

屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國小組

作品名稱：沙灘有「塑」嗎？東港地區沙灘之塑膠微粒含量探討

關 鍵 詞：塑膠微粒、熱觸法、沙灘

編號：A5023

摘要

我們使用環保署 109 年公布『水中微型塑膠檢測法-熱觸法』來確認塑膠微粒的數量，我們將海沙中塑膠微粒殘留量洗出來，分別用 18 目和 150 目不銹鋼濾網去區分塑膠微粒大小，發現塑膠微粒殘留量和海灘清潔度無關。而青洲濱海休憩區的的塑膠微粒分布則和人為使用較有相關，潮間帶的塑膠微粒數量少於非潮間帶，推論塑膠微粒可能經由洋流帶入海洋。反觀鎮海公園的塑膠微粒，因海灘面放消波塊使海岸形成多個內灣型態，潮間帶的塑膠微粒數量多於非潮間帶，且大多分布於表層，若能加以清潔潮間帶，應可以大大降低塑膠微粒量。我們建議應該對海灘上的塑膠微粒長期觀測，降低塑膠微粒進入海洋，為環保盡一份心力。

目錄

壹、研究動機	P.1
貳、研究目的	P.2
參、研究設備及器材	P.3
肆、研究過程或方法	P.4
伍、研究結果	P.10
陸、討論	P.18
柒、結論	P.20
捌、參考文獻資料	P.21

壹、 研究動機

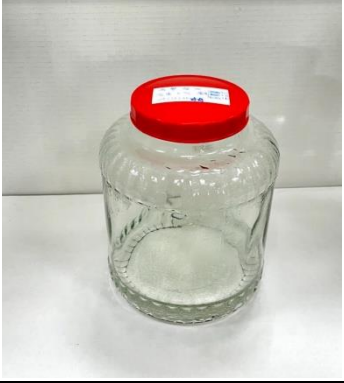

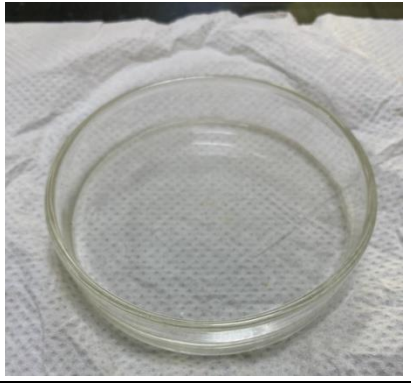






去年我們在學校有上一堂國際教育講座課，是介紹塑料的一生，三個塑膠瓶從製程到最終到哪去？一號瓶最後被丟棄在垃圾掩埋場，當很多垃圾被擠壓後遇到雨水，其中水分子和塑膠瓶的化合物產生有些含有劇毒的水，流入土壤河流中，產生塑膠微粒污染土質，進而污染環境。二號瓶被丟棄於溪水中，流入大海，最終積聚到「太平洋垃圾帶」，產生塑膠微粒讓魚吃，人類不知不覺又將於吃下肚。三號瓶被回收，最後被擠壓變薄薄片，經過清洗和熔解又變成可再次利用的原物料。我們對塑膠微粒如此容易產生非常震驚，後來又看到許多新聞寫到愛吃海鮮的台灣人，平均一年可以吃進 1.6 萬個微塑膠，相當於是一根塑膠吸管。所以讓我們更想進一步了解塑膠微粒對我們生活周遭的影響。大鵬灣是全台最大的內灣，那灣內的沙是否會因為地形使塑膠微粒含量更多呢？



貳、 研究目的

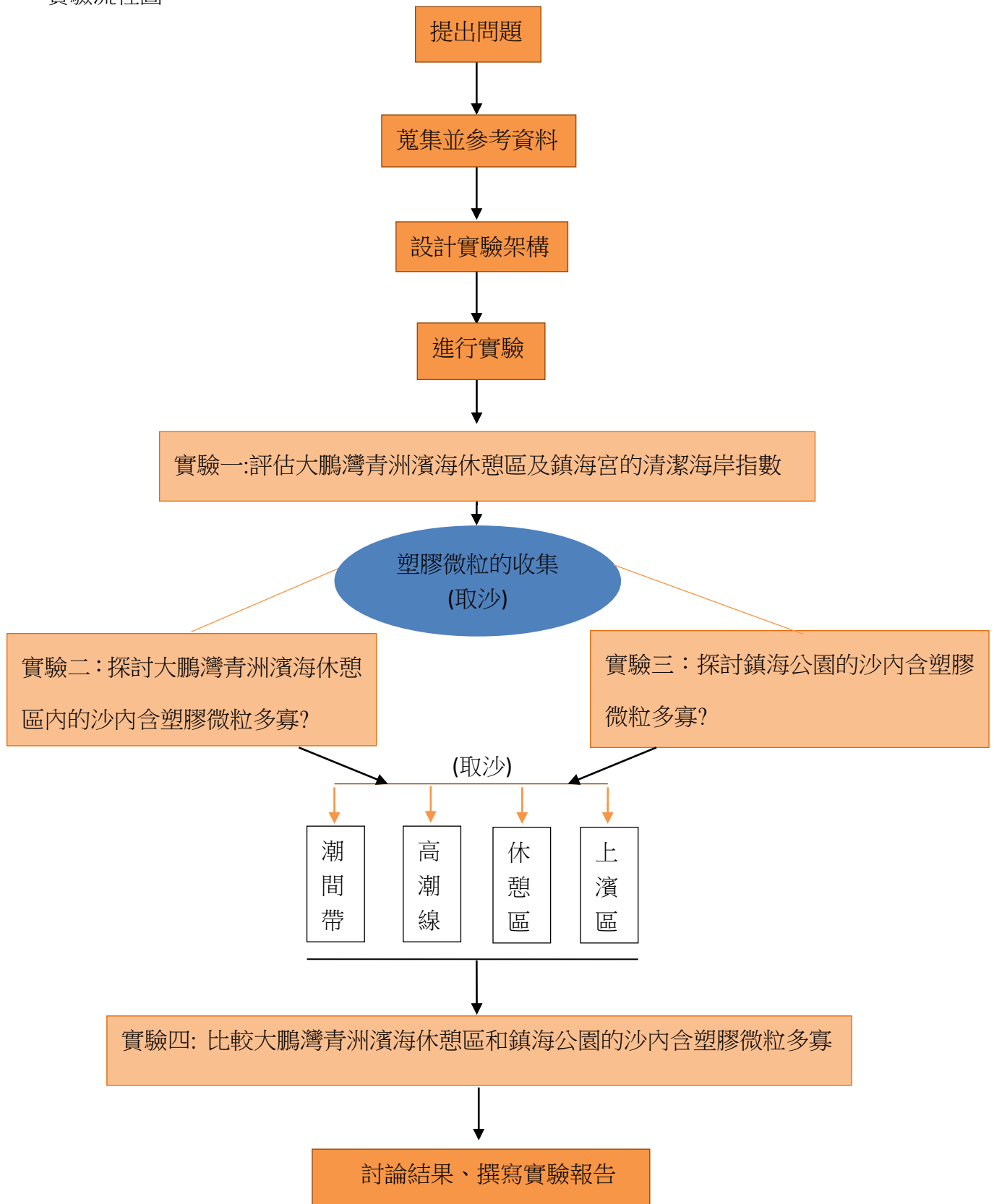
- 一、評估大鵬灣青洲濱海休憩區及鎮海公園的清潔海岸指數。
- 二、探討大鵬灣青洲濱海休憩區內的沙內含塑膠微粒多寡。
- 三、探討東港鎮海公園的沙內含塑膠微粒多寡。
- 四、比較大鵬灣青洲濱海休憩區和鎮海公園的沙內含塑膠微粒多寡。

參、 研究設備及器材

		
<p>玻璃瓶</p>	<p>蒸餾水</p>	<p>培養皿</p>
		
<p>燒杯</p>	<p>過濾篩網</p>	<p>濾紙</p>
		
<p>鹽巴</p>	<p>空心不鏽鋼管、刮刀</p>	<p>解剖顯微鏡</p>

肆、研究過程或方法



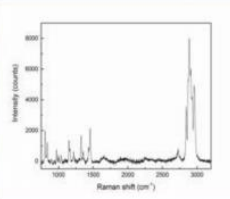
一、實驗流程圖



二、文獻探討

(一) 所謂塑膠微粒:根據美國國家海洋暨大氣總署的定義,是指粒徑小於 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。

(二) 根據行政院環境保護署訂定的『水中微型塑膠檢測方法-熱觸法(NIEA M909.00C)』,我們得知,將待測物先以金屬探針加熱至針尖變紅呈熱針狀態,碰觸纖維狀、微粒或碎片等,若非塑膠物質如鹽類或泥沙可能因金屬探針碰觸而破碎,此時可判定為非塑膠。若熱探針靠近再碰觸纖維狀、微粒或碎片等,有捲曲或熔化時即判定為塑膠(塑膠遇熱捲曲)。

	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	樣品以尼羅紅染色劑染色後,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
優點	簡易	快速,適合大規模篩測	鑑定塑膠成份
缺點	耗時	部份塑膠材質無法染色	過細纖維可能因雷射光斑打在濾紙產生光譜干擾
圖例	 熱針碰觸熔化	 塑膠染色呈綠螢光	

圖一:三種塑膠纖維檢測作法及優缺點比較

(三) 據 Aiken Besley 等人(2017)發表的一篇文獻「沙灘沙中微量塑料定量取樣和提取方法」,取沙位置分別為潮間帶 A、高潮沉積線 B、休憩區 C 以及上濱區 D。



三、實驗步驟

(一) 實驗一: 評估大鵬灣青洲濱海休憩區及鎮海宮的清潔海岸指數

1. 根據清潔海岸指數來評估海灘的清潔度 (Alkalay等, 2007), 將海灘從乾淨到極髒, 我們取其視覺評估先來比較兩處的等級。

表一: 清潔海岸指數的值、等級和視覺評估 (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	大部分海灘被塑料覆蓋

(二) 實驗二: 取大鵬灣青洲濱海休憩區內的沙及鎮海宮旁的沙, 進行塑膠微粒的量測。

1. 取沙位置: 在整個海灘段, 我們取4區, 分別為A區潮間帶(在高潮和低潮之間)、B區高潮線(高潮沉積線)、C區休憩區(玩沙人潮較多位置)、D區上濱區(距沙丘45m, 玩沙人潮較少處)。

表二: 取沙位置經緯度(衛星定位)

地區	位置	經度	緯度
大鵬灣青洲濱海休憩區	A	120.454767° E	22.445753° N
	B	120.454806° E	22.445753° N
	C	120.454893° E	22.446209° N
	D	120.454912° E	22.445935° N
鎮海宮	A	120.439229° E	22.461362° N
	B	120.439491° E	22.461495° N
	C	120.439583° E	22.461539° N
	D	120.439714° E	22.461600° N

2. 取沙方法

以內徑 6 公分、高 5 公分不銹鋼管 4 個相接，將其錘入取沙點 20 公分，將周圍沙挖除以刮刀插入底部完成取沙。再把不銹鋼管依序拆除，再將其 4 個深度沙分別裝入透明玻璃罐內，後以蒸餾水沖不銹鋼管壁，把餘沙也沖進玻璃罐中，保存於室溫下。



將不鏽鋼管錘入取沙點



將不鏽鋼管錘入取沙點



將周圍沙挖除



以刮刀插入底部完成取沙



將沙分別裝入透明玻璃罐



把餘沙也沖進玻璃罐中

3. 塑膠微粒過濾

首先使用飽和食鹽水加入玻璃瓶中，經劇烈搖晃後靜置 24 小時，再將上半層的溶液倒入過濾篩網中。篩網共 2 層，篩網孔目大小由上到下依序為 1.0 mm (Mesh No. 18)、0.1 mm (Mesh No. 150)，以此作為微塑膠顆粒大小分類之標準。為降低誤差，再將第一次過濾後的樣品(沙)再倒入飽和食鹽水，搖晃後靜置 5 分鐘，進行第二次的過濾。以上提取塑膠微粒步驟再重複三次，總共 5 次的過篩塑膠微粒，以確保塑膠微粒皆有完全提取，並且降低誤差。過篩後的篩網上有塑膠微粒，以大量蒸餾水沖釋洗淨於濾紙上，再將濾紙放入烤箱中以 50°C 溫度將水分蒸乾。

		
調配飽和食鹽水	將飽和食鹽水倒入沙瓶中	取沙瓶上半層的溶液過濾
		
再用蒸餾水沖洗篩網	放置烤箱，蒸乾水分	顯微鏡下找塑膠微粒

4. 塑膠微粒的統計

我們先用肉眼看看濾紙上是否可以發現纖維狀、微粒或碎片等微型塑膠，但是很可惜，

我們濾紙上面皆無明顯可見的微型塑膠，所以我們用解剖顯微鏡觀察，發現很多纖維狀的物質，我們用加溫後的針去觸碰，發現纖維都會捲曲，即可確認此纖維為微型塑膠。我們就在顯微鏡下做數目的統計。

伍、 研究結果

一、 實驗一: 評估大鵬灣青洲濱海休憩區及鎮海宮的沙灘清潔度。

(一) 實驗方法：根據海灘的清潔度（Alkalay等，2007），將海灘從乾淨到極髒，我們取其視覺評估先來比較兩處的等級，如下表。

沙灘 項目	青洲濱海休憩區	鎮海公園
清潔海岸指數	2 - 5	10 - 20
清潔度等級	清潔	髒
視覺評估	大面積未見碎屑	岸上有很多塑膠繩、垃圾袋、塑膠杯
海岸照片		
海岸照片		



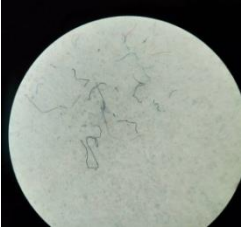
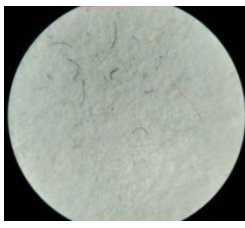
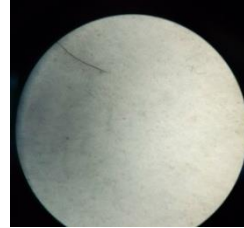




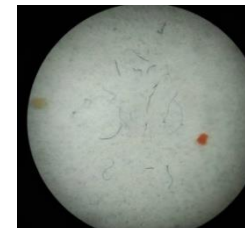


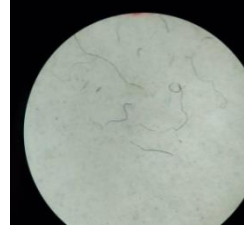


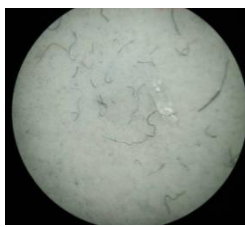
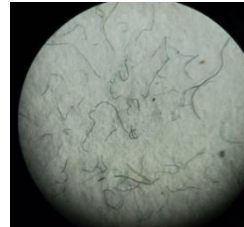





(二) 小結：





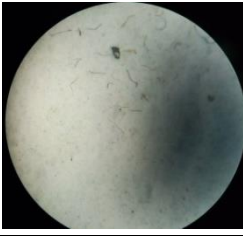
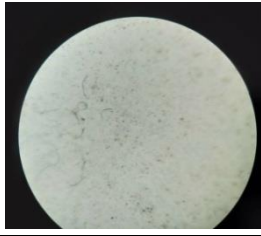




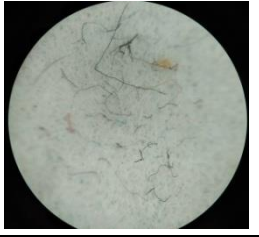
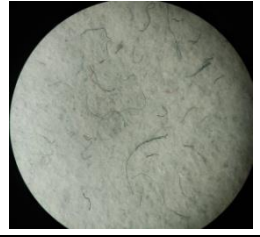
1. 根據海灘的清潔度評估，青洲濱海休憩區大面積未見碎屑，清潔度等級為「清潔」，清潔海岸指數值為「2-5」。
2. 根據海灘的清潔度評估，鎮海公園岸上有很多塑膠繩、垃圾袋、塑膠杯，清潔度等級為「髒」，清潔海岸指數值為「10 - 20」。
3. 根據上述兩者判斷，青洲濱海休憩區的海灘清潔度優於鎮海公園。

二、實驗二：探討大鵬灣青洲濱海休憩區內的沙內含塑膠微粒

(一) 實驗方法：依照不同位置取沙點，濾紙上殘留之塑膠微粒以熱觸法測驗，並在顯微鏡下拍照，整理出塑膠微粒的總數如下表。

青洲濱海休憩區		取沙位置		A 區	B 區	C 區	D 區	合計
		取沙深度	塑膠微粒大小					
0~5 cm	≥ 1.0 mm			23	15	34	9	
	≥ 0.1mm			40	37	124	24	
	總數			63	52	158	33	306
5~10 cm	≥ 1.0 mm			33	26	15	14	
	≥ 0.1mm			78	78	87	38	
	總數			111	104	102	52	369
10~15 cm	≥ 1.0 mm			27	12	18	22	
	≥ 0.1mm			89	37	78	60	
	總數			116	49	96	82	343
15~20 cm	≥ 1.0 mm			41	17	26	58	
	≥ 0.1mm			83	38	92	103	
	總數			124	55	118	161	458
合計				414	260	474	328	

青洲		取沙位置			
取沙深度	塑膠微粒大小	A 區	B 區	C 區	D 區
0~5 cm	≥ 1.0 mm				
	≥ 0.1 mm				
	總數	63	52	158	33
5~10 cm	≥ 1.0 mm				
	≥ 0.1 mm				
	總數	111	104	102	52
10~15 cm	≥ 1.0 mm				

	≥ 0.1 mm				
	總數	116	49	96	82
15~20 cm	≥ 1.0 mm				
	≥ 0.1 mm				
	總數	124	55	118	161
合計		414	260	474	328

(二) 小結：


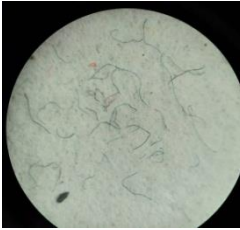
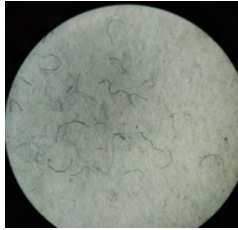
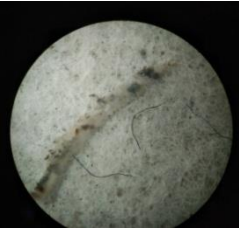
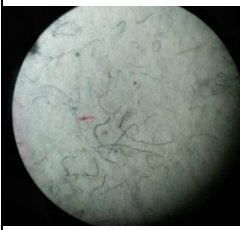
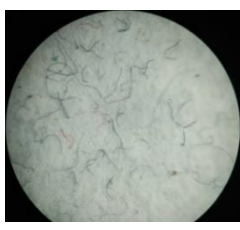

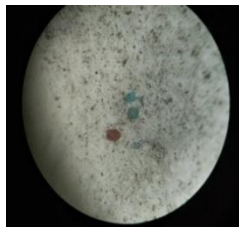
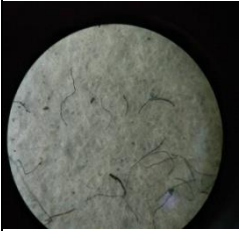
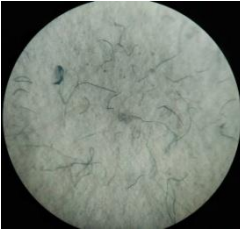


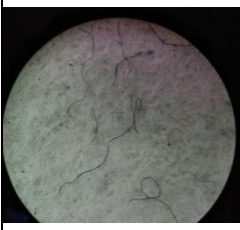

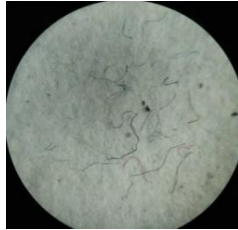
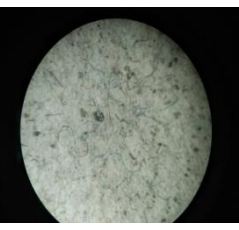
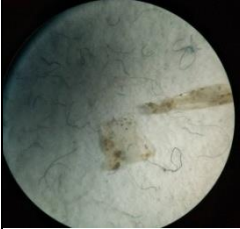


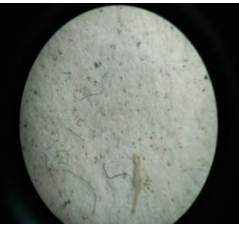


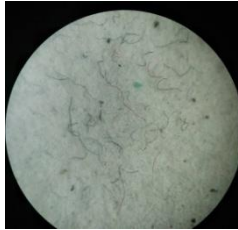

1. A 區的塑膠微粒總數，取沙深度 15~20cm > 10~15 cm > 5~10 cm > 0~5 cm，以越深層的塑膠微粒總數較多，表層較少。
2. B 區的塑膠微粒總數，取沙深度 5~10 cm > 15~20 cm > 0~5 cm > 10~15 cm，其中以取沙深度 5~10 cm 的塑膠微粒總數 104 個為最多，其餘皆為 50 左右無顯著差異。
3. C 區的塑膠微粒總數，取沙深度 0~5 cm > 15~20 cm > 5~10 cm > 10~15 cm，其中以取沙深度 0~5 cm 的塑膠微粒總數 158 個為最多。
4. D 區的塑膠微粒總數，取沙深度 15~20 cm > 10~15 cm > 5~10 cm > 0~5 cm，以越深層的塑膠微粒總數較多，表層較少。
5. 以取沙位置的塑膠微粒總數比較，C 區(474) > A 區(414) > D 區(328) > B 區(260)，以 C 區休憩區的塑膠微粒總數較多。
6. 以取沙深度的塑膠微粒總數比較，15~20 cm(458) > 5~10 cm(369) > 10~15 cm(343) > 0~5 cm(306)，以取沙深度 15~20 cm 底層的塑膠微粒總數較多。








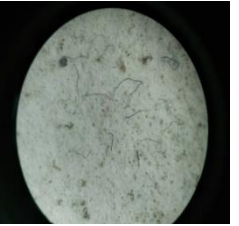
7. 大鵬灣青洲濱海休憩區內的塑膠纖維顏色多樣，有白、透明、黃、藍、黑、紅等，尤其是白、透明、黑居多，因為白色及透明不易統計，所以我們不列入計算。

三、實驗三：探討東港鎮海公園的沙內含塑膠微粒

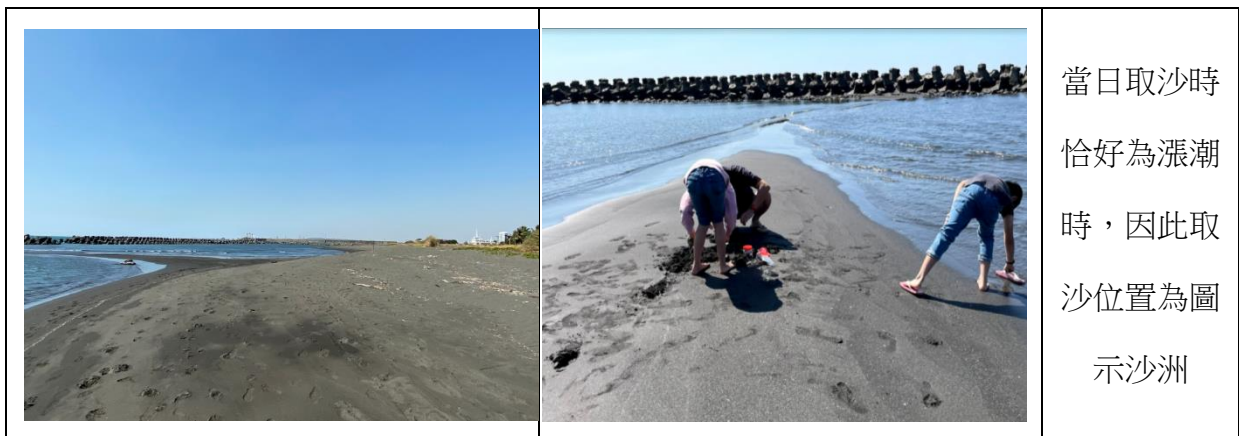
(一) 實驗方法：依照不同位置取沙點，濾紙上殘留之塑膠微粒以熱觸法測驗，並在顯微鏡下拍照，整理出塑膠微粒的總數如下表。

鎮海公園		取沙位置		A 區	B 區	C 區	D 區	合計
		取沙深度	塑膠微粒大小					
0~5 cm		≥ 1.0 mm	60	42	51	23		
		≥ 0.1 mm	57	37	56	18		
		總數	117	79	107	41	344	
5~10 cm		≥ 1.0 mm	31	47	19	42		
		≥ 0.1 mm	34	48	30	60		
		總數	65	95	49	102	311	
10~15 cm		≥ 1.0 mm	53	53	22	15		
		≥ 0.1 mm	56	33	67	66		
		總數	109	86	89	81	365	
15~20 cm		≥ 1.0 mm	25	27	21	16		
		≥ 0.1 mm	80	36	36	23		
		總數	105	63	57	39	264	
合計			396	323	302	263		

取沙位置 鎮海公園		A 區	B 區	C 區	D 區
取沙 深度	塑膠微 粒大小				
0~5 cm	≥ 1.0 mm				
	≥ 0.1 mm				
	總數	117	79	107	41
5~10 cm	≥ 1.0 mm				
	≥ 0.1 mm				
	總數	65	95	49	102
10~15 cm	≥ 1.0 mm				
	≥ 0.1 mm				

	總數	109	86	89	81
15~20 cm	≥ 1.0 mm				
	≥ 0.1 mm				
	總數	105	63	57	39
合計		396	323	302	263

(二) 取沙位置圖



(三) 小結：

1. A 區的塑膠微粒總數，取沙深度 0~5 cm > 10~15 cm > 15~20 cm > 5~10 cm，其中以取沙深度 0~5 cm 的塑膠微粒總數 117 個為最多。
2. B 區的塑膠微粒總數，取沙深度 5~10 cm > 10~15 cm > 0~5 cm > 15~20 cm，其中以取沙深度 5~10 cm 的塑膠微粒總數 95 個為最多。
3. C 區的塑膠微粒總數，取沙深度 0~5 cm > 10~15 cm > 15~20 cm > 5~10 cm，其中以取沙深度 0~5 cm 的塑膠微粒總數 107 個為最多。
4. D 區的塑膠微粒總數，取沙深度 5~10 cm > 10~15 cm > 15~20 cm > 0~5 cm，其中以取沙深度 5~10 cm 的塑膠微粒總數 102 個為最多。

5. 以取沙位置的塑膠微粒總數比較，A 區(396)>B 區(323)>C 區(302)>D 區(263)，其中以 A 區潮間帶的塑膠微粒總數最多，D 區上濱區的塑膠微粒總數最少。
6. 以取沙深度的塑膠微粒總數比較，10~15 cm(365)> 0~5 cm(344)> 5~10 cm(311)> 15~20 cm(264)，除了取沙深度最底層 15~20cm 的塑膠微粒總數少於 300，其餘皆在 300 以上。塑膠纖維顏色有白、透明、黃、藍、黑、紅等，尤其是白、透明、黑居多。因為白色及透明不易統計，所以我們不列入計算。

四、實驗四：比較大鵬灣青洲濱海休憩區和鎮海公園的沙內含塑膠微粒多寡

- (一) 實驗方法：比較大鵬灣青洲濱海休憩區和鎮海公園的依照不同位置取沙點，在濾紙上殘留之塑膠微粒以熱觸法，整理出塑膠微粒的總數如下表。

取沙地 \ 取沙位置	A 區	B 區	C 區	D 區
青洲濱海休憩區	414	260	474	328
東港鎮海公園	396	323	302	263
塑膠微粒總數相減 (青洲濱海休憩區-東港鎮海公園)	18	-63	172	65

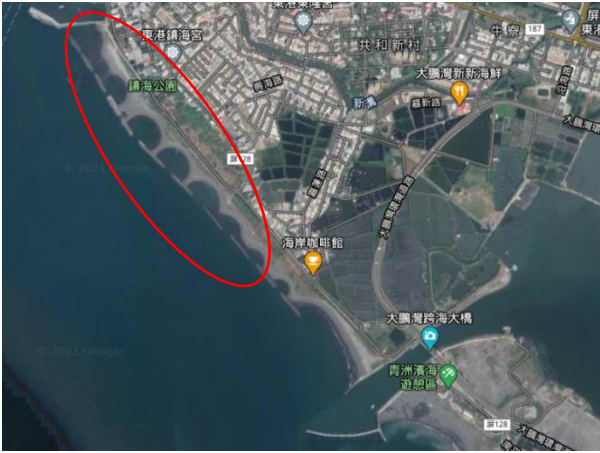
- (二) 小結：

1. B 區高潮線的塑膠微粒總數東港鎮海公園 323 個>青洲濱海休憩區 260 個。
2. A 區、C 區和 D 區皆是青洲濱海休憩區的塑膠微粒總數大於東港鎮海公園，尤其是 C 區休憩區的塑膠微粒總數多了 172 個。
3. 因此推論，海灘清潔程度與塑膠微粒的殘留量無關。

陸、 討論

- 一、根據海灘的清潔度評估，青洲濱海休憩區的海灘清潔度優於鎮海公園，這跟我們場勘時的觀察不一樣，詢問當地工作人員得知實驗當日青洲濱海休憩區才剛做清潔整理的工作，因此視覺評估海灘清潔度較為乾淨。
- 二、原本以為視覺評估的海灘清潔度與塑膠微粒總數會有正相關，結果根據實驗二和實驗三的結果比較青洲濱海休憩區和東港鎮海公園的取沙位置塑膠微粒總數發現，除了 B 區高潮線的塑膠微粒總數東港鎮海公園 323 個>青洲濱海休憩區 260 個，其餘 A 區、C 區和 D 區皆是青洲濱海休憩區的塑膠微粒總數大於東港鎮海公園，尤其是 C 區休憩區的塑膠微粒總數多了 172 個。因此得知，海灘清潔程度與塑膠微粒的殘留量無關。
- 三、實驗二中 A 區的塑膠微粒總數，取沙深度 15~20cm >10~15 cm>5~10 cm>0~5 cm，以越深層的塑膠微粒總數較多，表層較少，推測可能原因是 A 區位於潮間帶，受海浪影響較大，而海浪衝擊沙灘時會帶走表層垃圾，也因此表層的塑膠微粒總數較少。
- 四、實驗二中 B 區的塑膠微粒內含大量鋁箔，推論此鋁箔應該是從鋁箔包，經由海水大量沖刷而來。而鋁箔包的材質是由一層鋁箔、兩層紙、四層塑膠所合成，這七層材質要用聚合劑使它們貼黏。難怪這種複合材質是難以資源回收。
- 五、實驗二中 C 區的塑膠微粒總數，取沙深度 0~5 cm>15~20 cm>5~10 cm>10~15 cm，其中以取沙深度 0~5 cm 的塑膠微粒總數 158 個為最多，平均塑膠微粒的總數為 118 個。推測休憩區的塑膠微粒總數多的原因是因為人潮較多，大部分的遊客會在此休憩，因此塑膠垃圾的殘留量也最多。
- 六、實驗二中 D 區的塑膠微粒總數，取沙深度 15~20 cm>10~15 cm>5~10 cm>0~5 cm，以越深層的塑膠微粒總數較多，表層較少。推測可能原因為此區為上濱區，離沙丘較近，受風力的影響較大。
- 七、實驗二中以取沙深度分析，越深層塑膠微粒總數較多，海灘表層較少，我們推論和國家公園有規律清潔有關。
- 八、實驗三中 A 區的塑膠微粒總數，取沙深度 0~5 cm>10~15 cm>15~20 cm>5~10 cm，其中以取沙深度 0~5 cm 的塑膠微粒總數 117 個為最多，與實驗二的結果不同，推測可能原因為

東港鎮海公園的沙灘外有放消波塊，因此沙灘會形成一個類似內灣的型態，海水衝擊較小。且當日的取沙位置為突起沙洲，位置 A 區本來就不易被海浪衝擊，故表層塑膠微粒總數較少。



九、實驗三中以取沙深度分析，皆為接近表層的塑膠微粒總數較多。我們推論和海灘清潔度有相關。於鎮海公園的沙中有非常多的膠帶和魚線，推論和漁民出海捕魚較相關。

柒、 結論

一、根據海灘的清潔度評估，青洲濱海休憩區優於鎮海公園。

二、大鵬灣青洲濱海休憩區內的沙內含塑膠微粒分析如下：

(一) 以取沙位置的塑膠微粒總數比較，C 區(474)>A 區(414)>D 區(328)>B 區(260)，以 C 區休憩區的塑膠微粒總數較多。

(二) 以取沙深度的塑膠微粒總數比較，15~20 cm(458)> 5~10 cm(369)> 10~15 cm(343)> 0~5 cm(306)，以取沙深度 15~20 cm 底層的塑膠微粒總數較多。

三、東港鎮海公園的沙內含塑膠微粒分析如下：

(一) 以取沙位置的塑膠微粒總數比較，A 區(396)>B 區(323)>C 區(302)>D 區(263)，其中以 A 區潮間帶的塑膠微粒總數最多，D 區上濱區的塑膠微粒總數最少。

(二) 以取沙深度的塑膠微粒總數比較，10~15 cm(365)> 0~5 cm(344)> 5~10 cm(311)> 15~20 cm(264)，除了取沙深度最底層 15~20cm 的塑膠微粒總數少於 300，其餘皆在 300 以上

四、除了 B 區外，大鵬灣青洲濱海休憩區內的沙內含塑膠微粒皆高於鎮海公園的沙內含塑膠微粒。

捌、 參考資料及其他

1. Emma Bryce (2015 年 4 月) • TED-Ed • 取自：
https://www.ted.com/talks/emma_bryce_what_really_happens_to_the_plastic_you_throw_away/transcript?fbclid=IwAR0NIXs9L3DhXXoEiUb78_mADGSzZa3YiadwKAlntnB5vh4mwV6yy7r46FM#t-53014
2. 國內自來水、海水、沙灘砂礫與貝類中微型塑膠之現況調查 (2018 年 9 月 25 日) • 行政院環境保護署環檢所 • 取自 https://www.cienve.org.tw/x/file/epaper/108_1/tech3.pdf
3. 環境檢驗所(2020 年 1 月 4 日) 水中微型塑膠檢測方法-熱觸法 (NIEA M909.00C) [公告] • 取自 <https://www.epa.gov.tw/nica/6BEE72C0B3545B27>
4. 游景欽、陳德謙 (2018) 基隆外木山沙灘塑膠微粒污染探討與研究 • 取自
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=12&sid=15457>
5. Aiken, B. Martina, G. V. Paul, B. Thijs, B. (2017). A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. *Marine Pollution Bulletin*, 114, 77 – 83.
6. Betty, J.L.L. Rita, M. FS. Miguel, A.C. Lisa, B. Maria, P. Andreja, P. Mateja, G. Tim, D. (2014) Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Marine Pollution Bulletin*, 89, 356 – 366.