

作品名稱：「滴水成石」-- 鐘乳石形成之研究

高中組 化學科 第一名

縣市：台北市

作者： 吳思瑩

校名：台北市私立再興中學

指導老師： 劉效天、吳振春



「滴水成石」——鐘乳石形成之研究

高中組化學科 第一名

台北市私立再興高級中學

作者：吳思瑩

指導老師：劉效天 吳振春

壹、研究動機：

鑽石、寶石我不愛，我就酷愛鐘乳石。路過藝品店展售鐘乳石的櫥窗總是讓我凝視良久；出門旅遊，只要聽說哪裡有鐘乳石洞，我一定央求爸爸特別繞道前去瀏覽一番。細說緣起...該感謝屏東鄉下一位愛石成癡的林景文先生的啓蒙。那是小學六年級時一次到墾丁旅遊的路上，蓬萊化石博物館的招牌吸引我們全家入內參觀，當時對林景文館長自水泥礦區搶救下許多大小鐘乳石的過程，特別在我小小心靈烙下不可磨滅的印象，也種下日後我對鐘乳石情有獨鍾的遠因。

我的母校--萬華國中是一所歷史悠久的學校，校園中常有如成群覓食的斑鳩、在樹間跳躍的松鼠、隨風飄落的木棉花等令人驚艷的景觀出現。去年回母校參加校慶到視聽教室拜訪老師，在走廊上發現磨石子地板上隆起了一塊約40平方公分大令腳底阻滯的突出物，我蹲下仔細瞧一瞧...發現它並非水泥，也和周圍地面的材質不同。它到底是什麼？又從哪兒來的？正感納悶，一滴水突然從頭頂滴下來，抬頭一望；哇！好漂亮的白色管狀物倒懸在天花板上。這是什麼東東啊？為何以前往返教室數十回從未發現過？莫非它就是常聽老師提起的鐘乳石！鐘乳石為什麼會長在這裡？引起我研究的興趣。也展開長達半年多無怨無悔的調查、實驗歲月。

貳、研究目的：

- 1、探討管狀物是何物質？它和鐘乳石成分相同嗎？
- 2、瞭解滴下的水含什麼物質？它和管狀物的形成有關嗎？
- 3、探討影響管狀物生成快慢的因素有哪些？
- 4、模擬管狀物的形成過程，研究鐘乳石的成因。
- 5、追蹤並建立台灣地區鐘乳石資料庫以為後繼研究。

參、文獻探討：

- 1.鐘乳石 – 懸掛在洞頂上並逐漸變細的碳酸鹽礦物沈澱，落於地面堆積而成的尖塔則稱為石筍，二者相連則為石柱。
- 2.石灰石 – 由碳酸鹽類礦物膠結而成，主要成分為方解石（碳酸鈣），不溶於水 遇酸產生 CO_2 氣體。
- 3.灰石遇酸的可逆反應：
$$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

肆、研究器材：

- 1、燒杯 試管 滴管 溫度計 比重計 酒精燈 寶特瓶 紗布 鎳鉻絲棒 本生燈
- 2、碼錶 直尺 顯微鏡 照相機 坩堝 上皿天平 電子天平 PH meter 安培計
- 3、灰石 鹽酸 碳酸鈉 氯化鈣 電窯 離子層析儀 焰色比色計

伍、研究過程與結果：

1.調查校園內何處有狀似鐘乳石之柱狀物

過程：尋找並定期觀測記錄柱狀物之長度以研究其生長狀況。

- 結果：
- a. 蔣公銅像基座下有數處 1-4 cm 長柱狀物，地面兩處類似石筍沈澱。
 - b. 視聽教室內天花板有數處 3-6 cm 細長柱狀物，唯結構較鬆碎。
 - c. 聽教室外天花板有柱狀物，走廊地面扁平沈澱物 疑遭踐踏所致。

生	地 點	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
長	銅像 A	3.7 cm	3.7cm	3.8 cm	3.8 cm	3.9 cm	3.9 cm	4.0cm	4.0cm	銅 校 像 園 拆 改 除 建
狀	銅像 B	3.1 cm	3.2cm	3.2 cm	3.3 cm	3.3 cm	3.4cm	3.4 cm	3.4cm	
況	視聽室	6.5 cm	6.5 cm	6.5 cm	6.5 cm	6.5 cm	6.5 cm	6.5 cm	6.5 cm	
	視聽外	4.2 cm	4.2 cm	4.2 cm	4.2 cm	4.2 cm	4.2 cm	4.2 cm	4.2 cm	

- ◎ 9 月在中山國小、10 月在仁愛醫院、12 月在大武崙古砲台 均發現狀似鐘乳石 之物體也納入研究範圍，但因生長的地方距地面高達 4 公尺，故只能採集少許樣品研究，無法定期紀錄生長狀況。

2.採掘少量柱狀固體樣品作物性及化性分析研究。

過程：自天花板及銅像基座採掘少量柱狀物分別測量其密度、熔點、晶形及化學性質。

- 結果：
- a. 取樣 6.0g 用排水法測得體積約 2.5cm^3 得密度約 2.4 g /cm^3 。
 - b. 經摩氏硬度鑑定，樣品硬度大於指甲而小於硬幣、鐵釘。
 - c. 樣品置於坩堝以瓦斯噴燈加熱，未燃燒亦不熔化但變輕。再經進一步實驗：
4.0 g 樣品鍛燒後重量減為 2.3 g，約分解出 44% 的氣體逸失。
 - d. 採樣不溶於水加 0.1M 鹽酸未反應，放入 0.5M 鹽酸有微量氣泡；改以 2.0M 鹽酸作用，產出之氣體可使火柴熄滅。
 - e. 用鎳鉻絲棒沾溶於鹽酸之樣品加熱得橘紅色火焰。

各項性質整理如下表：

顏 色	熔 點	密 度	硬 度	晶 形	加 水	加 熱	加 酸	焰 色	加強熱
奶白色	極 高	約 2.4	2~3	細 小	不 溶	不可燃	生 CO_2	橘紅色	變 輕

- ◎ 用偏光立體顯微鏡觀察可見細微結晶，用 600 倍顯微鏡觀察可略見解理。
◎ 柱狀物因結構鬆散、細小易碎，故取沈澱於地面之石筍狀物測密度及硬度。

3. 取採自高雄水泥礦區之鐘乳石碎塊作對照比較

過程：為探討本校採樣與真實鐘乳石的異同，乃寫信請三年前曾經參觀過的蓬萊化石博物館惠贈鐘乳石數塊作對照實驗。

結果：本取樣除顏色稍黃 結構較密外〈鐘乳石 35 cm³ 質量 94.6g 得密度約 2.7 g/cm³〉；餘晶形、焰色及化學性質均與實驗組相似。

4. 盛接自柱狀物尾端滴下之液體及附近雨水作分析研究。

過程：a. 利用雨天直接蒐集降於校區內雨水及銅像下滴液，以 pH 儀測定酸鹼性等，過濾後再加熱蒸發以了解是否有礦物質沉澱並分別加入 AgNO₃、BaCl₂、Na₂CO₃ 等液檢驗是否含 Cl⁻、SO₄²⁻ 和 Ca²⁺ 等成分。

b. 寫信給綠島國中老師 請其協助收集綠島鐘乳石洞之滴下液及雨水，以與上述銅像液滴作對照研究。

結果：自柱狀物滴下之液體及校區雨水之分析結果如下表：

試液來源		外觀顏色	沸 點	PH 值	導電性	加硝酸銀	加氯化鋇	加碳酸鈉	加熱蒸發
萬中校園	滴 液	無 色	100 °c	約 6.3	14.7mA	無反應	不明顯	微量白濁	有樹枝狀結晶
	雨 水	微 濁	100 °c	約 4.6	24.1mA	無反應	微量白濁	不明顯	有微量晶體
綠島水體	滴 液	無 色	100 °c	約 7.7	32.2mA	微量白濁	不明顯	微量白濁	有多種晶體
	地面水	無 色	100 °c	約 6.1	16.3mA	微量白濁	不明顯	微量白濁	有微量晶體

⊙測導電度電壓為 4.5 伏特，電極用石墨棒，兩極距離 3.0 公分。(自來水約 3.5mA)

⊙液滴於 7、8 及 11 月份各取樣一次。先過濾雜質，用 PH 儀測酸鹼值，再取平均值。

● 各種水體水質之進一部分分析

過程：自環保署網站得知有一種叫[離子交換層析儀]的儀器可以分析水中離子含量，於是請台大研究員教導在海洋大學養殖系實驗室以儀器分析。

結果：[註：陽離子以火焰比色計分析，陰離子以離子層析儀分析] 單位: ppm

檢 驗 水 體	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	數 據 資 料 說 明
基隆大武崙鐘乳石滴液	31	8	65	13	83.9	12.12	34.17	本地 NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ 濃度偏高 符合酸雨特徵
基隆大武崙雨水	33	54	21	0	68.9	24.86	30.32	
台東 綠島鐘乳石滴液	48	2	60	8	117.3	1.07	19.43	本地 Cl ⁻ Na ⁺ 含量偏高 應與綠島四周環海有關
台東 綠島觀音洞流水	39	2	13	7	59.7	0	12.94	
校園銅像柱狀物滴液	12	2	58	3	24.2	2.66	27.35	滴下液 Ca ²⁺ 含量比天然雨水多應是被酸溶解之故
校園銅像周圍雨水	14	4	19	3	21.3	11.96	24.21	

5. 灰石、鐘乳石、柱狀物之重量分析比較。

過程：取灰石、鐘乳石、柱狀物置於工藝教室電窯以 1000 °c 加強熱三小時,冷卻後再秤其重量變化。

結果	名 稱	來 源	原秤重	加熱後重	減輕重量	逸失比率	產物外觀
	灰 石	台塑龍德廠	50.0 g	28.2 g	21.8 g	43.6 %	白色碎塊
	鐘乳石	蓬萊化石館	50.0 g	28.3 g	21.7 g	43.4 %	白色碎塊
	柱狀物 A	校園銅像	4.00 g	2.25 g	1.75 g	43.8 %	白色碎屑
	柱狀物 B	仁愛醫院穿樓	4.00 g	2.26 g	1.74 g	43.5 %	白色碎屑
	柱狀物 C	基隆 大武崙	20.0 g	11.27 g	8.73 g	43.6 %	白色碎屑

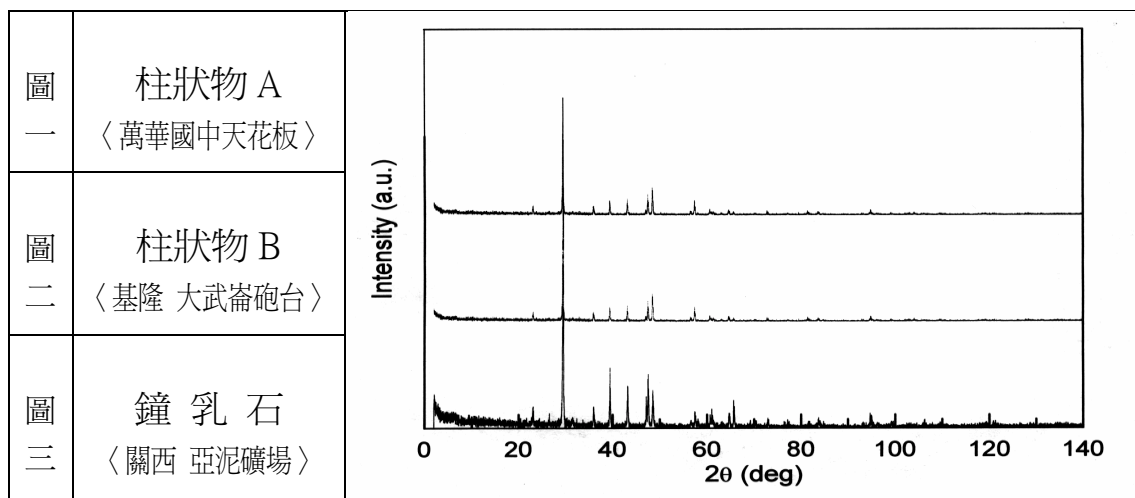
- ◎ 校園柱狀物因採樣不多 僅取少量加熱分析，並以電子天平秤重以增加準確度。
- ◎ 五種試樣鍛燒後體積不變 但較鬆碎，且原本不溶的試樣皆可溶於水而成鹼性。

6. 柱狀物成分之進一步分析

緣由：分析至此有 95% 的徵象顯示柱狀物是碳酸鈣鐘乳石。為突破這 5% 的瓶頸乃向師大地科系求救。專長岩石領域的劉德慶教授告知可用 X 光射入晶體，依光束在晶體各層面繞射的角度與強度研究礦石成分。劉教授並請研究員楊謝樂博士教我『X 光繞射分析儀』檢測，並作薄片光學分析。

過程：取樣(鐘乳石柱狀物 A 柱狀物 B 各 2g) → 研磨成細粉 → 導入玻片凹槽〈以凡士林固定〉→ 放入繞射儀內 → 開啓電源〈30KV〉→ 設定電流 → 連結電腦 → 開始檢測〈約 30 分〉→ 分析數據 → 製成圖形。

結果：X 光繞射角度—強度圖如下表〈與純碳酸鈣分析圖對照頗為一致〉

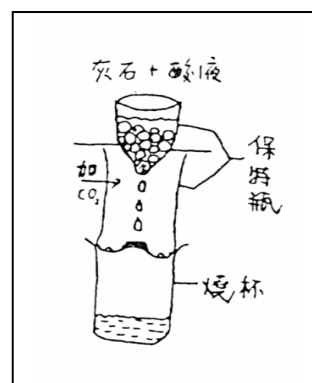


7. 設計一個裝置模擬鐘乳石的形成過程並做觀察記錄

過程：取寶特瓶一只自中間切割，裝置如右圖：

瓶口墊數層紗布，上放 100g 石灰石碎塊。再自頂端定時加入微酸性自製雨水〈PH 值 4.6〉，歷經數日觀察其狀況。並測 PH 值、導電度及岩石重量變化。

結果：放置數天僅底部則有微些白色沈積物生成，可能與觀察期太短有關；但從氫離子濃度變小及灰石重量減輕的跡象可證明酸雨可溶解石灰岩，酸度越大溶解越多。



8. 鐘乳石模擬成型之改良研究

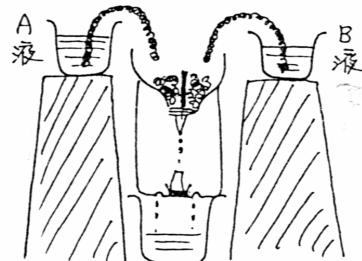
緣起：鑒於上述實驗無法在短時間內觀察鐘乳石之結晶生長，又得知鐘乳石成分乃是碳酸鈣。於是想用 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 易結合的特性利用虹吸原理將氯化鈣和碳酸鈉溶液反應 生成碳酸鈣顆粒來做鐘乳石結晶研究。

步驟：a 將紗布、棉線、麻繩等物半浸於水中，

找出最適合虹吸的材料。

b 分別配製 4.0M、3.0M、2.0M、1.0M、0.5M 氯化鈣和碳酸鈉溶液備用。

c 取寶特瓶、燒杯製作一混夜裝置如右圖
左右兩側分別放置氯化鈣和碳酸鈉溶液
定時觀察結晶之生成 並記錄。



結果：

a. 紗布因虹吸速度太快(1.65 秒/滴) 以酒精棉線導液較為適當(19.6 秒/滴)

b. 〈晶體成長狀況記錄〉

單位：公分

濃度	1時	2時	3時	6時	9時	12時	18時	24時	48時	72時	成晶狀況
A 4.0 M	0cm	0 cm	0.1cm	0.3cm	0.3cm	0.4cm	0.4cm	0.4cm	0.6cm	0.7cm	黏度太大不利混合
B 3.0 M	0.1cm	0.3cm	0.5cm	0.8cm	0.9cm	1.1cm	1.2cm	1.4cm	1.5cm	1.7cm	
C 2.0M	0.2cm	0.5cm	0.8cm	1.2cm	1.9cm	2.2cm	2.6cm	3.0cm	3.3cm	相連	極佳 最適合模擬 歷時 50h 生成石柱
	0.6cm	1.1cm	1.5cm	2.0cm	2.4cm	2.8cm	3.5cm	4.3cm	5.4cm	相連	
D 1.0M	0.0cm	0.2cm	0.3cm	0.3cm	0.4cm	0.6cm	0.6cm	0.7cm	0.9cm	1.2cm	
E 0.5M	0 cm	0 cm	0 cm	0.1cm	0.1cm	0.2cm	0.3cm	0.4cm	0.5cm	0.5cm	濃度太淡不利結晶
晶體成長圖示	2.0M 上層鐘乳石										上層鐘乳石成透明狀管柱小中空易碎結晶較慢 下層口徑大由粉狀碳酸鈣集結由下向上而成
	下層石筍										

9. 調查台灣地區鐘乳石洞之地點並建立相關資料。

過程：透過查閱書籍及電腦網路蒐尋瞭解台灣可能有鐘乳石之地區，並設法做實地考察，瞭解其成因及特性。

結果：台灣產鐘乳石地區如下表 地質上皆為石灰岩地形且有滴水之岩洞。

地點	墾丁公園	墾丁公園	社頂公園	高雄壽山	東埔溫泉	台東綠島	龜山島	花蓮濱豐	嘉義豐山	大岡山溫泉
名稱	石筍寶穴	仙洞	十餘處	數處蓮花洞	樂樂谷	觀音洞	眼鏡洞	月洞	花崗水上青	一線天後山岩洞
特色	巨石筍	洞深最長	學術研究	石簾石簾	石筍石柱	觀音石筍	缺資料	乘船進出	石筍石柱	石筍石柱

備註	高 5m 寬 1m	137 公尺	未開放	動物 棲息	私人 開發	地下 伏流	已開放 觀光	私人 開發	簾瀑洞	石乳水
----	--------------	-----------	-----	----------	----------	----------	-----------	----------	-----	-----

○新竹關西名為「蝙蝠洞」的天然岩洞也有鐘乳石景觀，但早已人為破壞殆盡。

○屏東蓬萊化石館亦展示不少搶救自高雄水泥礦區之鐘乳石，可惜現已結束營業。

陸、討 論：

1. 管狀物不溶於水，用本生燈加熱不熔化，可見熔點很高。但鍛燒時會變白、變碎且有分解現象，再加水時可溶且呈鹼性反應，使酚酞變紅色。這種特性和我以前科展研究所做的生石灰乾燥劑的原料—『石灰石』相似，二者放在工藝工廠燒窯內用高溫加熱皆有約 44% 成分分解逸失。
2. 管狀物內部中空稍加壓即碎，但滴於地面者較硬。經摩氏硬度鑑定，硬度約介於 2 - 3 之間、比重則約 2.2 - 2.4 左右，與方解石類似。經顯微鏡觀察內部結晶亦如方解石，呈透明且有發達解理。
3. 管狀物加稀鹽酸產生不可燃之二氧化碳氣體，確知為碳酸鹽；其溶液經焰色試驗呈橘紅色，確知含鈣，反應情形與鐘乳石相同。
4. 校區雨水經數次酸鹼值試驗其 PH 值約 4.6，可知其水質呈弱酸性。與環保署資料：『台灣地區因空氣中含硫氧化物、氮氧化物污染，雨水常呈酸性，PH 值約在 4.2 到 5.4 之間』之敘述相近。高中基礎化學也學到：碳酸鹽礦物碰到此類酸性水質可被溶解，並釋出二氧化碳氣體。
5. 據網路資料得知：高雄某個 30 年前挖開之山洞，30 年來才長不到一公分長的鐘乳石；而母校銅像落成至今不過十幾年，已長出約三公分長的管狀鐘乳石相當難得。我們七個多月來定期觀測就成長約 0.3 公分〈如表〉；可惜最近母校因校園改建，將長有柱狀物的建物拆除，以致中斷觀測，令人惋惜。
6. 我小時所就讀的中山國小校門頂上，也生長狀似鐘乳石之管狀物。熱心者並提供資訊：陽明山、仁愛醫院、基隆古砲台等處也有類似景觀。經實地考察後發現它們都有個共同點：即 一、有雨水滲漏即建物有裂縫。二、有碳酸鈣石灰質層。可知這兩點是產生鐘乳石管狀物的必要條件。我們也據此模擬鐘乳石生長實驗，開始效果不是很好；但經改良以氯化鈣和碳酸鈉溶液反應後，終於成功生長出漂亮的鐘乳石結晶及石筍。
7. 模擬實驗長出的下垂鐘乳石中空細長如鵝翎管口徑小透明易脆；若再仔細觀察液滴內可見少量白色碳酸鈣顆粒，這些顆粒隨後滴落地面即形成石筍。石筍口徑較鐘乳石大 5-6 倍 成乳白色，成長較快但晶粒較小，只要耐心等待二者即可聯成一串形成所謂的石柱。造物者花千萬年時間所創造出的景觀，我們竟能在短短 48 小時內一窺它的生長歷程，真是不可思議，也令人振奮。

柒、結 論：

1. 據各項分析結果顯示：視聽教室天花板及銅像基座之柱狀物其物理化學性質均與鐘乳石相似，可確定為一種鐘乳石，唯生長環境較差、形成時間也短，以致未能長出壯觀的結晶。但至少印證我們的假設 — **【教室天花板真的長出鐘乳石】**。
2. 據我小學做過的科展研究—『灰石加熱製石灰乾燥劑時重量會減輕 44%』。今再取灰石、鐘乳石及柱狀物受熱，所逸失的物質也是如此，可見此三者成分必極為相似。在國中階段我們又學得『灰石成分為碳酸鈣，加熱分解成氧化鈣及二氧化碳。反應式為 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ 』三者分子量分別為 100,56,44。44 / 100 之理論數據證實我們先前的推測：柱狀物＝鐘乳石＝灰石＝方解石＝碳酸鈣〈主成分〉。理化課所學之分子量理論竟在我們這次實驗中得到印證，辛苦的汗水真是沒有白流。
3. 由焰色等實驗推知：管狀物之主要成分為含鈣的碳酸鹽，其成長並非無中生有，乃天花板之石灰質或大理石建物受自屋頂滲漏之酸性雨水溶解，再吸收空氣中之二氧化碳結晶而成。反應如下
 溶解：
$$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

 沈澱：
$$\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}^+$$
4. 研究顯示鐘乳石的形成的條件有二：〈壹〉需有富含石灰石的岩層 〈貳〉要有多量不斷滲入的酸性地下水或地面水。由於其生長極為緩慢，有待繼續長期觀測才能作成長情況的量值分析。在此也呼籲大眾，有幸參觀鐘乳石洞時應僅止於觀賞，勿破壞或用手觸摸以免妨礙正常成長，留給後代子孫壯麗景觀。畢竟破壞一支鐘乳石僅需數秒鐘，而成長一支鐘乳石卻要歷時數千年、甚至數萬年之久。亞泥礦場陳主任 E-mail 給我的郵件有談及關西蝙蝠洞破敗的景象。令人傷感
5. 經顯微鏡觀察：多數柱狀物常呈中空狀態，內部並有細微結晶顆粒。可推知鐘乳石形成時，液滴的外圍先與二氧化碳結合成管狀薄膜，再向外日積月累逐漸變大變長；管狀內部因有如晶洞，當液滴流入時較易有漂亮晶形成長。透過立體偏光顯微鏡觀察，內部景觀猶如探火山口，處處可見細小的球狀晶粒，直令人驚豔、並讚嘆造物之美。
6. 研究顯示：酸雨滲入地下石灰岩層時，雨水之酸性會大幅降低接近於中性。故可確知土壤有中和酸雨的效用，但其金屬離子則被流失，長期下來土質將徹底改變。環保署近年來發佈之資料得知：台灣地區因工業污染之故，酸雨有日益嚴重的趨勢，大理石建物、戶外石雕均易受溶蝕破壞；人體髮膚、農作物生長也受影響，政府有關單位應予正視防範、並探討補救之道。記得讀小學時不曾看過校門生長鐘乳石，八年後重訪母校，卻見許多管狀物倒懸在樑頂，應可算是酸雨危害的證例吧。
7. 觀察得知懸吊向下成長的鐘乳石大都有內徑約 0.3cm 的管束，自地面長起的石筍則無。如果不經人為的踐踏破壞，則地面天然石筍的成長會較洞頂的鐘乳石速度快且體型大。實驗也顯示濃度約 2.0M 左右的溶液最適合模擬鐘乳石的成長，太濃或太淡效果均差。但模擬實驗所生成的鐘乳石硬度、密度等均不堪與天然鐘乳石比擬，印證一句『欲速則不達』的至理名言。
8. 據收集到的資料得知：除較為人知的墾丁公園外，台灣還有十餘個地區有鐘乳石洞

存在。可惜這些地方不是遭受破壞就是地處偏僻，且規模不是很大，無法與桂林-蘆笛岩、美國維吉尼亞州-夢湖、紐西蘭威多摩-螢火蟲洞等處相比。但從蓬萊博物館館長搶救到的鐘乳石數量顯示：台灣這個富含石灰岩地質的寶島，必然有更壯觀的鐘乳石洞存在。冀望有朝一日，我們也可以發現世界級的鐘乳石洞景觀。

9. 特別一提：基隆大武崙古砲台據稱建於清末〈一言於日據時代改建〉，內部生長的鐘乳石及石灰華量多而美，極富教學價值。附近有情人湖風景區，本身又是一個國家二級古蹟，很值得推廣作為北基地區中小學校外教學參觀之地。讓學生一次旅遊同時體驗景觀古蹟及地質之美，不失為一多元化的學習勝地。
10. 朋友！或許你可能聽過『滴水能穿石』，肯定您不曾見過『滴水竟可成石』。小小一粒為人輕忽的石子竟然蘊藏著這麼多弦機，人生不用太匆匆，何妨放慢腳步，細細去品味大自然的奧妙和美景！大自然是處處充滿著驚奇，說不定哪一天鐘乳石正悄悄的在你家天花板上滋長著。

捌、參考資料：

1. 高中基礎化學 高中地球科學 —— 國立編譯館
2. 中華民國科展歷屆優秀作品專輯 —— 國立台灣科學教育館
3. 地球學習百科 —— 約翰 法恩登 貓頭鷹出版社
4. 經濟部礦物局 自然科學博物館等網站 —— 蕃薯藤 奇摩等蒐索引擎

玖、附 錄 及其他：

1. 感謝屏東蓬萊化石博物館林景文館長提供鐘乳石供對照研究及展示
 2. 感謝師範大學化學系 協助指導做溶液酸鹼值檢測及礦石焰色分析
 3. 感謝師大地球科學系 協助作岩石礦物成分鑑定及薄片光學分析
- ◎ 綠島國中王明珠老師代為採集鐘乳石滴水，因郵局不收夜體包裹，特排除萬難拜託一位到綠島旅遊的老師把水樣帶回台北交給我們。
 - ◎ 師大物理所研究員楊謝樂博士因協助我們做礦石 X 光繞射分析，因而兩度延誤與友人約會的時間。
 - ◎ 亞洲水泥新竹公司的陳中信主任接到警衛室有人到訪的電話通知，也放下手邊的工作風塵僕僕的從礦區趕回辦公室接待我們。
 - ◎ 屏東蓬萊化石博物館林景文館長日前到台北來接受華視新聞專訪時，百忙之中也來電給我打氣鼓勵。
 - ◎ 其他如 師大劉德慶教授、洪姁娥教授、林如章教授、台大研究員冉繁華博士，也在其專業領域上給我諸多的指導。

翻遍科學期刊及歷屆科展專輯，很少人做過『鐘乳石』這個主題的研究。在缺乏佐證資料及參考文獻的情況下，歷經不少挫折。幸賴以上人士熱心的幫忙，科學研究的路雖然走的很辛苦但並不孤獨。在此 謹致上**最大**謝忱。

評語：

作者細心觀察（由小學六年級開始），發現人爲”建築物”所產生的”管狀物”和大自然上萬年所產的“鐘乳石”，必有相當的關連性研究性問題！有系統、有組織去解答“由流動性的氯液【 CO_2 ， $\text{CO}_2(\text{aq})$ $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 】到固狀 CaCO_3 之形成之機制。將上千萬年的”鐘乳石”到十數年屋崖，天花板的”管狀物”到上百小時的 Na_2CO_3 和 CaCO_3 溶液反應換擬 CaCO_3 生成大小，並加以多方求證與合理化，作品細膩之程度，可媲美大自然之鬼斧神工！

作者簡介

高中組 化學科 第一名 作者：吳 思 瑩 就讀學校：再興中學

指導老師：劉 效 天 吳 振 春

天文、生物、化學和地球科學一直是我的最愛，在一次偶然的機會下發現鐘乳石這個研究題材。只是當時的我所學有限，但這個主題還是一直在我的腦海裡蘊釀著，一有時間我就不斷地在網路上、圖書館或實地考察收集相關資訊。直到今年初在老師的鼓勵下參加國際科展，幸運獲得推薦參加本屆全國中小學科展的機會，並僥倖入圍前三名。特此感謝學校、老師及曾經幫助過我的許多人士。