

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 地球科學科

佳作

080506

追「沙」—北海岸黑金再探秘

學校名稱：新北市私立育才國民小學

作者： 小六 高詠渝 小六 許心瑀 小六 秦嘉佑	指導老師： 王秀美 蔡宜貞
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：分層篩沙、平均粒徑、磁鐵沙

摘要

延伸去年的研究，針對新北市從西到東沿海 12 個地點進行研究。採用改裝瘦身震動帶的自製簡易分層篩沙器測得石門沙子平均粒徑最大，挖子尾最小。大園潮差最大但粒徑並非最小，因此沙子粒徑與潮差無負相關。沙子都含石英砂，而白沙灣的貝殼、珊瑚含量高，挖子尾則無。沙子密度與磁鐵沙含量並非完全一致，黑色的物質為磁鐵沙且純度低因密度都小於 5.17g/cm^3 。

模擬海岸坡度越大，不論粗或細沙在哪一種地形，沙子往外海移動距離越遠。模擬富貴角海岸以緩坡模擬浪從東北方來時，岬面上沒有沙，細沙往北及東南沿岸(老梅)移動；來自西北方的浪會使磁鐵沙堆積在左邊(白沙灣)。老梅磁鐵沙最多，因為有發源於竹子山的老梅溪及富貴角因東北季風作用漂移雙重影響。

關鍵字：分層篩沙、平均粒徑、磁鐵沙

壹、研究動機

去年我們對新北市八個海灘進行沙子的研究，覺得很有趣！再加上這學期的自然課也提到「身邊的大地」與「岩石」覺得關係密切。但是還有一些問題需要改進與進一步探究，改進的部份如下：

- 一、增加採樣地點：共 12 個從新北市沿海最西到最東的行政區。
- 二、沙子粒徑測量：發明自製簡易分層篩沙器篩沙，得到不同粒徑的重量，再依據粒徑與重量比例計算平均粒徑。
- 三、測碳酸鈣含量：移除鐵沙後再與鹽酸交互作用。

貳、研究目的

- 一、比較各沙灘沙子粒徑大小
- 二、分析沙子粒徑大小與潮差的關係
- 三、測量各沙灘鐵沙含量
- 四、分析沙灘上磁鐵沙的密度
- 五、比較各地沙子成份
- 六、比較各沙灘沙子含碳酸鈣的多寡
- 七、比較沙灘岩石的成份
- 八、分析沙子粒徑、海岸類別不同與波浪的方向不同對漂沙的影響

參、研究設備與器材

鏟子 1 支、120ml 有蓋塑膠罐 12 個、5 號夾鍊袋 60 個、炒菜鍋 1 個、瓦斯爐 1 台



25 目篩網



60 目篩網



100 目篩網



120 目篩網



蓋子與承接盤



電子天平



瘦身震動帶



強力磁鐵



光學顯微鏡



10ml 針筒



燒杯



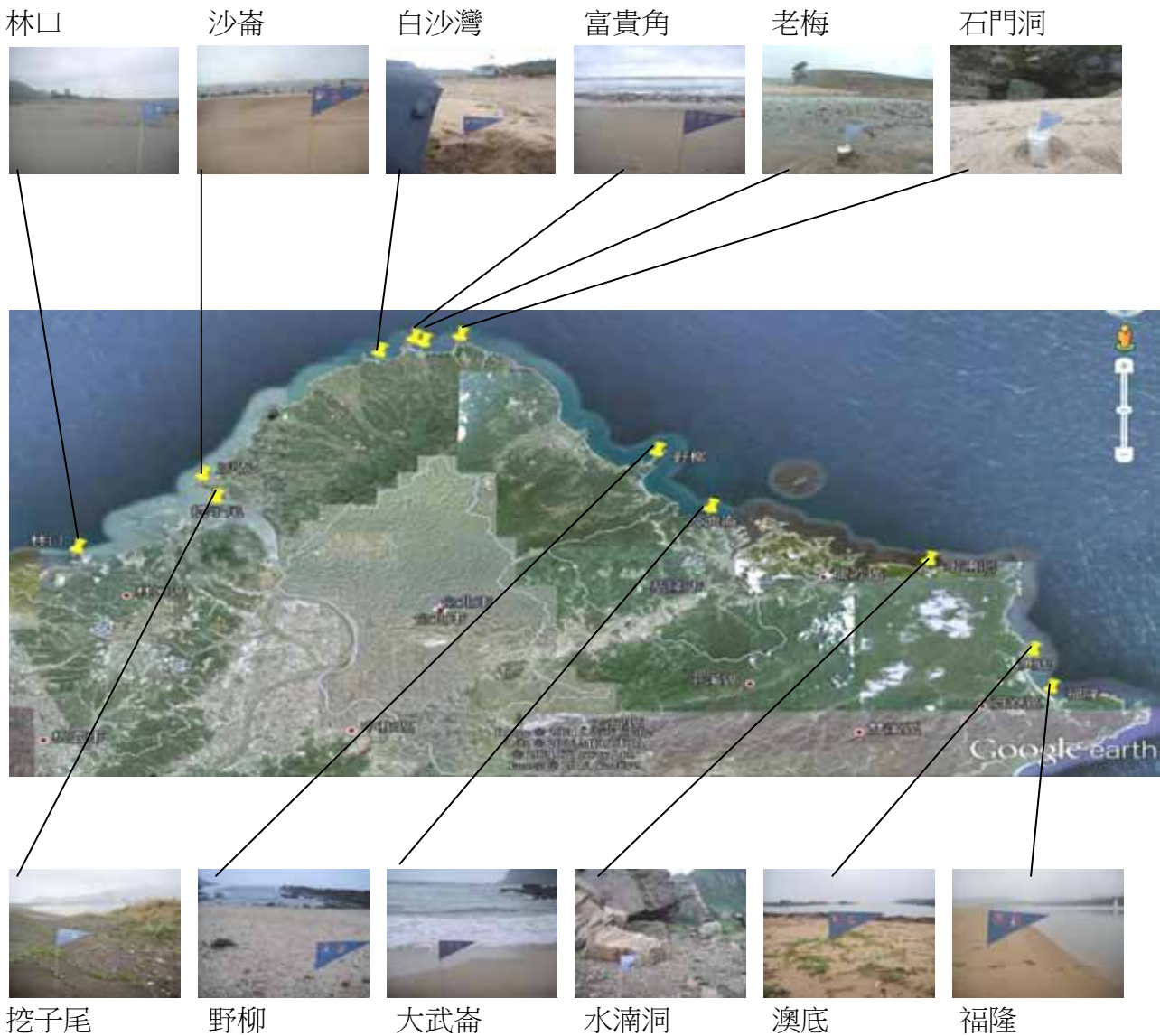
玻璃量筒



玻璃棒

肆、研究過程與結果

下圖是今年到新北市沿海地區，從最西到最東的採沙地點。



去年用生活中物體和沙子大小做比較，但每一地點的沙子大小不一，無法真實呈現，今年改進用不同網目篩網篩沙再分析比較。

實驗一、各沙灘沙子粒徑大小

【實驗器材】12 個地點沙子、篩網(25.60.100.120 目)、篩網蓋子與承接盤、瘦身震動帶 1 條、電子天平(有效數字達 0.01g)

【實驗步驟】

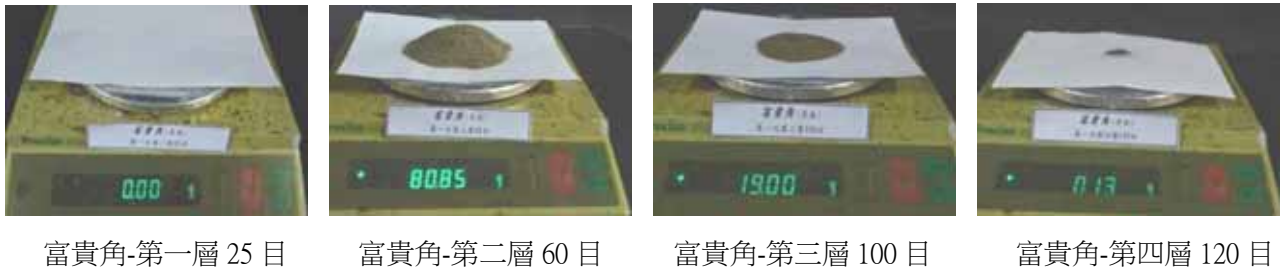
- 1.把 12 個沙灘蒐集的沙子，分別放進炒菜鍋在瓦斯爐上用中火炒 5 分鐘到乾，放涼備用。
- 2.購買四種不同(25、60、100、120 目)孔洞大小的篩網進行篩沙。篩網上標示目數及孔洞大小(mm)，列表如下：

目數	25	60	100	120
孔洞大小 (mm)	0.71	0.25	0.15	0.125



自製簡易篩沙器

- 3.用 A4 白紙放在電子天平歸零後,秤林口沙灘的沙子 100g 備用。
- 4.把瘦身震動帶放在桌上，將四個篩網按孔洞由大到小(由上到下和承接盤組合好，然後把 100g 沙子，放進 25 目篩網裡，蓋上蓋子，套緊瘦身震動帶然後定時 3 分鐘(瘦身震動帶會上下左右搖動)。
- 5.時間結束後把每一層上的沙子拿下，並用電子天平秤重然後記錄，每層重量即是百分比。
- 6.每一個地點重複步驟 3-5 共三次。
- 7.平均粒徑(mm)=(0.71×25 目重+0.25×60 目重+0.15×100 目重+0.125×120 目重+0.12×剩餘)÷5

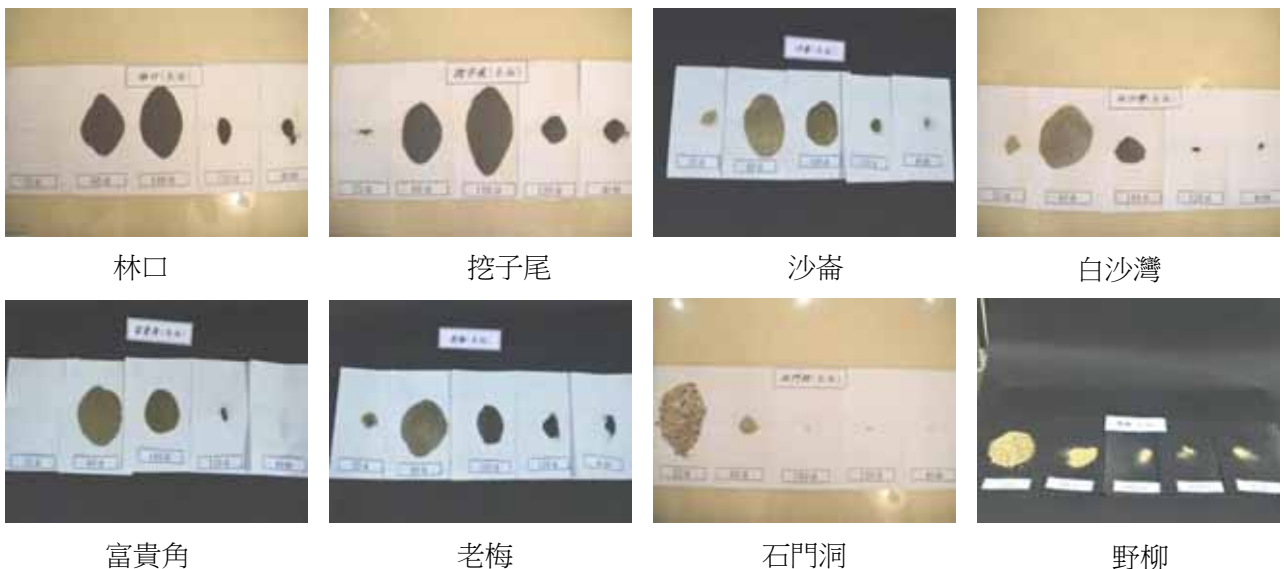


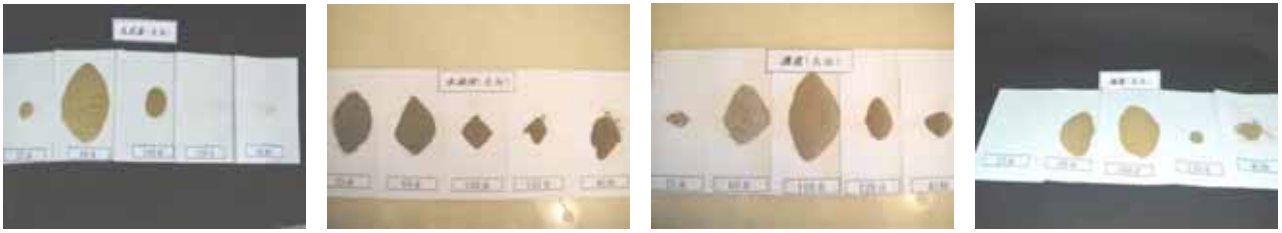
【實驗結果】

表一、各沙灘沙子粒徑比例與平均粒徑

地名 重量(g)	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞	澳底	福隆
第一層 25 目	0.02	0.16	0.69	1.43	* 0.00	1.38	96.50	83.75	1.16	<i>45.53</i>	1.24	0.03
第二層 60 目	<i>45.16</i>	<i>28.26</i>	63.10	88.17	81.08	70.02	3.46	14.86	91.93	<i>33.97</i>	<i>30.94</i>	<i>39.13</i>
第三層 100 目	52.03	60.45	<i>35.51</i>	10.05	18.69	<i>25.55</i>	* 0.00	0.75	6.86	6.62	58.24	57.91
第四層 120 目	1.76	6.41	0.62	0.17	0.13	2.46	* 0.00	0.10	* 0.00	2.11	6.43	0.97
最後剩餘	0.99	4.71	0.07	0.12	0.07	0.59	* 0.00	0.50	* 0.00	11.75	3.12	1.78
平均粒徑	3.89	3.52	4.33	4.92	4.62	4.54	13.88	12.67	4.97	8.70	3.71	3.76
粒徑排序	9	12	8	5	6	7	1	2	4	3	11	10

註：加粗體為超過 50g 以上，斜體字為超過 20g 以上



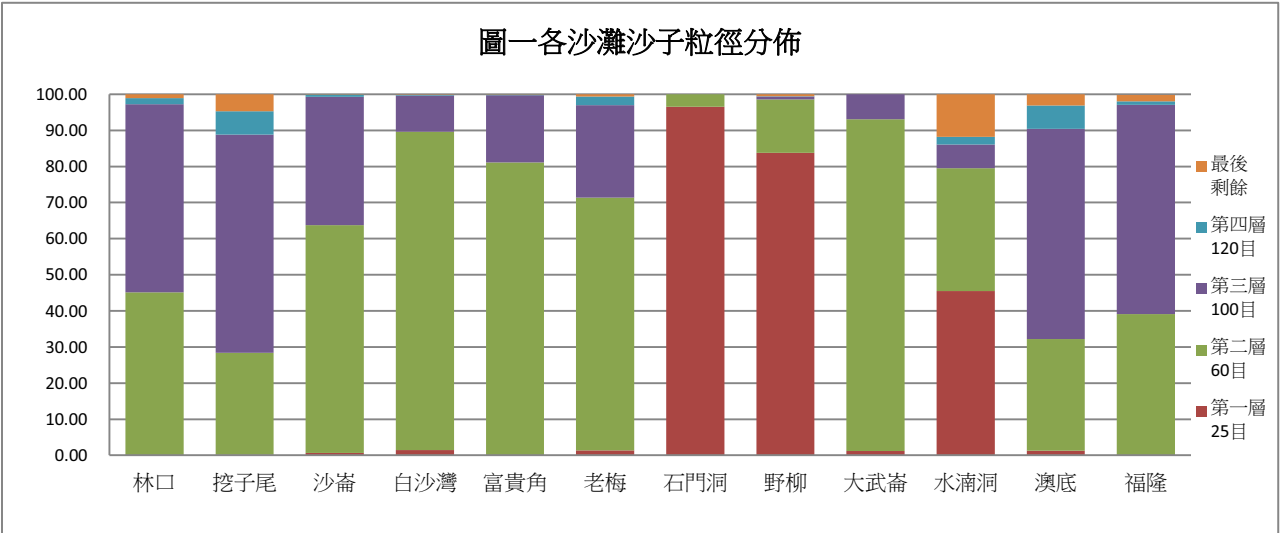


大武崙

水湳洞

澳底

福隆



【實驗發現】

- 1.平均粒徑最大是石門 13.88mm 其中 0.71mm 佔 97%，其次是野柳 12.67mm 而 0.71mm 佔 84% 挖子尾平均粒徑僅 3.52mm 小於 0.15mm 總共約 72%。
- 2.除水湳洞外其餘地點，單一粒徑都超過 50%，可見其他地點的沙子淘選度差。水湳洞的平均粒徑排序第三，但是它的單一粒徑沒有超過 50%。
- 3.從疊加長條圖發現只有水湳洞和澳底可以看到每一種粒徑的沙子分佈，至少 1g 以上。
- 4.粒徑 0.25mm 沙子每一個地點都有，且沙崙、白沙灣、富貴角、老梅和大武崙還超過 50%。
- 5.每次篩沙後要用牙刷把卡在篩網裡的沙子刷下來，然後沙子合併到上一層計算重量。造成各沙灘沙子粒徑大小差異極大，是否受到潮汐的影響，於是做各地潮汐分析。

實驗二、沙子粒徑大小與潮差的關係

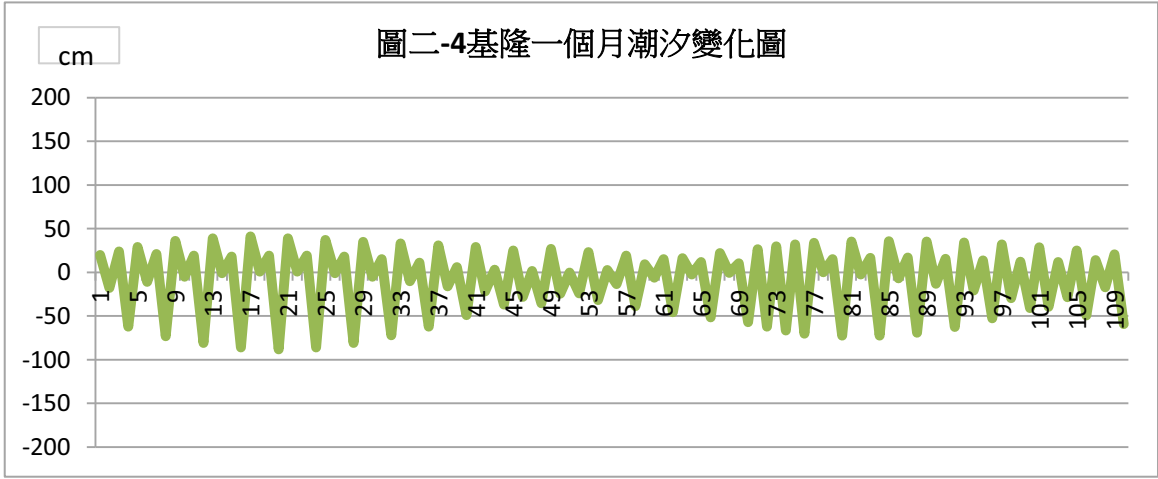
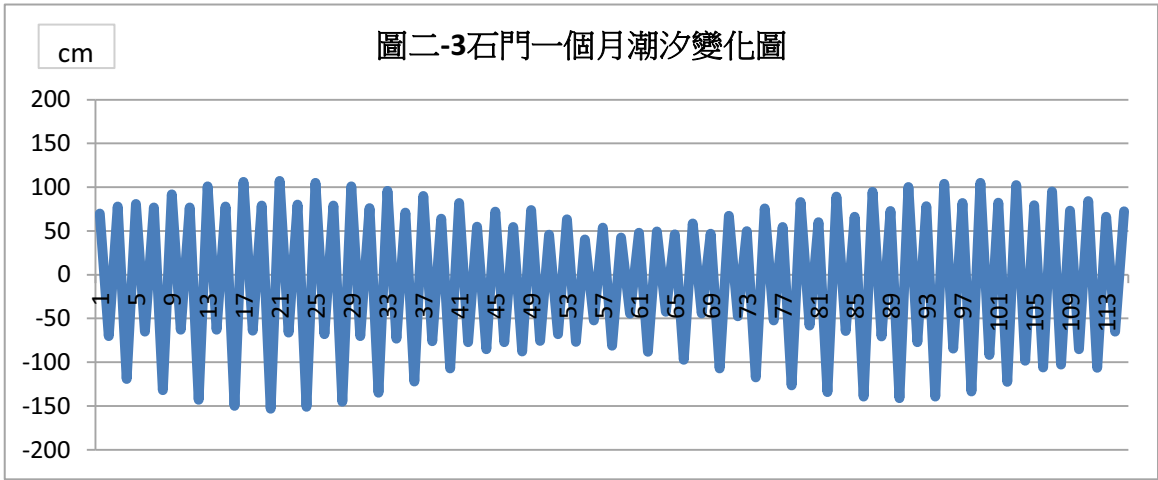
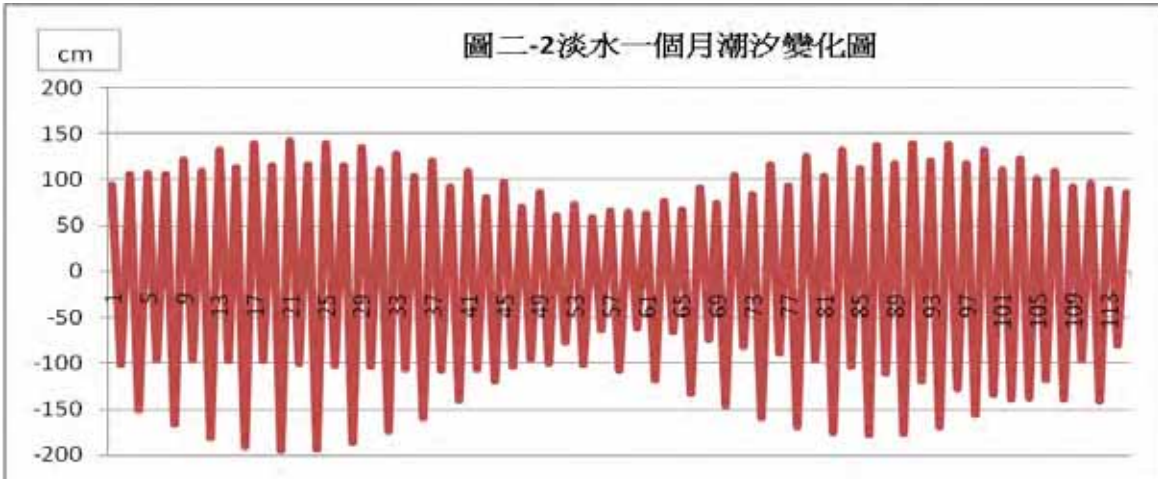
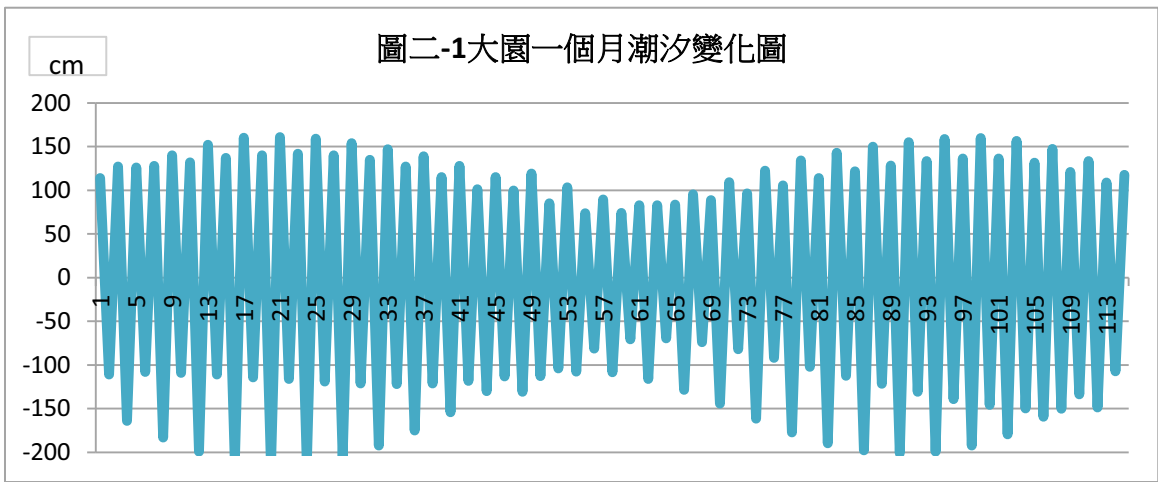
【實驗器材】

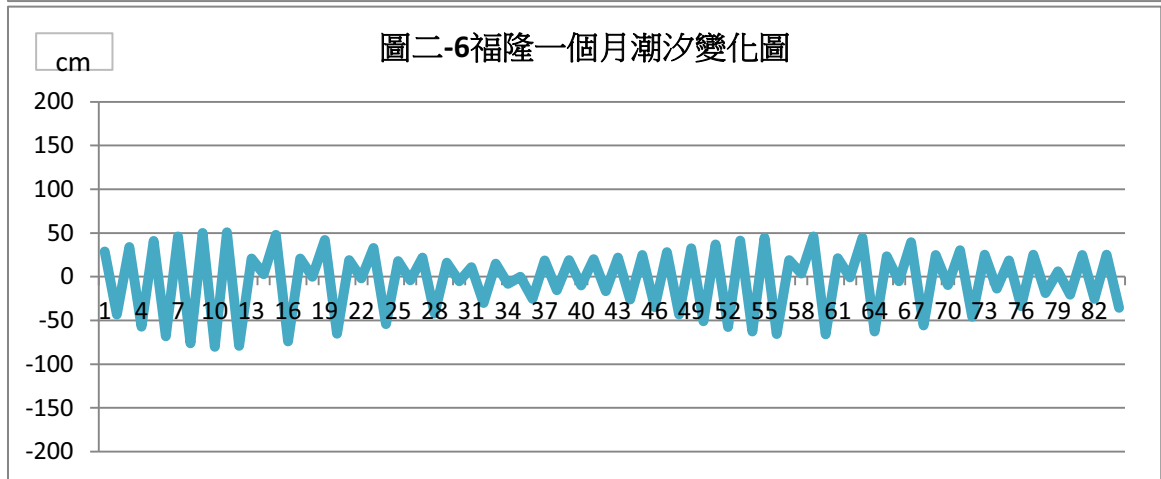
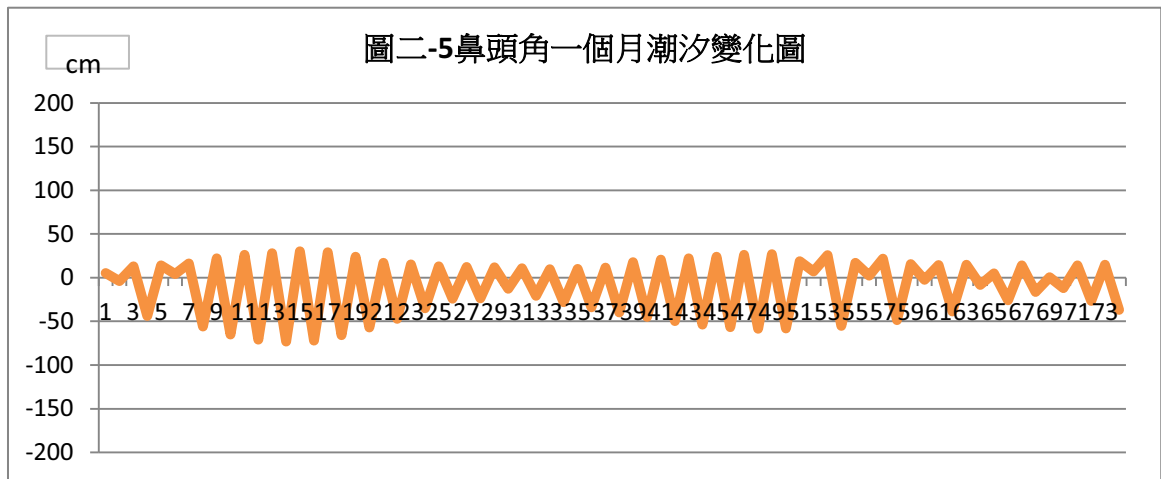
電腦、網際網路、Excel 軟體

【實驗步驟】

- 1.到中央氣象局下載漁業氣象中未來 30 天(120 筆)六個潮位站潮汐預報資料，畫成折線圖。
- 2.將每個地點的滿潮與低潮的潮位高度相減，得到潮差，計算各地點最大和最小潮差。
- 3.將 12 個採集地點與 6 個潮位站配對，分析粒徑大小與潮差關係。

【實驗結果】





【實驗發現】

1.各潮位站一個月潮汐變化最大是大園，該地滿潮最高 160cm，低潮最低-215cm。而連續漲潮與退潮最大潮差 355cm，最小潮差 118cm。潮汐變化最小是鼻頭角，滿潮最高 30.1cm，低潮最低-72.9cm。而連續漲潮與退潮時最大潮差 102cm，最小潮差僅 9cm。所以西海岸比東北角和北海岸潮差大。

表二-1、各潮位站的最大與最小潮差一覽表

潮差(cm)	大園	淡水	石門	基隆	鼻頭角	福隆
最大潮差	355	309	232	107	102	130
最小潮差	118	86	73	16	9	18
大小潮距	237	223	159	91	93	112
潮距排序	1	2	3	6	5	4

2.從表二-2 發現大園潮差最大，但沙子粒徑排序第九，並非最小；潮差第二大的挖子尾粒徑卻最小，潮差最小的野柳與大武崙粒徑排第二和第四，所以粒徑大小和潮差沒有負相關。

表二-2、十二個地點粒徑與潮差比較表

地名	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞	澳底	福隆
潮位站	大園	淡水	淡水	石門	石門	石門	石門	基隆	基隆	鼻頭角	福隆	福隆
潮距排序	1	2	2	3	3	3	3	6	6	5	4	4
粒徑排序	9	12	8	5	6	7	1	2	4	3	11	10

透過分層吸取鐵沙希望得到純度較高鐵沙。

實驗三-1 各沙灘鐵沙的含量

【實驗器材】

12 個沙灘分層篩選後的沙子、強力磁鐵 1 個、電子天平 1 個，30ml 有蓋塑膠瓶 72 個

【實驗步驟】

- 1.用 A4 白紙放在電子天平歸零後備用。
- 2.將實驗一各沙灘分層篩選後的沙子，先取出林口沙灘的沙子，倒在 4 開圖畫紙上。
- 3.強力磁鐵(套上夾鏈袋)與沙子距離 1cm 篩選三次後秤重、記錄並裝入 30ml 塑膠罐。
- 4.再將非鐵沙分層裝入 30ml 有蓋塑膠瓶。
- 5.依序進行另外 11 個地點，重複步驟 1-4。



將沙攤平在圖畫紙上



強力磁鐵與沙距離 1cm



五層鐵沙



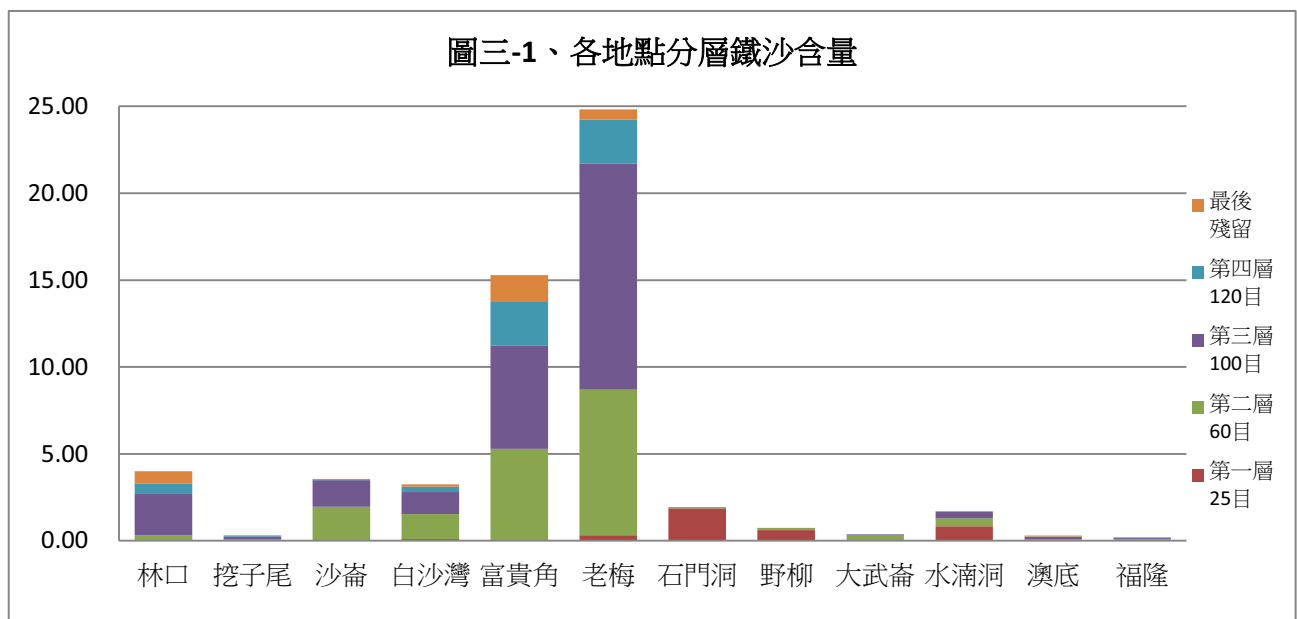
鐵沙裝入 30ml 塑膠罐

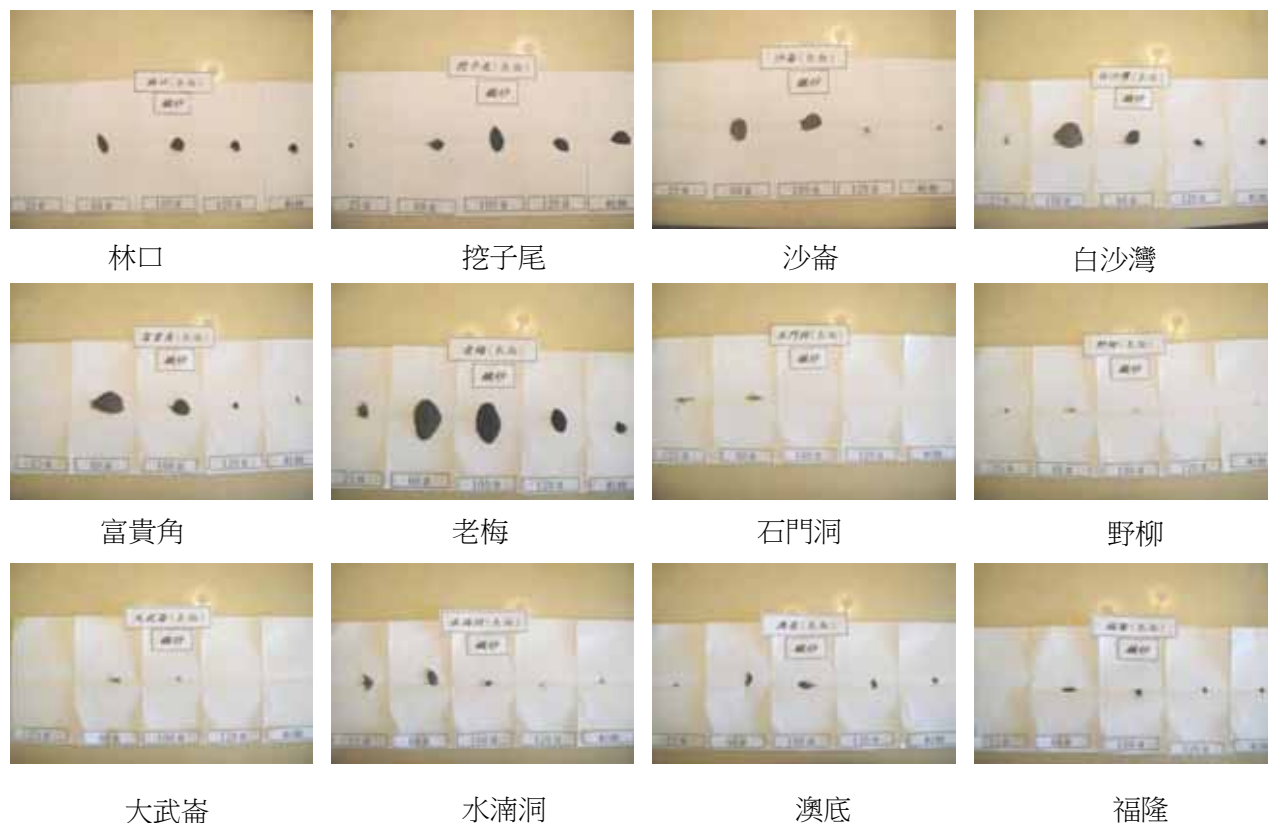
【實驗結果】

表三-1、各地點各層鐵沙含量表

地名 殘留重量(g)	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞	澳底	福隆
第一層 25 目	0.01	0.00	0.02	0.10	* 0.00	0.32	1.86	0.61	0.00	0.83	0.00	0.00
第二層 60 目	0.32	0.10	1.94	1.44	5.30	8.39	0.08	0.14	0.34	0.46	0.10	0.08
第三層 100 目	2.37	0.15	1.54	1.27	5.93	13.01	0.00	0.00	0.03	0.39	0.13	0.08
第四層 120 目	0.59	0.03	0.04	0.30	2.52	2.52	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03
最後 殘留	0.72	0.03	0.01	0.13	1.54	0.59	0.00	0.00	0.00	* 0.00	0.05	0.01
合計	4.01	0.31	3.55	3.24	15.29	24.83	1.94	0.75	0.37	1.68	0.30	0.20
鐵沙量排序	3	10	4	5	2	1	6	8	9	7	11	12

圖三-1、各地點分層鐵沙含量





【實驗發現】

1.鐵沙含量以老梅最多 24.83 克，其次是富貴角 15.29 克，最少是福隆 0.2 克。
這些鐵沙具有磁性嗎？需進一步探究。

實驗三-2、沙灘上黑色鐵沙具有磁性嗎？

【實驗器材】

鐵釘(9cm)1 支、富貴角的鐵沙

【實驗步驟】

- 1.將富貴角的鐵沙倒在 A4 白紙上。
- 2.用長鐵釘在鐵沙中輕輕的來回移動。

【實驗結果】



圖三-2 長鐵釘



圖三-3 把鐵釘靠近鐵沙



圖三-4 證明是磁鐵沙

【實驗發現】

- 1.原來以為黑色物質是鐵沙，但是把長鐵釘靠近這些鐵沙居然黏在鐵釘上，因此證明是磁鐵沙，它的成份經查詢網路得知是**四氧化三鐵**。
- 2.從圖三-5 發現老梅是灣澳且在富貴角的東南邊，由表三-2 知道富貴角為突出的岬角，非河流出海口，且老梅為老梅溪的出海口，進一步由上游往下游觀察發現河床有許多磁鐵

沙。再從圖三-8 發現老梅溪發源於竹子山(屬大屯火山群之一)，由富含鐵鎂礦物的兩輝安山岩構成，經風化後產生大量的磁鐵沙在河床裡。



圖三-5 十二個地點衛星空照圖

表三-2、各沙灘地形比較

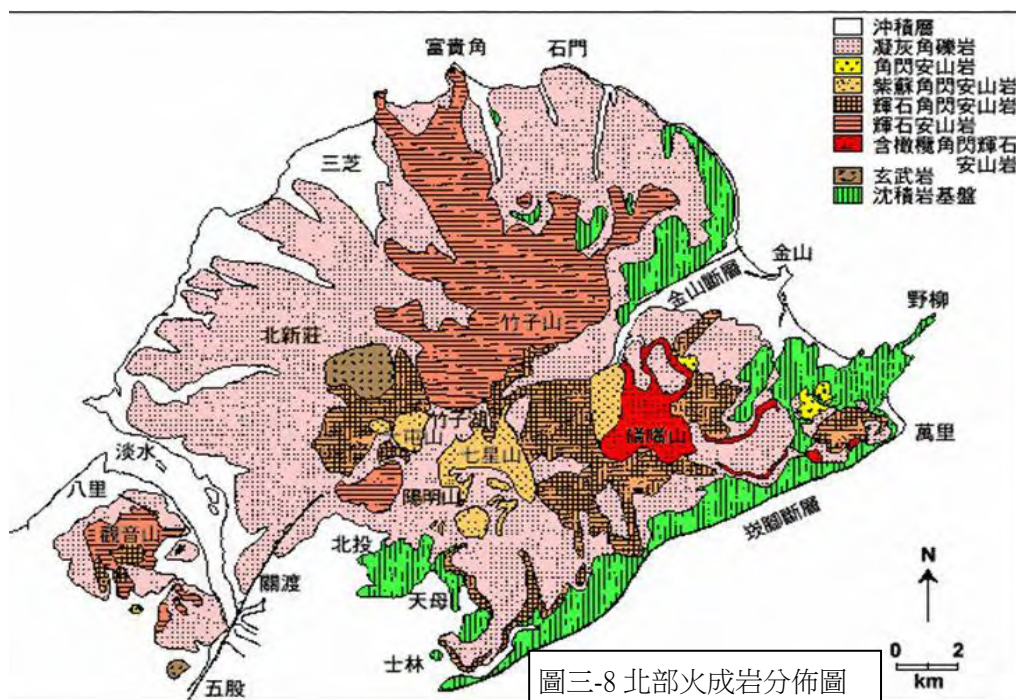
地點	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞	澳底	福隆
出海口	無	淡水河	淡水河	無	無	老梅溪	無	無	無	無	無	雙溪河
地形	沙灘	沙嘴	沙灘	海灣	*岬角	海灣	沙灘	*岬角	沙灘	沙灘	沙灘	沙嘴



圖三-6 老梅溪裡的磁鐵沙



圖三-7 老梅溪裡的磁鐵沙



圖三-8 北部火成岩分佈圖

- 富貴角是竹子火山熔岩流入海的地點，著名的風稜石是安山岩受強烈東北季風(一年中有半年)風蝕造成的，風蝕後的磁鐵沙落在沙灘上。東北季風影響陸地上的岩石，是否會影響海浪對沙子的搬運作用？需再進一步探究。

想瞭解磁鐵沙含量高的沙子密度是否也較高？因此進行實驗四。

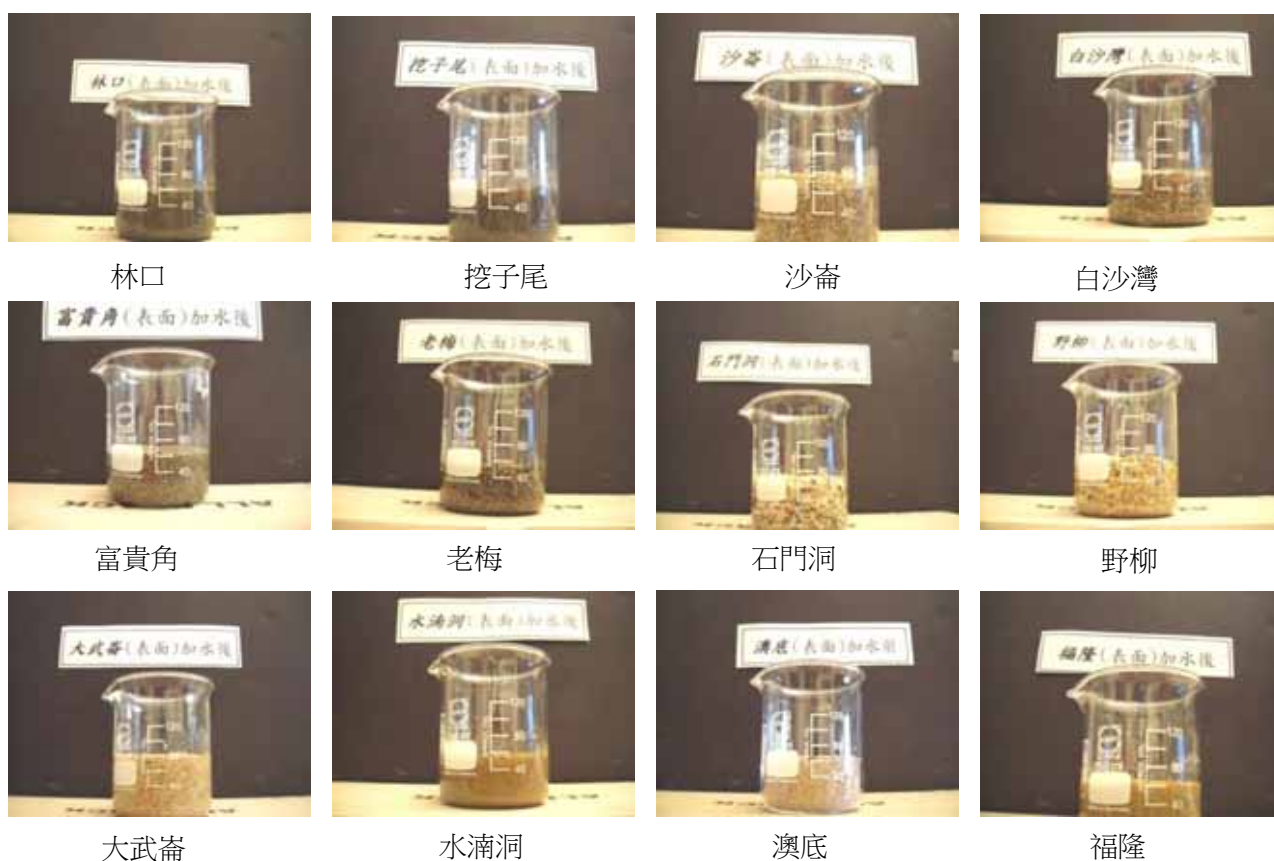
實驗四-1、沙灘上沙子的密度

【實驗器材】

12 個沙灘的沙子、120ml 燒杯 12 個、10ml 針筒 1 支、電子天平 1 個、玻璃攪拌棒一支

【實驗步驟】

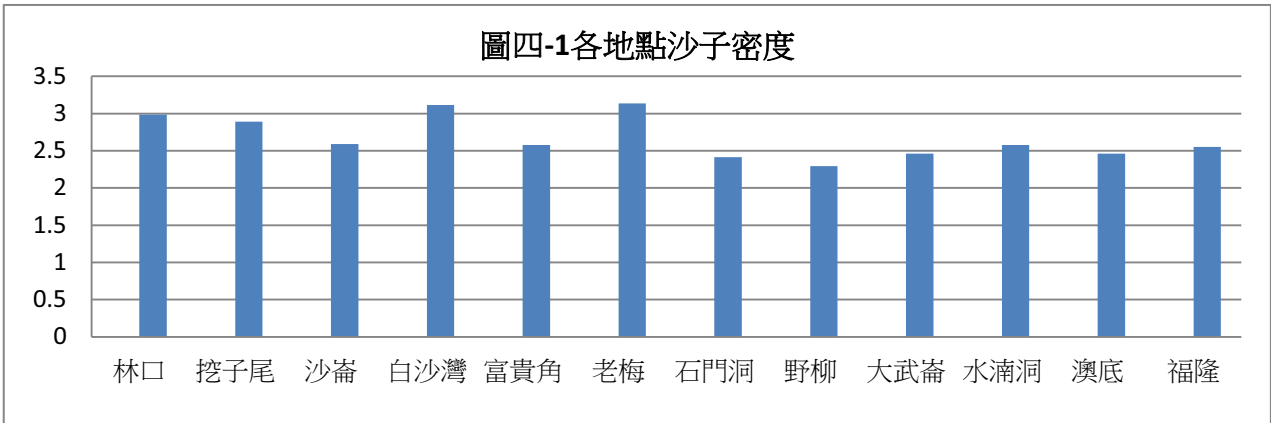
- 1.用電子天平秤林口沙灘沙子 100g，倒入燒杯中並記錄容量(燒杯上用)。
- 2.用 10ml 針筒慢慢將水注入燒杯中，再用攪拌棒輕輕攪拌，讓水填滿沙子間的縫隙，並記錄加的水量。
- 3.待一段時間沙子裡的水出現回滲現象，把滲出的水用針筒吸出直到沒有水再滲出，並記錄吸出的水量，再將步驟 2 加水量扣掉滲出的水量才是實際加水量，然後計算密度。
- 4.依序將另外 11 沙灘重複步驟 1-3。



【實驗結果】

表四-1 各地點沙子密度

項目 \ 地名	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞	澳底	福隆
加水量(c.c.)	25.5	24.4	39.4	27.9	24.2	23.1	33.6	26.4	39.4	16.2	29.4	25.8
加水前高度(ml)	61	60	80	65	60	55	75	70	85	60	65	60
加水後高度(ml)	59	59	78	60	63	55	75	70	80	55	70	65
沙子體積	33.5	34.6	38.6	32.1	38.8	31.9	41.4	43.6	40.6	38.8	40.6	39.2
沙子密度	3	2.9	2.6	3.1	2.6	3.1	2.4	2.3	2.5	2.6	2.5	2.6



【實驗發現】

1. 密度最大的是老梅和白沙灣，密度最小的是野柳。
2. 老梅磁鐵沙含量和密度都最高，但白沙灣的磁鐵沙含量僅第五多，磁鐵沙含量最少是福隆與沙子密度最小的不同地點。因此沙子密度與磁鐵沙含量並不完全一致需要再探究。

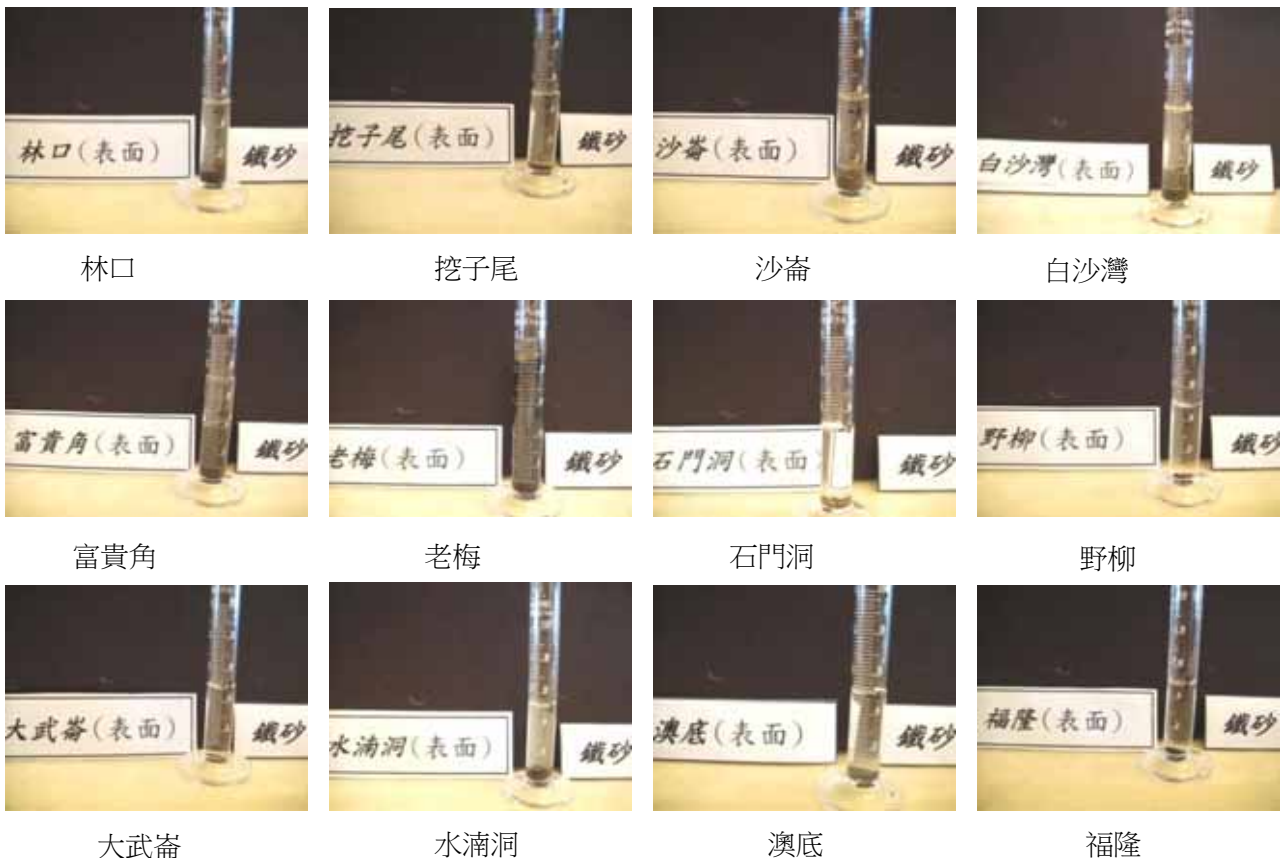
實驗四-2、測量各沙灘磁鐵沙的密度

【實驗器材】

12 個沙灘篩選後的磁鐵沙、10ml 量筒 1 支、10ml 針筒 1 支、玻璃攪拌棒 1 支

【實驗步驟】

1. 將實驗三各沙灘篩選後的磁鐵沙，取出林口的磁鐵沙。
2. 拿出 10ml 量筒用針筒量 5ml 的水注入量筒裡。
3. 把磁鐵沙加入量筒裡，觀察水位高度並記錄，然後計算密度。
4. 依序將另外 11 沙灘重複步驟 1-3。

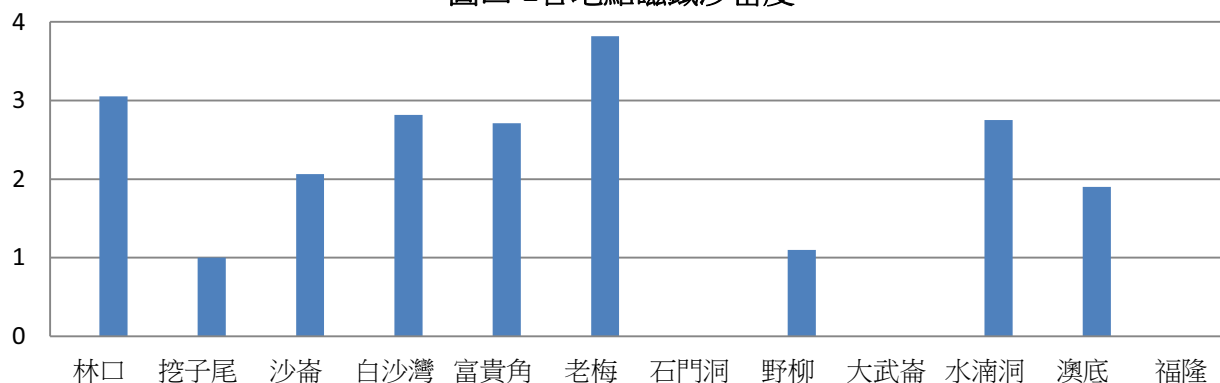


【實驗結果】

表四-2 各地點磁鐵沙密度

地名 項目	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞	澳底	福隆
上升高度(ml)	5.6	5.2	5.8	6.2	7.4	10	5	5.1	5	5.4	5.1	5
磁鐵沙重量(g)	1.83	0.20	1.65	3.38	6.50	19.08	1.92	0.11	0.05	1.10	0.19	0.21
磁鐵沙體積(ml)	0.6	0.2	0.8	1.2	2.4	5	0	0.1	0	0.4	0.1	0
磁鐵沙密度	3.1	1.0	2.1	2.8	2.7	3.8	-	1.1	-	2.8	1.9	-

圖四-2各地點磁鐵沙密度



【實驗發現】

1.從表四-3 沙子密度小於磁鐵沙的地點有林口、富貴角、老梅、水湳洞，此一結果應屬正常。

表四-3 各地點沙子密度與磁鐵沙密度比較

地名 項目	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞	澳底	福隆
沙子密度	3	2.9	2.6	3.1	2.6	3.1	2.4	2.3	2.5	2.6	2.5	2.6
磁鐵沙密度	3.1	1	2.1	2.8	2.7	3.8	-	1.1	-	2.8	1.9	-

2.經查詢資料得到磁鐵沙的密度為 5.17，而實驗結果所測得的磁鐵沙密度都小於此一數據，可見沙灘上的磁鐵沙純度並不高，因此開採使用的價值很低。

3.磁鐵沙密度小於沙子密度的地點有挖子尾、沙崙、白沙灣、野柳、澳底，是否表示沙子中除了貝殼沙、磁鐵沙外還有其他密度更大的礦物，值得再探究。

實驗五、顯微鏡下各地點沙子樣貌

【實驗器材】

12 個沙灘第二層篩選吸出磁鐵沙後的沙子、光學顯微鏡 1 台、載玻片 12 個、電子天平 1 個

【實驗步驟】

- 1.將貝殼及一小段珊瑚用鐵槌敲碎，放在顯微鏡下觀察並拍照。
- 2.將實驗一各沙灘第二層吸出磁鐵沙後的沙子，用電子天平秤 0.1g 放在載玻片上備用。
- 3.將 0.1g 林口的沙子放在載物臺上，用 10x 接目鏡和 4x 接物鏡成 40X 觀察，用相機拍照。
- 4.重複步驟 2-3 依序將另 11 個地點沙子用顯微鏡觀察，比對貝殼、珊瑚、石英的顏色與形狀。

【實驗結果】

地點	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角
顯微鏡下 40X					
貝殼砂	V		V	V	V
珊瑚片			V	V	V
石英砂	V	V	V	V	V
其他顏色	V	V	V	V	V
地點	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞
顯微鏡下 40X					
貝殼砂	V	V	V	V	V
珊瑚片	V	V	V	V	V
石英砂	V	V	V	V	V
其他顏色	V	V	V	V	V
地點	澳底	福隆	顯微鏡下影像(比對用各沙灘成份)		
顯微鏡下 40X					
貝殼砂	V	V	貝殼碎片	珊瑚碎片	石英
珊瑚片	V				
石英砂	V	V			
其他顏色	V	V			

【實驗發現】

1. 石英砂在每個地點都出現，貝殼和珊瑚則不是每地點都有。
2. 有些黑色的物質無法判別是什麼物質。

為了證明沙子裡除磁鐵沙外還有貝殼或珊瑚等碎片，因此利用鹽酸與沙子進行交互作用。

實驗六-1、沙子中碳酸鈣含量

【實驗器材】

12 個沙灘分層篩選後的沙子、鹽酸、5ml 針筒 1 支、電子天平 1 個、小碗 12 個

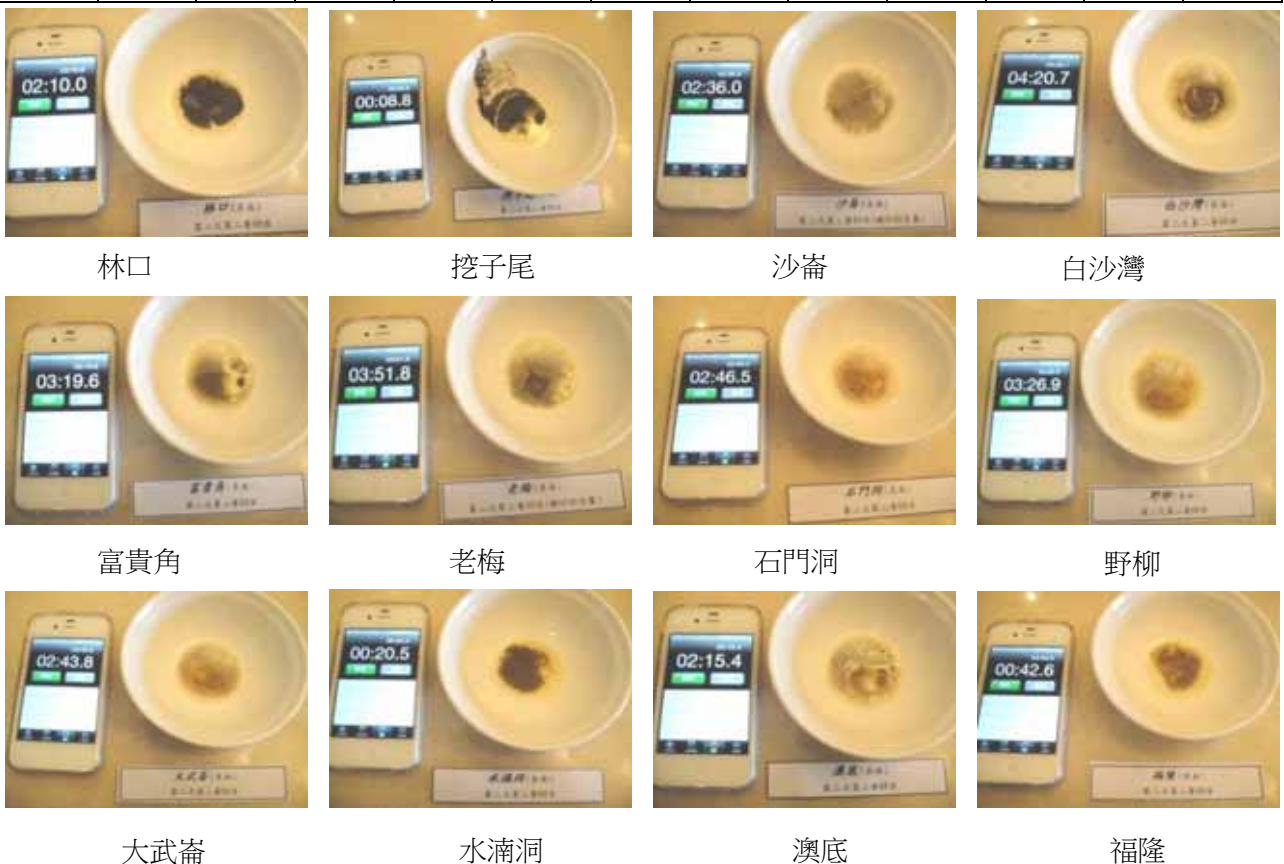
【實驗步驟】

- 1.將實驗三-1 各沙灘篩選磁鐵沙後的沙子，用電子天平秤 1g 後分別放在 12 個小碗裡備用。
- 2.用針筒吸 3ml 的鹽酸注入林口沙子的小碗裡開始計時，再用玻璃棒將殘留在碗上的沙子撥到鹽酸裡，確定所有的沙子都泡到鹽酸，直到不再有氣泡冒出，停止計時並記錄。
- 3.將其餘 11 個沙灘沙子依序重複步驟 2。

【實驗結果】

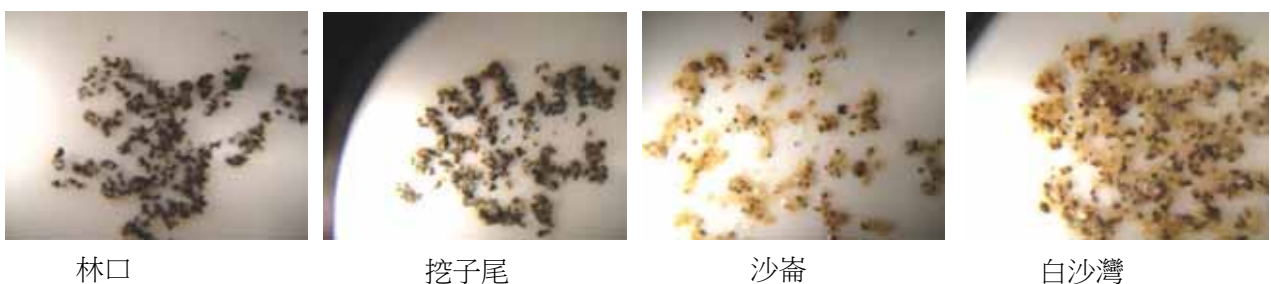
表六-1、各沙灘不含磁鐵沙的沙子加鹽酸後冒泡時間

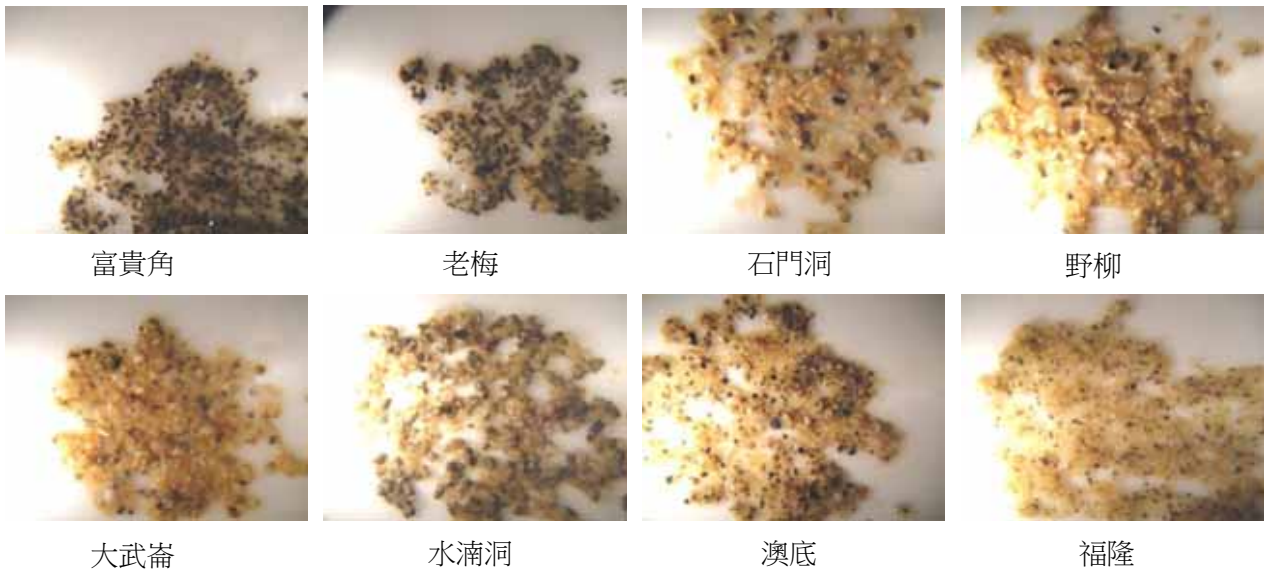
地名	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞	澳底	福隆
時間	2'10"	0'08"	2'36"	4'20"	3'19"	3'51"	2'46"	3'26"	2'43"	0'20"	2'15"	0'42"
排序	9	12	7	1	4	2	5	3	6	11	8	10



【實驗發現】

- 1.白沙灣時間最長，而挖子尾最短僅 8"。產生二氧化碳時間超過 3 分鐘的地點有白沙灣、富貴角、老梅和野柳，顯示碳酸鈣量多。
- 2.反應結束後還有顏色偏黑色可能是泥、頁岩碎片或其他物質，其餘顏色淡黃到白色表示有石英砂或其他不與鹽酸交互作用的物質。



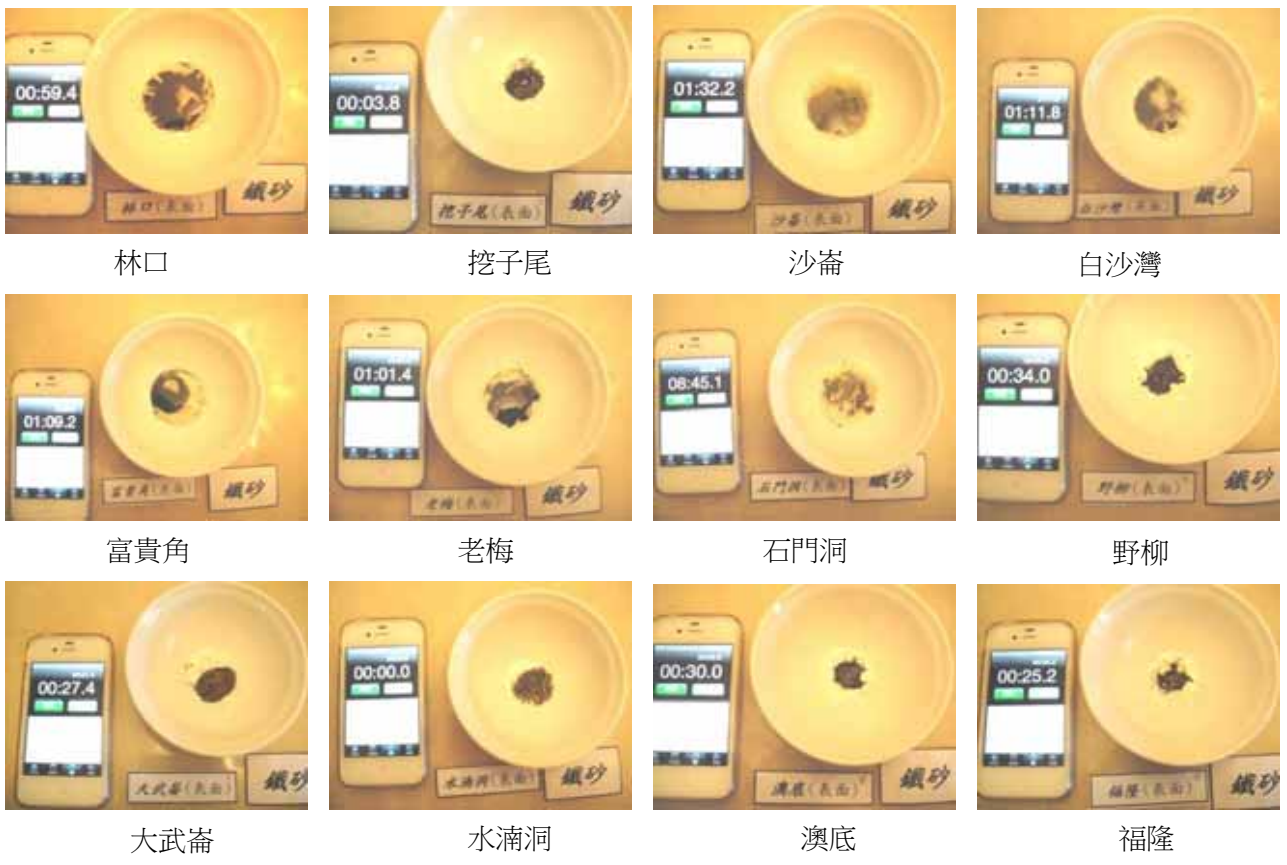


實驗六-2、各地點磁鐵沙與鹽酸交互作用

【實驗器材】 12 個沙灘分層篩選後的磁鐵沙，其餘同實驗六-1

【實驗步驟】

將沙子換成磁鐵沙其餘同實驗六-1

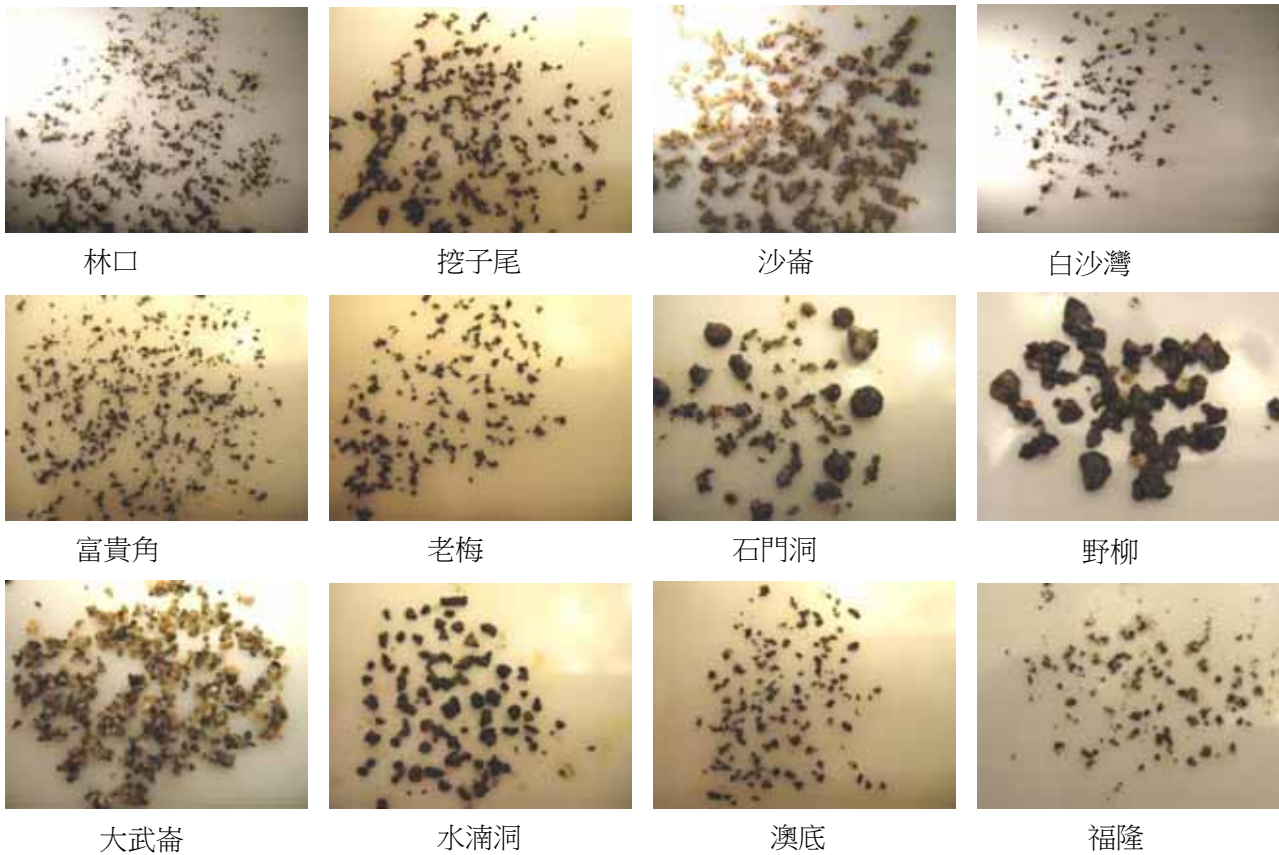
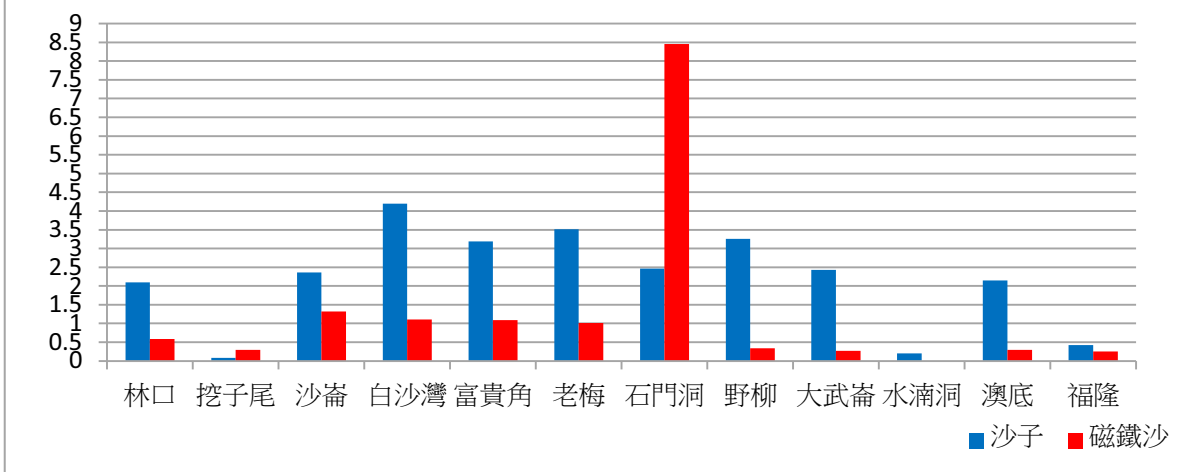


【實驗結果】

表六-2、各沙灘磁鐵沙加鹽酸後冒泡時間

地名	林口	挖子尾	沙崙	白沙灣	富貴角	老梅	石門洞	野柳	大武崙	水湳洞	澳底	福隆
時間	0'59"	0'03"	1'32"	1'11"	1'09"	1'01"	8'45"	0'34"	0'27"	0	0'30"	0'25"
排序	6	11	2	3	4	5	1	7	9	12	8	10

圖六沙子與磁鐵沙和鹽酸交互作用時間



【實驗發現】

- 1.經篩選後磁鐵沙還和鹽酸作用產生二氧化碳，石門洞最多達 8'45"，水滴洞完全沒有反應，且超過 1 分鐘有五處。
- 2.除石門洞外其餘地點都是沙子產生二氧化碳量多於磁鐵沙，石門洞異常要進一步探究。

沙子是由岩石風化而來，因此想探究沙灘上岩石碎片是否和沙子一樣？開始進行實驗。

實驗七、比較岩石成份

【實驗器材】



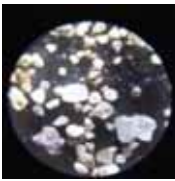



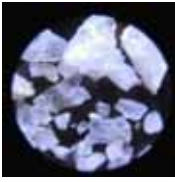
















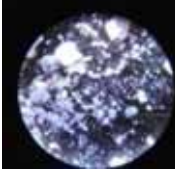

滴管 1 隻、鹽酸、小碗 8 個、計時器 1 個、放大鏡 1 個、海邊撿的岩石 8 顆、榔頭 1 隻、夾鏈袋 20 個、25 目和 60 目篩網、承接盤 1 個、棉布袋、墊布數塊、蛤蜊殼數個、電子天平

【實驗步驟】

- 1.將海灘撿到的岩石洗淨晾乾並編號 A 至 H 備用。
- 2.用放大鏡和手摸方式來觀察岩石的外觀和觸感，並記錄。
- 3.將 A 岩石放進碗裡滴 3 滴鹽酸在 A 上，觀察冒泡情形並計時，依序 B-H 岩石重複步驟 2-3。
- 4.將 A 裝進棉布袋內，放在墊布上用榔頭敲開成兩大塊，拍下岩石斷面，依序 B-H。
- 5.將較小的一塊再裝進棉布袋裡敲碎，用 25、 60 目篩網過篩，取 60 目沙子裝袋備用。
- 6.依序 B，D-H 和蛤蜊殼重複 5 步驟。
- 7.分別取各岩石敲碎的 60 目沙子及蛤蜊殼 0.5g 放進小碗滴 3 滴鹽酸觀察並記錄冒泡時間。

【實驗結果】

表七 觀察海邊岩石結果

	原來	外觀	敲開後的斷面	顯微鏡 40X	滴鹽酸	加鹽酸後放大
A		土黃色帶有深鐵鏽色，摸起來粗糙			整塊沒反應，敲碎沒反應	
B		灰色夾雜黑點和白點，摸起來有顆粒感較平滑			整塊沒反應，敲碎沒反應	
C		紅磚色，摸起來有粉末狀的顆粒掉落	硬度最高，幾度與榔頭擦出火花還是沒能敲開	無	整塊沒反應	無
D		橄欖色加咖啡色和黑色，摸起來較平滑			整塊沒反應，敲碎沒反應	
E		黑色夾有白灰鐵鏽色和結晶，凹凸不平且粗糙			整塊沒反應，敲碎沒反應	
F		淺紅褐色，一摸有粉末脫落			整塊沒反應，敲碎沒反應	
G		灰色帶有黑白灰色，摸起來粗糙			整塊冒泡，敲碎冒泡 9"2	

H		土黃帶鐵鏽 有坑洞，摸 起來粗糙			整塊沒反 應，敲碎 沒反應	
文 蛤 殼		土黃、褐、 黑色，摸起 來光滑			整塊沒反 應，敲碎 冒泡 16"1	

【實驗發現】

- 1.沙灘上八種岩石中僅有G與鹽酸交互作用產生二氧化碳，經仔細觀察後發現是混凝土塊，因裡面含有水泥所以會產生二氧化碳，由此可知我們所檢到的岩石本身不含碳酸鈣。
- 2.透過顯微鏡觀察的八種岩石可以發現石英含量高，而加入鹽酸後還有許多無法和鹽酸產生交互作用的石英及其他岩石風化後的碎片。
- 3.既然沙灘上的岩石不含碳酸鈣成份，沙灘上的碳酸鈣就是來自海洋的貝類、珊瑚等碎片，當它們隨著海浪登陸後，是不是還會因為地形不同而移動？因此進行漂沙的實驗。

以平均粒徑最粗的石門及粒徑最細的挖子尾，模擬顆粒粗細不同，海岸斜度不同、海岸形狀不同對不同方向的海浪與所造成的差異。

實驗八、海灘沙子的漂移

【實驗器材】

石門洞沙子 1800g 、挖子尾沙子 1800g



塑膠水箱



電子天平



平直海岸積木



兩條海岬



模擬富貴角

【實驗步驟】

- 1.拿出粒徑最粗的石門洞及最細的挖子尾沙子，用電子天平秤 10g 一份各 180 份備用。
- 2.用積木模擬臺灣北部海岸地形，組裝成平直、T 型、灣澳、岬澳地形及兩條海岬距離不同，距離分別為 4 格、3 格、2 格和 1 格的海岸地形及富貴角模擬地形。
- 3.拿出塑膠箱平放在地面上模擬海岸坡度為水平，模擬平直海岸的積木，平放在塑膠箱最左邊，倒入清水到塑膠箱內至水位 3 公分的位置，並做好記號。
- 4.放入石門沙灘的沙子 10g，在水箱靠近模擬海岸中間位置(佔 2 格)，用 20 公分的直尺放進水裡，模擬海浪由右向左水平連續不中斷推 20 次，等待水波靜止後，觀察並拍照。
- 5.改變模擬海浪方向由東北方(東北往西南推)和東南方(東南往西北推)重覆步驟 4。
- 6.依序將模擬海岸換成 T 型、灣澳、岬澳地形，重覆步驟 4-5。
- 7.再模擬兩條海岬距離分別為 4 格、3 格、2 格和 1 格的海岸地形，重覆步驟 4-5。
- 8.依序把塑膠水箱靠積木端墊高 3 公分模擬緩坡及墊高 6 公分模擬陡坡，重覆步驟 3-7。
- 9.將沙子改成挖子尾的細沙，重覆步驟 3-7。
- 10.模擬富貴角地形的塑膠積木，用挖子尾的沙子放在岬角面上，然後模擬東北季風(東北方)時海浪的方向，連續不中斷推 20 次，待水波靜止後拍照並觀察。
- 11.重覆步驟 10 僅方向改為西北方。

【實驗結果】


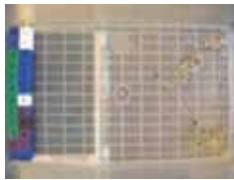



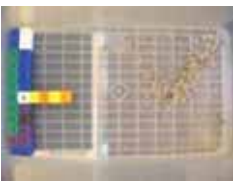








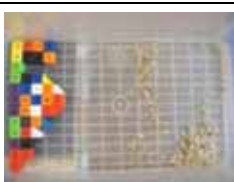






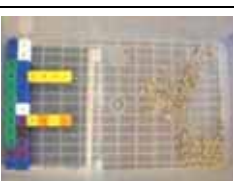
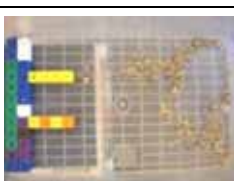


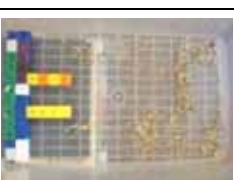





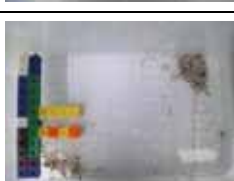
表八-1、模擬粗沙水平海岸不同方向海浪漂沙情形

海岸類別	沙子位置	水平推	東北往西南推	東南往西北推
平直				
T型				
灣澳				
岬澳				
兩岬 4格				
兩岬 3格				
兩岬 2格				
兩岬 1格				


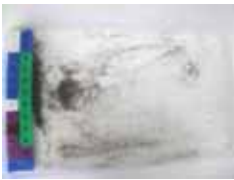
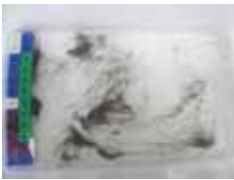
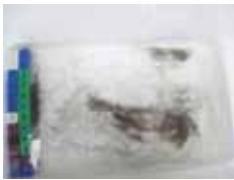


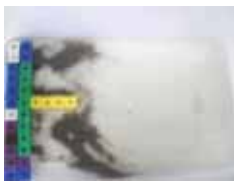
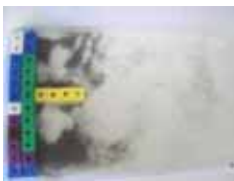










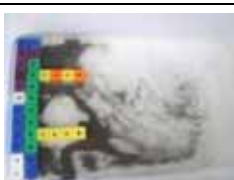


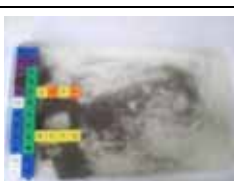




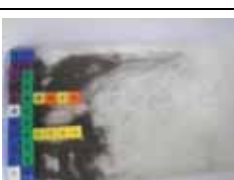
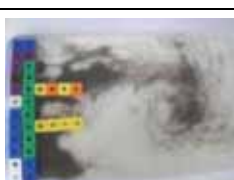




表八-2、模擬粗沙緩坡海岸不同方向海浪漂沙情形

海岸類別	沙子位置	水平推	東北往西南推	東南往西北推
平直				
T型				
灣澳				
岬澳				
兩岬 4格				
兩岬 3格				
兩岬 2格				
兩岬 1格				

表八-3、模擬粗沙陡坡海岸不同方向海浪漂沙情形

海岸類別	沙子位置	水平推	東北往西南推	東南往西北推
平直				
T型				
灣澳				
岬澳				
兩岬 4格				
兩岬 3格				
兩岬 2格				
兩岬 1格				



表八-4、模擬細沙水平海岸不同方向海浪漂沙情形

海岸類別	沙子位置	水平推	東北往西南推	東南往西北推
平直				
T型				
灣澳				
岬澳				
兩岬 4格				
兩岬 3格				
兩岬 2格				
兩岬 1格				






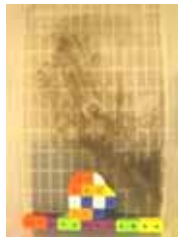
表八-5、模擬細沙緩坡海岸不同方向海浪漂沙情形

海岸類別	沙子位置	水平推	東北往西南推	東南往西北推
平直				
T型				
灣澳				
岬澳				
兩岬 4格				
兩岬 3格				
兩岬 2格				
兩岬 1格				

表八-6、模擬細沙陡坡海岸不同方向海浪漂沙情形

海岸類別	沙子位置	水平推 	東北往西南推 	東南往西北推 
平直				
T型				
灣澳				
岬澳				
兩岬 4格				
兩岬 3格				
兩岬 2格				
兩岬 1格				

表八-7 模擬富貴角細沙漂移情形

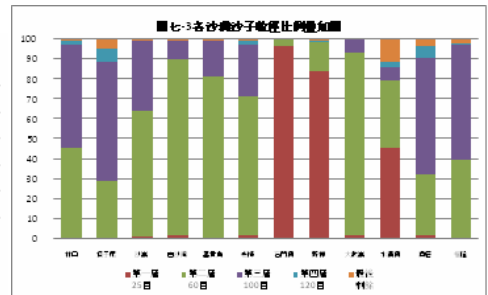
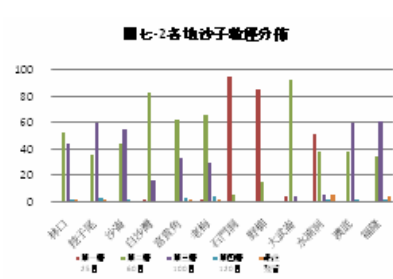
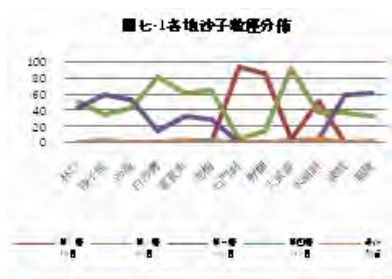
塑膠箱	沙子位置	浪從西北來	浪從東北來
水平			
墊高 3cm			

【實驗發現】

1. 模擬海岸坡度越大，不論粗或細沙子在哪一種地形時，沙子往外海移動距離越遠。
2. 平直海岸海浪水平時，粗沙沿岸往北漂移，細沙大多往北移少部份往外漂。海浪由東北方來時，少量粗沙沿岸往北漂移，多數粗沙沿岸往東南漂移。一半細沙往北移一半往東漂。海浪由東南方來時，粗沙往東北及東南漂，少數細沙沿岸往南北漂，多數往東漂。
3. T 型海岸時海浪水平時，海岬北岸粗沙往北漂移，少數細沙留在岸邊，大都往東北或東南漂。海浪由東北方來時，粗沙沿海岸往南漂移。海浪由東南方來時，沙子離岸往東北及東南移動。
4. 灣澳海浪水平時，粗沙細沙都往海岬東邊移動；海浪由東北方來時，粗沙往岬面東南漂移，細沙沿岸往南漂移；海浪由東南方來時，粗沙聚在岬面及東北，細沙往東北移動。
5. 兩條海岬時海浪水平時，海岬北岸粗沙往北漂移，少數細沙留在岸邊，大都往東北或東南漂。浪由東北方來時，粗沙沿海岸往南漂移，細沙沿岬偏南移。浪由東南方來時，粗沙子離岸往東北及東南移動，細沙偏北聚集。
6. 兩條海岬距離由寬到窄時，沙子漂移情形越接近 T 型海岸。
7. 模擬富貴角海岸以緩坡模擬浪從東北方來時，岬面上沒有沙，細沙往北及東南沿岸移動，可以說明老梅的磁鐵沙來自富貴角的情形；若從西北方來的浪則會堆積在左邊(白沙灣)的位置。

陸、討論

- 一、原本以為沙灘上的沙子淘選度比陸地上好，但 12 個採集地點沙子粒徑大小差異很大，讓我們很困擾，後來發現雖有電動篩沙器但價格太高，不考慮購買。但篩沙力量的一致性無法克服，當我們陷入困境時，剛好看到媽媽的瘦身震動帶，於是把篩網用瘦身震動帶套住，然後定時 3 分鐘，發現一樣可以達到篩沙效果。這個克難的小發明，讓我們體會到發揮創意不但可以省錢，而且很有成就感。
- 二、如何呈現各地點不同粒徑沙子的重量與比例，曾經看過用折線圖表示，但是不夠清楚。試著用長條圖表示則看起來很混亂，後來發現 Excel 裡有疊加長條圖，用來呈現不同粒徑種類和重量比例可以一目了然。這種長條圖我們在數學課沒學過，是這次做科展時為了解決問題而獲得的額外收獲。



- 三、雖然疊加長條圖可以呈現各地點不同粒徑沙子的分佈情形，如何用一個數字表示沙灘平均粒徑呢？曾經想過用 50% 以上的粒徑表示，但卻發現有地點兩種粒徑的比例接近 50%，後來經過與老師討論後，利用數學課所學的平均數的計算方法，得到平均粒徑的公式，如下：
$$\text{平均粒徑(mm)} = (0.71 \times 25 \text{ 目重} + 0.25 \times 60 \text{ 目重} + 0.15 \times 100 \text{ 目重} + 0.125 \times 120 \text{ 目重} + 0.12 \times \text{剩餘}) \div 5$$
- 四、曾採集灘面下 10cm 沙子結果差異不大，因此並未將結果列入實驗一，將來進一步探究時，採集深度可以再加深。另外我們做文獻探討時，發現國中組高中組採沙是用 PVC 塑膠管採整管的沙，這種方法我們以後可以採用。
- 五、原本以為沙灘上被磁鐵吸引的黑色物質是鐵沙，但是計算後的密度約 3 g/cm^3 ，遠低於鐵塊的 7.8 g/cm^3 ，經過不斷的查證後發現它應該是磁鐵沙，不是純鐵沙而是四氧化三鐵，再進一步查詢發現磁鐵礦的密度是 5.17 g/cm^3 ，因此推測沙灘上的磁鐵沙純度不高。這個過程讓我們知道探究事情可以一步步更深入，也釐清我們原本的想法。
- 六、漂沙實驗時沙子漂移的距離與範圍，我們到目前為止還無法想出簡單的方式呈現，所以用圖片呈現。

柒、結論

- 一、沙子平均粒徑最大是石門 13.88mm，最小是挖子尾僅 3.52mm。
- 二、除水涌洞外其餘地點，單一粒徑都超過 50%，可見水涌洞外地點沙子淘選度差。
- 三、潮差最大的地點是大園，最小的是鼻頭角，潮差與各地點粒徑大小沒有負相關。
- 四、老梅磁鐵沙含量最多 24.83g，其次是富貴角 15.29g，福隆最少 0.2g。而磁鐵沙的粒徑以 0.25mm 最多。
- 五、沙子密度最高和磁鐵沙含量最高的地點不完全相同，而沙子密度最小與磁鐵沙含量最少也不同，因此磁鐵沙含量與沙子密度並不完全一致。
- 六、沙子的成份都含石英砂，但貝殼、珊瑚和磁鐵沙則不是每地點都有。其中白沙灣、老梅、野柳碳酸鈣含量高，挖子尾則不含。
- 七、模擬海岸坡度越大，不論粗或細沙子在哪一種地形時，沙子往外海移動距離越遠。
- 八、平直海岸海浪水平時，粗沙沿岸往北漂移，細沙大多往北移少部份往外漂。海浪由東北方來時，少量粗沙沿岸往北漂移，多數粗沙沿岸往東南漂移。一半細沙往北移一半往東漂。海浪由東南方來時，粗沙往東北及東南漂，少數細沙沿岸往南北漂，多數往東漂。
- 九、T 型海岸海浪水平時，海岬北岸粗沙往北漂移，少數細沙留在岸邊，大都往東北或東南漂。海浪由東北方來時，粗沙沿海岸往南漂移。海浪由東南方來時，沙子離岸往東北及東南移動。
- 十、灣澳海浪水平時，粗沙細沙都往海岬東邊移動；海浪由東北方來時，粗沙往岬面東南漂移，細沙沿岸往南漂移；海浪由東南方來時，粗沙聚在岬面及東北，細沙往東北移動。
- 十一、兩條海岬時海浪水平時，海岬北岸粗沙往北漂移，少數細沙留在岸邊，大都往東北或東南漂。浪由東北方來時，粗沙沿海岸往南漂移，細沙沿岬偏南移。浪由東南方來時，粗沙子離岸往東北及東南移動，細沙偏北聚集。
- 十二、兩條海岬距離由寬到窄時，沙子漂移情形越接近 T 型海岸。
- 十三、模擬富貴角海岸以緩坡模擬浪從東北方來時，岬面上沒有沙，細沙往北及東南沿岸移動，可以說明老梅的沙因強烈東北季風作用磁鐵沙由富貴角漂移過來情形；而西北方的浪會堆積在左邊-白沙灣，則代表非東北季風時富貴角磁鐵沙的漂移。
- 十四、綜合實驗結果發現老梅因老梅溪帶來豐富的磁鐵沙，再加上鄰近富貴角受東北季風影響也帶來磁鐵沙所以量最多。富貴角則因竹子火山的熔岩流出海，所以磁鐵沙量次多。

捌、參考資料

一、書籍

宋聖榮 (2006)。臺灣的火山，遠足文化事業股份有限公司。

李素芳 (2010)。臺灣的海岸，遠足文化事業股份有限公司。

二、網路資源

中央氣象局兒童網/海象 <http://www.cwb.gov.tw/kids/swf/index.htm>

沙 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B2%99>

鐵 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%90%B5>

四氧化三鐵(維基百科)

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9B%9B%E6%B0%A7%E5%8C%96%E4%B8%89%E9%93%81>

平均粒徑 http://www.talcumpowder.cn/chinese/mean_grain_size.html

顯微鏡下的砂 <http://bbs.big5.voc.com.cn/topic-1866225-1-1.html>

大屯火山群 <http://content.edu.tw/local/taipei/chantsui/culture/05.htm>

自然與人文數位博物館—大屯火山群的礦物與岩石

<http://digimuse.nmns.edu.tw/Default.aspx?tabid=369&ObjectId=0b00000181da545f&Domain=g&Field=ri&ContentType=Exhibit&Language=CHI&FieldName=>

【評語】 080506

對於北海岸的沙子種類尤其是鐵砂含量分布可對台灣北部沙子搬運和火成活動源的認識有幫助，惟相對於以往的作品需有更明確的分野和具體改善。