

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 地球科學科

(鄉土)教材獎

030501

影響桃園河口地區塑膠微粒分布因素之初探

學校名稱：桃園市立大成國民中學

作者： 國二 吳念薰 國二 劉力維 國二 陳昱亘	指導老師： 顏亭瑜 劉彥民
---	-----------------------------

關鍵詞：塑膠微粒、風速、海流

摘要

塑膠微粒產生的問題，已是全球關注的重要議題。我們希望藉由調查桃園沿海地區塑膠微粒分布及氣象資料比對，來探討塑膠微粒數量可能受到哪些因素影響。

我們挑選了桃園沿海地區的南崁溪、老街溪、社子溪出海口做為採樣地點；另外也加入非出海口的觀新藻礁海岸進行採樣。樣本使用尼羅紅染劑染色，計算塑膠微粒數量後，取其平均值做統計圖表，並與氣象與洋流資料進行比對分析。實驗結果顯示，漲退潮對塑膠微粒數量的影響不明顯，但風速快慢及海流的季節差異則確實有影響到塑膠微粒數量。

本研究為初探性質，樣本中的社子溪出海口塑膠微粒數量較多，河川的人為活動具體如何影響，可再進行後續延伸研究。

壹、研究動機

近年來越來越多相關報導指出，除了在自然環境、飲用水中發現塑膠微粒之外，我們也已經可以在人體排出的糞便中檢測出塑膠微粒的存在。顯示這些塑膠微粒不僅會透過飲水，也會經由大氣循環或食物鏈回到人類身上，對健康造成進一步的危害。野生動植物和實驗動物的研究皆顯示，暴露於塑膠微粒中，與不孕、發炎和癌症有關，據《衛報》報導也指出，研究發現人們每年至少攝入 5 萬顆塑膠微粒，且城市居民的塑膠微粒污染也正在透過各種不同的管道持續積累（科技新報，2020）。

隨著科技進展，人類享受塑膠帶給我們各種便利的生活，但塑膠丟棄之後造成的隱憂卻也漸漸浮現出來。大量的塑膠因為材質輕加之容易碎裂。輕易地透過地表面逕流流進海洋中，而因為塑膠會漂浮於水體表面，再透過洋流帶到全世界，最後對全球的海洋生態造成巨大的影響。

七年級上生物課的時候，曾學過人類活動造成環境汙染與衝擊，也會對海洋生態造成影響，我們生活的台灣是四面環海的島嶼，想必有很大的影響。然而關於塑膠垃圾的討論，大多數關注的還是以肉眼可見為主，但查詢網路資料後，肉眼看不到的塑膠微粒其實更容易對環境或生物造成危害。因此，我們主動找老師表達我們的好奇與想法，並請老師協助，想透過調查桃園沿海的出海口，探究造成塑膠微粒分布的因素。透過桃園河口地區採樣與氣象資料紀錄比對，進行數據的分析與整理，後續搭配調查河流沿岸土地使用情形及附近的工商活動，進而推論出影響塑膠微粒在河口分布情形的可能原因，也更加了解我們生活的地方。

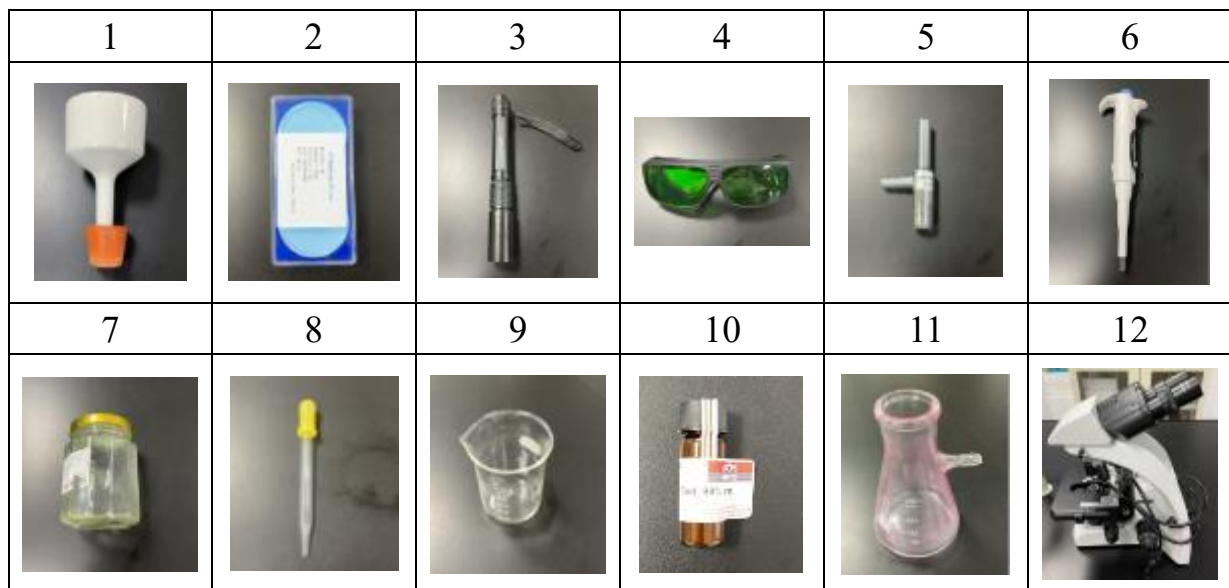
貳、研究目的

我們希望透過實地採樣調查的方法，以及蒐集整理氣象與洋流資料，進行比對分析，以了解桃園沿海地區塑膠微粒數量分布的影響要素。

- 一、調查桃園沿海地區出海口的塑膠微粒數量。
- 二、比對分析桃園沿海地區 2020 年 8 月至 2021 年 1 月的氣象測站資料。
- 三、探討半年時間中影響沿海塑膠微粒數量的因素。

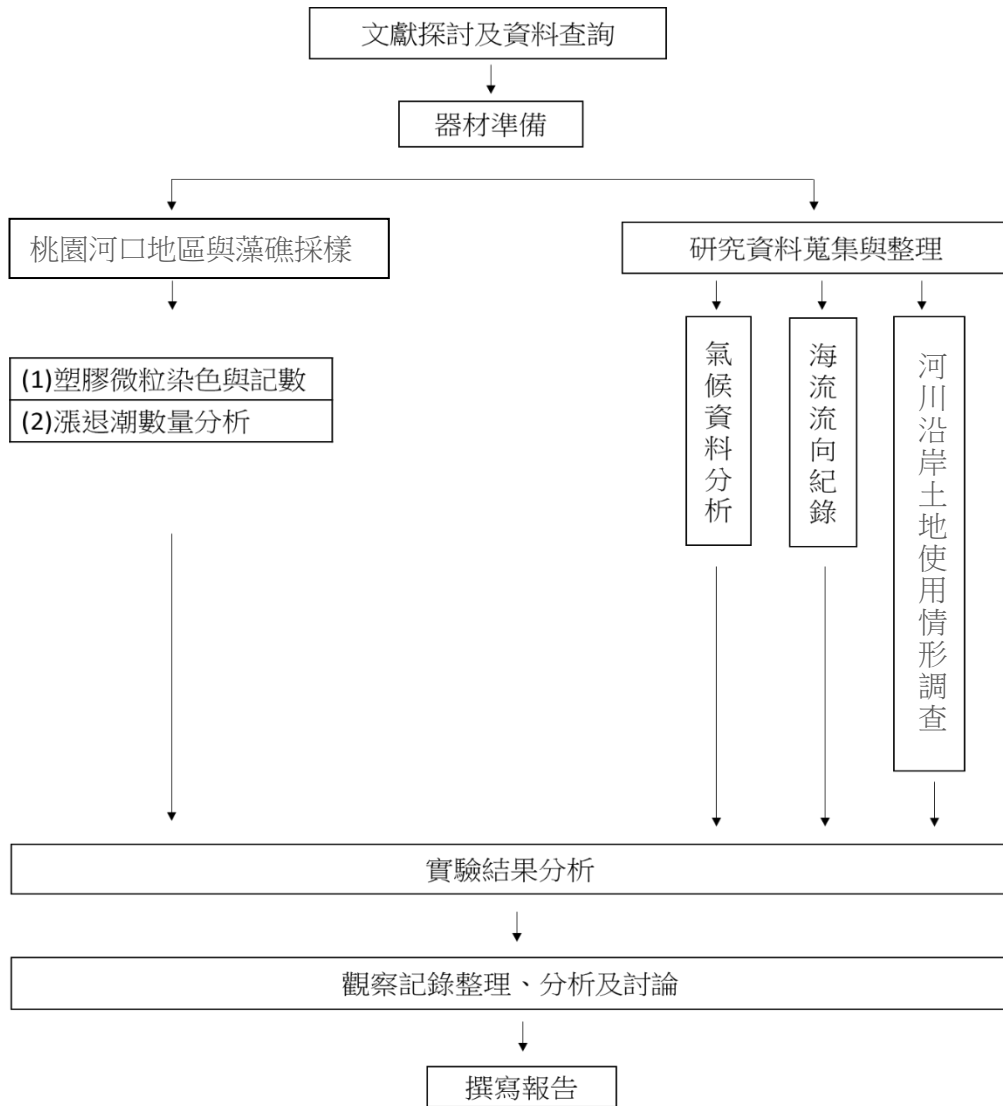
參、研究設備及器材

圖片編號	名稱	型號或規格	備註
1	陶瓷漏斗	55mm	
2	玻璃纖維濾紙	直徑 47mm ; 孔徑 5 μ m	材質 CA
3	藍光手電筒	440-460nm	LED
4	螢光眼鏡	Excitation440-460nm	FG-RB-GO
5	金屬抽氣管	14*72mm	不鏽鋼
6	微量滴管	100-1000 μ m	
7	玻璃罐	330ml	
8	玻璃滴管		
9	燒杯	250ml	
10	尼羅紅(nile red)	100mg	
11	吸濾瓶	125ml	
12	顯微鏡	MICROTECH LX120-LED	



肆、研究架構及方法

一、研究架構



二、研究方法

(一) 文獻探討

1. 塑膠微粒的定義與成因

人類濫用塑膠的問題十分嚴重，但是塑膠卻不容易被分解，因此造成嚴重的污染問題，加上這些塑膠並沒有被好好回收，經常經由河流被沖到海裡，造成塑膠微粒的產生，這些塑膠微粒可能被海中生物食用、進而進入食物鏈中被人類所食，使得微塑膠對環境的傷害已成全球關注議題。

根據黑潮海洋基金會 (2019) 說法，所謂塑膠微粒(Microplastic)在國際學術界的定義為直徑小於 5mm 的塑膠碎片，海洋中塑膠微粒形成原因主要是各種人造塑膠用品如塑膠袋、寶特瓶、吸管、塑膠飲料杯及各種人造纖維產品，在受到長期光照之下導致結構脆化再加上碰撞、裂解、風化，之後在水域環境中不斷反覆破碎化形成。朱柏青(2020)表示，工業及家庭人造纖維用品因磨損和脫落的初級塑膠、車輛輪胎的磨損、行駛於道路造成標記的風化和磨損、船用途料的風化和洩漏、個人護理用品額外添加的塑料微珠 (microbeads)等也可能經由地下水道、灌溉渠道、河川逕流等水域途徑流入海洋。

2. 塑膠微粒的對生物造成的風險

微塑膠可能成為汙染物進入海洋生物的媒介，微塑膠本身可能含有各種於製造過程中加入的添加物 (例如：塑化劑、阻燃劑、抗菌劑、重金屬...等)，也能吸附海水中具持久性、生物累積性的生物及非生物的持久性有機汙染物，造成海洋商品 (例如海鮮及食鹽) 的汙染，甚至造成食安上面的疑慮 (國立海洋生物博物館，2020)。

大部分漂浮在海水表層的塑膠微粒再透過攝食進入到海洋生物體內，根據 Li et al. (2016) 對於藤壺幼生的研究，水域環境中漂浮的 PE 材質塑膠微粒會對藤壺的無節幼生體產生強烈毒性進而導致個體死亡。

台灣在塑膠微粒對於魚類毒害的相關研究，鍾珮綺 (2018) 餵食點帶石斑 (*Epinephelus coioides*) 稚魚每公克飼料含 10^5 顆塑膠微粒兩周後，塑膠微粒會殘留在鰓葉、腎臟、腸胃、肝臟中，且發炎反應基因顯著上升，作者推斷塑膠微粒會引發免疫系統反應。

3. 台灣沿海塑膠微粒分布情形

台灣目前對於海洋漂浮性塑膠微粒之研究，大多為調查海洋表面塑膠微粒地的豐富度。Chen et al., (2020) 調查台灣西南沿海發現河口區域塑膠微粒濃度較高，顯示西南沿海塑膠微粒主要來源為河流帶入。Wong et al., (2020) 在淡水河採樣中發現河中塑膠微粒濃度會與降雨量呈現正相關。黑潮基金會於全台沿海的採樣結果也發現塑膠微粒豐富度最高的區域都在河口地區，顯示台灣沿海的塑膠微粒來源與河流有關。

陳芊仔、黃歆芸、蕭德芙 (2020) 在第 60 屆全國國中科展「水吃不吃塑—探討水中塑膠微粒的含量」的調查中，發現屏東縣的殺蛇溪經過工業區後的塑膠微粒數量會明顯上升。田倩蓉 (2020) 表示大量微塑膠多發現於鄰近人口密集都會區與工業區的河川與湖泊中，主要的微塑膠來源與人類活動有關，在台灣高雄鳳山溪系統的調查中，估計每天約有 10 億個微塑膠從該河川流入台灣海峽。都市與工業廢水的排放、都市逕流、河水之流速、潮汐交流與微塑膠密度等，也影響微塑膠在河水與底泥的空間分布。

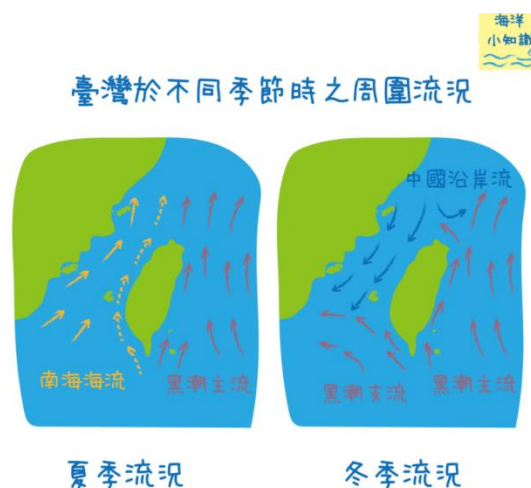
另外在蔡岳其 (2019) 的研究中發現，中部大安海域、安良大排、高美濕地，近岸塑膠微粒在不同季節時，會因為漲潮退潮的影響分別被帶往北部或南部區域；同時在投放塑膠微粒在洋仔厝溪實驗中，發現一個月之內，塑膠微粒會往外海移動約 22 公里，往北移動約 21 公里到達台中港外海，往南移動 27 公里鄰近濁水溪出海口，顯見塑膠微粒會受到潮汐漲退潮影響。

4. 台灣海峽的海流方向

桃園—新竹間海域之海流流向，在姚武田等 (1994) 的研究分析發現，近岸的海流會大致與海岸線同方向，即為東北東與西南西方向。夏季的台灣海峽大範圍長週期海流以向東北流為主，但當漲潮時，臺灣北部海域之潮流是往西南流動；冬季的漲潮流向也與夏季海流特性相同。

桃園市政府觀光旅遊局 (2017) 委託中央大學的研究報告中表示，桃園海域海流，在東北季風風力較弱時，流向東北之流速大於向西南向，東北季風風力增強時則向西南之流速因風驅流影響大於向東北之流速。

查詢中央氣象局資料可得知，臺灣海峽的海流也會受到黑潮與季風的影響。在台灣海峽整體的水文變化中，除了黑潮的分支外，亦受到中國沿岸流與南海水流的影響，其中，春季時台灣海峽以黑潮水為主，中國沿岸流僅在海峽西北部局部出現，到了夏季，台灣海峽以南海水流為主，黑潮水的訊號僅出現在底層與海峽南部，秋冬季時，海峽南部以黑潮水流為主，北部則為東北季風帶來的中國沿岸流所佔據 (劉鍾霖, 2003)。右圖為國立海洋科技博物館 (2018) 繪製的示意圖，呈現臺灣附近海域的黑潮、中國沿岸流、南海海流等不同季節的洋流流況。



(二) 挑選採樣區

我們挑選了分佈於桃園市沿海地區的三條市管級河川，依北、中、南的分布順序介紹如下。另外，近年來討論度很高的觀新藻礁，是重要的生態保護區，有非常高的物種豐富度，而塑膠微粒的多寡會對生態產生重要的影響，我們也很好奇藻礁與塑膠微粒分布的關係，若塑膠微粒越少，相信對生態越有幫助。因此藻礁雖然不是出海口，我們也把它增加為採樣區以了解。



1. 南崁溪口(N25.1189, E121.2474) : 總長度約 30km，流域面積約 214km²。主要流經龜山區、桃園區、大園區、蘆竹區，出海口稍向內凹，西側是竹圍漁港。出海口東側的海岸線則較接近東西走向。



2. 老街溪口(N25.0851, E121.1734) : 全長約 36km，流域面積大約 82 km²。起源於龍潭區，流經龍潭、平鎮、中壢、大園四區。海岸線為東北東—西南西走向，出海口稍微向內凹。



3. 社子溪口(N24.9873, E121.0131) : 總長度約 24km，流域面積 77.83 km²。起源於楊梅區，分佈於桃園市新屋區、楊梅區，出海口北側是永安漁港及海堤。海岸線接近南北走向。



4. 觀新藻礁(N25.0188, E121.0333) : 藻礁是無節珊瑚藻生成的生物礁，為全球少見的特殊地景，生物多樣性豐富。其中觀新藻礁為保存較完整的藻礁海岸，目前已規劃為野生動物保護區。海岸線為東北—西南走向。

(三) 採樣日期與時間

中央氣象局潮汐預報與採樣時間之漲退潮整理表

日期	潮時	潮高		採樣時間				
				南崁溪口	老街溪口	觀新藻礁	社子溪口	潮汐
2020 8/22	00:44	188	H					
	06:56	-106	L	09:00	09:40	10:30	11:00	漲
	12:50	178	H	15:00	15:30	16:30	16:00	退
	19:14	-195	L					
2020 9/27	01:34	-55	L					
	07:18	103	H	10:30	11:30	12:10	12:30	退
	13:48	-117	L	15:30	16:30	17:10	17:30	漲
	20:18	136	H					
2020 10/27	02:06	-82	L					
	07:56	98	H	12:00	12:30	13:10	13:30	退
	14:16	-116	L	16:00	16:30	17:10	17:30	漲
	20:31	123	H					
2020 11/21	02:29	89	H					
	08:53	-139	L	07:00	07:30	08:10	08:20	漲
	15:33	103	H	12:00	12:30	13:10	12:00	退
	21:43	-69	L					
2020 12/26	02:23	-129	L					
	08:43	85	H	06:30	07:00	07:40	08:00	退
	14:50	-91	L	10:30	11:00	11:40	12:00	漲
	20:36	76	H					
2021 1/24	01:37	-120	L					
	08:02	71	H	06:00	06:30	07:10	07:30	退
	14:14	-70	L	10:00	10:30	11:10	11:30	漲
	19:54	69	H					

※ 潮高指相對當地平均海平面 (以當地平均潮位為零)。

(四) 塑膠微粒染色及統計數量過程

1. 我們利用濃度百分之 95 % 的酒精作為溶劑，混合尼羅紅比例達濃度 1 μ g/ml 作為調和染劑。再將樣品以每 10ml 的溶液加入 1 μ l 的尼羅紅調和染劑。
2. 將採集到的樣本取 100 毫升後滴入 10 μ L 的尼羅紅調和染劑。
3. 將樣本用鋁箔紙包覆並放進暗室裡等待 30 分鐘染色。
4. 將樣本經由抽氣過濾，取下玻璃纖維濾紙放置在玻璃培養皿上，再將濾紙放在暗室裡以 460nm 藍光手電筒照射使其產生激發光，戴上綠色螢光眼鏡觀察塑膠微粒的顏色及數量並記錄結果。塑膠微粒因為具有極性所以兩端點染色會較接近，而且其形狀大多較完整。因此塑膠染色的顏色較為飽和。所以尼羅紅法有利於快速觀察，且空氣中纖維污染並沒有經尼羅紅的染色。因此觀察時能夠輕易判別是否為樣本的塑膠微粒或者空氣污染，減少實驗誤差。

(五) 氣象資料調查

我們透過 earth 全球風場與天氣動態地圖，以及透過科技部海洋學門資料庫內的互動式海洋資料查詢與展示平台，整理了從 2020 年 8 月到隔年 1 月，每次採集時桃園沿海岸的風場及海流變化情形，並且搭配蘆竹、大園、新屋、觀音四個地區的氣象觀測站數據紀錄採集當天各個時刻的風速及風向。使用資料來源如下：

1. 全球風場動態圖

查詢當天桃園沿海海域風場動態，藉由直覺的立體地圖搭配顏色、動態風向可以快速了解風的整體流動狀態。

2. 科技部海洋學門資料庫

利用互動式海洋資料查詢與展示平台可以了解當天桃園沿海海域流場動態，以了解周邊海域的海流情形。

3. 交通部中央氣象局觀測資料

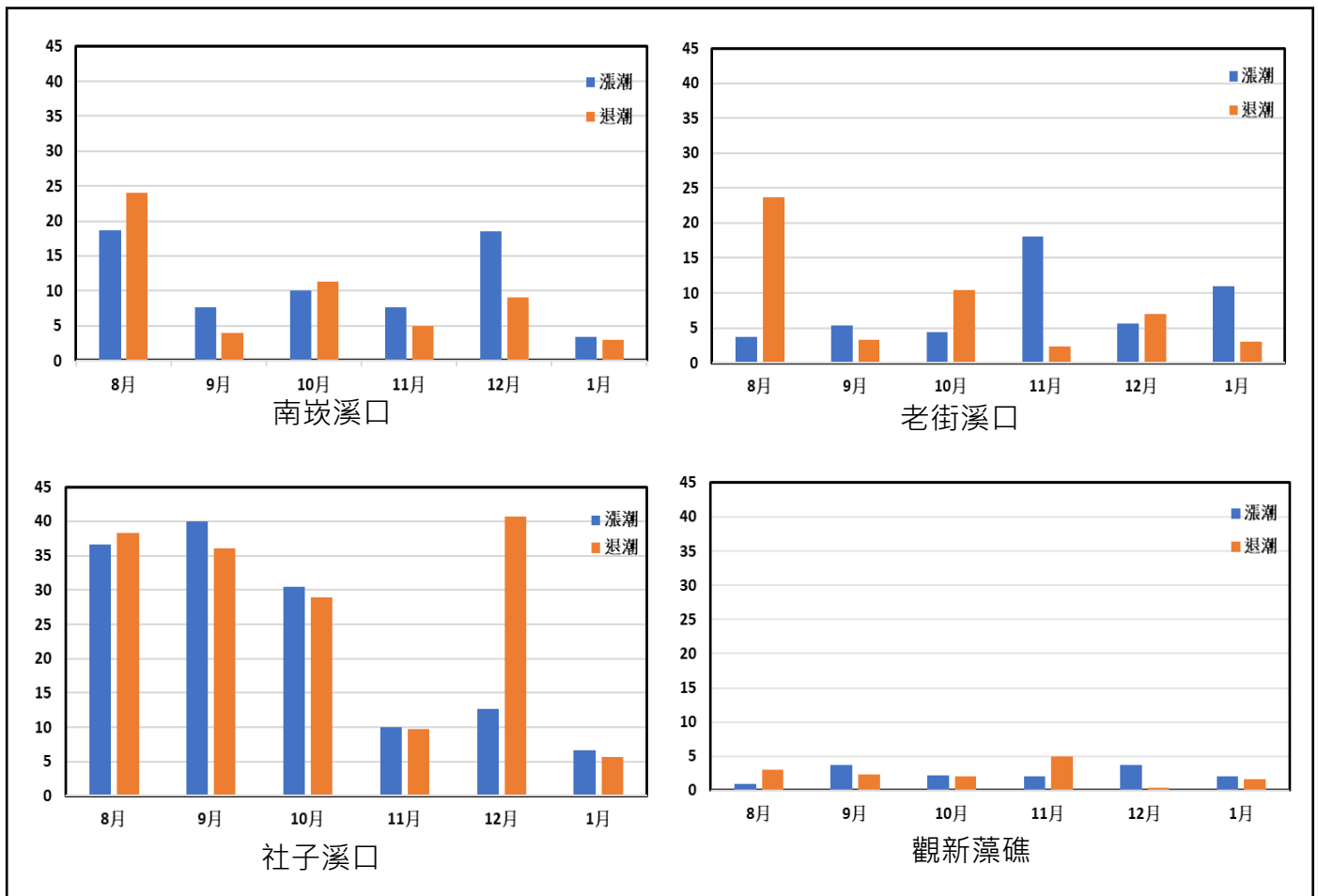
選擇蘆竹、大園、新屋、觀音四個測站，分別對應南崁溪口、老街溪口、社子溪口、觀新藻礁。查詢四個觀測站當天每個整點的氣溫、雨量累積、風向、風速等氣象資料，配合採樣時間，整理出對照表。

伍、實驗結果

一、桃園沿海地區的塑膠微粒數量

(一) 四個採樣區的漲退潮平均數量

我們分別將四個不同的採樣區中，每一區的三個採樣點所測得的塑膠微粒數量，計算平均值後，繪製成圖一，以長條圖來表現，並以漲潮和退潮作為區分，進行比較及描述。

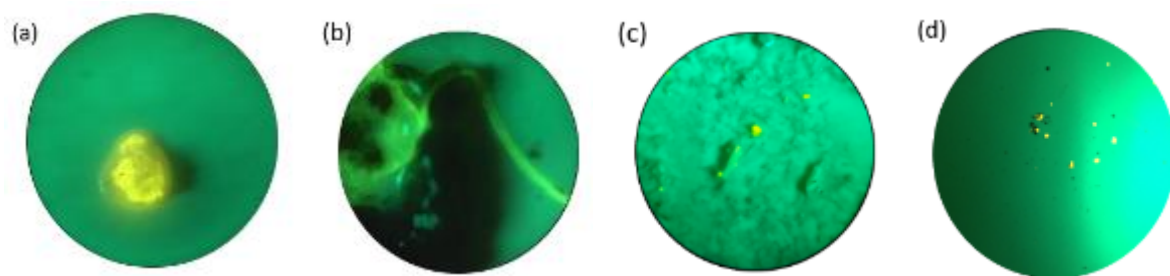


圖一：四個樣區漲退潮時採樣的塑膠微粒數量圖

1. 南崁溪口：8~10月的塑膠微粒數量，比起11~12月較多。
2. 老街溪口：除了8月退潮與11月漲潮這兩次較多之外，整體塑膠微粒數量較少。
3. 社子溪口：塑膠微粒數量較其他兩個出海口來的多，尤其8~10月數量明顯最多。
4. 觀新藻礁：不論哪個月份，數量皆少，明顯比其他三個出海口的數量少很多。

整體來說，漲潮、退潮的數量差異，沒有明顯的趨勢，不過從時間來看，2020年8月~2021年1月，從夏季到冬季有遞減趨勢，8、9、10月明顯比11、12、1月多，發現有季節的差異。塑膠微粒的總數量，以最南邊的社子溪口最多，數量由多到少排列，依序為社子溪口 > 南崁溪口 > 老街溪口 > 觀新藻礁。

(二) 採樣區的塑膠微粒樣本



圖二：塑膠微粒樣本圖

將2020/8/22到2021/01/24六次採集到的塑膠微粒樣本，透過尼羅紅染色後，再以藍光激發，經由綠色濾光眼鏡處理後，在40倍顯微鏡放大倍率下進行觀察。在我們這六次採集到塑膠微粒樣本中，大小、形狀、樣式各有不同，歸納分類成四種類型，以照片整理呈現如上圖二。

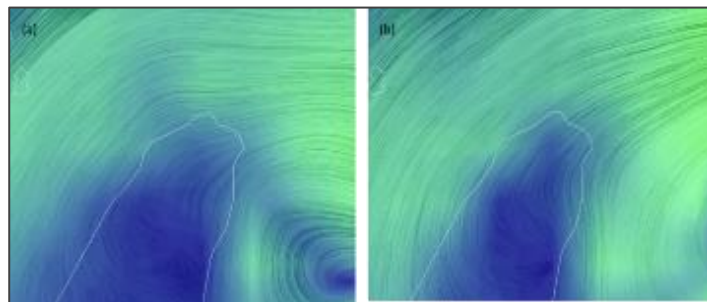
最大的塑膠微粒樣本如圖二(a)，是在南崁溪口採集到的塑膠微粒樣本，直徑大約3mm，但在樣本中比較少見。也有如圖二(b)，在老街溪採集到的塑膠纖維，大約6mm長。體積較小的塑膠微粒如圖二的(c)、(d)，分別是在觀新藻礁以及社子溪口採集到的樣本，直徑大約在0.12mm-0.15mm左右，此類型較多。所有觀測到的塑膠微粒樣本中，以直徑0-1mm的塑膠微粒樣本比例最高，佔所有樣本約95%。

二、2020 年 8 月至 2021 年 1 月的氣象資料與塑膠微粒分布之關係。

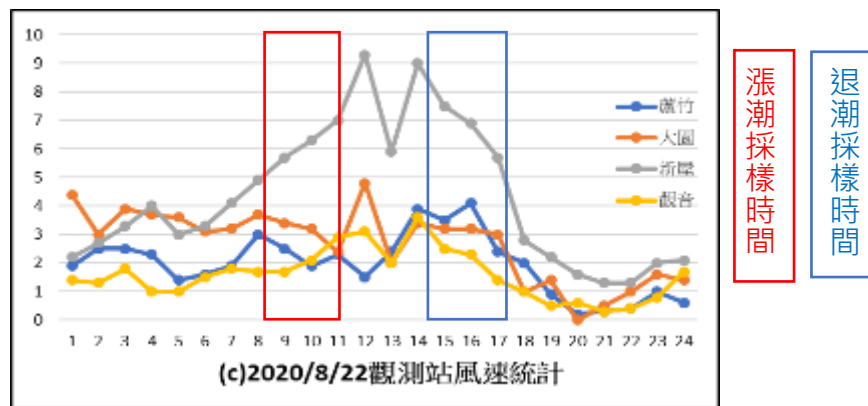
(一) 2020/8/22 氣象資料與塑膠微粒分布調查結果

表一、2020/8/22 採樣期間之氣象觀測資料整理

氣象測站 對應地點	蘆竹 南崁溪口		大園 老街溪口		新屋 觀新藻礁		觀音 社子溪口	
採樣時間	09:00	15:00	09:40	15:30	10:30	16:30	11:00	16:00
氣溫(°C)	30.3	30.0	31.3	31.2	31.5	29.0	31.1	29.0
雨量(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
風向	80	24	86	37	50	40	26	30
風速(m/s)	2.5	3.5	3.4	3.2	6.3	6.9	2.9	2.3



圖三：2020/8/22 漲潮採樣時的風場動態圖(左)與退潮採樣時的風場動態圖(右)



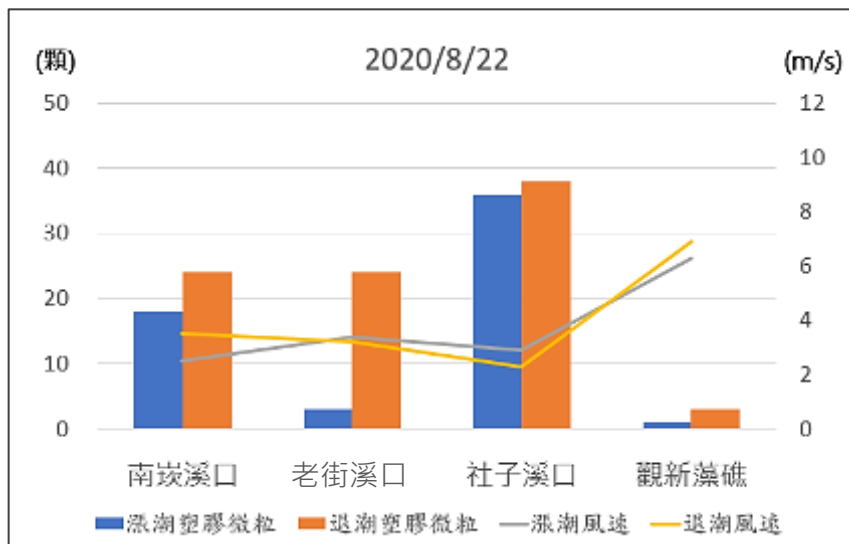
圖四：四個觀測站 2020/8/22 當日風速統計圖

1. 氣象資料分析

- (1) 根據表一觀測紀錄，8/22 當天四個樣區採集時最低氣溫 28.9°C，最高氣溫 32.4°C，平均雨量 0 mm，溫度、雨量無明顯差異。
- (2) 風向多在 24°~50° 之間，大多為北北東風，僅蘆竹及大園在漲潮採集時間為 80°~86° 東北東風。透過圖三的風場動態圖，可以看到當天在台灣東部海域有輕度颱風巴威經過，可能因此影響到夏季的風向。漲潮時的風向與台灣海峽北部的漲潮流向一致，為東北向西南流動；與退潮時流向相反。

- (3) 從表一與圖四可看到四地的風速有差異，風速最快的地區為新屋測站(觀新藻礁)，在上午 10:30 及下午 16:30 的風速皆超過 6m/s。

2. 風速與塑膠微粒分布調查之分析

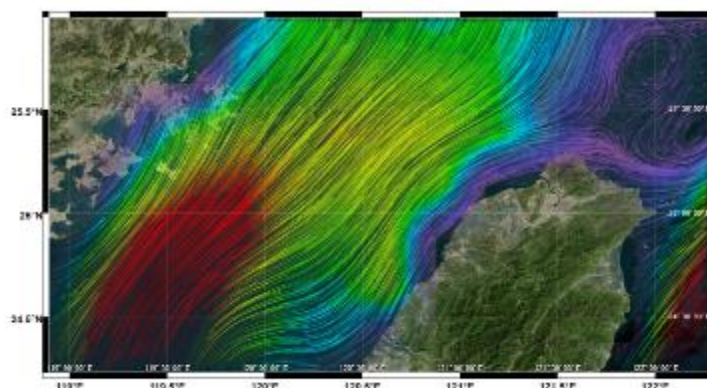


圖五：2020/8/22 四個採樣點漲退潮之風速與塑膠微粒數量圖

我們將漲退潮時的風速與塑膠微粒進行比對，圖五顯示，最南邊的社子溪口風速最低，採集到的塑膠微粒數量最多，不論在漲、退潮皆為四個採樣區的最高量。南崁溪口退潮時的風速比漲潮時快，平均塑膠微粒數量也比漲潮時來得多。老街溪口也是退潮時塑膠微粒較多。觀新藻礁的塑膠微粒數量則明顯最低，平均採集量每 100ml 不到 2 顆。三個出海口及觀新藻礁海岸平均塑膠微粒數量與風速快慢呈現反比，具有相關性。

3. 海流方向分析

根據文獻回顧與圖六，台灣海峽整體流向為向東北流，夏季的洋流主要受南海海流影響，會將台灣西部沿岸的塑膠微粒從南邊帶往北邊，也可以發現整體塑膠微粒的數量較多。



圖六：2020/8/22 台灣北部海域每日平均海流動態圖

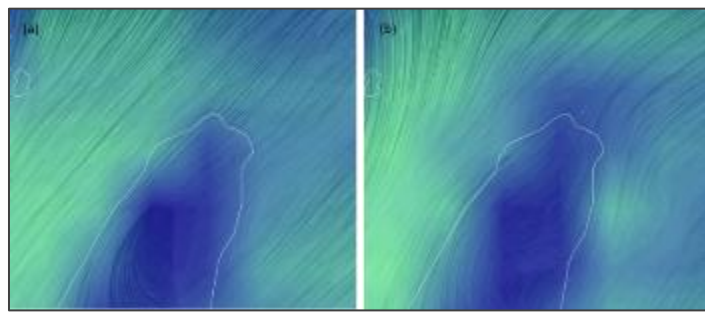
4. 小結

根據上述結果第 2 項與第 3 項，2020/8/22 塑膠微粒的數量受到風速及海流的變化影響較相關，退潮時也比漲潮時數量較多；跟溫度、雨量、風向等其它因素較無相關。

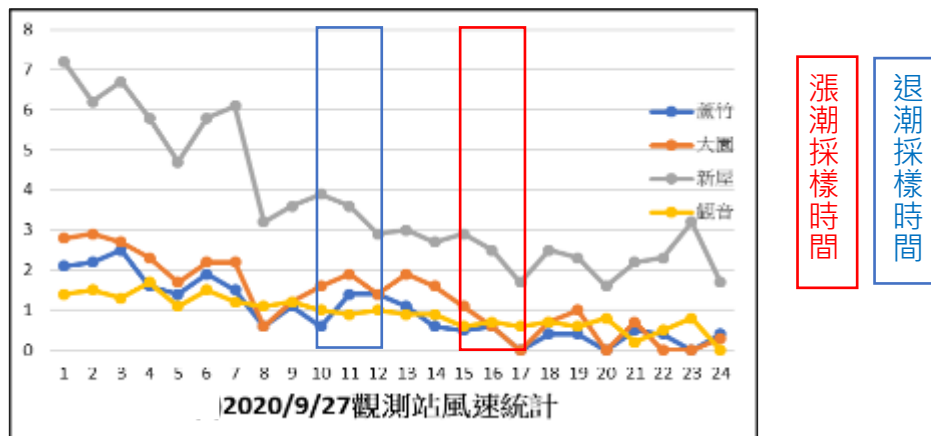
(二) 2020/9/27 氣象資料與塑膠微粒分布調查結果

表二、2020/9/27 採樣期間之氣象觀測資料整理

氣象測站 對應地點	蘆竹		大園		新屋		觀音	
	南崁溪口		老街溪口		觀新藻礁		社子溪口	
採樣時間	10:30	15:30	11:30	16:30	12:10	17:10	12:30	17:30
氣溫(°C)	21.0	21.7	21.3	21.6	21.6	21.4	21.2	21.3
雨量(mm)	3.5	2.5	5.5	1.0	2.0	4.5	3.0	3.5
風向	93	85	78	358	5.6	3.9	59	100
風速(m/s)	0.6	0.5	1.9	0.6	2.9	1.7	1.0	0.6



圖七：2020/9/27 退漲潮採樣時的風場動態圖(左)與退潮採樣時的風場動態圖(右)



圖八：四個觀測站 2020/9/27 當日風速統計圖

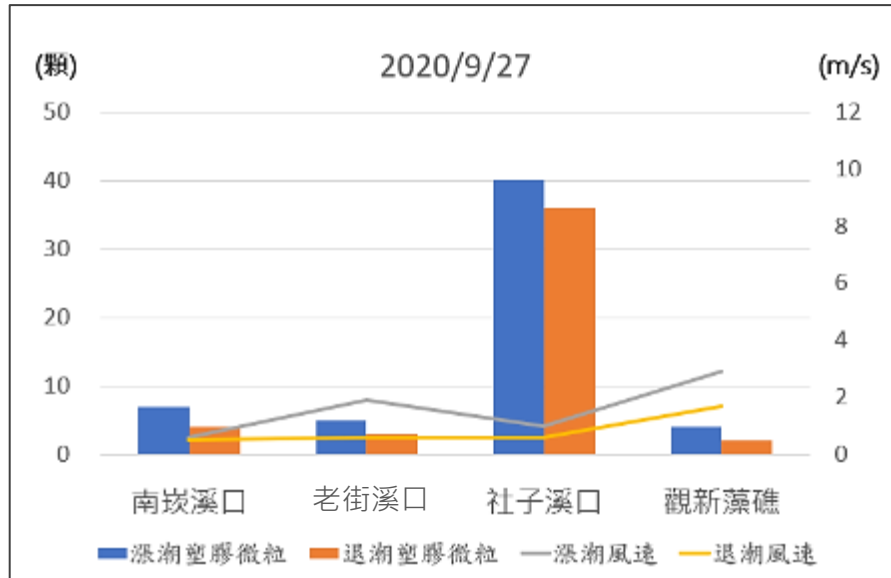
1. 氣象資料分析

- (1) 根據表一觀測紀錄，9/27 當天四個樣區採集時最低氣溫 21°C，最高氣溫 21.7°C。平均雨量 5.6mm，是六次採樣期間唯一下雨的一次。
- (2) 風向的部分，蘆竹及大園在退潮採集時主要吹東風~東北東風，下午大園在漲潮採集時則轉為北風；新屋地區漲退潮採樣時皆以北風為主；觀音地區則皆吹東風為主。整體來說，大園測站在漲退潮兩個時間的風向變化較大。透過圖七的風場動態圖，可以觀察到與觀測站測到的風向大致符合。漲潮時的風向與台灣海峽北部

的漲潮流向一致，為東北向西南流動；與退潮時流向相反。

- (3) 從表二與圖八可看到，整體風速皆低。風速較快的是新屋，退、漲潮採集時分別為 2.9m/s 與 1.7m/s，其他三地的風速扣掉大園退潮採集時間，平均風速不到 1m/s。

2. 風速與塑膠微粒分布調查之分析

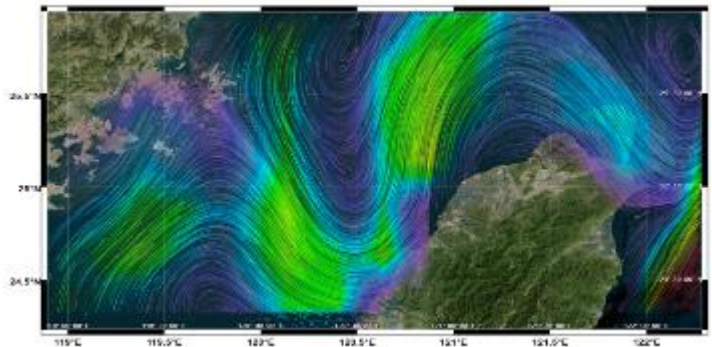


圖九：2020/9/27 四個採樣點漲退潮之風速與塑膠微粒數量圖

我們將漲退潮時的風速與塑膠微粒進行比對，圖九顯示，社子溪口的塑膠微粒數量為最高，不論漲退潮平均數量皆在 40 顆左右；其他三個採樣區則明顯偏低，平均不到 10 顆，但在漲潮時所採集到的塑膠微粒數量較退潮時稍多一點。而風速較快的觀新藻礁仍是四個樣區中塑膠微粒數量最低的採樣區。由於風速皆偏低，看不出明顯差異。

3. 海流方向分析

根據文獻回顧與圖十，台灣北部海域的海流流向以往北流動為主，會將台灣西岸各河口的塑膠微粒由南向北帶，南邊的社子溪口整體塑膠微粒的數量最多。



圖十：2020/9/27 台灣北部海域每日平均海流動態圖

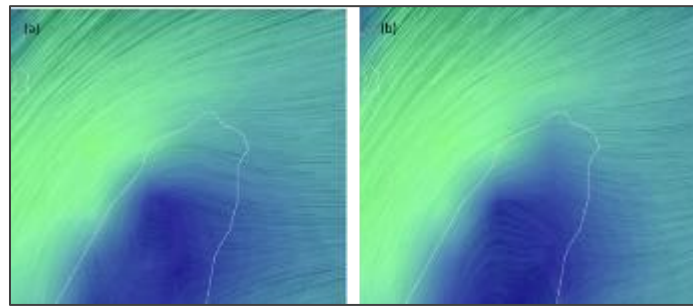
4. 小結

根據上述結果，2020/9/27 調查的塑膠微粒數量，與海流流向較相關，漲潮時比退潮稍多也有相關，跟溫度、雨量及風向等因素較無相關。

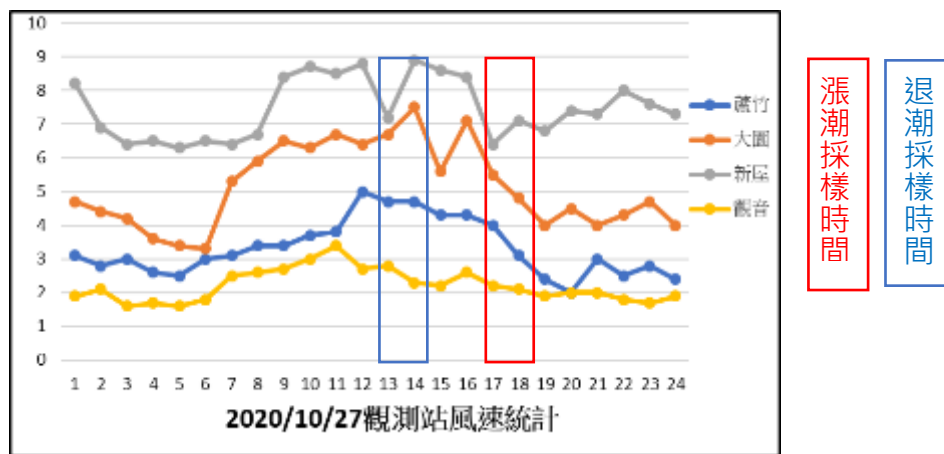
(三) 2020/10/27 氣象資料與塑膠微粒分布調查結果

表三、2020/10/27 採樣期間之氣象觀測資料整理

氣象測站 對應地點	蘆竹 南崁溪口		大園 老街溪口		新屋 觀新藻礁		觀音 社子溪口	
採樣時間	12:00	16:00	12:30	16:00	13:10	17:10	13:30	17:30
氣溫(°C)	28.3	26.8	29.2	27.5	28.5	25.7	28.2	25.2
雨量(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
風向	80	78	71	70	60	60	61	51
風速(m/s)	5.0	4.3	6.4	7.1	7.2	6.4	2.8	2.2



圖十一：2020/10/27 漲潮採樣時的風場動態圖(左)與退潮採樣時的風場動態圖(右)



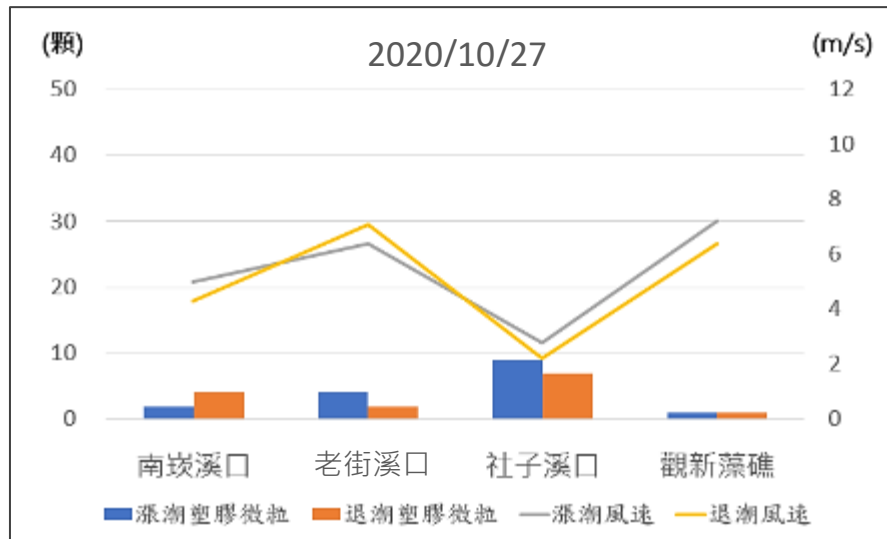
圖十二：四個觀測站 2020/10/27 當日的風速統計圖

1. 氣象資料分析

- (1) 根據表三觀測紀錄，10/27 當天四個樣區採集時最低氣溫 25.2°C，最高氣溫 29.2°C，平均雨量為 0mm，溫度、雨量無明顯差異。
- (2) 風向也沒有明顯差異，四個地方在漲潮及退潮時的風向都維持在東北東風。透過圖十一的風場動態圖也顯示出與觀測站測到的風向相符合。漲潮時的風向與台灣海峽北部的漲潮流向一致，為東北向西南流動；與退潮時流向相反。

(3) 由表三與圖十二可看出風速由快至慢依序為新屋、大園、蘆竹、觀音。大園及新屋測站的風速在兩次採樣時皆超過 6m/s；最低的觀音則平均在 2.5m/s 左右。

2. 風速與塑膠微粒分布調查之分析

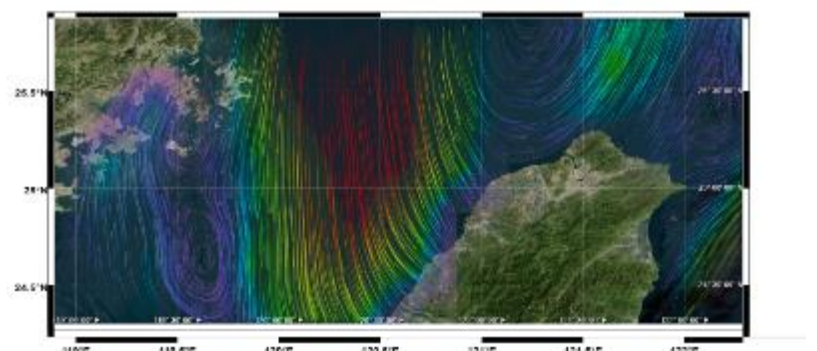


圖十三：2020/10/27 四個採樣點漲退潮之風速與塑膠微粒數量圖

我們將漲退潮時的風速與塑膠微粒進行比對，圖十三顯示，此次採樣整體數量偏少，不過風速最低的社子溪口塑膠微粒數量，則相較於其它三地還是比較多，漲潮時平均有 10 顆左右，退潮時採樣到的數量下降到平均 7 顆。其他兩個出海口採樣區則平均不到 4 顆，觀新藻礁依舊最少。而老街溪在漲潮時所採集到的塑膠微粒數量較退潮時高一點，南崁溪口則是退潮時較漲潮時高一點。整體而言 10 月份塑膠微粒數量明顯偏低。圖中呈現塑膠微粒數量會受到風速快慢影響，風速愈快則塑膠微粒數量隨之減少，反之，風速慢的社子溪口則塑膠微粒較多。

3. 海流方向分析

根據文獻回顧與圖十四，秋、冬季台灣海峽北部多為往北部流動的中國沿岸流，推測是造成調查當日塑膠微粒數量比夏季月份來得少的因素。



圖十四：2020/10/27 台灣北部海域每日平均海流動態圖

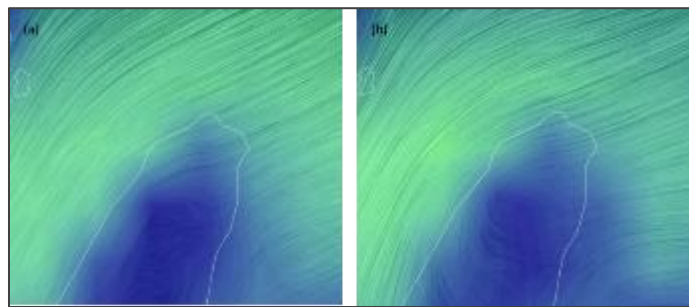
4. 小結

根據上述結果，2020/10/27 調查的塑膠微粒數量，受風速快慢及季節造成的海流流向影響關係較大，與其他氣象因素及漲退潮的相關性較低。

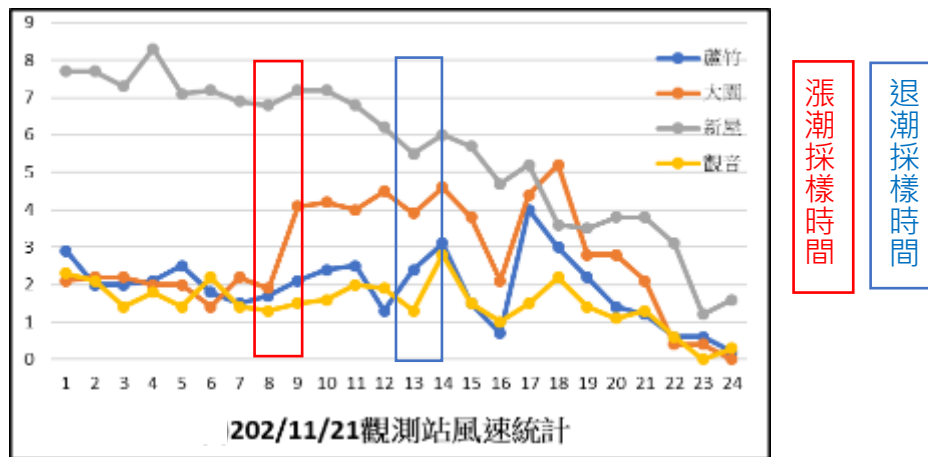
(四) 2020/11/21 氣象資料與塑膠微粒分布調查結果

表四、2020/11/21 採樣期間之氣象觀測資料整理

氣象測站 對應地點	蘆竹 南崁溪口		大園 老街溪口		新屋 觀新藻礁		觀音 社子溪口	
採樣時間	7:00	12:00	7:30	12:30	8:10	13:10	8:30	13:30
氣溫(°C)	22.7	26.8	22.7	27.0	23.7	27.7	23.1	27.0
雨量(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
風向	55	48	59	75	50	60	42	84
風速(m/s)	1.5	1.3	2.2	4.5	6.8	5.5	1.3	1.3



圖十五：2020/11/21 漲潮採樣時的風場動態圖(左)與退潮採樣時的風場動態圖(右)

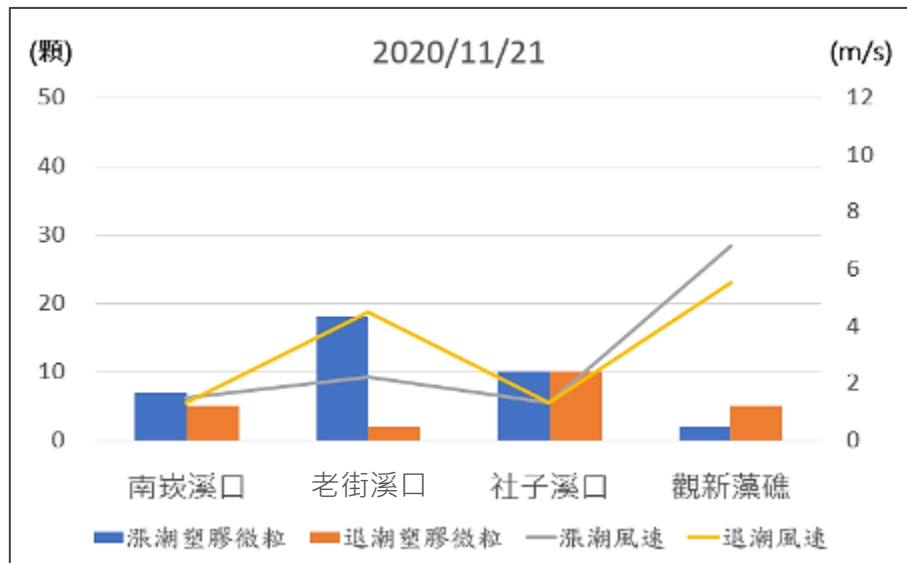


圖十六：四個觀測站 2020/11/21 當日風速統計圖

1. 氣象資料分析

- (1) 根據表四觀測紀錄，11/21 當天四個樣區採集時最低氣溫 22.7°C，最高氣溫 27.7°C，當天平均雨量為 0mm，氣溫、雨量無明顯差異。
- (2) 四地風向在漲潮及退潮時的多在東北風到東北東風之間。漲潮時的風向與台灣海峽北部的漲潮流向一致，為東北向西南流動；與退潮時流向相反。
- (3) 風速最快的地區為新屋地區，採樣時風速超過 5m/s，上午退潮採集時則達到 6.8m/s。蘆竹、觀音地區皆維持在平均在 2m/s 左右，大園地區風速則在漲潮時提升到 4m/s。

2. 風速與塑膠微粒分布調查之分析

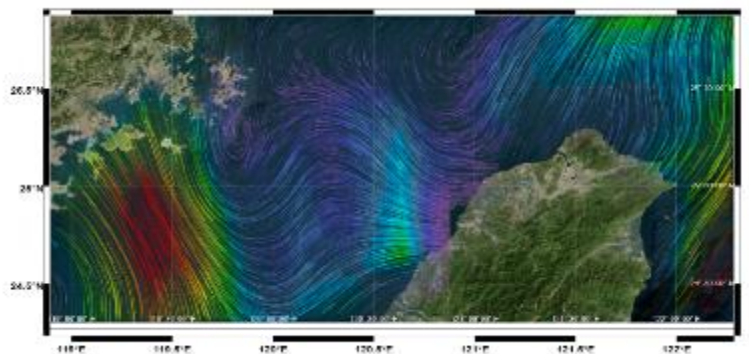


圖十七：2020/11/21 四個採樣點漲退潮之風速與塑膠微粒數量圖

我們將漲退潮時的風速與塑膠微粒進行比對，圖十七顯示，11月的塑膠微粒數量與10月類似，皆偏少。整體來說社子溪口不論漲退潮的平均塑膠微粒數量還是比較多，南崁溪口採集到的塑膠微粒數量平均在7顆左右，比較特別的是老街溪口在漲潮時風速較慢，採集到塑膠微粒數量相對較高，平均18顆，退潮時的風速較快，採集到的塑膠微粒數量則較少，有明顯的變化。而觀新藻礁平均數量仍是最低。圖中呈現出塑膠微粒數量受到風速快慢影響，風速越快則塑膠微粒數量隨之減少，反之，風速越慢則塑膠微粒越多。

3. 海流方向分析

根據文獻回顧，秋、冬季台灣海峽北部地區多為往南部流動的中國沿岸流，而塑膠微粒數量相較夏季來得少。而圖十八也顯示採樣當日的海流方向是西向東流，也可能是造成塑膠微粒數量較少的原因。



圖十八：2020/11/21 台灣北部海域每日平均海流動態圖

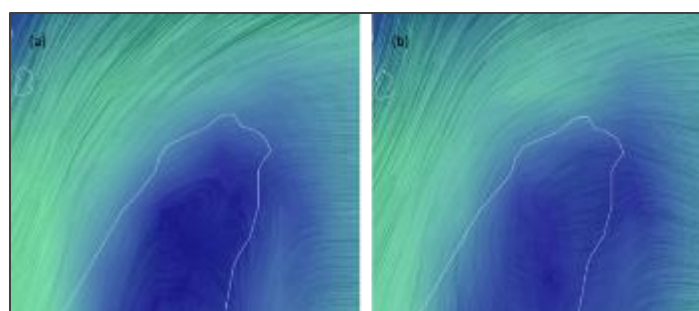
4. 小結

根據上述結果，塑膠微粒數量主要受風速快慢及季節海流影響；與其它氣溫、雨量、風向等氣象因素及漲退潮則相關性較低。

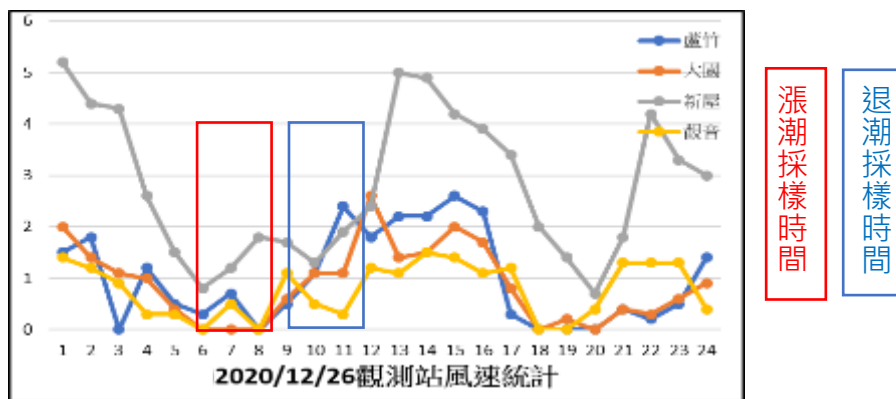
(五) 2020/12/26 氣象資料與塑膠微粒分布調查結果

表五、2020/12/26 採樣期間之氣象觀測資料整理

氣象測站	蘆竹		大園		新屋		觀音	
對應地點	南崁溪口		老街溪口		觀新藻礁		社子溪口	
採樣時間	6:30	10:30	7:00	11:00	7:40	11:40	8:00	12:00
氣溫(°C)	16.2	22.2	16.3	22.0	16.2	21.9	17.9	22.4
雨量(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
風向	171	356	0	335	120	10	0	356
風速(m/s)	0.3	1.1	0.0	1.1	1.2	1.9	0.0	1.2



圖十九：2020/12/26 漲潮採樣時的風場動態圖(左)與退潮採樣時的風場動態圖(右)

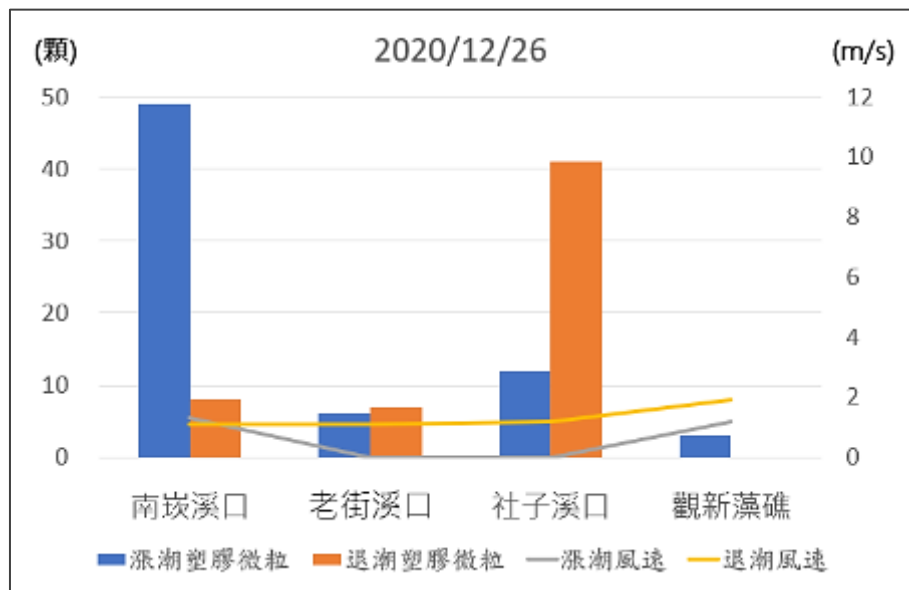


圖二十：四個觀測站 2020/12/26 當日風速統計圖

1. 氣象資料分析

- (1) 根據表五觀測紀錄，12/26 當天四個樣區採集時最低氣溫 16.2°C，最高氣溫 22.4°C，當天平均雨量為 0mm，氣溫、雨量無明顯差異。
- (2) 風向在蘆竹與新屋漲潮時偏向南風到東南風之間，大園與觀音則因無風向顯示；退潮時則是偏向在北風到西北北風之間。漲潮時的風向與台灣海峽北部的漲潮流向相反；與退潮時則流向一致，為北向南流動。
- (3) 風速四地皆弱，在退潮採樣期間新屋測站接近 2m/s，其餘則多為 0-1m/s 左右。整體來說，退潮時風速則有些微提升，但與漲潮時的差異不大。

2. 風速與塑膠微粒分布調查之分析

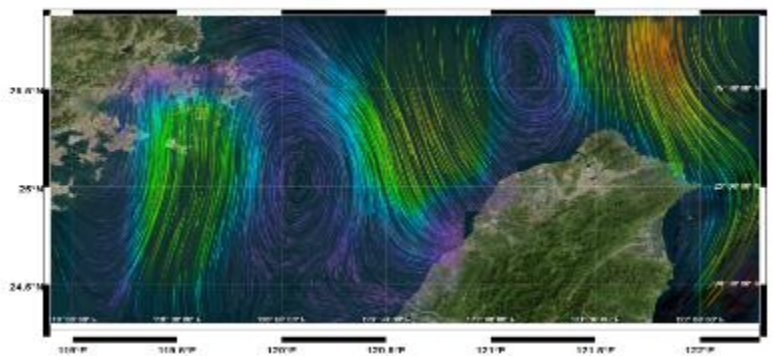


圖二十一：2020/12/26 四個採樣點漲退潮之風速與塑膠微粒數量圖

我們將漲退潮時的風速與塑膠微粒進行比對，圖二十一顯示，漲潮時南崁溪口的塑膠微粒數量最多，但在退潮時社子溪口的塑膠微粒數量變成四地最多，在南北兩處漁港漲潮與退潮時則出現不同的狀況。老街溪口及觀新藻礁的塑膠微粒數量在漲退潮時皆偏低，老街溪平均不到 10 顆，觀新藻礁平均則不到 4 顆，退潮時甚至是 0 顆。由於當日四地風速皆慢，而塑膠微粒數量分布落差大，推測當日塑膠微粒數量還可能受到其他的因素影響。

3. 海流方向分析

根據文獻回顧，秋、冬季台灣海峽北部地區多為往南部流動的中國沿岸流，造成當月塑膠微粒數量相較夏季少。圖二十二當日北部沿海海流方向為西北向東南流動，反而阻擋出海口水流。



圖二十二：2020/12/26 台灣北部海域每日平均海流動態圖

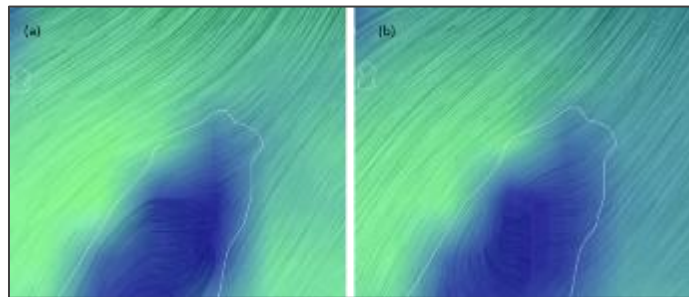
4. 小結

根據上述結果，由於當日風速較弱，推測塑膠微粒受到季節海流的影響較大；與其他氣溫、雨量、風向等氣象資訊及漲退潮的相關性則較低。

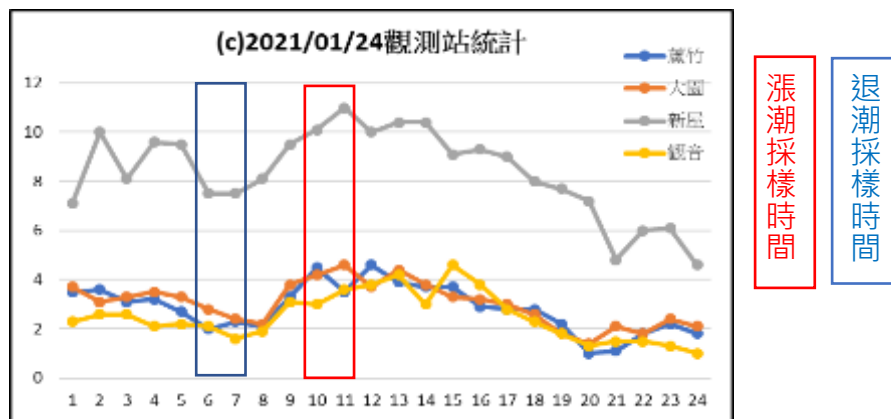
(六) 2021/1/24 氣象資料與塑膠微粒分布調查結果

表六、2021/1/24 採樣期間之氣象觀測資料整理

氣象測站	蘆竹		大園		新屋		觀音	
對應地點	南崁溪口		老街溪口		觀新藻礁		社子溪口	
採樣時間	6:00	10:00	6:30	10:30	7:10	11:10	7:30	11:30
氣溫(°C)	16.6	18.9	16.0	18.8	16.2	18.7	15.7	18.9
雨量(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
風向	57	30	59	51	50	40	39	33
風速(m/s)	2.0	4.5	2.8	4.2	7.5	11.0	1.6	3.6



圖二十三：2021/1/24 漲潮採樣時的風場動態圖(左)與退潮採樣時的風場動態圖(右)

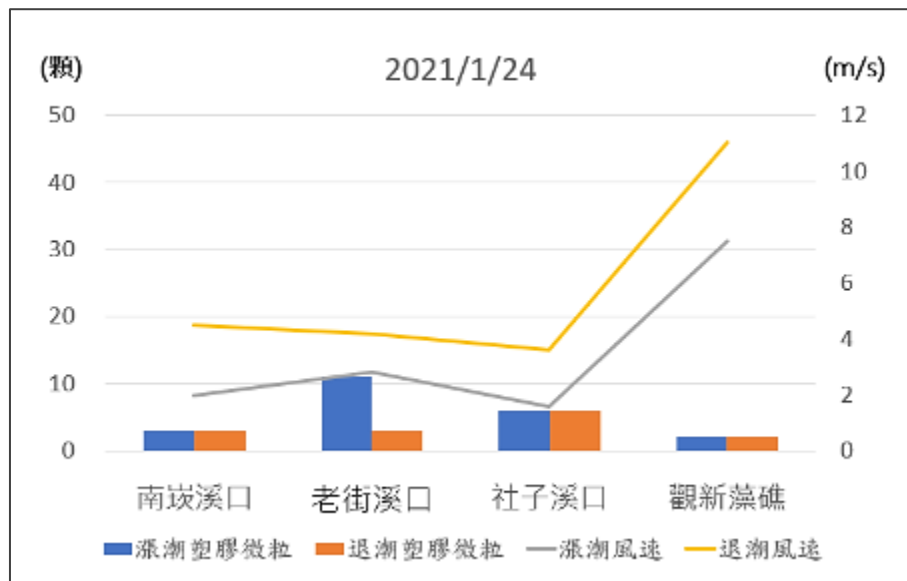


圖二十四：四個觀測站 2021/1/24 當日風速統計圖

1. 氣象資料分析

- (1) 根據表一觀測紀錄，1/24 當天四個樣區採集時最低氣溫 15.7°C，最高氣溫 18.9°C，無雨，氣溫及雨量無明顯差異。
- (2) 四地所觀察到的風向主要為東北風；退潮時則是偏向在北風到西北北風之間。漲潮時的風向與台灣海峽北部的漲潮流向一致，為東北向西南流動；與退潮時流向相反。
- (3) 新屋的風速最快，漲潮時為 7.5m/s，退潮時為 11m/s。其餘三地則漲潮時風速約在 1~2m/s，退潮時約在 3~4m/s，新屋風速明顯較另外三地高出許多。

2. 風速與塑膠微粒分布調查之分析

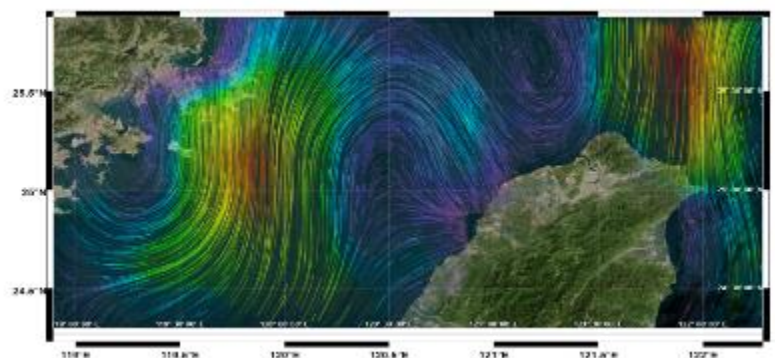


圖二十五：2021/1/24 四個採樣點漲退潮之風速與塑膠微粒數量圖

我們將漲退潮時的風速與塑膠微粒進行比對，圖二十五顯示，1月時四地採集到的塑膠微粒數量皆較為低少，除了老街溪口在漲潮時平均有超過10顆之外，其餘地方不論漲退潮的平均都少於10顆以下。漲退潮時採集到的塑膠微粒數量都沒有明顯的差異。觀新藻礁風速最快，所採集到的塑膠微粒數量也是所有樣區裡面最少的。比對圖中資料，可以看出塑膠微粒的數量，有受到風速大小影響，風速越快則塑膠微粒數量隨之減少；反之，風速越低，則塑膠微粒數量較多。

3. 海流方向分析

根據文獻回顧，台灣海峽秋、冬季多為北往南流動的中國沿岸流，與夏季相比，塑膠微粒數量少很多。圖二十六的海流流向顯示由西北向東南流，阻擋了河川出海口水流向海洋流出。



圖二十六：2021/1/24 台灣北部海域每日平均海流動態圖

4. 小結

根據上述結果，推測塑膠微粒數量與風速快慢及季節盛行海流較有相關；與風向、溫度、雨量等其它氣象資訊及漲退潮則相關性較低。

陸、討論

一、人為活動因素對塑膠微粒數量的影響

(一) 工業區及汙水處理廠對塑膠微粒數量有影響

文獻回顧中，陳芋仔等 (2020) 在全國中小學第 60 屆科展的研究，與田蓓蓉 (2020) 都提出塑膠微粒來源，跟河川流經人口密集區及工業區有關。營建署下水道工程處長於望聖表示，要設置能完全阻攔塑膠微粒的汙水處理廠，必須做到薄膜系統，但建造和維護成本高昂，不符效益 (我們的島，2016)。根據黑潮海洋文教基金會 (2019) 資料顯示，河口地區的塑膠微粒多來自陸域及河流，而全台薄膜系統普及率平均不到三成，代表大多數的溪流中的塑膠微粒不能被淨化或阻攔。

在我們的調查中，鄰近四個採樣區的汙水處理廠，都沒有設立薄膜系統，但位於老街溪下游的大園工業區服務中心的汙水處理廠則建有「放流管理系統」，並能削減懸浮固體 (SS) 50% 以上，所以實驗結果會受汙水處理廠影響，而減少塑膠微粒的數量。以下依塑膠微粒數量由多到少的排列順序進行說明：

1. 社子溪口 (永安漁港旁)

鄰近永安工業區，距離社子溪出海口僅約 1.2km，工廠類型多為人造或合成纖維之製造、放射性工業、放射性元素分裝、電子零件製造等。該流域中下游沒有汙水處理廠。所以無法阻攔流域中下游生成的塑膠微粒，造成社子溪出海口的塑膠微粒數量較其他採樣點多。

2. 南崁溪口 (竹圍漁港旁)

鄰近南崁溪流流域的海湖工業區，距離溪口約 2.2km，多為機械製造業；另一個南崁工業區則距離河口約 10km，以電子產品製造為主，更上游的地區則有許多紡織廠與染整廠。但是南崁流域中下游沒有汙水處理廠，因此流域中下游的工業區所產生的塑膠微粒沒辦法被阻攔，在我們觀察塑膠微粒數量的結果，為四個樣區中次多。

3. 老街溪口

經調查位於該流域的大園工業區，距離河口約 2.2km，其中多為紡織工廠及金屬製品類；另一個長發工業區，距離河口約 2.8km，多為食品加工廠。溪流出海口前有經濟部工業局設立的大園工業區服務中心汙水處理廠，約離工業區約 0.8km，且設

有完善的污水處理跟下水道系統。因此在老街溪上流流域產生的塑膠微粒可以被該污水處理場阻攔。在比較同樣位於北桃園的南崁溪口後，可發現塑膠微粒的數量相對較少，為四個採樣區中塑膠微粒次少。

4. 觀新藻礁

非出海口的採樣點，沒有溪流帶來的汙染，為生態保育區，人為活動相對較少，每次採樣的塑膠微粒平均數量皆少於 5 個。由於藻礁離大園與觀音汙水處理廠有距離，而鄰近的大潭工業區之汙水處理場，雖沒有薄膜系統，但是汙水量較少。另外，藻礁範圍很大，但我們採集的位置受限工具，比較偏向藻礁的內側，不容易受到沿岸流的影響，塑膠微粒數量最少。

二、自然因素之潮汐、風向、風速對塑膠微粒數量的影響

(一) 漲潮與退潮

根據實驗結果，我們將四個採樣區的塑膠微粒數量與漲退潮的關係整理在下表七，發現其實沒有一定的規律，因此漲退潮可能不是影響塑膠微粒在河口分布的主要因素。

表七：四個採樣區 2020/8~2021/1 塑膠微粒漲潮與退潮數量比較

	2020/8/22	2020/9/27	2020/10/27	2020/11/21	2020/12/26	2021/1/24
南崁溪	退潮多	漲潮多	退潮多	漲潮多	漲潮多	漲潮多
老街溪	退潮多	漲潮多	漲潮多	漲潮多	退潮多	漲潮多
觀新藻礁	退潮多	漲潮多	漲潮多	退潮多	退潮多	漲潮多
社子溪	漲潮多	漲潮多	漲潮多	退潮多	退潮多	漲潮多

(二) 風向與風速

1. 風向

台灣由於東北季風盛行，促使海流帶動大量的漂沙，由北往南移動(我們的島，1998)。臺灣西北部河川輸砂量較小，卻在春夏兩季在臺灣北側海域可見漂沙濃度較高之分布，此現象或許可說明臺灣西側海域夏季漂沙傳輸現象，由於海流的影響造成趨勢向北(廖建明等，2012)。

我們根據風與漂沙的現象推測，塑膠微粒也會類似漂沙，有夏季由南往北移、冬季由北往南移的規律。但因為東北季風與西南氣流屬於大面積尺度的分布，而我們的四個採樣區則只佔較小的區域，加上根據採樣區所對應的觀測站資料顯示，同一天同一時間的四個採樣區，風向沒有明顯差異，所以風向不是影響塑膠微粒的數量的主要因素。

2. 風速

根據石再添等(1993)的研究表示，風所搬運之泥沙，當其風速減低或受障礙物阻擋，在海岸地帶堆積而成的丘阜，通稱為海岸沙丘。依此邏輯，推測更輕更小的塑膠微粒，也會受風速快慢影響搬運的狀態。風速會帶動沿岸流的速度，若風速越快，沿岸流速度越快，塑膠微粒被水流帶走而越不容易堆積；反之，風速越慢，沿岸流越慢，塑膠微粒則較容易產生堆積，所以風速快慢與塑膠微粒數量成反比。

依據氣象觀測站的資料整理得出，採樣區的風速快慢依序為觀新藻礁、老街溪口、南崁溪口(竹圍漁港)、社子溪口(永安漁港)。而根據六次實驗結果中所做出的小結，我們的確發現塑膠微粒的數量多寡，跟風速有關。比對採樣當天的風速資料發現，當風速越慢時，測得的塑膠微粒越多；風速越快時塑膠微粒越少。所以河川出海口的塑膠微粒可能會因為風速較快使沿岸流速度也快，塑膠微粒不易堆積，被水流帶走；風速較慢時，則因沿岸流速度也慢，塑膠微粒容易停留堆積在出海口地區。因此我們推測河口塑膠微粒的數量較容易受到風速的影響。

三、季節盛行海流對塑膠微粒數量有影響

(一) 夏季南海海流對塑膠微粒數量的影響比冬季明顯

實驗結果總體顯示 8、9、10 月(夏末及秋季) 所測量到的塑膠微粒比 11、12、1 月(秋末冬季) 測量到的塑膠微粒還多。而以位置來看，不管在什麼季節，塑膠微粒數量多寡依序都是社子溪口、南崁溪口、老街溪口、觀新藻礁。

根據國立海洋科技博物館(2018) 製圖資料顯示，台灣西部海域在夏季時，會有南海海流由南方流向北方。我們從資料中看出，夏季的南海海流更貼合台灣西半部海岸，冬季的中國沿岸流則較不貼近。而塑膠微粒的來源，根據文獻回顧可知，多數是人類活動排入溪流，再流到海洋中的，所以我們推測夏季的南海海流向北流動時，會將台灣西半部溪流帶來的塑膠

微粒一起帶往北邊；而冬季的時候，中國沿岸流流向南方，東北季風也會將北方海洋的塑膠微粒帶往南邊。

因此我們認為，夏季的南海海流影響桃園地區海岸，會比冬季的中國沿岸流影響來的更大，夏季海流流向由台灣西部的溪流帶來的影響，也比冬季由海洋帶來的塑膠微粒數量更明顯，所以總體來說，桃園沿岸的塑膠微粒數量，夏季會比冬季多。

(二) 當日海流流向對塑膠微粒分布有影響

根據科技部海洋學門資料庫的每日海流動態圖可知，夏秋季節的 8 月 22 日為向東北流、9 月 27 日為向往北流動、10 月 27 日為往北流動，塑膠微粒數量較多；而冬季之後的 11 月 21 日為向東流動、12 月 26 日為向東南流動、1 月 24 日為向東南流，塑膠微粒數量較少。

結果顯示，當日的海流方向，若是向東北或北流動，不會阻擋桃園地區的溪流將陸地的水流帶往海洋；但若是向東或東南流動，則可能因溪流出海口方向相反，阻擋了溪流表層水的流出，造成採集到的水體樣本是從海洋往內陸流動的，這也造成冬季觀測到的塑膠微粒數量偏少。

四、與前人研究的比較

(一) 出海口塑膠微粒數量較多

從文獻回顧中，不論是國外研究、黑潮基金會 (2019)、田蓓蓉 (2020) 等，都表示人類活動將塑膠微粒排入河川，進而對海洋產生塑膠微粒的污染。從我們的採樣區中也可發現相同的現象，三個出海口的塑膠微粒數量最多，非出海口的觀新藻礁塑膠微粒數量最少，與前人研究結果一致。

(二) 漲退潮對塑膠微粒的影響

蔡岳其 (2019) 與田蓓蓉 (2020) 都有提到塑膠微粒會受到潮汐的影響，使塑膠微粒有移動的現象。我們的研究限制受到採樣時間、採樣工具與位置等因素的影響。研究結果並沒有觀測到潮汐對塑膠微粒明顯影響。

1、時間的限制

為了在同一天內採集完北桃園到南桃園的四個樣區，由於樣區之間距離較遠，也無法控制行車時間，所以沒辦法在漲退潮的最高潮位與最低潮位時進行採樣。

2、採樣工具與位置的限制

我們使用長木棍組裝玻璃瓶來採集，因此只能撈取到表層水，還有在走路能及的海灘旁邊進行水體的採樣，無法採集到較為外海、不同深度、或是靠近出海口中間位置的水體。

(三) 發現風速與海流的影響

查詢前人關於塑膠微粒的研究，主要是與生物體、食物、健康、潮汐相關的討論。我們的研究中則看見風速快慢、還有不同季節的海流流向對塑膠微粒有影響，是我們的新發現。

五、其他未完成之研究與後續的研究方向

(一) 模擬實驗

在研究過程中，我們有嘗試要根據海流及風向，用油性黏土與兒童戲水池，製作模擬實驗，來做比較與對照，可是後來發現實驗在操作的時候，會跟實際去採樣時的大自然條件狀況不一樣，所以最後決定不列入討論。未來可能在一開始做研究設計的時候，就要把模擬實驗一起規劃進去，方便實驗變因的控制。

(二) 進行河川流域的調查

在縣市科展結束後，我們很好奇既然塑膠微粒是從河川流到出海口的，那河川的塑膠微粒是如何分布的？所以我們跟老師去社子溪跟新屋河流域採樣，第一次採樣後發現流過人口多的聚落或工業區之後，塑膠微粒數量有比較多，特別的是遇到攔河壩前的水流被攔截，沒能繼續流出，這裡測得的塑膠微粒數量竟然破萬，令我們印象深刻。可惜後來受疫情影響，我們沒能繼續做下去。

(三) 增加沿海的採樣點

觀新藻礁海岸因和其他採樣區性質不同，不是出海口，所以塑膠微粒數量比較少，未來可以多增加非河川出海口的採樣點，或是採集觀新藻礁較外側的位置，才能知道藻礁跟塑膠微粒的關聯。塑膠微粒的數量越少，對生態的保護越有幫助。

柒、結論

- 一、風速的快慢對塑膠微粒數量有影響。風速越快，沿岸流流速越快，塑膠微粒堆積數量越少；風速越慢，沿岸流速度也較慢，塑膠微粒較容易產生堆積，數量較多。
- 二、塑膠微粒分布有季節差異。夏季時受到較貼近台灣海岸線的夏季南海海流影響，將台灣西部其他溪流出海口的塑膠微粒帶往北部，觀測到的塑膠微粒數量較多；冬季海流方向造成海水往內陸流動，阻擋了溪流表層水的流出，使觀測到的塑膠微粒數量較少。
- 三、社子溪口塑膠微粒最多的現象，可再對社子溪流域做進一步的延伸研究。

捌、參考文獻

- 石再添、張瑞津、張政亮、林雪美、連偵欽 (1993)·台灣西部海岸沙丘之地形學研究·師大地理研究報告 (第19期)
- 朱柏青 (2020)·臺大醫院健康電子報 (第150期)
- 姚武田、董中興、王經倬、姜森雄, 1994, 台灣北部桃園—新竹海域波浪、潮汐、海流觀測分析·中華民國第十六屆海洋工程研討會論文
- 桃園市觀光旅遊局 (2017)·桃園市海岸水域遊憩活動基礎項目調查與分析
- 陳柏任 (2020)·台灣高屏及彰濱沿岸海域浮游動物群聚及塑膠微粒分布相關性之研究·中山大學海洋生物科技暨資源學系碩士論文
- 陳芊仔、黃歆芸、蕭德芙 (2020)·水吃不吃「塑」? - 探討水中塑膠微粒的含量·中華民國第60屆中小學科學展覽會作品說明書
- 蔡岳其 (2019)·台灣中部近岸海域塑膠微粒之研究·弘光科技大學環境工程所碩士論文
- 廖建明、莊文傑、許朝敏、陳思樺、高家俊 (2012)·臺灣海域由海流引致之漂沙傳輸現象探討·第34屆海洋工程研討會論文集·國立成功大學
- 劉鍾霖 (2003)·台灣海峽流量之觀測·國立中山大學海洋資源研究所碩士論文
- 鍾珮綺 (2018)·攝食聚乙烯塑膠微粒對點帶石斑(*Epinephelus coioides*)至於生理影響·國立臺灣海洋大學生物研究所碩士論文
- Li, H. X., Getzinger, G. J., Ferguson, P. L., Orehuela, B. and Rittschof, D.(2016) Effects of Toxic Leachate from Commercial Plastics on Larval Survival and Settlement of the Barnacle *Amphibalanus Amphitrite*. *Environmental Science and Technology*, **50**, 924-931.
- Wong, G., Lowemark, L., and Kunz, A. (2020) Microplastic pollution of the Tamsui River and its tributaries in northern Taiwan: Spatial heterogeneity and correlation with precipitation. *Environmental Pollution*, **260**. 113935
- 大園工業區污水處理廠·經濟部工業局大園工業區服務中心
<https://www.moeaidb.gov.tw/iphw/dayuan/index.do?id=06>
- 大潭污水處理廠處理流程·桃園市政府桃園市政府
<https://www.tyht.nat.gov.tw/home.jsp?id=47&parentpath=0,3>
- 田蓓蓉 (2020/8/25)·「台灣河川與海洋中的塑膠微粒濃度」專家意見·新興科技媒體中心 SMC 資料庫 <https://smctw.tw/7229/>
- 交通部中央氣象局·觀測資料查詢
<https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

泛科學—大海子 (2012/03/22) · 潮來潮往-水往那裡流

<https://pansci.asia/archives/14181>

我們的島—蘇志忠 (1998/12/20) · 惜別的海岸 · 公共電視

<https://ourisland.pts.org.tw/content/1946>

我們的島—林燕如 (2016/7/18) · 告別微塑時代 · 公共電視

<https://ourisland.pts.org.tw/content/2511>

荒野保護協會—張子軒 · 地球的肌膚一起守護

<https://www.sow.org.tw/blog/20200902/41882>

科技部海洋學門資料庫 · Hidy Viewer PRO 互動式海洋資料查詢與展示平台

<https://odbgo.oc.ntu.edu.tw/odbargo/>

科技新報—黃熾 (2020 / 8 / 18) · 塑膠微粒無處不在 · 人體器官也有

<https://technews.tw/2020/08/18/microplastic-in-human-organ/>

高瞻自然科學教育平台 · 洋流

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=30806>

國立海洋生物博物館 (2020) · 108 年度海龜救傷收容暨微塑膠調查計畫案--臺灣地區沿海牡蠣及潮間帶指標生物之微塑膠生物累積調查研究 · 海洋委員會海洋保育署非科技計畫執行成果報告 <https://reurl.cc/O04QAD>

國立海洋科技博物館 Facebook 專頁 2018 年 1 月 12 日

<https://reurl.cc/4apYW2>

黑潮海洋文教基金會 (2019) · 臺灣沿海海水表層塑膠微粒初步調查報告

https://www.kuroshio.org.tw/upload/info_file2/hsgoedtv20190731195811.pdf

經濟部工業局 (2020) · 108 年度工業區簡介

<https://reurl.cc/NrROYm>

嘉禾不動產 (2018/9/21) · 工業用地種類、工業用地住宅完整介紹！

<https://reurl.cc/noOxpn>

羅東自然教育中心 (2020/4/29) · 概談宜蘭海岸沙丘的歷史與人文

http://luodong-nec.blogspot.com/2020/04/blog-post_29.html

隨季節變換的風—季風 · 中央氣象數位科普網

<https://pweb.cwb.gov.tw/PopularScience/index.php/weather/104->

Google Earth

<https://www.google.com/earth/>

earth 全球風場與天氣動態地圖

<https://earth.nullschool.net/>

【評語】 030501

【優點】

1. 研究主題具鄉土性及與環境相關。
2. 研究有將構想具體化，完整作出實驗。
3. 詳細整理現有資料，並與前人文獻比較。
4. 研究結果與現在的環境觀測相符 (人類活動造成塑膠微粒，排入河川)
5. 著重在觀察，實驗與分析兼備。

【建議】

1. 變項與結論關係無法確認 (例如，風速的觀測與表流的數據，以及塑膠微粒的堆積應有時間的延遲)。
2. 可增加討論，如塑膠微粒分佈推論與季節差異有關，但洋流經過河川數目可能有關係，因為目前的採樣位置經過較多河流(人為汙染源多)。
3. 欠缺推理及實驗以至推測，工作不夠深入。

作品簡報

影響桃園河口地區塑膠微粒 分布因素之初探

科 別：地球科學

組 別：國中組



01 摘要與目的

一、摘要



實驗動機

桃園沿海塑膠微粒
數量之影響因素



採樣地區

南崁溪、老街溪、
社子溪之出海口及
觀新藻礁



實驗方法

尼羅紅染劑



實驗結果

風速與海流



未來展望

調查河川流域、
藻礁跟塑膠微粒的關聯

二、目的

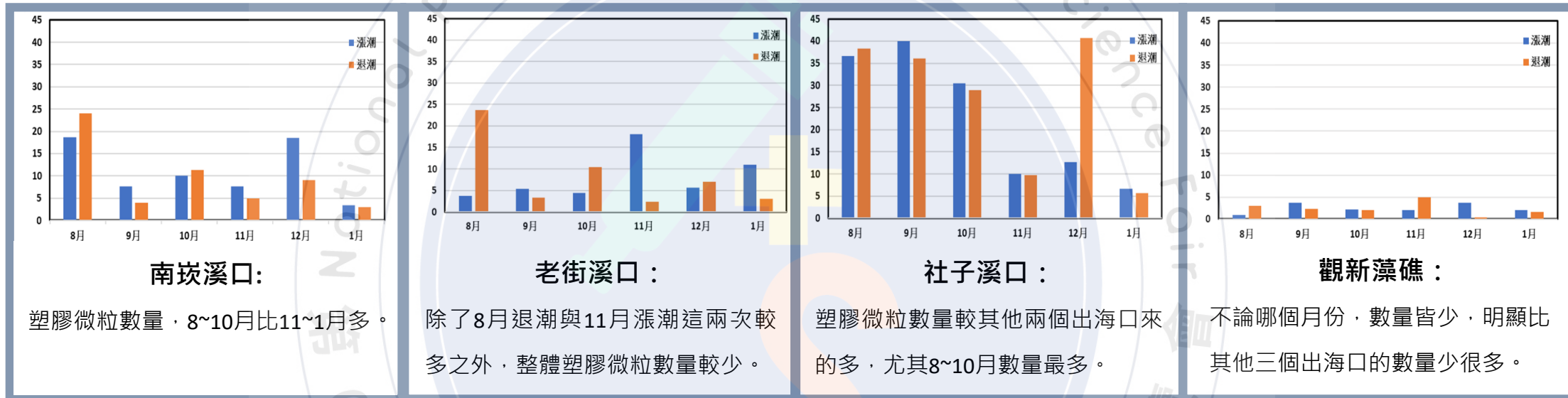
- (一)、調查桃園沿海地區出海口的塑膠微粒數量。
- (二)、比對分析桃園沿海地區2020年8月至2021年1月的氣象測站資料。
- (三)、探討半年時間中影響沿海塑膠微粒數量的因素。

02 文獻探討

- 台灣西南沿海發現河口區域塑膠微粒濃度較高，顯示西南沿海塑膠微粒主要來源為河流帶入。
Chen et al., (2020)
- 查詢中央氣象局資料可得知，臺灣海峽的海流也會受到黑潮與季風的影響。在台灣海峽整體的水文變化中，受到中國沿岸流與南海水流的影響，其中，夏季，台灣海峽以南海水流為主，秋冬季時，海峽南部以黑潮水流為主，北部則為東北季風帶來的中國沿岸流所佔據（劉鍾霖，2003）。
- 塑膠微粒(Microplastic)在國際學術界的定義為直徑小於5mm的塑膠碎片。(海洋基金會，2019)
- 在台灣高雄鳳山溪系統的調查中，估計每天約有10億個微塑膠從該河川流入台灣海峽。都市與工業廢水的排放、都市逕流、河水之流速、潮汐交流與微塑膠密度等，也影響微塑膠在河水與底泥的空間分布。

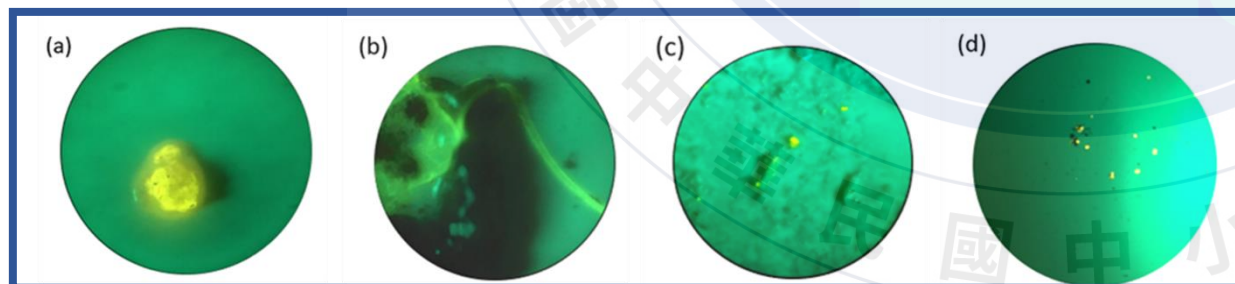
03 實驗結果

一、桃園沿海地區四個採樣區的塑膠微粒數量



圖一：四個樣區漲退潮時採樣的塑膠微粒數量圖

二、塑膠微粒樣本

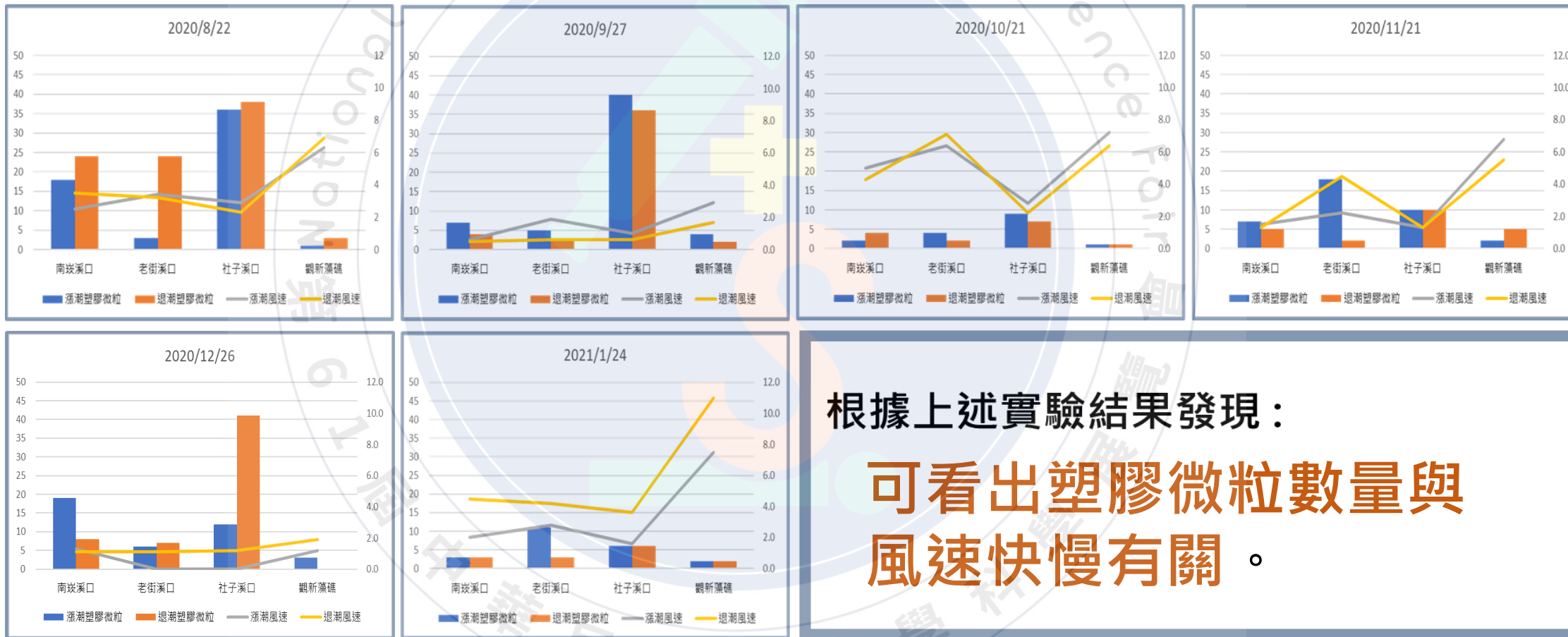


圖二：塑膠微粒樣本

1. 樣本處理後，在顯微鏡放大倍率下發現樣本中塑膠微粒樣式各有不同。
2. 所有觀測到的塑膠微粒樣本，直徑0.1mm的塑膠微粒約佔所有樣本的95%

03 實驗結果

三、風速與塑膠微粒數量相關性



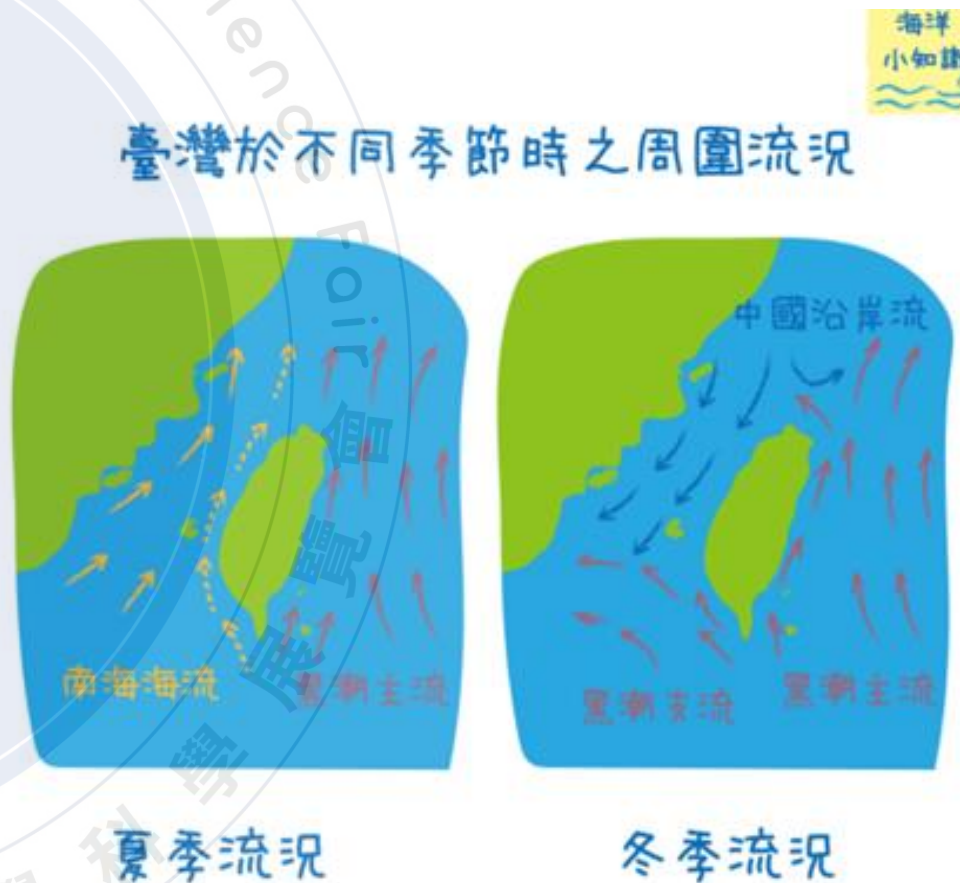
根據上述實驗結果發現：
可看出塑膠微粒數量與風速快慢有關。

圖三：四個採樣點漲退潮之風速與塑膠微粒數量圖

03 實驗結果

四、實驗結果之台灣北部海域採樣當日流向

- 夏季的洋流主要受南海海流影響。
 - 由8、9、10月採樣當天的海流動態圖可知大致為向北或東北流動。塑膠微粒數量較多。
-
- 冬季的洋流主要受中國沿岸流影響。
 - 由11、12、1月採樣當天的海流動態圖可知大致為向東或東南流動。塑膠微粒數量較少。



圖四：國立海洋科技博物館（2018）繪製的示意圖

04 討論

一、工業區及汙水處理廠對塑膠微粒數量有影響

(一)社子溪口 (永安漁港旁)

鄰近流域有永安工業區。中下游流域沒有汙水處理廠。塑膠微粒數量較其他採樣點多。

(二)南崁溪口 (竹圍漁港旁)

鄰近流域有兩個工業區。中下游流域沒有汙水處理廠，為四個樣區中次多。

(三)老街溪口

該溪流流域有兩個工業區。出海口前的汙水處理廠，設有完善的設備。在比較同樣位於北桃園的南崁溪口後，發現塑膠微粒的數量相對較少，為四個樣區中塑膠微粒次少。

(四)觀新藻礁

非出海口的採樣點，為生態保育區。鄰近的汙水處理場沒有薄膜系統，但汙水量較少。另外由於採集的位置偏向藻礁的內側，不易受沿岸流的影響，塑膠微粒數量最少。

04 討論

二、自然因素之潮汐、風向、風速對塑膠微粒數量的影響

(一)潮汐

根據實驗結果，四個採樣區的塑膠微粒數量在漲退潮時都沒有一定的規律，因此漲退潮可能**不是影響塑膠微粒在河口分布的主要因素**。

(二)風向

觀測站資料顯示，同一時間的四個採樣區，風向沒有明顯差異。**所以無法肯定風向是否對塑膠的數量有影響**。

(三)風速

根據實驗結果，我們發現塑膠微粒的數量多寡，跟風速有關。當風速越慢時帶動沿岸流變慢，測得的塑膠微粒越多；風速越快時帶動沿岸流變快，塑膠微粒越少。**因此推測河口塑膠微粒的數量容易受到風速的影響**。

04 討論

三、季節盛行海流對塑膠微粒數量有影響

(一) 夏季海流對塑膠微粒數量的影響比冬季明顯

1. 實驗結果顯示，**8~10月塑膠微粒數量比11~1月多**。
2. 由於**南海海流**比中國沿岸流**更貼合台灣西半部**，推測影響較大，故塑膠微粒夏季比冬季多。

(二) 當日海流流向對塑膠微粒分布有影響

1. 實驗結果第四項顯示，**夏季海流向北或東北流動時的塑膠微粒數量較多**；**冬季海流向東或東南流動時較少**。
2. 海流方向向北或東北流動，不會阻擋桃園地區溪流將表層水帶往海洋。
3. 海流方向**向東或東南流動**，與桃園地區溪流出海口方向相反，**阻擋溪流表層水的流出**。

05 與前人研究的比較

一、出海口塑膠微粒的數量

前人的研究

人類活動將**塑膠微粒**排入河川，進而污染海洋。

我們的研究

非出海口的觀新藻礁塑膠微粒數量最少，**三個出海口的塑膠微粒數量最多，與前人研究結果一致。**

二、漲退潮對塑膠微粒的影響

前人的研究

塑膠微粒會受到潮汐的影響，使塑膠微粒有移動的現象。

我們的研究

因研究中有較多限制。**並沒有觀測到潮汐對塑膠微粒有明顯影響。**

三、風速及不同季節海流對塑膠微粒的影響

前人的研究

無風速及海流會影響塑膠微粒的相關研究。

我們的研究

風速快慢、不同季節的海流對塑膠微粒有影響，為本次研究的新發現。

05 結論

- 一、**風速的快慢對塑膠微粒數量有影響**。風速越快，沿岸流流速越快，塑膠微粒堆積數量越少；風速越慢，沿岸流速度也較慢，塑膠微粒較容易產生堆積，數量較多。
- 二、**塑膠微粒分布有季節差異**。夏季時風速及流速較慢。加上受到南海海流影響，將台灣西部其他溪流出海口的塑膠微粒帶往北部，觀測到的塑膠微粒數量較多；冬季時風速及海流流速較快，海流方向阻擋了溪流表層水的流出，使觀測到的塑膠微粒數量較少。
- 三、**社子溪口塑膠微粒最多的現象，可再對社子溪流域做進一步的延伸研究**。
- 四、**工業區與污水處理廠的分布對塑膠微粒有影響**。

06 參考文獻

朱柏青 (2020) , 臺大醫院健康電子報 (第150期)

姚武田、董中興、王經倖、姜森雄, 1994, 台灣北部桃園一新竹海域波浪、潮汐、海流觀測分析, 中華民國第十六屆海洋工程研討會論文

桃園市觀光旅遊局 (2017) , 桃園市海岸水域遊憩活動基礎項目調查與分析

陳柏任 (2020) , 台灣高屏及彰濱沿岸海域浮游動物群聚及塑膠微粒分布相關性之研究, 中山大學海洋生物科技暨資源學系碩士論文

陳芊仔、黃歆芸、蕭德芙 (2020) , 水吃不吃「塑」? - 探討水中塑膠微粒的含量, 中華民國第60屆中小學科學展覽會作品說明書

蔡岳其 (2019) , 台灣中部近岸海域塑膠微粒之研究, 弘光科技大學環境工程所碩士論文

廖建明、莊文傑、許朝敏、陳思樺、高家俊 (2012) , 臺灣海域由海流引致之漂沙傳輸現象探討, 第34屆海洋工程研討會論文集, 國立成功大學

劉鍾霖 (2003) , 台灣海峽流量之觀測, 國立中山大學海洋資源研究所碩士論文

鍾珮綺 (2018) , 攝食聚乙烯塑膠微粒對點帶石斑(*Epinephelus coioides*)至於生理影響, 國立臺灣海洋大學生物研究所碩士論文

國立海洋科技博物館Facebook專頁2018年1月12日

<https://reurl.cc/4apYW2>

黑潮海洋文教基金會 (2019) , 臺灣沿海海水表層塑膠微粒初步調查報告

https://www.kuroshio.org.tw/upload/info_file2/hsgoedtv20190731195811.pdf