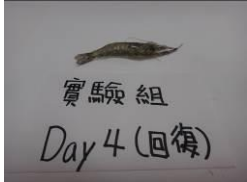

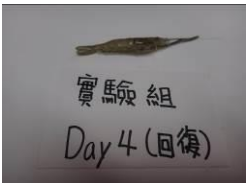

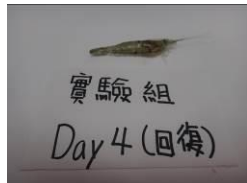



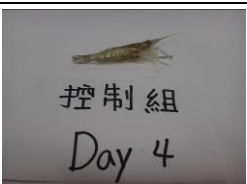

生物實驗的組別包括有對照組(控制組)與實驗組，於每日的 12:30 至 12:50 進行觀察與拍照。實驗組部分總共進行 3 天的汙濁環境養殖，第 4 天則回復至清水中蓄養，而對照組則一直蓄養在乾淨的清水中。

觀察的目的在檢視溪蝦的體表是否完整無恙，或者是受到汙濁環境的影響下，體表產生黑斑、附足斷裂、鰓部累積物質等。

※圖示說明：

第 0 天-對照組(A)	第 0 天-對照組(A)	第 0 天-對照組(B)
 控制組		 控制組
第 0 天-對照組(B)	第 0 天-對照組(C)	第 0 天-對照組(C)
	 控制組	
第 0 天-對照組(D)	第 0 天-對照組(D)	第 0 天-實驗組(A)
 控制組		 實驗組
第 0 天-實驗組(A)	第 0 天-實驗組(B)	第 0 天-實驗組(B)
	 實驗組	
第 0 天-實驗組(C)	第 0 天-實驗組(C)	第 0 天-實驗組(D)
 實驗組		 實驗組
第 0 天-實驗組(D)	第 1 天-實驗組(A)	第 1 天-實驗組(A)
	 實驗組 Day 1	

第 1 天-實驗組(B)	第 1 天-實驗組(B)	第 1 天-實驗組(C)
		
第 1 天-實驗組(C)	第 1 天-實驗組(D)	第 1 天-實驗組(D)
		
第 2 天-實驗組(A)	第 2 天-實驗組(A)	第 2 天-實驗組(B)
		
第 2 天-實驗組(B)	第 2 天-實驗組(C)	第 2 天-實驗組(C)
		
第 2 天-實驗組(D)	第 2 天-實驗組(D)	第 3 天-實驗組(A)
		
第 3 天-實驗組(A)	第 3 天-實驗組(B)	第 3 天-實驗組(B)
		

第 3 天-實驗組(C)	第 3 天-實驗組(C)	第 3 天-實驗組(D)
		
第 3 天-實驗組(D)	第 4 天-實驗組(A)	第 4 天-實驗組(A)
		
第 4 天-實驗組(B)	第 4 天-實驗組(B)	第 4 天-實驗組(C)
		
第 4 天-實驗組(C)	第 4 天-實驗組(D)	第 4 天-實驗組(D)
		
第 4 天-對照組	第 4 天-對照組	
		

陸、討論與結論

(一)討論

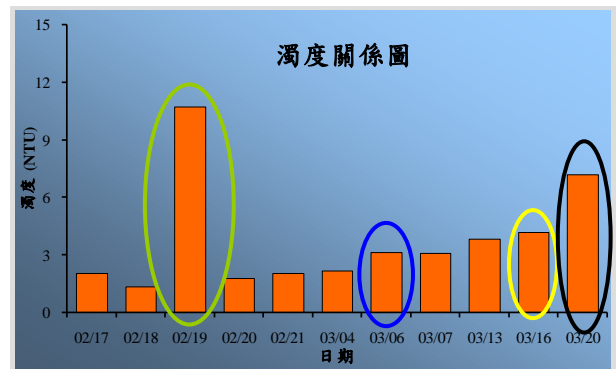
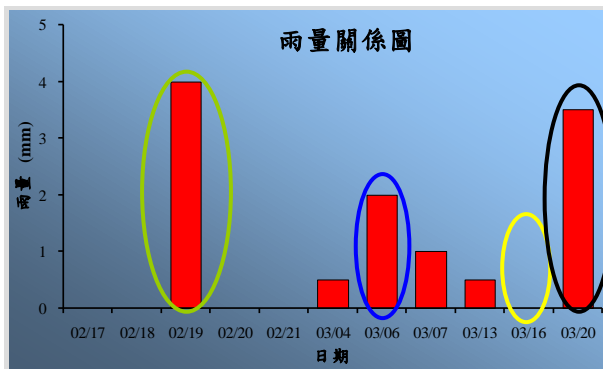
實驗一、雨量的多寡對瑪陵溪溪水的影響

(一)雨量的多寡對瑪陵溪溪水「濁度」的影響

我們將雨量與濁度關係圖相互比較，結果發現在同一個日期裡的雨量與濁度具有相關連性，如 2/19 時，雨量是所有監測日期裡的最高值，同樣的現象亦發生在濁度中，2/19 的濁度值是所有監測日期中最高的(綠色圈圈表示)，而具有相同的趨勢亦發生在 3/6(藍色圈圈表示)及 3/20(黑色圈圈表示)。因此本研究可以證明雨量會影響到濁度的變化，當雨量大時，濁度也會跟著增加。

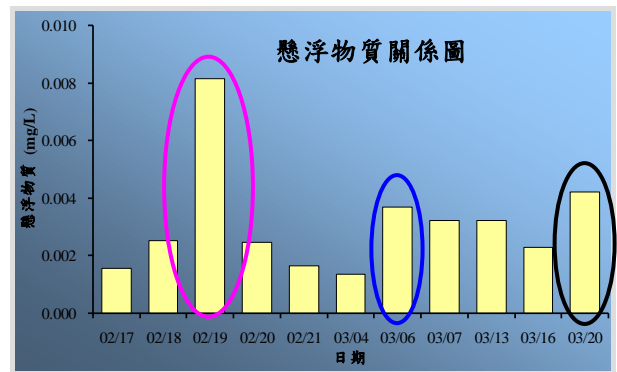
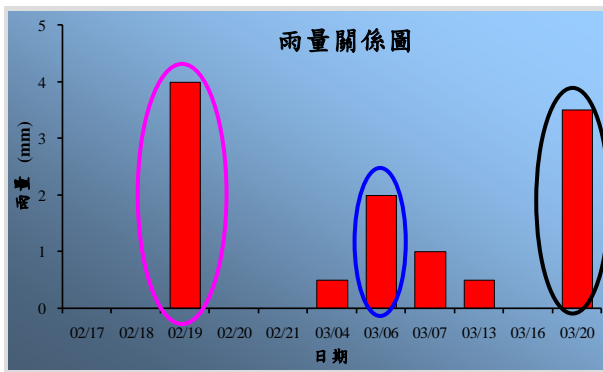
在雨量關係圖中有部分日期的雨量是 0，但在濁度圖中卻仍然有數值出現，因為就算在晴天的日子，清澈無比的溪水作分析，其濁度還是會有數值，雖然我們肉眼觀看溪水是清澈透明，但水中還是會有一些微小的物質在流動，況且我們在分析濁度時，是以蒸餾水作為對照組，蒸餾水是經過逆滲透過濾後所得到無雜質的水，所以相比來說清澈透明的溪水仍然會測出濁度來。

而在 3/16(黃色圈圈表示)，雖然瑪陵地區有下雨，或許是雨勢不大導致五堵監測站無法測得雨量數值，所以我們得到的雨量值是 0，但在濁度關係圖中卻發現 3/16 的濁度值到達有 4.18 NTU，其數值僅低於 2/19 與 3/20，我們猜測有可能是當天溪水的濁度受到溪旁的紡織廠偷排廢水的緣故，而使濁度增加，這部分其實還可以再進一步進行研究，探討溪水濁度與紡織廠廢水間的關連性。



(二)雨量的多寡對瑪陵溪溪水「懸浮物質」的影響


我們將雨量與懸浮物質關係圖相互比較，結果發現相似的現象表現在雨量與懸浮物質關係圖，如 2/19 時，雨量是所有監測日期裡的最高值，同樣的現象亦發生在懸浮物質中，2/19 的懸浮物質濃度是所有監測日期中最高的(桃色圈圈表示)，而具有相同的趨勢亦發生在 3/6(藍色圈圈表示)及 3/20(黑色圈圈表示)。因此本研究可以證明雨量會影響到懸浮物質的變化，當雨量大時，懸浮物質也會跟著增加。



(三) 溪水整治工程對瑪陵溪溪水「濁度」與「懸浮物質」的影響

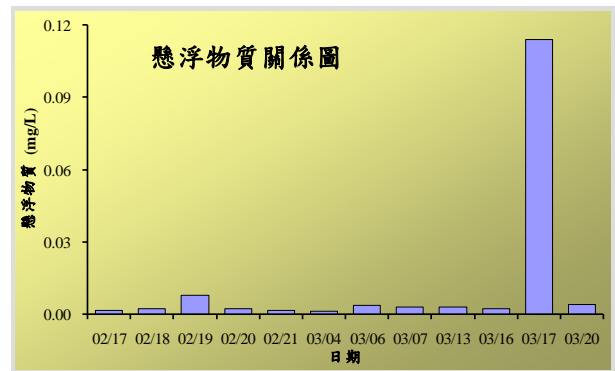
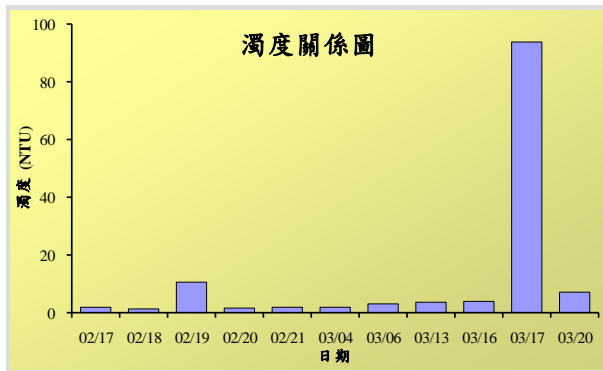
在 3/17 時瑪陵溪有進行溪水整治的工程，我們也有採集水樣進行分析。

※圖示說明：

晴天時溪水的狀況	下雨時溪水的狀況	整治工程時溪水的狀況-1
		
整治工程時溪水的狀況-2		
		

因此我們將 3/17 所檢測到的濁度與懸浮物質數據與先前的資料合併在一起，結果發現整治工程所造成溪水的汙濁程度，在濁度與懸浮物質濃度遠遠大於下雨時所分析到的數值，甚至在統計分析上，除了 3/17 外，其他所有數據間並沒有差異性。當然這部分也可以再進一步的研究，探討在颱風天豪大雨的天氣，所造成溪水暴漲產生混濁不堪的情形下，溪水濁度與懸浮物質對整治工程所造成的混濁，這兩者之間的差異性。

鑒於工程造成的混濁溪水，我們才會有實驗二的出現，探討在這種汙濁的環境下，溪裡面的生物是如何生存的？是否會對生物產生些許影響？



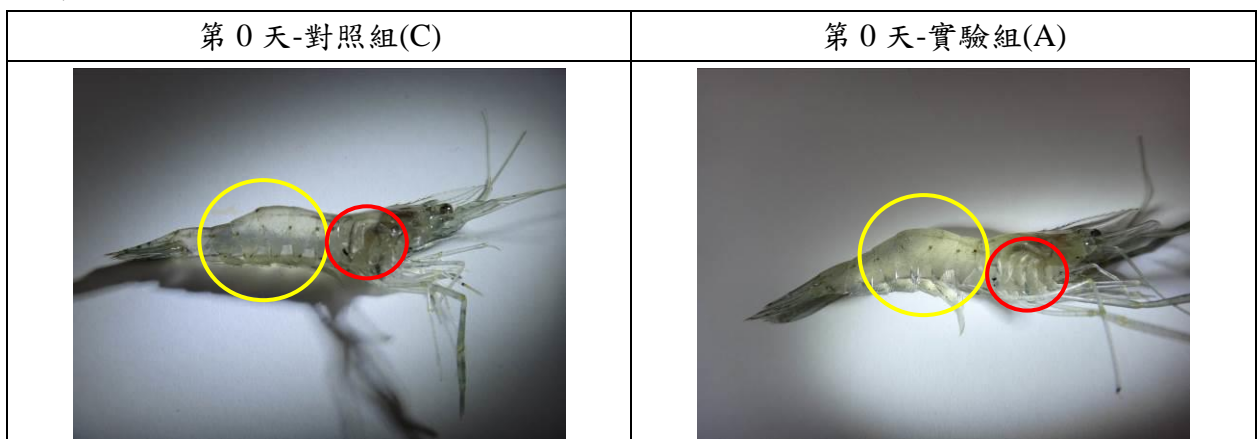
實驗二、混濁的溪水對瑪陵溪溪蝦生存的影響

我們透過觀察與拍照的方式，紀錄溪蝦在實驗期間的狀態，由於不作侵入式的實驗，沒有使用解剖顯微鏡將鰓部取下來照相，僅僅是用數位相機將其外表拍攝下來觀察。

由於蝦類的呼吸作用是透過鰓部進行氣體的交換，鰓部具有過濾的功能，能將水中懸浮物質阻擋在外，而把水中氧氣攝入體內維持生命所需，但是在這過程之中，懸浮物質會被黏附在鰓上，其結果是造成溪蝦氧氣交換的機能下降，因而導致其免疫力下降，表現在外的特徵就是體表出現許多黑斑，猶如我們受傷時傷口在癒合時的癩痂，長久下來會使溪蝦身體虛弱而死亡。

在第 0 天，也就是實驗組放入混濁泥沙水之前，對照組與實驗組的溪蝦其外觀(黃色圈表示)是晶瑩透明的，鰓部組織(紅色圈圈表示)亦呈現透明狀，其活力十足。之後即丟入實驗容器中進行實驗。





※圖示說明：



第 1 天，也就是實驗組放入混濁泥沙水的第 1 天，發現實驗組(B)的溪蝦其外觀(黃色圈表示)以經不是呈現晶瑩透明的，而肌肉出現黃色，且體表的褐色斑明顯。實驗組(C)的



溪蝦體表褐色斑(紅色圈圈表示)成色更為明顯，且發現其附足有出現斷裂的現象，傷口出現黑色癬痂。而飼料餵食的狀況，開始出現殘餌，一部分原因應該是水色混濁，溪蝦找不到食物，一部分應該是水中懸浮物質太多，干擾其攝食，無法辨認是否為飼料。

※圖示說明：

第 0 天-實驗組(B)	第 1 天-實驗組(B)
	
第 0 天-實驗組(C)	第 1 天-實驗組(C)
	

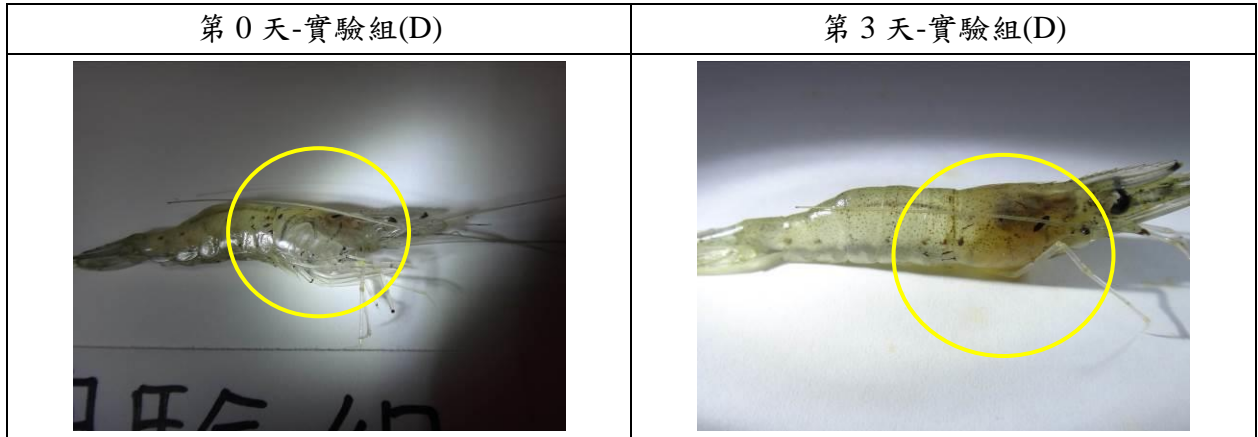
第 2 天，發現實驗組(A)的溪蝦，其體表的黑色斑(黃色圈圈表示)增加，顯示體力變的較差，無法應付惡劣的環境，症狀開始出現在體表，容易導致免疫力的下降。

※圖示說明：

第 1 天-實驗組(A)	第 2 天-實驗組(A)
	

第 3 天，發現實驗組(D)的溪蝦，其黑色斑有擴大的趨勢，顯示免疫抵抗能力已下降很多，無法應付惡劣的環境。且檢查所有實驗組的容器內，幾乎所有的飼料都沒有吃，因體力的虛弱加上不良的環境，更容易促使溪蝦走上死亡的道路。

※圖示說明：



第 4 天，也就是放入清水的第 1 天，發現實驗組(B)溪蝦，其鰓部(黃色圈圈表示)已恢復成透明狀，但體表的褐色斑仍然存在，顯示其有開始進行自我恢復的過程，一旦將混濁溪水換成乾淨溪水蓄養時，鰓部不用在承受混濁溪水的緊迫，而能正常行使其呼吸的功能。而控制組的溪蝦，因都是生活在乾淨的水中，其攝食正常，活動力十足。

※圖示說明：



經過以上的生物實驗，我們可以發現溪蝦在混濁不堪的環境下，不僅攝食不正常，且會造成體力的衰退，影響到免疫力的調節，表現在外的就是身體的褐色斑增多、黑色斑點變多，產生斷足的現象。但若經過 1 天休息回復，馬上可以發現其鰓部已經恢復透明，攝食也趨於正常，有鑒於此，是否在需要長期的整治工程天數下，中間可以短暫的休息 1 天，使河川溪水中的生物有恢復喘息的空間，更能達到環境工程與生態保育的平衡。

(二)結論

就以上的結果與討論，我們作出以下的結論：

- 1.證實雨量會影響到「濁度」的變化，當雨量變大時，濁度也會跟著增加。
- 2.證實雨量會影響到「懸浮物質」的變化，當雨量變大時，懸浮物質也會跟著增加。
- 3.證實河川的整治工程所造成的「濁度」與「懸浮物質」程度遠大於下雨時的數值。
- 4.證實溪蝦在混濁的環境下，攝食能力下降，體力下降，容易產生黑斑癩痢。
- 5.證實給予溪蝦緩衝的時間，則可恢復其體力。

柒、參考資料

1. 康軒版三下第三單元-認識天氣
2. 康軒版四上第二單元-水生生物
3. 康軒版四上第三單元-奇妙的光
4. 網頁-中央氣象局全球資訊網 <http://scman.cwb.gov.tw>
5. 網頁-濁度 維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/濁度>

捌、感謝

一、協助單位

- (一)國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系
- (二)國立台灣海洋大學水產養殖學系

二、技術指導

- (一)國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系 李純慧 博士
- (二)國立台灣海洋大學水產養殖學系 林博偉 先生

【評語】 080302

1. 實驗過程愛惜實驗動物的生命。
2. 能關心生活週遭的環境變化。
3. 生物實驗應確認物種名稱。