

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

第三名

031734

潮起潮落-流水「浯」情

學校名稱：金門縣立金城國民中學

作者：	指導老師：
國一 李根宏	黃靜柯
國一 盧禮正	許績川
國一 黃心潔	

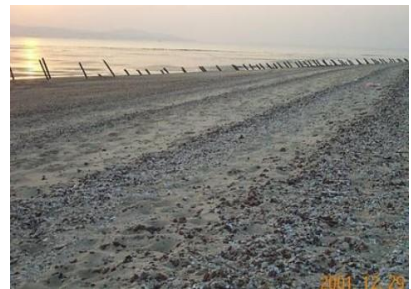
關鍵詞：浯江溪 潮汐流 金門地質

潮起潮落 流水「活」情

摘要：

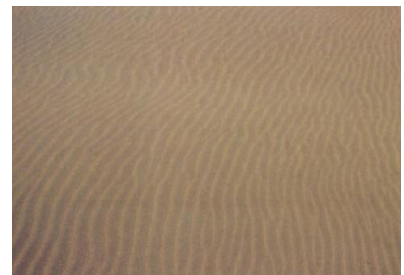
金門，古稱「浯洲、浯島、浯江、浯海、滄浯」；位於福建省東南九龍江口，四面環海，東、南鄰接台灣海峽，西、北與大陸一水之隔。

海，是一切的源頭，浪起、浪落，無論是驚濤拍岸，或是搖曳生姿，總是令人著迷，有時看到瘋狗浪捲人入海而喪失生命，有時看見人在海上衝浪充滿著刺激，享受挑戰自然的快感。而水在流動時經常會「偷」點東西，流速慢了，就將東西放下來，久而久之，自然就形成許許多多的沙灘景觀，這美麗的景觀，激發了我們探訪地形的奧妙，深入了解這美麗的「地形」。不同的實驗，不同的觀察，解開一道道的「迷」，從實驗中，又可以了解水是如何的「帶」及「放」的。站在岸邊望著澎湃洶湧的波濤自遙遠滾滾而來，而隨著這些浪潮而來的，不是那一條條的海草，也不是一粒粒的沙，而是我們好奇的心。



壹、研究動機：

去年八月的生活考驗營，經歷海中沙坪生態洗禮、蚵田軟泥的淬鍊；十月的秋高氣爽，天氣宜人的日子裡，根宏、禮正和同學們一起再度漫步學校近郊的海濱公園，沿著石道邊走邊閒聊，清風徐徐，迎面吹拂，欣賞著海邊的風景，望著退潮的海上，留下一個個壯觀的景象，沙灘上躺著一條條的水波紋路，公園南側石道旁邊還凸出來一大片扇型沙灘來，這樣如此壯觀的景象，為什麼之前都沒注意？又為甚麼會突出一片沙灘呢？其它地方為甚麼沒有呢？我們想想，如果是海浪帶上來的，它又是如何將這些東西帶上來的呢？為什麼會造成這樣的景象？可是，憑空想像總不完全是對的，所以我們決定以觀察、實驗來證實它，來發現為什麼潮退時海灘上會有凸出的一塊塊沙丘？而這帶的沙丘異於別地嗎？抱著疑惑，開始我們艱辛歷程。



貳、研究目的：

一、瞭解金門海岸地質與砂灘分布狀況。

(二)結果：

表一：金門海岸沙灘地質觀測：

序	地點	地質描述	砂灘寬度	備註
1	田浦--大地	田浦位於金門東海岸小半島型突出地，為花岡麻岩上覆土壤，岸邊為岩礁(部分曾被採礦)及南北兩側之許白灣、狗嶼灣均為石英砂灘，低潮線現仍為石英質砂粒	152 m	東海岸
2	溪邊--峰上	花岡麻岩上覆土壤，溪邊海水浴場東岸與峰上海岸為兩岩礁入海構成內灣，為坡度平緩的石英砂灘，偶夾有貝類外殼。	162 m	東海岸
3	料羅東海岸	花岡麻岩上覆土壤，曾大量採礦，留下斷崖峭壁，岸邊為岩礁入海，偶見小砂灘。	20 m	東海岸
4	料羅--新頭海岸	石英砂灘含貝殼類、石英，高潮線上的砂質較細	80 m	南海岸
5	成功	石英砂灘含貝殼類、石英，有豐富蛤類、螺類生物，風浪過後常見較深海的螺殼混於沙中	164 m	南海岸
6	后湖	石英砂灘含貝殼類、石英，有豐富蛤類、螺類生物，風浪過後常見較深海的螺殼混於沙中	182 m	南海岸
7	歐厝	石英砂灘含貝殼類、石英，有豐富蛤類、螺類生物，風浪過後常見較深海的螺殼混於沙中	153 m	南海岸
8	水頭西南海岸	有多處岸上的花岡麻岩岩礁深入海中，岩礁間為純度頗高的石英砂灘，貝類殼極少，砂灘會隨季節增減。	120 m	西南海岸
9	水頭內灣	濱上為紅土及砂灘含貝殼類、石英，砂灘外為寬闊的泥質地形，未來將被商港取代而消失。	36 m	西海岸
10	建功嶼(東)	砂灘含貝殼類、石英，石板步道穿越寬闊的泥質地形與夏墅連接，沙灘向北延伸穿入蚵田區	62 m	西海岸
11	建功嶼(西)	岩礁露頭，砂灘區域較小，含貝殼類、石英，約 20m 外為蚵田區	20 m	西海岸

12	夏墅	海岸邊陡峭，除局部岩磐露頭，大部分可看出花岡片麻岩風化產物、黏土礦物，砂灘含貝殼類、石英，餘為泥質地形	20 ~ 32 m	西海岸
13	海濱公園 東側	砂灘突出呈扇形，靠大海側較平緩，靠內陸側砂堆砌較陡，餘為泥質地形	扇形 長：57 m 寬：36 m	西海岸
14	金門運動 場東側	平整砌石堤岸，有一砂灘突出呈扇形延伸進入紅樹林區，靠大海側較平緩，靠內陸側砂堆砌較陡，餘為泥質地形	扇形 長：43 m 寬：26 m	西海岸
15	下埔下海 濱	濱上為紅土，土堤岸陡峭，砂灘含貝殼類及石英碎石，餘為泥質地形	38 m	西海岸
16	湖下	砂灘含貝殼類及石英碎石，餘為泥質地形中出現砂坪之地形(砂汕)	64 m	西海岸
17	古寧頭烏 沙頭	砂灘含貝殼類及石英碎石，餘為泥質地形	84 m	西海岸
18	壟口	砂灘含貝殼類、石英、含紅褐鐵核碎粒，餘為泥質地形中，蚵田區	72 m	北海岸
19	後沙	砂灘含貝殼類、石英、含紅褐鐵核碎粒，餘為泥質地形，蚵田區	78 m	北海岸
20	浦邊	砂灘含貝殼類、石英、含紅褐鐵核碎粒，餘為泥質地形中，蚵田區	0 m	北海岸
21	西園	小海灣內礁岩甚多，砂灘窄含貝殼類、石英，其餘為泥質地形，	西：12 m 東：34 m	北海岸
22	官澳	海灣內之砂灘含貝殼類、石英，寬度小，其餘為泥質地形，即將完成至馬山的海灣中的外環道即將分隔成內湖與外海；馬山東側海灘，砂質為石英	14 m	北海岸 馬山為一 半島型
23	青嶼	岩礁羅列，砂灘寬度頗廣，由貝類外殼、石英等物體所組成	86 m	東北角海 岸
附註				



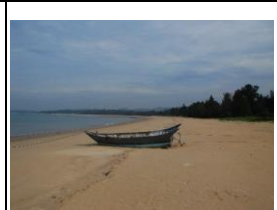
東海岸潮去地景





溪邊--峰上 海域



東海岸岩礁區



料羅海灘

			
南海岸砂灘地景	水頭內灣	夏墅濕地	下埔下泥質潮間帶
			
慈湖外灘	含鐵質岩石海岸區	浦邊濕地	官澳內灣砂灘

(三)討論：

- 金門位於福建九龍江口海灣中，古稱「浯洲、浯島、浯江、浯海、滄浯」。明太祖洪武 20 年(西元 1387 年)，江夏侯周德興屯戍海疆，為防倭患，在島上置「守禦千戶所」，築城設寨。因其形勢「固若金湯，雄鎮海門」，故有「金門」之稱。由於島東中部有太武山，山勢雖不高亢，但自海上遠望，山形蜿蜒，若仙人倒地，故云：「浯江斷嶼入海水，仙人倒地臥不起」。因此，太武山別名「仙山」，金門又稱「仙洲」。
- 金門島之東海岸的地形與水頭西南海邊均為突出岩礁及內灣型的石英砂灘，大退潮後仍為石英砂灘，不見泥質灘地，應受較強的海流影響。
- 料羅南海岸、成功、后湖、歐厝等村落的南海域，大退潮後仍是石英砂與碎貝殼所組成，高、低潮線的距離超過 100 公尺以上；成功以西沙灘坡度平緩。
- 西海域自水頭內灣經建功嶼、下埔下、湖下、古寧頭烏沙頭，退潮後，裸露砂灘的寬度約 20~30 公尺，往低潮線均為泥質地形，面積廣闊平坦，淺水區為自然生態生物會集處，較深處為蚵民養蚵區。
- 北海域自古寧頭經安岐、壟口、后沙，裸露砂灘寬度約 60~80 公尺，砂中含頗多的紅褐色鐵核、礫岩；自瓊林、浦邊、洋山、西園、官澳，退潮後，裸露砂灘的寬度約 20~30 公尺；整個區域(后江灣)往低潮線均為泥質地形，生態資源極為豐碩。
- 波浪會以巨大的力量衝撞岸邊，將岩石或護坡搗成碎塊，或將空氣猛然灌入裂隙中，時日久而久之，波浪就下切峭壁，在硬岩刻蝕成平台，甚至將凹凸不平的石塊，改變成平滑的小圓石或砂子，沉積於岸邊或隨海水流往他處。



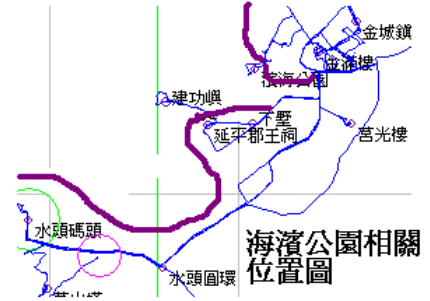
7.當季節風吹過水面時，使水開始移動。由於地球的自轉，因此水流的路線會因科氏力而改變：在北半球海流以順時鐘方向循環，而在南半球海流以逆時鐘方向循環；加上沿岸流、潮汐流等海流，會將泥、沙攜往迎來，侵蝕、搬運、沉積，循環運作，營造優美的金門海岸景觀。

二、金門浯江溪口之地質與水文環境觀察：

(一)觀察：了解學校旁沙灘地質與海水流動方向(水文)的情形。

(二)步驟：

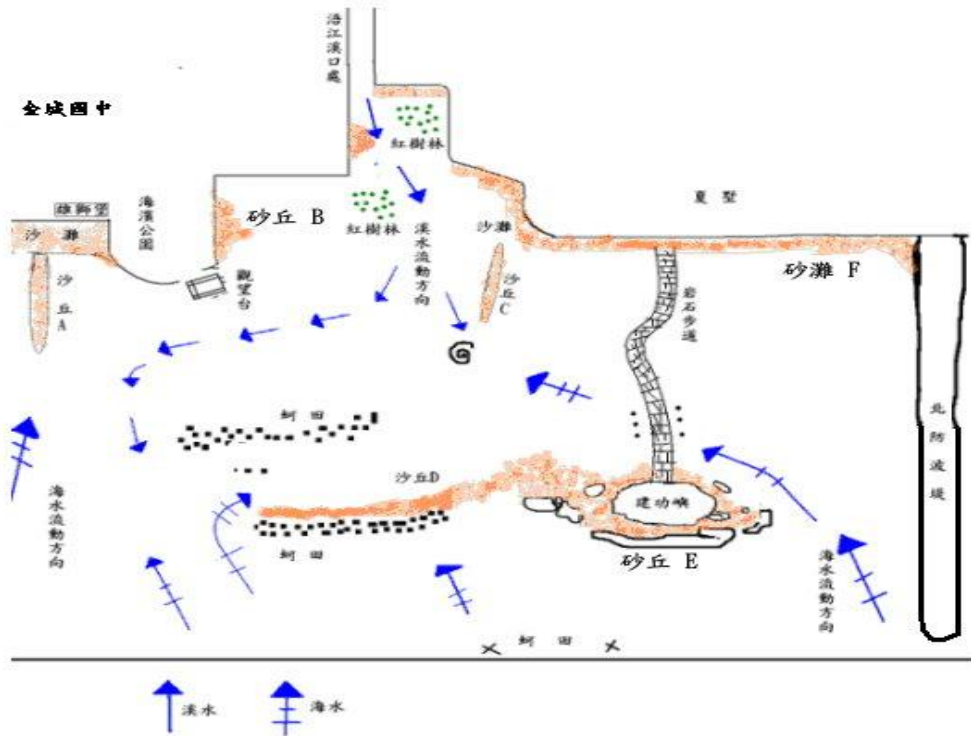
- 1.先到海濱公園、紅樹林和建功嶼等地勘查地形。
- 2.觀察水流動情形，並記錄下來。
- 3.將大致的地形畫出來。
- 4.討論並推斷這裡地形的形成原因。



圖二：浯江溪口相關位置圖

(三)結果與討論：

將海濱公園附近的地形與海、溪水流動方向及相關地形，繪製如圖三：



圖三：金城海濱公園浯江溪口潮間帶水文簡圖：



以紙船測試瞭解浯江溪口(海濱公園與建功嶼之間)海水流動方向(水文)

- 1.從海濱公園的地形與海水流動圖，可以發現有沙丘 A，它與雄獅堡那裡的沙灘連接起來，我們推斷那是由海水長期的波浪作用帶上來的，原本只有一點點沙子，這樣經過長時間慢慢的堆積，就會形成沙丘。
- 2.在浯江溪口處，也有一大塊的沙丘，而我們推論是浯江溪溪水和海水的相互影響，溪水先把沙子帶到上圖中螺旋狀（表示圖）的地方，到了漲潮的時候，海水會先流到建功嶼旁的岩石部道（漲潮時步道會被淹沒），然後再把沙子帶到沙丘 B 的地方形成扇形，東側較陡，可見水流由西往東遇到障礙而流速減緩產生沉積作用。
- 3.沙丘 C 是由海水帶著沙子，經過岩石步道，水流速減緩才放到那裡的，也有可能是溪水帶下來的，因為浯江溪的溪水也是經過那裡，所以，我們研判，沙丘 C 是由 2 個水流帶沙互相碰撞，流速減慢所形成的。
- 4.沙丘 D 應該是受到蚵田所影響，海水流動帶沙，結果「卡」到 2 座蚵田內（見圖），還有浯江溪順流而下，把沙子帶到那邊，所以我們推論，海水和河水都有帶沙放到沙丘 D。
- 5.沙丘 E 也是跟沙丘 D 一樣的，不過它是被岩石卡到，也有可能是讓海水侵蝕岩石，這樣慢慢日積月累所形成的。
- 6.夏墅旁有一座「北防波堤」，它與建功嶼形成一個出入口，如果退潮時，浯江溪的溪水帶沙下來，就會擋住沙子，而有一些沙子則會流到建功嶼旁（堆積），因為在防波堤與建功嶼形成的出入口，有好幾塊體積碩大岩塊，擋住海流與沙子，這時就會形成沙丘。
- 7.海濱公園附近的地形都蠻平緩的，所以對海、溪水流動帶沙並無太大影響，不過我們決定要再做一項「地形影響堆積」的實驗，討論地形影響水流動帶沙而堆積所形成的沙丘。

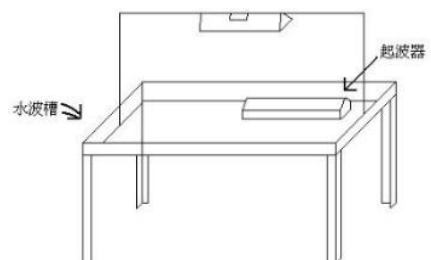


三、砂灘形成的探索實驗：

實驗一：水溫與波速的探討：

(一)步驟：

- 1.以 10°C、15°C、20°C、25°C、30°C、40°C、50°C 之溫度的水，分別倒入水波槽中。
- 2.以起波棒產生一波動，測量該波行進距離與時間，紀錄於表(二)。
- 3.以 $V = \frac{s}{t}$ 計算波速於表(二)。

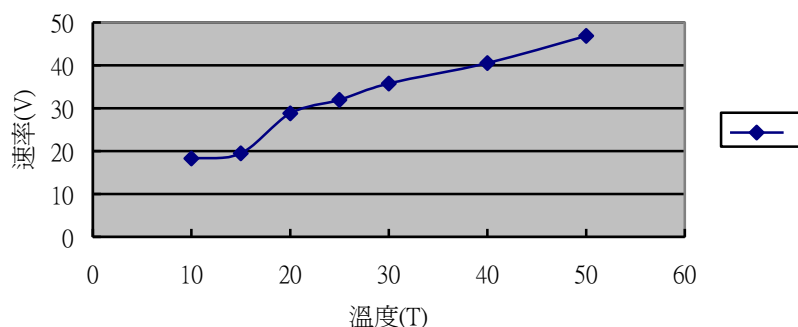


圖四：水波槽：

(二)結果：

表(二)：水溫與波速的探討：

時間 (秒) 次數	溫度	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	40°C	50°C
1		1.6	1.56	1.04	0.96	0.86	0.72	0.68
2		1.68	1.53	1.05	0.92	0.83	0.73	0.63
3		1.62	1.55	1.03	0.94	0.85	0.77	0.63
平均(秒)		1.64	1.54	1.04	0.94	0.84	0.74	0.64
速率 (公分/秒)		18.29	19.48	28.84	31.91	35.71	40.54	46.87
備註	1.水波槽長 55 cm、水深 2 cm。 2.選定起點與終點之距離為 30cm。 3.速率(V)=距離(S) / 時間(t)							



圖五：水溫與速率曲線圖：

(三)討論：

- 1.實驗過程中，我們都取用飲水機的冰水、熱水調整至所需要的溫度，才倒入水波槽中，此時，溫度會散失其值亦會受影響，但以整體而言，其誤差應相對會減少。
- 2.依據實驗結果與曲線圖顯示，水溫越高，波速越大。
- 3.金門的冬季氣溫約在 10°C ~ 15°C 之間，夏季溫度約在 (20°C ~ 30°C) 之間；冬季水溫較低，水波之速率較慢；夏季水溫高，水波的速率較快，因此，對水的攜帶物質的能力應相對較大。

實驗二：風速與波浪的關係：

(一)步驟：

- 1.將水倒入水波槽（水深約 2 cm）。
- 2.以可調速吹風機，吹動水面。
- 3.觀察測量一波，所走距離與時間(t)，並計算波速 (V)，記錄於結果表中。



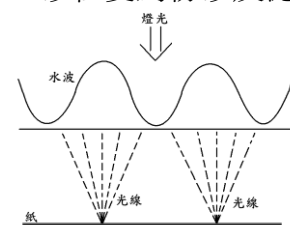
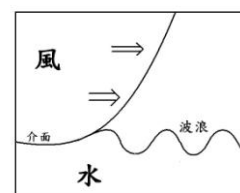
(二)結果：

表(三)：風速與波浪的關係：

結 果 項 目	風 速	1 檔(慢)			2 檔(中)			3 檔(快)		
		S (cm)	t (秒)	V (cm/s)	S (cm)	t (秒)	V (cm/s)	S (cm)	t (秒)	V (cm/s)
	1		0.72			0.62			0.55	
	2		0.75			0.64			0.56	
	3		0.73			0.62			0.53	
	平均	30	0.73	41.09	30	0.63	47.62	30	0.55	54.54
波形的觀察		波前為波浪狀，構成碎鱗狀之圖形，浪長較短，波速較慢，圖形也較整齊。			圖形，為同心圓散開，波長較長，波速較快。			圖形，波長最長，波速最快，圖形紊亂。		
備註		1.由於風力吹至水面並非均勻，所以成鱗片狀。 2.本實驗是用吹風機做成的（此含有3檔）。								

(三)討論：

- 1.水面的波浪為空氣流動--風，在兩介面間的阻力所引起；由表(二)可知：浪的起因與風速有密切關係，風速愈大，波速愈快，波長也愈長。
- 2.由於水波速度不同，所以波形也有所改變，風較小，水面較平靜，水面起漣漪，且波峯處並沒有泡沫，浪的高度只是一個極微小的高度而已，如果風較大，浪不大不小，波長較長，且有較多白泡沫(碎浪)。
- 3.海岸的地形主要係受水之壓力，及其所挾帶之碎屑物之影響。如果海岸為非固結物質或為稍經膠結之碎屑物質，水之猛擊，足以破壞而使其崩解。若為軟硬相間之岩層，且適在波浪侵犯之範圍，則軟者破壞之後，硬者隨即被破壞而崩潰。岩石富有裂縫即節理者，則巨塊岩石可沿節理或裂縫崩解。如岩塊較大，則可由碎屑物穿鑿之，使其往返多次，迫其解為小塊，以便夾帶，而增強其衝擊之力。因此巨塊可鑿成巨礫，巨礫變成細礫，細礫變成砂粒，砂粒變為粉砂及泥。
- 4.由於水波不容易看得清楚，我們使用燈光由上方照射，波浪凸起處(波峰)猶如凸透鏡聚光，形成亮紋，再測量亮紋通過起點與終點之距離及時間。
- 5.在金門冬季受較長的季節性影響，其東北季風引起較巨大的海浪，對海濱有侵蝕作用，如金門東北角及西海岸以岩礁為主，因此冬季的侵蝕作用，常較夏天為烈。



實驗三：水的深淺與波速的關係：

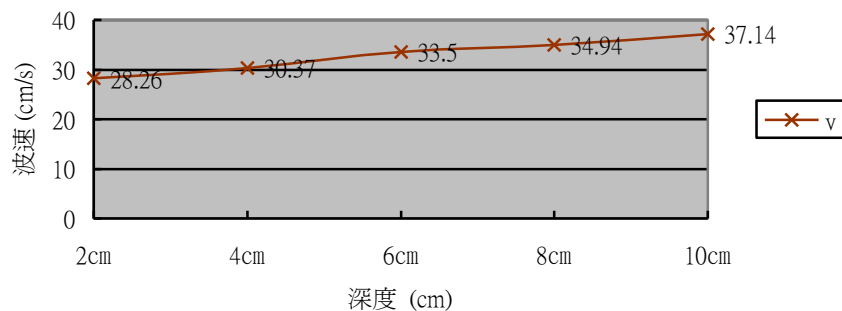
(一)步驟：

- 1.於教室外的洗手台，將水放入 2 cm 深。
- 2.以起波棒擾動，選定 A 為波通過之起點，B 為波通過的終點，紀錄波行走的距離與時間，並計算波速於（表四）中。
- 3.重覆上列實驗，但調整不同水深實驗之(4cm、6 cm、8 cm、10 cm)。

(二)結果：

表(四)：水的深淺與波速的關係：

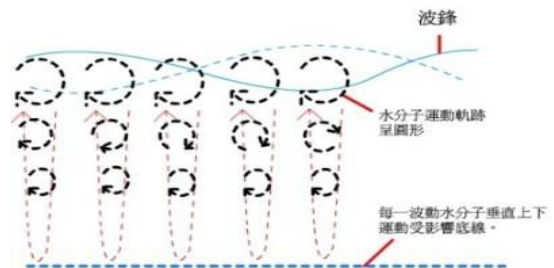
時間 (秒) / 水深 (cm)	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm	
1	2.3	2.14	1.94	1.88	1.76	
2	2.24	2.18	1.98	1.84	1.74	
3	2.34	2.10	1.90	1.84	1.74	
平均 (秒)	2.3	2.14	1.94	1.86	1.75	
速率 (cm/s)	28.26	30.37	33.5	34.94	37.14	
附註	1.使用洗手台水槽(157cm)。 2.A、B 點的距離(S)為 65 cm。 3.速率(V)=距離(S) / 時間(t)					



圖六 深淺與速率曲線圖

(三)討論：

- 1.由表(四)可知水越深，水波之波速越快。波浪大多由風而生成。當波浪前進之際，每一水分子忽起忽伏，移前移後，在一縱面中成一定軌道。若前進之波浪較為平緩，其運動之軌道，將為圓型或橢圓形，在風波之波峰部份，水分子係向前移動，而在波谷，則為急速向後退動。前進運動遠過於後退運動，故水可緩緩前進。
- 2.波浪運動可及之水深，雖無一定之界線，但其運動之總量，往往不能達於較深



之處。

3. 水的流速會影響水中溶解、懸浮物的多寡，以及沙粒的滾動、跳動能力。
4. 波浪靠近岸邊，深度變淺，水波速降低，水中原攜帶物質能力減少而產生沉積作用，即可構成沙灘。
5. 海風吹過海平面時，海水會不斷地起伏移動，事實上，當一個波浪通過時，會鼓動水中的分子，使它們上升再墜落，而每個分子只是週而復始的上升、前進，然後下降、後退，如此呈環狀的上下起伏而已。但當波浪湧上傾斜的海岸時，情況就不一樣了，波浪會使分子向前移動；由於海岸的水深不及波長之半，因此，前方的水分子與海底摩擦，而使波浪底部的速度慢下來，但上部的波速卻未減緩，因此，波形失去平衡，波峰漸向前傾，最後會因為無法支持而摔落，形成浪花，後浪推前浪不斷地持續，會一直到永久、永遠，都不改變。

實驗四：模擬水流碰到物體的「反射」狀況及探討。

- (一)器材：水槽(長 157 cm、寬 47.5 cm、圍牆高 12 cm)、水、障礙物(寶特瓶)、圓罐(是要用出圓弧形的波浪)、長條木板(是要弄出直線波浪)

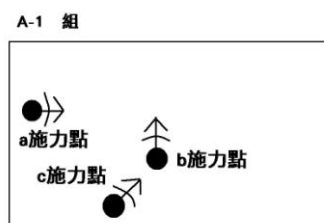


(二)步驟：

1. 把水槽的出水口塞住，並放置深度約 3 cm 的水。
2. 分二組實驗，A 組分別用圓罐、木板推水，B 組放置障礙物後，再用圓罐、木板推水，觀察水流之流向和「反射」狀況，並記錄下來。

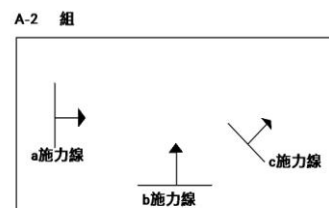
(1) A-1 組(圓罐推水 產生弧形波動)：

- (a) 往短的平面推水
- (b) 往長的平面推水
- (c) 往直角推水

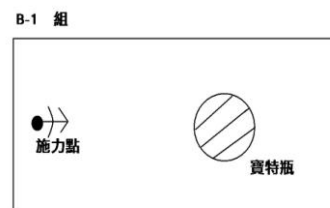


(2) A-2 組(木板推水 產生線型波動)：

- (a) 往短的平面推水
- (b) 往長的平面推水
- (c) 往直角推水



(3) B-1 組：放置障礙物後，再用圓罐推水。



(4) B-2 組：放置障礙物後，再用木板推水。

(三)結果：

1.[A-1 組]：(弧形波)

(1)在[a]實驗裡，由施力點用圓罐推水過去，到了反射點時，會反射回來，就形成了一個水波。(如右圖)

(2)在[b]實驗中，用圓罐推水過去，水到了反射點後，兩邊的水波就會比較長(反射開來)，而正面的水波會比較短。(如右圖)

(3)在[c]實驗中，會有二種狀況產生：

狀況一：水從施力點過去，剛好成 90 度直角到反射點，這時就會成一個小波浪回來。(如右圖)

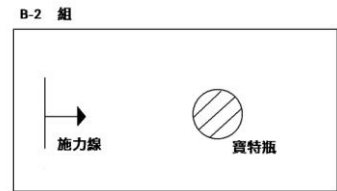
狀況二：水從施力點過去後，有一些水會先到圖中其中的一個反射邊，然後就先回來，另一些水就會到另一個反射邊，結果就形成了圖中的狀況，不過，所形成的兩道水波還會再相撞。(如右圖)

2. [A-2 組]：線形波

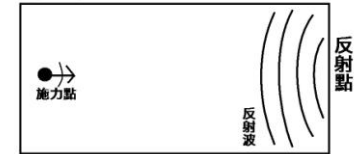
(1)在[a]實驗中，用木板推水過去，水波呈直線從施力線往反射邊流動，在反射邊經過反射後，水波也會呈直線回來。

(2)在[b]實驗中，用木板推水過去時，水波呈直線，經過反射後，中央的水會呈直線回來，不過在反射邊旁邊的水則會呈圓弧形。

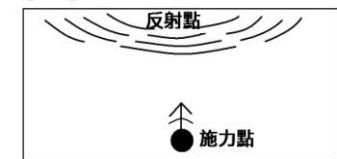
(3)在[c]實驗中，推水過去後，因為木板長度較長，所以推出的波浪寬度也會較長，在反射時，不會呈一個小波浪回來，而是會呈兩個



[a]



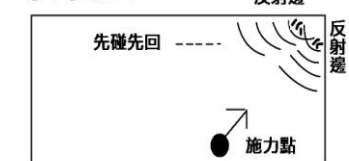
[b]



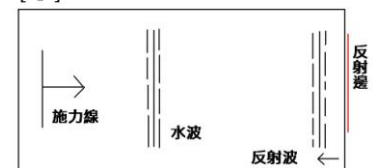
[c] 狀況一



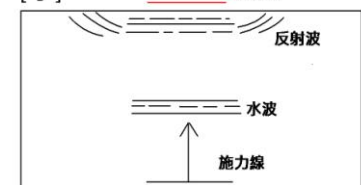
[c] 狀況二



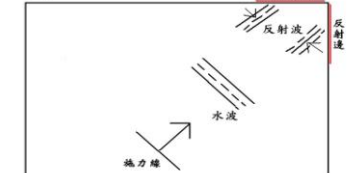
[a]



[b]



[c]

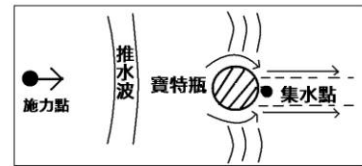


小波浪，這兩個小波浪產生後，也會碰撞到，流速也會減慢。

3.[B-1 組]：弧形波動

在[B-1]實驗中，多了一個障礙物，水從施力點過去，到了寶特瓶那時，水呈圓弧狀繞到集水點，然後再往後面走。(如右圖)

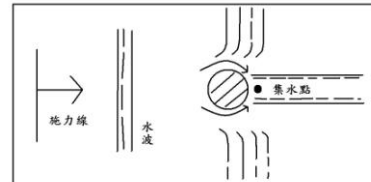
B-1 組



4.[B-2 組]：線形波動

在[B-2]實驗中，水從施力點過去，直線波到了寶特瓶時，保特瓶與水槽中間為直線波前進，而靠障礙物處水呈圓弧狀繞到集水點，然後再往後面走。(如右圖)

B-2 組



(四)討論：

1. [A-1] 組：

(1)在[A-a]組的反射實驗中，用木板推水過去，到了反射點後，就會反射回來，我們研判，水帶著沙子時，應該是在反射區那放下來的，就會產生沙丘。



(2)在[A-b]組水的反射中，推水過去，到了反射區後，水帶著沙子會先第一次放沙，往旁邊反射時，產生第二次放沙，越積越多，就會產生沙丘了。

(3)在[A-c]組的反射中，有時會不按牌理出牌，因為在直角中，先碰到會先反射，所以必須用比較硬且平的東西來推，且反射後流速會變慢，而兩個反射後的水流會相交於一點，使得水的流速變的更慢，所以我們推斷，沙子有可能在那個時候放下的，越積越多，因而產生沙丘。

2. [A-2] 組：

(1)在[A-a]組的實驗中，推水過去，到了反射點後，就會反射回來，但是它的水波是直的，所以我們研判，水帶著沙子時，會在反射區那放下來，產生沙丘。

(2)在[A-b]組的實驗中，推水過去，到了反射區後，水帶著沙子會先第一次放沙，往旁邊反射時會呈弧形，第二次放沙的沙灘是弧形的。

(3)在[A-c]組的實驗中，反射波會呈直線；在直角中，先碰到會先反射，且反射後流速會變慢，而兩個反射後的水流會相撞，使水的流速變的更慢，所以沙子可能在那個時候放下，越積越多，而產生沙丘。



3.在[B-1]組的實驗中，多了一個障礙物，因為我們判

斷障礙物會影響水的流向與反射狀況，所以想多一個實驗來證實它。推水

後，水波會在障礙物(寶特瓶)前身轉彎，然後繞到背後去，背水面的流速就會減慢，所以我們判定沙子可能就是在那裡放下的，然後越積越長，形成一條沙帶。

4.在[B-2]組的實驗中，多了一個障礙物，直線波再通過障礙物時，只有靠近物體的地方會轉彎，之後流速會減慢，所以我們判定沙子可能就是在那放下的。



5.如果海浪於接近海岸時，不與海濱相平行，則於抵達淺水時將被折射，使波峯線與等深線趨於平衡，因此波浪的能量將會聚於岸外淺壩及海邊懸崖等凸出處。因此會聚點處侵蝕作用較強；夏墅與建功嶼的形成，其沉積物則常流向較平靜的擴散地區。

實驗五：模擬水流動帶沙時沿路留下的沙子。

(一)實驗器材：木板、紙黏土、電子秤、量角器、沙子、水



(二)步驟：

1.準備一個木板，在上面放上紙黏土。

2.做成各種形狀的路線（直線、S形、Y形），並放置成各種角度。

備註：實驗中的 Y 形，是使兩道水流相交於一點後，繼續流動，就是使兩道水流變成一道水流。



3.分兩組，每次實驗沙子 50g、水 100g（Y 地形每道各半）

4. [A 組]將沙子放置在路線上，再放水。

[B 組]將沙子混合水後，再放水。

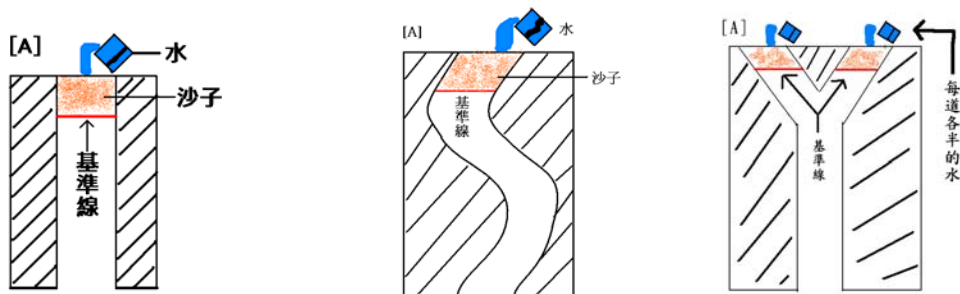
5.觀察水帶著沙子的多寡，並把沿路留下的沙子秤重。



(三)結果：

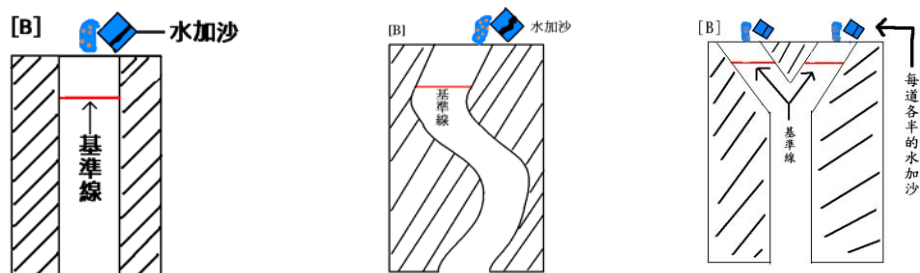
[A 組]：

重量地形 \ 角度	5°	10°	15°	20°	30°	40°	50°	
直線	43.9g	19.35g	4.8g	5.3g	1.2g	0g	0g	
S形	45.9g	44.4g	40.3g	25.2g	9.7g	4.4g	1g	
Y形	47.2g	42g	29.1g	20g	0g	0g	0g	
備註	1.用水來沖沙。 2.以木板頂端作基準，倒水距離 20 cm							



[B 組]：

重 量 地 形	角度							
	5°	10°	15°	20°	30°	40°	50°	60°
直 線	43.5g	38.4g	35.9g	31.1g	19.4g	11.3g	9g	6.5g
S 形	39.3g	33.8g	30g	26.6g	14.9g	10g	7.7g	2.1g
Y 形	27.7g	23.8g	21.3g	19.4g	7.5g	3.1g	0g	0g
備 註	用水混合沙，再沖下。							



(四)討論

1. 【A】組討論：

(1)在直線水道上，水一開始只會沖到中間而沒沖到旁邊，到下半段時，因為水的流速不夠強，而無法將沙子沖下去，所以水就會往兩邊流，而就會形成「三角洲」，而留在木板上的沙子重量，也就因為這樣而變多，不過，角度越高，坡度越陡，水就容易把沙子沖下去。



(2)在 S 形水道上，水衝下來時，帶著沙子，一開始的時候沙子會卡到彎道凹處，但是後來的水流又會把它沖掉，因此，沙子就比較不容易留下來，不過水流與彎道因為衝撞，所以流速就會變慢，在角度越高時，有「重力加速度」的原理，所以就沒被留下來。

(3)在 Y 形水道上，由於兩條水道一起沖積，兩條支流匯聚在一起後，水流變的更強，沙子也就容易被沖下來，所以在水道上的沙子也會相對的減

少，角度越高時，流速越快，兩條支流匯聚後水流會變的更強，留下的沙子也就會更少。

2.【B】組討論：

- (1)在直線水道時，水和沙混合的水溶液在沖激時，如果沒攪拌好，沙子就會沉澱在杯子底下，傾倒溶液時，水會先和部分的沙子流下去，剩下的沙子會再和部分的水留下，再繼續把剩下的倒完後，之前的沙子會留下來，水則流下去了，剩下的水和沙子倒下來後，原本在木板上的沙有一些會被沖走，不過沙子已經和水混合了，會比較「黏」，所以會比較容易留在木板上，如果攪拌的很「均勻」，水帶著沙沖下來時，有一些沙子會「黏」在木板上，少部分的沙子則會流下去，不過，水混合沙子，使得沙子更容易留在木板上，所以導致實驗後的沙子會增加許多。
- (2)在 S 形水道上，水會帶著沙子流動，而如果沒攪拌好，水就會先「溜」走，且因為後面已經沒有水流下來了，所以剩下來的水和沙子會留在木板上及「卡」在水道凹處，使實驗後的沙子量增多，可是，水道的彎曲處經常會堆積許多沙子(類似河流、溪流)，所以，就算攪拌得「均勻」也會因為水混合沙子而使沙子留在木板上。
- (3)在 Y 形道上，有兩條支流，水夾帶著沙由兩支流流下，水量較多，留在水道上的沙子會相對的變少。
- (4)由這個實驗可以看到，水混合沙子後，會變「黏」，而高度越高，水的流速越快，沙子的堆積與地形的變化和高度的變化有關。

3.綜合 A、B 組實驗結果可知：角度越大，水流速越大，攜帶砂、泥能力越強，沉積越少。

伍、結論：

一、水面的波浪為空氣流動(風)在兩介面間的阻力所引起的，風速越大，波速越快，波長也越長；而『風』並不是造成波浪唯一驅動力，水溫及鹽度(礦物質)的差異亦會使波浪產生不同結果與作用。波浪會以巨大的力量衝撞岸邊，將岩石或護坡搗成碎塊，或將空氣猛然灌入裂隙中，時日久而久之，波浪就下切峭壁，在硬岩刻蝕成平台，甚至將凹凸不平的石塊，改變成平滑的小圓石或砂子。



二、金門東海岸為突出岩礁及內灣型的石英砂灘，應受東北季風及台灣海峽之中國沿岸流、南海暖流、黑潮支流等海流影響；南海岸的石英砂灘較深廣，高、低潮線間距超過 100 m，砂灘形成主要受東南、西南季風影響，大退潮後仍為石英砂灘；水頭西南海岸與東海岸地形相似；西海岸和北海岸裸露的沙灘寬約 20~30m，砂灘外多為泥質平緩地形、蚵田密布。



三、大部分海沙來自海底，但其發源地仍為陸地，經由河流、風及波浪在懸崖的侵蝕而帶入海中。沙通常是向岸邊移

動的，而波長較大的期間(通常於夏季)，沙自淺水處積於海岸，金門南海岸的連綿且寬廣的沙灘，被接續而來的海浪帶回濱上所造成；金城海濱公園的沙丘，是由海水、溪水及地形和人為景觀交互作用而形成的。

四、水溫越高，波浪速度相對會增加，夏季的水流速度較快，攜帶物質的能力就會提高；金門島西海岸、北海岸(后江灣)之潮間帶地形平緩，常使波浪、水流的速度減緩，而使溶解、懸浮於水中的泥質、砂質顆粒產生沉降，構成大面積的泥質濕地。

五、從整個過程中，我們希望藉由實驗室的一些簡單實驗來瞭解大自然的奧妙，波浪因何而起，地形因何而變，島嶼因何而成，種種的一切，伴隨海邊美景，讓人無限流連。



金門島的衛星圖

陸、參考資料：

一、(1)李炷蜂 (2)金門鄉土自然 (3)試用本 (4)金門 (5)金門縣政府教育局 (6)P64-89 (7)91.10

二、(1)李萬吉 (2)國中自然與生活科技第四冊 (3)審定版 (4)台北縣 (5)康軒 (6)P91-94 (7)93.12

三、(1)曾濟群 (2)幼獅少年百科全書索引 (3)台北市 (4)幼獅文化事業公司 (5) P122 (6) 93.12

四、(1)王雲五 (2)中山自然百科大辭典第六冊地球科學 (3)台北市 (4)臺灣商務印書館(5) 101-106 (6)62.12

五、(1)黃永松 (2)科學博物館-地球 (3)台北市 (4)漢聲文化事業公司 (5) P54 (6)85.06

六、(1)李建堂 (2)自然科學大百科第 13 冊地球科學 (3)台北市 (4)綠地球國際有限公司 (5) P12-14 (6)62.12

七、(1)陳敬蝗 (2)揭開地球的奧秘 (3)台北市 (4)正傳有限公司 (5) P140-145 (6)84.04

八、沙丘與沙紋：<http://www.geo.ntnu.edu.tw/faculty/>

九、沙丘種類：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/>



【評語】 031734 潮起潮落-流水「浯」情

- 1.本作品有許多的實驗與數據，可對波浪作較完整的探討。
- 2.作品中應更著重如何把實驗的結果，延伸並討論至金門地區的實地狀況。