

# 屏東縣第64屆國中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

科別：生活與應用科學科（一）

組別：國小組

作品名稱：「濾」藻恆有趣

關鍵詞：藻類孳生、水質狀態、過濾系統

編號：A6011

# 目次

目次	I
摘要	1
壹、 研究動機	1
貳、 研究目的	1
參、 研究材料及相關物品	2
一、 上部過濾盒製作材料	2
二、 外部過濾桶製作材料	2
三、 雨淋抽水及口字型出管製作材料	2
四、 沉水馬達抽水區域製作材料	3
五、 底部浪板安裝材料	3
六、 製作工具	3
七、 水質檢測用品	3
肆、 研究過程及方法	4
一、 藻類探究	4
二、 水質觀察	6
三、 改善過濾	8
伍、 過濾系統製作詳記	11
一、 設計原理	11
二、 製作過程	12
陸、 水質檢測及觀察	16
一、 水質檢測紀錄表	16
柒、 研究結果	17
一、 實驗說明	17
二、 實驗記錄	17
三、 實驗結論	19
捌、 討論	21
一、 藻類、水質、過濾探討	21
二、 水質定期檢測並討論檢測數據	21
三、 過濾系統設計圖討論	22
四、 討論模擬測試過濾系統方式	22
五、 討論安裝過濾系統流程	23
六、 討論清洗過濾系統流程	23
玖、 結論	24
壹拾、 參考資料及其他	25
一、 參考資料	25

## 摘要

本研究延續去年科展主題，以四年級自然課本中的「水中世界」單元為基礎，擴展至四年級的「水的移動」和三年級的「水溶液的酸鹼」單元。藻類是水中世界中常見的生物之一，因此對藻類及其品種進行研究成為水中世界單元的延伸。水質中包括酸鹼值、碳酸硬度、二氧化碳...等物質，這成為水溶液酸鹼單元的延伸。為了應用學生在自然課所學的觀念，本研究以「『濾』藻恆有趣」為主題，分為藻類探究、水質觀察、改善過濾三階段進行研究及實驗。

### 壹、研究動機

去年科展主題為「永『恆』生態缸」，主要是如何建立一個生態平衡的生態魚缸。今年的「『濾』藻恆有趣」，則是如何維持「永『恆』生態缸」為出發點進行研究，永恆即是永續，隨著時間推進，然而建立及維護此生態缸的指導老師及科展學生，並不是一直都在，老師會進行其他生涯規劃、學生會畢業而離開校園，若瞭解該生態缸的人不在了，這個生態缸又該何去何從呢？並不希望因維護的人不在而漸漸死缸，為了讓生態缸擁有永續的生態環境，我們的目標就是要讓牠們不再靠人力維護，像大自然一樣，生物間自然地相互平衡，永「恆」的生活著。

想達到「永『恆』生態缸」的目標，我們持續對生態缸做觀察，發現缸內的綠藻孳生不斷，而底砂因堆積雜質長出了藍綠藻，藻類成為了永「恆」這條道路的障礙，所以此次主題訂定為「『濾』藻恆有趣」。


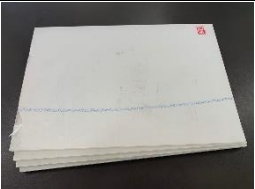



以藻類為出發點，調查缸內所出現的藻類品種與孳生原因，從中了解到水質中的細菌含量、物質穩定與否，便是影響缸內生態的主因，要想對水質進行改善，需進一步對過濾進行探討。深入研究後，發現到現有的過濾器，不足以改善目前藻類橫行的水質環境，因而得出一個結論，我們需要一套更完善的過濾系統，而不是過濾器，確立目標後，便開始進行「『濾』藻恆有趣」的研究及實驗。

### 貳、研究目的









- 一、優化生態缸內的水循環，以符合大自然。
- 二、提高濾材量，利於維持及調整水質狀態。
- 三、提供生態缸內的生物更好的生活環境，達到永恆生態。

## 參、研究材料及相關物品





### 一、上部過濾盒製作材料

透明水盆	5mm 透明壓克力	海綿	過濾棉	竹炭棉
				




### 二、外部過濾桶製作材料

珍珠板	透明桶	竹炭棉	過濾棉
			
珊瑚紅石	海綿	陶瓷環	珊瑚細砂
			

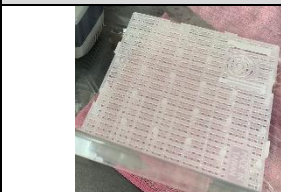

### 三、雨淋抽水及口字型出管製作材料

4分管	4分管彎頭	4分管 T 型三通	4分管塞頭
			
4分管夾式吸盤	3分管	3分管彎頭	3分管 T 型3通
			
雨淋管	止洩帶	圓桶專用軟管	
			













#### 四、沉水馬達抽水區域製作材料

A600 沉水馬達	5mm 透明壓克力	吸盤式隔離夾板5mm
		









#### 五、底部浪板安裝材料

氣動底部浪板 (15cm)	過濾棉
	

#### 六、製作工具

雷射雕刻機	水中膠	皮尺	30cm 直尺
			
矽利康膠—透明	矽利康槍	電磨機	鋸刀
			
銼刀	工業用美工刀	剪刀	平板
			

#### 七、水質檢測用品

API PO <sub>4</sub> 測試劑	JBS PO <sub>4</sub> 測試劑	CO <sub>2</sub> 測試劑	NO <sub>3</sub> 測試劑
			
KH 測試劑	pH 測試劑	德國 JBL 7合1測試紙	VOONLINE 6合1測試紙
			



## 肆、研究過程及方法



生態缸於去年建立後已滿 1 年，過程中有過水質不穩定導致植物大量死亡，動物適應不良而死亡，除以上兩種情況，最麻煩的還得是綠藻頻繁孳生，因為植物與動物能透過水質穩定而存活，綠藻則是不管水質穩定不穩定，都擁有極強的生存能力，縱使有過濾器及人工定期維護也無法抑制藻類的橫行。

然而需要人工不斷維護就已違背當初建立生態缸的初衷，為了降低人工維護的頻率，持續朝永恆生態缸的目標前進，就需要深入研究「藻類」是什麼樣的存在以及該如何抑制。



### 一、藻類探究

藻類的種類非常多，以藻類學，美國藻類採集計畫就有 30 萬種的記錄，表示藻類存在屬正常現象，雖是正常現象，也不能放著不管，若出現爆藻或氾濫就會造成生態問題。但要想完全抑制藻類孳生幾乎不可能，那我們又該拿藻類怎麼辦呢？

發現藻類時，要先判斷藻類的品種，得知品種後才能對症下藥，來抑制生長、擴散的速度，因為藻類也是屬於生態的一環，無須去做到完全抑制或零藻類，只需控制在不會破壞生態的程度即可。

藻類品種，主要能分四大類紅藻、褐藻、綠藻、矽藻。還可以再分成海水藻或淡水藻，我們的生態缸屬於淡水缸，因此研究方向就朝著淡水環境常見的藻類品種下手。淡水環境藻類常見有：「鋼毛藻、絲藻、綠毛藻、藍綠藻、鹿角藻、綠塵藻、綠斑藻、黑毛藻...等等」，其中我們生態缸內出現過絲藻、藍綠藻、綠斑藻、綠塵藻，四種藻類。

#### (一) 出現過的藻類特徵及原因

照片	名稱	特徵	生成原因
	絲藻	草缸藻類中最難解決的，除藻期也最耗時間，呈現絲狀長度細長且常常附著在水草葉片上，不容易清除乾淨，長多了會影響水草生長。	1. 光照過強 2. 水質不佳
	藍綠藻	常長在黑土或石頭上，暗綠色像鼻涕狀。	1. 養分過剩 2. 有機汙染源

照片	名稱	特徵	生成原因
	綠斑藻	生長在速度較慢的水草葉面上，呈現綠色斑點狀，玻璃上也會長，不太容易刮除。	CO <sub>2</sub> 不足
	綠塵藻	大多生長在玻璃、硬體設備、生長慢速的水草葉片上，呈現綠色像灰塵一樣附著在魚缸壁上，用手或刮刀即可輕易摸除。	養分過剩

根據上表能發現，藻類生成的兩大主因：光照時間、水質問題（包含養分過剩）。

1. 光照時間：水生植物會因光照而行光合作用將缸內的 CO<sub>2</sub> 轉換成 O<sub>2</sub>，當光照時間長，相對就會降低 CO<sub>2</sub> 含量。光照除影響到 CO<sub>2</sub> 含量外，也有藻類本身就喜歡陽光，因此光照時間越長，那些喜歡光照的藻類就會顯得猖狂。
2. 水質問題：水中有著許多我們看不見的成分，例如：PH 酸鹼值、KH 碳酸鹽硬度、氯、鹽類... 等等。在水質眾多成份裡，高度影響藻類生長便是鹽類，如磷酸鹽、硝酸鹽... 等等，只要鹽含量過高，便提供藻類很好的生長環境，也是水質不佳的原因之一。然而水質中還有一個重要影響因素，便是養分。
  - (1) 養分過剩：生態缸內的雜質堆積、飼料殘留、魚蝦糞便... 等等便是藻類很好的養分，對於有底砂的生態缸，這些雜質、糞便容易堆積於底砂，非常難清理，也是最棘手的問題。除了靠硝化菌分解、人工勤換水（抽雜質）或是建立能有效過濾雜質的過濾系統。

## (二) 解決方法

1. CO<sub>2</sub> 不足、光線過強：降低光照時間，便能解決。
2. 水質問題及養分過剩：運用**有效過濾雜質的優秀過濾系統**，便能解決。

## (三) 結論

藻類生成的兩大主因，目前能順利解決的就只有光照時間，水質問題中的養分過剩這一問題，靠現有的過濾器是不夠的，只要無法將底土中的雜質進行過濾，就無法抑制靠這些雜質養分快速生長的藻類，為此我們需要一個能過濾並分解雜質的完善過濾系統。

## 二、水質觀察

首先要先知道，看似清澈的水質，不代表就是健康的水質，水質中有著許多肉眼看不見的細菌、物質、微生物...等等。

為了抑制藻類，就必須深入了解生態缸的水質變化以及何謂健康水質？針對水質，以下分為兩部分來觀察及探究。

### (一) 細菌

水質中有許多細菌，以生態缸來說，常見的基本的菌種有：**硝化菌**、光合菌、芽孢桿菌、孤菌、鏈球菌、分枝桿菌...等等。

其中最被廣為討論的便是生態缸的重要菌種—硝化菌，也是我們深入了解的對象。

#### 1. 硝化菌

一種在水中分解物質的細菌，主要分解有毒性的氨，其分解過程，將氨(Ammonia)氧化成毒性較小的亞硝酸鹽(Nitrite)，再將亞硝酸鹽氧化為較無毒性的硝酸鹽(Nitrate)，便是硝化菌的首要工作，從分解過程能發現，硝化菌是需要大量的氧氣來進行分解作業。想要硝化菌生長良好，就仰賴環境中氮和氧的含量，越豐富硝化細菌生長得越好，除此之外還喜歡附著於有縫隙、孔隙的物品上，例如：底土、底砂、沉木、有孔隙的各式過濾濾材及缸內物品...等等。

培養硝化菌分為以下三種方式（可並行）

##### (1) 養水

最為自然，但需要較久的培菌時間，新缸或大量換水平均需 7 天。

##### (2) 添加硝化菌

快速增加生態缸內硝化菌含量，以利快速繁殖，縮短培菌時間。

##### (3) 過濾器/過濾系統

過濾之所以能過濾是因為濾材，然而濾材提供了大量的培菌環境，若過濾功能性足夠強，能夠一次性培養的硝化菌數量非常可觀，通過良好的過濾系統，可以提高生態缸硝化菌的含量上限，因此越是完善的過濾系統越能打造良好的生態環境。

### (二) 物質

對生態缸來說，水質中的物質，基本分為：

化學名	中文名	說明	是否探討
pH	酸鹼值	是一個重要的化學及生態因子，對水質及生物有多方面的影響，基本上這些影響乃隨不同水質或生物的不同而有所差異。	是
KH	碳酸鹽硬度	在水體中扮演的是緩衝的角色，有它的存在，可以防止水中酸鹼度變化過急或過大。	
CO <sub>2</sub>	二氧化碳	行光合作用所需物質，光合作用不僅僅和水草的生長有關，亦對生態缸內的養分消耗速度、缸內生態也有著相當的影響。	



化學名	中文名	說明	是否探討
GH	總硬度	代表水質中的礦物質含量	否 (雖向學生說明此類物質與水質之關係，但屬第四學習階段範疇，故不列入探討)
Cl <sub>2</sub>	餘氯	氯具有毒性，其濃度多寡，會對水中生物造成生命威脅。	
NO <sub>2</sub>	亞硝酸鹽	亞硝酸鹽具有毒性，對魚類會造成毒害，故其含量的高低被認為是判斷水質好壞的重要指標。可經由硝化菌分解掉。	
NO <sub>3</sub>	硝酸鹽	硝酸鹽是水體中硝化作用的最終產物，這種化學物質不具毒性，但累積過多容易滋生大量的藻類，導致水體優養化，讓水質產生不良的變化。	
PO <sub>4</sub>	磷酸鹽	磷酸鹽是水草及藻類生長不可缺少的養分之一，其主要來源為缸內的殘餌及魚排泄物。過量及易生藻。	

根據上表列出了8種物質，其中將深究pH、KH、CO<sub>2</sub>，因這三種物質是生態缸中水質穩定的最基本指標。

pH、KH、CO<sub>2</sub> 這三者是相互影響關係，因此有了 pH/KH/CO<sub>2</sub> 對照表（淡水缸），對照表如下：

		pH										
		6	6.2	6.4	6.6	6.8	7	7.2	7.4	7.6	7.8	8
KH	1	30	19	12	8	5	3	2	1	1	1	0
	2	60	38	24	15	10	6	4	2	2	1	1
	3	90	57	36	23	14	9	6	4	1	1	1
	4	120	76	48	30	19	12	7	5	2	2	1
	5	150	95	60	39	23	15	8	7	2	2	1
	6	180	114	72	47	28	18	11	8	2	3	2
	7	210	133	84	55	32	21	13	9	3	3	2
	8	240	152	96	63	37	24	15	10	3	4	2
	9	270	171	108	71	41	27	17	11	3	4	2
	10	300	190	120	79	46	30	19	12	3	5	3
	11	330	209	132	87	50	33	21	13	4	5	3
	12	360	228	144	95	55	36	24	14	4	6	4

良好的 CO<sub>2</sub> 濃度 15-35 ppm  
CO<sub>2</sub> 的濃度不佳

此對照表的作用方式，簡單來說。當二氧化碳溶解於水中時，會釋放出碳酸，進而導致生態缸的pH值下降。而KH代表著碳酸硬度，可協助緩衝二氧化碳所釋出的碳酸。

因此pH/KH/CO<sub>2</sub>三者相互影響，也易於我們了解生態缸目前的水質情形。

### (三) 結論

影響水質的關鍵，除了生態缸內本身的生物與土壤外，過濾系統占了非常重要的地位。要想調節水質中的菌量及物質，可用過濾系統中的濾材來調節。

※詳細水質紀錄請參考【陸、水質檢測及觀察】

### 三、改善過濾

談到水族養殖，不管是觀賞魚缸、純水草缸還是有著豐富生態的生態缸，都不能忽略掉的就是過濾系統。既然過濾系統如此重要，就必須了解其過濾運作原理及過濾系統有效還是無效。

#### (一) 過濾運作原理

有效利用立體空間，讓水流可以通過，主要分離雜質與菌群。提供良好的水質給水中的生物，還能建立起一個乾淨且穩定的水循環。

#### (二) 如何判斷過濾系統是否有效？

判斷過濾系統是否有效的三個指標：

##### 1. 濾材選擇

濾材又能分為三種：

##### (1) 濾雜質

通常以質地綿密、高纖維的材料為濾材，如：白棉、碳棉、海棉、菜瓜布...等等，能有效過濾雜質與糞便，所以往往這類型的濾材都會放在過濾系統的第一層，以利將雜質分離只保留乾淨水源。也由於這類型的材料孔隙相當多，也常被拿來做為培菌使用。

##### (2) 培菌環境

只要有孔隙，並確認該材料遇水不會有毒性皆可以用來做培菌材料，如：陶瓷環、海棉、沉木、砂石...等等。

##### (3) 調節水質，提高含氧量

濾材種類非常多，也有著能調節水質的功能性濾材。如長年與海洋共存的「珊瑚石」便是弱鹼性與較高硬度的材料，可用於調高生態缸內的鹼度及硬度；「落葉與沉木」是弱酸性材料，能夠調節生態缸呈弱酸性。

因為生態缸養殖的每種水生生物都有適合自己的 pH 酸鹼度、KH 碳酸硬度的環境，想要養什麼品種，就可以透過濾材挑選，來培養出合適該生物的水質環境，以利養殖與觀賞。

當生態缸內的水，經由抽水馬達抽出後，水便會接觸空氣，接觸過空氣的水，再經過濾系統回到缸內，便可以提高水中的含氧量。因此過濾系統在調解水質的過程中也一併增加了水中含氧量。

##### 2. 水質清澈度

是三指標裡面，最容易判斷成效的項目，只要以眼睛觀察該過濾系統能否將汙濁的水質，過濾成清澈又透明的水質即可。

### 3. 濾雜質

若養殖的缸，屬於有底土的養殖環境，那這個指標，就會是三指標中最為困難的項目。要能夠在有底土的環境中，有效將沉積於底土中的雜質抽進過濾系統進行過濾，需要搭配底部浪板且擁有完善水循環的過濾系統才能做到。

何謂完善的過濾系統？

在底土下放安裝底板，預留雜質沉積的空間，再建立完善水循環，能利用水流將雜質推向抽水馬達，使之抽出雜質，順利進入過濾系統，進行過濾。





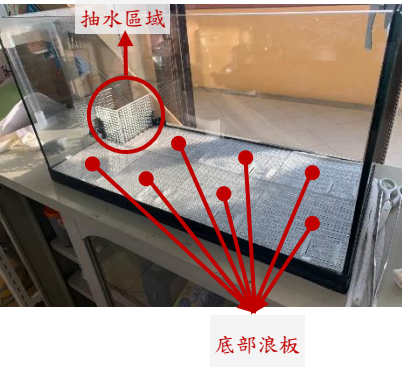
#### (三) 優化過濾系統

深入了解何謂過濾後，認知到現階段我們的過濾器在濾雜質這項指標上是缺乏的。所以想打造永「恆」生態缸，就必須進行過濾系統的優化。

##### 1. 舊過濾器的缺點：

	照片	缺點分析
過濾器結構		<ol style="list-style-type: none"><li>1. 濾材區空間不足，可提供的培菌量有限外也限制了濾材能選擇的種類。</li><li>2. 過濾棉階層太少，無法有效分離雜質與水源，還是會有少部分雜質重新回到生態缸內。</li></ol>
過濾器運作過程		<ol style="list-style-type: none"><li>3. 水循環不完整，只有左半邊有水循環，右半邊完全沒有水循環。</li><li>4. 無法有效抽出底土雜質，因沉水馬達置於底土之上，無法抽取底土中雜質，以置於底土推積了許多硝化菌來不及分解掉的雜質與糞便，提供藻類豐富的養分。</li><li>5. 過濾水流呈現垂直水流，並不符合大自然的水流方式，過強的向下水流容易驚嚇到魚隻。</li></ol>

## 2. 新過濾系統的優化表


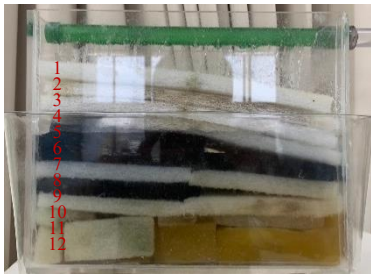


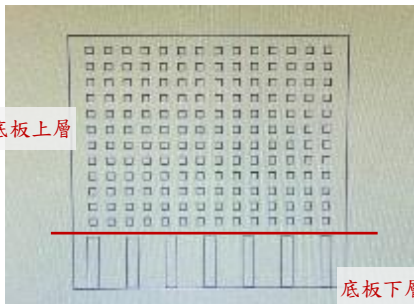
舊過濾器缺點	設計優化	優化說明
過濾棉階層太少		製作大空間過濾盒，空間足夠放置10幾層過濾棉，來強化雜質的過濾。
濾材區空間不足		製作四個濾材桶，大大改善了舊過濾器濾材空間不足的問題。
過濾水流呈現垂直水流		水流方向改為右而左，符合大自然的橫向水流。
水循環不完整		因水流改為右至左，也就改善局部水循環問題。
無法有效過濾底土雜質		<p>安裝底部浪板，可於底土下預留雜質的沉積空間，再利用沉水馬達的抽水力，將底部的雜質抽出至過濾系統，進行過濾，方能改善底土堆積雜質問題。</p> <p>為了讓沉水馬達在抽取雜質時不會被底土影響，所以規劃一個沉水馬達抽水區域。</p>

※新過濾系統製作方式請參考【伍、過濾系統製作詳記】



## 伍、過濾系統製作詳記

### 一、設計原理

過濾系統各部件	照片	原理說明
雨淋抽水管		<p>將雨淋管改造成三分式的水流，可以讓被抽出來的水接觸空氣面積較大，還能讓水較全面的接觸到整塊過濾棉，增加濾棉的過濾效果。</p>
上部過濾盒		<p>過濾盒，顧名思義就是強大的過濾雜質的能力，藉由高達 12 層的過濾棉，來層層把關，確保不會有任何雜質通過。順利將雜質與水質菌群分離，保留住乾淨水質及菌群，繼續往濾材桶進一步過濾。</p>
外部濾材桶		<p>設計四桶濾材桶，大大提升濾材可放數量，提供硝化菌更好的生存環境，並確保被過濾後的水都能確實經過每一個濾材，在濾桶中間製作了擋水板，強迫水必須經過所有濾材。也應用到水從高處往低處流的特性，搭配連通管原理，設計以階梯式的水流，將培菌後水送回到水缸內。</p>
口字型出水管		<p>將出水口設計成一個口字型，是為了讓回歸水缸的水，不僅僅只是回到水缸而以，而是形成一個橫向的水流，由於口字型的設計，讓橫向水流可以全面性的帶動水缸內的水循環。</p>
沉水馬達隔板	 <p>底板上層</p> <p>底板下層</p>	<p>隔板分為上下兩層，上層是在底板之上，以密集且小孔洞的設計，阻擋底板上方的土壤，不會掉落到沉水馬達的抽水區域，影響抽水效率。</p> <p>下層為底板的高度之下，用柵欄的概念設計，以利底板下的雜質能順利被沉水馬達抽取出來。</p>



## 二、製作過程

### ◆ 設計圖繪製及整合過程







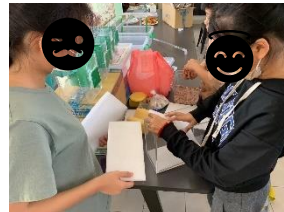

A 學生手繪 (一)	B 學生手繪 (二)	C 學生手繪 (三)	D 學生手繪 (四)
整合設計圖過程	初步整合完畢	設計圖完稿版	

### ◆ 雨淋抽水管製作及組裝

測量雨淋管的長度	測量水管的長度	新增雨淋管出水口	纏止洩帶
裁切水管	連接水管	組裝完抽水管	

### ◆ 上部過濾盒製作及組裝

製作模型	完成模型	雷射機設計側板	切割過程

			
雷雕機製作完成	嘗試拼裝	打矽利康	黏接側板
			
讓矽利康凝固	漏水測試	放濾棉	完成過濾盒


◆ 外部濾材桶製作及組裝

			
準備透明桶	裁剪擋水板	用水中膠黏缺口	補強接口
			
漏水測試	標記裁切長度	裁切水管	磨平水管口
			
標記出水口高度	畫記出水口大小	切開出水口	黏接出水管
			
將兩出水管對接	四桶連接完成	漏水測試	切開開口




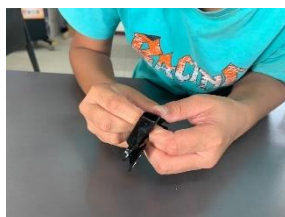




			
切開完成	黏擋水板	漏水測試	裝濾材
			
組裝過程 (一)	組裝過程 (二)	組裝完成	

◆ 口字型出水管製作及組裝

			
測量高度	畫設計圖	製作出水口	組裝出水管 (一)
			
組裝出水管 (二)	纏止洩帶	組裝完成	

◆ 沉水馬達抽水區域隔板製作及安裝

			
雷射機設計隔板	設計完成	製作隔板	組裝隔板吸盤
			
安裝隔板位置	放置沉水馬達		



◆ 底部浪板安裝

放置過濾棉	裁剪底部浪板	放置底部浪板	放置完成

◆ 過濾系統完整組裝過程

安裝過濾系統流程	保留乾淨水質	分離魚蝦	分離完成
移除植物 (一)	移除植物 (二)	移除完成	取出土壤
清洗魚缸	放置底部浪板	外部濾材桶定位	放置上部過濾盒
安裝雨淋抽水管	調整雨淋抽水管	過濾系統組裝完成	連接口字型出水管
放置口字型出水管	以吸盤固定位置	口字型出水管完成	完工

## 陸、水質檢測及觀察

### 一、水質檢測紀錄表

年	日期	pH 值	CO <sub>2</sub>	KH 值	檢測環境	現象
112 舊過濾 器時期	12/8	7.4	6	3.0	不遮光	
	12/11	7.2	14	3.0	12/8 開始遮光	CO <sub>2</sub> 上升
	12/15	7.2	10	3.0	持續遮光，12/11 有換水	CO <sub>2</sub> 微下降
	12/22	7.0	12	2.0	持續遮光，12/15 有補水	CO <sub>2</sub> 微上升
	12/29	7.0	4	3.0	12/22 開始不遮光	CO <sub>2</sub> 下降
113 新過濾 系統時期	1/5	7.0	8	3.0	1/3 安裝新過濾系統並遮光	CO <sub>2</sub> 上升
	1/9	7.0	12	3.0	放養新魚、植草	CO <sub>2</sub> 上升
	1/10	7.2	6	4.0	不遮光	CO <sub>2</sub> 下降
	1/11	7.2	6	4.0	不遮光	
	1/12	7.2	2	4.0	不遮光	
	1/15	7.0	2	3.0	不遮光	
	1/16	7.2	6	4.0	不遮光	
	1/17	7.2	4	3.0	不遮光	
	1/18	7.0	8	4.0	不遮光	
	1/19	7.2	2	4.0	不遮光	
	2/16	7.2	0	3.0	不遮光	
	2/17	7.2	2	3.0	不遮光	
	2/19	7.4	0	4.0	不遮光	
	2/20	7.4	6	3.0	不遮光	
	2/21	7.4	0	4.0	不遮光	
	2/22	7.2	12	4.0	此區間為【柒、研究結果】之數據 故不再此探討	
	2/23	7.2	22	4.0		
	2/26	7.2	20	5.0		
	2/27	7.2	22	5.0		
	2/29	7.2	24	4.0		
	3/1	7.4	12	5.0		
	3/4	6.6	28	4.0		
	3/5	7.4	0	4.0		
3/6	7.4	2	5.0			
3/7	7.4	4	5.0			
3/8	7.4	4	5.0			

112/12/8-113/01/10期間有做光線控制，來觀察水質，能發現除了 pH、KH 外，CO<sub>2</sub>的變化起伏較大。反之，未做光線控制時，CO<sub>2</sub>起伏較小。整體來說，KH 值因更換為新過濾系統後，確實隨著時間有穩定提高；pH 值則穩定不變；CO<sub>2</sub>會根據光線多寡、有無水量變動、新養魚隻、新植草，而有較明顯變化，起伏不定。



## 柒、研究結果

### 一、實驗說明

#### (一) 天數

113.02.22 - 113.03.08，共 16 天。

1. 關過濾系統 8 天
2. 開過濾系統 8 天

實驗旨在評估過濾系統對水質的影響，實驗天數為 18 天。為確保生態缸內生物不受干擾，考慮到環境變動需要約 7 天穩定，再加 1 天適應緩衝。因此，每個變動後需 8 天觀察。變動包括換水、新魚種、植物種植等。這樣的設計確保了實驗的科學性和生態環境的穩定性。

#### (二) 固定變因

1. 遮光
2. 每日 12:40-13:20 進行水質檢測（例假日不檢測）

#### (三) 觀察項目

1. 檢測每日水質 pH、KH、CO<sub>2</sub> 並記錄
2. 拍照記錄藻類生長狀態（以特寫、局部兩畫面做記錄）

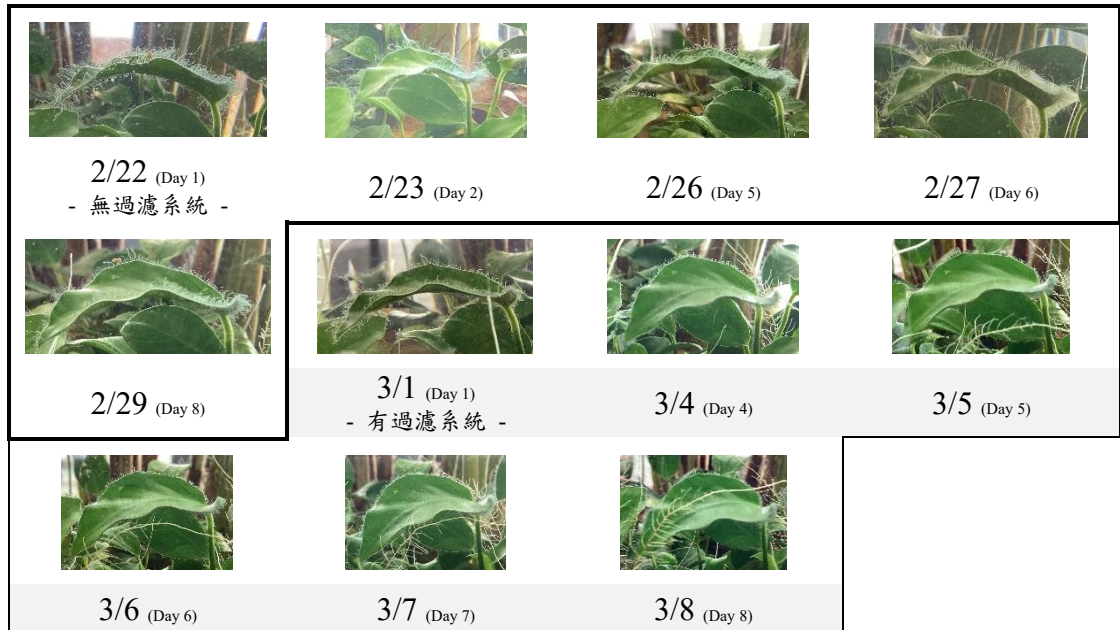
### 二、實驗記錄

#### (一) 水質檢測紀錄表

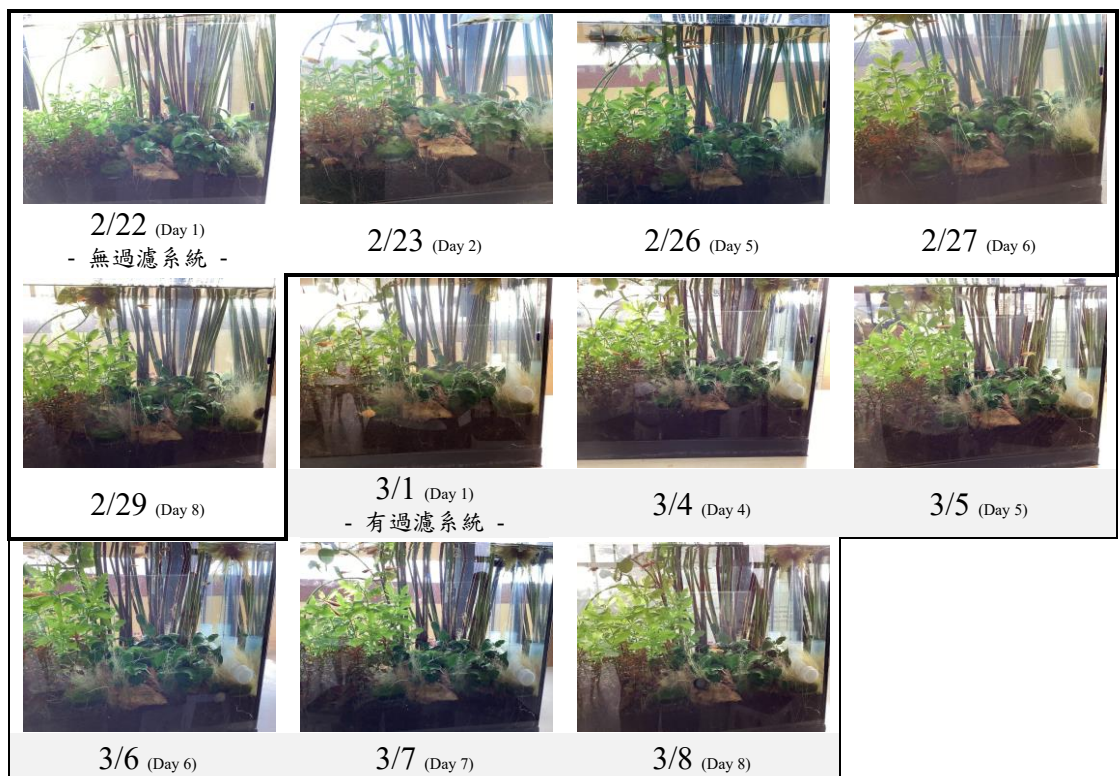
	日期	pH	CO <sub>2</sub>	KH	說明
2/21 關 過 濾 系 統	2/22	7.2	12	4.0	<p>根據實驗紀錄，KH 值相對穩定，而 PH 和 CO<sub>2</sub> 呈現相互影響。在實驗的 16 天中，觀察到在開關過濾系統的當天加換水（2/22 和 3/1），CO<sub>2</sub> 含量明顯下降。</p> <p>特別是 3/4 和 3/5 的數據值得進一步探討。3/4 是開過濾系統後的第四天，CO<sub>2</sub> 含量達到高標，PH 下降，顯示過濾系統介入後水質可能正在破壞和重新組成。然而，3/5 第五天後，PH 回歸正常，CO<sub>2</sub> 逐漸回穩。</p> <p>高含量的 CO<sub>2</sub> 隔一天降回低點可能表明過濾系統正在提高含氧量，促使硝化菌開始消耗氧氣分解氨，進而讓 CO<sub>2</sub> 含量漸漸回升。這就是過濾系統從破壞到平衡的生態影響過程。</p>
	2/23	7.2	22	4.0	
	2/24、2/25 例假日				
	2/26	7.2	20	5.0	
	2/27	7.2	22	5.0	
	2/28 放假				
2/29 開 過 濾 系 統	2/29	7.2	24	4.0	
	3/1	7.4	12	5.0	
	3/2、3/3 例假日				
	3/4	6.6	28	4.0	
	3/5	7.4	0	4.0	
	3/6	7.4	2	5.0	
	3/7	7.4	4	5.0	
	3/8	7.4	4	5.0	

## (二) 藻類生長記錄

### 1. 特寫

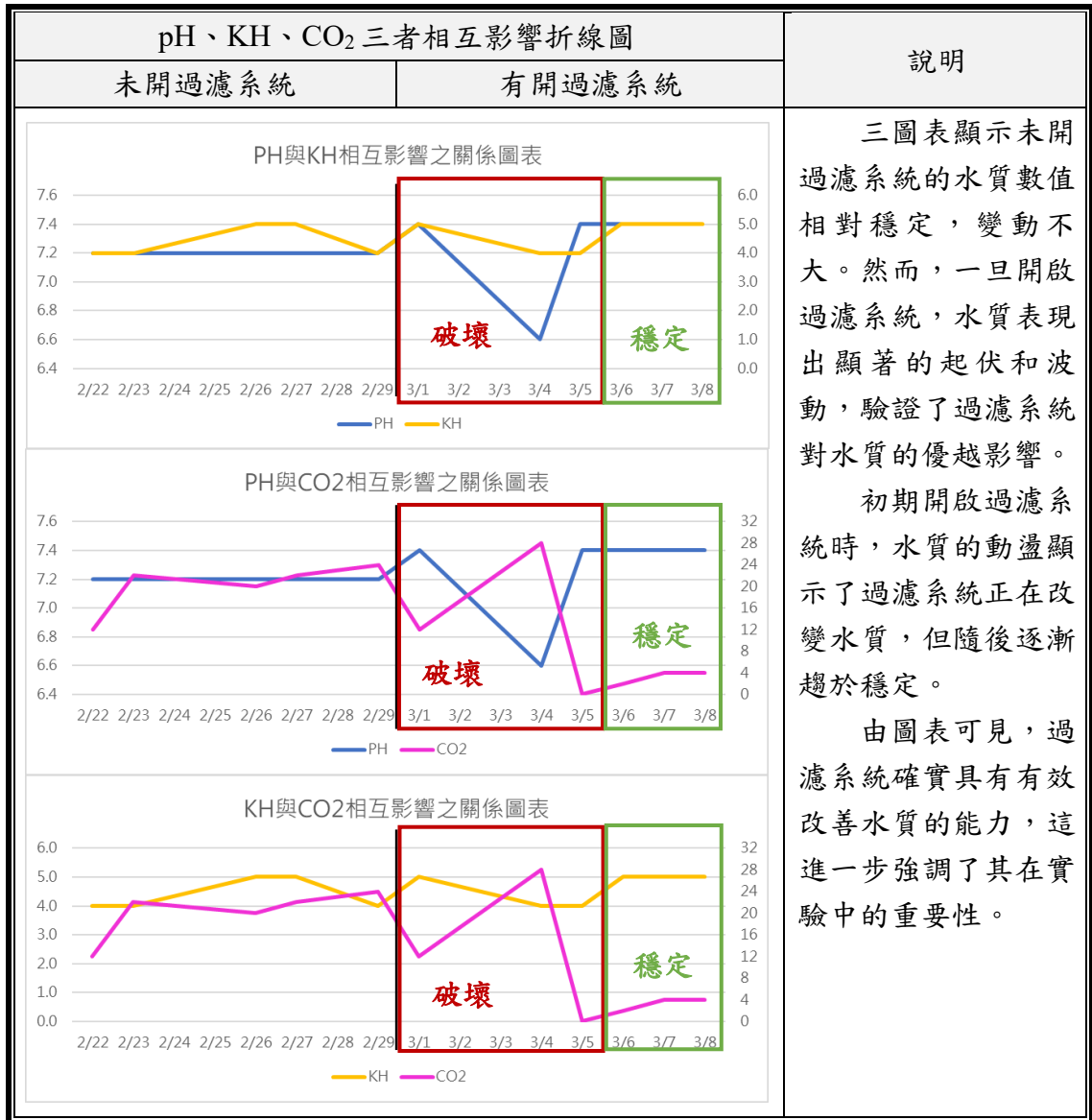


### 2. 局部



### 三、實驗結論

#### (一) 水質觀察說明







#### (二) 藻類生長觀察說明

##### 1. 特寫

環境	無過濾系統		有過濾系統	
天數	Day 1	Day 8	Day 1	Day 8
照片				
說明	<p>特寫照比起局部照能更細微觀察，藻類的生長情形。明顯能發現，有開過濾系統時，在抑制藻類生長能力要優於沒開過濾系統。</p> <p><b>由此證明</b>，過濾系統對於生態缸環境影響有顯著效益。</p>			



2. 局部

環境	天數	照片	說明
無過濾系統	Day 1		<p>但還是能發現，藻類逐漸減少的現象。 局部照比起特寫照，無法有效觀察有無過濾系統時的藻類生長差異，也就難以進行比較。</p>
	Day 8		
有過濾系統	Day 1		
	Day 8		

## 捌、討論

### 一、藻類、水質、過濾探討

由於我們的基礎知識有限，科展老師請來一位養魚經驗豐富的老師，專門教授魚缸生態的課程。在這課程中，首先了解到陽光過強會促使藻類快速繁殖，以及學到水質和過濾的重要性，看似清澈的水並不代表水是乾淨的，因為其中可能存在我們肉眼無法見到的微生物和細菌。

接著提到過濾的三大要素包括培菌、過濾雜質、提高含氧量，這些是保持水缸水質完美的關鍵。老師還分享了九種藻類及其生活環境、特徵和解決方法。為了讓水質更穩定，決定調節光線強度以及觀察水質中的 PH 值、KH 值以及 CO<sub>2</sub> 濃度變化，來嘗試抑制缸內的綠藻生長情形。



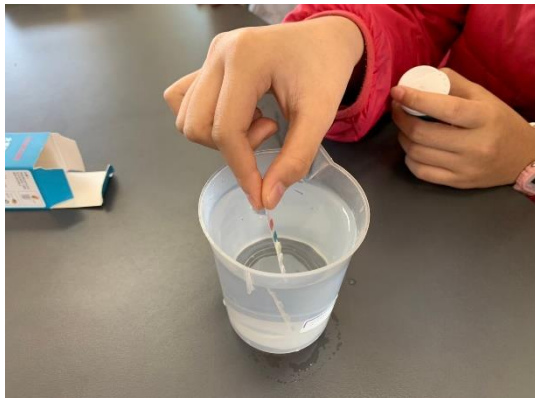
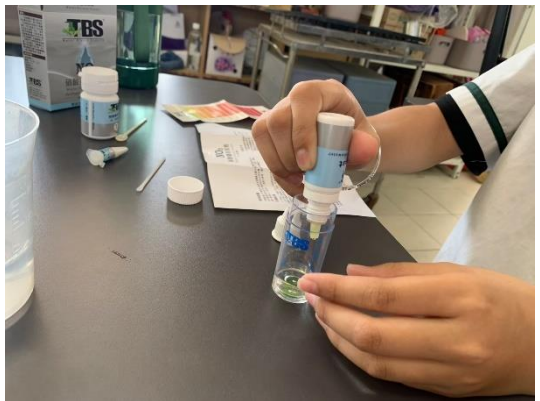
### 二、水質定期檢測並討論檢測數據

在水質測試中，我們主要觀察 KH 值、PH 值、CO<sub>2</sub> 濃度的變化，檢測工具有試劑及試紙兩種。

試劑使用方式，試劑的使用方法中，通常先加入 5~10ml 試水，根據不同項目的檢測滴劑和試水溶解後，對比試紙顏色，判斷該項目數值，並記錄至水質檢測表。

試紙使用方式，先裝一杯試水，並抽取一張試紙，放入試水後取出，並在一定的時間內讀取變色情形，同時判斷該項目數值，並記錄至水質檢測表。

經由多次檢測結果，討論檢測數據變化程度，其中我們發現 PH 值升高則 CO<sub>2</sub> 降低，PH 值降低則 CO<sub>2</sub> 增加。

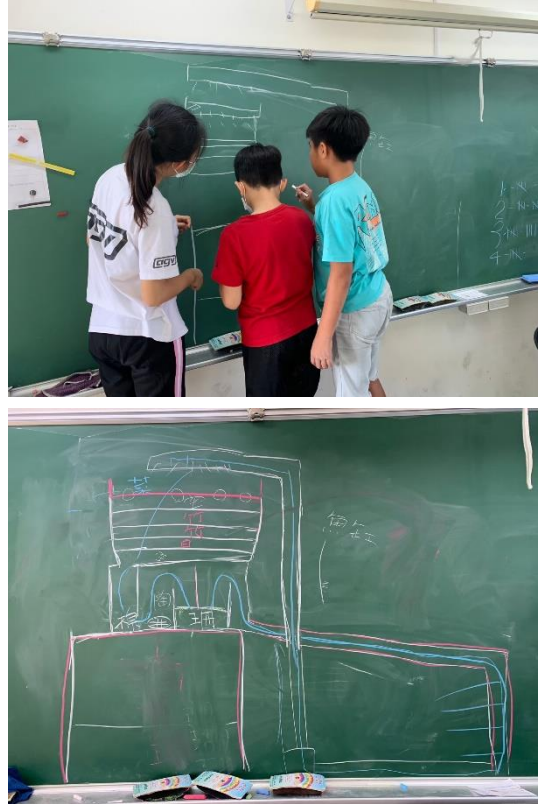




### 三、過濾系統設計圖討論

在設計過程中，從眾多過濾系統中進行挑選，以乾濕分離系統最符合我們的需求。以此為基礎，蒐集了許多相關資料，並藉由老師的引導，我們各自設計出過濾系統圖後，將各自的設計圖優缺點進行詳細討論，例如：水的流動路徑、進出方向、過濾盒和濾材桶的擺放位置...等等。

最後整合大家的想法，決定設計出的過濾系統，會藉由沉水馬達將水中雜質、魚蝦糞便，抽出至過濾盒，再進到四個濾材桶，最後送回到水缸內，來達成完整的水循環，提升過濾效果。



### 四、討論模擬測試過濾系統方式

為確保過濾系統安裝至水缸順利，就需要進行模擬測試。

由於預計放置過濾系統的櫃子比水缸要高，所以我們使用了一些盒子將過濾系統墊高，再以兩個透明箱作為水缸，一個安裝沉水馬達，另一個為水流回送的水管放置處。

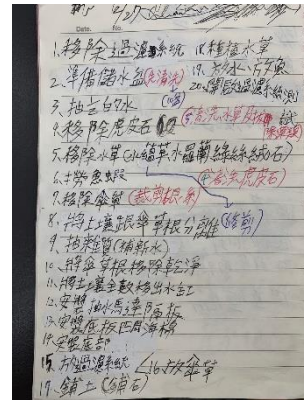
將水倒入至沉水馬達的透明箱內，啟動開關，將水抽出至過濾系統，接著觀察水流回情形，過程中遇到漏水，水管連接處以止洩帶纏繞及濾桶側邊漏水以水中膠補強，再次進行測試後確實解決了漏水問題。



## 五、討論安裝過濾系統流程

為提高安裝過濾系統的效率，我們事先討論及列舉安裝時可能需要的工作細項，從清空缸內開始，先保留部分原水、隔離魚蝦、清洗水草、裝底板、放置濾材桶、放黑土、種水草、放回魚蝦，最終開啟過濾系統...等等，共列舉了20項流程。

針對該20項工作流程，做了細部分工與時間預估，並沙盤推演，利於在安裝時能夠順利。

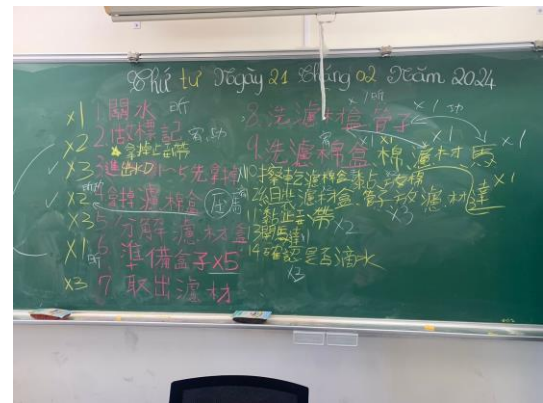
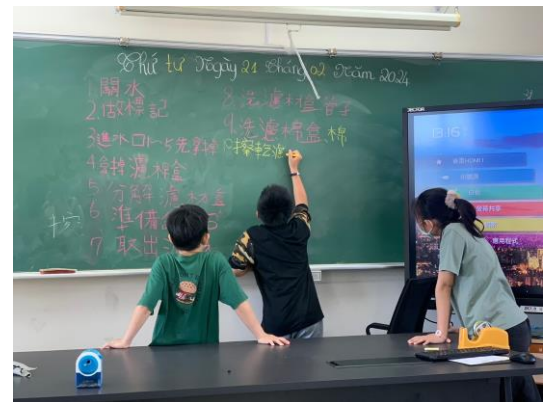


## 六、討論清洗過濾系統流程

因應過年後綠藻過多的問題，我們計畫清洗過濾系統。為了使維護過濾系統的流程更順暢，我們討論了具體步驟，包括15個明確的操作步驟和負責人數。首先，將濾棉取出並拆解水管進行清洗，為了後續組裝的便利，在每支水管進行編號。

清洗完成後，依編號將水管進行組裝，並把濾棉與濾材放回過濾系統，最後，啟動過濾系統，觀察是否有漏水，若發現漏水一樣以止洩帶及水中膠補救即可。

此清洗過濾系統之流程，便是後續清洗人員可參照的標準流程。



## 玖、結論

經過一年的科展研究，我們以「『濾』藻恆有趣」為主題，以四年級自然課本中的水中世界單元為基礎，延伸至水的移動、水溶液的酸鹼等相關單元。研究主軸圍繞藻類探究、水質觀察、改善過濾三大階段，藉由科展訓練，讓學生能將自然課所學應用於環境改善，同時得到額外課外知識。

去年科展主題為「永『恆』生態缸」，著重於建立生態平衡的魚缸。今年的研究則以如何維持永恆生態缸為出發點，考慮到維護人員可能會變動的情況，我們尋求不依賴人力而實現生態缸永續的方法。

研究的第一階段是對藻類進行探究，分析水質中的光照時間、水質問題、養分等因素對藻類生長的影響。我們發現目前能有效解決的只有光照時間及水質問題兩種，而養分過剩成為無法完全解決的問題，因此需要一套更完善的過濾系統。

第二階段則是水質觀察，重點關注硝化菌對水質的影響。我們發現硝化菌是維持水質穩定的重要因素，而一套優秀的過濾系統能夠提高硝化菌的含量上限，有助於打造良好的生態環境。

最後一階段為改善過濾，我們探討了過濾系統的運作原理，有效的過濾系統應包括濾材選擇、水質清澈度及濾雜質三項指標。濾材如濾雜質、培菌材料及水質調節材料，應能達到清澈度、培菌、及調節水質的功能。在判斷過濾系統是否有效時，觀察水質清澈度最為直觀。在改善過濾系統時，優化濾材區、增加濾棉階層、調整水流方向、改進水循環、並設計底土雜質抽取系統是重要步驟。新系統中，大空間過濾盒和濾材桶提供更多濾材選擇，水流方向改為橫向符合大自然，底部浪板和抽水區域可有效處理底土雜質，全面提升過濾系統效能。

綜合研究結果，我們得出結論，科展研究的成果不僅能應用於改善生態缸的水質，還有望實現永續生態環境的目標。整個過程中，過濾系統的性能表現優秀，能有效提高硝化菌的含量上限，並且在控制藻類生長方面取得了良好的效果。



## 壹拾、參考資料及其他

### 一、參考資料

【墨耘水草經驗分享-----草缸常見藻類的解決方式】

<https://morewinaquascaping.blogspot.com/2016/10/blog-post.html>

【我的魚細菌感染了，怎麼辦\_\_Bacterial infections】

<https://reurl.cc/M4VML3>

【用以淨化水質的常見益生菌】

[https://bactiway.com/school\\_view.php?id=37](https://bactiway.com/school_view.php?id=37)

【草影水族官方網站】

<https://www.acshop.com.tw/index.php>

【魚缸到底要不要加硝化菌】

<https://reurl.cc/VNvQE5>

【養魚前先養水 硝化系統的詳細說明和操作方式 第二集 The Nitrifying bacteria has arrived】

[https://www.youtube.com/watch?v=li40YPOprZ0&t=95s&ab\\_channel=%E8%B6%A3%E5%91%B3%E9%81%8A%E6%BE%B3](https://www.youtube.com/watch?v=li40YPOprZ0&t=95s&ab_channel=%E8%B6%A3%E5%91%B3%E9%81%8A%E6%BE%B3)

【二氧化碳的測量：ph/KH 和 CO<sub>2</sub>之間的關係】

<https://www.paludarium.net/aquarium/phkh-co2>

【解密魚缸過濾系統】

<https://reurl.cc/G4OavZ>

【上部過濾全攻略!最詳細的安裝教學。| AC 草影水族】

[https://www.youtube.com/watch?v=RovqdVc0-BI&t=30s&ab\\_channel=AC%E8%8D%89%E5%BD%B1%E6%B0%B4%E6%97%8F](https://www.youtube.com/watch?v=RovqdVc0-BI&t=30s&ab_channel=AC%E8%8D%89%E5%BD%B1%E6%B0%B4%E6%97%8F)