

大地的怒吼——小油坑火山爆裂口的研究

高小組地球科學科第二名

台北市內湖區東湖國民小學

作 者：周邦蓉、馬中菱

王淑貞、章君吾

指導教師：張永欽、王淑芬

一、研究動機

秋季旅行時本校舉辦陽明山國家公園之旅，當到了小油坑時，我們聽到了大地的怒吼聲，老師用麥克風介紹著，但却聽不清楚，回家後，小油坑一飄渺的煙霧；囁嚅的噴氣聲；黃澄澄的硫礦結晶；刺鼻的硫礦味，以及受風化而鬆軟的岩石，仍然留在心中，許多問題：例如一溫泉是怎麼產生的？硫礦是從那裏來的？岩石怎麼變成白色的？植物怎麼都長不出來呢？都值得研究，於是和幾位同學組成研究小組並請老師指導，經過多次的實地研究、實驗分析，尋找資料，終於得到深一層的認識。

二、研究目的

- (一)了解小油坑附近地層的結構。
- (二)觀察硫氣孔的形狀、大小、噴出物、溫度、力量以了解硫氣孔的性質和結構。
- (三)了解硫礦的結晶過程。
- (四)小油坑的岩石性質。
- (五)研究硫礦對岩石的影響。
- (六)了解台灣的採硫史。
- (七)研究溫泉的形成。
- (八)小油坑泥土的探討。

(九)小油坑附近植物生態的觀察。

三、研究設備器材

(一)地質調查：鐵鎚、地形圖、相機、傾斜儀、放大鏡、米達尺、塑膠袋。

(二)岩石分析：顯微鏡、量筒、天平、燒杯、硬度試驗材料。

(三)硫礦分析：硫礦一瓶、酒精燈、冷卻管、燒杯、廣用試紙。

四、研究過程及結果

問題一：研究小油坑附近地層結構

(一)文獻探討：依台北縣文獻委員會編者台北縣誌記載（地理志）及有關大屯火山群地層之研究如下：

- 1.大屯火山群以集塊岩、熔岩及火山岩屑組成。
- 2.本實驗區位於七星山西側，以安山岩為主，外觀呈暗灰色、細密、緻密、斑晶甚多。
- 3.小油坑火山爆裂口，可以看到硫氣孔及溫泉，硫氣孔附近的岩石因受熱水及含硫蒸氣的腐蝕變質而呈現鬆軟的現象，由於硫礦之化學作用，使岩石風化，產生豐富的色彩。

(二)實地觀察：

小油坑爆裂口位於七星山西側，陽金公路大屯橋上方，沿小徑而上約10分鐘即可到達。整個爆裂口成凹狀，非常壯觀，硫氣孔噴出硫煙，噏噏作響，舉目可見硫氣孔口硫礦結晶細緻如針狀晶瑩美麗。坑內並有熱泉滾滾而出，四周則高懸峭壁，我們選了四個地點詳細觀察並作成記錄：（表一）

地點	採集標本	觀察記錄
1	1.溫泉 2.泥土 3.岩石	1.溫泉由上流下，但溫度只有27.5°C氣溫為16°C。 2.溫泉PH值4.0稍混濁，無特殊氣味。 3.溫泉下有沈澱物呈灰黑色。

		4.附近岩石成礫石狀。
2	1.溫泉 2.岩石 3.硫礦 4.空罐	1.溫泉溫度 67 °C。 2.溫泉 PH 值 4.0。 3.有許多硫礦在噴氣口四周，並有結晶成針狀凝結。 4.附近岩石表面為黑色，敲開後可見斑晶為安山岩。 5.看見一個空罐已被腐蝕。
3	1.岩石 2.硫礦 3.溫泉	1.溫泉 84 °C，PH 值 4.0。 2.噴氣孔大量噴氣，聲音很大，用廣用試紙測試立即變成紅色，噴氣孔附近 PH 值大約在 1—2，溫度 115 °C。 3.一接近時水氣凝結在衣服上，溫度高必須用手套及衣服將手裹緊才能靠近。
	1.岩石 2.硫礦	1.沒有溫泉流出。 2.噴氣孔大量噴氣有許多硫礦結晶為澄黃色。 3.溫度高 105 °C，PH 值 2~3。 4.岩石表面呈灰黑色，但質地輕，用鐵錘敲開呈白色，取樣帶回研究。

問題二：觀察硫氣孔的性質及結構

(一) 實驗方法：觀察、測量。

(二) 實驗過程：

1. 選擇 18 個不同地點的硫氣孔，按照大中小取樣，然後用溫度計測量溫度，溫度計貼在噴氣孔的地面測量。
2. 測量硫氣孔的大小，以竹竿測量再用尺讀出刻度。
3. 用廣用試紙測試酸鹹度。

硫氣孔觀察測量記錄（表二）

編號	大小（公分）	溫度 度 ℃	酸鹼度 PH	結晶現象	特殊現象描述
1.	3.	91	4.0	無	噴口有硫礦痕跡。
2.	8.	95	4.0	有	噴氣聲、有水汽、有部份硫礦結晶。
3.	2.	91	4.0	無	噴口有硫礦痕跡。
4.	5.	92	5.0	有	噴口有硫礦結晶。
5.	12.	96	4.0	有	噴氣強、結晶多。
6.	18.	105	2.0	有	噴氣強結晶多，一片片硫礦結晶掛滿噴口。
7.	14.	95	1.0	有	噴氣強，硫礦排滿噴口。
8.	2.	90	4.0	無	噴口小有水汽。
9.	3.	90	4.0	無	噴口小。
10.	20.	108	4.0	有	噴口力量很大有明顯痕跡，結晶很多。
11.	16.	105	1.0	有	噴口力量很大，附近結晶很大一片。
12.	12.	96	2.0	有	有水汽，有結晶。
13.	3.	93	3.0	無	噴氣口小有結晶。
14.	4.	93	3.0	無	噴氣口小。
15.	8.	95	3.0	有	噴口有結晶。
16.	10.	95	4.0	有	有噴氣聲。
17.	13.	93	3.0	有	有噴氣聲，有結晶現象，有水汽。
18.	24.	119	1.0	有	很大的噴氣聲，結晶清晰可見，有水汽有硫礦。

問題三：研究硫礦的結晶過程及提煉硫礦的方法：

1. 實地觀察：觀察噴氣孔硫礦結晶過程並記錄。
2. 提煉硫礦的方法（文獻資料）
 - ① 露天開採：在實驗區裡，尋找硫礦，剝開表土採取原硫。
 - ② 火口收集：在硫氣孔活動劇烈的地方，用石管一端與噴氣孔相連，在另一端用桶子接住由管中流出的硫礦。
 - ③ 升華採收：用樹枝或把茅草覆蓋在噴氣孔上待升華硫礦附著在上面，然後採取。
3. 實驗設計：觀察硫礦三態之變化情形。
 - ① 實驗器材：硫礦、酒精燈、冷卻管、錐形瓶、三角架、溫度計、燒杯。
 - ② 實驗過程：實驗設計圖（略）。
 - ③ 實驗結果：觀察溫度變化與硫礦三態的關係。
 - ④ 溫度變化與硫礦三態的關係（表三）。

時 間	溫 度	實 驗 結 果
0 分	18 ℃	無變化硫礦不溶於水
10 分	90 ℃	底層之硫礦開始上升。
12 分	100 ℃	開始噴氣，用廣用試紙測試為中性是為水汽。
20 分	105 ℃	水汽蒸發完畢底層硫礦開始液化，由黃色轉為深褐色。
26 分	110 ℃	硫礦全部融解為液體成褐色粘稠狀。
30 分	120 ℃	由冷卻管流出的水 PH = 4 並在上端有黃色硫礦
42 分	140 ℃	溫度繼續升高，硫礦可以流動，現已完全成液體。
55 分	155 ℃	冷卻管上的水 PH = 4 ，取出液體用玻璃棒沾取放在酒精燈上點燃，硫礦著火，火焰為藍色，產生臭味。

4. 用顯微鏡觀察硫礦粉：

①市面上購買的硫磺與研究區採集的硫磺比較研究。

②兩者並無顯著之差別。

問題四：研究小油坑附近各種岩石之性質

(一) 實地採集岩樣並編號。

(二) 實驗分析、觀察。

(三) 觀察岩石顏色、顆粒、膠結度、硬度、密度、記錄。

(四) 本地區以安山岩為主，但大都被風化。

問題五：硫磺對岩石之影響

(一) 採集安山岩。

(二) 實地觀察結果：選擇硫氣孔附近之地點觀察：

1. 硫氣孔噴氣力量很大，根據我們實測大約可噴 4 公尺左右，可見力量很大，而且溫度高達 110 °C 以上，硫氣彌漫於爆裂口附近，經年累月腐蝕岩石，而且當地潮濕，噴出物含有大量水汽，更造成嚴重的腐蝕作用。

2. 依據觀察噴氣孔附近有許多硫磺，附近岩石都已腐蝕風化，檢起地上石頭變得非常輕，而且都成為白色，用手摸起來細緻而容易剝落，易碎。

3. 離噴氣孔較遠約十公尺發現岩石表層都成為黑色，有幾處露頭可見內部風化的情形，質地鬆軟，色彩豐富。

(三) 推論：

1. 根據我們實地觀察測量，噴氣口附近 PH 值在 2 ~ 3 之間，含極強的酸性，具有很大的腐蝕性。

2. 因熱水（溫泉）PH 值也在 3 ~ 4 之間，同樣且有腐蝕性，因此使研究區內之安山岩受到嚴重的腐蝕性。

3. 以上兩點都因含有強酸及硫的化學作用，因而使岩石腐蝕風化。

問題六：研究台灣採硫史：

研究方法：文獻探討、搜集資料。

文獻探討摘要如下：

1. 根據文獻記載本省早於 1349 年（640 年前）已有產硫的記錄。
2. 西班牙人於 1620 年～1642 年採取天然硫礦。
3. 清康熙 36 年（1689 年）浙江人郁永河以北投附近為開採地。
4. 民國四十年七縣山為本省探硫中心。

問題七：研究溫泉的形成和性質：

實驗過程：

- (一) 採集標本並測量水溫。
- (二) 觀察溫泉之形成：溫泉都在硫氣孔附近，溫度很高，含硫礦的高溫氣體使地下之熱泉含有硫礦等礦物而成溫泉。

(三) 實驗分析：

1. 酸鹹度： $\text{PH} = 4.0$ 左右為酸性。
2. 顏色：稍混濁呈乳白色，但沈澱後呈無色透明，但底部有沈澱雜質。
3. 用手觸摸和普通水的感覺一樣。
4. 氣味：沒有明顯的味道。
5. 溫度：在源頭（接近噴氣孔）溫度高達 86°C 。

問題八：小油坑爆裂口附近泥土之研究

(一) 實驗方法：觀察、測試。

(二) 實驗過程：

1. 採集標本：採集三個不同點的泥土。
2. 觀察測試泥土之性質、外觀、 PH 值。
3. 觀察實驗結果：
 - ① PH 值在 $3 \sim 4$ 之間。
 - ② 顏色為灰色和白色。
 - ③ 是由安山岩風化而成。

問題九：本研究區附近植物生態之調查：

(一) 方法：觀察、群落調查。

(二) 觀察結果：

- 1.本地區附近因硫氣孔活動劇烈，不適植物生長。
- 2.整片爆裂口為風化安山岩，只有背風有幾處小草生長。
- 3.進入爆裂口之小徑上有喬木數棵，台灣芒很多，但接近爆裂口附近受硫害成黑色枯萎。

五、結論

- (一) 小油坑火山爆裂口為火山之後續作用，其地層以火成岩為主，岩石具有斑晶之安山岩，受風化腐蝕有大量硫礦及溫泉。
- (二) 硫氣孔為本地區之一大特色，依據實測硫氣孔之溫度最高達 115°C 以上，大部份都在 95°C 左右，大的硫氣孔(15公分以上)附近積滿硫礦，PH值為3左右較多，並有硫礦味道，硫氣孔也發現針狀之硫礦結晶，非常漂亮。
- (三) 根據文獻資料硫礦必須達 445°C 以上才能汽化，雖然在現場只測得 115°C ，但我們相信內部溫度一定很高才能使硫礦汽化噴出，並遇冷而結晶在洞口。
- (四) 從我們設計的實驗中發現，硫礦不溶於水，加熱到 105°C 開始液化，加熱到 110°C 成為褐色的液體，用玻璃棒沾出點火可以燃燒火焰為藍色，有臭味，冷卻後附於玻璃瓶上。
- (五) 小油坑爆裂口附近之岩石受腐蝕風化嚴重，岩石的密度低，鬆軟與安山岩的本性已有很大不同，表層為黑色，內部為白色。
- (六) 噴氣口噴出之硫礦及水汽、溫泉具有腐蝕作用，使本區岩石受到風化。
- (七) 台灣採硫史早於1349年，但以郁永河之埤海遊記記載為最有名，七星山之硫氣孔為本省之採硫中心。
- (八) 溫泉之產生因熱水中含有硫礦、礦物質從地下流出，本區溫泉PH為4，清徹但含有雜質，溫度 86°C 左右。
- (九) 本區泥土為酸性 $\text{PH} = 4$ ，一為溫泉沖刷之沈澱物，一為安山岩受風化而成的白色粘土。
- (十) 本區受硫氣之影響，土質為酸性不利植物之生長。附近之台灣

芒草也受硫礦枯萎。

六、參考資料

(一)石再添	海洋與陸地	幼獅	七十一年十月
(二)李春生	化石與地層	幼獅	六十九年五月
(三)王 鑑	台灣地形景觀	渡假	七十一年七月
(四)王 鑑	台灣地區特殊地形景觀	觀光局	七十六年六月
(五)羅煥記	岩石與礦物	圖文	七十二年二月
(六)台北縣志。			

評 語

本展品旨在討論小油坑附近地層的結構並觀察該氣孔的形狀、大小、噴出物、溫度、以及硫礦的結晶過程，作者曾親赴七星山西側之小油坑觀察，採樣並帶回學校實驗，本展品能就地取材作品程度適合高小程度。作者共四人，能發揮團隊精神合作完成作品，本作品之製作過程亦符合科學精神。