

## 2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 普高組 技高組 成果報告格式

題目名稱：用頭髮清微塑膠，真的有效嗎？——從廢棄物找出淨水新解方

### 一、摘要

近年來，微塑膠污染問題越來越嚴重，這些肉眼看不見的塑膠碎片不只存在於河川、海洋，甚至已經被發現在人體內。過去有研究使用鐵磁流體來清除水中的微塑膠，雖然效果不錯，但這種方法成本高、取得不易，也可能造成新的污染。我們開始思考，有沒有一種更簡單又環保的方式來處理微塑膠？

我們想到頭髮具有吸油的特性，而且是日常生活中很容易取得的廢棄物，所以設計實驗，嘗試用「頭髮 + 食用油」來吸附水中的微塑膠。初步研究結果顯示此方法可行後，再以 PVC 與 ABS 為例，探索微塑膠清除的最佳條件。接著，我們使用 0.8 mL 食用油與 0.7 克頭髮，評估該方法在不同種類的微塑膠與不同成分水體中的清除效果。結果顯示，微塑膠的殘留量均很低，其中 PVC 的清除率最高（97%），PET 最低（69%），而在酸性條件（pH = 3）時，效果比純水更好，但改變溶液中的氯化鈉濃度（0% ~ 5%），則對清除效果影響不大。此外，我們還設計了一個簡單的過濾裝置，能把水的濁度從 650 NTU 降到 21 NTU，清除效果明顯。

這項研究讓我們發現，生活中看似沒用的東西，其實也能成為解決環境問題的好幫手。

### 二、探究題目與動機

我們的生活中到處都有塑膠，例如飲料瓶和塑膠袋。用完後的塑膠常會流入下水道，最後進入河川和海洋，分解成看不見的微塑膠。這些微塑膠太小，水處理系統無法過濾，會進入水中、生物體內，甚至人體。研究發現，微塑膠會妨礙海洋生物消化和繁殖，還會吸附有害物質，透過食物鏈影響人類健康。

我們在查資料時發現，2019 年 Google 科學展覽冠軍，提出一種用「鐵磁流體 + 油」來吸附微塑膠的方法，雖然清除效果不錯，但鐵磁流體不易回收，可能造成二次污染。而我們剛好看到一則新聞報導，提到在委內瑞拉的湖泊中，居民曾用動物與人類的頭髮來吸附湖面上的油污。我們開始思考：既然頭髮也能吸油，能不能也拿來取代鐵磁流體來吸附水中的微塑膠呢？頭髮是取得容易，不需要額外加工。如果它能像鐵磁流體一樣吸附油脂，並間接帶走附著其上的微塑膠，那不但能達到清潔水體的目的，還可以避免二次污染，並將廢棄資源再利用。

這個想法讓我們十分好奇可行性，因此我們展開了這次的探究，想看看用頭髮來清除微塑膠是否真的可行，並找出最有效的條件與方法，希望能找到一種簡單、低成本又環保的解決方案。

### 三、探究目的與假設

根據上述我們推測：若頭髮與食用油結合後投入含微塑膠的水中，有可能產生「頭髮吸油」和「油吸微塑膠」，最後形成互相吸附混合物而移除水中微塑膠的效果，實驗假設如下：

- 假設一：頭髮具有吸油性，再藉由油脂吸附微塑膠，進而清除水體中的微塑膠。
- 假設二：不同種類的微塑膠因為結構和密度上的差異，會導致清除效率不同。
- 假設三：水的酸鹼值會影響微塑膠、頭髮和油脂的結構，進而影響吸附情況和清除效果。
- 假設四：鹽度變化可能會改變微塑膠在水中的懸浮狀態，進而影響吸附效率。

根據上述假設，我們訂定以下探究目的：

1. 驗證頭髮是否具有吸附微塑膠的能力，並找出適當定量方法。
2. 找出不同頭髮與油脂比例下，清除微塑膠的最佳條件。
3. 測試頭髮對不同種類微塑膠（如 PVC、PET、ABS 等）的清除效果是否一致。
4. 探討水體酸鹼值與鹽度變化，對清除效率是否有顯著影響。

### 四、探究方法與驗證步驟

為了驗證我們的假設，我們設計了一系列的實驗，從基本的頭髮是否能吸附微塑膠開始，到尋找最佳條件，再測試不同水質與塑膠種類，最後實作簡單的清除裝置。實驗結果如下：

#### 實驗一、頭髮吸附微塑膠的驗證

1. 加入不同組合：單獨油、單獨頭髮、頭髮 + 油等，觀察微塑膠的清除狀況。



圖 1：左圖：含微塑膠水體；  
右圖：加入頭髮的微塑膠溶液

圖 2：加入頭髮和油的微塑膠溶液

**實驗結果：以頭髮和油確實可以吸附微塑膠，達到清除水中微塑膠的效果**

#### 實驗二、定量方法測試

測試一：以顯微鏡拍照定量，實驗結果如下圖：

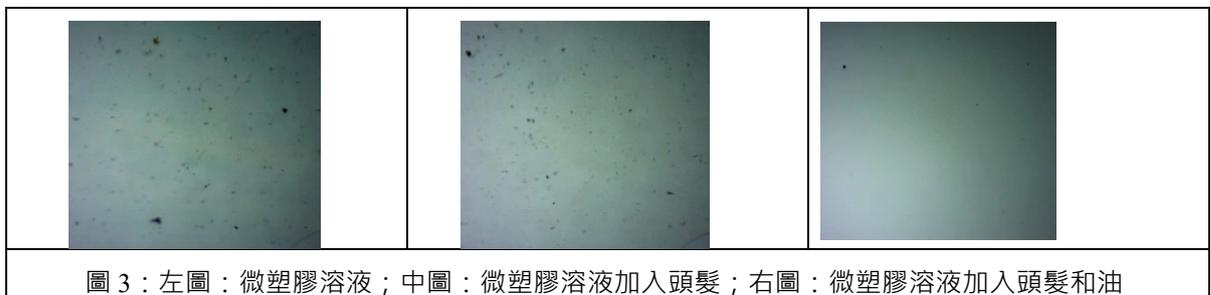


圖 3：左圖：微塑膠溶液；中圖：微塑膠溶液加入頭髮；右圖：微塑膠溶液加入頭髮和油

實驗結果顯示用顯微鏡拍照，確實可看到清除前、後微塑膠數量差異，但只能測量局部溶液，且照片對比並不明顯，也無法確定是微塑膠還是雜質，所以暫不用此方法測定。

## 測試二：以濁度計定量

因為微塑膠溶液成混濁狀，和濁度計校正標準液的呈現狀況相同，所以測試使否可以濁度計進行定量實驗，結果確實可行，故以下的實驗會以**濁度計**進行定量。

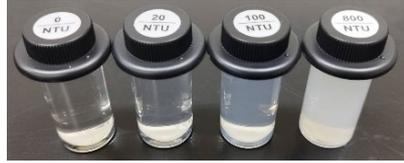
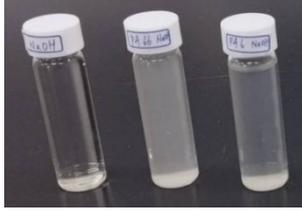


圖 4：左圖：微塑膠溶液；右圖：濁度計校正標準液

圖 5：高中水質檢測的濁度計

## 實驗三、找出最適當的吸附條件

1. 微塑膠懸浮液製備：將 0.1 克微塑膠 (PVC 和 ABS) 分別與約 15 克純水置入燒杯中，使用超音波震盪 20 分鐘，使其均勻懸浮於水中。
2. 固定微塑膠質量、水量，改變頭髮重量 (0.1g、0.3 g、0.5 g、0.7 g 和 0.9 g) 與食用油體積 (0.3 mL、0.5 mL 和 0.8 mL) 組合，進行微塑膠清除實驗。
3. 加入油和頭髮並均勻攪拌後，使用濁度計測量，重複 5 次取平均值。
4. 找出最適當的組合 (清除率最高、濁度最低)。

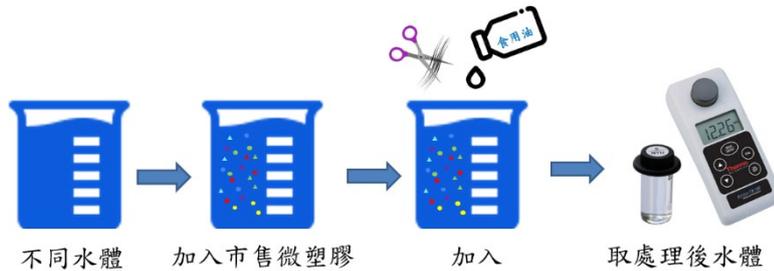


圖 6：實驗操作方式與流程

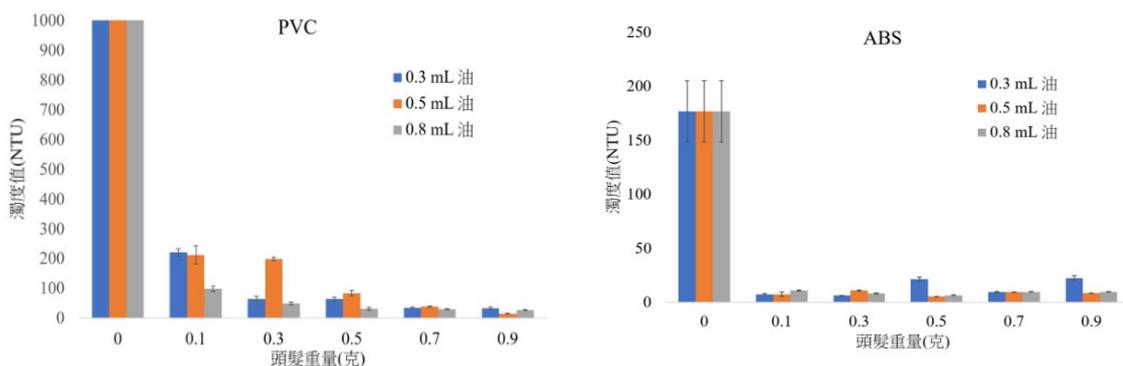


圖 7：PVC(左圖)和 ABS(右圖)加入不同頭髮量和油量前後，水體的濁度值變化圖

## 實驗結果顯示：

1. 油量過多，會有油滴殘留；油量過少，效果略差。
  2. 頭髮量越多，可以減少油滴殘留，但頭髮量大於 0.7 克後，改變效果不明顯。
- 以下使用 0.8 毫升油及 0.7 克頭髮進行清除微塑膠實驗。

#### 實驗四、測試不同塑膠種類的清除效率

1. 使用相同的最佳比例 ( 0.7g 頭髮 + 0.8 mL 油 ) ，測試不同塑膠種類 ( PVC 、 ABS 、 PET 、 PE 、 PP 、 PS 、 PA6 、 PA66 ) 的微塑膠清除效果。
2. 分別觀察在相同條件下的濁度變化，分析不同種類微塑膠的清除效果差異。
3. 清除比例計算公式：清除比例 =  $\frac{\text{原始水體濁度} - \text{清除後水體濁度}}{\text{原始水體濁度}} \times 100\%$

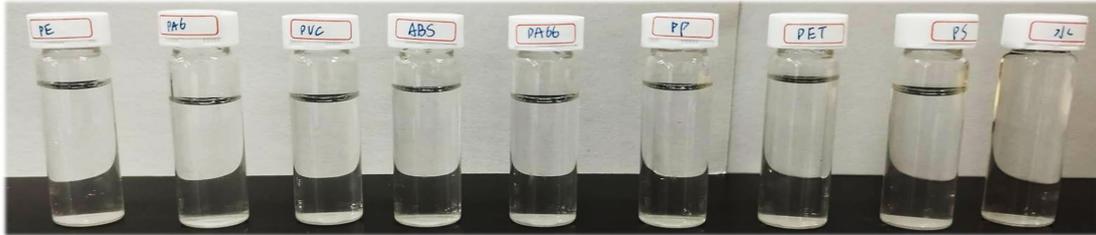


圖 8：不同微塑膠加入 0.7g 頭髮和 0.8mL 油後水體外觀

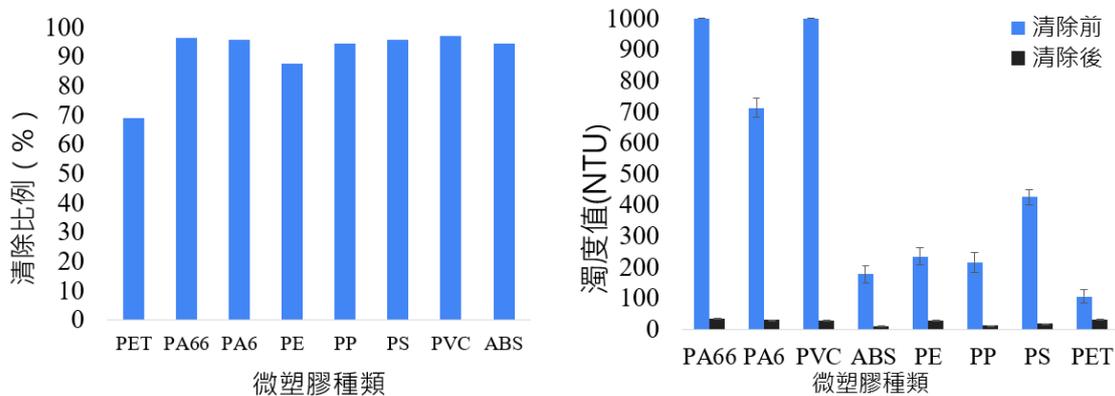


圖 9：不同微塑膠加入 0.7g 頭髮和 0.8mL 油後的微塑膠清除比例和清除前、後的濁度值

#### 實驗結果顯示：

1. 微塑膠殘留量最低的是 ABS，最高的是 PA66；但不論塑膠種類，微塑膠的殘留量都很低，清除後的水體都很清澈。
2. 清除比例最高的是 PVC，達到了 97%；最低的是 PET，清除比例為 69%。
3. 表示使用油和頭髮確實可以有消除水中的微塑膠。

實驗五、測試鹽度對清除效果的影響：製備不同濃度的 NaCl 鹽水 ( 模擬海水 0 ~ 5% ) ，測試加入 0.7g 頭髮和 0.8mL 油的微塑膠清除效果。

實驗結果顯示：鹽類濃度在 5.07 % 以下時，對 PVC 和 ABS 的清除效果影響不大。

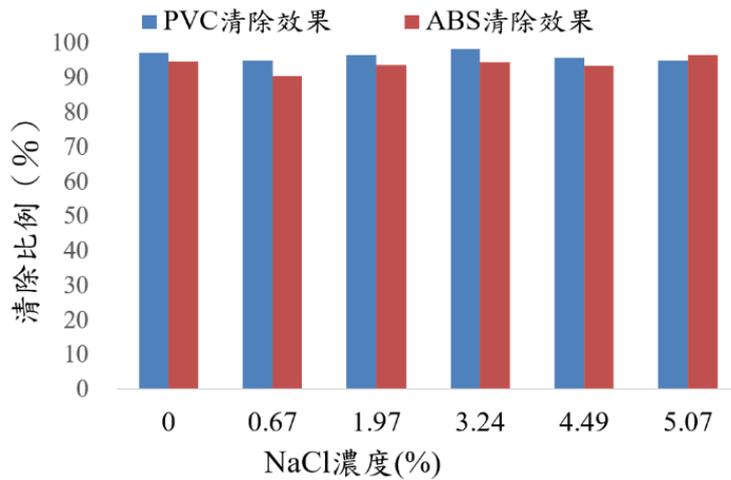


圖 10：PVC 和 ABS 在不同鹽類濃度下的微塑膠清除比例

實驗六、測試酸鹼值對清除效果的影響：製備不同 pH 值 ( 3、7、11 ) 的水體，測試加入 0.7g 頭髮和 0.8mL 油的微塑膠清除效果。

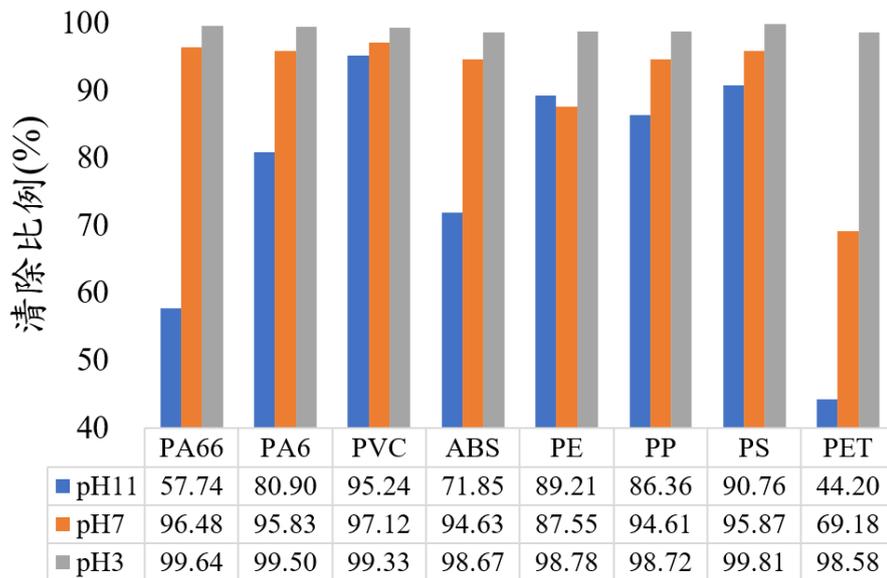


圖 11：不同微塑膠在不同 pH 值下的微塑膠清除比例

實驗結果顯示：

1. pH = 11 時，微塑膠清除效果比 pH = 7 時小。
2. pH = 3 時，微塑膠清除效果變好，皆可到達 98% 以上。
3. pH = 3 時 PE 和 PET 的清除效果，比溶劑為純水時明顯上升。

## 五、結論與生活應用

### 結論

經過多次實驗驗證，我們發現「使用頭髮搭配食用油清除微塑膠」是一種既有效又簡單的處理方式，結論如下：

1. 以頭髮清除不同種類微塑膠後在水中殘留量，以 ABS 最低，濁度值 9.48 NTU；PA66

最高，濁度值 35.16 NTU，清除微塑膠後的水體，外觀都相當清澈。

2. 頭髮對不同種類微塑膠的清除比例，除 PET 外，清除比例皆介於 87%~97%。PVC 清除比例最高為 97%；PET 因為原始濁度較低，所以計算後清除比例僅 69%。
3. 溶液鹽度在 5.07%以下清除效果變化不大，對 ABS 和 PVC 清除比例皆大於 90%。
4. 在溶液 pH = 3 時清除效果比純水好，清除效果皆可到達 98%以上。

### 生活應用

在確認這個方法的可行性之後，我們進一步將這個構想轉化成實作裝置。我們設計了一款簡易的濾水器原型裝置，使用頭髮作為濾材，讓含微塑膠的水體通過濾層。結果顯示，這樣的裝置能有效降低水中濁度，讓水質明顯變清澈，可以將含微塑膠的水體濁度從 650 NTU 大幅降低至 21 NTU，操作方式也相當直覺，不需要電力或昂貴設備，裝置如下：

這項研究不只是科學實驗的成果，更具備實際應用的潛力，未來可望推廣於：家庭或校園的環境科學教育活動、含微塑膠的廢水出口處理廢水和小型淨水教具開發等。

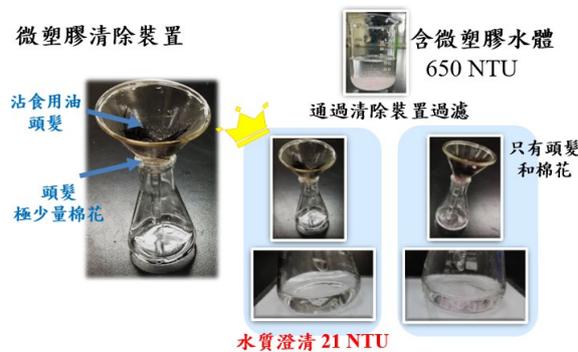


圖 12：微塑膠清除裝置原型

### 參考資料

- Ayad, M. A., Aboul-Fetouh, M., Mohamed, S., Abdallah, R., & Aboul-Fotouh, T. (2024). ECO-FRIENDLY CHICKEN FEATHERS AS A SORBENT MATERIAL FOR OIL SPILLS POLLUTING SEAWATER. *Journal of Al-Azhar University Engineering Sector*, 19, 226-240. <https://doi.org/10.21608/aej.2024.254250.1523>
- Fleming, S. (2020). Meet the teen science star using magnetic liquid to remove microplastics from water. <https://reurl.cc/K1DQjR>
- Li, Y., Chen, P., Tang, Y., Yang, Y., Zhou, C., Bu, J., & Zhong, S. (2024). Microplastics in Water: A Review of Characterization and Removal Methods. *Sustainability*, 16(10), 4033. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/10/4033>
- Raj, K. G., & Joy, P. A. (2015). Coconut shell based activated carbon-iron oxide magnetic nanocomposite for fast and efficient removal of oil spills. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(3), 2068-2075. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.04.028>
- 王柏文. (2021). 英國美髮業者發起環保行動 蒐集廢棄頭髮清除油污。 <https://news.pts.org.tw/article/538610>
- 王柏翎, & 鄭伊芸. (2022). 以磁性 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 分離微塑膠的成效與機制探討。