

野柳風景石真相？

高小組地球科學科第一名

台北市內湖區東湖國民小學

作者：甘明仁、洪啓仲
陳啓文

指導教師：張永欽、羅清水

一、研究動機

去年暑假學校舉辦科學夏令營到北海岸研究地形、地質，到了野柳我們發現奇形怪狀的岩石，而且地面上有許多坑洞，形成一幅巧奪天工的自然美景，它們是怎樣形成的呢？老師說：那是因為海水的侵蝕作用和風化的結晶，但它們形成過程及原因，希望你們去探討。因此我們着手去探討野柳風景石真相？

二、研究目的

- (一)了解野柳風景區岩石的特性與地形結構。
- (二)探求節理形成的原因。
- (三)研究了解蕈狀石的形成過程。
- (四)實驗研究奇形石的成因與過程。
- (五)實驗研究差異侵蝕的過程。
- (六)探討海蝕平台坑洞（海蝕洞）的成因。

三、研究設備器材

地圖、照相機、傾斜儀、鐵錘、皮尺、鹽酸、水泥、沙、顯微鏡、放大鏡、實驗箱（自行設計）。

四、研究過程與方法

問題一：比較山上地層（編號 101）與風景區地層（編號 102）的結構。

(一)實驗方法：野外觀察，實測、採集、室內實驗比較。

(二)實驗過程：

1.測量風景區內蕈狀石地層（編號 102）的厚度並求平均值。

表一（略） 上層平均厚度 105 公分，下層平均厚度 99公分

2.測量山上地層（編號 101）的厚度並求平均值。

表二（略） 上層平均厚度 101.35 公分

下層平均厚度 98.65 公分

3.以上測量方法是依據傾斜平行線的垂直距離。

4.採集風景區內蕈狀石的岩石標本和山上地層的岩石標本包括上下兩層若干塊。

(1)風景區內蕈狀石的密度、顏色、顆粒、硬度、膠結度。

ㄅ.密度：上層平均 $2.85\text{g}/\text{cm}^3$ 、下層平均 $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

ㄆ.顏色：上層外表灰黑色、下層淺黃色。

ㄇ.顆粒：上層比下層細小。

ㄏ.硬度：上層比塑膠墊板、指甲硬，但比刀片軟。

下層可用塑膠墊板、指甲刻出凹痕。

ㄏ.膠結度：上層從 1.5公尺高處自由落下不易破碎。

下層從 1.5 公尺高自由落下破碎成小塊狀。

(2)山上地層岩石（編號 101）的密度、顏色、顆粒、硬度、膠結度。

ㄅ.密度：上層平均 $2.867\text{g}/\text{cm}^3$ 下層平均 $2.49\text{g}/\text{cm}^3$

ㄆ.顏色：上層灰色，下層黃色。

ㄇ.顆粒：上層比下層細小。

ㄏ.硬度：上層比塑膠墊板、指甲硬、但比刀片軟。

下層比塑膠墊板、指甲軟，可刻出凹痕。

ㄏ.膠結度：上層從 1.5 公尺高自由落下不易破碎。

下層從 1.5 公尺高自由落下破碎成小塊狀。

(3)風景區之地層（102）走向及傾斜角度為 $N70\text{E}/30\text{SE}$ ，山上地層（101）走向及傾斜角度為 $N68\text{E}/32\text{SE}$ 。

問題二：本實驗區地層變動現象的探討

(一)本實驗區是平緩單面山，是為沈積岩。

(二)根據大屯火山群及北部濱海地質簡介記載，本區岩層分為上層：女王頭層——蕈狀石、風山窗、海膽化石。中層——薑石、溶蝕盤、溶蝕紋。下層：乳石層——乳石、仙女鞋、象石。

(三)根據問題一的探究可推理得知山上地層(101)與風景區(102)的地層，本來是同一層平面，因地層變動而形成今日的地形，為了證明以上之論點，我們發現「斷層面」。

(四)以下的實驗是本地區斷層形成的推理實驗設計。

1. 取三種不同配方的岩石，一為泥土，一為砂土，一為混泥土。
2. 將上述岩石舖在透明容器內。
3. 與實驗區照片比照。

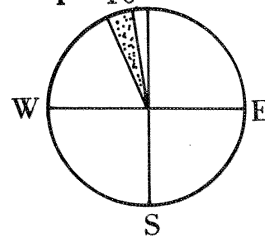
問題三：風景區地形上的節理方向與風景石(編號102、103)排列的方向是否相同？

(一)實驗方法：實測，比較分析。

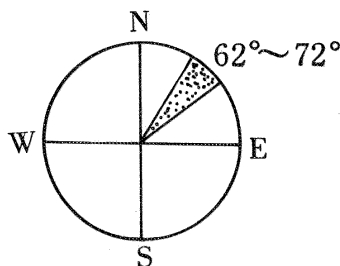
(二)實驗過程：

1. 將實驗區分成36區，每區取樣一節理量取走向及傾斜角度。
2. 從1. 分析得知：風景區節理走向及傾斜角度可分成兩組

一是 $N 4 W \sim N 16 W / 74 NE \sim 82 NE$ $4 \sim 16^{\circ} N$



另一是 $N 62 E \sim N 72 E / 64 NW \sim 68 NW$



3. 蕈狀石排列走向及傾斜度。

4. 從以上測量統計分析可知其排列方向為 N12W 和 N68 E 居多。

問題四：節理形成的探索（編號 102，104，105，107）

(一) 實驗方法：模擬實驗設計，實地觀察拍照、推理。

(二) 實驗過程：

1. 拍攝實驗區節理照片。

2. 實地觀察節理及測量（如問題二的統計）。

3. 室內實驗設計

(1) 搜集鐵盒子。

(2) 分三種材料實驗。

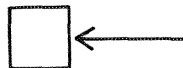
甲、沙和水泥 10：1 的混凝土，加水 300 公克。

乙、泥土：泥土，加水 300 公克。

丙、標本石研磨成沙狀，加水 300 公克。

(3) 從資料中得知節理線的形成是受力的結果，因此我們推理：
若岩石受力後會產生節理，先將以上的材料調配好倒入容器中舖平，陰乾三天以後做以下實驗，作用力對節理形成的影響。

甲、單方面受力：在實驗岩石的一側施力。



乙、兩個相對方向受力



丙、從底下（內部）受力



(4) 岩石含水量對節理形成的實驗

甲、將調配好的實驗材料舖平，放在電爐上烤，每五分鐘記錄變化情形

問題五：設計二個實驗模擬蕈狀石和奇形石形成的現象？

(一) 實驗方法：模擬實驗、推理、觀察。

(二) 實驗過程：

1. 蕈狀石的模擬實驗

(1) 製作實驗箱

(2)將水泥與沙混合做成 1 : 20 和 1 : 40 兩種。

(3)將 1 : 20 的水泥和沙置於底層，再將 1 : 20 的水泥和沙置於上層，放置兩天。

(4)將上述實驗用模擬地層用水沖刷，觀察變化情形，並拍照其過程。

(5)實驗結果發現中層受侵蝕較快而凹進去，與蕈狀石的侵蝕類似。

2. 奇形石形成的模擬實驗

(1)製作實驗箱

(2)將 1 : 20 的水泥和沙放進實驗箱，並在其中放置石頭，陰乾兩天。

(3)將實驗箱沖水，我們發現預置的石頭慢慢露出，與奇形石露出地層類似。

問題六：在風景區（編號 102，103）找尋蕈狀石形成的過程與模擬實驗過程比照

1. 蕈狀石形成初期由節理的地方開始侵蝕。

2. 因上下二層的岩石結構不同產生差異侵蝕。

3. 因中層較鬆軟因此侵蝕較快形成頸狀。

4. 經過長期風化侵蝕產生美麗的蕈狀石。

5. 中層因鬆軟受蝕較快又因上層重量的影響使蕈狀石崩潰。

問題七：在風景區（編號 108）找尋奇形石形成的過程與模擬實驗過程比照。

1. 在沈積岩中因沈積時有外來石加上沈積層使奇形石隱藏在其中。

2. 因海水的沖刷或風化的影響外來石漸漸露頭。

3. 外來石因受擠壓產生節理又受侵蝕漸漸形成奇形石。

4. 經年累月的侵蝕造化出美麗的奇形石。

問題八：風景區海蝕平台（編號 107）上坑洞是怎樣形成的？

(一)實驗方法：模型操作，觀察照相。

(二)實驗過程：

1. 實地觀察發現海蝕洞有二種，一種是洞成球形，洞口較小，洞

內成甕狀，而且裡面有一個或多個岩石，岩石也成球形，另一種是洞口較大成一凹狀而洞裡有水但無岩石。

2. 岩石分析：搜集岩石。

3. 實驗設計：模擬海蝕平台形成。

(1) 器材：設計實驗箱（長 45 公分，寬 30 公分，高 15 公分）沙、水泥、岩石。

(2) 調配水泥 1：20 倒入實驗箱，埋入岩石，岩石部分露頭，部分隱藏在底下，打 15 個凹洞，放入 1：20 的水泥舖平，放置五天陰乾。

(3) 五天後再倒入水，水面 3 公分，然後用手搖動實驗箱。

(4) 觀察變化情形。

問題九：如何保護風景石不再受風化而崩潰？

(一) 在實地勘察地形時發現用油漆畫的警戒線凸出不受風化，因此我們領悟到保護風景石的動機，以下是我們的實驗。

(二) 在風景區拾崩潰的各層岩石帶回實驗室實驗。

(三) 將岩石分成四組，分別漆上透明漆、白漆、用透明塑膠布包裹，然後在空氣壓縮機下以強風吹襲，紀錄剝落岩石量。

五、研究結果

(一) 從問題一的研究中我們知道風景區的地層厚度上層（第一層）105 公分，下層（第二層）99 公分與山上的地層上層（第一層）101.35 公分，下層（第二層）98.65 公分，兩者厚度相近，就岩石的結構分析不論密度、顏色、顆粒、硬度、膠結度都相近，而且地層之走向與傾斜角度風景區 N70 E / 30 SE 與山上地層 N68 E / 32 SE 也相似，可知野柳岬本是一塊相連的地層，因受地殼變動的影響，而形成現在的地形。

(二) 從問題二對地層變動的探討中推理得知——

本實驗區地層結構為砂層，1，3，5 層石灰質較多，質地較硬，第 2，4 層則較為鬆軟，因此形成差異侵蝕，風景區可明顯分為女王頭層，薑石層，海膽化石層，各具特色，形成奇形怪狀的

風景石。

- (三)從問題三的研究得知：風景區節理的走向及傾斜度可分成兩組一為N12W，另一為N68E而蕈狀石的排列走向也有兩組一為N10W，另一為N68E，因此我們可推知，風景石的形成必與節理有關。
- (四)從實驗四的實驗，可推知節理之成因，是
- (1)地層受力的方向擠壓而造成裂痕。
 - (2)地層受溫度的影響，因乾燥而產生裂痕，再經過海浪的沖蝕而形成海蝕溝。
- (五)從問題一對於岩石的分析發現：上層的岩石密度大，硬度高，膠結度也較佳，因此抗蝕力較第二層強，而形成蕈狀石的獨特外形。
- (六)海蝕平台波蝕棚平緩堅硬的岩層，受海浪沖激帶動礫石向下鑽蝕形成海蝕洞，從照片及實地觀察，再由實驗設計中可看出其形成過程。
- (七)由模擬實驗(一)中可看出上下層(水泥沙比1:20)抗蝕力較強，不易被侵蝕，而中層(水泥沙比1:40)則較易被侵蝕，而且在連接的地方也較容易受侵蝕而形成塊狀，因此可推知蕈狀石之形成是由節理的地方受侵蝕而慢慢形成。
- (八)由模擬實驗二中可看出奇形石的形成乃因外來石與沈積岩無法密合而受侵蝕時慢慢從接縫處侵蝕，外來石因抗蝕力較強而旁邊岩石則抗蝕力較弱，日積月累的侵蝕而形成奇形石。
- (九)保護風景石不再因風化作用而崩潰是目前最重要的，由於東北季風經年侵襲，蕈狀石頭部剝落迅速，而從實驗中可知道透明漆具保護作用。

六、結 論

- (一)風景區的地形原與附近山頭是連成一塊的，而且在海水裡，因地殼變動而受力隆起，我們在山上發現許多海膽化石，生痕可為證明，而且形成許多節理。
- (二)蕈狀石的排列與節理的方向相似，故可知蕈狀石的形成初期必由

節理方向開始。

(三)由以上所述可知蕈狀石之真相爲——

- 1.泥沙沈積形成沈積岩，因時期不同而使各層抗蝕力不同。
- 2.地層受力產生節理與隆起。
- 3.岩層受海水的侵蝕而形成塊狀（沿節理方向侵蝕）。
- 4.地層逐漸上升而且慢慢受海水和風力的侵蝕，又因各層岩層抗蝕力不同而成蕈狀。
- 5.中層因抗蝕力較差愈來愈細。
- 6.倒塌崩潰。

(四)奇形石的真相

- 1.泥沙沈積形成沈積岩。
- 2.外來石沈入沈積岩中（外來石可能是洪水沖刷而來）
- 3.地層受力產生隆起和節理。
- 4.外來石與沈積岩因抗蝕力不同，而形成差異侵蝕。
- 5.外來石因節理受侵蝕而產生美麗痕跡，又因外來石抗蝕力強所以能在沈積岩中突出而成美麗的奇形石。

七、參考資料

- | | | | |
|----------|---------|----|--------|
| (一)石再添教授 | 海洋與陸地 | 幼獅 | 七十一年十月 |
| (二)李春生教授 | 化石與地層 | 幼獅 | 六十九年五月 |
| (三)王 鑫教授 | 台灣的地形景觀 | 渡假 | 七十一年七月 |

評 語

- (一)本作品中有關野柳蕈狀石之形成與節理及岩性之關係能以模擬實驗方式進一步加以驗證比照，構想與作法均甚可取，對國小學生在了解差別侵蝕觀念甚有助益，學生能親自動手參予探討活動爲其優點。
- (二)有關研究結論，希望以透明漆來保護奇形石等景觀，似純從保存之觀念着眼，對地質變動之自然過程，反易加入人爲之干擾因素，並非妥當。