

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 地球科學科

(鄉土)教材獎

080502

就「塑」這個光～海洋塑膠微粒含量之探討

學校名稱：澎湖縣湖西鄉龍門國民小學

作者：  小六 許銘宇  小六 范振勤  小六 顏多愛  小六 盧冶澄  小五 洪予晴	指導老師：  辛柏緯  賴秀智
---	-----------------------------

關鍵詞：塑膠微粒

# 就「塑」這個光～海洋塑膠微粒含量之探討

## 摘要

塑膠微粒影響著人類日常，但家鄉沙灘滿是塑膠垃圾，促使我們進行研究，得到以下結論：

### 一、比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒數量。

表層>1m 深>>2m 深。

### 二、比較人造港埠對海洋塑膠微粒的影響。

(一)數量方面：龍門>尖山。

(二)深度方面(塑膠微粒數量)：表層>1m 深>>2m 深。

(三)最大顆粒粒徑大小：人造港埠>開放水域。

### 三、比較潮間帶不同位置海砂的海洋塑膠微粒數量。

(一)低潮線>高潮線>飛沫帶。

(二)龍門後灣沙灘低潮、高潮線多於尖山烏泥沙灘。

(三)塑膠微粒數量(深度)0-4cm>4-8cm>>8-12cm，且海砂中含量多於開放水域。

### 四、比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量。

迎風面多於背風面。

## 壹、研究動機

社區和學校時常帶我們去淨灘，夏天時那片潔白的沙灘，每到冬天就變成滿地的垃圾，那滿目瘡痍的景象總讓我們很震撼也很難過。在淨灘的過程中，我們撿了很多浙江浮標回學校加工成借書證，不過在過程中看到好多被海浪帶上來的塑膠碎片撿都撿不完，讓我們覺得海水中會不會有更多我們不容易觀察的塑膠微粒？有什麼因素會影響塑膠微粒的數量呢？沙灘能不能幫忙阻攔海水中的塑膠微粒再次回到大海呢？在不同受風面會不會有不同的情形？因為心中有太多的疑問了，老師便建議我們來試試觀察海水中、砂子裡的塑膠微粒，一起發現看不見，但依然存在的環境問題；於是，我們就開始這次的研究。

## 貳、研究問題

- 一、比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒(海水表層、1m 深、2m 深)。
- 二、比較人造港埠對海洋塑膠微粒的影響(船舶數量、分佈情形、顆粒大小)。
- 三、比較潮間帶不同位置海砂的海洋塑膠微粒(低潮線、高潮線、飛沫帶)。
- 四、比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量(迎風、背風面)。

## 參、研究設備及器材

- 一、不同受風面、船舶數量港口、深度的海水

本研究我們主要觀察與分析不同受風面(迎風面、背風面)的海域，本研究取樣點為迎風面海水(龍門後灣 23°33'56.1"N 119°41'00.6"E )、背風面海水(尖山沙灘 23°33'37.0"N 119°39'48.4"E)，其兩地點於 Google 地圖上的位置如圖 1，且於 Earth Nullschool 網站顯示的冬季多數日該兩地點風向如圖 2(以 2023 年 1 月 1 日為例)，可見冬季多數日風向為東北方。

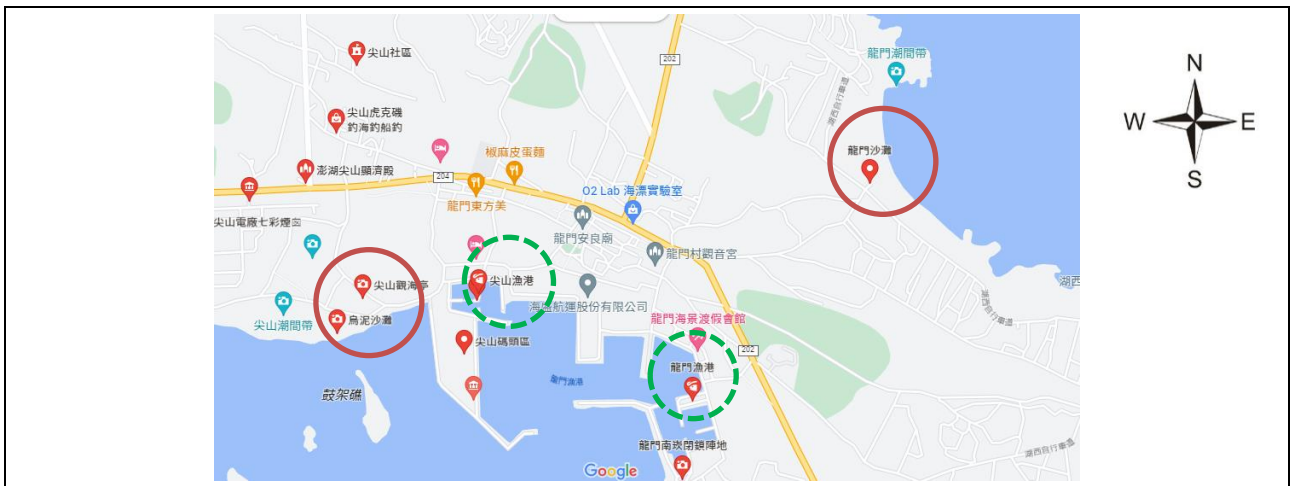


圖 1 兩取樣地點位置圖



圖 2 EarthNull school 網站風向示意圖

不同船舶數量港口（其位置如圖 1 綠色虛線處），於龍門漁港（船舶數較多，停靠船籍數量 83 艘）與尖山漁港（船舶數較少，停靠船籍數量 57 艘）分別取樣。

海水深度取樣是依據中央氣象局波浪統計，澎湖縣冬天最大浪高約 1.9m，所以我們自製海水取水器(如圖 3)，取樣各取樣點海水表面、水深 1m、水深 2m 的海水。



圖 3 自製海水取水器與沿岸海域實地照

## 二、沙灘不同潮間帶位置的砂

為探討本研究問題三、四，我們自製取砂器，採直徑 10cm，高度 4cm 的 PVC 管 4 個連接組成（如圖 4），分別取樣兩個取樣點的沙灘低潮帶、高潮帶、飛沫帶等三處，沙灘 0~4cm、4~8cm、8~12cm 等不同深度的砂子，並探究海砂過濾塑膠微粒之情形。



圖 4 自製取砂器與採樣沙灘現況

## 三、分析樣本所需實驗器材

為分析上述所取樣回來的海水與海砂，本研究使用以下主要實驗器材（如圖 5），分述如下：

### (一)尼羅紅染劑與 95 無鉛汽油

尼羅紅染劑是一種親脂性染劑，在脂質中具有相當強烈的螢光，本實驗用於塑膠微粒染色使用；因尼羅紅在脂質中能散發出強烈的螢光，所以參考文獻後，我們選用 95 無鉛汽油做為尼羅紅染劑水溶液的溶劑，以及樣本的清洗劑。

### (二)500 目不鏽鋼篩網、濾茶器、自製加壓環

不鏽鋼篩網是用以過濾取樣海水的塑膠微粒，且為了方便於顯微鏡下觀察，我們將篩網切割成每塊  $2\text{cm}^2$  的不鏽鋼方形濾網片；透過濾茶器方便集中過濾樣本，再利用雷雕機製作緊密環，將方形濾網片能與圓形濾茶器結合，減少塑膠微粒未被篩留在方形濾片上的機率。

### (三)飽和食鹽水與電子秤

飽和食鹽水是針對研究問題三，透過比重的差異，來使得密度較小的塑膠微粒與海砂能夠分離。

(四) 螢光用顯微鏡、UV 藍光手電筒、自製濾光片

選用 40 倍放大倍率且有螢光成像的顯微鏡，參考文獻搭配 395nm 的藍光手電筒與利用黃色玻璃紙所做成的自製濾光片，得到最佳的螢光觀測效果。

		
<p>尼羅紅染劑</p>	<p>500 目篩網濾片 (面積 2cm<sup>2</sup> ; 孔隙 31 微米)</p>	<p>濾茶器與自製緊密環</p>
		
<p>電子秤</p>	<p>UV 藍光手電筒與自製濾光片</p>	<p>螢光用顯微鏡</p>

圖 5 本研究研究器材



## 肆、研究過程與方法

### 一、研究架構圖

本研究從淨灘活動的生活經驗為開端，從以風向對塑膠微粒的影響為主軸，再延伸探究人為因素、海砂對塑膠微粒的攔阻情形，進行了一連串的實驗設計與驗證，架構圖如下圖 6。

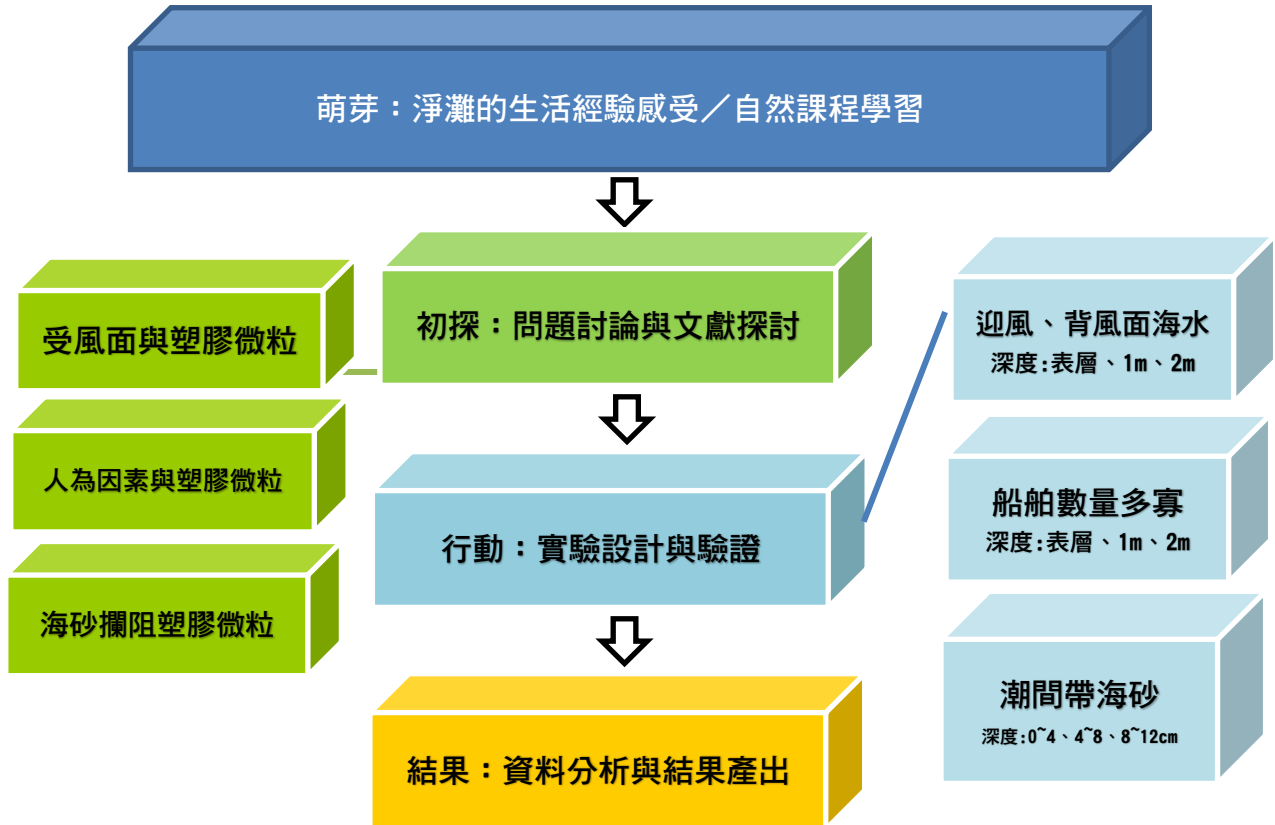


圖 6 研究架構圖

### 二、文獻探討

透過網路蒐尋與閱覽全國科展關鍵字為「塑膠微粒」的相關研究報告，並將重點整理如下：

(一)游景欽、陳德謙 (2018)· 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 高級中等學校組 環境學科：基隆外木山沙灘塑膠微粒汙染探討與研究。

1.探討內容：透過多點、減量、加深的取樣模式觀察基隆外木山沙灘所受的塑膠微粒汙染。

2.對本研究幫助：海砂取樣模式的參考；文獻使用不鏽鋼組合篩桶，因切割不易，所以

用利用大型 PVC 管製作取砂裝置，惟取砂深度因我們力氣比較小，所以取樣深度調整為 0~4、4~8、8~12cm（文獻為 0~5、5~10、10~15cm）。

(二) 林亞慧、張立琪（2020）· 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 國中組 生活與應用科學(二)科：以「亮」取勝—探討如何辨識環境中的塑膠微粒。

1. 探討內容：探究海砂、河砂內的塑膠微粒含量。

2. 對本研究幫助：採用尼羅紅染劑搭配 98 無鉛汽油得到最佳的觀察效果，因澎湖沒有 98 無鉛汽油，所以我們改用 95 無鉛汽油亦有不錯的顯像效果，染色靜置時間 2 分鐘的顯像效果優於 2 天；另採用氯化鋅水溶液（比重達 0.4）分離海砂與塑膠微粒，但我們上網查閱資料後氯化鋅水溶液有毒性，所以我們改採用飽和食鹽水（比重為 0.26）做為分離的工具；另外，可以透過 UV 燈與濾片達到更佳的觀測效果；文獻中使用 imageJ 進行分析，我們覺得這軟體比較困難，所以我們討論後採用比較簡單的點數法進行分析。

(三) 陳芊仔、黃歆芸、蕭德芙（2020）· 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 國中組 地球科學科：水吃不吃「塑」？—探討水中塑膠微粒的含量。

1. 探討內容：屏東地區溪水、飲用水中塑膠微粒含量情形。

2. 對本研究幫助：一樣利用尼羅紅染劑進行染色，並使用螢光顯微鏡進行觀察。

(四) 屏東大學實小 (2022)· 屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 國小組 地球科學科：沙灘有「塑」嗎？東港地區沙灘之塑膠微粒含量探討。

1. 探討內容：透過熱觸法來分析東港地區沙灘之塑膠微粒含量。

2. 對本研究幫助：認識 Alkalay 等(2007)所提出的清潔海岸指數（如下表 1），本研究未採用熱觸法來分析塑膠微粒，因所需時間較長，且我們擔心塑膠遇熱產生的毒氣會有所影響，所以我們仍採螢光顯像法來進行分析。



表 1 清潔海岸指數評估表 (Alkalay 等, 2007)

值	等級	視覺評估
0-2	很乾淨	沒有看到碎片
2-5	清潔	大面積未見碎屑
5-10	中等	可以檢測到幾塊碎片
10-20	髒	岸上有很多雜物
20+	極髒	大部份海灘被塑料覆蓋

綜合以上的文獻探討，我們知道所謂的塑膠微粒為粒徑大小小於 0.5cm 的片狀、粒狀或絲狀的塑膠材質；且可以利用尼羅紅染劑，以脂質的無鉛汽油為溶劑與清洗劑，染色時間為 2 分鐘即可，再搭配 UV 燈與黃色濾光片可以觀察水中塑膠微粒的含量；再利用自製取砂器，採用螢光染色法，來瞭解龍門、尖山沙灘不同深度與潮間帶位置（低、高、飛沫帶）砂粒的塑膠微粒含量。

本研究設計根據以上文獻所習得的塑膠微粒檢測方法，來探究學區兩村落的海域、沙灘與漁港，在不同的受風面、人為因素等影響下，不同深度的海水、砂層內塑膠微粒分佈的情形。

### 三、研究過程及方法

#### (一)緣起與採集活動：

- 1.淨灘活動時，看見迎風面的後灣沙灘上滿地塑膠垃圾；回想以前在背風面的尖山沙灘淨灘時塑膠垃圾較少，所以我們好奇破碎的塑膠垃圾（塑膠微粒）會不會也會因受風面而有不同。
- 2.決定主題後，進行文獻探討與和老師討論研究變因，再進行樣本採集，其中深度 1m、2m 的海水取樣，本來是要利用畢氏定理公式，站在岸邊採樣，實際操作後，發現自製取水器沉不到預計的深度（會受水浮力影響）；接著我們想改游泳出去取水，但老師覺得這樣太危險，所以有組員向家人借「踢圈」，改由老師操作，協助出海取樣。

## (二)研究設計與步驟

### 1.研究問題一：比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒(海水表層、1m、2m 深)。

#### (1)沿岸海域海水取樣

我們想探究不同海水深度的海洋塑膠微粒數量，利用自製取水裝置依想探討的研究變因分別進行採樣，因根據中央氣象局的浪高統計數據，澎湖地區最大浪高為1.9m(2022)，所以我們將根據此研究問題，進行沿岸海域表層、深度1m、2m(由教師協助)的海水取樣(各500ml)，如圖7。



圖7 海水取樣情形

#### (2)沿岸海域取樣海水分析

a.將取樣回來的海水進行編號，分別編號為下表2：

表2 沿岸海域樣本命名表

地點 \ 深度	海水表層	1m	2m
龍門後灣 A	龍後 A-表	龍後 A-1m	龍後 A-2m
龍門後灣 B	龍後 B-表	龍後 B-1m	龍後 B-2m
尖山烏泥 A	尖烏 A-表	尖烏 A-1m	尖烏 A-2m
尖山烏泥 B	尖烏 B-表	尖烏 B-1m	尖烏 B-2m

b.將各編號的樣本搖晃2分鐘後，取500ml，利用濾茶器、500目不鏽鋼濾片(2cm<sup>2</sup>)、自製雷切緊密環進行過濾，如圖8。



圖 8 海水過濾操作情形與器材

c.將步驟 b 的不鏽鋼濾片取出，置於培養皿內，一側下面置 1cm 立方塊形成傾斜面，再滴取尼羅紅染劑與 95 無鉛汽油的混和液(0.1mg/ml)，染色靜置 2 分鐘後，再用 95 無鉛汽油清洗背景，如圖 9。

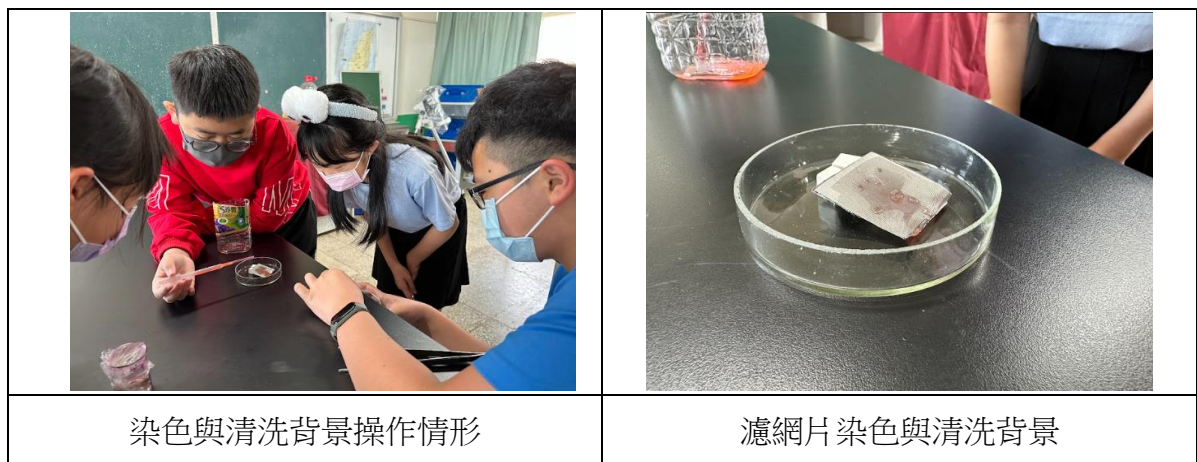


圖 9 尼羅紅溶液操作情形

d.將步驟 c 的不鏽鋼濾片取出，置於載玻片上，在暗房內輔以藍色 UV 手電筒，加上黃色玻璃紙所自製的濾光片，於 10 倍螢光顯微鏡下觀察，並計算亮點數量，點數規則經我們討論後，亮處呈現粒徑大小任一邊長度 0.25cm 以上定義為 10 點、粒徑大小任一邊長度 0.12~0.25cm 之間定義為 5 點，點狀亮點(任一邊長度 0.01~0.12cm)定義為 1 點，以符合在不鏽鋼網片上所佔的比例，如圖 10。

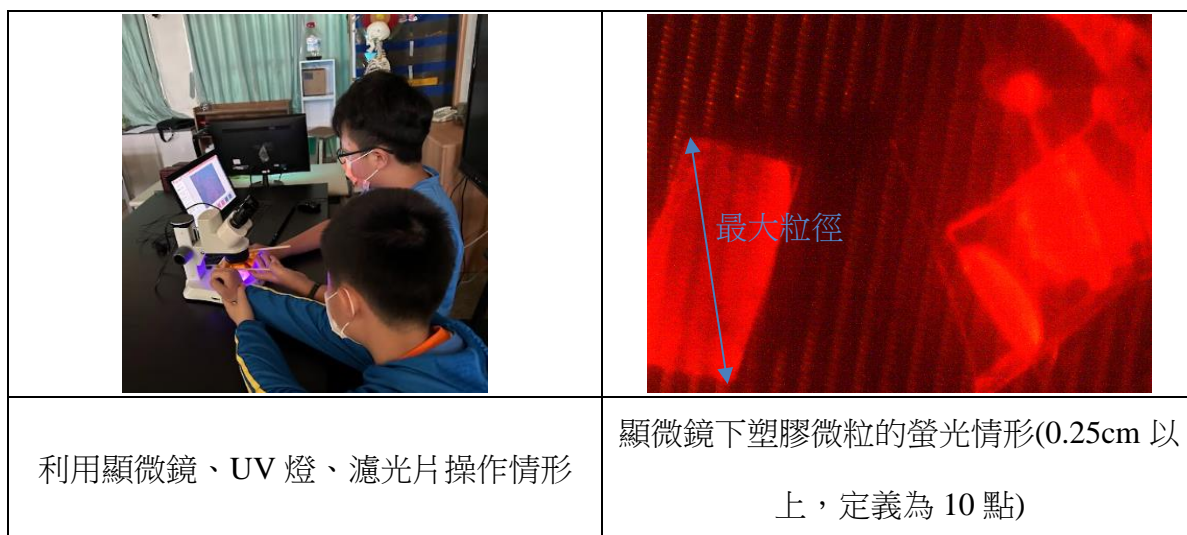


圖 10 螢光顯像法操作情形

e.重覆步驟 b~d，完成各樣本分析，再進行數據分析與討論。

## 2.研究問題二：比較人造港埠對海洋塑膠微粒數量的影響。

### (1)人造港埠內海水取樣

研究問題二我們想探究人為因素對於海洋塑膠微粒數量的影響，利用自製取水裝置，在船隻數量較多的龍門漁港，以及數量較少的尖山漁港，各隨機挑選 2 處進行表層、深度 1m、2m 的海水取樣(各 500ml)，如圖 11。

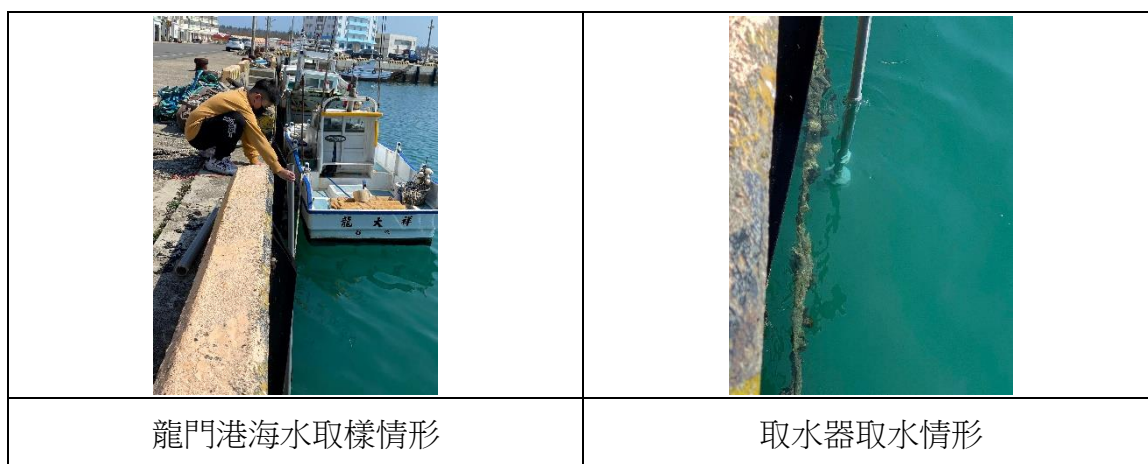


圖 11 人造港埠取水情形

### (2)人造港埠內取樣海水分析

a.將取樣回來的海水進行編號，分別編號為下表 3：

表 3 人工港埠樣本命名表

地點 \ 深度	海水表層	1m	2m
龍門港 A	龍港 A-表	龍港 A-1m	龍港 A-2m
龍門港 B	龍港 B-表	龍港 B-1m	龍港 B-2m
尖山港 A	尖港 A-表	尖港 A-1m	尖港 A-2m
尖山港 B	尖港 B-表	尖港 B-1m	尖港 B-2m

b.重覆研究問題一 b~d 操作步驟，在顯微鏡下進行塑膠微粒的螢光反應分析。

### 3.研究問題三：比較潮間帶不同位置海砂的海洋塑膠微粒。

研究問題三我們主要想探究海水中的塑膠微粒在接觸陸地後，是否會停留在砂地上？若會停留，是否會順著水流向深處移動，進而讓海砂成為阻攔塑膠微粒重返海洋的一道屏障。

#### (1)潮間帶分區評估海灘清潔度

我們在取樣前先參考文獻上所提到的 Alkalay 等(2007)所提出的清潔海岸指數來視覺評估海灘清潔度；我們於龍門後灣沙灘、尖山烏泥沙灘各隨機挑選 2 處，長度約 40m、寬度約 10m 的長方形方框(涵蓋飛沫帶至低潮帶)，由組員共同評估其清潔海岸指數，再將 2 處得分平均為該沙灘的清潔海岸指數，以做為顯微觀察結果的參照。

#### (2)海灘砂質取樣

在評估方框內，於低潮帶、高潮帶、飛沫帶等處，各膠槌將自製取砂器捶入沙地內 12cm，再用小鏟子清理周遭空間，使用刮刀將取砂器取出；再逐層拆開成 0~4cm、4~8cm、8~12cm 三種不同深度(如圖 11)，並進行樣本編號如下表 4。

表 4 採樣沙灘樣本命名表

地點 \ 深度	0~4cm	4~8cm	8~12cm
龍門後灣 A	龍後-A-低-0~4	龍後-A-低-4~8	龍後-A-低-8~12
	龍後-A-高-0~4	龍後-A-高-4~8	龍後-A-高-8~12
	龍後-A-飛-0~4	龍後-A-飛-4~8	龍後-A-飛-8~12
龍門後灣 B	龍後-B-低-0~4	龍後-B-低-4~8	龍後-B-低-8~12
	龍後-B-高-0~4	龍後-B-高-4~8	龍後-B-高-8~12



	龍後-B-飛-0~4	龍後-B-飛-4~8	龍後-B-飛-8~12
尖山烏泥 A	尖烏-A-低-0~4	尖烏-A-低-4~8	尖烏-A-低-8~12
	尖烏-A-高-0~4	尖烏-A-高-4~8	尖烏-A-高-8~12
	尖烏-A-飛-0~4	尖烏-A-飛-4~8	尖烏-A-飛-8~12
尖山烏泥 B	尖烏-B-低-0~4	尖烏-B-低-4~8	尖烏-B-低-8~12
	尖烏-B-高-0~4	尖烏-B-高-4~8	尖烏-B-高-8~12
	尖烏-B-飛-0~4	尖烏-B-飛-4~8	尖烏-B-飛-8~12



圖 11 取砂操作情形

### (3)沙灘取樣砂粒分析

我們將取樣回來的砂粒進行螢光顯像法分析，實驗操作步驟如下：

- 先將砂粒直接倒入燒杯內，並加入飽和食鹽水 500ml 進行浸泡。
- 持攪拌棒均勻攪拌 2 分鐘，取出上層懸浮物質後再將食鹽水倒入另一燒杯。
- 再次倒入飽和食鹽水重覆上述步驟 ii。
- 將上層食鹽水依研究問題一 b~d 操作步驟，進行過濾，與在顯微鏡下進行塑膠微粒的螢光反應分析。



圖 12 海灘清潔度評估與砂粒分析操作情形



#### 4.研究問題四：比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量。

本研究問題是想驗證研究問題的假設，是否迎風面塑膠微粒多於背風面，故將龍門後灣的數據與尖山烏泥的水域與沙灘各採樣點的數據進行加總與比較。

(三)資料整理、討論與成果報告產出。

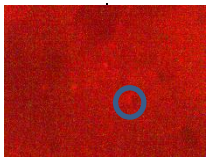
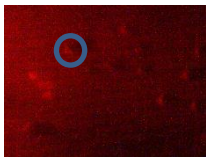
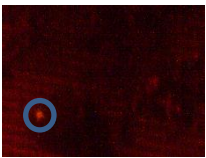
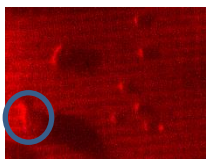
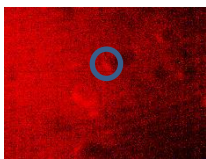

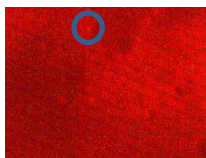
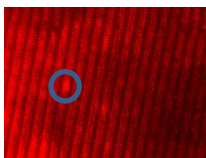

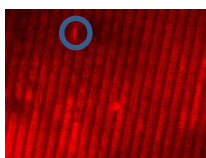
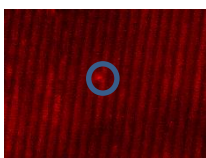
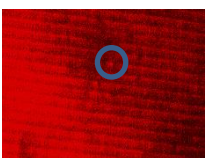
## 伍、研究結果

以下就本研究的目的與實驗設計，進行數據分析與研究結果說明，分述如下：

### 一、研究問題一：比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒(海水表層、1m、2m 深)

本研究問題一想瞭解塑膠微粒在不同深度海水中的數量分佈情形，採螢光顯像法在 2cm<sup>2</sup> 不鏽鋼網片上的觀察到的塑膠微粒，並從中擇定直徑最大一顆微粒進行量測，數據結果如下表 5（表格內的照片為部份影像）：

表 5 研究問題一應用螢光顯像法分析數據與照片

地點 \ 深度	海水表層		1m		2m	
	數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片
龍門後灣 A	26 點 0.03cm		22 點 0.04cm		13 點 0.04cm	
	31 點 0.3cm		29 點 0.05cm		11 點 0.03cm	
尖山烏泥 A	23 點 0.03cm		21 點 0.06cm		13 點 0.03cm	
	20 點 0.07cm		13 點 0.03cm		9 點 0.03cm	

兩次沿岸水域取水日期分別為龍門後灣(3/17 風速 3 級-15km/hr、浪高 0.63m)與尖山烏泥(3/23 風速 3 級-18km/hr、浪高 0.41m)，整體來說天候狀況是相似的，但可發現迎風面的龍門後灣水域雖風速較低，但浪高高於尖山烏泥水域。將上述表格轉化成統計圖如下圖

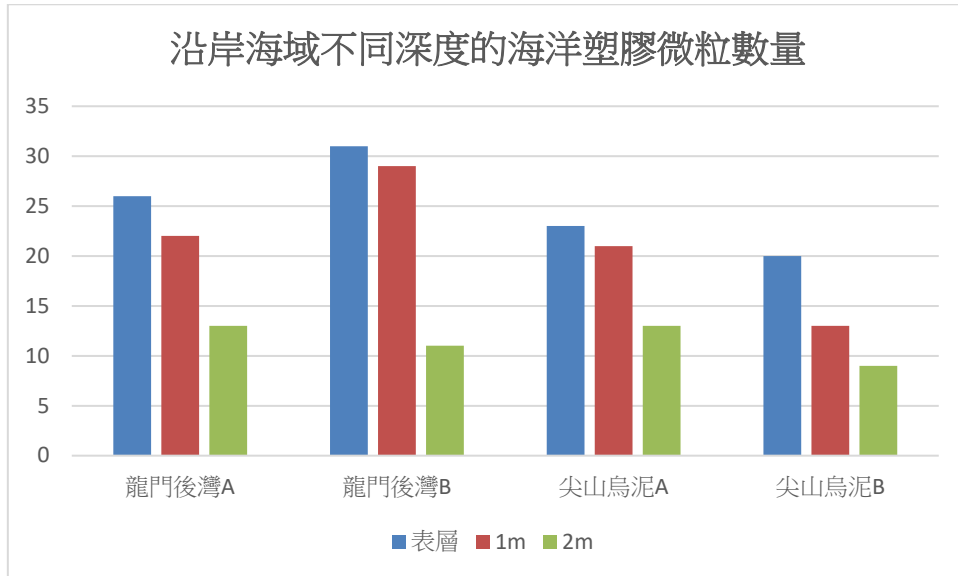


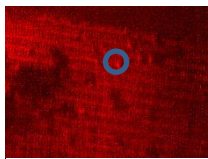
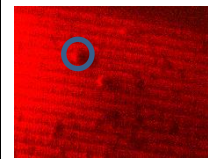
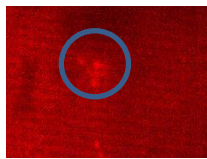
圖 13 沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒數量圖

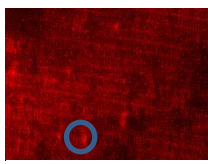
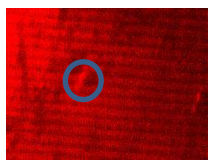
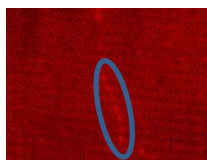
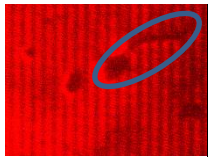
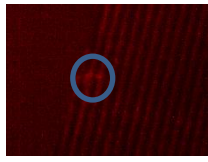
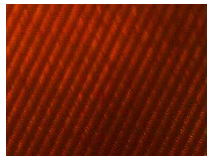
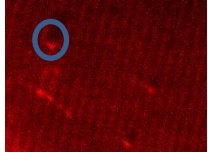


由上表數據與上圖可知，四個採樣點水表層的塑膠微粒量(26、31、23、20)> 深度 1m (22、29、21、13)> 深度 2m (13、11、13、9)；顆粒的大小與深度並無一致性結果，惟立體感（厚度）有呈現表層> 深度 1m> 深度 2m 的趨勢；而整體塑膠微粒量，龍門後灣數量多於尖山烏泥水域。

二、研究問題二：比較人造港埠對海洋塑膠微粒數量的影響。

本研究問題二主要是想探討較平靜且半封閉的港埠裡海洋塑膠微粒的數量，是否與船舶的數量有所關聯；採螢光顯像法在 2cm<sup>2</sup> 不鏽鋼網片上的觀察到的塑膠微粒，並從中擇定直徑最大一顆微粒進行量測，數據結果如下表 6（表格內的照片為部份影像）：

表 6 研究問題二應用螢光顯像法分析數據與照片

地點 \ 深度	海水表層		1m		2m	
	數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片
龍門漁港 A	62 點 0.05cm		53 點 0.1cm		18 點 0.14cm	

龍門漁港 B	數量	觀察照片	數量	觀察照片	數量	觀察照片
	最大顆粒		最大顆粒		最大顆粒	
	103 點 0.09cm		62 點 0.11cm		12 點 0.34cm	
尖山漁港 A	數量	觀察照片	數量	觀察照片	數量	觀察照片
	最大顆粒		最大顆粒		最大顆粒	
	42 點 0.68cm*		23 點 0.08cm		0	
尖山漁港 B	數量	觀察照片	數量	觀察照片	數量	觀察照片
	最大顆粒		最大顆粒		最大顆粒	
	48 點 0.09cm		18 點 0.03cm		3 點 0.02cm	

將上述表格轉化成統計圖如下圖 14：

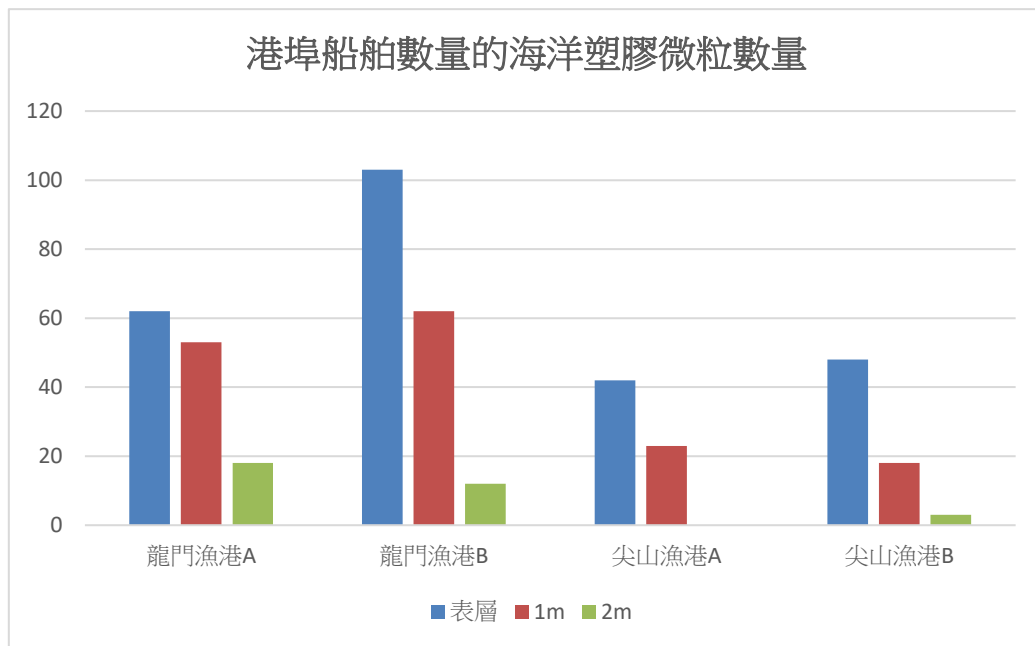


圖 14 港埠船舶數量的海洋塑膠微粒數量圖

由上表數據與上圖可知，整體塑膠微粒量，龍門漁港數量(船舶數較多)多於尖山漁港(船舶數較少)；而四個採樣點水表層的塑膠微粒量(62、103、42、48)> 深度 1m (53、62、23、18)> 深度 2m (18、12、0、3)；顆粒的大小與深度並無一致性結果，但明顯比沿岸海域的顆

粒為大。此外，我們發現四個採樣點對比沿岸水域的數據，人造港埠在 2 米的塑膠微粒量大  
幅少於表層和深度 1m，甚至在尖山漁港找不到塑膠微粒螢光反應。

### 三、研究問題三：比較潮間帶不同位置海砂的海洋塑膠微粒。

本研究問題主要是探究海砂對於塑膠微粒的阻攔情形，分析龍門後灣沙灘、尖山烏  
泥沙灘不同位置(低潮線、高潮線、飛沫帶)的海洋塑膠微粒數量情形。

#### (一)清潔海岸指數

我們在兩地沙灘隨機擇兩處，劃出 40\*20m 的方框，該方框涵蓋低潮線、高潮線與飛  
沫帶，我們在框內進行採樣與依據 Alkalay(2007)清潔海岸指數評估表，進行評估與討論，  
兩地沙灘指數如下表 7：

表 7 Alkalay(2007)清潔海岸指數評估表

值	等級	視覺評估	沙灘評估
0-2	很乾淨	沒有看到碎片	
2-5	清潔	大面積未見碎屑	尖山烏泥 A、B
5-10	中等	可以檢測到幾塊碎片	
10-20	髒	岸上有很多雜物	龍門後灣 A
20+	極髒	大部份海灘被塑料覆蓋	龍門後灣 B

龍門後灣 A(23.564245 °N、119.684099°E)位置較龍門後灣 B(23.5648024 °N、  
119.6833876°E)更為東北，就目視評估較後灣 B 處乾淨；而尖山烏泥 A、B 兩處目視都相當  
乾淨，未見明顯碎片，僅有飛沫帶附近有一些漂流木和人為廢棄物。。

#### (二)低潮線塑膠微粒

各深度塑膠微粒量與最大顆粒粒徑大小如下表 8：

表 8 研究問題三一低潮線應用螢光顯像法分析數據與照片

地點 \ 深度	0-4cm		4-8cm		8-12cm	
	數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片
龍門後灣 A 23.564245 °N 119.684099°E	56 點 0.24cm		37 點 0.2cm		4 點 0.1cm	
龍門後灣 B 23.5648024 °N 119.6833876°E	143 點 0.79cm*		32 點 0.15cm		11 點 0.15cm	
尖山烏泥 A 23.5604591 °N 119.6625958°E	29 點 0.21cm		26 點 0.06cm		3 點 0.01cm	
尖山烏泥 B 23.5603984 °N 119.6634508°E	17 點 0.02cm		18 點 0.03cm		2 點 0.01cm	

將上述表格轉化成統計圖如下圖 15：

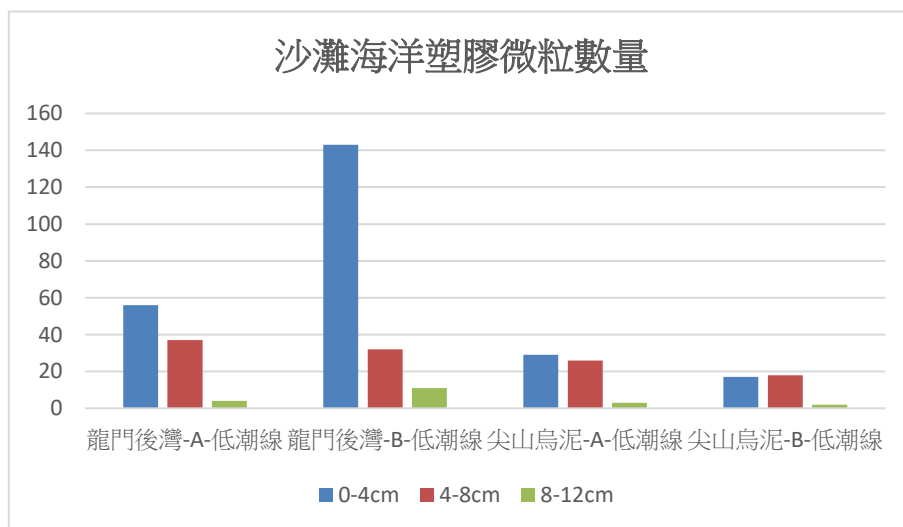


圖 15 沙灘-低潮線海洋塑膠微粒數量圖



依據以上數據與圖表，低潮帶的塑膠微粒數量，在深度 0-4、4-8cm，除龍門後灣-B 無明顯差異，但不管在哪個沙灘深度 8-12cm 的塑膠微粒數量明顯較少。

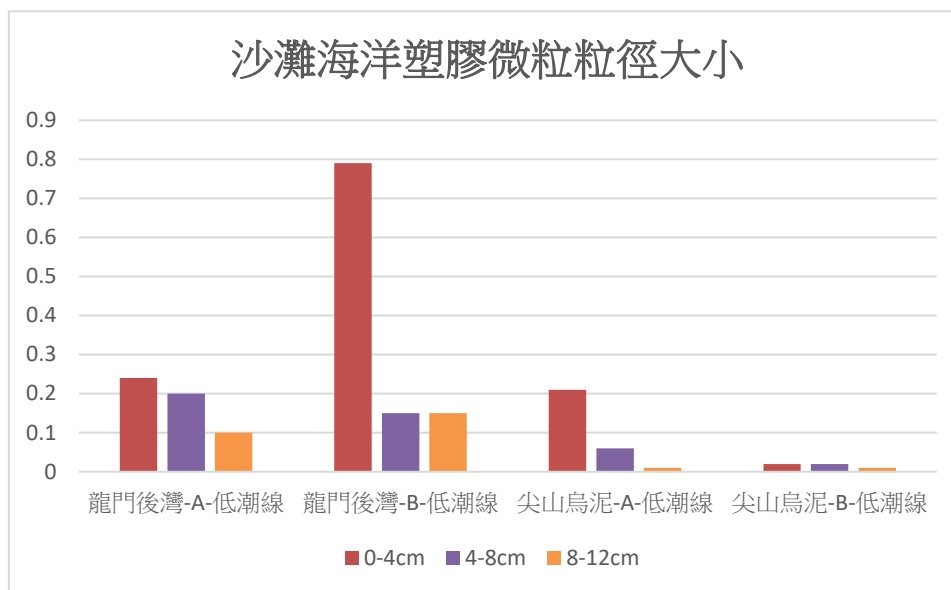


圖 16 沙灘-低潮線海洋塑膠微粒最大顆粒粒徑大小圖

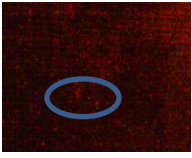
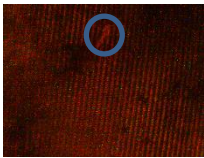
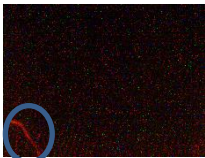
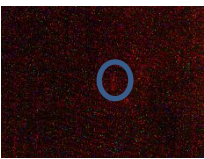


就最大顆粒粒徑大小部份(如上圖 16)，除尖山烏泥-B 外，各採樣點有隨著深度愈來愈小的趨勢。

### (三)高潮帶塑膠微粒

各深度塑膠微粒量與最大顆粒粒徑大小如下表 9：

表 9 研究問題三-高潮線應用螢光顯像法分析數據與照片

地點	深度	0-4cm		4-8cm		8-12cm	
		數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片
龍門後灣 A 23.564245 °N 119.684099°E	0-4cm	26 點 0.2cm		37 點 0.2cm		9 點 0.1cm	
	4-8cm	31 點 0.29cm		36 點 0.2cm		2 點 0.01cm	
		數量		數量		數量	

尖山烏泥 A	最大顆粒	觀察照片	最大顆粒	觀察照片	最大顆粒	觀察照片
23.5604591 °N 119.6625958°E	28 點 0.01cm		12 點 0.29cm		13 點 0.46cm	
尖山烏泥 B	數量	觀察照片	數量	觀察照片	數量	觀察照片
23.5603984 °N 119.6634508°E	最大顆粒		最大顆粒		最大顆粒	
	18 點 0.01cm		8 點 0.01cm		9 點 0.12cm	

將上述表格轉化成統計圖如下圖 17：

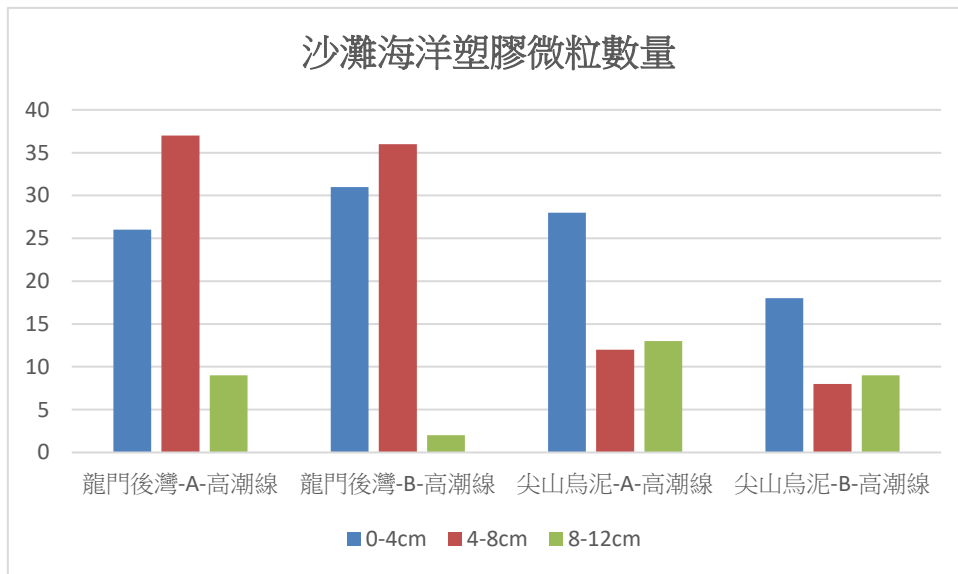


圖 17 沙灘-高潮線海洋塑膠微粒數量圖

依據以上數據與圖表，高潮帶的塑膠微粒數量，兩個沙灘在深度 0-4、4-8cm，有不一樣的分佈情形；在深度 8-12cm 的塑膠微粒數量，龍門後灣沙灘 2 個採樣點皆明顯較少，但在尖山烏泥沙灘深度 4-8 與 8-12cm 有相近的塑膠微粒數量。

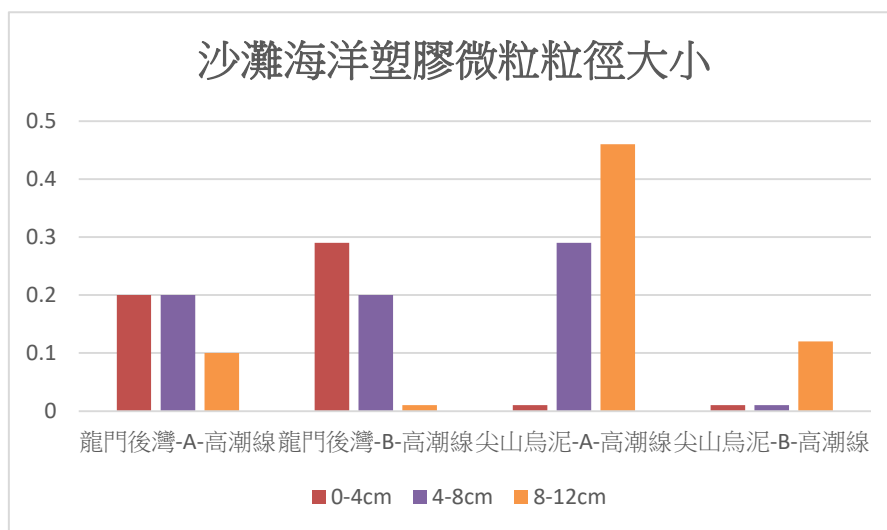


圖 18 沙灘-高潮線海洋塑膠微粒最大顆粒粒徑大小圖

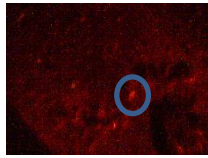
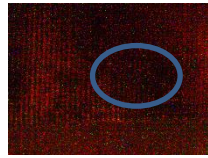
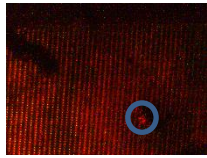
就最大顆粒粒徑大小部份(如上圖 18)，除龍門後灣沙灘有隨著深度愈來愈小的趨勢，而尖山烏泥 2 個採樣點，卻都在較深處發現較大的塑膠微粒。

#### (四)飛沫帶塑膠微粒

各深度塑膠微粒量與最大顆粒粒徑大小如下表 10：

表 10 研究問題三-飛沫帶應用螢光顯像法分析數據與照片

地點 \ 深度	0-4cm		4-8cm		8-12cm	
	數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片	數量 最大顆粒	觀察照片
龍門後灣 A 23.564245 °N 119.684099°E	19 點 0.66cm*		12 點 0.1cm		9 點 0.16cm	
龍門後灣 B 23.5648024 °N 119.6833876°E	11 點 0.02cm		28 點 0.25cm		7 點 0.12cm	
尖山烏泥 A 23.5604591 °N 119.6625958°E	31 點 0.04cm		13 點 0.02cm		16 點 0.02cm	

尖山烏泥 B	數量	觀察照片	數量	觀察照片	數量	觀察照片
	最大顆粒		最大顆粒		最大顆粒	
23.5603984 °N	43 點		17 點		8 點	
119.6634508°E	0.04cm		0.01cm		0.03cm	

將上述表格轉化成統計圖如下圖 19：

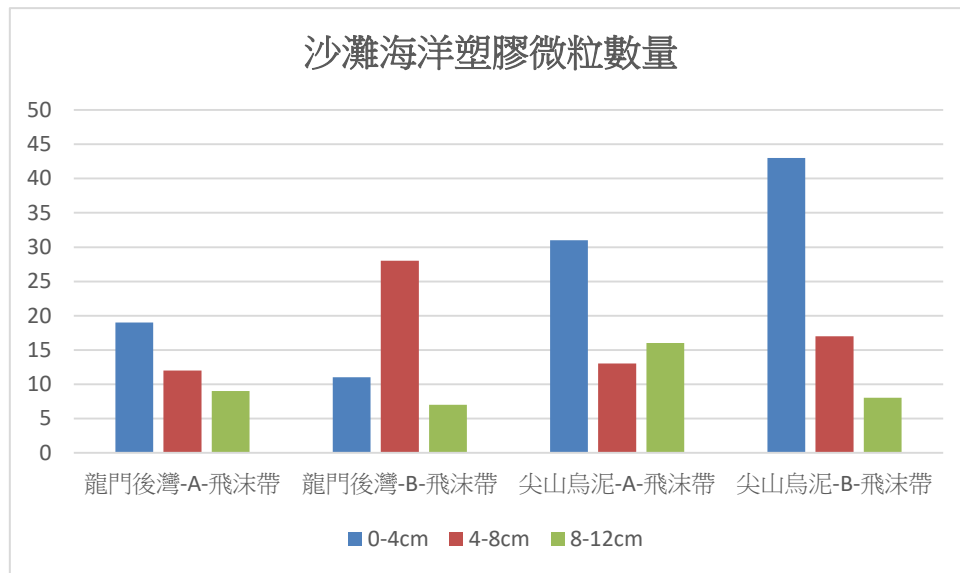


圖 19 沙灘-飛沫帶海洋塑膠微粒數量圖

依據以上數據與圖表，飛沫帶的塑膠微粒數量，兩個沙灘在各深度皆無一致性的分佈情形；但整體尖山烏泥沙灘的塑膠微粒數量多於後灣沙灘。

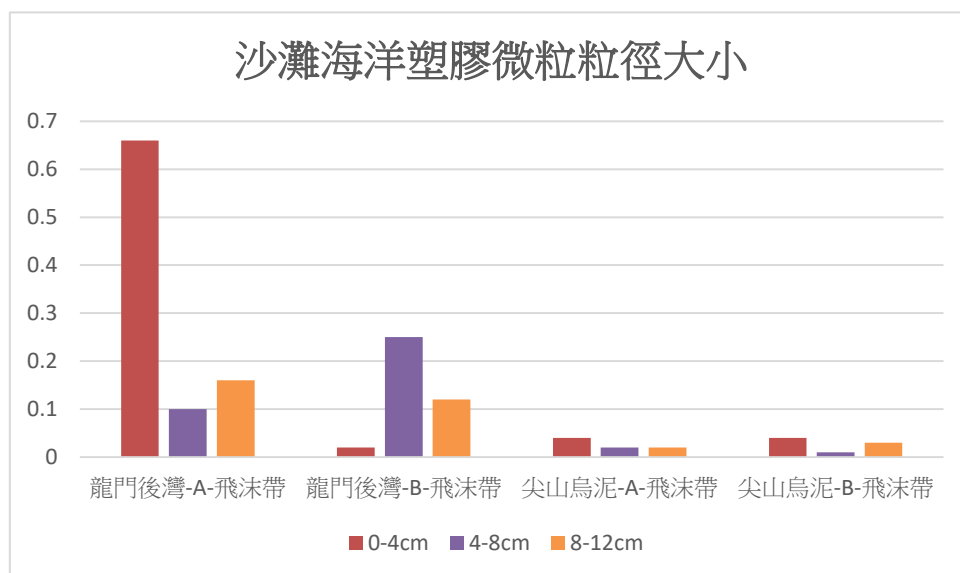


圖 20 沙灘-飛沫帶海洋塑膠微粒粒徑大小圖

就最大顆粒粒徑大小部份，除兩地沙灘亦無隨深度有一致性的結果，但發現尖山烏泥

的沙灘塑膠微粒明顯小於龍門後灣沙灘。

對照 Alkalay(2007)清潔海岸指數評估表，尖山烏泥沙灘於視覺評估時清潔海岸指數值為 2-5 分屬於清潔等級，而龍門後灣沙灘值為 10-20、20+，分別屬於髒、極髒等級，除飛沫帶外，各採樣點統計數據與清海岸指數評估有一致性結果。

#### 四、研究問題四：比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量。

依據地理位置，我們定義龍門後灣為迎風面海域與沙灘，尖山烏泥為背風面海域與沙灘；整合以上各採樣點數據，如下圖 21 迎風面塑膠微粒總數為 642 點，背風面總數為 410 點，迎風面塑膠微粒總數約為背風面的 1.5 倍。

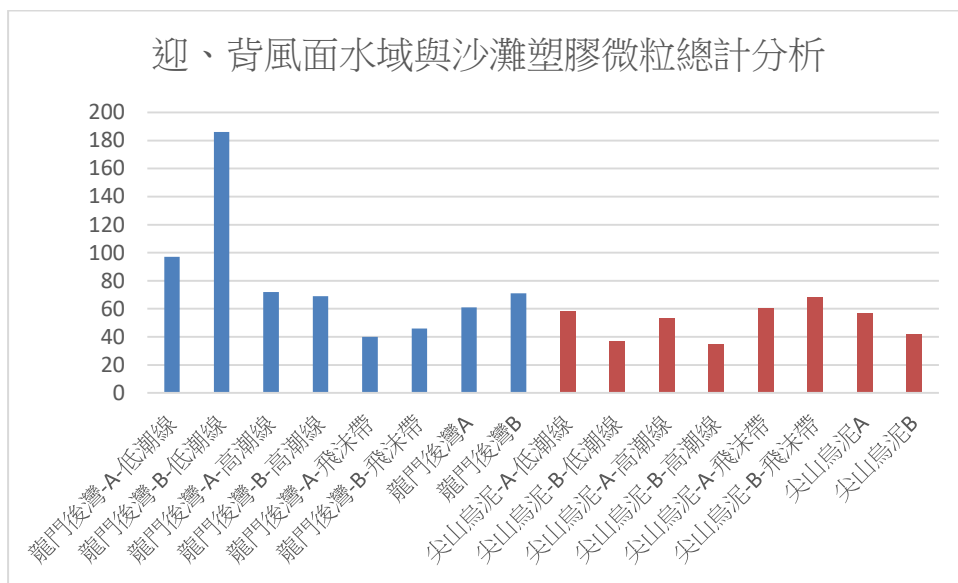


圖 21 不同受風面海洋塑膠微粒數量圖

## 陸、討論

我們進行四個研究問題的探究與推測，分別討論如下：

### 一、比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒(海水表層、1m 深、2m 深)。

兩次沿岸水域取水日期分別為龍門後灣(3/17 風速 3 級-15km/hr、浪高 0.63m)與尖山烏泥(3/23 風速 3 級-18km/hr、浪高 0.41m)，當日浪高皆介於取樣海域深度 0~1m 之間，根據前章實驗數據，四個採樣點表層的塑膠微粒量 > 深度 1m > 深度 2m，且深度 2m 的海洋塑膠微粒量遠低於表層與 1m，我們推測與當日浪高有關，深度超過 1m 的波浪能量較小，受海浪擾動影響亦較少，所以塑膠微粒向下運動至超過 1m 的可能性較低；另外表層塑膠微粒量多於底層，其結果與國風國中(2021)的研究結果一致，後續我們可以考慮分析該水域表層浮游的藻類、定棲在水深較淺的黑齒牡蠣其塑膠微粒含量來監控塑膠微粒對於生物的影響。

### 二、比較人造港埠對海洋塑膠微粒的影響。

本研究主要是想探討海洋塑膠微粒數量、分佈情形、顆粒粒徑大小等，是否因船靠在較平靜且半封閉的港埠裡內有所關聯，根據我們打電話到安檢所得到的數據，龍門漁港靠港停泊數(83 艘)多於尖山漁港(57 艘)，而從前章實驗數據得知，在塑膠微粒數量方面龍門漁港多於尖山漁港，在深度方面亦與研究問題一的開放水域結果一致(表層 > 深度 1m > 深度 2m)，在顆粒大小方面半封閉的人造港埠裡塑膠微粒大於開放水域。

數量方面結果與我們研究假設一致，我們知道漁船靠港時所需使用的保麗龍浮球，漁民日常生活中會使用的塑膠製品，都有可能掉入海中成為海洋塑膠汙染。

深度方面結果，深度於 2m 處，塑膠微粒量在四個採樣點皆相當少，我們討論可能與港埠內波浪波動能量較開放水域更少，塑膠微粒才會多僅漂浮於表層，也綜合問題一、二的數據，波浪大小確與塑膠微粒的含量成正比。

顆粒大小方面，人造港埠內的塑膠微粒大於開放水域，我們推測可能因為港埠裡塑膠微粒受海流、風、海浪等拍打、撞擊的機率較低，故碎裂的情形較少，形成顆粒粒徑較大的現象。

### 三、比較潮間帶不同位置海砂的海洋塑膠微粒(低潮線、高潮線、飛沫帶)。

本研究問題主要是探究海砂對於塑膠微粒的阻攔情形，分析龍門後灣沙灘、尖山烏泥沙灘不同位置(低潮帶、高潮帶、飛沫帶)的海洋塑膠微粒數量情形。

我們參考戴義欽(2013)於科學發展期刊上的文章，對於近海海浪的介紹如下圖 22，本次



取樣的低潮線屬於近岸區的碎波區(退潮鄰海露出處)，就圖示判讀該區浪高較高；而高潮線屬於近岸區的沖刷帶，飛沫帶則位處高潮線的灘線以上。

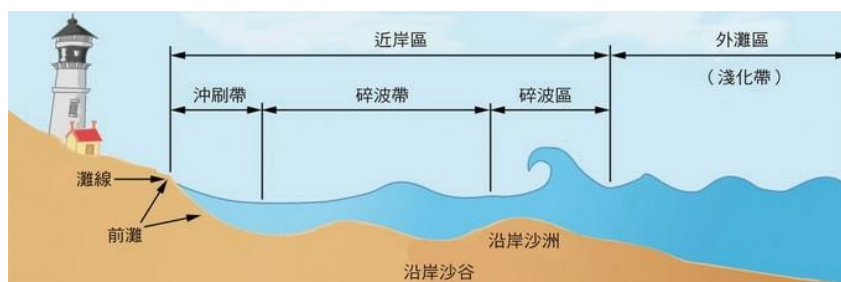


圖 22 近海海浪分佈示意圖(戴義欽，2013)

就前章實驗數據，四個採樣點的塑膠微粒量(低潮線) > 塑膠微粒量(高潮線) > 塑膠微粒量(飛沫帶)，根據上述期刊資料與研究問題二的結果，我們推論低潮線區域因波浪較大，造成塑膠微粒量亦較多。

若就潮間帶各位置內數據來分析，我們發現龍門後灣沙灘低潮線、高潮線的塑膠微粒總數多於尖山烏泥沙灘，與 Alkalay(2007)清潔海岸指數評估結果一致；但飛沫帶的塑膠微粒卻呈現尖山烏泥多於龍門後灣，我們去大致檢查飛沫帶的廢棄物，裡頭有少數的漁網，多數為台灣地區的寶特瓶或鋁箔包，甚至還有陸生蟹的屍體(如圖 23)，所以我們推測尖山烏泥地區沙灘的飛沫帶，可能是陸上人為造成，而非跟著海洋而來。



圖 23 飛沫帶陸生蟹屍體

若就各位置內深度的數據來分析，塑膠微粒數量在深度(0-4cm) > 深度(4-8cm) >> 深度(8-12cm)，其結果與游景欽、陳德欽(2018)的研究結果一致，且海砂上的塑膠微粒數量多於開放水域(同一地點)，故我們覺得海砂對於攔阻塑膠微粒有一定的功能，若爾後製作塑膠微粒過濾器時，砂子是可能可以採用的材料，而且厚度可以在 8cm 左右即可。

#### 四、比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量(迎風、背風面)。

本研究問題主要是比較不同受風面的海域與沙灘，其海洋塑膠微粒的總和數量，根據實驗數據，迎風面(龍門後灣)的塑膠微粒多於背風面(尖山烏泥)，其數量約為 1.5 倍，符合我們的研究假設。

## 柒、結論與建議

根據上面的結果與討論，我們這次的研究有以下結論與建議：

### 一、比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒(海水表層、1m 深、2m 深)。

本研究四個採樣點數據呈現海洋塑膠微粒數量表層>深度 1m>>深度 2m；深度 2m 時，塑膠微粒遠少於其它深度。

後續研究建議可調整取水策略與次數，探究當日浪高接近 2m 時，深度 2m 處的塑膠微粒量；另外，可以考慮分析該水域表層浮游的藻類、定棲在水深較淺的黑齒牡蠣其塑膠微粒含量來監控塑膠微粒對於生物的影響。

### 二、比較人造港埠對海洋塑膠微粒的影響。

根據研究設計，本研究問題從人造港埠的海洋塑膠微粒數量、海水深度、最大顆粒粒徑大小等三個面向進行探討。

(一)數量方面：龍門漁港(船舶數量較多)>尖山漁港(船舶數量較少)。

(二)深度方面：兩個漁港的 4 個採樣點皆有一致性結果，塑膠微粒數量(表層)>塑膠微粒數量(深度 1m)>>塑膠微粒數量(深度 2m)，另外深度 2m 的塑膠微粒在半封閉水域的港埠裡數量近於 0，與研究問題一結果整合，可說明塑膠微粒量與波浪大小成正比。

(三)最大顆粒粒徑大小方面：人造港埠>開放水域，推測因為港埠裡塑膠微粒受海流、風、海浪等拍打、撞擊的機率較低，故碎裂的情形較少，形成顆粒粒徑較大的現象。

### 三、比較潮間帶不同位置海砂的海洋塑膠微粒數量(低潮線、高潮線、飛沫帶)。

四個採樣點的塑膠微粒量(低潮線)>塑膠微粒量(高潮線)>塑膠微粒量(飛沫帶)，低潮線區域因波浪較大，造成塑膠微粒量亦較多。

龍門後灣沙灘低潮線、高潮線的塑膠微粒總數多於尖山烏泥沙灘，與 Alkalay(2007)清潔海岸指數評估結果一致；但飛沫帶的塑膠微粒卻呈現尖山烏泥多於龍門後灣，我們推測尖山烏泥地區沙灘的飛沫帶，可能是陸上人為造成。

塑膠微粒數量在深度(0-4cm)>深度(4-8cm)>>深度(8-12cm)，且海砂上的塑膠微粒數量多於開放水域(同一地點)，故我們覺得海砂對於攔阻塑膠微粒有一定的功能，若爾後製作塑膠微粒過濾器等時，砂子是可能可以採用的材料，而且厚度可以在 8cm 左右即可。

### 四、比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量(迎風、背風面)。

迎風面(龍門後灣)的塑膠微粒多於背風面(尖山烏泥)，其數量約為 1.5 倍。

## 捌、研究心得

在這次的科展研究中，我們從中學會了溶液的調配方式，像尼羅紅與石油的調配、飽和食鹽水等，還有顯微鏡的操作觀察，都是平常自然課程學習不容易接觸的體驗；還有在過程中，我們發揮創意動手製作取水器、取砂器等，實地在現場進行採樣，發現生活週遭可見與不可見的塑膠微粒，原來海水中這麼多人類所製造的汙染，人類位居食物鏈的頂端，在無形之中我們每天都吃了很多看不見的塑膠；因此，我們會持續和村裡面的千歲淨灘團、O<sub>2</sub>海漂實驗室一起淨灘。但是「日日撿不是唯一，時時減方稱無雙」，所以，接下來我們希望能在老師的指導之下，製作海廢視力檢查表到學區漁港、大型淨灘活動中，代替大海向人們說出她的無奈，畢竟我們澎湖與海洋息息相關，大海就像我們的媽媽，我們應該更珍惜她。

## 玖、參考資料及其他

- 一、戴義欽（2013）• 詭譎多變的近岸水流 • 科學發展，488 • 取自：  
<https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=10208-04.pdf&vId=FD837B8E-8BD3-484F-A04D-98D11C744E21&nd=1&ds=1>
- 二、游景欽、陳德謙（2018）• 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 高級中等學校組 環境學科：基隆外木山沙灘塑膠微粒汙染探討與研究。
- 三、林亞慧、張立琪（2020）• 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 國中組 生活與應用科學(二)科：以「亮」取勝—探討如何辨識環境中的塑膠微粒。
- 四、陳芊仔、黃歆芸、蕭德芙（2020）• 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 國中組 地球科學科：水吃不吃「塑」？—探討水中塑膠微粒的含量。
- 五、屏東大學實小（2022）• 屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 國小組 地球科學科：沙灘有「塑」嗎？東港地區沙灘之塑膠微粒含量探討。

## 【評語】 080502

研究主題具鄉土性及與生活相關，且目的明確。此研究不但施作繁重的野外採樣工作，加上大量的室內樣品分析，且清楚表達研究成果。整體而言，研究方法及實驗設計邏輯清楚，並進行很完整的前人研究回顧顯示此團隊。海報呈現完整，結果整合及解釋皆能融會貫通，回答問題清楚簡潔，值得鼓勵。

# 作品海報



# 壹、研究動機

淨灘活動看見自己家鄉的沙灘上充滿垃圾。

# 貳、研究目的

- 一、比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒 (海水表層、1m深、2m深)。
- 二、比較人造港埠對海洋塑膠微粒的影響 (船舶數量、分佈情形、顆粒大小)。
- 三、比較潮間帶不同位置海砂的海洋塑膠微粒 (低、高潮線、飛沫帶)。
- 四、比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量 (迎風、背風面)。

# 參、研究設備與器材

## 一、取樣地點



## 二、取樣工具

取水裝置



取砂裝置



保麗龍小船-踢圈

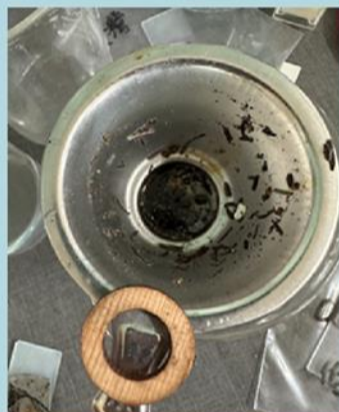


## 三、觀察器材

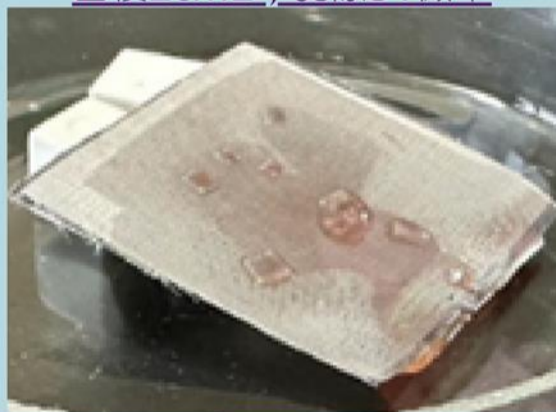
尼羅紅染劑



濾茶器與自製緊密環



篩網濾片  
面積2cm<sup>2</sup>; 孔隙31微米



UV藍光手電筒與濾光片



螢光用顯微鏡



# 肆、研究過程與方法

## 一、研究架構圖



## 二、文獻探討

綜合以上，所謂的塑膠微粒為粒徑小於0.5cm的片狀、粒狀或絲狀的塑膠材質；且可利用尼羅紅染劑，以脂質的無鉛汽油為溶劑與清洗劑，染色時間為2分鐘即可，再搭配UV燈與黃色濾光片可以觀察水中塑膠微粒的含量；再利用自製取砂器，採用螢光染色法，來瞭解龍門、尖山沙灘不同深度與潮間帶位置（低、高、飛沫帶）砂粒的塑膠微粒含量；並配合Alkalay等(2007)所提出的清潔海岸指數，來參照目視與分析的相關。



# 三、研究過程及方法

## (一)教學與採集活動

- 1.淨灘活動時兩地沙灘差異。
- 2.畢氏定理→踢圈(老師協助)。

## (二)研究設計與步驟

### 問題一：比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒

#### 1.沿岸海域海水取樣

龍門後灣、尖山烏泥海域表層、深度1m、2m取水500ml，兩海域各擇兩地取樣。



#### 2.過濾與染色

- (1)搖晃樣本 2 分鐘，再利用濾茶器、不鏽鋼網濾片過濾。
- (2)尼羅紅與無鉛汽油(0.1mg/ml)混和液染色 2 分鐘。
- (3)利無鉛汽油清洗濾網背景 (即清洗濾網上的尼羅紅)。

#### 3.分析

- (1)於暗房以藍色UV燈，搭配濾光片，在螢光顯微鏡下計算亮點數量。
- (2)經討論，為符合不鏽鋼網片面積比例，定義亮處粒徑大小0.25cm以上定義為10點，0.12~0.25cm定義為5點，點狀亮點(0.01~0.12cm)定義為1點。
- (3)數據分析與討論。



### 問題三：比較潮間帶不同位置海砂的塑膠微粒

#### 1.潮間帶分區評估海灘清潔度

- (1)於龍門、尖山兩處沙灘擇2處，以皮尺圍成長40m、寬10m的方框。
- (2)依Alkalay(2007)的清潔海岸指數進行評估方框內的清潔度。



#### 2.海灘砂質取樣

- (1)在評估框內，於低潮帶、高潮帶、飛沫帶利用自製取砂器，取0~4cm、4~8cm、8~12cm三種不同深度砂子。



#### (2)沙灘取樣砂粒分析

- a.砂子置於燒杯，倒入飽和食鹽水500ml進行浸泡。
- b.持攪拌棒均勻攪拌2分鐘，倒出上層懸浮物質。
- c.重覆步驟a.b。
- d.重覆問題一的各项步驟。



### 問題二：比較人造港埠對海洋塑膠微粒的影響

#### 1.人造港埠海水取樣

龍門、尖山漁港海水表層、深度1m、2m取水500ml，兩港埠各擇兩地取樣。

#### 2.過濾、染色與分析

重覆問題一的各项步驟。

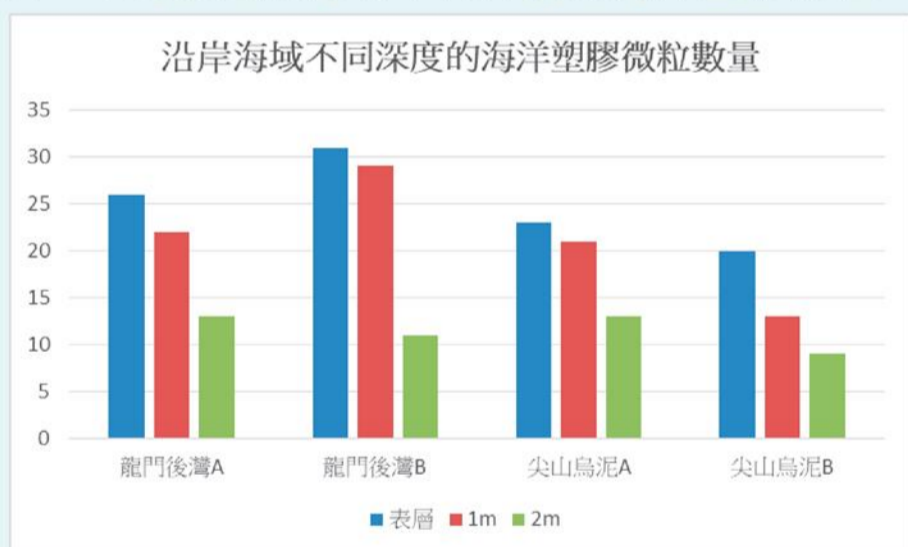


### 問題四：比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量

將龍門後灣的數據與尖山烏泥的水域與沙灘各採樣點的數據進行加總與比較。

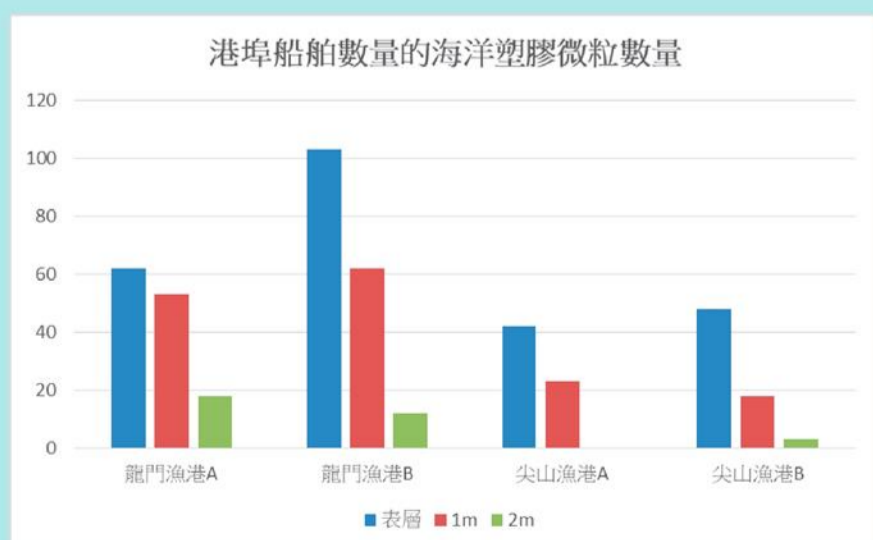
# 伍、研究結果

### 問題一：比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒



- 1.塑膠微粒量：表層 > 深度1m > 深度2m。
- 2.顆粒的大小與深度並無一致性結果。

### 問題二：比較人造港埠對海洋塑膠微粒的影響



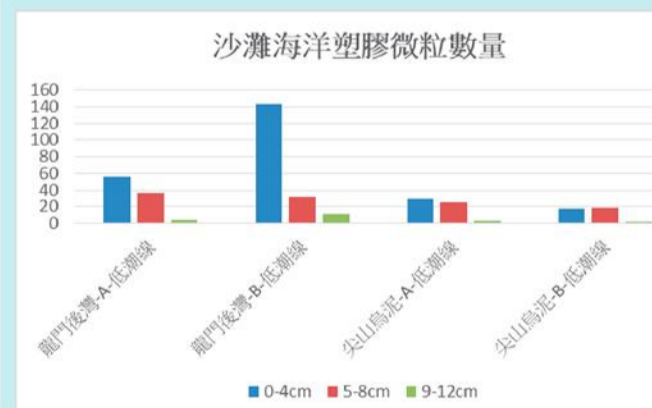
- 1.塑膠微粒量：龍門漁港(船較多) > 尖山漁港(船較少)。
- 2.塑膠微粒量：表層 > 深度1m >> 深度2m。
- 3.顆粒大小：人造港埠 > 沿岸海域。

### 問題三：比較潮間帶不同位置海砂的塑膠微粒

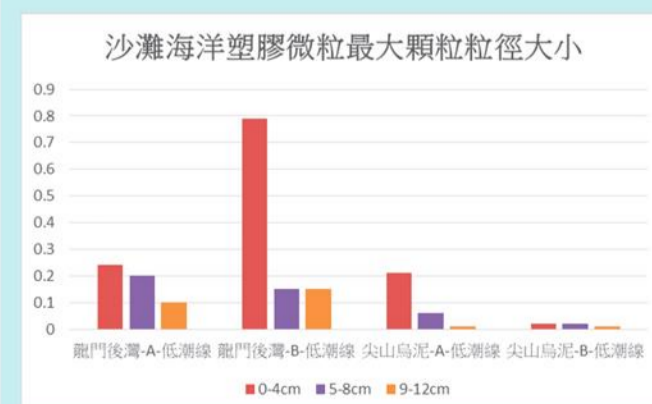
#### 1.清潔海岸指數

值	等級	視覺評估	沙灘評估
0-2	很乾淨	沒有看到碎片	
2-5	清潔	大面積未見碎屑	尖山烏泥A、B
5-10	中等	可以檢測到幾片碎片	
10-20	髒	岸上有很多雜物	龍門後灣A
20+	極髒	大部份海灘被塑膠覆蓋	龍門後灣B

#### 2.低潮線塑膠微粒



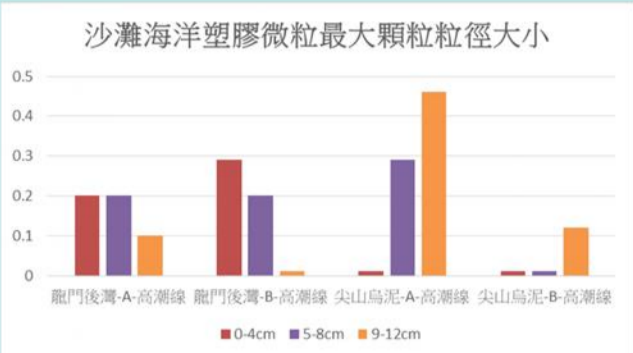
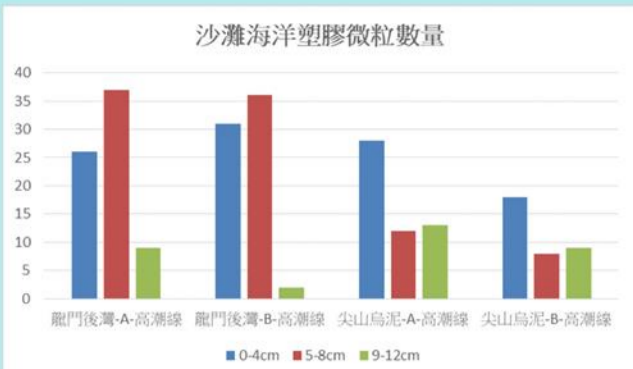
塑膠微粒量：  
深度0-4、4-8cm相近(除龍門B)，8-12cm極少。



最大粒徑大小：  
隨深度有愈來愈小的趨勢。



### 3.高潮線塑膠微粒



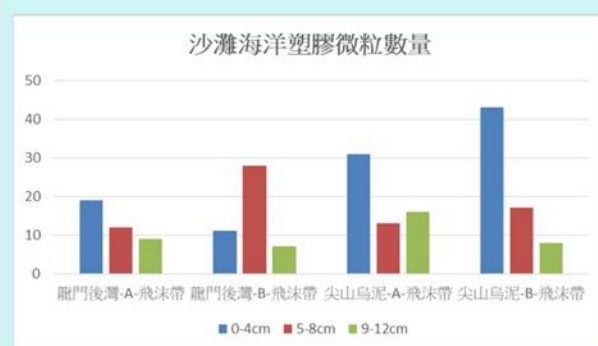
#### 塑膠微粒量：

兩個沙灘在深度0-4、4-8cm，分佈情形不同。龍門在8-12cm愈少，尖山愈多。

#### 最大粒徑大小：

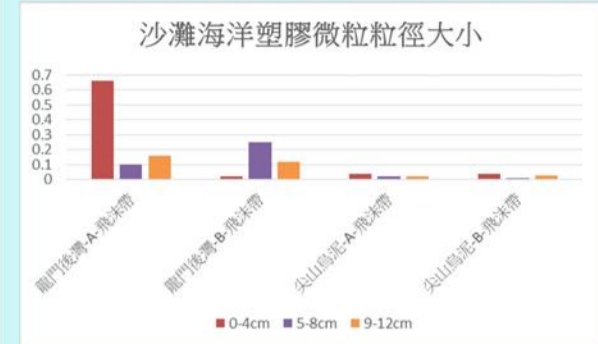
龍門隨深度愈小，尖山較深處發現較大的塑膠微粒。

### 4.飛沫帶塑膠微粒



#### 塑膠微粒量：

兩個沙灘在各深度無一致結果。尖山在飛沫帶多於龍門。

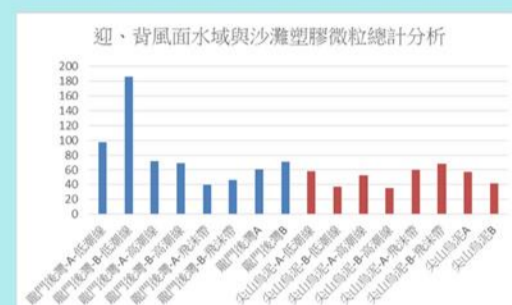


#### 最大粒徑大小：

尖山小於龍門。

### 問題四：比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量(迎風、背風面)

龍門後灣為迎風面海域與沙灘，尖山烏泥為背風面海域與沙灘；整合以上各採樣點數據，迎風面塑膠微粒總數約為背風面的1.5倍。



## 陸、討論

#### 一、比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒

##### 塑膠微粒數量：

表層 > 1m深 >> 2m深，結果與文獻一致，推測2m數量較少與當日浪高(<1m)有關，後續可考慮該水域表層藻類或黑齒牡蠣的塑膠微粒含量來監控對生物的影響。

#### 二、比較人造港埠對海洋塑膠微粒的影響

- (一)船舶數量：龍門港(船隻多)>尖山港(船隻少)，與假設一致，推測與人為因素有關。
- (二)海水深度：深度2m數量極少，推論與港內波浪波動能量較開放水域小，綜合問題一、二，波浪大小確與塑膠微粒量成正比。
- (三)顆粒大小：人造港埠>開放水域，推測為港埠內受海水撞擊碎裂的情形較少，顆粒較大。

#### 三、比較潮間帶不同位置海砂的海洋塑膠微粒

- (一)數量：低潮線 > 高潮線 > 飛沫帶，綜合期刊與問題二，推測低潮線區因波浪較大，塑膠微粒量較多。低潮線、高潮線數量與Alkalay(2007)清潔海岸指數評估結果一致；飛沫帶部份尖山較多，經檢查推測應為陸上人為造成。
- (二)深度：0-4cm > 4-8cm >> 8-12cm，與文獻一致；且沙灘塑膠微粒數量多於同一地點水域，推論海砂能攔阻塑膠微粒，可利用海砂做過濾器，厚度在8cm即可。



尖山飛沫帶陸生蟹屍體

#### 四、比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量(迎風、背風面)

迎風面塑膠微粒總數約為背風面的1.5倍，符合研究假設。

## 柒、結論與建議

#### 一、比較沿岸海域不同深度的海洋塑膠微粒

塑膠微粒數量表層 > 深度1m >> 深度2m。

#### 二、比較人造港埠對海洋塑膠微粒的影響

- (一)數量方面：龍門漁港(船舶數量較多) > 尖山漁港(船舶數量較少)。
- (二)深度方面：塑膠微粒數量(表層) > 塑膠微粒數量(深度1m) >> 塑膠微粒數量(深度2m)，另外深度2m的塑膠微粒在半封閉水域的港埠裡數量近於0，發現塑膠微粒量與波浪大小成正比。
- (三)最大顆粒粒徑大小方面：人造港埠 > 開放水域。

#### 三、比較潮間帶不同位置海砂的海洋塑膠微粒

- (一)數量：低潮線 > 高潮線 > 飛沫帶。
- (二)低潮線、高潮線的塑膠微粒總數與Alkalay(2007)清潔海岸指數評估結果一致；飛沫帶部份尖山烏泥多於龍門後灣，應是陸上人為造成。
- (三)深度：1. 0-4cm > 4-8cm >> 8-12cm；且沙灘塑膠微粒數量多於同一地點水域，2. 海砂能攔阻塑膠微粒，深度超過8cm幾乎無塑膠微粒。

#### 四、比較不同受風面的海洋塑膠微粒數量(迎風、背風面)

迎風面(龍門後灣)的塑膠微粒多於背風面(尖山烏泥)。