

中華民國第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物

組 別：國中組

作品名稱：「淨」觀其變—汙染水質的清淨方式及變化

關 鍵 詞：水質改善、水生植物、濾水器

編 號：B4003

摘要

工業化與人口快速增長使得各種污水的排放量大幅增加，已經嚴重影響了生態環境及危及我們的身體健康。本研究探討汙染水質中自然因素對汙水之影響及變因，討論深淺，溫度，照光等因素對汙水的數據影響。接著種植三種溪或河中常見的水生植物，以及利用隨手可得的簡易材料自製可過濾雜質的濾水器，期望能以對環境友善的方法來改善水中的汙染。研究的結果發現照光會增加汙染程度，而水生植物的確能有效淨化水質，濾水器則能改善濁度。





壹、研究動機

生活在屏東這溫暖可愛的城市中，生活的環境相當優異，但從小就有幾個問題讓我感到困惑。為何本該清澈的溪水經過時卻發出難聞的異味？夜深人靜時為何有動物排泄物的味道？慢慢長大後才了解可能有不肖業者會偷排放廢水。剛好在九年級上學期的地球科學也接觸到了水資源的議題，而不論這些廢水來自家庭還是工廠，罪魁禍首都是人類。而這些汙染物已經間接或直接影響到我們的生活，甚至危害大自然生態。這讓我覺得必須有所行動，於是開始思考能否利用自然的力量，或著利用在八年級上學期自然課程中學到的分離混合物的方法來改善或過濾這些汙染物。

貳、研究目的

- 一、汙染水質中自然因素導致之變因
 - (一) 探討汙染水質中不同深淺的數據變化
 - (二) 探討汙染水質照光有無的數據變化
- 二、不同水生植物對汙染物清淨能力之比較
- 三、利用在野外即可取得之材料自製濾水器

參、研究設備及器材

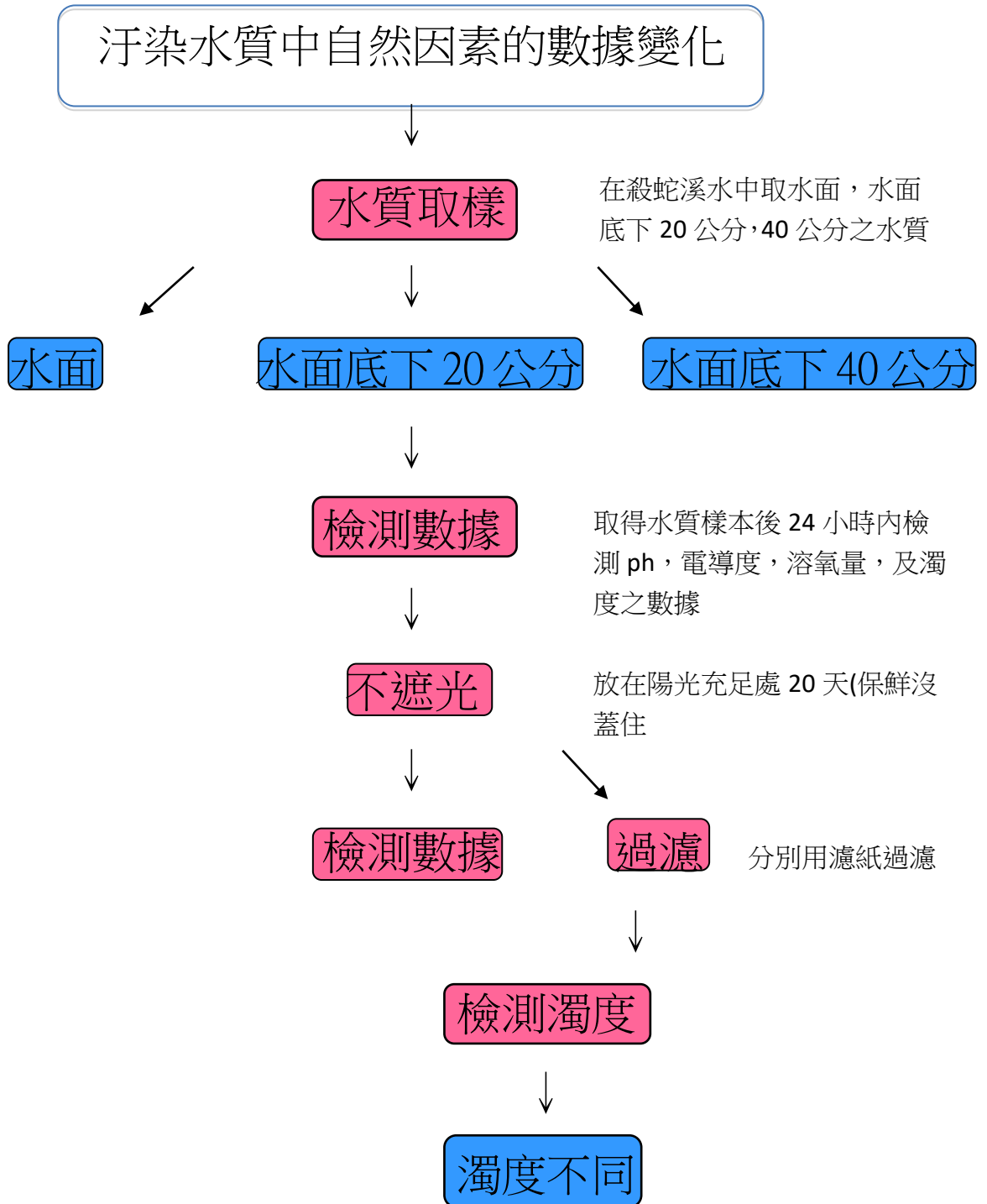
			
ph 計	電導度計	溶氧量計	濁度計
			
細沙	小石子	樹葉	紗布
			
活性碳	活性碳粉	外科口罩	

肆、研究過程及方法

一、實驗流程圖

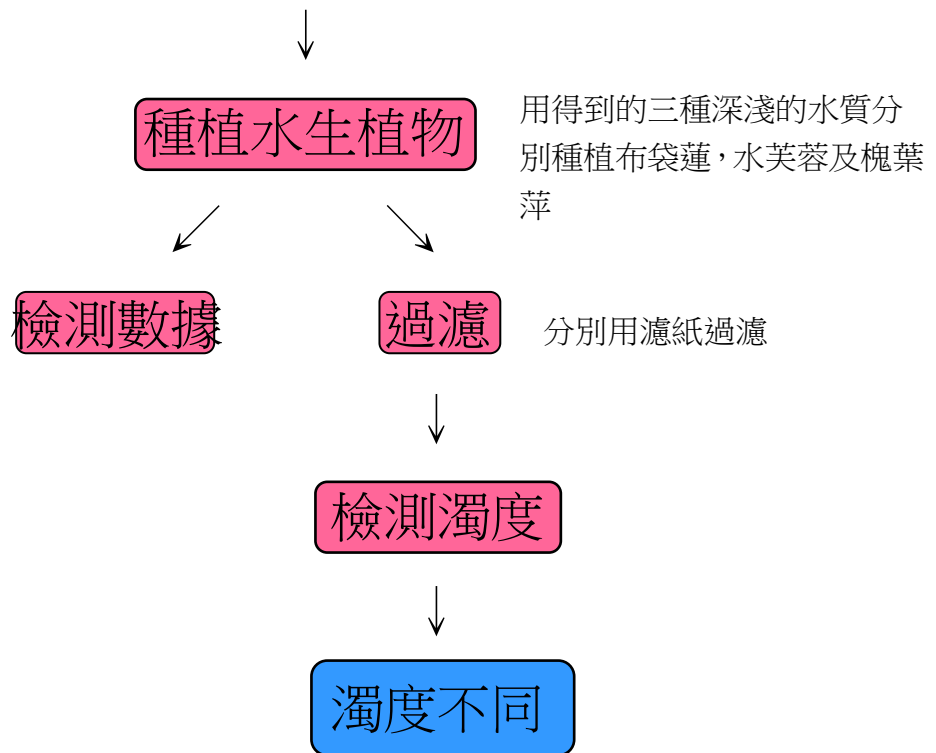
□ 代表實驗主題 ■ 代表實驗流程 ■ 代表實驗結果

(一) 汙染水質中自然因素導致之變因

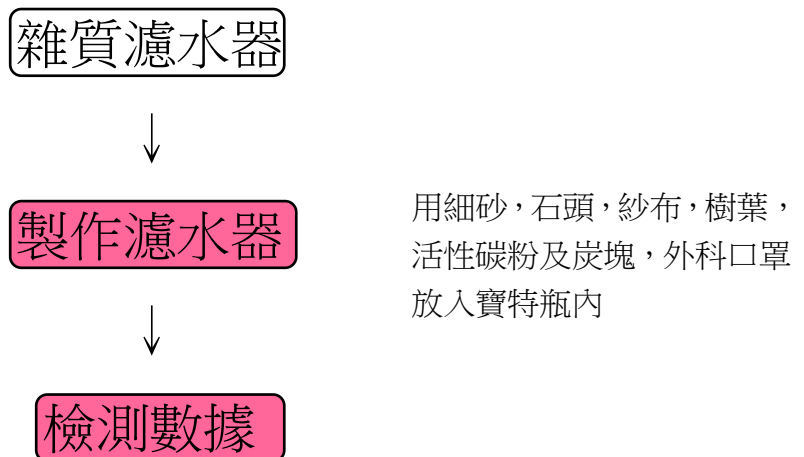


(二) 水生植物的去污能力比較

不同水生植物對污染物清淨能力之比較



(三) 以在野外即可取得之材料自製濾水器



二、實驗說明：

(一)深淺實驗說明

(1)因水中汙染物質或微生物等可能因重量或其他因素的不同而影響在不同深度的數量，所以取上，中，下層的水質來進行實驗，而殺蛇溪該段的深度為 40 公分，所以取水面，水面下 20 公分及水面下 40 公分的水質來做實驗。

(2)主要取最常用來計量及評估水質汙染程度的四種數據來檢測，分別是 pH 值，電導度 ($\mu S/cm$)，濁度(NTU)，溶氧量(mg/L)。

(3)只有此實驗同時測量自來水之數據，是為了和其他水質做最一開始的初步對照，而之後的實驗不對照則是因自來水較難因其他實驗而有數據上的改變。

(4)推測若讓水質照到光可能會改變水中微生物或其他作用進而影響水質，所以將三種水質倒入燒杯中各 50ml，包覆保鮮膜後放置於陽光充足處 20 天後檢測數據。用陽光而不適用檯燈持續照光則是為了能讓光合作用或其他作用能照常運行。

(5)因應實驗(二)的一項實驗結果另外將 20 天後的水質用濾紙過濾後再測一次濁度。

(二)水生植物實驗說明

(1)要取水中生態及各文獻資料中最常出現的三種水生植物。分別是布袋蓮，水芙蓉以及槐葉萍，而且這些水生植物在重度汙染的水質中也能照常生長，推測是有較好的吸附或清淨力。

(2)每種植物種植在各水桶內，以一致重量來統一在水質中種植的植株，因每株植物的葉面積不盡相同，所以是用重量為控制變因而非植株數量(這些植物的葉子部分為主要重量)。而每桶的植物都確定蓋滿水面，是為不讓小型藻類或微生物直接照到光而影響其生長。

(三)濾水器實驗說明

(1)若身在野外無法直接取得乾淨水源，則可以用簡單的材料製作濾水器。細砂，石頭，樹葉，活性碳這些材料都是大自然中取得的材料，而紗布及外科口罩可以用一些身上的布料來代替，寶特瓶則可用竹筒代替。

(2)實驗中使用外科口罩是因為透氣及濾水速率較不快，能過濾的物質因此較多。

伍、研究結果

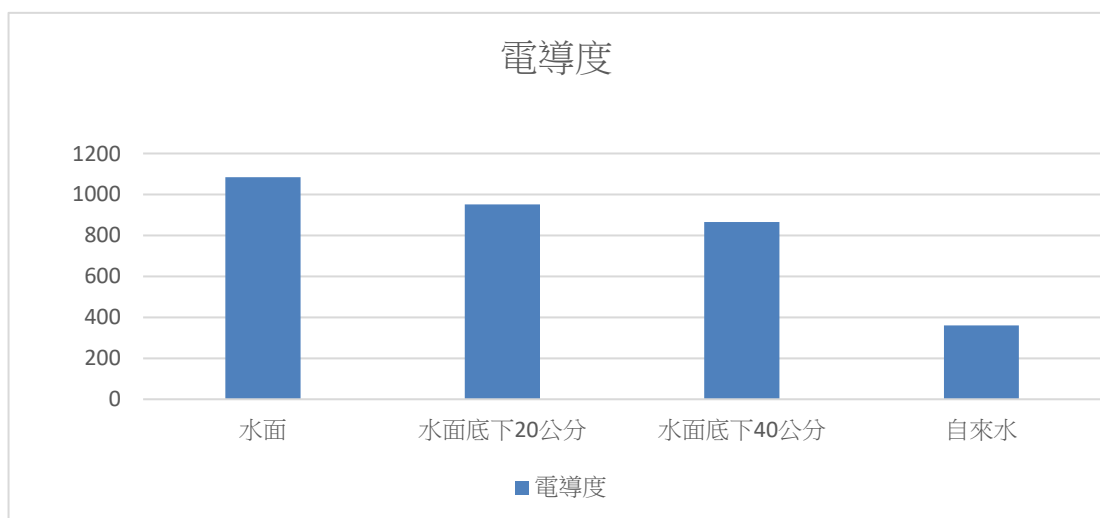
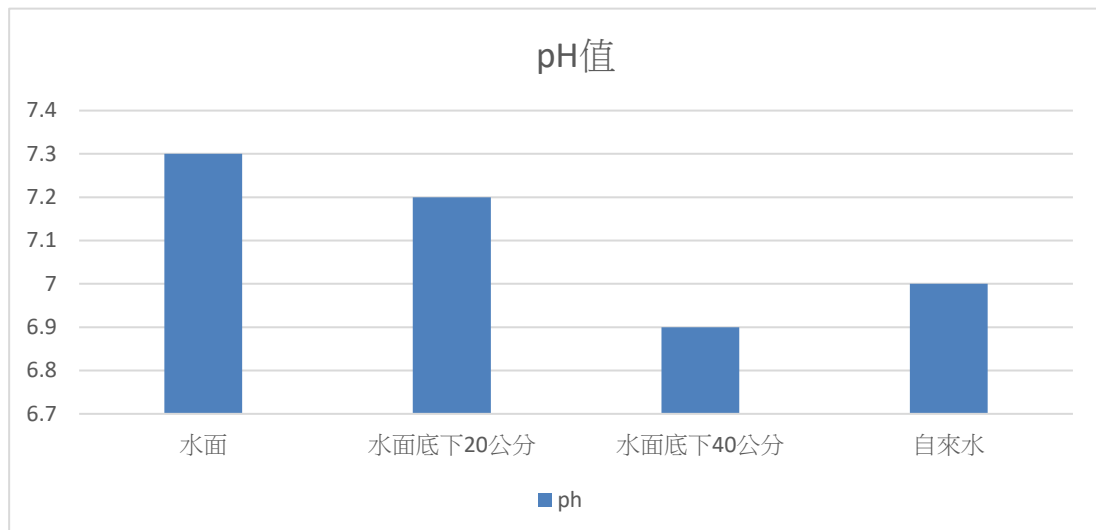
一、深淺實驗

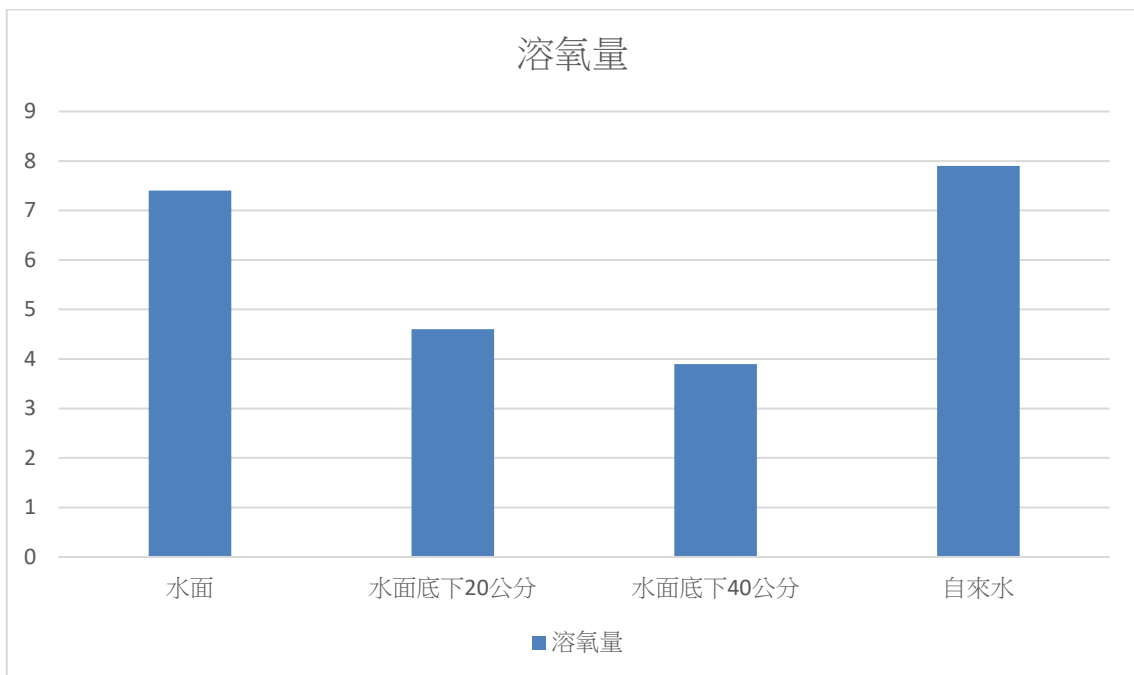
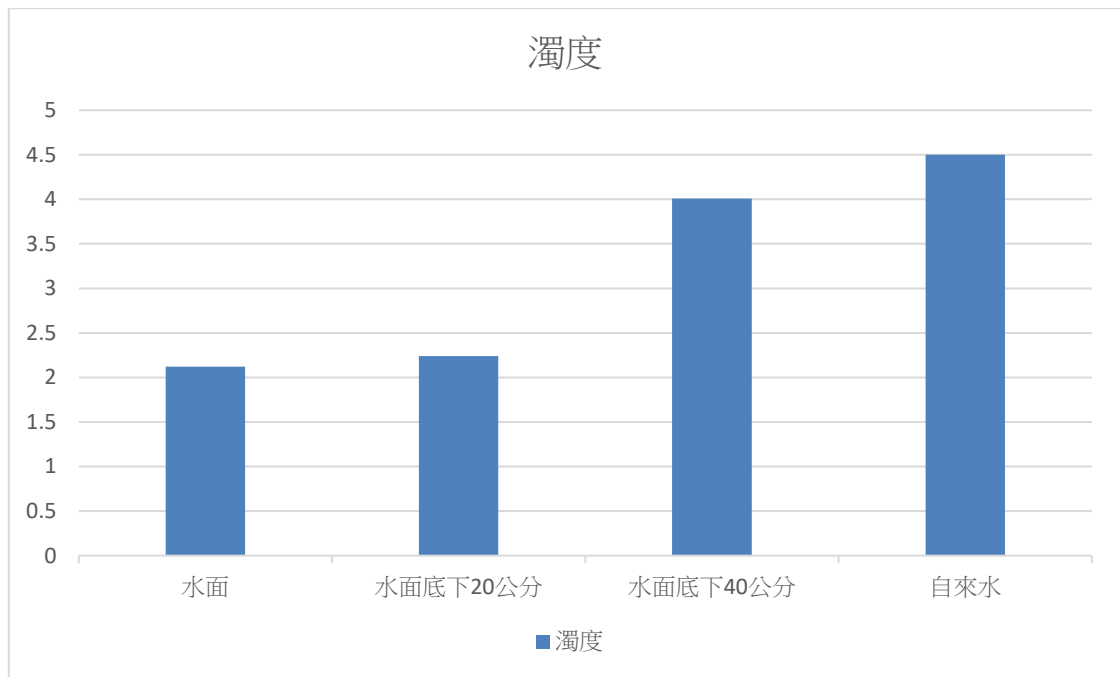
(一)取各層水質檢測數據

(1)數據表格

組別	自來水	水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
pH 值	7.0	7.3	7.2	6.9
電導度	361	1084	951	865
濁度	1.23	2.12	2.24	4.01
溶氧量	7.9	7.4	4.6	3.9

(2)數據長條圖











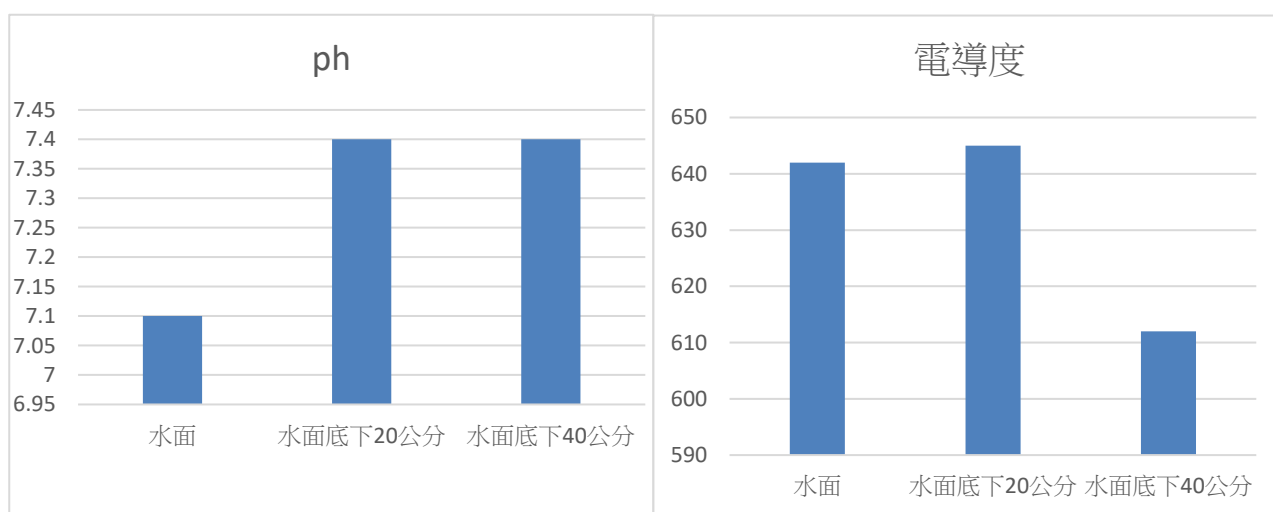
(1)初始污染程度:水面 > 水面底下 40 公分 > 水面底下 20 公分

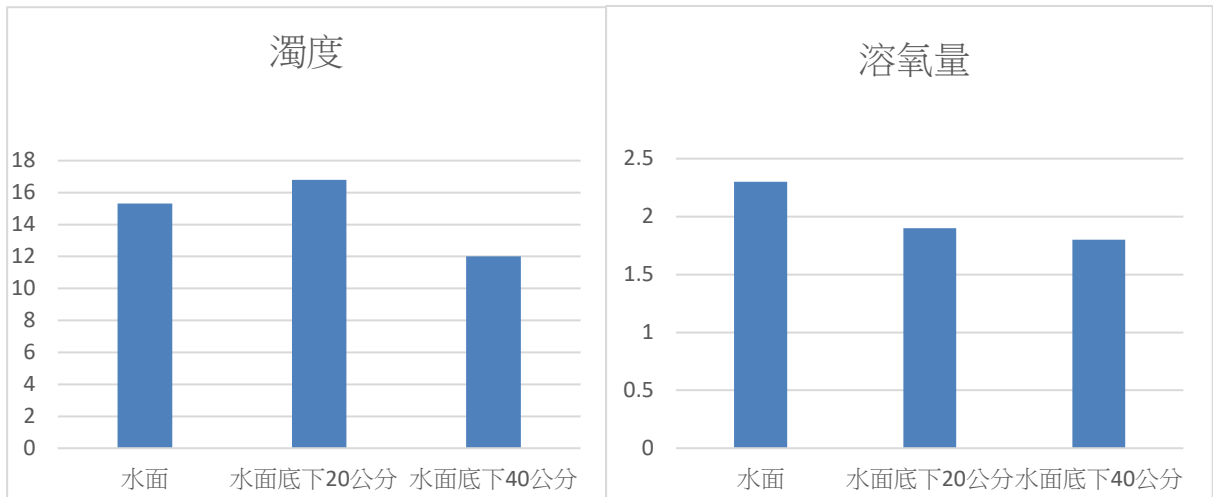
(二)放置於陽光充足處 20 天

(1)數據表格

組別	水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
樣本照片			
過濾後照片			
pH 值	7.1	7.4	7.4
電導度	642	645	612
濁度	15.31	16.79	12.01
過濾後濁度	3.67	3.66	5.34
溶氧量	7.4	4.6	3.9

(2)數據長條圖






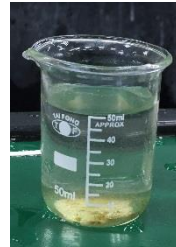

(1)20 天後汙染程度:水面底下 20 公分 > 水面底下 40 公分 > 水面

二、水生植物實驗


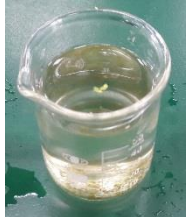

(一) 分別種植布袋蓮，水芙蓉以及槐葉萍

(二) 20 天後檢測數據


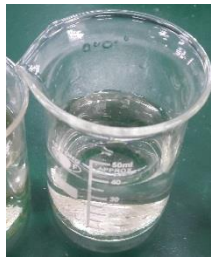

(1) 布袋蓮

組別	水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
照片			
pH 值	7.5	7.6	7.9
電導度	649	850	777
濁度	18.63	17.88	7.33
過濾後濁度	1.69	2.16	3.14
溶氧量	6.2	5.8	6.4

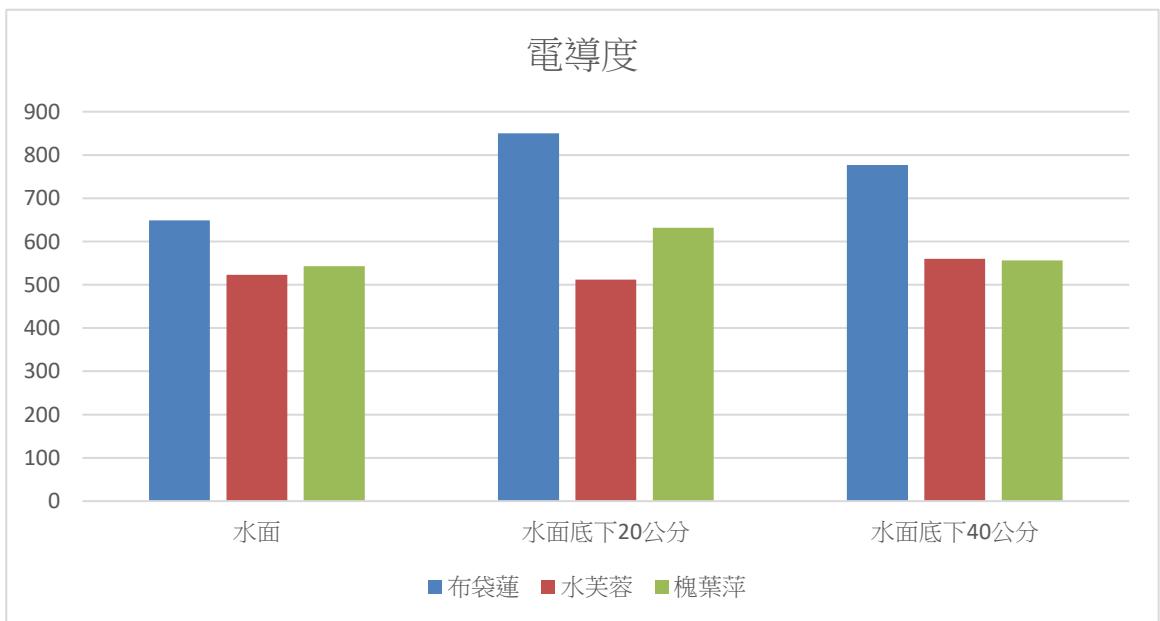
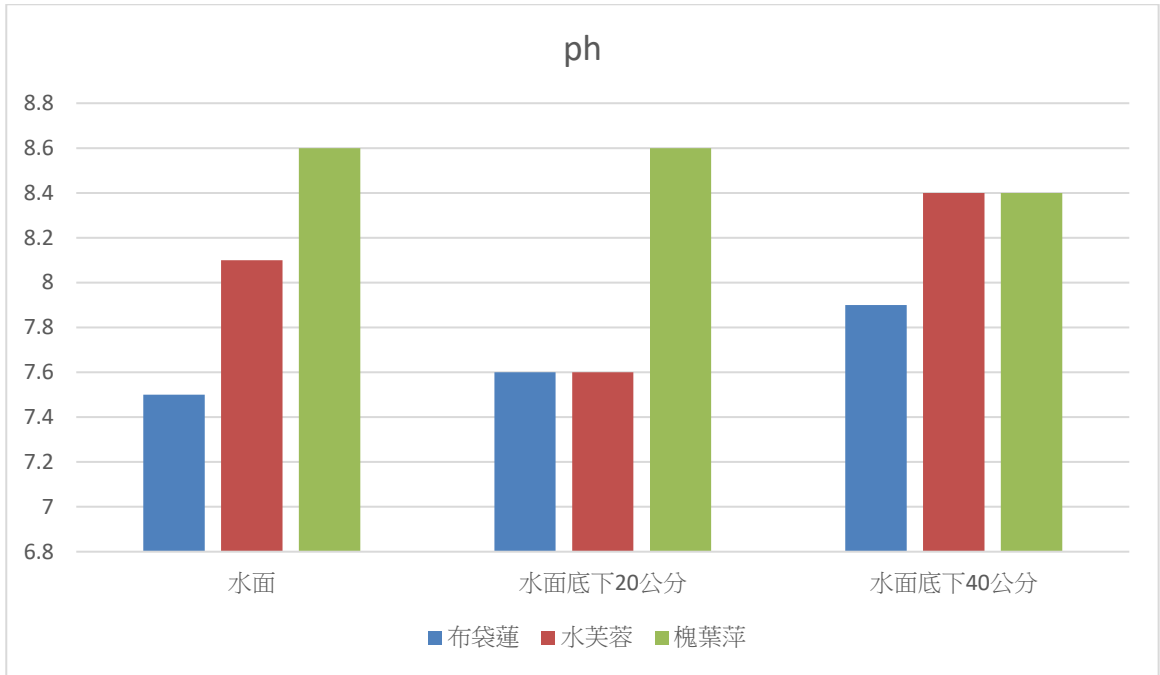
(2) 水芙蓉

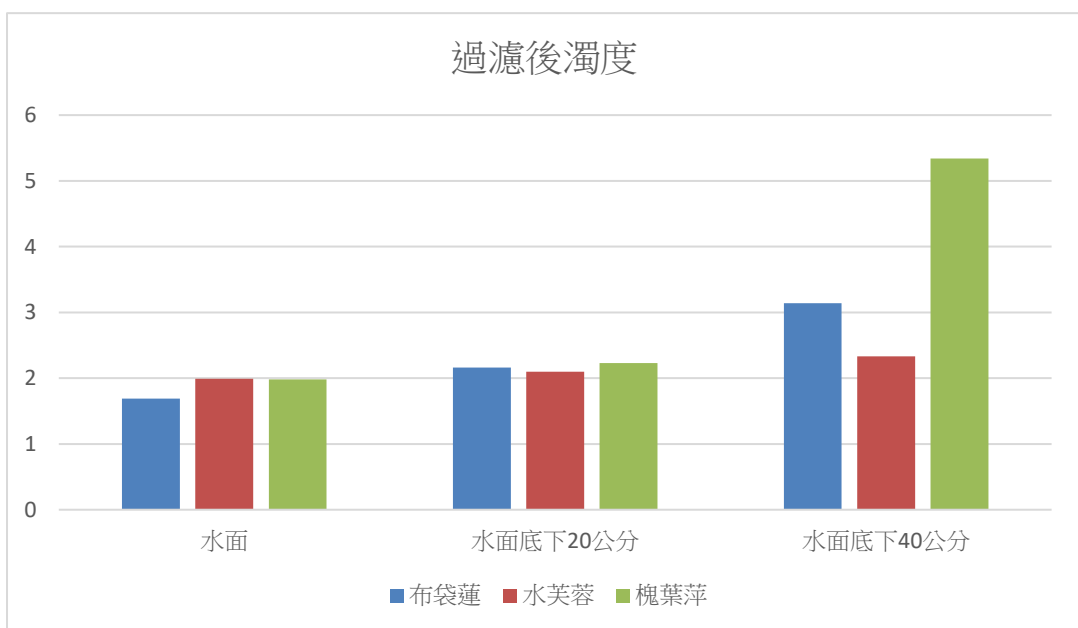
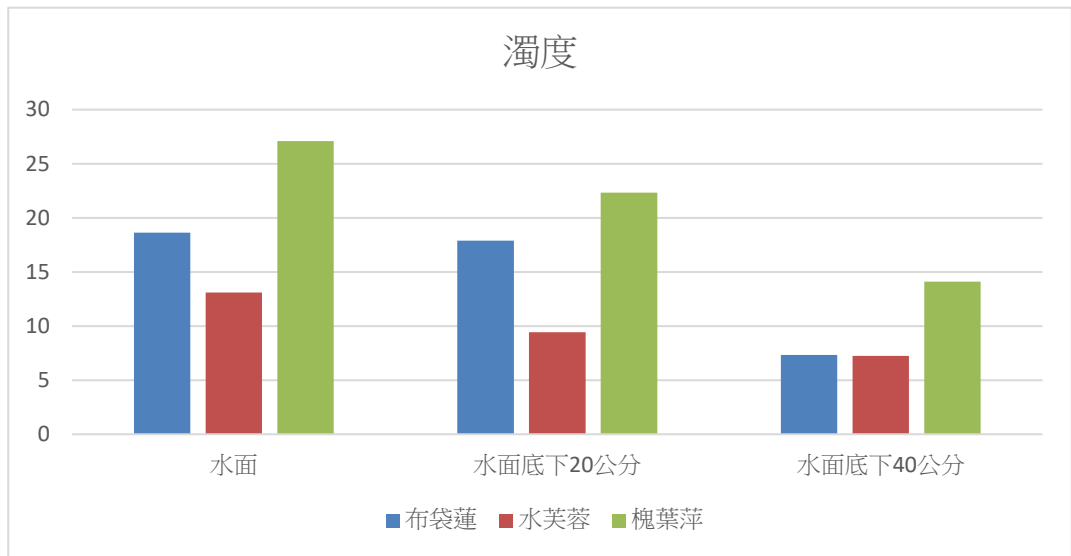
組別	水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
照片			
pH 值	8.1	7.6	8.4
電導度	523	512	560
濁度	13.11	9.43	7.23
過濾後濁度	1.99	2.10	2.33
溶氧量	6.1	5.8	6.4

(3) 槐葉萍

組別	水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
照片			
pH 值	8.6	8.6	8.4
電導度	543	632	556
濁度	27.10	22.32	14.11
過濾後濁度	1.98	2.23	3.34
溶氧量	6.6	6.7	6.7

(三) 數據長條圖



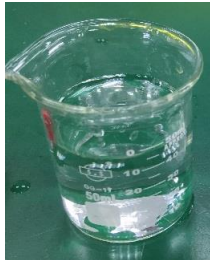




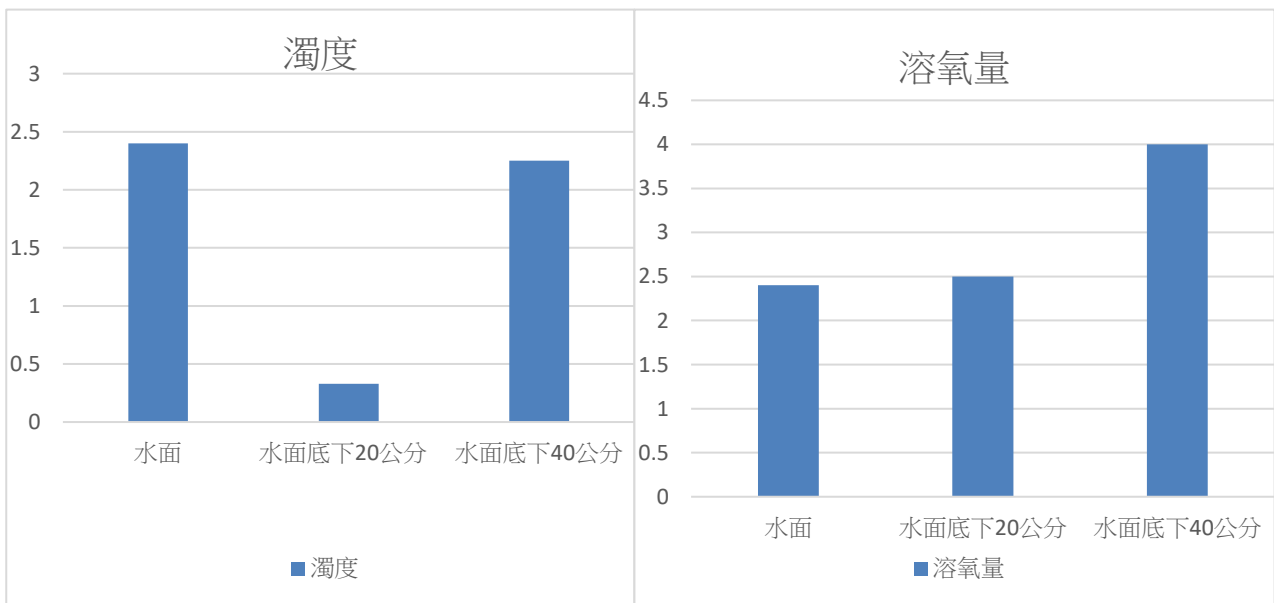
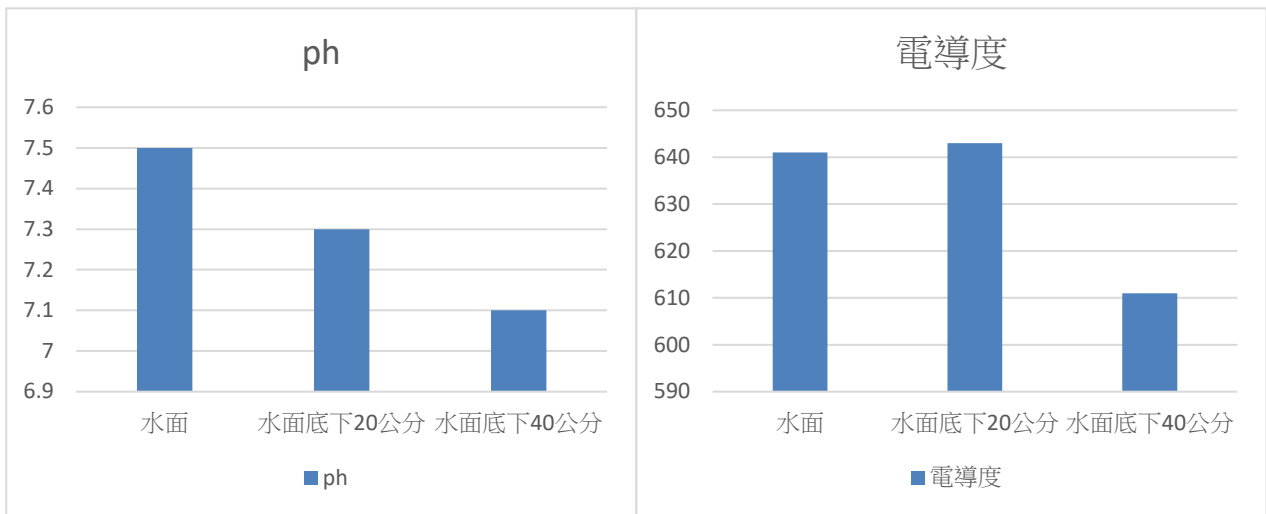
三、自製濾水器實驗



(1) 數據表格

組別	水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
照片			
pH 值	7.5	7.3	8.4
電導度	641	643	611
濁度	2.40	0.33	2.25
溶氧量	2.4	2.5	2.0

(2)數據長條圖



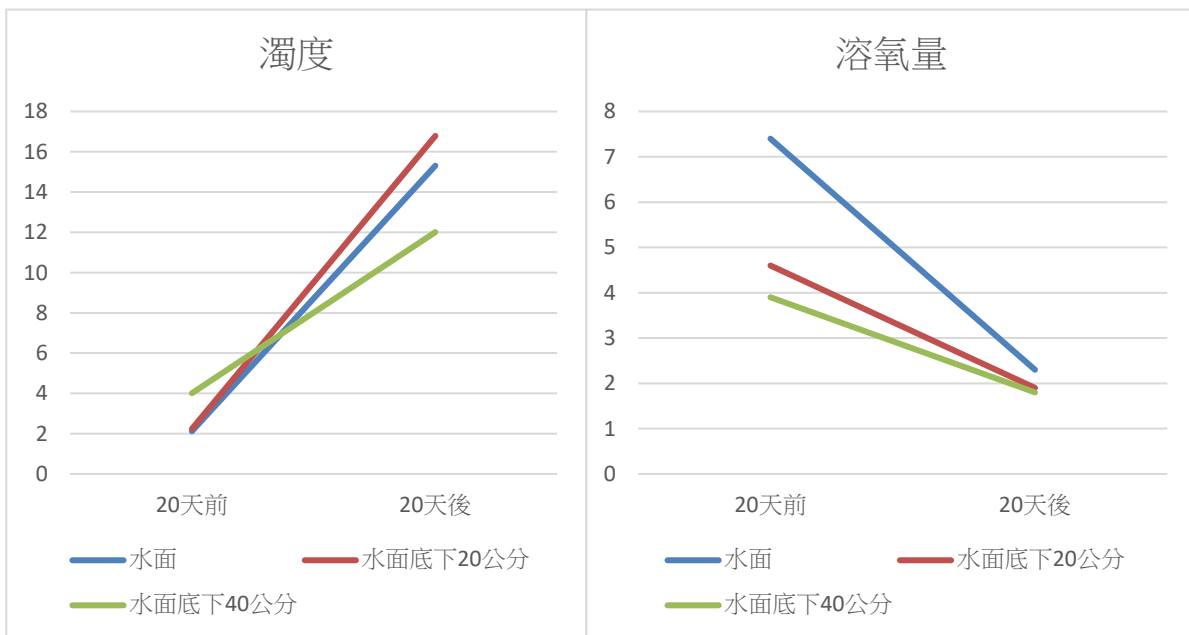
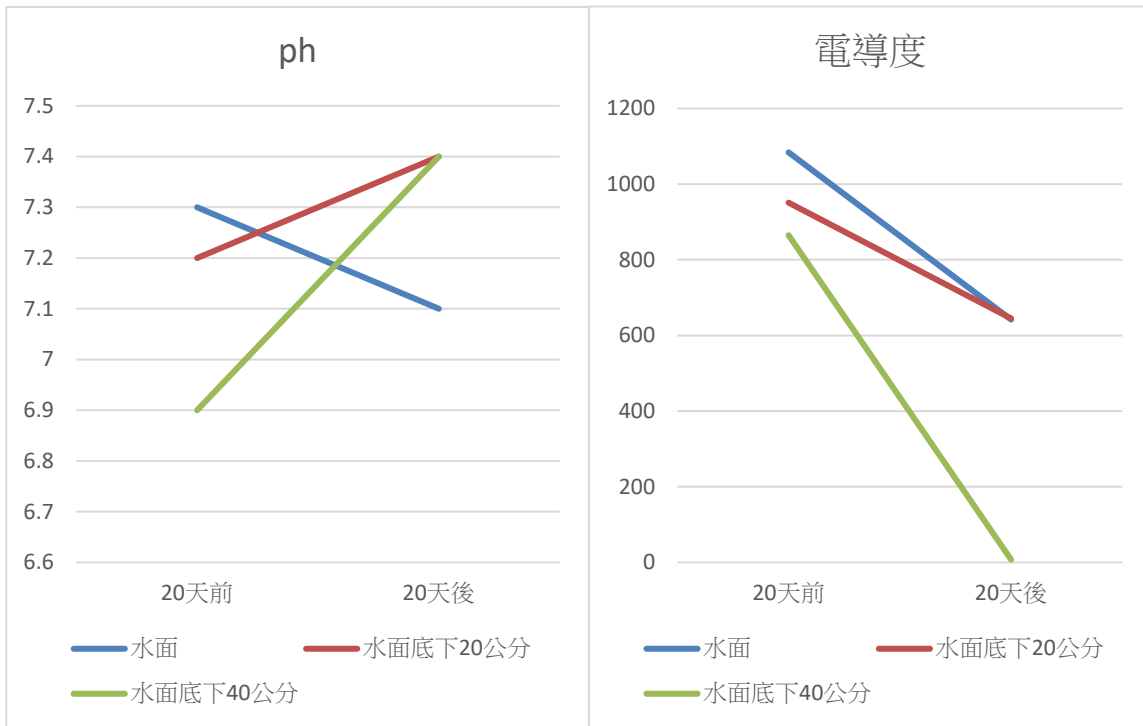
四、實驗比較(數據變化:增/減)

(一) 深淺實驗

(1)20 天有照光前後數據比較

組別		水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
pH 值	照光前	7.3	7.2	6.9
	照光後	7.1	7.4	7.4
	差值	-0.2	+0.2	+0.5
電導度	照光前	1084	951	865
	照光後	642	645	612
	差值	442	-306	-253
濁度	照光前	2.12	2.24	4.01
	照光後	15.31	16.79	12.01
	差值	+13.13	+14.55	+8.00
溶氧量	照光前	7.4	4.6	3.9
	照光後	2.3	1.9	1.8
	差值	-5.1	-2.7	-2.1

(1)20 天後汙染程度:水面底下 20 公分 > 水面底下 40 公分 > 水面

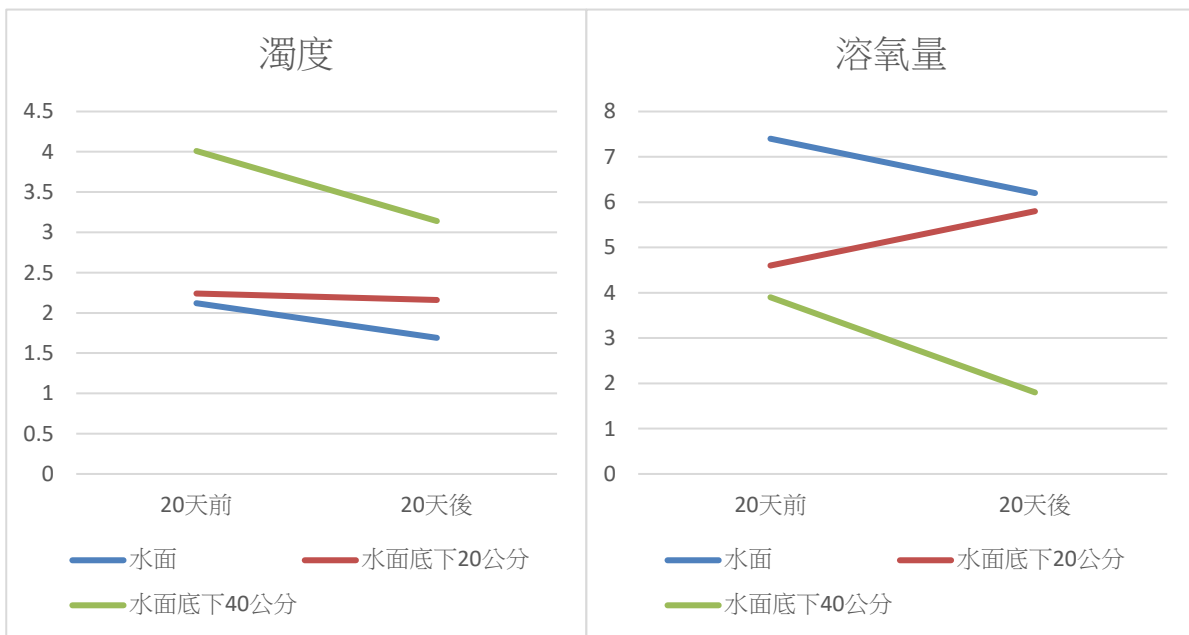
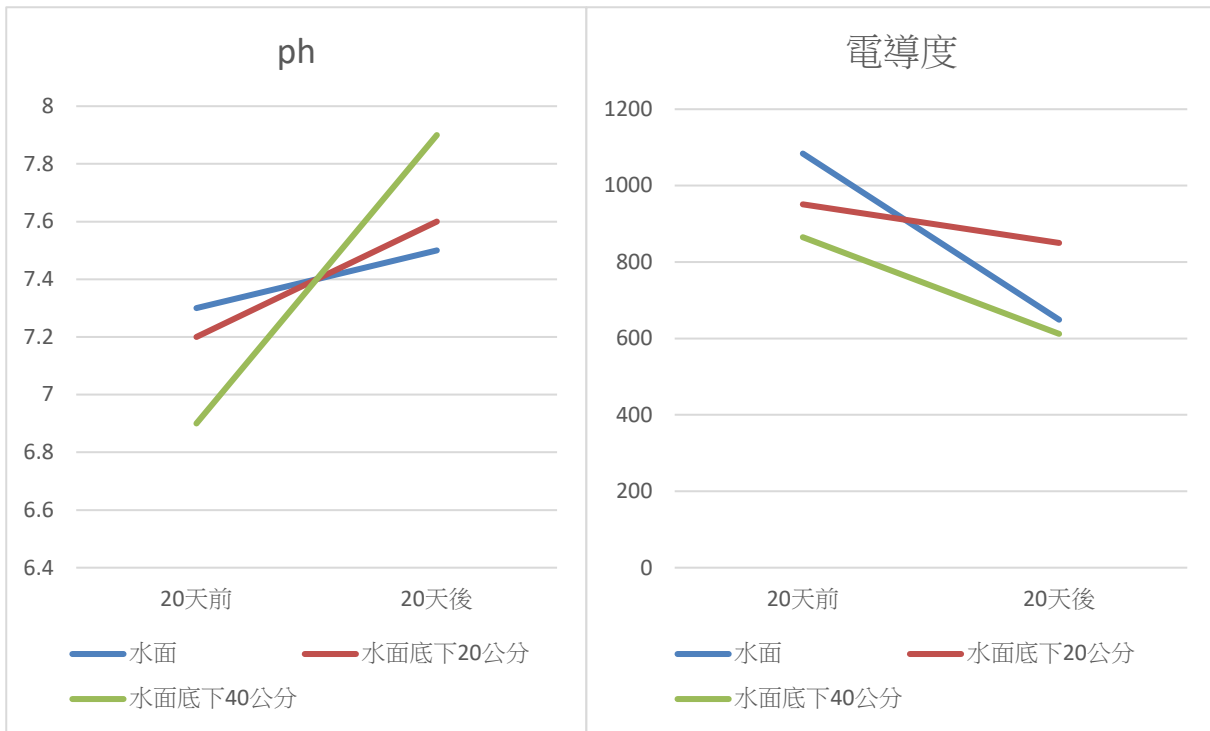


(二) 水生植物與 20 天數據比較(濁度以水生植物過濾後濁度與 20 天不遮光過濾後數據做比較)

(1)布袋蓮

組別		水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
pH 值	20 天前	7.3	7.2	6.9
	種植後	7.5	7.6	7.9
	差值	+0.2	+0.4	+1.0
電導度	20 天前	1084	951	865
	種植後	649	850	777
	差值	-435	-101	-188
濁度	20 天前	2.12	2.24	4.01
	種植後	1.69	2.16	3.14
	差值	-0.47	-0.8	-0.87
溶氧量	20 天前	7.4	4.6	3.9
	種植後	6.2	5.8	6.4
	差值	-1.2	+1.2	+2.5

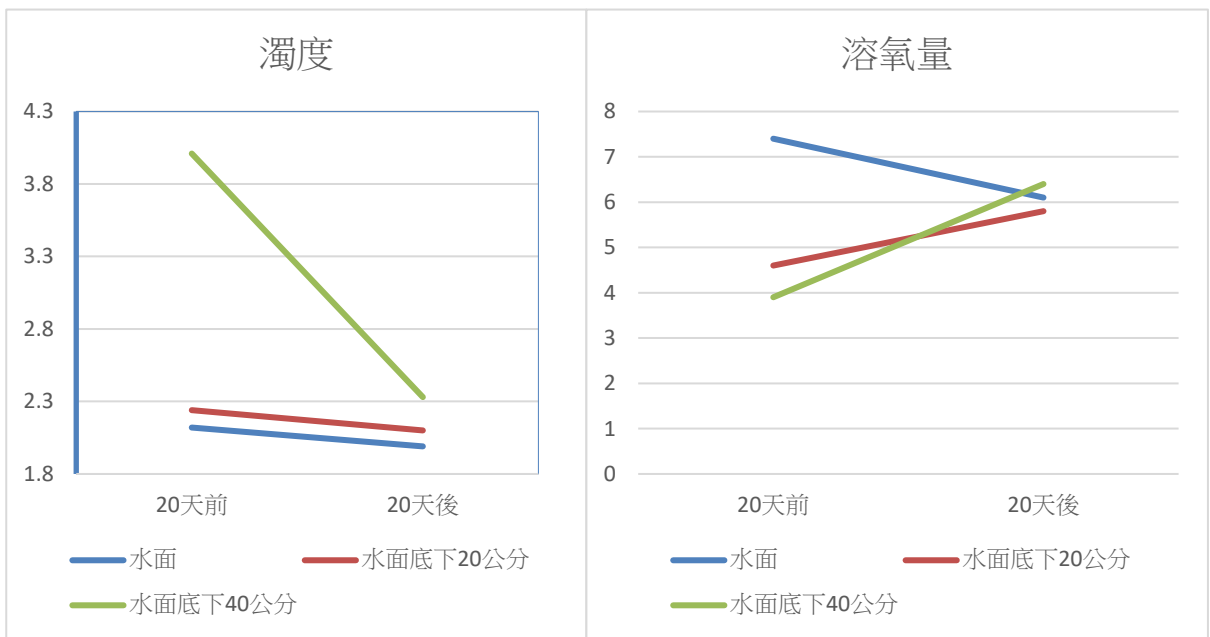
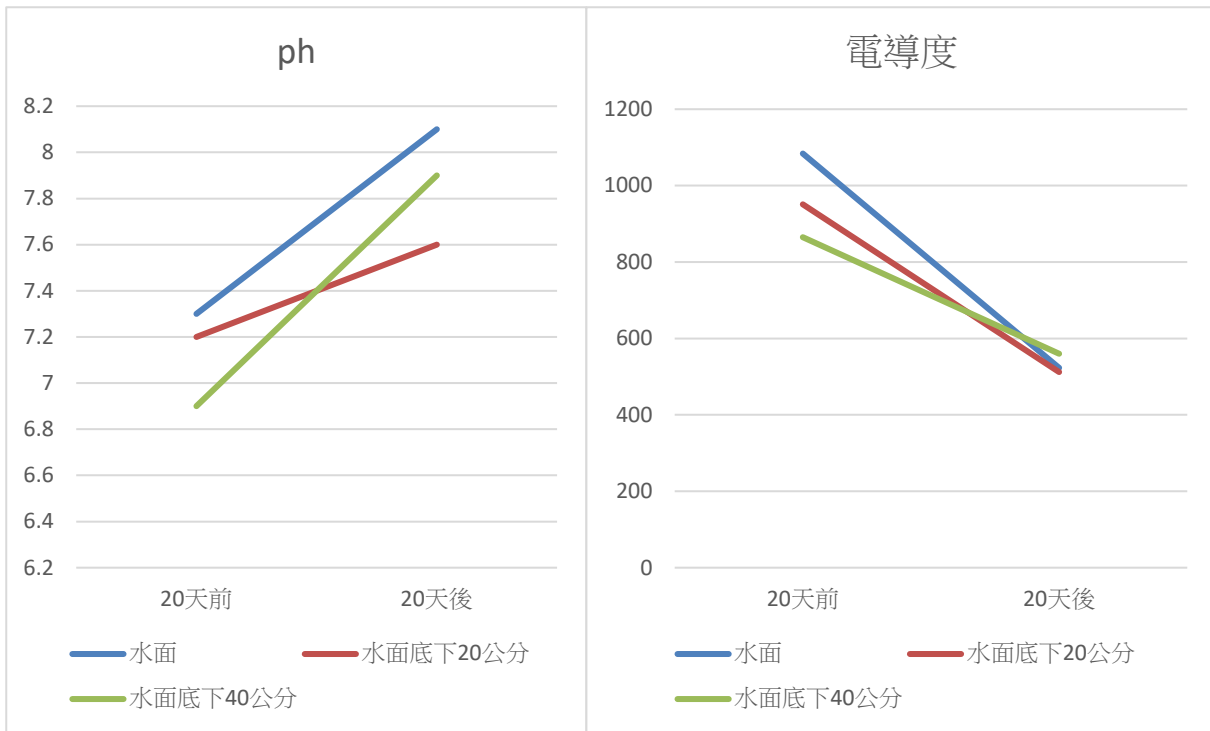
(1)種植布袋蓮後汙染程度: 水面底下 20 公分 > 水面 > 水面底下 40 公分



(2)水芙蓉

組別		水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
pH 值	20 天前	7.3	7.2	6.9
	種植後	8.1	7.6	8.4
	差值	+0.8	+0.4	+1.5
電導度	20 天前	1084	951	865
	種植後	523	512	560
	差值	-561	-439	-305
濁度	20 天前	2.12	2.24	4.01
	種植後	1.99	2.10	2.33
	差值	-0.13	-0.14	-1.68
溶氧量	20 天前	7.4	4.6	3.9
	種植後	6.1	5.8	6.4
	差值	-1.3	+1.2	+2.5

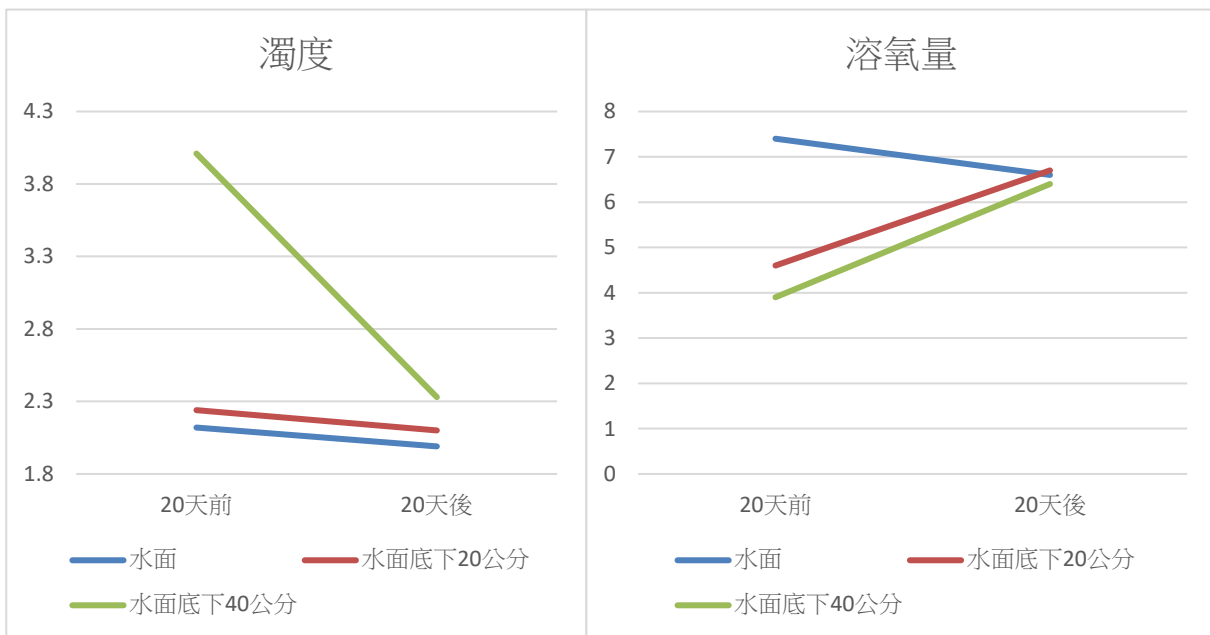
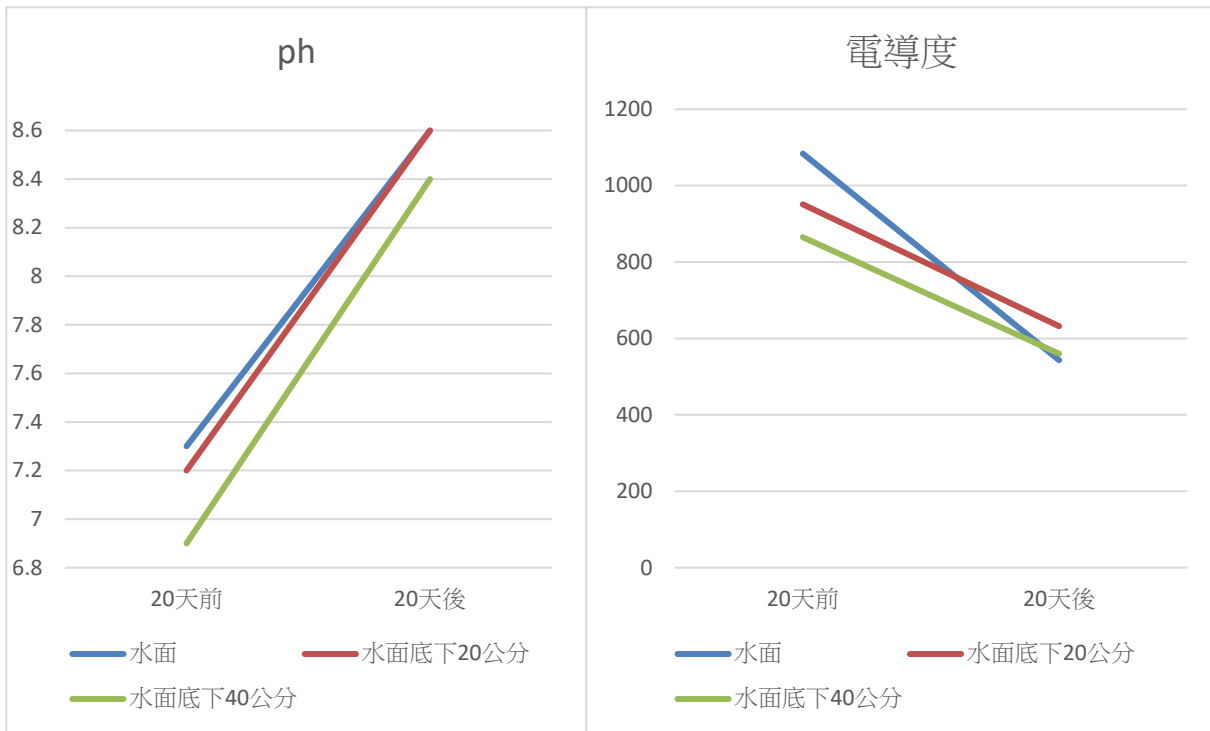
(1)種植水芙蓉後汙染程度:水面底下 20 公分 > 水面底下 40 公分 > 水面



(3)槐葉萍

組別		水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
pH 值	20 天前	7.3	7.2	6.9
	種植後	8.6	8.6	8.4
	差值	+1.3	+1.4	+1.5
電導度	20 天前	1084	951	865
	種植後	543	632	556
	差值	-541	-329	-309
濁度	20 天前	2.12	2.24	4.01
	種植後	1.98	2.23	3.34
	差值	-0.14	-0.01	-0.77
溶氧量	20 天前	7.4	4.6	3.9
	種植後	6.6	6.7	6.7
	差值	-0.8	+2.1	+2.8

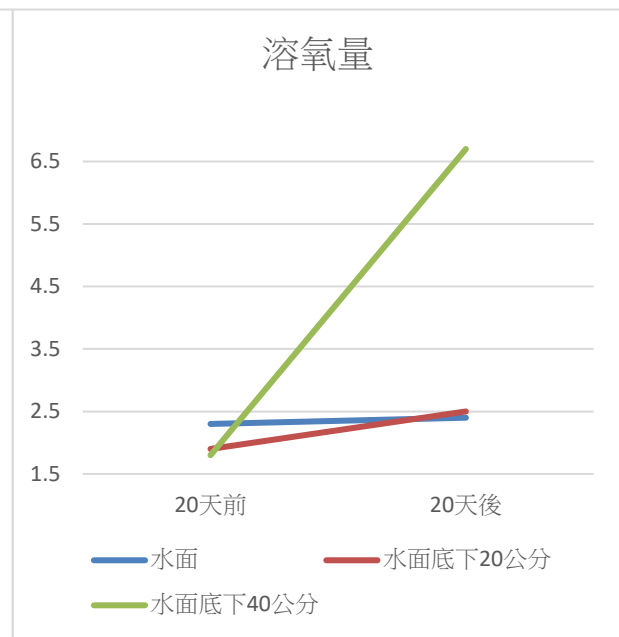
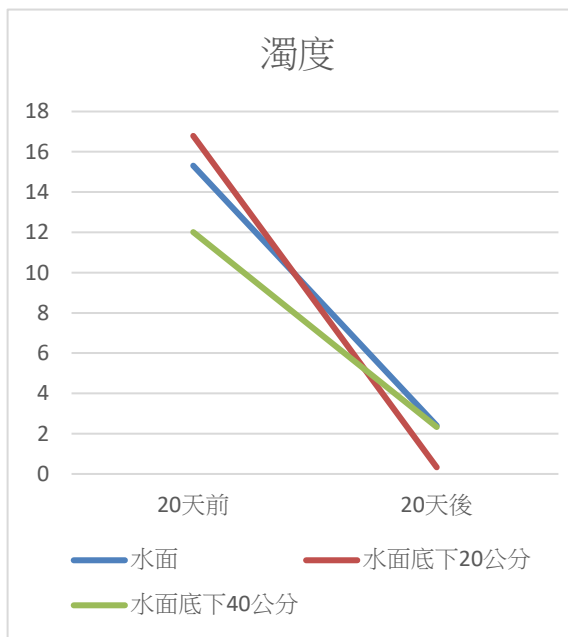
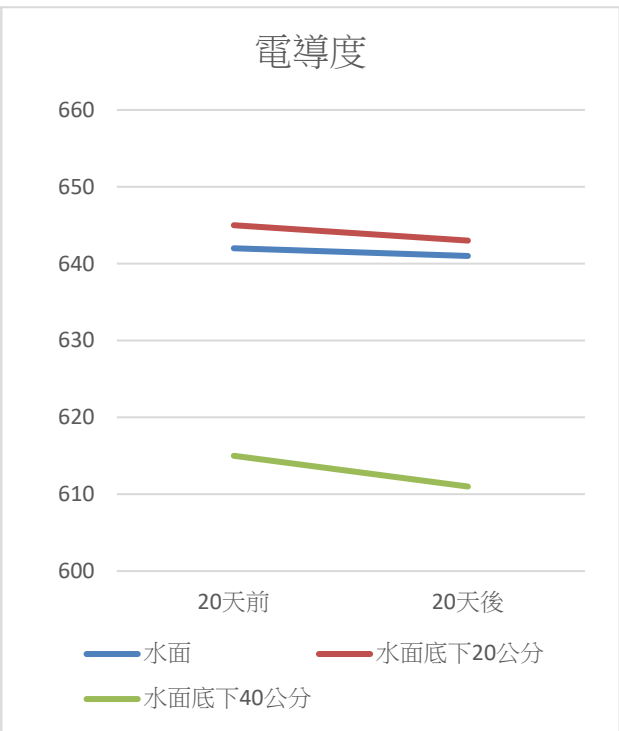
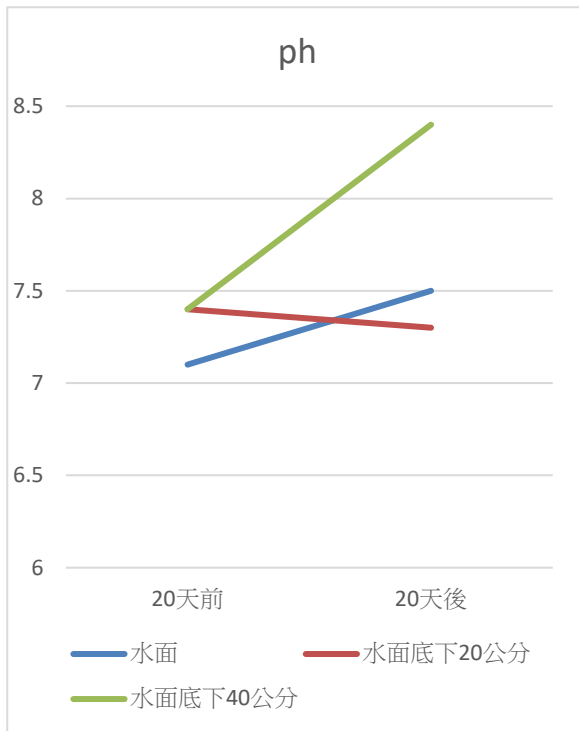
(1)種植槐葉萍後汙染程度:水面底下 20 公分 > 水面 > 水面底下 40 公分



(4)濾水器

組別		水面	水面底下 20 公分	水面底下 40 公分
pH 值	20 天後	7.3	7.2	6.9
	過濾後	8.6	8.6	8.4
	差值	+1.3	+1.4	+1.5
電導度	20 天後	1084	951	865
	過濾後	543	632	556
	差值	-541	-329	-309
濁度	20 天前	2.12	2.24	4.01
	過濾後	1.98	2.23	3.34
	差值	-0.14	-0.01	-0.77
溶氧量	20 天前	7.4	4.6	3.9
	過濾後	6.6	6.7	6.7
	差值	-0.8	+2.1	+2.8

(1)濾水器過濾後汙染程度:水面底下 20 公分 > 水面 > 水面底下 40 公分



五、指數計算

(一)將 20 度(初始)的自來水及(水面，水面下 20 公分及水面底下 40 公分)三者平均的數據差來做衡定的基準並略做調整。而和自來水的數據差將轉換為指數(計算至小數點後 2 位並四捨五入)。

(1)ph 正負 0.1 為一點

(2)電導度正負 350 為一點

(3)濁度正負 1.6 為一點

(4)溶氧量正負 2.5 為一點

(5)紅色為正，綠色為負

(6)總計指數越低，越接近自來水指數

(二)各層水質與自來水之數據指數差

組別	ph	電導度	濁度	溶氧量	總計
水面	3.00	1.39	0.34	0.2	5.84
水面底下 20 公分	2.00	1.37	0.43	1.32	5.52
水面底下 40 公分	1.00	1.23	0.72	1.5	5.69

(三)20 天前後各層水質與自來水之數據指數差

組別	ph	電導度	濁度	溶氧量	總計
水面	1.00	0.80	8.80	2.24	12.84
水面底下 20 公分	4.00	0.81	9.73	3.20	17.74
水面底下 40 公分	4.00	0.72	6.74	2.44	13.90

(四)水生植物種植後之各層水質與自來水之數據指數差(濁度以過濾後做為比較。ph 以 8.0 為準)

(1)布袋蓮

組別	ph	電導度	濁度	溶氧量	總計
水面	5.00	0.01	0.23	0.68	5.92
水面底下 20 公分	4.00	1.40	0.58	0.84	6.82
水面底下 40 公分	1.00	1.19	0.76	0.60	3.55

(2)水芙蓉

組別	ph	電導度	濁度	溶氧量	總計
水面	1.00	0.05	0.48	0.72	2.25
水面底下 20 公分	4.00	1.40	0.54	0.84	6.78
水面底下 40 公分	4.00	0.01	0.75	0.60	5.36

(3)槐葉萍

組別	ph	電導度	濁度	溶氧量	總計
水面	6.00	1.55	0.47	0.52	7.00
水面底下 20 公分	6.00	0.77	0.63	0.48	7.88
水面底下 40 公分	4.00	0.01	1.32	0.48	5.81

(五)濾水器過濾後之各層水質與自來水之數據指數差

組別	ph	電導度	濁度	溶氧量	總計
水面	5.00	0.80	0.73	2.20	8.73
水面底下 20 公分	3.00	0.81	0.56	2.19	10.93
水面底下 40 公分	1.00	0.71	0.64	2.36	4.71

(六)水生植物種植後之各層水質與種植前之數據指數差(清淨能力):

- (1)後數據減前數據再乘以指數比
- (2)指數越高清淨能力越佳(皆在合理範圍內)
- (3)橙色為正面影響，藍色為負面影響，總計為橙色減藍色

1. 布袋蓮

組別	ph(+)	電導度(-)	濁度(-)	溶氧量(+)	總計
水面	2.00	1.24	0.27	0.48	3.03
水面底下 20 公分	4.00	0.29	0.05	0.48	4.82
水面底下 40 公分	10.00	0.01	1.17	1.00	12.18

2. 水芙蓉

組別	ph(+)	電導度(-)	濁度(-)	溶氧量(+)	總計
水面	8.00	1.60	0.08	0.52	9.16
水面底下 20 公分	4.00	1.63	0.09	0.48	6.20
水面底下 40 公分	15.00	1.50	1.05	1.00	18.75

3.槐葉萍

組別	ph(+)	電導度(-)	濁度(-)	溶氧量(+)	總計
水面	13.00	1.60	0.09	0.32	14.37
水面底下 20 公分	14.00	1.29	0.01	0.84	16.14
水面底下 40 公分	15.00	1.50	1.12	1.12	18.74

(七)濾水器過濾前後之各層水質之數據指數差

組別	ph(+)	電導度(-)	濁度(-)	溶氧量(+)	總計
水面	4.00	0.01	13.81	0.01	17.83
水面底下 20 公分	1.00	0.01	16.58	0.24	15.83
水面底下 40 公分	3.00	0.01	6.10	0.08	3.19

陸、討論

一、指數總計比較

(一)各層水質污染度比較 (水面:上 水面底下 20 公分:中 水面底下 40 公分:下)

- (1)初始污染程度:上 > 下 > 中(5.84 > 5.69 > 5.52)
- (2)20 天後污染程度:中 > 下 > 上(17.74 > 13.90 > 12.84)
- (3)種植布袋蓮後污染程度: 中 > 上 > 下(6.82 > 5.92 > 3.53)
- (4)種植水芙蓉後污染程度:中 > 下 > 上(6.78 > 5.36 > 2.25)
- (5)種植槐葉萍後污染程度:中 > 上 > 下(7.88 > 7.00 > 5.81)
- (6)濾水器過濾後污染程度中 > 上 > 下(10.93 > 8.73 > 4.71)
- (7)總計污染程度: 中 > 上 > 下 (55.67 > 42.58 > 39.00)

(二)各層水質被清淨能力比較

- (1)種植布袋蓮後清淨程度:下 > 中 > 上:(12.18 > 4.82 > 3.03)
- (2)種植水芙蓉後清淨程度:下 > 上 > 中:(18.75 > 9.16 > 6.20)
- (3)種植槐葉萍後清淨程度: 下 > 中 > 上(18.74 > 16.14 > 14.37)
- (4)濾水器過濾後清淨程度:上 > 中 > 下(17.83 > 15.83 > 3.19)
- (5)總計清淨程度: 下 > 上 > 中(52.86 > 44.39 > 42.99)

(三)各實驗清淨能力比較 (上中下三項加總)

- (1)槐葉萍 > 濾水器 > 水芙蓉 > 布袋蓮 > 濾水器:(49.25 > 36.85 > 34.11 > 20.03)
- (2)濾水器 > 水生植物(三種植物平均):(36.85 > 34.55)

(四)4 項數據各別被清淨能力比較(上中下三項加總)

- (1)ph:水芙蓉 > 槐葉萍 > 布袋蓮 > 濾水器(42.00 > 27.00 > 16.00 > 1.00)
- (2)電導度: 水芙蓉 > 槐葉萍 > 布袋蓮 > 濾水器(4.75 > 4.39 > 1.54 > 0.03)
- (3)濁度:濾水器 > 布袋蓮 > 水芙蓉=槐葉萍(36.49 > 1.49 > 1.22=1.22)
- (4)溶氧量:槐葉萍 > 布袋蓮 > 水芙蓉 > 濾水器(1.64 > 1.00 > 0.96 > 0.33)

(五)在 20 天後取水質來檢測數據時，因水生植物根部附近之藻類或其他微生物數量變多，但在檢測數據時若不攪勻水質，避開新生的藻類不檢測，可能使實驗產生極大誤差，攪勻檢測後濁度果然上升，而其他數據大多有較有利的變化，所以用濾紙過濾後再檢測濁度，同時也將實驗(一)-(3)(放置於陽光充足處 20 天)的水質用濾紙過濾後檢測濁度再將這兩項實驗的濁度進行比較來說明水生植物確實有實質的淨化。

柒、結論

(一)使水質能照光的狀況下，因藻類生長數增加，ph 及電導度略有改善，但濁度及溶氧量呈負面狀態，使水質有優養化的現象，是使水質汙染的一種途徑。

(二)三種水生植物皆能使 4 種數據改善，能有效淨化水質。

(三)以水生植物的綜合結果來看，同重量槐葉萍的清淨能力最佳，能力最低為布袋蓮。

(四)雖然綜合結果濾水器的清淨能力高於水生植物，但是因濾水器的濁度清淨能力太好導致單項數據差距極大，僅有濁度有較明顯的改善，ph，電導度及溶氧量幾乎沒有差異，且清淨能力皆低於水生植物，也就是說濾水器因無法過濾重金屬，只能過濾顆粒較大的物質，讓濁度有卓越的淨化。如果是身在野外較少人為廢水，在缺乏水源的狀況是能夠有效的淨化並飲用。

(五)水生植物中，淨化 ph 及電導度能力最佳為水芙蓉，最低為布袋蓮，而清淨溶氧量能力最佳為槐葉萍，最低為水芙蓉。

捌、參考資料及其他

何謂 pH 值？其自來水標準為多少？它與人體健康的關係為何？

https://www10.water.gov.tw/ch/05know/kno_01_1.asp?bull_id=2369

各淨水場水質採樣檢驗

<https://www.water.gov.taipei/cp.aspx?n=F046E45446707A64>

水處各淨水場原水水質(移動年平均值)

https://wq.epa.gov.tw/Code/Resource/LinkDoc/20100305025705_%E7%92%B0%E5%A2%83%E6%B0%B4%E8%B3%AA%E6%BA%B6%E6%B0%A7%E9%81%8E%E9%A3%BD%E5%92%8C%E7%8F%BE%E8%B1%A1%E8%AA%AA%E6%98%8E.pdf

竹東鎮人工淨化池水生植物及其功能簡介

<https://sowhc.sow.org.tw/html/97hoto/chudon/970612/970612.htm>

電導率- 维基百科，自由的百科全书

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%9B%BB%E5%B0%8E%E7%8E%87>

水庫優養化因應與探討 - 台灣自來水公司【第四區管理處】

<https://www4.water.gov.tw/files/98%E6%B0%B4%E5%BA%AB%E5%84%AA%E9%A4%8A%E5%8C%96%E5%9B%A0%E6%87%89%E8%88%87%E6%8E%A2%E8%A8%8E-%E8%94%A1%E6%9B%9C%E8%87%B3.pdf>