

花蓮縣第 65 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書



科 別：地球科學科

組 別：國中組

作品名稱：浮游記-花蓮大本及嶺頂浮石事件解密

關 鍵 詞：浮石、岩石薄片

摘要

本研究收集花蓮地區大本、嶺頂地區及台東八仙洞浮石，對比 2021、2022 年日本小笠原島噴發的浮石，經比較外觀、密度、硬度及結晶礦物種類等物理性質，發現大本地區浮石和 2022 年小笠原島噴發的浮石相似，嶺頂地區和 2021 年小笠原島噴發的浮石相似，推測浮石來自同一來源，即日本火山島噴發後漂洋而來。

本研究更嘗試製作岩石薄片，並以偏光顯微鏡進行礦物判讀，期能精準分析及辨別浮石來源處，由於岩石薄片磨的不夠薄，也出現厚薄不一，導致判讀不易，影響研究推論，而部分薄片仍可判讀出鐵礦、輝石及火山玻璃等礦物。

大本、嶺頂地區浮石層標高分別為 12m、5m，文獻提及美崙台地抬升速率為 0.5cm/yr，而 6000 年前全球海平面不動，可推知大本、嶺頂浮石層沉積事件分別發生於 2400 年及 1000 年前，其來源可能是日本火山島噴發後漂洋而來。

壹、研究動機

我們上次做了一個關於花蓮嶺頂地區的地質研究，在嶺頂沙丘的邊坡上發現了一些表面布滿小孔的石頭。由於這種石頭外貌獨特且從未見過，在好奇心的驅使下我們詢問了老師，原來這佈滿小孔的石頭是浮石。經老師對浮石的特質介紹後，我們對浮石產生了濃厚的興趣，在看到一些老師的收藏後，使我們渴望得到更多關於浮石的知識，並想探討各地浮石之間的差異及來源。

貳、研究目的

- 一、比較各地浮石的物理性質
- 二、比較各地浮石的化學性質
- 三、比較各地浮石薄片的礦物晶形
- 四、推測花蓮大本及嶺頂浮石層形成的途徑
- 五、探究花蓮大本及嶺頂浮石層的地質事件

參、研究設備及器材

一、不同地方的浮石：

(一) 小笠原島第一次噴發(2021/8/13)的浮石，老師 2021 年收藏採於花蓮七星潭沙灘。

照片 1-3，編號：1A、1B、1C

(二) 小笠原島第二次噴發(2022/3/27)的浮石，採於花蓮觀光魚港北端堤防。

採集時間：2025/3/22/(六)，照片 4-6，編號：2A、2B、2C

(三) 八仙洞浮石一顆，老師收藏，採購於八仙洞藝品店。

照片 7，編號：3A

(四) 嶺頂沙丘浮石，採集時間：2024/9/21/(六)

照片 8-12，編號：4A、4B、4C、4D、4E

(五) 大本沙丘浮石，採集時間：2025/3/1/(六)

照片 13-15，編號：5A、5B、5C

		
照片 1：小笠原 1A	照片 2：小笠原 1B	照片 3：小笠原 1C
		
照片 4：小笠原 2A	照片 5：小笠原 2B	照片 6：小笠原 2C
		
照片 7：八仙洞 3A	照片 8：嶺頂 4A	照片 9：嶺頂 4B
		
照片 10：嶺頂 4C	照片 11：嶺頂 4D	照片 12：嶺頂 4E

		
照片 13：大本 5A	照片 14：大本 5B	照片 15：大本 5C

二、實驗器材：照片 16-27

		
照片 16：自製硬度計	照片 17：地質錘	照片 18：挖砂鏟
		
照片 19：鋸子	照片 20：線鋸機	照片 21：砂輪機
		
照片 22：砂紙	照片 23：小型砂輪機	照片 24：寶石打磨器
		
照片 25：UV 膠	照片 26：環氧樹脂	照片 27：UV 燈



肆、研究流程及方法

一、研究流程（圖 1）：

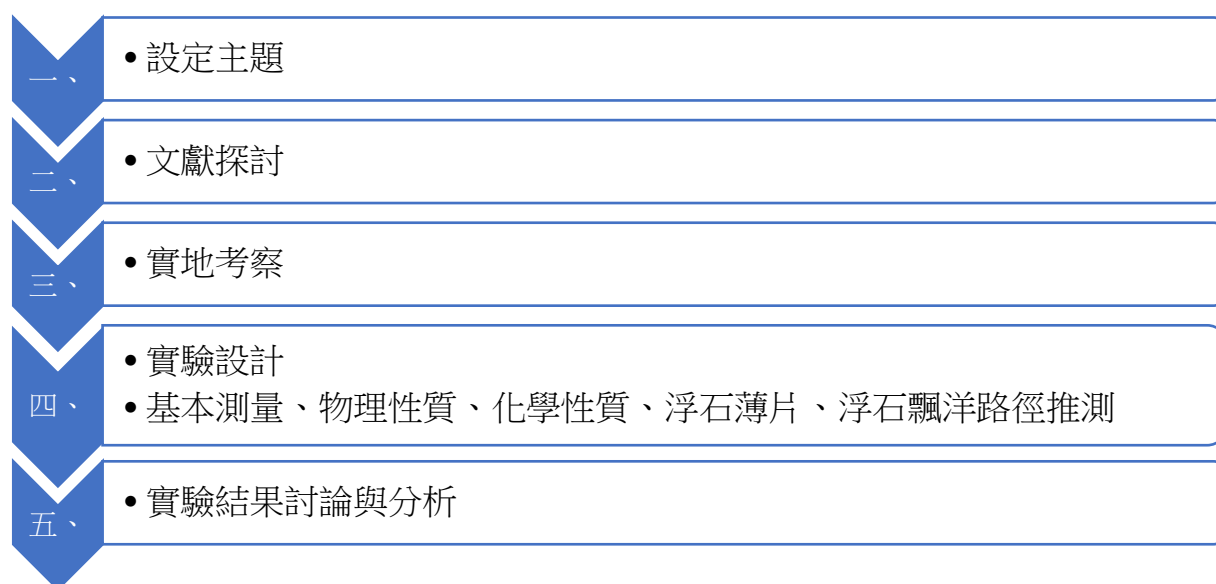


圖 1：研究流程圖

二、文獻探討：

(一) 浮石：

1. 特性：為多孔火山碎屑岩，主要是二氧化矽為安山岩質，內部有大量氣室，密度甚至小到能漂浮在水面因而得名。(洪碩辰，2022)
2. 生成：浮石由火山在高溫高壓下噴發形成，且此火山必須滿足:在噴發前減壓，使溶解在岩漿中的氣體解壓形成氣泡；及高溫噴發後快速降溫，使氣體被留與氣室內此二條件。因此黏性岩漿、水下噴發、爆炸性噴發等條件，也較容易形成。(洪碩辰，2022)

(二) 浮石相關文獻：

1. 金山神秘海岸浮石事件解密(劉品蘭、歐叙鋒，2016)

- (1) 探討內容：了解金山地區浮石化學成分，並依此推測其來自何處火山，以及如何從火山噴發地到金山。
- (2) 對本研究幫助：浮石的沉積環境研究方法、日本、菲律賓兩國浮石成份的參考。

2. 「浮」裡「浮」途～澎湖北寮與他國浮石之比較(許又鑫、范凱嵐等，2022)

- (1) 探討內容：以澎湖、日本、菲律賓的浮石進行實驗比較探究澎湖北寮地區浮石層的分布與地質事件，並且探究澎湖北寮地區浮石層的分布與地質。
- (2) 對本研究幫助：如何做不同地區浮石的比較（遇酸反應、遇水反應、密度硬度、礦物結晶…）實驗，以及認識查詢洋流的網站（Nullschool）。

3. 火山浮石對生態環境的新思維(鄭明修，2022)

- (1) 探討內容：浮石破壞生態、對海洋生物的威脅，以及浮石可以如何應用。
- (2) 對本研究幫助：了解浮石對生態環境的影響，和浮石的利用價值。

4. 離家五百哩－臺灣海漂垃圾與洋流關係動態模擬之研究(謝孝求、蕭意苓等，2021)

- (1) 探討內容：海洋垃圾在洋流移動路線的分布情形，比擬海洋做動態實驗。
- (2) 對本研究幫助：了解在不同情況下洋流流動變化之情形。

5. 回到白堊紀的海中時空(花靖涵、朱晨甄等，2022)

- (1) 探討內容：了解現在海洋目前所面臨的危機和應對方法，實驗出生物再現今情況下的樣貌。
- (2) 對本研究幫助：瞭解浮石在海中可能的滯留性，和浮石對於海洋的威脅。

6. 『流』『鹽』追追追－海洋密度流之探討(范紓瑜、黃晏伶等，2013)

- (1) 探討內容：海洋的溫度和濃度對於洋流流動速度的研究。
- (2) 對本研究幫助：了解洋流在不同溫度、濃度的海洋流動速度的不同。

7. 活動斷層地質敏感區劃定計畫書 F0011 米崙斷層(經濟部，2016)

- (1) 探討內容：米崙斷層活動斷層敏感區的劃定依據、目的、範圍及地質。
- (2) 對本研究幫助：美崙台地抬升速率為 0.5cm/yr。

8. 台灣之第四紀(上)，台灣文獻 14(1)：1-53 (林朝榮，1962)

- (1) 探討內容：將花蓮地區的沖積扇分為兩層，上部之北濱層及下部之花蓮層，北濱期地層，主要分佈於花蓮港區，含浮石層、貝殼層、泥、砂等海相沉積，並沉積於民本里砂丘，如圖 2。
- (2) 對本研究幫助：確定本研究區的大本浮石為北濱層，位於民本里沙丘，現今大本運動公園附近。

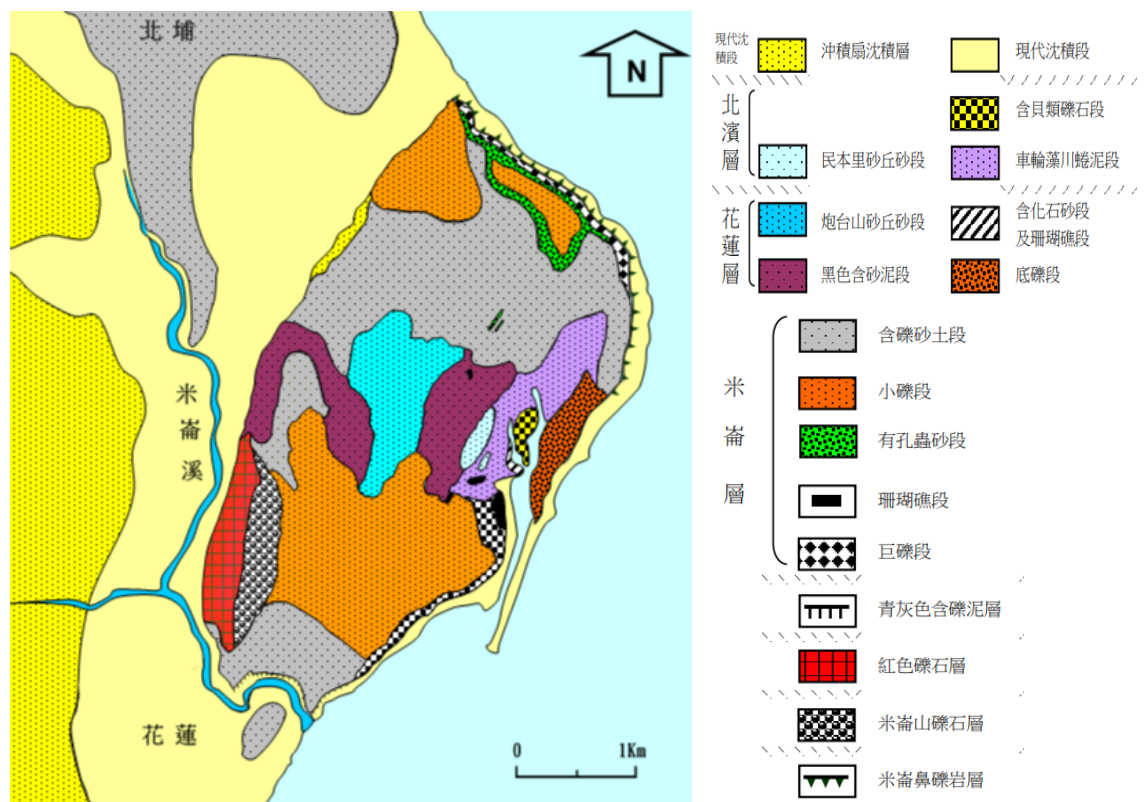


圖 2：美崙台地的地質圖（改繪自林朝榮，1963）

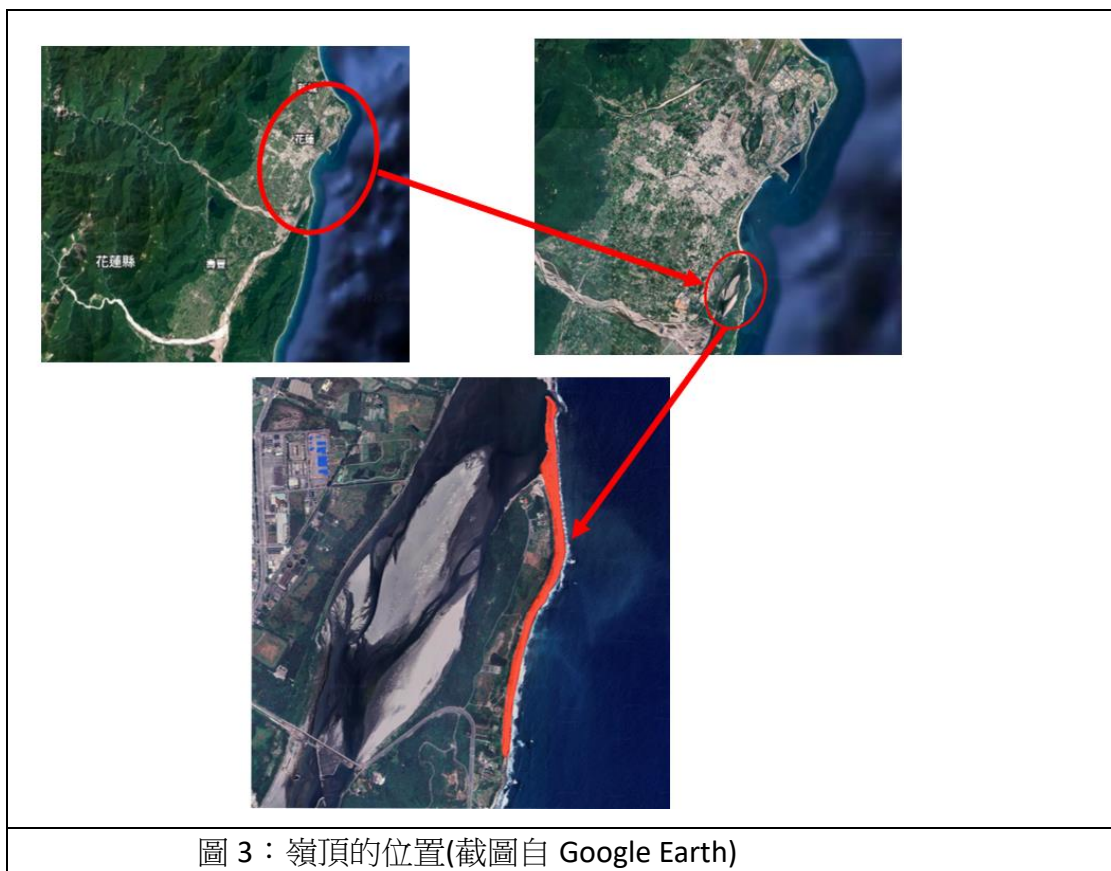
9. 2021-2022 年日本小笠原諸島火山浮石對臺灣海域之影響(顏妙真，2023)

- (1) 探討內容：2021 年和 2022 年小笠原火山噴發產生浮石影響台灣海上活動安全。此研究模擬漂流路徑，提供防災建議。
- (2) 對本研究幫助：小笠原兩種不同時間產生的浮石分別為 2021 年 8 月 13、15 日和 2022 年 3 月 27 日。

三、 實地考察：

(一) 第一次考察：考察日期 2024/9/21/(六)

1. 考察地點：花蓮溪出海口，嶺頂沙丘，如圖 3



2. 採集的浮石：照片 31-34



(二) 第二次考察，考察日期 2025/3/1/(六)

1. 考察地點：花蓮市民本里，大本運動公園

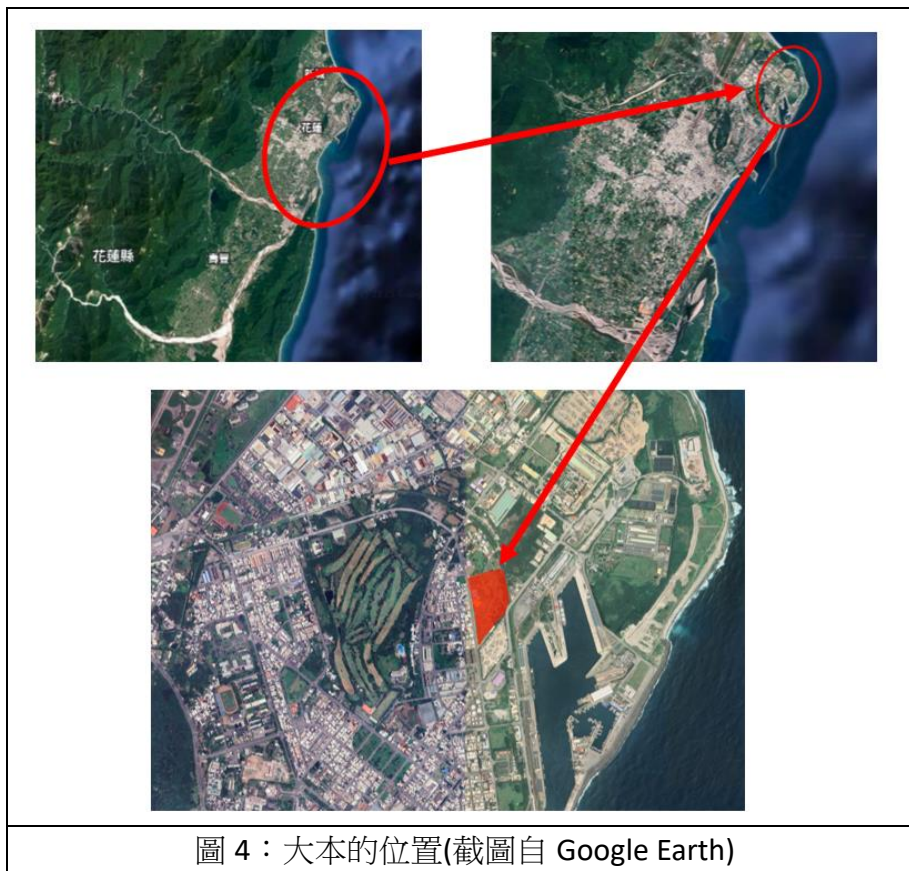


圖 4：大本的位置(截圖自 Google Earth)

2. 採集浮石：照片 35-37



照片 35：尋找大本浮石



照片 36：採集大本浮石



照片 37：大本的浮石層，標高 12m



照片 38：採集到的浮石

(三) 第三次考察，考察日期：2025/3/22/(六)

1. 考察地點：花蓮觀光魚港北端堤防



2. 採集浮石：照片 39-42



四、實驗設計:

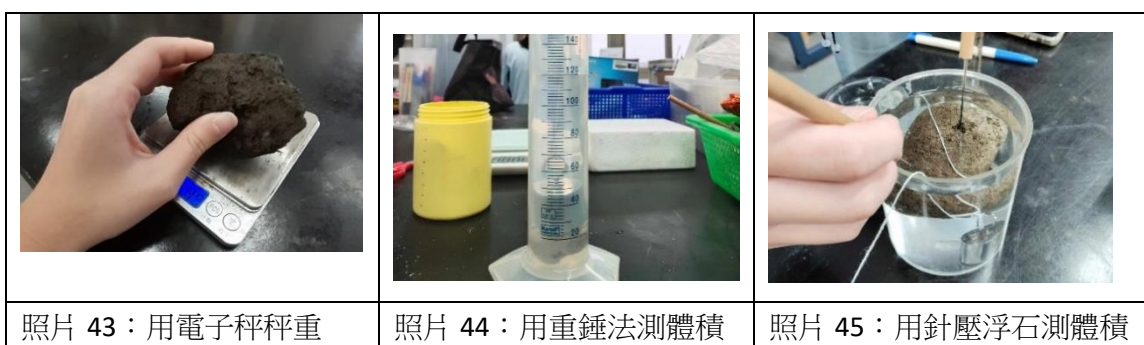
(一) 基本測量

1. 外表觀察：

- (1) 用放大鏡觀察浮石內部的孔洞、顏色(取自「浮」裡「浮」途～澎湖北寮與他國浮石之比較中的岩石色卡)
- (2) 以手機拍攝及觀察結晶礦物。

2. 密度測量：由於各地浮石皆呈不規則形狀因此我們選擇用排水法測量體積。

- (1) 先放在秤上測量質量。照片 43-45
- (2) 體積小的可放入量杯的以重槌法解決漂浮問題並測量體積；體積大的則是將 1000ml 的燒杯裝滿水再將浮石用針壓入水中確定浮石完全沉入水中後，測量滿溢出的水量來得知體積。
- (3) 將各地浮石取三顆(不足三顆則使用全部)重複(1)~(2)的步驟，並將質量除以體積並將數據製成表。



3. 硬度測量：照片 46-48

- (1) 以自製硬度計測量，由硬度小至大測量。
- (2) 重複(1)的步驟將各地浮石各取一個測量硬度並把數據製成表。



(二) 製作浮石薄片：照片 49-61

1. 將大的浮石先用線鋸機鋸成小片後再和小的浮石一起用鋸子鋸成薄片，再用砂輪機及寶石打模器將薄片磨得更薄。
2. 將浮石放入塑膠杯，再灌入環氧樹脂，增強浮石硬度。
3. 接著以手抽真空器抽真空
4. 將凝固的環氧樹脂從塑膠杯中取出後用線鋸機切成適當大小後一面磨平
5. 將磨平的面以 UV 膠貼在載玻片上(圖)，並以 UV 燈照光 5 分鐘
6. 將尚未打磨的一面打磨到裡面的石頭只剩薄薄一層，再打磨至 5000 目
7. 將各地浮石取三顆(不足三顆則使用全部)重覆 1.~6.步驟，完成全部的岩石薄片
8. 放置於偏光顯微鏡下，放大 400 倍，觀察各礦物晶形與顏色



照片 49：用線鋸機切浮石



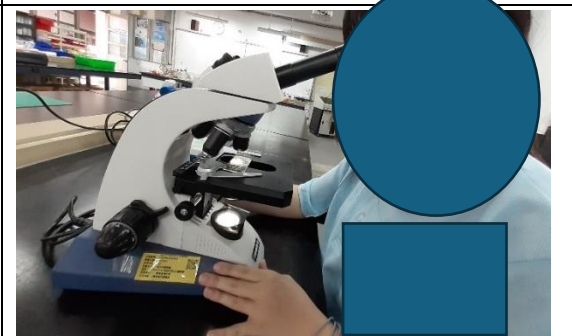
照片 50：用砂紙磨成薄片



照片 51、52：調配膠



照片 52、54：灌膠至切薄的浮石中

		
照片 55、56：抽真空		照片 57：用線鋸機切以灌膠的浮石
		
照片 58：浮石固定在載玻片上	照片 59：用 UV 燈固定	
		
照片 60：細磨浮石薄片	照片 61：放大 400 倍，觀看浮石薄片	

(三) 化學性質

1. 清洗浮石表面後取 2ml 鹽酸滴於表面，觀察反應。
2. 將浮石磨成粉，取 3g 置於培養皿，滴入 2ml 鹽酸於粉末上，觀察反應。(由於嶺頂每顆磨出的 4710 粉都不+3g 因此使用全部約 1.4g 但加的水一樣)
3. 浮石磨粉，取 3g 置於培養皿，滴入 3ml RO 水於粉末上，監測溫度變化。(由於嶺頂每顆磨出的粉都不夠 3g 因此使用全部約 1.4g 但加的水一樣)
4. 將各地浮石取三顆(不足三顆則使用全部)重複(1)~(3)的步驟將數據製成表。

(四) 浮石飄洋路徑推測

目前我們確認「小笠原 2」是小笠原諸島中的福德岡之場在 2022 噴發產生的浮石。發現大本的浮石與小笠原 2 的浮石顏色和礦物結晶相似，因此我們想嘗試推測出他的漂洋路徑看是否可能也來自小笠原諸島的福德岡之場。

1. 小笠原諸島中的福德岡之場火山的定位：利用 Google 地圖與維基百科-Fukutoku-Okanoba（福德岡之場）的座標，找出分佈情形。
2. 查詢全球海象、風象的網站(Nullschool)，如圖 6，我們用小笠原 2 產生的時間當作基準，選擇日期 2022/3/27，選海洋模式及顯示洋流動畫，再沿著較明顯的洋流，每往後 10 天截一張圖，嘗試模擬浮石能否到台灣東部。

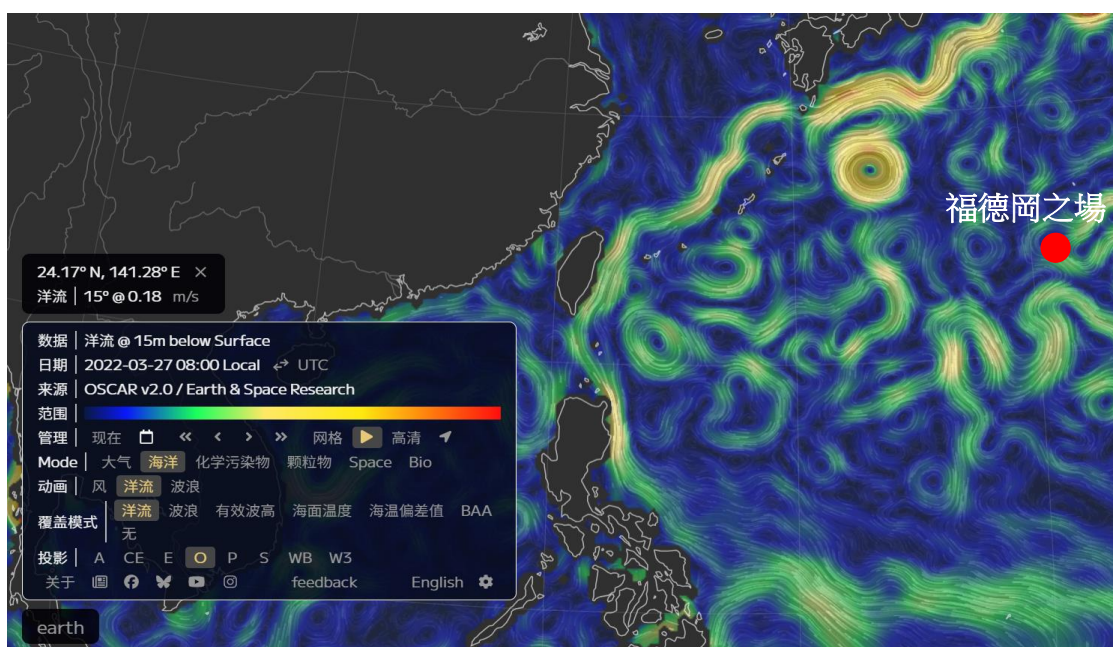
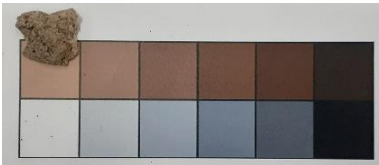
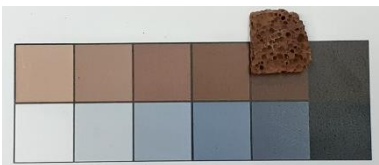
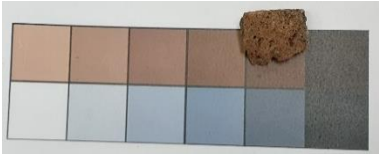


圖 6：全球海象、風象的網站(Nullschool)可模擬洋流方向

伍、實驗結果

一、基本測量

1. 外表觀察 1：照片 62-66

	孔洞	顏色(與色卡對照)
小笠原 1	較細長，長不過 0.5 公分，寬小於 0.1 公分。	 照片 62
小笠原 2	多呈橢圓，有大有小，直徑多在 0.5 公分以下。	 照片 63
八仙洞 3	分布平均且密集，有些偏圓形，有些則更偏向多邊形，最大的接近 0.8 公分。	 照片 62
嶺頂 4	有許多直徑不過 0.2 公分的小孔，也有少許約 0.3 公分的孔。	 照片 64
大本 5	1.表面的孔洞大小不一，偏圓型。但內部的孔洞較統一，直徑在 0.5 公分以下。 2.有些大本浮石表面為紅棕色，如照片 66，而切開後裡面都是黑色，應該是表面氧化所致。	 照片 65  照片 66

註：小笠原的孔洞與大本內部的孔洞相似，顏色都偏黑、孔洞不大。

2. 外表觀察 2：肉眼可見的結晶礦物，照片 68-77

地點	結晶礦物	結晶礦物
小笠原 1	 照片 68：黑色礦物	 照片 69：黑色礦物被磁鐵吸引
小笠原 2	 照片 70：白色礦物結晶	 照片 71：滴鹽酸不冒泡，不是方解石
八仙洞 3	 照片 72：黑色礦物	 照片 73：可被磁鐵吸引
嶺頂 4	 照片 74：白色及色礦物結晶	 照片 75：黑色礦物

大本 5	 照片 76：白色及綠色礦物結晶	 照片 77：白色礦物滴鹽酸不冒泡，不是方解石，硬度大於刀片小於石英
------	--	---

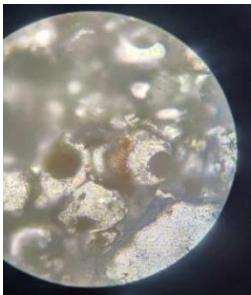
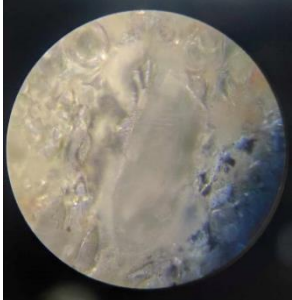
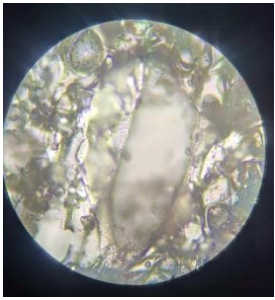
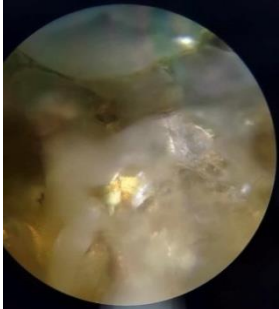
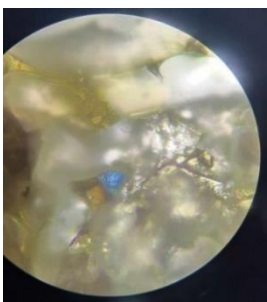
3. 密度測量：各地浮石密度表，如下表 2

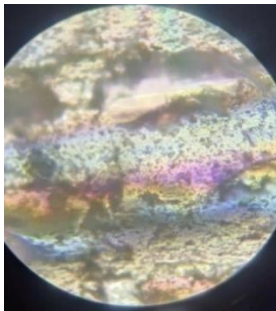
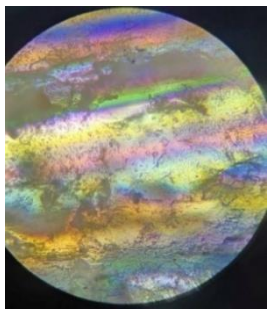
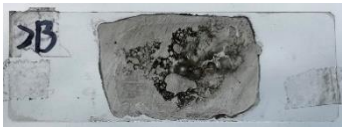
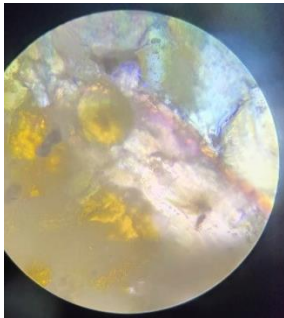
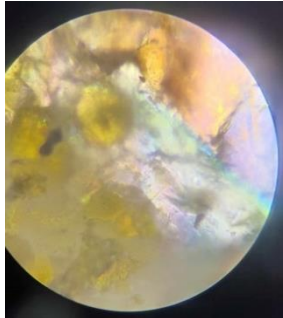
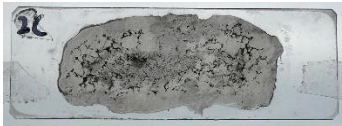
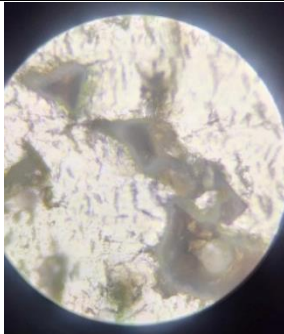
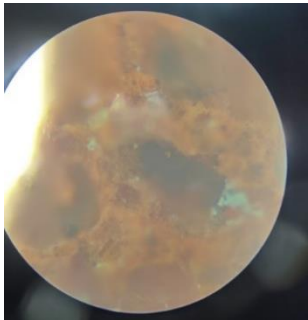
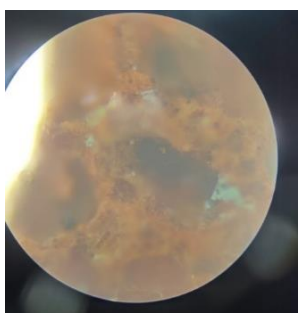
採集地點	樣本編號	質量(g)	體積(cm ³)	密度(g/cm ³)	
小笠原 1	1A	11.6	18.0	0.64	0.59
	1B	4.8	8.0	0.59	
	1C	6.4	12.0	0.53	
小笠原 2	2A	52.7	92.4	0.57	0.64
	2B	53.9	67.8	0.79	
	2C	123.6	213.0	0.58	
八仙洞 3	3A	111.8	126.6	0.88	0.88
嶺頂 4	4A	3.9	6.0	0.64	0.54
	4B	1.0	2.8	0.35	
	4C	1.6	2.6	0.62	
大本 5	5A	190.0	257.1	0.74	0.65
	5B	16.9	30.0	0.56	
	5C	93.1	142.5	0.65	

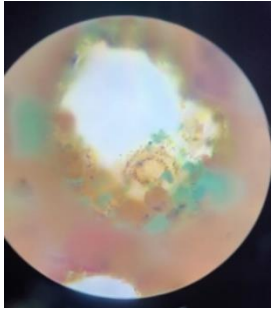
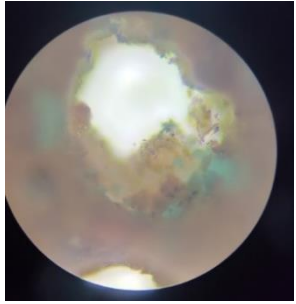
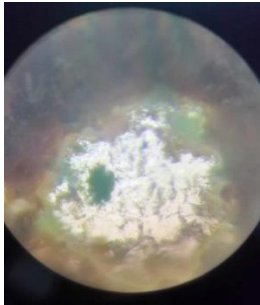
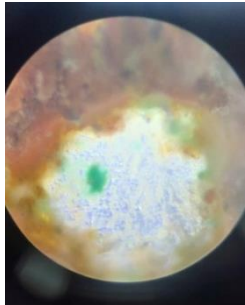
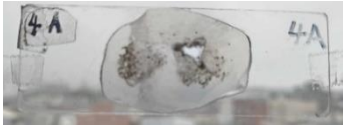
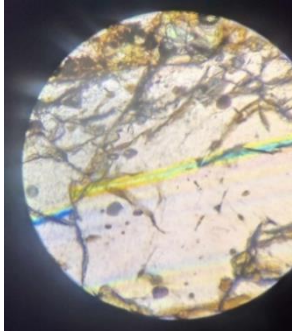
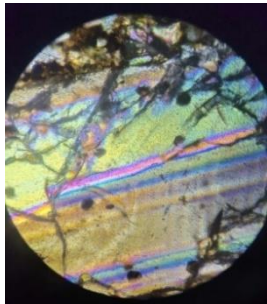
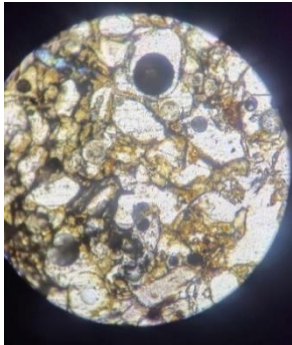
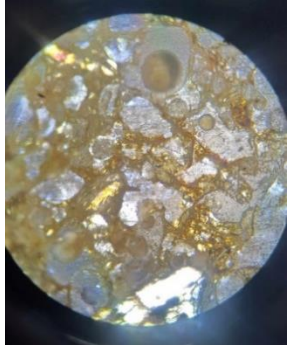
4. 硬度測量：各地浮石密度表，如下表 3

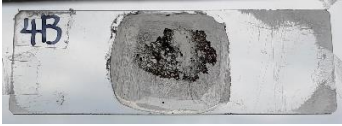
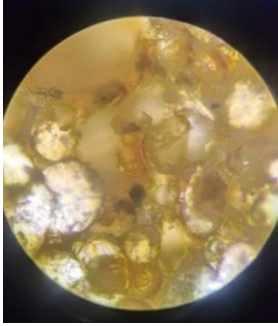
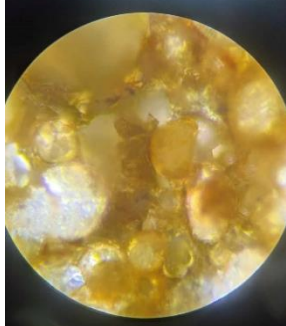
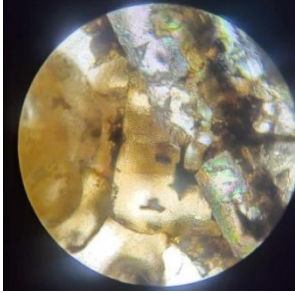
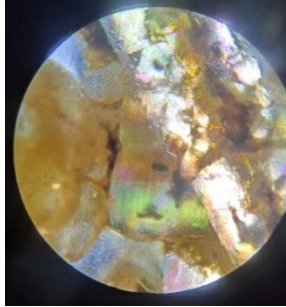
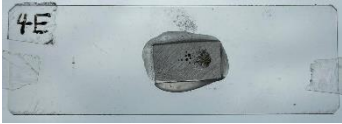
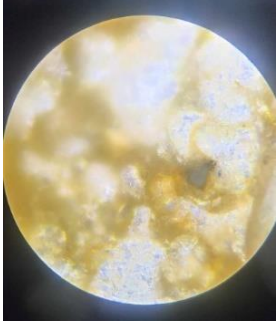
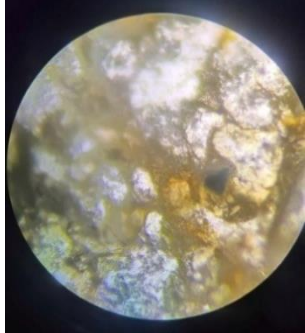
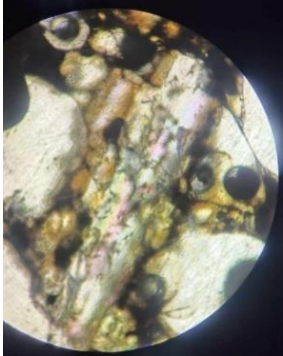
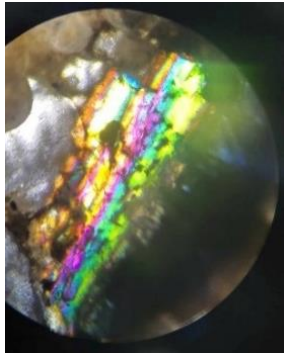
樣本區	小笠原 1	小笠原 2	八仙洞 3	嶺頂 4	大本 5
硬度	2~3	2~3	2~3	3~4	3~4

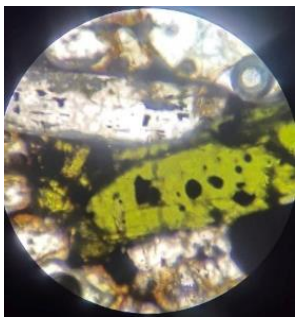
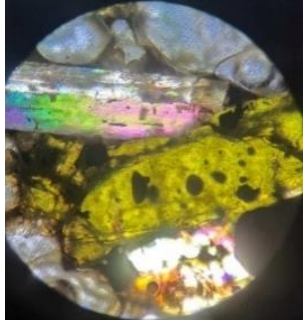
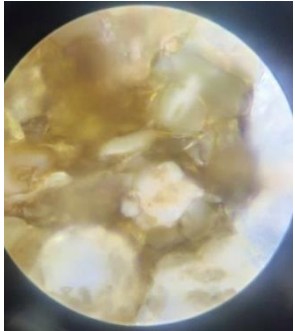
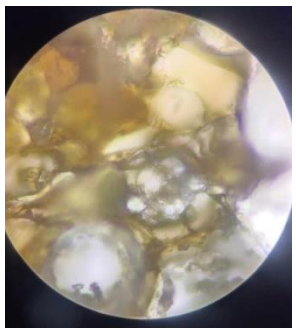
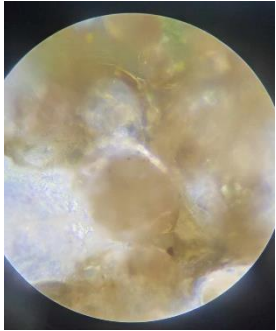
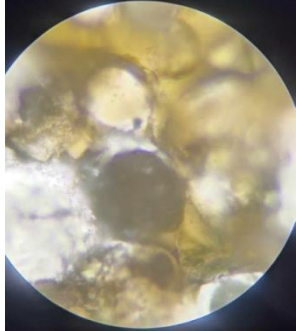
二、浮石薄片：照片 78-126

浮石編號	正光	偏光
小笠原 1B  照片 78	 照片 79	 照片 80
小笠原 1C  照片 81	 照片 82	 照片 83
小笠原 2A  照片 84	 照片 85	 照片 86

		
	照片 87	照片 88
小笠原 2B 		
照片 89	照片 90	照片 91
小笠原 2C 		
照片 92	照片 93	照片 94
八仙洞 3A 		
照片 95	照片 96	照片 97

		
	照片 98	照片 99
		
	照片 100	照片 101
嶺頂 4A  照片 102		
	照片 103	照片 104
		
	照片 105	照片 106

嶺頂 4B  照片 107	 照片 108	 照片 109
嶺頂 4C  照片 110	 照片 111	 照片 112
嶺頂 4E  照片 113	 照片 114	 照片 115
大本 5A  照片 116	 照片 117	 照片 118

		
	照片 119	照片 120
大本 5B  照片 121		
	照片 122	照片 123
大本 5C  照片 124		
	照片 125	照片 126

三、化學性質

(一) 鹽酸滴於浮石表面和浮石粉末：照片 127-136

浮石編號	表面滴鹽酸		粉末滴鹽酸	
小笠原 1		未有氣泡產生		未有氣泡產生

	照片 127		照片 128	
小笠原 2	 照片 129	未有氣泡 產生	 照片 130	未有氣泡 產生
八仙洞 3	 照片 131	未有氣泡 產生	 照片 132	未有氣泡 產生
嶺頂 4	 照片 133	未有氣泡 產生	 照片 134	未有氣泡 產生
大本 5	 照片 135	未有氣泡 產生	 照片 136	未有氣泡 產生

(二) RO 水滴於浮石粉末：照片 137-146

浮石編號和水	初始溫度(°C)	2 分鐘後的溫度(°C)	5 分鐘後的溫度(°C)
水溫	20		
小笠原 1	21.1	 17.1 照片 137	 17.8 照片 138
小笠原 2	21.4	 17.5 照片 139	 17.6 照片 140
八仙洞 3	21.4	 17.7 照片 141	 17.8 照片 142
嶺頂 4	19.6	 18.1 照片 143	 17.6 照片 144
大本 5	20.1	 18.3 照片 145	 17.6 照片 146

RO水滴於浮石粉末

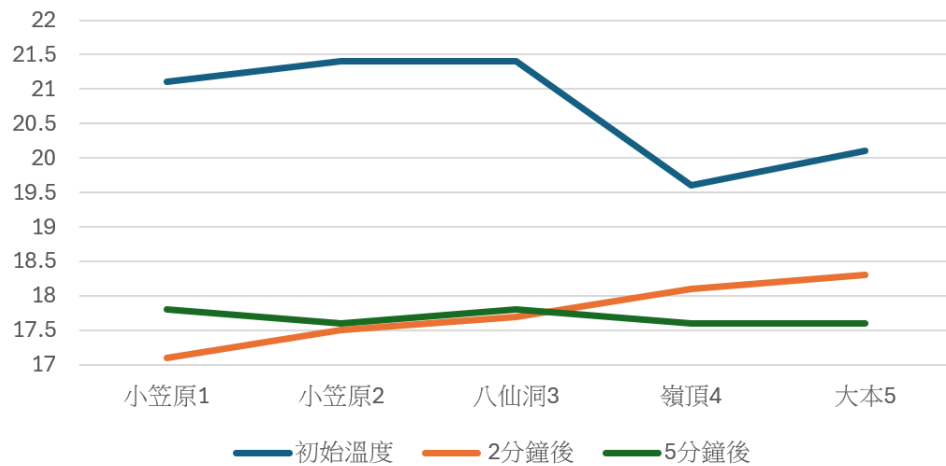


圖 7：RO 水滴於浮石粉末溫度變化

四、浮石飄洋路徑推測

(一) 以全球海象、風象的網站(Nullschool)模擬小笠原 2 浮石飄洋路徑。

(二) 以噴發日期 2022/3/27 當作基準，每往後 10 天截一張圖，沿著較明顯的洋流，浮石可到達台灣東部，製出圖 8。

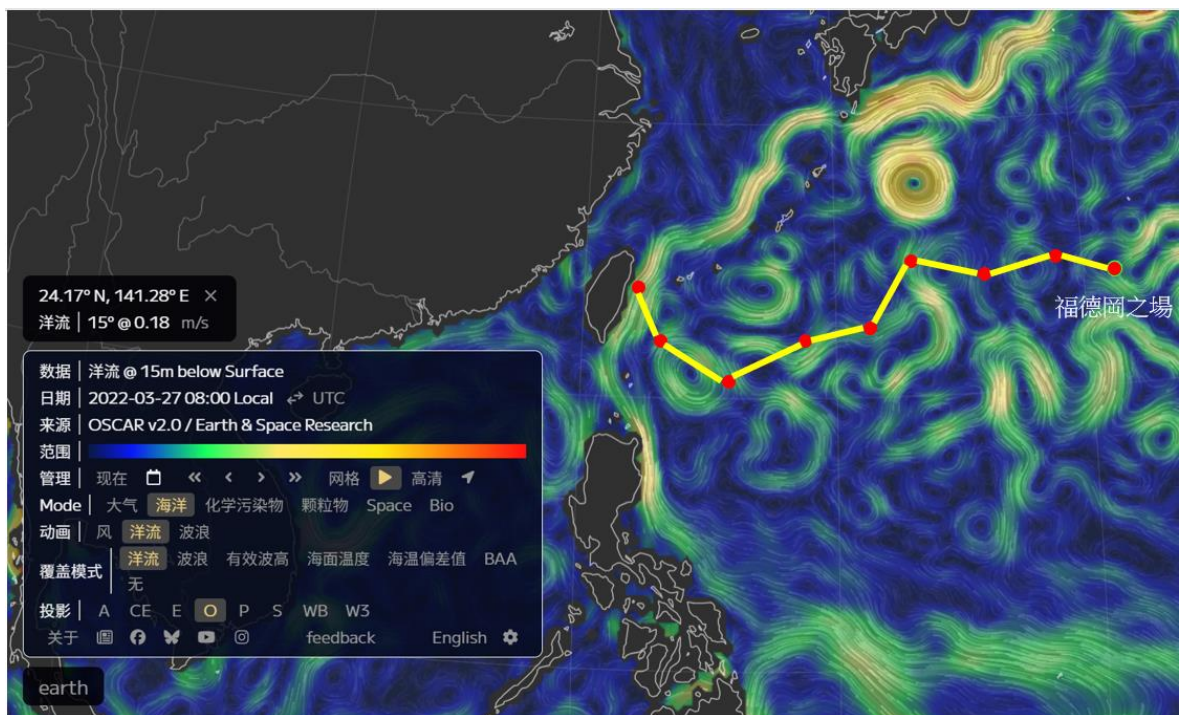


圖 8：模擬小笠原火山浮石飄洋路徑

陸、討論

一、基本測量

(一) 外觀觀察

1. **孔洞**：發現小笠原 1、和嶺頂 4 的孔洞偏小，而小笠原 2、八仙洞 3、大本 5 孔洞則較大，八仙洞浮石孔洞大小較平均一致，不同於其他四者。
2. **顏色**：小笠原 1 和嶺頂 4 色卡同一位，顏色相近；小笠原 2 和大本 5(黑色部分)色卡同一位，顏色相近。
3. **結晶**：小笠原 1、八仙洞 3、嶺頂 4 皆具有被磁鐵吸引的鐵礦；小笠原 2、大本 5 則具有相似的長方形結晶礦物，硬度大於刀片小於石英，不是方解石，應是火山玻璃；大本 5 具獨特的綠色細小礦物。
4. **以外觀綜合研判**：
 - (1) 八仙洞 3 浮石全身為棕紅色，浮石孔徑大且平均，應不同於其他四者，來源可能是菲律賓火山噴發漂洋而來。
 - (2) 小笠原 1 和嶺頂 4 顏色相近為灰白色，都有黑色鐵礦結晶，研判來源相同，可能為日本火山噴發漂洋而來。
 - (3) 小笠原 2、大本 5 顏色相近為黑色；也都具有相似的長方形結晶礦物，應是火山玻璃，研判兩者來源相同，可能為日本火山噴發漂洋而來。

(二) 密度測量

1. 密度最高為八仙洞 3 的 0.88 g/cm^3 ，小笠原 2、大本 5 的平均硬度都約在 $0.64\sim 0.65 \text{ g/cm}^3$ ，而小笠原 1、嶺頂 5 的硬度則較相似， $0.54\sim 0.59 \text{ g/cm}^3$ 。
2. 小笠原 2、大本 5 硬度相當，可當分類參考，研判兩者來源相同，應來自日本火山噴發漂洋而來。

(三) 硬度測量

小笠原 1、小笠原 2、八仙洞 3 硬度為 3~4，而嶺頂 4 和大本 5 則較軟，硬度為 2~3。整體無巨大的差異。

二、浮石岩石薄片分析

- (一)小笠原 2A、嶺頂 4A、大本 5A 在偏光顯微鏡下都有彩虹色的礦物光澤；
- (二)嶺頂、大本的主要顏色都為白色或透明礦物，可能為火山玻璃或長石礦物。
- (三)八仙洞 3A 則有獨特的綠色礦物光澤，未能鑑定出來。
- (四)黑色物質若為圓形，應該是氣泡，若為不規則形狀，可能是鐵礦，或是輝石礦物。
- (五)大本 5，照片 119、120 綠色礦物，可能是輝石礦物。
- (六)本研究岩石薄片照片委請就讀台大地質系學長協助辨別，其回覆大部分薄片磨不夠薄，且厚薄不一，不易判斷礦物種類，建議以專業磨片機械打磨。

三、化學性質探討

所有地區的浮石不管是表面或粉末，滴上鹽酸後皆無氣泡產生。根據許又鑫 (2022)，可以判斷我們採集到的浮石皆無被含有碳酸鈣的物質沾附。而所有浮石粉末在滴下 RO 水後兩分鐘溫度皆下降，而小笠原 1、小笠原 2、八仙洞 3 在 5 分鐘後皆有少許上升。整體來說，五個地方的浮石化學性質無特別的差異。

四、浮石漂洋路徑

- (一) 我們查詢到海委會國家海洋研究院所模擬 2022/8/13 日小笠原浮石噴發後漂至台灣的路徑，如圖 9。
- (二) 我們研判大本及嶺頂浮石可能來自日本火山噴發而來，依 nullschool 軟體模擬浮石漂洋路徑(圖 8)，與實際小笠原浮石漂洋路徑相仿。

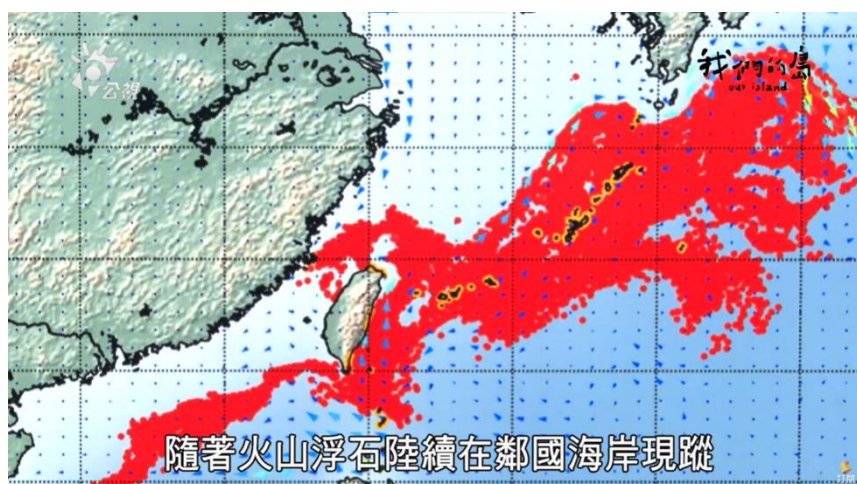


圖 9：國家海洋研究院模擬小笠原浮石噴發飄流路徑

五、浮石層沉積的地質事件

(一) F0011 米崙斷層(經濟部，2016)，提及美崙台地抬升速率為 0.5cm/yr，且 6000 年後全球海平面維持不動，測量大本砂丘的浮石層約 12m 高，可推知浮石沉積年代：

$$\frac{1200cm}{0.5\frac{cm}{yr}} = 2400yr, \text{即 2400 年前發生大本浮石沉積事件。}$$

(二) 同理可推，嶺頂砂丘經測量高度為 5m，嶺頂浮石沉積事件約發生在 1000 年前。

(三) 我們可以推理，2400 年前美崙民本里區為當時海岸，並沉積沙丘，當時日本小笠原島發生火山噴發出浮石，經洋流漂流到民本里大本海灘沉積，之後美崙台地仍持續抬升，民本里沙丘大本浮石層經過 2400 年抬升至 12m 高，此為大本浮石沉積事件的推理。

柒、結論

- 一、花蓮地區經考察發現浮石層出現於花蓮市民本里大本沙丘及花蓮出海口處的嶺頂沙丘，前者高度 12m，後者 5m 都是古砂丘，所採集浮石皆為古海面所沉積而來。
- 二、小笠原 1、嶺頂 4 顏色相近為灰白色，都有黑色鐵礦結晶，研判來源相同；小笠原 2、大本 5 顏色相近為黑色，都具有相似的長方形結晶礦物，應是火山玻璃，研判來源相同；依硬度分析，小笠原 2、大本 5 硬度相當，推測為同一來源。
- 三、八仙洞 3 浮石全身為棕紅色，浮石孔徑大且平均，應不同於其他四者，來源可能是菲律賓火山噴發飄洋而來。
- 四、依岩石薄片分析，小笠原 2A、嶺頂 4A、大本 5A 在偏光顯微鏡下都有彩虹色的光澤，而嶺頂、大本的主要顏色都為白色或透明礦物，可能為火山玻璃或長石礦物。而各地岩石薄片深色礦物者，可能為鐵礦或輝石礦物。
- 五、本研究推測小笠原 1 和嶺頂 4 浮石來源相同，小笠原 2 和大本 5 浮石來源相同，皆來自日本火山噴發漂洋而來，依 nullschool 軟體分析路徑和小笠原 1 浮石漂洋路徑相仿。
- 六、依照美崙台地抬升速率 0.5cm/yr，12m 高的大本砂丘的浮石層，沉積於 2400 年前；5m 高的嶺頂砂丘的浮石層，沉積於 1000 年前。

八、本研究之岩石薄片仍過厚，以致判讀不易，之後仍須尋求專業打磨機械協助，並精進岩石薄片判讀能力，期望能更精準解釋這些地質事件。

捌、參考資料

- 一、 洪碩辰(2022)飄洋來台的火山浮石取自荒野保護協會
<https://www.sow.org.tw/blog/20220708/42737>
- 二、 劉品蘭、歐叙鋒(2016) 金山神秘海岸浮石事件解密取自全國中小學科學展覽會
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/senior.html>
- 三、 許又鑫、范凱嵐、陳金正、許銘宇、范振勤、顏多愛(2022)「浮」裡「浮」途～澎湖北寮與他國浮石之比較取自全國中小學科學展覽會
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/62/elementary.html>
- 四、 鄭明修(2022) 火山浮石對生態環境的新思維取自社團法人中華民國自然生態保育協會
<http://www.swan.org.tw/magazineshow.php?mid=3138>
- 五、 謝孝求、蕭意苓、張子郡、張子曜(2021) 離家五百哩－臺灣海漂垃圾與洋流關係動態模擬之研究取自全國中小學科學展覽會
- 六、 花靖涵、朱晨甄、陳思妤、陳梓淋、王子瑜、蔡佳樂(2022) 回到白堊紀的海中時空取自全國中小學科學展覽會
- 七、 范紓瑜、黃晏伶、孟華偉、李政泰、蕭潔穗、吳咏倪(2013) 『流』『鹽』追追追－海洋密度流之探討取自全國中小學科學展覽會
- 八、 經濟部(2016)活動斷層地質敏感區劃定計畫書 F0011 米崙斷層
- 九、 顏妙真(2023)2021-2022 年日本小笠原諸島火山浮石對臺灣海域之影響
- 十、 林朝棨(1963)台灣之第四紀(上)，台灣文獻 14(1)：1-53。
- 十一、公共電視-我們的島(2021) 【海底火山】火山浮石漂流記 | 會對我們有什麼影響呢？
(我們的島 1137 集 2021-12-27) <https://www.youtube.com/watch?v=CUUXivmU2C8>
- 十二、全球海象、風象的網站(Nullschool)<https://earth.nullschool.net/zh-cn/#current/wind/surface/level/orthographic=-238.16,20.40,2644/loc=118.079,24.340>