

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

082924

加減「層」除 All in one-自製分層除汙瓶，潔淨河川水

學校名稱：新北市中和區光復國民小學

作者： 小六 鍾墉 小六 金伍恩 小六 李家安 小六 楊以聿 小六 吳岱齡 小六 王佩淇	指導老師： 陳信宏 雷敏君
--	-----------------------------

關鍵詞：汙水、濾材、除汙瓶

摘要

本研究針對在野外露營煮食及清洗，所產生的大量汗水，為避免直接排入河川，對環境造成傷害，以生活中的物品做為濾材，製作出一個可過濾汗水的「分層除汗瓶」。

參考汗水處理及濾水的原理，希望經過除汗瓶處理過的汗水，其 pH 值能接近中性，總溶解固體量、電導率降低，溶氧量和流明度增加，使其外觀與清水相近。

選擇生活中常見物品：紙類、粉類、常見水處理濾材、棉布類等，分析其過濾效果，進而得知吸油棉、小蘇打粉、不織布、麥飯石、衛生紙、咖啡濾紙，由上而下依序分層製作出的除汗瓶效果較佳，並可實際運用於生活中，落實環境保育。

壹、研究動機

露營是小學生很喜歡的休閒活動，大自然的清新空氣及蟲鳴鳥叫，是抒壓的良方。但常常看到露營煮食後的油汗水，混雜著人工清潔劑，未經任何處理就直接被排入溪流中，造成山區嚴重汙染，也直接危害到生物的棲息環境及生存。

我們希望維護這美好的大自然，才能讓大家繼續露營紓壓，因此我們想做出一個方便攜帶，還能確實過濾汗水的除汗瓶，使處理後的污水在視覺、嗅覺上可以達到與清水相近，不會威脅生物的生存環境。

貳、研究目的

參考汗水處理流程及市面上的濾水器材質，我們想尋找生活中的簡易濾材，製作一個方便攜帶的環保過濾器。以下是我們的研究目的：

一、探討汗水檢測指標

- (一) 使汗水 pH 值接近中性
- (二) 降低汗水總溶解固體量(TDS)
- (三) 降低汗水電導率(EC)
- (四) 提高汗水流明度(LUMEN) 和 Arduino 光敏電阻數值
- (五) 提高汗水溶氧量(DO)

二、尋找生活中簡易濾材，取代市售濾材

- (一) 紙類濾材
- (二) 粉類濾材
- (三) 常見水處理濾料
- (四) 棉布類濾材

三、自製除汙瓶

- (一) 探討汙水過濾時間
- (二) 探討汙水過濾前後重量變化
- (三) 比較不同分層方式

參、研究設備及器材

研究設備	電子秤、數位相機、燒杯(500mL)、漏斗、計時器、三腳架、碼表、pH 酸鹼值測試筆、TDS 檢測儀、水質檢測儀、流明計、23W 螺旋燈泡、光敏電阻感測器模組、溶氧量探測棒、熱熔膠槍。
實驗器材	寶特瓶、美工刀、手搖鑽、玻棒、組裝式塑膠積木、塑膠觀察桶、漏斗、水管、塑膠碗、紗網、濾紙、各類濾材(共計 26 種，分類如表一～表四所示)。

表一：六種紙類濾材

瓶內直徑 6 公分，填充濾材厚度皆為 4cm，測量其重量如下：					
					
					
廚房紙巾 16g	報紙 14g	牛皮紙 17g	宣紙 6g	衛生紙 6g	咖啡濾紙 5g

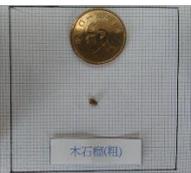
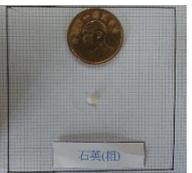
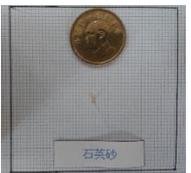
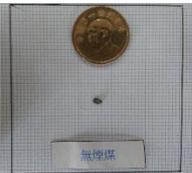
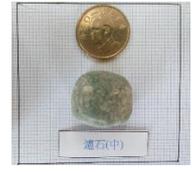
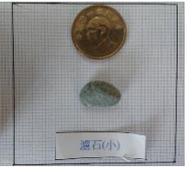
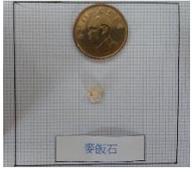
表二：五種粉類濾材

瓶內直徑 6 公分，填充濾材厚度皆為 4cm，為避免實驗過程粉類流出，故底部皆放入一張咖啡濾紙，測量其重量如下：

				
				
小蘇打粉 43g	地瓜粉 43g	玉米粉 28g	太白粉 20g	中筋麵粉 33g

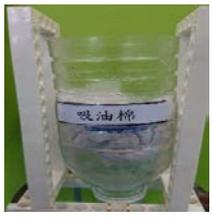
表三：十種常見水處理濾料

瓶內直徑 6 公分，填充濾材厚度皆為 4cm，測量其重量及礫徑如下：

				
				
木石榴(粗)219g 礫徑：0.4cm	木石榴(細)172g 礫徑：0.1cm	石英(粗)149g 礫徑：0.3cm	石英砂 150g 礫徑：0.1cm	無煙煤 74g 礫徑：0.2cm
				
				
濾石(大)	濾石(中)	濾石(小)	濾石(豆)	麥飯石

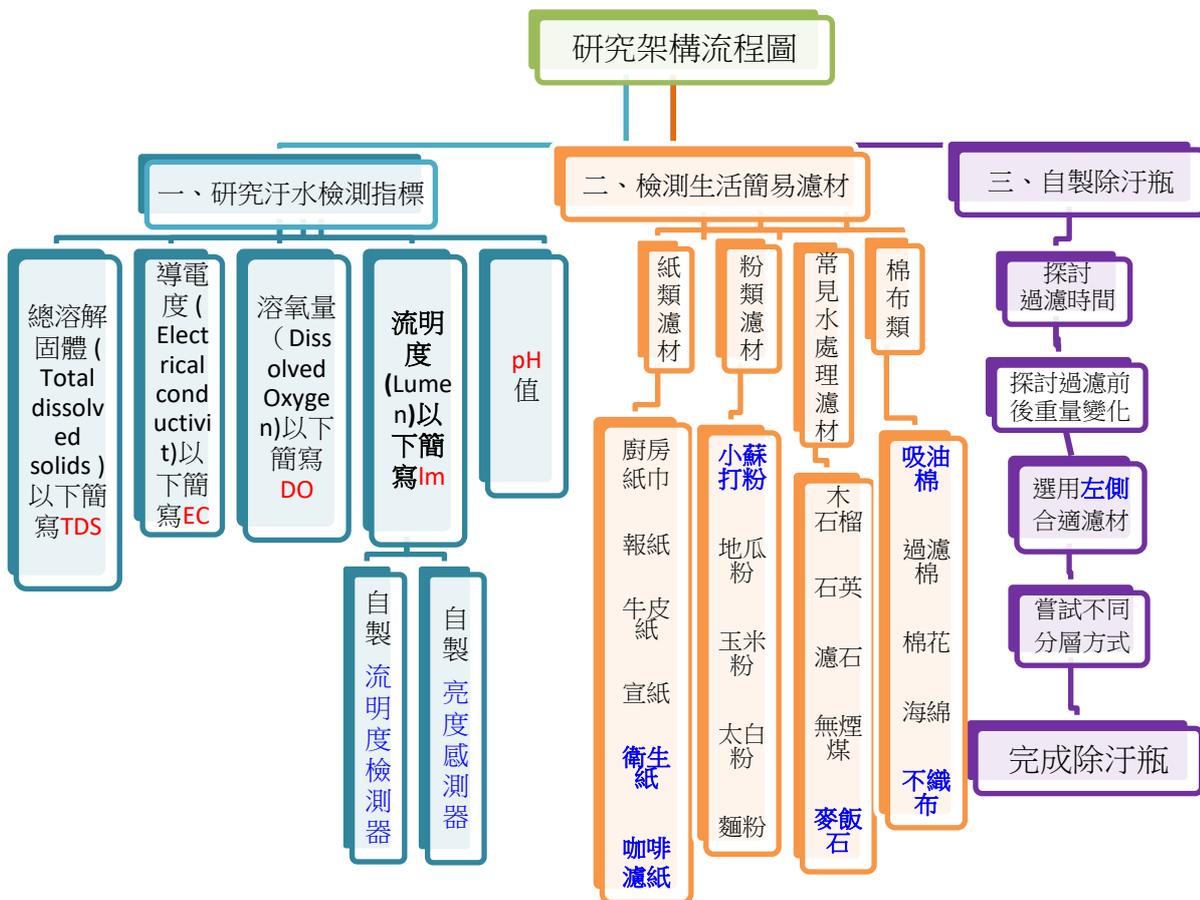
濾石(大)144g 礫徑：3.7cm	濾石(中)155g 礫徑：2.1cm	濾石(小)146g 礫徑：1.1cm	濾石(豆)162g 礫徑：0.7cm	麥飯石 133g 礫徑：0.6cm
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------

表四：五種棉布類濾材

瓶內直徑 6 公分，填充濾材厚度皆為 4cm，測量其重量如下：				
				
				
吸油棉 10g	過濾棉 6g	棉花 8g	海綿 8g	不織布 8g

肆、文獻探討與研究方法

一、研究流程圖



二、文獻探討

為了尋找適合的濾材來進行實驗，事先研究濾水器的濾心材質，以及汙水的處理過程。

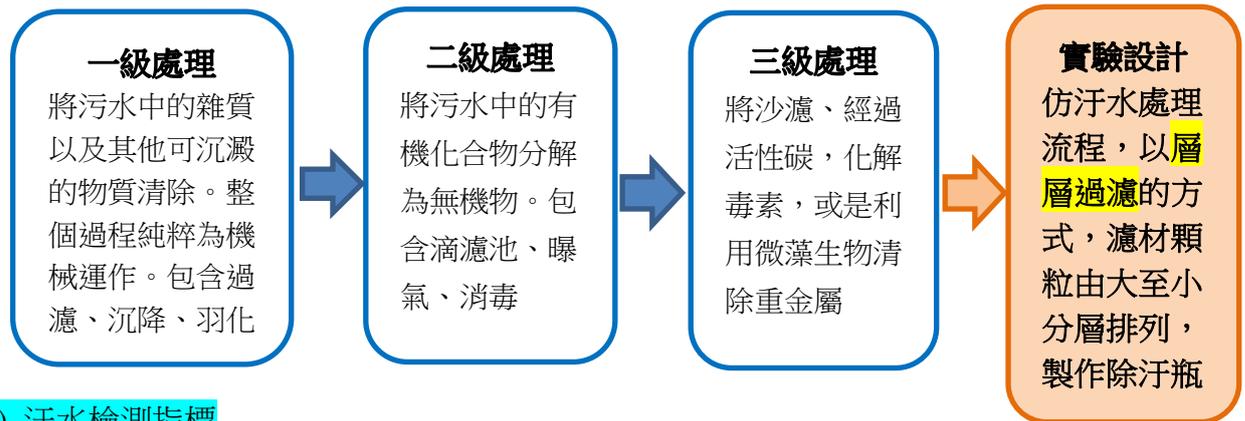
(一) 市售濾水器濾材分析

濾材名稱	說明
活性炭	可阻隔水中較大的雜質或沉積物，也能過濾殘餘氯氣、異味等
陶瓷或矽藻瓷	以天然矽藻化石製成的陶瓷或矽藻瓷 (ceramic)物料濾芯，可過濾水中的沉澱物、氯氣、鉛等雜質以及部分微生物
中空絲膜	由高分子聚合物(如聚丙烯纖維)製成的中空絲膜(Hollow Fibre Membrane)，內部為中空的管狀絲，管壁內置有無數肉眼看不到的過濾網，可過濾細菌、真菌、寄生蟲、鐵銹及混濁物
不織布	由纖維或膠片合成的不織布濾網能過濾水中的泥沙等較大的雜質
離子交換樹脂	此物料能去除水中部分金屬離子(如鈣、鐵、鎂)、軟化食用水；部分亦可過濾食用水中的硝酸鹽及硫酸鹽
麥飯石	能吸附水中游離的金屬離子、礦化水質，使飲用水甘醇甜美，進一步補充人體所需礦物質及多種微量元素



實驗設計	<p>一般露營的油汙水，是將已過濾的水高溫煮食，較無鐵鏽、氯氣及微生物的問題，但水中會有食物殘渣、油汙、清潔劑等，且需除去水中雜質及沉積物，並中和酸鹼值，因此參考上述濾材，從生活尋找常見可替代的物品，分為以下幾種：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 紙類濾材 (期望過濾水中雜質)2. 粉類濾材 (期望中和酸鹼性)3. 常見水處理濾料 (期望吸附水中離子)4. 棉布類 (期望過濾水中雜質)
------	--

(二) 污水處理流程



(三) 污水檢測指標

1. 總溶解固體 (Total dissolved solids, TDS)

在水中溶解的固體物質總量（包括溶解性碳酸氫離子、氯鹽、硫酸鹽、鈣、鎂、鈉與鉀等；揮發及非揮發性固體），測量單位為 ppm 或毫克/升 (mg/L)，檢測指數愈低，代表水中雜質愈少。

2. 導電度 (Electrical conductivity, EC)

表示水傳導電流能力，由於大部分鹽類都可電離，因此導電度也可表示水中總溶解固體的多寡。導電度太高對灌溉有不良的影響，單位多以 mho/cm 或 umho/cm 或 us/cm 表示。EC 越高，鹽份越高，TDS 也越高，檢測指數愈低代表水中雜質愈少。

3. 溶氧量 (Dissolved Oxygen, DO)

溶氧量指的是水中氧氣的溶解量，單位為毫克/公升(mg/L)。其含量隨著水溫、大氣壓力及海水之鹽度而異，水溫降低，其溶氧量則會增高，濃度愈高代表水質狀況愈好。

4. 流明度 (Lumen, lm)

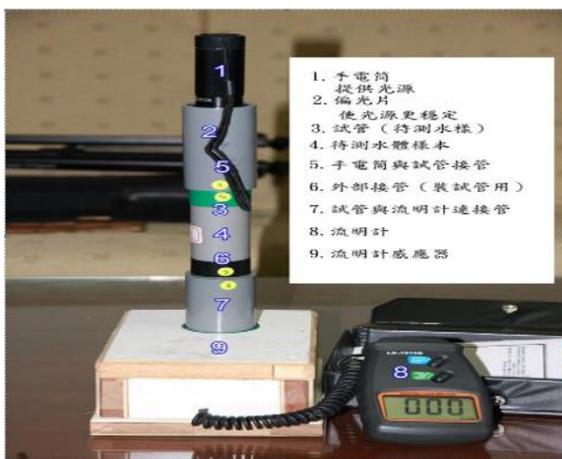
光亮度、照度，被光照射之物體，於單位面積上所受之光束，稱為照度。單位為勒克司 Lux，簡寫為 lx。流明度愈高代表水質狀況愈好。

實	檢測指標	簡寫	單位	購買檢測儀器
驗	pH 值	pH	無	pH 酸鹼值測試筆
檢	總溶解固體量	TDS	ppm	TDS 檢測儀、水質檢測儀
測	導電度	EC	us/cm	水質檢測儀

方	溶氧量	DO	mg/L	溶氧計
式	流明度	lm	Lux	流明計/亮度計

(四)水質透明檢測儀製作

1. 因市售「流明計」儀器價錢昂貴，於是參考新北市 102 學年度中小學科展覽作品～「光」與「水」之戰---水質透明度檢測儀之製作與應用。(下圖取自此說明書)



2. **實驗設計：**參考以上作品，先行畫出設計圖，依以下步驟，**自製流明度檢測器**，並**自製亮度感測器**，輔以電腦檢測 Arduino 光敏電阻數值，驗證其準確度。
3. **自製流明度檢測器：**步驟如下表中的(1)~(4)所示。

(1) 將洋芋片空桶，裁掉底部，拿掉蓋子	(2)將紙箱上方裁出和洋芋片筒，直徑相同的圓
(3)以黑色膠帶包覆圓桶，放入 23W 螺旋燈泡，再以黑色膠帶密封	(4)將流明計置入圓桶最下方方便完成



4. **自製亮度感測器**：步驟如下表中的(1)~(3)所示。

<p>(1)將上述自製流明度感測器</p>	<p>(2)搭配光敏電阻感測器模組</p>	<p>(3)在電腦寫入程式並連線，即可讀取電腦程式數值。</p>

(五) 自製分層除汙瓶

1. 為了探究除汙瓶如何分層，參考了中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品~DIY 隨行濾水杯。(下圖取自科展說明書)



2. **實驗設計**：參考以上作品，從自然教具室中，尋找可模仿分層過濾的器具，步驟如下表中的(1)~(3)所示。

<p>(1)畫設計圖</p>	<p>(2)以塑膠觀察桶當除汙瓶容器，並用手搖鑽在底部鑽洞。</p>	
<p>(3)將透明塑膠碗底部挖空，將紗網黏貼於碗底做分層，便可分層放入濾材。</p>		

三、研究過程

(一)實驗前準備

1. 模擬野外煮食及常見汗水來源，調製實驗用汗水總重量共 100g
(包含水 60g、沙拉油 15g、醬油 10g、番茄醬 5g、醋 5g、洗碗精 5g)



2. 製作汗水過濾實驗用瓶子，步驟如下(1)~(3)

		
<p>(1) 使用手搖鑽將寶特瓶底部鑽出九個孔洞</p>		<p>(2) 切開寶特瓶瓶口處</p>
		
<p>(3) 組裝寶特瓶及實驗用架子</p>		

(二) 實驗流程：將各類濾材依序進行以下的實驗步驟 1~7。

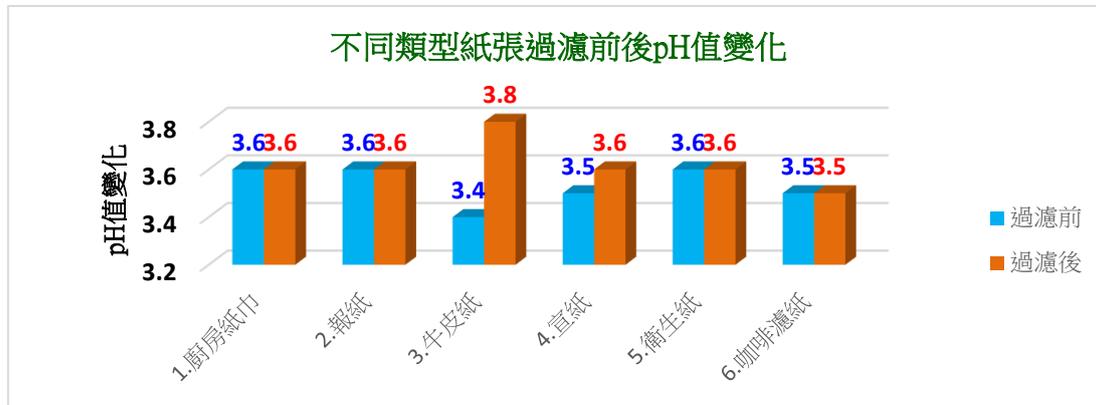
<p>1. 填充 4cm 厚度濾材</p>	<p>2. 倒入汗水</p>	<p>3. 取過濾後汗水檢測</p>	<p>4. 重複三次實驗</p>
			
<p>5. 檢測方式</p>			
<p>pH 值 TDS 值 EC 值</p>	<p>用玻棒攪拌汗水 5 次，以滴管取 10mL 中層汗水放入小燒杯中，直直放入檢測儀器，記錄穩定後的數值。</p>		
<p>lm 值 Aduirino 值</p>	<p>用玻棒攪拌汗水 5 次，以滴管取中層汗水，裝至玻璃檢測瓶 1.5cm 高水位處，待數值穩定後記錄。</p>		

DO 值	用滴管取中層汗水 30mL 置於小燒杯中，將溶氧量探測棒前端探針，置於燒杯中心位置測量 2 分鐘，依據實驗天數(第一、三、五、七天)共計四次，逐次紀錄溶氧量數據。	
6. 濾材 過濾時間 不宜太快或太久，實驗過程中同時記錄過濾 100g 汗水所需時間，為考量實用性，以碼錶測量最長記錄到 200 秒，超過則不宜選用。		
7. 濾材的吸水性若太好，會保留住過多汗水，降低除汗瓶壽命，為考量實用性，將以電子秤測量 100g 汗水過濾前後， 所減少的重量 。		

伍、研究結果與討論

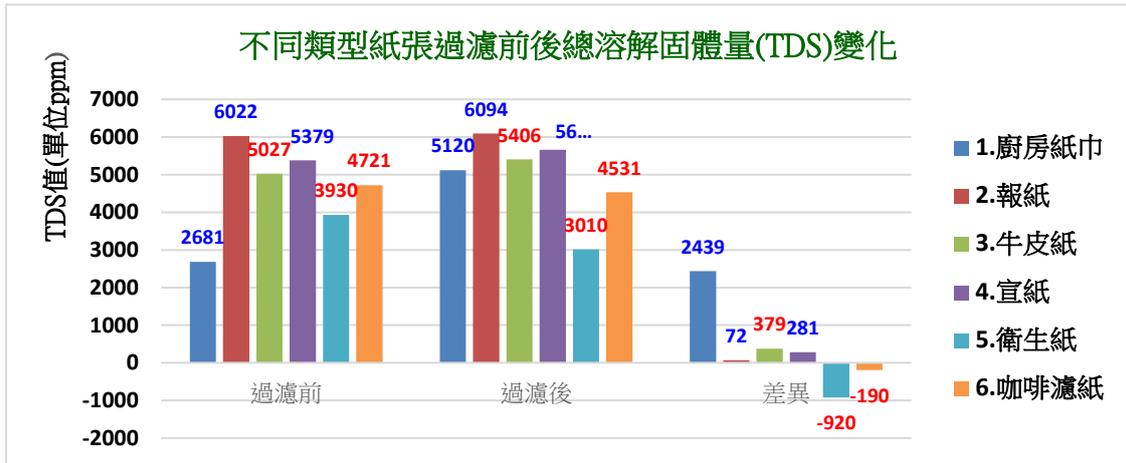
一、使用六種不同類型紙張當濾材，研究汗水過濾後，檢測相關指標數值的差異及其變化

(一) 酸鹼值(pH 值)變化



- 結果：實驗發現**牛皮紙**過濾前後 pH 值變化最大，從 3.4 上升至 3.8。其他紙類濾材無明顯差異。
- 討論：牛皮紙的**製作原料**，主要為針葉樹的木材纖維，木漿含量幾乎是 100%，此外只加入少量澱粉、明礬和膠；明礬易溶入水中，加水分解會形成氫氧化鋁(是一種鹼，由於又顯一定的酸性，又被俗稱為「鋁酸」)，所以的確有可能與酸性的實驗汗水作用影響過濾後的酸鹼值；查詢資料也發現有植物澱粉是弱鹼性，例如：馬鈴薯，因此也有可能是**影響酸鹼值變化的原因**。

(二) 總溶解固體量(TDS)變化



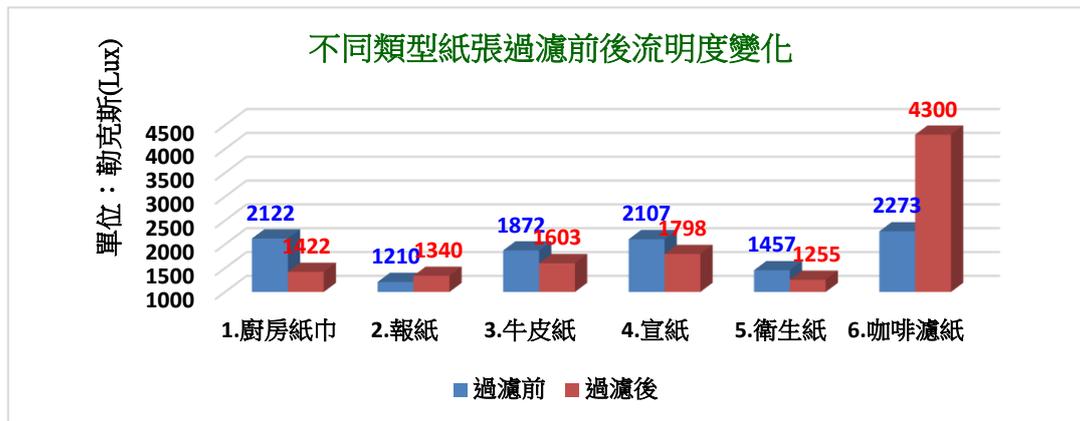
1. 結果：實驗發現廚房紙巾過濾前後總溶解固體量上升最多，衛生紙及咖啡濾紙數值則是下降。
2. 討論：衛生紙及咖啡濾紙，能降低水質 TDS 值，使水中雜質含量變少。

(三) 電導率(EC)變化



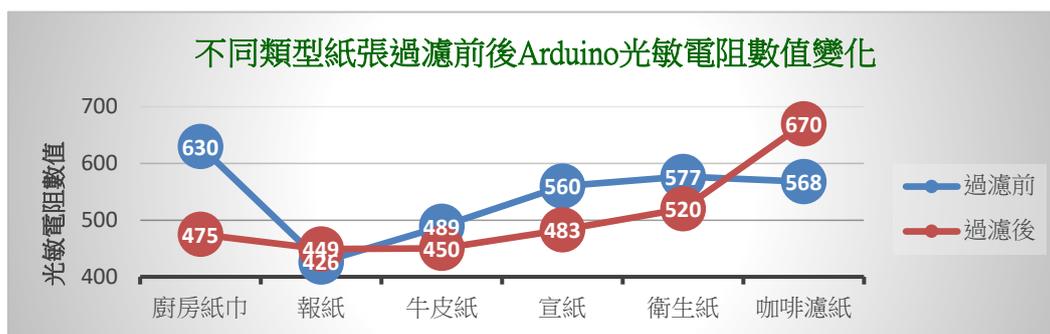
1. 結果：實驗發現廚房紙巾過濾前後，電導率(EC)數值上升最多，衛生紙及咖啡濾紙數值明顯下降。
2. 討論：分析原因為衛生紙跟咖啡濾紙縫隙小，本身就具有良好的吸附油汙跟過濾雜質效果；而廚房紙巾為何有如此大的差異，查詢資料顯示廚房紙巾的原料為100%原生木漿，但為了讓紙巾在擦拭過程中不易破裂，所以在製作過程中，有時於紙張中添加濕強劑配方(遇水時較不易分散)，可能是原因之一，且在加工過程中，有可能形成紙粉(細小纖維)。

(四) 流明度(lm)變化



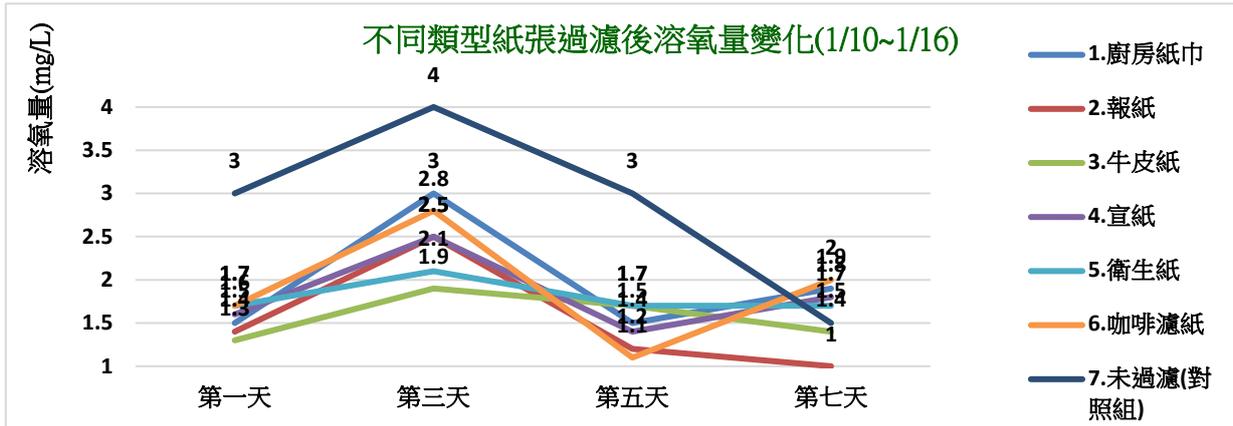
1. 結果：發現**咖啡濾紙**過濾前後流明度**上升**最多，廚房紙巾數值則是下降明顯。
2. 討論：水中雜質愈少，流明度愈高。因此咖啡濾紙減少水中雜質的效果最好。

(五) Arduino 光敏電阻數值變化



1. 結果：從實驗發現**咖啡濾紙**過濾後，光敏電阻數值**上升**最多，廚房紙巾數值則是下降最明顯。
2. 討論：**咖啡濾紙**過濾後，流明度(光亮度)及 Arduino 光敏電阻數值，兩項都**上升**最多，水質透明度變好。因製作咖啡濾紙時，通常摻入直徑 20 微米的棉質纖維，讓小於直徑 10-15 微米的顆粒才能通過。(四)和(五)實驗結果也發現，流明度檢測數值越高的汙水瓶，光敏電阻數值也越大。

(六) 溶氧量(DO)變化

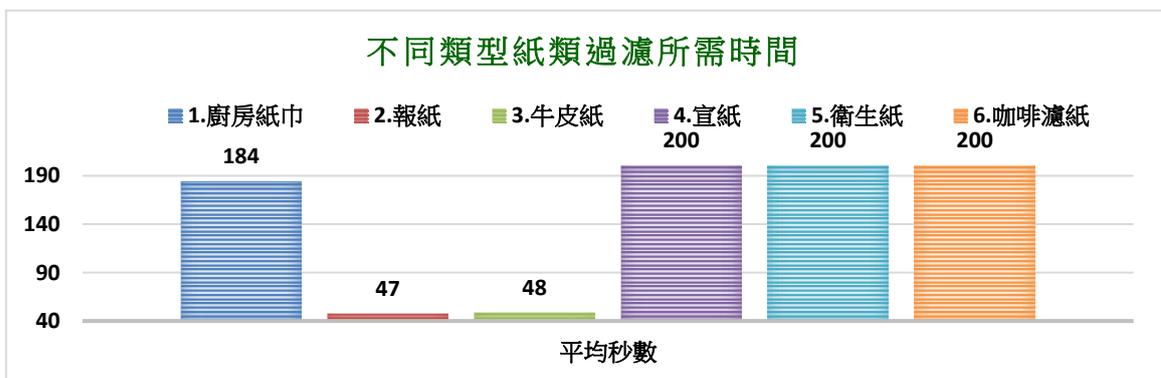


- 結果：未過濾的對照組污水，在第一天溶氧量數值最大，而所有濾材的溶氧量檢測值，在實驗第三天時都明顯上升，接著大多又逐日降低，本項實驗七天後，溶氧量數值檢測最高的是咖啡濾紙。
- 討論：未過濾的污水(對照組)在檢測第一天數值是最高的，推測原因是因為氧氣會在過濾過程中跑掉，因此過濾後的污水溶氧量數值降低，而隨著檢測日期拉長，發現污水中的溶氧量會逐漸減少，原因是水中有機物分解及生物呼吸把氧消耗掉，所以水中溶氧量才會經常改變。查詢氣溫資料也發現，第一天到第三天各類濾材溶氧量大多呈現上升增加趨勢，之後又緩慢減少，應該是與當週的氣溫變化影響水溫有關，加上其他因素影響，推論濾材並非是影響溶氧量變化的主因。

日期	2022.1.10(第一天)	2022.1.12(第三天)	2022.1.14(第五天)	2022.1.16(第七天)
當天平均氣溫	17.7°C	13.2°C	15.2°C	17.8°C

資料來源：板橋觀測站

(七) 污水過濾時間計算



- 結果：發現過濾時間最快的濾材是報紙、牛皮紙，其他類過濾時間都非常久。

- 討論：推測報紙表面由於印有油墨，而牛皮紙表面平滑無紋理，應該是跟其他紙類過濾時間有明顯差異的可能原因。濾速太快，會促使已吸附的懸浮物剝落，導致水質惡化，造成過濾效果不佳；濾速慢，則過濾的水流愈平穩，有利於懸浮物的沉降，但缺點是等待的時間就會更久了。

(八) 汗水過濾前後重量變化



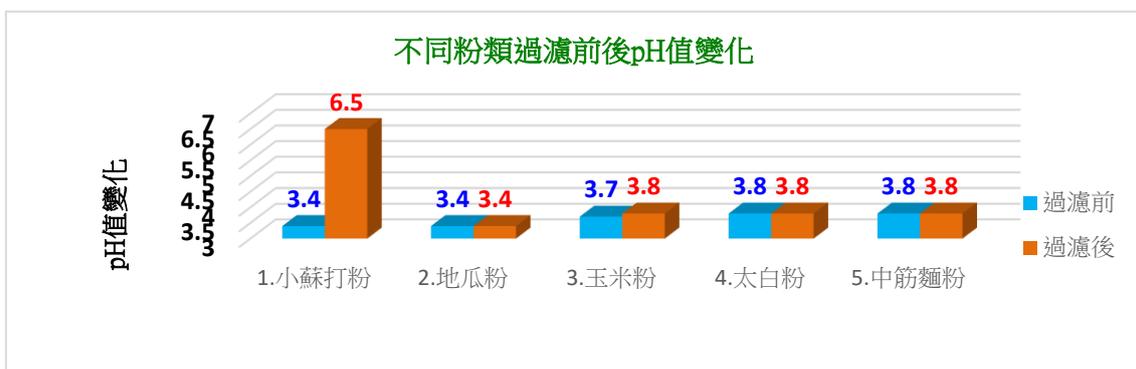
- 結果：實驗發現，多數紙類濾材過濾後，汗水減少重量都偏多。
- 討論：紙類原料多為植物纖維，纖維素兼具有很多空隙可以含住水分，所以六種實驗用紙吸水性都很好，所以汗水減少重量都偏多。

圖一：使用六種不同類型紙張當濾材，汗水過濾前後外觀比較



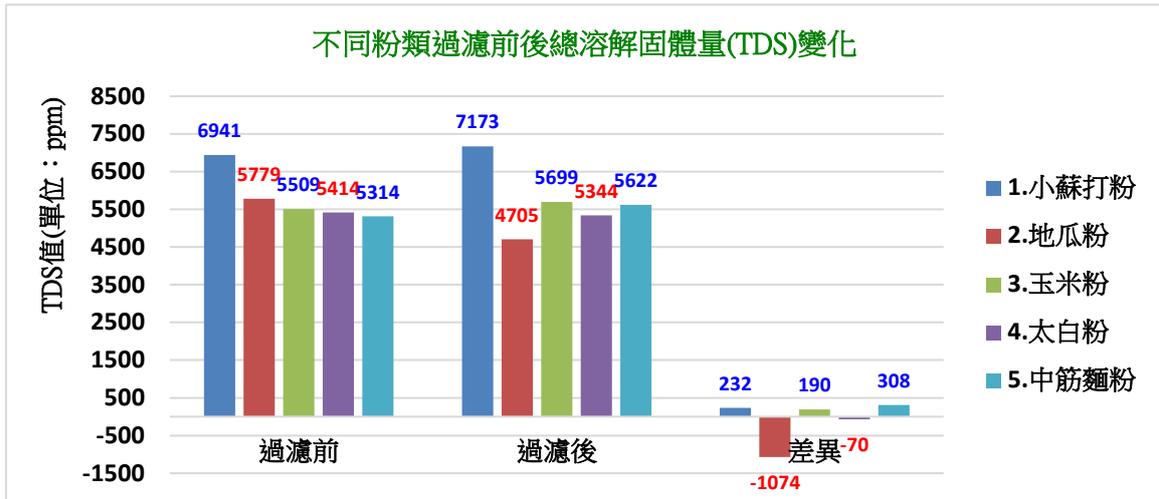
二、使用五種不同粉類當濾材，研究汗水過濾後，檢測相關指標數值的差異及其變化。

(一) 酸鹼值(pH 值)變化



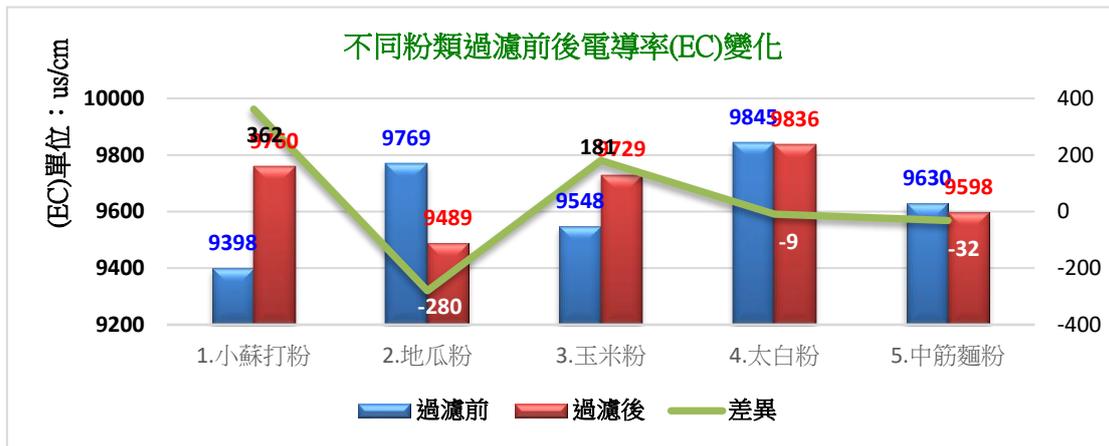
發現小蘇打粉過濾後 pH 值變化最大，從 3.4 上升至 6.5，其他粉類濾材則無明顯差異。

(二) 總溶解固體量(TDS)變化



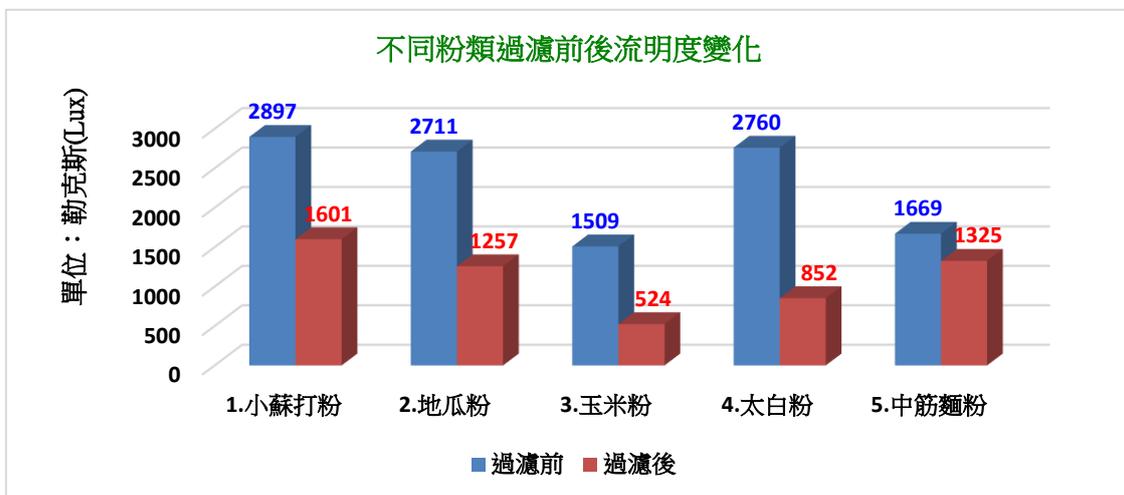
地瓜粉總溶解固體量數值下降最明顯，其次則是太白粉；其他粉類數值則是微幅上升。

(三) 電導率(EC)變化



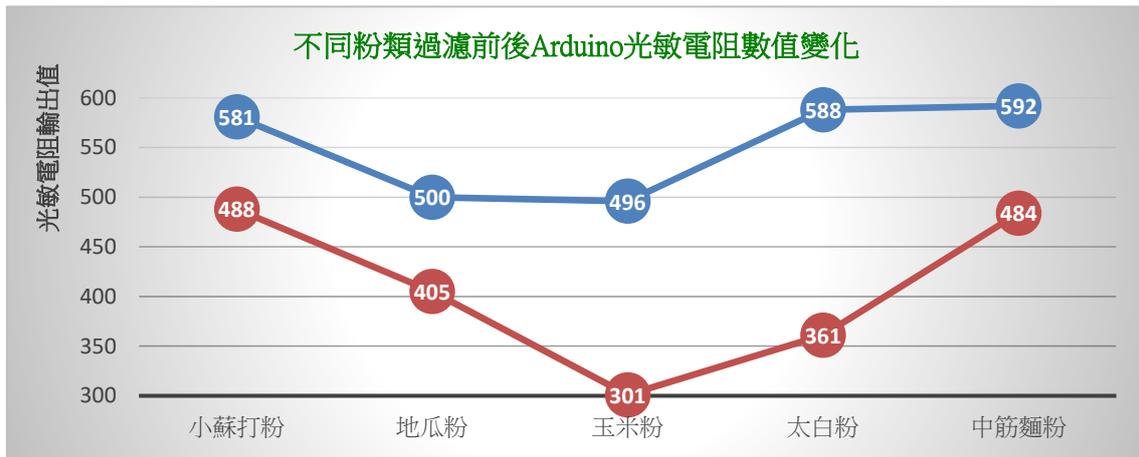
實驗結果發現小蘇打粉過濾前後電導率(EC)數值上升最多，地瓜粉數值則是下降最多。

(四) 流明度(lm)變化



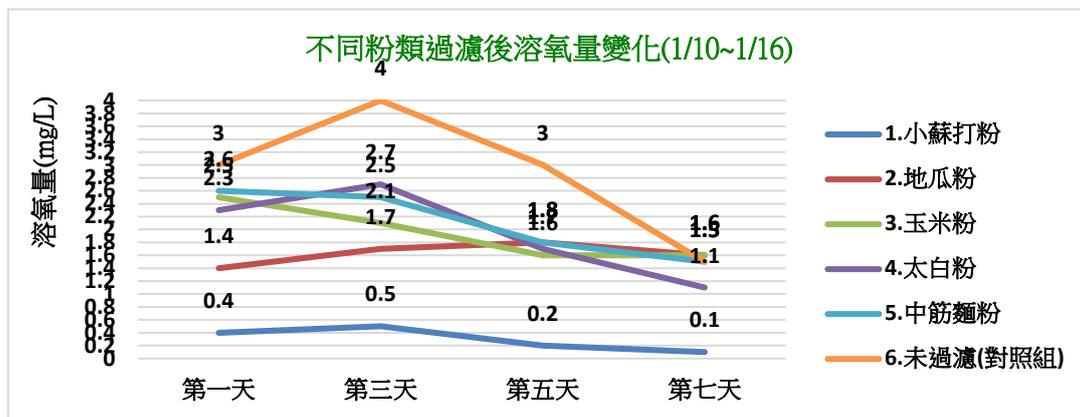
從實驗結果可以發現所有粉類過濾前後，流明度都是呈現下降的趨勢變化。

(五) Arduino 光敏電阻數值變化



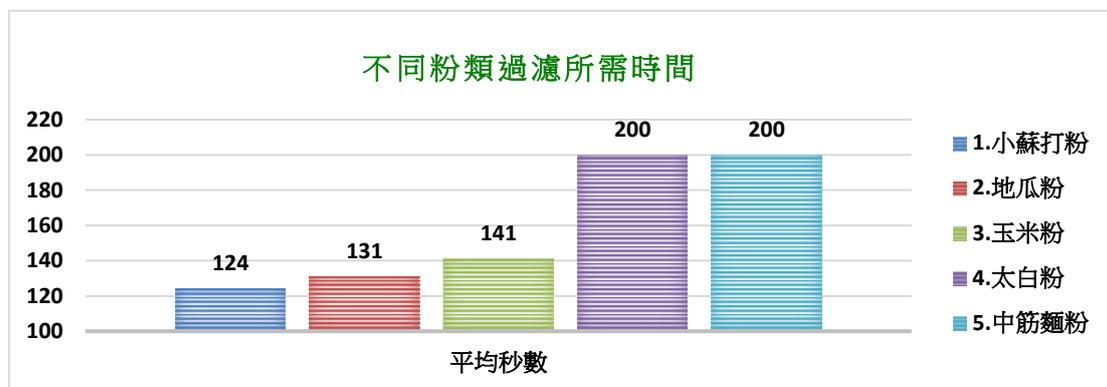
從實驗結果可以發現所有粉類，過濾前後光敏電阻數值，都是呈現下降的趨勢變化。

(六) 溶氧量(DO)變化



未過濾的對照組汗水在第一天溶氧量數值最大，而所有濾材在第三天時都明顯上升，接著大多又逐日降低，七天後，溶氧量數值檢測最低的是小蘇打粉。

(七) 汗水過濾時間計算



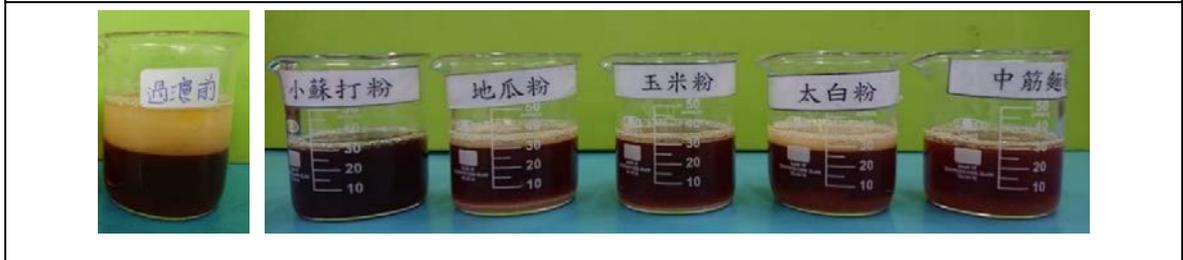
實驗結果發現過濾時間最快的濾材是小蘇打粉，太白粉、中筋麵粉過濾時間則較久。

(八) 汗水過濾前後重量變化



汗水減少重量地瓜粉、太白粉、中筋麵粉算偏多，而其中重量減少最少的是小蘇打粉。

圖二：使用五種不同粉類當濾材，汗水過濾後外觀比較



綜合討論

1. 以小蘇打粉為濾材，可提升過濾後汗水酸鹼值到 6.5，接近中性，也能減輕過酸的汗水，流入水域造成的危害。小蘇打粉(碳酸氫鈉)為鹼性物質，可溶解於水中，與酸性的實驗汗水酸鹼中和，因此能改變汗水的酸鹼值。小蘇打粉在過濾後第一天溶氧量數值急速降低，分析原因應該是在酸鹼中和反應時，會釋出二氧化碳大量佔據氧氣空間，加上把水鹽化後，溶氧量也會更低。在過濾時間部分，可溶解於水的小蘇打粉為粉類中最快。過濾前後重量變化小蘇打粉也是變化最少的，代表最能確實過濾汗水。
2. 而粉類濾材對於降低汗水總溶解固體量(TDS)跟電導率(EC)數值實質上沒有明顯幫助，因為除了小蘇打粉能真正溶解於水中之外，地瓜粉、玉米粉、太白粉、中筋麵粉碰到汗水都會呈現黏稠狀，會把多數要過濾的汗水吸住，因此看似有些數據有降低，但其實是因為多數汗水沒過濾。在提升流明度跟光敏電阻數值部分，粉類濾材也都是下降。

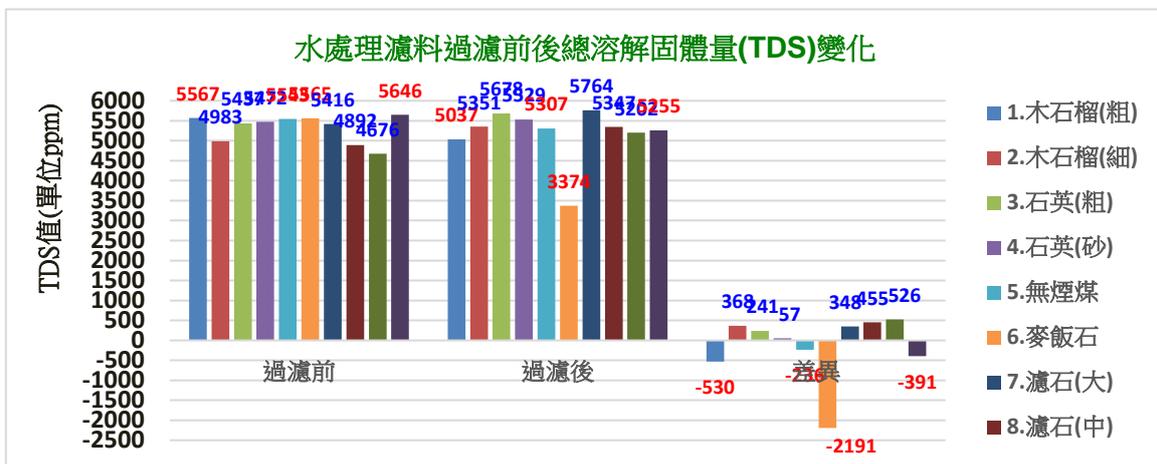
三、使用十種常見水處理濾料當濾材，研究汗水過濾後，檢測相關指標數值的差異及其變化

(一) 酸鹼值(pH 值)變化



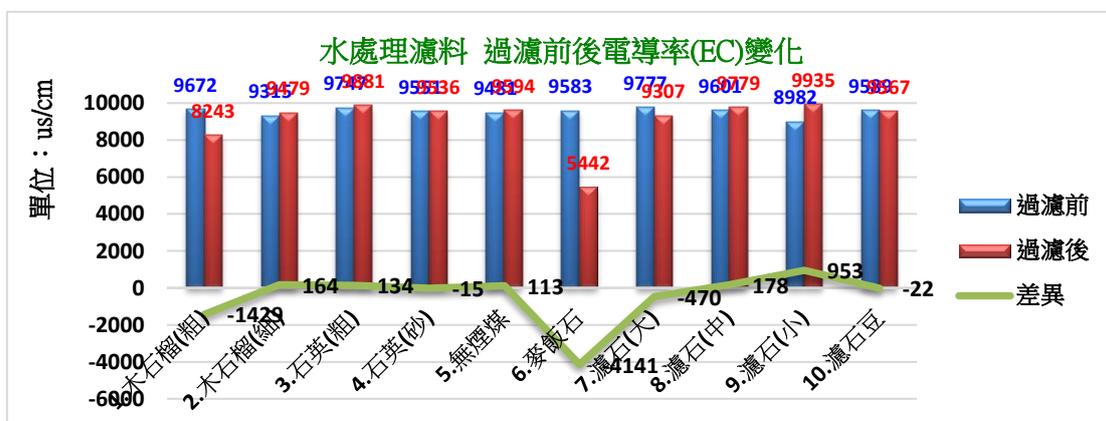
大部分水處理濾料，過濾後 pH 值都是微幅變化，無較明顯的差異。

(二) 總溶解固體量(TDS)變化



從實驗結果可以發現麥飯石過濾前後總溶解固體量下降最多，數值變動也較明顯。

(三) 電導率(EC)變化



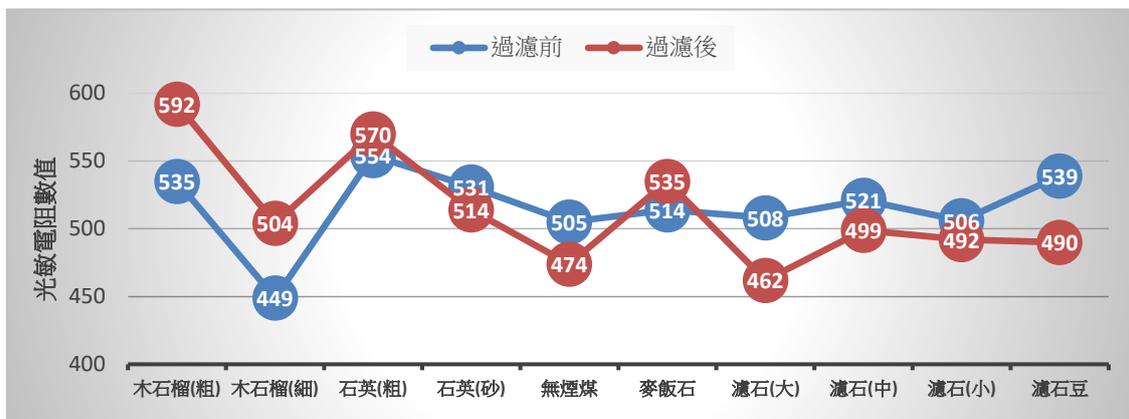
發現麥飯石過濾前後電導率(EC)數值下降最多，數值變動也相較其他水處理濾料明顯。

(四) 流明度(lm)變化



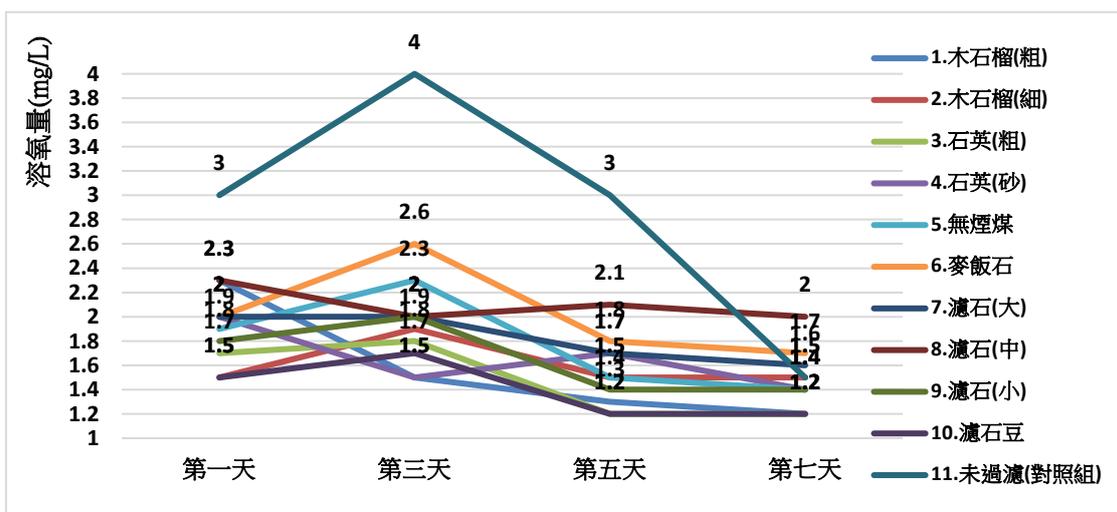
從實驗發現木石榴濾材過濾前後流明度上升最多，濾石類及無煙煤數值則是下降明顯。

(五) Arduino 光敏電阻數值變化



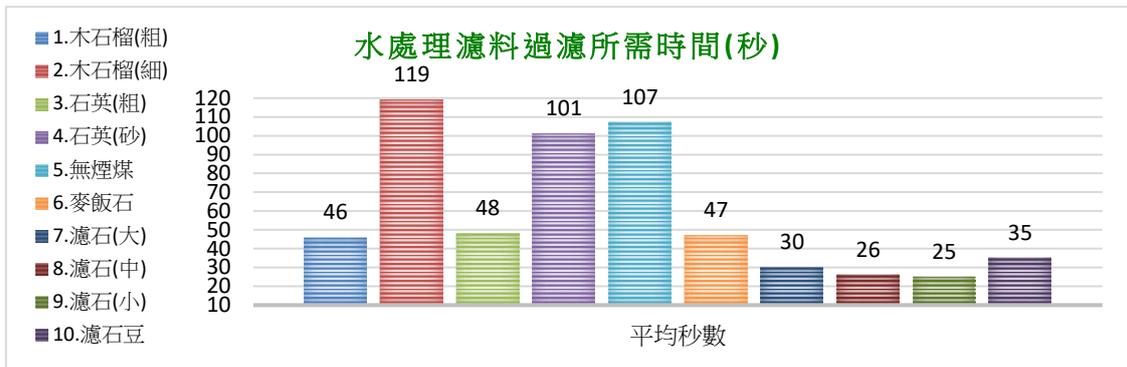
木石榴濾材過濾前後光敏電阻數值上升最多，濾石類及無煙煤數值則是下降最明顯。

(六) 溶氧量(DO)變化



未過濾的對照組汙水在第一天溶氧量數值最大，而所有濾料在實驗第三天時都明顯上升，接著大多又逐日降低，本實驗七天後，溶氧量數值檢測最高的是濾石(中)。

(七) 汙水過濾時間計算



實驗發現水處理濾料過濾時間都很快，時間較久的是木石榴(細)、石英(砂)、無煙煤。

(八) 汗水過濾前後重量變化



從實驗結果可以發現過濾後，水處理濾料汗水減少重量大多偏少，而其中重量減少稍多的是木石榴(細)、石英(砂)、無煙煤。

綜合討論

1. 在降低汗水總溶解固體量(TDS)跟電導率(EC)數值方面，麥飯石數值降低最多，也代表效果最好。分析發現麥飯石是一種對生物無毒、無害並具有一定生物活性的岩礦，表面具有許多肉眼看不到的小氣孔，透氣性佳，當水分在氣孔中流轉時，石頭會吸附水中的重金屬和毒素從而淨化水質。
2. 在提升流明度跟光敏電阻數值部分，以木石榴效果最佳，查閱資料也發現木石榴石(矽酸鹽類礦物)的確有很好的吸附跟過濾效果，加上硬度大(7.5-8)又耐磨，也常被用作淨水的濾料。而無煙煤(煤礦)跟濾石(矽酸鹽類礦物)數值則是下降，推測可能的原因是部分成分耐酸鹼性較差，接觸酸性汗水時被腐蝕出其他物質。
3. 溶氧量部分升降趨勢與其他類濾材差異不大。在水處理濾料酸鹼值(pH 值)變化研究中，發現過濾後酸鹼值，皆無較明顯的變化。
4. 過濾時間及汗水過濾前後重量變化，推測皆與濾料間縫隙大小有關。石英砂、

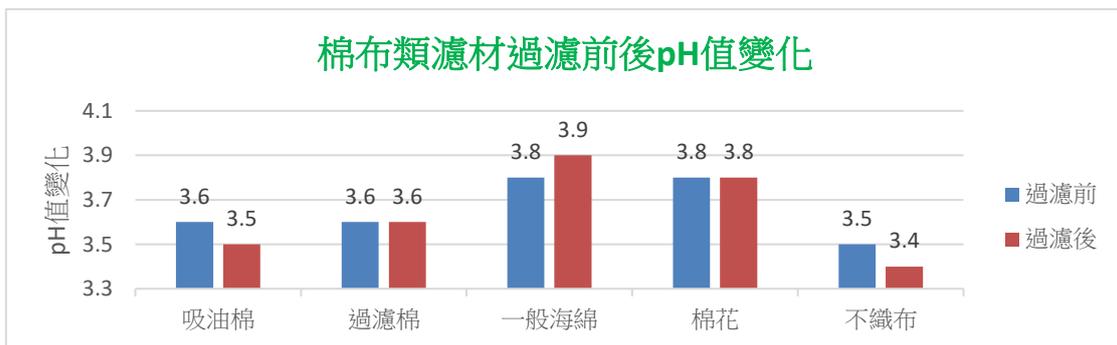
木石榴(細)、無煙煤，都是較小的顆粒，過濾時間較慢，也會留住較多的污水。

圖三：使用十種不同水處理濾料當濾材，污水過濾後外觀比較



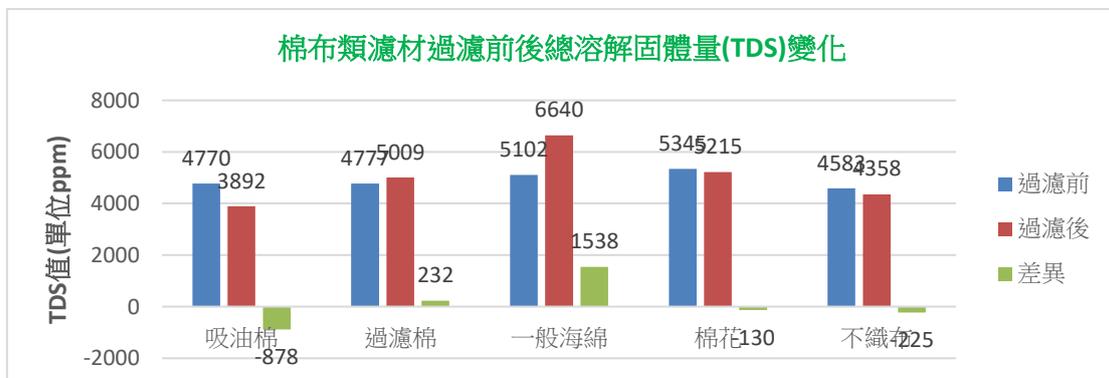
四、使用五種棉布類物質當濾材，研究污水過濾後，檢測相關指標數值的差異及其變化

(一) 酸鹼值(pH 值)變化



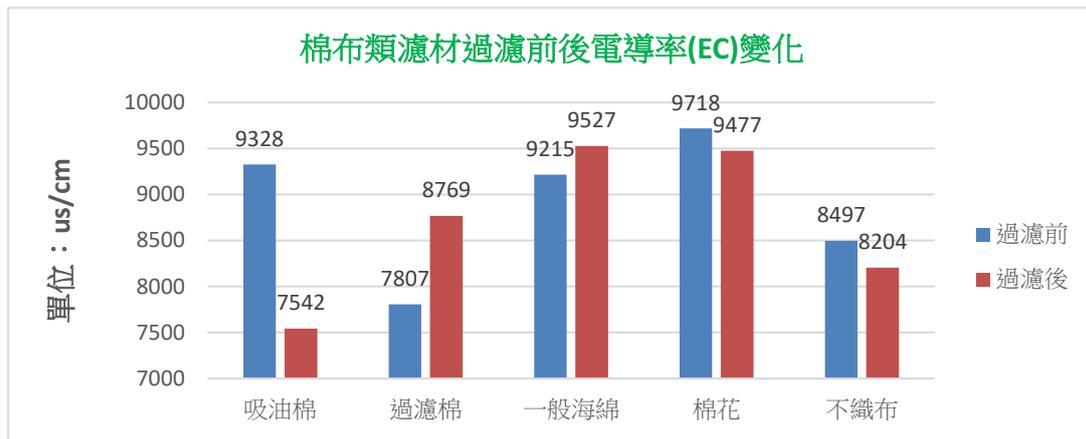
從實驗結果可以發現，本項目檢驗濾材 pH 值都是微幅變化，較無明顯的差異。

(二) 總溶解固體量(TDS)變化



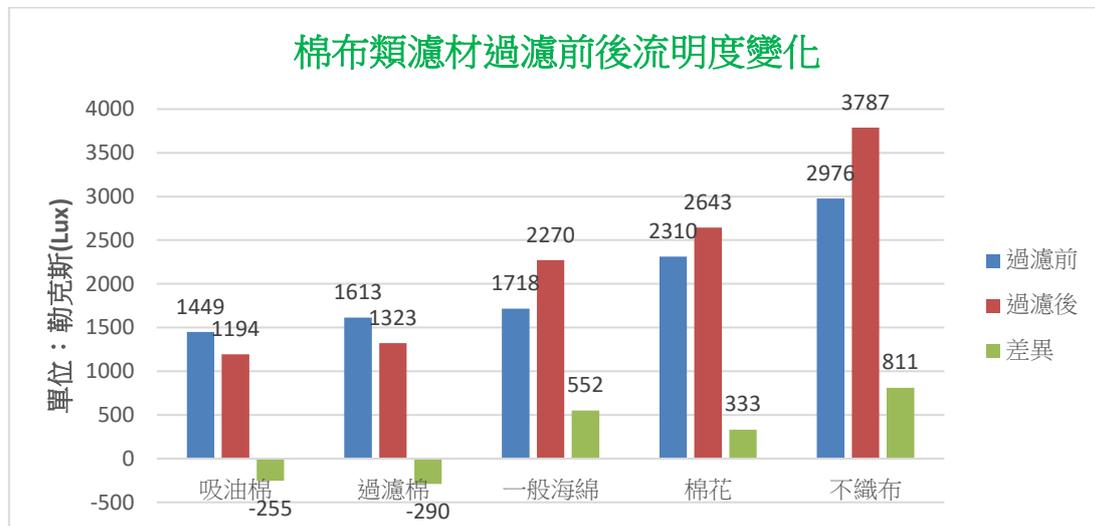
發現一般海綿過濾後，總溶解固體量上升最多，吸油棉數值則是下降。

(三) 電導率(EC)變化



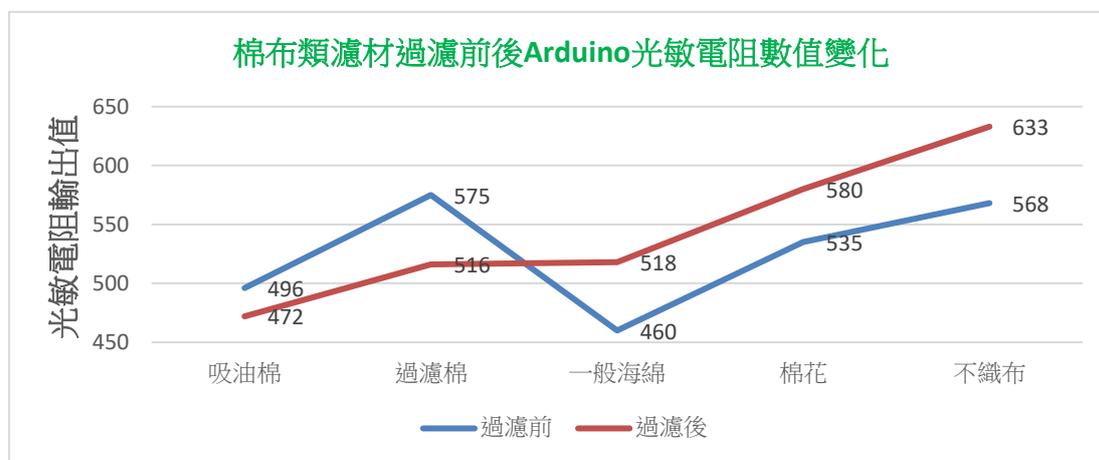
實驗可以發現傳統菜瓜布過濾後，電導率(EC)數值上升最多，吸油棉則下降最多。

(四) 流明度(lm)變化



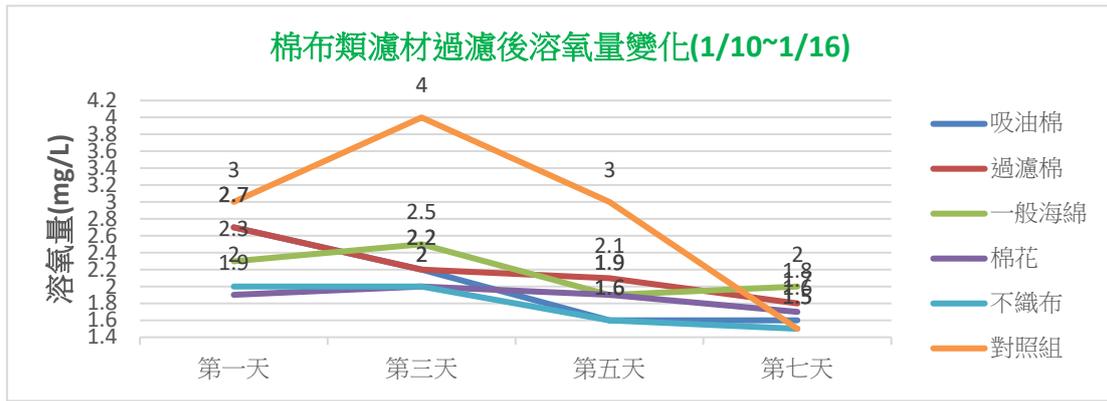
實驗結果可以發現不織布、一般海綿流明度上升最明顯，其他材質則是微幅變化。

(五) Arduino 光敏電阻數值變化



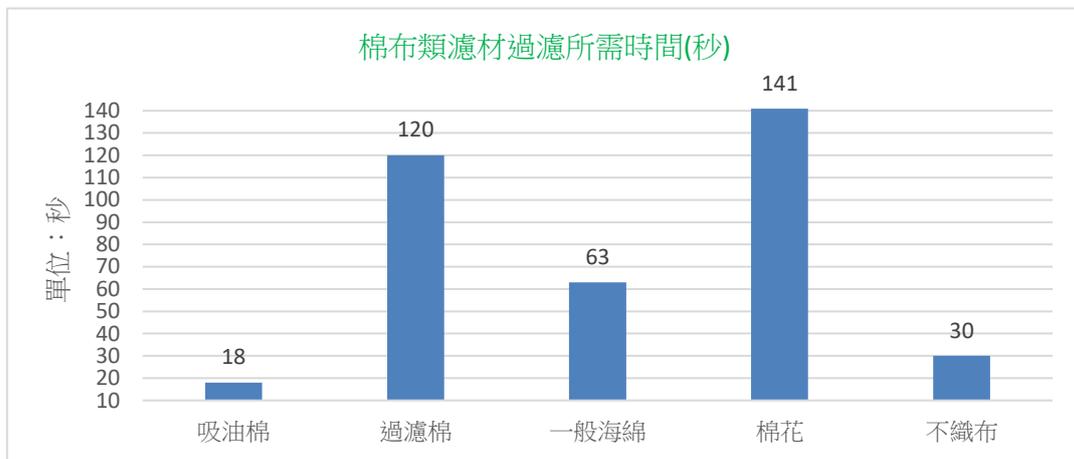
實驗發現不織布、一般海綿過濾後，光敏電阻數值上升最明顯，其他材質則微幅變化。

(六) 溶氧量(DO)變化



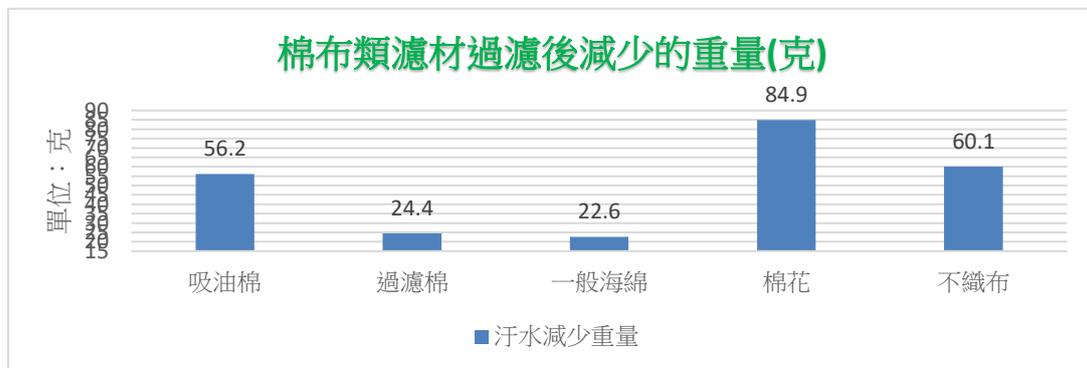
未過濾的汗水在第一天溶氧量數值最大，而所有濾材的溶氧量檢測值，在第三天時都明顯上升，接著大多又逐日降低，七天後，溶氧量數值最高的是一般海綿。

(七) 汗水過濾時間計算



從實驗結果可以發現過濾時間最快的濾材是吸油棉、不織布；而棉花、過濾棉則是過濾時間花較久的。

(八) 汗水過濾前後重量變化



從實驗結果可以發現過濾後，吸油棉、棉花、不織布減少重量偏多，而其中重量減少最少的是過濾棉及一般海綿。

圖四：使用五種棉布類物質當濾材，汗水過濾前後外觀比較



綜合討論

1. 在降低汗水總溶解固體量(TDS)跟電導率(EC)數值方面，**吸油棉**數值降低最多，也代表**效果較好**。分析原因為吸油棉是採用親油性之超細纖維不織布製作，能迅速吸收本身重量數十倍的油污；一般海綿則是由木纖維素，或發泡塑膠聚合物製成。
2. 在提升流明度跟光敏電阻數值部分，以**一般海綿**、**不織布**效果最佳。不織布的纖維原料常含聚丙烯(PP) 或是聚乙烯(PE)，材質細，吸水性強。
3. **過濾時間適中的有吸油棉**、**不織布**；汗水過濾前後重量變化實驗發現棉花具有良好的吸濕性，留住最多的汗水。
4. 棉布類濾材的研究發現酸鹼值(pH 值)和溶氧量部分，差異不大。

五、選用適合濾材自製可攜式除汗瓶，並比較不同分層方式，實際應用於過濾汗水。

(一)濾材選用標準：依過濾前後的各項實驗結果，選用檢測數值較佳，如下表所示的趨勢，作為符合標準的濾材。

pH 值	TDS、EC 值	lm 值 Arduino 值	DO 值	過濾時間	減少汗水重量
能改變 近中性	要能減少	要能提高	濾材不影響	適中	少(確實過濾)

表五：各類濾材過濾後，各項檢測數值的趨勢比較

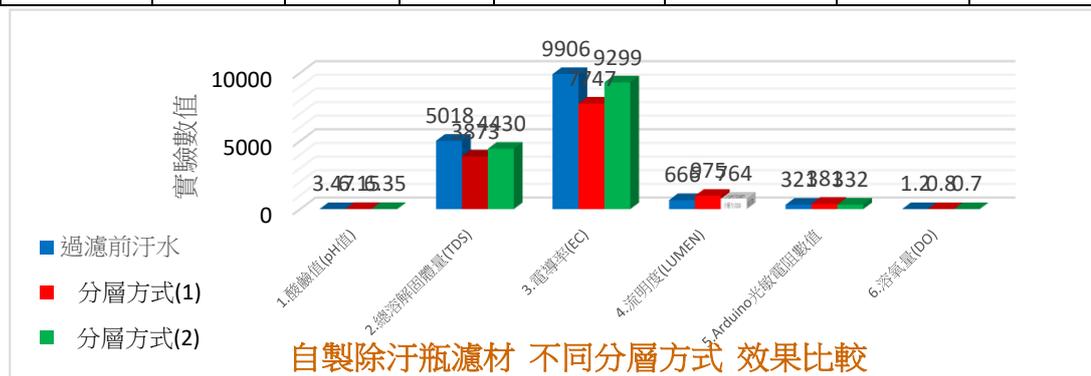
檢測的理想趨勢	紙類	粉類	水處理濾料	棉布類
pH 近中性	牛皮紙 3.8	小蘇打粉 6.5	石英(砂)3.8	一般海綿 3.9
TDS 減少較多	衛生紙 920	地瓜粉 1024	麥飯石 2191	吸油棉 878
EC 減少較多	衛生紙 3610	地瓜粉 280	麥飯石 4421	吸油棉 1786
lm 增加	濾紙 1027	無	木石榴(粗)1524	不織布 811
Anduino 增加	濾紙 102	無	木石榴(粗)57	不織布 65
DO 增加	無	無	無	無

上表列出表現較佳的濾材，但因木石榴(粗)取得不易，而地瓜粉減少污水重量太多，牛皮紙、石英(砂)、一般海綿 pH 值皆不理想，故捨棄，最後選用衛生紙、濾紙、小蘇打粉、麥飯石、吸油棉、不織布，來製作分層除汙瓶。

(二)不同分層方式設計比較：

- 分層方式說明：以下兩種分層方式最大的差異，在於吸油棉放置的位置。
 - 由上而下分別是吸油棉、小蘇打粉、不織布、麥飯石、衛生紙、咖啡濾紙。
 - 由上而下分別是小蘇打粉、不織布、麥飯石、衛生紙、吸油棉、咖啡濾紙。
- 不同分層方式過濾效果比較：實驗結果如下表，效果最佳的打☑。

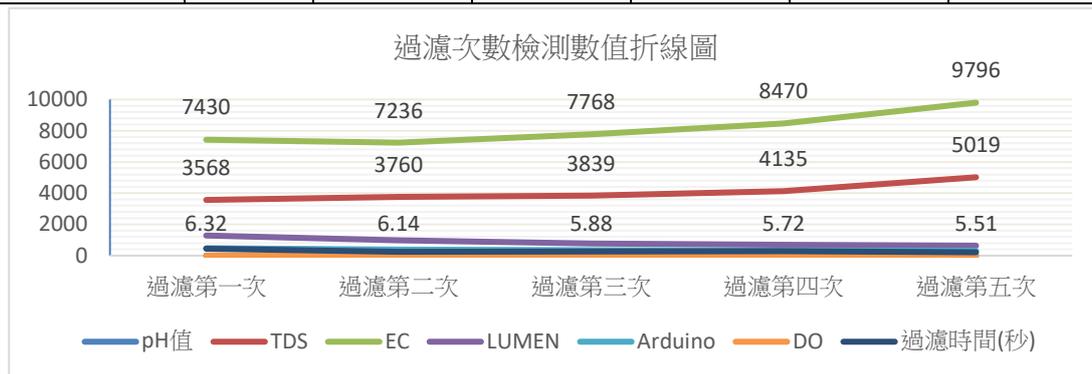
實驗項目	1.pH 值	2.TDS	3.EC	4.LUMEN	5.Arduino	6.DO	7.過濾時間
分層(1)		☑	☑	☑	☑	☑	
分層(2)	☑						☑



- 討論：實驗發現吸油棉在最上層時，過濾效果較佳，原因應該為當吸油棉放在最上層時，能先吸收汙水中的油汙，避免油汙往下滲透，汙染在下層其他濾材，進而影響過濾效果。故分層方式(1)效果較佳。

(三)實際應用過濾汙水，過濾次數之各項檢測數值：

實驗次數 實驗項目	過濾前 汗水	過濾 第一次	過濾 第二次	過濾 第三次	過濾 第四次	過濾 第五次
1. pH 值	3.43	6.32	6.14	5.88	5.72	5.51
2. TDS	4737	3568	3760	3839	4135	5019
3. EC	9399	7430	7236	7768	8470	9796
4. LUMEN	702	1288	975	779	695	636
5. Arduino	339	476	386	348	328	307
6. DO	1.1	1	0.7	0.9	0.8	0.8
7.過濾時間(s)		445	254	272	286	215



綜合討論

- 結果：將 1000g 汗水倒入上述分層方式(1)的除汗瓶中，多次過濾之後，發現效果最好的是第一次，接著就會隨著過濾次數增加而減退除汗效果。超過五次已無除汗效果，此時就必須更換濾材，或使濾材再生才能繼續使用。(過濾第五次時，小蘇打粉仍可改善污水酸鹼值)。
- 討論：分析原因是隨著過濾次數增加，瓶內濾材會吸收大量油汙，降低過濾效果(過濾後汗水雜質變多，濁度上升)。
- 結果：過濾時間隨著次數增加，而愈來愈短。
- 討論：推測濾材已吸附汗水達到飽和狀態，無法有效過濾汗水，而使汗水快速通過。

(四)製作成本預估：

濾材	小蘇打粉 43g	濾紙 5g	衛生紙 6g	麥飯石 133g	吸油棉	不織布	金額
成本	5 元	3 元	2 元	7 元	40 元	1 元	58 元

陸、結論

- 一、綜合實驗結果及討論，最後選用吸油棉、小蘇打、不織布、麥飯石、衛生紙、濾紙當作除汙瓶濾材，效果較佳。
- 二、將上述濾材依序由上而下放入分層除汙瓶中，能使汙水其 pH 值能接近中性，總溶解固體量、電導率降低，流明度增加，使其外觀與清水相近，且過濾時間適中，並能減少部分汙水重量。
- 三、實際應用於過濾汙水時，多次過濾後，效果會逐漸下降，到第五次時則需更換新的濾材，或是將濾材清洗後再生。
- 四、除汙瓶能有效降低各項水質汙染指標，且濾材從生活中容易取得，和坊間動輒上萬的濾水器相比，成本便宜多了，希望下次露營時，能多做幾個推廣給露友們使用，為地球環境及生態保育盡一份心力。

柒、參考文獻資料

- 一、溶氧量 (2022.1 檢索)

<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E6%BA%B6%E6%B0%A7%E9%87%8F>

- 二、全國環境水質監測資訊網名詞解釋。(2022.1 檢索)

<https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/EncyclopediaList.aspx>

- 三、牛皮紙 (2022.1 檢索)

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%89%9B%E7%9A%AE%E7%BA%B8>

- 四、咖啡濾紙 (2022.1 檢索)

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%92%96%E5%95%A1%E6%BB%A4%E7%BA%B8>

- 五、流明 (2022.1 檢索)

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B5%81%E6%98%8E>

- 六、光敏電阻 (2022.1 檢索)

<https://sites.google.com/view/rayarduino/%E5%85%89%E6%95%8F%E9%9B%BB%E9%98%BB>

- 七、吸油棉 (2022.1 檢索)

<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E5%90%B8%E6%B2%B9%E6%A3%89>

- 八、施佑潔、許佑慈、郭庭瑋、陳柏安、葉芊妤、羅于翔 (2015)。「光」與「水」之戰---水質透明度檢測儀之製作與應用。新北市 102 學年度中小學科展覽作品。
- 九、閻又慈、林馨愉、譚海文、孫雨晴、陳虹樺、黃鈺翔(2012)。DIY 隨行濾水杯中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品。
- 十、全國環境水質監測資訊網名詞解釋 (2022.1 檢索)
<https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/EncyclopediaList.aspx>

【評語】 082924

本作品是以環境保護為出發點，在參考其他科展作品後，製作簡易攜帶型汗水處理器。研究者將濾材進行分類，針對濾材進行探究，設計簡易分層濾瓶，本研究主要在探討各項濾材的效果，但最後的兩種分層方式設計並非基於濾材比較的結果。在處理露營汗水問題之餘，衍生的濾材汙染問題，頗值得深思。

作品簡報

科別：生活與應用科學科(二)

加減層除 All in One

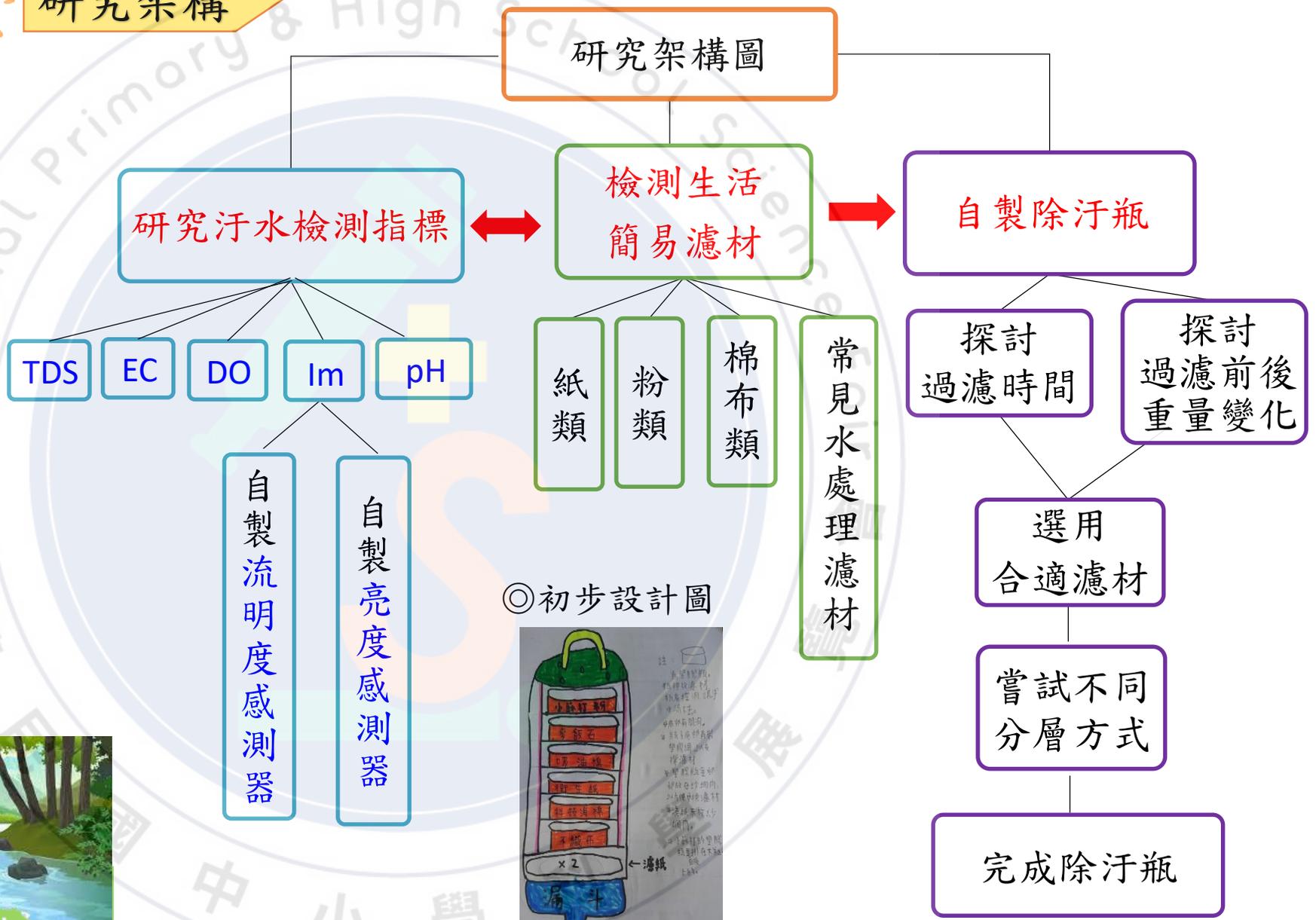
自製分層除汙瓶，潔淨河川水

組別：國小組 編號：

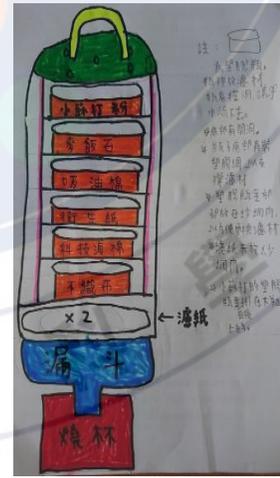
研究動機



研究架構



◎初步設計圖



研究目的

製作好攜帶的除汙瓶



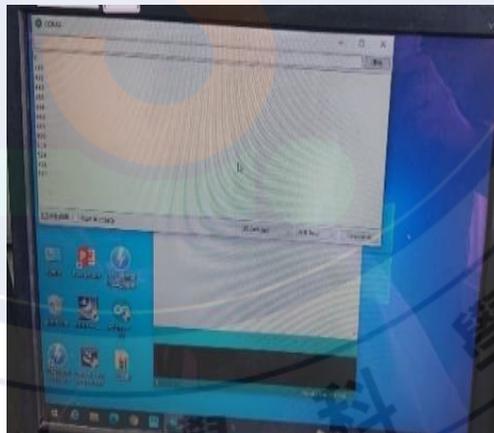
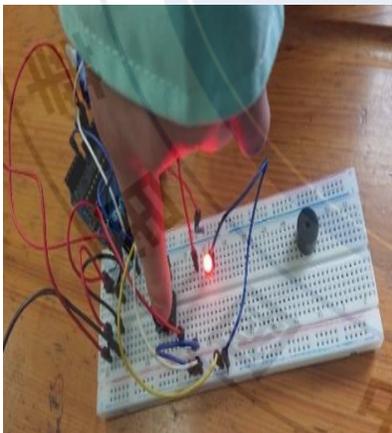


自製檢測器

自製流明度檢測器 「光」與「水」之戰---水質透明度檢測儀之製作與應用



自製亮度感測器 以Arduino程式檢測亮度，驗證流明度準確率



正相關



研究方法



調製汗水100g



倒入濾材當中



取過濾後中層汗水

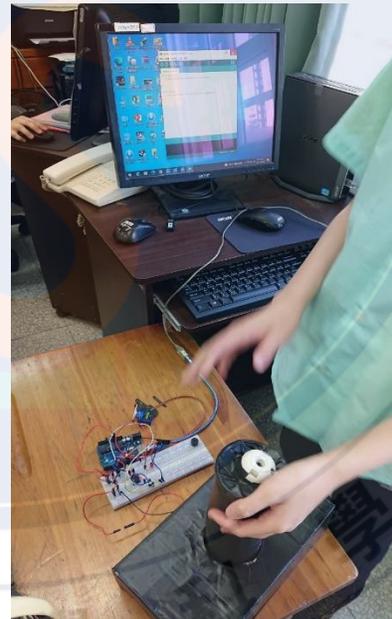
以1000克汗水
模擬實際過濾



檢測 DO值



檢測 lm值 Adurino值



檢測 pH值 TDS值 EC值





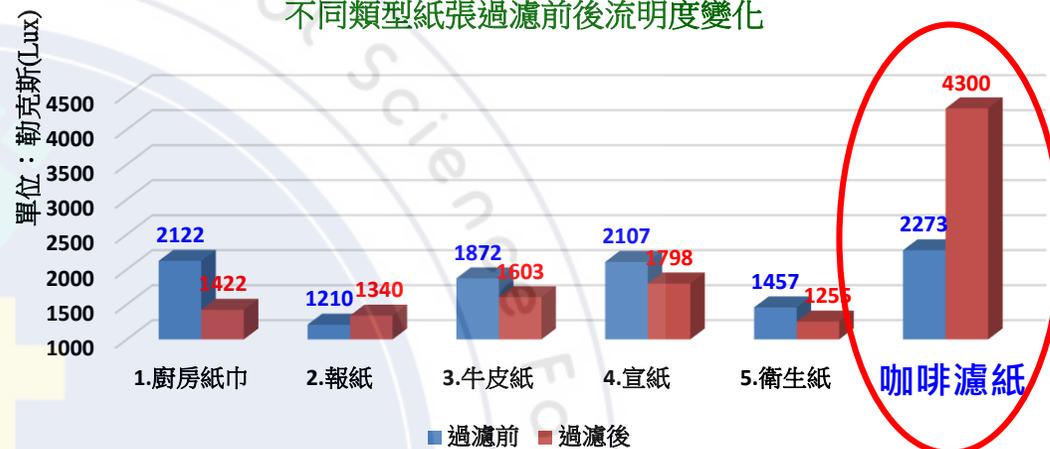
研究結果與討論

一、使用六種不同類型紙張當濾材

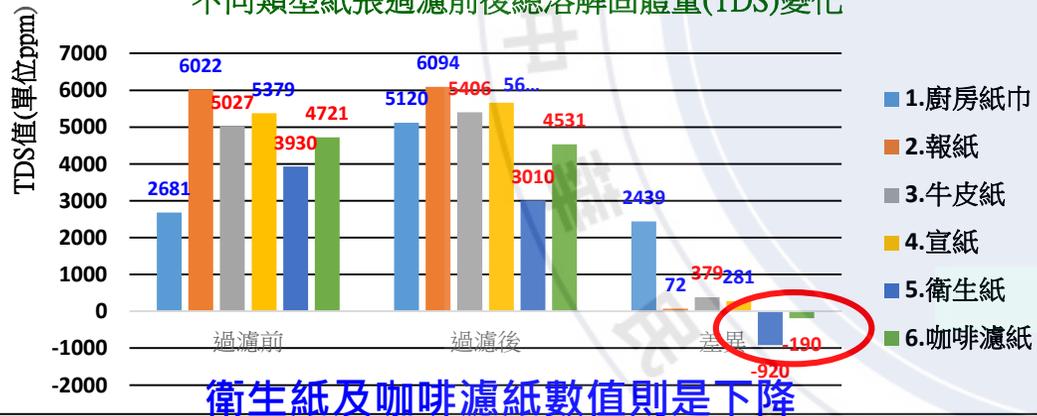
不同類型紙張過濾前後pH值變化



不同類型紙張過濾前後流明度變化



不同類型紙張過濾前後總溶解固體量(TDS)變化



不同類型紙張過濾前後電導率(EC)變化



衛生紙及咖啡濾紙數值是下降

衛生紙及咖啡濾紙數值下降

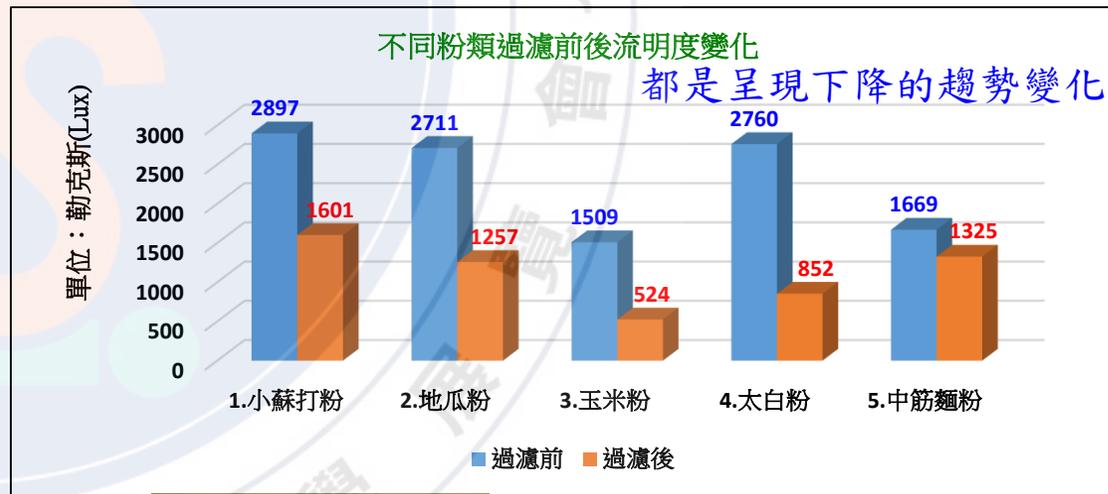
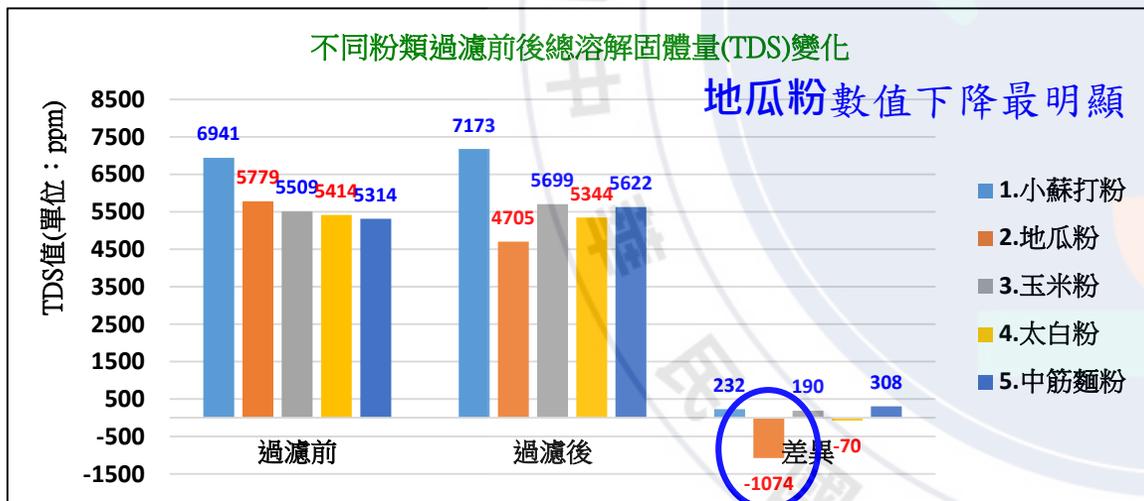
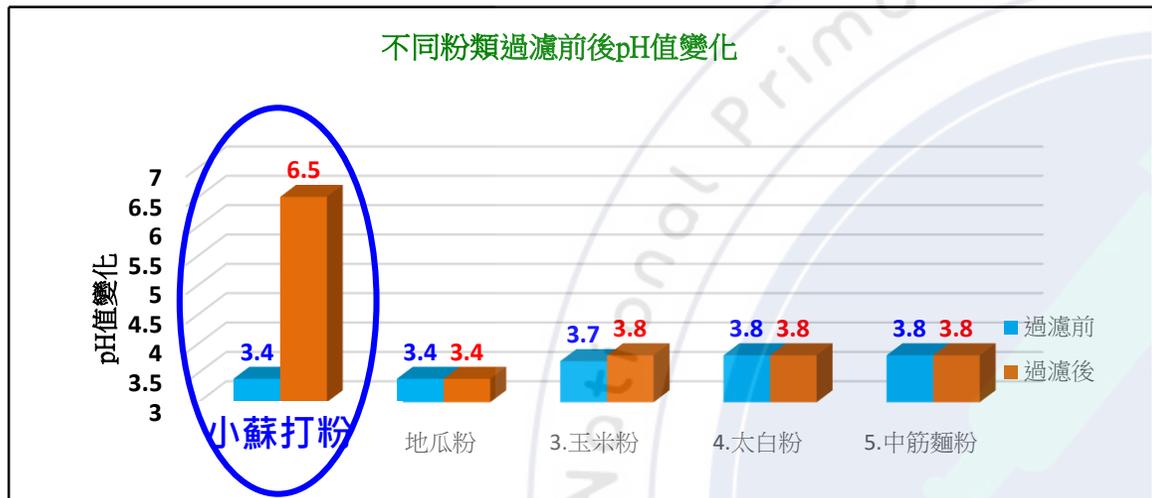
- ◎多數紙類濾材過濾後，汙水減少重量都偏多
- ◎過濾時間最快的濾材是報紙、牛皮紙
- ◎實驗七天後，溶氧量數值檢測最高的是咖啡濾紙



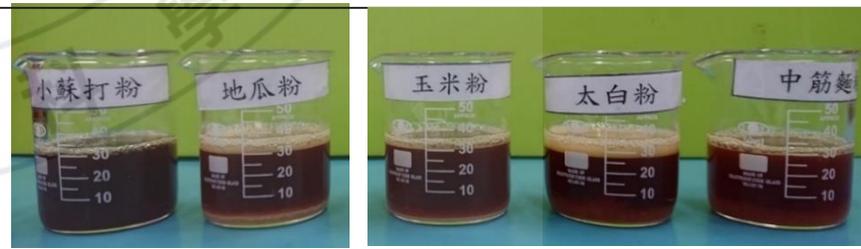


研究結果與討論

二、使用五種不同粉類當濾材



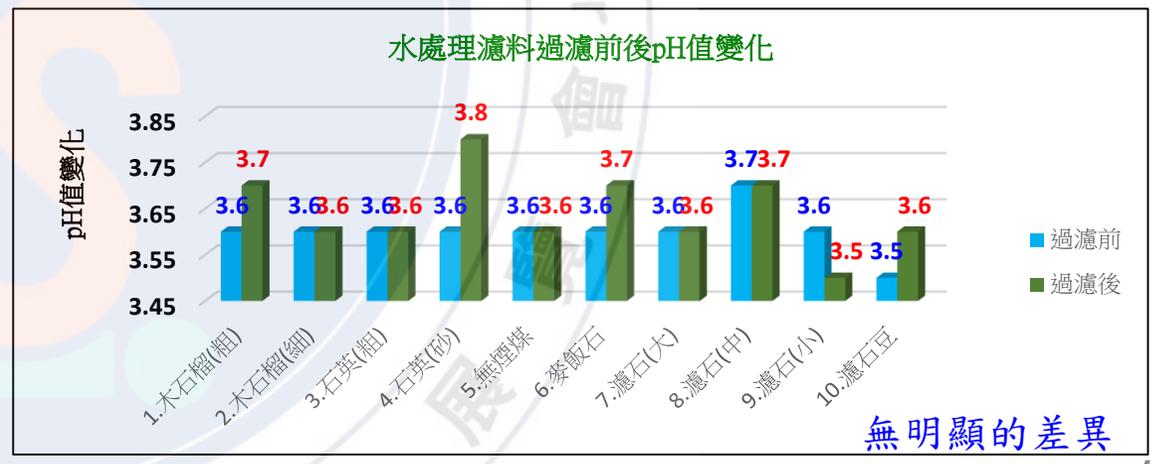
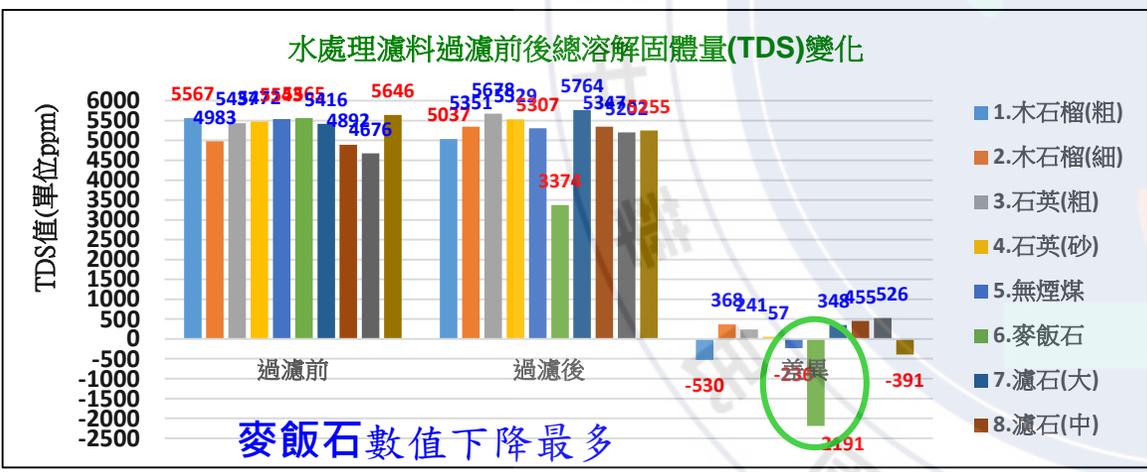
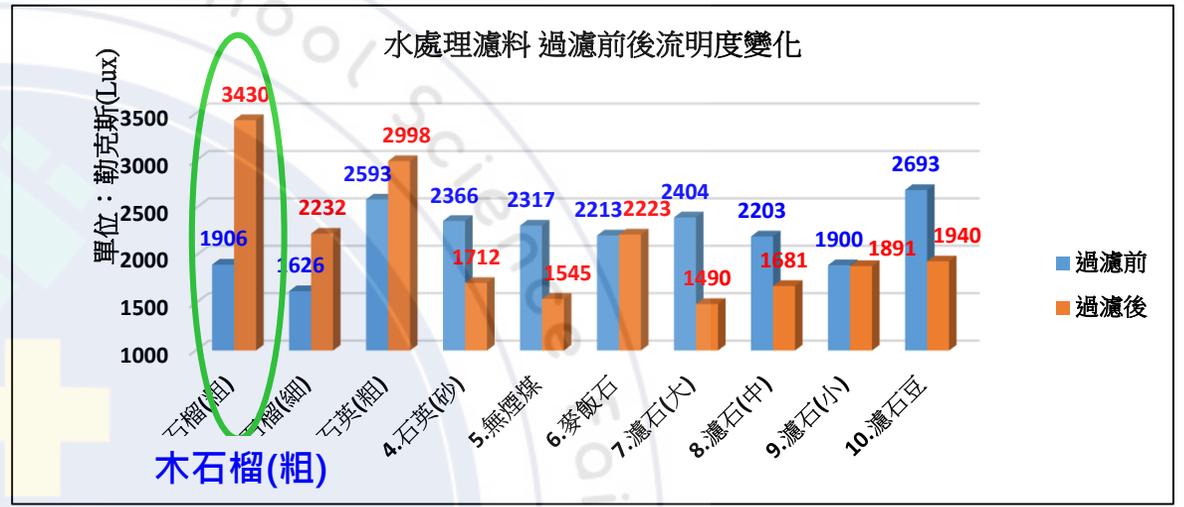
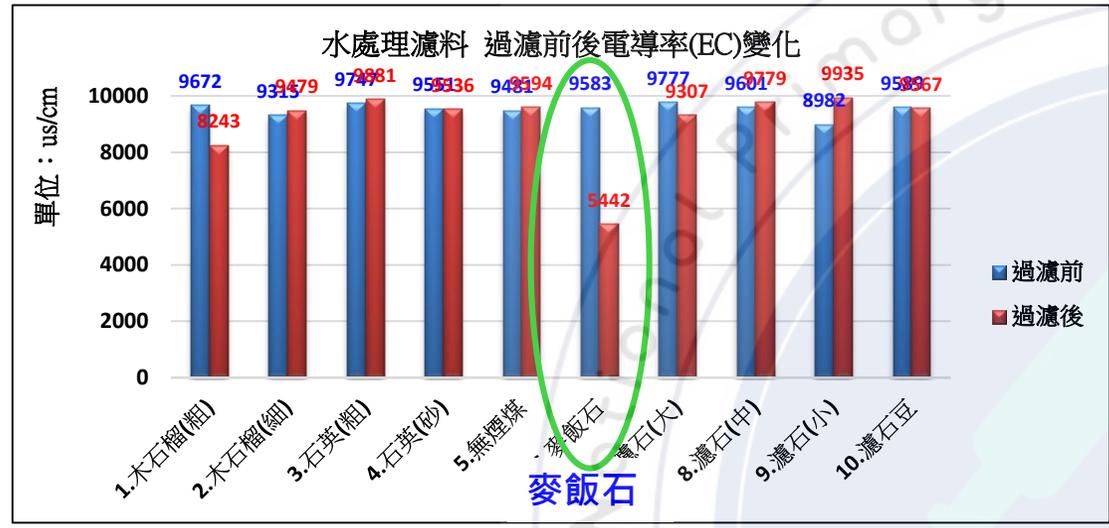
- ◎ 七天後，溶氧量數值檢測最低的是小蘇打粉
- ◎ 過濾時間最快的是小蘇打粉
- ◎ 重量減少最少的是小蘇打粉





研究結果與討論

三、使用十種常見水處理濾料當濾材



麥飯石數值下降最多

無明顯的差異

◎七天後，溶氧量數值檢測最高的是濾石(中)

◎實驗發現水處理濾料過濾時間都很快

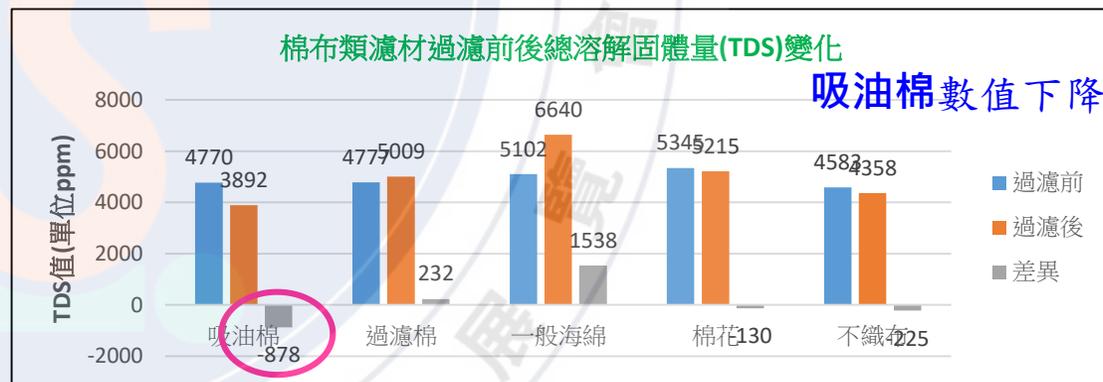
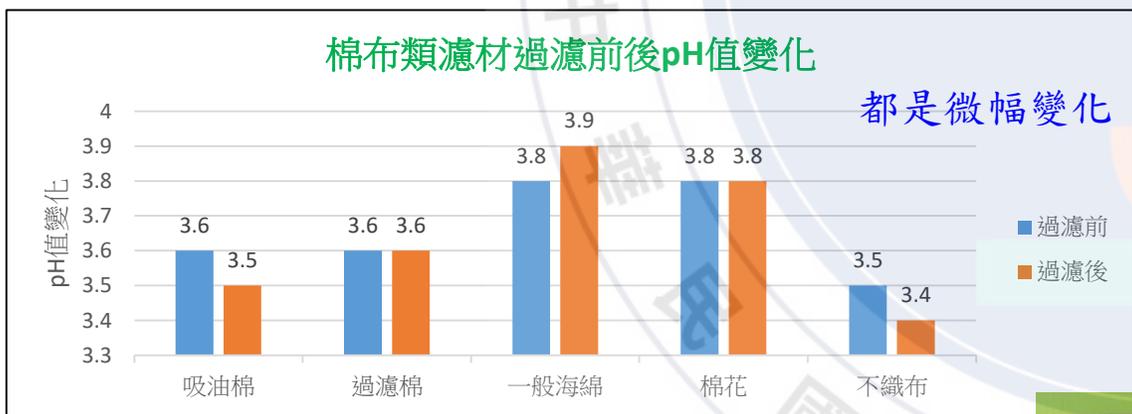
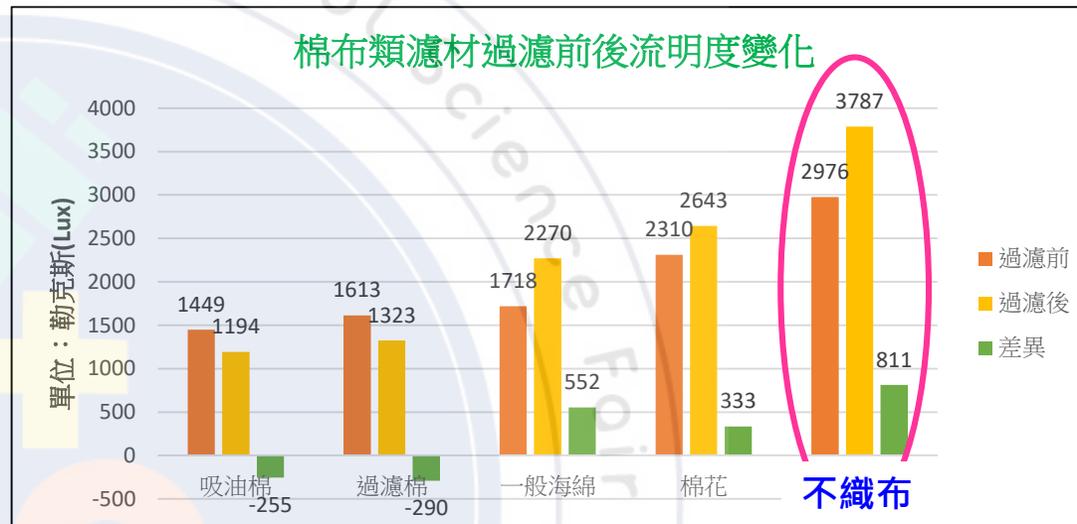
◎水處理濾料汙水減少重量大多偏少



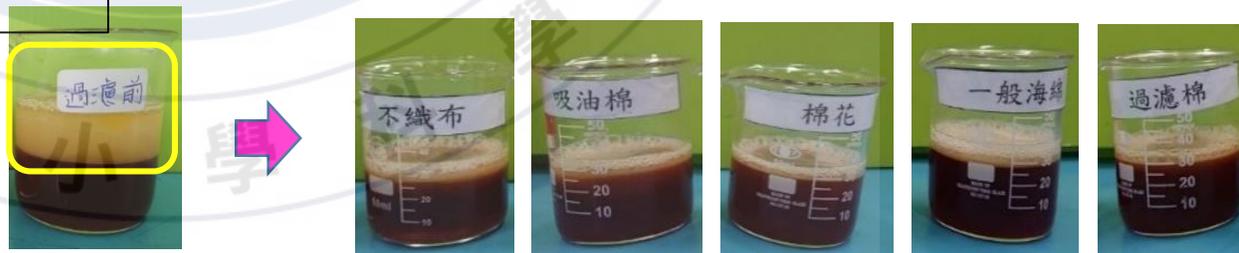


研究結果與討論

四、使用五種棉布類物質當濾材



- ◎七天後，溶氧量數值最高的是一般海綿
- ◎過濾時間最快的濾材是吸油棉、不織布
- ◎吸油棉、棉花、不織布減少重量較多





研究結果與討論

五、選用適合濾材自製可攜式除汙瓶，並比較不同分層方式

(一) 濾材選用標準

檢測項目	pH值	TDS EC值	lm值 Arduino值
理想趨勢	近中性	要減少	要提高
檢測項目	DO值	減少重量	過濾時間
理想趨勢	非主因	偏少	適中

過濾時間	最快→→→→→→→→→最慢
紙類	報紙、牛皮紙、紙巾、宣紙 衛生紙、濾紙
粉類	小蘇打 、地瓜粉、玉米粉、太白粉、麵粉
水處理 濾料	濾石(小)、濾石(中)、濾石(大)、濾石豆、木石榴(粗)、 麥飯石 、石英(粗)、石英(砂)、無煙煤、木石榴(細)
棉布類	吸油棉、不織布 、海綿、過濾棉、棉花

★ 挑選四大類濾材，檢測數值較佳者

檢測項目(單位)	紙類	粉類	水處理濾料	棉布類
pH	牛皮紙3.8	小蘇打粉 6.5	石英(砂)3.8	一般海綿3.9
TDS (ppm)	衛生紙 920	地瓜粉1024	麥飯石 2191	吸油棉 878
EC(us/cm)	衛生紙 3610	地瓜粉280	麥飯石 4421	吸油棉 1786
Lm(Lux)	濾紙 1027	無	木石榴(粗)1524	不織布 811
Anduino	濾紙 102	無	木石榴(粗)57	不織布 65
DO(mg/L)	非主因	非主因	非主因	非主因





研究結果與討論

五、選用適合濾材自製可攜式除汙瓶，並比較不同分層方式

(二)不同分層方式設計比較

★ 決定除汙瓶濾材，各層濾材主要作用

選擇濾材	功能	目標	對應汙水處理階段
吸油棉	去除油脂	提高流明度 Arduino	初級處理
小蘇打粉	廢水中和	中和pH值	初級處理
不織布	去除雜質	提高流明度 Arduino	二級處理
麥飯石	吸附離子 分解細菌	提高TDS和EC	二級處理
衛生紙	過濾雜質	提高TDS和EC	三級處理
咖啡濾紙	去除細粒	提高流明度 Arduino	三級處理

參考汙水處理流程

分層方式(1)



分層方式(2)



★不同分層方式過濾效果比較：效果最佳的打☑

項目	pH	TDS	EC	LUMEN	Arduino	DO
分層(1)		☑	☑	☑	☑	☑
分層(2)	☑					

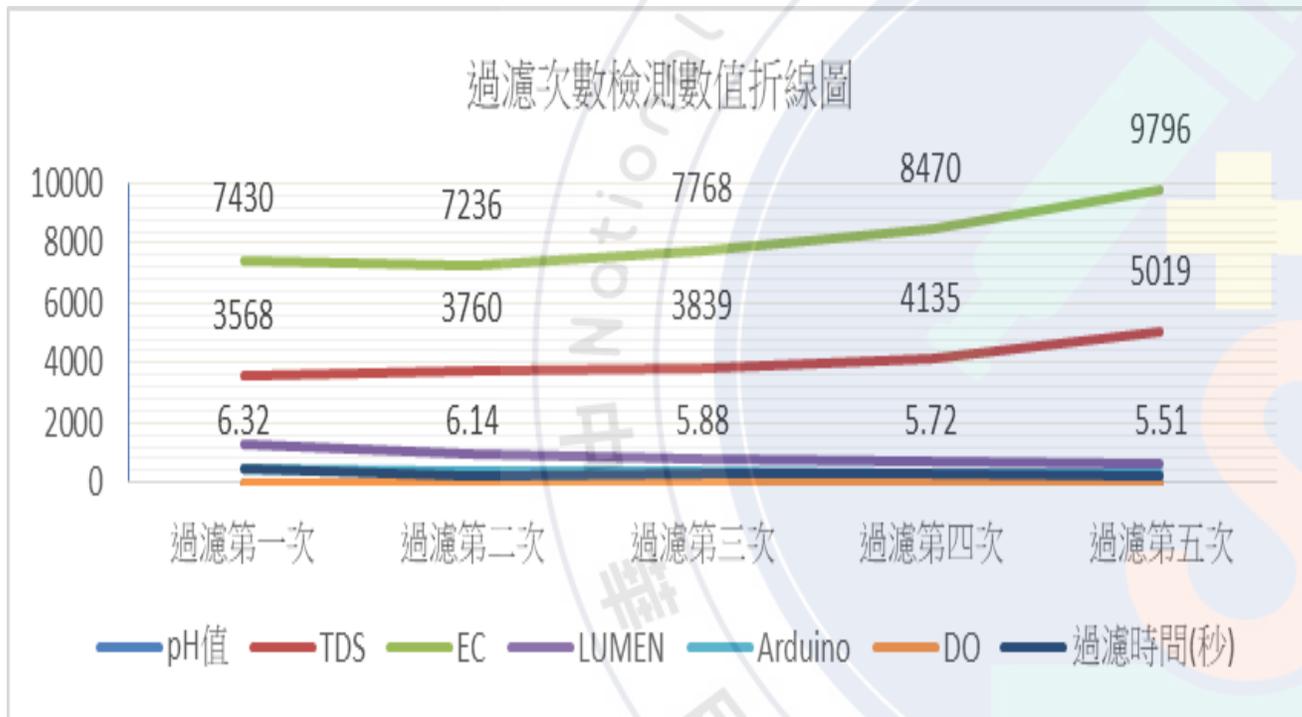
分層方式(1)效果較佳



研究結果與討論

五、選用適合濾材自製可攜式除汙瓶，並比較不同分層方式

(三) 實際應用過濾汙水，過濾次數之檢測數值



1. 結果：發現效果最好的是第一次，接著就會隨著過濾次數增加而減退除汙效果。超過五次已無除汙效果，此時就必須更換濾材，或使濾材再生才能繼續使用。
2. 討論：原因是隨著過濾次數增加，瓶內濾材會吸收大量油汙，降低過濾效果。

1. 結果：過濾時間隨著次數增加，而愈來愈短
2. 討論：推測濾材已吸附汙水達到飽和狀態

(四) 製作成本預估

濾材	小蘇打粉	濾紙	衛生紙	麥飯石	吸油棉	不織布	金額
成本	5元	3元	2元	7元	40元	1元	58元

成本不到
100元





結論

- 一、選用吸油棉、小蘇打、不織布、麥飯石、衛生紙、濾紙當作除汙瓶濾材，效果較佳。
- 二、將以上濾材依序由上而下放入分層除汙瓶中，能使汙水其pH值能接近中性，總溶解固體量、電導率降低，流明度增加，使其外觀與清水相近，過濾時間適中，並能減少部分汙水重量，若能用紙巾擦拭餐具後再清洗，效果會更好。
- 三、多次過濾後，效果會遞減，到第五次時需更換新的濾材，或是將濾材清洗後再生。
- 四、除汙瓶能有效降低各項水質汙染指標，且濾材從生活中容易取得，和坊間動輒上萬的濾水器相比，成本便宜多了，希望下次露營時，能推廣給露友們使用，為地球環境及生態保育盡一份心力。



參考資料

- ★全國環境水質監測資訊網名詞解釋。(2022.1檢索)
<https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/EncyclopediaList.aspx>
- ★施佑潔、許佑慈、郭庭瑋、陳柏安、葉芊妤、羅于翔(2015)。「光」與「水」之戰——水質透明度檢測儀之製作與應用。新北市102學年度中小學科展覽作品。
- ★閻又慈、林馨愉、譚海文、孫雨晴、陳虹樺、黃鈺翔(2012)。DIY 隨行濾水杯中華民國第52屆中小學科學展覽會作品
- ★全國環境水質監測資訊網名詞解釋(2022.1檢索)
<https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/EncyclopediaList.aspx>



感謝聆聽