

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

# 作品說明書



圖說：花蓮東海岸磯崎灣的鐵砂

科 別：地球科學科

組 別：國中組

作品名稱：鐵砂的秘密-台灣東部海岸鐵砂與磁鐵砂含量分析

關 鍵 詞：鐵砂、磁鐵砂、八里灣層泰源段

## 摘要

本研究於 2021 年 8 月至 2022 年 5 月進行，採砂地點北至宜蘭蘭陽溪口，南至台東太麻里，我們利用室內觀察以及野外考察等方式進行研究。

磯崎灣、鹽寮廟以及都歷砂灘明顯有發亮的砂石顆粒，鐵砂含量多，磁鐵砂量也多，經顯微鏡觀察，發亮的砂石應屬於磁鐵砂。加路蘭溪出海口砂石鐵砂含量近乎 80%，且加路蘭溪山壁岩層標本含鐵量 78.6%，對比地質圖後，此山壁屬於八里灣層中泰源段的岩層，此層屬砂頁互層的沉積岩層，磯崎灣的鐵砂可能來自泰源段；而研究區屬於火成岩區的都巒山層，含鐵量及磁鐵量高，尤以綠色火成岩及輝長岩為最，所以暫時推論磁鐵砂多來自火成岩。

## 壹、研究動機

第 51 屆科展《鐵砂的秘密》報告書中提到在台灣東北角沿海岸有「鐵砂、磁鐵砂」，但是並沒有深入探討它們的來源，於是我們想了解東海岸的鐵砂及磁鐵砂分布的情形及來源。

## 貳、研究目的

- 一、練習礦砂採樣的技巧
- 二、分析台灣東部海岸變質岩區與沉積岩區鐵砂含量
- 三、探討台灣東部海岸灣澳區鐵砂含量之差異
- 四、探討各地鐵砂球圓度之差異

## 參、研究設備及器材

- 一、程式軟體：Microsoft Excel、Microsoft Word、Power Point、Google Earth、小畫家繪圖軟體、CorelDRAW12 繪圖軟體
- 二、實驗器材：器材說明如照片 1-12

			
照片 1：強力磁鐵	照片 2：電子磅秤	照片 3：研鉢和研杵	照片 4：培養皿
			
照片 5：夾鏈袋	照片 6：篩網	照片 7：烤箱	照片 8：顯微鏡

			
照片 9：地質鎚	照片 10：刀片	照片 11：皮尺	照片 12：挖砂鏟

## 肆、研究流程及方法

### 一、研究流程圖，如圖 1：



圖 1：研究流程圖

### 二、文獻探討：

#### (一)赤鐵礦介紹：

赤鐵礦名稱源自於希臘字 haimatos，其涵義為「血」的顏色，其分辨特徵為紅褐色的條痕。赤鐵礦晶體呈片狀、鱗片狀、菱體狀或板狀，部分呈纖維狀、塊狀結晶、錐狀，亦常見腎狀集合體，赤鐵礦是自然界分布極廣的氧化鐵礦物，也是鐵礦的重要來源。主要來源為含鐵的基性礦物(如角閃石、輝石、鐵橄欖石等)以及接觸變質作用，此外赤鐵礦經常是風化強烈地區中的土壤產物，例如紅土層中。台灣無大型赤鐵礦礦床，多為其他含鐵礦物氧化後生成，如金瓜石金礦脈外圍氧化物、台灣北部沿海之砂岩結核中、台灣各地紅土層中。

#### (二)磁鐵礦介紹：

磁鐵砂為常見的氧化物礦物，常發生於雲母片岩和綠色片岩中，形成八面體或十二面體晶體，也會以塊狀或粒狀產出，顏色和條痕都是黑色，不透明，或有金屬光澤，或有暗淡光澤，且具有強磁性，能吸起鐵屑，磁鐵砂多形成於火成岩中，也形成於礦脈中。

### (三)相關鐵砂文獻：

#### 1.鐵砂磁鐵砂霧沙沙-金門砂灘上磁鐵砂的前世今生(楊子卉等，2014)

(1)金門砂灘上磁鐵砂來自黑雲母轉變而來，而黑雲母源自金門的花崗岩體。

(2)磁鐵砂( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )化學組成相當穩定，並非以二價鐵( $\text{Fe}^{2+}$ )或三價鐵( $\text{Fe}^{3+}$ )存在，因此不易生鏽(氧化)。

#### 2.鐵砂的秘密(高詠渝等，2011)

(1)台灣東北角海岸的老梅砂灘鐵砂含量最多，約 25.7%，其次為白砂灣約 3.0%。

(2)各採砂點鐵砂含量不同，可能跟地形形成、河道及火山有所關聯，尚待研究。

#### 3.風吹沙—草漯沙丘粒度及鐵礦砂含量分析(馮敬庭等，2006)

(1)台灣西部沿海鐵礦之來源，可能是岩石經風化作用而形成，台灣北部火成岩區岩石富含鐵質，風化後產生大量磁鐵礦砂，為台灣西北部沿海磁鐵礦砂主要來源。

(2)由於磁鐵礦砂密度較一般砂粒大，在風力搬運過程中，磁鐵礦有富集的情況發生，故沉積砂層中磁鐵砂含量若較高，則為風力侵蝕作用造成。

#### 4.一砂一世界 - 化仁砂丘沉積環境分析(黃昱翔等，2018)

(1)化仁砂丘磁鐵礦砂上段含量高，是因為磁鐵礦砂密度重量重，不易被風吹走，使得越上層的砂礫裡磁鐵礦砂的含量越高。

(2)古砂丘受到風蝕的時間較久，使砂礫圓度較高；而現生砂丘則因形成時間晚，受到侵蝕的時間不夠久，仍有稜角、砂礫圓度低。

#### 5.台灣經濟礦物(譚立平、魏稽生，1997)

(1)台灣北部磁鐵礦砂分布在大屯山北方，淡水到金山為主要分布區域，1973 年曾大量開採，1979 年礦源枯竭而停採。

(2)台灣北部的磁鐵礦砂應來自大屯火山區及觀音山的安山岩，而西南部的磁鐵礦砂則可能經過多次風化作用而富集。

### (四)八里灣層：

八里灣層主要出露在花蓮縣豐濱鄉八里灣河流域，是三百萬年至七十萬年以前的深海沖積扇堆積的濁流岩(turbidites)，是板塊碰撞後，由歐亞大陸邊緣侵蝕下來的沉

積物所組成的「沉積岩」。為礫岩與砂頁岩互層，且岩相變化很大。濁流岩為重力流搬運堆積的岩類，在深海堆積的都屬於濁流岩。八里灣層的岩相北粗南細，在海岸山脈北段主要是礫岩與砂岩，稱之為水璉礫岩段，在南段主要是頁岩與砂頁岩，稱之為泰源段。(經濟部中央地質調查所，2016)

(五)圓球度表：

根據顆粒直徑的大小，分為礫、砂、粉砂和粘土等級別，分級方法有很多，常用的是以 2 毫米為礫和砂的分界，0.05 毫米為砂與粉砂的分界，0.005 毫米為粉砂與粘土的分界，而砂石的顆粒形狀常分為四大類：球狀、扁平狀、橢球狀和不規則狀。顆粒的磨圓度在野外一般按五級分類(如圖 2)：

0 級-棱角狀：顆粒保持原始棱角和形狀，幾乎無磨圓的痕跡，處於尖角狀的礫石。

1 級-次棱角狀：顆粒原始棱角和形狀完全保持，只是角和稜邊有輕微滾圓的礫石。

2 級-次圓狀：顆粒棱角稍為展平，其原始形狀尚可辨認，圓度中等。

3 級-圓狀：顆粒棱角均磨圓，只有局部保留原來外形痕跡，圓度好。

4 級-極圓狀：顆粒無棱角，無凹面，呈橢球或蛋形，原始形狀完全無法辨認圓度極好。

(楊景春主編，1998)

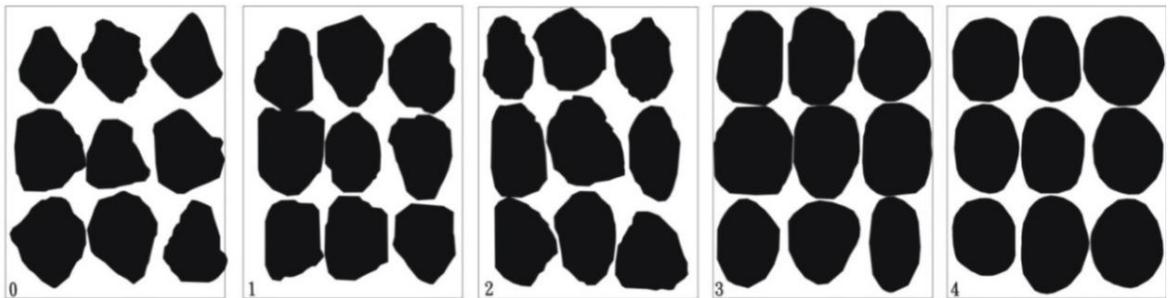


圖 2：哈巴科夫的滾圓等級

(六)研究區域地質圖：我們使用 CorelDraw 繪圖軟體，重新描繪東部海岸山脈地質圖，如圖 3，以利精準定位採樣點的地質環境。

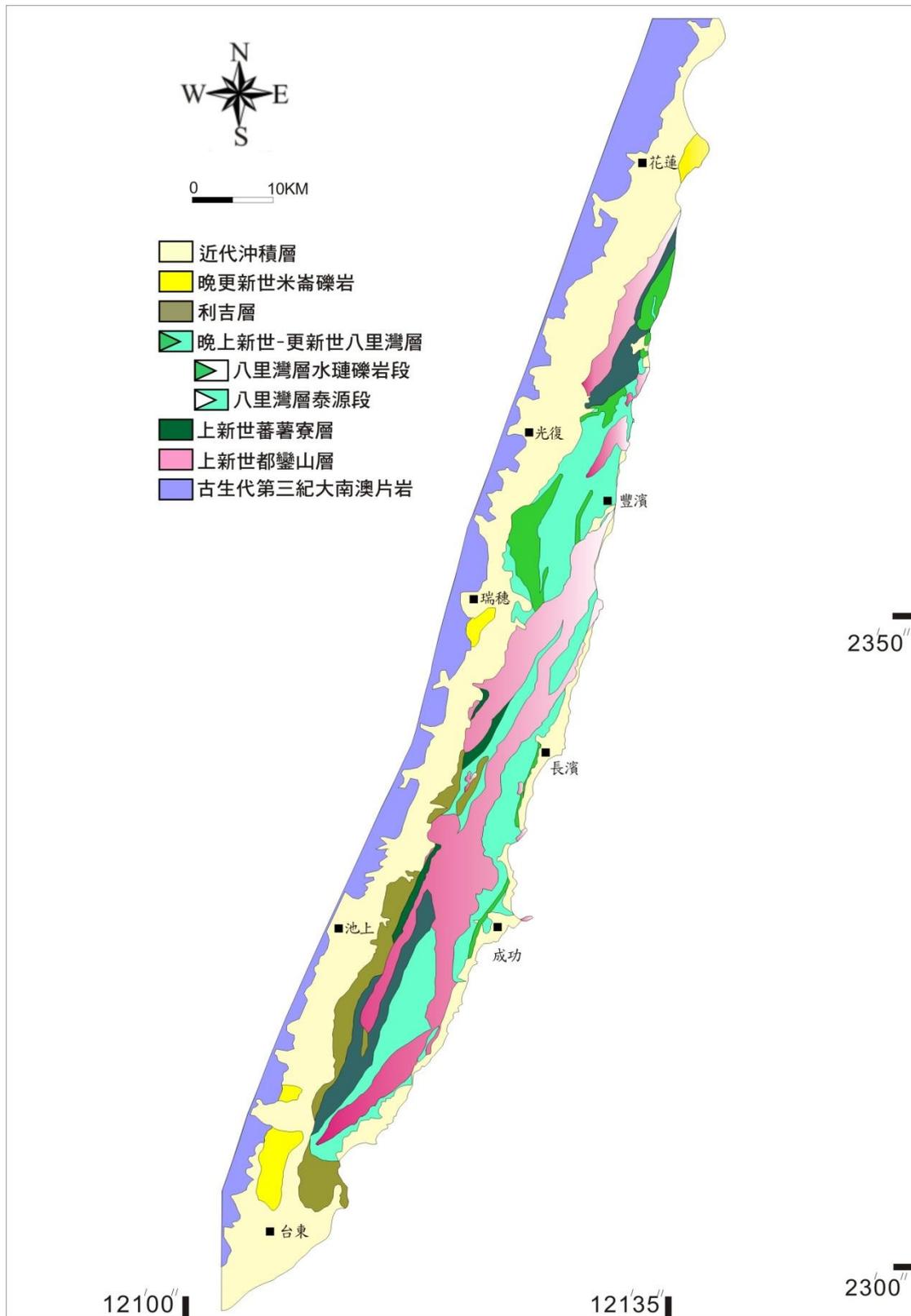


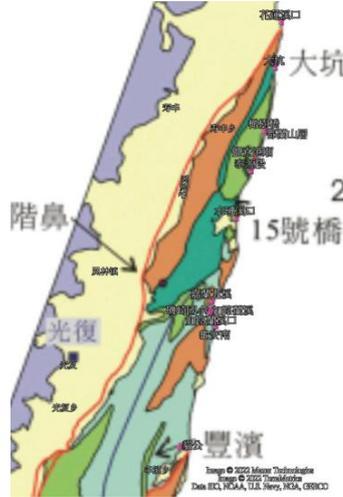
圖 3：東部海岸山脈地質圖，改繪自陳文山主編(2016)台灣地質概論

### 三、實驗設計：

(一)選擇採樣點，如下列步驟(照片 13-18)：



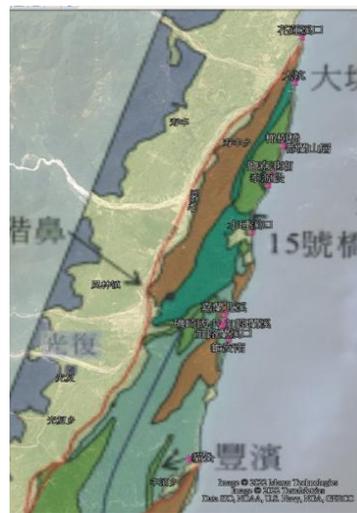
照片 13：GoogleEarth 海岸山脈北段地圖



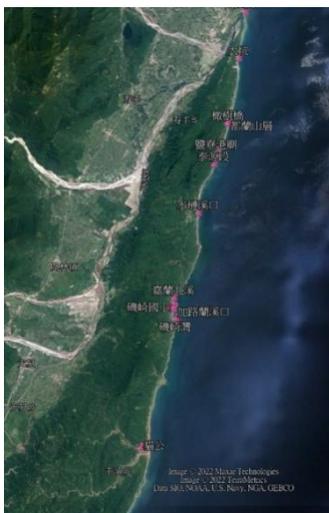
照片 14：選擇海岸山脈北段地質圖



照片 15：以 GoogleEarth 地圖套疊地質圖



照片 16：可調整透明度提升套疊精準度



照片 17：依地形及地質環境選定採樣點



照片 18：以相同方式套疊全台地質圖

(二)採樣：

採樣點：如下圖 4。

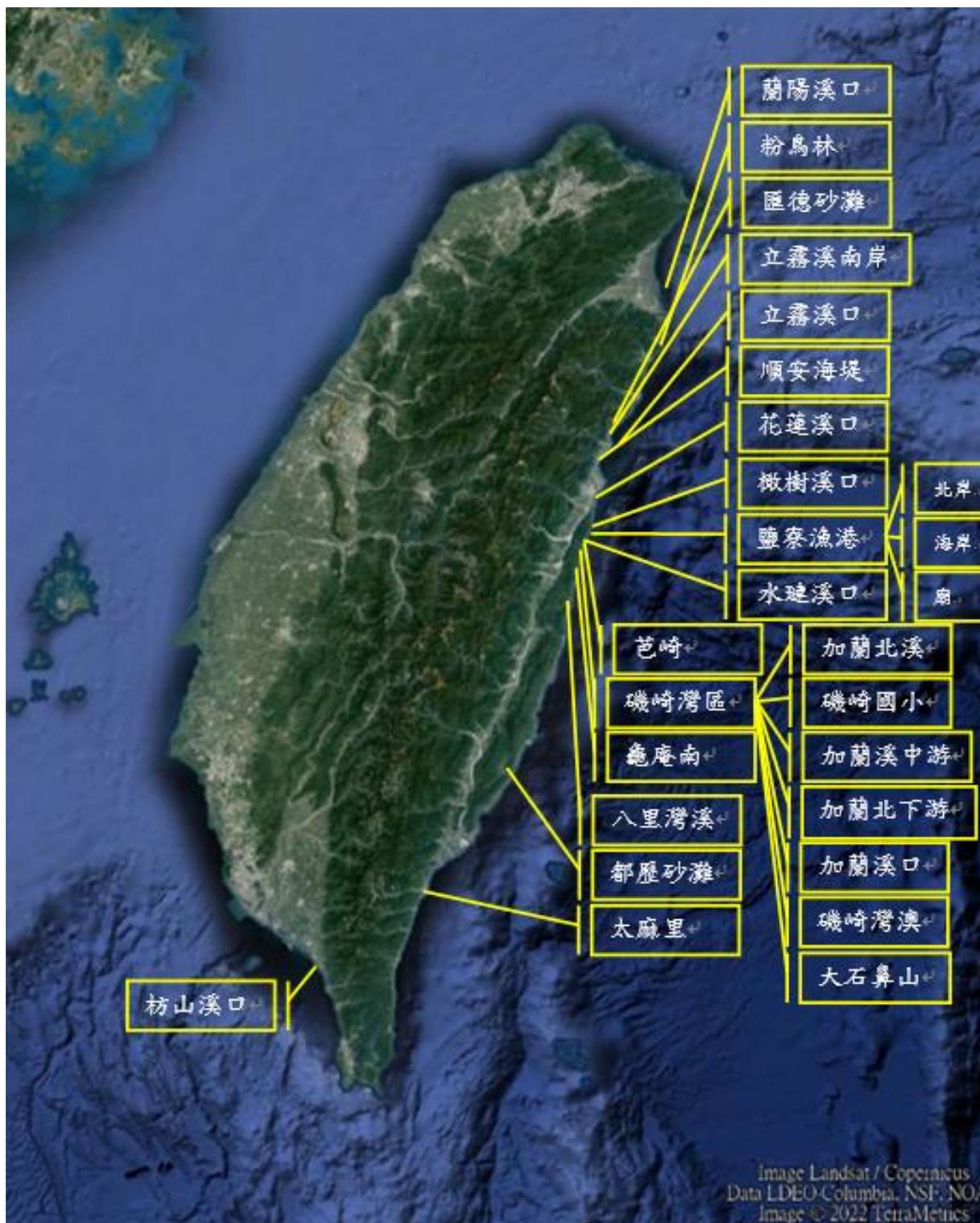


圖 4：採樣地點分布圖

(三)都歷、磯崎灣、鹽寮砂灘等採樣點照片：照片 19-26



照片 19：都歷砂灘，黑色為鐵砂



照片 20：磯崎灣的鐵砂近照，黑色為鐵砂



照片 21：鹽寮漁港沙灘



照片 22：鹽寮漁港採砂



照片 23：宜蘭蘭陽溪口採砂



照片 24：12 號橋下海灘



照片 25：八里灣溪採八里灣層砂石



照片 26：加路蘭溪中游採砂

(四)採樣方法：照片 27-32(隨機取樣法採砂)

- 1.海砂：選安全近岸海砂三處採樣，各取約 100 公克(共 300 公克)
- 2.河砂：定點採樣約 300 公克
- 3.每邊長 50 公分，用竹筷做一記號，圍成正方形
- 4.岩石：敲擊約 100-150 公克岩石三塊，帶回實驗室再行敲碎。



照片 27：選定海邊安全地點採砂



照片 28：採樣範圍(50\*50cm<sup>2</sup>)



照片 29：刮除 10 公分厚表層砂，去雜質



照片 30：同地區，另一處採砂點



照片 31：採 100-150 克岩石(加路蘭溪岩壁)



照片 32：橄樹溪(十一號橋)採集的輝長岩

(五)分離鐵砂方式：照片 33-38

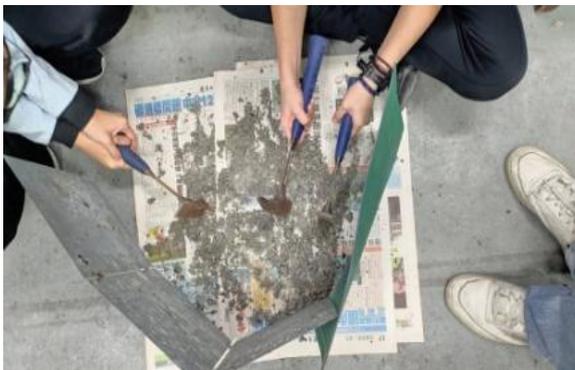
- 1.每採樣點取約 100 公克砂石或岩石塊，岩塊需敲成細塊。
- 2.若是海砂或河砂需以烤箱乾燥，以便篩砂及秤重。
- 3.以 500 目篩網篩出細砂。
- 4.每點 100 克篩取 50 克，裝至培養皿並記錄於盒上
- 5.以強力磁鐵隔著夾鏈袋分離鐵砂，鐵砂放置在另一個培養皿上。
- 6.秤重並記錄鐵砂克數，取三次鐵砂克數平均量。



照片 33：將砂子鋪至烤盤



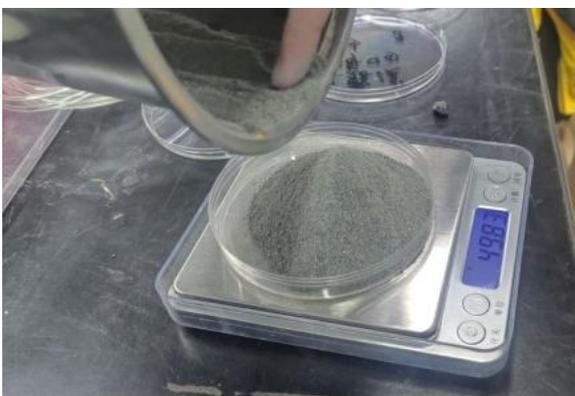
照片 34：以烤箱烤砂



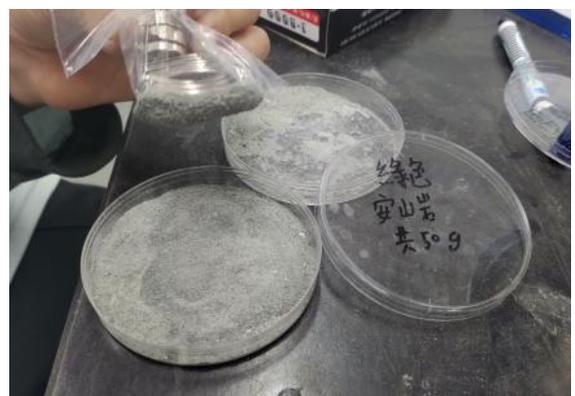
照片 35：岩塊需要敲碎成細粒



照片 36：以 500 目篩網篩出細砂



照片 37：秤重 50 克細砂



照片 38：以強力磁鐵隔著夾鏈袋吸鐵砂

(六)分離磁鐵砂方式：如照片 39-42

- 1.以刀片吸附，分離出磁鐵砂。
- 2.觀察鐵砂及磁鐵砂氧化的情形:(1)以烤箱加熱加速氧化(2)加水使其氧化。
- 3.以解剖顯微鏡觀察鐵砂及磁鐵砂的不同。



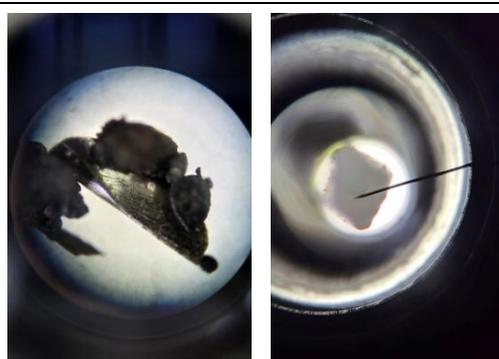
照片 39：以刀片分離磁鐵砂



照片 40：以烤箱觀察鐵砂與磁鐵砂



照片 41：泡水觀察鐵砂與磁鐵砂

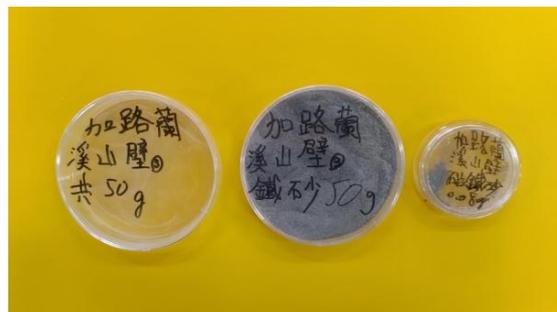


照片 42：以顯微鏡觀察鐵砂及磁鐵砂

(七)以解剖顯微鏡觀察鐵砂圓球度及分析結果：照片 43-46



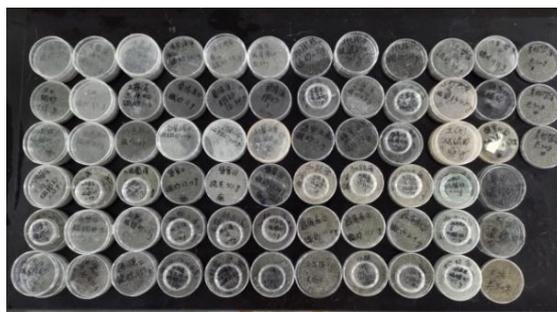
照片 43：以解剖顯微鏡觀察鐵砂圓球度



照片 44：加路蘭溪鐵砂與磁鐵砂含量



照片 45：綠色安山岩鐵砂與磁鐵砂含量



照片 46：最後的分析紀錄與歸納結果

## 伍、實驗結果：

### (一) 磯崎海灣及鹽寮港砂灘含鐵砂量之分析

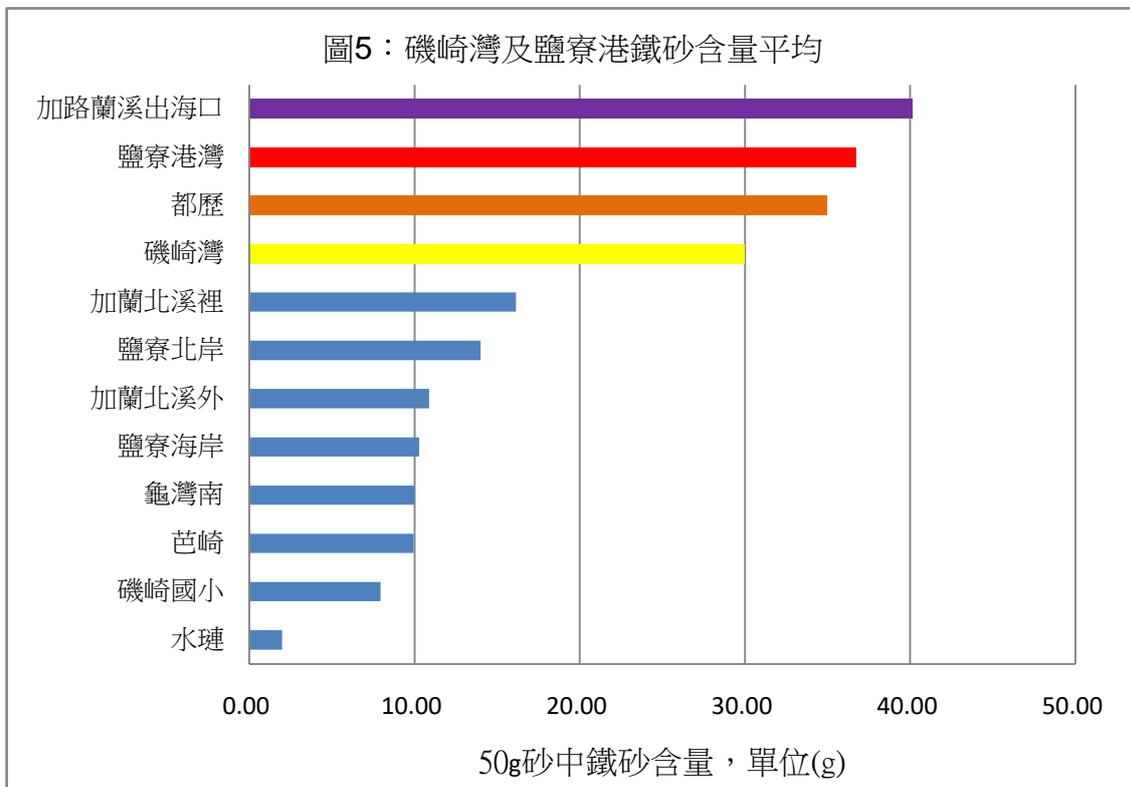
第一次野外採樣，我們選擇磯崎海灣、鹽寮港砂灘及其週邊海灘採樣，並趁到台東旅行，到都歷砂灘採樣，各採樣點鐵砂含量如表 1，分析如圖 5。

1.各採樣點鐵砂含量(表 1)：

表 1、各採樣點鐵砂含量

採樣點	鐵砂平均(g)	採樣點	鐵砂平均(g)	採樣點	鐵砂平均(g)
水璉溪口	1.99	鹽寮海岸	10.29	磯崎灣	31.25
磯崎國小	7.95	加蘭北溪外	10.89	都歷	34.96
芭崎	9.95	鹽寮北岸	14.00	鹽寮港灣	36.73
龜灣南岸	10.00	加蘭北溪裡	16.15	加路蘭溪出海口	40.13

2.分析圖：圖 5



3.討論：

(1)為什麼磯崎灣砂灘的鐵砂含量那麼高？

磯崎灣、鹽寮廟以及都歷為本研究最初選擇採樣的地點，這些地點海灘上和台東都歷砂灘一樣，明顯有發亮的砂石顆粒，分析後，發現這些地點鐵砂含量多，其中磯崎灣北邊的加路蘭溪出海口砂石中，含鐵砂量更高，我們認為磯崎灣砂灘的鐵砂，可能來自加路蘭溪，所以第二次採樣，我們選定去加路蘭溪河流沿岸採樣。

(2)而鹽寮港灣含鐵砂量也很高，所以第三次採樣，我們選擇港灣附近的橄樹溪、鹽寮北岸以及鹽寮南岸等地點採樣。

## (二)加路蘭溪流域含鐵砂量之分析

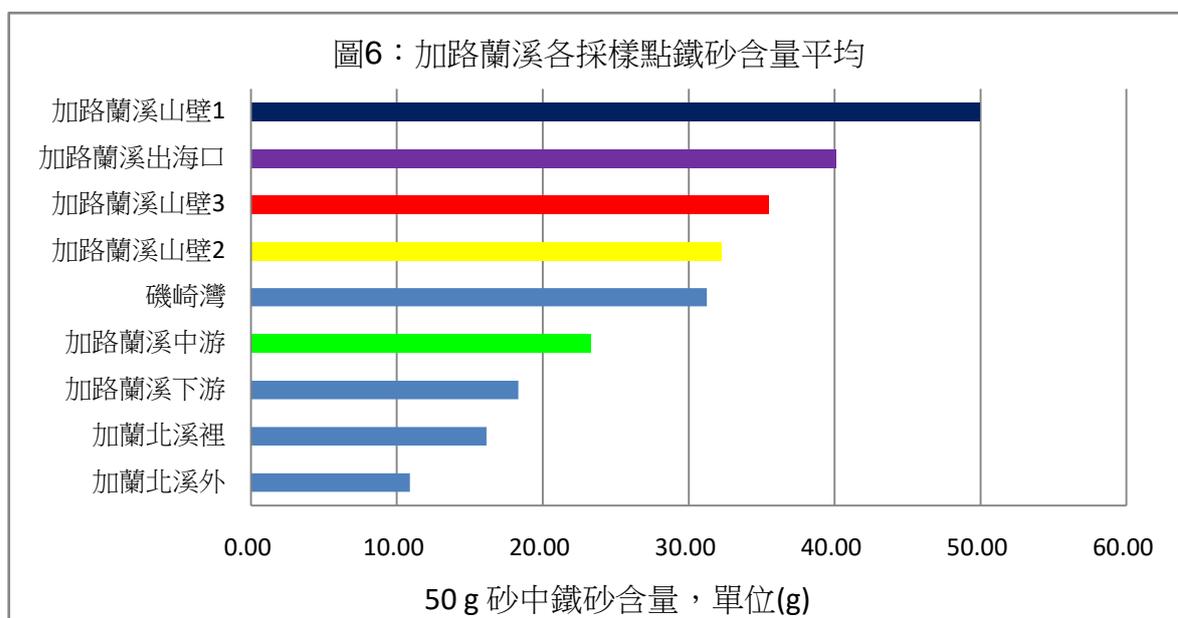
第二次採樣，我們採集加路蘭溪流山壁及中、下游砂石，還有北邊的加路蘭北溪；各點鐵砂含量如表 2，分析如圖 6。

1.各採樣點鐵砂含量表(表 2)：

表 2、各採樣點鐵砂含量

採樣點	鐵砂平均(g)	採樣點	鐵砂平均(g)	採樣點	鐵砂平均(g)
加蘭北溪外	10.89	加路蘭溪中游	23.30	加路蘭溪山壁(3)	35.50
加蘭北溪裡	16.15	磯崎灣	31.25	加路蘭溪出海口	40.13
加路蘭溪下游	18.33	加路蘭溪山壁(2)	32.27	加路蘭溪山壁(1)	50.00

2.分析圖表：圖 6



3.討論：

(1)加路蘭溪的頁岩塊含鐵砂量高達 50.00g，含鐵砂率 100%，而下游含量也有 18.33g，磯崎灣出海口也高達 40.1g，因此我們判斷此山壁岩層含鐵量很高，對比地質圖後，此山壁屬於八里灣層中泰源段的岩層，此層屬砂頁互層的沉積岩層。

(2)為了求證加路蘭溪流山壁的含鐵量異常豐富的原因，我們在第四次採樣磯崎灣大石鼻山安山岩時，也再次到加路蘭溪山壁及其中游區採砂，由數據得知加路蘭溪山壁第二塊頁岩含鐵量 32.27g，第三塊頁岩含鐵量 35.50g，中游含鐵量 23.3g，而三個頁岩塊平均含鐵砂率 78.6%。

(3)由文獻中得知，八里灣層是來自中央山脈侵蝕下來的沉積岩碎屑，能有如此高含鐵量，值得探討；我們推斷，磯崎灣的鐵砂可能來自八里灣層中的泰源段，此岩層受到加路蘭溪水侵蝕、搬運，最後沉積於河口，再受東北季風沿岸流吹送，最後在磯崎灣澳沉積下來。

### (三) 鹽寮港灣區域含鐵砂量之分析

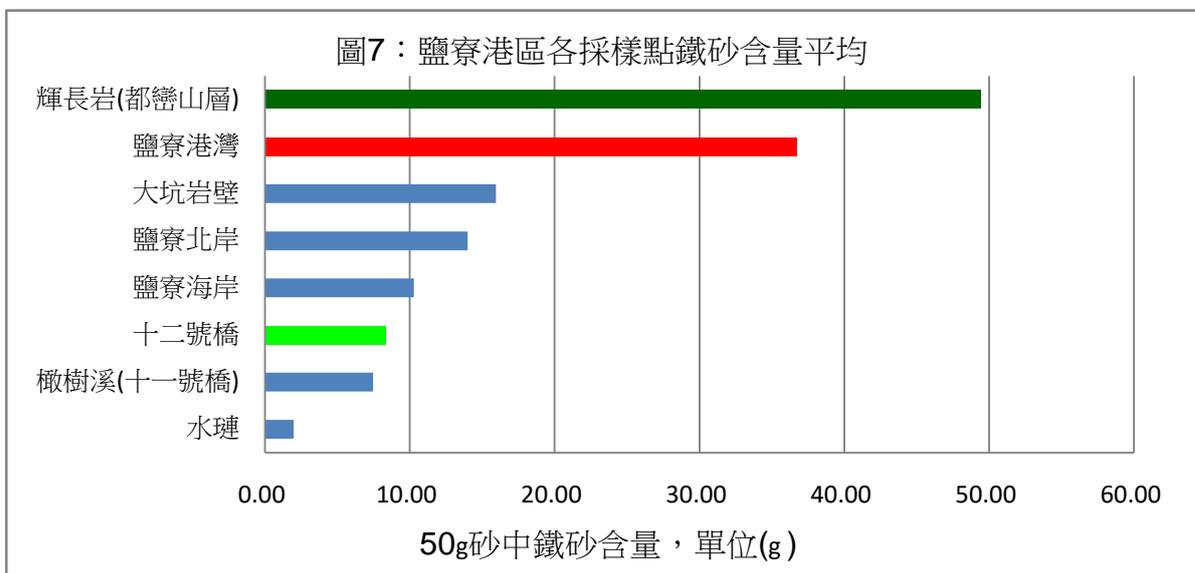
我們第三次考察也採集了鹽寮港灣附近的十一及十二號橋的溪流下游及出海口砂石，我們也發現海床上有許多深綠色的火成岩塊，採樣三塊，同時也採集附近屬於蕃薯寮層的大坑岩壁砂泥作比較，想了解鹽寮漁港灣鐵砂含量高的原因。各採樣點鐵砂含量表，如表 3，分析如圖 7。

1.各採樣點鐵砂含量表(表 3)：

表 3、各採樣點鐵砂含量

採樣點	鐵砂平均(g)	採樣點	鐵砂平均(g)
水璉	1.99	鹽寮北岸	14.00
橄樹溪(十一號橋)	7.46	大坑岩壁	15.96
十二號橋	8.39	鹽寮漁港	36.73
鹽寮海岸	10.29	輝長岩(都巒山層)	49.49

2.分析圖表：圖 7



3.討論：

(1)鹽寮漁港灣內沉積的砂層，是位於漁港南岸，我們發現漁港南方有一小部分的泰源段分布，而十二號橋的溪流恰好行經此泰源段，所以推想港灣所沉積的鐵砂是否是來自泰源段？但依樣本分析顯示，十二號橋鐵砂含量 8.39g，此推論可能需要進一步探討。

(2)我們在橄樹溪(十一號橋)出海口的海灘上，採集的綠色的火成岩塊，經辨認為輝長岩，取樣 50g 中含鐵量高達 49.5g，近乎 100%，此岩石屬於都巒山層的火成岩，應該也是鐵砂的來源，所以第四次採樣，我們選擇磯崎灣附近的各種顏色火成岩。

#### (四)火成岩含鐵砂量的比較

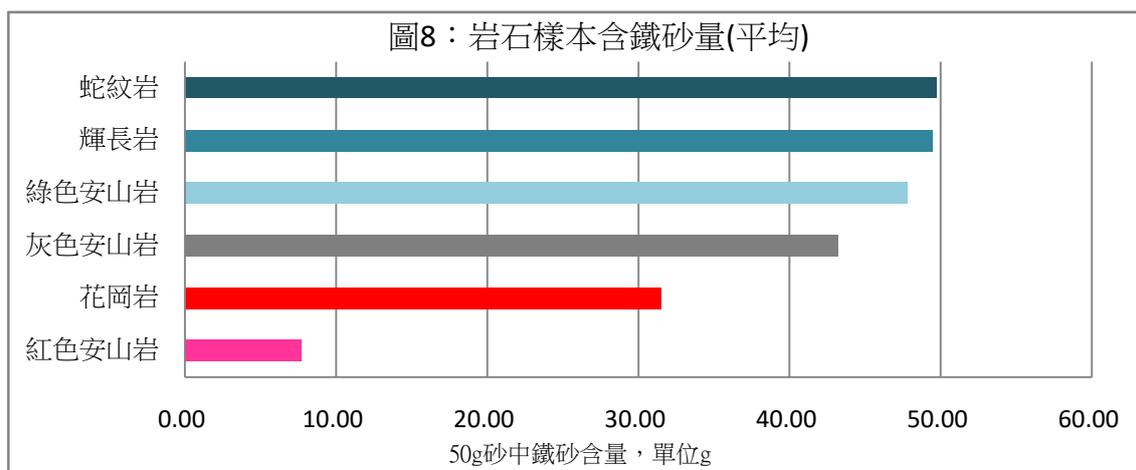
我們第四次採樣中，我們到磯崎灣南岸的大石鼻山，採集火山集塊岩中的綠色火成岩、紅色及灰色火成岩塊，這些屬都巒山層岩塊，我們也利用實驗室既有紅色花岡岩及綠色蛇紋岩當作對照組，和實驗三中輝長岩比較，花岡岩是採自花蓮七星潭的廢石材區，蛇紋岩採自花蓮縣壽豐鄉荖溪河床，各鐵砂含量表 4，分析如圖 8。

1.岩石樣本鐵砂含量(表 4)：

表 4、岩石樣本鐵砂含量

岩石種類	鐵砂平均(g)	岩石種類	鐵砂平均(g)	岩石種類	鐵砂平均(g)
紅色安山岩	7.66	灰色安山岩	43.22	輝長岩 (都巒山層)	49.49
花岡岩(對照組)	31.52	綠色安山岩	47.76	蛇紋岩(變質岩對照組)	49.76

2.分析圖表：圖 8



3.討論：

- (1)為什麼綠色安山岩及蛇紋岩，整個岩塊都可以被強力磁鐵吸起，令人詫異!
- (2)灰色安山岩中常見黑色礦物存在，其含鐵砂量略少於綠色安山岩。
- (3)一般認為火成岩含鎂鐵礦物多，這些是深色的礦物，此實驗可知偏綠色、黑色的火成岩石含鐵量多。
- (4)花岡岩雖有雲母黑色礦物，但含紅色長石及石英居多，含鐵量不高，而紅色安山岩可能是因為受氧化變紅，所以含鐵量很少。
- (5)蛇紋岩為墨綠色，屬高度變質岩類，所以我們的第五次選擇採樣變質岩。

## (五)變質岩區的岩石含鐵量討論

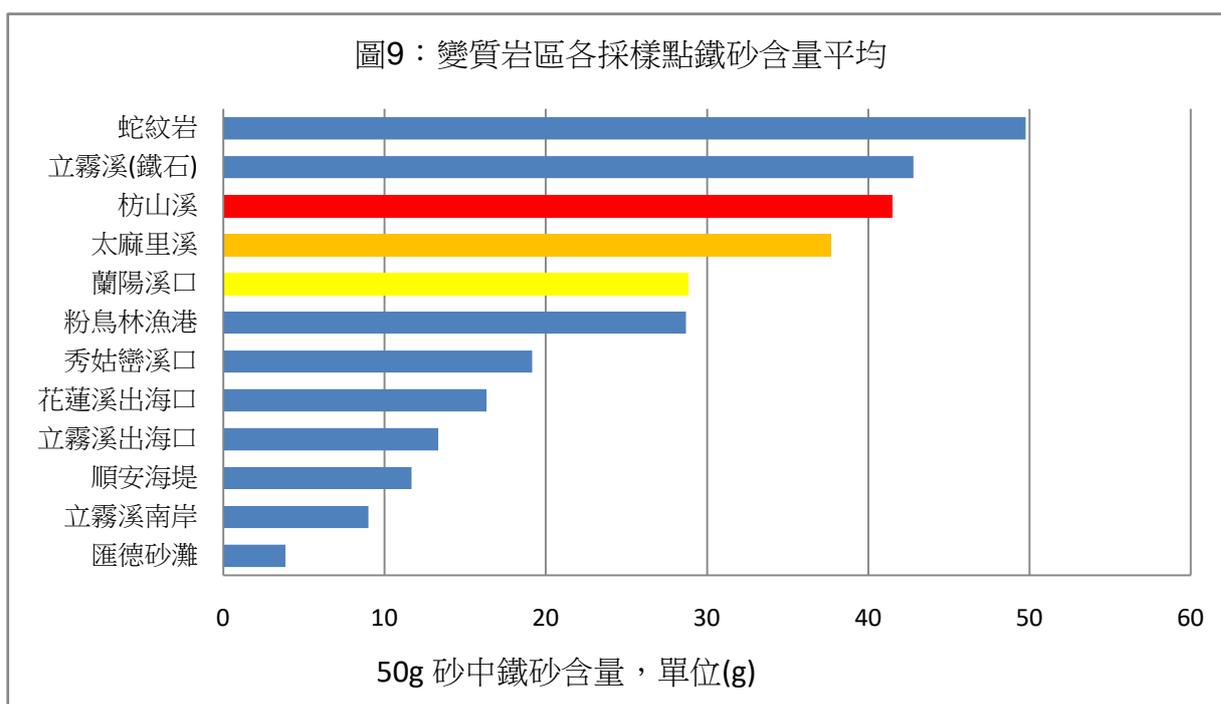
上個實驗的蛇紋岩是變質岩，原採於鯉魚潭荖溪河床，荖溪最後匯流花蓮溪出海，我們認為變質岩區的鐵砂也值得探討，所以第五次到立霧溪、花蓮溪、秀姑巒溪及其沿岸採樣，而蘭陽溪口及粉鳥林漁港海砂是趁校外教學之便採集，太麻里溪及枋山溪口海砂是同學旅行南部時採回來的砂石，枋山溪採砂是單純為對照台灣東岸和西岸砂石之用。各採樣點鐵砂含量表如表 5，分析如圖 9。

1.各採樣點鐵砂含量(表 5)：

表 5、各採樣點鐵砂含量

採樣點	鐵砂平均(g)	採樣點	鐵砂平均(g)	採樣點	鐵砂平均
匯德砂灘	3.85	花蓮溪出海口	16.33	太麻里溪	37.70
立霧溪南岸	9.00	秀姑巒溪口	19.15	枋山溪(對照組)	41.46
順安海堤	11.67	粉鳥林漁港	28.70	立霧溪(鐵石)	42.80
立霧溪出海口	13.33	蘭陽溪口	28.82	蛇紋岩	49.76

2.分析(圖 9)



3.討論：

(1)枋山溪、太麻里及蘭陽溪口是屬於同一個變質岩區，屬於輕度變質的板岩帶。

(2)變質岩中的砂石仍是有過半的含鐵量，可視為鐵砂來源之一。

(3)枋山溪的砂石明顯偏紅色，有氧化的現象，砂石有較高的圓球度，枋山溪為屏東縣境內河流，可能受長期搬運磨蝕所形成。

(六)比較沉積岩區與變質岩區鐵砂含量：以不同地質帶來區分，含量表如表 6，分析如圖 10。

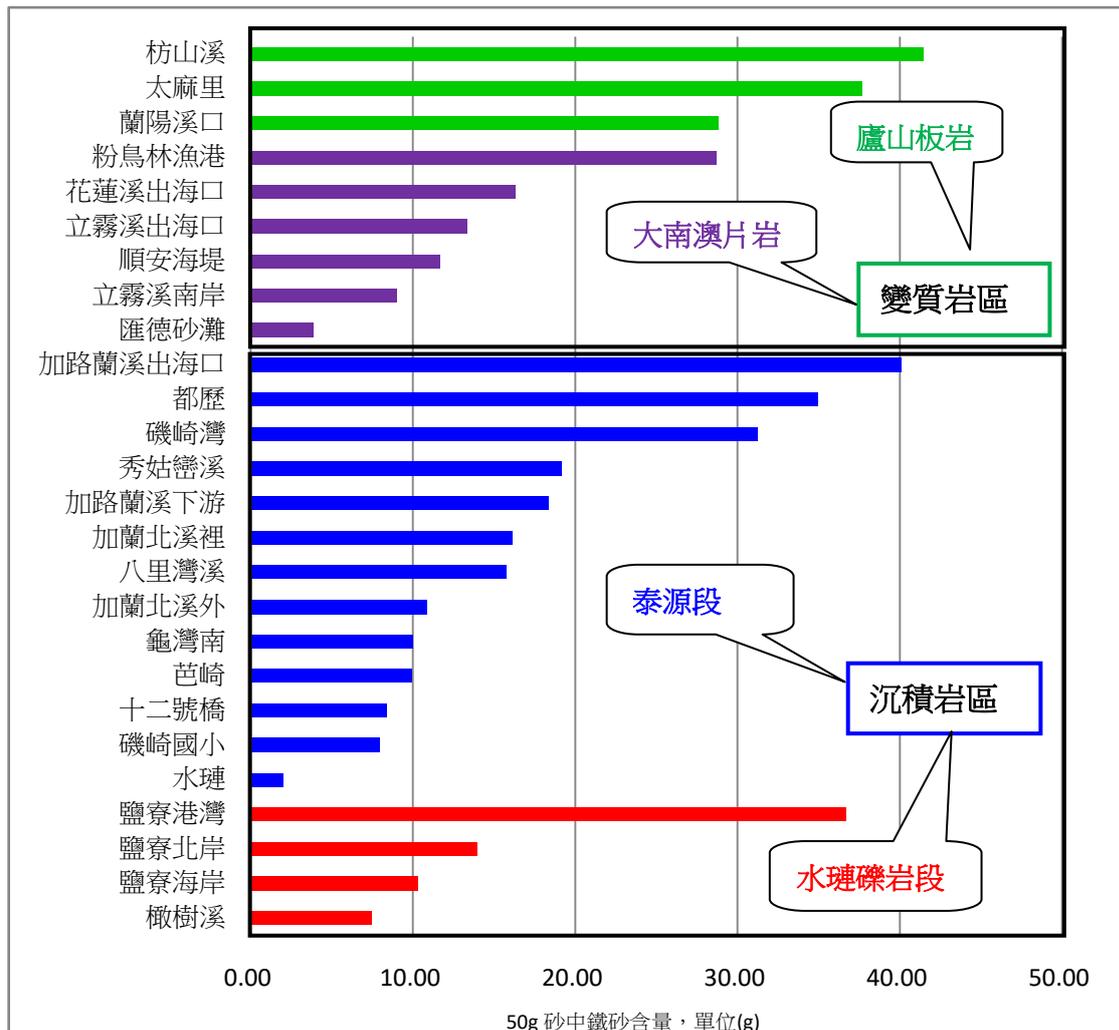
(1)各採樣點鐵砂含量表(表 6)：

表 6、各採樣點鐵砂含量

採樣點	平均(g)	岩類區分	地質帶	採樣點	平均(g)	岩類區分	地質帶
橄樹溪	7.46	沉積岩區	水璉礫岩	加路蘭溪下游	18.33	沉積岩區	泰源段
鹽寮海岸	10.29	沉積岩區	水璉礫岩	秀姑巒溪	19.15	沉積岩區	泰源段
鹽寮北岸	14.00	沉積岩區	水璉礫岩	都歷砂灘	34.96	沉積岩區	泰源段
鹽寮港灣	36.73	沉積岩區	水璉礫岩	加路蘭溪出海口	40.13	沉積岩區	泰源段
水璉	1.99	沉積岩區	泰源段	匯德砂灘	3.85	變質岩區	大南澳片岩
磯崎國小	7.95	沉積岩區	泰源段	立霧溪南岸	9.00	變質岩區	大南澳片岩
十二號橋	8.39	沉積岩區	泰源段	順安海堤	11.67	變質岩區	大南澳片岩
芭崎	9.95	沉積岩區	泰源段	立霧溪出海口	13.33	變質岩區	大南澳片岩
龜灣南	10.00	沉積岩區	泰源段	花蓮溪出海口	16.33	變質岩區	大南澳片岩
加蘭北溪外	10.89	沉積岩區	泰源段	粉鳥林漁港	28.70	變質岩區	大南澳片岩
八里灣溪	15.75	沉積岩區	泰源段	蘭陽溪口	28.82	變質岩區	廬山板岩
加蘭北溪裡	16.15	沉積岩區	泰源段	太麻里	37.70	變質岩區	廬山板岩
磯崎灣	17.77	沉積岩區	泰源段	枋山溪	41.46	變質岩區	廬山板岩

(2)分析圖表：圖 10

圖 10：鐵砂含量比較



(3)討論：

1. 我們扣除了單一石塊的資料，再對比詳細的東部海岸山脈地質圖，如圖 11，以比較不同地質帶砂灘上的含鐵砂量，採自廬山板岩帶的砂石有較高的含鐵砂量，板岩由頁岩變質而來，屬於輕度變質作用，可知沉積物來源應該有鐵砂成分。
2. 大南澳片岩區的含鐵砂量相對於廬山板岩區低，推測可能因為片岩變質度較板岩高，影響鐵砂的含量。

3. 水璉礫岩段中鹽寮漁港內鐵砂含量高，是因為海灣內可長期沉積細砂，鐵砂經富集作用而來。但漁港週邊砂灘鐵砂含量不高，是因為此區域沉積物源自於水璉礫岩段，礫石顆粒較粗，沉積物受侵蝕搬運出海後，仍維持礫石粒徑之礫石灘，細砂較少。

4. 泰源段中加路蘭溪出海口鐵砂含量約 40g，其週邊鐵砂含量也高，我們在這條溪流下游的山壁中採到含量幾近 100%的含鐵砂岩塊，可以證明此條溪流可以帶來豐富的鐵砂，磯崎灣的鐵砂應該多來自此處。

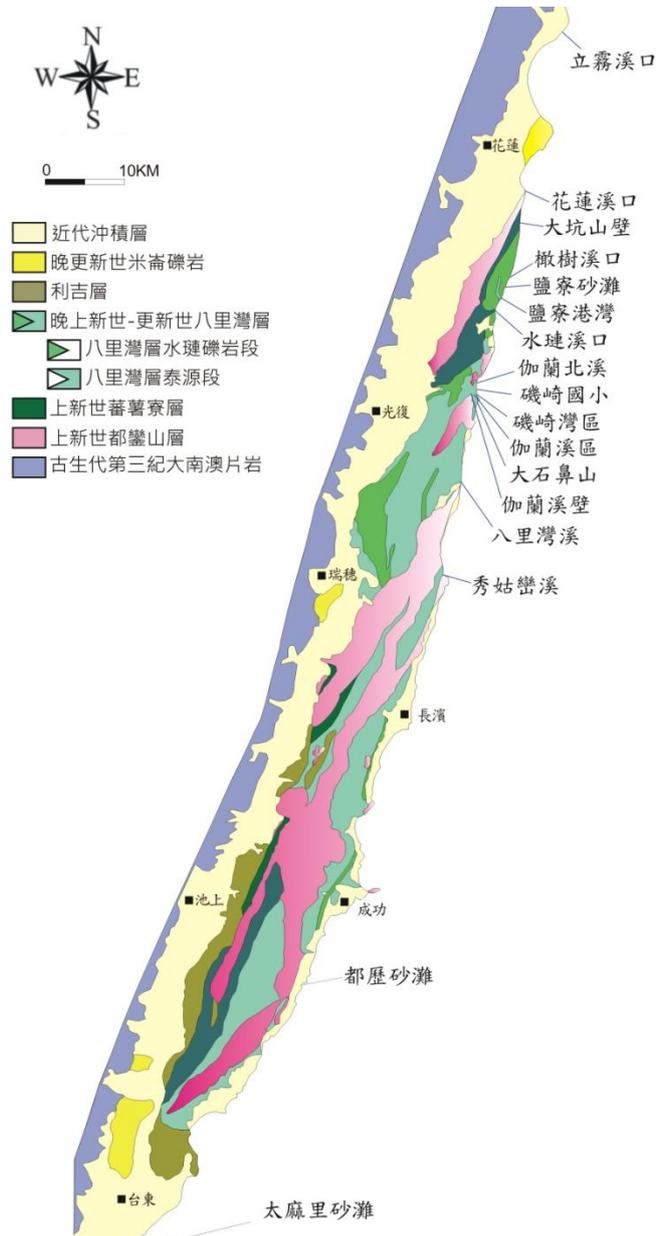


圖 11：台灣東部海岸山脈地質圖及採樣點分布圖

5. 對比台東都歷砂灘所屬地質區，也屬於八里灣層的泰源段，泰源段是一砂頁互層的沉積岩，沉積物來源是中央山脈受侵蝕沖刷下來的變質岩，沉積於深海沖積扇下部的細粒物質，長期的搬運與沉積，含鐵的砂石沉積於此。

### (七)磁鐵砂含量比較：

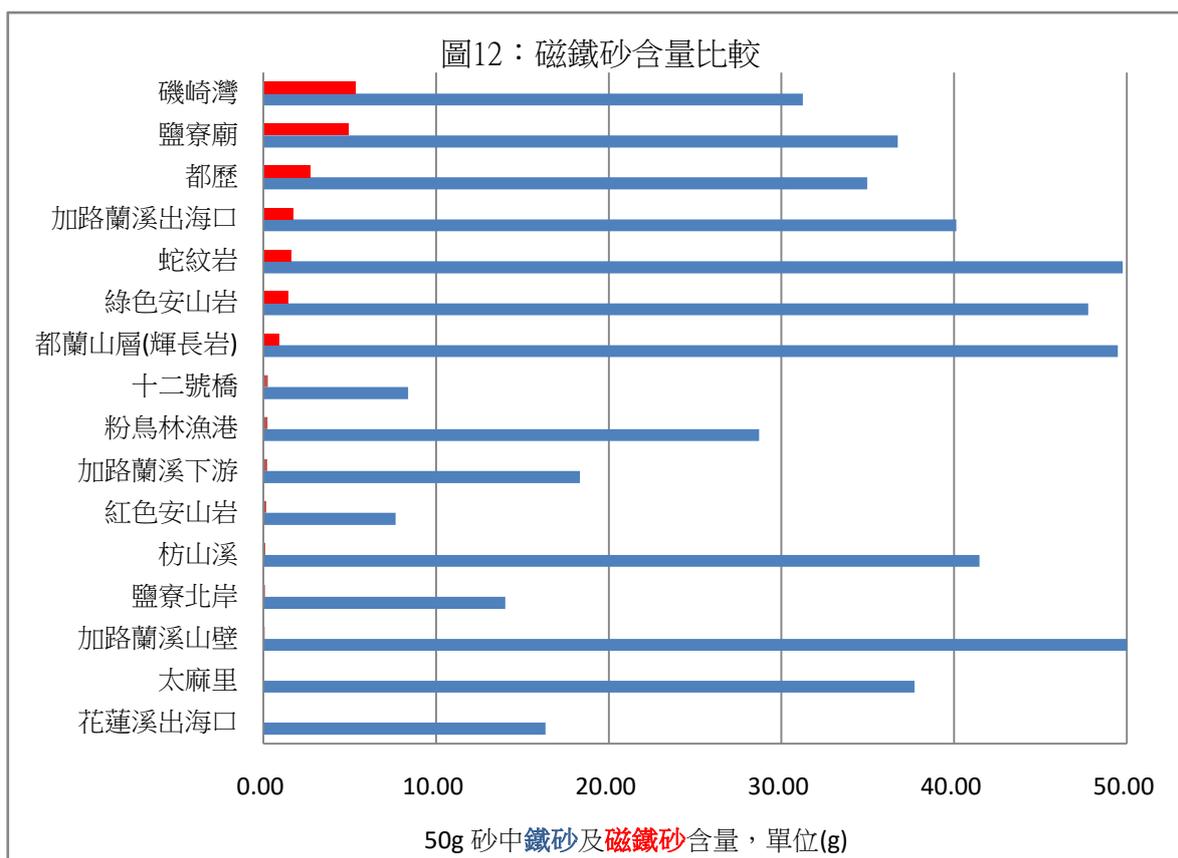
我們選定一些地點分離鐵砂中的磁鐵砂，以刀片吸附磁鐵砂後測量其重量。記錄如表 7，分析如圖 12。

1.磁鐵砂含量紀錄(表 7)：

表 7、鐵及磁鐵砂含量

採樣點/岩石種類	鐵砂平均(g)	磁鐵砂平均(g)	採樣點/岩石種類	鐵砂平均(g)	磁鐵砂平均(g)
花蓮溪出海口	16.33	0.01	十二號橋	8.39	0.26
太麻里	37.70	0.01	都蘭山層(輝長岩)	49.49	0.90
加路蘭溪山壁	50.00	0.07	綠色安山岩	47.76	1.42
鹽寮北岸	14.00	0.10	蛇紋岩	49.76	1.58
枋山溪	41.46	0.10	加路蘭溪出海口	40.13	1.73
紅色安山岩	7.66	0.17	都歷	34.96	2.71
加路蘭溪下游	18.33	0.22	鹽寮漁港	36.73	4.91
粉鳥林漁港	28.70	0.24	磯崎灣	31.25	5.33

2.磁鐵砂分析圖：如圖 12



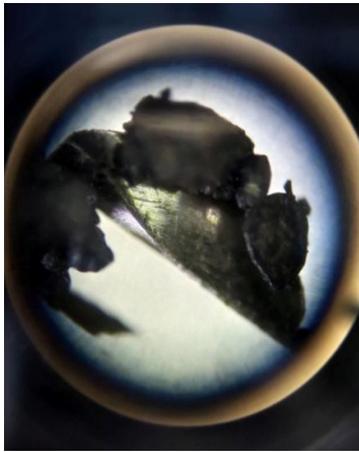
### 3.討論：

- (1)磯崎灣、鹽寮灣及都歷砂灘含磁鐵砂比例多，但含量約 2-5g。
- (2)蛇紋岩、綠色安山岩及輝長岩這些偏綠色岩石，除了含鐵量多之外，含磁鐵量也多。

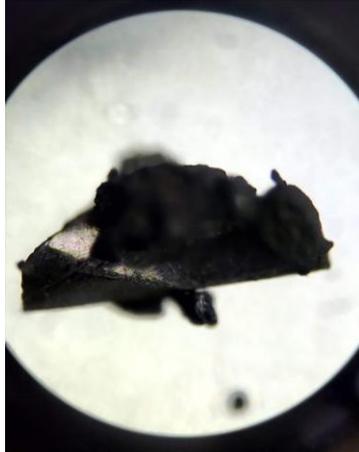
(八)鐵砂與磁鐵砂比較：

我們以三種方式來比較鐵砂與磁鐵砂的不同，

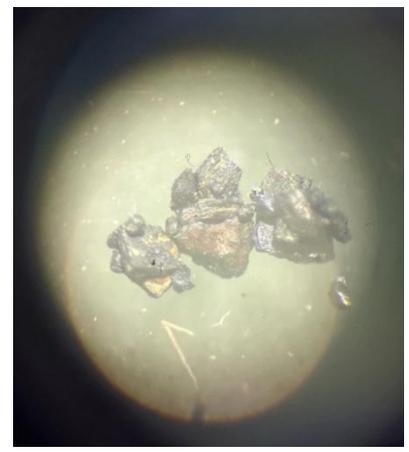
1. 在解剖顯微鏡比較的結果：照片 47-52



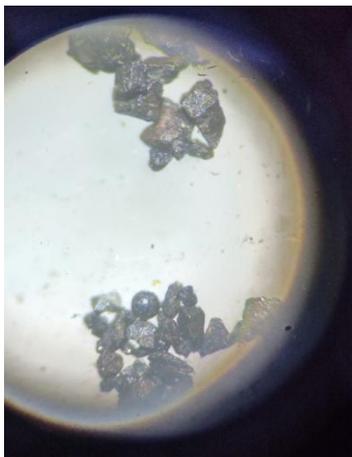
照片 47：鐵砂



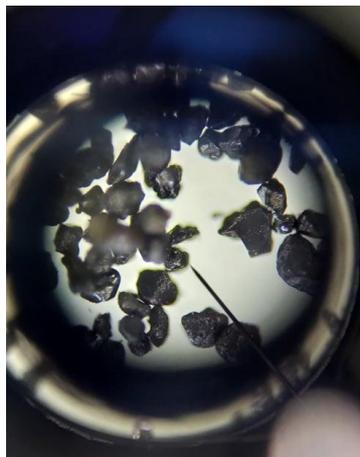
照片 48：鐵砂



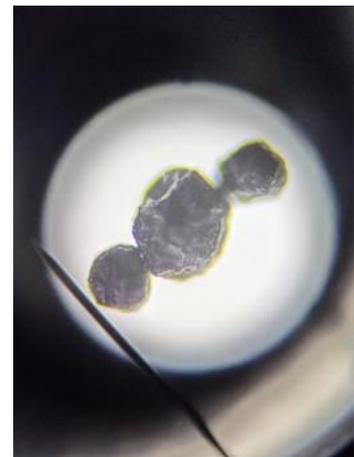
照片 49：鐵砂



照片 50：磁鐵砂



照片 51 磁鐵砂

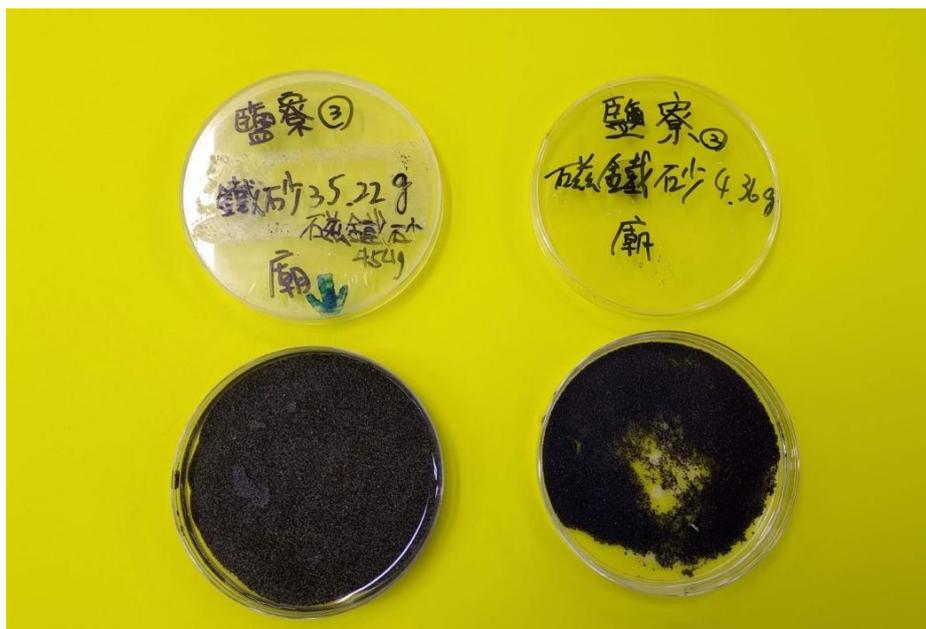


照片 52：磁鐵砂

2.在烤箱中烘烤兩小時的結果：照片 53



3.在水中浸泡 7 天的結果：照片 54



4.討論：

- (1) 根據文獻資料及研究結果，發現鐵砂的形狀大多為片狀、菱狀或腎狀，而磁鐵砂的形狀為八面體晶體，如照片 47、48、49，用解剖顯微鏡觀察時，發現磁鐵砂容易反光，因此可清楚辨認，如照片 50、51、52。
- (2) 另外，我們利用烤箱以及泡水的方式，觀察鐵砂以及磁鐵砂的不同，鐵砂會氧化，磁鐵砂則不會，因此我們利用泡水使其氧化，利用烤箱加速氧化，以達到分離磁鐵砂的目的，如照片 53、54。

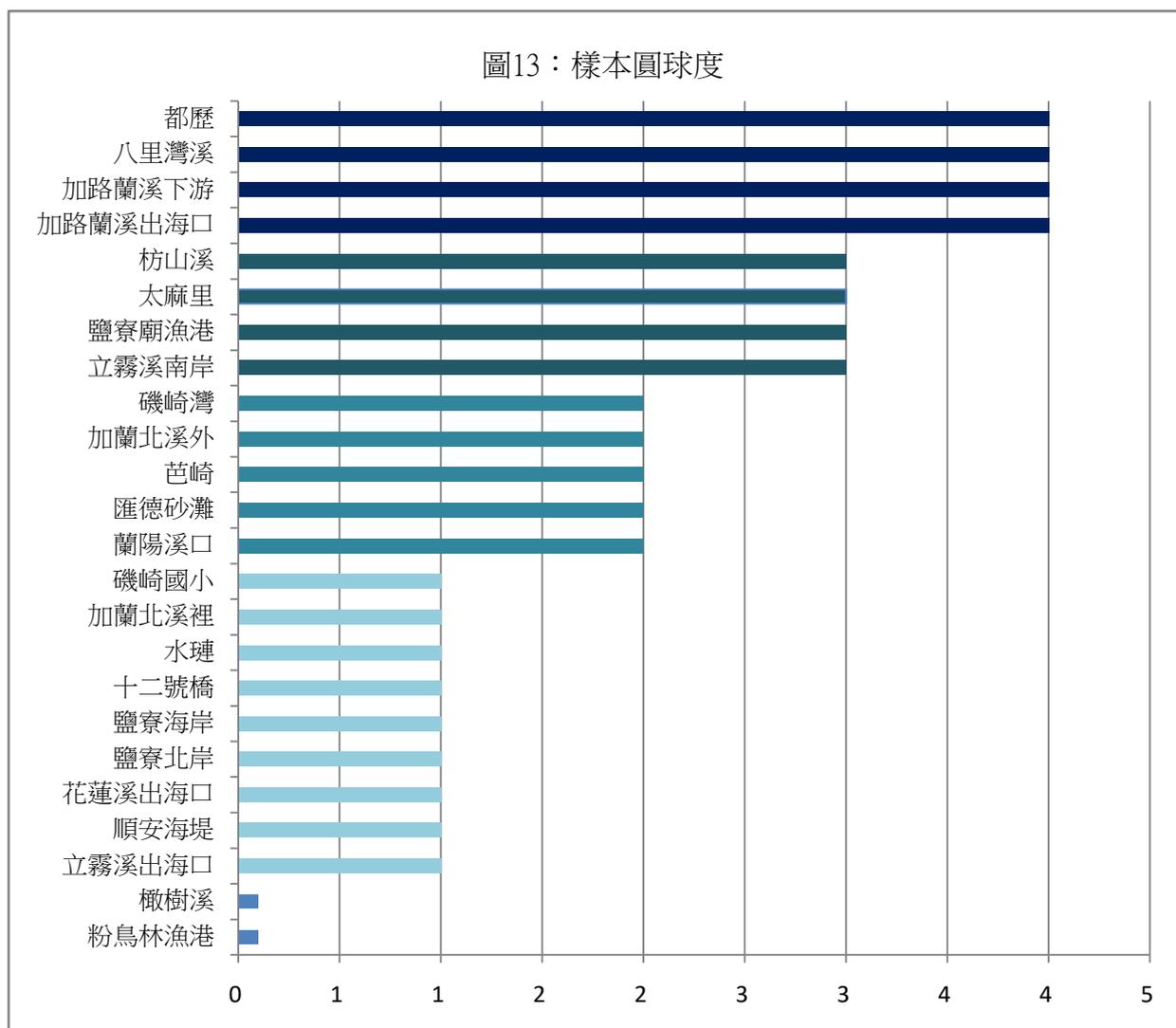
(九)各樣本鐵砂圓球度比較：

扣除採樣岩塊，我們以解剖顯微鏡觀察各採砂點的圓球度，紀錄如表 8，分析如圖 13。

1.圓球度表(表 8)： 表 8、各樣本鐵砂圓球度

採樣點	圓球度	採樣點	圓球度	採樣點	圓球度
粉鳥林漁港	0	水墘	1	立霧溪南岸	3
橄樹溪	0	加蘭北溪裡	1	鹽寮廟漁港	3
立霧溪出海口	1	磯崎國小	1	太麻里	3
順安海堤	1	蘭陽溪口	2	枋山溪	3
花蓮溪出海口	1	匯德砂灘	2	加路蘭溪出海口	4
鹽寮北岸	1	芭崎	2	加路蘭溪下游	4
鹽寮海岸	1	加蘭北溪外	2	八里灣溪	4

## 2.分析圖：圖 13



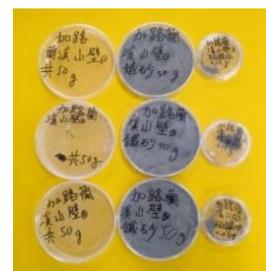
## 3.討論：

(1)根據研究結果，發現圓球度與該砂石的地點與型態有關，當砂石位於溪的下游，因經過長距離的侵蝕及搬運，該砂石的圓球度較高，反之則圓球度較低。

(2)經查閱資料，圓球度也和岩石硬度及組成成分有關，本實驗僅作觀察圓球度練習探究之用，仍待後續研究。

### (十)研究過程中遭遇的困難與挑戰：

1.實驗 2 中，加路蘭溪採樣的第一塊岩壁含鐵量 100%，實驗結果如照片 55，很多人質疑，我們也很驚訝，所以第四次採樣時，再到採樣區採集岩塊，經分析岩壁含鐵量仍高達 78.6%，此地為道路坍方地，未來修復後，仍可繼續採樣，作後續研究。



照片 55：加路蘭溪岩壁含鐵量 100%

2.我們在輝長岩、綠色安山岩及蛇紋岩的實驗中，這些岩塊都可被強力磁鐵直接吸取，我們直接將其敲成細粉以分離出鐵砂，但都發現鐵砂含量都在 95%以上，如照片 56，我們猜想部分粉末可能不是鐵粉，但如何再行區分，仍待後續研究。



照片 56：含鐵量 95%以上

## 陸、結論

- 一、磯崎灣、鹽寮廟以及都歷砂灘明顯有發亮的砂石顆粒，分析後發現這些地點鐵砂含量多，含磁鐵量也較多，經解剖顯微鏡觀察，發亮的砂石屬於磁鐵砂。
- 二、加路蘭溪下游砂石鐵砂量高，且山壁岩層含鐵量高，對比地質圖後，此山壁屬於八里灣層中泰源段的岩層，此層屬砂頁互層的沉積岩層，磯崎灣的鐵砂可能來自泰源段，此岩曾受到加路蘭溪水侵蝕、搬運，最後沉積於河口，再受東北季風沿岸流吹送，最後於磯崎灣沉積。
- 三、三大岩類中鐵砂比例的抽樣研究中得知，火成岩都是採單一岩塊，鐵砂含量高，磁鐵砂含量也高，但硬度高較難敲碎；變質岩中以廬山板岩區的板岩中的鐵砂含量高，但磁鐵砂不多；而沉積岩區中，鹽寮區屬水璉礫岩段，鐵砂及磁鐵砂含量不高，但鹽寮漁港內鐵砂及磁鐵砂含量高；磯崎區及都歷區屬泰源段，鐵砂及磁鐵砂含量高。
- 四、以地質分區來分析鐵砂含量，分析如下表 9：

以地質帶分區		鐵砂含量	磁鐵砂含量	分析
廬山板岩區		72.0%	0.02%	此區都為河流下游，侵蝕沖刷板岩區，鐵砂經搬運沉積於河口，廬山板岩區應該含有鐵砂。
水璉礫岩段	海灘區	20.0%	0.36%	此區為礫岩區，海灘上礫石居多，細砂較少，鐵砂及磁鐵砂含量少。
	漁港區	73.4%	9.83%	此區為廢棄漁港，港灣內淤砂長年未清，鐵砂及磁鐵砂含量高，推論應是水璉段及都蘭山層受侵蝕後沉積而來。
泰源段	磯崎區	62.5%	10.66%	磯崎區中加路蘭溪沖刷泰源段，此段是鐵砂的主要來源，而磁鐵砂可能來自附近芭崎及大石鼻山中火成岩而來(都蘭山層)。
	都歷區	70.0%	5.42%	都歷區有八里灣層泰源段及都蘭山層，所以鐵砂多來自泰源段，磁鐵砂多來自都蘭山層。

- 五、鐵砂的形狀大多為片狀、菱狀或腎狀，不會反光、會氧化成紅褐色；而磁鐵砂的形狀為八面體晶體，會反光、不會氧化。
- 六、若砂石採樣位於溪的下游，因經過長距離的侵蝕及搬運，該砂石樣本的圓球度較高，反之則圓球度較低；但考慮砂石硬度及組成，此實驗仍待後續研究。

## 柒、參考資料(依出版年份排序)

- 一、譚立平、魏稽生 (1997)。台灣經濟礦物。新北市：經濟部中央地質調查所。
- 二、楊景春主編(1998)。地貌學教程。臺北市：文海基金會。
- 三、陳文山(2008)。岩石入門。臺北市：遠流出版公司。
- 四、陳文山主編(2016)。臺灣地質概論。臺北市：中華民國地質學會。
- 五、陳文山(2009)。海岸山脈火山島弧與碰撞盆地的地層架構與年代。
- 六、經濟部(2016)。H0015 花蓮縣秀姑巒溪八里灣層沉積岩及曲流。經濟部中央地質調查所。
- 七、馮敬庭、黃鈺欽、龔怡雯、謝毓喬(2006)。風吹沙-草潔沙丘粒度及鐵礦砂含量分析。
- 八、高詠淪、許心瑀、朱家彤(2011)。鐵砂的秘密。
- 九、楊子卉、黃夢萱、關丞孝(2014)。鐵砂磁鐵砂霧沙沙-金門沙灘上磁鐵砂的前世今生。
- 十、黃昱翔、楊鈞亦(2018)。一砂一世界-化仁砂丘沉積環境分析。
- 十一、文化部國家文化資料庫(2009)。磁鐵礦。
- 十二、文化部國家文化資料庫(2009)。赤鐵礦。
- 十三、經濟部礦物局。磁鐵礦。
- 十四、經濟部中央地質調查所。磁鐵礦。