

新海研 3 號海洋科學研究計畫競賽計劃書

高屏溪出海口到小琉球海域中衣物之合成纖維汙染分布 及小琉球北端海域塑膠微粒濃度變化之探討

台中市立台中女子高級中等學校

台中市立台中第一高級中等學校

(一) 摘要：

塑膠微粒帶給海洋的問題，在近年來備受討論，然而日常生活中我們穿的衣服經過重複洗滌所帶給環境的負擔，卻鮮少被人注意。藉此機會我們想採集高屏溪出海口至小琉球 4 個範圍之表層海水，計算衣物合成纖維的數量分佈。

另外，我們想利用去年學姊的數據對比出小琉球北端海域一年間的塑膠微粒濃度變化，探討遊憩壓力對小琉球的影響。

(二) 動機：

1. 微塑膠 (Microplastic)，被廣泛稱為「塑膠微粒」，但不僅限於「顆粒」形式，而是指直徑或長度少於 5 毫米的塊狀、細絲或球體的塑膠碎片。按照來源的不同，塑膠微粒可以分為初級塑膠 (primary microplastics) 及次級塑膠 (secondary microplastics)。前者為於工業製造時，體積就很小的塑膠纖維或顆粒；後者則為從塑膠袋、塑膠瓶或輪胎磨損顆粒等各種塑膠產品中，因化學或物理老化 或降解而產生。

資料顯示，家用及工業排放的微塑膠佔 15%-31%，比大型塑膠製品降解分裂後造成的污染更甚。依 IUCN 統計，塑膠微粒又有 35% 來自衣物的合成纖維，每次我們洗衣服時，平均有 900 萬微纖維被釋放到無法過濾的廢水處理廠中，且

國際自然保護聯盟 (IUCN) 估計，全球每年流入海洋的塑膠纖維超過 50 萬立方公噸，相當於 500 億隻寶特瓶，成為海洋垃圾最大的來源之一。而隨著快時尚的發展，現代人類對合成衣物的依賴提高許多，大量的塑膠微粒流入海洋，不僅影響了海洋生態，還會隨著食物鏈進入人類體內。

2. 高屏溪為台灣南部最重要的河川，流域面積更是全台之最，其所流經高雄、屏東的二十三個鄉鎮市區，因此我們認為高屏溪的家庭廢水汙染將佔一定程度的比例，雖然現今家庭廢水都會經過汙水處理廠過濾，然而，小於 5mm 的衣物纖維並無法被過濾，會順著河水直接進入海洋。

夏季時台灣南部若因颱風或強烈的西南氣流而發生強降雨，會造成距離小琉球不遠的高屏溪及東港溪河水量暴漲，因此便夾帶著塑膠垃圾沖向小琉球北端，我們認為這些塑膠垃圾經過降解之後將會影響塑膠微粒在高屏溪與小琉球附近海域的分佈狀況。因此我們決定透過實驗進一步探究在高屏溪出海口到小琉球間的海域，其塑膠微粒的濃度與衣物纖維之占比，且因衣物纖維大多來自家庭廢水，所以我們預期衣物纖維比例及測佔與高屏溪出海口之距離將呈現負相關。

3. 目前市面上的布料纖維大致上可分為：棉、亞麻、羊毛、蠶絲、嫘縈 (人造絲)、尼龍、特多龍、壓克力纖維、醋酸纖維、三醋酸纖維、彈性纖維、玻璃纖維、金屬纖維、橡膠纖維、以及各種混紡的纖維等。其中會釋放出塑膠微粒的合成纖維種類繁多，我們認為不同種類的合成纖維其染色狀況會不同，因此我們決定從家中衣物標籤識別不同種類染色後的特徵，以便日後實驗當作參考指標。

4. 屏東小琉球環境優美、自然生態保存良好，每年吸引約 100 萬旅客前往旅遊，但觀光人潮湧進也造成島內垃圾大幅攀升。根據屏東縣鄉公所統計，目前小琉球垃圾產生量已達到每年 1900 噸，影響周邊海域環境。

5. 遊憩壓力係指因遊憩而導致當地環境負荷加劇，即接近或超越當地之生物乘載量，生物乘載量之定義如下：

遊憩地區的發展與使用，能維持其自然環境供遊憩者滿意之遊憩體驗，而不致破壞自然生態環境之水準上。(Lapage, 1963)

我們發現近年來小琉球遊憩壓力大，伴隨而來的汙染也是不容忽視的，加上本校學姊去年參加了第一屆新海研 3 號競賽所做的研究，已測得小琉球北端海域的塑膠微粒濃度，因為我們認為遊憩壓力增大，將會使這一年來塑膠微粒濃度增加，於是希望透過這次研究測得的數據與去年作比較，以驗證我們的假設。

(三) 研究目標：

- 1.利用點位推估高屏溪出海口到小琉球的衣服纖維數量分佈
- 2.對比去年的數據分析一年內小琉球北端塑膠微粒污染濃度的改變

(四) 研究方法：

此研究之研究方式依目標分為兩大實驗：

實驗 A 為針對 Site A-D 採集水樣之處理方式 (此方法能有效減少實驗誤差) ，目的為計算水體中塑膠纖維微粒數量及成分。

實驗 B 則為針對 Site E-F 採集水樣之處理方式，目的為測量塑膠微粒數量，本方法雖有較大的實驗誤差，但因此法為上屆對照組之處理方式，故採之。

實驗 A (針對 Site A-D 採集水樣)

所需材料：水體樣本, 10% 氫氧化鉀水溶液, 20 μ m 金屬 (玻璃纖維) 濾紙, 尼羅紅染劑, 螢光顯微鏡

實驗步驟 (依施作時間分為 a. b. c. 三大部分) :

a) 採集洗衣機排出之廢水並分析

經由查找資料，我們得知現今衣物纖維的種類，並選定以下四種衣物纖維來實驗：

合成纖維：壓克力 (Acrylic)、耐綸 (Nylon)、彈性纖維 (Elastic fibers)

半合成纖維：二醋酸纖維 (Cellulose diacetate)

1. 將數件衣服依材質種類區分分批放入洗衣機洗淨，並分別採集水管排出之廢水。
2. 使用 20 μ m 孔徑之濾紙將採得水體樣本中的水濾出，留下待觀測之物質。
3. 使用尼羅紅染料將樣本染色。
4. 使用螢光顯微鏡觀測樣本，辨別並記錄各種類衣物纖維染色後的顏色特徵，以便辨識採集海水所得之衣物纖維。

b) 採集海水

我們將於採水點 Site A-D 分別抽取表水樣本

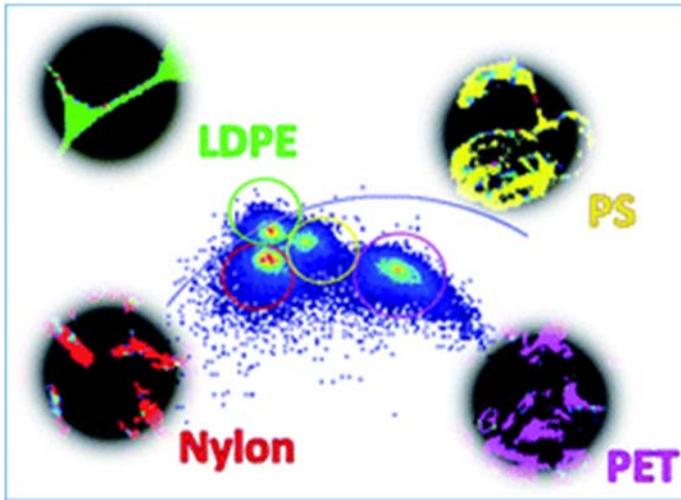
採水點請見 (五) 申請作業海域地圖 之黃色採水點。

採集水體樣本及儲存樣品的過程中，將會避免使用塑膠製容器，以避免影響實驗結果。

c) 分析採得水體 — 尼羅紅染色法 (Nile Red staining)

1. 使用 20 μ m 孔徑之濾紙將採得水體樣本中的水濾出，留下待觀測之物質。
2. 將氫氧化鉀水溶液加入樣本中，以其溶除生物體及動植物脂肪，以達到凸顯纖維微粒，減少雜訊，得到更高的實驗精準度。
3. 使用尼羅紅染料將樣本染色。
4. 使用螢光顯微鏡觀測樣本，由於樣本已經尼羅紅染料染色，故塑膠微粒及纖維微粒將在螢光下凸顯出來，此外，纖維微粒與塑膠微粒之形狀差異甚大，因此可在顯微鏡下輕易辨識。
5. 計算水體中塑膠纖維微粒的數量。
6. 分析塑膠纖維微粒之成分，經過尼羅紅染色後，不同塑膠顯示出的顏色不同，以下圖說明：

<https://reurl.cc/zbqq30>



* 若以上實驗方式因故無法施作，步驟 1. 2. 將採用以下方式作為備案 (其餘步驟與上述相同)：

1. 將碘化鈉加入加入採得水體樣本，並使用離心機分離水體與塑膠纖維微粒，並使塑膠纖維微粒浮至表層。
2. 使用 20 μ m 孔徑之濾紙將採得水體樣本中的水濾出，留下待觀測之物質。

實驗 B (針對 Site E-F 採集水樣)

所需材料：水體樣本, 6 μ m 濾紙, 尼羅紅染劑, 螢光顯微鏡

實驗步驟 (依施作時間分為 a. b 二大部分)：

a) 採集海水

我們將於採水點 Site E-F 分別抽取表水樣本

採水點請見 (五) 申請作業海域地圖 之橘色採水點。

採集水體樣本及儲存樣品的過程中，將會避免使用塑膠製容器，以避免影響實驗結果。

b) 分析採得水體 — 尼羅紅染色法 (Nile Red staining)

1. 使用 6 μ m 孔徑之濾紙將採得水體樣本中的水濾出，留下待觀測之物質。
2. 使用尼羅紅染料將樣本染色。
3. 使用螢光顯微鏡觀測樣本，由於樣本已經尼羅紅染料染色，故塑膠微粒將在螢光下凸顯出來。
4. 計算水體中塑膠微粒的含量。

(五) 申請作業海域地圖



(六) 規劃之研究站位經緯度

點名	點經度	點緯度	與上點之點距
Site A	N 22.4568	E 120.4213	--
Site B	N 22.4248	E 120.4081	2.1 NM
Site C	N 22.3928	E 120.3951	2.1 NM
Site D	N 22.3608	E 120.3823	2.1 NM
Site E	N 22.3601	E 120.3686	--
Site F	N 22.3975	E 120.3525	2.4 NM

共 6 點 -- -- 總航行距離 27.0
NM

(七) 出海作業項目與作業時間

點名	作業項目	作業時間
Site A	抽取表水	0 min (不停船)
Site B	抽取表水	0 min (不停船)
Site C	抽取表水	0 min (不停船)
Site D	抽取表水	0 min (不停船)
Site E	抽取表水	0 min (不停船)
Site F	抽取表水	0 min (不停船)

(八) 出海作業申請單

請見附件一。

(九) 預期成果:

1.由於高屏溪流經的鄉鎮承受了大量家庭污水，因此我們推測從高屏溪出海口到小琉球間四個採水點的衣物纖維量將會呈顯 Site A > Site B > Site C > Site D 之狀態。

2.小琉球這一年來因為國內旅遊興盛，遊客人數大增，伴隨帶來的是大量的垃圾，由此我們預測小琉球北端海水中的塑膠微粒會增加。

(十) 資料來源：

以下為本研究書撰寫時之參考資料。

CSR@天下

csr.cw.com.tw/article/40860

台大醫院健康電子報

https://epaper.ntuh.gov.tw/health/202005/project_1.html

維基百科 人造纖維

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%BA%E9%80%A0%E7%BA%96%E7%B6%A0>

關鍵評論

<https://www.thenewslens.com/article/96279>

(附件一) 出海作業申請單

國立中山大學 「海研三號研究船」出海作業申請單 (附件)