

叩叩叩！請問您的性別？

作品說明書

壹、摘要

一般而言，區分石板公母的方式主要有三種：

1. 敲擊石板，發出的聲音較清脆的為公的，聲音低沉的為母的。
2. 觀察顏色，顏色較深的為公的，較淺的為母的。
3. 用火測試，公的較不易裂開或破裂，母的較容易。

在這次的研究中，我們主要探討第一個方式，由於聲音的清脆及低沉在判斷上較為主觀，部落老師有豐富的經驗，立刻就可以分辨出石板的公母，但是我們自己在分類時，卻時常無法判斷或判斷錯誤，因此我們要想辦法找出標準的方式分類石板。

研究結論如下：

- 一、公母石板受到敲擊時，發出的音頻會有不同，其中以公石板較高(>4500Hz)。
- 二、同一塊石板，敲擊的位置不同，發出的音頻會有不同。
- 三、公母石板的密度無法準確得知是否會有不同，需要思考不同的方式測量體積。

貳、研究動機

由於在台灣南部山區富有大量的板岩，因此石板是排灣族及魯凱族生活中很重要的物品，如舊好茶依山形用石板建構出部落的地基，並以石板為主要建材，搭建石板屋，排灣族的部落中也有許多的石板建築，雖然大社、瑪家及好茶部落族人大部份都遷移至禮納里，並住進現代化的水泥永久屋，但在部落中仍不乏許多石板的裝飾；部落的美食之一石板烤肉，也是利用石板進行料理，但是並不是所有的石板都可以做這些使用，在部落老師的指導下，我們知道石板大致可分為公的和母的兩種，公的較硬也較密，也因此較能承受溫度變化，母的則相反。

一般而言，區分石板公母的方式主要有三種：

1. 敲擊石板，發出的聲音較清脆的為公的，聲音低沉的為母的。
2. 觀察顏色，顏色較深的為公的，較淺的為母的。
3. 用火測試，公的較不易裂開或破裂，母的較容易。

在這次的研究中，我們主要探討第一個方式，由於聲音的清脆及低沉在判斷上較為主觀，部落老師有豐富的經驗，立刻就可以分辨出石板的公母，但是我們自己在分類時，卻時常無法判斷或判斷錯誤，因此我們要想辦法找出標準的方式分類石板。

參、 研究目的

- 一、石板的公母受到敲擊時，發出的音頻是否會有不同。
- 二、同一塊石板，敲擊的位置不同，發出的音頻是否會不同。
- 三、公母石板的密度是否有不同。

肆、 研究設備及器材

一、設備及器材：

1. Fischer technik 積木



2. 彈珠 4 顆
3. 公母石板數塊



4. 自製量筒一個(裝入部份水後，再以量筒每 50ml 加入一次並做記號)



5. 磅秤一個



伍、 研究過程及方法

一、瞭解聲音的清脆與低沉的定義為何。

我們進行了資料的搜尋，發現聲音主要有三個部份，分別是音頻、響度及音色，其中我們認為聲音清脆的應該是因為音頻較高，因此決定以測試音頻的方式進行實驗，在試過許多音頻測試的 app 後，發現因為石板敲擊後發出的聲音不像樂器是規則的，所以都無法很準確量出音頻，因此我們決定採用錄音後再以 audacity 進行分析，找出最大響度的音頻。

二、分類石板。

我們先自行用學過的知識判斷石板的公母，並進行分類；分類完成後再由部落老師檢查，結果有部份的石板分類錯誤，而且老師檢查後我們才知道有的石板在同一塊上就同時有公的部份及母的部份。

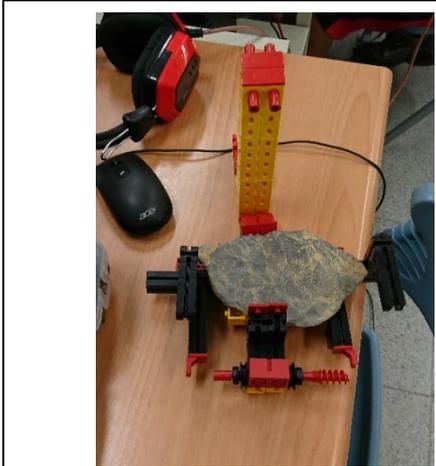


三、製作發球機。

為了控制敲擊的力道、位置以及角度，我們決定製作發球機，使用彈珠做為敲擊工具，我們便著手研究發球機的原理，並利用學校現有的 fischer technical 零件製作發球機，並配合實驗需要，設計成實驗裝置。



分組進行，一部份人完成支架，一部份人完成發球裝置。



完成後的支架及底座，為了配合石板大小不一，設計成可調式的。。



將兩組完成後的部份組合起來，並裝上馬達，完成發球機。

四、記錄每個石板的基本物理性質

測量每個石板的重量(質量)，再用排水測量法測量它的體積，進而算出每個石板的密度，由於實驗室的量筒都無法放入整塊石板，因此我們自己以保特瓶每次加入 50ml 的水並做上記號，做為測量的量筒，但由於底面積較大，水面上升的幅度並不明顯，因此在這個步驟的實驗中誤差較大。



使用排水測量法找出石板的體積。



使用小磅秤找出重量(質量)。

五、進行實驗，以彈珠敲擊石板並進行錄音。

我們將每個石板都進行四次的敲擊，並進行錄音。

公的及母各取一塊，在 3 個不同的位置分別再進行四次敲擊。



在石板上記錄彈珠敲擊的位置。

彈珠也都有公差，因此開始實驗前要先進行調整。



在機器底下鋪上桌布，防止彈珠掉落不斷反彈造成聲響，同時也降低掉落後的聲音。

六、分析錄音檔。

將錄音檔載入 audacity，人工方式找出彈珠敲擊石板的時間，並向後取 0.05 秒的音訊，進行頻譜描繪，取其中響度最大且音頻較高的一至三個頻率做為敲擊聲的頻率代表，並記錄下來。

<p>取其中響度最大且音頻較高的一至三個頻率做為敲擊聲的頻率代表。</p>	<p>進行音頻分析。</p>

七、將記錄的資料分析整理。

將各石板敲擊後產生的頻率用平均數方式表示，並由此進行實驗的分析。

陸、 研究結果

每次敲擊取其中響度較大、頻率較高的三個頻率做為代表，其中若明顯有其中一個或兩個頻率發出的響度較大時，我們只採用該頻率做為代表。

公石板：(總平均：5025，去除頭尾各一極端值平均：5012)

	公 1	公 1-1	公 1-2	公 1-3	公 2	公 3	公 4	公 5
體積 (cm ³)	50				30	250	250	250
重量 (質量) (g)	160				60	610	610	610
密度	3.2				2	2.44	2.44	2.44
第一次 敲擊	5847	6197	5052	6017	6686	5107	5885	5106
	5574	5864	2835	5275	6410	2787	6215	3264
	6277	4112	6314	2805	3389	4420	5067	6534
平均	5899	5391	4734	4699	5495	4105	5722	4968
第二次 敲擊	5869	6703	5105	5993	6997	5124	1565	5881
	5577	3428	6018	5078	3432	2916	5924	3193
	6274	6356	2740	2176	6349	5918	5029	5372
平均	5907	5496	4621	4416	5593	4653	4173	4815
第三次 敲擊	5855	5143	6022	5194	6758	5147	1564	2904
	5584	4315	5111	5942	3368	2783	5916	3229
	6268	6167		4312	6258	3250	5028	5357
平均	5902	5208	5567	5149	5461	3727	4169	3830
第四次 敲擊	5860	5093	4494	5219	6742	5281	5670	5169
	5590	6205	6015	5892	3368	2781	6252	2917
	6275		2727	3252	6380	5142	5100	6186
平均	5908	5649	4412	4788	5497	4401	5674	4757
總平均	5904	5436	4833	4763	5511	4221	4935	4593

母石板：(總平均：4167，去除頭尾各一極端值平均：4055)

	母 1	母 1-1	母 1-2	母 1-3	母 2	母 3	母 4	母 5
體積 (cm ³)	50				150	150	150	150
重量 (質量) (g)	240				70	345	425	350
密度	4.8				0.466	2.3	2.3	2.83
第一次 敲擊	2834	5329	5322	3415	4117	4478	2091	3931
	4966	2833	2830	3811				
	5806	2181	2507	3187				
平均	4535	3448	3553	3471	4117	4478	2091	3931
第二次 敲擊	2804	5278	5278	2888	4159	4415	1508	6617
	3238	2818	3331	2195				4787
	2111	3331	2817	6380				
平均	2718	3809	3809	3821	4159	4415	1508	5702
第三次 敲擊	2824	5329	5329	2906	4164	5767	6443	6566
	3244	2832	2832	2196				
	5029	2181	2182	5038				
平均	3699	3447	3448	3380	4164	5767	6443	6566
第四次 敲擊	2821	5098	5098	5753	4212	6163	5262	6315
	3256	3292	3292	5419				
	4997	5612	2765	3297				
平均	3691	4667	3718	4823	4212	6163	5262	6315
總平均	3661	3843	3632	3874	4163	5206	3826	5629

我們將密度與石板發出的聲音頻率進行了相關係數計數(Excel 的 correl 函數)，結果為 -0.06，表示密度和石板的公母及發出的頻率並沒有相關性，然而，由於體積計算的方式有較大的誤差，我們無法肯定這樣的結果，未來可以再思考更好的方式進行測量。

由表格中可得知敲擊公石板發出的聲音的頻率大多在 5000Hz 上下，僅 3 號石板發出的頻率較低；母石板則大多在 4000Hz 以下，僅 3 號及 5 號石板發出的 5000Hz 以上的頻率。進一步進行平均值的計算後(去除極端值及不去除)，公石板總平均：5025，去除頭尾各一極端值平均：5012，母石板總平均：4167，去除頭尾各一極端值平均：4055，有接近 1000Hz 的差異。

同一塊石板，分別敲擊不同位置，所發出來的聲音頻率也不同，驗證了部落老師在分石板時所說的，同一塊石板不會都只是公的或母的，每塊石板的分布也都不一樣。

柒、 討論

討論 1：公石板 3 號及母石板 3、5 號敲擊後發出的頻率和其他同類石板有明顯的不同？

我們猜測應該是部落老師的分類錯誤，但仍需要進行其他的分析才可以確定，未來會再針對另外兩種石板的判斷方式，即顏色(亮度)及耐熱的測試進行實驗。由此也可以知道，即使是經驗豐富的部落老師也可能會有分類錯誤或有爭議的部份，因此，若能將這些數據標準化，也可以減少這些問題的產生。

討論 2：石板公母敲擊後發出不同的頻率，是否可以做為日後分析參考，及標準為何？

在經過分析後，我們認為用彈珠敲擊後發出的代表音頻在 4500Hz 以上的則會分類為公石板，以下則為母石板，雖然這可以解決我們在分類時僅憑經驗判斷時的不足，但是在上山搬運石板時，若要使用儀器進行敲擊，又需要使用電腦錄音再分析，程序上較繁複，在討論後，我們認為敲擊、錄音、分析應該可以由機器一次進行會更好，但目前沒有找到相關的儀器，若能製做這樣的儀器，在部落耆老上山取石板時就可以更輕鬆，也可以減少分類錯誤的問題。

討論 3：頻譜分析的方式探討。

在進行頻譜分析時，我們直接視低頻聲音為背景噪音，但實際上是否真的是背景噪音，我沒有進行採樣及分析，實際上應該要再採樣目標音訊前一段的背景噪音進行分析及比較會更為準確。

捌、 結論

- 一、公母石板受到敲擊時，發出的音頻會有不同，其中以公石板較高(>4500Hz)。
- 二、同一塊石板，敲擊的位置不同，發出的音頻會有不同。
- 三、公母石板的密度無法準確得知是否會有不同，需要思考不同的方式測量體積。

玖、 參考資料

1. 科學小原子 #46 魯凱族-石板烤肉
<https://www.youtube.com/watch?v=Eg5QX4GnCiM>
2. 應用聲紋分析原理於建築物隱藏管路探測之研究
<https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/030810.pdf>