

屏東縣第66屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學組

組 別：國中組

作品名稱：海洋浩劫-颱風過後氾濫泥水對海洋之污染

關 鍵 詞：污水、海洋污染、濁度（最多3個）

編號：B5014

摘要

台灣平均每年都有3至4個颱風侵襲以及雨季，雨水會沖刷大量的泥沙、營養鹽及廢棄物流入至海洋，造成海洋中的生態浩劫。研究中利用水槽設計水工模型，探討不同懸浮物流入海洋過程，以及對河口及海洋沿岸污染的影響。模擬發現這些流入海洋的泥水，會造成海水濁度上升，隨海浪及洋流作用，需要更長時間才能沉降，進而導致海域光通透性降低，藻類無法進行光合作用造成生物窒息。甚至這些泥沙在沉積後，會埋沒海洋珊瑚礁等生物，嚴重破壞海洋生態。研究以東港溪為例，調查伴隨泥水流入海水中的保麗龍及廢木等懸浮物，在出海口蓄積熱點，據此可作為雨季或者是颱風過後做重點清理，可避免破壞當地的沿岸海洋環境生態。

目錄

摘要.....	01
壹、前言（含研究動機機、目的、文獻回顧）.....	03
貳、研究設備及器材.....	06
參、研究過程或方法.....	08
肆、研究結果.....	13
伍、討論.....	21
陸、結論.....	22
柒、參考文獻.....	23

壹、前言

一、研究動機

根據中央氣象局統計近十年台灣平均每年約有3至4個颱風侵襲，主要集中在7月至9月，以8月最多。颱風主要帶來的災害，除了瞬時的氣流與強風外，還有大範圍的強降雨，大雨不僅會造成多處平地淹水，還會沖刷山坡林地，常常造成地表土層剝離。這些隨著大雨沖刷下來的泥水，會夾帶大量的泥沙、斷木殘枝和人為廢棄物等污染物，尤其在梅雨季或颱風過後，台灣周圍的海灘常常會發現大量的樹木及塑膠保麗龍等廢棄物，這些不僅造成環境的污染，更會嚴重影響海洋生態造成多重負面影響。

因此，進而引發探討對這些泥水流入海洋，造成海洋環境的污染效應的研究構想。研究中將利用水槽設計水工模型，探討不同懸浮物流入海洋中，對河口及海洋沿岸污染的影響。其中研究中並考慮海水溫差、鹽度滲透壓差及海浪效應，探討隨著泥水流入的污染物，在海洋中擴散的作用和影響。研究並針對這些泥水對海洋污染問題，提出一些確實可行的改善方案。

二、研究目的

(一) 利用水槽自製設計湖泊或海洋的水工模型

- 1.利用墨水探討淡水流入海洋和湖泊的流體擴散狀況。
- 2.透過振盪器以不同轉速，模擬不同程度的海浪，探討墨水流入海洋和湖泊後的狀況。
- 3.利用保麗龍小球觀察懸浮物隨污水流入水工模型後，對周圍的聚集效應。

(二) 研究污水流入過程中會影響海洋污染的關鍵變數，包括有：水溫差、鹽度深透壓差、海浪程度、懸浮物、洋流流向等。

(三) 探究如何應用工具與工程手法，防止及降低懸浮物及泥水流入海洋造成的污染。

三、文獻探討

過去新聞報導中顯示在台灣屏東恆春半島，當時雨量超過40毫米以上，大雨造成的泥水流入墾丁海域，如圖3.1所示，大雨過後的南灣整片海域變成黃藍分明的「陰陽海」，在海底下的水域中，在雨後能見度就大幅降低至僅剩3公尺，這就是因為豪大雨沖刷地表，導致泥沙入海，進而造成海域混濁，嚴重破壞海洋生態(聯合報，2025)。

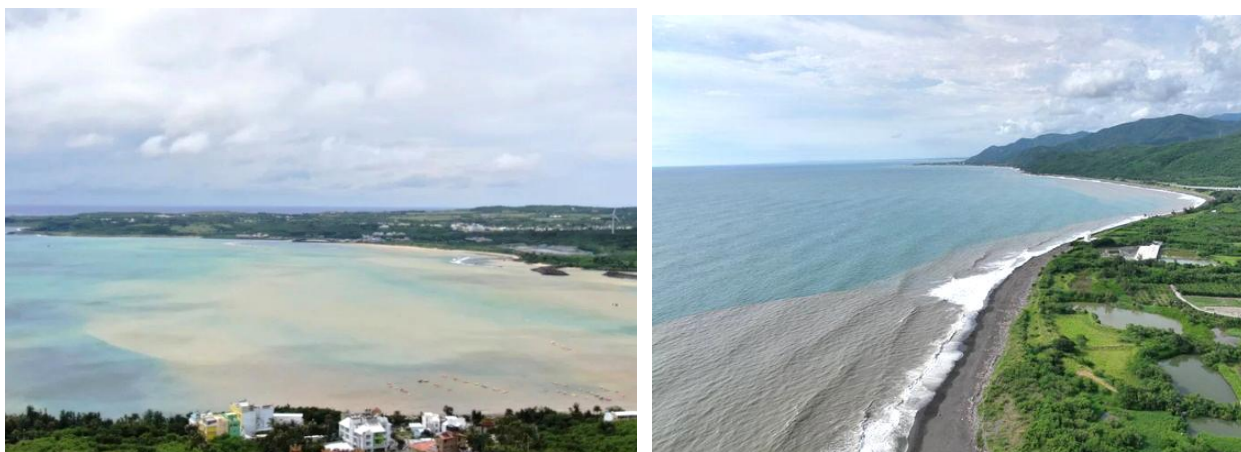


圖3.1大雨後造成南灣整片海域形成陰陽海(聯合報，2025)

除此之外，這些隨雨水沖刷的泥水中，除了有大量的懸浮泥砂外，其中更還有大量的塑膠廢棄物、農藥以及民生污水，這些對海洋後續衍生的問題包括有：

(一)沉積物覆蓋（淤積效應）：

- 1.破壞珊瑚礁：懸浮的泥沙會大幅降低海水透光度，阻礙珊瑚及共生藻的光合作用，影響水中溶氧量，泥沙直接覆蓋在珊瑚蟲上更會導致其窒息死亡。
- 2.影響底棲生物：大量沉積物會改變海床棲地，掩埋蛤蜊、牡蠣等底棲生物，破壞其生存環境。

(二)污水中化學與有機物質污染：

- 1.農藥與肥料：泥水常夾帶農地上的農藥殘留與過量肥料，導致海水優養化，引發藻類異常增生（紅潮），進而耗盡水中氧氣，造成魚蝦大量缺氧死亡。
- 2.工業與家庭廢物：大雨造成的氾濫的河水會將塑化劑、多氯聯苯、清潔劑及重金屬等化學物質帶入海中，這些毒素會經由食物鏈累積，影響海洋生物的生長、繁殖與發育，甚至威脅人類食品安全。

(三)致病菌傳播：

大雨會將陸地的動物排泄物或污水系統溢流帶入沿岸海洋中，導致海水細菌含量飆升（如大腸桿菌），增加海洋生物與人類戲水時感染疾病的風險。

(四)固體垃圾沖刷：

強降雨常將河道中的大量垃圾（如保麗龍、塑膠瓶、漂流木）沖入出海口，形成海洋廢棄物聚集熱點，造成海洋動物誤食或受困。

聯合國環境署在2022年聯合國環境大會指出，每年全球生產的塑膠垃圾高達4億噸，其中1400萬噸的塑膠垃圾，會隨著雨水、颱風、季風等方式會流入海洋，對海洋生態系統造成巨大威脅，塑膠廢棄物甚至會分解成塑膠微粒造成全面而長期的污染（我們的島，2024）。在過去研究中就指出環境指標生物大型水蚤濾食中會攝入塑膠微粒，進而進入到生物體內，長達10年

之久，甚至有可能累積在於水生生物體內，根據台灣環保署環境檢驗所於2018年7月提出的調查報告，台灣各地沿海的貝類體內塑膠微粒含量之檢測平均值為0.20-5.22個/克組織，這些進入生物鏈的塑膠微粒會再透過生物累積（Bioaccumulation）與生物放大（Biomagnification）作用，轉移至食物鏈上層的生物，最後累積在深海魚類體內（國衛院國家環境毒物研究中心，2018；陳等，2021）。

根據中央氣象署提供的台灣海溫的資料顯示，從1960年代開始，臺灣周邊海域的海水表面溫度就一直持續上升，尤其是在夏季7月到8月間平均海溫約 29.7°C 左右最高甚至到 35.7°C ，如圖3.2所示，然而台灣雨季和颱風多發生在5月至9月期間，屏東氣候更是為典型炎熱潮濕的熱帶季風氣候。平均氣溫通常在 28°C 至 32°C 之間，七、八月高溫甚至常超過 35°C ，此期間午後常有強烈雷雨，是降雨量最高的季節(中央氣象署，2025)。整體而言，屏東在雨季期間是「高溫」與「高降雨」並存的季節。因此，海水中的泥水污染可能會隨溫度上升而加劇擴散效應，進而造成海洋中濁度上升，並且會讓懸浮污染物擴散到更廣大區域，這部分非常值得來進行探討。

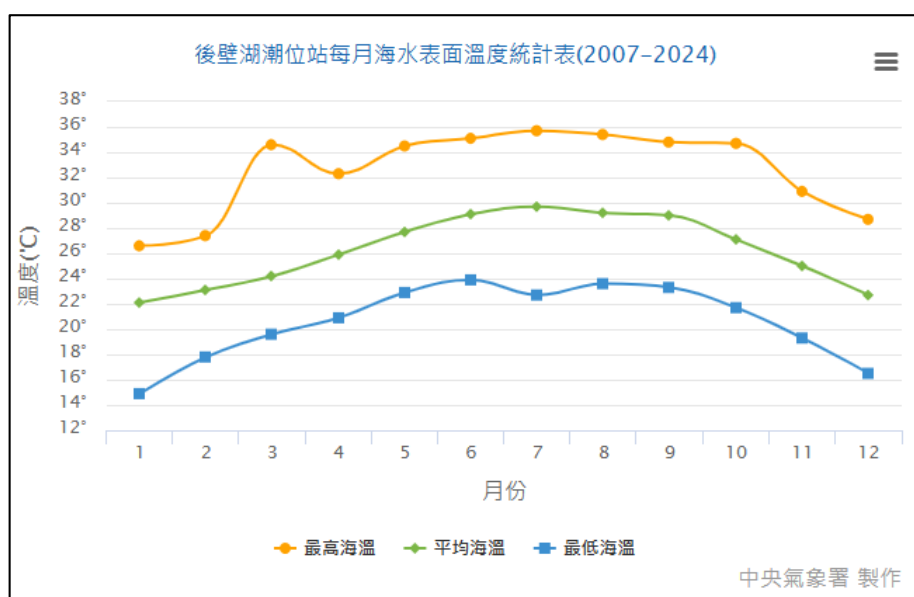


圖3.2台灣每月海水表面溫度統計表(2007-2024) (中央氣象署，2025)

台灣周邊海域鹽度約每公斤海水中有 33.88-34.16 g 鹽(g Salt/ Kg seawater; psu)，海水密度平均約在 $1.020\text{-}1.025\text{g/cm}^3$ 之間，通常以 1.025g/cm^3 作計算標準(陳等，2015)，因此由河流沖刷到海洋來的污水，泥沙沉降過程會比在淡水中要久，因此會造成泥沙沉降時間變長，因而加劇污染效應(台灣環境部，2024)。

貳、研究器材

一、實驗材料

研究用的泥砂取自屏東縣內埔鄉三地門淤泥，經過烘乾並利用10目及30目篩網過濾後，確保粒徑一致性後，再據此來進行實驗。

二、實驗器材與設備

(一) 器材

100mL/600L 量杯、量筒、筷子、篩網10目(孔徑：2.00 mm)及30目(孔徑：600 μ m)、游標卡尺、酒精溫度計、微量吸管、塑膠杯、保麗龍等。

(二) 設備

1. 手機：廠牌 Samsung，型號 Galaxy A54，韓國。
2. 照度計：型號 lx-1010b 數字式光度計，金達通公司，中國。
3. 精密微量天平：型號 AS 220.R2，Radwag Co. Ltd.，波蘭，0-200g，精度 0.0001g。
4. 震盪器，TS-500 型號，Faith Technology Co. Ltd.，台灣。
5. 鹽度計：PAL-1，ATAGO Co. Ltd.，日本，範圍 0-53 Brix%，精度：0.1 Brix%。
6. 電子式溫度計，DTM-3106，泰菱有限公司，台灣。
7. 沉水馬達，AP-300，Aquarium System Co. Ltd.，中國，200L/H，三段流速控制。
8. 水中可溶性固形物及電導度測試儀，Portable E-1 TDS & EC meter，YONE XIN Aquarium Co. Ltd.，中國，電導度：0-999us/cm，TDS：0-9999ppm，精度 2%。
9. 恆溫水浴槽，BH-130D，BioPioneer Tech Co., Ltd.，10L，精度：0.1°C

(三) 測量器材：

鐵尺、自製硬度計、酒精溫度計。

(四) 分析軟體：

1. 統計軟體：Excel，2016 版本，美國微軟公司。

100mL/600L 量杯	量筒	篩網	游標卡尺
			
微量吸管	塑膠杯	50mL 吸管	酒精溫度計
			

圖2.1實驗器材（實物自拍）

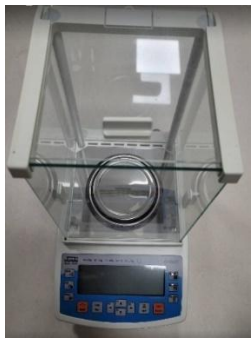
手機	照度計	精密電子天平	震盪器
			
鹽度計	電子溫度計	沉水馬達	TDS & EC 測試儀
		 可調節水流大小	

圖2.2實驗設備（實物自拍）

參、研究過程與方法

一、研究架構

針對颱風和雨季的氾濫泥水流入海洋造成的污染，研究中分別針對污染過程提出造成污染相關影響因子，並設計實驗的進行分析。探討造成污染海洋的內在變因，其中包括有水量、水中懸浮物與泥沙含量、鹽度差、水溫等。至於外在變因則包括有洋流、地形效應、污染物顆粒分布等。研究架構如圖3.1。

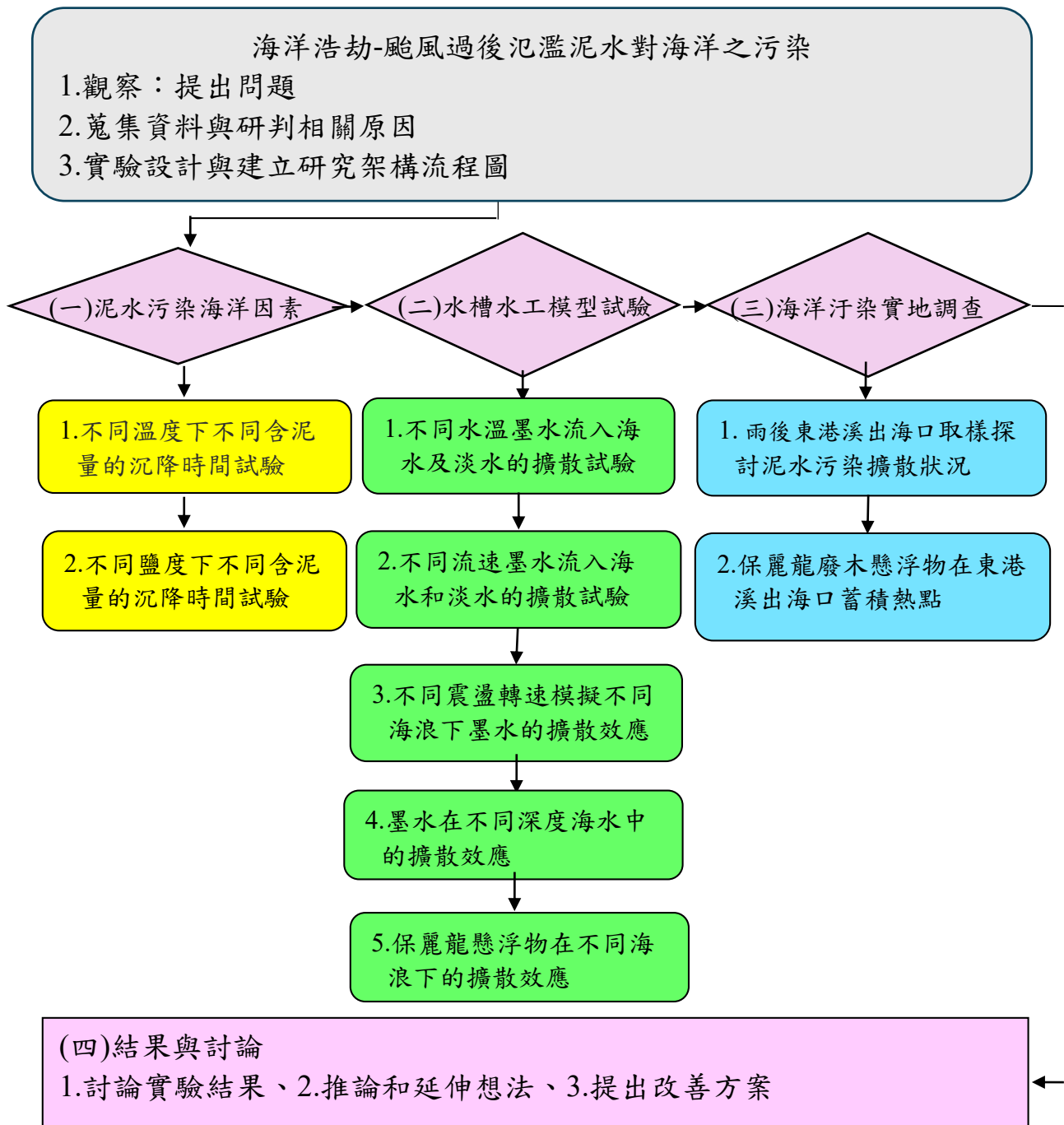


圖3.1、探討颱風及雨季過後氾濫泥水對海洋之污染的研究架構流程圖

二、研究方法

研究根據文獻回顧與蒐集相關參考資料，探討颱風及雨季過後氾濫泥水對海洋之污染相關的變因，分別針對三個部分進行探討，相關研究方法及實驗步驟分述如下：

(一) 泥水污染海洋因素

1. 不同溫度下不同含泥量的沉降時間試驗

本試驗根據台灣海溫25°C -40°C 範圍，在評估在25°C、30°C、35°C、40°C 不同溫度下與5%、10%、15%、20%不同含泥量的泥水對泥沙沉降速率的影響。利用前述實驗製備的泥土材料，在透明試驗管中，配置不同比例5%、10%、15%、20%不同含泥量的泥水，透過恆溫水浴槽控制溫度，記錄泥土界面的沉降高度(mm)與沉降時間(min)，做3重複試驗並取平均值進行分析，並利用公式 eq(1)計算沉降速度，如圖3.2所示。

界面沉降速度(mm/min) $V_s = H / T$ ----- eq(1)

其中 H 為沉降高度(mm)，T 為沉降時間(min)

2. 不同鹽度下不同含泥量的沉降時間試驗

本試驗根據台灣海水鹽度33.88-34.16 g Salt/ Kg seawate 與湖泊海，配置34 g Salt/ Kg(3.4%鹽水)的鹽水與一般地下水，利用鹽度計做確認，在評估在5%、10%、15%、20%不同含泥量的泥水對泥沙沉降速率的影響。利用前述實驗製備的泥土材料，在透明試驗管中，配置不同比例5%、10%、15%、20%不同含泥量的泥水，如圖3.2所示，透過恆溫水浴槽控制溫度，記錄泥土界面的沉降高度(mm)與沉降時間(min)，利用照度計確認通過光線不再改變為止，據此測量沉降時間做3重複試驗，並取平均值進行分析，並利用公式 eq(1)計算沉降速度。



圖3.2、沉降試驗測試管（研究自拍）

(二) 水槽水工模型試驗

1.不同水溫墨水流入海水及淡水的擴散試驗：主要在探討在泥水與海水密度差異下，以及不同鹽度與溫度影響，觀察泥水的擴散模式。

- (1) 配置 3.4%的鹽水與一般地下水，利用恆溫水槽配置 25℃、30℃、35℃、40℃ 不同溫度下的紅色墨水，以流入鹽水和淡水水槽中。
- (2) 觀察水流分層、擴散狀況。

2.不同流速墨水流入海水和淡水的擴散試驗：主要目的在於觀察不同流速下，如何共同影響墨水在淡水和鹽水中的擴散模式與沉降行為。

- (1) 配置 3.4%的鹽水與一般地下水，以 50L/H、100L/H 不同流速將 10%含泥量的泥水流入鹽水和淡水水槽中。
- (2) 觀察水流分層及墨水擴散狀況。

3.不同震盪轉速模擬不同海浪下墨水的沉降效應

- (1) 利用25rpm、50rpm 等不同震盪轉速模擬不同海浪。
- (2) 觀察墨水流入淡水及鹽水中的水流分層、擴散狀況。

4.墨水在不同深度海水中的擴散效應

- (1) 配置 3.4%的鹽水與一般地下水，將墨水流入 10cm、20cm 不同深度鹽水和淡水水槽中。
- (2) 觀察水流分層、擴散及沉降狀況。

5.保麗龍懸浮物在不同海浪下的擴散效應

- (1) 配置保麗龍碎屑，利用25、50rpm 等不同震盪轉速模擬不同海浪。
- (2) 觀察保麗龍懸浮物在不同海浪下在淡水與海水中的擴散效應。

(三)海洋汙染實地調查

1. 雨後東港溪出海口取樣探討泥水污染擴散狀況

- (1) 考量東港溪外海海洋流向如圖 3.3 所示，分別在東港溪河口及出海口兩側選擇 5 個取樣點進行實地調查，如圖 3.4 所示，分析下雨前後泥水污染擴散狀況。

取樣點 1：座標 N 22.476094, E 120.458853；取樣點 2：座標 N 22.467703, E 120.439171

取樣點 3：座標 N 22.461088, E 120.440229；取樣點 4：座標 N 22.456484, E 120.444237

取樣點 5：座標 N 22.472243, E 120.433971

- (2) 利用 TDS & EC 測試儀測試採樣液體樣品濁度 TDS、EC，數據經三重覆試驗後再統計計算。

2.保麗龍廢木懸浮物在東港溪出海口蓄積熱點

- (1) 考量東港溪外海海洋流向如圖 3.3 所示，分別在東港溪河口及出海口兩側選擇 5 個取樣點進

行實地調查，如圖 3.4 所示。

(2) 評估保麗龍廢木懸浮物在東港溪出海口擴散和蓄積熱點，及漂流廢棄物污染程度。



圖 3.3 東港溪出海口白天和夜間海流流向 (交通部中央氣象署 <https://ocean.cwa.gov.tw/V2/>)



圖 3.4 東港溪河口及出海口兩側 5 處取樣點(Google 地圖，取自 <https://www.google.com/maps/>)

肆、研究結果與討論

(一) 泥水污染海洋因素

1. 不同溫度下不同含泥量的沉降時間試驗

由表4.1顯示當低溫時水的密度較大，有助愈增加泥砂的沉降速度，隨著溫度增加沉降速度就會變小，泥沙懸浮在水中的時間會變得更久。

表4.2顯示泥沙含量越高的泥水，需要花更多的時間才能沉澱下來，含泥量5%的泥水沉降速度最快。

表4.1不同溫度下對5%泥水沉降試驗

泥水溫度 (°C)	淡水水深 H (mm)	沉降時間 T (min)	平均沉降時間 T (min)	沉降速度 $V_s = H/T$ (mm/min)
25°C	100mm	19	18.00	5.56
		22		
		20		
30°C	100mm	28	20.00	5.00
		26		
		29		
35°C	100mm	35	23.00	4.35
		34		
		35		
40°C	100mm	42	24.33	4.11
		45		
		44		

表4.1不同含量泥水沉降試驗

泥水含量 (%)	淡水水深 H (mm)	沉降時間 T (min)	平均沉降時間 T (min)	沉降速度 $V_s = H/T$ (mm/min)
5%	100mm	19	20.33	4.92
		22		
		20		
10%	100mm	28	27.67	3.61
		26		
		29		
15%	100mm	35	34.67	2.88
		34		
		35		
20%	100mm	42	43.67	2.29
		45		
		44		

2. 不同鹽度下不同含泥量的沉降時間試驗

表4.3顯示泥水在鹽水(海水)中沉降狀況和淡水中類似，泥沙含量越高的泥水，需要花更多

的時間才能沉澱下來，含泥量5%的泥水沉降速度最快。而且由於鹽水(海水)的密度比淡水要大，因此其中泥水在鹽水(海水)中，需要花約1.2-1.5倍的時間才能沉降下來，如圖4.1所示。

表4.3不同含量泥水在鹽水中的沉降試驗

泥水含量 (%)	鹽水水深 H (mm)	沉降時間 T (min)	平均沉降時間 T (min)	沉降速度 $V_s = H/T$ (mm/min)
5%	100mm	19	24.33	4.1
		22		
		20		
10%	100mm	28	33.33	3.00
		26		
		29		
15%	100mm	35	41.67	2.40
		34		
		35		
20%	100mm	42	52.67	1.90
		45		
		44		

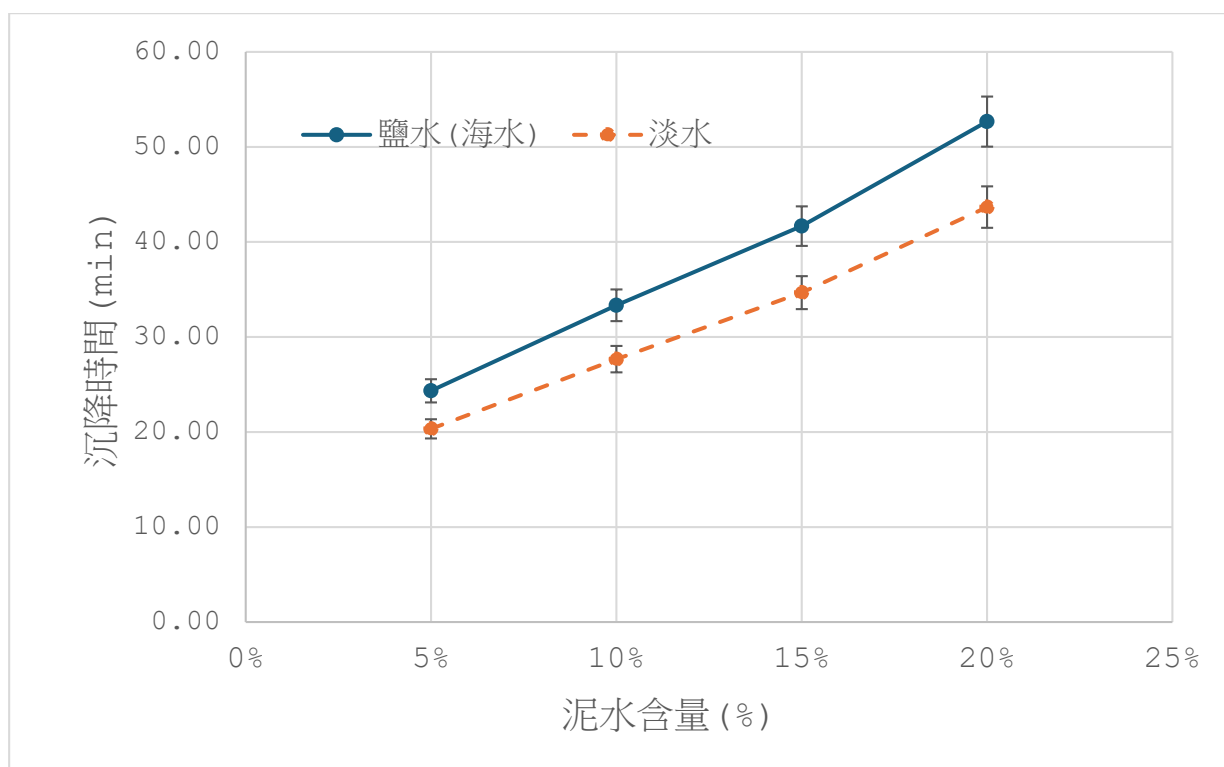


圖4.1不同含量泥水分別在淡水和鹽水中的沉降時間曲線圖

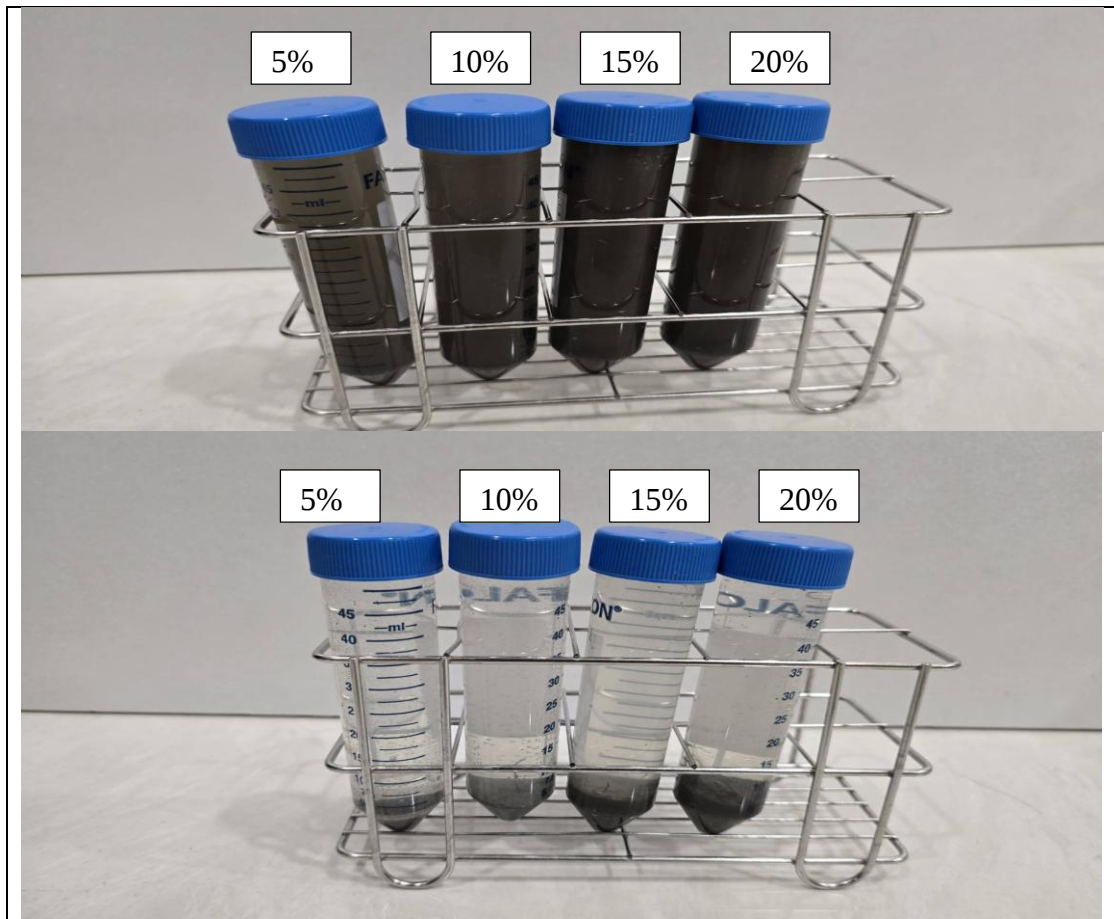


圖4.2不同含量泥水在淡水和鹽水中的沉降試驗（研究自拍）

（二）水槽水工模型試驗

1.不同水溫墨水流入海水及淡水的擴散試驗：

利用墨水模擬泥水分別流入海水及淡水的擴散試驗，結果如圖4.3所示，研究發現當在紅色墨水流入淡水時，由於墨水密度大於淡水，形成濃度梯度分層的紅色流體，由圖中可以明顯看出紅墨水形成一條色帶流體在水下流動，在末端因流速變慢所形成向下捲揚現象，形成向下的鋸齒狀的尾流。當改用藍色墨水流入鹽水(海水)時，由於藍色墨水密度接近鹽水，因此會迅速向上擴散開來，但是尾流狀況跟流入淡水很不同，在末端因流速變慢時，卻會形成形成向上捲揚現象，加上之前試驗結果顯示泥水在鹽水中沉降的時間較久，加上流入海水中的向上捲揚現象作用，會使泥水漂流更遠，因而會有加大污染面積狀況。

圖4.4是利用不同水溫流入海水和淡水試驗，分述如下：

- (1) 紅色墨水模擬泥水分別流入淡水狀況：研究發現當水溫 25°C ，紅色墨水形成一條色帶流體在水下流動，在末端會所形成向下捲揚現象。隨著水溫上升，紅色墨水流入淡水中會有明顯的擴散作用，顯示懸浮物沉降時間越久。當水溫超過 40°C 時，會出現類似流入海水中的向上捲揚現象，顯示在高溫淡水中，泥水的沉降時間較長。

(2) 藍色墨水模擬泥水分別流入鹽水狀況：用藍色墨水流入鹽水(海水)時，由於藍色墨水密度接近鹽水，因此會迅速向上擴散開來，當水溫 25°C ，藍色墨水在末端會所形成向上捲揚現象。隨著水溫上升，藍色墨水流入鹽水(海水)中有明顯的向上擴散作用，可以研判泥水流入鹽水(海水)中，會比泥水流入淡水，需要較久的時間才能沉降下來。

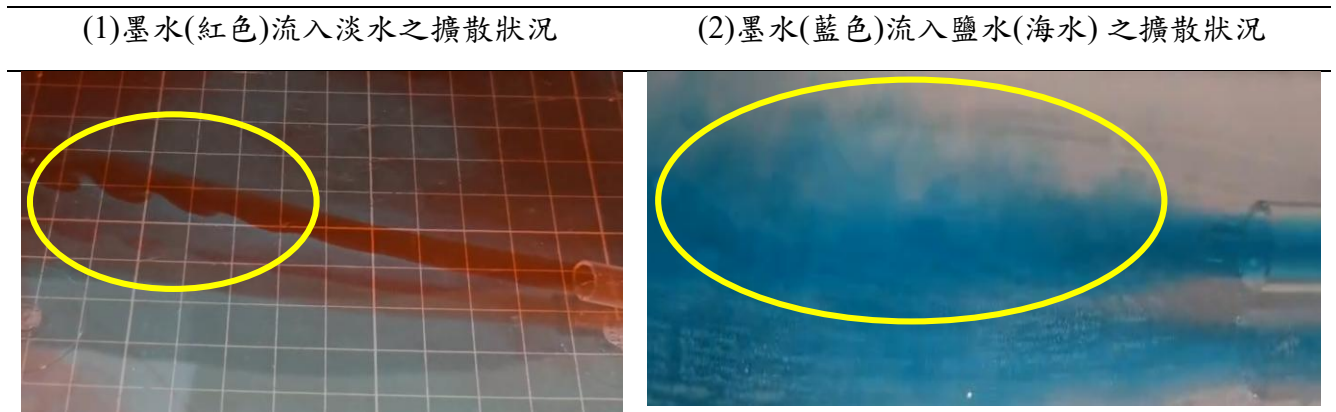


圖4.3墨水流入淡水及海水的擴散狀況（研究自拍）

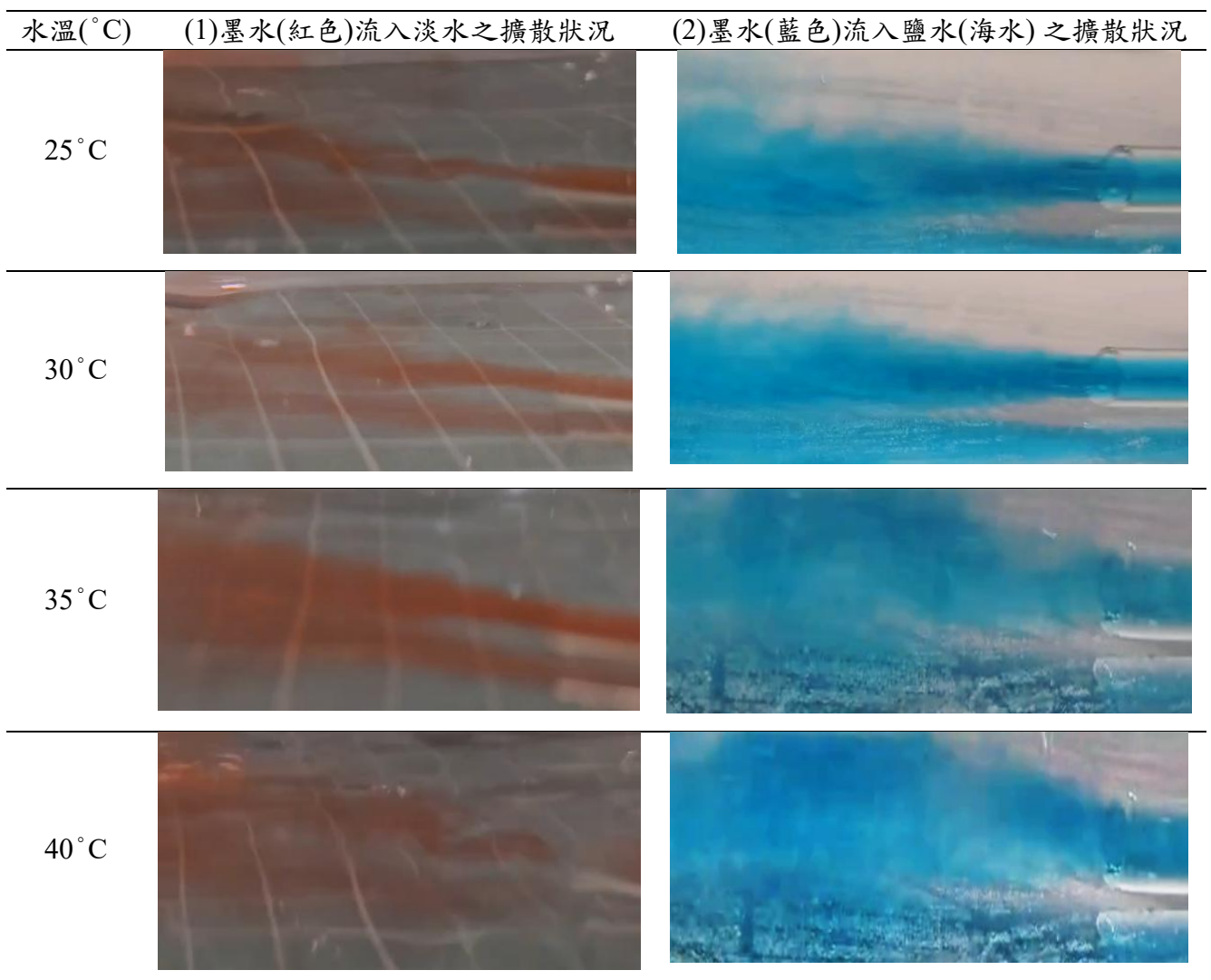


圖4.4墨水流入不同溫度海水及淡水的擴散狀況（研究自拍）

2.不同流速墨水流入海水和淡水的擴散試驗

本實驗主要目的在於觀察不同流速下，墨水在淡水和鹽水中的擴散模式與沉降行為。實驗結果如圖4.5所示，當流速越快時，不管是流入在淡水或是鹽水(海水)系統，會有明顯的擴散作用，沉降時間也會較長。

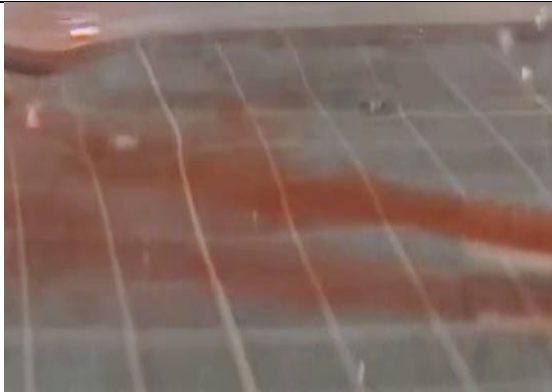
流速 (L/H)	(1)墨水(紅色)流入淡水之擴散狀況	(2)墨水(藍色)流入鹽水(海水)之擴散狀況
50L/H		
100L/H		

圖4.5不同流速的墨水流入淡水及海水的擴散狀況（研究自拍）

3.不同震盪轉速模擬不同海浪下墨水的沉降效應

海浪的本質是亂流，較高的震盪轉速 RPM 能形成較大的渦流，抵消泥水中懸浮顆粒下沉的終端速度（Terminal Velocity），這裡利用震盪器和水槽自行建置水工系統模擬海浪作用，如圖4.7所示，研究分別利用25rpm、50rpm 等不同震盪轉速模擬不同海浪，實驗結果如圖4.6所示，分述如下：

- (1)在低轉速下，此時墨水沉降主要受重力與布朗運動支配，顆粒容易聚集並產生明顯沉澱。
- (2)震盪轉速越大，能提供足夠的動能克服重力，墨水的擴散作用大，而且均會產生向上捲起作用，增加了沉降時間，使懸浮物顆粒趨向均勻分布且擴散漂流程度越高。

此外，越高轉速會使顆粒碰撞機率越高。若墨水系統電荷不穩，高轉速模擬的強浪反而會導致壓力誘導凝聚效應，進而使顆粒結塊（Coalescence）而沉降(國衛院國家環境毒物研究中心，2018)。

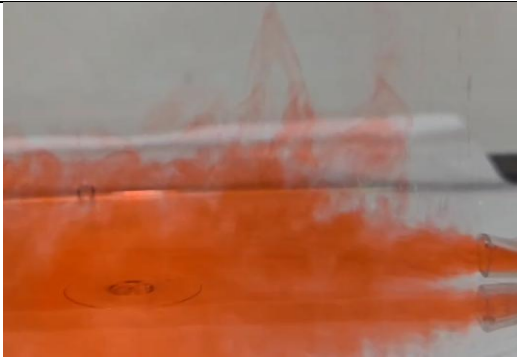
震盪轉速 (rpm)	(1)墨水(紅色)流入淡水之擴散狀況	(2)墨水(藍色)流入鹽水(海水)之擴散狀況
25 rpm		
50 rpm		

圖4.6不同震盪轉速下的墨水流入淡水及海水的擴散狀況（研究自拍）

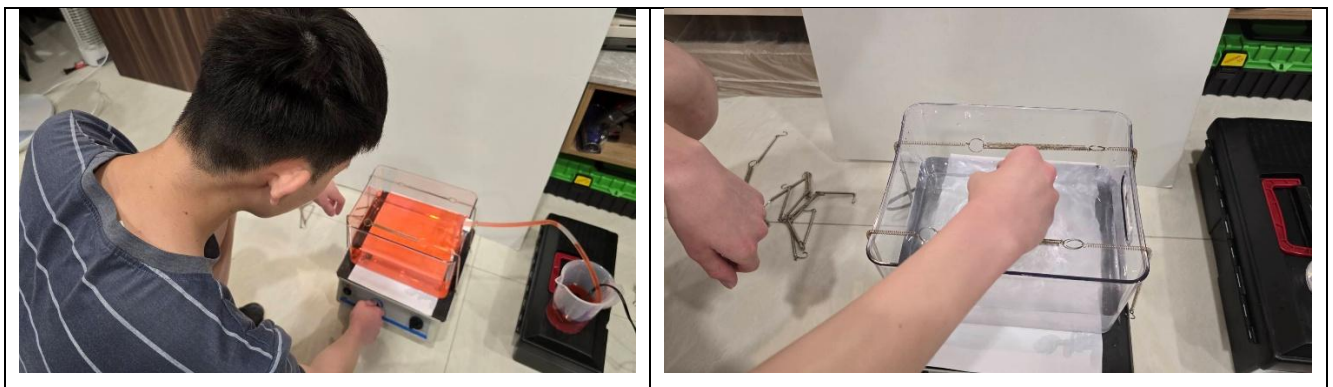


圖4.7自行建置水工系統模擬海浪下的沉降效應（研究自拍）

4.墨水在不同深度海水中的擴散效應

將墨水流入10cm、20cm不同深度鹽水和淡水水槽中，觀察不同深度下墨水的擴散作用，結果如圖4.7所示。分述如下：

- (1) 在淡水水槽（對照組）：在純水中，墨水的行為主要受擴散影響，墨水流入深10cm 淡水後，會緩慢的雲霧狀向四周散開，由於水分子不斷運動，墨水會逐漸均勻分布。流入深20cm 淡水，觀察結果與 10cm 相似，但墨水在下沉過程中會因為流體阻力產生微弱的渦流（Vortex），擴散的狀況較大。
- (2) 在鹽水水槽（實驗組）：由於鹽水的密度大於純水，這會產生顯著的層級效應，流入10cm深

鹽水，因為鹽水的浮力較大，墨水傾向於在較淺層水平擴散，甚至可能浮在表面。流入 20cm 深鹽水，墨水會迅速向上漂移或停留在特定密度層，形成明顯的分層擴散現象。

水深 (cm)	(1)墨水(紅色)流入淡水之擴散狀況	(2)墨水(藍色)流入鹽水(海水)之擴散狀況
10cm		
20cm		

圖4.7不同流速的墨水流入淡水及海水的擴散狀況（研究自拍）

5.保麗龍懸浮物在不同海浪下的擴散效應

配置保麗龍碎屑，利用 25、50rpm 等不同震盪轉速模擬不同海浪，觀察保麗龍懸浮物在不同海浪下在淡水與海水中的擴散效應，結果如圖 4.8 所示，越大的海浪可使懸浮物向周邊擴散。

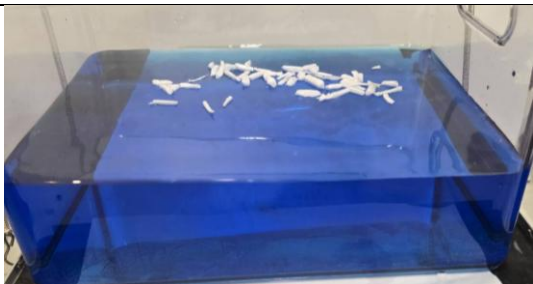
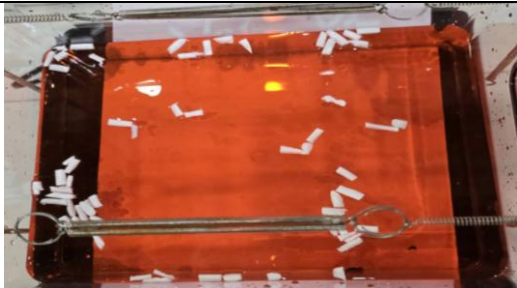
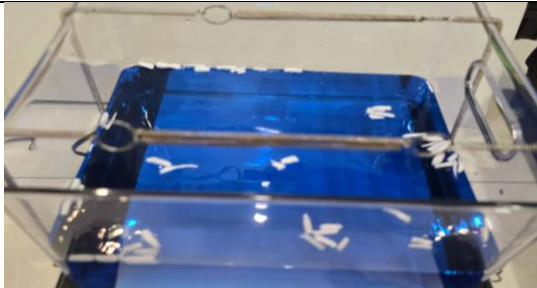
震盪轉速 (rpm)	(1) 保麗龍懸浮物在淡水擴散狀況	(2) 保麗龍懸浮物在鹽水(海水) 擴散狀況
25 rpm		
50 rpm		

圖4.8利用0、25rpm 等不同震盪轉速模擬不同海浪（研究自拍）

(三)海洋汙染實地調查

1. 雨後東港溪出海口取樣探討泥水污染擴散狀況

利用 TDS & EC 測試儀測試採樣液體樣品濁度 TDS、EC，結果如表4.4及圖4.9所示，結果顯示雨後的出海口和一般晴天時，海水受河水沖刷下來的泥水污染相當嚴重，勢必對當地東港溪河口沿岸海洋生態造成相當大的影響。

表4.4雨後東港溪出海口取樣 TDS & EC 測試

位置	座標	晴天 2025/10/4(六)		大雨後(2025/10/19(日))	
		TDS(ppm)	EC($\mu\text{s}/\text{cm}$)	TDS(ppm)	EC($\mu\text{s}/\text{cm}$)
取樣點 1	N 22.476094, E 120.458853	249	312	1231	1451
取樣點 2	N 22.467703, E 120.439171	265	324	1240	1352
取樣點 3	N 22.461088, E 120.440229	324	430	1105	1231
取樣點 4	N 22.456484, E 120.444237	331	423	860	895
取樣點 5	N 22.472243, E 120.433397	350	498	960	978

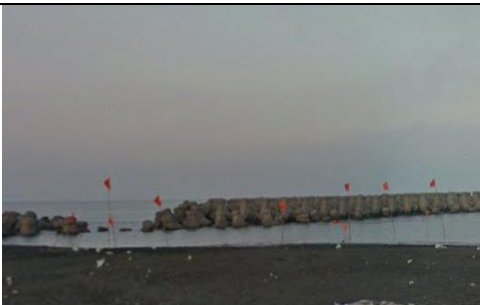
位置	採樣點	位置	採樣點
取樣點 1		取樣點 4	
取樣點 2		取樣點 5	
取樣點 3		取樣測量	

圖 4.9 東港溪出海口取樣地點（研究自拍）

2.保麗龍廢木懸浮物在東港溪出海口蓄積熱點

利用 Google 地圖調查評估保麗龍廢木懸浮物在東港溪出海口蓄積熱點，及漂流廢棄物污染程度，結果如圖 4.10 所示，經過調查發現東港溪出海口的保麗龍廢木懸浮物，主要蓄積在河口左岸，研判東港溪的保麗龍廢木懸浮物隨河水流入海口後，大多數被海口洋流衝擊後，流向到河口左岸的沙灘上，形成漂流木蓄積熱點，建議以後可以針對這些蓄積熱點，在每次雨季或者是颱風過後做重點清理，可避免造成嚴重破壞當地的海洋沿岸環境生態。



圖 4.10 利用 Google 地圖調查評估保麗龍廢木懸浮物在東港溪出海口擴散和蓄積熱點

(Google 地圖，取自 <https://www.google.com/maps/>)

伍、討論

(一) 泥水污染海洋因素

研究發現低溫時水的密度較大，如冬季的海溫只有 25°C 左右，有助愈增加泥砂的沉降速度。而夏季海溫高達 $35-37^{\circ}\text{C}$ ，此時隨東港溪流下來的泥水，流入到海洋時，在末端會所形成向上捲揚現象，有明顯的向上擴散作用，可以研判泥水流入鹽水(海水)中，會比泥水流入淡水，需要較久的時間才能沉降下來，泥沙懸浮在水中的時間會變得更久，漂流污染範圍就會越大。

(二) 水槽水工模型試驗

利用墨水模擬泥水分別流入海水及淡水的擴散試驗，結果如表5.1所示，研究發現主要會影響擴散和沉降狀況的是主要流體的密度，當在墨水流入淡水時，主導流體密度的是水溫。而當墨水流入鹽水時，主導流體密度的是鹽度和溫度，影響擴散時間。

海浪能抵消泥水中懸浮顆粒下沉的終端速度，能提供足夠的動能克服重力，產生向上捲起作用，增加了沉降時間，使懸浮物顆粒分布更趨向均勻分布，增加了泥砂的沉降時間，使懸浮物顆粒趨向均勻分布且擴散漂流程度越高。

表5.1不同水溫墨水流入海水及淡水的擴散和沉降狀況

流入形式	泥水流入淡水	泥水流入海水
主導密度因子	水溫	鹽度+海溫
高溫泥水	泥水向上捲揚，形成表面擴散。 因溫度高水質密度小，泥水會浮於淡水表面，並快速向外擴散。	明顯會形成表面擴散 海水鹽度高密度極大，熱泥水會像薄膜般覆蓋在海面上。
低溫泥水	泥水流動向下捲揚，形成底部擴散。 冷水密度大，低溫墨水會形成潛流，沿著水槽底部流動	泥水形成分層/中層懸浮。 若泥水冷到一定程度，其密度可能接近海水，泥水會形成中層懸浮帶。

(三) 海洋汙染實地調查

研究發現雨後東港溪出海口的泥水污染擴散狀況相當嚴重，海水受河水沖刷下來的泥水污染，會對當地東港溪河口沿岸海洋生態造成相當大的影響。此外，利用 Google 地圖調查評估保麗龍廢木懸浮物在東港溪出海口蓄積熱點，大多數被海口洋流沖刷到河口左岸的沙灘上，據此建議以後可以針對這些蓄積熱點，在每次雨季或者是颱風過後做重點清理，可避免造成嚴重破壞當地的海洋沿岸環境生態。

陸、結論

研究發現在雨季及颱風過後，隨著雨水沖刷地表所形成的泥水流入海洋，確實會造成海洋環境的污染。研究認為預防關鍵在於「源頭削減」與「截流處理」。主要措施包括有：加強山坡地植被保護以減少泥沙流失、設置雨水沉砂池或滯洪池處理地表逕流、建立環境友善的農漁業操作規範、加強沿海垃圾清理，以及優化市鎮污水系統。

一、源頭減量與地表管理

1. 透水鋪面建設：在馬路及都市設計規劃中，關於馬路鋪設與人行道，多使用透水磚，興建綠地，增加雨水滲透率，減少直接沖刷入海的水量與速度。
2. 加強邊坡植生：在山區與易受沖刷的坡地種植植被，利用植物根系固土，預防土石流與泥沙流失。
3. 營建工程控管：要求工地設置沉砂池、防塵網及排水過濾系統，防止施工泥水排入下水道。

二、基礎設施攔截

1. 沉砂池與滯洪池：在河流入海口前設置沉砂設施，讓大顆粒泥沙先沉降，減少進入珊瑚礁海域的濁度。
2. 垃圾攔截網：在雨水排出口設置攔截裝置，捕捉隨雨水沖出的塑膠垃圾。
3. 人工濕地：利用濕地植物代謝雨水中的化學物質（如農藥、氮磷肥），發揮過濾功能。
4. 改善污水處理：加強家庭與工業廢水處理，防止雨季污水超越處理能力而直接排海。

三、農村與都市管理

1. 合理化施肥：鼓勵農民在雨季前避免過度施肥或噴灑農藥，減少化學物質隨雨水流失。
2. 落實垃圾不落地：保持街道清潔，防止側溝堆積垃圾，從源頭切斷雨水帶走垃圾的循環。

四、海岸環境維護

1. 利用沿海濕地：善用沿海濕地與潟湖的生態淨化功能，作為進入海洋前的最後一道緩衝。
2. 清除海漂垃圾：在雨季及颱風過後，加強清理海岸垃圾，防止垃圾隨泥水進入生態敏感區。
3. 教育與預防：利用環境教育建立國人環保意識，並訓練國內環境科學人才，有效保護海洋生態系統。

柒、參考文獻

1. 我們的島 (2024) • 2024 世界地球日-塑膠海嘯來襲 • 財團法人公共電視文化事業基金會 • 取自 <https://ourisland.pts.org.tw/content/10717>
2. 陳芊仔、陳耕庠、莊右靖 (2021) • 「塑」人之亂-探討萬年溪塑膠微粒及人口數的關係 • 中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 • 屏東縣立中正國民中學。
3. 國衛院國家環境毒物研究中心 (2018) • 針對水中塑膠微粒議題之整理報導 • 取自 https://nehrc.nhri.edu.tw/2018/11/02/塑膠微粒_qa/。
4. 中央氣象署 (2025) • 每月海水表面溫度統計表 (2005-2024) • 取自 https://www.cwa.gov.tw/V8/C/C/MMC_STAT/sta_sea.html。
5. 陳郁凱、藍揚麒、王友慈、潘佳怡、蘇博瑩、吳繼倫、劉燈城 (2015) • 臺灣周邊海域漁場環境監測(I) • 農業部水產試驗所 • 取自 <file:///C:/Users/chung.cc/Downloads/P016>。
6. 台灣環境部 (2024) • 關於水的知識: 水中溶氧量隨溫度升高而降低 • 全國環境水質監測資訊網 • 取自 https://wq.moenv.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/WaterKnowledge/Pedia_21.aspx。
7. 東港新園氣象資料, 2019~2024, 交通部中央氣象署。
8. 採樣地圖, Google 地圖, 取自 <https://www.google.com/maps/>。
9. 聯合報 (2025 年 9 月 19 日) • 豪雨夾帶泥沙 墾丁南灣變「陰陽海」 • 取自 <https://udn.com/news/story/7327/9014687>