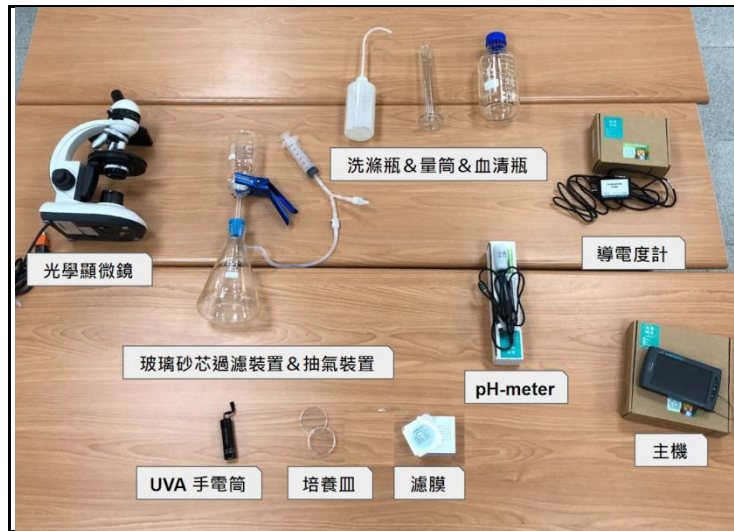


2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

題目名稱：「微」探索 - 探討烏溪之微塑膠含量與塑膠顆粒
一、摘要
<p>本研究探討烏溪之上、中、下游的微塑膠含量，並同時討論出海口中的微塑膠在不同潮汐變化時的含量。結果發現微塑膠之含量會隨著愈接近下游而趨向增加，但是根據位於出海口附近的取樣點數據，微塑膠含量卻未如上述趨勢。我們再次到出海口附近進行採集，在滿潮的最高點及乾潮的最低點時於麗水漁港岸邊取樣，根據兩者的微塑膠含量差距將近五倍，得知潮汐帶來的海水能間接清潔河口的微塑膠。而我們在現場發現並採集了許多肉眼可見的塑膠顆粒，基於在河川部分皆未發現本類型塑膠顆粒，且塑膠顆粒有著嚴重風化的跡象，因此我們可以推論採集的塑膠顆粒有較大機率來自海洋潮汐。</p>
二、探究題目與動機
<p>我們曾自關於人體攝入微塑膠的報導中得到驚人的事實：一個人每天攝入的微塑膠累積起來重量居然將近五公克(WWF,2019)！因此我們對「微塑膠」產生諸多的疑問並想進一步了解，過程中搜尋和整理國內外相關研究資料時，卻發現鮮少關於河川的微塑膠含量的文章(孔燕翔,2020)，於是我們開始針對生活區域附近的河流—烏溪進行採集分析。</p>
三、探究目的與假設
<p>一、探究目的</p> <ol style="list-style-type: none">1. 探討烏溪上、中、下游的微塑膠含量變化。2. 討論烏溪出海口之微塑膠含量與潮汐變化相關影響。3. 探討紅樹林攔截作用對沿岸微塑膠含量的影響。4. 討論塑膠顆粒的來源，並藉由海流流矢圖推論烏溪的微塑膠來源。 <p>二、假說</p> <ol style="list-style-type: none">1. 烏溪愈下游處，河水中的微塑膠含量愈多，是因河流流經處的周遭人口密度高與一路上的累積有關。2. 在感潮河段中，會受潮汐的清潔作用，使微塑膠含量減少。3. 河流會將上游的塑膠顆粒帶至出海口而累積於此。
四、探究方法與驗證步驟

壹、探究方法

一、實驗器材

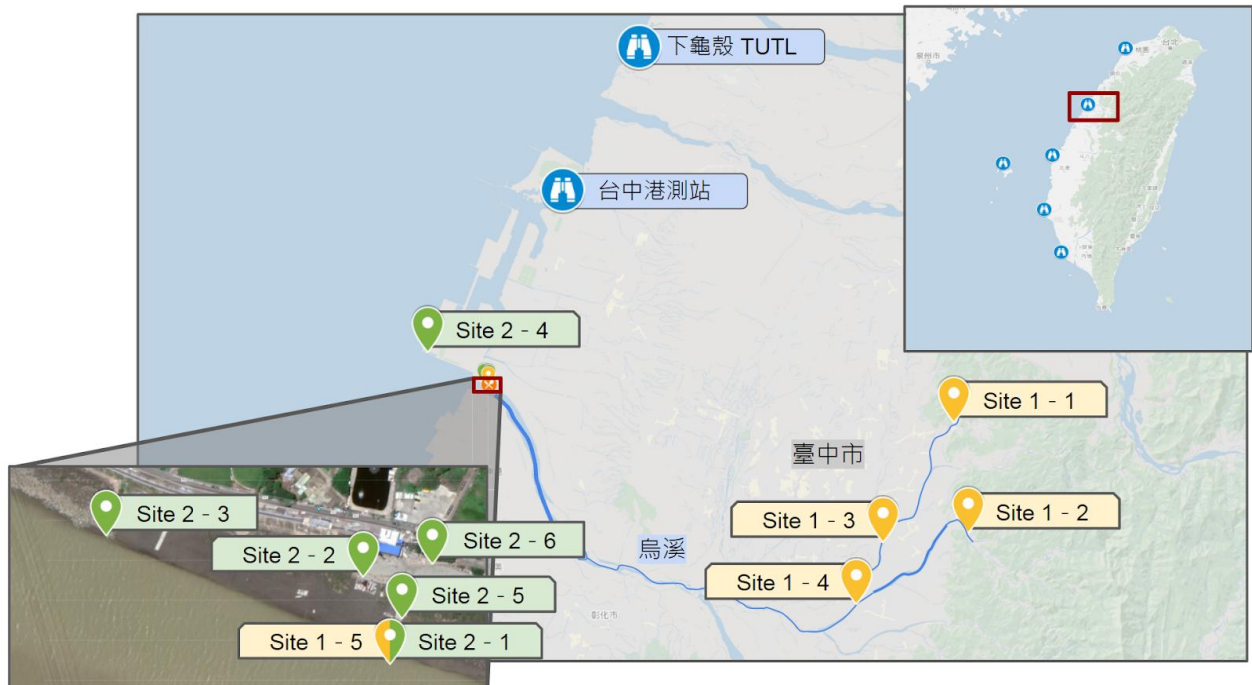


圖一：實驗器材（作者拍攝）

二、實驗流程

（一）水體採集與測量

前往各採集點（圖三）時，使用血清瓶採集水樣，而在探討潮汐影響時，需使用 pH-meter、導電度計連接主機，各自測量水體的 pH 值、導電度以推測該水體為海水或河水。



圖二：探究地圖（圖片來源：Google 地圖+作者）

（二）水樣過濾

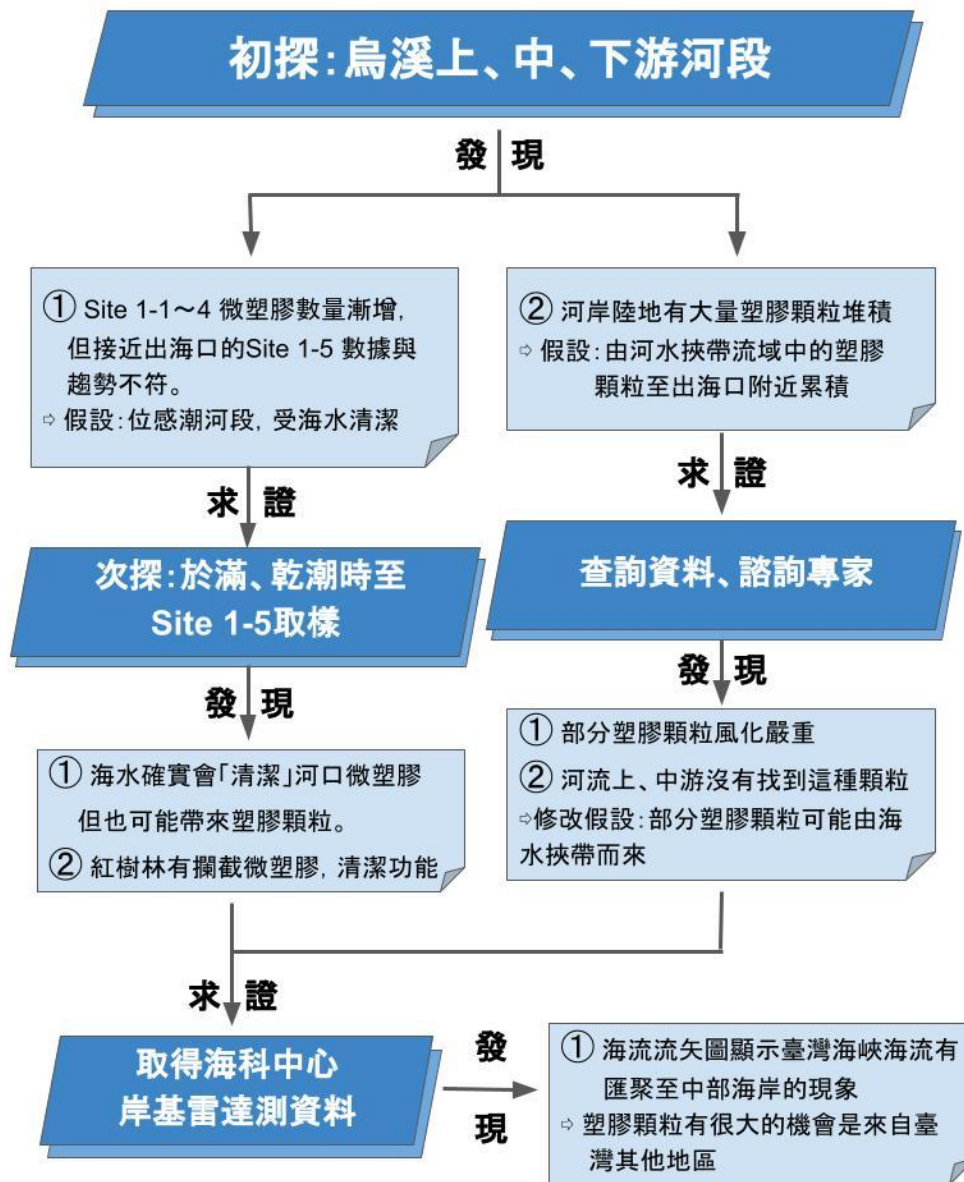
過濾水樣時，使用玻璃砂芯過濾裝置，搭配孔徑 0.45 微米的濾膜。而在過濾時取 200 ml 過濾，

再將數據回推至一公升時的情形以方便各點比較。

(三) 數據分析

我們參考 Global Learning and Observations to Benefit the Environment (以下簡稱 GLOBE) 所提供的微塑膠分類流程圖，將之分類成三個子分類 - 植物纖維與動物纖維、人造纖維與塑膠碎片。而在數據統整時，將數據回推至每公升中含有的微塑膠含量以便比較。

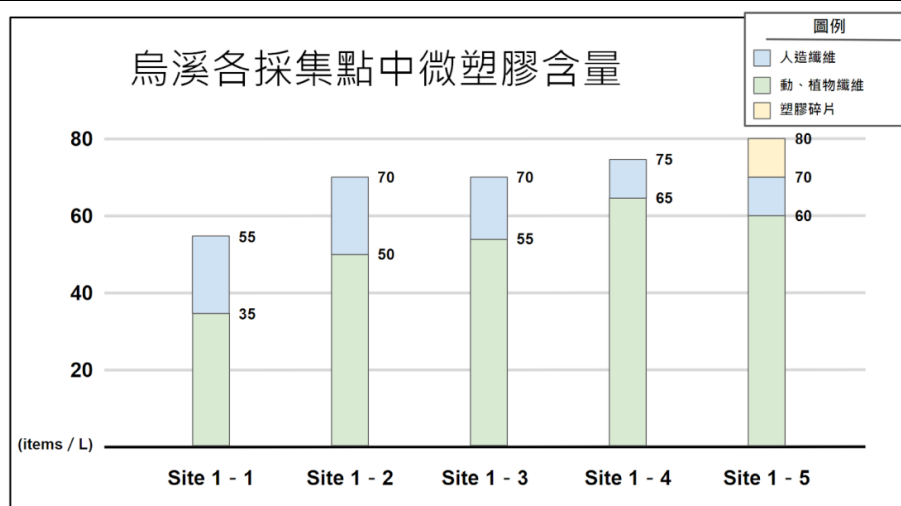
貳、驗證步驟



圖三：探究歷程架構圖 (圖片來源：作者)

一、烏溪之上、中、下游的微塑膠含量

(一) 實驗數據



圖四：烏溪各採集點水體微塑膠含量分析表

(二) 討論

一、烏溪之上、中、下游的微塑膠含量

由(表一)可得知，河流在流經時會產生累積作用，而微塑膠的總量也不斷增加。但是在 Site 1 - 4 後，流經臺中與彰化的人口稠密區與累積了從上游一路上帶來的微塑膠。依趨勢而言，Site 1 - 5 應該會大幅增加，但數據顯示並未如此。而我們發現到 Site 1 - 5 正位於感朝河段的範圍內，會受到河水與海水的流經，因此推論了可能當時受到潮汐影響，帶來了大量海水，導致數量並未大幅增加。

二、烏溪出海口與潮汐變化

(一) 實驗數據

表一：取樣水體狀態與微塑膠含量分析表

項目 \ 樣本		Site 2 - 1	Site 2 - 2	Site 2 - 3	Site 2 - 4	Site 2 - 5	Site 2 - 6
潮汐	潮差	中潮					大潮
	潮汐	乾潮				滿潮	
水域類型與相對位置		開放水域 紅樹林附近	封閉水域 漁港內水體	開放水域	開放水域 出海口	開放水域	開放水域
pH 值		7.85	8.39	7.91	8.25	8.59	8.40
導電度 (稀釋四倍) ($\mu\text{S} / \text{cm}$)		799	4105	385	4209	4155	4533
動、植物纖維 (個)		145	140	65	97	55	60
人造纖維 (個)		157	80	37	10	7	0
塑膠碎片 (個)		7	100	7	7	2	0
總計 (個)		309	320	109	114	64	60

(二) 討論

一、河、海水的主導與微塑膠

Site 2 - 4 依據 pH 值與導電度的數值來看，該水體為河水主導，而微塑膠含量較多；Site 2 - 5、Site 2 - 6 依據 pH 值與導電度的數值來看，該水體為海水主導，而肉眼難以辨識的微塑膠含量較少，約為河水主導時的五分之一倍，可見潮汐確實有清潔河口的功能。但我們也發現，潮汐卻也可能帶來其他地區，大小約 2~5mm 的塑膠顆粒。

二、紅樹林的「清潔作用」

Site 2 - 1、Site 2 - 3 皆為河水主導的水體，且僅距離不到 300 公尺處，但微塑膠竟相差近三倍。我們推測，這可能跟 Site 2 - 1 周遭有片紅樹林有關，依據文獻指出，紅樹林的根系降低了水流速度，讓水中的微塑膠沉積，我們的研究結果與前人研究一致，除此之外，在比較 Site 2 - 1 與 Site 2 - 3 的數據比較可看出，稍遠離紅樹林的 Site 2 - 3，水體中的微塑膠濃度明顯較低，可見紅樹林有清潔水體的功能。

三、塑膠顆粒的來源

在初探採集時，我們在麗水漁港的岸邊發現一片遍佈塑膠顆粒(如圖六)的高地，大多直徑約 2~5 mm，符合微塑膠之定義內。這引起我們的好奇他的來歷，猜測源當初自於上游，經由海流帶至河口堆積，於是我們實際往上游探索是否也有類似之顆粒，卻未發現任何顆粒，我們因此推測有可能是被海流帶至岸邊堆積。

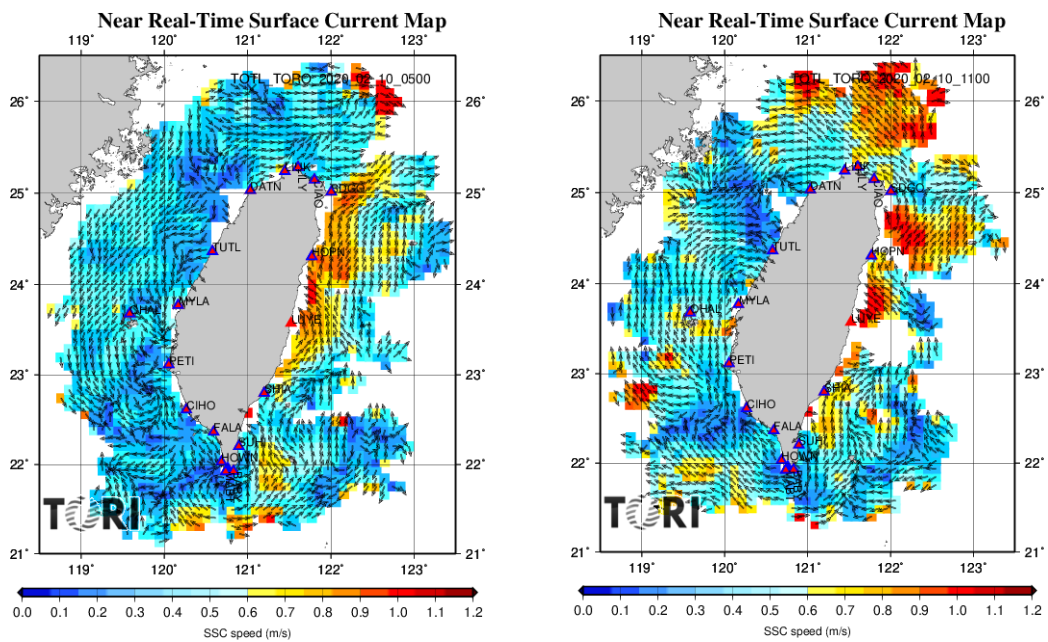


圖五：塑膠顆粒（依風化程度排序）

我們上網查詢相關資料，同時也向相關領域之研究學者孔燕翔教授進行通信討論，並查詢文獻後得知，有數顆深黃色的塑膠顆粒微風化嚴重，間接證實該物並非河流挾帶而是海流所帶來(Bárbara 等人，2021)，因此更加確認這些塑膠顆粒很可能是海流所帶來。

為了知道臺灣西部的海流流況，我們向國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心取得 2020 年數日的岸基雷達測資料，透過觀察海流的流向討論挾帶微塑膠的可能，我們發現在大多數情形下，在滿潮之時，臺灣北部的海流會南下，臺灣南部的海流則會北上，經台南、雲林沿海地區再流到中部海岸，換言之，臺灣中部很可能是

臺灣北部與南部海漂微塑膠的累積地點。



圖六：2020年2月10日的岸基雷達測資料

(左圖為05時的海流平均流向，05:40為乾潮；右圖為11時的海流平均流向，11:48為滿潮)

五、結論與生活應用

1. 河由上游至下游，微塑膠含量會隨著人口密度提高與持續加入的微塑膠而有增加的趨勢。
2. 海水會「清潔」河口附近的微塑膠，但也帶來其他地區的塑膠顆粒。
3. 紅樹林會攔截海水中的微塑膠，而對於水體有清潔作用。

參考資料

1. 孔燕翔(2020)。台北地區淡水河流域微塑膠汙染之數量、分佈以及季節變異研究。科技部補助專題研究計畫報告
2. Abaroa-Pérez, B.; Ortiz-Montosa, S.; Hernández-Brito, J.J.; Vega-Moreno, D. Yellowing, Weathering and Degradation of Marine Pellets and Their Influence on the Adsorption of Chemical Pollutants. *Polymers* 2022, 14, 1305.
3. World Wide Fund for Nature (WWF). (2019). No Plastic in Nature: Assessing Plastic Ingestion from Nature to People.
4. Liu, X., Liu, H., Chen, L., & Wang, X. (2022). Ecological interception effect of mangroves on microplastics. *Journal of Hazardous Materials*, 423, 127231.

海洋科學組 成果報告表單