

# 【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

## 題目名稱：泥火山的玄機

### 一、摘要：

我們實地探訪高雄 6 處的泥火山並收集泥漿進行分析。在研究過程中，發現泥火山的泥漿面不斷降低，但泥火山的外觀、泥漿的 pH 值、泥水比和泥漿溫度並沒有明顯變化。我們也試著改變泥漿濃稠度和氣體壓力來模擬泥火山噴發，歸納實驗結果發現泥漿的濃度是造成泥火山外觀的原因之一，但噴發時的氣體壓力與噴出的泥漿量有關，卻對泥火山高度沒有明顯影響。

### 二、探究題目與動機

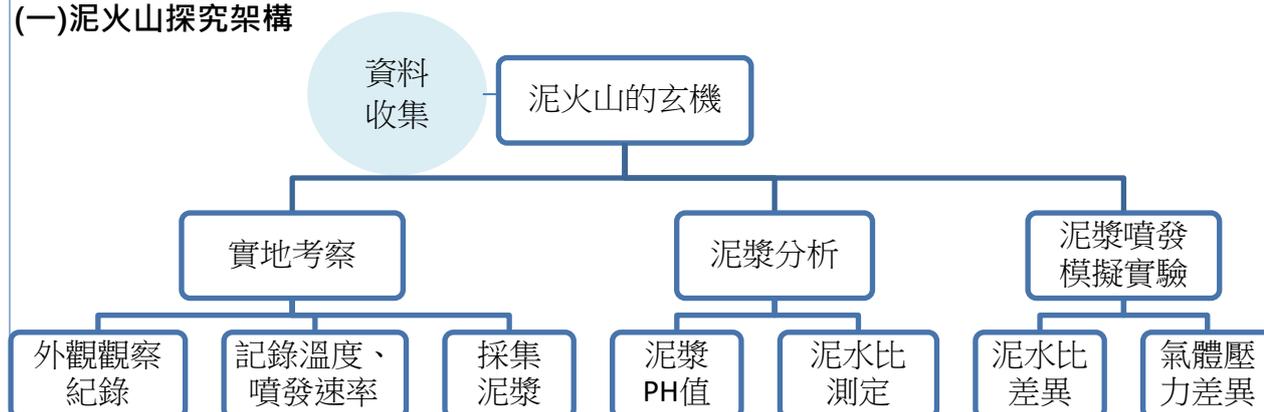
烏山頂自然保留區為台灣 22 個自然保留區之一，也是全台灣唯一泥火山的自然保留區，荒涼又美麗的景觀吸引了我們的注意。在搜尋文獻資料的過程，我們發現高雄有很多地方有泥火山，田寮和燕巢地區的泥火山分布尤其密集。但這些地方的泥火山都具有不同的外貌，我們很想知道是什麼原因造成的各種不同型態的泥火山？這些泥火山的外貌是穩定不變的嗎？因此我們展開了對泥火山的調查研究，希望能更了解這種特殊的地質景觀。

### 三、探究目的與假設

- (一)探究目的：實際探查高雄的泥火山，了解各個火山的外觀與泥漿濃稠度、溫度、pH 值差異，並以模擬實驗的方式探討氣體壓力和泥漿濃度對泥火山外觀的影響。
- (二)探究假設：1.泥火山的濃稠度、溫度和 pH 值不會隨時間發生改變；2.噴泥口的大小和數量會影響泥火山的面積；3.泥漿的濃稠度會影響泥火山的外形；4.地底下噴發的氣體壓力會影響泥火山的外形。

### 四、探究方法與驗證步驟

#### (一)泥火山探究架構



#### (二)探究工具

- 實地考察用具：1M 長尺、紅外線測溫儀、寶特瓶、相機、筆記本、空拍機
- 泥漿分析實驗：培養皿、pH 儀、電子磅秤、烘乾機
- 泥漿噴發模擬實驗：錐形瓶(400ml)、針筒(30ml)、玻璃管、橡皮塞、鐵盤、塑膠盤、紙黏土、拭鏡紙、A4 白紙、鐵架、照相機、imageJ 軟體、量筒(500ml)、玻璃棒。

### (三)探究方法

#### 1. 實地考察：

- (1)從文獻資料中搜尋合適探究的泥火山，最後選定烏山頂泥火山、新養女湖、舊養女湖、小滾水泥火山、大滾水泥火山、月世界泥火山等。
- (2)於 1 月初、2 月初及 3 月初分別前往上述 6 處泥火山
- (3)每一次到訪，都利用紅外線測溫儀測量冒泡處泥漿溫度、無冒泡處泥漿溫度以及環境溫度，並測量泥火山之噴泥口直徑、泥漿距噴泥口深度。
- (4)每座泥火山取 500ml 泥漿帶回分析。
- (5)烏山頂泥火山屬於自然保留區，故進行研究前先向高雄市農業局提出研究申請，以進行取樣及近距離觀察。
- (6)烏山頂地區有 3 個明顯且差異頗大的噴孔，皆列入研究對象；養女湖有 2 處明顯噴口，但其中一處不易到達，僅一處列為研究對象。



圖 1：泥火山分布位置

- (7)舊養女湖、大滾水的噴泥口都距離安全的位置相當遙遠，僅能從遠處，並使用空拍機錄影觀察。其中舊養女湖僅取池邊泥漿分析，大滾水泥火山就無法取得泥漿了。

#### 2.實驗室分析：

- (1)將各個泥漿倒入培養皿後烘乾，分別計算出各個泥火山的泥漿所含泥水比。
- (2)測量各地點泥漿的 pH 值。

#### 3.模擬泥火山噴發實驗：

- (1)利用錐形瓶、橡皮塞、玻璃管、單向閥與針筒模擬泥火山噴發系統。
- (2)利用塑膠盤及紙黏土模擬附近的平面地形。
- (3)分別在錐形瓶內裝入不同泥火山的泥漿，並依序利用針筒打入 10ml~30ml 的空氣，每次打入的容量皆重複 5 次。舉例：在錐形瓶中放入「烏山頂主體」的泥漿，連續打入 5 次 5ml 的空氣，每次拍照紀錄泥漿溢流出的覆蓋面積。
- (4)以拭鏡紙垂直放入最後所形成的泥漿堆積物中，測量泥漿堆積物的高度。
- (5)將照片利用「image J」軟體測量出泥漿面積及長寬高。
- (6)本實驗使用第二次收集泥漿進行模擬為主。

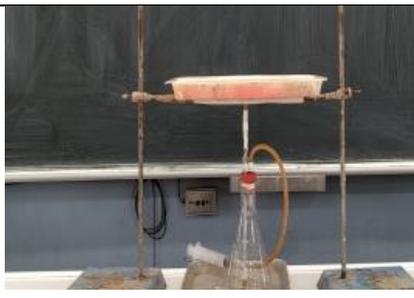


圖 2：實驗裝置圖



圖 3：泥漿覆蓋結果



圖 4：拭鏡紙測量泥漿堆積物

#### (四)探究結果

##### 1. 實地考察結果：

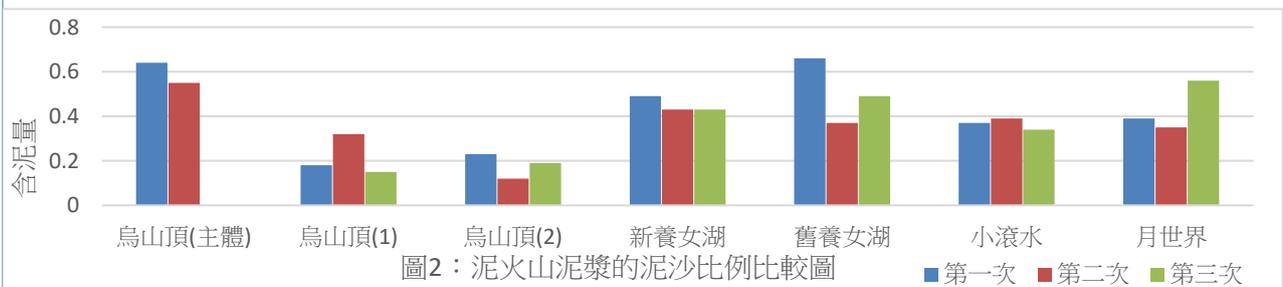
泥火山照片	簡介	觀察時間內的變化
烏山頂泥火山主體 	烏山頂除了三處明顯噴口，園區內皆有零星小噴口。最大的泥火山主體高度約 3 公尺的噴泥錐，旁邊另有高度相當但已幾乎沒有活動的 2 座錐狀泥火山。由噴泥口流出的泥漿形成美麗的龜裂紋路。	泥漿的溫度皆維持在 23°C 上下。探查過程發現，泥漿水位持續下降，第三次已經比第一次低 1m，以致無法取到泥漿。噴泥錐的開口也從 94 cm 擴大到 104cm。第三次探勘時，側面多了兩個小小的噴泥口，泥漿從此處流出。
烏山頂泥火山(1) 	為較小規模的噴泥錐，噴泥口為所有泥火山之中最小，高度為所有探訪之噴泥錐的最小值。流出之泥漿較稀。	三次探勘的噴泥錐的高度並無明顯變化。前二次探勘時外面有明顯噴出的未乾痕跡，顯示此處的氣體壓力是可以讓泥漿被帶出噴泥錐之外的。但第三次旁邊卻無噴出的現象。而。
烏山頂泥火山(2) 	是存在於地平面之下的噴泥洞，洞壁上還有冒出的樹根，可見此處原是泥地，可供植物生長。此噴泥洞有三處明顯的噴口，為所有泥火山中較特別的。泥漿相對於所有泥火山之中濃度較小。泥漿一直停留在噴泥洞內，無法溢流出洞外。	泥漿面到地面的深度一次比一次低，從 60cm 降到了 80cm。但 pH 值卻都落在 8~8.5 之間，可見深度並不會對它的酸鹼度造成太大的影響
新養女湖泥火山 	有兩處噴泥盆，本次探訪只研究左圖中較近的噴泥盆。噴泥盆內一直持續有小規模的噴發，但偶爾會發生大規模的泥漿湧動，顯示此處下方的氣體非常充沛，此時現場可聞到類似天然氣之氣味，點火可以燃燒。泥漿表面浮著許多黑色不明物體，應是地底的石油等物質混和泥漿被夾帶至上方。	比較三次探查的結果發現泥漿活動動愈來愈旺盛，泥漿的溫度逐漸由 36.4°C 上升至 40.0°C；噴發處的溫度也由 39.5°C 上升至 45.8°C；pH 值由 8.51 降至 7.88，但是泥漿高度無太大變化。
舊養女湖泥火山 	相對於所有的泥火山為最深山處，附近人煙稀少。此為一個噴泥池，最大、明顯噴口位於池中央，整個泥池中還是有零星的小泡冒出。因無法到達中央，故只可撈取池邊的泥漿。泥漿表面也和養女湖一樣漂浮著許多黑色的油狀液體。	外觀沒有明顯變化，對比周邊高度，第三次泥漿平面下降了 26cm，中間冒泡處的溫度由 29°C 上升至 34.4°C，但我們推測是因為氣溫的變化造成。
小滾水泥火山 	此為直徑約 1 公尺的噴泥盆，泥漿活動活躍。泥漿表面也漂浮著黑色油狀物。	三次探勘發現此地自然變化相對最大，可見此處地理環境不穩定。被泥漿流過的區域幾乎都沒有草，且此處的深度也從 10cm 變成了 15cm，也有下降的趨勢。

<p>大滾水泥火山</p> 	<p>這是一個與淡水湖結合的泥火山，屬於噴泥池，因為泥火山四周無可接近的陸地，故無法採集。我們目測噴泥池的直徑約為10M，並藉由丟石頭目測的方式得知泥漿可能是較稀薄的。</p>	<p>目測三次探勘以來直徑都是約 10M，外觀並無明顯的改變。以空拍機觀察發現，此地泥火山有多處不同的噴泥孔散佈在噴泥池四處。</p>
<p>月世界泥火山</p> 	<p>這是一個屬於噴泥盾的泥火山，三次探勘都發現月世界泥火山泥火山持續出現新的噴泥孔，可見此處地底的泥漿活動旺盛。</p> 	<p>原本泥口的寬度約 2m，泥漿溫度在 19 °C左右，pH 值約 8.1。但當第三次探訪時，泥火山明顯被怪手破壞過，已經不見完整的結構(左欄圖)。且泥漿溫度只有 14°C。</p>

2.實驗室分析結果：(註：因第三次實察時，烏山頂主體的泥漿已降至噴泥口下方約 1 公尺處，故無法取得泥漿進行分析。)

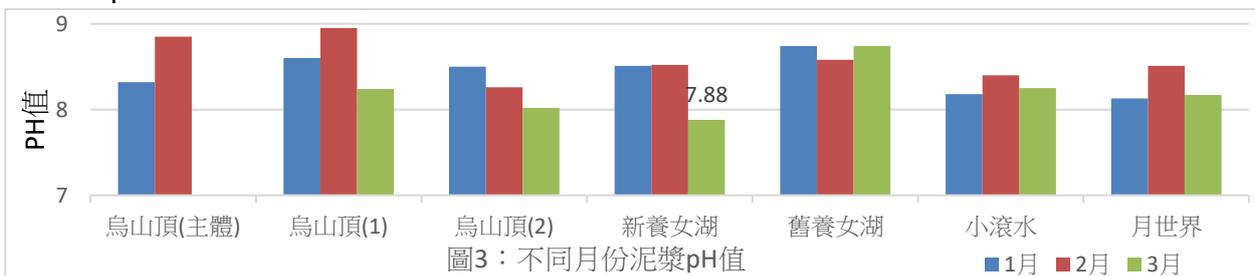
(1)泥沙比測量結果：

- 烏山頂主體、新養女湖以及小滾水泥火山的泥漿濃度在觀察時間內差異不大。
- 烏山頂泥火山的泥漿濃度有很大的差異，在主體區採集的泥漿含泥量超過 50%，但其他兩處泥火山泥漿的濃度卻是很稀薄。
- 因為舊養女湖面積廣大，我們無法取到中間噴發位置的泥漿，所以只好取池邊的泥漿，但池邊泥漿受到蒸發作用等其他環境因素影響，故每一次濃度的差異較大，所以在後續分析中，此處數據僅能提供參考。
- 第三次探勘時，月世界泥火山被大型機具開挖過，我們無法推測這樣的人為開挖是不是造成泥漿濃度改變的原因。



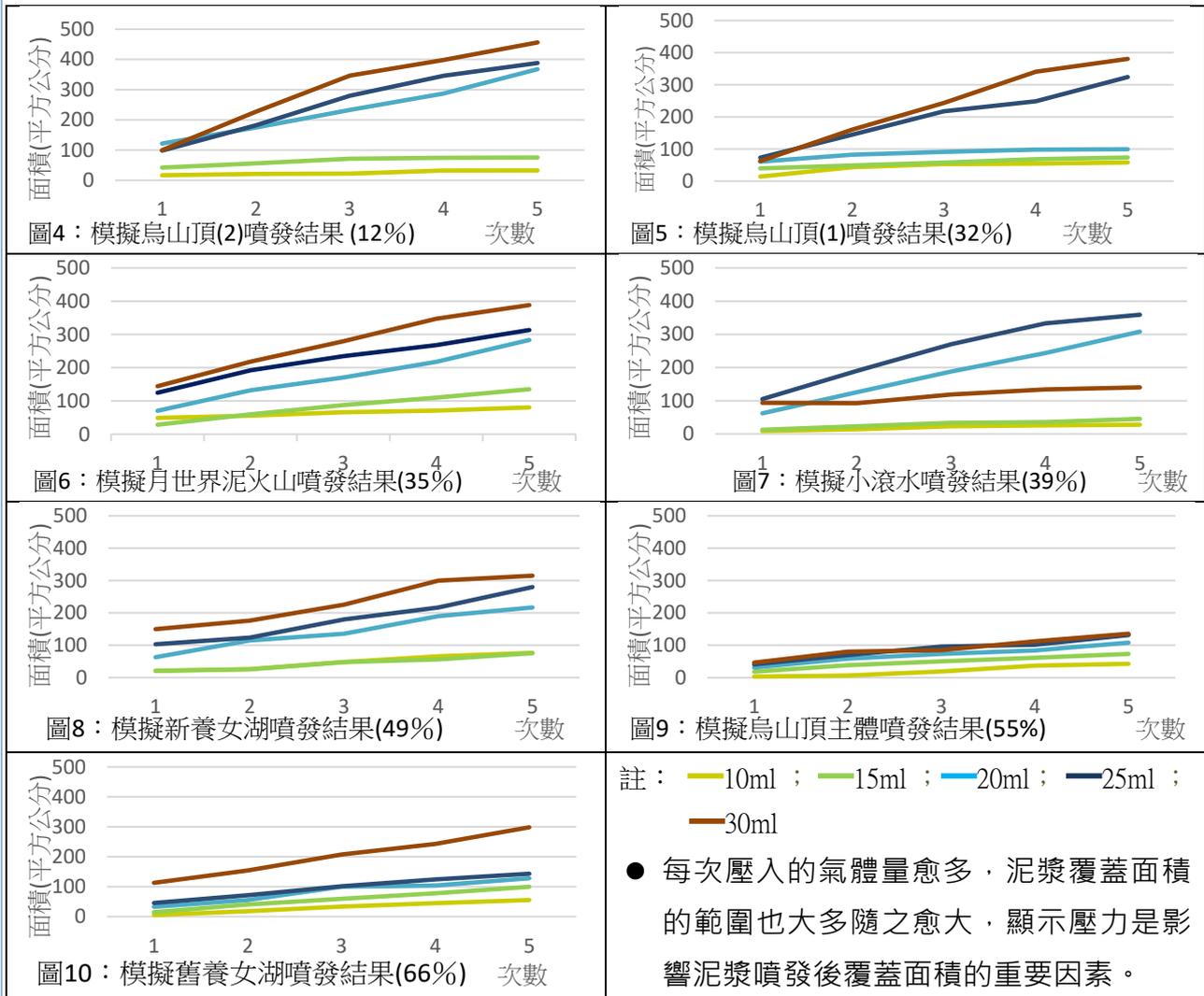
(2) pH 值測量結果：

- 泥火山的泥漿的 pH 值多數在 8.0 以上，僅新養女湖的第三次取樣 pH 為 7.88。
- 泥火山泥漿的 pH 值變化不大。由第一次和第二次的取樣可以發現，燕巢地區的泥火山 pH 值大於田寮地區的泥火山，但第三次的取樣結果顯示兩地區的差異並不明顯。



### 3. 泥漿噴發模擬實驗結果

#### (1) 泥漿覆蓋面積與泥漿濃度、氣體壓力的關係



- 當壓入的氣體量較少時，連續 5 次的噴發對覆蓋面積影響不大，但隨著每次壓入的氣體增加，覆蓋面積的增加也較變得很明顯。
- 泥漿濃度較高的烏山頂主體以及舊養女湖泥火山，在連續 5 次的噴發中，覆蓋面積的改變不如其他泥漿濃度較低的泥火山明顯。這一點尤其在壓入氣體量較多的實驗中，更為明顯。

#### (2) 泥漿累積高度與泥漿濃度、氣體壓力關係

- 由於其他泥漿形成的泥漿堆積非常薄，難以測量厚度，因此以下僅就烏山頂主體、新養女湖以及舊養女湖的泥漿進行測量。
- 三者中，泥漿濃度較稀的新養女湖所形成的堆積物厚度最薄；舊養女湖的泥漿堆積物厚度在 30ml 氣體量的推送下，最終可以超過 1 公分的厚度。
- 泥漿濃度 66% 的舊養女湖泥漿所形成的堆積物，會因為受到不同推進氣體量的影響而形成不同高度的堆積；而烏山頂主體的泥漿和新養女湖的泥漿所形成的堆積物高度與推進的氣體量並無明顯的關係。

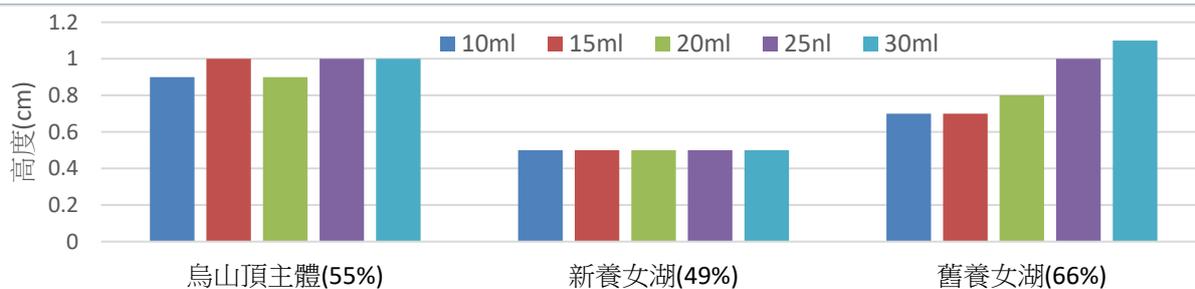


圖11：模擬噴發後泥漿所堆積的高度

## 五、結論與生活應用

### (一) 結論

1. 這三次的探勘以來，各個泥火山的泥漿比例也大致相同，pH 值在期間也無太大變化，但整體泥漿面高度明顯下降，推測是受到乾季地下水面下降的關係。
2. 泥火山的範圍和噴泥口噴發的範圍無明顯關聯，地形和地下水面高低也會對泥火山的範圍有所影響。
3. 模擬實驗結果發現：
  - (1) 泥漿的濃度愈高，堆積物的高度也會愈高。對比探查結果，烏山頂主體是全台灣最高的泥火山，它的泥漿濃度也是扣除舊養女湖的七處泥火山中最高。
  - (2) 濃度越稀的泥漿，泥漿噴出後，會擴散到較大的面積。但烏山頂(2)的泥火山的面積卻沒有新養女湖來得大，推測原因是因為此處的地下水位較低，且氣體壓力不足讓泥漿噴出地表外，因此被侷限在固定範圍。
  - (3) 氣體壓力與泥漿的噴發量、覆蓋面積有正相關，但與堆積的高度沒有明顯關聯。但如果是濃度很高的泥漿，因為流動性較差，在比較高的氣體壓力下，會能累積更高的堆積高度。

### (二) 生活應用

泥火山是台灣重要的地質和觀光資源，在探查過程中，當地的工作人員告訴我們，原本此區會有許多的外國觀光客，台灣在地的觀光客並不太多。但因為疫情關係，現在觀光客人數明顯減少了。希望我們的研究報告能在帶著大家進一步認識這樣珍貴特殊的景觀。

## 六、主要參考資料

1. 泥火山。地質知識服務網地質百科地質百科。

<https://twgeoref.moeacgs.gov.tw/GipOpenWeb/wSite/ct?xItem=143331&mp=105&ctNode=1233>

2. 泥火山種類介紹。燕巢援勤人文協會。<https://www.yenchao.org.tw/?p=1287>

3. 烏山頂泥火山地景自然保留區。林務局自然保育網。

<https://conservation.forest.gov.tw/00001214>

4. 臺灣泥火山小地形。科博館科普學習資源網。

<http://edresource.nmns.edu.tw/ShowObject.aspx?id=0b81a1f92d0b81da1ee00b81db0db9>