

## 摘要

石頭火鍋為阿美族的傳統美食，石頭火鍋的烹煮方式稱為石煮法，石煮法顧名思義是將石頭燃燒後丟入水中加熱，為阿美族人的生活智慧，因為有這種熟食方式，讓阿美族人出門在外無須攜帶任何餐食，只要找到烹煮材料，便可以就地炊事，是十分重要的傳統文化。

本研究試用了八種不同中類的岩石進行實驗，分別是蛇紋岩、花崗岩、石英岩、安山岩、片岩、玄武岩、大理岩、白雲母片岩，再以溫度、TDS、PH 和燃燒後變化等方面來比較這些石材，針對各種實驗的結果進行分析及探討，並找出哪一種石最適合加熱石頭火鍋。而經過所有分析及整理，蛇紋岩的加熱速度，溫續、水質、碎裂情形等，大部分都優於其他岩石，是最適合用來烹煮石頭火鍋的石頭。

## 壹、研究動機

花蓮縣光復鄉的馬太鞍部落有一道家喻戶曉的傳統美食---石頭火鍋，這道美食與一般石頭火鍋不同的地方是，它的鍋子是用曬乾的檳榔葉去製作而成的，而石頭，是使用當地溪水邊的蛇紋岩，經過 4-6 小時的燃燒，加入湯中，與野菜、蝦子、鮮魚所交融出的絕頂美食。不過我就好奇，為什麼一定要用蛇紋岩呢?除了蛇紋岩，還有什麼石頭也適合燃燒並加入湯中，會不會漏網之魚呢?

## 貳、研究目的

- 一、測量不同岩石經燃燒後丟置水中後 TDS(水中溶有的溶解性固體)的變化。
- 二、測量不同岩石經燃燒後丟置水中後酸鹼度的變化。
- 三、測量不同岩石燃燒石表面溫度的變化。
- 四、測量不同岩石經燃燒後表面溫度置入水中的溫度變化
- 五、測量不同岩石經燃燒後丟置水中後的導電度

## 參、文獻探討

馬太鞍石頭火鍋的烹煮方式稱為石煮法，是台灣原住民中阿美族人的生活智慧，因為有這種熟食方式，讓阿美族人出門在外無須攜帶任何餐食，便可在野地中展現烹調的絕活(林瑞珠，2011)，我們由文獻探討中，知道這種石煮法由來已久，並廣為世界各地不同民族應用於無具野炊，文中將針對石煮法的烹煮方式、年代、地區分佈及石材的選用與介紹作一探討，敘述如下：

### 一、石煮法的烹煮方式：

在台灣東部原住民的石煮法，空間上可以區分成火塘、煮食以及煮後棄置的火燒石堆等，若在考古地層中會形成「燒石火塘」和「火燒石堆」兩組不同的遺跡，如圖(一)(趙金勇等..，2013)，由遺跡可見，石塘應該是為烹煮食物所作的建造，可見石煮法是東台灣原住民主要的烹煮方式。

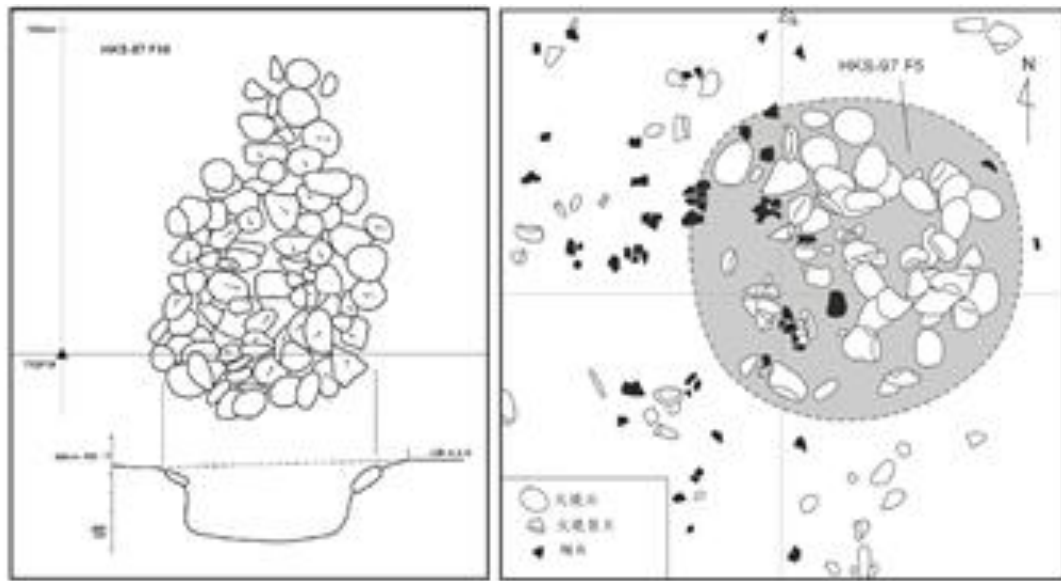


圖 1：燒石火塘(左)和火燒石堆(右)

而馬太鞍石煮火鍋，是當地原住民為了在野外烹煮食物，就地取材以檳榔葉來製作鍋子，把魚蝦野菜等食材裝入，然後利用柴火碳烤石頭，當石頭燒成火紅之際丟入檳榔葉容器裡，水就會沸騰滾燙，利用多次來回的丟入火紅石頭就會把食物煮熟如圖 2。



圖 2：馬太鞍石煮火鍋

## 二、石煮法的地區分布

在台灣地區，葉美珍（2008）研究花蓮豐濱貓山遺址時發現多處的食物處理場所，這些包含了灰坑、火塘，由出土的燒裂石頭殘片推斷，貓山遺址居民的煮食方法為石煮法，此遺址年代介於距今 700 到 500 年前，屬於新石器時期晚期或金屬器時期的遺址（國立臺灣史前文化博物館 網路資料）。趙金勇等(2013)研究花崗山遺址石發現燒火石塘及火燒石堆，也推斷此為石煮法遺跡，花崗山文化存在時間約在距今 3000-1500 之間約與卑南文化、麒麟文化同期。貓山遺址位於豐濱地區，花崗山遺址位於花蓮市，都分布都東台灣地區，年代由 3000 年前至今，而阿美族人也將此視為傳統文化保存至今。

### 三、石煮法石材的選用

一般經驗，石煮法選用的石材須具備質地緻密之特性，在燃燒過程中，較不易崩裂。而質地上玄武岩優於變質砂岩、優於石英岩、優於花崗岩（或其他火山岩如安山岩等），花崗山遺址出土火燒石則以變質砂岩為多，次為細質的變質玄武岩，質地普遍比較緻密，符合預期(趙金勇等..，2013)。石煮法石材的選用理當考量方便性、耐熱性、導熱性、保溫性、及安全性。方便性係指能就地取材，無須隨身攜帶，且大小重量適中。耐熱性不佳之石材，無法承受高溫，有爆裂或粉化可能，影響食物衛生及人身安全。導熱性不佳之石材耗費能源並延長烹飪時間。保溫性不佳的石材，散熱速度快，須要重複多次方得煮熟食物，增加烹飪不便（蕭佳賓等，2012）。依馬太鞍石頭火鍋現場所見石材為蛇紋岩，依原住民文化學習網（2008）指出阿美族用於石煮法之石材為麥飯石，應該都是先民由烹煮經驗中所選用的石材。

### 四、石材介紹

台灣地區礦石可分成三大類：1、火成岩，2、沉積岩，3、變質岩（吳文雄、楊燦堯、劉聰桂，2005）。依據文獻顯示台灣地區石煮法所用石頭以火成岩和變質岩為主（吳文雄等，2005），沉積岩是地表岩石遭受侵蝕與風化後形成的岩石碎屑，所以不合適做為無具野炊石煮法之器材（陳文山，2002）。變質岩是指原來已存在的沉積岩、火成岩或變質岩，經由變質作用而成。台灣東部正是處於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊的碰撞帶，使得歐亞大陸邊緣的岩層產生變質，因此中央山脈出露多種變質岩有片麻岩、大理岩、

片岩、板岩（陳文山，2002）。是故，本實驗選擇玄武岩、蛇紋岩、安山岩、花崗岩、石英岩、大理岩、片岩、白雲母片岩及大理石為石煮法石材，將其介紹如下：

編號	石材	特徵	質地及硬度	其他特徵	採集地點
1	多孔狀玄武岩	多孔且重重	硬度6-7之間	深色 深灰色至	冰島玄武岩
2	蛇紋岩	無葉理	硬度6-7之間	具油脂光澤，綠色、黃色或黑色	壽豐荖溪
3	安山岩	多結晶顆粒	硬度 6-7 之間	主體深灰色混有其他顏色	鹽寮海灘
4	花崗岩	結晶顆粒粗	硬度 6-7 之間	白色、灰色、粉紅色，黑色礦物結晶	七星潭海灘
5	石英岩	無葉理	硬度6-7之間	具融合的石英顆粒	花蓮溪出海口
6	片岩	具片理	硬度 5-6 之間	容易沿片理被敲碎	七星潭海灘
7	白雲母片岩	具片理	硬度 5-6 之	很難敲碎，白雲母結晶明顯	瑞穗紅葉溪
8	大理岩	無葉理	硬度 3	可與鹽酸反應，產生 CO <sub>2</sub>	七星潭海灘

表 1:石材介紹及比較

## 肆、實驗器材

一、各種岩石:蛇紋岩、花崗岩、石英岩、安山岩、片岩、玄武岩、大理岩、白雲母片岩



圖 3:實驗石材

二、燃燒器材:卡式爐、瓦斯罐、長夾、烤肉架

三、測量用具:飲用水、燒杯、溫度計、紅外線溫度計、TDS 計、PH 計



圖 4:實驗總器材

## 伍、實驗過程與方法

一、研究流程：



圖 5:研究流程圖

二、實驗步驟

### (一)石材燃燒步驟與方法

將要燃燒的石頭(50-100 公克)清洗乾淨後，放置在卡式爐上燃燒四十分鐘，並每十分鐘翻面一次，待時間到，測量其石頭的表面溫度並記錄。



圖 6：重量測量示意圖



圖 7：燃燒石材示意圖

### (二)水質測量步驟與方法:

取一杯 200 毫升的逆滲透飲用水，並把 PH 計較正為 7.0，測量燒杯內 TDS、PH、水溫等並記錄。再來將燃燒好的石頭放入 200 毫升的水中，觀察其上升之最高溫度，並用 TDS 計測量水中溶有多少毫克溶解性固體並記錄。再以 PH 計測量水的酸鹼度，並記錄之。

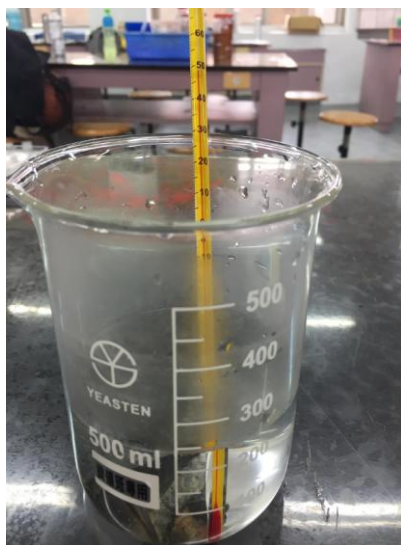


圖 8：溫度測量示意圖



圖 9：TDS、PH 測量示意圖

(三)石頭變化情形測量與方法:觀察石頭放入水中後的狀態並記錄，例如石頭碎裂情形，顏色變化等。



圖 10：丟入石頭加熱示意圖



圖 11：觀察石頭水質變化示意圖

## 陸、實驗與討論

### 一、石材加熱溫度上升變化

(一)加熱不同石材，放入水中溫度變化情形，實驗紀錄如下表：

加熱時間 石材	10 秒	20 秒	30 秒	40 秒	50 秒	60 秒
蛇紋岩	44.6	58.9	79.1	91.2	96.1	95.6
石英	43.4	57	77.4	86.6	91.8	91.8
花崗岩	45.3	59.9	82.3	89.9	96.6	96.3
安山岩	44.1	55.7	77.9	88.5	95.1	94.9
片岩	43.3	57.1	78.5	89.8	89.8	84.1
玄武岩	43.2	56.8	77.1	87.1	88.2	86.6
大理岩	41	52.6	75.3	84.9	85.5	81.9
白雲母片岩	43.5	57.4	79	89.5	90.2	85.6

表 2：石材溫度變化紀錄表



(二)分析圖表如下圖：

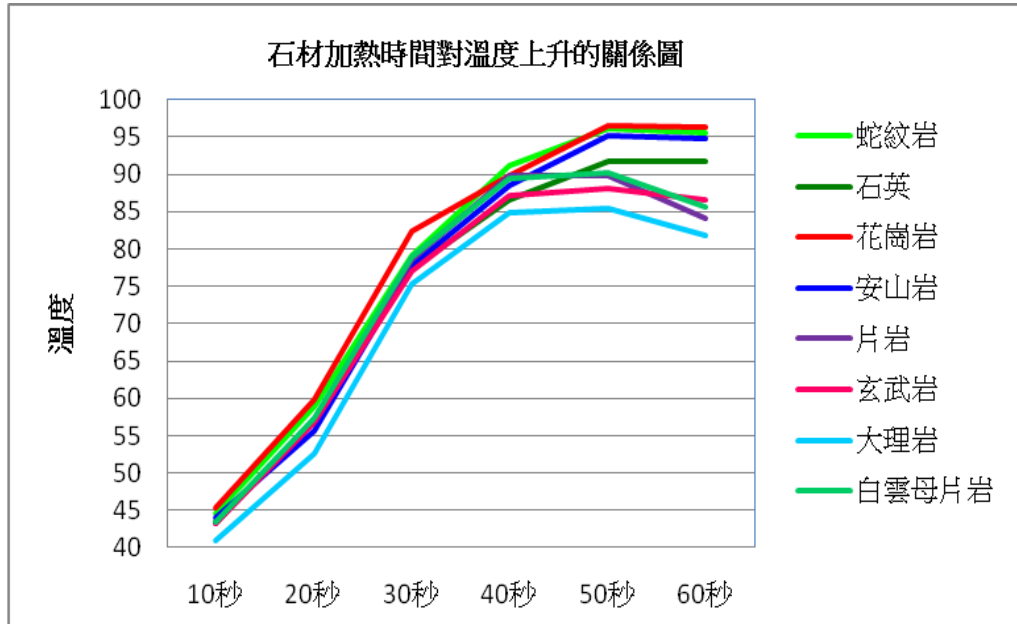


圖 12: 石材加熱時間對溫度上升的關係圖

(三)實驗分析：

各種石材加熱後放入水中 40 至 50 秒後，是水溫最高的時候。而比較各種石材溫度上升的速度，而其上升速度以花崗岩最快，其次是蛇紋岩，再來是安山岩、石英岩、白雲母片岩、片岩、玄武岩、大理岩。我們若以水溫上升速度的條件來選擇石材，安山岩和蛇紋岩是很好的選擇，而玄武岩和大理岩為最較差。

二、石材置入水中水溫的最高溫度：

(一)實驗紀錄：

石材 溫度	蛇紋岩	石英	花崗岩	安山岩	片岩	玄武岩	大理岩	白雲母 片岩
第 1 次	95.7	91.5	95.9	95.3	89.7	88.4	85.3	90.3
第 2 次	95.4	92.0	96.0	95.2	89.7	88.1	85.5	90.3
第 3 次	95.9	91.9	95.8	94.8	90.0	88.1	85.7	90.0
最高溫度 平均	95.6	91.8	95.9	95.1	89.8	88.2	85.5	90.2

表 3：石材加熱之水最高溫度紀錄表

(二)分析圖表如下圖：

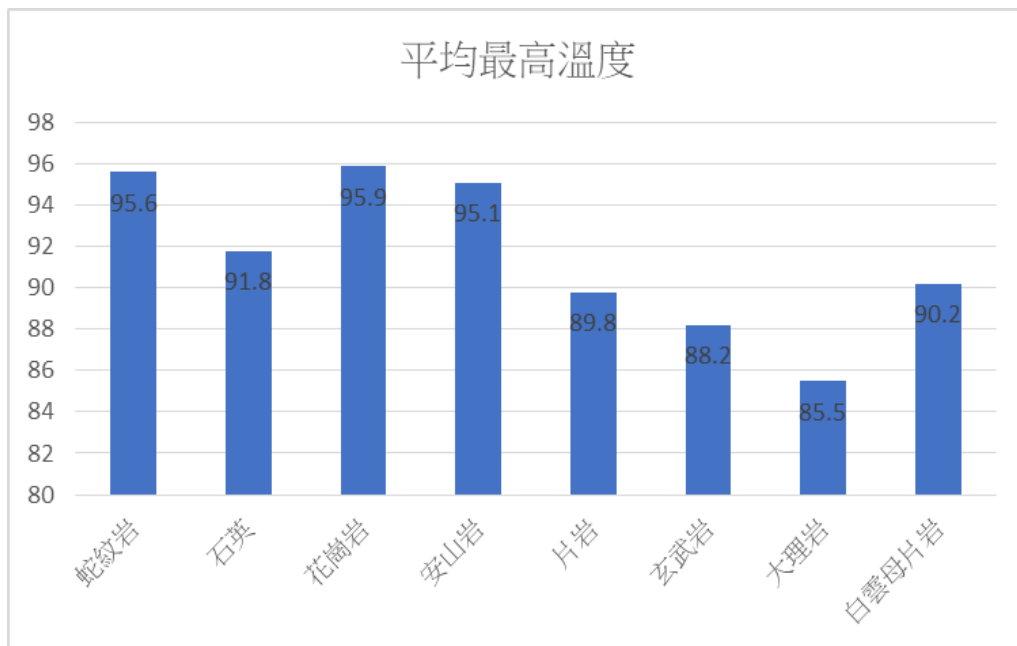


圖 13：石材加熱之水最高溫度比較

(三)實驗分析：

由上圖及表格可得知，花崗岩經燃燒後置入水中，平均水溫最高能到達 95.9 度，為實驗所有石頭中最高的；再來是蛇紋岩，置入水中的水溫最高能達到平均 95.6°C；接著是安山岩，置入水中水溫平均可以達到 95.1°C；玄武岩平均只達 88.2°C，大理岩平均只能達到 85.5°C。由此可知，如果要以溫度最高來作為選材條件，花崗岩將冷水加熱的效果最高最好，再來是蛇紋岩、安山岩，玄武岩及大理岩效果較不好。

三、丟入水中最高溫溫續:

(一)實驗記錄:

石材 溫續	蛇紋岩	石英	花崗岩	安山岩	片岩	玄武岩	大理岩	白雲母 片岩
第 1 次	22.8	20.9	21.6	22.2	19.6	18.4	15.5	20.0
第 2 次	22.6	20.9	20.3	22.2	19.7	18.1	15.8	21.1
第 3 次	22.7	20.9	21.1	21.9	20.1	17.5	15.3	20.4

平均	22.7	20.9	21.0	22.1	19.8	18.0	15.5	20.5
----	------	------	------	------	------	------	------	------

表 4：石材加熱水之溫續紀錄表

(二)分圖表如下圖：

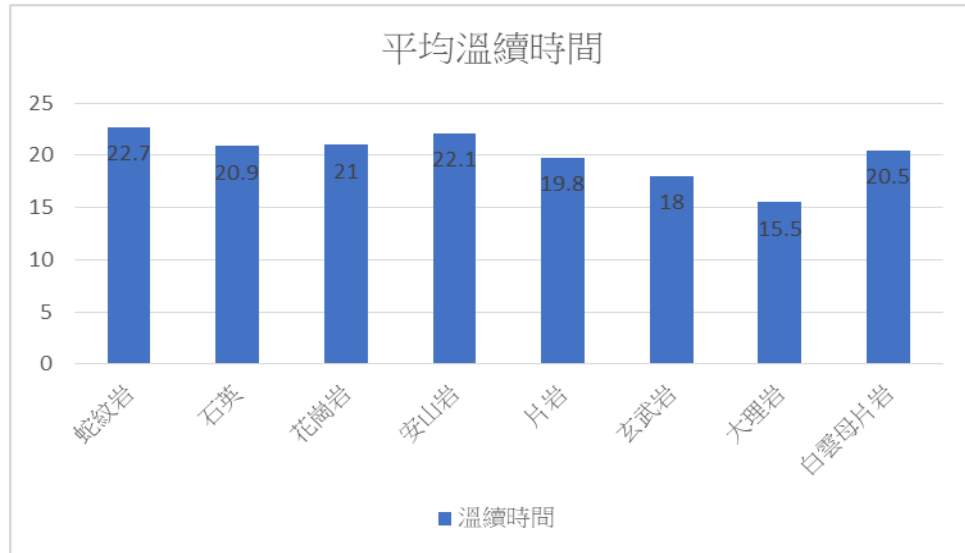


圖 14：石材加熱水之溫續比較圖

(三)實驗分析：

溫續是指石頭加熱水至最高溫所持續的時間。由上表和上圖可以得知，蛇紋岩的最高溫續平均可高達 22.7 秒，石英的最高溫續時間平均為 20.9 秒，花崗岩的最高溫續時間平均為 21 秒，安山岩的最高溫續時間平均為 22.1 秒，片岩的最高溫續時間平均為 19.7 秒，玄武岩的最高溫續時間平均為 18 秒，大理岩的最高溫續平均為 15.5 秒，白雲母片岩最高溫續時間平均為 20.5 秒。溫續好的石材，可以使水持續受熱以維持高溫，所以如果要以保溫效果最佳為選材條件，蛇紋岩是最佳選擇，大理岩最差。

#### 四、燃燒完平均最高的表面溫度(30 秒後):

##### (一)實驗記錄：

石材 溫度	蛇紋岩	石英	花崗岩	安山岩	片岩	玄武岩	大理岩	白雲母 片岩
第 1 次	310.0	309.0	307.4	306.6	306.9	301.0	301.0	307.5
第 2 次	309.8	308.1	307.0	306.3	306.6	300.9	301.0	306.7
第 3 次	301.2	308.4	307.2	306.3	306.9	301.1	301.4	306.8
平均	310.0	308.5	307.2	306.4	306.8	301.0	300.5	307.0

表 5:石材表面最高溫度記錄表

##### (二)分析圖表如下圖：

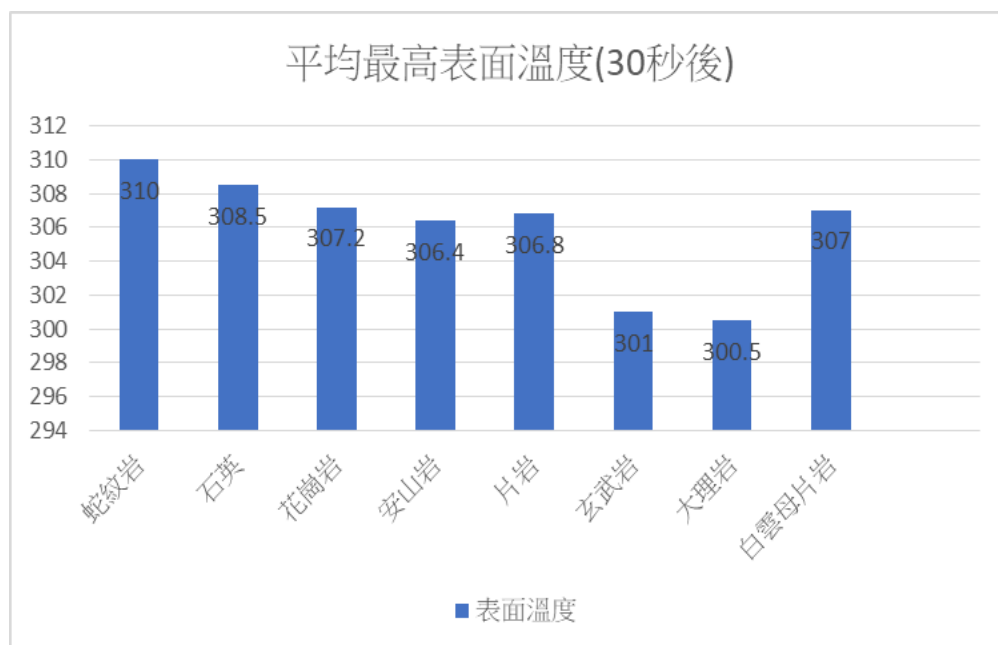


圖 15：表面溫度比較圖

##### (三)實驗分析：

由上圖、表可以得知，由於剛燃燒完的溫度太高，紅外線溫度計無法測量，所以燒後靜置 30 秒，再進行測量。蛇紋岩最高的表面溫度 310°C 為最高，石英平均的表面溫度 308.5°C 度第二高，花崗岩平均的表面溫度平均為 307.2°C 度是第三高，而玄武岩的表面溫度平均為 301°C 次低，大理岩平均為 300.5°C 最低。

## 五、TDS 測量(水中溶有的溶解性固體)

### (一)實驗記錄：

TDS \ 石材	蛇紋岩	石英	花崗岩	安山岩	片岩	玄武岩	大理岩	白雲母片岩
平均	21.7	26.4	24.1	22.9	28.8	24.9	28.5	26.9

表 6:水的 TDS 值紀錄表

### (二)分析圖表如下圖：

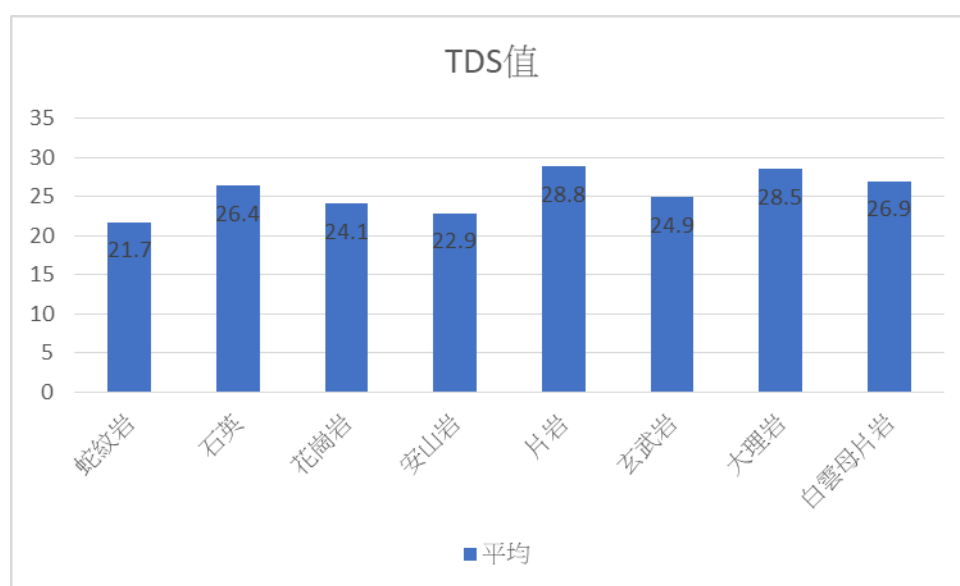


圖 16：水的 TDS 比較圖

### (三)實驗分析：

由上圖、上表可以得知，蛇紋岩的 TDS 質為 21.7，是八種岩石中最少的，所以蛇紋岩經燃燒後丟入水中，會釋放出來的物質較少，比較適合用來做為烹煮的材料，相反的，片岩經燃燒丟入水中加熱，TDS 值 28.8 為八者最高，可見片岩會釋放出來的物質較多，最不適合用來進行加熱。

## 六、PH 測量(酸鹼度)

### (一)實驗記錄:

石材	蛇紋岩	石英	花崗岩	安山岩	片岩	玄武岩	大理岩	白雲母片岩
PH								
平均	7.0	7.2	7.3	7.0	7.2	7.4	7.6	6.9

表 7：水的 PH 值比較圖

### (二)實驗分析圖表如下圖：

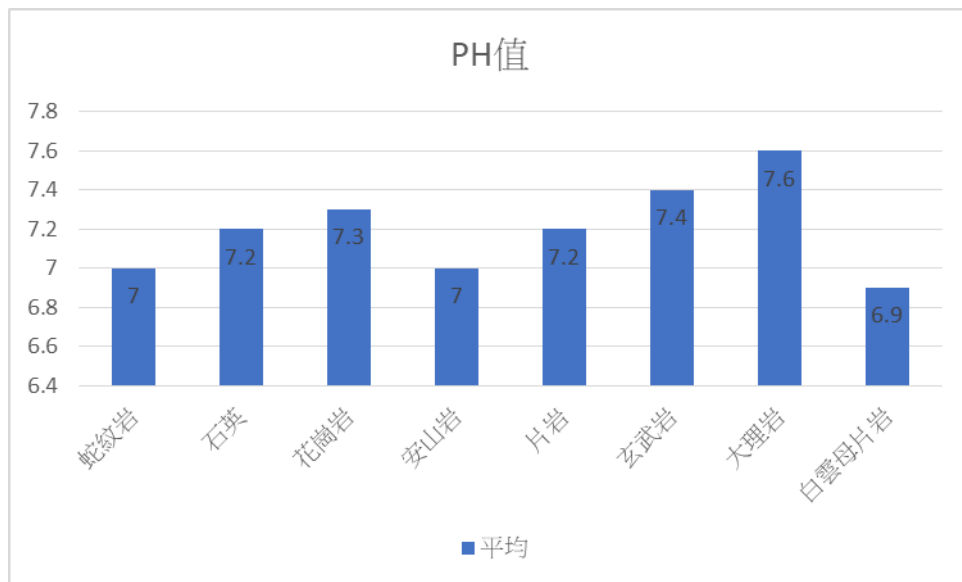


圖 17：水的 PH 值比較圖

### (三)實驗分析：

由上圖和表可以得知，不同石頭水中加熱，水的酸鹼度會有變化。測量結果如下：蛇紋岩丟入水中後，水平均的 PH 值為 7.0，石英丟入水中平均的 PH 值為 7.2，花崗岩丟入水中平均的 PH 值為 7.3，安山岩丟入水中平均的 PH 值為 7，片岩為 7.2，大理岩為 7.6，白雲母片岩為 6.9。所有石頭中，大理岩改變的 PH 值最多，變為鹼性。

七、石頭變化情形：

(一)顏色變化：



白雲母片岩燃燒前後顏色比較



白雲母片岩經燃燒後部分變白



蛇紋岩燃燒前後顏色比較



蛇紋岩經燃燒後部分變紅

表 8:石頭燃燒後之顏色變化

(二)石頭碎裂情形與水質狀況：



圖 18 燒過程中蛇紋岩炸裂

說明：蛇紋岩在燃燒時竟然炸開，當時一生蹦的聲響，蛇紋岩就炸成兩半，所以在燃燒石頭時千萬要小心。



圖 19：蛇紋岩加熱後的水質

說明：上圖為蛇紋岩加入水中後的水質狀況，可以看到水十分清澈，並無碎屑產生，適合用來加熱石頭火鍋。



圖 20：石英加熱後的水質

說明：上圖為石英入水中加熱後的水質狀況，而石英丟入水中會產生細細的白色碎屑，並不是合用來置入水中加熱。





圖 21：:花崗岩加熱後的水質

說明：由上圖可知，花崗岩內礦物許多，所以丟入水中加熱後會產生許多碎屑，並不適合用來丟入水中進行加熱。



圖 22:安山岩加熱後的水質

說明：由上圖可以看到，安山岩丟入水中加熱會產生碎屑，碎屑雖然很細，但為了安全著想不適合用來加熱石頭火鍋。



圖 23:片岩加熱後碎裂情形

說明：上圖為片岩加熱後的情形，可以看到片岩在加熱後就裂開，所以燃燒時要特別注意安全。

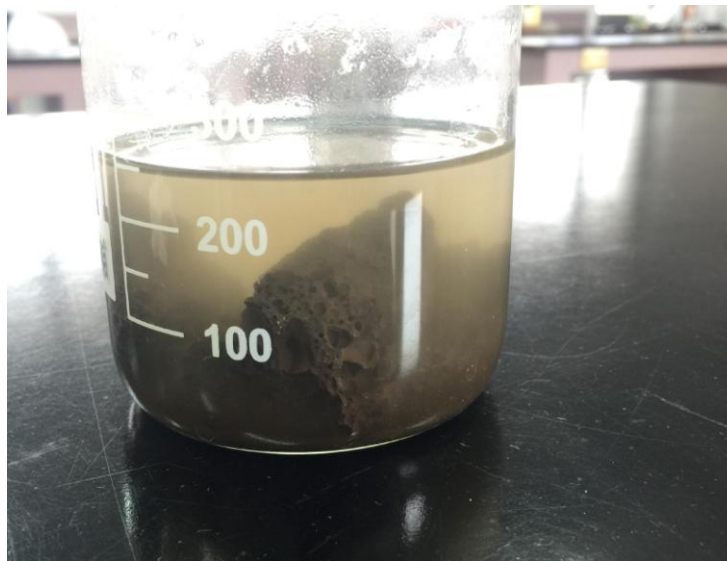


圖 24:玄武岩加熱後水質

說明：上圖為玄武岩丟入水中加熱的情形，可以看到水質十分混濁，燒杯度不還有一些泥沙，雖然我們有淨泡及清洗過，可是依舊如此，可見玄武岩十分不適合用來加熱石頭火鍋。



圖 25：:大理岩加熱後的水質

說明：上圖為大理岩丟入水中加熱的情形，可以看到水裡有細細白色碎屑，不適合用來加熱石頭火鍋。



圖 26：白雲母片岩加熱後的水質

說明：上圖為白雲母片岩丟入水中加熱情形，可以看到水中含有一點小碎屑，雖然不多，但基於安全考量還是不適合用來加熱石頭火鍋。

(三)石頭燃燒變化紀錄整理如下表：

變化 \ 石材	蛇紋岩	石英	花崗岩	安山岩	片岩	玄武岩	大理岩	白雲母片岩
產生爆裂	✓							
產生碎屑		✓	✓	✓	✓		✓	✓
溶液混濁						✓	✓	
岩石變色	✓			✓	✓	✓		✓

表 9:石頭燃燒變化整理表

## 柒、結論

- 一、由實驗一，溫度上升速度的實驗，蛇紋岩、花崗岩和安山岩的上升速度都十分快速，依傳熱性來看，三者都適合當作石煮火鍋的石材。
- 二、由實驗二，加熱後最高水溫的實驗中，同樣以蛇紋岩、花崗岩、安山岩溫度最高。
- 三、溫續的測量實驗，依舊以蛇紋岩、花崗岩和安山岩最高溫沿續時間最久，能夠達到蓄熱效果，是適合用來加熱石煮火鍋的石材。
- 四、表面溫度的實驗中，蛇紋岩、石英岩、花崗岩為溫度最高三者，代表三者吸收熱量較高，應是提供加熱冷水的好石材。
- 五、TDS 值測量實驗中，以蛇紋岩，安山岩、花崗岩的 TDS 值為最低，表示加熱過程中釋放出來的物質較少，比較安全、健康，較不影響水質。
- 六、PH 值的測量，大理岩的變化量最多，再來是玄武岩，變化量為第二多，而大理岩在加熱過程中水的 PH 質變為 7.6。
- 七、實驗七、八，觀察石頭加熱後的變化，玄武岩的水質最混濁，而石頭碎裂的大小以花崗岩顆粒最大，安山岩、石英、片岩、白雲母片岩也都含有碎屑，其中大理岩碎屑最多且最細，最不適合用來加熱石煮火鍋；所有加熱的石材中，蛇紋岩的水質最為乾淨，只是在燃燒過程中有爆裂現象，石蛇紋岩加熱後水質最好，應該是最好的石材選擇。
- 八、花蓮盛產大理石，歸納其實驗數據發現，大理石加熱後本身溫度不高，溫續表現不佳，熱水能力只達約 88°C，TDS 也最高，加熱後也產生許多碎屑，應不是先民石煮法選用的

石材。

九、蛇紋岩不但溫度高，溫續能力強，TDS 值也最少，而且在加熱時也沒有碎屑產生，綜合以上條件，本研究認為蛇紋岩是最適合加熱石煮火鍋的石材

## 捌、參考文獻

一、葉美珍（2008），論貓山遺址與卑南社關聯性，臺東文獻復刊-14

二、原住民文化學習網（2008）。阿美族--阿美族用於石煮法之石材為麥飯石。

網頁出處：<http://teacher.ttcps.tpc.edu.tw/~indi/index4.php?main=1#top>

三、趙金勇、劉益昌、鍾國風(2013)，花岡山遺址上層類型芻議

四、花蓮縣奇美部落阿美族文化傳承地(2011)-原住民族季刊

五、蕭佳賓、桂景星、陳麗敏、陳彥婷、陳祖欣、廖奕璿、劉秣榛、詹雲雅等(2012)-無具炊事石煮法研究

六、吳文雄、楊燦堯、劉聰桂（2005），台灣的岩石，台北縣：遠足文化。

七、陳文山（2002），台灣的岩石，台北縣：遠足文化。