

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 地球科學科

佳作

030502

步步驚魂 ---沙崙海水浴場的美麗與幽愁

學校名稱：新北市立正德國民中學

作者：  國一 陳宣妤  國一 丁士軒	指導老師：  王志銘  黃健益
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：沙崙海水浴場、離岸流、海流

## 摘要

本研究主要探討淡水區沙崙海水浴場離岸流的特性與成因。透過專訪了解到 2012 年所發生的 5 位學生溺水事件中，學生落海的位置與溺水倖存者對當時海流的描述。接著從沙崙海水浴場海底等深線圖製作立體地形模型，觀察保麗龍球和紅墨水在模型中隨著水波移動與擴散的情形，再實際踏查並空拍海水浴場海水的流動狀況。我們發現：沙崙海水浴場有離岸流，這個離岸流區大約在(25°11'25.50"北 121°25'1.66"東)、(25°11'19.91"北 121°24'49.64"東)兩警戒點之間的海岸線，而其他區域也存在著迴向離岸流區的環流，因此強烈建議在沙崙海水浴場須嚴禁下水活動。沙崙海水浴場離岸流主要是由填海造陸後形成的巨大岬角地形所產生，若沒有人工的改變，原來的海流會順著海岸線進出沙崙海水浴場海灣。

## 壹、研究動機

沙崙海水浴場曾是北台灣的熱門景點，每逢炎炎夏日前往戲水的民眾不少(如圖一①)。但因經營不善、水質汙染嚴重、海域漩渦暗流多，導致多年來發生至少 10 起溺水案，尤其是在 2012 年暑假期間，發生 8 名學生落水，其中有 5 人溺死的意外，新北市政府後來關閉浴場，至今仍未開放，於是現在的浴場變得空曠無人，十分冷清(如圖一右②)。我們專訪了當時負責處理溺水事件的學務主任，根據他的描述，當時學生落水以後，感覺自己不斷的被海流往外海帶出，即使是本身會游泳的學生，也無法游回，而這些落難的學生大部分都是在海水浴場的偏南海面尋回。於是我們依照主任所說的，上網搜尋相關資料，發現落難學生當時感受到的那股強勁海流或許是離岸流。究竟在沙崙海水浴場那些捲走無數性命的離岸流藏在何處？它是如何形成的？在我們內心當中，充滿了疑問，於是我們想要對於沙崙海水浴場的海流流向能夠有所了解，並藉由這樣的研究結果，提醒人們到海水浴場的時候注意自身的安全。

我們曾經到沙崙海水浴場踏查，發現岸上沙子的紋路與風的吹相互垂直，這個現象讓我們思索著，海底的海沙跟海流或海面波浪之間的關係是否有相同之處？海面下的地形是海水長時間的流動所造成的，而地形的變動也會影響著海流的流向，或許我們能由兩者之間的關係找出隱藏在沙崙海水浴場水面下的離岸流！

為了了解水流在遇到不同地形時會產生的流向，於是我們試著做出沙崙海水浴場海底等深線的立體模型，搭配水波槽製造水波模擬海水的流動，試著解開沙崙海水浴場迂迴曲折的離岸流流向。由 2015 年「沙崙海水浴場的過去、現在與未來」的研究報告指出，沙崙海水浴場越靠近公司田溪口的河川汙染指數越高，明顯指出公司田溪口排放的汙水影響了沙崙海水浴場的水質汙染的主要來源，再加上洶湧的暗流最終使得沙崙海水浴場面臨關閉的命運。是什麼原因？讓許多的淡水人有著美麗童年回憶的沙崙海水浴場，在水質汙染、暗流洶湧等種種幽愁糾結，淪為危險海域，走入歷史、走入塵封的往事！



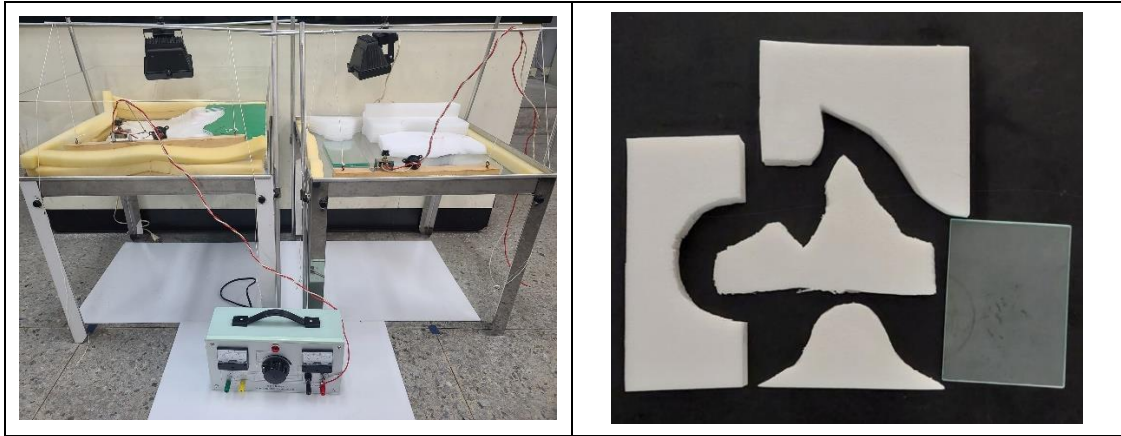
圖一、沙崙海水浴場過去與現在景象(①為過去、②為現在)

## 貳、研究目的

- 一、了解水波流經深淺不同、岬角、凹形及凸形等地形時水波變化的情形。
- 二、找出沙崙海水浴場的危險暗流的區域，與可能成因並提供警語。

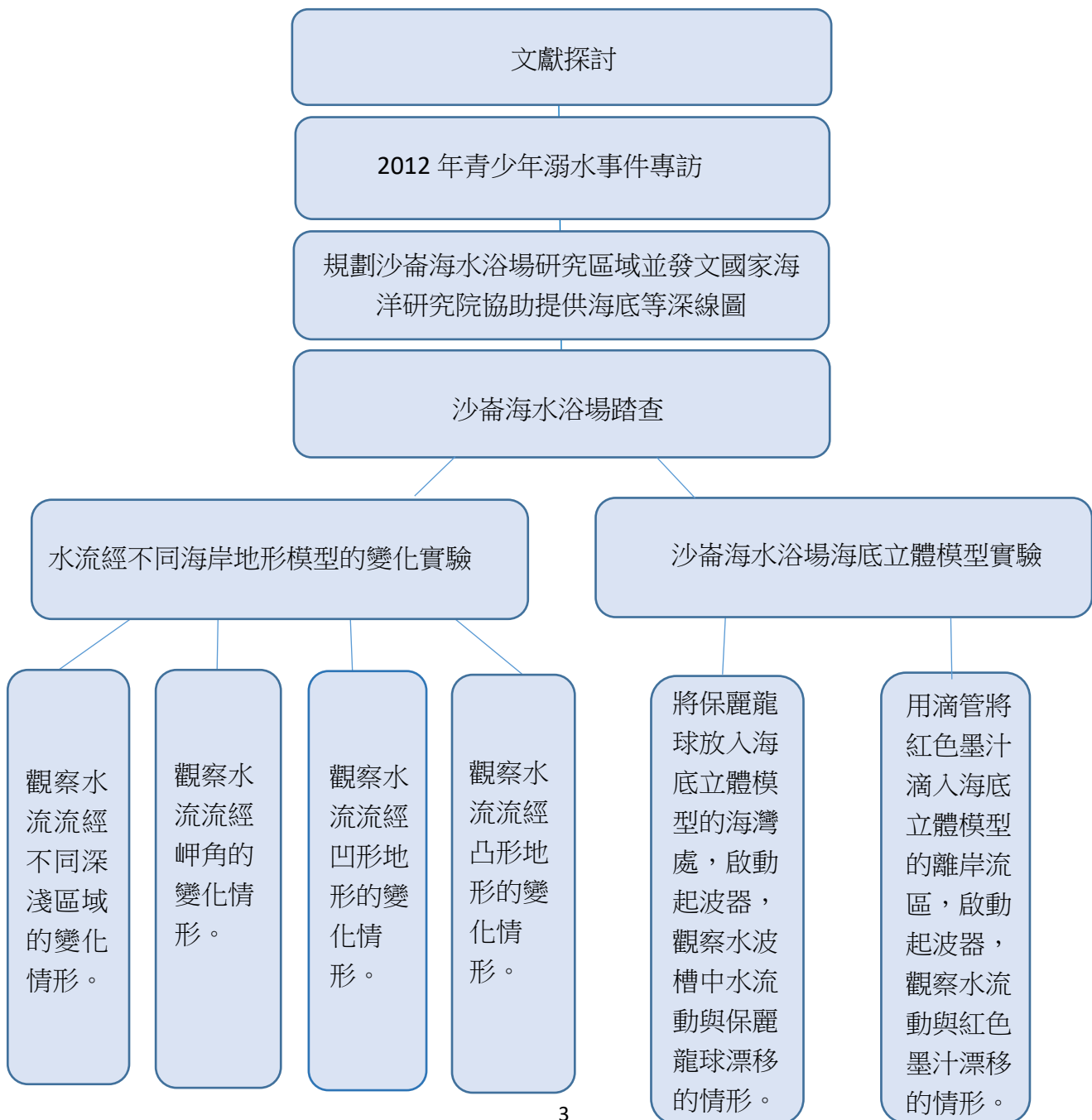
## 參、研究設備及器材

項目	數量	單位	項目	數量	單位
水波槽	2	組	珍珠板	25	片
鹵素燈	2	個	保麗龍球	1	包
電源供應器	1	台	延長線	1	個
起波器	2	個	海綿條	8	條
壓克力水缸	1	座	棉線	4	條
54*54*20cm			梯形木塊	6	塊
玻璃片	6	片	雙面膠	2	捆
保麗龍	6	塊	矽利康	1	瓶
空拍機	1	台	紅墨汁	1	瓶
保麗龍膠	1	瓶	手機	1	支



圖二、實驗設備

## 肆、研究過程與方法





圖三、實驗流程圖

一、實驗名詞方位定義與說明：



圖四、實驗名詞、方位定義與說明圖





圖五、實驗名詞、方位定義與說明空拍圖

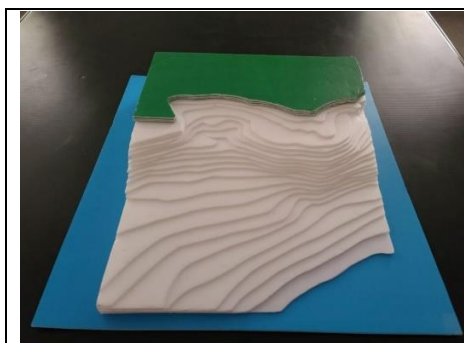
二、模型定義：

沙崙海水浴場海底立體模型：

有不同深淺的海底地形

沙崙海水浴場海岸立體模型：

無海底地形



圖六、沙崙海水浴場海底立體模型



圖七、沙崙海水浴場海岸立體模型

三、研究限制與規範：

(一) 本實驗以夏季西南季風為研究範圍西南方海流及東北季風的東北季風海流。

(二) 本研究在水波槽中進行的觀察實驗均至少重複三次，取其最穩定代表模式，揭示於報告之中。

四、2012 沙崙海水浴場溺水事件專訪：訪問當時負責處理溺水事件的學務主任，了解學生落海位置、脫困的溺水者當時處境及受難者被尋獲的地點所在。

五、規劃沙崙海水浴場研究區域與實體模型製作：

(一)由學校去函國家海洋研究院，請求協助提供淡水沙崙海水浴場海底等深線圖。

(二)以珍珠板製作等高線間距 1 公尺，由地面 0.5 公尺開始每下降 1 公尺製作一片海底模型直至海底下 20.5 公尺，模型共 21 層，組成長寬為 40cm\*49cm 的海底立體模型。

(三)使用綠色珍珠板切割出三片陸地，黏貼在模型最上面。

六、觀察水波流經深淺不同、岬角、凹型、凸形時的變化情形：

- (一)組合水波槽，並在槽中加水至約 2 公分高，架置好起波器與鹵素燈(如圖八)。
- (二)將高度 1 公分高的長方形玻璃片放入水波槽中，並且啟動起波器，觀察波形變化並拍照與錄影。
- (三)同步驟(二)，依序將保麗龍切割好的岬角、凹型、凸形地形模型依序分別放入水中且啟動起波器，觀察水流遇到不同模型時波形的變化並拍照與錄影。



圖八、架置完成的實驗設備

#### 七、沙崙海水浴場海底立體模型海流模擬實驗：

- (一)將沙崙海水浴場海底立體模型放入自製壓克力水箱水波槽中，注水至模海平面位置，放入一顆保麗龍球於海水浴場中央偏南處(如圖十八)，啟動起波器，讓水流由海水浴場的西南側進入，模擬夏季西南季風，觀察並記錄保麗龍球漂移的情形。
- (二)用滴管將紅色墨汁滴入在步驟(一)中水流離岸處，啟動起波器，觀察水流波動與紅色墨汁漂移的情形(如圖二十二)。
- (三)將水流的波動由海水浴場的東北側進入，模擬冬季東北季風，重複步驟(一)、(二)，觀察並記錄(如圖二十一、二十三)。

#### 八、沙崙海水浴場踏查與空拍紀錄：

- (一)到沙崙海水浴場踏查觀察海水浴場周遭的地形地物(如圖二十五)。
- (二)將沙崙海水浴場由岸邊面海依序分成北、中、南三個區域，利用空拍機在飛行高度約 120 公尺處，由陸地向海及由海面向陸地分別拍攝相片與影片(如圖二十七、二十八)。
- (三)將拍攝好的照片及影片與步驟七海岸立體模型的實驗結果進行比對、驗證，找出沙崙海水浴場的離岸流區。

#### 九、沙崙海水浴場五個測量點離岸流方向圖：

- (一)在比例尺為 1：3700 的等深線圖中，由海水浴場岸邊面向海右側的防波堤處開始，

分別在距離防波堤岸 4 公分處即實際長度約為 148 公尺開始，依序畫出間距約為 4 公分的 5 個測量點，依照折射定律及等深線圖中的海底深度差，繪製離岸流方向圖至海底深約 4 公尺處。

(二)首先在測量點 1 由平均水深 -1 公尺的反射波進入到平均深度為 -1.5 公尺的海面時，畫出法線，量出入射角，再將入射角輸入程式計算出水流波動進入 -1.5 公尺深時所產生的折射角，接著量出入射角並畫出至水深 -2 公尺處的折射線，再量出水流波動進入到 -2.5 公尺深的入射角，按照這樣的方式，持續作圖到海底平均深度約為 -4.5 公尺處。

(三)從測量點 2 至 5 依序重複步驟(二)，繪製出沙崙海水浴場離岸流方向圖(如圖二十九)。

十、沙崙海水浴場 1993 年填海造陸前及 1997 年填海造陸後的沙崙海水浴場的變化情形比較：

(一)透過 Timelapse in Google Earth 找出沙崙海水浴場 1993 年填海造陸前及 1997 年填海造陸後的空拍圖(如圖三十一、三十二)。

(二)利用 Google Earth 的尺規功能，圍出沙崙海水浴場填海造陸的陸地面積、北側岬角到南側岬角處填海造陸前、後的海域面積(如圖三十三~三十五)。

(三)利用 Google Earth 的尺規功能測量出沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角延伸的長度(如圖三十六)。

十一、沙崙海岸填海造陸前、後立體模型海流模擬實驗：

(一)透過 Timelapse in Google Earth 找到西元 1993 年填海造陸前的沙崙海水浴場空拍圖，和西元 1997 年填海造陸後的空拍圖，並進行比較與分析沙崙海水浴場填海造陸前後的地形差異(如圖三十一、三十二)。

(二)對照 1993 年、1997 年的沙崙海水浴場填海造陸前、後的空拍圖，使用保麗龍切割出不具有海底地形的沙崙海岸填海造陸前、後立體模型各一座(如圖七)。

(三)將填海造陸後的模型放入水波槽中，啟動起波器，讓水流由海水浴場的西南側進入，模擬夏季西南季風，觀察水流波動的情形，並拍照與錄影(如圖三十七)。

(四)同步驟(三)，讓水流由海水浴場的東北側進入，模擬冬季東北季風，觀察水流波動的情形，並拍照與錄影(如圖三十九)。

(五)將填海造陸前的沙崙海岸立體模型放入水波槽，重複上述步驟(三)、(四)拍照並記錄(如圖三十八、四十)。

## 伍、實驗結果與討論

一、人物專訪訪問當時負責處理溺水事件的學務主任：

作者：請問主任當時學生落海的位置在哪裡？

主任：從海水浴場的側門進入往南邊走大約 200 公尺左右的海面上，當時的救難中心就是設置在他們落海位置的岸上(如下圖九)。

作者：倖存者所描述當時的情況為何？

主任：落水後感覺被不斷地被海流往外海帶走，曾試著往岸上游回，但是不論如何用力划水，都無法游回岸邊。



作者：那些罹難者後來是在沙崙海水浴場的何處被尋獲的呢？

主任：有一、二位在落海處的南側海面上。

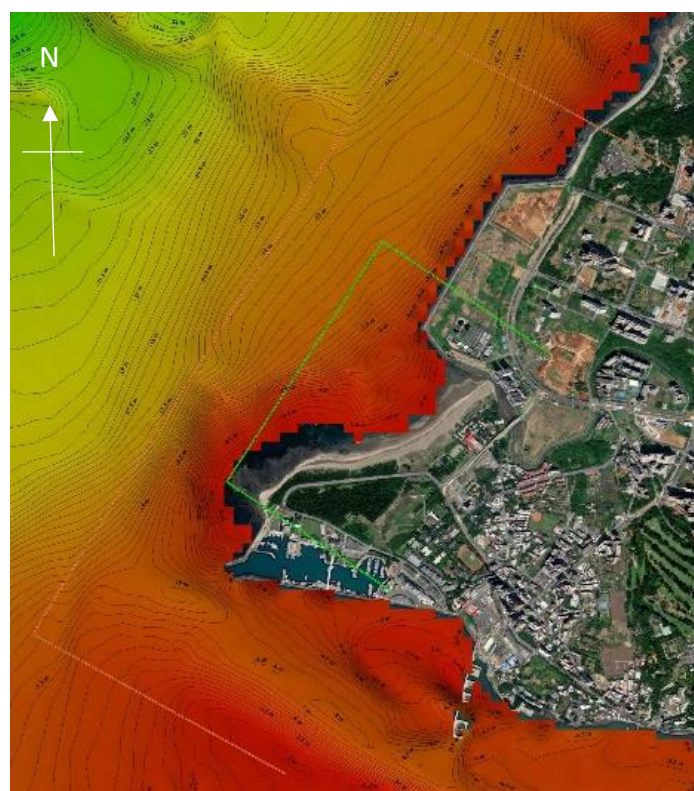
註：學務主任於專訪後，特地陪我們走訪一趟沙崙海水浴場，確認當時整個事件的相關位置。



圖九、2012 年沙崙溺水事件救難中心與溺水位置圖

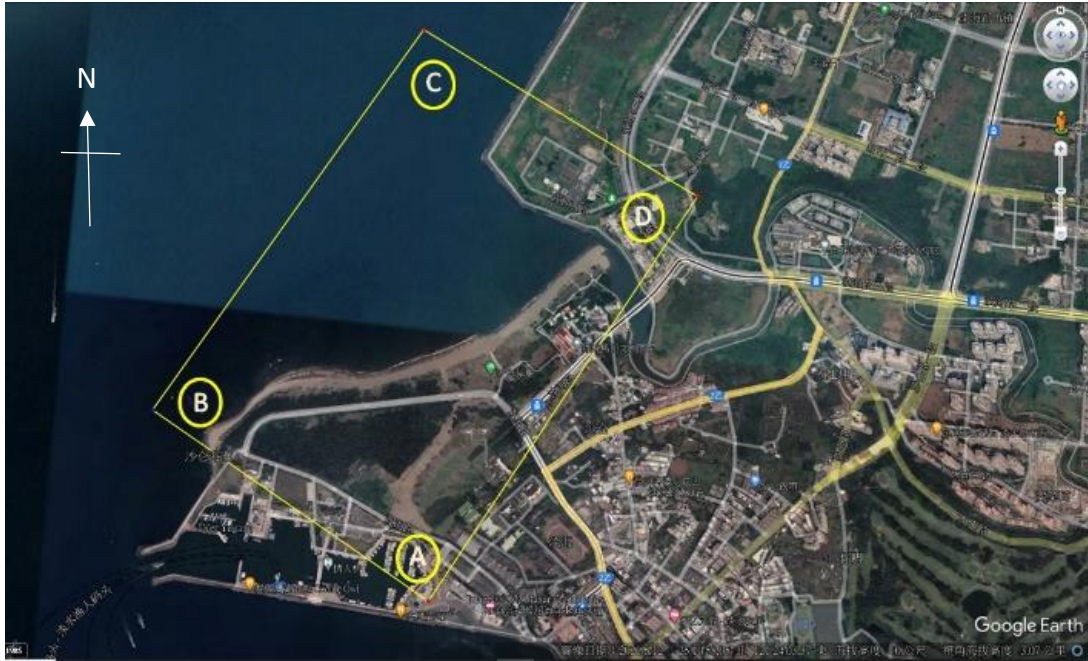
## 二、規劃沙崙海水浴場研究區域與實體模型製作：

(一)國家海洋研究院提供 2022 年 5 月沙崙海水浴場等深線圖



圖十、沙崙海水浴場海底等深線圖

(二)訂定研究範圍：



圖十一、沙崙海水浴場的研究範圍

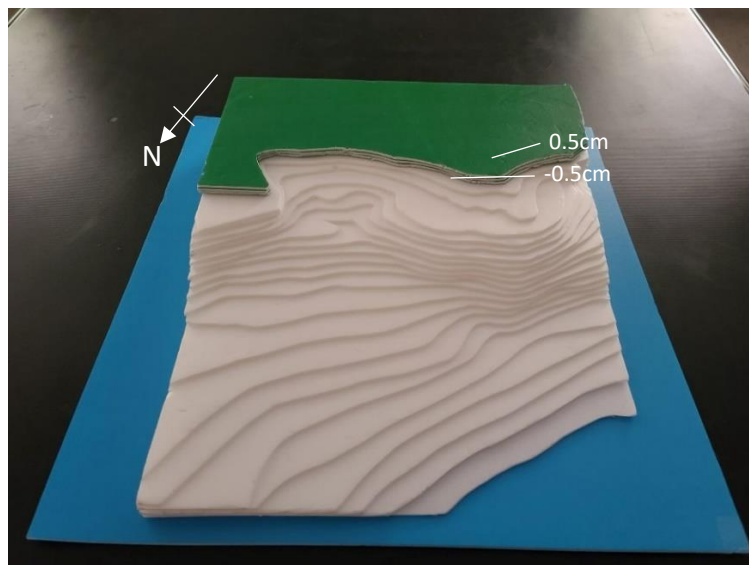
A(25.182183 121.414075)

B(25.187523 121.405186)

C(25.199234 121.413596)

D(25.193751 121.422649)

(三)由地面 0.5 公尺開始，製作長寬為 40cm\*49cm、等高線間距 1 公尺的海底模型，即每下降 1 公尺製作一片海底模型至直海底下 - 20.5 公尺的立體模型。

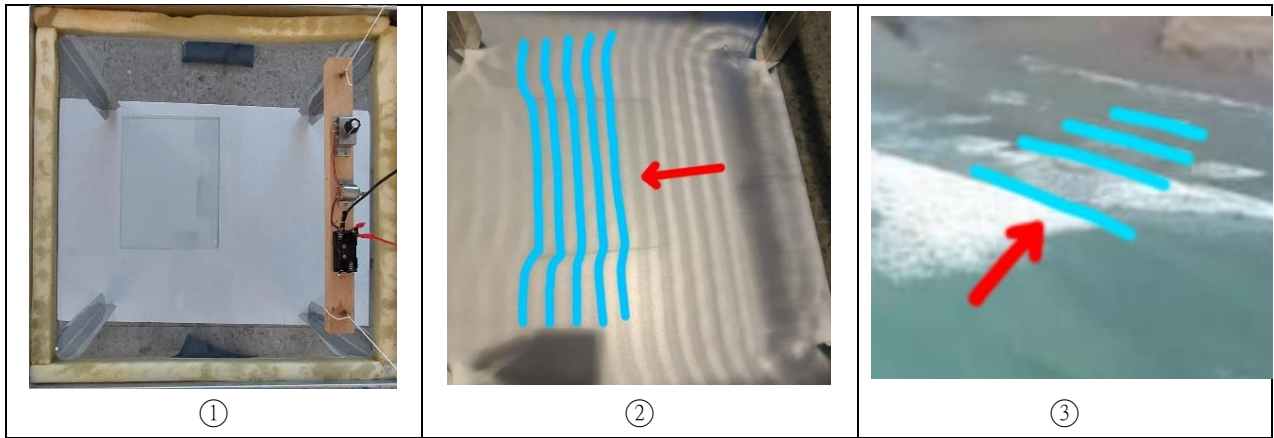


圖十二、沙崙海水浴場海底等深線圖立體模型

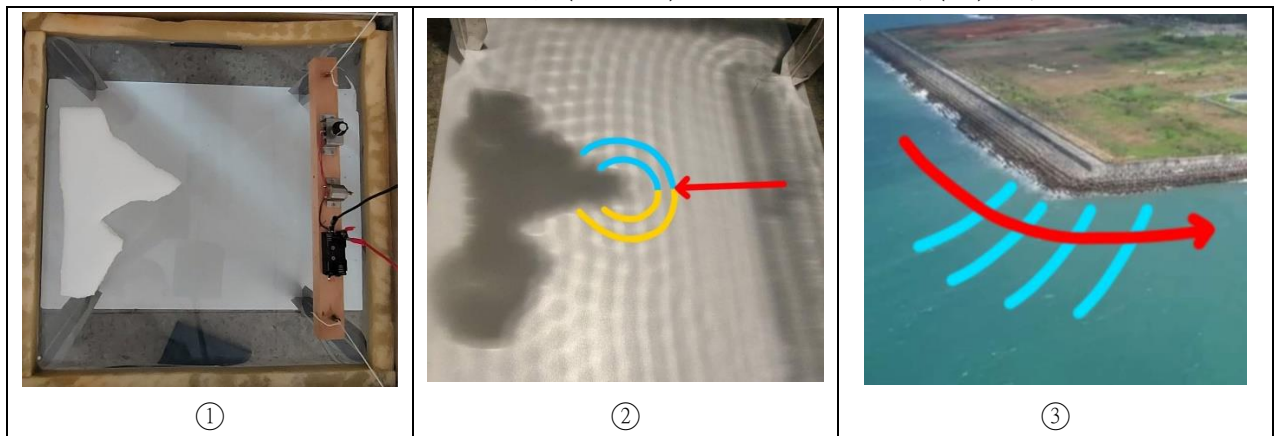


三、觀察水波流經深淺不同、岬角、凹形及凸形的模型時水波的變化情形：

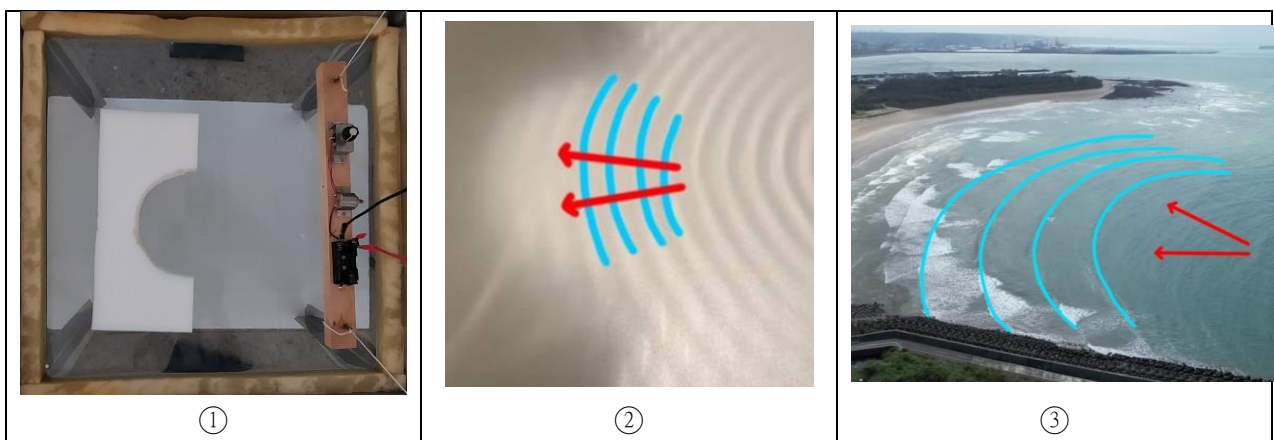
(一)依序將厚約 1 公分的長方形玻璃片、岬角、凹形及凸形等四種形狀的立體模型分別放入水波槽內，啟動起波器觀察水流流經時的波動變化情形，並與海面空拍圖相互比對：



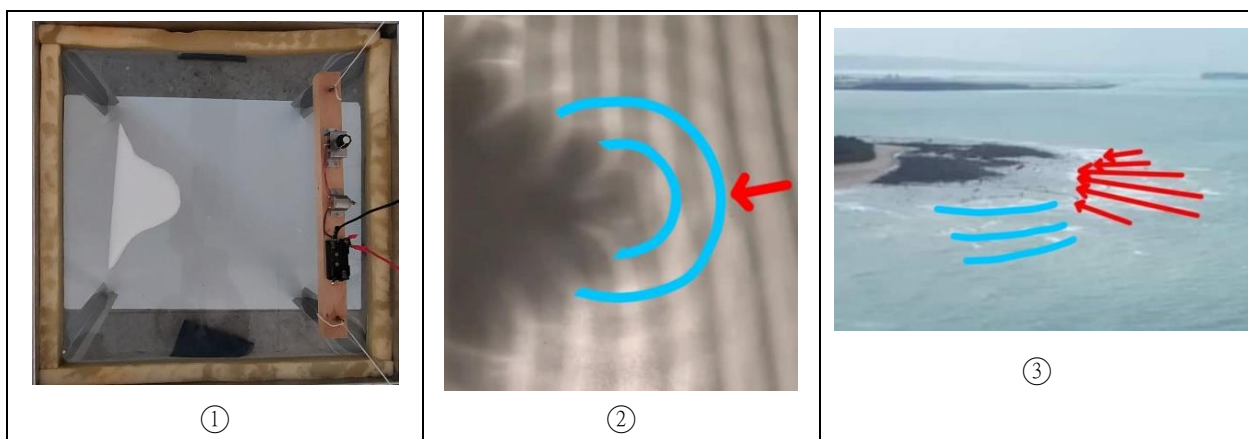
圖十三、水波流經不同深度(①、②)及由深到淺的海岸(③)波形圖



圖十四、水波流經岬角地形模型(①、②)及海岸岬角(③)波形圖



圖十五、水波流經凹形地形模型(①、②)及凹形海岸(③)波形圖



圖十六、水波流經凸形地形模型(①、②)及凸形海岸(③)波形圖

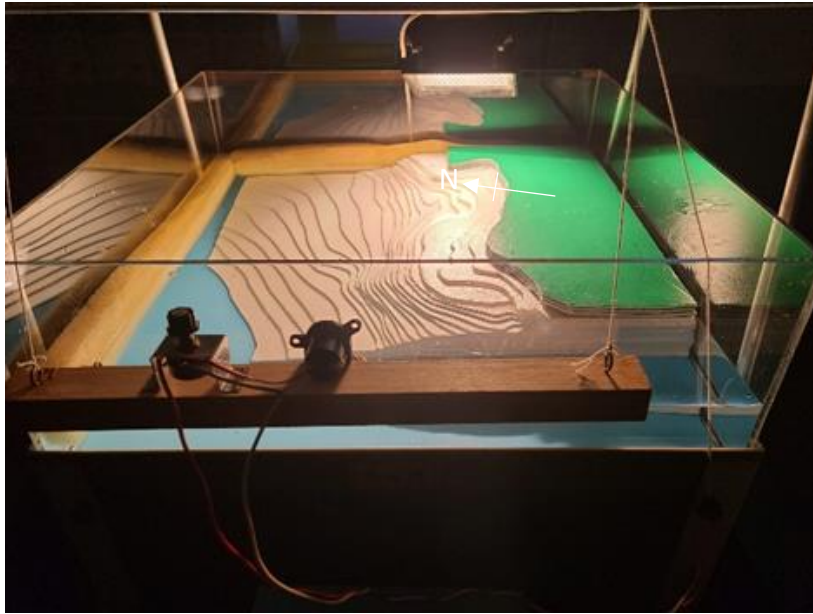
**結果：**水波在行經長方形玻璃片時，因為水深變淺，所以波長變短、波速變慢(如圖十三)。波遇到岬角則是會產生圓形波(如圖十四)折射後會沿著岬角的邊緣繞射前進。圓形波進入凹形模型時，(如圖十五)，會產生平行於凹形模型的水波。水流流經凸形模型時會產生類似岬角的圓形波(如圖十六)。

#### 討論：

1. 水波波長會因水深變淺而變短，波速變慢，反之若水深變深，則波長變長，波速變快。當波遇到岬角會產生圓形波，如同手指碰到水面產生的漣漪，這個情形跟凸形地形所產生的反射波類似。當地形是凹形海岸時，海流的波前會平行於海岸線，即波前進的方向會和海岸線垂直。
2. 我們會做長方形玻璃在水中造成水深深淺不一、岬角、凸形及凹形等實驗，主要是在我們一般常見的海岸地形中，我們碰到的地形幾乎都是由深淺不一、岬角、凸形及凹形等地形所組合而成的，所以當我們了解到水波在遇到這幾種地形時所產生的情形，便能掌握海流在海岸附近流動時會發生的所有的組合。

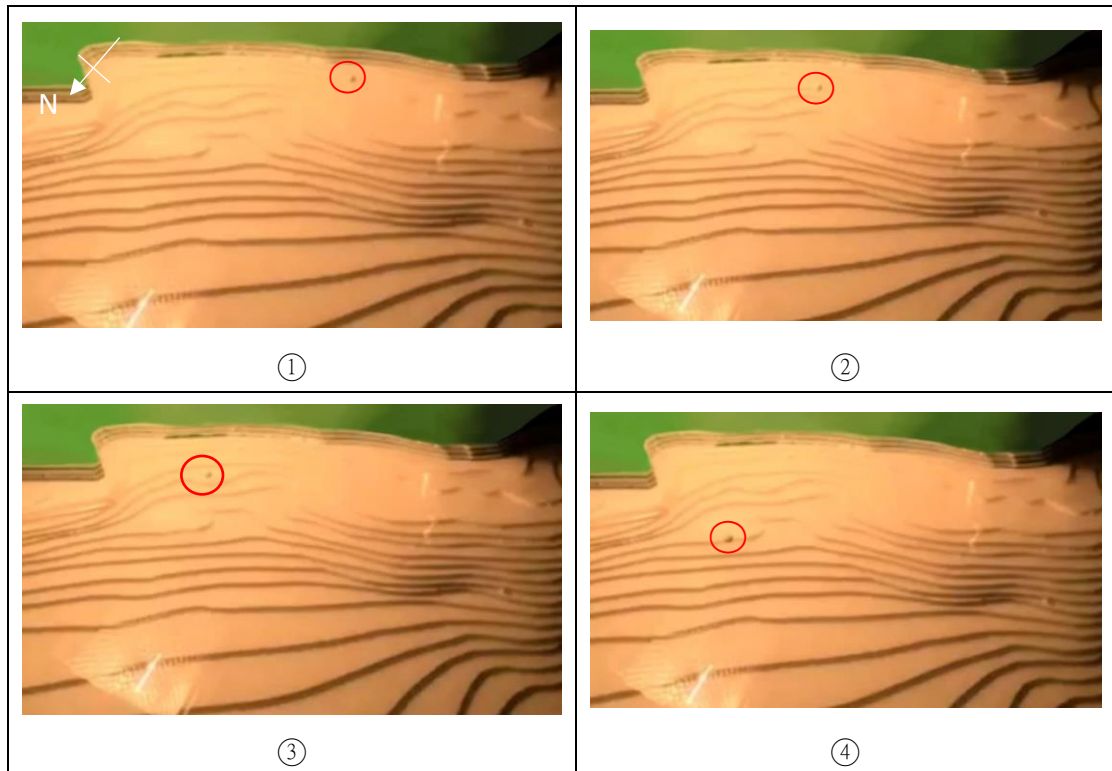
四、沙崙海水浴場海底立體模型海流模擬實驗：

(一)利用珍珠板與水波槽組合出沙崙海水浴場立體水流觀測模型。



圖十七、沙崙海水浴場水流觀測實驗立體模型

(二) 將水流由海水浴場模型的西南側進入，放置保麗龍球於海水浴場南側海灣處(如圖十八)觀察保麗龍球在模型水面上的移動路徑。



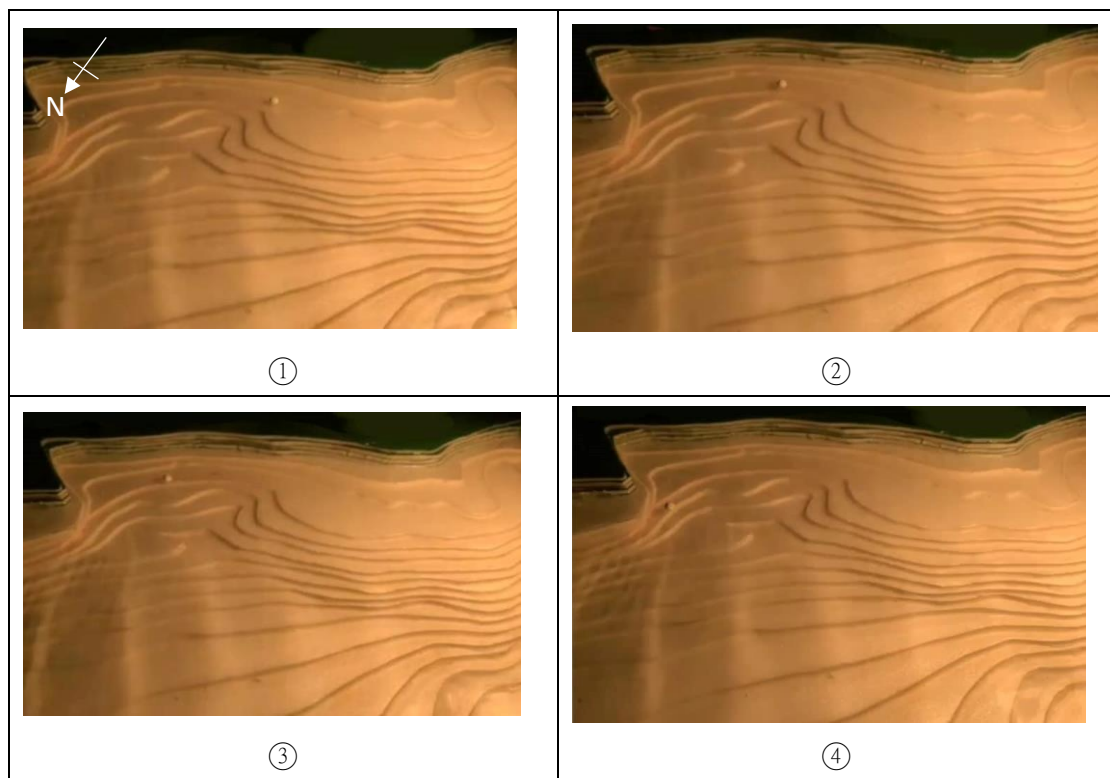
圖十八、保麗龍球離岸流實驗圖(海流由西南方向進入)



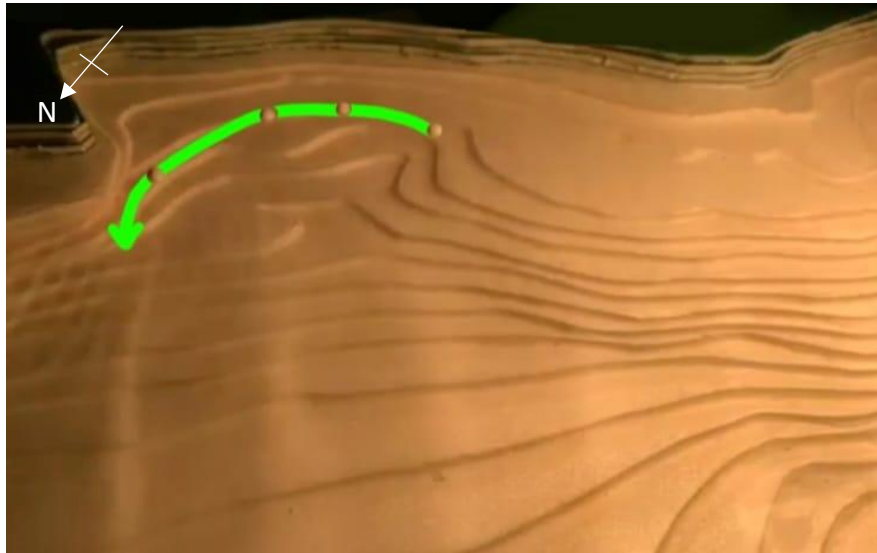


圖十九、保麗龍球在沙崙海水浴場海底立體模型中隨著西南方進入的水流移動路徑

(三) 將水波由海水浴場的東北側進入，並放置保麗龍球於海水浴場南側海灣處(如圖二十)，觀察保麗龍球在模型中水面的移動路徑。



圖二十、水流從東北方進入時保麗龍球的離岸流實驗圖



圖二十一、保麗龍球在沙崙海水浴場海底立體模型中隨著東北方進入的水流移動的路徑

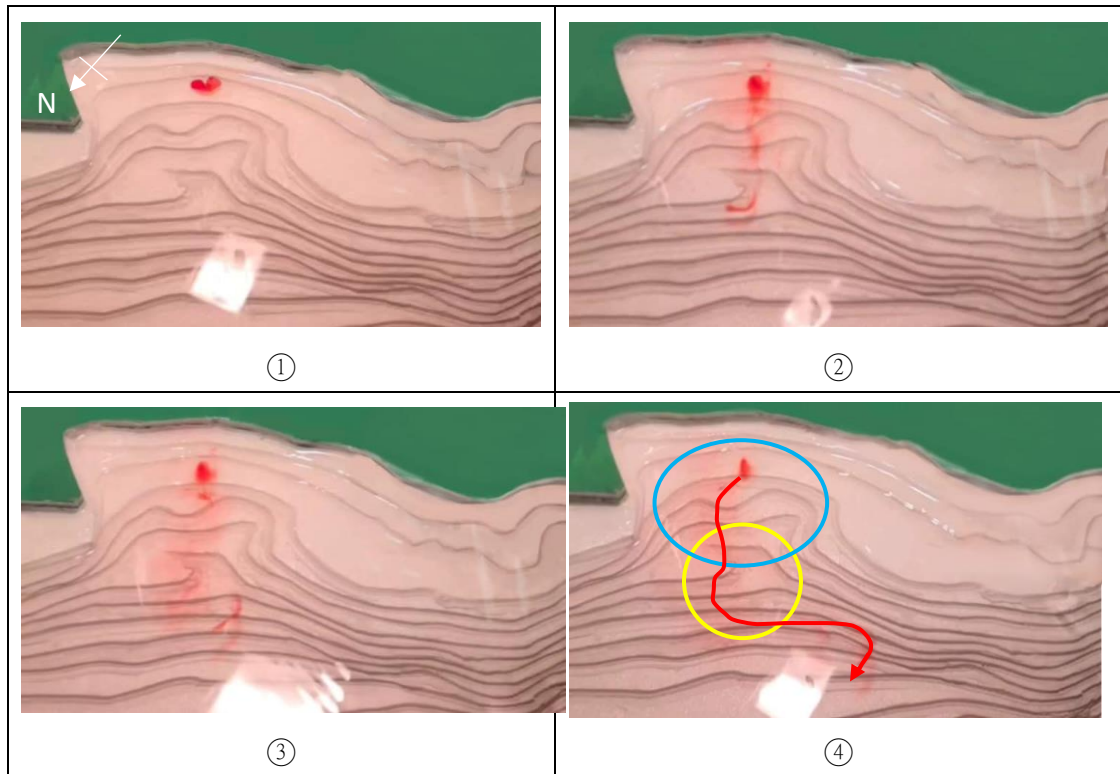
#### 結果：

1. 當水波由沙崙海水浴場的西南方進入時，保麗龍球在沙崙海水浴場模型中隨著水流沿著圖十九中的藍色路徑移動至模型的深水處。
2. 當水波由沙崙海水浴場的東北方進入時，保麗龍球在沙崙海水浴場模型中隨著水流沿著圖二十一中的綠色路徑移動至模型的深水處。

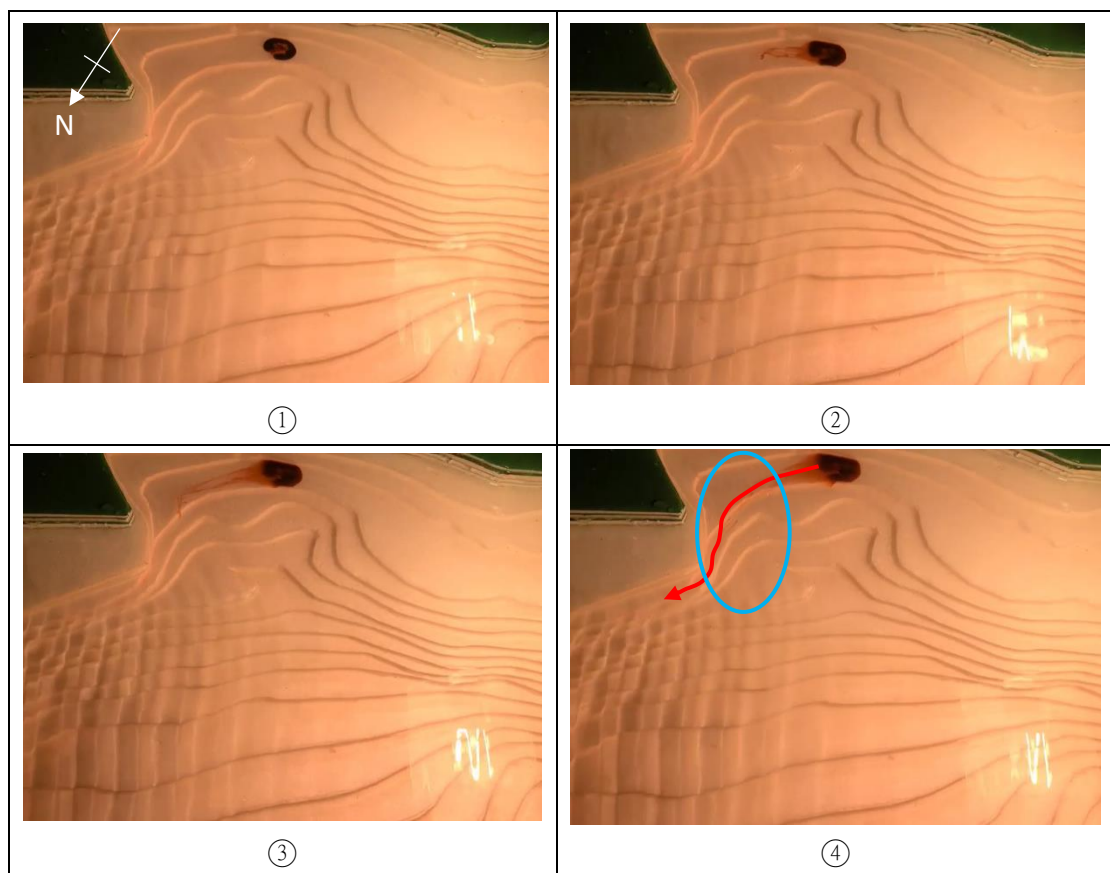
#### 討論：

1. 當水流的方向由西南側進入沙崙海水浴場地形模型中時，流向形成的離岸流，帶動保麗龍球沿著藍色箭頭移動(如圖十九)，經由離岸流區流至外海。這個現象和水流由東北方進入沙崙海水浴場地形模型地形時，保麗龍移動的情形相類似(如圖二十一)。
2. 由模擬實驗的觀察可知在夏季和冬季時，沙崙海水浴場的離岸流區大致相同，但是冬季的離岸流會有向北偏移的現象，可知離岸流區的位置會隨著風向與季節的不同而改變。

(四)將紅色墨汁滴入模型中的離岸流區，紅墨水擴散流散情形。



圖二十二、紅墨水離岸流實驗圖組(海流由西南方進入)



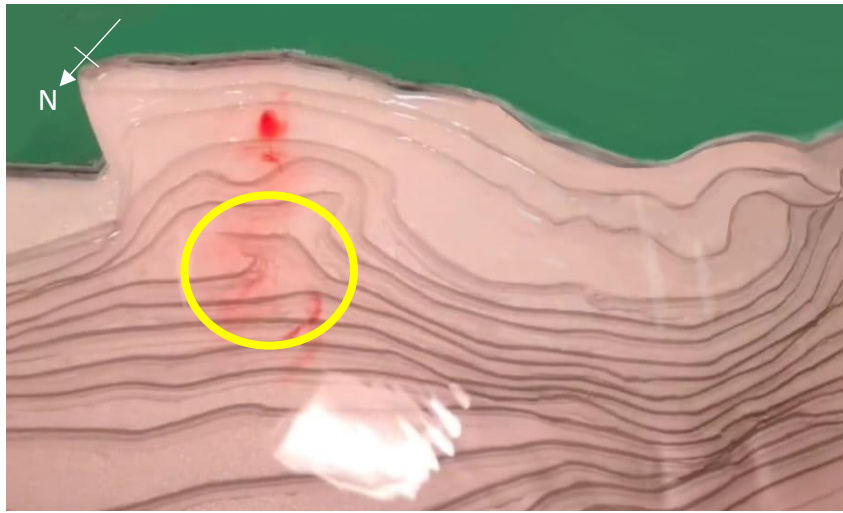
圖二十三、紅墨水離岸流實驗圖組(海流由東北方進入)



### 結果：

1. 當水流的方向由沙崙海水浴場的西南方進入時，紅色墨汁會在沙崙海水浴場模型中隨著水流向離岸流區飄移至外海的深水處(如圖二十二之④藍圈處)。
2. 當水流的方向由沙崙海水浴場的東北方進入時，紅色墨汁會在沙崙海水浴場模型中隨著水流向離岸流區偏北側飄移至外海的深水處(如圖二十三之④藍圈處)。

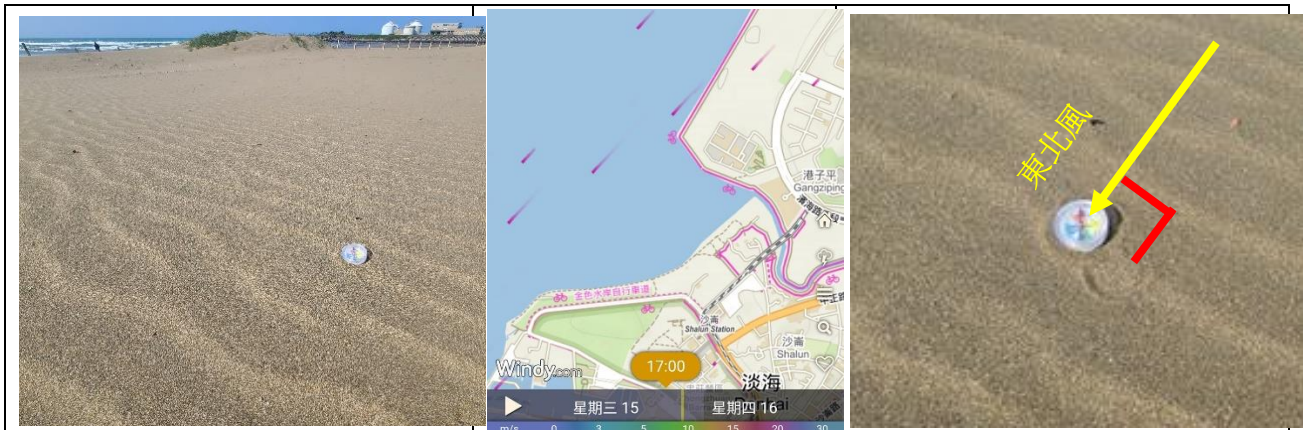
**討論：**紅墨汁的擴散與流動情形和保麗龍球漂移的路徑是相似的，而且從西南方和東北方進入的水流所產生的離岸流現象也大致相同，證實我們推測的離岸流區如下圖中的水下灘尖處向外擴張延伸的區域，此區域至水深 -4.5 公尺處，會有急遽變化的地形，此區域會使得紅墨汁迅速紊亂的擴散，可能是一個亂流區(如下圖二十四黃圈處)，由此可知海底地形會影響海流的流向。



圖二十四、紅墨汁擴散圖

### 五、沙崙海水浴場踏查與空拍紀錄：

(一)沙崙海水浴場踏查觀察海水浴場周遭的地形地物，及海沙紋路與風向的關係。



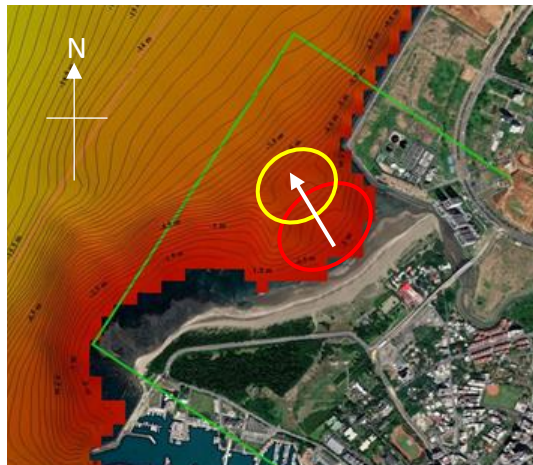
圖二十五、沙崙海水浴場的地形地物及海沙紋路與海風風向夾角圖

### 結果：

1. 沙崙海水浴場因為禁止進入活動，所以平時人煙稀少。
2. 探查時間吹的是東北風，由圖二十五，可知岸邊矽沙的排列方向與海風吹拂的方向垂直，岸邊矽沙的排列為西北至東南向。

### 討論：

1. 由圖二十五沙崙海水浴場海沙紋路與海風風向圖中，可以發現海沙紋路與海風吹像是相互垂直的，因此海底下柔軟的泥沙排列方向與海水的流向應與陸沙排列及陸風吹拂方向的關聯性相似，即兩者大約相互垂直的關係，利用此現象我們可以大約判斷出海流的流向。如下圖二十六國家海洋研究院提供的海底等深線圖，由海底海沙排列畫出的等深線圖，白色線所描繪出的路徑圖，即為海流方向，而此流向與本實驗所做的觀察結果相符。
2. 由下圖二十六國家海洋等深線圖紅圈處的離岸流區向外海延伸至等深線 -3 公尺處之後有一不規則的地形，此處應極有可能是產生亂流的地方(如下圖二十六的黃圈處)。



圖二十六、沙崙海水浴場離岸流與亂流區



(二)沙崙海水浴場海岸空拍：



圖二十七、沙崙海水浴場北側岬角、海岸中間、南側岬角由陸地面海連續空拍圖





圖二十八、沙崙海水浴場北側岬角、海岸中間、南側岬角由海面向陸地連續空拍圖

**結果：**利用連續空拍圖可以發現沙崙海水浴場的離岸流皆出現在連續空拍圖中的紅圈處，圖中看似風平浪靜、水流平緩的海面。

### 討論：

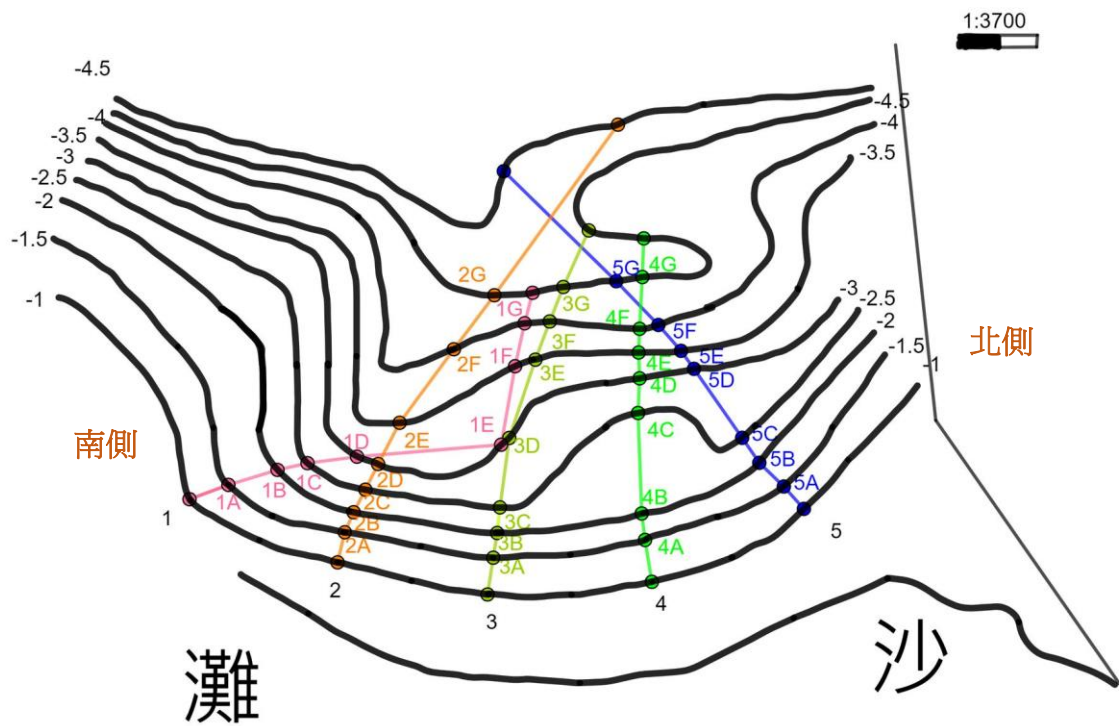
- 一、離岸流的成因主要是當海浪沖擊向海岸時，因為遇到阻礙（陸地）而潰散。由於受到後續海浪的推擠，這些海水初期會沿著與沙灘平行的方向移動，最後匯集成數道的強大水流退回海中，以上的過程循環發生形成離岸流。
- 二、離岸流表面看似風平浪靜，實際上是暗潮洶湧，主要是因為匯集後的強勁水流退回海中時會與外海進入海岸的海流相互抵銷。因此，許多在海灘嬉戲的民眾，容易認為平靜的海面是安全的，所以喜歡在這些危險區域活動，因而發生意外。
- 三、經比對連拍相片中的紅圈處與本實驗設計的沙崙海水浴場立體模型實驗所呈現的離岸流處，及海底等深線圖所呈現的離岸流區(如圖二十六紅圈處)，發現沙崙海水浴場確實存在著表面平靜但水下卻暗潮洶湧的可怕離岸流。

六、表一、沙崙海水浴場五個測量點折射線入射角與折射角一覽表：

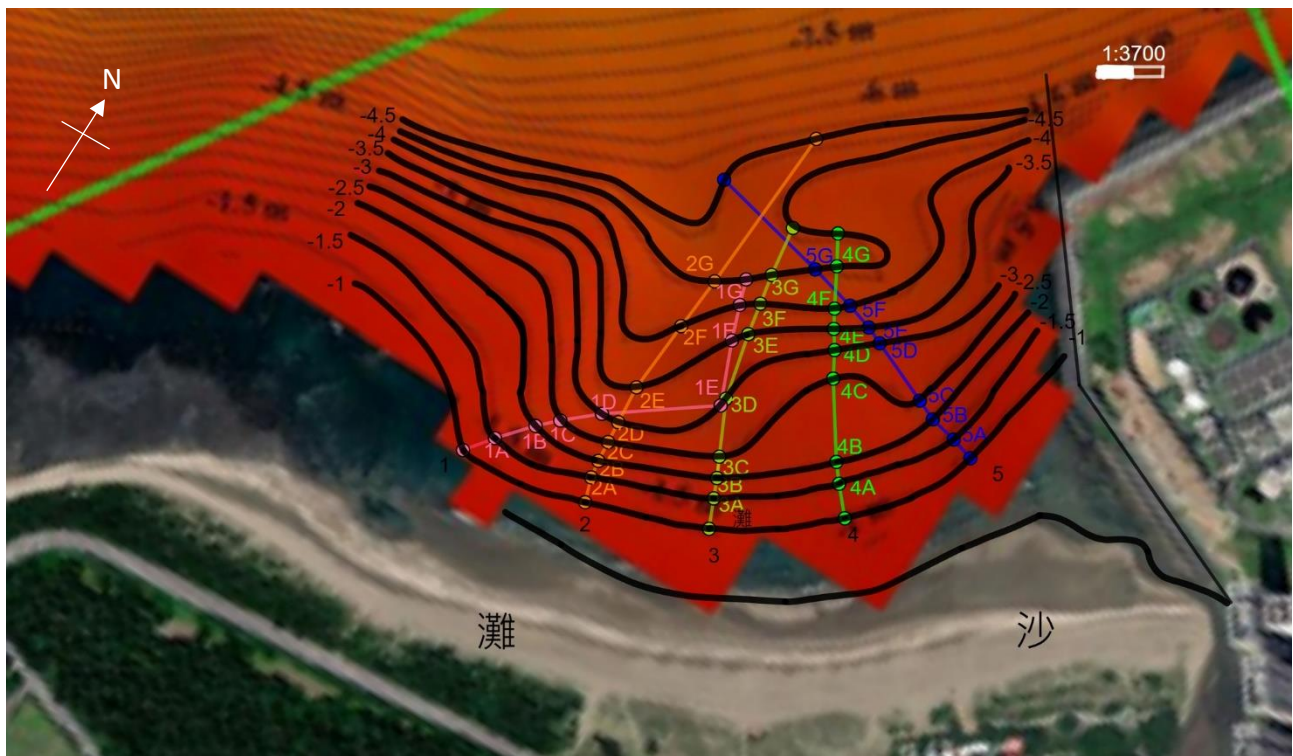
折射點名稱	入、折射角(度)	測量點 1	測量點 2	測量點 3	測量點 4	測量點 5
折射點 A	入射角	19	7	4	8	10
	折射角	23	9	5	10	12
折射點 B	入射角	25	11	0	11	4
	折射角	29	13	0	13	5
折射點 C	入射角	29	21	3	9	0
	折射角	33	24	3	10	0
折射點 D	入射角	42	6	57	9	26
	折射角	47	7	67	10	29
折射點 E	入射角	54	43	33	3	34
	折射角	54	47	36	3	37
折射點 F	入射角	29	51	14	10	33
	折射角	32	56	15	11	36
折射點 G	入射角	23	37	29	8	40
	折射角	25	40	31	8	43

\*此點作圖的是反射角，故在此點折射時，折射波會反向向陸地折射，所以取此點的反射波作圖。





圖二十九、沙崙海水浴場五個測量點離岸流方向圖



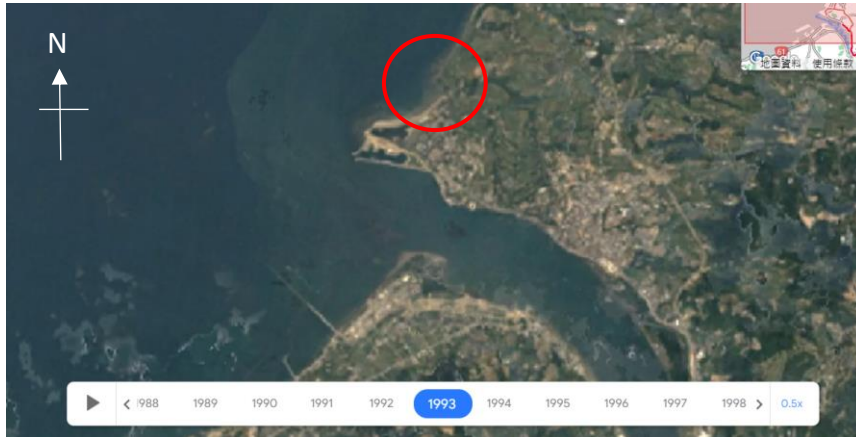
圖三十、沙崙海水浴場五個測量點離岸流方向空拍實景圖

**結果：**發現 5 個測量點所產生海流折射線的偏移方向均朝著本實驗所觀測出來的離岸流區集中流至外海(如圖二十九、三十)。

**討論：**藉由折射路線的偏移方向再次驗證離岸流存在的區域，與模型實驗及空拍圖的離岸流區相符(如圖二十九、三十)。

七、沙崙海水浴場 1993 年填海造陸前即 1997 年填海造陸後的沙崙海水浴場的變化情形比較：

(一) Timelapse in Google Earth 沙崙海水浴場 1993 年填海造陸前及 1997 年填海造陸後的空拍圖：



圖三十一、Timelapse in Google Earth 的沙崙海水浴場填海造陸前空拍圖



圖三十二、Timelapse in Google Earth 的沙崙海水浴場填海造陸後空拍圖

(二) 沙崙海水浴場填海造陸的陸地面積、北側岬角到南側岬角處填海造陸前、後的海域面積：



圖三十三、沙崙海水浴場填海造陸的陸地面積



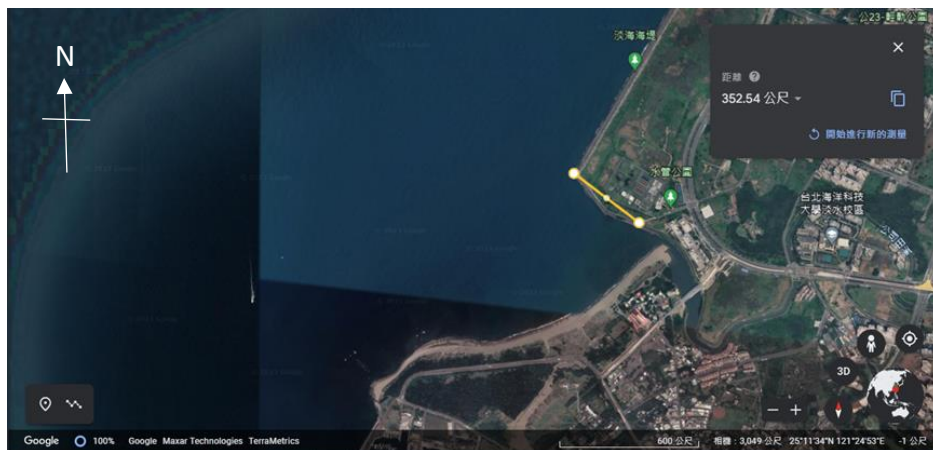


圖三十四、沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角到南側岬角處的海域範圍



圖三十五、沙崙海水浴場填海造陸前北側岬角到南側岬角處的海域範圍

(三) 利用 Google Earth 的尺規功能測量出沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角延伸的長度。



圖三十六、沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角延伸的長度

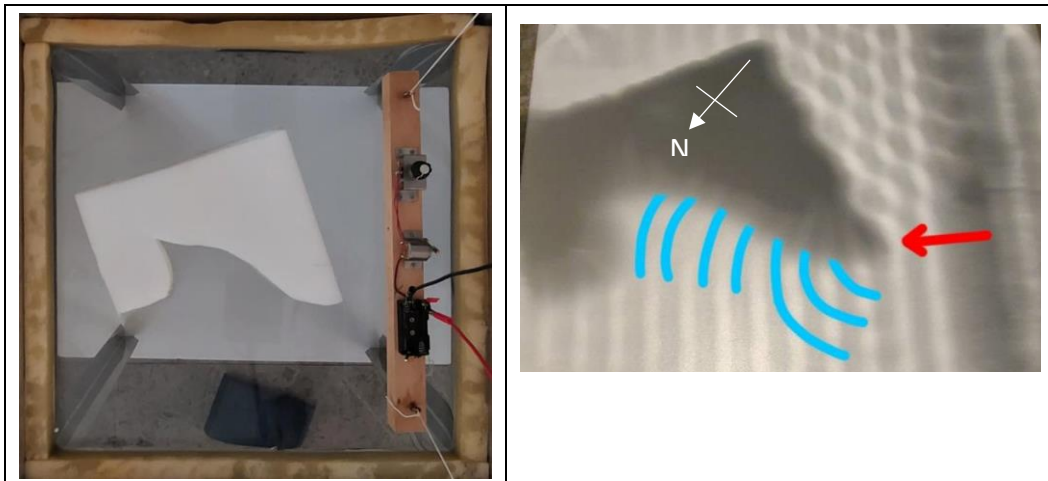
### 結果：

1. 由圖三十一、圖三十二可明顯看出沙崙海水浴場填海造陸前、後的陸地面積與形狀改變。
2. 由圖三十三可知沙崙海水浴場填海造陸的陸地面積約  $334892\text{m}^2$ 。
3. 由圖三十四、圖三十五可知沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角到南側岬角處的海域範圍約  $316925\text{m}^2$ ，而沙崙海水浴場填海造陸前北側岬角到南側岬角處的海域範圍則約  $153570\text{m}^2$ 。
4. 由圖三十六可知沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角延伸的長度約  $353\text{m}$ 。

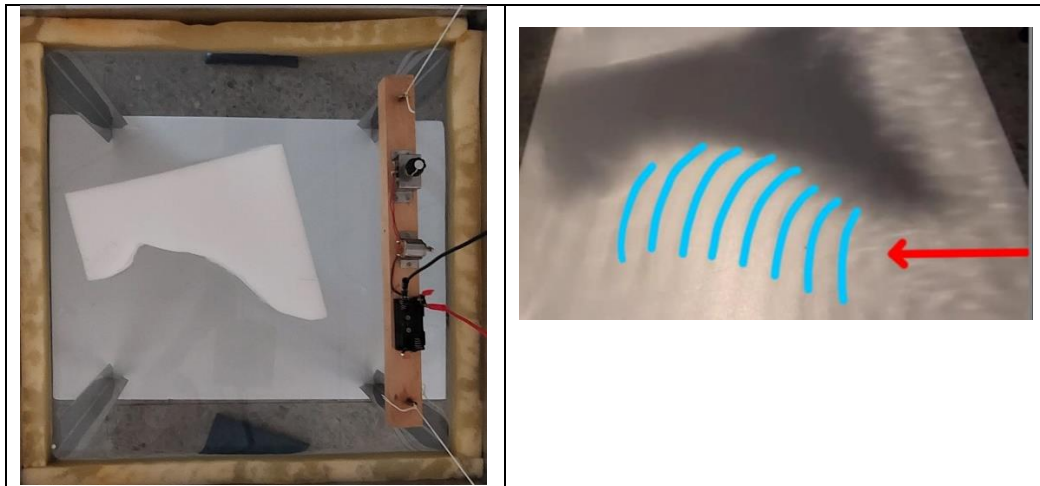
### 討論：

1. 由圖三十一、圖三十二發現沙崙海水浴場填海造陸後地形與地貌發生了巨大的改變，原本平順的海岸線巨變成有一凸出巨大岬角的海岸地形。
2. 由圖三十三至圖三十五發現沙崙海水浴場填海造陸的陸地面積比原先海水浴場北側岬角到南側岬角處的海域面積大了約一倍左右，甚至比現今的海域面積更大。
3. 由圖三十六可知填海造陸後的陸地使得沙崙海水浴場北側岬角延伸了約  $353\text{m}$  遠，甚至超出了沙崙海水浴場原有的戲水範圍，形成了一個巨大的岬角，這岬角影響了海流的流向與公司田溪溪水的排放。

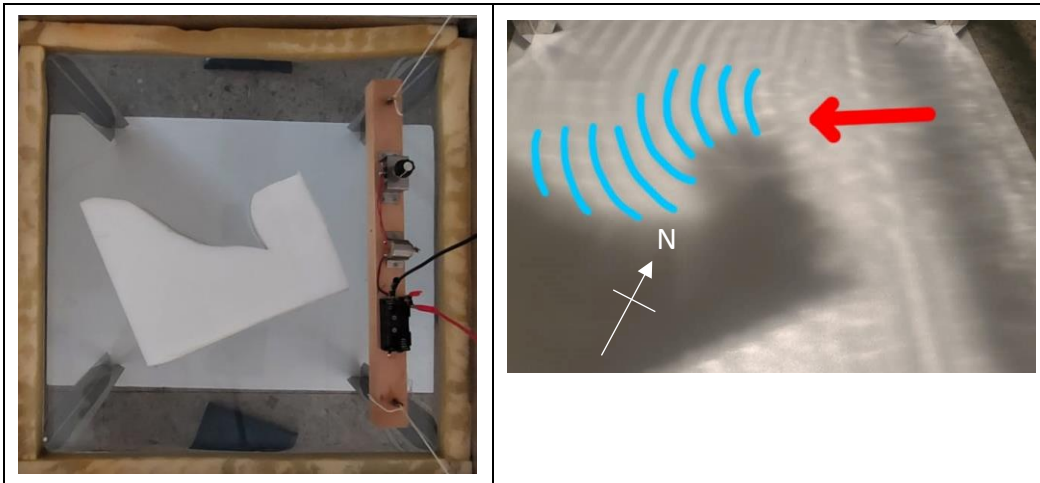
### 八、沙崙海水浴場填海造陸前、後海岸立體模型海流模擬實驗：



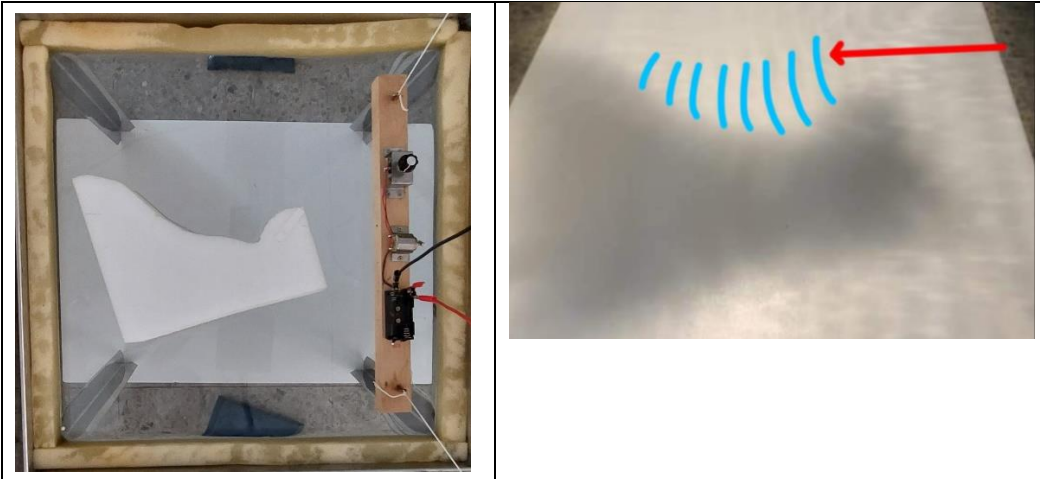
圖三十七、水流由西南側進入沙崙海水浴場填海造陸後的海岸立體模型水波圖



圖三十八、水流由西南側進入沙崙海水浴場填海造陸前的立體模型水波圖



圖三十九、水流由東北側進入沙崙海水浴場填海造陸後的立體模型水波圖



圖四十、水流由東北側進入沙崙海水浴場填海造陸前立體模型水波圖



### 結果：

1. 水流由西南側進入沙崙海水浴場填海造陸後的立體模型時，水流遇到南側岬角會轉彎繞射倒灌進入公司田溪出海口，再反射出海(如圖三十七)。
2. 水流由西南側進入沙崙海水浴場填海造陸前的立體模型時，水流遇到南側岬角會轉彎繞射順著海岸線至北側岬角處流出外海 (如圖三十八)。
3. 水流由東北側進入沙崙海水浴場填海造陸後的立體模型時，水流遇到北側岬角會轉彎繞射倒灌進入公司田溪出海口，再反射出海(如圖三十九)。
4. 水流由東北側進入沙崙海水浴場填海造陸前的立體模型時，水流遇到北側岬角繞射後，順著海岸線沿岸南下直至南側岬角時再折射出海 (如圖四十)。

### 討論：

1. 我們會設計這個實驗，排除海底地形不同深淺的變化純粹考慮地面海岸地形所形成的海流影響，主要是想觀察與了解沙崙海水浴場的離岸流和陸地海岸地形的關係，並了解是否因為填海造陸的關係，造成了現在沙崙海水浴場的離岸流。從實驗結果可知，當西南側的海流進入填海造陸後的沙崙海水浴場的海灣時，在公司田溪口延伸的約 353m 的防波堤與海岸線形成的鳥喙地形及明顯的岬角繞射使得到達此處的海水會產生迴流並倒灌與進入公司田溪，再繞射回在本實驗發現的離岸流區，再由離岸流區附近流出外海，此結果與有海底不同深淺變化的立體模型實驗所產生的結果相似。當水流由西南側進入沙崙海水浴場時，在填海造陸前模型北測海岸的岬角效應不明顯，大部分的海流沿著海岸向東北側流出外海。
2. 當海流由東北側進入填海造陸後的沙崙海水浴場模型時，北側凸出的人造陸地會形成明顯的岬角繞射波，使得水流繞射進入公司田溪口，再流出外海。反之，當水流進入尚未填海造陸的海岸模型時，因為北側的岬角較狹小，使得進入海灣的水流繞射進入公司田溪口不明顯，而是整個進入海灣的水流會沿著海岸地形順流而下至南側岬角時反射出海。

3. 海岸與海底的地形、風向等因素均會影響海流的流向。所以本實驗除了有海底地形的立體模型實驗外，我們也進行了無海底地形變化的海岸立體模型實驗。主要是因為沙崙填海造陸區域對於海水浴場是一巨大岬角的地形，這巨大的岬角由實驗證實它不僅改變了沙崙海水浴場的水流方向，形成了離岸流與亂流而被公告為危險區域。另一方面填海造陸形成的凸堤阻礙了公司田溪溪水外流入海的流向，使得溪水迂迴在海水浴場的北岸附近，進而汙染了整個沙崙海水浴場的水質。改變了海底生物的生態與人們遊憩場所的減少與限制。文化部台灣社區通「維護自然環境的社區案例－淡水海口沙崙地區之展望」的文章中有提到：「民國 65 年，政府的力量首次改變了沙崙社區原本的空間生活型態，在這裡開設了『沙崙海水浴場』.....沙崙海水浴場沙灘平廣，三面沙丘環抱，海水清澈，沙灘與深水區有相當的距離，在其間游泳及戲水安全無虞，當時每到夏季，海水浴場人潮洶湧.....然而政府的力量正再度影響社區的轉變，垃圾掩埋場、污水處理廠以及新市鎮的開發.....現代化的開發使得海水逐漸被嚴重的汙染，水質含銅量級生菌數變高，海岸新生地的填築更造成珊瑚礁海岸被毀、綠蠵龜被困，最後連最原始的漁業資源也破壞殆盡。導致沙崙海水浴場漸漸經營不善，原本平和的海域也開始出現暗流與激流，被列為危險水域後於民國 87 年關閉，淡海新市鎮也未如預期的成功，再也找不回的是原本美麗的貝殼沙海岸線及漁業經濟與社區。」沙崙海水浴場從過往美麗的海岸，變成幽愁種種的危險海灘，令人扼腕。

## 陸、結論

- 一、波長會因水深變淺而變短、波速變慢，水深變深則變長，而波速變快。當地形是凹形時，圓形的水波前進的方向會和海岸線相互垂直。遇到岬角會產生圓形波，這個情形跟凸形地形所產生的反射波類似。岬角的圓形波繞射對於沙崙海水浴場離岸流的產生扮演著重要的角色。
- 二、綜合本實驗結果、空拍圖、海底等深線圖、與五測量點離岸流方向圖的結果，我們訂出了沙崙海水浴場的離岸流區域為(25°11'25.50"北 121°25'1.66"東)、(25°11'19.91"北 121°24'49.64"東) 兩警戒點之間海岸(如圖四十一)，除了離岸流區外，周圍的海域也會有強勁的回流將戲水的人們帶至離岸流區在外流出海，因此整個沙崙海域如現今公告的是一危險海域，在此區域內千萬不可下水嬉戲，以免發生危險。
- 三、填海造陸的陸地在沙崙海水浴場形成巨大的岬角地形，改變海流流向，形成的離岸流與亂流。



圖四十一、沙崙海水浴場離岸流警戒區

## 柒、參考資料

- 一、柯一青 (2012/07/10) 維護自然環境的社區案例－淡水海口沙崙地區之展望  
<https://communitytaiwan.moc.gov.tw/Item/Detail/%E7%B6%AD%E8%AD%B7%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%92%B0%E5%A2%83%E7%9A%84%E7%A4%BE%E5%8D%80%E6%A1%88%E4%BE%8B%EF%BC%8D%E6%B7%A1%E6%B0%B4%E6%B5%B7%E5%8F%A3%E6%B2%99%E5%B4%99%E5%9C%B0%E5%8D%80?fbclid=IwAR25C-1W9L5DXugnwljR3-3psQjuQpRPZFGDy13l8Ih1yeutbiiJbW8IjBs>
- 二、frank (2013/07/28) 海邊戲水 先來認識「離岸流」  
<https://e-info.org.tw/node/87433>
- 三、維基百科 (無時間) 離岸流  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Wikipedia:%E5%85%B3%E4%BA%8E>
- 四、劉彥潔、陳婕昕、黃淳翎 (2015/3/12) 沙崙海水浴場的過去、現在與未來  
<https://www.facebook.com/groups/1175245086304499>
- 五、維基百科(無時間) 波濤  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B3%A2%E6%BF%A4>
- 六、徐筱筑(2012/3/13)沙崙海水浴場發展變遷的結構歷程分析  
<http://rportal.lib.ntnu.edu.tw:8080/server/api/core/bitstreams/44878b36-6f95-4021-876d-241a53dc49bb/content9%E5%9C%B0%E5%8D%80>
- 七、維基百科(無時間)沙崙海水浴場  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/>



附件：沙崙海水浴場之發展變遷

時間	事件	原因	結果
民國 13 年 (日治時期)	開闢為海水浴場	日治時期休閒娛樂之發展	
民國 34 年	中華民國接管	中華民國接管台灣	
民國 55 年	發生鯊魚噬人	當時未裝設攔鯊網	停止開放
民國 65 年	鎮公所申請浴場重新開放	淡水鎮公所向台灣省政府申請經營	吸引許多人潮
民國 80 年	開始傳出收入不佳	浴場設備老舊、公司田溪汗水排放、交通較其他北海岸浴場不便	面臨不同類型景點競爭、前往民眾變少
民國 85 年	浴場第一次停止開放	水質不符標準、國有財產局的租金追討	沙崙海水浴場發展仍不如預期
民國 86 年	填海造陸(建立垃圾掩埋場、汗水處理廠)	為新市鎮建設	水質汙染、生態遭破壞，平和海域開始出現暗流、激流
民國 86、87 年	重新開放	恢復正常經營	觀光效益仍不如預期
民國 88 年	浴場再度停止開放	經營不善、水質問題、海域暗藏激流	淡水鎮公所漸漸放棄沙崙海水浴場的經營
民國 93 年	淡水鎮公所撤銷浴場經營權	經營不善所苦	將發展希望轉向台北縣政府
民國 94 年	轉由台北縣政府統籌規劃	淡水鎮公所撤銷浴場經營權	計畫將當地轉為文化創意園區
民國 95 年	被列為台灣十大危險水域(民 87 就已被列為)	溺斃事件頻傳	仍有不少人前往戲水
民國 97 年	通過將其轉變為文化創意園區	台北縣政府都市計畫委員會同意	至今還未動工
民國 101 年	5 國中生於此溺斃	其前往戲水	政府下達禁泳令，並關閉沙崙海水浴場
民國 112 年	市議員建議逐步開放水域	市府經濟發展局進行海象調查，結果顯示，每年五月至九月海域屬於低度風險	觀光旅遊局回應，已經會議討論，研議開放的可能性

## 【評語】 030502

波的折射跟流場本身的關係可以再深入探討。實驗結果做的不錯，參  
展者自身對於主題了解度很不錯。

模型大小與實際的比例尺要列出來，及探討所產生的誤差問題。

# 作品海報



An aerial photograph of a coastal city, likely Keelung, Taiwan. The city is built on a hillside overlooking a bay. The water is a vibrant blue, and a sandy beach is visible. In the foreground, there are decorative elements: stylized coral in red and yellow on the left, and green seaweed and yellow coral on the right. Several small blue fish icons are scattered in the water. The text is overlaid on the image in a stylized, purple font with a white outline and a drop shadow.

步步驚魂———  
沙崙海水浴場的美麗與幽愁



## 摘要

本研究主要探討淡水區沙崙海水浴場離岸流的特性與成因。透過專訪了解到2012年所發生的5位學生溺水事件中，學生落海的位置與溺水倖存者對當時海流的描述。接著從沙崙海水浴場海底等深線圖製作立體地形模型，觀察保麗龍球和紅墨水在模型中隨著水波移動與擴散的情形，再實際踏查並空拍海水浴場海水的流動狀況。我們發現：沙崙海水浴場有離岸流，這個離岸流區大約在(25°11'25.50"北 121°25'1.66"東)、(25°11'19.91"北 121°24'49.64"東)兩警戒點之間的海岸線，而其他區域也存在著迴向離岸流區的環流，因此強烈建議在沙崙海水浴場須嚴禁下水活動。沙崙海水浴場離岸流主要是由填海造陸後形成的巨大岬角地形所產生，若沒有人工的改變，原來的海流會順著海岸線進出沙崙海水浴場海灣。

## 壹、研究動機

沙崙海水浴場曾是北台灣的熱門景點，每逢炎炎夏日前往戲水的民眾不少(如圖一1)。但因經營不善、水質汙染嚴重、海域漩渦暗流多，導致多年來發生至少10起溺水案，尤其是在2012年暑假期間，發生8名學生落水，其中有5人溺死的意外，新北市政府後來關閉浴場，至今仍未開放，於是現在的浴場變得空曠無人，十分冷清(如下圖一右2)。我們專訪了當時負責處理溺水事件的學務主任，根據他的描述，當時學生落水以後，感覺自己不斷的被海流往外海帶出，即使是本身會游泳的學生，也無法游回，而這些落難的學生大部分都是在海水浴場的偏南海面尋回。於是我們依照主任所說的，上網搜尋相關資料，發現落難學生當時感受到的那股強勁海流或許是離岸流？於是我們做出沙崙海水浴場海底等深線的立體模型，搭配水波槽製造水波模擬海水的流動，試著解開沙崙海水浴場迂迴曲折的離岸流流向與所在位置。並藉由這樣的研究結果，提醒人們到海水浴場的時候注意自身的安全。



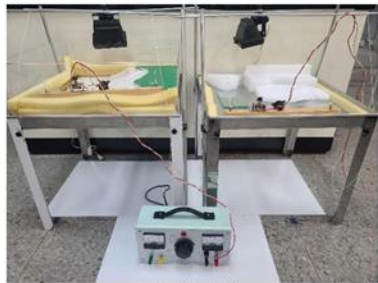
圖一、沙崙海水浴場過去與現在景象(1為過去、2為現在)

## 貳、研究目的

- 一、了解水波流經深淺不同、岬角、凹形及凸形等地形時水波變化的情形。
- 二、找出沙崙海水浴場的危險暗流區域與可能成因並提供警語。

## 參、研究設備與器材

項目	數量	單位	項目	數量	單位
水波槽	2	組	珍珠板	25	片
鹵素燈	2	個	保麗龍球	1	包
電源供應器	1	台	延長線	1	個
起波器	2	個	海綿條	8	條
壓克力水缸 54*54*20cm <sup>3</sup>	1	座	棉線	4	條
玻璃片	6	片	梯形木塊	6	塊
保麗龍	6	塊	雙面膠	2	捆
空拍機	1	台	手機	1	支
			紅墨汁	1	瓶



水波槽

海岸地形模型

圖二、實驗設備

## 肆、研究過程與方法



圖三、實驗流程圖



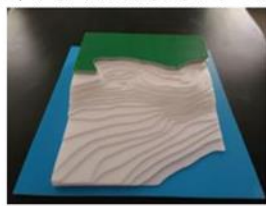
圖四、實驗名詞、方位定義與說明圖



圖五、實驗名詞、方位定義與說明空拍圖

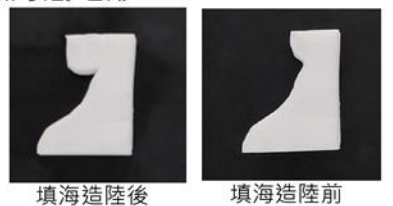
## 二、模型定義：

1. 沙崙海水浴場海底立體模型：  
有不同深淺的海底地形



圖六、沙崙海水浴場海底立體模型

2. 沙崙海水浴場海岸立體模型：  
無海底地形



填海造陸後 填海造陸前

圖七、沙崙海水浴場海岸立體模型

## 三、研究限制與規範：

- (一)本實驗以夏季西南季風為研究範圍西南方海流及東北季風的東北方海流。
- (二)本研究在水波槽中進行的觀察實驗均至少重複三次，取其最穩定代表模式，揭示於報告之中。



圖八、架置完成的實驗設備

## 伍、研究結果與討論

### 一、人物專訪訪問當時負責處理溺水事件的學務主任：

- 作者：請問主任當時學生落海的位置在哪裡？  
主任：從海水浴場的側門進入往左走大約200公尺左右的海面上，當時救難中心就是設置在他們落海位置的岸上(如下圖九)。
- 作者：倖存者所描述當時的情況為何？  
主任：落水後感覺被不斷地被海流往外海帶走，曾試著往岸上游回，但是不論如何用力划水，都無法游回岸邊。
- 作者：那些罹難者後來是在沙崙海水浴場的何處被尋獲的呢？  
主任：有一、二位在落海處的南側海面上。

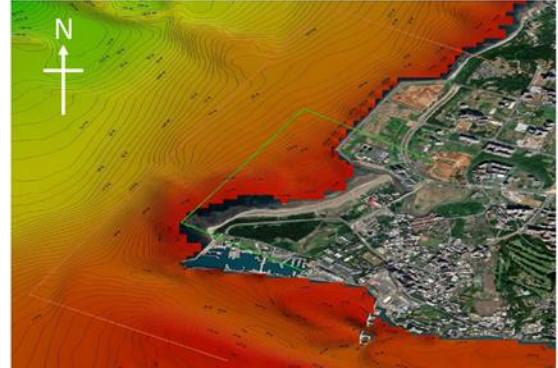
註：學務主任於專訪後，特地陪我們走訪一趟沙崙海水浴場，確認當時整個事件的相關位置。



圖九、2012年沙崙溺水事件救難中心與溺水位置圖

### 二、規劃沙崙海水浴場研究區域與實體模型製作：

(一)國家海洋研究院提供2022年5月沙崙海水浴場等深線圖



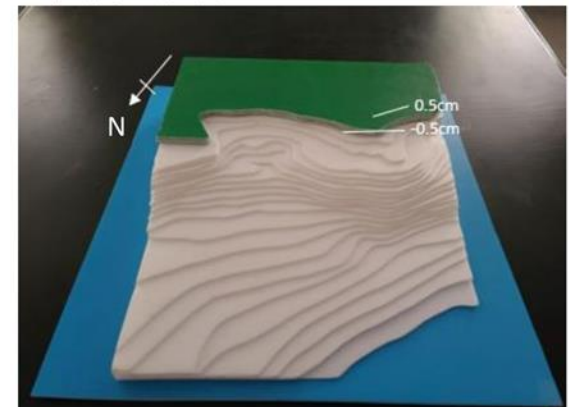
圖十、沙崙海水浴場海底等深線圖

(二)訂定研究範圍：



圖十一、沙崙海水浴場的研究範圍圖

(三)由地面0.5公尺開始，製作長寬為40cm\*49cm、等高線間距1公尺的海底模型，即每下降1公尺製作一片海底模型直至海底下-20.5公尺的立體模型。

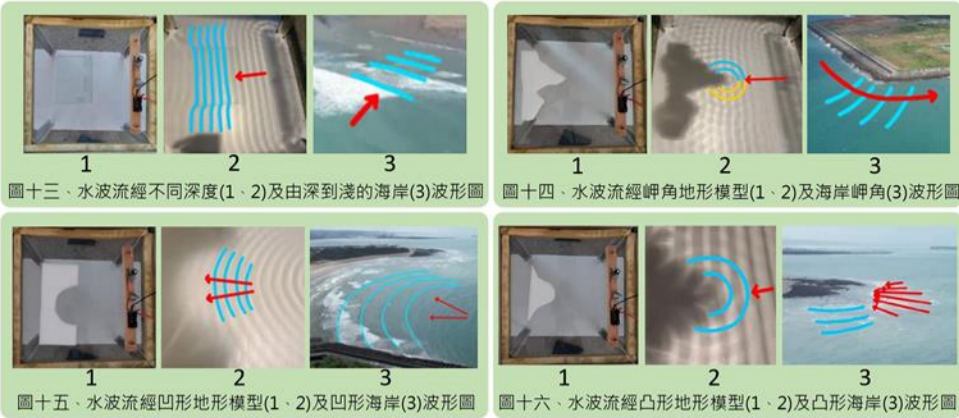


圖十二、沙崙海水浴場海底等深線圖立體模型



### 三、觀察水波流經深淺不同、岬角、凹形及凸形的模型時水波的變化情形：

(一)依序將厚約1公分的長方形玻璃片、岬角、凹形及凸形等四種形狀的立體模型分別放入水波槽內，啟動起波器觀察水流流經時的波動變化情形，並與海面空拍圖相互比對：

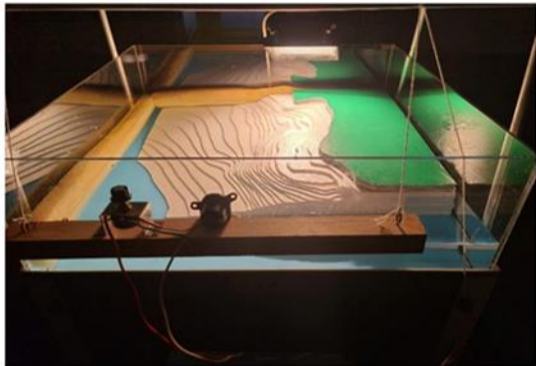


#### 結果與討論：

水波在行經長方形玻璃片時，因水深變淺，所以波長變短、波速變慢(如圖十三)。波遇到岬角則是會產生圓形波(如圖十四)折射後會沿著岬角的邊緣繞射前進。圓形波進入凹形模型時，(如圖十五)，會產生平行於凹形模型的水波，即波前進方向會垂直海岸線。水流流經凸形模型時會產生類似海岸岬角的圓形波(如圖十六)，這個情形跟凸形地形所產生的反射波類似。這些模型是我們一般常見的海岸地形。

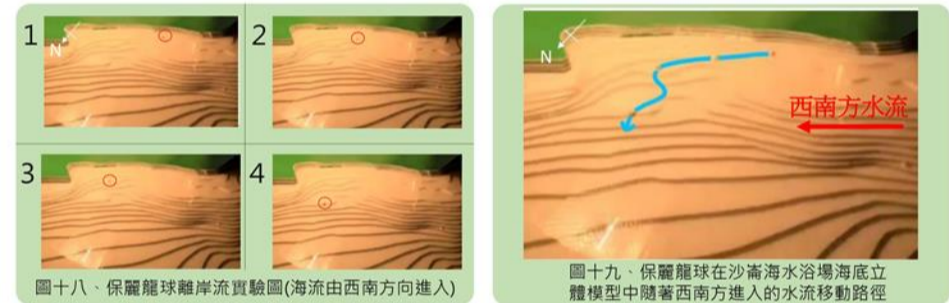
### 四、沙崙海水浴場立體模型海流模擬實驗：

(一)利用珍珠板與水波槽組合出沙崙海水浴場的水流觀測模型。

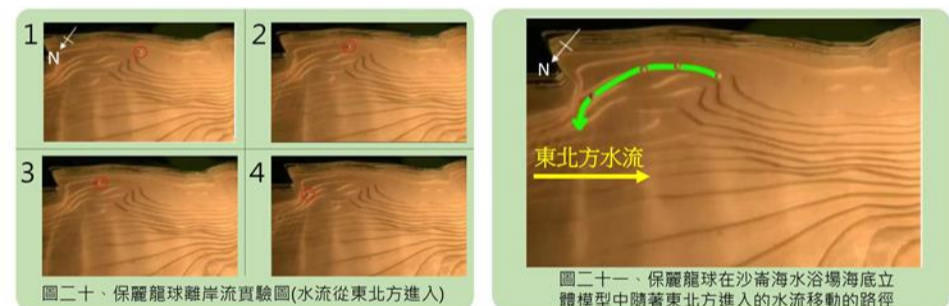


圖十七、沙崙海水浴場水流觀測實驗立體模型

(二)將水波由海水浴場模型的西南側進入，放置保麗龍球於海水浴場南側海灣處(如圖十八)觀察保麗龍球在模型水面上的移動路徑。



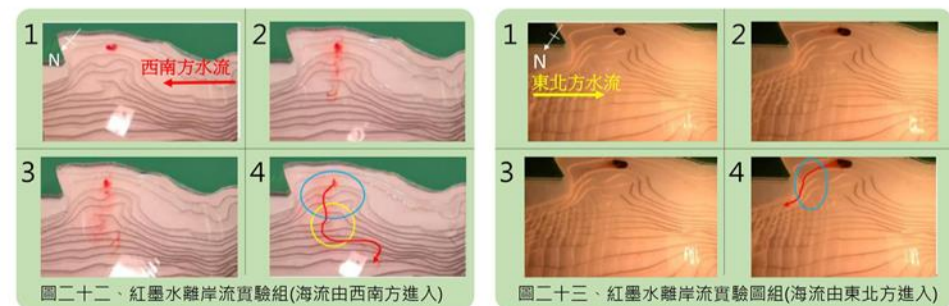
(三)將水波由海水浴場的東北側進入，並放置保麗龍球於海水浴場南側海灣處(如圖二十)，觀察保麗龍球在模型中水面的移動路徑。



#### 結果與討論：

1.當水波由沙崙海水浴場海底立體模型的西南方進入時，如真實情境中主要的夏季海流方向。保麗龍球在模型中隨著水流沿著圖十九中的藍色路徑移動至深水處而形成離岸流。  
2.當水波由沙崙海水浴場海底立體模型的東北方進入時，如真實情境中主要的冬季海流方向。保麗龍球在沙崙海水浴場模型中隨著水流沿著圖二十一中的綠色路徑移動至模型的深水處而形成離岸流。而此離岸流與海流由西南方進入模型中形成的離岸流比較有偏北的情形。

(四)將紅色墨汁滴入模型中的離岸流區，紅墨水擴散流散情形。



#### 結果與討論：

紅墨汁的擴散與流動情形和保麗龍球漂移的路徑是相似的，而且從西南方和東北方進入的水流所產生的離岸流現象也大致相同，證實我們推測的離岸流區如右圖中的水下灘尖處向外擴張延伸的區域，此區域至水深-4.5公尺處，會有急遽變化的地形，此區域會使得紅墨汁迅速紊亂的擴散，可能是一個亂流區(如右圖二十四黃圈處)，由此可知海底地形會影響海流的流向。

### 五、沙崙海水浴場踏查與空拍紀錄：

(一)沙崙海水浴場踏查觀察海水域場周遭地形地物及海沙紋路與風向的關係。



圖二十五、沙崙海水浴場的地形地物及海沙紋路與海風風向夾角圖

#### 結果與討論：

1.沙崙海水浴場因為禁止進入活動，所以平時人煙稀少。  
2.由圖二十五發現海沙紋路與海風吹像是相互垂直的，因此海底柔軟的泥沙排列方向與海水的流向應與陸沙排列及陸風吹拂方向的關聯性相似，即兩者大約相互垂直的關係，利用此現象我們透過右圖二十六國家海洋研究院提供的海底等深線圖，由海底海沙排列畫出的等深線圖，白色線所描繪出的路徑圖，即為離岸流方向，而此流向與本實驗所做的觀察結果相符。  
3.由右圖二十六沙崙海水浴場等深線圖紅圈處的離岸流區向外海延伸至等深線-3公尺處之後有一不規則的地形，此處應極有可能是產生亂流的地方(如右圖二十六的黃圈處)。



圖二十六、沙崙海水浴場離岸流與亂流區

(二)沙崙海水浴場海岸空拍：



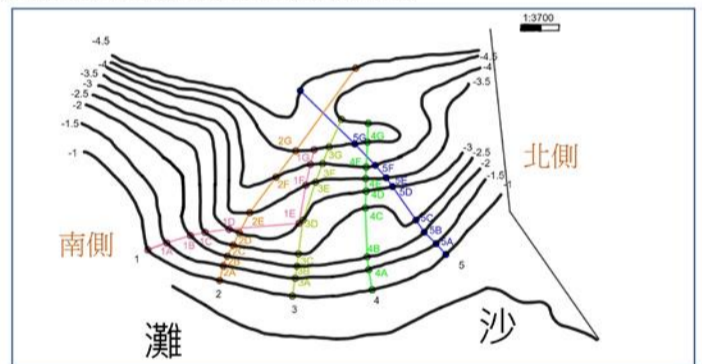
圖二十七、沙崙海水浴場北側岬角、海岸中間、南側岬角由陸地向海面空拍圖

圖二十八、沙崙海水浴場北側岬角、海岸中間、南側岬角由海面向陸地空拍圖

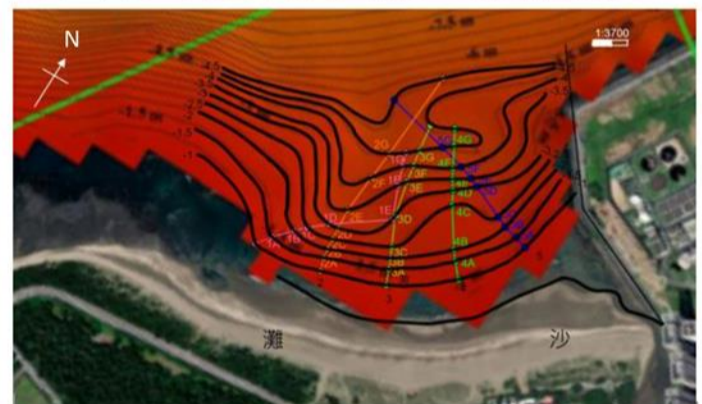
#### 結果與討論：

1.利用空拍圖可以發現沙崙海水浴場的離岸流皆出現在空拍圖中的紅圈處，圖中看似風平浪靜、水流平緩的海面。離岸流表面看似風平浪靜，實際上是暗潮洶湧，主要是因為匯集後的強勁水流退回海中時會與外海進入海岸的海流相互抵銷。因此，許多在海灘嬉戲的民眾，容易認為平靜的海面是安全的，所以喜歡在這些危險區域活動，因而發生意外。  
2.經比對空拍相片中的紅圈處與本實驗設計的沙崙海水浴場立體模型實驗所呈現的離岸流處，及海底等深線圖所呈現的離岸流區(如圖二十六紅圈處)，發現沙崙海水浴場確實存在著表面平靜但水下卻暗潮洶湧的可怕離岸流。

### 六、沙崙海水浴場五個測量點離岸流方向圖：



圖二十九、沙崙海水浴場五個測量點離岸流方向圖



圖三十、沙崙海水浴場五個測量點離岸流方向空拍實景圖

#### 結果與討論：

發現 5 個測量點所產生海流折射線的偏移方向均朝著本實驗所觀測出來的離岸流區集中流至外海。藉由折射路線的偏移方向再次驗證離岸流存在的區域，與模型實驗及空拍圖的離岸流區相符(如圖二十九、三十)。

### 七、沙崙海水浴場1993年填海造陸前及1997年填海造陸後的沙崙海水浴場的變化情形比較：

(一)Timelapse in Google Earth沙崙海水浴場1993年填海造陸前及1997年填海造陸後的空拍圖：



圖三十一、Timelapse in Google Earth的沙崙海水浴場填海造陸前空拍圖

圖三十二、Timelapse in Google Earth的沙崙海水浴場填海造陸後空拍圖



(二)沙崙海水浴場填海造陸的陸地面積、北側岬角到南側岬角處填海造陸前、後的海域面積：



圖三十三、沙崙海水浴場填海造陸的陸地面積



圖三十四、沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角到南側岬角處的海域範圍



圖三十五、沙崙海水浴場填海造陸前北側岬角到南側岬角處的海域範圍

(三)利用Google Earth的尺規功能測量出沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角延伸的長度。

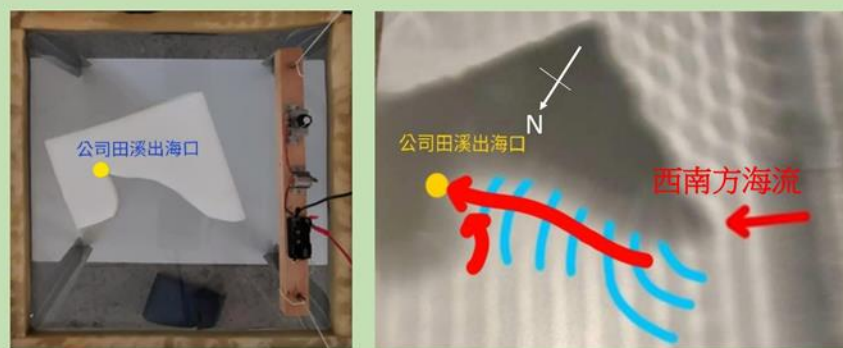


圖三十六、沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角延伸的長度

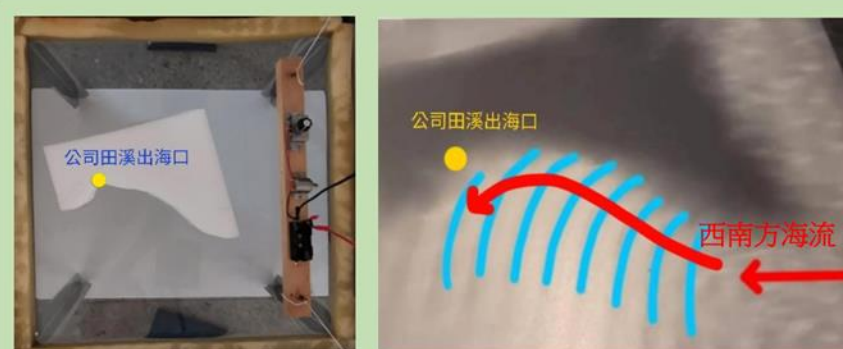
### 結果與討論：

- 由圖三十一、圖三十二可明顯看出沙崙海水浴場填海造陸前、後的陸地面積與形狀改變。沙崙海水浴場填海造陸後地形與地貌發生了巨大的改變，原本平順的海岸線巨變成有一凸出巨大岬角的海岸地形。由圖三十三可知沙崙海水浴場填海造陸的陸地面積約333893m<sup>2</sup>。由圖三十四、圖三十五可知沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角到南側岬角處的海域範圍約316925m<sup>2</sup>，而沙崙海水浴場填海造陸前北側岬角到南側岬角處的海域範圍則約153570m<sup>2</sup>。沙崙海水浴場填海造陸的陸地面積比原先海水浴場北側岬角到南側岬角處的海域面積大了約一倍左右，甚至比現今的海域面積更大。
- 由圖三十六可知沙崙海水浴場填海造陸後北側岬角延伸的長度約353 m。甚至超出了沙崙海水浴場原有的戲水範圍，形成了一個巨大的岬角，這岬角影響了海流的流向與公司田溪溪水的排放。

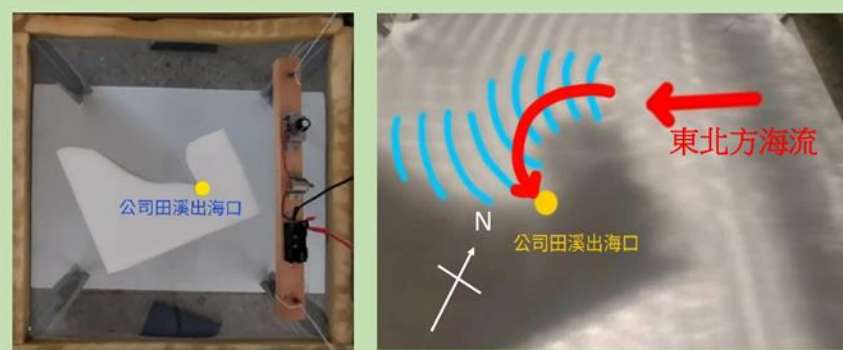
### 八、沙崙海水浴場填海造陸前、後海岸立體模型海流模擬實驗：



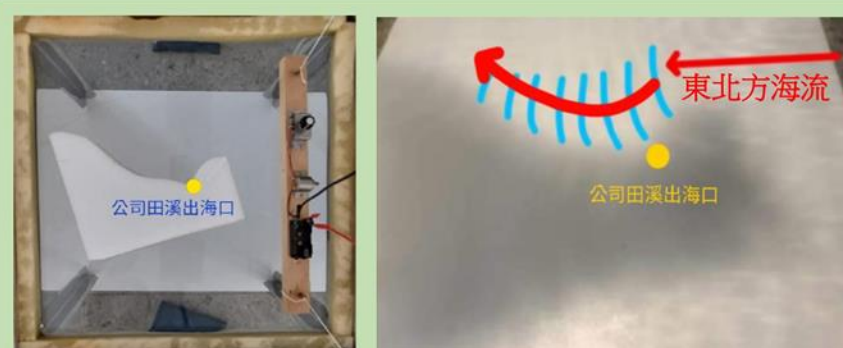
圖三十七、水流由西南側進入沙崙海水浴場填海造陸後的海岸立體模型水波圖



圖三十八、水流由西南側進入沙崙海水浴場填海造陸前的海岸立體模型水波圖



圖三十九、水流由東北側進入沙崙海水浴場填海造陸後的海岸立體模型水波圖



圖四十、水流由東北側進入沙崙海水浴場填海造陸前的海岸立體模型水波圖

### 結果與討論：

- 從實驗結果可知，當西南側的海流進入填海造陸後的沙崙海水浴場的海灣時，在公司田溪口延伸的約353 m的防波堤與海岸線形成的鳥喙地形及明顯的岬角繞射使得到達此處的海水會產生迴流並倒灌與進入公司田溪，再繞射回在本實驗發現的離岸流區，再由離岸流區附近流出外海(如圖三十七)。此結果與有海底不同深淺變化的立體模型實驗所產生的結果相似。當水流由西南側進入沙崙海水浴場時，在填海造陸前模型北側海岸的岬角效應不明顯，大部分的海流沿著海岸向東北側流出外海(如圖三十八)。
- 當海流由東北側進入填海造陸後的沙崙海水浴場模型時，北側凸出的人造陸地會形成明顯的岬角繞射波，使得水流繞射進入公司田溪口，再流出外海(如圖三十九)。反之，當水流進入尚未填海造陸的海岸模型時，因為北側的岬角較狹小，使得進入海灣的水流繞射進入公司田溪口不明顯，而是整個進入海灣的水流會沿著海岸地形順流而下至南側岬角時反射出海(如圖四十)。
- 海岸與海底的地形、風向等因素均會影響海流的流向。所以本實驗除了有海底地形的立體模型實驗外，我們也進行了無海底地形變化的海岸立體模型實驗。主要是因為沙崙填海造陸區域對於海水浴場是一巨大岬角的地形，這巨大的岬角由實驗證實它不僅改變了沙崙海水浴場的水流方向，形成了離岸流與亂流而被公告為危險區域。另一方面填海造陸形成的凸堤阻礙了公司田溪溪水外流入海的流向，使得溪水迂迴在海水浴場的北岸附近，進而汙染了整個沙崙海水浴場的水質。改變了海底生物的生態與人們遊憩場所的減少與限制。
- 文化部台灣社區通「維護自然環境的社區案例 - 淡水海口沙崙地區之展望」的文章中有提到：「民國65年，政府的力量首次改變了沙崙社區原本的空間生活型態，在這裡開設了『沙崙海水浴場』.....沙崙海水浴場沙灘平廣，三面沙丘環抱，海水清澈，沙灘與深水區有相當的距離，在其間游泳及戲水安全無虞，當時每到夏季，海水浴場人潮洶湧.....然而政府的力量正再度影響社區的轉變，垃圾掩埋場、污水處理廠以及新市鎮的開發.....現代化的開發使得海水逐漸被嚴重的汙染，水質含銅量級生菌數變高，海岸新生地的填築更造成珊瑚礁海岸被毀、綠蠵龜被困，最後連最原始的漁業資源也破壞殆盡。導致沙崙海水浴場漸漸經營不善，原本平和的海域也開始出現暗流與激流，被列為危險水域後於民國87年關閉，淡海新市鎮也未如預期的成功，再也找不回的是原本美麗的貝殼沙海岸線及漁業經濟與社區。」沙崙海水浴場從過往美麗的海岸，變成幽愁種種的危險海灘，令人扼腕。

### 陸、結論與建議

- 波長會因水深變淺而變短、波速變慢，水深變深則變長，而波速變快。當地形是凹形時，圓形的水波前進的方向會和海岸線相互垂直。遇到岬角會產生圓形波，這個情形跟凸形地形所產生的反射波類似。岬角的圓形波繞射對於沙崙海水浴場離岸流的產生扮演著重要的角色。
- 填海造陸的陸地在沙崙海水浴場形成巨大的岬角地形，改變海流流向，形成了離岸流與亂流。
- 綜合本實驗結果、空拍圖、海底等深線圖、與五測量點離岸流方向圖的結果，我們訂出了沙崙海水浴場的離岸流區域為(25°11'25.50"N 121°25'1.66"E)、(25°11'19.91"N 121°24'49.64"E)兩警戒點之間海岸(如圖四十一)，除了離岸流區外，周圍的海域也會有強勁的回流將戲水的人們帶至離岸流區在外流出海，因此整個沙崙海域如現今公告的是一危險海域。最近有市議員向市政府提出希望能開放沙崙海水浴場，從本研究結果建議：如果要開放沙崙海水浴場民眾可以在岸上進行活動，但應讓他們了解離岸流及亂流的危險性與所在區域，在沙崙海域須嚴禁下水活動以確保民眾的人身安全。



圖四十一、沙崙海水浴場離岸流警戒區

### 柒、參考資料

- 柯一青 (2012/07/10) 維護自然環境的社區案例 - 淡水海口沙崙地區之展望<https://communitytaiwan.moc.gov.tw/Item/Detail/> 維護自然環境的社區案例 - 淡水海口沙崙地區
- frank (2013/07/28) 海邊戲水 先來認識「離岸流」  
<https://e-info.org.tw/node/87433>
- 維基百科(無時間) 離岸流  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Wikipedia:關於>
- 劉彧潔、陳婕昕、黃淳翎 (2015/3/12) 沙崙海水浴場的過去、現在與未來  
<https://www.facebook.com/groups/1175245086304499>
- 徐筱筑(2012/3/13)沙崙海水浴場發展變遷的結構歷程分析  
<http://portal.lib.ntnu.edu.tw:8080/server/api/core/bitstreams/44878b36-6f95-4021-876d-241a53dc49bb/content>
- 維基百科(無時間)沙崙海水浴場  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/沙崙海水浴場>