

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

第三名

080505

愛粒沙砂—臺灣海灘大探秘

學校名稱：臺中市私立葳格高級中學附設國小

作者： 小五 陳孟揚 小五 江浙宸 小五 陳又齊 小四 黃彥綸 小四 張瑄捷 小四 陳又瑄	指導老師： 林以倫 陳平兒
---	-------------------------

關鍵詞：珊瑚砂、沙灘、礫灘

摘要

本次科展主題為探究屏東與臺灣其他地區海灘樣本的差異。我們選擇了具代表性的屏東地區海灘作為主要採樣點，利用數位顯微鏡比對外觀特徵，電腦影像軟體分析色調，透過篩網分析海灘樣本顆粒大小比例，並檢測其酸鹼性、硬度和 KH 等性質。

結果顯示，屏東和小琉球海灘主要由珊瑚、貝殼和少量有孔蟲殼體等生物碎屑組成，呈白黃色調；而臺灣其他地區的海灘沙粒主要由岩石碎屑組成，呈灰黑色。單位體積海灘樣本的重量測量結果並無明顯差異，水溶液的酸鹼值大多呈弱鹼性，TDS 數值顯示不同區域的海水組成和溶解物有所差異，但屬於珊瑚砂海灘樣本的 KH 值平均超過 10。這些差異是臺灣地理位置、河流侵蝕搬運堆積和沿海海流等因素共同作用的結果。

壹、前言

一、研究動機

每逢炎熱夏天，南部的墾丁沿岸地區總能成為國人旅遊的熱門勝地，特別是墾丁和枋山等處，總是吸引著大批人潮前來此享受海灘玩水的樂趣。然而，人們是否曾思考過這些海灘的沙（砂）礫是由哪些物質所組成的呢？又為何呈現金黃亮白的色澤？更讓人好奇的是，鄰近屏東的高雄旗津沿岸，海灘卻呈現黑色！造成如此巨大差異的原因是什麼？是我們心中的疑惑，對於這種差異我們也產生了濃厚的興趣。在與老師討論及指導下，我們規劃進行屏東和臺灣其他地區海灘樣本的收集，並嘗試比對不同地區海灘特性的差異，希望能解開我們心中的疑問。

二、研究問題

這個研究主要目的與研究問題，是希望能讓我們瞭解，不同地區的海灘特性有什麼差異，而我們預計分析、比對的項目有以下幾點，希望透過這些分析，可以解答我們的疑惑：

- 一、利用數位顯微鏡觀察及比較樣本之間的特徵差異。
- 二、運用電腦影像軟體分析樣本的色調趨向。
- 三、運用篩網比較樣本顆粒的大小及分布比例。
- 四、探討樣本單位體積重量及空隙層所佔比例。
- 五、探究樣本水溶液的酸鹼性、硬度和 KH 值等特性差異。

貳、文獻回顧

學者陳民本、謝英宗（1985）在「墾丁國家公園地區海域及海濱石灰質砂之調查研究」內容中提到，石灰質砂（又名貝殼砂）沙灘為墾丁國家公園內最重要的景觀之一。其主要成分含有貝殼類殼體、珊瑚遺骸及有孔蟲殼體等生物碎片，再經生態環境、海流之流動、波浪的沖刷等數種營力共同影響而碎裂成細沙，最終再因潮汐的漲退潮之故堆積在海岸所形成的；內容中也指出「碳酸鈣之含量可以代表樣本中所有生物遺骸之總含量」¹。

瀏覽「砂島貝殼砂展示館」時得知，位於墾丁國家公園之砂島，是一個長約 220 公尺的珊瑚(貝殼)沙海灘，此地區被劃定為生態保護區，其獨特之處在於珊瑚(貝殼)沙的含量高達 98%，而其碳酸鈣含量多半達 60%以上²。

上列中所提及沙灘所形成之因，組成成分及含量著實特殊，因此我們規劃探究和比較臺灣其它地區與屏東之海灘有何差異性。

參、研究資料&研究方法

一、名詞定義

一、海灘

海灘(Beach)係指由波浪所攜帶沉積物質在水陸交界處所形成堆積場地的統稱。狹義上則指低潮線與海岸線之間的範圍，即波浪所挾帶沉積物能達到之最高極限區域。海灘一詞多用於海洋工程方面，而狹義之海灘在地質學上或稱為海濱(Shore)³。

二、礫灘

崩落的岩塊未經長途的搬運，直接沉積在海邊，受海浪作用而形成⁴。

三、沙灘

海浪和海流的沉積地形，分布於海灣內。靠近岸邊時，波浪作用的能量變小，使得細粒的沙堆積在岸邊形成⁵。

四、珊瑚砂

珊瑚砂為珊瑚或貝殼碎片，具持續釋放碳酸鈣的特性，顆粒大小不等，規格多種多樣。珊瑚砂最大的特點是微孔豐富，適宜大量的生化細菌生存，

¹陳民本 謝英宗（1985）。墾丁國家公園地區海域及海濱石灰質砂之調查探究。內政部營建署墾丁國家公園管理處。10-132

²墾丁國家公園。砂島貝殼砂展示館。

³海灘-淺水海洋學。

⁴翰林雲端學院。礫灘。

⁵翰林雲端學院。沙灘。

可作鋪設濾材⁶。

五、有孔蟲

有孔蟲（學名：foraminifera），是一類古老的原生動物，5 億多年前就產生在海洋中，種類繁多。由於有孔蟲能夠分泌鈣質或硅質，形成外殼，而且殼上有一個大孔或多個細孔，以便伸出偽足，因此得名有孔蟲。有孔蟲是海洋食物鏈的一個環節，它的主要食物為硅藻以及菌類、甲殼類幼蟲等，個別種的食物是砂粒。有孔蟲是浮游生物中重要的組成部分，也是大多數海洋生物的重要的食物來源⁷。

二、研究架構



圖一本研究架構

三、研究資料

首先擬定採樣計畫，分為屏東組與其它縣市組，使用Google衛星地圖與 360 度影像服務，了解各地海岸實景與地理狀況，選擇具有代表性的地點進行採樣^{8,9,10}

⁶ 百度百科。珊瑚砂。

⁷ 百度百科。有孔蟲。

⁸ 特定區域採集已向相關單位申請並獲准，採集之樣本僅供研究用途。

⁹ 墾丁風吹沙地形因過於陡峭危險，因此僅採集公路旁外溢的沙子。

¹⁰ 墾丁砂島沙灘為生態保育區，故僅採集非保育區範圍外礁岩外溢的沙子，採集亦獲核准。

採樣地點以及選擇這些地點的理由，詳如（表一、表二）。實際探訪該處海灘進行拍照並觀察周圍環境，採集較均質的沙灘或礫灘（海灘）約 550-600ml 作為樣本，再將其裝入透明寶特瓶中帶回，於學校實驗教室做探究前準備。

所採集的樣本初步分析結果在（表三）作說明，採集地點的空間分布呈現於（圖二），各地點的經緯度以及景觀照片可參考（圖三、圖四）。

表一採集地點一覽(屏東)

採集地區	採集理由簡述
屏東縣 恆春半島墾丁國家公園 園境內海岸	墾丁國家公園屬於熱帶氣候區，三面環海有著豐富的珊瑚礁生態環境，除了高位珊瑚、海蝕地形外，還擁 有大片珍貴珊瑚砂海灘，是我們這次探究的重點區域。
屏東縣 枋山鄉西部海岸	我們經由 Google 衛星圖與 360 度影像服務，調查屏東珊瑚砂海灘分布時，發現楓港以北海灘竟然是由砂岩 礫石所構成，當地有許多大小不一扁圓形礫石，引起我們的好奇，因此也列為採集探究的對象。
屏東縣 琉球鄉海岸	小琉球是臺灣唯一的珊瑚島嶼，島嶼大多屬珊瑚石灰岩地質，海岸也被珊瑚礁所圍繞，其中也有不少珊瑚 砂海灘，我們想比較與墾丁的海灘有何差異。

表二採集地點一覽(其它縣市)

採集地區	採集理由簡述
高雄市 旗津西子灣海岸	此處的海岸因高屏河流域長期沖刷下來的黑色片 岩、板岩碎屑以及石英顆粒堆積，形成了獨特的黑沙海 灘，非常特別值得探究。
臺中市梧 棲漁港風車沙灘	梧棲漁港風車沙灘介於臺中港與高美濕地生態區， 因靠近大甲溪，海岸堆積了河流大量沖刷帶來的泥沙為 其特色。
新北市 石門區老梅海灘	新北市北部海岸鄰近大屯山火山群，地形複雜有許 多奇特的海岸地形，我們選擇具代表性的老梅海灘進行 探究。
新北市 淡水沙崙海灘與八里 河口河灘	位於淡水河出海口的八里河岸，有著大量由上游沖 刷沉積下來的河沙，這些淤積物形成獨特的景觀，因此 採集位於出海口附近的沙崙海灘進行探究。
基隆市 中正區長潭里漁港	基隆長潭里漁港鄰近八斗子潮境公園，附近為基隆 火山群地質複雜，有許多奇特的海蝕海岸，長潭里漁港 潮間帶堆積大量各種顏色的礫石與珊瑚碎屑，引起我們 的注意，因此進行採集。該地點樣本也可以和新北石門 老梅沙灘比對差異。

花蓮縣 秀林鄉崇德海岸	花蓮縣崇德海灘位於立霧溪出海口，鄰近為著名的太魯閣國家公園，其為石灰沉積地形，因立霧溪水的侵蝕搬運作用，將大理岩等變質岩碎屑堆積在出海口的沿岸，形成特殊的海灘地貌。
花蓮縣 新城壽豐鄉海岸	花蓮新城鄉與壽豐鄉鄉東部海岸，靠近中央山脈的岩石組成主要以大理岩為主的變質岩，更在多條溪流不斷的侵蝕與搬運作用下，將其岩石顆粒帶至出海口並堆積在海岸，形成東部特有的礫石海灘。

表三樣本初步觀察記錄

樣本地點	觀察樣本型態				海灘型態分類
	整體顏色	顆粒粗細	顏色均一	顆粒均一	
A1 墾丁白砂灣	黃偏白	粗	混雜	微雜	珊瑚砂
A2 墾丁南灣	黃	很細	均一	均一	珊瑚砂
A3 墾丁大灣	黃偏黑	粗	混雜	微雜	珊瑚砂
A4 墾丁小灣	黃偏黑	粗	均一	微雜	珊瑚砂
A5 墾丁船帆石沙灘	黃	細	均一	均一	珊瑚砂
A6 墾丁砂島外圍沙灘	黃偏白	很粗	混雜	混雜	珊瑚砂
A7 墾丁風吹砂	黃	很細	均一	均一	珊瑚砂
A8 枋山品味軒	深黑	粗	均一	微雜	砂岩礫石
A9 枋山海豚灣	灰	細	均一	均一	砂岩礫石
A10 車城海口港	淺灰	很細	均一	均一	珊瑚砂
A11 墾丁夏都沙灘	黃	細	均一	均一	珊瑚砂
A12 車城後灣沙灘	黃	細	均一	均一	珊瑚砂
B1 小琉球漁福漁港	白	細	大致均一	微雜	珊瑚砂
B2 小琉球中澳沙灘	白	粗	大致均一	混雜	珊瑚砂
B3 小琉球花瓶岩沙灘	白	細	大致均一	均一	珊瑚砂
B4 小琉球美人沙灘	白	很粗	大致均一	混雜	珊瑚砂
B5 小琉球蛤板灣沙灘	白偏黃	細	大致均一	微雜	珊瑚砂
C1 高雄西子灣沙灘	黑	很細	均一	均一	板岩碎屑石英顆粒
C2 高雄旗津沙灘	黑	很細	均一	均一	板岩碎屑石英顆粒
D1 臺中梧棲風車沙灘	灰	很細	均一	均一	大甲溪泥沙
E1 新北沙崙沙灘	灰偏黃	很細	均一	均一	淡水河泥沙珊瑚砂
E2 新北老梅沙灘	灰偏黃	細	混雜	均一	珊瑚砂鐵砂石英
E3 新北八里河口沙灘	灰	很細	均一	均一	淡水河泥沙

E4 基隆長潭里漁港海灘	多顏色	非常粗	極混雜	極混雜	多類型混雜
F1 花蓮崇德礫灘	灰白混雜	很粗	混雜	混雜	變質岩碎屑
F2 花蓮新城鄉礫灘	灰白混雜	很粗	混雜	混雜	變質岩碎屑
F3 花蓮壽豐鄉礫灘	灰白混雜	非常粗	混雜	混雜	變質岩碎屑
F4 花蓮鹽寮漁港	灰	細	混雜	微雜	變質岩碎屑



圖二採集地點位置分布圖





圖二續前頁

A1 墾丁白砂灣	A2 墾丁南灣	A3 墾丁大灣
位置 21.934,120.717	位置 21.959,120.763	位置 21.944,120.794
		
A4 墾丁小灣	A5 墾丁船帆石沙灘	A6 墾丁砂島外圍沙灘
位置 21.941,120.804	位置 21.93,120.821	位置 21.912,120.847

		
A7 墾丁風吹砂	A8 枋山品味軒	A9 枋山海豚灣
位置 21.947,120.838	位置 22.294,120.643	位置 22.246,120.663
		
A10 車城海口港	A11 墾丁夏都	A12 車城後灣
位置 22.089,120.715	位置 21.944,120.791	位置 22.042,120.698
		
B1 小琉球漁福	B2 小琉球中澳	B3 小琉球花瓶岩
位置 22.347,120.388	位置 22.351,120.387	位置 22.356,120.381
		
B4 小琉球美人	B5 小琉球蛤板灣	
位置 22.353,120.371	位置 22.334,120.359	
		

圖三採集樣本地點一覽表(屏東)

C1 高雄西子灣	C2 高雄旗津沙灘	D1 臺中梧棲風車
位置 22.626,120.263	位置 22.608,120.268	位置 24.314,120.527
		
E1 新北沙崙沙灘	E2 新北老梅沙灘	E3 新北八里河口
位置 25.189,121.415	位置 25.294,121.541	位置 25.162,121.426
		
E4 基隆長潭里	F1 花蓮崇德礫灘	F2 花蓮新城鄉
位置 25.141,121.802	位置 24.168,121.657	位置 24.069,121.619
		
F3 花蓮壽豐鄉礫灘	F4 花蓮鹽寮漁港	
位置 23.886,121.602	位置 23.831,121.586	
		

圖四採集樣本地點一覽表(其它縣市)

四、研究步驟

1. 收集各地的沙灘樣本。
2. 將各樣本倒入塑膠收納盒中，並統一放置於窗台一週，使其自然乾燥。
3. 海灘樣本依地點予以編號，使用放大鏡進行初步觀察。
4. 用 USB 數位顯微鏡、電腦影像分析軟體、電子秤、篩網、水溶液檢測器等器材展開沙灘特性的觀察與比較，研究過程使用的儀器、用具、設備，如（表四、圖五）所示。

表四探究用具

手機(攝影用)	手機翻拍架	USB 數位顯微鏡	筆記型電腦
量筒	量杯	篩網	玻璃棒
塑膠收納盒	TDS 檢測器	pH 檢測器	KH 檢測套件
電子秤	塑膠杯	培養皿	放大鏡
A4 記錄紙	各種記錄用筆	免洗湯匙	塑膠板
免洗筷	水盆	礦泉水	抹布
標籤紙	直尺	刷子	擦手紙



利用寶特瓶採集樣本

放在塑膠收納盒進行乾燥處理

使用放大鏡觀察

將結果記錄在表格中

圖五 探究照片

肆、研究結果

主題一、使用 USB 數位顯微鏡對樣本進行微觀探究





探究步驟：

1. 分別在培養皿上，依照（表五）寫上編號，備用。
2. 使用湯匙舀取一平匙的海灘樣本，並倒入步驟 1 中的培養皿裡。
3. 使用 USB 數位顯微鏡連接筆記型電腦，觀察培養皿中的樣本，進行電腦截圖並記錄在（圖七）中。













表五樣本微觀觀察記錄

















樣本地點	微觀觀察記錄
A1 墾丁 白砂灣	可以看到許多大小不一，形狀較不一致的珊瑚與貝殼碎屑，顏色以白、黃、黑為主。
A2 墾丁 南灣	顆粒很小且形狀較一致的珊瑚與貝殼碎屑，顏色以白、黃、黑為主。
A3 墾丁 大灣	可以看到許多大小不一，形狀較不一致的珊瑚與貝殼碎屑，顏色以白、黃、黑為主。
A4 墾丁 小灣	可以看到許多大小不一，形狀較不一致的珊瑚與貝殼碎屑，顏色以白、黃、黑為主。
A5 墾丁 船帆石沙灘	顆粒較小且形狀大致接近，而且珊瑚與貝殼碎屑之顏色以白、黃、黑為主。。
A6 墾丁 砂島外圍沙灘	顆粒很大且形狀不規則，而其形狀差距很大的珊瑚與貝殼碎屑的顏色以白、黃為主。
A7 墾丁 風吹砂	顆粒較小且形狀大致接近，而珊瑚與貝殼碎屑的顏色以白、黃為主。
A8 枋山 品味軒	顆粒很大的長橢圓形石礫，其內夾雜透明發亮微粒(可能是石英)，顏色以灰色為主。
A9 枋山 海豚灣	顆粒很小且形狀較一致的碎屑，其內夾雜透明發亮微粒(可能是石英)，顏色以白、黑為主。
A10 車城 海口港	顆粒很小且形狀較一致的珊瑚與貝殼碎屑，顏色以白、黃、黑為主。
A11 墾丁 夏都沙灘	可以看到許多大小不一，形狀較不一致的珊瑚與貝殼碎屑，顏色以白、黃、黑為主。
A12 車城 後灣沙灘	顆粒較小且形狀有稜角的珊瑚與貝殼碎屑，其顏色以白、黃、黑為主。

B1 小琉球 漁福漁港	顆粒很大且形狀不規則，而其形狀差距很大的珊瑚與貝殼碎屑中，可看到大量有孔蟲，顏色以白、黃為主。
B2 小琉球 中澳沙灘	顆粒很大且形狀不規則，形狀差距很大的珊瑚與貝殼碎屑中，可看到少量有孔蟲，顏色以白、黃為主。
B3 小琉球 花瓶岩沙灘	顆粒較大，形狀差距較大的珊瑚與貝殼碎屑中，可看到微量有孔蟲，顏色以白、黃為主。
B4 小琉球 美人沙灘	顆粒很大且不規則，形狀差距很大的珊瑚與貝殼碎屑中，可看到極大量有孔蟲，顏色以白、黃為主。
B5 小琉球 蛤板灣沙灘	顆粒很大且不規則，形狀差距很大的珊瑚與貝殼碎屑中，可看到微量有孔蟲，顏色以白、黃為主。
C1 高雄 西子灣沙灘	顆粒較小且形狀較不規則的碎屑，顏色以灰、黑為主。
C2 高雄 旗津沙灘	顆粒較大且形狀較不規則的碎屑，顏色以灰、黑為主。
D1 臺中梧棲 風車沙灘	顆粒很小且形狀較一致的碎屑，顏色以白、黃、黑為主。
E1 新北 沙崙沙灘	顆粒很小且形狀較一致的碎屑，顏色以白、黃、黑為主。
E2 新北 老梅沙灘	顆粒很大且其形狀極不規則，也有極少量的細長形碎屑，而其形狀差距很大的珊瑚與貝殼碎屑之顏色以白、黃、黑為主。
E3 新北 八里河口沙灘	顆粒較小且形狀較一致的碎屑，顏色以灰、黑為主。
E4 基隆長潭里 漁港海灘	顆粒極巨大且形狀不規則並混和多種不同類型的碎屑，也有珊瑚遺骸與多種形狀大小不同岩石，顏色非常多樣化。
F1 花蓮 崇德礫灘	巨大扁圓石礫，石礫上有類似大理石花紋，顏色以灰色為主。
F2 花蓮 新城鄉礫灘	極巨大扁圓石礫，石礫上有類似大理石花紋，顏色以白、灰為主。
F3 花蓮 壽豐鄉礫灘	巨大且形狀較不規則的石礫，石礫上有類似大理石花紋，顏色以白、灰、黑為主。
F4 花蓮 鹽寮漁港	顆粒較小且形狀較不規則的石礫，顏色以白、灰、黑為主。

	
<p>用湯匙採取樣本</p>	<p>放入培養皿中</p>
	
<p>使用數位顯微鏡觀察</p>	<p>將觀察結果記錄</p>

圖六探究照片

<p>A1 墾丁白砂灣</p> 	<p>A2 墾丁南灣</p> 	<p>A3 墾丁大灣</p> 
<p>A4 墾丁小灣</p> 	<p>A5 墾丁船帆石沙灘</p> 	<p>A6 墾丁砂島外圍沙灘</p> 
<p>A7 墾丁風吹砂</p> 	<p>A8 枋山品味軒</p> 	<p>A9 枋山海豚灣</p> 
<p>A10 車城海口港</p> 	<p>A11 墾丁夏都沙灘</p> 	<p>A12 車城後灣</p> 
<p>B1 小琉球漁福</p>	<p>B2 小琉球中澳</p>	<p>B3 小琉球花瓶岩</p>

		
B4 小琉球美人沙灘	B5 小琉球蛤板灣	C1 高雄西子灣
		
C2 高雄旗津沙灘	D1 臺中梧棲風車	E1 新北沙崙沙灘
		
E2 新北老梅沙灘	E3 新北八里河口	E4 基隆長潭里
		
F1 花蓮崇德礫灘	F2 花蓮新城鄉	F3 花蓮壽豐鄉礫灘
		
F4 花蓮鹽寮漁港		
		

圖七樣本微觀照片





圖八小琉球漁福漁港、美人沙灘、蛤板灣沙灘等地觀察的有孔蟲殼體碎屑

探究發現：

1. 經微觀可明顯看出歸類為珊瑚砂的海灘，其基本組成的物質包含珊瑚遺骸、貝殼及有孔蟲殼體等碎屑，形狀大小較不規則，顏色偏白、黃。由（表五、圖七）可清楚辨別。
2. 在小琉球珊瑚砂海灘樣本中，能輕易辨識到完整類似星砂類有孔蟲殼體，如（圖八）所示，尤其美人沙灘中含量甚多¹¹。
3. 編號 A 區墾丁海灘顏色大多偏黃，編號 B 區小琉球偏白色，編號 C 區高雄偏黑色，編號 F 區花蓮偏灰白色。
4. 花蓮地區樣本，可觀察到大多由體積較大的石礫組成，細觀表面有許多彩色雲狀或條狀紋路。
5. 基隆長潭里漁港的海灘樣本非常特別，有珊瑚碎屑及多種不同類型的大型岩石碎屑，還有紅藍綠棕灰黑等不同顏色的岩石混合組成。

主題二、使用電腦影像軟體分析海灘樣本色調差異

探究步驟：

1. 如（表六）所示，取出樣本打開盒蓋，再用塑膠板輕壓樣本使其表面平整。
2. 手機開啟攝影模式並用翻拍架固定好。
3. 將教室窗簾全部拉上，日光燈全部打開。
4. 使用以下設定進行樣本拍攝。

手機距離樣本 約垂直 25cm 高	使用 ASUS ZENFONE 6 進行拍攝	使用手機專業攝影 模式(可固定參數)	使用手動對焦
快門設定 1/200	ISO 設定 400	EV 設定 0	WB 設定 6500K

5. 開啟電腦影像處理軟體Paint.net編輯照片，使用像素中和濾鏡，將照片所有像素顏色資訊平均化，最後取得RGB顏色¹²數值並記錄。計算經中和像素處理後樣本RGB值與純白(255,255,255)間的差距得出偏差值¹³並記錄。



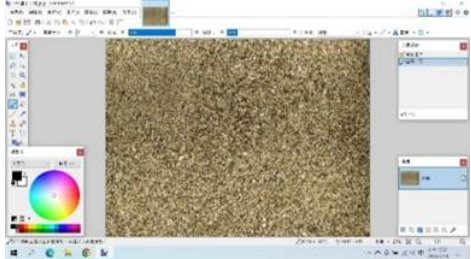

¹¹我們採集的墾丁樣本中此種星砂類殼體相當稀少，根據文獻，墾丁的星砂多集中在後壁湖海灘一帶，但該處為重要生態保護區，故無法進行採集與探究(需經更繁複的申請過程)。

¹²RGB 顏色資訊指是像素中 R(紅色)G(綠色)B(藍色)三原色的亮度變化，當 RGB 為 (255,255,255)時會呈現純白色，RGB 為(0,0,0)時則會呈現純黑色。

¹³偏差值越小代表海灘越偏向白色(越淺)，反之則代表海灘越偏向黑色(越深)。

表六樣本顏色偏差值記錄表

樣本	像素中和處理後顏色	R	G	B	偏差值	分區平均偏差值
A1 墾丁白砂灣		198	176	135	256	322.9
A2 墾丁南灣		188	169	127	281	
A3 墾丁大灣		156	136	99	374	
A4 墾丁小灣		142	129	97	397	
A5 墾丁船帆石沙灘		164	145	103	353	
A6 墾丁砂島外圍沙灘		191	173	135	266	
A7 墾丁風吹砂		173	152	107	333	
A8 枋山品味軒		80	73	57	555	430.6
A9 枋山海豚灣砂		120	109	79	457	
A10 車城海口港北		156	143	101	365	
A11 墾丁夏都沙灘		167	143	95	360	
A12 車城後灣沙灘		143	126	80	416	
B1 小琉球漁福漁港		214	200	165	186	207.6
B2 小琉球中澳沙灘		216	201	160	188	
B3 小琉球花瓶岩沙灘		204	189	150	222	
B4 小琉球美人沙灘		199	183	147	236	
B5 小琉球蛤板灣沙灘		213	194	152	206	
C1 高雄西子灣沙灘		104	101	82	478	472.5
C2 高雄旗津沙灘		109	104	85	467	
D1 臺中梧棲風車沙灘		145	136	107	377	377
E1 新北沙崙沙灘		149	131	91	394	417
E2 新北老梅沙灘		140	124	90	411	
E3 新北八里河口沙灘		127	118	85	435	
E4 基隆長潭里漁港海灘		130	116	91	428	
F1 花蓮崇德沙灘		133	132	120	380	398.8
F2 花蓮新城鄉沙灘		136	128	110	391	
F3 花蓮壽豐鄉沙灘		146	138	117	364	
F4 花蓮鹽寮漁港		110	107	88	460	

	
輕壓樣本使其平整	使用翻拍架拍攝
	
影像處理軟體編輯	使用像素處理濾鏡

圖九探究照片

探究發現：

- 由（表六）中可看出：
 - 小琉球顏色偏差值最低，平均為 207.6，是所有採集樣本中最接近白色的海灘。
 - 枋山、高雄、花蓮鹽寮等地顏色偏差值都很高，大約平均超過 430 以上，屬於深色海灘。
- 編號A1~A7 顏色偏差平均值為 322.9，屬於淺色海灘，且發現砂島與白沙灣的色調最淺¹⁴。但和同屬分類為珊瑚砂的小琉球相比，小琉球的海灘還是明顯較白。

主題三、使用篩網比較海灘樣本顆粒大小

探究步驟：

- 使用電子秤分別秤取各海灘樣本 200g 倒於塑膠杯中。
- 準備三種不同孔隙大小的篩網，孔徑規格為 10 目(2mm)、20 目(0.9mm)、30 目(0.6mm)¹⁵。
- 將步驟 1 中的樣本置於 10 目篩網中，左右均勻搖晃 100 次，將殘留篩網中的沙（砂）粒用電子秤秤重後記錄。
- 將步驟 3 小於 10 目的樣本分別用 20 目與 30 目篩網過濾後秤重。
- 重覆步驟 3~4 依序完成樣本測量，並記錄於（表七）中。

¹⁴根據墾丁貝殼砂展示館裡的文獻資料，砂島與白沙灣其珊瑚砂所佔比例分別為 97.7%與 87.6%是墾丁境內最高，我們推測海灘珊瑚砂比例應會影響呈現之色調。

¹⁵樣本分成四種顆粒大小：粗(顆粒大於 2mm)、中(顆粒介於 2mm 與 0.9mm 之間)、細(顆粒介於 0.9mm 與 0.6mm 之間)、極細(顆粒小於 0.6mm)。

表七樣本顆粒大小記錄表

重量單位：g ； 誤差±1~2%								
樣本地點	篩網孔徑				樣本顆粒大小所占比例			
	10目	20目	30目		10目	20目	30目	
	> 2mm	2mm > 0.9mm	0.9mm > 0.6mm	< 0.6mm	粗 %	中 %	細 %	極細 %
	樣本顆粒大小&重量							
	粗	中	細	極粒				
A1 墾丁白砂灣	2	41	68	87	1.0	20.5	34.0	43.5
A2 墾丁南灣	0	0	0	196	0.0	0.0	0.0	98.0
A3 墾丁大灣	3	29	32	133	1.5	14.5	16.0	66.5
A4 墾丁小灣	1	16	43	137	0.5	8.0	21.5	68.5
A5 墾丁船帆石沙灘	0	3	9	184	0.0	1.5	4.5	92.0
A6 墾丁砂島外圍沙灘	5	55	75	61	2.5	27.5	37.5	30.5
A7 墾丁風吹砂	0	0	1	198	0.0	0.0	0.5	99.0
A8 枋山品味軒	23	75	70	32	11.5	37.5	35.0	16.0
A9 枋山海豚灣	8	1	0	191	4.0	0.5	0.0	95.5
A10 車城海口港北	0	0	1	199	0.0	0.0	0.5	99.5
A11 墾丁夏都沙灘	5	21	10	165	2.5	10.5	5.0	82.5
A12 車城後灣沙灘	5	7	4	184	2.5	3.5	2.0	92.0
B1 小琉球漁福漁港	3	32	42	123	1.5	16.0	21.0	61.5
B2 小琉球中澳沙灘	10	60	46	80	5.0	30.0	23.0	40.0
B3 小琉球花瓶岩沙灘	1	10	36	149	0.5	5.0	18.0	74.5
B4 小琉球美人沙灘	34	118	38	4	17.0	59.0	19.0	2.0
B5 小琉球蛤板灣沙灘	2	7	20	168	1.0	3.5	10.0	84.0
C1 高雄西子灣沙灘	0	0	2	198	0.0	0.0	1.0	99.0
C2 高雄旗津沙灘	2	2	7	185	1.0	1.0	3.5	92.5
D1 臺中梧棲風車沙灘	0	0	0	199	0.0	0.0	0.0	99.5
E1 新北沙崙沙灘	0	0	0	200	0.0	0.0	0.0	100.0
E2 新北老梅沙灘	0	1	3	196	0.0	0.5	1.5	98.0
E3 新北八里河口沙灘	0	0	1	199	0.0	0.0	0.5	99.5
E4 基隆長潭里漁港海灘	198	2	0	0	99.0	1.0	0.0	0.0
F1 花蓮崇德礫灘	107	78	5	5	53.5	39.0	2.5	2.5
F2 花蓮新城鄉礫灘	200	0	0	0	100	0.0	0.0	0.0
F3 花蓮壽豐鄉礫灘	56	84	33	28	28.0	42.0	16.5	14.0
F4 花蓮鹽寮漁港	2	12	18	163	1.0	6.0	9.0	81.5

量取樣本 200g	使用篩網均勻搖晃
進行大小不同顆粒秤重	將結果記錄於表格中

圖十探究照片

探究發現：

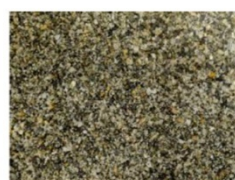
1. 各海灘樣本經不同細目的篩網篩出如（表七）所示的結果，發現大部分的海灘樣本其顆粒大小尺寸屬於極細顆粒（顆粒小於 0.6mm）。
2. 經不同網目的篩網篩出 A 區的海灘樣本，其顆粒大小大多均屬於極細顆粒。編號 A6 的取樣點為保護區外圍的砂子，故在本主題的探究結果會有些許與相關文獻資料所述相悖。
3. 在 F 區不包括編號 F4 花蓮鹽寮漁港，其他 F1~F3 各海灘樣本之顆粒大小均較偏大（顆粒大於 0.9mm）。由文獻資料可得知，因東部的河川上游位處地勢較高且陡，河水流速快，使隨著水流一起向下游流動的岩塊因互相摩擦撞擊碎裂逐漸變成大小不一的砂石，並於出海口附近之海岸堆積¹⁶。如（圖十一）所示。
4. C 區高雄與 E 區北部（長潭里除外），海灘顆粒屬於大小形狀非常均一的極細顆粒（顆粒小於 0.6mm）。



花蓮崇德礫灘



花蓮新城鄉礫灘



花蓮壽豐礫灘



花蓮鹽寮漁港

圖十一 F 區海灘樣本實境

¹⁶海域知識站。台灣海岸線主要的類別。





主題四、量測海灘樣本單位體積重量及空隙層所佔比例

探究步驟：

1. 將海灘樣本放入量杯均勻搖晃使其平整，直到高度與 200ml 刻度齊平。
2. 使用電子秤秤出樣本重量並記錄在(表八)中。
3. 量取 200ml 清水倒入步驟 1 的量杯中，使用攪拌棒將樣本與水均勻攪拌 100 次，使水充分混入樣本空隙中。
4. 讀出混合的量杯水位高度，了解空隙所佔比例，計算後記錄在(表八)中。

表八 海灘樣本單位體積重量及空隙層所佔比例記錄表

樣本地點	200ml 重量 (g)	樣本+清水 (ml)	空隙層 (ml)	空隙層比例 (%)
A1 墾丁白砂灣	284.56	325	75	37.5
A2 墾丁南灣	323.72	340	60	30.0
A3 墾丁大灣	338.72	335	65	32.5
A4 墾丁小灣	263.88	320	80	40.0
A5 墾丁船帆石沙灘	309.36	330	70	35.0
A6 墾丁砂島外圍沙灘	286.08	325	75	37.5
A7 墾丁風吹砂	302	310	90	45.0
A8 枋山品味軒	286	310	90	45.0
A9 枋山海豚灣	289.2	320	80	40.0
A10 車城海口港北	294	320	80	40.0
A11 墾丁夏都沙灘	244.8	315	85	42.5
A12 車城後灣沙灘	294	300	100	50.0
B1 小琉球漁福漁港	246.68	300	100	50.0
B2 小琉球中澳沙灘	283.04	320	80	40.0
B3 小琉球花瓶岩沙灘	275.48	310	90	45.0
B4 小琉球美人沙灘	239.08	310	90	45.0
B5 小琉球蛤板灣沙灘	280.84	310	90	45.0
C1 高雄西子灣沙灘	254.48	310	90	45.0
C2 高雄旗津沙灘	297.52	320	80	40.0
D1 臺中梧棲風車沙灘	268.56	305	95	47.5
E1 新北沙崙沙灘	286.04	330	70	35.0
E2 新北老梅沙灘	303.2	315	85	42.5
E3 新北八里河口沙灘	284.8	310	90	45.0
E4 基隆長潭里漁港海灘	222.4	300	100	50.0
F1 花蓮崇德礫灘	340.72	330	70	35.0
F2 花蓮新城鄉礫灘	328.24	330	70	35.0
F3 花蓮壽豐鄉礫灘	329.44	340	60	30.0
F4 花蓮鹽寮漁港	323.04	320	80	40.0

	
量取樣本 200ml	倒入清水 200ml
	
均勻攪拌 100 次	眼睛平視讀取刻度

圖十二 探究照片

探究發現：

- 分別各取海灘 200ml 樣本秤其重量，由（表八）中可看出如下：
 - 在相同體積下其重量大約在 280-340g，無顯著的差距。
 - F 區花蓮樣本其重量較其他地區則顯稍重，推測可能該地區海灘以變質岩碎屑為主，因此與其它區的樣本有著些微差異。
- 當水倒入杯子時，可觀察到大部分的樣本會不斷冒出氣泡，推測隙縫中含有許多空氣。
- 由（表八）中得知，空隙層大致在 60-100ml 間，所佔比例約為 30-50%，故各樣本所得到的結果無明顯差異。

主題五、比較海灘樣本水溶液其酸鹼、硬度、KH 值之差異

探究步驟：

- 用電子秤分別秤取如（表九）的海灘樣本 100g，並倒入塑膠杯中。
- 量筒量取 200ml 清水，倒入步驟 1 的塑膠杯中。
- 取攪拌棒均勻攪拌樣本 100 次，使樣本與水能充分混和在一起。
- 將樣本靜置陰暗處三天避免陽光直射。
- 觀察樣本溶液顏色，並使用檢測工具檢測 pH(酸鹼值)、KH(碳酸氫根鹽硬度)¹⁷、TDS(總溶解固體)¹⁸、EC(導電度)¹⁹，結果記錄於（表九）中。





¹⁷KH—單位 dH，KH 是以陰離子-碳酸氫根(HCO₃⁻)當量來計算，可用於表示水中的 HCO₃⁻的濃度。(KH 值測試法，將 5ml 樣本水溶液倒入套件所附玻璃管中，不斷加入檢測液搖晃混合，觀察需要幾滴檢測液，才能讓樣本溶液從藍色變成黃色，將結果對照說明書讀出數值。)

¹⁸TDS—單位 ppm，在水中溶解的固體物質總量（包括溶解性碳酸氫離子、氯鹽、硫酸鹽、鈣、鎂、鈉與鉀等；揮發及非揮發性固體）

¹⁹EC—單位 μ S/cm，表示水傳導電流能力，通常導電度愈高，表示水中電解質含量較多。

表九海灘樣本水溶液檢測記錄表

樣本地點	溶液外觀	pH	KH	TDS	EC
自來水	清澈	7.4	5	132	264
A1 墾丁白砂灣	清澈	9.3	13	345	690
A2 墾丁南灣	清澈	9.0	10	210	420
A3 墾丁大灣	清澈	8.9	10	198	396
A4 墾丁小灣	清澈	8.4	8	769	1538
A5 墾丁船帆石沙灘	清澈	8.5	10	219	438
A6 墾丁砂島外圍沙灘	清澈	8.4	12	262	524
A7 墾丁風吹砂	清澈	8.5	10	222	444
A8 枋山品味軒	微濁	7.5	6	236	472
A9 枋山海豚灣	微濁	7.0	6	388	776
A10 車城海口港	微濁	7.6	7	313	627
A11 墾丁夏都沙灘	清澈	7.8	6	179	359
A12 車城後灣沙灘	清澈	8.0	6	1429	2844
B1 小琉球漁福漁港	清澈	8.4	12	810	1620
B2 小琉球中澳沙灘	清澈	8.2	12	545	1090
B3 小琉球花瓶岩沙灘	清澈	8.1	10	1162	2322
B4 小琉球美人沙灘	清澈	8.0	13	2210	4420
B5 小琉球蛤板灣沙灘	清澈	8.1	10	500	1000
C1 高雄西子灣沙灘	微濁	8.1	9	219	438
C2 高雄旗津沙灘	微濁	7.9	10	201	402
D1 臺中梧棲風車沙灘	微濁	7.9	7	452	904
E1 新北沙崙沙灘	微濁	8.0	8	234	468
E2 新北老梅沙灘	微濁	7.6	7	162	324
E3 新北八里河口沙灘	微濁	8.3	7	238	476
E4 基隆長潭里漁港海灘	清澈	7.6	7	245	490
F1 花蓮崇德礫灘	清澈	8.0	7	208	416
F2 花蓮新城鄉礫灘	清澈	8.0	7	370	740
F3 花蓮壽豐鄉礫灘	清澈微黃	7.9	9	201	402
F4 花蓮鹽寮漁港	清澈	7.9	7	172	344

	
製作樣本水溶液	檢測 PH 值
	
檢測 TDS 與 EC 值	檢測 KH 值

圖十三探究照片

探究發現：

1. 在（表九）中，可看出大部分海灘樣本水溶液都呈弱鹼性。
2. KH 測試中，發現數值較高的區域以墾丁(白沙灣、砂島)，而小琉球(漁福、中澳、美人沙灘)又特別高。
3. 經 TDS 檢測發現，墾丁小灣、後灣與小琉球等地區數值都有偏高現象，且小琉球美人沙灘更測出 2210ppm 超高數值。由（表九）中，可推知這幾處的海灘樣本含有可溶於水中的固體物質（如金屬離子、鹽類等），而溶解於水中的物質越多，TDS 數值越高，反之越低。
4. EC 數值與 TDS 有正相關，因此測試結果與 TDS 相同。

伍、討論

主題一、使用 USB 數位顯微鏡對樣本進行微觀探究

- 一、觀察各地樣本，將其歸類為珊瑚砂海灘的沙子中，發現主要組成以珊瑚和貝類碎屑為主，其樣本中也夾雜些微的砂石碎屑，這些物質均是影響整體沙灘所呈現色調的因素之一。如編號 B1~B5 之海灘樣本，因其含有較多白色的生物碎片而深色砂石含量較少，故使整體色調看起來 B1~B5 比 A1~A7 之海灘樣本更白。

- 二、編號F1~F4 之海灘樣本，可觀察到大多由較大的石礫組成，再細觀其表面還有許多彩色雲狀或條狀紋路。根據蒐集的資料推測，這些石礫應是由上游沖刷下來的變質岩碎屑，而裡面摻雜的變質礦物在長期高溫高壓環境下，形成這些美麗的花紋²⁰。
- 三、由(表五)中可清楚看到屏東枋山及以北的西部海灘樣本大多只能觀察到細岩屑、礫石與泥沙，幾乎很難發現珊瑚、貝殼與有孔蟲殼體等物質碎屑。經 Google 衛星地圖與搜尋資料後得知，屏東海灘以楓港為界，往北以岩屑與礫石為主，往南則珊瑚砂比例逐漸提高。這是因為臺灣西部許多河川會從上游帶來大量砂泥堆積在海岸，而珊瑚需生長在溫暖、日照強且水質清澈的淺海，所以在西部海岸較難發現珊瑚砂海灘²¹。

主題二、使用電腦影像軟體分析海灘樣本色調差異

- 一、經顯微觀察發現歸類為珊瑚砂海灘主要由白色和黃色的生物碎屑所構成，但多少會混雜一些顏色較深的砂石，而這些深色顆粒的比例會間接影響珊瑚砂的整體色調，在(圖十四)中可清楚看出。若僅比較墾丁海灘樣本，會發現砂島與白沙灣的色調最淺，根據墾丁貝殼砂展示館裡的文獻資料，砂島與白沙灣其珊瑚砂所佔比例分別為 97.7% 與 87.6% 是墾丁境內最高，故我們推知海灘中生物遺骸碎片的比例應會影響整體呈現之色調²²。
- 二、調查枋山鄉各種文獻資料，得知枋山以楓港為界，楓港以北海灘逐漸被深色的砂岩與礫石取代，使屏東的南北海灘色調有著很大差異²³。而在(圖十四)中更可清楚看出西部海岸之海灘樣本編號A1~A7 的色調平均偏差值較編號A8~A12、C1~C2、D1、E1~E4 之色調平均偏差值為低。
- 三、在(圖十四)中發現B區小琉球海灘樣本的顏色偏差值最小，由琉球鄉公所資料中得知，小琉球的表面被珊瑚石灰岩覆蓋，海岸被隆起的珊瑚礁圍繞，珊瑚礁體被海浪打擊破碎成細砂粒並堆積在海灘，故B1~B5 之海灘樣本在此次探究中是各區海灘樣本中最接近白色的沙灘²⁴。

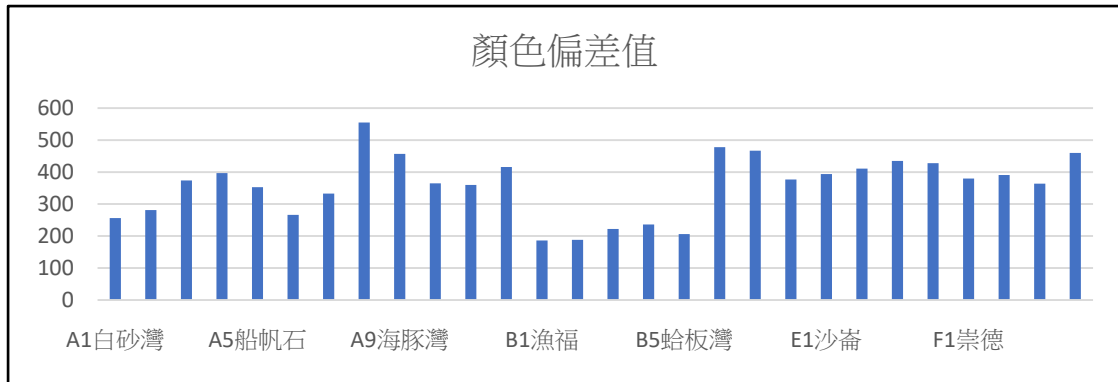
²⁰李光中(2008)。太魯閣峽谷景觀價值及變遷監測之調查。社團法人花蓮縣野鳥學會。

²¹林俊全。台灣的海岸。

²²墾丁國家公園。砂島貝殼砂展示館。

²³國家海洋研究院。屏東西南部外海長期觀測規劃調查。

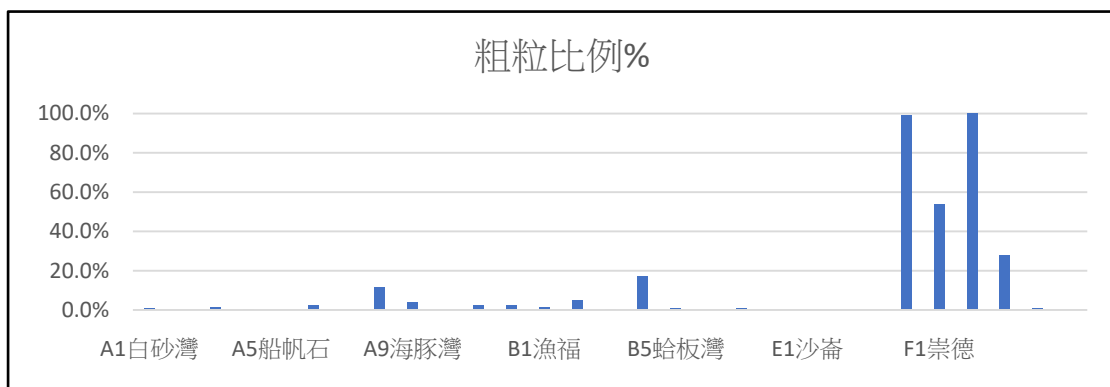
²⁴琉球鄉公所。細說琉球。屏東縣政府



圖十四顏色偏差值柱狀圖

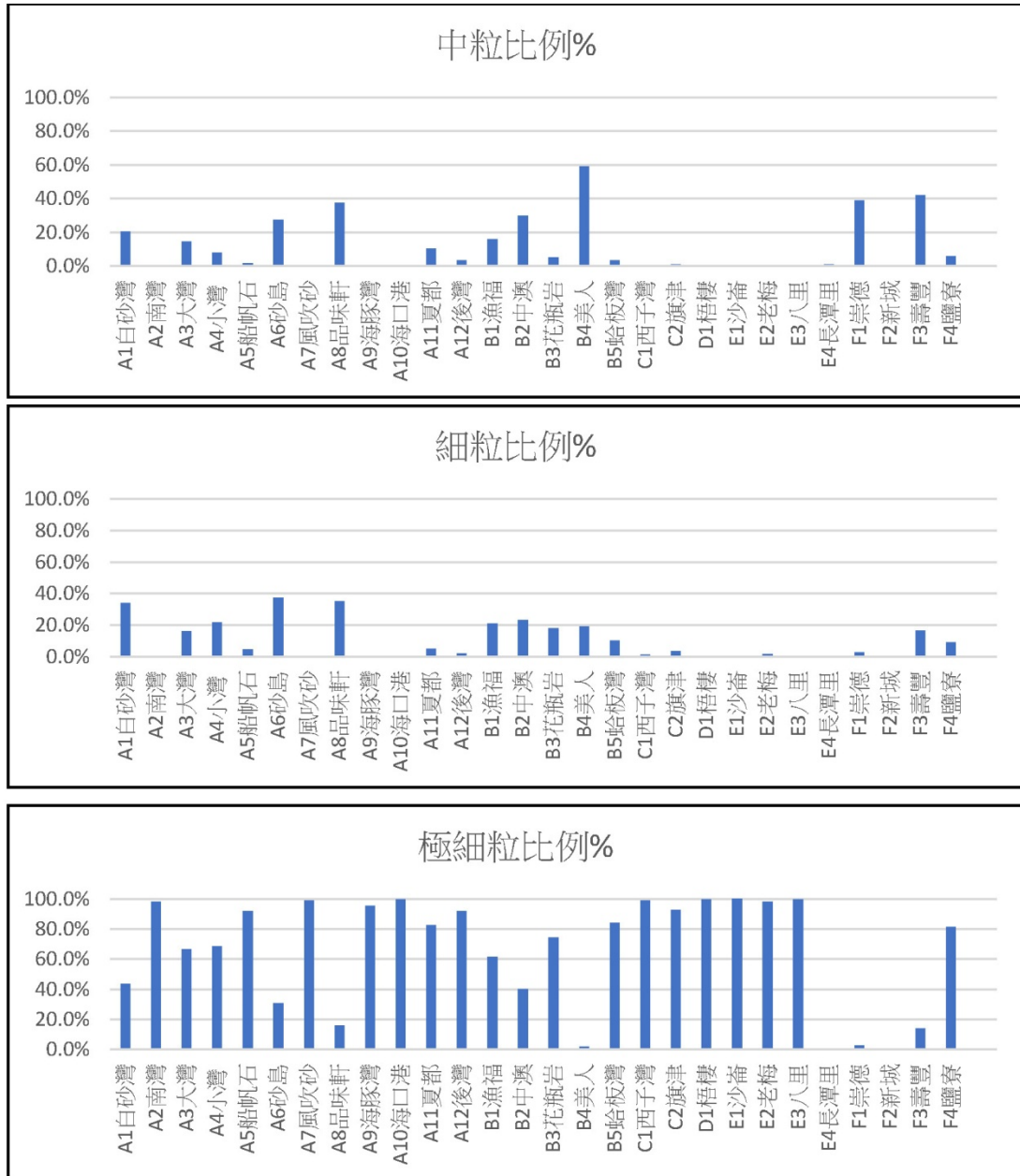
主題三、使用篩網比較海灘樣本顆粒大小

- 一、從（圖十五）中明顯看出，珊瑚砂海灘與其它縣市相比，其顆粒大小較不均一。因珊瑚砂主要組成是由珊瑚遺骸、貝殼殼體、及少數有孔蟲殼體等不同碎屑混合組成，導致其成分較為複雜。
- 二、由（圖十五）中發現，編號 A8（枋山品味軒海灘）的整體沙（砂）粒組成比例較編號 A1~A7、A9~A12（屏東）各地區為粗。
 - （一）實地觀察該海灘遍布各種大小扁圓形礫石，幾乎沒有珊瑚砂存在。根據文獻資料，屏東楓港以北海灘大多由岩屑與礫石構成，推知應與當地海岸地形及海流作用有著焦孟不離之關聯性²⁵。
 - （二）在「屏東海岸基本資料監測調查」中得知屏東西岸高屏溪口以南至枋寮漁港間之海岸地形大都為砂質海灘，平均粒徑變化越往南似有逐漸加大之現象²⁶，在（圖十五）中清楚呈現這樣的特徵。
- 三、花東海岸緊鄰太平洋，河川由高山流瀉而下，因河道短且驟降，再穿過山谷經過河階在河口堆積大小不一的岩石碎屑及石頭。如（圖十一）所示，故 F1~F2 的海灘樣本其顆粒大小屬於粗砂粒(顆粒大於 2mm)的平均含量比例最高。



²⁵王鑫（2009）。南部海岸。文化部-台灣大百科全書。

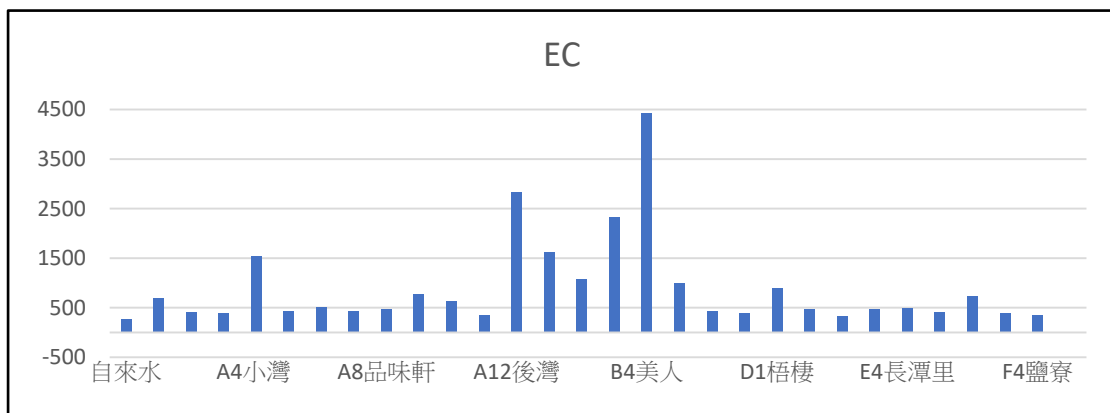
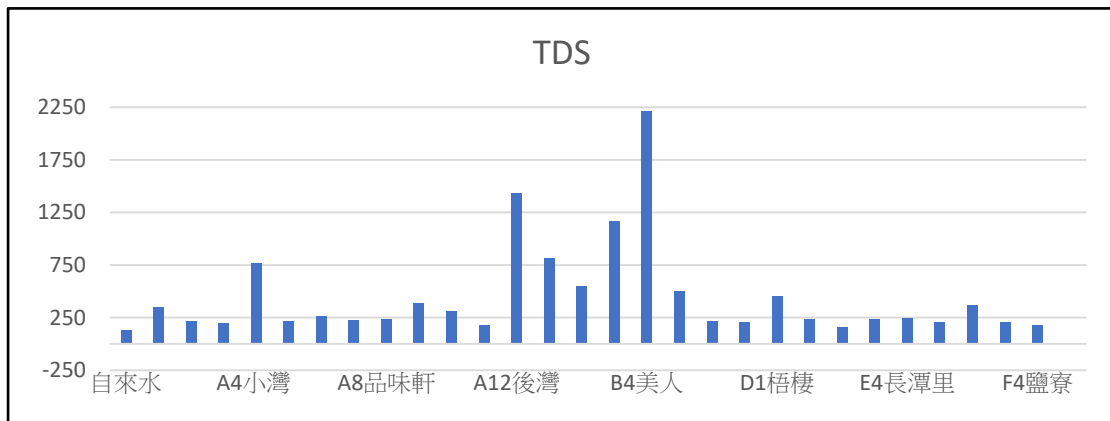
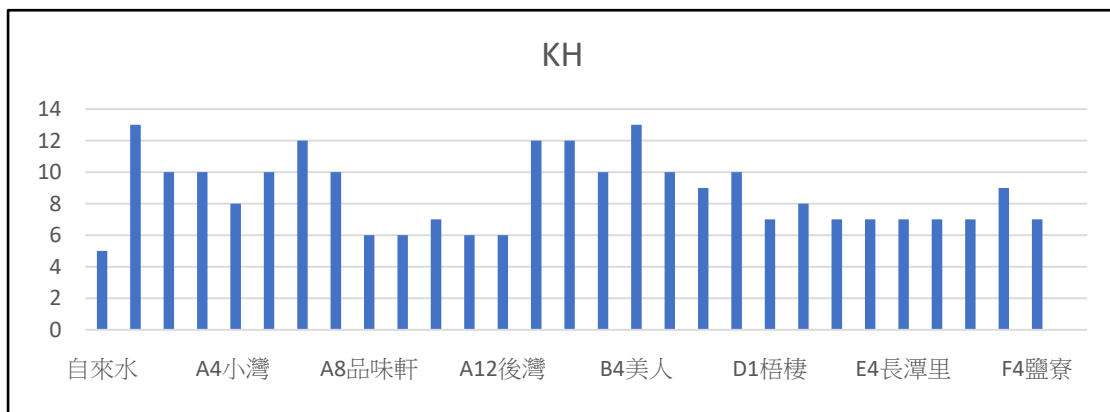
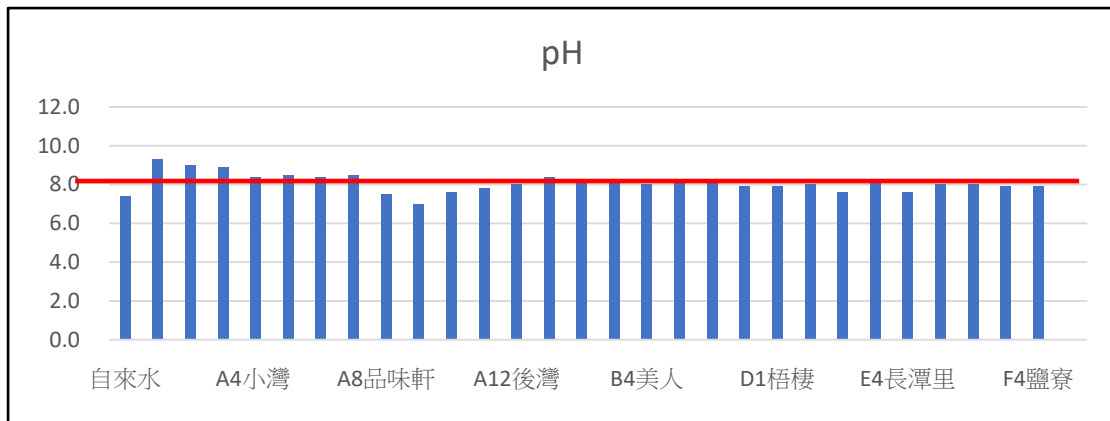
²⁶經濟部水利署第七河川局（2004）。屏東海岸基本資料監測調查。GPI 政府出版品資訊網。



圖十五樣本顆粒大小柱狀圖

主題四、量測海灘樣本單位體積重量及空隙層所佔比例

- 一、由（圖十六）可以分析出在各海灘樣本中，在取同體積的海灘樣本，秤其重量並無特別明顯的差異性。
- 二、將水倒入各 200ml 海灘樣本過程中，可觀察到大部分的樣本會不斷冒出氣泡，推測各沙（砂）粒間的隙縫中含有許多空氣，且各沙（砂）粒本身也具有大小不一的孔洞縫隙，在主題一的（圖七）更可清楚看出。
- 三、此主題探究對於各區海灘樣本的空隙層不因海灘砂石顆粒大，空隙所占的比例大；也不因海灘砂石顆粒小，空隙所占的比例小。故各海灘樣本在單位體積中其空隙層所佔比例與海灘砂石顆粒大小無明顯差距之相對關係！



圖十七海灘樣本水溶液檢測柱狀圖

陸、結論

一、從實地採集各地海灘樣本與觀察後，發現臺灣各地海灘其顆粒大小、顏色、組成成分均有很大不同。

(一) 屏東墾丁與小琉球因為地處熱帶氣候，屬於淺海，由於日照充足，加上水質清澈、少泥砂，因此有著豐富的珊瑚生態系，海灘大多由珊瑚砂所組成²⁹。

(二) 西部海岸線越過楓港往北後，因河流沖積作用旺盛，上游帶來的巨量沉積物，在河道中不斷受河水因搬運作用而撞擊碎裂成細小岩石顆粒，直到出海口因河水的堆積作用大於搬運作用顯著，使得沿岸海灘逐漸轉變成以岩石碎屑和泥砂所構成的現況。在(圖十八)的衛星圖中，可明確看到珊瑚砂與砂岩海灘的分界點「楓港」之相對地理位置。



圖十八 衛星圖-楓港位置

(三) 東部花蓮由於是斷層海岸，離岸即是深海，更不利珊瑚生長，加上多條河流侵蝕中央山脈帶來大量變質岩碎屑及造山帶的沉積物，因此海灘堆積了很多變質石礫與石塊³⁰。

(四) 北部沉積岩海岸因各種侵蝕作用旺盛，且靠近火山群地質，加上海流帶來部分生物碎屑，故海灘組成成分多元。例如基隆長潭里漁港(近八斗子)採集的樣本，經觀察是由多種類型岩石碎屑組合而成，非常奇特³¹。

二、一般而言，珊瑚砂海灘色調以黃、白為主，但從主題一中可知，珊瑚砂海灘多半以珊瑚、貝殼、有孔蟲殼體碎屑組成，但其中混雜的深色泥砂也會影響整體呈現色調。故在主題二中以電腦影像軟體進行影像分析後，發現小琉球地區是所有樣本中最接近白色的海灘，因小琉球是由大型珊瑚礁岩因板塊運動突出水面形成的島嶼，河流沖積帶來的影響最小，我們認為這樣的環境造

²⁹陳民本 謝英宗 (1985)。墾丁國家公園地區海域及海濱石灰質砂之調查探究。內政部營建署墾丁國家公園管理處。

³⁰黃美傳 (2022)。一看就懂台灣地理 (新裝珍藏版)。遠足文化事業有限公司。

³¹黃美傳 (2022)。一看就懂台灣地理 (新裝珍藏版)。遠足文化事業有限公司。

就了如此獨特的海灘³²。

- 三、在主題一~五中，可發現儘管採樣點的是海灘中較均質的樣本，但其顆粒大小分布仍有一定程度的差異。例如墾丁和小琉球等珊瑚砂海灘，其顆粒大小較不均一；東部海灘顆粒大多偏粗；西部海灘較多偏細，這和臺灣地理位置、當地地質條件，以及受到河流沖積、沿岸各地受到潮汐、洋流等眾多因素共同作用下的結果³³³⁴。
- 四、臺灣的海灘擁有豐富的自然資源及多樣性，在不同地區的海灘其顆粒大小、顏色、組成成分均存在明顯差異。因此我們深切意識到臺灣海灘不僅是自然景觀的一部分，更是珍貴的自然寶庫，應共同加強保護並進行永續經營管理，共守這片美好的環境！

柒、未來展望

從這次研究中，我們藉由調查文獻資料，以及運用各種科學方法及器材分析樣本，學習到了許多關於臺灣海灘的重要知識，也了解到團隊合作的重要性，只要大家齊心努力，一起解決難題，就能解開大自然神奇的奧秘，這也是我們此次最大的收穫！未來還可依此次主題為基礎，再做後續延續性的探究如下：

- 一、採集更多臺灣不同海灘樣本進行探究。
- 二、探究同海灘不同位置其樣本有何差異？
- 三、探究與比較珊瑚砂中貝殼、珊瑚、有孔蟲所佔比例。
- 四、探究珊瑚砂中碎屑屬於何種生物遺留？
- 五、探究珊瑚砂與其它石礫、砂粒於物理、化學性質上有何異同？。

捌、參考文獻

- 一、淺水海洋學。<http://w3.oc.ntu.edu.tw>
- 二、屏東縣枋山鄉公所。<https://www.pthg.gov.tw>
- 三、海域知識站。台灣海岸線主要的類別。<https://www.marine.gov.tw>
- 四、水質中 PH\TDS\KH\GH 四者間的關係。<https://w0968653508.pixnet.net>
- 五、維基百科。台灣海岸。<https://zh.wikipedia.org/zh-tw>
- 六、墾丁國家公園。砂島貝殼砂展示館。<https://www.ktnp.gov.tw>
- 七、墾丁國家公園官網。<https://www.ktnp.gov.tw>
- 八、東部海岸國家風景區觀光資訊網。<https://www.eastcoast-nsa.gov.tw>

³² 許主龍 (2011)。淺談小琉球之自然環境。

³³ 沈淑敏 (2009)。台灣海岸的地形變遷。科學研習月刊，(48-4)。9-14。

³⁴ 林孜娟 (2018)。台灣海峽南部海域現生底棲性有孔蟲的分布。國立中山大學海洋科學系。1-10。

【評語】 080505

本研究凸顯台灣環島沙灘，研究動機清楚，有特色。數目龐大且有系統性的樣品收集，以及相對應的實驗步驟清楚完整，對各海灘樣本各種物理及化學特性分析歸納相當清楚，並以此清楚說明海灘顏色的成因。輔以海岸洋流說明解釋沙灘礫灘成因，詳實描述沙與礫灘特性，研究成果具有參考價值。

作品海報

變粒沙石

臺灣海灘大探秘

主題二、使用電腦影像軟體分析海灘樣本色調差異

- 由（表六）中可看出：
 - 小琉球顏色偏差值最低，平均為207.6，是所有採集樣本中最接近白色的海灘。
 - 枋山、高雄、花蓮鹽寮等地顏色偏差值都很高，大約平均超過430以上，屬於深色海灘。
- 編號A1~A7顏色偏差平均值為322.9，屬於淺色海灘，且發現砂島與白沙灣的色調最淺。但和同屬分類為珊瑚砂的小琉球相比，小琉球的海灘還是明顯較白。

主題三、使用篩網比較海灘樣本顆粒大小

- 各海灘樣本經不同細目篩網篩出如（表七）所示的結果，發現大部分的海灘樣本其顆粒大小尺寸屬於極細顆粒（顆粒小於0.6mm）。
- 經不同網目的篩網篩出A區的海灘樣本，其顆粒大小大多均屬於極細顆粒。編號A6的取樣點為保護區外圍的沙子，故在本主題的探究結果會有些許與相關文獻資料所述相悖。
- 在F區不包括編號F4花蓮鹽寮漁港，其他F1~F3各海灘樣本之顆粒大小均較偏大（顆粒大於0.9mm）。由文獻資料可得知，因東部的河川上游位處地勢較高且陡，河水流速快，使隨著水流一起向下游流動的岩塊因互相摩擦撞擊碎裂逐漸變成大小不一的砂石，並於出海口附近之海岸堆積。
- C區高雄與E區北部（長潭里除外），海灘顆粒屬於大小形狀非常均一的極細顆粒（顆粒小於0.6mm）。

主題四、量測海灘樣本單位體積重量及空隙層所佔比例

- 分別各取海灘200ml樣本秤其重量，由（表八）中可看出如下：
 - 在相同體積下其重量大約在280-340g，無顯著的差距。
 - F區花蓮樣本其重量較其他地區則顯稍重，推測可能該地區海灘以變質岩碎屑為主，與其它區的樣本有著些微差異。
- 當水倒入杯子時，可觀察到大部分的樣本會不斷冒出氣泡，推測隙縫中含有許多空氣。
- 由（表八）中得知，空隙層大致在60-100ml間，所佔比例約為30-50%，故各樣本所得到的結果無明顯差異。

主題五、比較海灘樣本水溶液其酸鹼、硬度、KH值之差異

- 在（表九）中，可看出大部分海灘樣本水溶液都呈弱鹼性。
- KH測試中，發現數值較高的區域以墾丁（白沙灣、砂島），而小琉球（漁福、中澳、美人沙灘）又特別高。
- TDS檢測發現，墾丁小灣、後灣與小琉球等地區數值都有偏高現象，且小琉球美人沙灘更測出2210ppm超高數值。由（表九）中，可推知這幾處的海灘樣本含有可溶於水中的固體物質，而溶解於水中物質越多，TDS數值越高，反之越低。

伍、討論

主題一、使用USB數位顯微鏡對樣本進行微觀探究

- 觀察各地樣本，將其歸類為珊瑚砂海灘的沙子中，發現主要組成以珊瑚和貝類碎屑為主，其樣本中也夾雜些微的砂石碎屑，這些物質均是影響整體沙灘所呈現色調的因素之一。如編號B1~B5之海灘樣本，因其含有較多白色的生物碎片而深色砂石含量較少，故使整體色調看起來B1~B5比A1~A7之海灘樣本更白。
- 編號F1~F4之海灘樣本，可觀察到大多由較大的石礫組成，再細觀其表面還有許多彩色雲狀或條狀紋路。根據蒐集的資料推測，這些石礫應是由上游冲刷下來的變質岩碎屑，而裡面摻雜的變質礦物在長期高溫高壓環境下，形成這些美麗的花紋。
- 由（表五）中可清楚看到屏東枋山及以北的西部海灘樣本大多只能觀察到細岩屑、礫石與泥沙，幾乎很難發現珊瑚、貝殼與有孔蟲殼體等物質碎屑。經Google衛星地圖與搜尋資料後得知，屏東海灘以楓港為界，往北以岩屑與礫石為主，往南則珊瑚砂比例逐漸提高。這是因為臺灣西部許多河川會從上游帶來大量砂泥堆積在海岸，而珊瑚需生長在溫暖、日照強且水質清澈的淺海，所以在西部海岸較難發現珊瑚砂海灘。

主題二、使用電腦影像軟體分析海灘樣本色調差異

- 經顯微觀察發現歸類為珊瑚砂海灘主要由白色和黃色的生物碎屑所構成，但多少會混雜一些顏色較深的砂石，而這些深色顆粒的比例會間接影響珊瑚砂的整體色調，在探究過程中可清楚看出。若僅比較墾丁海灘樣本，會發現砂島與白沙灣的色調最淺，根據墾丁貝殼砂展示館裡的文獻資料，砂島與白沙灣其珊瑚砂所佔比例分別為97.7%與87.6%是墾丁境內最高，故我們推知海灘中生物遺骸碎片的比例應會影響整體呈現之色調。
- 調查枋山鄉各種文獻資料，得知枋山以楓港為界，楓港以北海灘逐漸被深色的砂岩與礫石取代，使屏東的南北海灘色調有著很大差異。而在（圖十四）中可清楚看出西部海岸之海灘樣本編號A1~A7的色調平均偏差值較編號A8~A12、C1~C2、D1、E1~E4之色調平均偏差值為低。
- 在（圖十四）中發現B區小琉球海灘樣本的顏色偏差值最小，由琉球鄉公所資料中得知，小琉球的表面被珊瑚石灰岩覆蓋，海岸被隆起的珊瑚礁圍繞，珊瑚礁體被海浪打擊破碎成細砂粒並堆積在海灘，故B1~B5之海灘樣本在此次探究中是各區海灘樣本中最接近白色的沙灘。

主題三、使用篩網比較海灘樣本顆粒大小

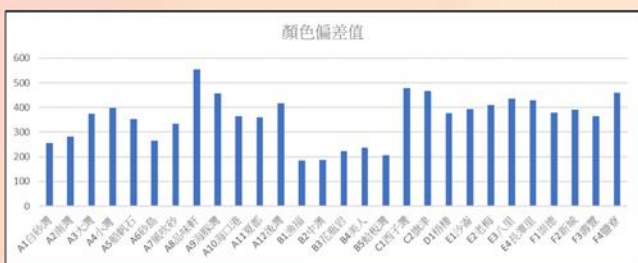
- 從（圖十五）中明顯看出，珊瑚砂海灘與其它縣市相比，其顆粒大小較不均一。因珊瑚砂主要組成是由珊瑚遺骸、貝殼殼體、及少數有孔蟲殼體等不同碎屑混合組成，導致其成分較為複雜。
- 由（圖十五）中發現，編號A8（枋山品味軒海灘）的整體沙（砂）粒組成比例較編號A1~A7、A9~A12（屏東）各地區為粗。
 - 實地觀察該海灘遍布各種大小扁圓形礫石，幾乎沒有珊瑚砂存在。根據文獻資料，屏東楓港以北海灘大多由岩屑與礫石構成，推知應與當地海岸地形及海流作用有著焦孟不離之關聯性。
 - 在「屏東海岸基本資料監測調查」中得知屏東西岸高屏溪口以南至枋寮漁港間之海岸地形大都為砂質海灘，平均粒徑變化越往南似有逐漸加大之現象，在（圖十五）中清楚呈現這樣的特徵。
- 花東海岸緊鄰太平洋，河川由高山流瀉而下，因河道短且驟降，再穿過山谷經過河階在河口堆積大小不一的岩石碎屑及石頭。故F1~F2的海灘樣本其顆粒大小屬於粗砂粒（顆粒大於2mm）的平均含量比例最高。

主題四、量測海灘樣本單位體積重量及空隙層所佔比例

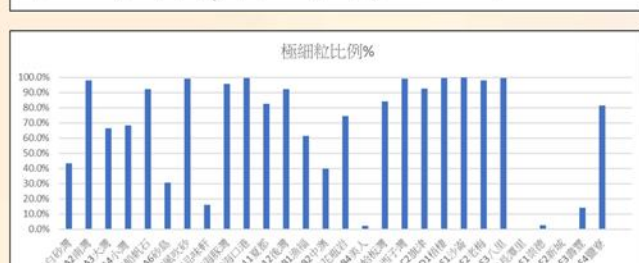
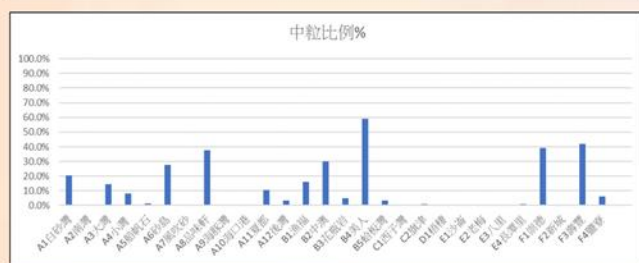
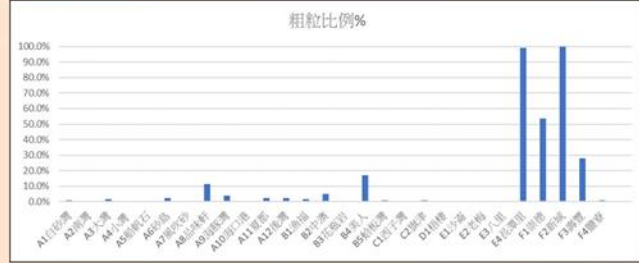
- 由（圖十六）可以分析出在各海灘樣本中，在取同體積的海灘樣本，秤其重量並無特別明顯的差異性。
- 將水倒入各200ml海灘樣本過程中，可觀察到大部分的樣本會不斷冒出氣泡，推測各沙（砂）粒間的隙縫中含有許多空氣，且各沙（砂）粒本身也具有大小不一的孔洞縫隙。
- 此主題探究對於各區海灘樣本的空隙層不因海灘砂石顆粒大，空隙所占的比例大；也不因海灘砂石顆粒小，空隙所占的比例小。故各海灘樣本在單位體積中其空隙層所佔比例與海灘砂石顆粒大小無明顯差距之相對關係！

主題五、比較海灘樣本水溶液其酸鹼、硬度、KH值之差異

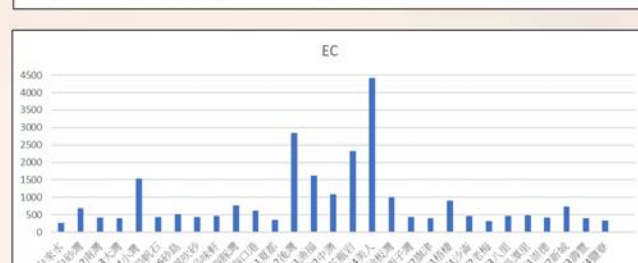
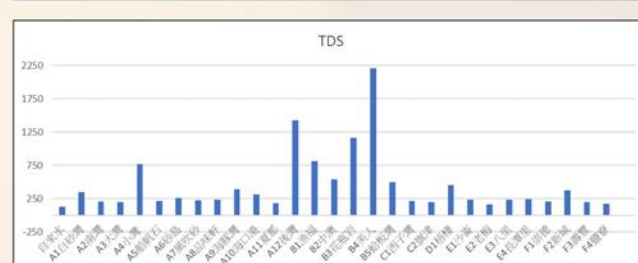
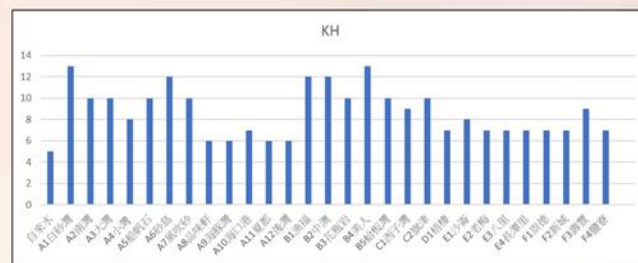
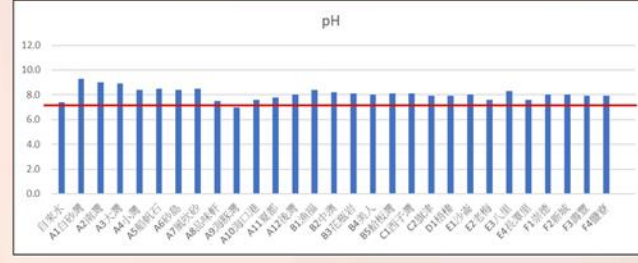
- 由（圖十七）分析檢測各海灘樣本，其加水浸泡後檢測其酸鹼性，大部分偏鹼性。由此，可推測出各樣本內含有可溶於水的物質。
- 經TDS檢測各海灘樣本水溶液，發現不同的樣本區所測出之數值差異大。由此更可推知不同地區的海水組成成分及可溶於水中的物質均有區別，此問題值得未來做更深入的探究。
- 我們搜尋水族養殖資料時，得知專業養殖者會在魚缸底部鋪上珊瑚骨或珊瑚砂，藉其釋放的碳酸氫根離子使KH值上升，以避免水質產生劇烈變化。故KH值測試是評估各海灘樣本珊瑚碎屑含量的指標之一，對照墾丁貝殼砂博物館的文獻數據（砂島97.7%、白沙灣87.6%）更支持我們的想法是正確的。故由（圖十七）中可以看出編號A1~A7、B1~B5、C1~C2之KH的平均數值較A8~A12、D1、E1~E4、F1~F4為高。



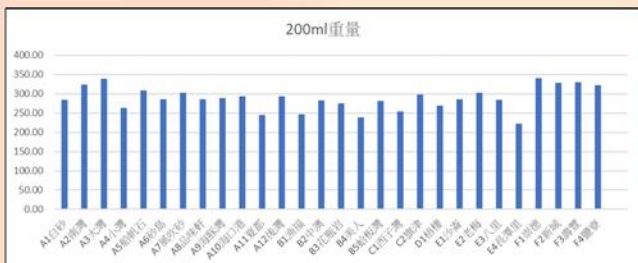
圖十四 顏色偏差值柱狀圖



圖十五 樣本顆粒大小柱狀圖



圖十七 海灘樣本水溶液檢測柱狀圖



圖十六 海灘樣本單位體積重量及空隙層所佔比例柱狀圖

陸、結論

一、從實地採集各地海灘樣本與觀察後，發現臺灣各地海灘其**顆粒大小、顏色、組成成分均有很大不同**。

- (一) **屏東墾丁與小琉球**因為地處熱帶氣候，屬於淺海，由於日照充足，加上水質清澈、少泥砂，因此有著豐富的珊瑚生態系，**海灘大多由珊瑚砂所組成**。
- (二) **西部海岸線越過楓港往北後**，因河流沖積作用旺盛，上游帶來的巨量沉積物，在河道中不斷受河水因搬運作用而撞擊碎裂成細小岩石顆粒，直到**出海口因河水的堆積作用大於搬運作用顯著**，使得沿岸海灘逐漸轉變成以岩石碎屑和泥砂所構成的現況。在（圖十八）的衛星圖中，可明確看到**珊瑚砂與砂岩海灘的分界點「楓港」之相對地理位置**。



圖十八 衛星圖-楓港位置

- (三) **東部花蓮由於是斷層海岸**，離岸即是深海，更不利珊瑚生長，加上多條河流侵蝕中央山脈帶來大量變質岩碎屑及造山帶的沉積物，因此**海灘堆積了很多變質石礫與石塊**。
- (四) **北部沉積岩海岸**因各種侵蝕作用旺盛，且靠近**火山群地質**，加上海流帶來部分生物碎屑，故海灘組成成分多元。例如基隆長潭里漁港(近八斗子)採集的樣本，經觀察是由多種類型岩石碎屑組合而成，非常奇特。

二、一般而言，珊瑚砂海灘色調以黃、白為主，但從主題一中可知，**珊瑚砂海灘多半以珊瑚、貝殼、有孔蟲殼體碎屑組成**，但其中**混雜的深色泥砂也會影響整體呈現色調**。故在主題二中以電腦影像軟體進行影像分析後，發現小琉球地區是所有樣本中最接近白色的海灘，因小琉球是由**大型珊瑚礁岩因板塊運動突出水面形成的島嶼**，**河流沖積帶來的影響最小**，我們認為這樣的環境造就了如此獨特的海灘。

三、在主題一~五中，可發現儘管採樣點的是海灘中較均質的樣本，但其顆粒大小分布仍有一定程度的差異。例如墾丁和小琉球等珊瑚砂海灘，其顆粒大小較不均一；東部海灘顆粒大多偏粗；西部海灘較多偏細，這和**臺灣地理位置、當地地質條件**，以及受到**河流沖積、沿岸各地受到潮汐、洋流**等眾多因素共同作用下的結果。

四、臺灣的海灘擁有豐富天然資源及多樣性，在不同地區的海灘其顆粒大小、顏色、組成成分均存在明顯差異。因此我們深切意識到臺灣海灘不僅是自然景觀的一部分，更是珍貴的自然寶庫，應共同加強保護並進行永續經營管理，共守這片美好的環境！

柒、未來展望

從這次研究中，我們藉由調查文獻資料，以及運用各種科學方法及器材分析樣本，學習到了許多關於臺灣海灘的重要知識，也了解到團隊合作的重要性，只要大家齊心努力，一起解決難題，就能解開大自然神奇的奧秘，這也是我們此次最大的收穫！未來還可依此次主題為基礎，再做後續延續性的探究如下：

- 一、採集更多臺灣不同海灘樣本進行探究。
- 二、探究同海灘不同位置其樣本有何差異？
- 三、探究與比較珊瑚砂中貝殼、珊瑚、有孔蟲所佔比例。
- 四、探究珊瑚砂中碎屑屬於何種生物遺留？
- 五、探究珊瑚砂與其它石礫、砂粒於物理、化學性質上有何異同？

捌、參考文獻

- 一、淺水海洋學。<http://w3.oc.ntu.edu.tw>
- 二、屏東縣枋山鄉公所。<https://www.pthg.gov.tw>
- 三、海域知識站。台灣海岸線主要的類別。<https://www.marine.gov.tw>
- 四、水質中PH\TDS\KH\GH四者間的關係。<https://w0968653508.pixnet.net>
- 五、維基百科。台灣海岸。<https://zh.wikipedia.org/zh-tw>
- 六、墾丁國家公園。砂島貝殼砂展示館。<https://www.ktnp.gov.tw>
- 七、墾丁國家公園官網。<https://www.ktnp.gov.tw>
- 八、東部海岸國家風景區觀光資訊網。<https://www.eastcoast-nsa.gov.tw>