

中華民國第 62 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

080506

「浮」裡「浮」途～澎湖北寮與他國浮石之比較

學校名稱：澎湖縣湖西鄉龍門國民小學

作者：	指導老師：
小六 許又鑫	辛柏緯
小六 范凱嵐	賴秀智
小六 陳金正	
小五 許銘宇	
小五 范振勤	
小五 顏多愛	

關鍵詞：浮石

摘要

本次實驗以澎湖、日本、菲律賓的浮石進行實驗比較，結論如下：

一、比較三地浮石的物理性質

物理性質略有差異，且澎湖與菲律賓較相似；另外，利用偏光顯微鏡可知，三地浮石呈現的礦物光澤的顏色相似，顯示其成份類似，只是比例的差別。

二、比較三地浮石的化學性質

遇酸性水溶液時只有澎湖浮石產生氣泡，可能含有碳酸鈣；滴水後，三地浮石粉末皆會使水降溫。

三、探究澎湖北寮地區浮石層的分布與地質事件

北寮地區浮石層分布於摩西分海以東肉眼可見約 159 公尺；經粒徑分析推估，應為單次性火山噴發造成。

四、推測澎湖北寮地區浮石層形成的途徑

透過菲律賓火山的位置圖、洋流流向路徑圖的比對，認為菲律賓火山浮石確實很有機會沿著洋流漂來澎湖。

壹、研究動機

在澎湖地方新聞內竟然看到學校的老師！仔細一看，原來是老師到海邊撿一種日本小笠原火山噴發出來，會浮在水面上的石頭—浮石。我覺得很好奇，便上網蒐尋有關浮石的新聞，發現原來浮石會造成港口阻塞，影響行船安全，因為爸爸是以捕魚為生，我有點擔心漂來澎湖的浮石會不會讓爸爸有危險。

隔天到學校時，我請教老師有沒有什麼可以知道浮石動態的網站，也請老師給我們看看撿來的日本浮石，它的顏色灰灰的，讓我們想起前年戶外教學時，我們到北寮地質公園時，老師也有帶我們去觀察當地的浮石，印象中顏色是土黃色的，所以我們覺得會不會是裡頭的成份不一樣？澎湖浮石是從哪裡來的？老師便建議我們來研究看看，一起找出澎湖浮石的秘密；於是，我們就開始這次的研究。

貳、研究目的

- 一、比較不同國家浮石的物理性質(表面特徵、密度、硬度、礦物結晶)。
- 二、比較不同國家浮石的化學性質(遇酸性水溶液、遇水反應)。
- 三、探究澎湖北寮地區浮石層的分布與地質事件。
- 四、推測澎湖北寮地區浮石層形成的途徑。

參、研究設備及器材

一、不同國家浮石

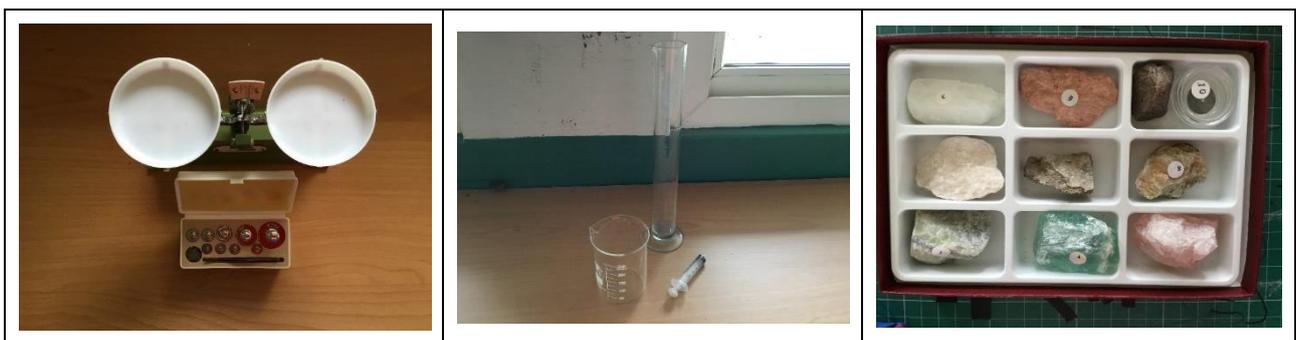
本研究我們主要測量日本小笠原海底火山所噴發的浮石(本研究稱為日本浮石)、澎湖北寮奎壁山浮石層的浮石(本研究稱為澎湖浮石)、網購菲律賓產地的浮石(本研究稱為菲律賓浮石)等 3 種浮石，岩石樣本如下圖 1。



圖 1 本研究浮石樣本

二、浮石物理性質所用器材或設備

本研究目的一所探究的物理性質為密度、硬度、表面特徵等，用到的器材主要有用於測量浮石密度的上皿天平、針筒與小量杯；比較浮石硬度的摩式硬度表標本；觀看浮石表面特徵的 22X 放大鏡與自製岩石色卡等，如圖 2。



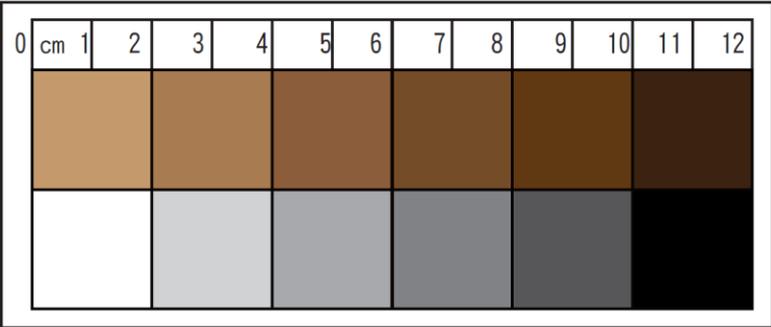
上皿天平	針筒與小量杯	摩式硬度表標本
		
22X 放大鏡	自製岩石色卡	

圖 2 浮石物理性質—密度、硬度、表面特徵所用器材或設備

另外，進行岩石結晶觀察，岩石薄片製作所需的銼刀、環氧樹脂、真空腔、烤箱、載玻片、砂磨機、黏扣式砂紙（#80、#240）、砂紙(#2000)、氧化鋁海綿(拋光用)、卡尺等；岩石結晶觀察所需的偏光手機顯微鏡(江宏仁老師團隊製發)。

另外，進行岩石結晶觀察，岩石薄片製作所需的銼刀、環氧樹脂、真空腔、烤箱、載玻片、砂磨機、黏扣式砂紙（#80、#240）、砂紙(#2000)、氧化鋁海綿(拋光用)、卡尺等；岩石結晶觀察所需的偏光手機顯微鏡(江宏仁老師團隊製發)。上述各項器材或設備如下圖 3。

	
真空腔	砂磨機
	
卡尺(精準度至 0.01mm)	偏光手機顯微鏡

圖 3 浮石物理性質—礦物結晶(岩石薄片)所用器材或設備

三、浮石化學性質所用器材或設備

本研究目的二所探究的化學性質為岩石粉末遇酸、遇水的反應，主要使用的器材或設備，用於測量遇性酸性水溶液反應的鉢與杵（將岩石磨成粉末）、鹽酸，以及內含氧化鈣所造成溫度變化的紅外線溫度槍，如圖 4。



圖 3 浮石化學性質所用器材或設備

四、澎湖北寮地區浮石層探究所需器材

本研究目的三主要應用六年級上學期所學過的方法來採樣北寮地區的浮石，所使用的器材有野外採集時所用的鏟子、捲尺、Google 地圖；室內分析所用的烤箱、放大鏡、濕度計、篩網(美國材料標準 ASTM 35 目-0.5mm、18 目-1mm、10 目-2mm)、電子秤等，如圖 5。

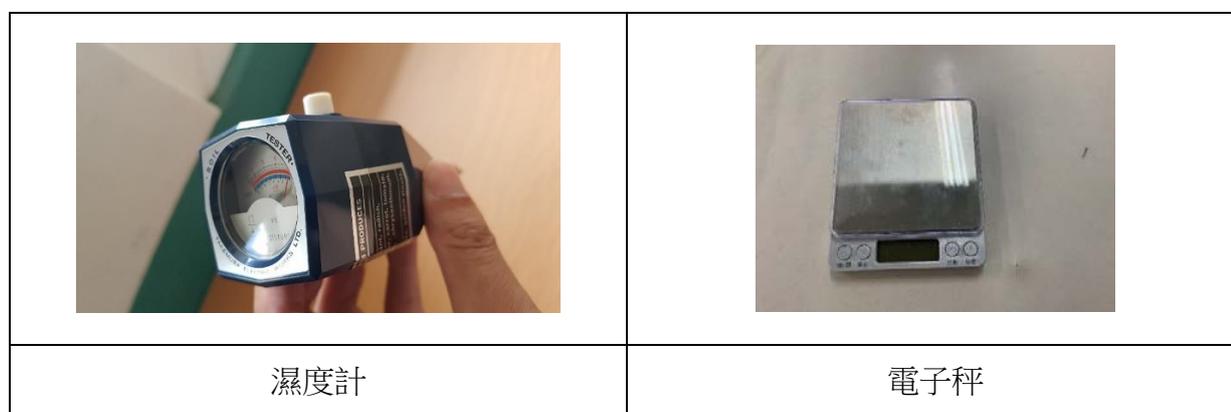


圖 5 澎湖北寮地區浮石層探究所需器材

肆、研究過程與方法

一、研究架構圖

本研究從日本小笠原海底火山的浮石抵達澎湖開始，連結了我們過去戶外教學的經驗，並結合六上自然課程—岩石與礦物的學習內容，進行了一連串的實驗設計與驗證，架構圖如下圖 6。

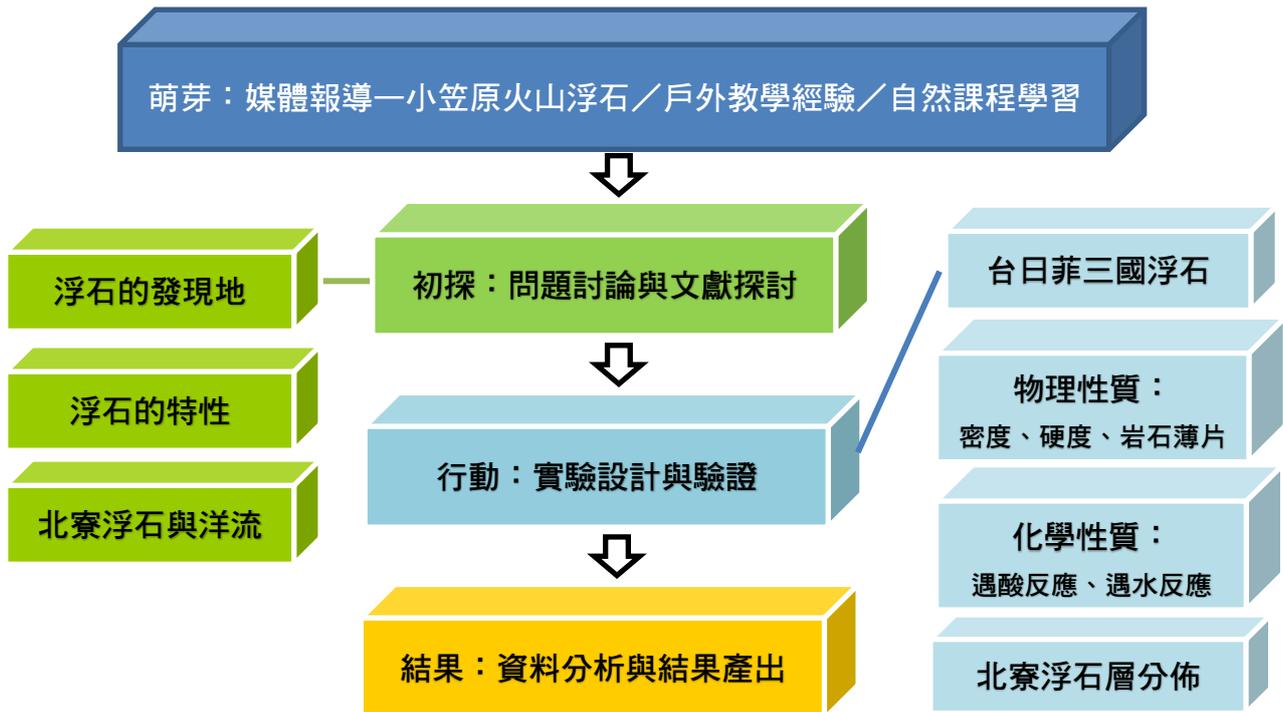


圖 6 研究架構圖

二、文獻探討

透過網路蒐尋與閱覽全國科展有關於「浮石」、「岩石」的研究報告，並將重點整理如下：

(一)劉品蘭、歐叙鋒 (2016)·中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 高中組 地球與行星科學科：金山神秘海岸浮石事件解密。

1.探討內容：瞭解金山地區浮石的沉積環境、化學組成與形成機制。

2.對本研究幫助：北寮浮石的沉積環境研究方法、日菲兩國浮石成份的參考；XRF 化學組成分析的部份設備過於昂貴，所以我們改採岩石薄片搭配偏光顯微鏡來進行浮石組成的初略觀察。

(二)陳泓維 (2007) • 中華民國第 47 屆中小學科學展覽會 高中組 地球科學科：石破天驚-隕石撞關西。

- 1.探討內容：關西湖肚四寮溪岩石的成份。
- 2.對本研究幫助：岩石薄片分析時的表現方式。

(三)花嶼國小 (2006) • 澎湖縣 96 學年度中小學科學展覽會 國小組 地球科學科：會漂浮的石頭-花嶼島浮石的探討與研究。

- 1.探討內容：花嶼浮石的密度、分佈與功用；以及各地方與國家的浮石可能成份不同。
- 2.對本研究幫助：知道澎湖浮石的分佈有花嶼、北寮、小門等處，以及北寮浮石來自於國外；浮石的硬度小於指甲；部份浮石滴入酸會產生氣泡，與其它資料不同，所以設計遇酸性水溶液實驗來驗證。

(四)謝孝求、蕭意苓、張子邵、張子曜 (2021) • 中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 國小組 地球科學科：離家五百哩-臺灣海漂垃圾與洋流關係動態模擬之研究。

- 1.探討內容：動態模擬實驗瞭解海漂垃圾移動路線和分布情形，並與調查資料比對，深入瞭解臺灣出現大量海垃圾的地點和成因。
- 2.對本研究幫助：瞭解台灣近海地區洋流的情形，來推估澎湖北寮浮石（專家說來自於菲律賓）、日本小笠原抵達澎湖的路徑。

(五)澎湖縣政府農漁局 (2020) • 北寮小門嶼地質解說手冊 • 澎湖縣：澎湖縣政府。

- 1.探討內容：澎湖北寮、小門嶼等地的地質說明，以赤嶼為例共分三期，第一期是矽質玄武岩、第二期是火山凝灰岩、第三期是含橄欖石擄獲的鹼性玄武岩；浮石層附近的番仔石有擄獲的橄欖岩。奎壁山有豐富的鹼性玄武岩、火山角礫岩，以及具橄欖岩、石英、長石的擄獲岩。
- 2.對本研究幫助：知道北寮地區具有豐富的地質景觀，未特別提及浮石層，不過我們可以得知浮石層似乎有別於當地的地質環境，可以支持專家所說的浮石層來自於海外的論點。

(六)岩石與地質微分析實驗室 (2016) • 岩石光薄片製備方法。

- 1.探討內容：岩石光薄片如何製作。

2.對本研究幫助：岩石光薄片如何製作。

(七)鍾坤煒（2002）· 偏光顯微鏡下的岩石世界· 科學文摘，179·

對本研究幫助：認識顯微鏡下的岩石結晶。

(八)湖西鄉地質地層(2022年4月15日)· 澎湖縣：澎湖知識服務平台·

對本研究幫助：內容提到在現代海濱堆積層，可發現火山浮石之礫塊層；我們再蒐尋北寮、現代海濱堆積層等關鍵字，找到浮石層的堆積年約在1萬年前。

綜合以上的文獻探討，我們知道可以利用固定距離進行採樣，並透過密度的測量、放大鏡概略觀察浮石的組成；澎湖地區有小門、北寮和花嶼有浮石，可以透過遇酸性水溶液反應來判斷是否有碳酸鈣成份摻雜其中，以驗證不同文獻內容的差異；並透過北寮當地地質環境，以及洋流黑潮支流，來推斷與支持專家說當地浮石來自於菲律賓的論點；再以岩石薄片的製作與觀察，希望能看出三地（日本小笠原、菲律賓、澎湖北寮）的岩理晶形與顏色有所不同。

三、研究過程及方法

(一)教學與採集活動

- 1.六年級自然與生活科技領域 岩石與礦物單元，我們認識岩石與礦物之間的關係，以及利用篩網進行簡單的觀察與分析。
- 2.戶外教育活動，老師和我們一起去北寮奎壁山，過程中老師帶我們認識當地的地質景觀，其中浮石層讓我們很感興趣；我們再決定研究這個主題後，再請老師載我們去採集。
- 3.小笠原海底火山噴發，噴出大量的浮石順著洋流來到台灣、澎湖地區，在媒體報導後，老師和我們一同到龍門後灣沙灘進行採集活動。
- 4.在文獻探討和諮詢專家後，我們得知澎湖北寮的浮石應該是從菲律賓順著洋流漂來，所以便請老師幫忙從網路購物平台購買產地為菲律賓的浮石。

(二)研究設計與步驟

- 1.研究問題一：比較不同國家浮石的物理性質(表面特徵、密度、硬度、礦物結晶)。

我們在自然課中學過許多比較岩石和礦物的方法，所以我們將三個國家的樣本進行物

理性質的比較。

(1)表面特徵的比較(如圖 7)

- a.我們先用牙刷將表面的泥沙洗淨後，持 22X 的放大鏡進行觀察，並針對孔洞大小、顏色(利用自製岩石色卡)以及是否有其它發現，並記錄在實驗觀察記錄本內。
- b.使用銼刀剖開岩塊，使用放大鏡觀察浮石內部的孔洞、顏色(利用自製岩石色卡)等是否和表層有異。

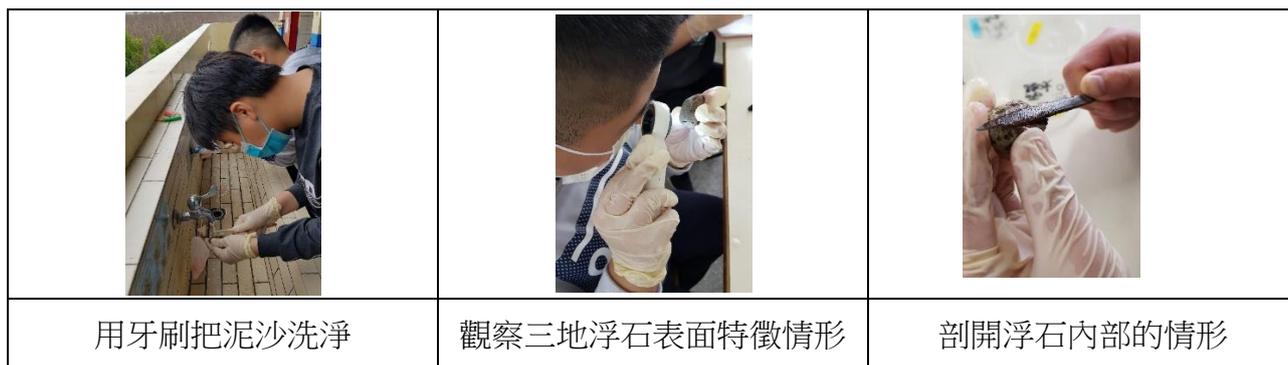


圖 7 研究問題一 表面特徵觀察實驗情形

(2)密度的比較(如圖 8)

- a.體積的測量：因為浮石皆為不規則形狀，所以我們使用細針將浮石壓入水中，再使用針筒將水吸至原來的水位，利用升高的水體積當做浮石的體積。
- b.利用上皿天平測量浮石的質量。
- c.取日本、澎湖、菲律賓三地的浮石各 3 塊，重覆上述步驟，測出體積和質量。
- d.利用密度公式： $D=M(\text{質量})/V(\text{體積})$ ，計算出密度。

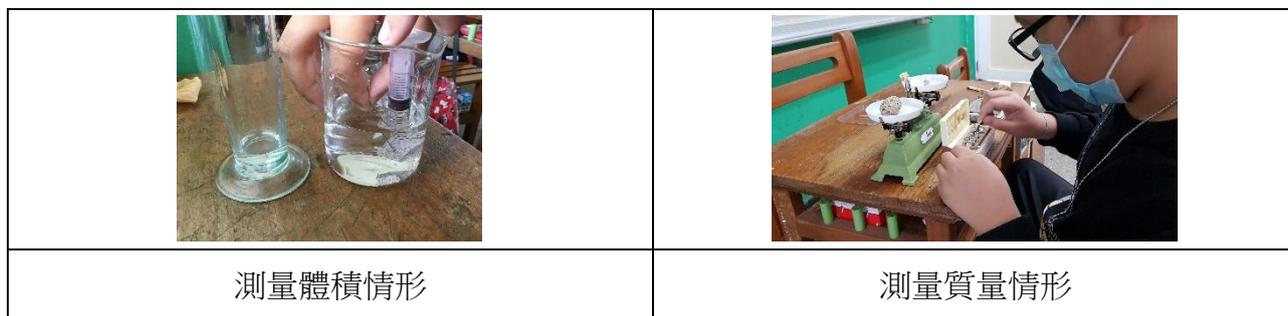


圖 8 研究問題一 密度測量實驗情形

(3)硬度的比較(如圖 9)

- a.從文獻中得知浮石硬度小於指甲(約莫硬度小於方解石)，故取用摩氏硬度表的標本(從硬度 4 的螢石先行測試)，來與三地的浮石互相劃記。

b.依續進行硬度 3、2 的礦物測試。

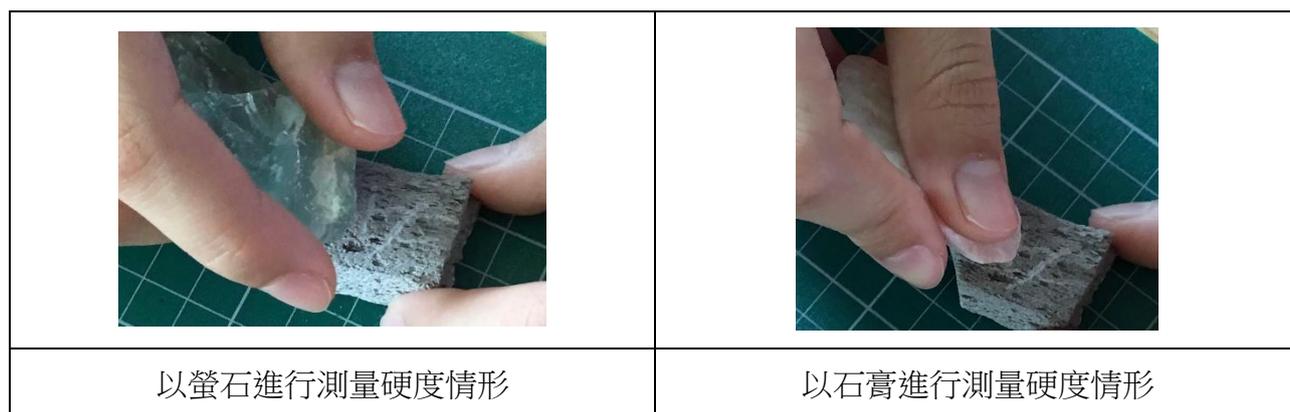


圖 9 研究問題一 硬度測量實驗情形

(4)礦物晶形與顏色

因為文獻中使用的 XRF 設備太過昂貴，超過我們能使用的能力，所以我們詢問老師後，老師建議可以試試製作岩石薄片，再利用偏光顯微鏡來觀察岩石內部的礦物結晶，所以我們上網蒐尋了許多製作岩石薄片的影片和文獻，像 youtube 上的玩石碎碎念等，試著製作屬於我們的岩石薄片，如圖 10。

- 將三地浮石利用銼刀磨製成約略載玻片大小。
- 灌入環氧樹脂以增加硬度。
- 放入真空腔 10 分鐘，以抽出孔洞內的氣體。
- 取出後陰乾，隔日放入烤箱(設定 110°C，烤 10 分鐘)，烘乾多餘水份。
- 將浮石貼於載玻片上，使用研磨機進行研磨。
- 依序使用#80、#240、#2000 號砂紙與氧化鋁海綿進行研磨與拋光。
- 重覆 b~f 步驟，完成三地樣本岩石薄片各 3 份。
- 放置於偏光顯微鏡下，觀察各礦物晶形與顏色。

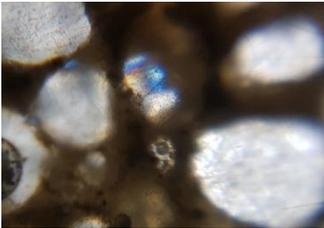
		
銼刀磨製成約略載玻片大小	灌入環氧樹脂以增加硬度	放入真空腔抽出氣體
		
放入烤箱，烘乾多餘水份	使用研磨機進行研磨	使用砂紙進行研磨
		
利用卡尺測量岩石厚度	放置於偏光顯微鏡下	礦物晶形與顏色

圖 10 研究問題二 岩石薄片製作與礦物晶形與顏色

2.研究問題二：比較不同國家浮石的化學性質(遇酸性水溶液與水的反應)。

(1)遇酸性水溶液與水的反應

根據文獻探討，浮石的成分大致為 65%-75%為二氧化矽，9%-20%為三氧化二鋁，以及少數的其它物質，如 1-4%的氧化鈣，我們在校訂 LONG 課程中有介紹這物質遇水份會產生放熱反應，所以我們進行溫度的監測。文獻的成份分析中並無與鹽酸會產生二氧化碳的物質，但另篇文獻中花嶼國小的研究結果提及北寮浮石的表面會與酸產生氣泡，所以將三地浮石進行遇酸性水溶液和水反應的檢測。

- 取三地浮石各 3 顆，清洗表面後取 2ml 鹽酸滴於表面，觀察反應。
- 將三地浮石磨粉，各取 3gw 置於培養皿，滴入 2ml 鹽酸於粉末上，觀察反應。
- 將三地浮石磨粉，各取 3gw 置於培養皿，滴入 3ml RO 水於粉末上，監測溫度變化。

3.研究問題三：探究澎湖北寮地區浮石層的分佈與地質事件。

參考文獻中浮石及沉積物採樣的模式，進行北寮浮石層的分佈探究，如圖 11。

(1)浮石與沉積物採樣與分佈

- a.該岩層露出地平面約 250 公分高，我們在表土沉積層於層頂開始每約 30 公分處，由上往下，採樣一次 300 公克的土壤，依序採樣 7 次，以夾鍊袋封好帶回。
- b.於退潮時，以浮石層區為圓心，臨海露出且方便觀察處進行探查，並結合 Google 地圖地位，以瞭解北寮地區浮石的分佈情形。

(2)粒徑分析：將(1)的步驟 a.所蒐集的樣本進行粒徑與比重分析，以瞭解浮石層的厚度。

- a.將採集回來的不同高度沉積物分別放入鋁箔淺盆。
- b.將淺盆依序放入烤箱烘乾(200°C，30 分鐘)，使沉積物乾燥，並使用濕度計測量。
- c.測量各沉積物樣本的體積與質量，以比重大小來推估浮石層的厚度。
- d.利用篩網進行過篩，以瞭解各層粒徑的大小，來推估浮石層的可能搬運方式。

		
<p>岩層沉積物採樣</p>	<p>採樣定位情形</p>	<p>粒徑分析-烘乾情形</p>
		
<p>粒徑分析-濕度計測量</p>	<p>粒徑分析-過篩情形</p>	<p>測量體積與質量</p>

圖 11 研究問題三 探究澎湖北寮地區浮石層的分佈與地質事件

4. 研究問題四：推測澎湖北寮地區浮石層形成的途徑。

因為文獻與戶外教學時專家解說時，皆有提及北寮地區的浮石，是由海外(菲律賓)火山噴發後隨著水流漂過來的，所以我們想研究現行的洋流情形與菲律賓火山位置與歷年（近600年)噴發情形，找出北寮浮石的可能來源。

(1) 菲律賓火山的定位：利用 Google 地圖與維基百科-菲律賓活火山的座標，找出分佈情形。

(2) 全球洋流的介紹：結合文獻與可以查全球海象、風象的網站(Nullschool)，我們尋找比較有可能噴發後隨著洋流流到澎湖北寮的火山。

(三)資料整理、討論與成果報告產出。

伍、研究結果

以下就本研究的目的與實驗設計，進行數據分析與研究結果說明，分述如下：

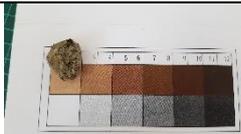
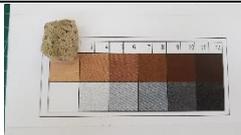
一、研究問題一：比較不同國家浮石的物理性質(表面特徵、密度、硬度、礦物結晶)

本研究問題一主要是比較三地(澎、日、菲)浮石的物理性質，以我們小學生學過的相關技術為原則，針對岩石的表面特徵、密度、硬度、礦物結晶等進行探究，觀察與實驗結果如下：

(一)表面特徵觀察：

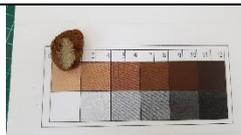
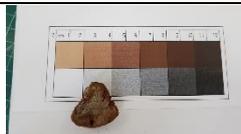
我們取三地浮石為樣本各 3 份，持 22X 的放大鏡進行表面初步觀察，再以銼刀剖開岩石，觀察內部與外部的差異，觀察記錄如下表 1~3：

表 1 日本浮石的表面觀察記錄

樣本編號	觀察記錄	色卡對照
日本 1	清洗過後，有看到氣孔，也有看到白色的內層，最長邊直徑 3.5cm，剖開後氣孔比表面的更多。	
日本 2	清洗後，變得較灰白色，有看到氣孔，最長邊直徑約 4.3cm，剖面顏色更白。	
日本 3	清洗後，變得比較灰白，氣孔也比較明顯，最長邊直徑約 4.5cm，剖面後顏色更白。	

由上表可知，日本漂來的浮石，以灰白色為主，具有豐富的氣孔，剖面即浮石原色灰白色更為明顯，單顆平均大小直徑約在 4cm 上下。

表 2 澎湖浮石的表面觀察記錄

樣本編號	觀察記錄	色卡對照
澎湖 1	表面具有泥土，清洗過後，顏色較為灰黑，最長邊直徑約 3cm，剖面氣孔略小於日本浮石。	
澎湖 2	清洗過後顏色從土色變成了深灰色，表面有許多氣孔，氣孔中有一些蟲遺骸，剖面顏色變得更深。	

澎湖 3	最長邊直徑約 3 公分，表面較日本浮石光滑，氣孔較小，剖面後裡面顏色變比表面的深土黃色淺。	
------	---	---

由上表可知，澎湖在地的浮石已於泥土層一段時間，表面顏色以土黃色為主，剖面較日本浮石顏色為深，以深灰色為主；氣孔較日本浮石小，看起來比較光滑，內部有生物遺骸。

表 3 菲律賓浮石的表面觀察記錄

樣本編號	觀察記錄	色卡對照
菲律賓 1~3 ※於同一大塊浮石分割而來	表面孔洞明顯，顏色以灰色為主，介於澎湖與日本之間的灰，表面和內部差異不大，最長邊直徑約 10cm。	

由上表可知，因為菲律賓浮石是於網路上購買，體積較日本、澎湖採樣到的浮石為大，內外部的差異性不大，所以猜測可能是已經切割處理後才寄到。

(二)密度比較

我們取三地的浮石進行密度的計算，我們使用排去水的體積來測量浮石不規則的體積，再利用上皿天平測量浮石的質量，計算結果如下表 4：

表 4 三地浮石密度比較

樣本編號	質量(g)	體積(cm ³)	密度(g/cm ³)
日本 1	3.5	6.2	0.56
日本 2	2.8	5.2	0.54
日本 3	5.7	10.3	0.55
澎湖 1	7.1	11.9	0.60
澎湖 2	4.7	7.8	0.60
澎湖 3	14.1	23.7	0.59
菲律賓 1	7.5	12.5	0.60
菲律賓 2	3.5	5.9	0.59
菲律賓 3	5.8	10.0	0.58

從上表可知，日本浮石密度略小於澎湖、菲律賓浮石，而澎湖與菲律賓浮石密度相近。

(三)硬度比較

文獻中有提到浮石的硬度小於指甲，我們上網查詢指甲的硬度約 3，所以拿學校現有摩氏硬度表的標準礦物與各浮石進行互相刻劃，得到實驗結果如下表 5：

表 5 三地浮石硬度比較

樣本編號	日本 1	日本 2	日本 3
硬度	介於 2 至 3 間	介於 2 至 3 間	介於 2 至 3 間
樣本編號	澎湖 1	澎湖 2	澎湖 3
硬度	介於 2 至 3 間	介於 2 至 3 間	介於 2 至 3 間
樣本編號	菲律賓 1	菲律賓 2	菲律賓 3
硬度	介於 2 至 3 間	介於 2 至 3 間	介於 2 至 3 間

由上表可知，所採樣的浮石硬度都介於 2 至 3 之間。

(四)礦物結晶

我們利用偏光顯微鏡來觀察我們自製的岩石薄片，發現浮石裡頭有很多氣孔，下圖是我們觀察到拍下有礦物光澤的畫面，如圖 12。

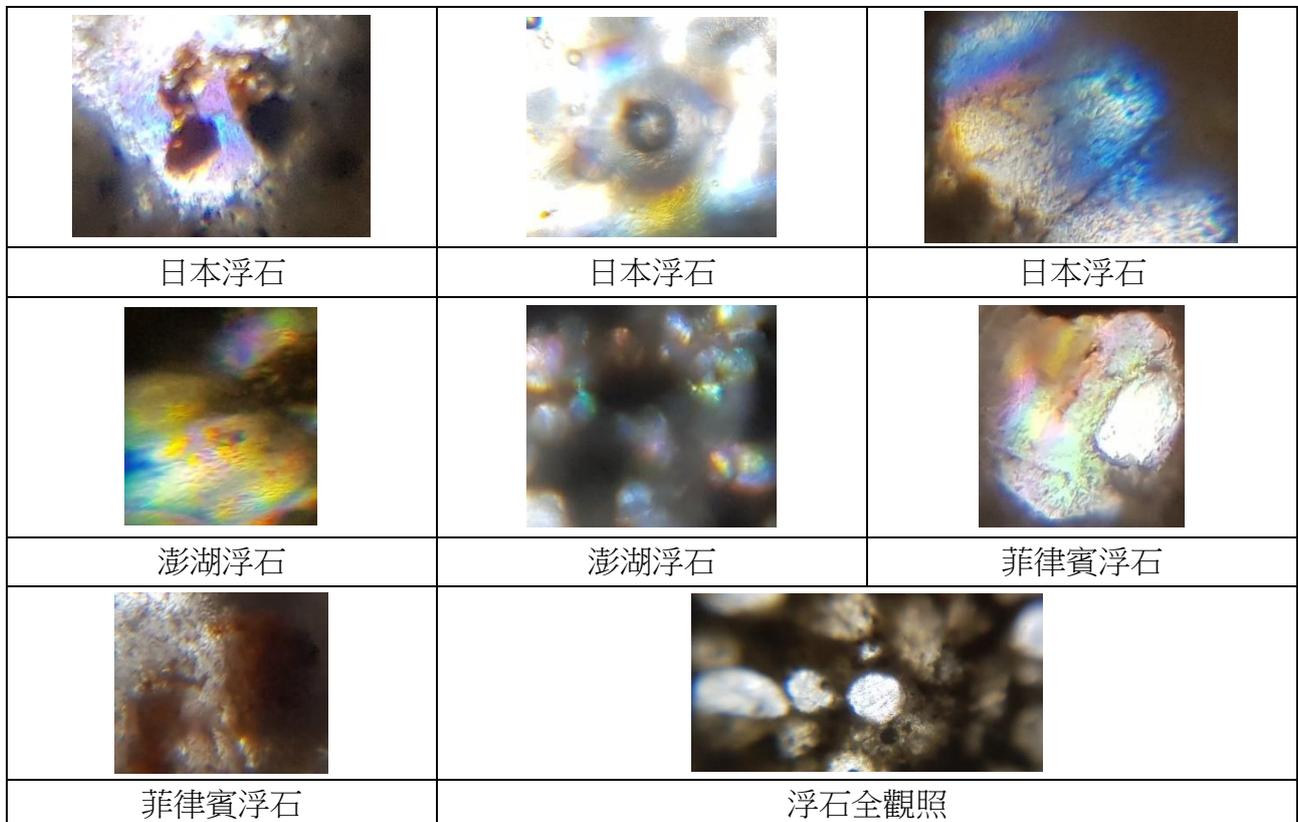


圖 12 三地浮石的顯微照

由圖 12 得知，浮石全觀照可見浮石內有許多氣孔。日本浮石的顯微照常出現藍色的礦物光澤；澎湖和菲律賓浮石常出現黃、綠色的礦物光澤。左上方的日本浮石有明顯的斑狀組織，左下方的菲律賓有似斑狀的組織。

二、研究問題二：比較不同國家浮石的化學性質(遇酸性水溶液與水的反應、礦物結晶)。

本研究問題二，主要是比較三地(澎、日、菲)浮石的化學性質，針對浮石滴入酸性水溶液和 RO 水的反應，以及製作岩石薄片後利用偏光顯微鏡觀察礦物的結晶情形，觀察與實驗結果如下：

(一)遇酸性水溶液的反應

為驗證不同文獻的研究結果，本研究參考其實驗設計，並加入磨成粉末增加接觸面積的想法，進行表面、粉末滴入鹽酸的實驗設計，結果如下表 6：

表 6 三地浮石遇酸性水溶液的反應

浮石取樣地	表面滴鹽酸		磨成粉後滴鹽酸	
日本		未有氣泡產生		未有氣泡產生
澎湖		有明顯氣泡產生		有明顯氣泡產生
菲律賓		未有氣泡產生		未有氣泡產生

(二)滴入 RO 水的反應

由文獻探討可知浮石成份內含 1~4%的氧化鈣（生石灰），我們在校訂課程時，有使用生石灰來煮雞蛋，所以我們好奇滴入 RO 水後是否會如同上課時會有溫度升高的現象，實驗結果如下表 7：

表 7 三地浮石滴入 RO 水的反應

浮石取樣地	水溫	滴水前粉溫度	滴水後粉溫度
日本	 24.1°C	 26.0°C	 23.2°C
澎湖		 24.1°C	 22.4°C
菲律賓		 24.7°C	 22.9°C

由上表可知，滴水後各浮石粉末溫度反而降低，甚至比原水溫還低，與本研究預想的結果相反，日本浮石粉降溫 2.8°C、澎湖浮石粉降溫 1.7°C、菲律賓浮石粉降溫 1.8°C；日本浮石粉降溫最多，澎湖和菲律賓差異不大。

三、研究問題三：探究澎湖北寮地區浮石層的分佈與地質事件

本研究問題分析北寮地區浮石層的分佈情形，以及透過粒徑分析推測當時的地質事件，研究結果如下：

(一)北寮地區浮石層分佈情形

我們走訪北寮奎壁山地區臨海露出且方便觀察進行探查，結合 Google 地圖地位，以瞭解北寮地區浮石的分佈情形，結果如下圖 13、15：



圖 13 北寮地區摩西分海以西 踏察定位點

上圖是以奎壁山摩西分海步道以西的地域進行走訪，共定位 3 個點，其地貌如下圖 14



圖 14 北寮地區摩西分海以西 定位點地貌

從上圖地貌的觀察，最左邊是柱狀玄武岩形成的海崖，經過風化作用，有些玄武岩柱的下部已經崩落。另外海崖上、下兩部分的玄武岩的顏色和結構也不太一樣，這是兩種不同時期噴發、種類不同的玄武岩；初步肉眼判定並無浮石層存在。

圖 15 則以摩西分海步道以東的地域進行探查，共定位 5 個點，紅色定位點為可直接觀察的浮石層起點，第 3 點則為可直接觀察的浮石層終點，全長約 159.75 公尺；第 3 至 5 點間露出的岩層已遭海砂所覆蓋，無法直接觀察是否仍有浮石，其地貌如下圖 16(紅框處為露出的浮石所在)。



圖 15 北寮地區摩西分海以東 踏察定位點

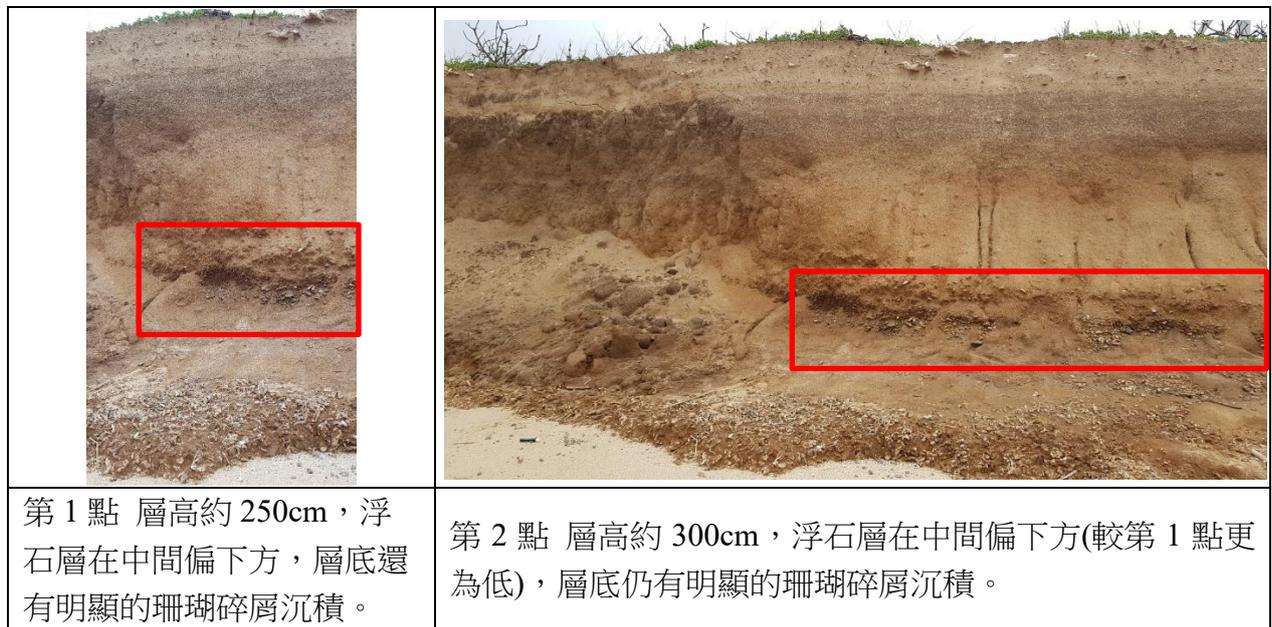


圖 16 北寮地區摩西分海以東 定位點地貌

	
<p>第 3 點 層高約 320cm，浮石層在底部，數量變少。</p>	<p>第 4 點 層高約 180cm，未見浮石層，黃土和砂混雜。</p>
 <p style="text-align: center;">第 5 點，以砂為主，層高約 150cm。</p>	

續圖 16 北寮地區摩西分海以東 定位點地貌

(二)粒徑分析

我們到達第 1 點浮石層露出地平面約 250 公分高，我們在層頂開始間隔每約 30 公分，由上往下，採樣一次約 300 公克重的土壤，依序採樣 7 次，以夾鍊袋封好帶回，使用三種網目的篩網(>2mm、>1mm、<0.5mm)，進行沉積物粒徑大小的分析，數據結果如下表 8：

表 8 採樣粒徑分析表

粒徑大小 採樣高度(從地平面)	過篩前觀察	>2mm	>1mm	<0.5mm
40cm(底層)	裡面有許多小碎石、珊瑚碎屑，和一些細土。	199g (66.3%)	79g (26.3%)	22g (7.3%)

70cm(浮石層)	裡面有一點點的碎石，摻雜一些浮石，有一點細土，但幾乎沒有珊瑚碎屑。	102g (34.0%)	121g (40.3%)	77g (25.7%)
100cm	裡面幾乎沒有碎石，以細土為主，已沒有珊瑚碎屑。	88g (29.3%)	103g (34.3%)	109g (36.3%)
130cm	裡面幾乎沒有碎石，有很細的土，還有沒有很細的土為，已沒有珊瑚碎屑。	86g (28.7%)	114g (38.0%)	100g (33.3%)
160cm	沒有碎石，有很細的土，還有沒有很細的土，已沒有珊瑚碎屑。	93g (31.0%)	109g (36.3%)	98g (32.7%)
190cm	裡面幾乎沒有碎石，有很細的土，還有沒有很細的土，已沒有珊瑚碎屑。	91g (30.3%)	123g (41.0%)	86g (28.7%)
220cm (接近頂層)	有一些碎石、植物枝和螺貝類殼等，但還是有細土。	122g (40.7%)	86g (28.7%)	92g (30.7%)

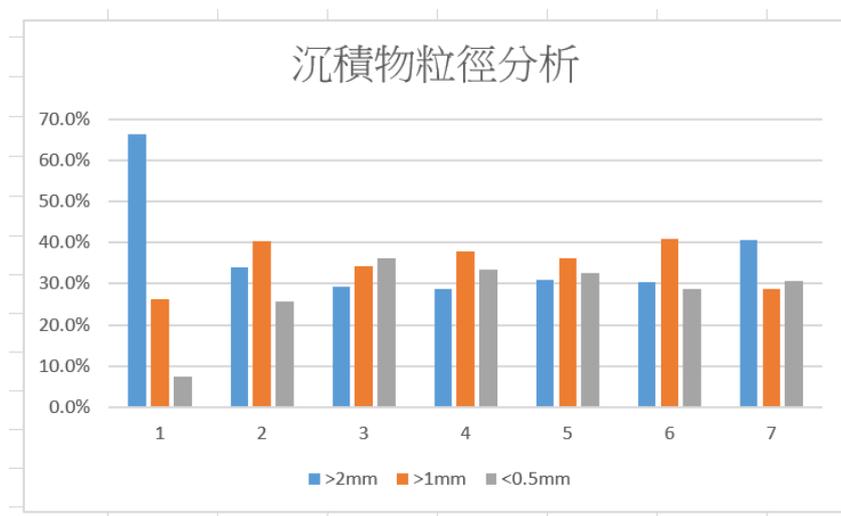


圖 17 沉積物粒徑分析統計圖

將表 9 轉換成圖 17，配合我們的觀察記錄，最接近地平面的採樣點 1，有許多的珊瑚碎屑，搭配以砂為主的土壤，所以有 92.6% 的比例在 >1mm 網目的篩網，相當有別於其它採樣點；採樣點 2 為浮石層，有明顯的浮石沉積在那層，其粒徑大小有別於鄰近的第 3~5 採樣點；第 7 採樣點又因接近頂層有明顯的石塊、生物遺骸和人為遺跡，如螺貝類的殼。

四、研究問題四：推測澎湖北寮地區浮石層形成的途徑。

因為在文獻與戶外教學活動中，都有提到北寮浮石層是由菲律賓火山噴發後隨著水流漂過來的，所以我們想研究現行的洋流情形與菲律賓火山位置與歷年（近 600 年）噴發情形，找出北寮浮石的漂流路徑的可能性。

我們先在維基百科找尋菲律賓火山的資料，再透過 OSM 開放地圖所標註的菲律賓火山的位置，如下圖 18；接著利用 Earth Nullschool 網站，找出洋流的流向，如圖 19，對照兩圖，若 1 萬年前的洋流未有太大變動的話，火山浮石確實很有機會沿著洋流漂來澎湖。

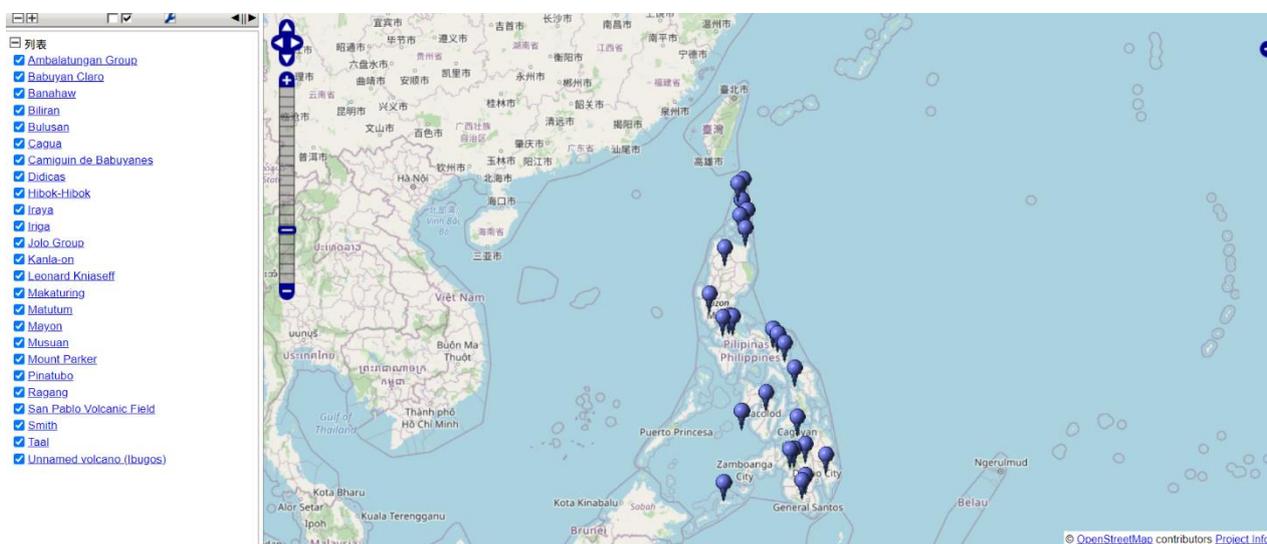


圖 18 菲律賓地區火山分佈圖

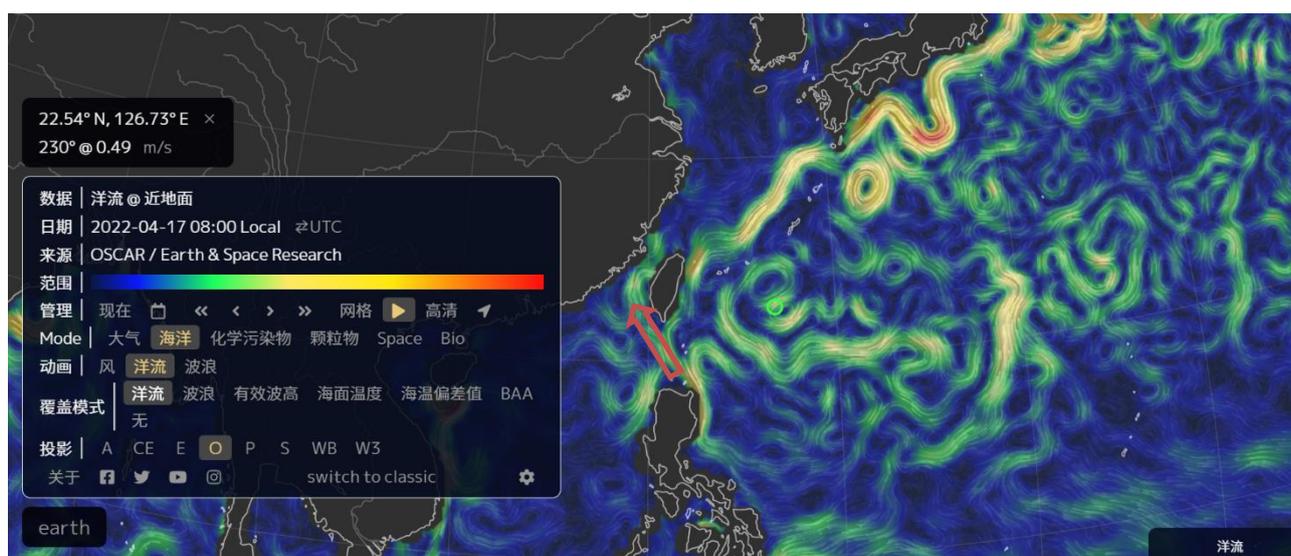


圖 19 臺菲間洋流流動情形圖

陸、討論

我們進行四個研究問題的探究與推測，分別討論如下：

一、比較不同國家浮石的物理性質(表面特徵、密度、硬度、礦物結晶)。

(一)表面特徵部份

日本浮石顏色較淺於澎湖、菲律賓浮石，三者皆有許多氣孔，只是澎湖的表面較為光滑，切開剖面後氣孔較其它兩地為不明顯，此與花嶼國小(2006)的研究結果一致；我們推測是因為經 1 萬年的上層堆積物的影響，造成質地較為緊密所致。

(二)密度部份

日本浮石的密度(0.54-0.56)略小於澎湖(0.59-0.60)、菲律賓浮石(0.58-0.60)，而澎湖與菲律賓浮石密度差不多；我們推測澎湖和菲律賓浮石的化學組成可能較為相似，驗證專家在戶外教學的說法，與劉品蘭(2016)所提到的台灣浮石與菲律賓化學組成相似一致。

(三)硬度部份

我們使用摩氏硬度表的標準礦物來刻劃，結果三地浮石的硬度皆介於 2~3 之間，與花嶼國小(2006)的研究結果小於 3 一致，若要能測出更精確的數值，可以請學校有沒有經費購買硬度儀，讓數據更能精確，讓我們能驗證是否為三地的浮石硬度特別小（網路上蒐尋結果浮石硬度約為 5）。

(四)礦物結晶

浮石全觀照可見浮石內有許多氣孔。日本浮石的顯微照常出現藍色的礦物光澤；澎湖和菲律賓浮石常出現黃、綠色的礦物光澤，可以推知澎湖、菲律賓浮石的組成比例有比較高的相似度，經交叉比對後，和文獻經 XRF 分析的結果一致。可惜我們學得不夠多，無法辨認出各礦物在顯微鏡下的光澤和晶形，不然就更能和文獻裡的數據進行比對。

二、比較不同國家浮石的化學性質(遇酸性水溶液、遇水反應)。

(一)遇酸性水溶液的反應

從劉品蘭(2016)報告書中的浮石化學成份並無遇酸會產成二氧化碳的礦物，但在花嶼國小(2006)報告書中，說北寮浮石遇酸會產生氣泡，結果經實驗驗證後，北寮浮石在

表面和磨粉後，遇酸皆會產生氣泡，我們推測北寮浮石受堆積作用萬年後，表面或孔洞有可能被具碳酸鈣的物質黏著，如於表面特徵觀測過程中，亦有發現蟲的遺骸，故確有可能產生氣泡(二氧化碳)。

(二)滴入 RO 水的反應

由文獻探討可知浮石成份內含 1~4%的氧化鈣（生石灰），我們在校訂課程時有學過生石灰加水會呈現放熱反應，故將浮石磨成粉末以增加接觸面積，但滴入水後三地浮石皆呈現一致性地吸熱降溫的現象，約 1 分鐘後甚至低於原本水溫，且日本降溫幅度(2.8℃)大於澎(1.7℃)、菲(1.8℃)，出乎我們的意料，應該是浮石成份中有遇水會吸熱的物質，也間接證明澎、菲兩地浮石化學性質較為接近。

三、探究澎湖北寮地區浮石層的分布與地質事件。

(一)浮石層分布

我們利用 Google 定位，在浮石層以東（以西已遭人為建設）進行踏察，發現露出岩層方便觀察的浮石層約 159.75 公尺，其餘是否被海砂所覆蓋就不得而知。

(二)粒徑分析

最接近地面的採樣點 1，有許多珊瑚碎屑和砂，所以推估該地區應為灘線所在。採樣點 2 的浮石層，粒徑別於鄰近的採樣點，且他層發現浮石的機率不高，因此我們推估該浮石層應為單次性的火山噴發而順洋流漂來沉積的。

四、推測澎湖北寮地區浮石層形成的途徑。

我們再透過 OSM 開放地圖所標註的菲律賓火山的位置，和 Earth Nullschool 網站，找出洋流的流向，另外在林玉詩(2005)的論文中有提到全新世已有黑潮，故經比對後，我們認為火山浮石確實很有機會沿著洋流漂來澎湖。

柒、結論

根據上面的結果與討論，我們這次的研究有以下結論與建議：

一、比較不同國家浮石的物理性質(表面特徵、密度、硬度、礦物結晶)

三地浮石表面特徵在顏色上由深至淺為澎湖→菲律賓→日本；氣孔量則以澎湖的最少；密度則菲律賓、澎湖差不多，日本略小於其他二地；硬度則三地以摩氏硬度標準礦物無法區分出差異，皆於 2~3 之間；礦物結晶部份，在偏光顯微鏡下，三地浮石皆明顯可見滿佈氣孔，可見氣孔附近鄰近礦物處，有多處呈現礦物光澤；澎湖與菲律賓的浮石有較類似的礦物光澤，但三地浮石呈現的礦物光澤的顏色差不多，顯示主要組成成份應無太大差異，應僅有比例的差別。

綜合以上，三地浮石在物理性質方面略有差異。

二、比較不同國家浮石的化學性質(遇酸性水溶液、遇水的反應)

三地浮石經滴入鹽酸後，除澎湖浮石有明顯氣泡產生，即便清洗後磨粉後仍有此現象，可能有碳酸鈣等相關物質摻雜其中；其餘日本、菲律賓浮石皆無氣泡反應，與文獻的化學分析一致。

原預設滴水後會因含有氧化鈣而產生放熱的升溫情況，卻意外發現溫度反而降低，甚至低於水溫，三地浮石有一致性反應，待後續持續針對內部化學物質進行探討。

三、探究澎湖北寮地區浮石層的分布與地質事件

北寮地區以摩西分海為中線，以西明顯露出的岩層無浮石層，以東於浮石層約有 159 公尺，再往東方海岸線踏察，因砂覆蓋，無法確認是否仍有浮石。

經粒徑分析推估，北寮浮石層應為單次性火山噴發造成。

四、推測澎湖北寮地區浮石層形成的途徑

透過菲律賓火山的位置圖、洋流流向路徑圖的比對，我們認為菲律賓火山浮石確實很有機會沿著洋流漂來澎湖。

捌、研究心得

在這次的科展研究中，我們從中學會了很多關於浮石的特點與岩石的奧妙之處。像浮石會浮起來，會從別的國家漂洋過海來台灣，而且竟然還會有一點點的不一樣。

實驗的過程中，我們將自然與校訂課程中所學到的知識進行活用，像滴鹽酸、RO 水來觀察岩石的變化等；此外，還可以操作許多平常很少用到的顯微鏡與偏光鏡，之前雖然有用過一次，但那次是老師調焦距的，所以我不會使用，而現在我會自己調了，這是我覺得最大的收穫。

最後，我們在研究過程中，密切的吸收浮石的相關新聞，知道它會造成船隻航行的危險，好險這段時間我有提醒爸爸要小心，看到一大片浮石的話要避開；原來，世界上有許多事情會息息相關和彼此影響，未來，我們看事情時要更多方面瞭解，才能做出正確的判斷。

玖、參考資料及其他

一、鍾坤煒（2002）• 偏光顯微鏡下的岩石世界 • 科學文摘，179 • 取自：

<http://web2.nmns.edu.tw/PubLib/NewsLetter/91/179/10.htm>

二、林玉詩（2005）• 黑潮上游區全新世古海洋學研究 • 台北市：國立臺灣大學地質研究所。

三、花嶼國小（2006）• 澎湖縣 96 學年度中小學科學展覽會 國小組 地球科學科：會漂浮的石頭—花嶼島浮石的探討與研究。

四、陳泓維（2007）• 中華民國第 47 屆中小學科學展覽會 高中組 地球科學科：石破地驚—隕石撞關西。

五、劉品蘭、歐叙鋒（2016）• 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 高中組 地球與行星科學科：金山神秘海岸浮石事件解密。

六、岩石與地質微分析實驗室（2016）• 岩石光薄片製備方法。

七、澎湖縣政府農漁局（2020）• 北寮小門嶼地質解說手冊 • 澎湖縣：澎湖縣政府。

八、謝孝求、蕭意苓、張子邵、張子曜（2021）• 中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 國小組 地球科學科：離家五百哩—臺灣海漂垃圾與洋流關係動態模擬之研究。

九、湖西鄉地質地層(2022 年 4 月 15 日) • 澎湖縣：澎湖知識服務平台 • 取自：

https://penghu.info/OBEB3396871899E66228?fbclid=IwAR1i0Rpw_nGHZUTc-3fYnKsEbs8TILU5aQEHAwr8fclOUiFQ_qGmY7iUKeNI

【評語】 080506

本研究具鄉土性與時效性，做了文獻探討並吸取科展前輩們的分析方法，正確使用各種物理、化學、野外調查方法，且費心製作岩石薄片進行偏光觀察，又引用洋流模擬的結果，推論澎湖北寮浮石來自菲律賓而非日本。整體從研究目的與動機、實驗設計與操作、資料分析與歸納到結論的科學演繹合理完整，為不俗之作品。

作品簡報



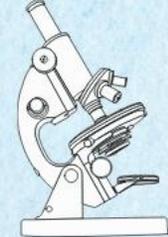
浮「裡」浮「途」~

澎湖北寮與他國浮石之比較

地球科學科 國小組

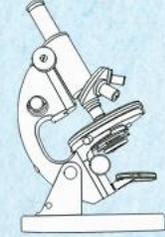
編號：080506



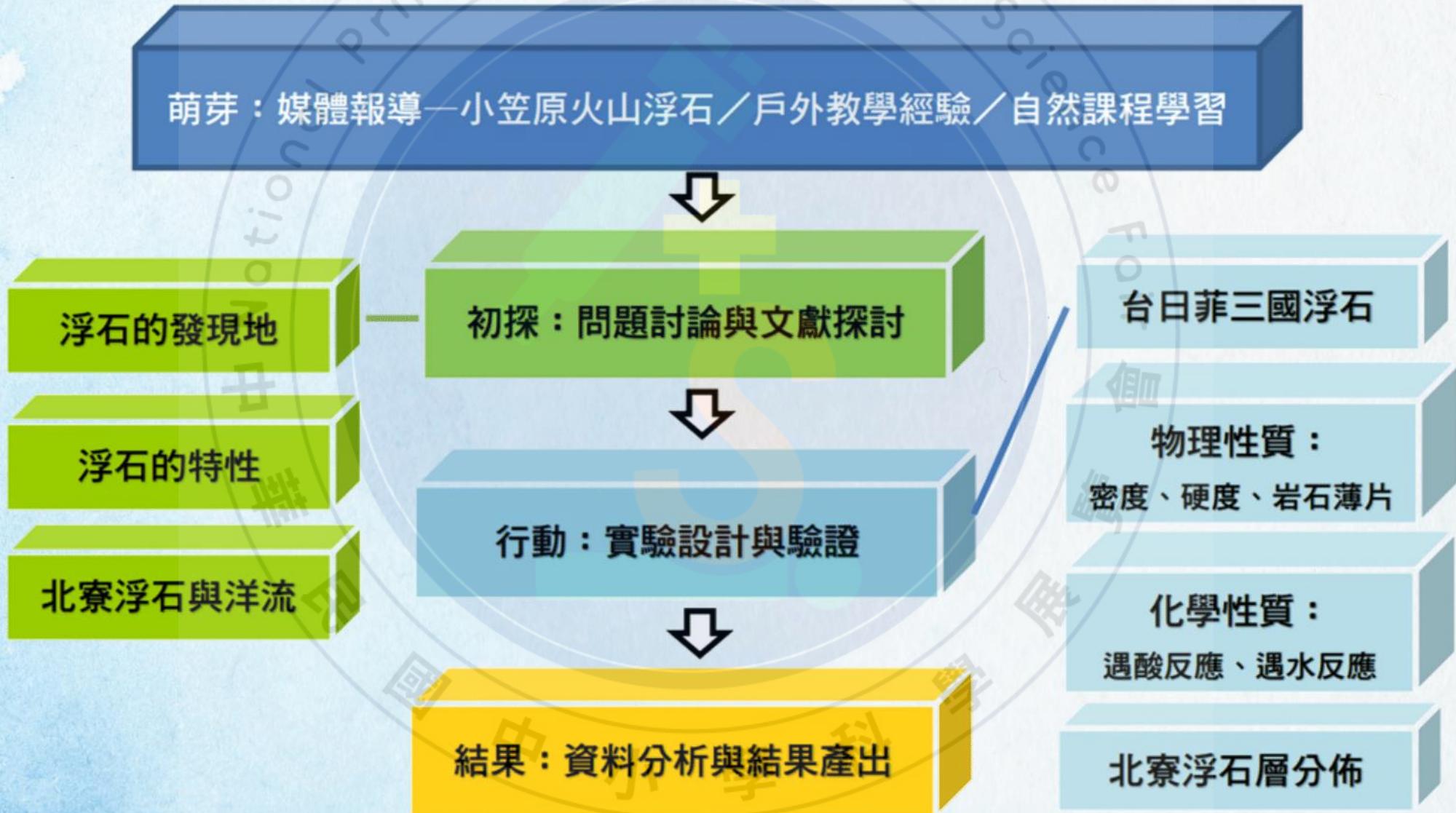


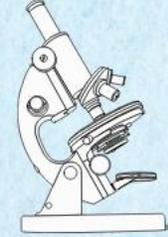
研究目的

- 一、比較不同國家浮石的物理性質(表面特徵、密度、硬度、礦物結晶)。
- 二、比較不同國家浮石的化學性質(遇酸性水溶液、遇水反應)。
- 三、探究澎湖北寮地區浮石層的分布與地質事件。
- 四、推測澎湖北寮地區浮石層形成的途徑。



研究架構





設計與步驟

問題一：比較不同國家浮石的物理性質

(一)表面特徵

- 1.牙刷將表面洗淨



- 2.持22X放大鏡觀察並記錄表面與剖面



(二)密度

- 1.浮石壓入水中，利用水升高體積當做浮石體積。



- 2.利用上皿天平測量浮石的質量。



- 3.利用公式，計算密度：
 $D=M$ (質量) / V (體積)

(三)硬度

- 1.摩氏硬度表的標本(從螢石開始)，與浮石互相劃記。
- 2.依續進行硬度3、2的礦物測試。

(四)礦物結晶

- 1.製作岩石薄片。
- 2.利用手機偏光顯微鏡觀察礦物晶形與顏色。



銼刀磨製成約略載玻片大小



灌入環氧樹脂以增加硬度



放入真空腔抽出氣體



放入烤箱，烘乾多餘水份



使用研磨機進行研磨



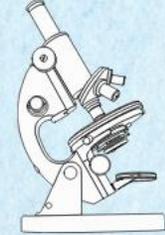
使用砂紙進行研磨



利用卡尺測量岩石厚度



放置於偏光顯微鏡下



設計與步驟

問題二 比較不同國家浮石的化學性質

(一) 遇酸反應

檢測碳酸鈣殘留(文獻驗證與比對)

1. 清洗後於表面滴鹽酸。



2. 磨粉後滴鹽酸。



(二) 與水反應

檢測氧化鈣放熱反應(校訂課程延伸)

磨粉後滴RO水，利用紅外線測溫儀觀察量測水溫、滴水前後粉溫)。

水溫

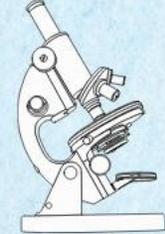


滴水前粉溫



滴水後粉溫





設計與步驟

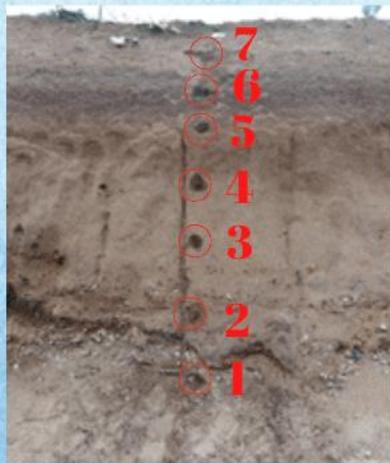
問題三 探究澎湖北寮地區浮石層的分布與地質事件

(一)浮石與沉積物採樣與分佈

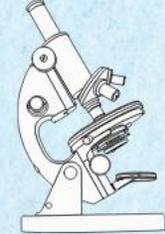
- 1.於沉積層頂開始每約30cm處，由上往下一次採樣300g的土壤，依序採樣7次，以夾鍊袋封好帶回。
- 2.進行臨海露出且方便觀察處踏查，結合Google地圖，以瞭解北寮地區浮石的分布情形。

(二)沉積物粒徑分析

- 1.依序放入烤箱烘乾沉積物，並使用濕度計測量。
- 2.利用篩網進行過篩，以瞭解各層粒徑的大小，來推估浮石層的可能搬運方式。



- 第1點 浮石層在中間偏下方，層底有明顯的珊瑚碎屑沉積。
- 第2點 浮石層在中間偏下方(較第1點低)，層底仍有明顯的珊瑚碎屑沉積。
- 第3點 浮石層在底部，數量變少。
- 第4點 未見浮石層，黃土和砂混雜。
- 第5點，以砂為主。



設計與步驟

問題四 推測北寮地區浮石層形成的途徑

(一)菲律賓火山定位

利用Google地圖與維基百科-菲律賓活火山的座標，找出分佈情形。

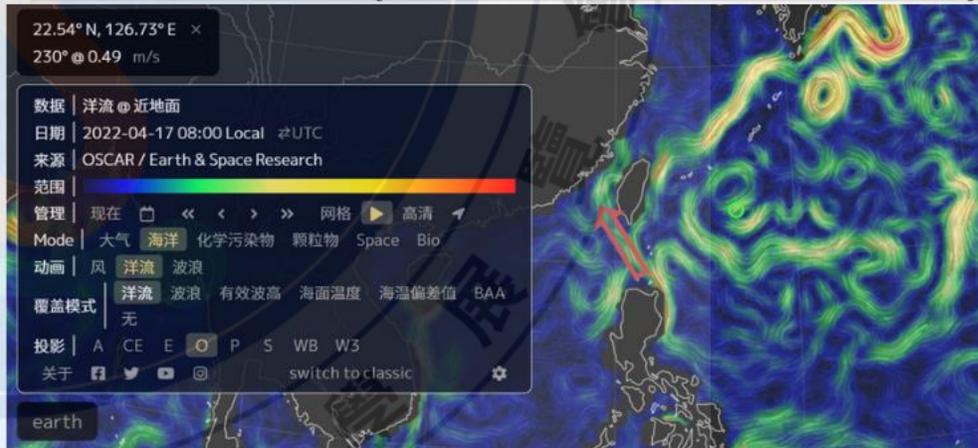
菲律賓火山分布情形(OSM開放地圖)

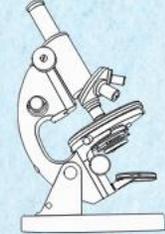


(二)全球洋流查閱與路徑可能推測

結合文獻與查詢全球海象、風象的網站，尋找是否有可能噴發後隨著洋流流來到澎湖。

臺菲洋流情形(Earth Nullschool網站)



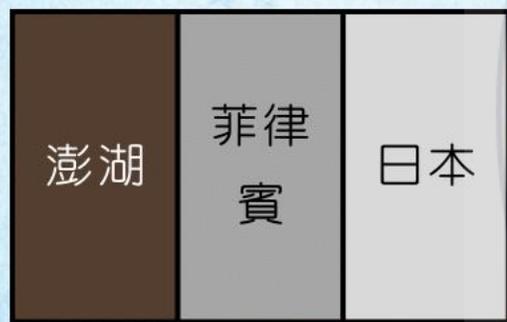


討論與結論

一、比較不同國家浮石的物理性質 (表面特徵、密度、硬度、礦物結晶)

(一)表面特徵

1.顏色



2.氣孔

澎湖氣孔較小且少

推測是因為經1萬年的上層堆積物的影響

(二)密度

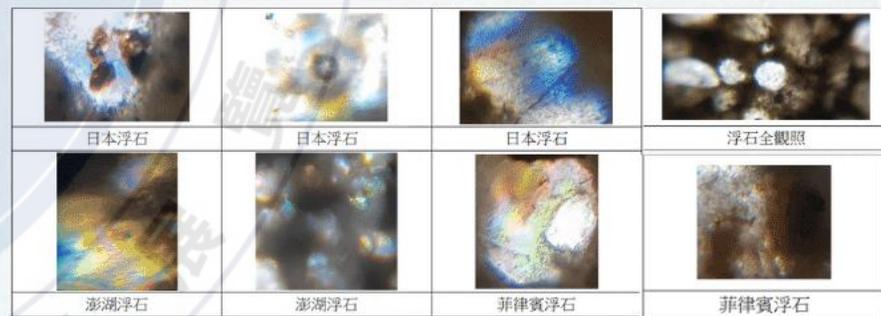
日本 < 澎湖 ≈ 菲律賓

(三)硬度

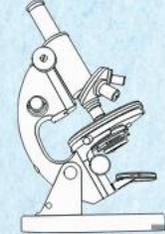
硬度則三地以摩氏硬度標準礦物無法區分差異，皆於2~3之間。

(四)礦物結晶

三地浮石呈現的礦物光澤的顏色差不多，顯示主要組成成份應無太大差異，應僅有比例的差別。(但澎菲較相近，和文獻結果一致)



三地浮石在物理性質方面略有差異。



討論與結論

二、比較不同國家浮石的化學性質(遇酸性水溶液、遇水反應)

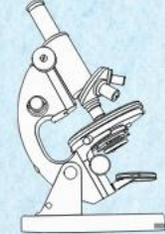
(一)遇酸反應

- 1.澎湖浮石有明顯氣泡產生，可能有碳酸鈣等相關物質摻雜其中(表面特徵觀測過程中，亦有發現蟲的遺骸)。
- 2.日、菲則無反應，與文獻的化學分析一致。

(二)與水反應

- 1.三地浮石皆呈現一致性降溫的現象，甚至低於原水溫，應該成份中有遇水會吸熱的物質。
- 2.日本降溫輻度大於澎、菲，也間接證明澎、菲兩地浮石化學性質較為接近。

三地浮石在化學性質方面相近，但澎、菲兩地較相似。



討論與結論

三、探究澎湖北寮地區浮石層的分布與地質事件

(一)摩西分海以西明顯露出的岩層無浮石層。

(二)以東浮石層約有160公尺，再往東方海岸線踏察，因砂覆蓋，無法確認是否仍有浮石。

(三)經粒徑分析推估，採樣點2的浮石層，粒徑別於鄰近的採樣點，且他層發現浮石的機率不高，故我們推論北寮浮石層應為單次性火山噴發造成。

四、推測澎湖北寮地區浮石層形成的途徑

對照菲火山分佈和洋流流向圖，且文獻說全新世已有黑潮，故火山浮石確實有機會沿著洋流漂來澎湖。

**北寮浮石應為單次性形成，
有機會隨洋流而來。**

簡報結束，謝謝評審委員

