

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

082929

「維」淨化～纖維材料淨水之探討

學校名稱：新北市鶯歌區二橋國民小學

作者： 小六 楊恩驊 小六 詹鎧丞 小六 蕭名勛 小六 張芸萍 小六 陳卉昀	指導老師： 姜育儼
---	------------------

關鍵詞：過濾水、纖維材料、自製水質濁度儀器

摘要

本研究的啟發主要是由於 2021 年台灣發生嚴重缺水危機，引起我們去探究是否有方法可以讓校園內打掃拖地使用後的拖地汗水得到過濾淨化，以便我們能將拖地使用後的汗水進行回收再利用。

本研究的目的是利用校內可以取得的材料，來製作濾水裝置，且我們的濾水裝置不同於常見的重力濾水方式，而是以纖維材料藉由毛細現象來完成過濾水質的效果，並製作一組簡易水質濁度檢測機來檢驗水質，發現自製濁度機照度數值愈小，水質愈混濁；照度數值愈大，水質愈乾淨。

研究結果發現使用簡易纖維材料對汗水進行過濾或許是可行且低成本的方法，且我們藉由各項實驗的數據發現，不同的濾材設定會對於濾水效果造成不同的影響，並使用我們自製的濁度儀器來確認結果。

壹、前言

一、研究動機

近年由於全球暖化造成許多極端氣候已經漸漸影響到我們的日常生活，台灣缺水甚至旱災的狀況也越發常見，台灣自 2021 年 3 月起中南部開始限水，而水又卻是人類最不可或缺的一項物質。就在某天打掃時間拖地時看著拖把桶，我們突發奇想：「如果可以將用過的水淨化乾淨，不就能減緩現在缺水的情形了嗎？」因此我們開始了一連串的研究以及實驗。

最後，我們想到以前四年級有學過毛細現象的原理，製作了簡易濾水裝置，此外我們為了檢測過濾後的水質，還自製一個水質濁度檢測儀器，希望真實生活情境能派上用場。

二、研究目的

- (一) 尋找便宜、省錢、簡單且實用的濾水方法
- (二) 測試在不同條件下，濾材的選擇與設定對濾水效果的影響
- (三) 做出適合且具有標準性的水質濁度檢測器
- (四) 探討本研究於生活情境之實際應用效果

三、文獻回顧

(一) 歷屆相關科展作品搜尋

表 1-1-1 歷屆相關主題之科展作品名稱及研究內容分析

參展屆別	作品名稱	研究內容分析
全國科展 第 40 屆 國小組	水污染 終結者～ 濾水器 DIY	1. 了解目前市面上濾水器的過濾方法 2. 研究哪一種過濾方法最好並蒐集比較各種濾材之優劣 3. 製作一台物美價廉又符合環保概念的濾水器 4. 如何利用天然水製成飲用水
全國科展 第 46 屆 國小組	環保淨水器	1. 濁度計的設計與製作 2. 辣木粉淨水效果的實驗 3. 環保辣木淨水器的製作
全國科展 第 57 屆 國小組	『濾』得 一乾二淨～ 野外淨水裝 置之探究	1. 研究不同過濾方式如濾床及毛細 2. 研究濁度機自製的方式及不同功率燈泡對濁度機的影響 3. 自製過濾器並研究棉布、木炭、碎石及細沙的最佳組合 4. 研究反沖洗方式對濾床的影響

(二) 我們對於本研究之預期研究方向

閱讀文獻後，我們發現其濾水器使用的是重力式濾水法，而我們希望改採用較為不同的濾水方式來進行水的過濾，因此我們選擇利用毛細現象的方式，讓水分先由下往上爬至纖維頂部後再留往下流，考慮到水流速度和物質搬運力量之間的關係，我們認為如此的濾水方式更能有效將水中雜質濾除。另外，我們還觀察到一個問題，假設今日的情境是在荒郊野外，取得這麼多的設備來製作淨水裝置會有困難，於是我們訴求「濾水裝置要足夠簡單」。

在濾材選擇上以身邊周遭可取得之相對便宜、省錢的材料來進行實驗。首先，我們先以衛生紙來對纖維濾水法的效果進行評估，並藉由改變不同變因來實驗，觀察哪些因素會影響濾水效果，之後預計嘗試使用舊衣服布料進行研究，最終完成環保且實用的濾水器材。

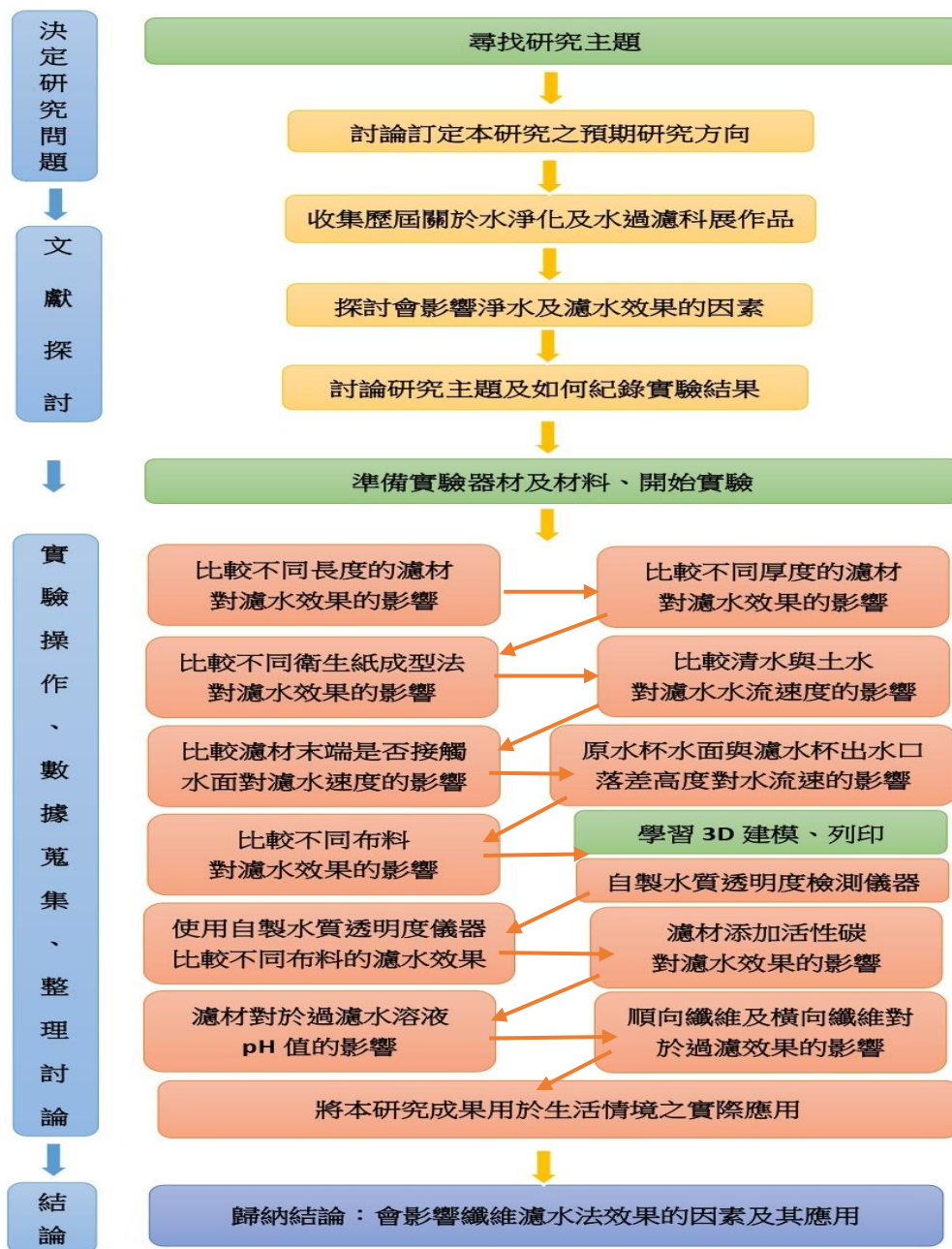
在閱讀文獻時，觀察到其在測量水質濁度時使用的設備較為昂貴且不易取得，相對來講我們如果能利用附近唾手可得的物品來製作相同效果的儀器，不僅省錢、實惠又效果好。

貳、研究設備與器材

燒杯、3D 印表機、pH 測量計、篩網(60 目)、平板、pHypHox APP、電子秤、電線、PLA 材料、LED 燈、水桶、試管、平板、棉布衣服、排汗紗、衛生紙、紙巾便利商店不織布提袋、舊抹布、泥土、玻璃片、食用色素（紅色、藍色、綠色）、活性碳粉末

參、研究過程或方法

研究過程流程圖



一、實驗 1：比較不同長度的濾材對濾水效果的影響

(一) 實驗討論：我們認為濾材的長度與濾水效果或許有影響，所以我們打算比較不同長度的濾材對濾水效果的影響。

(二) 實驗步驟：

1. 準備 6 個 500mL 燒杯分為三組，分為原水杯及濾水杯
2. 第一組：衛生紙濾材長度 19.5cm、第二組：衛生紙濾材長度 27.5cm、第三組：衛生紙濾材長度 37.6cm
3. 將 20 g 過篩細土分別放入不同原水燒杯當中，並加入 500mL 清水分別倒入五組的原水杯中。
4. 將衛生紙濾材放入三組實驗燒杯當中，測量濾水杯內水量的高度，並觀察、紀錄

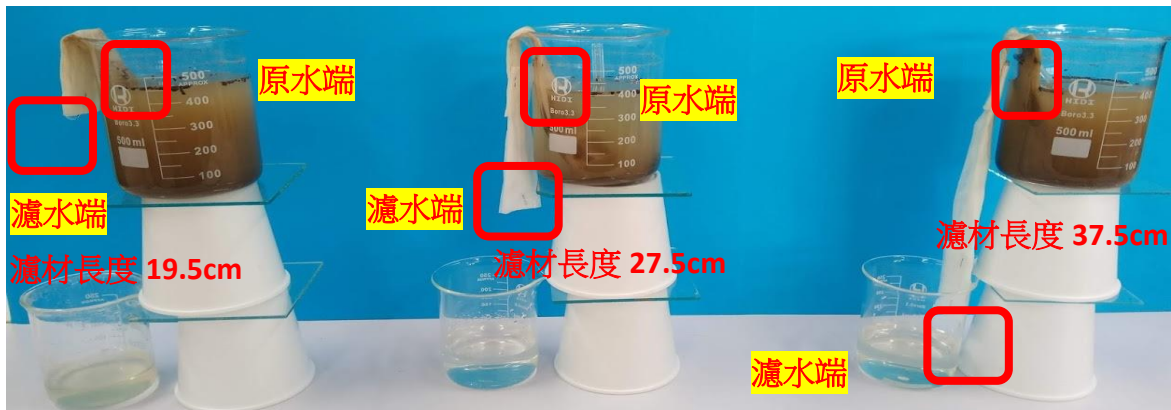


圖 3-1-1 原水端-濾水端說明示意圖

二、實驗 2：比較不同厚度的濾材對濾水效果的影響

(一) 實驗討論：我們經討論後認為，不同長度的濾材對濾水效果似有影響，因此我們意欲研究比較不同厚度的衛生紙濾材對濾水效果的影響。

(二) 實驗步驟：

1. 準備 8 個 500mL 燒杯分為四組，分為原水杯及濾水杯
2. 第一組衛生紙濾材厚度為 1 層、第二組衛生紙濾材厚度為 2 層、第三組衛生紙濾材厚度為 3 層、第四組濾材衛生紙厚度為 4 層
3. 將 20 g 過篩細土及 500mL 清水分別放入不同原水杯中，並攪拌均勻
4. 將濾材放入四組實驗杯當中，測量濾水杯內水量的高度，並觀察、紀錄

三、實驗 3：比較不同衛生紙成型法對濾水效果的影響

(一) 實驗討論：我們認為不同成型法的衛生紙對濾水效果或許有影響，所以我們試著比較不同成型法的衛生紙對濾水效果影響。

(二) 實驗步驟：

1. 將衛生紙以不同的成型方式折成過濾材料並將燒杯分為原水杯及濾水杯各五組
2. 第一組為對折組：將衛生紙對折三次後成型、第二組為捲筒組：將衛生紙指直筒方式捲起來、第三組為螺旋組：將衛生紙以擰繩子方式捲起來、第四組為紙飛機組大一小：將衛生紙折成紙飛機，大端口放入原水杯、第五組為紙飛機組小一大：將衛生紙折成紙飛機，小端口放入原水杯
3. 將 250mL 清水分別倒入五組的原水杯中再加入 20 g 過篩細土攪拌均勻
4. 每 0.5—1 小時，測量濾水杯內水量的高度，並觀察、紀錄



圖 3—3—1 不同衛生紙成型示意圖

四、實驗 4：比較清水與土水對濾水水流速度的影響

(一) 實驗討論：我們發覺水的髒污程度不同時，對濾水裝置的水流速度好似會產生影響，因此我們在原水杯裝入清水與土水，實驗其對水流速度的影響。

(二) 實驗步驟：

1. 準備 4 個 250mL 燒杯、衛生紙濾材分為兩組且分為原水杯及濾水杯
2. 第一組為清水組：僅在原水杯內裝 300mL 清水
3. 第二組為土水組：原水杯內置入 20 g 過篩細土水後加入 300mL 水調製
4. 將濾材放入實驗燒杯中，每 1 小時，測量濾水杯內水量的高度，觀察、紀錄

五、實驗 5：比較濾材末端是否接觸水面對濾水速度的影響

(一) 實驗討論：由實驗中的經驗發現，濾材末端接觸水面的於否對似乎對濾水速度有影響，於是我們設計了這個實驗來驗證我們的想法。

(二) 實驗步驟：

1. 準備 4 個 500mL 燒杯，第一組兩杯燒杯設置同高，第二組分為高低兩杯
2. 第一組作為接觸組：讓出水端衛生紙濾材可以在出水後即接觸濾水杯水面
3. 第二組作為非接觸組：燒杯高低差讓出水端衛生紙濾材可以在出水後，始終不會接觸到出水杯水面
4. 將 300mL 清水分別倒入兩組的原水杯中，測量濾水杯內水量的高度，觀察、紀錄

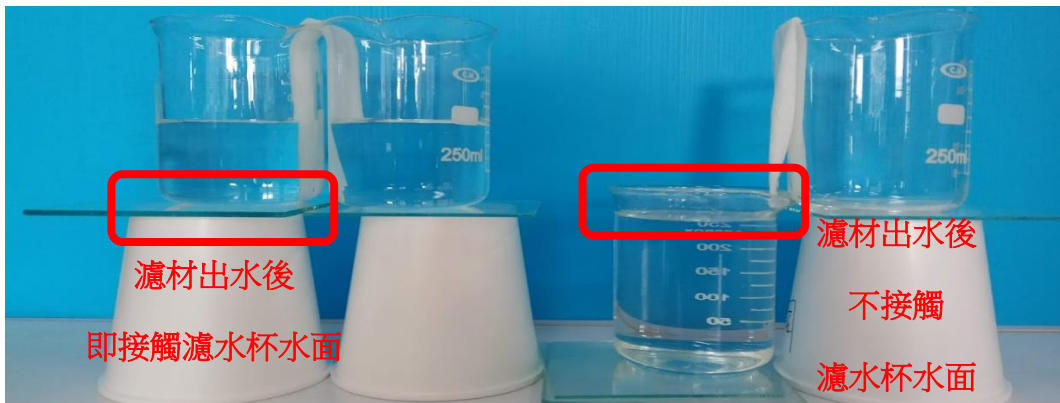


圖 3-5-1 實驗設置-示意圖

六、實驗 6：原水杯水面與濾水杯出水口落差高度對水流速的影響

(一) 實驗討論：經由反覆實驗，我們覺得原水水杯的水面與濾水杯端的落差高度對水流速度的影響可能有關係，因此我們決定來做這個實驗。

(二) 實驗步驟：

1. 準備 6 個 250mL 燒杯分為三組且分為原水杯及濾水杯
2. 第一組為 **100mL 組**：原水杯內裝 100mL 水，原水液面和濾材出水端**高低落差最少**
3. 第二組為 **200mL 組**：原水杯內裝 200mL 水，原水液面和濾材出水端**高低落差最中間**
4. 第三組為 **300mL 組**：原水杯內裝 300mL 水，原水液面和濾材出水端**高低落差最多**
5. 將 300mL 清水分別倒入三組的原水杯，測量濾水杯內水量的高度，並觀察、紀錄

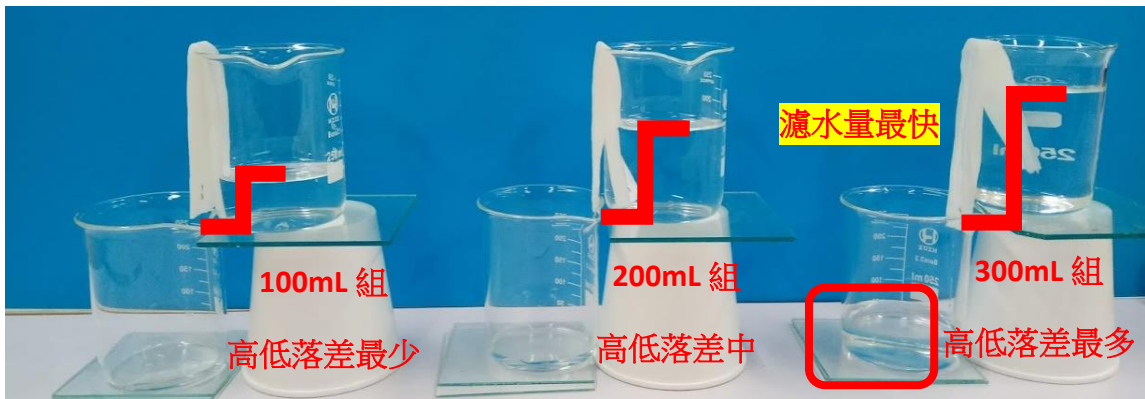


圖 3-6-1 原水液面和濾材出水端-高低落差說明

七、實驗 7：比較不同布料對濾水效果的影響

(一) 實驗討論：快時尚風潮讓全球有大量衣服最終被廢棄，也造成大量的垃圾汙染，我們討論後認為除了衛生紙之外的廢布料舊衣服或許對濾水效果有影響，於是我們蒐集了幾種生活中常見的布料，分別有舊棉布衣（100%棉）、排汗紗和便利商店不織布提袋以及舊抹布（聚酯纖維 60%尼龍 20%）。

(二) 實驗步驟：

1. 準備 10 個 250mL 燒杯分為五組且分為原水杯及濾水杯
2. 第一組濾材為棉布組、第二組濾材為排汗紗（衫）組、第三組濾材為不織布組、第四組濾材為衛生紙組、第五組濾材為抹布組，濾材裁剪皆為規格 3*27cm
3. 每組原水杯內置入 20 g 過篩細土水後加入 250mL 水調製為土水
4. 將濾材放入五組實驗燒杯當中，測量出水杯內水量的高度，觀察、紀錄

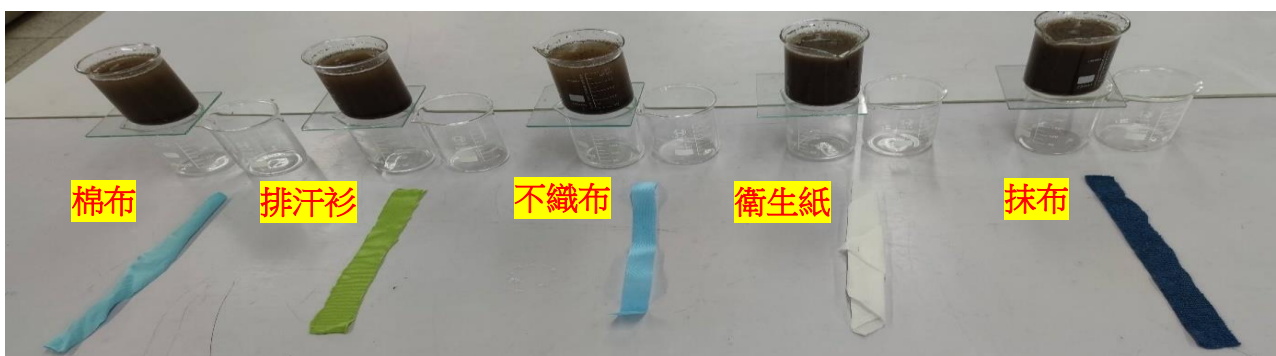


圖 3-7-1 比較不同布料對濾水效果的影響

八、實驗 8：自製水質濁度檢測儀器

- (一) 實驗討論：我們認為只用肉眼觀察水質的清澈度並不準確，而且缺乏「量化」的觀測結果，感覺對結果的標準不一，於是我們決定自製一個檢測儀器來幫助我們檢測濾水樣本的清澈度。我們打算利用 3D 列印材料打造測試儀器主體，並搭配使用手機、平板 pHypHox APP 作為數據讀取的裝置。
- (二) 實驗步驟：

製作水質濁度檢測儀器

1. 使用 Tinkercad 進行 3D 建模，繪製檢測儀器的主體
2. 測儀器分為三個部分—**頭部**—**主體**—**底座**
3. **頭部**作為光源的發射來源，我們選用 1W 的 LED 燈泡，並接上行動電源
4. **主體**為一個管狀空腔，作為放樣本試管的位置，並在底座留一個小縫，讓代測光源能夠穿透整支樣本試管的水溶液到達感測器上
5. **底部**為一個固定座，作用是讓檢測器在每次測量樣本時皆能正確放置到手機、平板上的光感測儀器，以便我們取得更為準確的原始數據
6. 使用 3D 印表機將檢測儀器的底座列印出來，並裝在手機、平板上
7. 打開 phyphox APP 選擇光度測量，由手機、平板上的光感測儀器取得原始數據

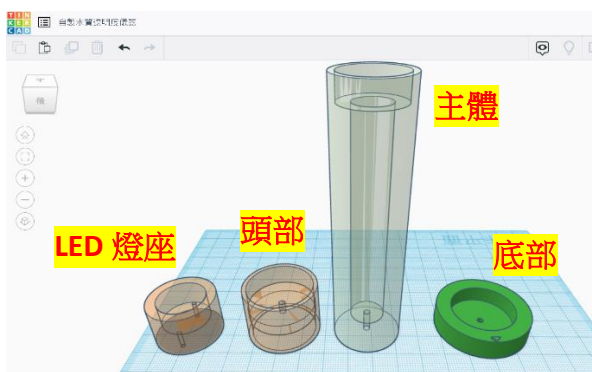


圖 3-8-1 Tinkercad 設計圖



圖 3-8-2 phyphox 物理測量 APP

調製檢測樣本

1. 分為 1 號試管~7 號試管、一根空試管、一根清水試管，每根容量 10mL
2. 裝一杯 200 mL 的清水在燒杯中，並加入紅色食用色素，作為「原液」
3. 原液濃度：1 號試管 100%、2 號試管 50%、3 號試管 25%、4 號試管 12.5%、5 號試管 6.25%、6 號試管 3.125%、7 號試管 1.65%（每根試管僅裝入前一號的 1/2 原液）
4. 將所有試管以清水補至 10mL，放入檢測器進行測試並紀錄實驗數據、分析實驗數據

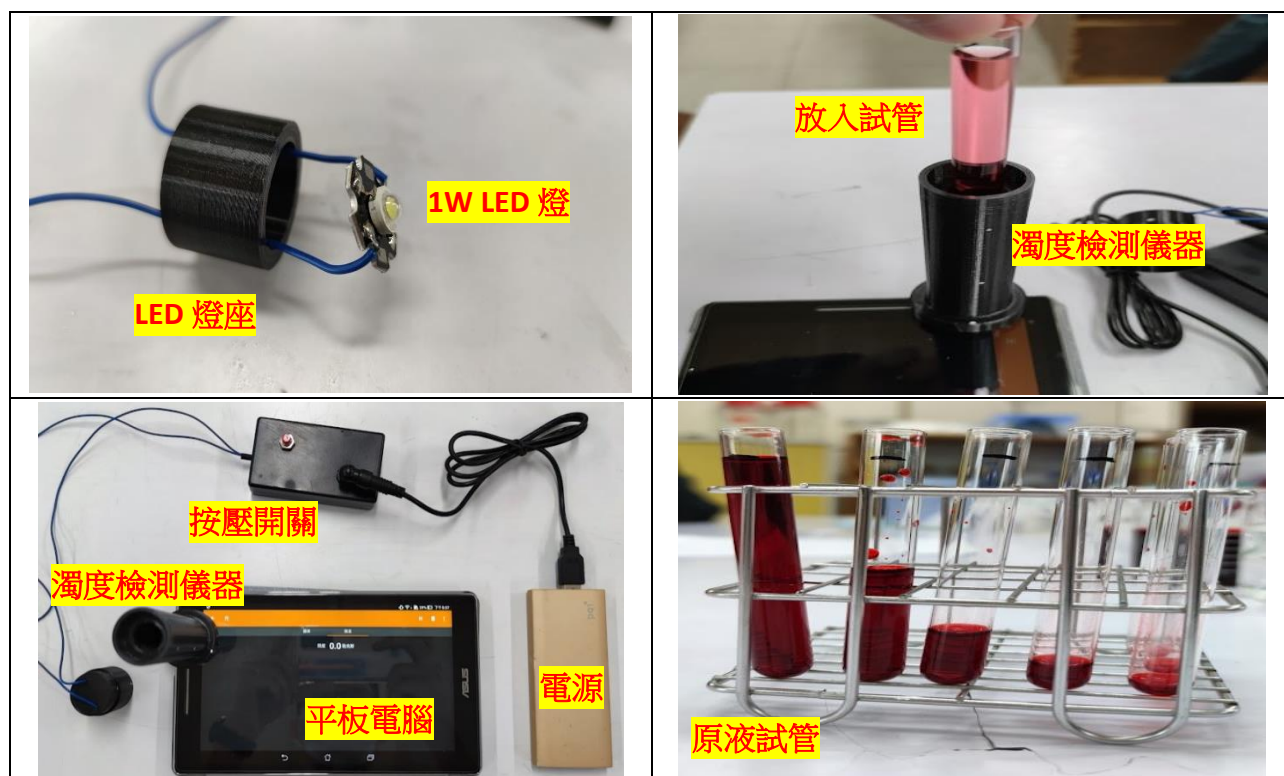


圖 3-8-3 自製水質濁度檢測儀器結構&原液試管照片

九、實驗 9：使用自製水質濁度儀器比較不同布料的濾水效果

(一) 實驗討論：我們在設計出能夠**量化**水質澄清度的裝置，並驗證效果後，決定對我們實驗過的樣本進行分析，看看分析結果對於我們的實驗是不是有所幫助。

(二) 實驗步驟：

1. 將實驗 8 之濾水測試樣本以滴管裝進試管內、確認所有樣本試管水位同高（10 mL）
2. 將樣本試管放入自製水質濁度檢測儀器、並開啟平板測量樣本讀數，記錄分析

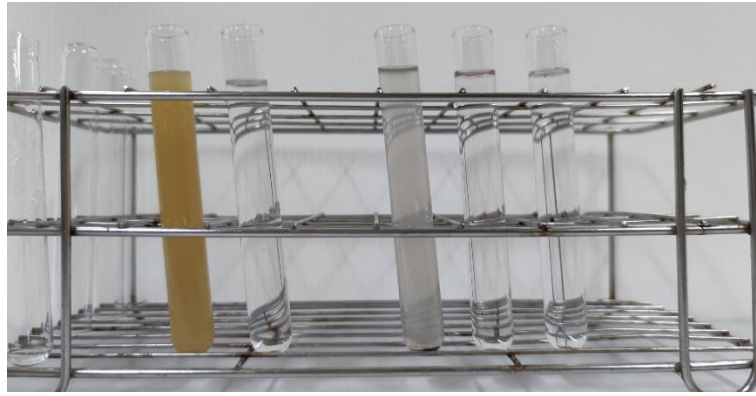


圖 3-9-1 自製水質濁度檢測儀器測量樣本照

十、實驗 10：濾材添加活性炭對濾水效果的影響

(一) 實驗討論：我們做了許多濾水的實驗，但之前的實驗所濾出的水仍然未達到澄清透明的程度，仍然有部分溶於水的物質無法被有效濾除。因此我們經由活性炭口罩的啟發後，決定在濾材中加入活性炭來進行濾水實驗。

(二) 實驗步驟：

1. 準備 8 個 250mL 燒杯分為四組，分為原水杯及濾水杯
2. 第一組&第三組為衛生紙濾材、第二組&第四組為衛生紙濾材+活性炭
3. 第一組&第二組原水杯內置入 20g 過篩細土水後加入 250mL 水調製為土水
4. 使用燒杯加 1000mL 水&食用色素(紅藍綠各 5 滴)調製色素原液，再從中吸取 250mL 加入在第三組&第四組原水杯內
5. 將衛生紙濾材放入實驗燒杯當中，測量濾水杯內水量的高度，並觀察、紀錄

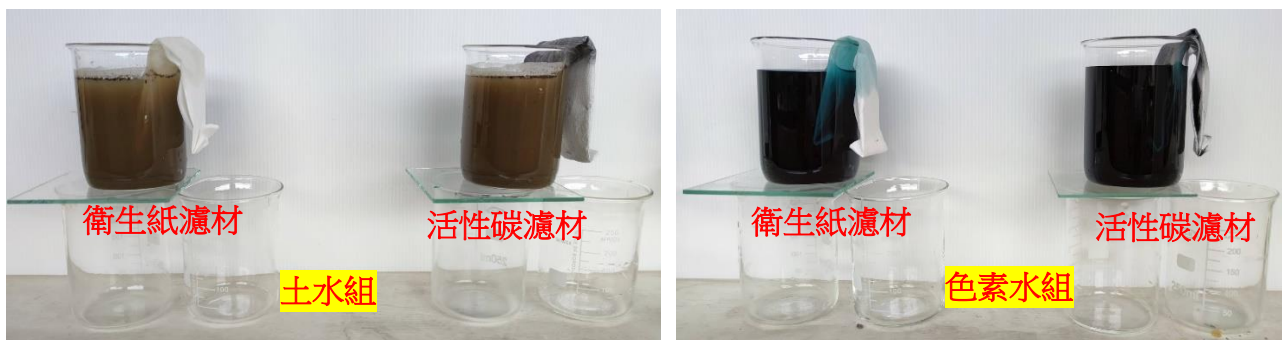


圖 3-10-1 土水組及色素水組的活性炭濾水實驗

十一、實驗 11：濾材對於過濾水溶液 pH 值的影響

(一) 實驗討論：我們想知道以此種過濾方式過濾水溶液後，溶液的酸鹼性是否會發生改變，因此我們決定開始以下實驗。

(二) 實驗步驟：

1. 調製兩杯原水液：(1) 醋酸水—250mL 食用醋+750mL 的水，測量酸鹼 pH 值。；
(2) 小蘇打水—50 g 小蘇打粉加水至 1000mL，測量酸鹼 pH 值。
2. 第一組及第二組取 250mL 燒杯，分別加入醋原水液 250mL；
第三組及第四組取 250mL 燒杯，分別加入小蘇打原水液 250mL。
3. 第一組、第三組濾材：衛生紙；第二組、第四組濾材：衛生紙+1 g 活性碳粉。
4. 將衛生紙濾材放入四組實驗燒杯當中，測量濾水杯的高度，並觀察、紀錄。

十二、實驗 12：順向纖維及橫向纖維對於過濾效果的影響

(一) 實驗討論：我們想知道纖維的方向性對於過濾效果的差異，於是我們在確認衛生紙纖維方向後，將衛生紙以折成不同方向的濾材進行實驗。

(二) 實驗步驟：

1. 準備 250mL 燒杯 4 個，第一組採用順向纖維過濾、第二組採用橫向纖維過濾。
2. 將衛生紙濾材放入兩組實驗燒杯當中，測量濾水杯的高度，並觀察、紀錄。

十三、實驗 13：將本研究成果用於生活情境之實際應用

(一) 實驗討論：為檢視本研究成果用於真實情境的實際表現，我們設計了兩個實驗。

(二) 實驗步驟：

情境（一）打掃拖地水過濾

1. 取兩件衣服（棉布衣、排汗衫），側邊裁切為前後兩半，並攤平於桌面上
2. 量取 10 g 活性碳粉末，均勻鋪灑在衣服布料上後，將布料折疊四次為長條形濾材
3. 取校園植物（射干葉子）對濾材兩端進行封口
4. 將拖地後水桶（原水桶）放於椅子上，並取空桶（濾水桶）至於地上後，安裝濾材
5. 過濾 7 小時，測量濾水桶的水量，並觀察、紀錄。

情境（二）野外應急濾水

1. 前三步驟同情境（一）操作，完成濾材製作
2. 於泥土地上挖兩個直徑約 25 公分，深度約 25 公分之坑洞，一個坑洞裝入水用以模擬野外取地的濁水，另一個坑洞放入容器用以承裝過濾水。
3. 於兩坑洞交界處鋪上葉子，隔絕濾材與土地直接接觸後，安裝濾材
4. 開始過濾，測量濾水桶的水量，並觀察、紀錄。



圖 3-13-1 情境設定及濾材設計

肆、研究結果

一、實驗 1：比較不同長度的濾材對濾水效果的影響

表 4-1-1 不同長度的衛生紙的濾水杯－水位高度（公分）

時間	水位	濾材長度 19.5cm	濾材長度 27.5cm	濾材長度 37.6cm
1 小時		1.5	1.7	1.8
2 小時		2.2	3.1	3.2
2.5 小時		3	4.2	4.2
3 小時		3.1	4.5	4.5

最先開始濾出水的是濾材長度最短那組，但之後我們觀察到，衛生紙濾材最長的那組濾水高度已經高於第一組了，代表濾水速度可能跟衛生紙濾材長度有關係。且隨著時間推進，三組杯子的濾水速度都顯著下降，其中濾材長度最短組的過濾速度下降最明顯。

衛生紙濾材最短，濾水杯水最髒；衛生紙濾材較長則水流速快，且濾材上的髒污明顯，因為髒汙由原水端被帶往濾水端，衛生紙濾材越長，則濾水末端的濾材越乾淨。

表 4-1-2 不同長度的衛生紙的單位時間－濾水速度（公分）

單位時間 \ 水位差	濾材長度 19.5cm	濾材長度 27.5cm	濾材長度 37.6cm
第 1 小時	0.7	1.4	1.4
第 2 小時	0.8	1.1	1
第 3 小時	0.1	0.3	0.3

二、實驗 2：比較不同厚度的濾材對濾水效果的影響

表 4-2-1 不同厚度的衛生紙濾的水杯－水位高度（公分）

時間 \ 水位	厚度 1 層	厚度 2 層	厚度 3 層	厚度 4 層
0.5 小時	1.3	1.8	1.8	1.8
1.5 小時	2.3	3.4	3.6	3.4
2.5 小時	3	4.3	4.5	4
3.5 小時	3.5	5	5.1	4.5

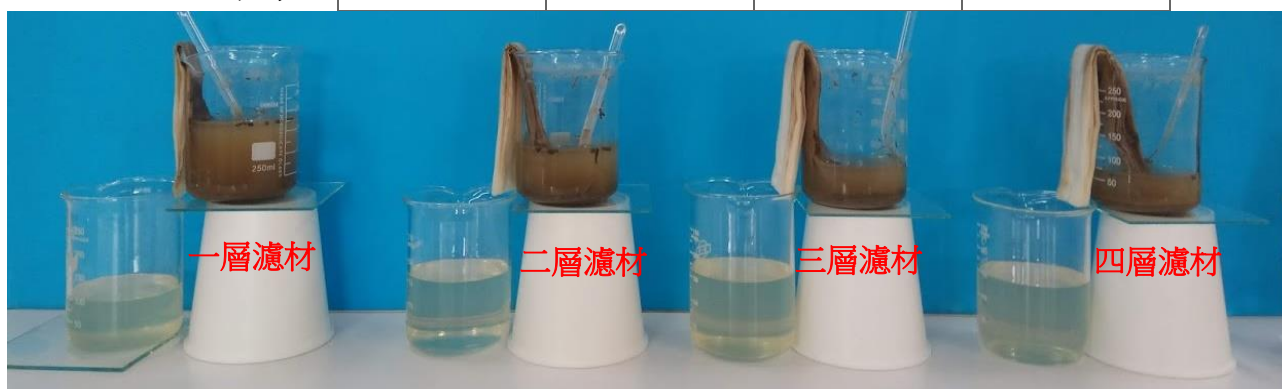


圖 4-2-1 四組不同厚度的濾材實驗水杯

表 4-2-2 不同厚度衛生紙的單位時間－濾水速度（公分）

單位時間 \ 水位差	厚度 1 層	厚度 2 層	厚度 3 層	厚度 4 層
第 1 小時	1	1.6	1.8	1.6
第 2 小時	0.7	0.9	0.9	0.6
第 3 小時	0.5	0.7	0.6	0.5

濾水速度觀察：一層濾材的過濾速度一直都是最慢，但是四層濾材的過濾速度在後來也明顯變慢，且所有濾材的濾水速度會隨時間效率越來越差，過濾的速度越來越慢。

觀察使用後的濾材發現：一層濾材最髒、二層濾材次髒、三四層濾材相較起來比較白且差不多髒，且一層濾材及二層濾材濾出的水較為乾淨，而第三四層衛生紙濾出的水較濁。

三、實驗 3：比較不同衛生紙成型法對濾水效果的影響

整個實驗下來，第五組紙飛機組小一大的平均出水速度最快，其他依次為第一組對折組、第四組紙飛機組大一小的、第二組捲筒組，最後是第三組螺旋組。

我們發現將衛生紙濾材折成紙飛機的成型法，其濾水速度較快，尤其是在水流方向從小端流到大端時最為顯著，且同實驗 2 發現，所有濾材的濾水過濾速度越來越慢。

表 4-3-1 不同衛生紙成型法的濾水杯－水位高度（公分）

時間 \ 水位	對折	捲筒	螺旋	紙飛機大一小	紙飛機小一大
0.5 小時	1.4	1.1	0.9	1.3	1.4
1.5 小時	2.5	2.3	1.9	2.3	2.6
2.5 小時	3.1	2.8	2.5	3	3.5
3.5 小時	3.8	3.3	3	3.7	4
4.5 小時	4.2	3.8	3.3	4.1	4.5

表 4-3-2 不同衛生紙成型法的單位時間－濾水速度（公分）

水位差 \ 單位時間	對折濾水速度	捲筒濾水速度	螺旋濾水速度	紙飛機大一小濾水速度	紙飛機小一大濾水速度
1.5 小時	1.1	1.2	1	1	1.2
2.5 小時	0.6	0.5	0.6	0.7	0.9
3.5 小時	0.7	0.5	0.5	0.7	0.5
4.5 小時	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5

四、實驗 4：比較清水與土水對濾水水流速度的影響

表 4-4-1 清水與土水過濾水杯水位高度 及 單位時間的濾水速度（公分）

時間 \ 水位	清水組	土水組	單位時間 \ 水位差	清水組濾水速度	土水組濾水速度
0.5 小時	1.3	0.8			
1 小時	2.3	1.3	1 小時	1	0.5
2 小時	3.3	2	2 小時	1	0.7
3 小時	4	2.4	3 小時	0.7	0.4
4 小時	4.7	2.8	4 小時	0.7	0.4
5 小時	5	3	5 小時	0.3	0.2

從實驗開始，清水組和土水組的濾水速度已經可以明顯看出拉開差距了，清水組的單位時間濾水速度較快，並且此情況保持到實驗結束都沒變。

我們嘗試將實驗放置到隔日繼續觀察，發現清水組的原水杯以過濾完畢，而土水杯的原水杯內卻還殘留不少水分，但我們檢查濾材依然是連接的狀態，代表濾材失效了。

五、實驗 5：比較濾材末端是否接觸水面對濾水速度的影響

表 4-5-1 比較衛生紙濾材末端是否接觸水面對濾水速度的影響（公分）

時間 \ 水位	接觸組水面高度	非接觸組水面高度	接觸組濾水速度	非接觸組濾水速度
0.5 小時	1.7	2		
1 小時	2.3	3	0.6	1
1.5 小時	2.9	3.8	0.6	0.8
2 小時	3.4	4.5	0.5	0.7
2.5 小時	3.5	5	0.1	0.5

實驗開始即發現接觸組的濾水量比較少，且隨著實驗時間推進，接觸組的濾水量皆無法超過非接觸組的濾水量。同實驗 2，兩組實驗的濾水的速度，都有隨時間越來越慢的趨勢。

隔日觀察，接觸組的兩個杯子水面已經達成平衡，而非接觸組的原水則已經完全乾枯。

六、實驗 6：原水杯水面與濾水杯出水口落差高度對水流速的影響

表 4-6-1 原水杯水面與濾水杯出水口落差高度對水流速的影響－水位高度（公分）

時間 \ 水位	100mL	200mL	300mL
0.5 小時	0	0.8	2.1
1 小時	0	1.3	3
1.5 小時	0.6	2	4.2
2 小時	0.9	2.5	5.4
2.5 小時	1	3	6

表 4-6-2 原水杯水面與濾水杯出水口落差高度單位時間－濾水速度（公分）

單位時間 \ 水位差	100mL 濾水速度	200mL 濾水速度	300mL 濾水速度
1 小時	0	0.5	0.9
2 小時	0.6	0.7	1.2
3 小時	0.3	0.5	1.2
4 小時	0.1	0.5	0.6
5 小時	0.1	0.2	0.5

300mL 組及 200mL 組已經開始滴水 1.5 小時後，100mL 組才開始看到有水濾出。

就濾水速度來說，高低落差最多的 300mL 組到實驗結束前的每單位時間濾水速度最快、

200mL 組次之、高低落差最少 100mL 組出的每單位時間瀘水速度最慢。

三組實驗的瀘水速度接隨著實驗進行一段時間後皆有下降，但瀘水速度始終保持 300mL 組最快、200mL 組次之、100mL 組出最慢。

七、實驗 7：比較不同布料對瀘水效果的影響

表 4-7-1 比較不同布料瀘水效果的影響－水位高度（公分）

時間 \ 水位	棉布	排汗紗	不織布	衛生紙	抹布
0.5 小時	0.2	1.6	0.0	2.2	1.4
1 小時	0.5	2.5	0.0	2.9	2.4
1.5 小時	0.9	3.0	0.0	3.4	2.8
2 小時	1.1	3.6	0.0	4.0	3.5
2.5 小時	1.2	4.3	0.0	4.2	4.0
3 小時	1.3	4.9	0.0	4.6	4.3

表 4-7-2 比較不同布料瀘水效果的單位時間－瀘水速度（公分）

單位時間 \ 水位差	棉布	排汗紗	不織布	衛生紙	抹布
1 小時	0.3	0.9	0.0	0.7	1.0
1.5 小時	0.4	0.5	0.0	0.5	0.4
2 小時	0.2	0.6	0.0	0.6	0.7
2.5 小時	0.1	0.7	0.0	0.2	0.5
3 小時	0.1	0.6	0.0	0.4	0.3

以瀘水速度來說，一開始衛生紙的速度最快，次之為排汗紗、接下來為抹布與棉布，最差的為不織布組，且四組瀘材的每單位時間瀘水速度皆呈現變慢的趨勢。2 小時後之後排汗紗組的瀘水速度開始反超衛生紙組，呈現後來居上之勢，而不織布組則是是不吸水的狀態。

八、實驗 8：自製水質濁度檢測儀器

表 4-8-1 透光度測試結果（勒克斯）

	試管 1	試管 2	試管 3	試管 4	試管 5	試管 6	試管 7	淨水試管	空試管
第一次測量	1	24	47	76	139	159	164	2767	586
第二次測量	3	20	46	83	132	186	178	2810	484
第三次測量	2	18	45	80	162	152	136	2765	488
第四次測量	1	22	44	80	161	151	141	2748	483
第五次測量	2	19	42	80	124	100	139	2718	484
平均	1.8	20.6	44.8	79.8	143.6	149.6	151.6	2761.6	505

我們製作的試管中，顏色濃淡分別是 1（最濃）~7（最淡），而我們的測試結果也發現透光度由低到高的順序也是由 1 號到 7 號試管，隨著色素「原液」被稀釋的越多，達到原液的 1/16~1/64 時肉眼觀察看起來已經很淡了，但我們所製之檢測器依然可以分析出濃淡的透光度數值差異，且差異性數值也會越差越小，代表儀器有效。

九、實驗 9：使用自製水質濁度儀器比較不同布料的濾水效果

表 4-9-1 不同布料的濾水效果－透光度（勒克斯）

	棉布	排汗紗	衛生紙	抹布
平均透光度	1334.6	566.6	621.2	393.6

測試檢果顯示棉布組濾水的效果表現較好，水質呈現較高的透光度，平均透光度為 1334.6 勒克斯，表示大多數的泥沙能夠被有效過濾、表現次之的為衛生紙組，水質濁度表現最差的是舊抹布組，平均透光度只有 393.6 勒克斯，而不織布完全不吸水，排除統計。

十、實驗 10：濾材添加活性炭對濾水效果的影響

表 4-10-1 濾材添加活性炭的濾水效果－透光度（勒克斯）

	原土水	過濾土水	過濾土水 + 活性炭	原色素水	過濾色素水	過濾色素水 + 活性炭
平均	0.0	1174.4	1327.8	15.4	24.8	1173.0

土水組：有加活性炭的濾材濾出的水呈現透明狀，反之則呈現微微黃色。

色素水組：有加活性炭的濾材之過濾效果，明顯比沒加活性炭的濾材好，有明顯差異。

十一、實驗 11：濾材對於過濾水溶液 pH 值的影響

表 4-11-1 濾材對於過濾水溶液 pH 值的影響（透光度）

	酸性原液	酸性過濾液	酸性過濾液 + 活性炭	鹼性原液	鹼性過濾液	鹼性過濾液 + 活性炭
平均透光度	526	500	745	510	579	345

表 4-11-2 濾材對於過濾水溶液 pH 值的影響

	酸性原液	酸性過濾液	酸性過濾液 + 活性炭	鹼性原液	鹼性過濾液	鹼性過濾液 + 活性炭
外觀	淡黃色	淡黃色	透明無色	透光微白色	透明無色	透明無色
pH 值	2.91	2.83	2.95	8.69	9.04	8.97

在濾材中加入活性過濾後，醋水溶液的顏色觀察到變成透明無色。但小蘇打過濾液卻經由檢測發現，添加活性碳的濾材後，反而稍稍降低了透光度，應該是由於濾材中的細微活性碳粉被流動液體帶出導致，但肉眼看小蘇打過濾液皆呈現無色透明。

酸鹼值檢測後發現，原始醋水：pH2.91，過濾後第一組：pH2.83、第二組：pH2.95；原始小蘇打水：pH8.69，過濾後第三組：pH9.04、第四組：pH8.97，並無明顯差異。

十二、實驗 12：順向纖維及橫向纖維對於過濾效果的影響

表 4-12-1 順向纖維及橫向纖維的過濾液高度（公分）

時間 \ 水位	順向纖維	橫向纖維
0.5 小時	0.6	0.8
1 小時	1.0	1.5
1.5 小時	1.5	2.0
2 小時	1.9	2.5
2.5 小時	2.5	3.2

我們發現以橫向纖維過濾水溶液時，過濾速度較快，效率較高。

十三、實驗 13：將本研究成果用於生活情境之實際應用

情境（一）打掃拖地水過濾實驗，驗證將拖地過後的水進行過濾後，過濾水能否進行二次利用，主要用於廁所沖洗及二次拖地。濾材選擇上我們使用兩種材質舊衣服+活性碳，經過 7 小時過濾後，棉布+活性碳濾材過濾出約 250mL 水量；排汗衫+活性碳濾材過濾出約 1000mL 水量，排汗衫濾水速度較快。相較於原水的混濁不堪，過濾後的水肉眼觀察呈現澄清透明，透光度測量值顯示棉布衣水質較清澈。

表 4-13-1 情境（一）打掃拖地水過濾—透光度（勒克斯）

	原水桶	棉布衣過濾	排汗衫過濾
平均透光度	0	488	340

情境（二）野外應急濾水實驗，則模擬於野外山區可能缺乏清澈水源，但發現有混濁小水坑的情境（參考 20140209 MIT 台灣誌：中央山脈大縱走，仙草水實際片段）。此時我們如果以身上衣服加上營火燃燒剩下的碳質粉末，可以做為野外應急濾水使用。經過 2.5 小時過濾後，棉布+活性碳濾材尚無出水量；排汗衫+活性碳濾材過濾出約 600mL 水量。過濾後的水呈現透明狀+漂浮少許雜質，透光度為 413 勒克斯。

表 4-13-2 情境（二）野外應急濾水－透光度（勒克斯）

	原水	棉布衣過濾	排汗衫過濾
平均透光度	0	尚無濾出水	413

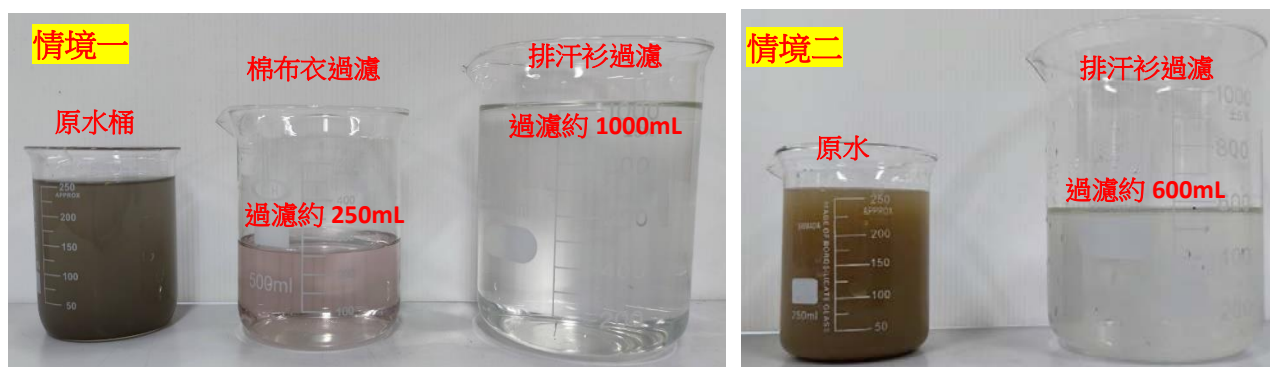


圖 4-13-1 情境（一）及情境（二）濾水結果照片

伍、討論

一、實驗 1：比較不同長度的濾材對濾水效果的影響

觀察到隔日濾材最短組已經停止濾水了，且原水杯水位剛好停在濾材末端，換言之，濾材最短組的水還有半杯沒有濾，但濾材較長組別杯則持續濾水直到原水杯接近乾枯。

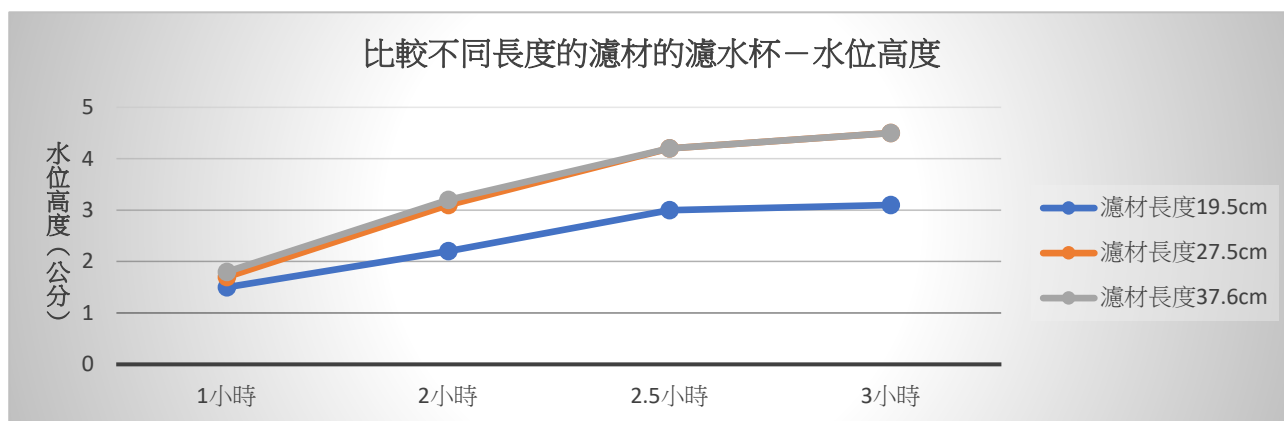


圖 5-1-1 不同長度的濾材的濾水杯－水位高度（公分）

我們觀察到濾材最短組的原水水面和衛生紙末端的高度差最近，濾水速度最慢。我們推論，濾水的「動力來源」可能和原水杯水面跟濾材末端的「濾材兩端高度差」有關係。

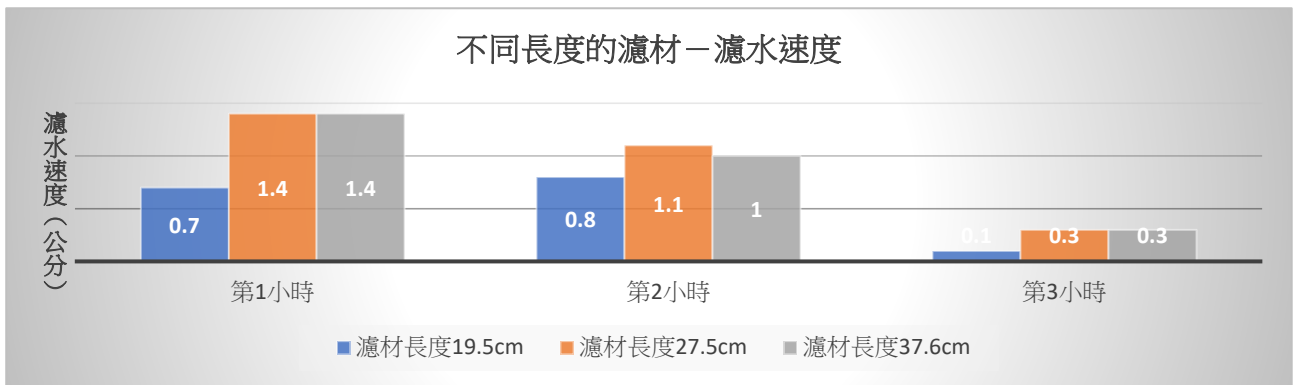


圖 5-1-2 不同長度濾材的單位時間濾水速度（公分）

二、實驗 2：比較不同厚度的濾材對濾水效果的影響

過濾速度：濾材逐漸增厚而有越來越快，太多層的濾材，對濾水速度沒有幫助。

透過觀察衛生紙濾材濾出的水，衛生紙越厚，其整體濾材中的孔隙越多，每層相疊的空隙也越大，因為「毛細效應」的關係，土和水吸上來的數量比較多，流速較快。反之，流速最慢的一層濾材，濾材上面卡的沙土最多，過濾水質較乾淨。另外，所有濾材的濾水速度會隨時間效率越來越差，過濾的速度越來越慢，我們推測因為孔隙被沙土填滿導致「毛細效應」下降，纖維吸水效果越來越差。

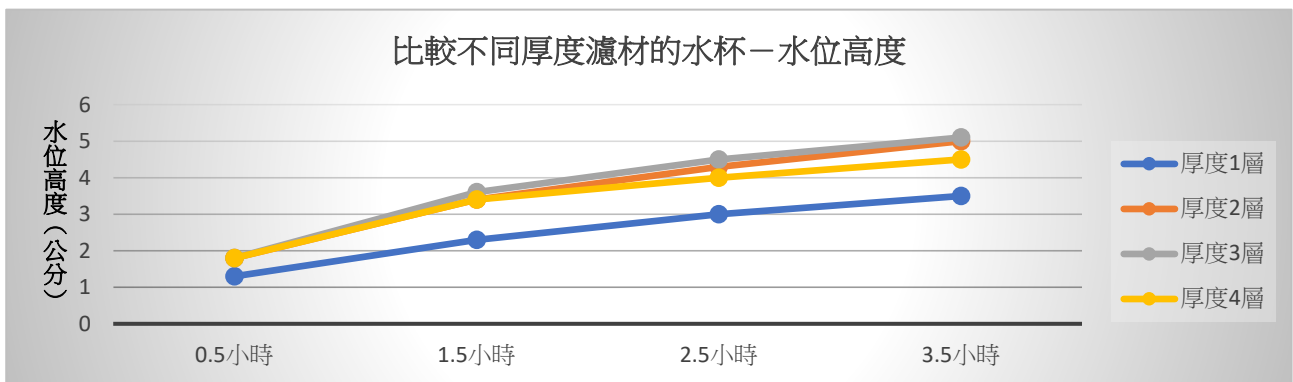


圖 5-2-1 不同厚度的濾材濾的水杯－水位高度（公分）

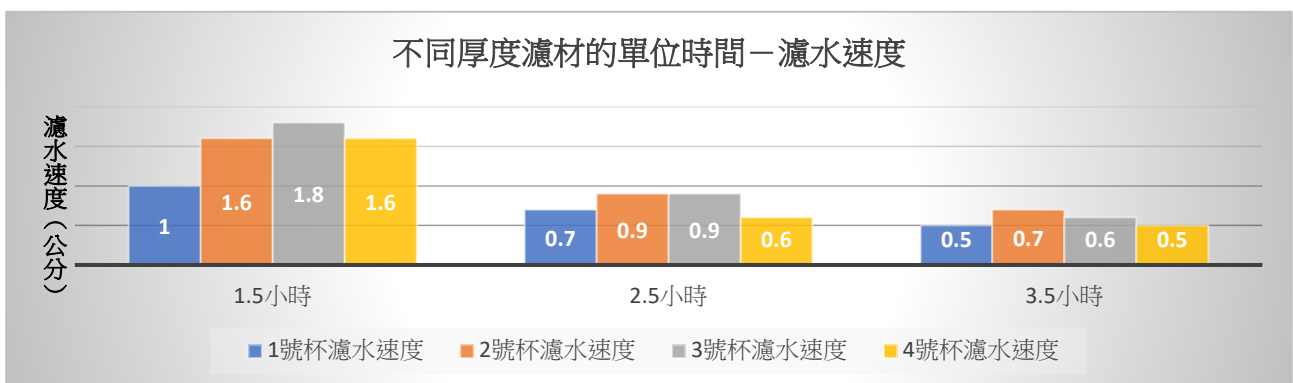


圖 5-2-2 不同厚度濾材的單位時間－濾水速度（公分）

三、實驗 3：比較不同衛生紙成型法對濾水效果的影響

相較簡單的對折成型法，也有不錯的濾水速度；如果把衛生紙擰成繩子的螺旋形，水流通的速度最慢。另外我們發現過濾後水質較髒的兩組剛好就是濾水速度最快的那兩組。可能因為，過快的濾水速度代表水流在濾材上的搬運力量較強，導致髒污顆粒無法有效停留在濾材上而讓濾出水較髒，這點跟實驗 2 觀察到的現象相符合。

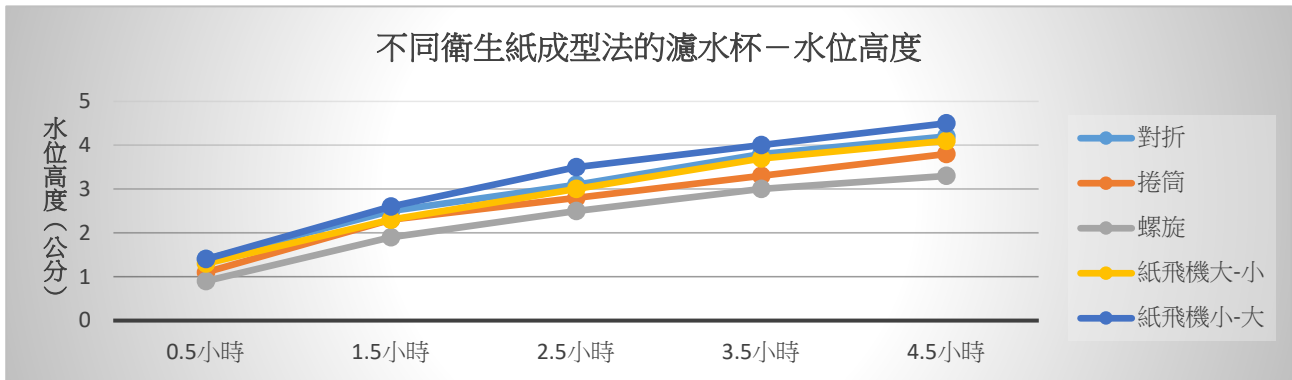


圖 5-3-1 不同衛生紙成型法的濾水杯－水位高度（公分）

另一項證據顯示，我們從使用之後的濾材上發現，水流較快的組別，濾材上被汙染的區域較大，而流水速度最慢的組別，濾材上則尚可見白色尚未被汙染的部分。

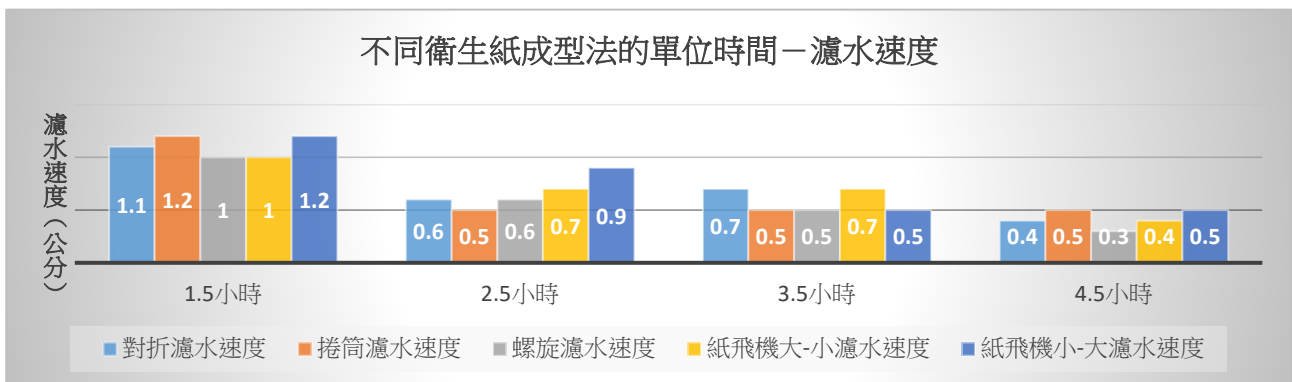


圖 5-3-2 不同衛生紙成型法的單位時間－濾水速度（公分）

四、實驗 4：比較清水與土水對濾水水流速度的影響

我們發現就濾水速度的觀察結果，清水組濾出的水位到實驗結束前，每單位時間清水組濾水速度較快，土水組的每單位時間濾水速度較慢。隔日觀察時發現，土水組的水分沒有過濾完成，停止過濾了，且濾材上殘留非常多的髒污，所以我們認為原水杯的「泥沙含量」的確會影響濾水時的濾水效率，而且當髒污卡在濾材上越多時，過濾的效果也會越來越差，甚至當濾材上卡滿髒污時會使濾材失去出水效果。

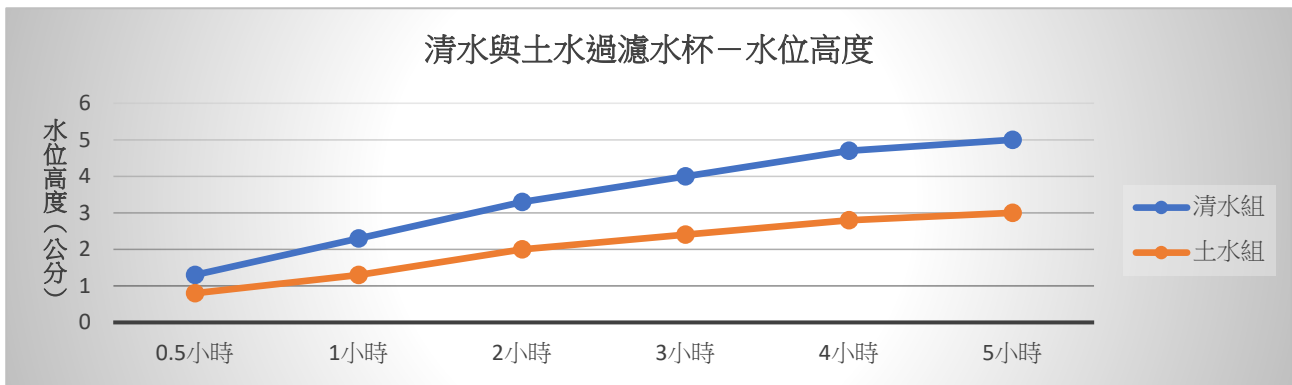
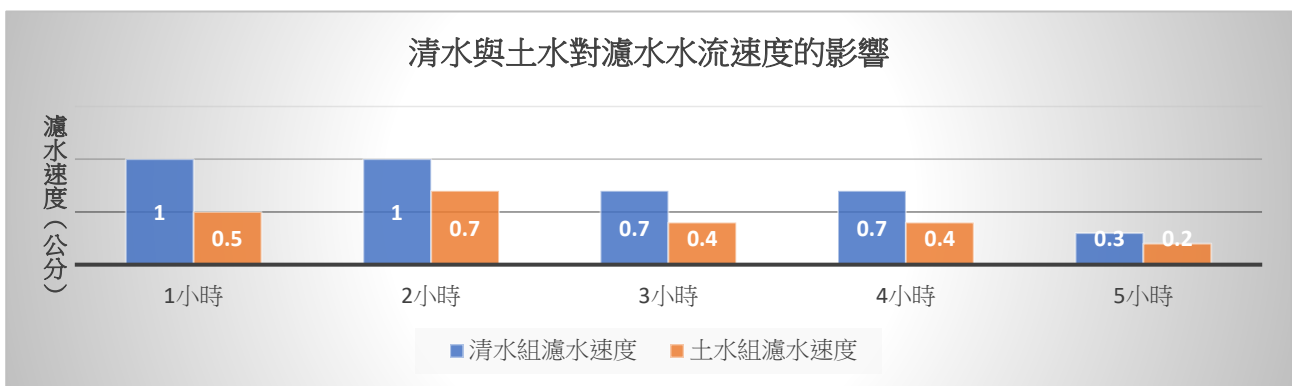


圖 5-4-1 清水與土水過濾水杯－水位高度 (公分)

兩組濾材無論有無泥沙，其濾水速度接隨著實驗進行一段時間後皆有下降，代表了除了泥沙含量外，原水/濾水兩端的高低差會縮小，濾水速度也越來越慢，呼應**實驗 1**的結果。



5-4-2 水與土水過濾水杯的單位時間－濾水速度 (公分)

五、實驗 5：比較濾材末端是否接觸水面對濾水速度的影響

我們發現，濾水端濾材如果沒有和濾水杯水面接觸，則濾水速度會比較有效率。

同時，我們也發現濾水速度會隨著時間越來越慢，但我們本實驗使用的是清水，所以我們可以排除是濾材被髒污堵住的可能性；而且兩組實驗的濾水速度也不一樣，接觸組的濾水速度有比較顯著的變慢，我們猜測濾水速度可能與原水杯一出水杯的液面高度差有關係。最終在兩杯水的液面達成平衡時停止濾水，而不接觸組則會在最終將所有水濾完，這讓我們想到跟「虹吸現象原理」有點類似。

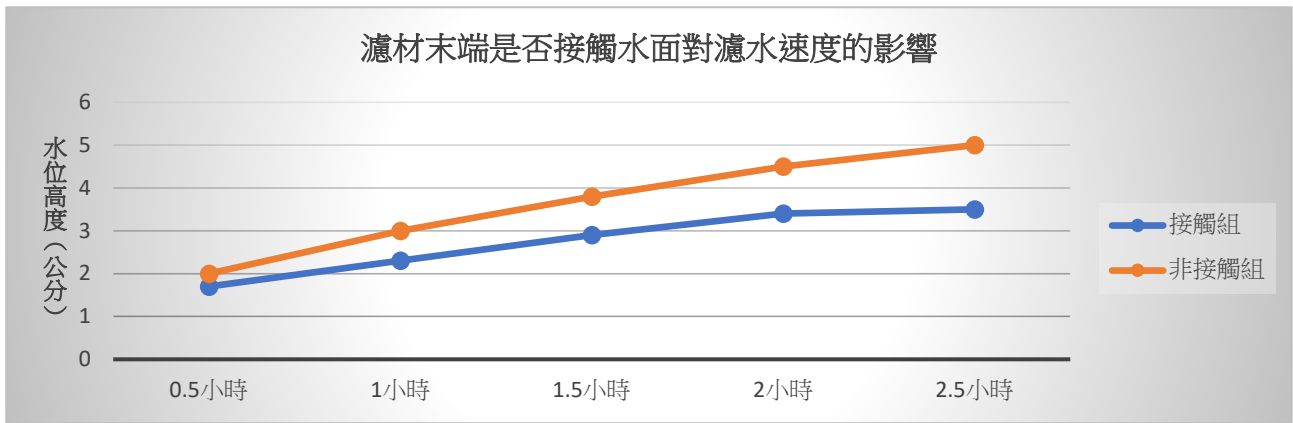


圖 5-5-1 比較衛生紙末端是否接觸水面對濾水速度的影響 (公分)

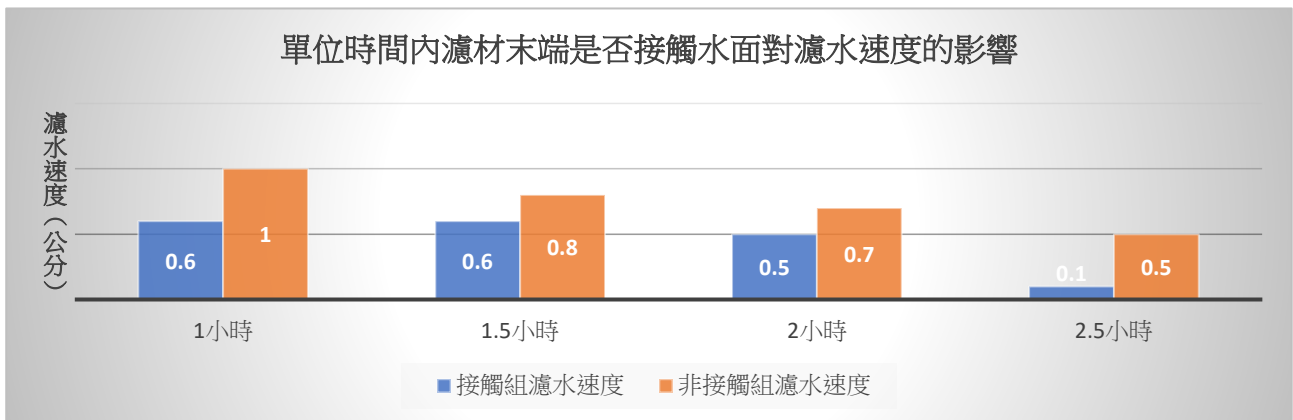


圖 5-5-2 單位時間—濾材末端是否接觸水面對濾水速度的影響 (公分)

六、實驗 6：原水杯水面與濾水杯出水口落差高度對水流速的影響

我們認為原水杯水面與濾水口端落差高度對濾水時水流的速度的確產生影響，**高低落差越大，則濾水速度越快**；且隨著實驗進行一段時間後，因為原水杯的液面高度下降，但出水端口位置依舊不變，所以濾水速度也變慢。符合**實驗 5**的虹吸現象原理猜測。

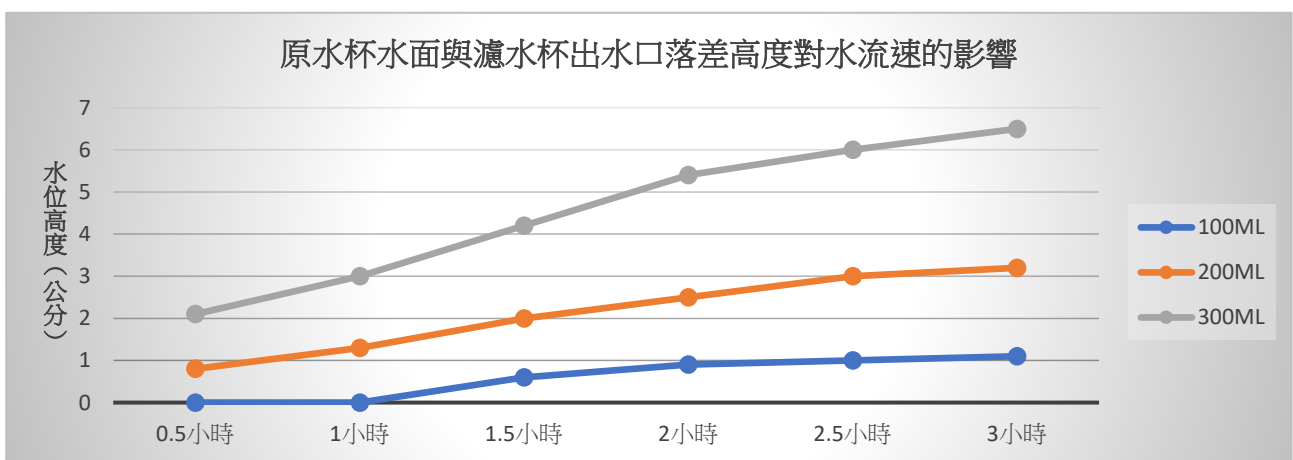


圖 5-6-1 原水杯水面與濾水杯出水口落差高度對水流速的影響—水位高度 (公分)

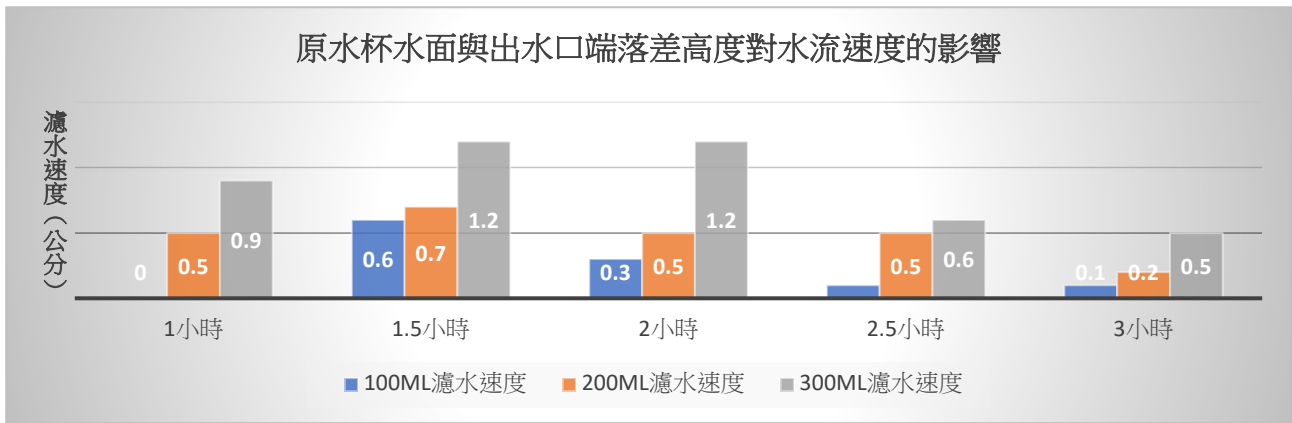


圖 5-6-2 原水杯水面與濾水杯出水口落差高度單位時間—濾水速度（公分）

七、實驗 7：比較不同布料對濾水效果的影響

發現四組濾材濾水速度皆呈現變慢的趨勢，依照前幾個實驗的觀察，我們認為有兩個主要原因：1、因為原水杯液面與濾水杯液面的水位高低差縮小 2、布料纖維孔隙因為泥沙堆積，進而導致濾水效率下降。而排汗紗組之所以後來的濾水速度能夠超越衛生紙組的原因是因為排汗紗的孔隙較大，比較不容易被泥沙堵住而呈現穩定的濾水速度。

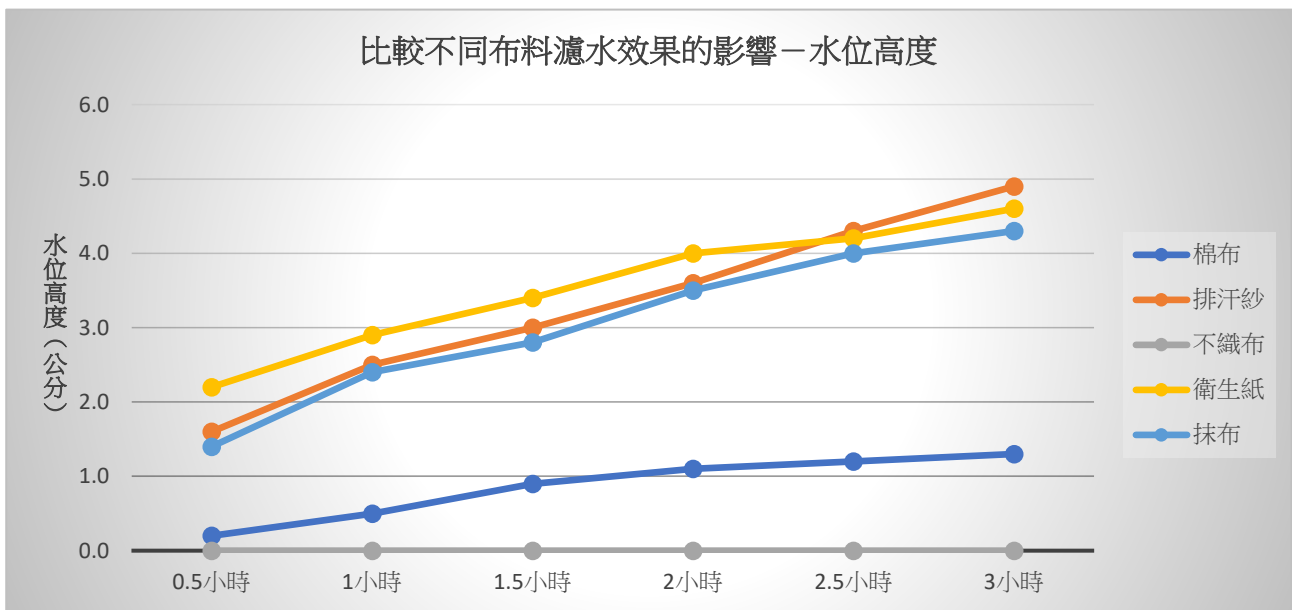


圖 5-7-1 比較不同布料濾水效果的影響—水位高度（公分）

我們也發現棉布組的濾水速度雖然最慢，但是其過濾出來的水卻是最為清澈乾淨的，我們認為這是因為水流在棉布上移動速度緩慢，所以水流的搬運作用最小，導致水中的細懸浮微粒沒有被帶出來太多，成功將髒東西留過濾在濾材之上，符合**實驗 4**的結果。

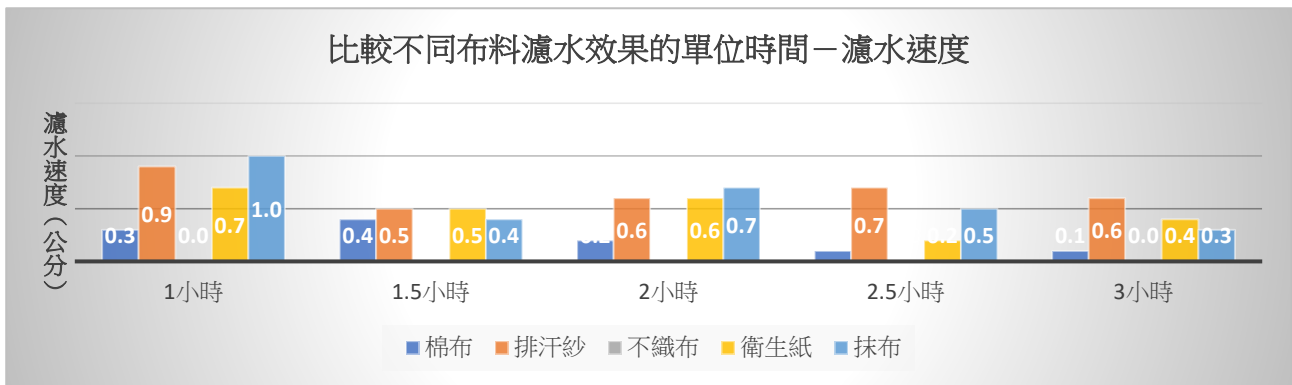


圖 5-7-2 比較不同布料濾水效果的單位時間－濾水速度（公分）

八、實驗 8：自製水質濁度檢測儀器

我們做了一個水質濁度檢測儀器，期望能用來解決我們用肉眼觀察過濾水清澈度不準確也缺乏量化資料的問題，從這次實驗中發現，色素濃度越高的試管，其透光度數值也越差，初步驗證了這台我們自製的水質濁度檢測儀器有效果，因此我們認為用在過濾水實驗時，過濾後水的清澈度也會影響透光度，這台水質濁度檢測儀器應該可以派上用場。

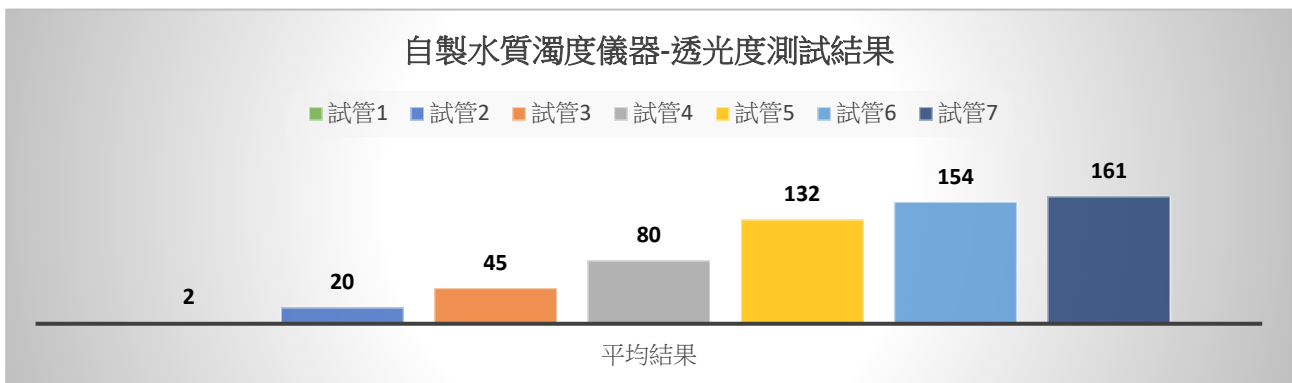


圖 5-8-1 自製水質濁度儀器測試結果-透光度（勒克斯）

九、實驗 9：使用自製水質濁度儀器比較不同布料的濾水效果

首先，由實驗結果發現自製水質濁度檢測器在測試每一個樣本時的「穩定性」表現不錯，每個樣本連續測試五次的透光度讀數變化不大，也讓平均結果更具參考性。

此外，這次的檢測結果，同時與我們之前**實驗 7**的肉眼觀測結果相符合，棉布測試組的過濾後水質看起來最為清澈，而我們自製儀器測試後的結果也表明相同的結果。

也就是說，我們發現以纖維材料進行濾水實驗時，過濾的速度越快，不一定代表濾水效果比較好，還要考量過濾後的水質是否堪用，某些布料纖維的濾水速度雖然較慢，但是濾出來的水卻較乾淨，應證了我們之前的猜想：水流在纖維上移動速度緩慢，代表水流的搬運

作用最小，導致水中的細懸浮微粒沒有被帶出來太多，成功將髒東西留過濾在濾材之上。

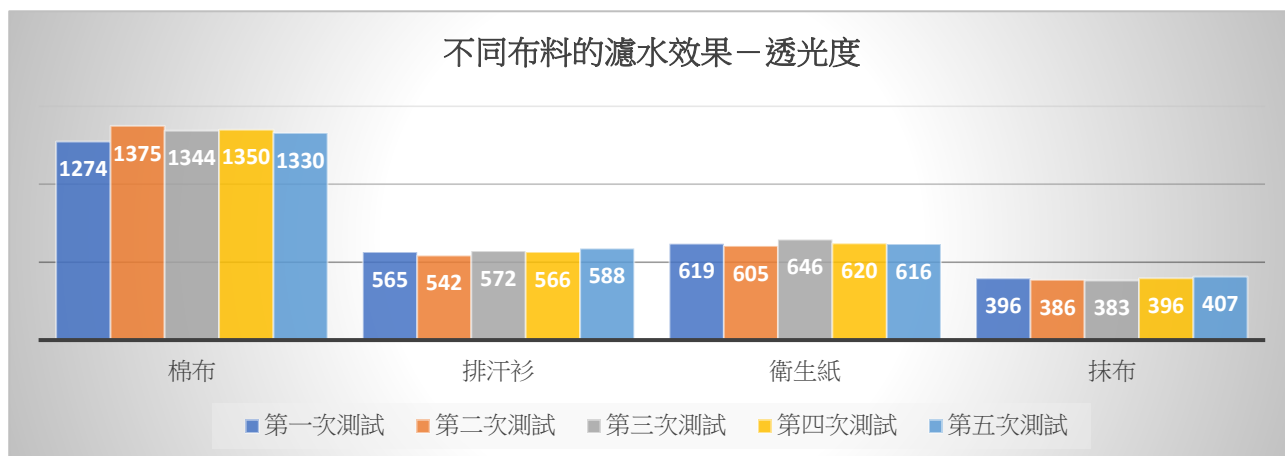


圖 5-9-1 不同布料的濾水效果－透光度（勒克斯）

十、實驗 10：濾材添加活性碳對濾水效果的影響

有加活性碳的濾材濾出的水，明顯比沒有加活性碳的濾材清澈很多，尤其脫色效果有卓越表現，透光度得到顯著提高，且有效改善了原本的濾材只能對水中不溶於水的小顆粒進行過濾但無法濾除溶於水的物質之缺點。

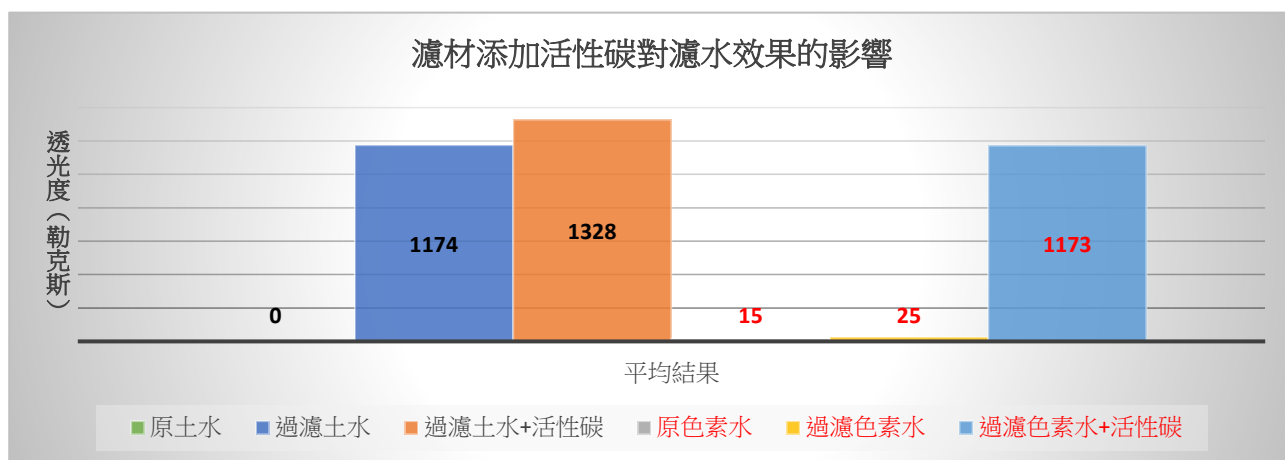


圖 5-10-1 不同布料的濾水效果－透光度（勒克斯）

十一、實驗 11：衛生紙濾材對於過濾水溶液 pH 值的影響

原水杯醋水溶液呈現淡黃色，使用濾材+活性碳後，所濾出液體顏色消失，表示活性碳加入濾材後能有效吸收水溶液顏色。完成過濾後，前後溶液 pH 值差異很小，我們認為以此濾材使用在過濾酸鹼溶液，尚不具備顯著改變過濾水酸鹼性的能力。

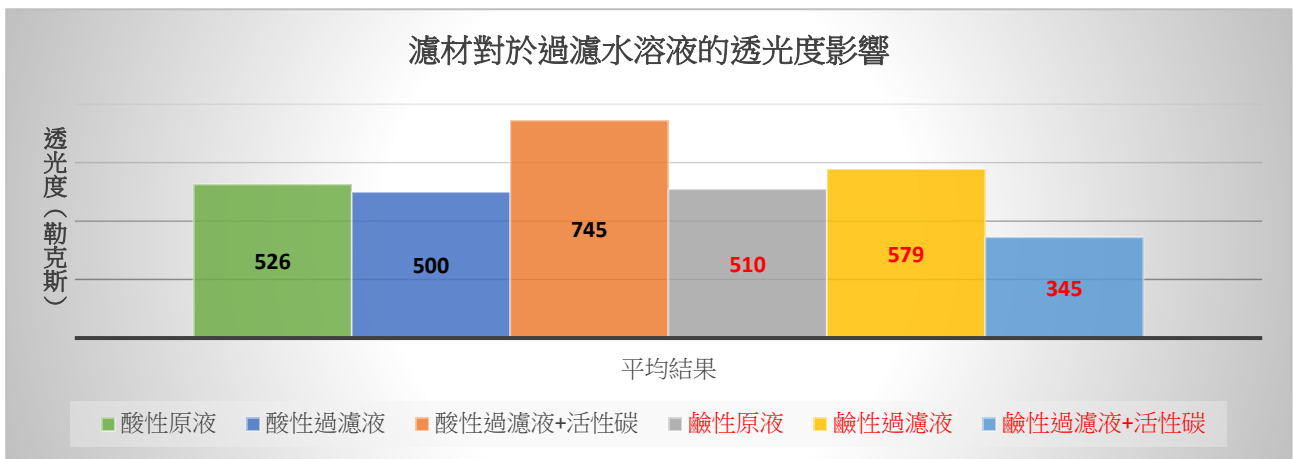


圖 5-11-1 衛生紙濾材對於過濾水溶液的影響-透光度 (勒克斯)

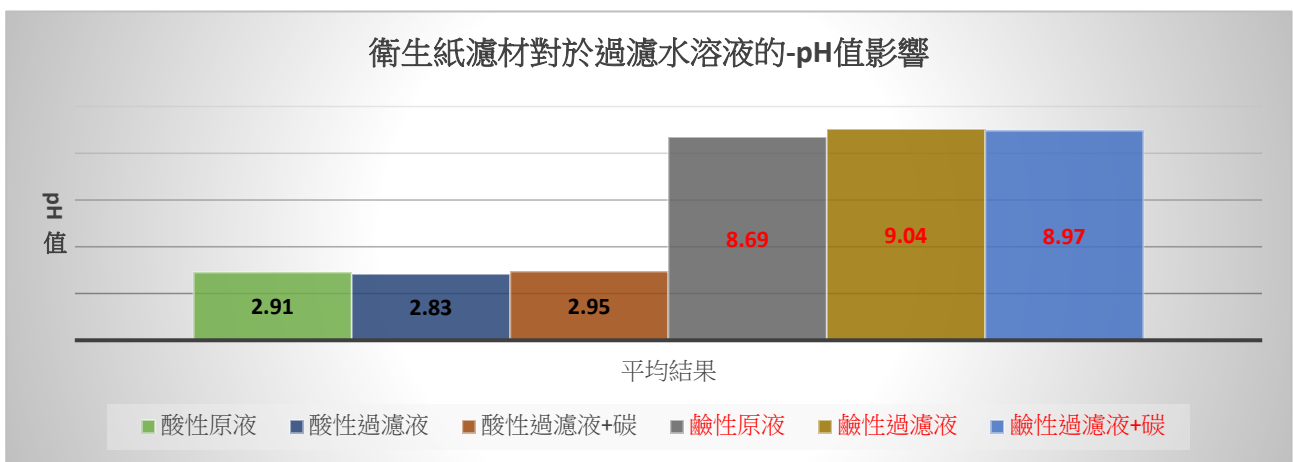


圖 5-11-2 衛生紙濾材對於過濾水溶液的-pH 值影響

十二、實驗 12：順向纖維及橫向纖維對於過濾效果的影響

我們發現以橫向纖維過濾水溶液時，過濾速度較快，效率較高。

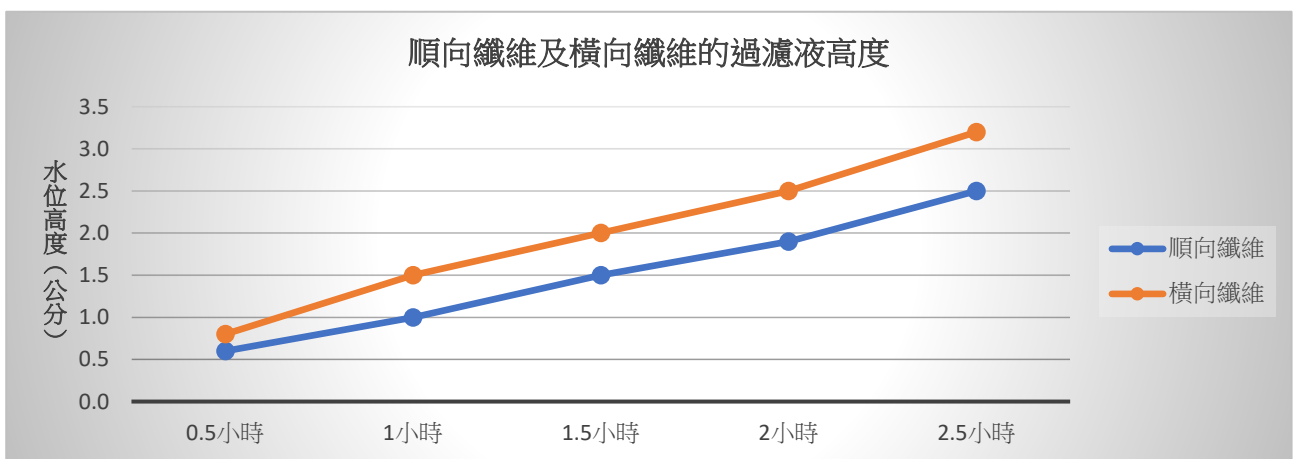


圖 5-12-1 順向纖維及橫向纖維的過濾液高度—水位高度 (公分)

十三、實驗 13：將本研究成果用於生活情境之實際應用

情境（一）打掃拖地水過濾結果表明，過濾後的水肉眼可見清澈透明，不但可做為廁所沖洗（無沙土堵塞管道風險），甚至二次拖地使用也沒有問題，能充分利用水資源、減少水資源浪費，但需要長時間方能完成整桶水的過濾，因此建議於隔日使用回收水。

濾材使用上則有兩項建議，建議加入少許活性碳粉末用於脫色，如希望取得較乾淨的水質而不介意濾水速度較慢，可選擇棉布衣。選擇排汗衫，可兼顧濾水效率及水質要求。



圖 5-13-1 情境（一）濾水結果照片

情境（二）野外應急濾水實驗顯示，由於在地面上挖兩個坑洞的高低差不大，在濾材的選擇上需要使用濾水速度較快的材質（排汗衫），營火燃燒剩下的碳質粉末也有利用價值，雖然本實驗過濾後水質呈現大幅改善，但是仍不建議直接飲用，在緊急情況下仍建議煮沸，殺滅水中無法被濾除之微生物後相對安全。

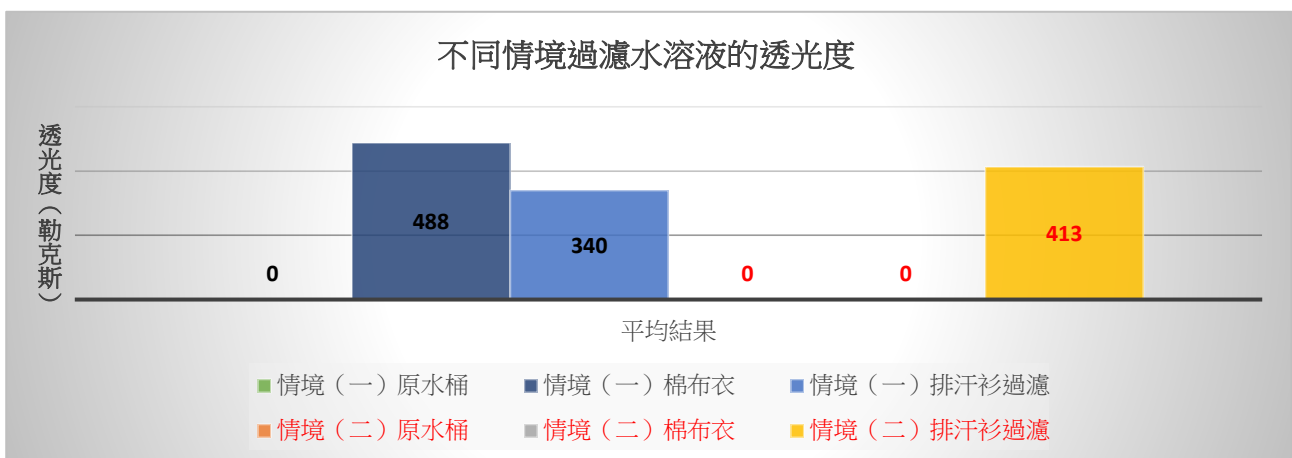


圖 5-13-1 不同情境過濾水溶液的透光度（勒克斯）

陸、結論

- 一、在濾材未接觸末端水面時，原水杯水位與濾材末端高低落差越大，則濾水速度越快。
- 二、當濾材末端已經接觸水面時，兩杯水位相差越大，則濾水速度越快，最終在兩杯水的液面達成平衡時停止濾水；而不接觸的組別則會在最終將所有水濾，類似「虹吸現象」。
- 三、增加濾材兩端的高低差，可以有效增加濾水速度。
- 四、濾材長度越長，水流經的長度越長，則髒污越可以在濾材上被濾材過濾掉。
- 五、濾水速度快表示水流的速度快，將導致水的「搬運」力量較強，所以從濾材上被水流帶出來的泥土亦比較多，所以濾出的水會較濁。
- 六、濾材的濾水速度會隨時間效率越來越差，過濾的速度也會越來越慢，因為孔隙被沙土填滿導致「毛細效應」下降。
- 七、我們發現以纖維材料進行濾水實驗時，過濾的速度越快，不一定代表濾水效果比較好，還要考量過濾後的水質是否堪用及混濁程度。
- 八、以「透光度」的概念來設計**水質濁度測量儀器**並對濁度進行量化的方法是可行的。
- 九、在濾材中加入活性炭能顯著濾除液體中的可溶性色素，但可能會有部分碳粉被濾出。
- 十、衛生紙濾材對於濾出液的 pH 值改變並不明顯。
- 十一、以橫向纖維進行水溶液過濾，會有較高的出水速度效率。
- 十二、將本研究成果用於生活情境確實可行，在日常生活中建議可在拖地水使用後對其進行過濾，過濾後的水可用於廁所沖洗及二次拖地使用。
- 十三、在野外應急狀況時，本研究之濾水方法也可協助取得較清澈之水原，但衣服纖維無法濾除微生物，故不建議生飲過濾水。
- 十四、於生活情境使用時，濾材選擇上可使用舊排汗衫兼顧效率及品質，選擇舊棉布衣則可得到最佳水質，且在濾材中加入少許活性炭粉末能提升濾水效果。

柒、參考文獻資料

- 一、工作熊。(2021年11月24日)。什麼是毛細現象、虹吸原理、潤濕、不潤濕。
<https://www.researchmfg.com/2021/11/capillary-siphon/>
- 二、林政彥、許嘉宥、張敬偉、路盛年、余秀琴、林泰月(2000)。水污染終結者？濾水器DIY。台北縣秀朗國小。
- 三、江季昀、張以昕、王韜舟、楊雲龍、姜沂婷、李翊婕(2017)。『濾』得一乾二淨－野外淨水裝置之探究。新竹市北區舊社國民小學。
- 四、蕭季威、徐佳璋、吳璧真(2006)。環保淨水器。臺北市中山區永安國民小學。
- 五、MIT 台灣誌。(2014年02月09日)。中央山脈大縱走 南一段-登峰南台首嶽 首嘗關山仙草餐。<https://www.youtube.com/watch?v=YFghGWpwSAw>
- 六、100mountain 百岳。(2018年05月30日)【達人推薦】關於排汗衣，你需要知道的事。<https://learn.100mountain.com/?p=1649>

【評語】 082929

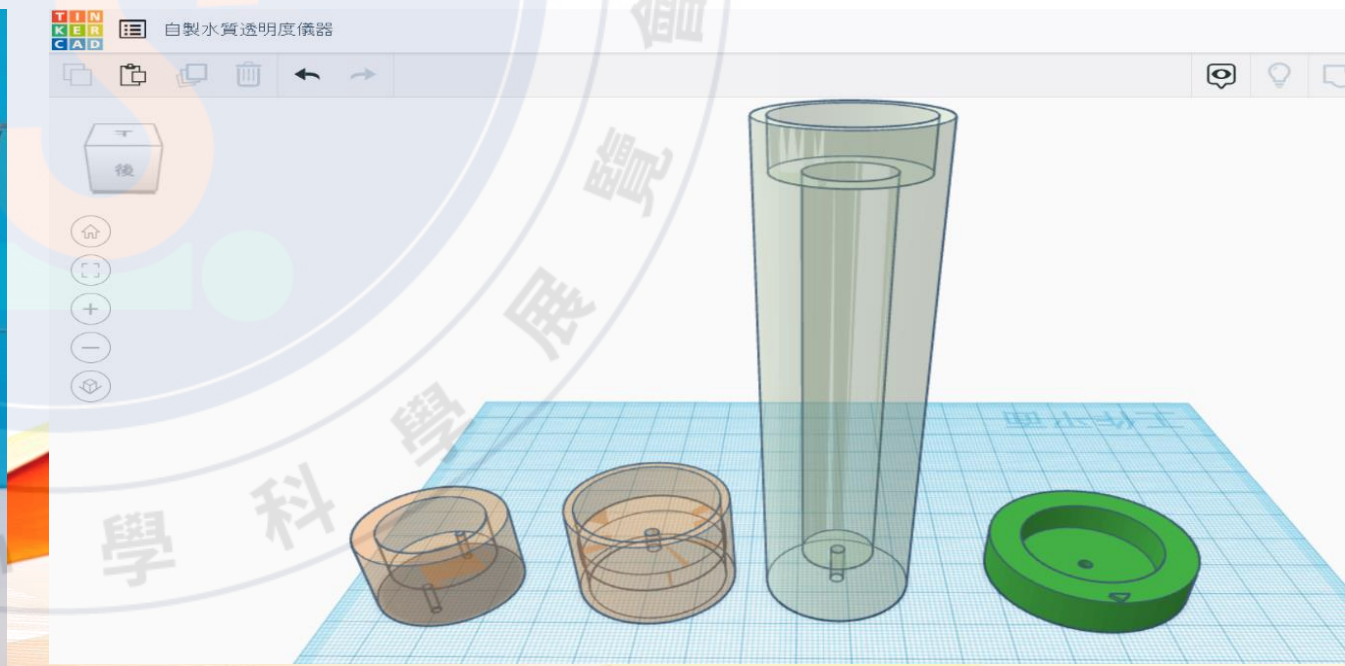
本研究採毛細現象方式進行濾水，的確是挑戰以往重力濾水的不同思維，且目標清楚鎖定以容易取得相對便宜的材料為訴求，並能以自製濁度機進行照度檢測。研究架構相對嚴謹，但濾掉的還是只有外顯的微粒雜質，水質看起來清澈，不一定乾淨，建議可採用其他水質監測工具檢測。另外，淨水的目的其實是讓人方便使用的，以毛細現象的放式來得到乾淨的水或許是一個不同的方法，但如何增加速度合乎人類平時的使用需求，是需要好好地再考慮!

作品簡報

中華民國 62屆 中小學科學展覽會

生活與應用科學科（二）

「維」淨化～纖維材料淨水之探討



研究動機、目的、摘要

研究動機

因2021年台灣發生嚴重缺水危機，我們突發奇想：「如果可以將用過的水淨化乾淨，不就能減緩缺水的情形了嗎？」，引起我們去探究是否有方法可以讓我們將使用後的汗水進行回收再利用。

研究目的

- (一) 尋找便宜、省錢、簡單且實用的濾水方法
- (二) 測試在不同條件下，濾材的選擇與設定對濾水效果的影響
- (三) 做出適合且具有標準性的水質濁度檢測器
- (四) 探討本研究於生活情境之實際應用效果

研究摘要

本研究的目的是利用校內可以取得的材料來製作濾水裝置，不同於常見的重力濾水方式，我們是以纖維材料的毛細現象來完成過濾水質的效果，並自製一組簡易水質濁度檢測機來確認水質結果。

研究結果發現：使用簡易纖維材料對汗水進行過濾或許是可行且低成本的方法。

自製濁度機照度數值愈小，水質愈混濁；照度數值愈大，水質愈乾淨。

纖維淨水

濾材的選擇與設定

目的二

不同設定對濾水速度的影響

不同設定對淨水效果的影響

水質濁度檢測儀器

目的三

生活情境應用

目的一、目的四

濾材添加活性炭對濾水效果的影響

實驗十

濾材對於過濾水溶液 pH 值的影響

實驗十一

纖維順橫向對過濾效果的影響

實驗十二

自製水質濁度檢測儀

實驗八

用自製水質濁度檢測儀比較不同布料的濾水效果

實驗九

本研究成果用於生活情境之實際應用

實驗十三

濾材長度對淨水速度的影響

實驗一

濾材厚度對淨水速度的影響

實驗二

濾材成型法對淨水速度的影響

實驗三

清水與土水對淨水速度的影響

實驗四

濾材末端是否接觸水面對淨水速度的影響

實驗五

原水杯水面與出水口落差高度對水流速度的影響

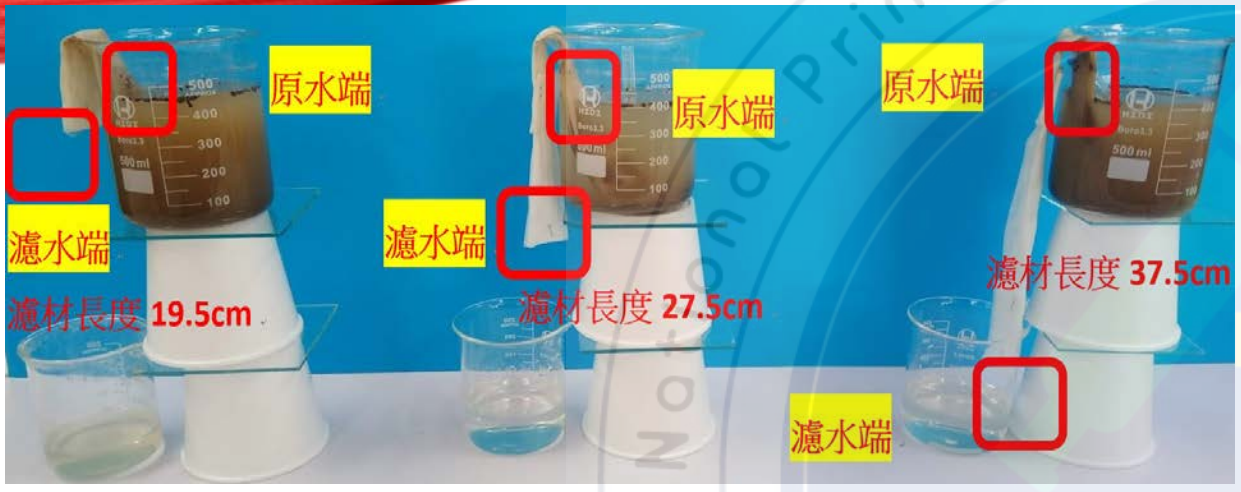
實驗六

不同濾材對濾水速度的影響

實驗七

實驗一

比較不同長度的濾材對濾水效果的影響

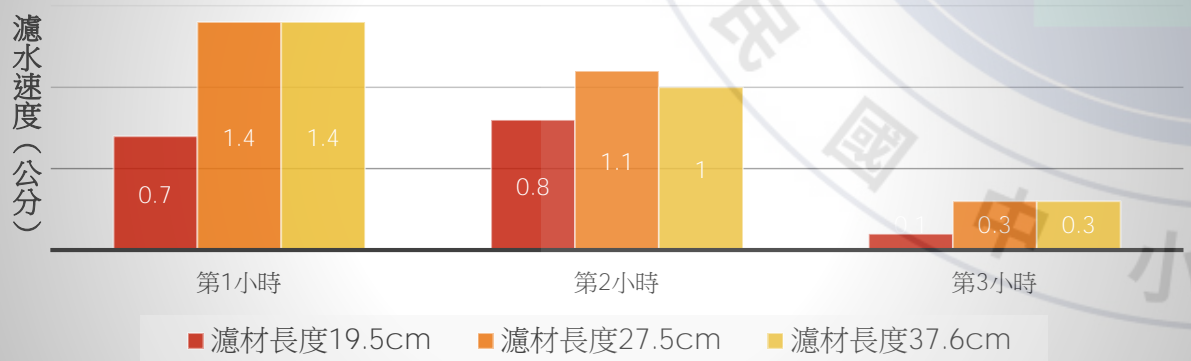


動力來源
原水端、濾水端
高低差

濾材長度最短
速度下降最明顯

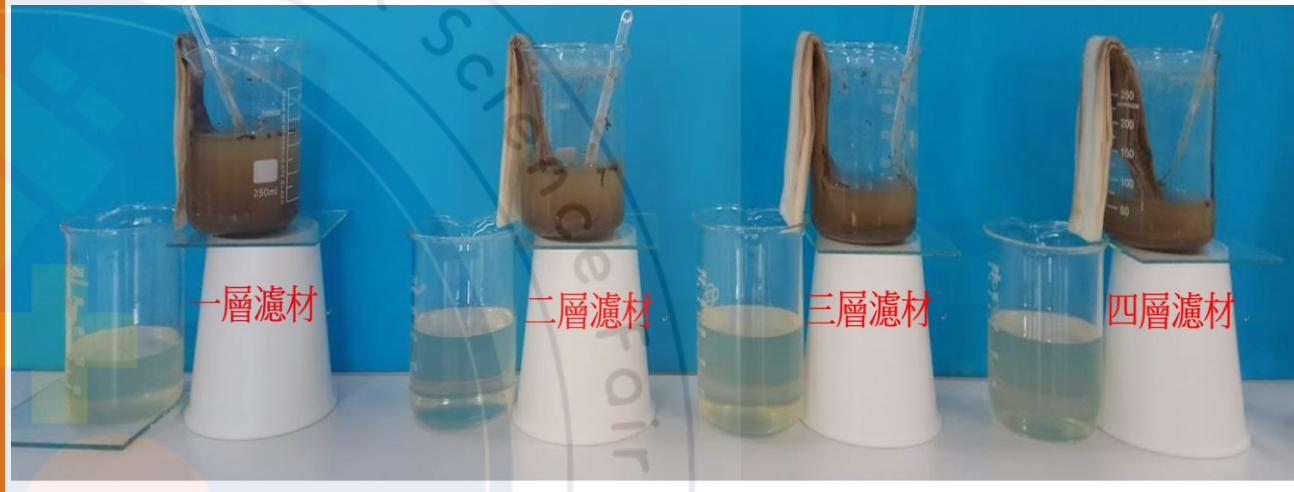
濾水速度
會越來越慢

不同長度的濾材－濾水速度



實驗二

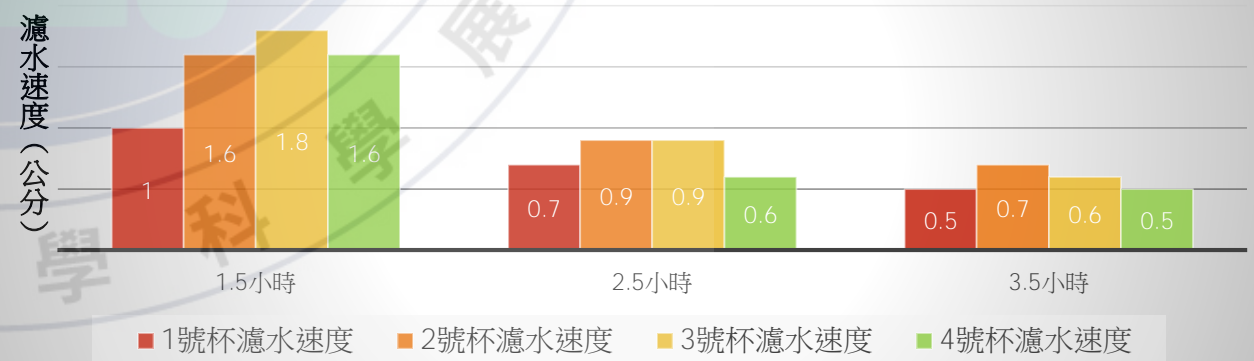
比較不同厚度的濾材對濾水效果的影響



濾材厚度會影響濾水速度，但也不是越厚越好

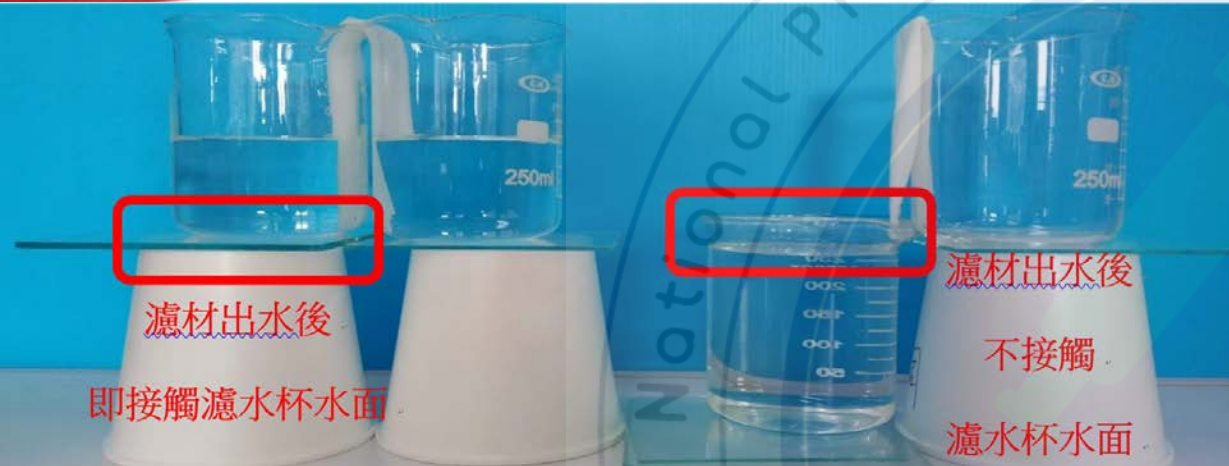
三層效果較好、四層速度開始下降

不同厚度濾材的單位時間－濾水速度



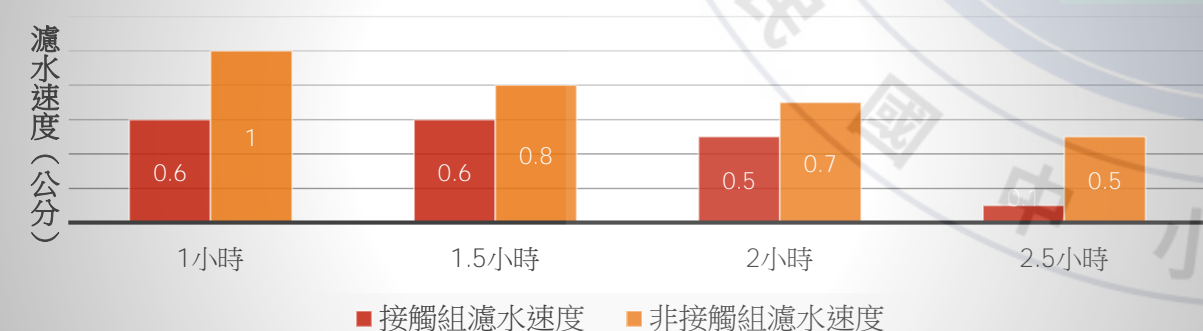
實驗五

比較濾材末端是否接觸水面 對濾水速度的影響



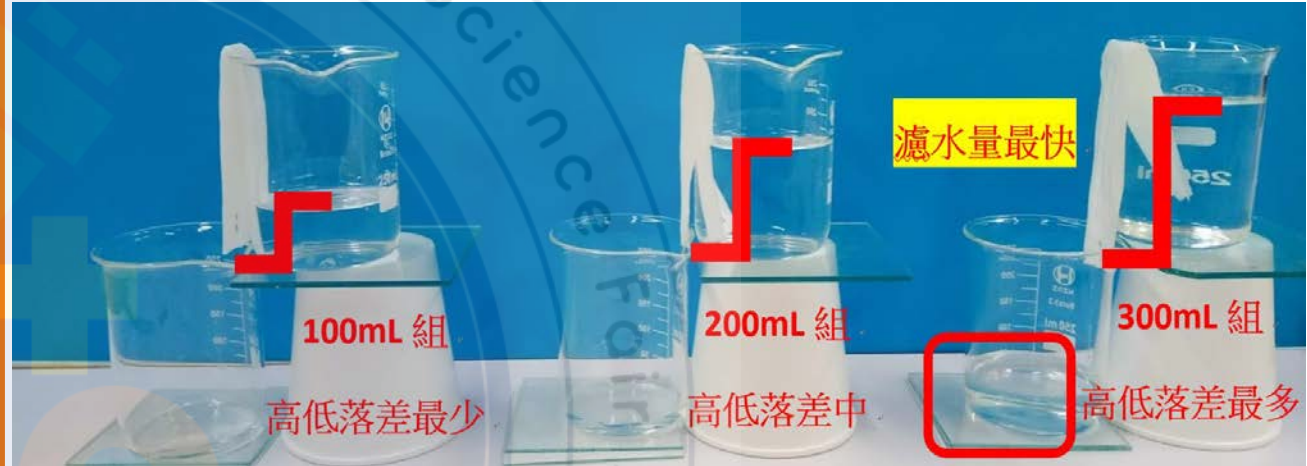
濾材出水端如果接觸液面，出水端高度由液面高度決定
 原水端與出水端的高低差決定濾水速度
 高低差越大，濾水速度越快，反之則越慢

單位時間內濾材末端是否接觸水面－濾水速度

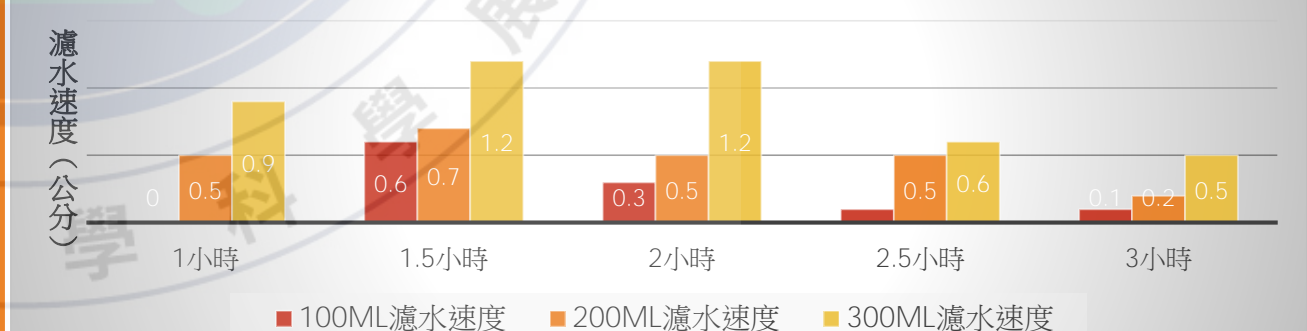


實驗六

原水杯水面與濾水杯出水口落差高度 對水流速的影響



原水杯水面與出水口端落差高度－濾水速度



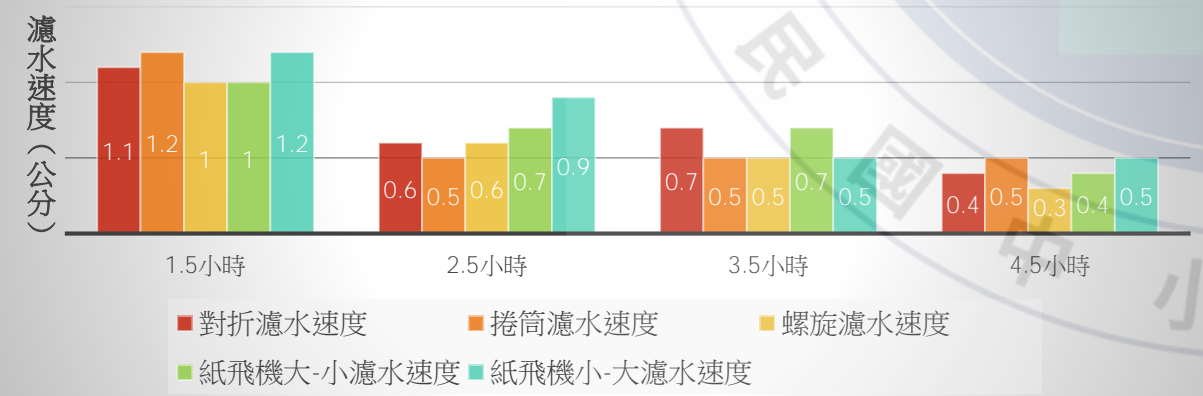
實驗三

比較不同濾材成形法對濾水效果的影響



對折成型快，螺旋成型慢
 濾水速度快者，水質較髒，反之則較乾淨
 水流搬運力強，髒污被水帶出纖維

不同衛生紙成型法的單位時間—濾水速度



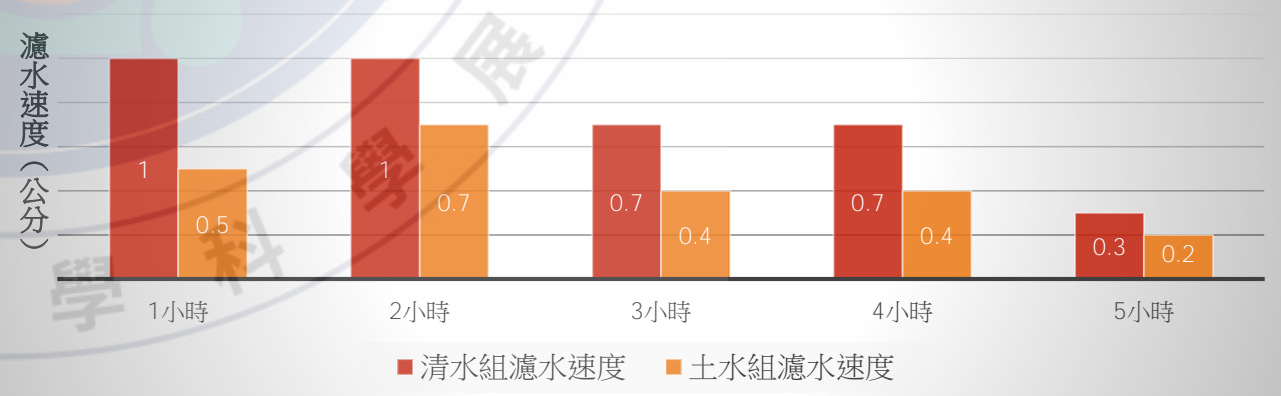
實驗四

比較清水與土水對濾水水流速度的影響



高度差相同情況下，清水組的濾水速度明顯比土水組快
 原水泥沙量影響濾水速度，因濾材上纖維孔隙被髒污堵住
 隔日繼續觀察，發現土水組濾材失效了

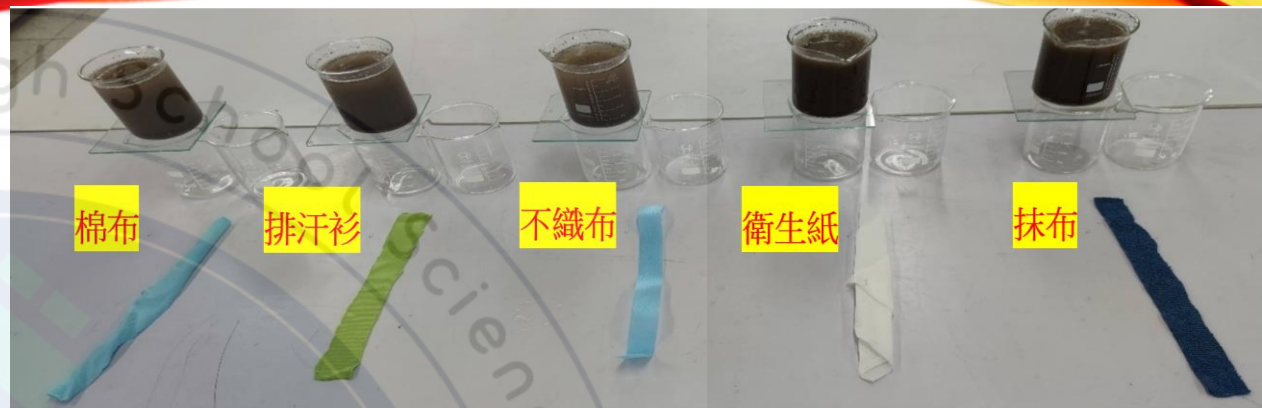
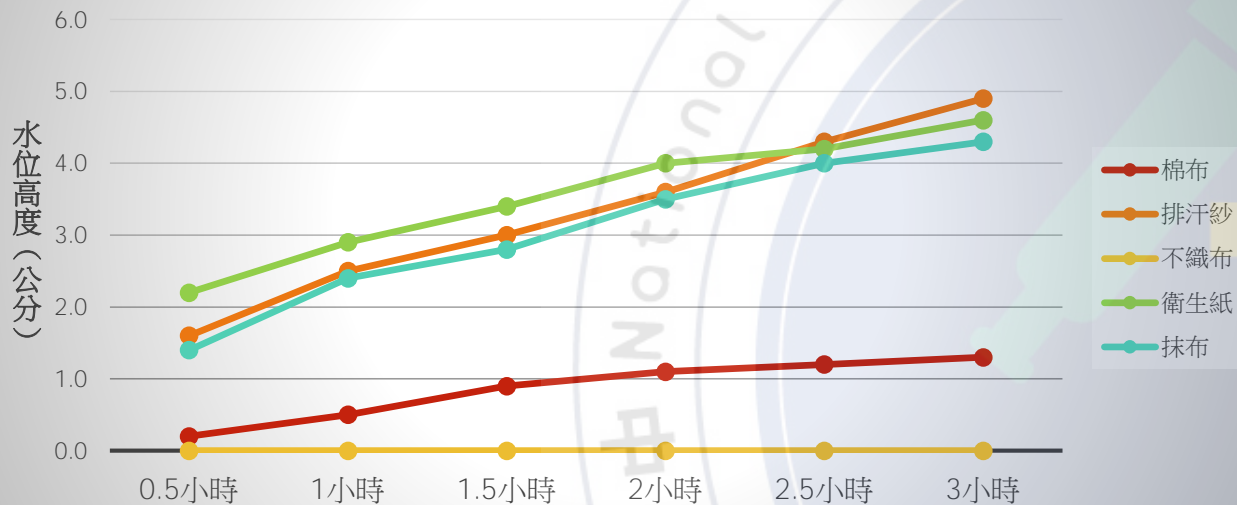
清水與土水對濾水水流速度的影響



實驗七

比較不同濾材對濾水效果的影響

比較不同布料濾水效果的影響－水位高度



過濾的速度越快，不一定代表濾水效果比較好，還要考量過濾後的水質是否堪用。

棉布濾水最慢

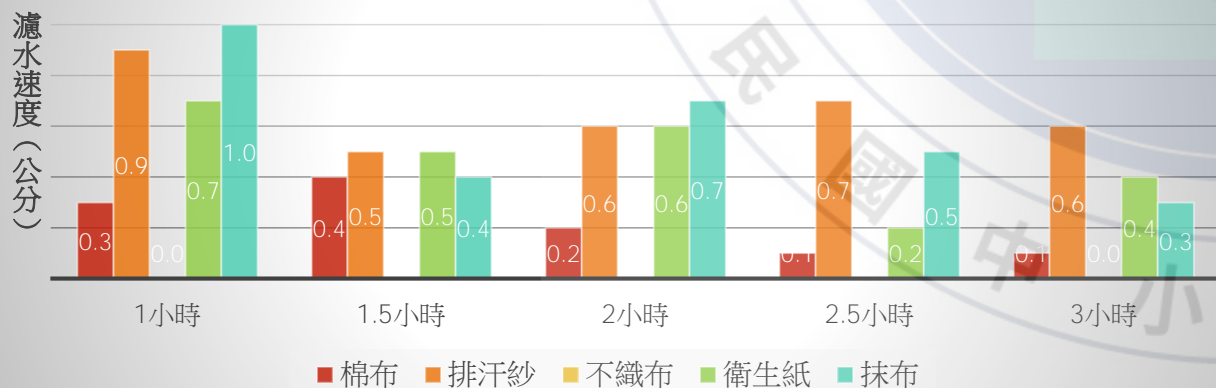
衛生紙、排汗紗濾水較快

纖維孔隙大較不易堵塞

累積濾水高度

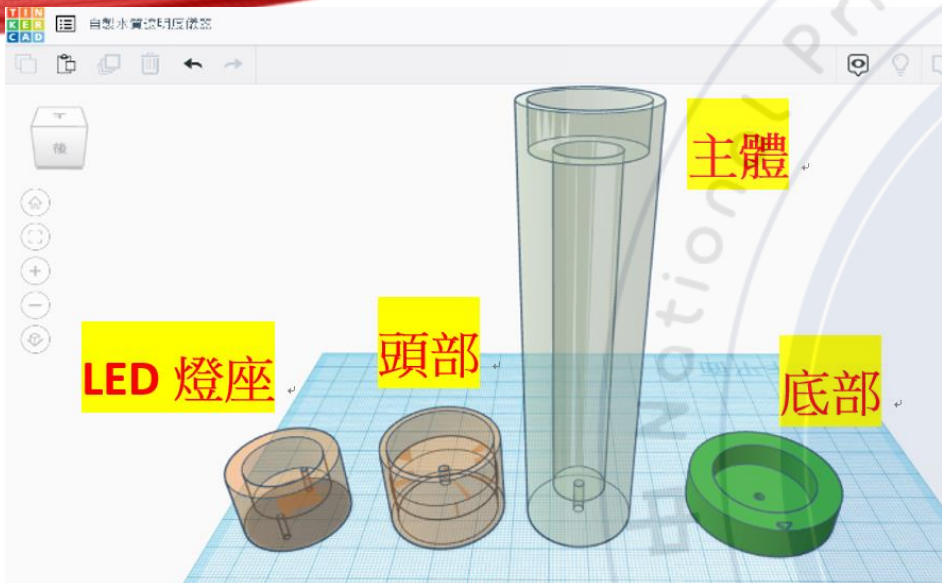
時間 \ 水位	棉布	排汗紗	不織布	衛生紙	抹布
0.5小時	0.2	1.6	0.0	2.2	1.4
1小時	0.5	2.5	0.0	2.9	2.4
1.5小時	0.9	3.0	0.0	3.4	2.8
2小時	1.1	3.6	0.0	4.0	3.5
2.5小時	1.2	4.3	0.0	4.2	4.0
3小時	1.3	4.9	0.0	4.6	4.3

比較不同布料濾水效果的單位時間－濾水速度



實驗八-設計 自製水質濁度檢測儀

1. 使用Tinkercad進行3D建模，繪製檢測儀器的主體
2. 使用phyphox APP，由手機、平板上的光感測儀器取得原始數據
3. 原液濃度：1號試管100%、2號試管50%、3號試管25%、4號試管12.5%、5號試管6.25%、6號試管3.125%、7號試管1.65%（每根試管僅裝入前一號的1/2原液）



實驗八-驗證

自製水質濁度檢測儀

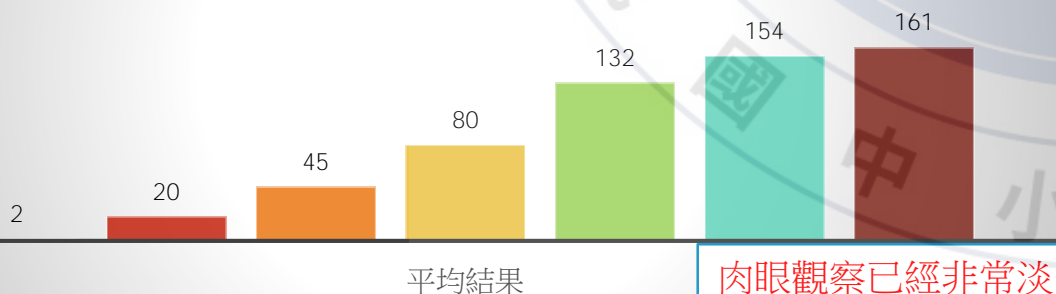
	試管1	試管2	試管3	試管4	試管5	試管6	試管7
第一次測量	1	24	47	76	139	159	164
第二次測量	3	20	46	83	132	186	178
第三次測量	2	18	45	80	162	152	136
第四次測量	1	22	44	80	161	151	141
第五次測量	2	19	42	80	124	100	139
平均	1.8	20.6	44.8	79.8	143.6	149.6	151.6

試管1 (最濃) ←————→ 試管7 (最淡)

自製水質濁度檢測儀穩定性佳，讀數變化小，具參考性，且與之前肉眼觀測結果相符

自製水質濁度儀器-透光度測試結果

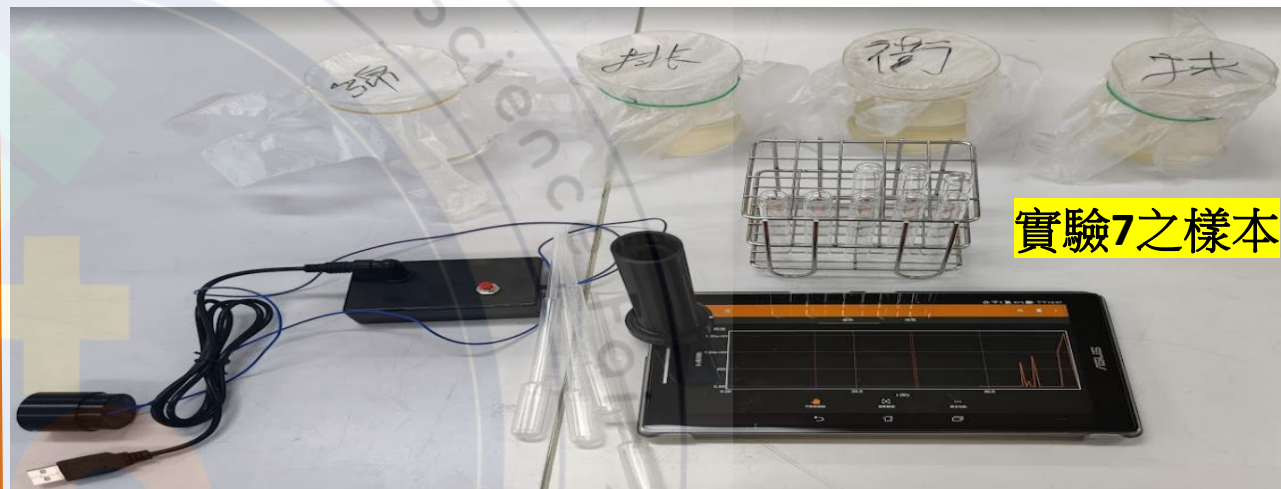
■ 試管1 ■ 試管2 ■ 試管3 ■ 試管4 ■ 試管5 ■ 試管6 ■ 試管7



實驗九

使用自製水質濁度儀

比較不同濾材的濾水效果

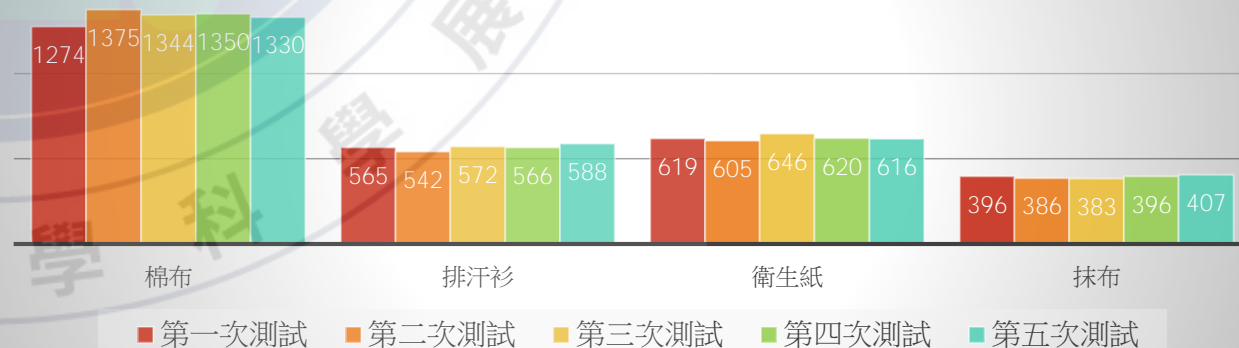


實驗7之樣本

棉布過濾
最乾淨

呼應實驗7，使用儀器檢測後發現，濾材濾水速度慢而水質透光度高。

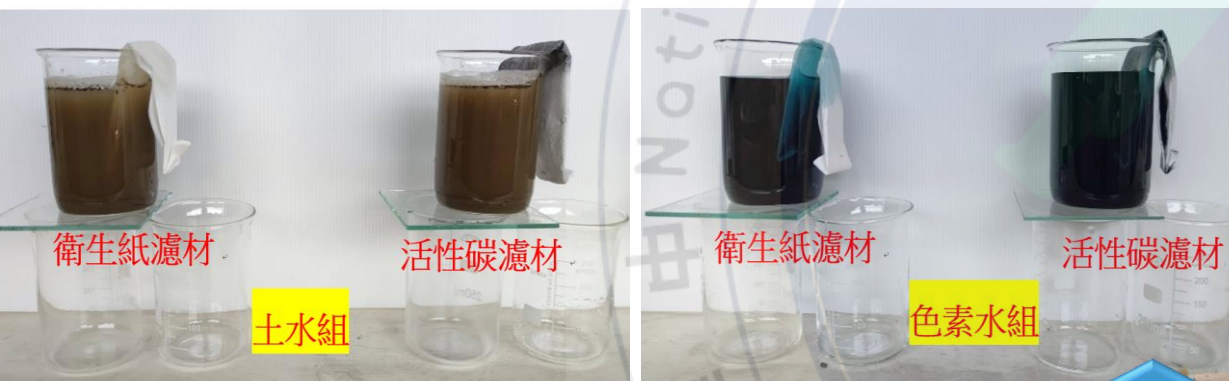
不同布料的濾水效果-透光度



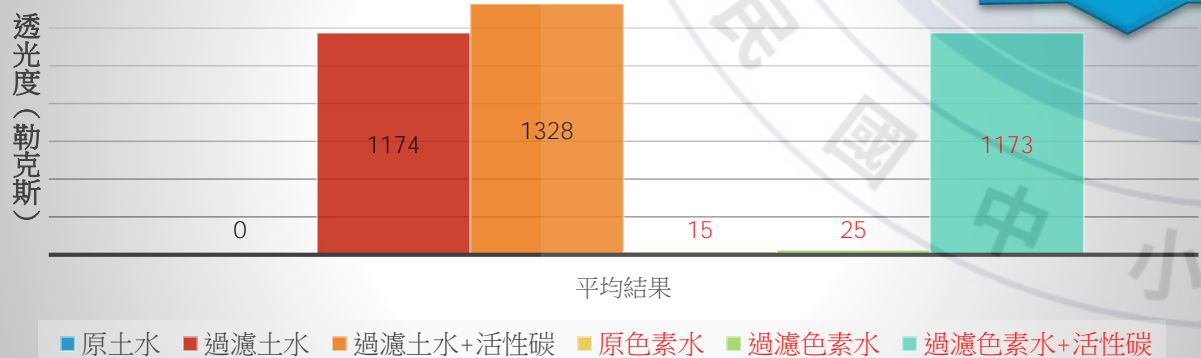
實驗十

濾材添加活性炭對濾水效果的影響

	原土水	過濾土水	過濾土水 + 活性炭	原色素水	過濾色素水	過濾色素水 + 活性炭
平均	0.0	1174.4	1327.8	15.4	24.8	1173.0



濾材添加活性炭對濾水效果的影響



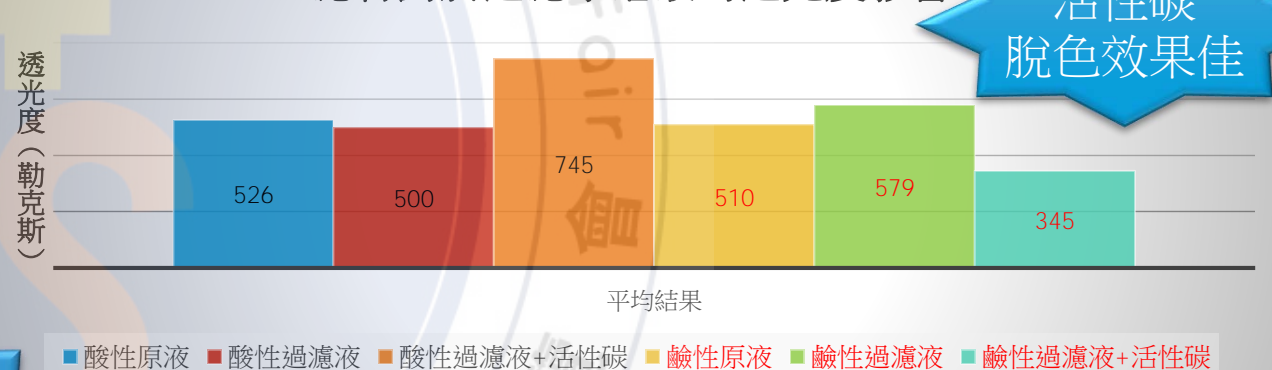
實驗十一

註、透光度單位為「勒克斯」

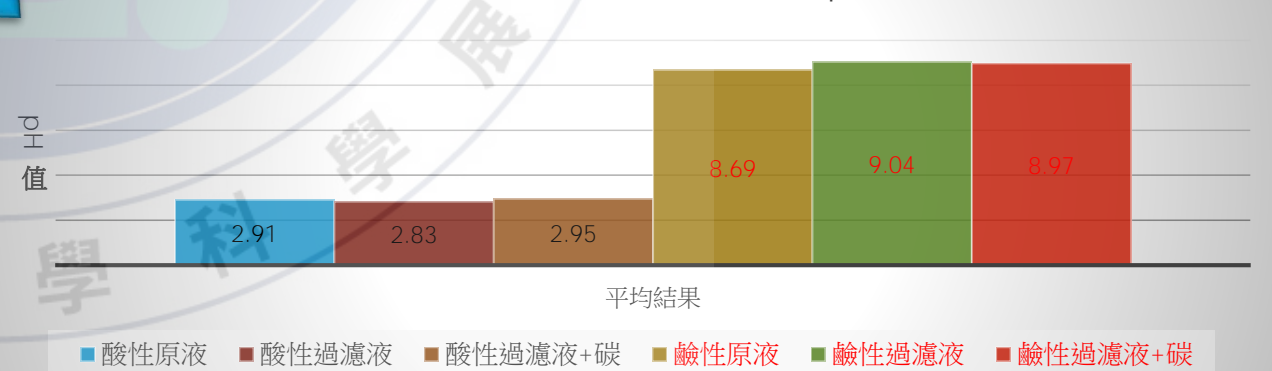
濾材對過濾水溶液 PH 值的影響

	酸性原液	酸性過濾液	酸性過濾液 + 活性炭	鹼性原液	鹼性過濾液	鹼性過濾液 + 活性炭
外觀	淡黃色	淡黃色	透明無色	透光微白色	透明無色	透明無色
pH值	2.91	2.83	2.95	8.69	9.04	8.97
平均透光度	526	500	745	510	579	345

濾材對於過濾水溶液的透光度影響



衛生紙濾材對於過濾水溶液的-pH值影響



實驗十三

將本研究成果用於生活情境之實際應用



情境（一）打掃拖地水過濾



情境（二）野外應急濾水

情境一

棉布衣過濾

排汗衫過濾

原水桶

過濾約 250mL

過濾約 1000mL

透光度0

透光度488

透光度340

情境二

排汗衫過濾

原水

過濾約 600mL

透光度0

透光度413

研究重點結論

1. 增加濾材兩端的高低差，可以有效增加濾水速度。
2. 濾水速度快表示水流的速度快，水的「搬運」力量較強，較不易將髒污留在濾材上。
3. 濾材的孔隙越大、越不易被塞住且濾水速度較快。
4. 過濾的速度越快，不一定代表濾水效果比較好，水質也是需要被考慮。
5. 以「透光度」的概念來設計水質濁度測量儀器並對濁度進行量化的方法是可行的。
6. 在濾材中加入活性炭能顯著濾除液體中的可溶性色素
7. 在日常生活中可在拖地水使用後對其進行過濾，用於廁所沖洗及二次拖地使用。
8. 在野外應急狀況時，本研究之濾水方法也可協助取得較清澈之水源，但衣服纖維無法濾除微生物，故不建議生飲過濾水。

參考文獻

- 工作熊。(2021年11月24日)。什麼是毛細現象、虹吸原理、潤濕、不潤濕。
- 林政彥、許嘉宥、張敬偉、路盛年、余秀琴、林泰月(2000)。水污染終結者？濾水器 DIY。台北縣秀朗國小。
- 江季昀、張以昕、王韜舟、楊雲龍、姜沂婷、李翊婕(2017)。『濾』得一乾二淨—野外淨水裝置之探究。新竹市北區舊社國民小學。
- 蕭季威、徐佳璋、吳璧真(2006)。環保淨水器。臺北市中山區永安國民小學。
- MIT 台灣誌。(2014年02月09日)。中央山脈大縱走 南一段-登峰南台首嶽 首嘗關山仙草餐。
- 100mountain 百岳。(2018年05月30日)【達人推薦】關於排汗衣，你需要知道的事。