

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第一名

081568

珊瑚礁底下的結晶

學校名稱：臺南市安南區海佃國民小學

| | |
|---------------|------------------|
| 作者： 小五 張孟淞 | 指導老師： 張炎飛、柯冠喜 |
|---------------|------------------|

關鍵詞：珊瑚礁、結晶、鐘乳石

摘要

我在珊瑚礁底下發現許多的結晶，這些結晶幾乎都是乳白色、亮亮的，只有少部分呈現黃褐色。透過鋼棉實驗後發現，這些結晶在形成的過程中，遇到含有鐵的液體並且與空氣產生交互作用，產生氧化鐵而變色。當稀鹽酸滴在珊瑚礁的結晶時，都會產生二氧化碳的氣體。最令人興奮的是在滴漏的實驗中，成功的製造出大自然的產物---結晶，彷彿就像閃閃發光的珍珠一般。

珊瑚礁底下的結晶

壹. 研究動機：

在一次到大岡山的教學中，我們在珊瑚礁的底層或細縫中發現許多顏色、形狀、紋路不同的結晶和塊狀，引起了我的好奇心，那是什麼呢？它是怎麼形成的？所以，我展開了一連串的研究。

作品與教材相關性：大地的奧秘，自然與生活科技，康軒版第七冊。

貳. 研究目的：

- 一. 利用肉眼及立體顯微鏡的觀察瞭解結晶的特徵。
- 二. 從滴稀鹽酸與鋼棉的生鏽實驗，瞭解結晶的性質。
- 三. 從滴漏的實驗設計裡，發現結晶是怎樣形成的。

參. 研究器材：

- 一. 岩石：珊瑚礁的顆粒、珊瑚礁的結晶、鐘乳石
- 二. 觀察儀器：放大鏡、立體顯微鏡。
- 三. 不同的溶液：醋酸、自來水、海水、稀鹽酸、清醋酸水、蒸餾水、澄清的石灰水、雨水、RO 水等。
- 四. 容器：水桶、水晶杯、水族箱、下面有洞的塑膠瓶（裝顆粒）、水盆、保特瓶。
- 五. 實驗器具：燒杯、廣口瓶、橡皮塞、塑膠軟管、培養皿、點滴頭。
- 六. 其他：鋼棉、裝水的容器、絕緣膠帶、有圓孔的椅子、竹筷、標籤、廣用試紙、小蘇打粉、打包帶、玻璃棒、碼表、木筷、塑膠筷、不鏽鋼筷、塑膠繩。

肆. 研究問題：

- 一. 到大岡山野外實地觀察
- 二. 珊瑚礁的結晶變色實驗
- 三. 珊瑚礁的結晶和稀鹽酸會有什麼反應？
- 四. 珊瑚礁的結晶是怎麼產生的？

伍. 研究過程：

- 一. 活動一：到大岡山野外實地觀察
(一) 採集珊瑚礁結晶的標本：

去年暑假(7月4日)天氣很熱，參加科學中心舉辦的大岡山教學活動，在一位教授的帶領下，我們走入大岡山的珊瑚礁山頂。上課中我撿了一塊塊珊瑚礁的標本，還看見有一些珊瑚礁上面有閃閃發亮的結晶，我好想知道那是什麼，於是採集一些很相像的標本，準備回到科學中心進行深入研究。

(二) 當我看到這些珊瑚礁標本時，想知道的問題：

1. 這些結晶是什麼東西？
2. 撿到的結晶大多在珊瑚礁的底層，怎麼會這樣呢？
3. 它是如何形成的？
4. 它們的特徵是什麼？
5. 結晶形成和珊瑚礁有什麼關係？
6. 結晶的顏色為何差別那麼大？

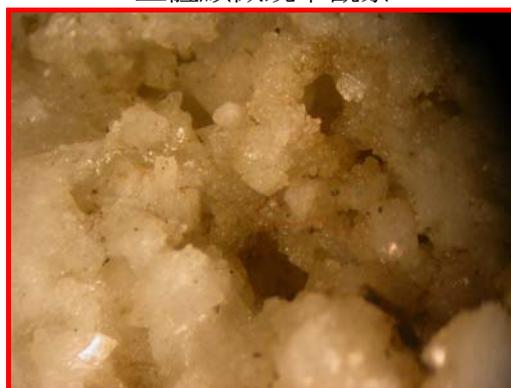
(三) 觀察撿回來的珊瑚礁結晶：

1. 首先我先將撿回來的珊瑚礁清洗乾淨。
2. 找出其中有結晶的珊瑚礁 10 塊。(編號 1~10)。
3. 先利用肉眼觀察，再放在立體顯微鏡下觀察。

肉眼觀察



立體顯微鏡下觀察



(四) 觀察結果與討論：

- (1) 大多是白色，唯獨 3 號結晶和 5 號結晶的顏色不太一樣，是重橘色。
- (2) 大部份的結晶凹凸不平，形狀都不規則。
- (3) 半數以上的結晶附著在珊瑚礁或石灰岩上，我們認為結晶的形成可能和珊瑚礁有密切的關係。
- (4) 結晶的形式大多不同，有片狀、塊狀、圓球狀.....等等。

(5)有些結晶上面都有雜質，表示形成時受到汙染或是純度不足。

2. 我的疑問：

5 號結晶變成橘色、3 號表面黃褐色是被汙染，或引起化學變化嗎？

5 號



3 號



二. 活動二：珊瑚礁的結晶變色實驗

(一) 我的想法：觀察珊瑚礁的結晶時，大部分的結晶都是白色甚至透明，可是也發現有一些結晶是黃褐色，我覺得可能是這些結晶在形成的過程中，遇到含有鐵質的液體，又和空氣中的氧產生交互作用，形成的氧化鐵，導致結晶的顏色產生變化。

(二) 操作方式：

1. 實驗方式：

- (1)將醋酸、自來水、海水三種液體分別倒入三個水晶杯中。
- (2)再把珊瑚礁和鋼棉放入水晶杯中。
- (3)靜置一段時間後觀察並記錄。



2. 結果與討論：

- (1)三杯溶液都有鐵鏽的氣味。
- (2)三杯都在有水的位置，留下鐵鏽的顏色---黃褐色。
- (3)當我用夾子夾起裡面的珊瑚礁時，原來白白的東西表面上真的有一層黃黃的顏色。
- (4)每一個珊瑚礁(不分液體)在表面都變成黃褐色或橘色。
- (5)在有紋路或小洞的地方，氧化情形較輕(顏色較淡)，其他地方氧化情形較嚴重(顏色較重)。



三. 活動三：珊瑚礁的結晶和稀鹽酸會有什麼反應？

(一) 我的經驗：

1. 上自然課時，老師指導我們把醋酸滴到白色粉末中，結果小蘇打粉會冒泡泡，我們知道冒出的泡泡是 CO_2 (二氧化碳)。
2. 到大岡山時，陳老師把稀鹽酸滴到白色的岩石上，有的會冒泡泡，老師說：「這些滴上稀鹽酸會冒泡泡的岩石是石灰岩。」

(二) 我的想法：這些撿回來的結晶如果滴上稀鹽酸真的都會起泡泡嗎？如果會起泡泡，這些泡泡也是二氧化碳嗎？

(三) 試試看：

1. 操作的方法：(老師從旁協助指導，並維護安全)

- (1) 首先請老師將鹽酸稀釋準備好。
- (2) 利用滴管將稀鹽酸滴在珊瑚礁的結晶上。
- (3) 觀察滴下去的反應，並拍照記錄。

2. 結果：



3. 討論：

- (1) 每一顆結晶都會冒泡泡。
- (2) 滴上稀鹽酸後，泡泡一開始很小，後來愈變愈大，反應也愈來愈旺盛，一段時間後泡泡會變小而且變少，最後慢慢消失。
- (3) 這些撿回來的白色岩石滴上稀鹽酸都會冒泡泡，和老師在大岡山實地觀察時所說一樣，可能都是石灰岩。

四. 活動四：珊瑚礁的結晶是怎麼產生的？

(一) 參觀的經驗：

到大岡山附近的蝙蝠洞參觀時，看見水沿著洞頂留下來，形成一條條像吸管一樣的白色岩石，上面滴著水呢！教授說：「這裡的洞穴內壁大部分是石灰岩，有很多的裂縫，下雨的時候，細縫間會源源不斷地滴水，所以在滴水的位置或水流的地方，就會長出許多鐘乳石。」

(二) 我的疑問：經過戶外參觀後，我還是有點不相信，這些從洞穴頂的細縫流下來的水，真的可以使珊瑚礁岩石中的某些東西沈澱形成結晶嗎？

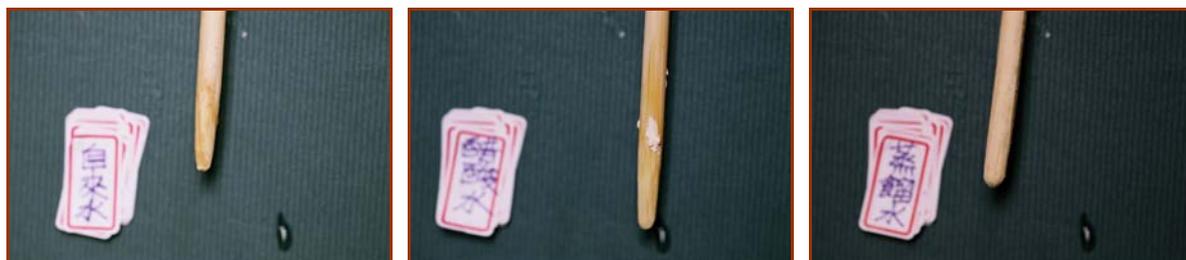
(三) 實驗設計：

1. 實驗 1：試試看：不同水溶液滴到珊瑚礁的實驗。

(1) 實驗裝置：(看右圖)

(2) 實驗方法：

- 把不同的水溶液（自來水、清醋酸水、蒸餾水）裝在保特瓶中。
- 將珊瑚礁的顆粒、放入下面有洞的塑膠瓶中。
- 把有圓孔的椅子放到桌上。（並請老師把塑膠瓶裝上去）（太高了）
- 從塑膠瓶下面的洞接一條軟管。（請老師接到實驗器具上）
- 將軟管接上塑膠瓶，另一頭接在竹筷上；另一個接在鐘乳石上。
- 用水盆在下面接水。
- 請老師幫忙打開點滴的開關，讓水一滴滴慢慢滴下來。
- 靜置二天後，觀察記錄。



(3) 結果與討論：

- 一開始看見到結晶的時候，並不太確定就是珊瑚礁所形成的結晶，經過滴稀鹽酸的實驗發現會起泡泡和與蝙蝠洞撿回來的鐘乳石比對，才確定就是珊瑚

礁形成的結晶，也證明教授所說的「珊瑚礁在微酸的水中，最容易形成結晶。」是正確的。

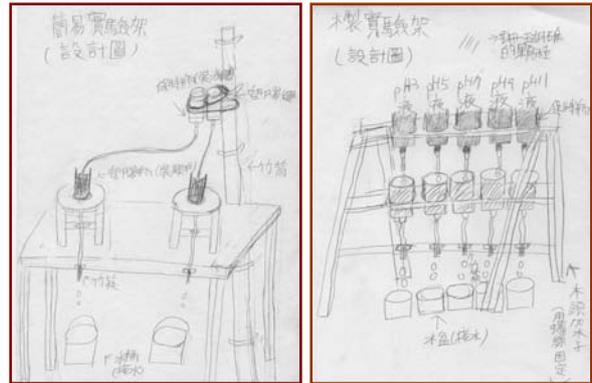


- b. 但是在實驗中我發現不一定要在含有酸的溶液中，才可以形成結晶。因為滴自來水的珊瑚礁碎屑和顆粒，也發現一些很小的結晶，數量比較少。所以蝙蝠洞的鐘乳石不一定是因為酸水從細縫中流下而形成的。
- (4) 疑問：從這次的實驗中，我更好奇了，如果水溶液的酸鹼值不同時，會不會每一個都形成結晶；水的流速不同、滴到的物體不同等也會形成結晶嗎？

2. 實驗 2：不同 pH 質的水溶液，都會形成結晶嗎？

(1) 實驗裝置的改進：

- 簡易實驗架:如右圖
- 木製實驗架：如右圖
- 簡易實驗架的缺點
 - 不穩固，很容易傾倒。
 - 攜帶不方便。
- 木製實驗架的優點
 - 很堅固。
 - 要移動比簡易實驗架容易。
 - 做實驗時較方便。



(2) 操作方法：

- 用廣用試紙、清醋、小蘇打粉、澄清石灰水、RO 水調出 pH3、pH5、pH7、pH9、pH11 的水溶液。
- 分別將這五種水溶液倒入保特瓶。
- 用絕緣膠帶把竹筷固定在軟管中。
- 用水盆在下方接水。



(3) 變因控制：

a. 操縱變因：水溶液的 pH 值不同(pH3、pH5、pH7、pH9、pH11)。

b. 保持不變變因：

水溶液的量。

點滴頭的流速(每分 10 滴)。

都滴在珊瑚礁的顆粒和粉末上。

下方用竹筷子接在軟管上。

相同的保特瓶、塑膠瓶.....等實驗器材。

實驗架放置的地方。

c. 應變變因：每一種水溶液是否都能使珊瑚礁形成結晶。

(4)結果： 有○無 X

| 不同 pH 質的水溶液 | pH3 | pH5 | pH7 | pH9 | pH11 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|------|
| 第一日 | X | X | X | X | X |
| 第二日 | X | X | X | X | X |
| 第三日 | X | X | X | X | X |

(5)發現的問題

為什麼都不能形成結晶？

我測量瓶中水溶液和竹筷上的溶液，pH 值有了改變，讓我覺得很奇怪，為什麼會這樣呢？

| | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|
| 原來 | pH3 | pH5 | pH7 | pH9 | pH11 |
| 滴上珊瑚礁 | pH5 | pH6 | pH7 | pH9 | pH7 |

(6)發現：

滴上珊瑚礁後 pH3~pH9 的水溶液有的酸鹼性會改變，例如 pH3 變成 pH5；pH5 變成 pH6；pH11 變成 pH7。

(7)我的想法：

a. 珊瑚礁的粉末可能是微鹼性。

b. 實驗前有將部份的竹筷削過，所以竹筷是否削過也可能影響 pH 值。

c. 若把竹筷子沾水，那它的 pH 值是酸性還是鹼性？

(8)意外的發現

| | | | | | | |
|------|------|-------|------|-------|------|-----|
| | 竹筷 1 | 竹筷 2 | 竹筷 3 | 竹筷 4 | 竹筷 5 | 木筷 |
| pH 值 | pH4 | pH4~5 | pH4 | pH4~5 | pH4 | pH7 |
| 酸或鹼 | 酸 | 酸 | 酸 | 酸 | 酸 | 中 |

發現竹筷子沾水後的 pH 值居然是 4，所以拿竹筷子來做實驗是非常不準確的。

(9)改進的方法：

竹筷子做實驗不準確，可以自製筷子來使用。

(10) 自製筷子：

請老師用刀子把竹子剖成條狀在削成筷子形狀。

(11) :改進後的結果： 有○無 X

| 不同 pH 質的水溶液 | pH3 | pH5 | pH7 | pH9 | pH11 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|------|
| 第四日 | ○ | ○ | X | X | X |
| 第五日 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 第六日 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

(12) 討論：

- 實驗的第五天不用肉眼觀察，都可以發現結晶，所以實驗架放置的位置會影響結晶的形成。
- pH3 的水溶液有很多白色顆粒狀的結晶，而且還有透明的結晶。
- pH9 和 pH11 的水溶液也會形成結晶，這讓我感到困惑，鹼性的水溶液碰到珊瑚礁也會形成結晶嗎？還是小蘇打粉或石灰粉沉積在筷子上呢？
- pH3 和 pH5 的水溶液有很多結晶堆積在筷子的細縫中，和珊瑚礁的結晶堆積在珊瑚礁細縫中的形式相似。
- pH7 的水溶液在竹筷子上有一個很大的細縫，許多的結晶都堆積在那裡。

(13) 疑問：

- 鹼性的水溶液，真得可以使珊瑚礁形成結晶嗎？
- 結晶是不是會堆積在細縫中？如果不是，為什麼 pH3、pH5 和 pH7 的水溶液在縫中會形成結晶？

3. 實驗 3：珊瑚礁的結晶是不是大多在細縫中形成？

(1)操作方法：

- 將清醋酸水倒入保特瓶中
- 用塑膠繩把保特瓶固定在竹筒上
- 用絕緣膠帶把有橫向細縫和有縱向細縫的竹筷，固定在軟管中。
- 用水盆在下面接水。

(2)變因控制：

- 操縱變因：竹筷上細縫的方向不同
- 保持不變變因：
 - 水溶液相同
 - 水溶液的量
 - 都滴在珊瑚礁的顆粗上
 - 相同的保特瓶、塑膠瓶....等實驗器具
 - 點滴的流速
 - 實驗架放置的位置
- 應變變因：細縫中結晶的數量



(3)結果：

- 縱向細縫中的結晶很多，遠超過橫向細縫的結晶。
- 橫向的細縫中結晶較少，大部分的結晶都在表面形成。

(4)發現：結晶容易在細縫中形成，而且縱向細縫比橫向細縫更易形成結晶。



4. 實驗 4：不同流速是否會影響結晶的形成。

(1)操作方法：

- 先調出 pH3 的清醋酸水溶液。
- 將調好的水溶液倒入保特瓶中。
- 用膠帶把空心玻璃棒固定在軟管中。
- 把流速分別調成：10 滴/分，7 滴/分，4 滴/分。
- 用水盆接水。

(2)變因控制：

- 操縱變因：點滴的流速不同（10 滴/分，7 滴/分，4 滴/分）
- 保持不變變因：
水溶液的量
都滴在珊瑚礁的顆粒上。
用空心玻璃棒接在點滴上。
同樣的水溶液。

相同的保特瓶、塑膠瓶.....等器材

- 應變變因：玻璃棒上結晶形成的數量

(3)結果：



(4)討論：

- 在流速實驗中，我發現 10 滴/分 > 7 滴/分 > 4 滴/分這實驗結果，讓我很意外，在實驗前我猜測流速慢的會較快形成結晶，沒想到實驗結果卻剛好相反。
- 結晶的形式都不太一樣，有顆粒狀、許多小結晶聚集成一團、堆積成一片.....等形式。

(5)疑問：

- 流速快的結晶較流速慢的多，會不會是因為流速太接近而讓實驗結果不準？如果把流速改成 16 滴/分、10 滴/分、4 滴/分，效果會不會更好？



5. 實驗 5：大自然中的水溶液—海水、雨水，是否能使珊瑚礁形成結晶？

(1)操作方法

- 採集海水、雨水。
- 分別倒入兩個保特瓶中。
- 用絕緣膠帶把空心玻璃棒固定在軟管中。
- 用水盆在下方接水。

(2)變因控制：

- 操縱變因：水溶液不同（雨水、海水）。
- 保持不變變因：和（實驗 2）相同。
- 應變變因：玻璃棒上的結晶數量。

(3)結果：



(4)討論：

- 海水在玻璃棒的表面和中空的地方，都有形成接近透明的結晶，但形狀是四方形，所以我就用放大鏡觀察這些結晶，發現那不是珊瑚礁底下的結晶，而可能是「鹽」的結晶。
- 雨水和海水要形成結晶的都不容易，所以自然中的鐘乳石是非常得來不易的。
- 爲了證明海水產生的結晶不是我們在珊瑚礁底下發現的結晶，所以我們就採集了一些結晶，用比對法和滴稀鹽酸來檢測。

| 不同結晶 | 鹽的結晶（比對法） | 珊瑚礁的結晶（比對法） |
|-------|--------------------------------|---------------------------|
| 發現的結晶 | 鹽的結晶是正方形，而我們發現的結晶和鹽很相似，只是較少而已。 | 珊瑚礁的結晶是一粒一粒半透明或白色的結晶聚合而成。 |
| 滴稀鹽酸 | 不會冒泡泡 | 會冒泡泡 |

(5)發現：經過比對和滴稀鹽酸的檢測，我知道那是鹽的結晶

6. 實驗 6：將不同的物體接在軟管中，是不是每一個都可以形成結晶？

(1)操作方法：

- a. 調好清醋酸水（pH3）
- b. 倒入五個保特瓶中
- c. 用絕緣膠帶把不鏽鋼筷、塑膠筷、木頭筷、珊瑚礁、玻璃棒固定在管軟中。
- d. 用水盆在下面接水。

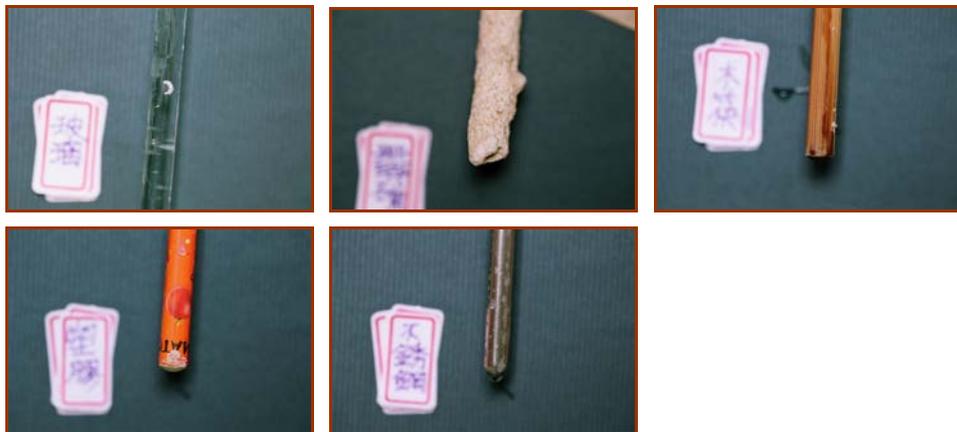
(2)變因控制：

- a. 操縱變因：接在軟管中的物體不同
- b. 保持不變變因：
水溶液的量
點滴頭的流速
都滴在珊瑚礁的顆粒和粉末上
下方用竹筷接在軟管上
相同的保特瓶、塑膠瓶……等器材
實驗架放置的地方



- c. 應變變因：在每一種物體上是否都可以形成結晶

(3)結果



(4)討論

- a. 不鏽鋼筷子上有白色顆粒狀的結晶，還有圓形的白色物體。
- b. 木頭筷子從上到下都有形成結晶，但數量較不鏽鋼筷少。
- c. 玻璃棒的結晶最多，有很多白色顆粒狀的結晶，而且還有白色成片狀的結晶，附著在玻璃棒上。
- d. 珊瑚礁上在第二天也發現了很多結晶，可是顏色、形式和其他的結晶有一些差別，所以不管軟管中接的是什麼物體，都可以形成結晶。
- e. 結晶的數量都不太相同，我猜想可能和附著的材質有關係。

(5)疑問

如果用表面光滑的物體和表面粗糙的物體哪一種產生的結晶會比較多。

陸. 結論：

- 一. 我們採集回來的珊瑚礁結晶，大部分呈現白色，只有少部分呈現黃褐色。經過鋼棉實驗後發現，這些結晶在形成的過程中，遇到含有鐵的液體並且與空氣產生交互作用，產生氧化鐵而變色。
- 二. 珊瑚礁的結晶，大部分都是在珊瑚礁的底下或空隙裡，這些結晶與珊瑚礁滴到稀鹽酸都會產生二氧化碳的氣體，如果滴太多時，這些結晶與珊瑚礁就會越變越少甚至不見，只剩一些灰灰的泥沙和粉末。
- 三. 在滴漏的實驗中，利用自來水、蒸餾水、酸性水溶液滴在珊瑚礁的顆粒中，都可以成功的製造出大自然的產物---結晶，那一粒粒的黏在竹筷子上，彷彿就像閃閃發光的珍珠一般。

柒. 心得：

從這次的實驗中，讓我學到不少關於鐘乳石的知識、成因與生長環境，也知道如何製造出美麗的洞穴珍珠，真是獲益良多。過程中我懂得思考、推測、忍受挫折……等能力，我要感謝協助完成這件作品的同學、爸媽以及老師、教授，讓我順利完成這次的科展。

評 語

081568 珊瑚礁底下的結晶

1. 研究設計豐富，觀察、記錄詳實。
2. 學生參與度高，清楚每一個細節。
3. 器材製作創新，研究日誌記錄詳實。
4. 思路敏捷反應佳，能全力對提問確實回答。