

屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別： 地球科學

組 別： 國中組

作品名稱： 水吃不吃「塑」？

關 鍵 詞： 尼羅紅、塑膠微粒

編號： **B5002**

摘要

塑膠微粒廣泛污染了自來水、海水以及貝類，是最近討論非常火熱的議題。但事實上，塑膠微粒是一個比較不精確的說法，其實正確一點來講，應該是微型塑膠，其中包含了塑膠微粒以及塑膠微纖維，廣泛污染了水源以及水中生物。人體有 70%是水組成的，所以要如何攝取好水及如何讓海洋中生物永續是很重要的議題。所以我們開始著手探討如何讓塑膠微粒無所遁形，讓我們進而了解並愛護地球、隨手做環保。

我們提出三個不同的實驗設計:

- 一、製作正負控制組，正控制組將柔珠洗面乳加上尼羅紅溶劑，負控制組將濾紙加入尼羅紅溶劑
- 二、屏東三大溪流塑膠微粒的含量
- 三、比較地下水、自來水、麥飯石、軟水、RO 水內塑膠微粒的含量
- 四、比較不同種類，瓶裝水內塑膠微粒的含量

目錄

壹、研究動機	P.1
貳、研究目的	P.1
參、研究設備及器材	P.2
肆、研究過程與方法	P.4
伍、研究結果	P.11
陸、討論	P.23
柒、結論	P.28
捌、參考資料及其他	P.29

壹、 研究動機

近年來塑膠微粒議題在我們周遭慢慢被重視，不論食衣住行，我們都會接觸到，那如何能讓我們不要將塑膠微粒吃下肚，這是一個刻不容緩的議題。根據美國非營利媒體組織「Orb Media」委託學者的研究報告，一般水樣本中的塑膠微粒來源多元，推測包括：洗衣廢水之人工合成纖維、輪胎行駛道路磨損產生之粉塵、粉刷塗料產生之粉塵、塑膠廢棄物處理不當之二級衍生性微塑膠、衣服摩擦飛至空氣中的人工合成纖維、洗面乳及化妝品中添加之柔珠等。這些塑膠微粒會直接或間接藉由大氣循環而進入水循環，最終以懸浮或沉積的形式存在於海洋中。而海洋中的塑膠微粒可能藉由接觸或攝食而累積在於水生生物體內，甚至再透過生物累積，轉移至食物鏈上層的生物體中。所以我們想要探討周遭的水質含塑膠微粒多寡？日常飲食中是否含有塑膠微粒？

貳、 研究目的

五、製作正負控制組，正控制組將柔珠洗面乳加上尼羅紅溶劑，負控制組將濾紙加入尼羅紅溶劑

六、屏東三大溪流塑膠微粒的含量

七、比較地下水、自來水、麥飯石、軟水、RO 水內塑膠微粒的含量


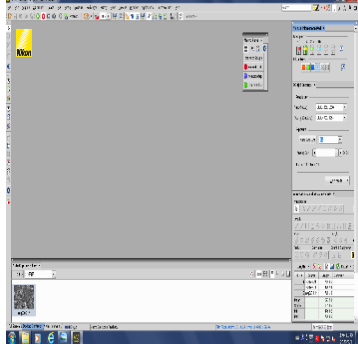
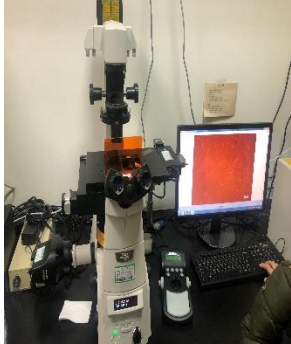

八、比較不同種類，瓶裝水內塑膠微粒的含量

參、 研究設備及器材

研究期間，我們研究團隊使用的器材、設備與功能整理如表一。

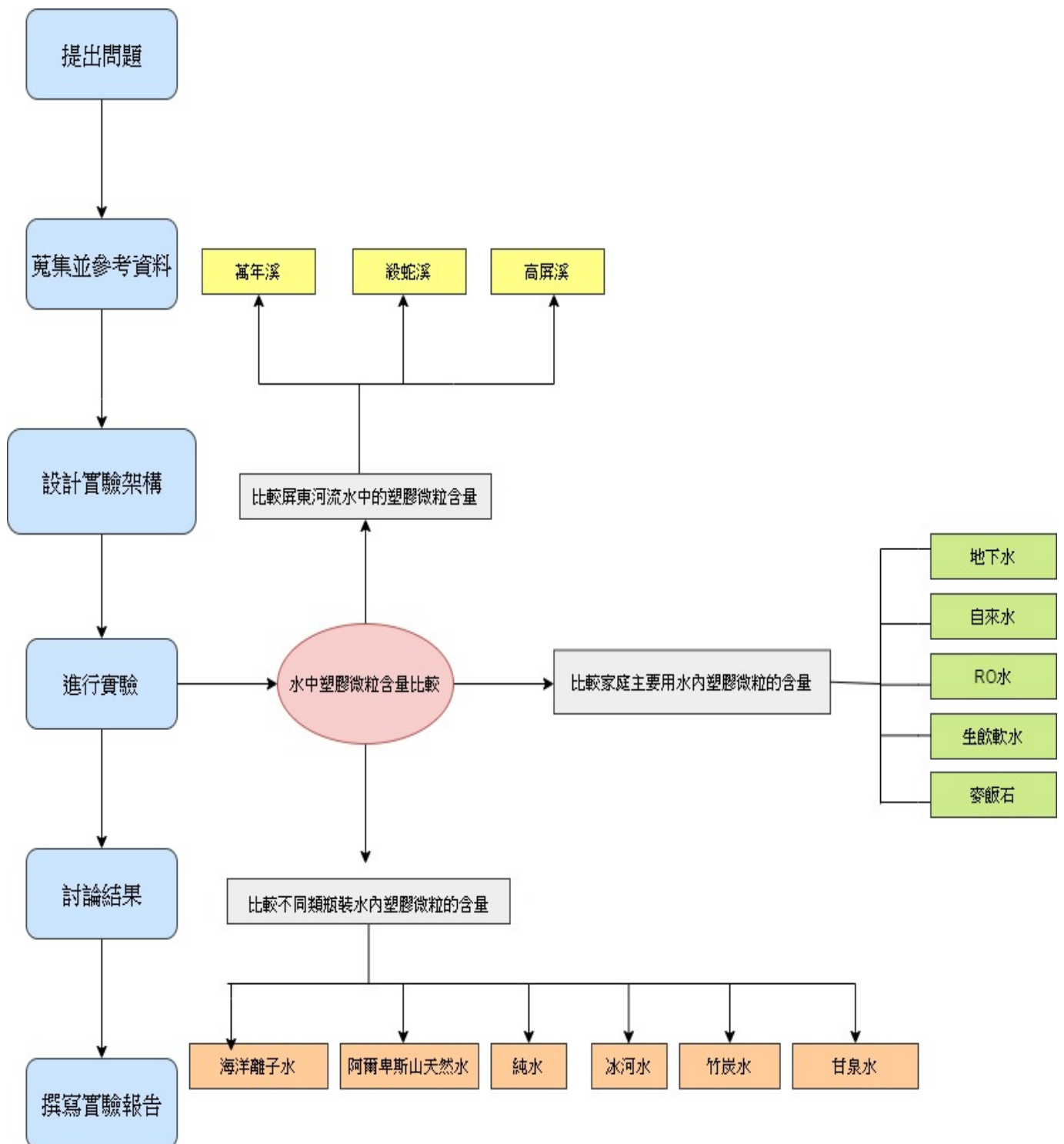
表 一：研究器材、設備與功能表

名稱	Sigma 尼羅紅粉末	微量電子秤	微量滴管(pipette)	乙醇
說明	親脂性高，可吸附於塑膠微粒上	秤量尼羅紅粉	吸取適量的溶劑	調和尼羅紅用溶劑
圖片				
名稱	溪水	震盪器	打孔器	無菌濾上杯
說明	殺蛇溪、萬年溪、高屏溪的水	讓尼羅紅和乙醇均勻混合在實驗用水中	將濾紙裁成約 2CM*2CM 大小	放置濾紙，並在濾紙下抽真空
圖片				
名稱	抽氣用 pump	濾紙	柔珠洗面乳	瓶裝水
說明	抽真空	過濾實驗用水	取其柔珠當對照組	實驗用水
圖片				
名稱	試管	蓋、載波片	電動吸水器	玻璃刻度滴管
說明	試管	蓋、載波片	電動吸水器	玻璃滴管
圖片				

名稱	清洗玻璃滴管	NIS-Elements AR	Nikon ECLIPSE Ti	離心機
說明	清洗玻璃滴管	影像擷取分析軟體	觀察濾紙上的塑膠微粒	將柔珠洗面乳中的柔珠分離出來
圖片				

肆、研究過程或方法

一、研究流程圖



二、文獻探討

1. 【塑膠微粒的定義】：

根據 Lusher, A. and Hollman, P. *Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*. 微型塑膠(microscopic plastic fragments and fibers)一詞最早出現於 2004 年 *Science* 科學雜誌，首次用於描述非常小的塑膠碎片 (~20 μm)，2009 年美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 所定義，所謂塑膠微粒 (或稱微塑膠) 為尺寸小於 5 毫米 (mm) 之微小塑膠碎片，可能是原本製成就很小的初級塑膠，或是從較大塑膠分解而來的次級塑膠，常見型態有顆粒、碎片、薄片與纖維等。

常見的塑膠微粒材質有六種，分別為：聚丙烯 (Polypropylene, PP)、聚乙烯 (Polyethylene, PE)、聚對苯二甲酸乙二醇酯 (Polyethylene Terephthalate, PET)、聚苯乙烯 (Polystyrene, PS)、聚氯乙烯 (PVC)，以及俗稱尼龍的聚醯胺纖維 (Nylon / Polyamide fibers, PA)。塑膠產品會因特定性能要求而加入添加劑，例如目前最受關注的 DEHP 塑化劑與雙酚 A。因此，除了塑膠微粒本身材質，也必須考量添加化合物從微粒中滲濾到水或周圍環境中所帶來的影響。另一方面，PE、PP、PS 材質的塑膠微粒容易吸附並釋放其他有毒化學物質，像是多氯聯苯、多芳香烴、戴奧辛等持久性有機汙染物。

2. 【水質、飲用水中的塑膠微粒】：

根據 Lusher, A. and Hollman, P. *Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*. 得知目前國際上對於食品中所含塑膠微粒的化學組成、尺徑和數量等資訊有限，而 2017 年「Orb Media」有對飲用水與海鮮食物中的塑膠微粒含量之調查研究。公布其全球自來水調查報告，發現十多個國家、159 件樣本中高達 83% 含有纖維狀的微塑膠 (其中黎巴嫩 94%、歐洲 72%、印尼 76%、烏干達 81%、美國 94%、印度 82%、厄瓜多 75%)，檢出之微型塑膠主要為纖維狀 (fibers)，占約 99.7%，纖維長度介於 0.1 至 5 毫米，自來水微型塑膠纖維檢測結果範圍為 0 至 57 根/公升，平均檢

測值為每公升 4.34 根；而台灣環保署環境檢驗檢於 2017 至 2018 年檢測全台各地的自來水源，包含本島、離島 100 處淨水場的 123 件樣品，平均檢測值為清水每公升 0.74 根、原水每公升 2.09 根。另外，根據「Orb Media」於 2018 年公布的最新報告，調查橫跨九個國家、11 個品牌的 250 件瓶裝水樣本，高達 93% 的樣本中含有碎片狀的微塑膠，檢測平均每公升含 10.4 個尺寸大於 100 微米 (μm) 之塑膠碎片。學者推論這些塑膠碎片的來源可能大部分來自於瓶子、瓶蓋，以及自動裝瓶的生產過程。根據歐洲食品安全局於 2016 年的調查報告，人類藉由飲食暴露到塑膠微粒的主要來源是海鮮，而海洋生物的消化道中含有最多塑膠微粒，因為魚類的消化道人類鮮少食用，而雙殼貝類可能是塑膠微粒從海鮮轉移至人類的最大來源。

3. 【尼羅紅染色法】：

根據 Thomas Maes 等人的研究論文 (A rapid-screening approach to detect and quantify microplastics based on fluorescent tagging with Nile Red) 尼羅紅有親油性，可以溶於乙醇，並可將塑膠微粒染色，且在綠光波長下(495 – 570nm) 能被激發至特定光波段。藉由此現象，我們可以實驗出溪流含塑膠微粒的多寡。

4. 【三種塑膠纖維檢測技術作法及優缺點比較】：

	熱觸法	螢光染色法	拉曼光譜法
作法	在顯微鏡下以高溫之針尖碰觸樣品，若為塑膠則可產生熔化或是捲曲現象	樣品以尼羅紅染色後，於螢光顯微鏡下觀察	顯微拉曼光譜分析儀進行塑膠定性分析
優缺點比較	優點:簡易 缺點:耗時，且需要小心操作，塑膠必須較大可清楚看見	優點:快速，適合大規模篩測 缺點:可能有部分塑膠材質無法染色	優點:鑑定塑膠成分 缺點:過細纖維可能因為雷射光斑打在濾紙產生光譜干擾
國中生是否可完成檢測?	可	可	較不易取得儀器

三、 實驗步驟

實驗一:製作正負控制組，正控制組將柔珠洗面乳加上尼羅紅溶劑，負控制組將

濾紙加入尼羅紅溶劑

(一)正控制組: 將柔珠洗面乳加上尼羅紅溶劑

1. 取約 0.2g 的柔珠洗面乳加入 RO 水，再用離心機將柔珠分離出來，取其幾顆柔珠放置於玻片上，進行封片。
2. 再取柔珠加入尼羅紅溶液，並將染色的柔珠放置玻片上，進行封片。
3. 將封片後的成品，把它們放到 Nikon ECLIPSE Ti 倒立顯微鏡的載物臺上觀察。
4. 使用物鏡 10X、曝光 300ms、NIS-Elements AR 程式進行設定，在顯微鏡下，我們用綠光照射染色後的柔珠濾紙樣本，看看是否可發現柔珠? 若有發現柔珠，那在顯微鏡下背景亮度數值為何?
5. 使用物鏡 10X、曝光 300ms、NIS-Elements AR 程式進行設定，在顯微鏡下，若沒有用綠光照射，柔珠樣本是否可以拍攝到柔珠?

(二)負控制組: 將濾紙加入尼羅紅溶劑

1. 將濾紙滴入 1 滴尼羅紅溶劑，並將濾紙晾乾，進行封片。
2. 將封片後的成品，把它們放到 Nikon ECLIPSE Ti 倒立顯微鏡的載物臺上觀察。
3. 使用物鏡 10X、曝光 300ms、NIS-Elements AR 程式進行設定，尋找是否有螢光?

實驗二:屏東三大溪流塑膠微粒的含量

(一)溪水中微型塑膠調查

採樣前利用大量自來水沖洗玻璃瓶及採樣器，採樣過程穿著純棉質之衣服以免污染。採樣時以鋁製水桶為採樣瓶，進行採樣時記錄採樣時間、地點、座標等。採樣地點選擇皆以溪流中段為採樣地點，採樣後樣品妥善放置以室溫保存，當天取水當天過濾分析。

(二)尋找溪水中微型塑膠

1. **操作變因:** 溪水的毫升數。
2. **控制變因:** 尼羅紅溶劑濃度、溪水染色濃度、顯微鏡拍攝曝光時間、圖像背景亮度數值(已柔珠為基準)、震盪時間及速度
3. **材料:** 尼羅紅粉末、乙醇、高屏溪水 100ml、殺蛇溪水 100ml、萬年溪水 100ml、玻璃滴管、試管、濾紙、無菌濾上杯、玻片。
4. 先用微量天平秤取尼羅紅粉末 0.003g, 用 pipette 取乙醇 3ml 加入, 並放置於震盪器上方, 以 60rpm 震盪 30 分鐘, 讓溶質溶劑充分混合, 溶劑達到 1mg/ml 的濃度, 再將調配好的尼羅紅溶劑冰入冰箱保存。
5. 將高屏溪、殺蛇溪、萬年溪的溪水, 用滴管為玻璃的電動吸取機吸取各 100ml 置入試管中, 再加入 100ul 的尼羅紅溶劑, 並放置於震盪器上方, 以 60rpm 震盪 30 分鐘染色。
6. 將 5C 孔徑 1 μ m 的濾紙裁切為 2cm *2cm 大小, 將濾紙放置無菌濾上杯, 利用真空泵提供壓力差, 使其可以過濾。
7. 將各染色的溪水分別取其 5ml、15ml、25ml 置於試管中, 用濾紙過濾, 將過濾完的濾紙用鑷子夾起晾乾後, 正面朝上放置於載玻片上, 取一片蓋玻片, 讓蓋玻片與載玻片成 45 度角慢慢蓋上, 進行封片。
8. 將封片後的成品, 把它們放到 Nikon ECLIPSE Ti 倒立顯微鏡的載物臺上觀察。
9. 使用 NIS-Elements AR 程式、物鏡 10X、曝光 300ms 進行設定, 並將背景亮度數值設定和控制組相同, 在顯微鏡下, 我們用綠光照射染色後的濾紙樣本, 看看是否有物質會被激發? 若有, 先求濾紙中心點的螢光波長範圍及此點的峰值。
10. 利用操縱桿等距往上 3 格, 並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
11. 回復中心點, 利用操縱桿等距往下 3 格, 並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
12. 回復中心點, 利用操縱桿等距往左 3 格, 並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
13. 回復中心點, 利用操縱桿等距往右 3 格, 並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
14. 收集數據並統計比較。

實驗三:比較地下水、自來水、麥飯石、軟水、RO 水內塑膠微粒的含量

(一)平日用水之水中微型塑膠調查

採樣前利用大量自來水沖洗玻璃瓶，採樣過程穿著純棉質之衣服以免污染。採樣後樣品妥善放置以室溫保存，當天取水當天過濾分析。

(二)平日用水之水中微型塑膠分析

1. **操作變因:** 地下水、自來水、麥飯石、軟水、RO 水。
2. **控制變因:** 尼羅紅溶劑濃度、顯微鏡拍攝曝光時間、圖像背景亮度數值(已柔珠為基準)、震盪時間及速度
3. **材料:** 地下水 25ml、自來水 25ml、麥飯石 25ml、軟水 25ml、RO 水 25ml、玻璃滴管、試管、濾紙、無菌濾上杯、玻片。
4. 將地下水、自來水、麥飯石、軟水、RO 水，用滴管為玻璃的電動吸取機吸取各 25ml 置入試管中，再加入 25ul 的尼羅紅溶劑，並放置於震盪器上方，以 60rpm 震盪 30 分鐘染色。
5. 將 5C 孔徑 1 μ m 的濾紙裁切為 2cm *2cm 大小，將濾紙放置無菌濾上杯，利用真空泵提供壓力差，使其可以過濾。
6. 將染色的地下水、自來水、RO 水用濾紙過濾，將過濾完的濾紙用鑷子夾起晾乾後，正面朝上放置於載玻片上，取一片蓋玻片，讓蓋玻片與載玻片成 45 度角慢慢蓋上，進行封片。
7. 將封片後的成品，把它們放到 Nikon ECLIPSE Ti 倒立顯微鏡的載物臺上觀察。
8. 使用 NIS-Elements AR 程式、物鏡 10X、曝光 300ms 進行設定，並將背景亮度數值設定和控制組相同，在顯微鏡下，我們用綠光照射染色後的濾紙樣本，看看是否有物質會被激發？若有，先求濾紙中心點的螢光波長範圍及此點的峰值。
9. 利用操縱桿等距往上 3 格，並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
10. 回復中心點，利用操縱桿等距往下 3 格，並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
11. 回復中心點，利用操縱桿等距往左 3 格，並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
12. 回復中心點，利用操縱桿等距往右 3 格，並求此螢光波長範圍及此點的峰值。

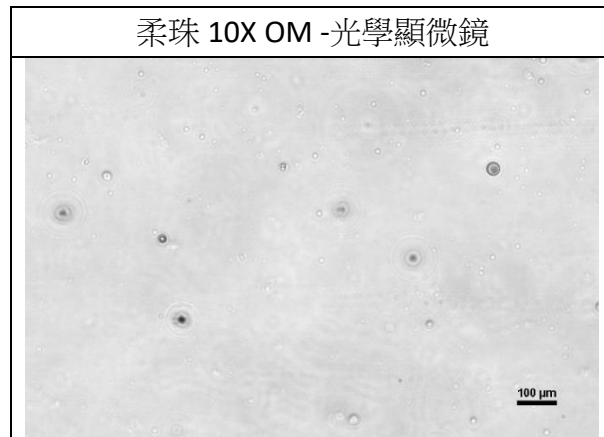
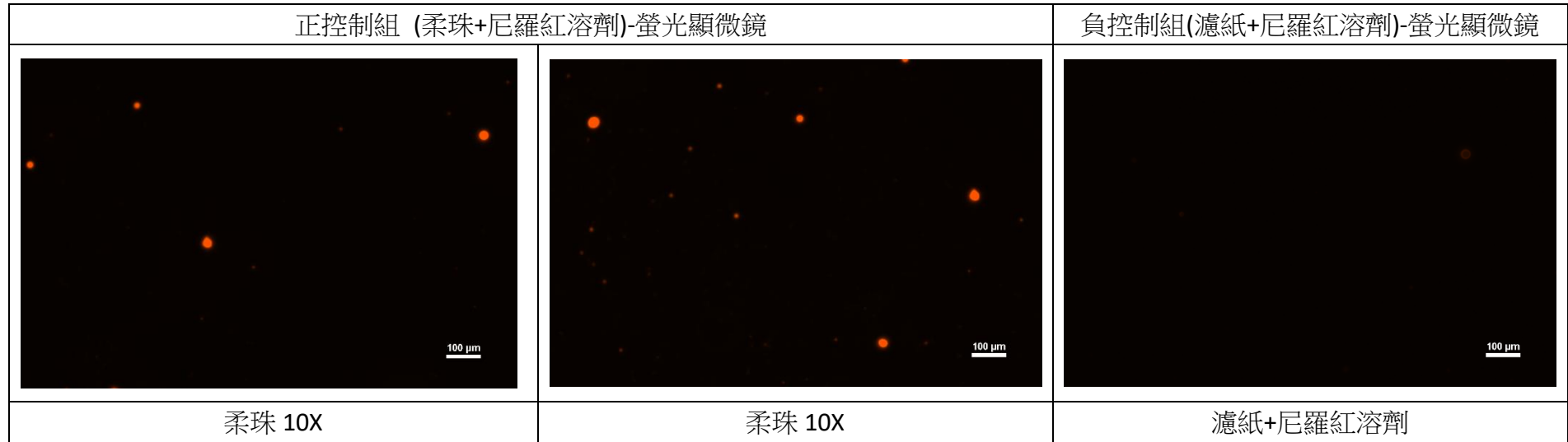
13.收集數據並統計比較。

實驗四:比較不同種類，瓶裝水內塑膠微粒的含量

1. **操作變因:** 各廠牌不同的瓶裝水。
2. **控制變因:** 尼羅紅溶劑濃度、顯微鏡拍攝曝光時間、圖像背景亮度數值(已柔珠為基準)、震盪時間及速度
3. **材料:** 各品牌瓶裝水 25ml、玻璃滴管、試管、濾紙、無菌濾上杯、玻片。
4. 將瓶裝水，用滴管為玻璃的電動吸取機吸取各 25ml 置入試管中，再加入 25ul 的尼羅紅溶劑，並放置於震盪器上方，以 60rpm 震盪 30 分鐘染色。
5. 將 5C 孔徑 1 μ m 的濾紙裁切為 2cm *2cm 大小，將濾紙放置無菌濾上杯，利用真空泵提供壓力差，使其可以過濾。
6. 將染色的瓶裝水用濾紙過濾，將過濾完的濾紙用鑷子夾起晾乾後，正面朝上放置於載玻片上，取一片蓋玻片，讓蓋玻片與載玻片成 45 度角慢慢蓋上，進行封片。
7. 將封片後的成品，把它們放到 Nikon ECLIPSE Ti 倒立顯微鏡的載物臺上觀察。
8. 使用 NIS-Elements AR 程式、物鏡 10X、曝光 300ms 進行設定，並將背景亮度數值設定和控制組相同，在顯微鏡下，我們用綠光照射染色後的濾紙樣本，看看是否有物質會被激發？若有，先求濾紙中心點的螢光波長範圍及此點的峰值。
9. 利用操縱桿等距往上 3 格，並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
10. 回復中心點，利用操縱桿等距往下 3 格，並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
11. 回復中心點，利用操縱桿等距往左 3 格，並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
12. 回復中心點，利用操縱桿等距往右 3 格，並求此螢光波長範圍及此點的峰值。
- 13.收集數據並統計比較。

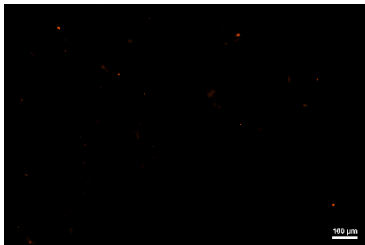
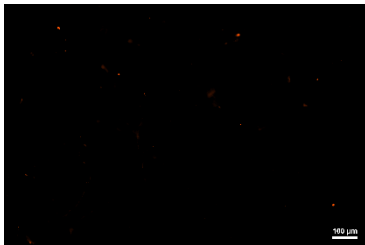



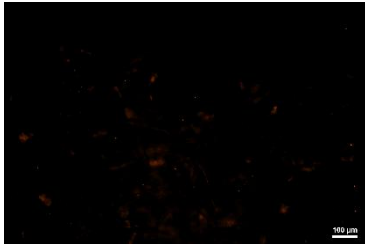
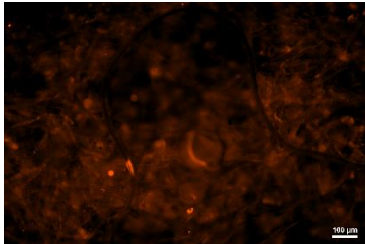
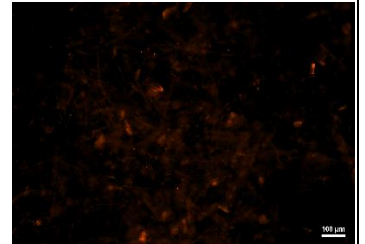
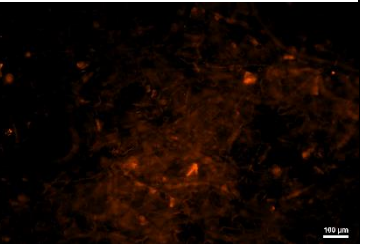
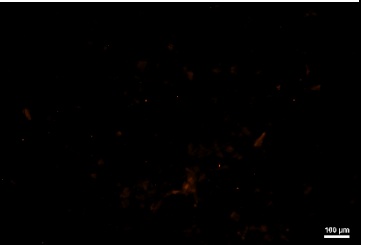
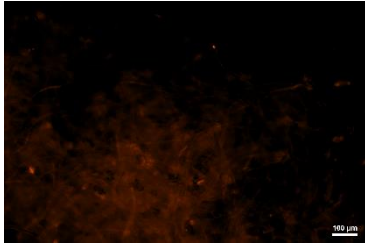
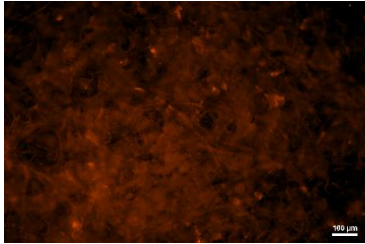
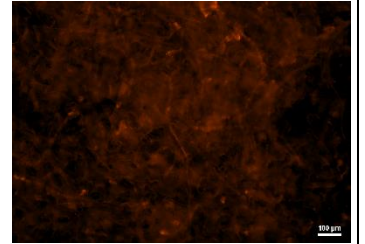
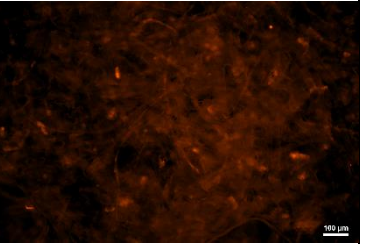
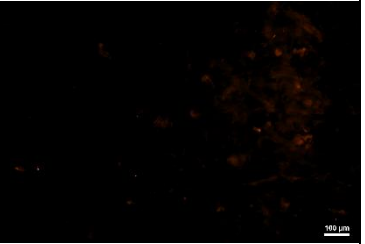
伍、研究結果

實驗一：製作正負控制組，正控制組將柔珠洗面乳加上尼羅紅溶劑，負控制組將濾紙加入尼羅紅溶劑













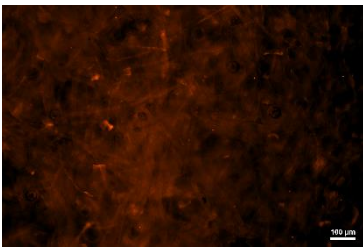
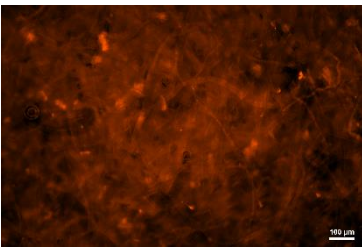
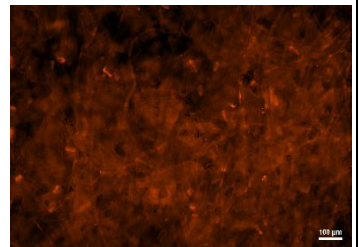
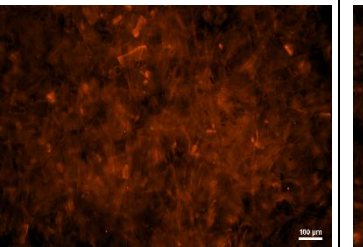
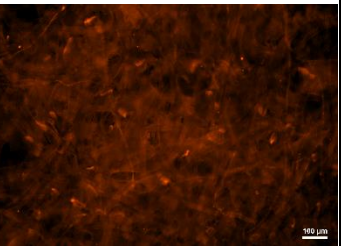
實驗二：屏東三大溪流塑膠微粒的含量

高屏溪

	濾紙中心點往上	濾紙中心點往下	濾紙-中心點	濾紙中心點往右	濾紙中心點往左
5ml					
15ml					
25ml					





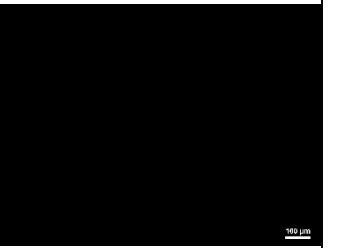
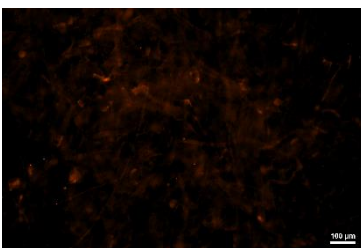


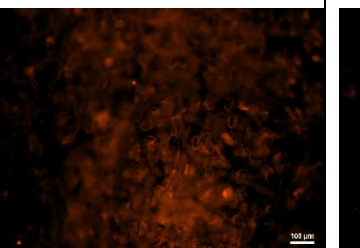
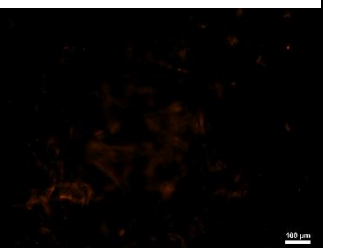
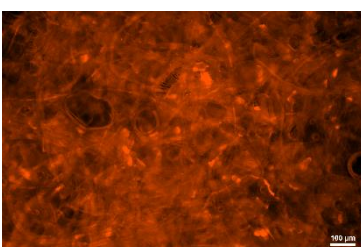
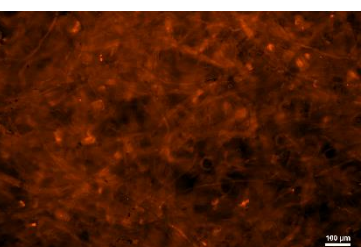
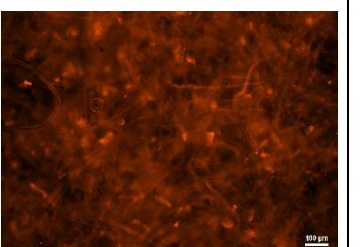
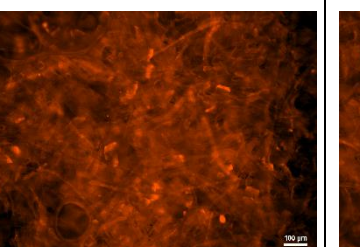
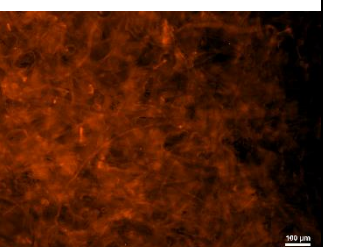
高屏溪	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點
	往上	往上	往下	往下	濾紙中心點	濾紙中心點	往左	往左	往右	往右
	螢光波長範圍	螢光波長峰	螢光波長範圍	螢光波長峰	螢光波長範圍	螢光波長峰	螢光波長範圍	螢光波長峰	螢光波長範圍	螢光波長峰
	圍	值	圍	值	圍	值	圍	值	圍	值
5ml	3672~7100	5030	3672~7344	5028	3559~7005	5084	3164~7062	4971	3446~7683	5141
15ml	3898~8587	6101	5197~11807	7570	4971~9491	6836	3842~8304	5706	4124~11412	6836
25ml	3842~10564	6594	5197~11807	8248	5310~11581	8474	3503~9039	5649	5197~12146	7966

殺蛇溪

	濾紙中心點往上	濾紙中心點往下	濾紙-中心點	濾紙中心點往右	濾紙中心點往左
5ml					
15ml					
25ml					

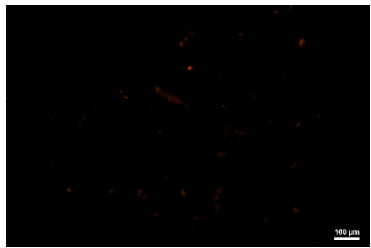
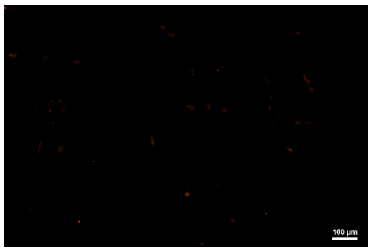

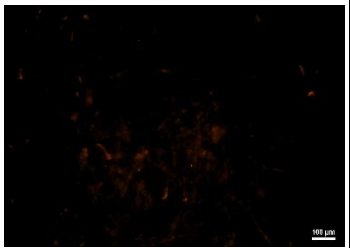



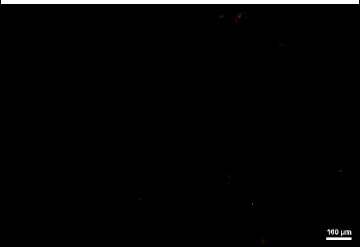
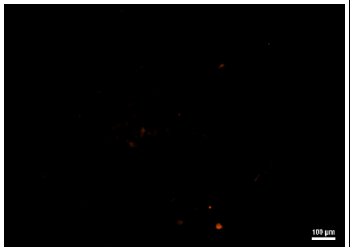

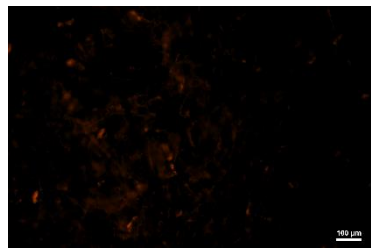

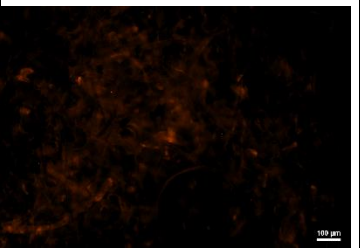
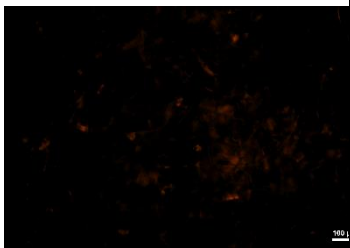

殺蛇溪	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點
	往上	往上	往下	往下	濾紙中心點	濾紙中心點	往左	往左	往右	往右
	螢光波長範圍	螢光波長峰值	螢光波長範圍	螢光波長峰值	螢光波長範圍	螢光波長峰值	螢光波長範圍	螢光波長峰值	螢光波長範圍	螢光波長峰值
5ml	1243~2034	1808	1299~2260	1977	1356~2486	1977	1130~2203	1695	1469~2599	2147
15ml	2260~4858	3390	2316~5084	3503	2712~6723	4519	1751~4237	2852	4599~6045	5706
25ml	5480~11638	8361	6158~14010	9547	6101~13163	9604	6045~12485	8756	5762~13219	8926

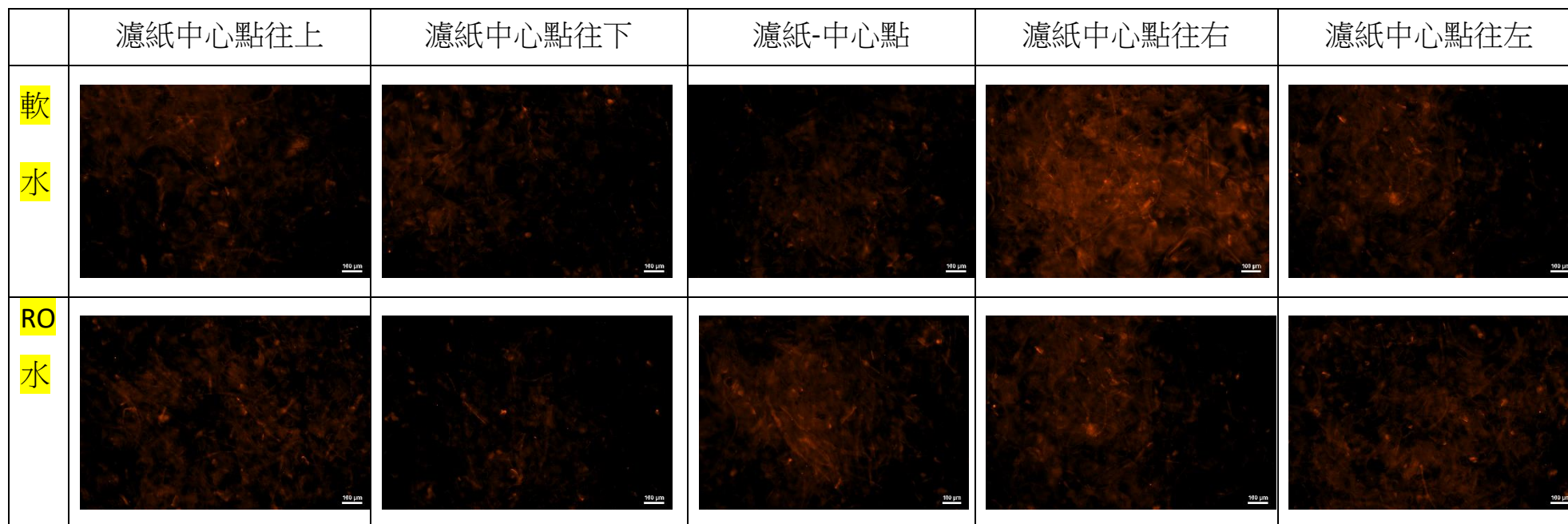
萬年溪

	濾紙中心點往上	濾紙中心點往下	濾紙-中心點	濾紙中心點往右	濾紙中心點往左
5ml					
15ml					
25ml					

萬年溪	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點
	往上 螢光波長範圍	往上 螢光波長峰 值	往下 螢光波長範圍	往下 螢光波長峰 值	濾紙中心點 螢光波長範圍	濾紙中心點 螢光波長峰 值	往左 螢光波長範圍	往左 螢光波長峰 值	往右 螢光波長範圍	往右 螢光波長峰 值
5ml	1412~2034	1751	1243~2090	1469	1299~2542	1695	1243~2034	1469	1356~2542	2260
15ml	3842~9886	6836	2825~6440	4406	3390~7740	4802	4011~9378	6271	5084~12372	8361
25ml	6715~16348	11320	6384~13445	9491	6779~14740	9773	5084~14010	9830	5367~16270	10451

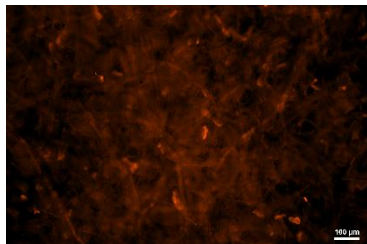
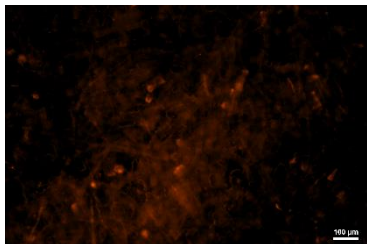
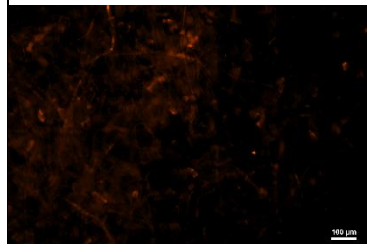
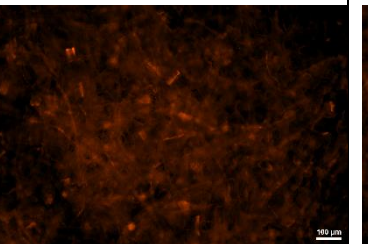
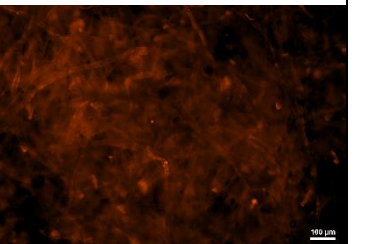
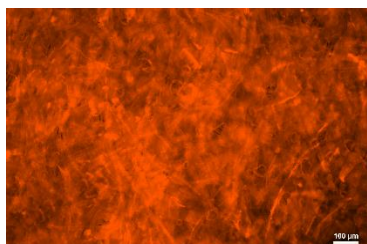
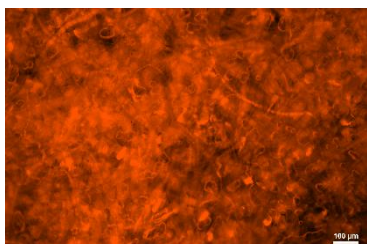
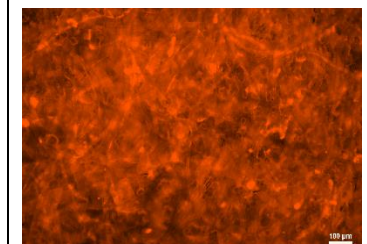

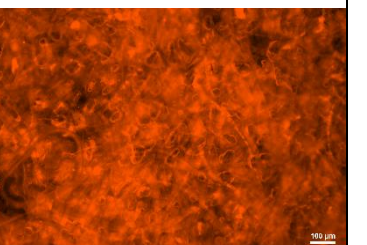
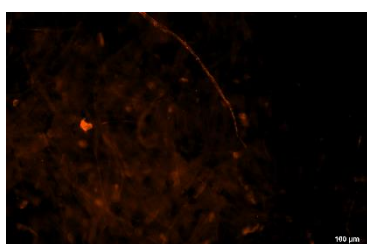
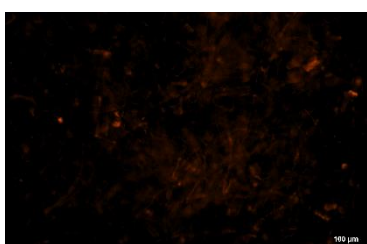
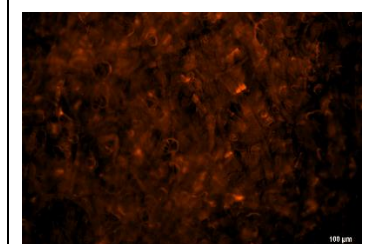
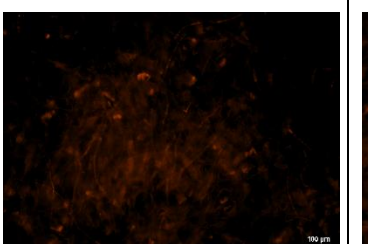
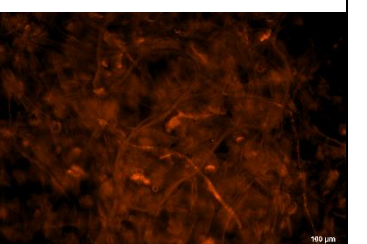
實驗三: 比較地下水、自來水、麥飯石、軟水、RO 水內塑膠微粒的含量

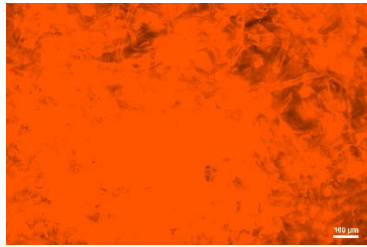
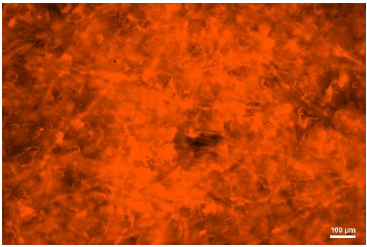
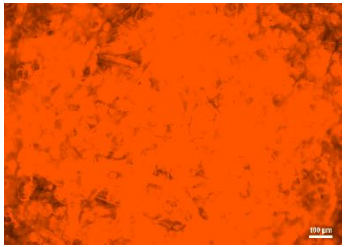
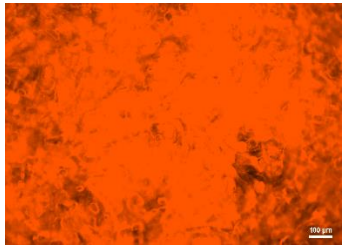
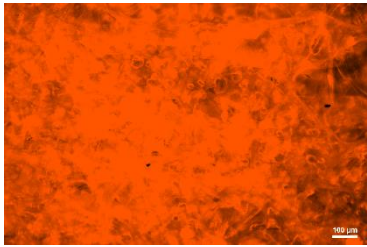
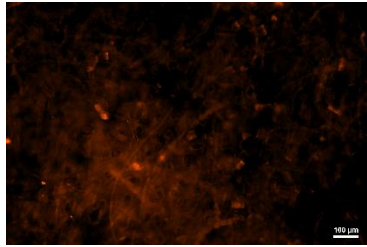
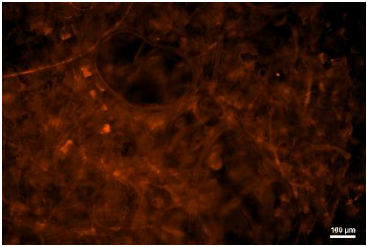
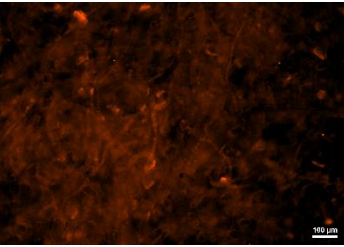
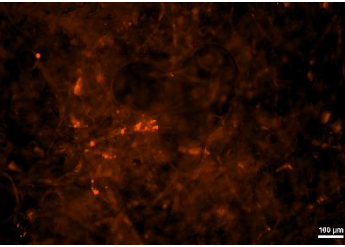
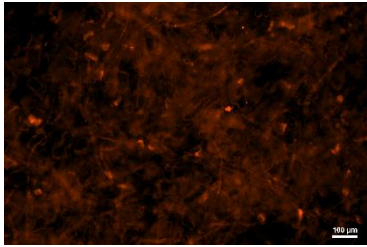
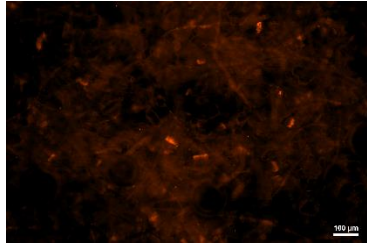
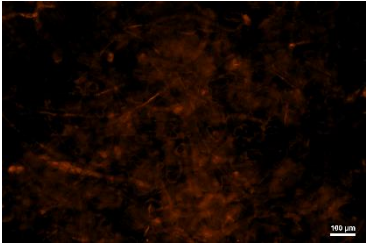
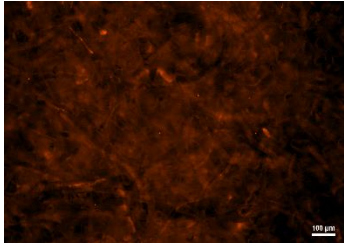
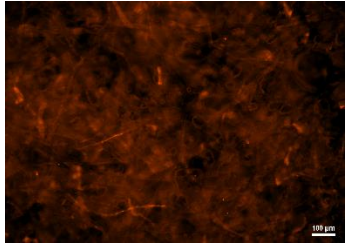
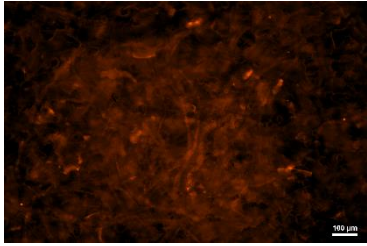
	濾紙中心點往上	濾紙中心點往下	濾紙-中心點	濾紙中心點往右	濾紙中心點往左
地 下 水					
自 來 水					
麥 飯 石					



水質比較	濾紙中心點 往上 螢光波長範圍	濾紙中心點 往上 螢光波長峰值	濾紙中心點 往下 螢光波長範圍	濾紙中心點 往下 螢光波長峰值	濾紙中心點 螢光波長範圍	濾紙中心點 螢光波長峰值	濾紙中心點 往左 螢光波長範圍	濾紙中心點 往左 螢光波長峰值	濾紙中心點 往右 螢光波長範圍	濾紙中心點 往右 螢光波長峰值
地下水	3333~8530	5536	3955~7853	5254	2994~6553	4293	3616~8643	5649	3729~9152	5593
自來水	2373~6158	4011	2881~6666	4350	3107~6836	4689	2994~7231	4293	2994~7401	5028
麥飯石	3785~9491	6497	3785~9773	6836	4237~9434	6836	4802~10169	6892	4011~9434	5932
軟水	4350~10564	6949	4576~9604	6836	4463~9999	6949	4406~11129	6836	5141~12541	8417
RO水	4576~10338	7175	3842~9604	6440	4745~11073	7005	4858~10734	7344	5084~10960	7796

實驗四: 比較不同種類，瓶裝水內塑膠微粒的含量

	濾紙中心點往上	濾紙中心點往下	濾紙-中心點	濾紙中心點往右	濾紙中心點往左
離子水					
甘泉水					
竹炭水					

	濾紙中心點往上	濾紙中心點往下	濾紙-中心點	濾紙中心點往右	濾紙中心點往左
冰 河 水					
阿 爾 貝 斯 山 泉 水					
純 水					

瓶裝水 比較	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點	濾紙中心點
	往上 螢光波長範圍	往上 螢光波長峰 值	往下 螢光波長範圍	往下 螢光波長峰 值	螢光波長範圍	螢光波長峰 值	往左 螢光波長範圍	往左 螢光波長峰 值	往右 螢光波長範圍	往右 螢光波長峰 值
海洋離子水	5480~12428	8192	4745~11412	7118	4293~9999	7344	5310~13163	8869	4802~11977	8022
甘泉水	9321~16382	12880	8022~16327	12654	9321~16214	12824	8982~16382	12880	7966~16327	12880
竹炭水	4011~10677	7627	4237~9717	6610	5310~11355	7853	4858~12993	8643	3785~10790	7118
冰河天然水	過亮	過亮	10195~16348	13817	過亮	過亮	14690~16362	15621	過亮	過亮
阿爾貝斯山水	4915~11920	7401	5706~12767	8813	5480~12090	8192	5310~12033	8135	5254~12824	7796
純水	5197~11412	7627	4463~10960	7288	5480~11977	8756	5028~12090	7850	5649~12711	8756

陸、討論

討論一：屏東三大溪流塑膠微粒的含量

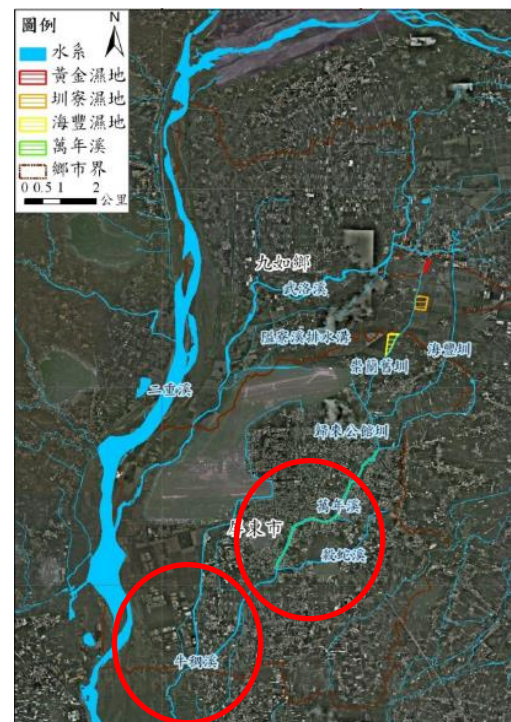
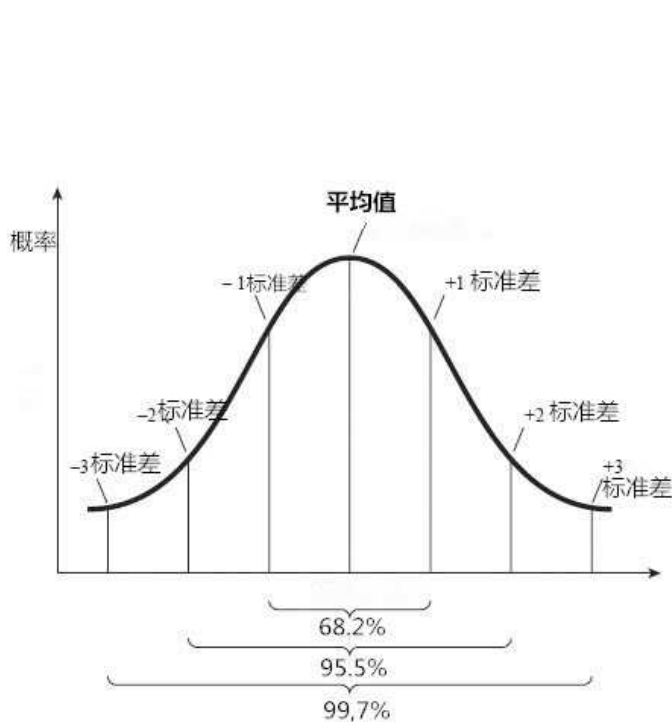
我們將三大溪流的螢光強度取其平均，也將標準差計算出來，從圖表中得知，標準差的 BAR 越接近柱狀圖，其螢光強度可信度越大。

標準差 (The standard deviation)

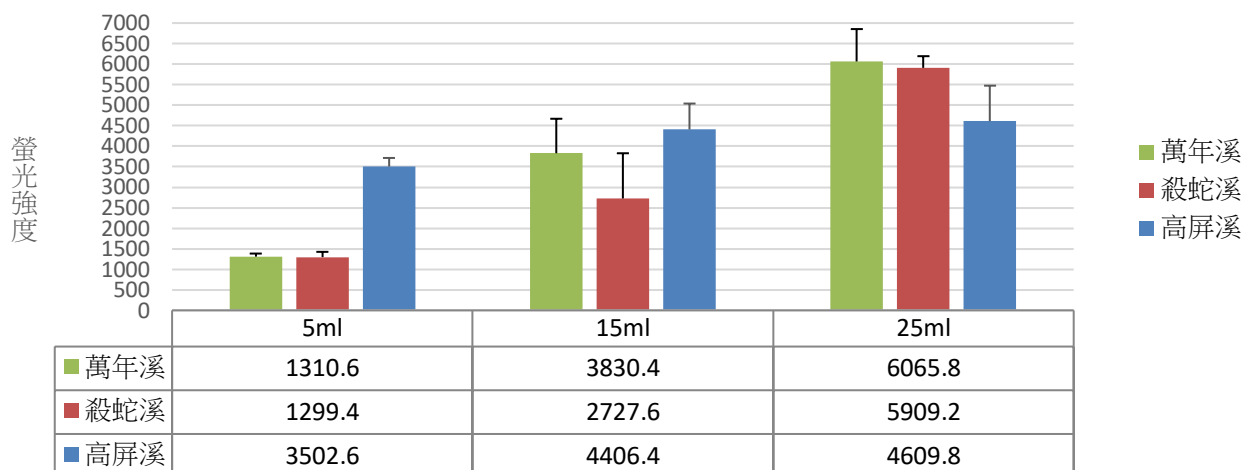
標準差等於變異數開根號。n 個觀察值的樣本中，標準差為：

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

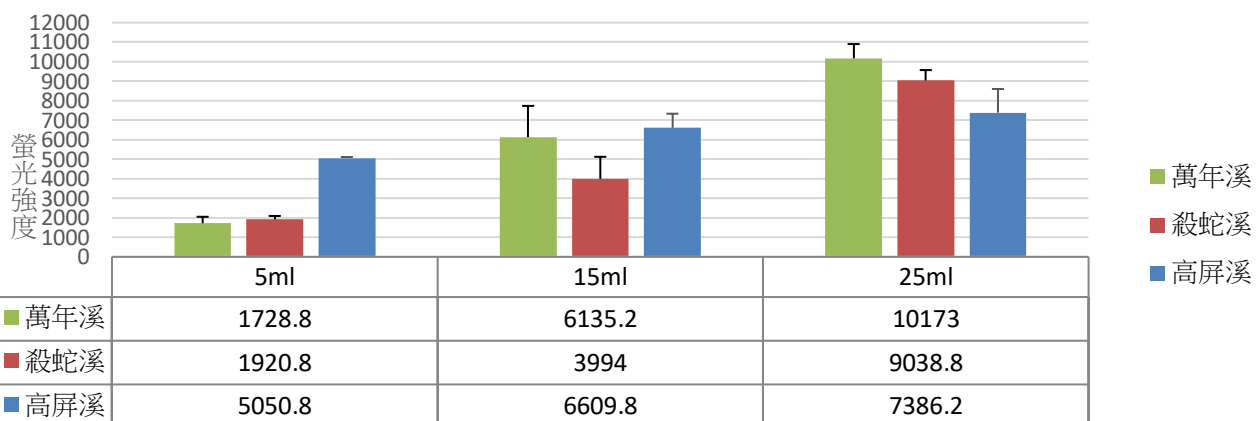
我們可以把標準差想成是觀察值與平均值相比偏移程度的平均值，它的單位和原始資料一樣。



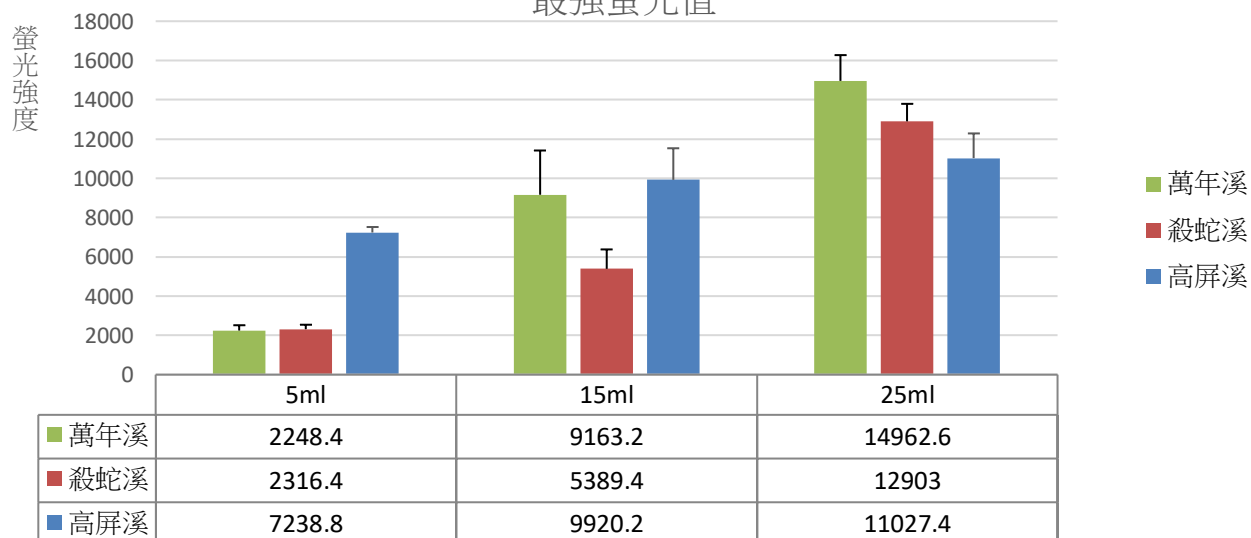
最低螢光強度



螢光高峰值



最強螢光值



一、由**最低螢光強度圖**得知:

(一) 萬年溪 5ml 的螢光強度和殺蛇溪 5ml 的螢光強度大致上差不多，而匯入高屏溪中後，高屏溪螢光強度增強，是因為還有其他支流的螢光強度。

(二) 萬年溪 15ml 的螢光強度很明顯比殺蛇溪 15ml 的螢光強度強，可能萬年溪水深度較淺，塑膠微粒較易堆積所致。高屏溪 15ml 因取水量變多，螢光強度有慢慢趨緩現象。

(三) 萬年溪 25ml 的螢光強度和殺蛇溪 25ml 的螢光強度不相上下，而高屏溪 25ml 和高屏溪 15ml 最低螢光強度大致上相近。

二、由**螢光高峯值圖**得知:

(一) 萬年溪 5ml 的螢光高峯值和殺蛇溪 5ml 的螢光高峯值大致上差不多，而匯入高屏溪中後，高屏溪螢光高峯值增強，是因為還有其他支流的螢光強度，此結果和「最低螢光強度圖」取水量 5ml 不謀而合。

(二) 萬年溪 15ml 的螢光高峯值很明顯比殺蛇溪 15ml 的螢光高峯值高，可能萬年溪水深度較淺，塑膠微粒較易堆積所致。高屏溪 15ml 和萬年溪 15ml 的螢光高峯值相近，可能和萬年溪工廠排廢水相關。

(三) 萬年溪 25ml 的螢光高峯值居高不下，而殺蛇溪 25ml 的螢光高峯值也不惶多讓，代表此二條溪流的工業及家庭廢水汙染趨近，而高屏溪 25ml 的高峯值反而較低。

三、由**最強螢光值圖**得知:

(一) 萬年溪 5ml 的最強螢光值和殺蛇溪 5ml 的最強螢光值大致上差不多，而匯入高屏溪中後，高屏溪最強螢光值增強，是因為還有其他支流的螢光強度，此結果和前面結果相當。

(二) 萬年溪 15ml 的最強螢光值很明顯比殺蛇溪 15ml 的最強螢光值高，可能萬年溪水深度較淺及工業廢水排量大，塑膠微粒較易堆積所致。高屏溪 15ml 和萬年溪 15ml 的最強螢光值相近，可見萬年溪汙染嚴重。

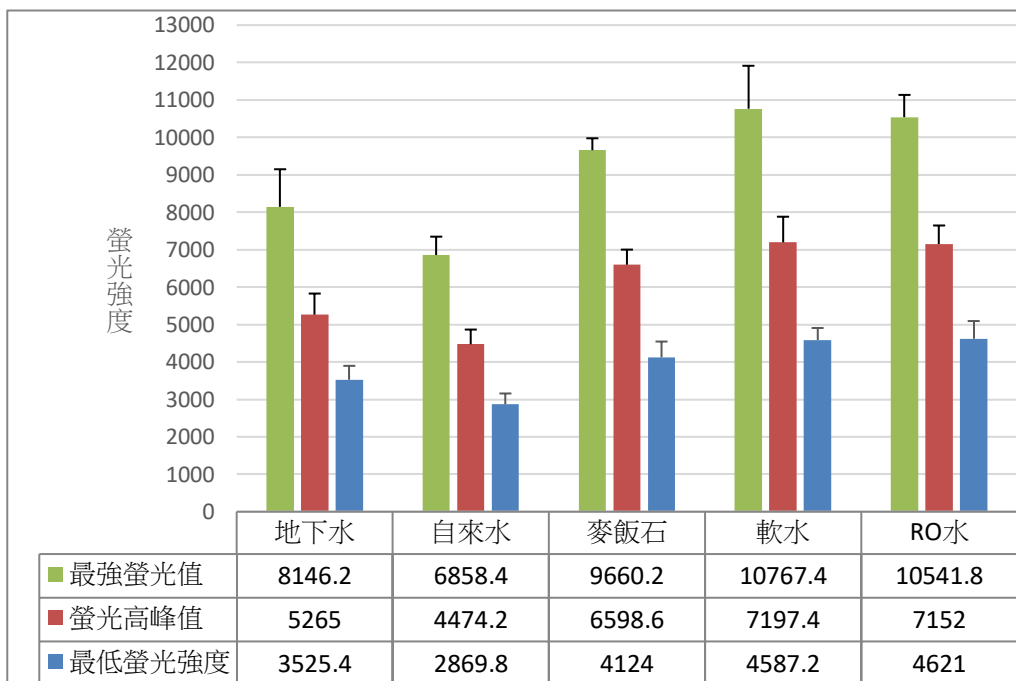
(三) 萬年溪 25ml 的最強螢光值較殺蛇溪 25ml 的最強螢光值高，萬年溪工業廢水汙染嚴重，

需要改進，而高屏溪 25ml 的最強螢光值反而最低。

四、綜整:

由以上三張圖表得知，萬年溪的整治是刻不容緩的事情，可能要請相關單位注意，工廠偷排放出的工業廢水，嚴格執行公權力。若能防止工業排放廢水，這樣才能讓我們河川降低塑膠微粒的危害。

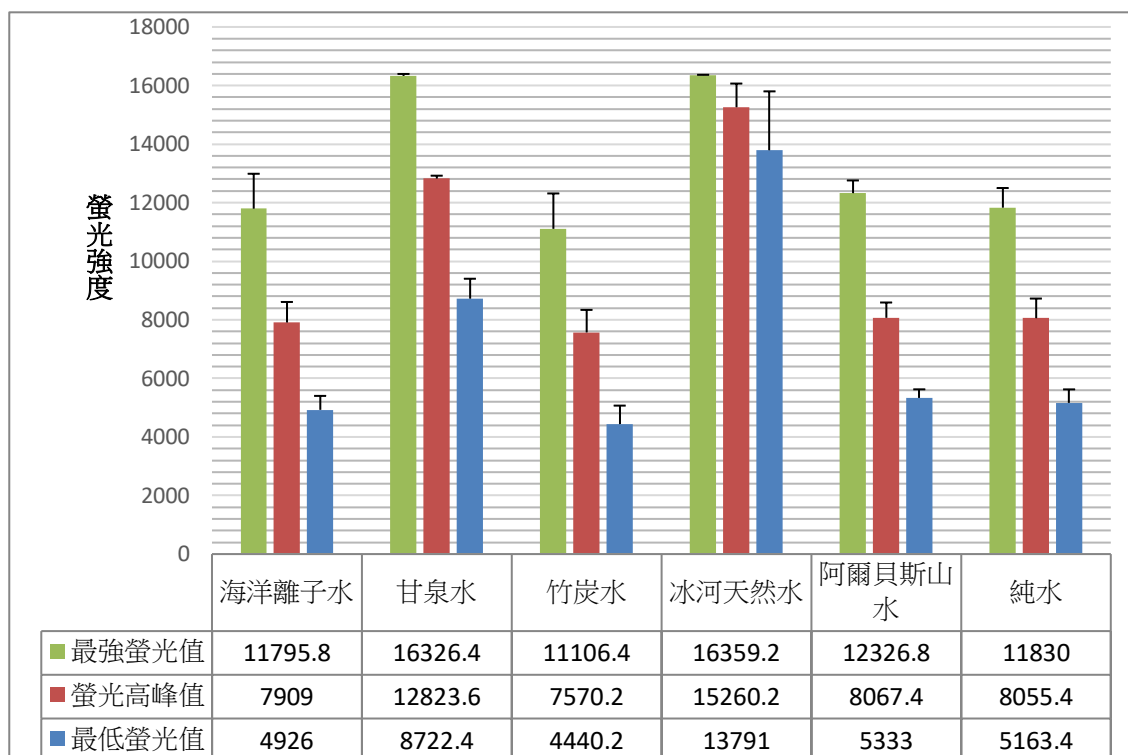
實驗二: 比較地下水、自來水、麥飯石、軟水、RO 水內塑膠微粒的含量



由此圖得知:

自來水的螢光強度相較於其他水質都來得好，驗證自來水場的樣品都不錯。而地下水可能沒有經過塑膠管線的污染，所以地下水也較少污染。麥飯石、軟水、RO 水可能都經過塑膠管線，反而造成二次污染，螢光強度多一些。

討論三: 比較不同種類，瓶裝水內塑膠微粒的含量



由此圖得知:

瓶裝水的螢光強度相較於其他水質都來得差，誠如「Orb Media」於 2018 年公布的最新報告，瓶裝水樣本高達 93% 的樣本中含有碎片狀的微塑膠，檢測平均每公升含 10.4 個尺寸大於 100 微米 (μm) 之塑膠碎片。當時學者就有推論這些塑膠碎片的來源可能大部分來自於瓶子、瓶蓋，以及自動裝瓶的生產過程。這和我們做出來的數據有較高的螢光強度是一樣的。令人可以深入研究是冰河水的螢光數值偏高，這是否和運送過程有關，是可以進一步探討的議題。

柒、結論

- 一、根據實驗一的調查結果，發現柔珠真的極為細小，我們真的不需要把塑膠微粒添加在沐浴乳、洗面乳、牙膏等個人清潔用品內，添加柔珠是多餘的，也有害環境與身體健康且這些清潔用品中的界面活性劑會把保護皮膚的脂肪破壞，讓其中添加的各種雜七雜八的成份，進入我們的細胞。還好台灣環保署也已經訂定相關規定，於 106 年 8 月 3 日公告「限制含塑膠微粒之化粧品與個人清潔用品製造、輸入及販賣」，管制洗髮精、洗面乳、沐浴乳、香皂、磨砂膏、牙膏等 6 大類產品。自 107 年 7 月 1 日起，不得販賣含塑膠微粒的上述 6 大類產品。
- 二、根據實驗二的調查結果，萬年溪的塑膠微粒超級多，應該建議相關單位好好整治河川，並嚴格規定工廠排放汙水標準，於每一個排放水口，加裝可以檢測塑膠微粒的機器，可與手機連線，打造物聯網時代，全面監控工廠排放汙水。
- 三、根據實驗三的調查結果，對自來水公司有信心，不一定要去外面買水，應該注意拿什麼材質的盛水容器，應該避免塑膠容器，改用玻璃、304 等的材質較有助於減少塑膠微粒下肚。
- 四、根據實驗四的調查結果，應減少並避免購買瓶裝水，讓大家養成隨身攜帶水壺等好習慣。減少飲料杯（5 號塑膠 PP）、寶特瓶（1 號塑膠 PET）等，這些我們用完即丟的一次性塑膠產品，讓世界減少塑膠微粒的殘害。

捌、參考資料及其他

1. Lusher, A. and Hollman, P. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Fisheries and Aquaculture Technical paper, 615. (2017)
2. Thomas Maes, Rebecca Jessop, Nikolaus Wellner, Karsten Haupt & Andrew G. Mayes. A rapid-screening approach to detect and quantify microplastics based on fluorescent tagging with Nile Red. Scientific Reports 2017; 7: 44501.
3. 國內自來水、海水、沙灘砂礫與貝類中微型塑膠之現況調查
https://www.cienve.org.tw/EPaper/108_1/tech3.aspx?fbclid=IwAR2V6NdP_VK6UN5q8h7ztt6pnrDbY0o-H6hHkfVT12tVaRI07nuctWGCe5o
4. 環境教育專題報導(一):「塑膠柔珠」是「幫手」還是「殺手」?
<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sf9c.htm>
5. 塑膠微粒——微小的生態殺手 <https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sg3f.htm>
6. 國一自然科學 南一書局 探究自然的方法 P.6-7