

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 地球科學科

佳作

080505

石破天驚要「住益」

~海岸山脈北段岩石特性之探討與應用

學校名稱：國立東華大學附設實驗國民小學

作者： 小六 王胤之 小六 陳苡承 小六 王語彤	指導老師： 張玉真 周子宇
---	-----------------------------

關鍵詞：矽藻土、海岸山脈北段

摘要

本研究期望能找出花蓮海岸山脈北段地區，可以取代矽藻土的岩石材料。首先，我們選擇海岸山脈北段主要溪流出海口進行岩石認識，並帶回實驗室進行觀察描繪及密度分析，藉以認識岩石的種類及特性。接著，我們進行岩層考察，瞭解不同岩層的種類與特徵。最後，我們從密度適中的火成岩類（具有氣孔）與沉積岩類（多孔隙）中，挑選出安山岩、凝灰岩、砂岩以及和矽藻土(生物沉積物)類似性質的珊瑚礁做為實驗的樣本。

研究發現：凝灰岩的除濕能力優於矽藻土，珊瑚礁、凝灰岩、砂岩的抗升溫能力等同於矽藻土，砂岩的降溫能力優於矽藻土，而安山岩的保溫能力等同於矽藻土。在不同的室內條件下，這些岩樣可以進行適性應用，為我們打造出健康節能的生活環境。

壹、 研究動機

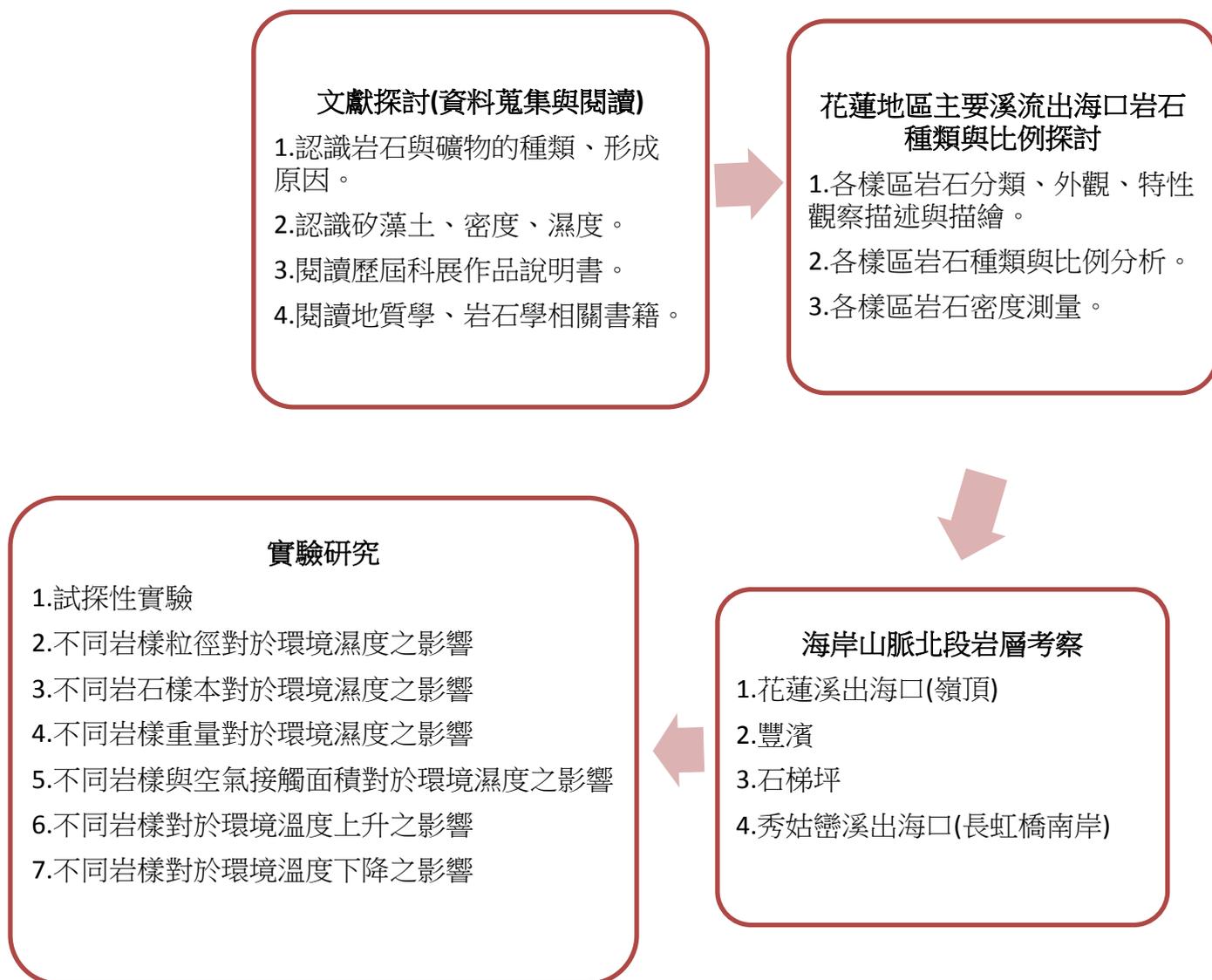
近年來，極端氣候對全球造成影響，能源危機也一躍成為國際間的重大議題，如何使用更少的能源來抵抗極端變化的天氣，成為熱門的學問。尤其在台灣這個亞熱帶小島，終年潮濕悶熱，近年來夏天氣溫屢創新高，人們越來越依賴空調設備帶來的舒適感。但如果不斷使用冷氣機、除濕機，會增強溫室效應，使得極端氣候狀況更加惡化。

在六上自然與生活科技課程「岩石與礦物」這個單元中，我們學習到：有些岩石可以用來當建材，如以花崗岩砌石牆、石灰岩當水泥原料等。我們也上網搜尋相關資料，發現第 52 屆全國科展國中組作品「土角厝的奧秘」中，作者提到市面上有一種綠建材「矽藻土」，具有質輕、多孔性、吸附強的特性，製成塗料後，塗在牆面上，能控制房間的溫濕度，使能源的利用更有效率，讓我們住得更環保、更健康。但是它的價格昂貴，且目前矽藻土產地為日本、中國、美國及歐洲等有內陸湖泊及沿海的國家，在台灣並未發現可以開採的地點。而我們的家鄉花蓮是著名的石頭之鄉，如果能找到一些岩石，可以取代售價昂貴的矽藻土，做為綠建材來使用，這將會是重大發現與貢獻，於是我們便展開一連串的岩石尋寶之旅。

貳、 研究目的

- 一. 藉由文獻探討，瞭解岩石的種類、形成原因與矽藻土的功能。
- 二. 藉由野外採樣，學習石頭分類與花蓮地區主要溪流出海口岩石種類與比例。
- 三. 藉由觀察描繪與測量，瞭解各岩樣的外觀、密度等特性。
- 四. 藉由野外考察，瞭解海岸山脈北段岩層的種類與特徵。
- 五. 藉由實驗研究，比較矽藻土與各岩樣對於環境濕度的影響。
- 六. 藉由實驗研究，比較矽藻土與各岩樣對於環境溫度的影響。

參、 研究流程



肆、 研究設備與器材

研究階段	研究設備與器材
野外調查	數位相機、筆、筆記本、指北針、沙土取樣袋、鏟子、地質槌、放大鏡、測距輪、捲尺、標示牌、標籤紙、呼拉圈。
岩石樣本研究	量筒、滴管、燒杯、烘箱、電子秤、磅秤、紙、麥克筆。
實驗研究	岩樣、溫濕度計、玻璃罐、碼錶、電子秤、培養皿、熱水瓶、大臉盆、防潮箱、烘箱。

伍、 研究過程與方法

一、 文獻探討

為了瞭解與本研究相關的知識，我們開始蒐集網路資料，並到圖書館借閱相關的書籍及報告書，進行閱讀與討論。以下就岩石的成因、矽藻土、密度、濕度等知識，進行探討。

(一) 岩石

岩石是自然界中一種或多種礦物或似礦物組合而成的固態集合體。根據其成因可分成三大類：

1.火成岩：地底下熔融或半熔融的高溫岩漿，噴發出地表或在地下降溫冷卻凝固後所成的岩石，如花崗岩、玄武岩。

2.沉積岩：岩石經風化、侵蝕作用或動物的遺骸所形成的沉積物，經過膠結與深埋作用而成的岩石，如砂岩、頁岩或石灰岩等。

3.變質岩：岩石因深埋地下而溫度、壓力增高，造成原有岩石的礦物種類、岩石排列或結構改變而形成的岩石，如板岩、片岩或片麻岩。

(二) 矽藻土

矽藻土是一種沉積岩，主要由海洋生物矽藻的細胞壁沉積而成，一般而言成淡黃色或淺灰色，質地軟而輕；密度低($1.9\sim 2.3\text{g/cm}^3$)且孔隙率高(80%~90%)，具有極強的吸水性。它是熱、聲、電的不良導體，因此可做為隔熱、絕緣、隔音的材料，也因為它極強的吸水性，也可做為除濕的用途。目前多製成塗料塗在牆壁上，可以有效控制濕度，隔熱、隔音，以提升居住品質，但施作一坪的面積需要 2000~10000 元不等，是一種相當昂貴的綠建材。

其名稱在華語文區略有出入，中國稱「矽藻土」，而台灣則稱為「矽藻土」，本文統一稱為「矽藻土」。

(三) 密度

用於描述一個物體的緻密程度，其公式為 $M/V=D$ ，M 是質量、V 是體積、D 是密度，此公式表示單位體積中重量的多寡。單位體積中重量越重，則密度越大，例如：金屬類。單位體積中重量越輕，則密度越小，例如：木頭、棉花。

(四) 濕度

濕度是指空氣中水蒸氣的含量，因此固態及液態的水不會計算在內。主要的表示方法分為「絕對濕度」與「相對濕度」。「絕對濕度」指的是一定體積的空氣中所含水蒸氣的量。而「相對濕度」指的是絕對濕度與最高濕度的比值。一般而言，我們習慣的濕度表示法為「相對濕度」，因為空氣中所含水蒸氣的量，會受到溫度的影響，溫度高時含量就高，溫度低時則相反。但同樣的水蒸氣量，對於人體或生物的感受是完全不同的。因此我們使用「相對濕度」100%來表示飽和水蒸氣的空氣，藉由和飽和的比值，來瞭解現在空氣中潮濕的程度，也就是「相對濕度」。本研究中的濕度數據都以「相對濕度」來表示。

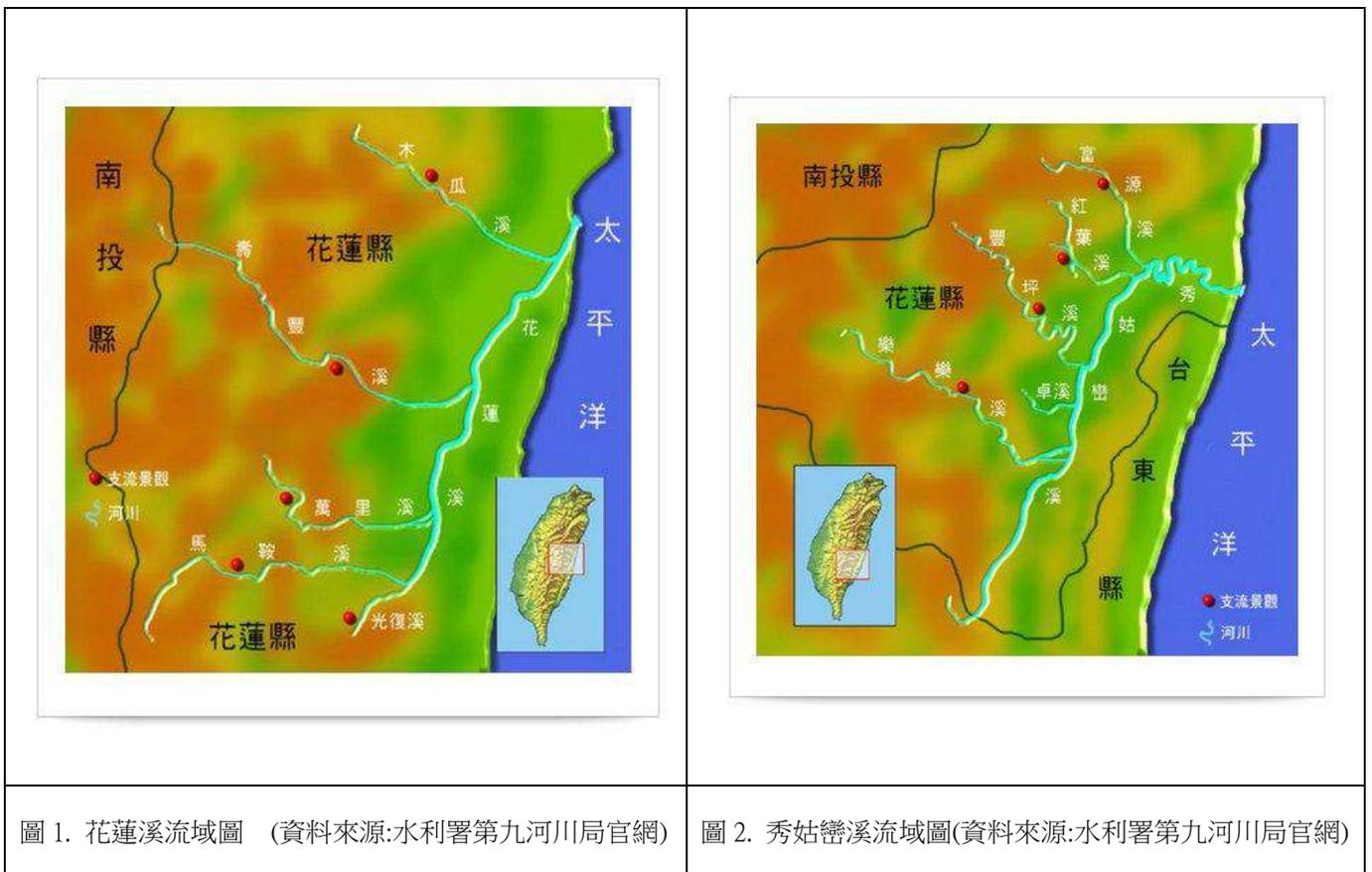
二、 花蓮地區主要溪流岩石種類與特性探討

為了認識岩石的種類與特性，我們以花蓮溪及秀姑巒溪的出海口為採集樣區。

花蓮溪流域位於花蓮縣內，北接吉安溪，南界秀姑巒溪流域。主流花蓮溪源自於中央山脈拔子山，東流入台東縱谷後，沿縱谷平原北流，在花蓮市南濱入太平洋。

秀姑巒溪流域，地跨花蓮、台東兩縣。北接花蓮溪流域，南與卑南溪流域相鄰，主流秀姑巒溪發源於中央山脈崙天山南麓，東流入台東縱谷後，受海岸山脈阻擋，沿著縱谷平原向北流，於瑞穗鄉舞鶴山前再折轉向東流，以其巨大侵蝕力橫切海岸山脈，而在豐濱鄉大港口附近流入太平洋。

因這兩條溪流，流經中央山脈與海岸山脈，在出海口處可採集到豐富的岩樣，供我們認識岩石種類與特性。因此我們實地採集岩樣後，帶回學校進行分類整理，並探討其種類及特性。



(一) 岩石採樣、分類與觀察描繪

1. 岩石採樣與分類



圖 3. 我們選定採樣點後，將直徑一公尺的呼拉圈放置其上，採集呼拉圈內表面的岩石，放入採集袋中。



圖 4. 利用測距輪步行，每 30 公尺做一次採集，共採集三次。



圖 5. 岩樣帶回實驗室後，進行分類。

2. 岩石觀察描繪圖

(1) 花蓮溪出海口(嶺頂海灘)

表一: 主要岩石類

	石灰岩	砂岩	安山岩	大理岩	黑色片岩	綠色片岩	石英片岩
照片							
素描							
外觀描述	米白色岩石上有咖啡色的條紋，觸感平滑，外型類似三角形。	用手觸摸時有沙粒感，肉眼可以看見一粒粒微小的顆粒。	主要為深灰色，夾雜著大小不一白色斑晶。表面摸起來粗糙。	狀似鵝卵石，摸起來平滑。	灰黑色，摸起來粗粗的。葉理清晰，切面更為粗糙。	外表為青綠色摻雜一些橘色，葉理清晰可見。	觸感凹凸不平，有一片一片的葉理。

表二:其他類

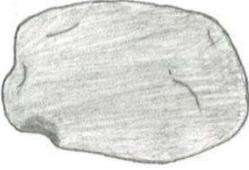
	石英岩	綠色岩(待鑑定)
照片		
素描		
外觀描述	以白色為主摻雜大面積橘色，觸感略為粗糙，石英部分較平滑。	底色為鐵綠色，有橘色、咖啡色的斑點，觸感平滑，有一些小坑洞。

(2) 秀姑巒溪出海口(長虹橋南岸)

表三:主要岩石類(1)

	凝灰岩	凝灰質砂岩	砂岩	石灰岩	安山岩	大理岩
照片						
素描						
外觀描述	不規則形狀，有稜角，整顆岩石觸感砂砂的，容易掉碎屑。	石頭上有小孔洞，結構不緊密。	觸感粗糙，有小顆粒。形狀似橢圓形。	觸感平滑。摻雜一些咖啡色的痕跡。	斑狀，嵌入長石晶體、雲母、角閃石、灰石。	岩石上有一些黑色的裂縫，觸感平滑。

表四:主要岩石類(2)

	黑色片岩	雲母片岩	石英片岩	蛇紋岩
照片				
素描				
外觀描述	紋路非常明顯，葉理分明。	觸感略為粗糙，結晶明顯。有許多孔洞，還有一些石英摻雜在內。	表面非常平滑，無坑洞。	呈現淺綠色，岩石上有石英和小孔洞。

表五:其他類

	石英岩	石英
照片		
素描		
外觀描述	大部分為石英，表面平滑，有些地方則凹凸不平。	表面有許多條橘色裂痕。有些許坑洞，但觸感圓滑。

(二) 研究樣區岩石種類及重量比例探討

1. 分類與秤重：

我們將各樣區岩石分類，並逐項秤重，所得結果再除以該區岩石總重，算得所占百分率。

2. 各樣區岩石重量比例統計圖

(1) 花蓮溪(嶺頂海灘)

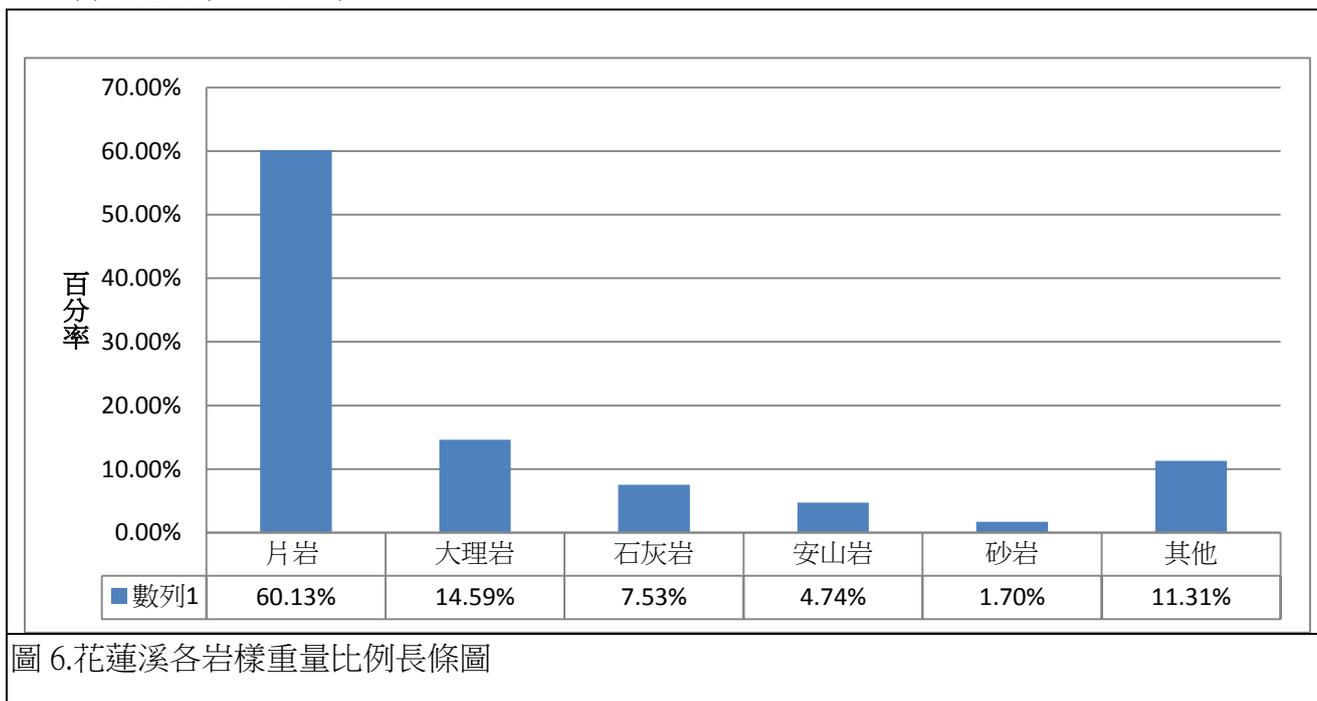


圖 6. 花蓮溪各岩樣重量比例長條圖

(2) 秀姑巒溪(長虹橋南岸)

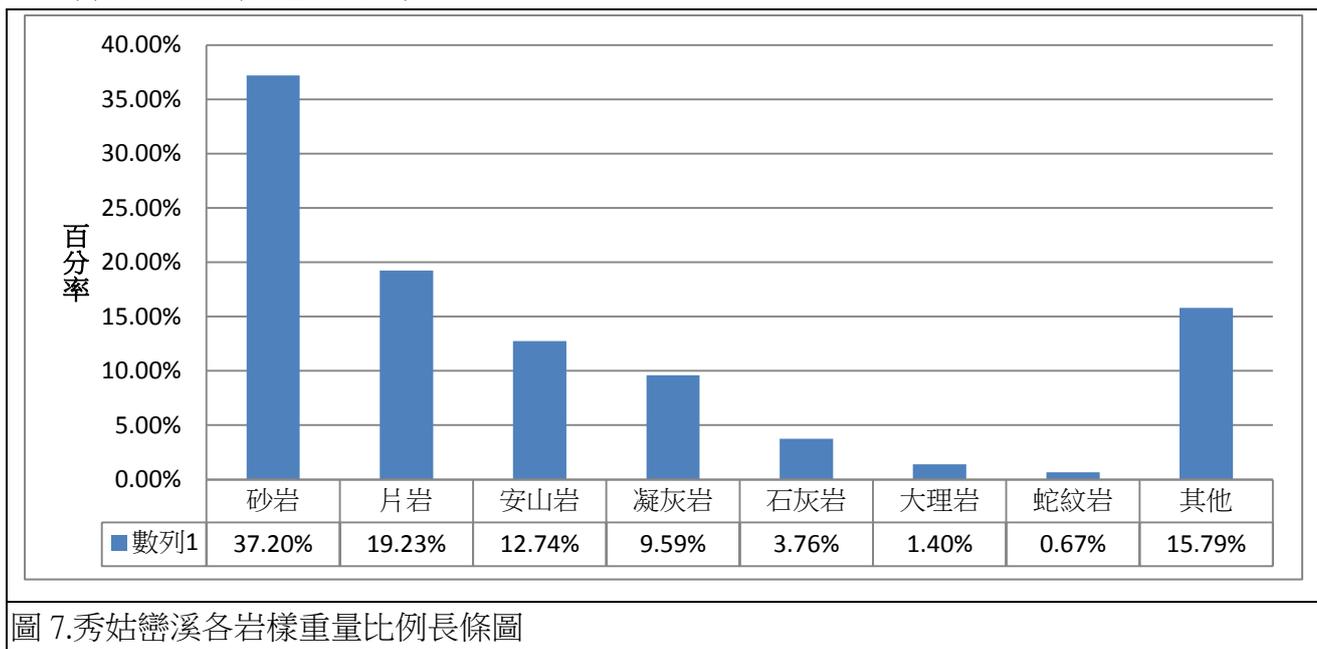


圖 7. 秀姑巒溪各岩樣重量比例長條圖

3.發現與討論

(1) 花蓮溪口具有高比例的片岩與大理岩，應該非海岸山脈本地的岩石，片岩類的變質岩，應該是由花蓮溪中央山脈流域所帶下來的，而大理岩應該是隨著沿岸流從立霧溪帶下來的岩石。

(2) 秀姑巒溪口的片岩減少，但有大量的砂岩，且安山岩的比例大增，此區可能是因為秀姑巒溪發源於中央山脈流經縱谷後切穿海岸山脈，具有中央山脈大量的片岩，還有海岸山脈形成初期火山作用所產生的火成岩地層，以及來自台灣島覆蓋的大量沉積物，因此產生了高比例的火山岩類與砂岩。

(三) 研究樣區主要岩石樣本密度分析

我們將帶回來的岩石樣本分類、觀察描繪後，接著就樣區主要岩石類進行密度的測量。

1.密度測量方法說明

		
<p>圖 8. 先將各區相同的主要岩石集中，敲成小塊，並取其中的五塊放入烘箱，完全烘乾後，再量測重量。</p>	<p>圖 9.將烘乾的岩樣丟入已知水量的量筒中，算出體積，再將重量除以體積，求得密度。</p>	<p>圖 10.分別將五塊岩樣的密度計算出後，求平均值。接著重複相同的步驟，測量所有岩樣之密度。</p>

2.各岩石密度測量結果平均值

表六:主要岩石類密度

岩石種類	片岩	凝灰岩	安山岩	砂岩	大理岩	石灰岩	
密度	2.77	2.59	2.55	2.15	2.06	1.37	

3.各岩石密度比較分析圖

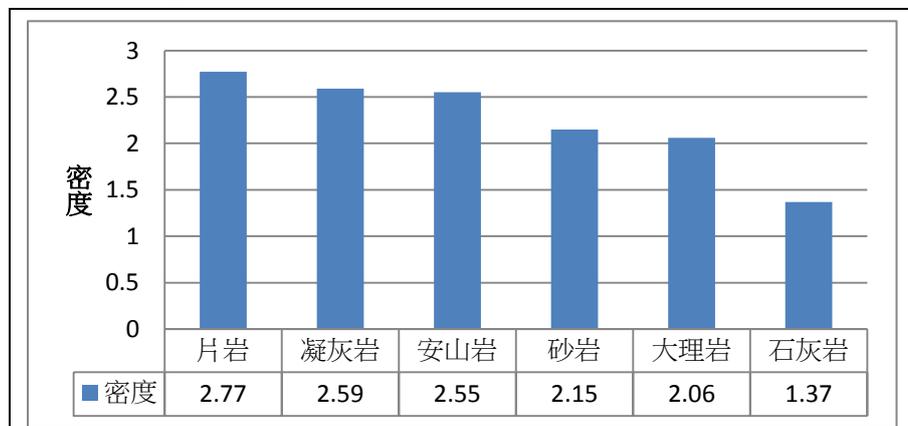


圖 11. 岩樣密度比較長條圖

4.發現與討論

(1)變質岩類的密度較高，但大理石除外。推測原因可能是大理石是由密度較低的石灰岩變質而成，因此密度相對也較低。

(2)火成岩類的密度居中，如凝灰岩、安山岩。

(3)沉積岩類的密度最低，推測沉積岩是由砂石沉積而成，因此孔隙較多，所以密度較低。

(4) 根據以上的觀察分析與文獻探討，我們捨去變質岩類這種高密度且較緻密的材質，從密度較低的火成岩（具有氣孔）與沉積岩（多孔隙）中，挑選出實驗樣本，火成岩類：安山岩、凝灰岩；沉積岩類：砂岩、石灰岩。但在地層考察的過程中，我們發現和石灰岩成分相同且孔隙更多的材質－珊瑚礁，因此我們改以珊瑚礁取代石灰岩，成為本研究的實驗岩樣。

三、 海岸山脈北段岩層考察

認識岩石種類與特性後，我們著手進行岩層考察，希望瞭解我們實驗用的岩樣是來自於何種岩層？形成原因為何？本研究因受限於車程和時間，我們以海岸山脈北段(秀姑巒溪以北)為主要考察樣區，針對實驗用岩石樣本的地層出露點，進行實地調查與採集。

海岸山脈位在台灣島最東側，從花蓮市到台東市全長約 150 公里。其主體是深海海底形成的火山島弧，之後又被來自台灣島的沉積物覆蓋，所以海岸山脈的岩層有底部的火山岩，以及上覆的深海環境堆積的沉積岩。岩層由下而上分為都巒山層、港口石灰岩、蕃薯寮層、八里灣層與利吉層。為了實地瞭解這些岩層的成因與特徵，我們做了幾次調查，調查日期與工作內容說明如下：

(一) 岩石採集

1. 103 年 11 月 19 日：花蓮溪口岩石採集、分類
2. 103 年 12 月 21 日：秀姑巒溪口岩石採集、分類

(二) 海岸山脈地層認識

1. 103 年 11 月 16 日：海岸山脈北段岩層考察(第一次)~秀姑巒溪口長虹橋南岸、石梯坪、豐濱。
2. 103 年 11 月 19 日：花蓮溪出海口考察(第一次)
3. 104 年 2 月 5 日：海岸山脈北段岩層考察(第二次)~ 秀姑巒溪口、石梯坪、豐濱、嶺頂。
4. 104 年 5 月 31 日:花蓮溪出海口考察(第二次)。

(一) 花蓮溪出海口(嶺頂海岸)

嶺頂位於海岸山脈最北端，花蓮溪在流經花東縱谷北部後，於此處注入太平洋。我們在海灘上看到各式各樣的礫石，有來自海岸山脈的火成岩礫石，如安山岩、凝灰岩；也有花蓮溪搬運來的中央山脈變質岩礫石，如片岩、大理岩。為了瞭解安山岩與凝灰岩是在何種岩層出露，我們到嶺頂海岸進行實地考察。以下是我們的調查發現：



圖 12. 花蓮溪出海口的河口地形樣貌，會隨著季節或水量不同產生變化。

圖 13-15. 嶺頂海岸上遍布大小礫石，在出露的地表上，我們觀察到部分岩層摸起來細細粉粉的，具有大量的氣孔，且包覆著許多大小不一、有稜角的岩石。經查資料後，發現這些摸起來細細粉粉的岩層，是由細粒火山灰構成的凝灰岩，而包覆的岩塊則是火山噴發後產生的火山彈。



圖 16-19. 嶺頂海岸的岩石為都巒山層的火山岩，因此我們可以在海灘上觀察到各種顏色的安山岩，仔細觀察安山岩的表面，可以看到斑狀結晶及氣孔。



圖 20. 觀察凝灰質細砂岩岩層的構造，我們可以由岩層間的距離，推測其沉積的時間。

圖 21-23. 我們利用指北針實際測量出露岩層的走向，大約是北偏西 5-10 度左右。

(二) 豐濱

根據岩石的成因，我們知道依照沈積物顆粒的大小，沉積岩可以分為為礫岩、砂岩、頁岩與石灰岩。因此我們選擇屬於沉積岩層的豐濱段砂頁岩層，來進行考察。

我們選定的調查地點~豐濱橋，位在花蓮縣豐濱鄉花東海岸公路豐濱段。八里灣溪是海岸山脈大三大河，在豐濱與貓公溪會合後流入太平洋。出露在八里灣溪流域的岩層，簡稱八里灣層，其特徵是礫岩與砂頁岩互層。以下是我們的調查發現:

		
<p>圖 24. 八里灣溪在豐濱與貓公溪會合後流入太平洋。出露在八里灣溪流域的岩層，稱為八里灣層。</p>	<p>圖 25. 我們發現此處的露頭有兩種不同顏色的層理互相堆疊，淺色的岩層摸起來較粗糙，深色的岩層摸起來則是細細粉粉的，沾水後有黏稠感。</p>	<p>圖 26. 仔細觀察，我們推測淺色岩層應為砂岩層，而深色岩層為頁岩層，此為砂頁岩互層的現象。</p>

(三) 石梯坪

石梯坪右側連接秀姑巒溪口，左側則內凹成石梯灣，是花東地區少數幾處形成珊瑚礁的海岸。在這裡，我們可以尋找到珊瑚礁成為實驗岩樣，因此我們進行實地考察。

此地因為地層上升的關係，岩石排列如樓梯般，所以稱為「石梯坪」。沿岸還有海蝕平台、海蝕溝以及壺穴等小地形發育。石梯坪的火山岩是白色的凝灰岩與火山角礫岩，屬於海岸山脈最後一期的火山噴發物。以下是我們的調查發現:

		
<p>圖 27. 石梯坪的岩層看起來是灰白色的，與嶺頂海岸的凝灰岩地層相似。仔細觀察其具有大量的氣孔，摸起來也粉粉的，因此我們推測這也是凝灰岩層。</p>	<p>圖 28. 在此處，我們隨處可見火山角礫岩，有大有小且具稜角，推測這些岩塊沒有經過搬運作用，是由海岸山脈的火山作用產生的。圖中為巨型的火山角礫岩。</p>	<p>圖 29. 我們發現珊瑚礁包覆在凝灰石當中。推測這是珊瑚蟲在此生長的結果，根據珊瑚蟲的習性，這裡在遠古時代，應是水溫 23°C 左右的淺海環境。</p>

(四) 秀姑巒溪出海口(長虹橋南岸)

我們從長虹橋下到秀姑巒溪南岸，河岸兩側岩壁都是火山角礫岩。秀姑巒溪河床中則堆積許多巨大的石灰岩塊，是來自長虹橋兩側山麓上出露的港口石灰岩，俗稱帝王石。

石灰岩是由許多生物殼體所構成的岩石，仔細查看可以發現許多種類的化石，如珊瑚、抱球藻、有孔蟲等，都是當時生活在火山口附近的生物。以下是我們的調查發現：



圖 30-32. 河流右岸大量出露的岩層，由大小不一的岩塊集合而成，看起來參差不齊，這些大量碎屑所構成的岩石，是火山角礫岩。



圖 33. 秀姑巒溪河床上散布的巨大石灰岩塊。

圖 34. 大港口石灰岩

圖 35. 岩石上的抱球藻化石。

在秀姑巒溪的河床上，隨處可見比人還大的巨大石灰岩塊，這就是有名的「秀姑漱玉」。仔細觀察，岩體幾乎呈現純白色，滴上稀鹽酸會大量起泡，的確是由碳酸鈣構成的石灰岩。在白色的岩體上，可以看到許多不同的斑紋，推測應該是古生物的化石，這表示岩石沉積時火山作用已經停止，所以這些生物才可以在此生長。

四、 實驗研究

【實驗一】試探性實驗

為了尋找適合的實驗裝置，我們模擬室內裝潢，採用木板釘製實驗箱。經測試後，發現我們實在無法做出大小一致的木箱子，來準確地控制實驗變因。於是改訂製大小一致的壓克力箱模擬成實驗屋，並使用壓克力板製作岩樣板。

我們將白膠塗在岩樣板上以固定岩樣，但經過實驗測試後發現，白膠本身就是個相當大的變因，飽含濕氣的白膠，使得實驗結果常常不一致。

最後我們採用玻璃罐，實測後發現是個理想的裝置，於是我們就決定以玻璃罐來探討各式岩樣對於環境溫濕度的影響。



圖 36. 木製實驗屋製作



圖 37. 壓克力箱實驗屋



圖 38. 玻璃罐實驗裝置

【實驗二】不同岩石粒徑對環境濕度之影響

我們購買的矽藻土，主要分為兩種粒徑，一種約為 10mm 大小顆粒，另一種為粉末狀。為了瞭解何種粒徑的岩樣，對環境濕度有較大的影響，以方便後續的實驗討論，於是我們設計了以下的實驗。

(一) 實驗步驟

1. 將實驗用岩石樣本，以地質槌敲碎成 10mm 的礫狀岩樣；再以鐵鉢研磨、標準篩篩出 <math><0.59\text{mm}</math> 的沙狀岩樣。
2. 準備三個玻璃罐，先在罐中分別放入溫濕度計，再分別放入 30g 矽藻土礫狀岩樣、30g 矽藻土沙狀岩樣、以及不放岩樣的對照組。
3. 蓋上蓋子，記錄起點濕度。之後每一分鐘記錄一次，共記錄十次，最後求平均值，繪製圖表。
4. 使用其他岩樣（凝灰岩、安山岩、珊瑚礁、砂岩）重複步驟 1~3。



圖 39. 礫狀岩樣。



圖 40. 沙狀岩樣。



圖 41. 實驗裝置。

(二) 實驗數據分析說明

我們以實驗開始時的濕度作為基礎值，將基礎值減去之後記錄的濕度稱為濕度差，用來表示該時段的濕度增減量，例如：實驗開始時的濕度為 70%，一分鐘後的記錄值為 65%，則該時段的記錄值為 $70\% - 65\% = 5\%$ 。濕度減少時取正值，表示除濕能力較佳。

(三) 實驗結果

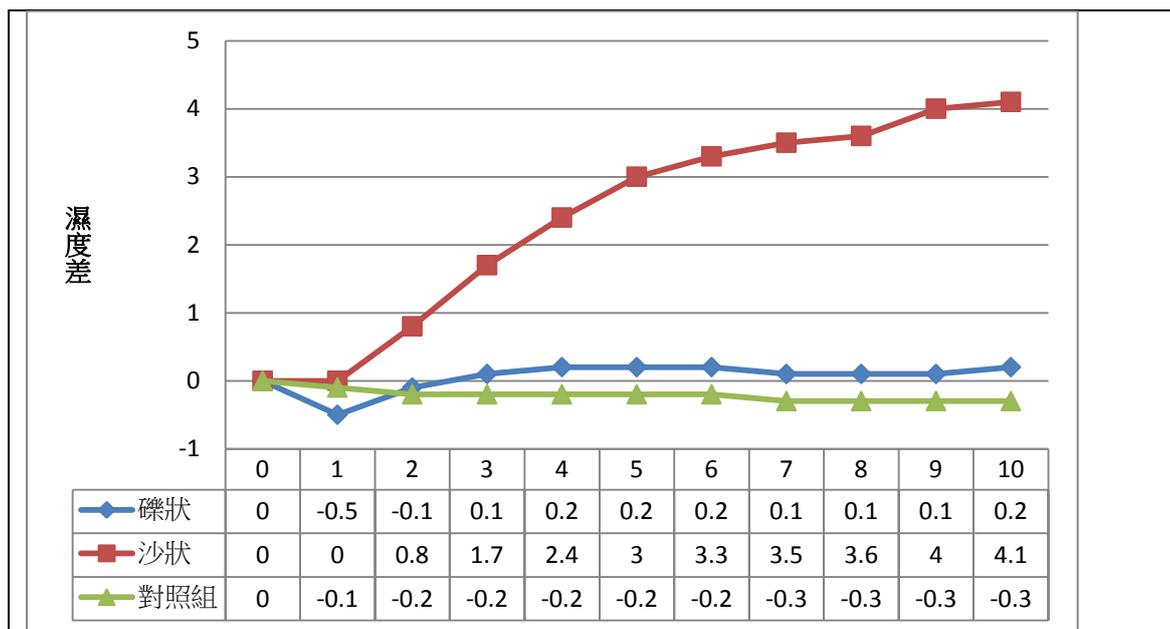


圖 42. 砂藻土環境濕度變化折線圖

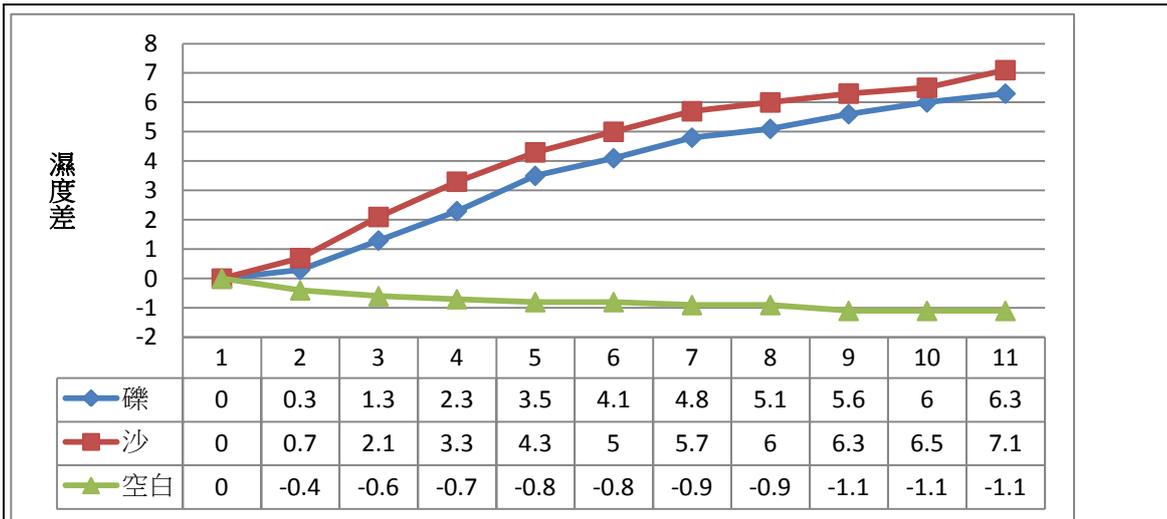


圖 43. 凝灰岩環境濕度變化折線圖

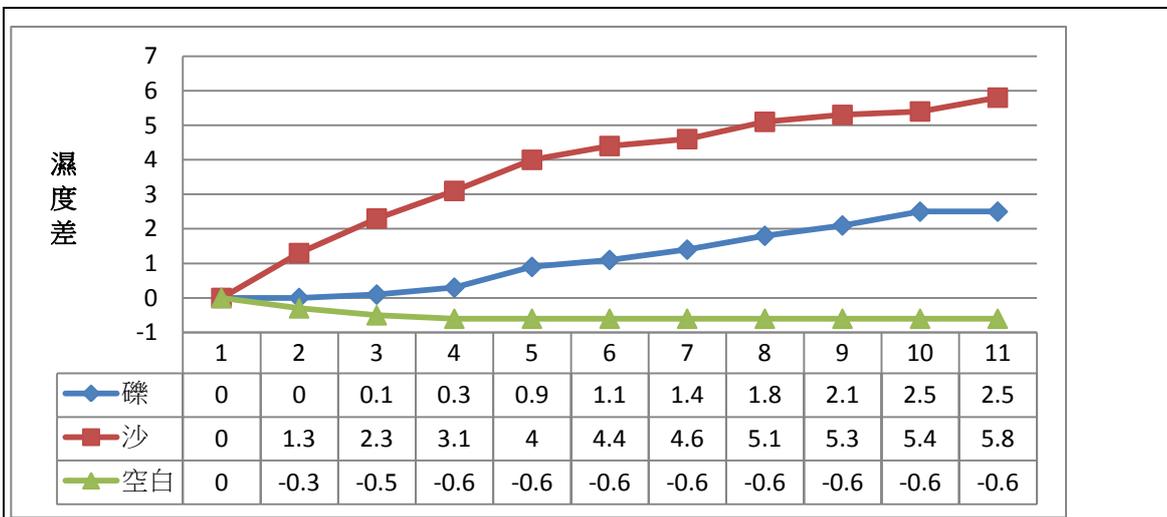


圖 44. 砂岩環境濕度變化折線圖

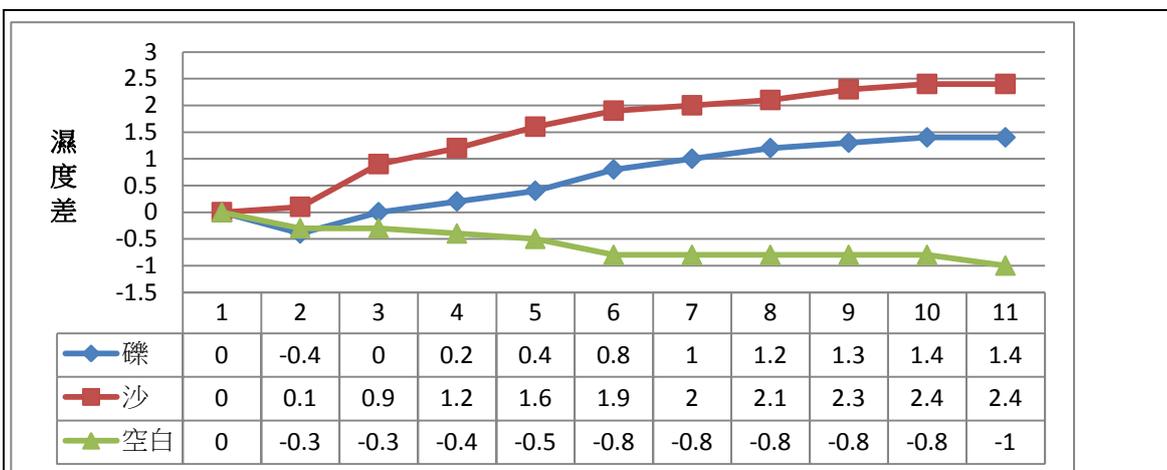


圖 45. 珊瑚礁環境濕度變化折線圖

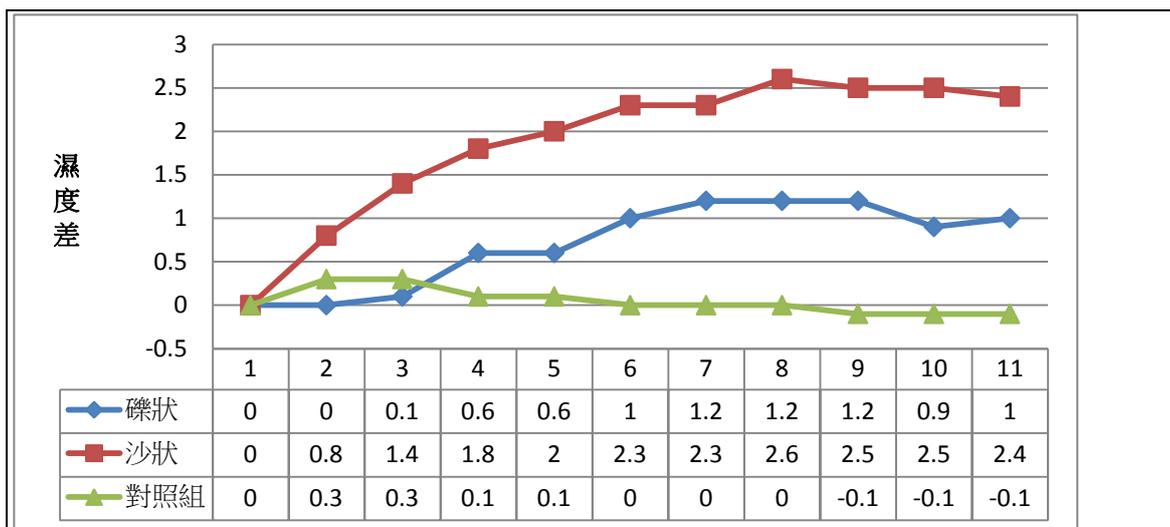


圖 46. 安山岩環境濕度變化折線圖

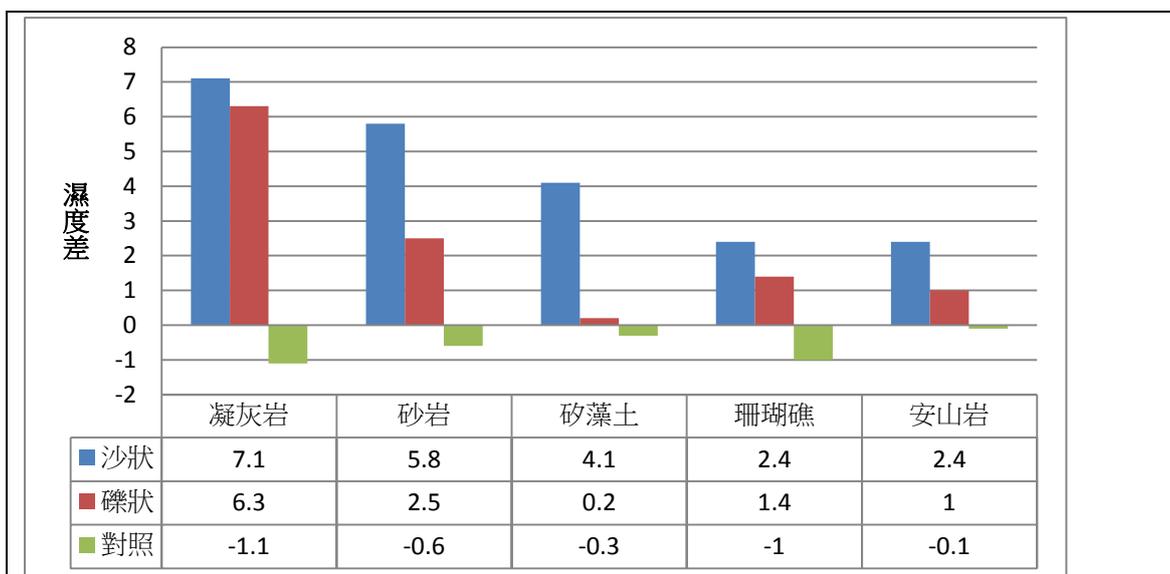


圖 47. 綜合比較：各岩樣實驗後環境濕度長條圖

(四) 發現與討論

1. 整體來說，在密封的罐子中，對照組溼度呈現負值，表示濕度都有略微上升的趨勢。
2. 根據實驗結果，各類岩樣皆有降低環境濕度的效果。
3. 沙狀岩樣對降低環境濕度的效果大於礫狀岩樣。
4. 對凝灰岩而言，不論礫狀或沙狀岩樣，對於環境濕度的影響差異性不大，但仍以沙狀效果較佳。
5. 根據實驗結果推測，沙狀岩樣對環境濕度的控制效果較佳。因此接下來的實驗設計，皆以沙狀岩樣進行研究。

【實驗三】不同岩石樣本對環境濕度之影響

在前一個實驗中，我們大致瞭解各種岩樣對環境濕度的影響，但因為是分別做實驗，因此控制變因不同。為了準確比較不同岩石樣本，對於環境濕度的影響能力，我們設計一樣的控制變因，並在同一時間進行實驗。說明如下：

(一) 實驗步驟

1. 準備六個玻璃罐，在玻璃罐中放入溫濕度計，再分別放入五種岩樣 30g（矽藻土、凝灰岩、安山岩、珊瑚礁、砂岩），以及不放岩樣的對照組。
2. 封上蓋子，記錄起點濕度，其後每一分鐘記錄一次，共記錄十次，最後求平均值並繪製圖表。



圖 48. 實驗裝置完成。

圖 49. 紀錄實驗結果。

(二) 實驗結果

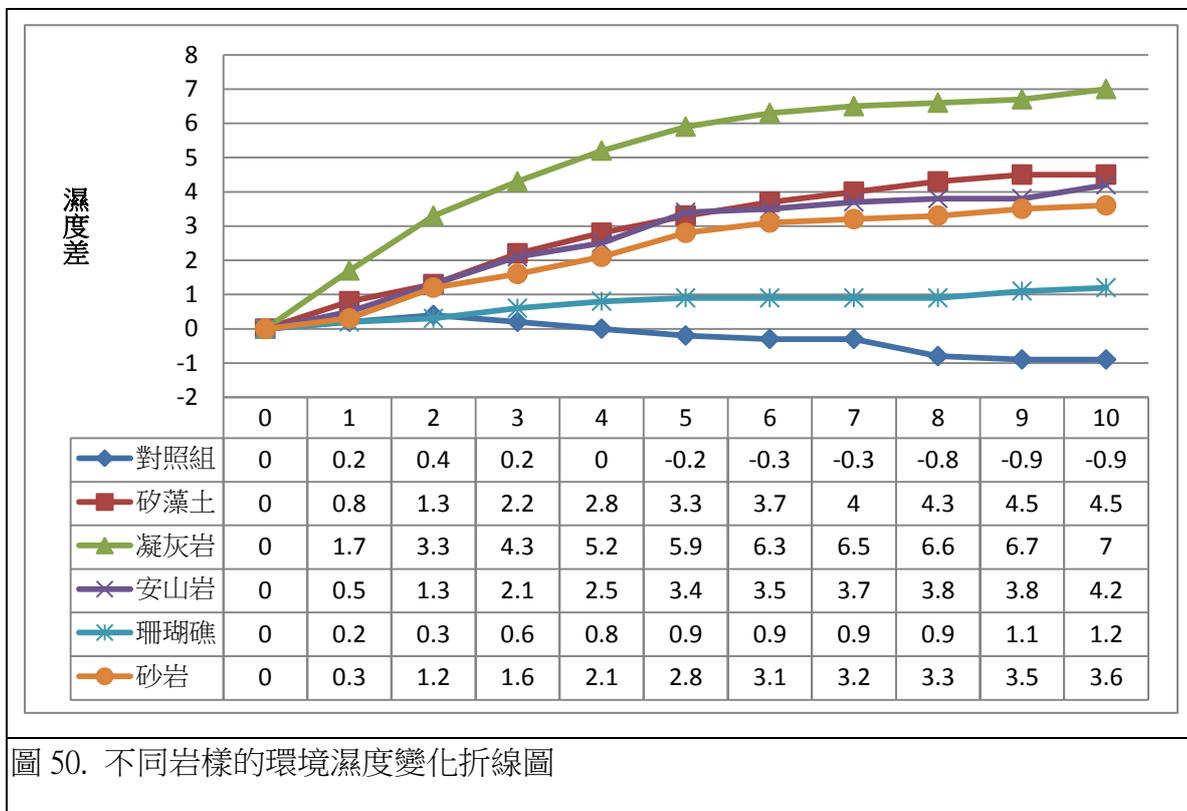


圖 50. 不同岩樣的環境濕度變化折線圖

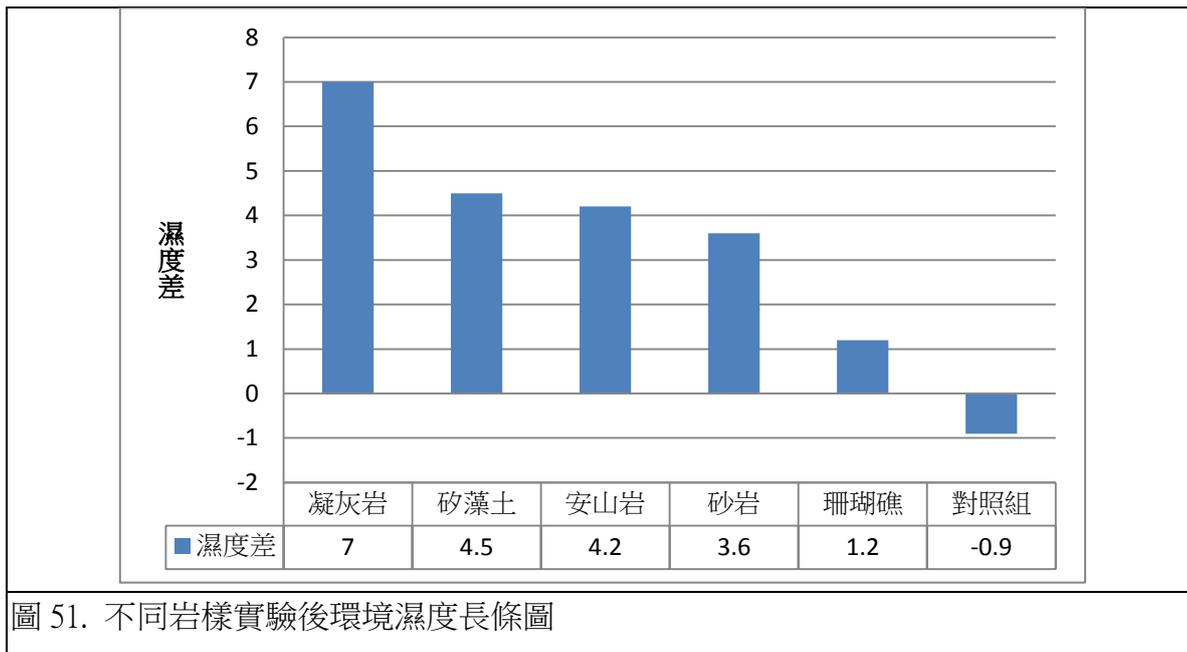


圖 51. 不同岩樣實驗後環境濕度長條圖

(三) 發現與討論

1. 在密封的罐子中，對照組仍會有濕度些微上升的趨勢。
2. 整體來說，各岩樣皆具有降低環境濕度的效果。
3. 實驗過程中，各岩樣前五分鐘環境濕度變化較大，五分鐘後開始進入高原期。
4. 各岩樣降低環境濕度的效果比較：凝灰岩 > 矽藻土、安山岩、砂岩 > 珊瑚礁，其中凝灰岩效果最佳，矽藻土、安山岩、砂岩效果類似、珊瑚礁效果最差。
5. 根據實驗結果，我們發現凝灰岩降低環境濕度的效果較佳，且高於矽藻土 56%，這是相當重要的研究發現。

【實驗四】不同岩樣重量對環境濕度之影響

在發現比矽藻土好用的凝灰岩後，我們仍舊好奇:除了岩樣不同的因素外，還有甚麼因素能影響岩樣對環境濕度的控制，我們認為岩樣的重量應該是個關鍵的因素。因此，進行了以下的實驗。本實驗中放棄除濕效果最差的珊瑚礁，僅以矽藻土、凝灰岩、安山岩、砂岩進行實驗。

(一) 實驗步驟

1. 準備三個玻璃罐，在玻璃罐中放入溫濕度計。
2. 再分別放入裝在 100ml 燒杯中的矽藻土 10g、以及裝在 100ml 燒杯中的矽藻土 20g、以及不放岩樣的對照組。
3. 封上蓋子，紀錄起點濕度，其後每一分鐘記錄一次，共紀錄十次，最後求平均，繪製圖表。
4. 使用其他岩樣（凝灰岩、安山岩、砂岩）重複步驟 1~3。



圖 52. 不同重量測量組。



圖 53. 實驗組與對照組裝置完成。

(二) 實驗結果

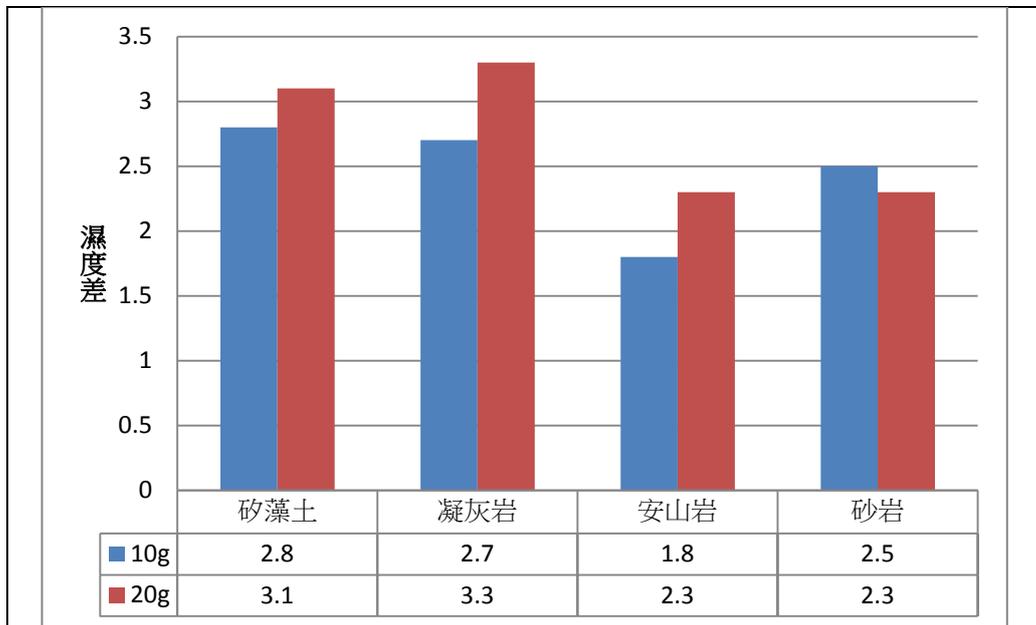


圖 54. 各岩樣重量差異對環境濕度影響比較長條圖

(三) 發現與討論

1. 本實驗之對照組仍和實驗三的對照組一樣，環境濕度無明顯變化，但因其和實驗討論無關，礙於篇幅沒有呈現數據。
2. 以相同岩樣 20g、10g 作比較，矽藻土、凝灰岩、安山岩組的環境濕度降低效果 20g>10g，而砂岩組的環境濕度降低效果 10g>20g，其兩組間的差值大約在 0.6% 以內，屬於實驗誤差(因溼度計最小刻度為 1%)。
3. 依實驗結果，我們認為重量因素對環境濕度的降低並無明顯效果。

【實驗五】不同岩樣與空氣接觸面積對環境濕度之影響

根據實驗四的結果，既然重量不是岩樣影響空氣濕度的重要影響因素，那會不會是「和空氣的接觸面積」才是重要的影響因素呢？

我們假設：岩樣與環境的接觸面積越大，影響越大。因此，我們進行了以下的實驗設計：

（一） 實驗步驟

1. 準備三個玻璃罐，在玻璃罐中放入溫濕度計。
2. 再分別放入裝在半徑為 2.3cm 的塑膠皿中的矽藻土 10g、裝在半徑為 3.4cm 培養皿中的矽藻土 10g、以及不放岩樣的對照組。（兩者面積約差兩倍）
3. 封上蓋子，紀錄起點濕度，其後每一分鐘記錄一次，共紀錄十次，最後求平均，繪製圖表。



圖 55. 不同接觸面積實驗設計。



圖 56. 實驗組與對照組裝置完成。

（二） 實驗結果

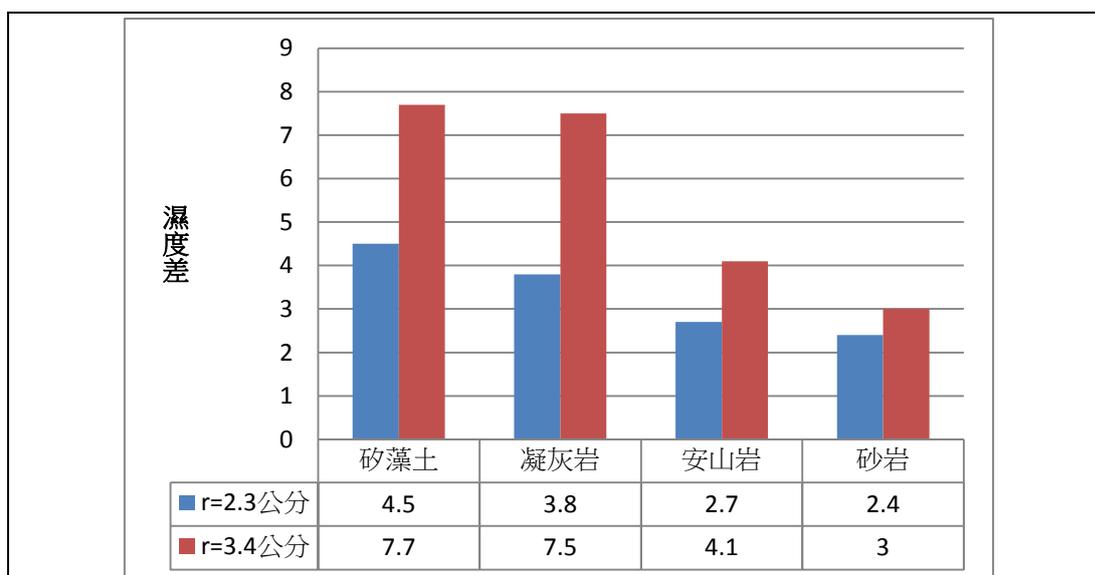
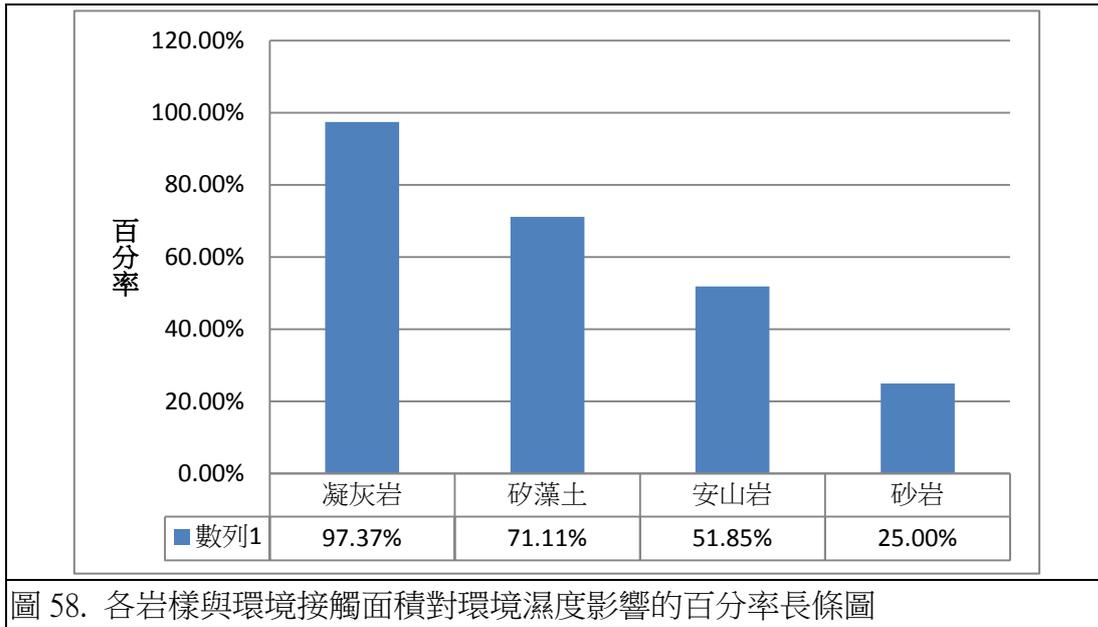


圖 57. 各岩樣與環境接觸面積對環境濕度影響比較長條圖



(三) 發現與討論

1. 本實驗之對照組仍和實驗三的對照組一樣，環境濕度無明顯變化，但因其和實驗討論無關，礙於篇幅沒有呈現數據。
2. 比較相同岩樣接觸面積半徑為 2.3cm、3.4cm 對環境濕度影響：半徑 3.4cm 組皆大於半徑 2.3cm 組，但砂岩因為兩組差值約為 0.6%，小於溼度計最小刻度 1%，可能是誤差值，我們認為砂岩組並無明顯差異。
3. 有明顯差異的三組岩樣，接觸面積對環境濕度影響效果百分率比較為：凝灰岩>矽藻土>安山岩，其中凝灰岩達到 97.37%，表示接觸面積增加、環境溼度也會等比例增加。
4. 我們也發現，環境濕度降低效果較差的岩樣，接觸面積對其影響就較小，我們推測是因為岩樣對環境濕度降低的效果差，不同接觸面積的差異就小，若要表現出其中的差異我們需要更精準的濕度計。
5. 依實驗結果，我們推論接觸面積是岩樣對環境濕度影響的重要因素。因此在使用岩石當建築材料時，必須擴大岩樣與空氣的接觸面積，能達到較好的環境溼度降低效果。

【實驗六】不同岩石樣本對環境溫度上升之影響

在做溫度實驗前，如何加溫是我們面臨到的大難題。我們先使用電暖器，但發現加溫不均勻，且一次只能加溫兩組實驗。接下來使用熱水浴法，一開始水加太多，以致於罐子飄來飄去，且溫度飆升太快。經過不斷測試，終於發現在直徑 1m 的塑膠盆中，加入 100°C 熱水 3000ml 和 25°C 冷水 2000ml，能使空玻璃罐內的環境溫度，在浸泡 10 分鐘後可達到 35°C。這正符合夏季的氣溫模擬，於是我們以此設計進行正式實驗。

（一） 實驗步驟

1. 在直徑 1m 的塑膠盆中，加入 100°C 熱水 3000ml 和 25°C 冷水 2000ml。
2. 準備六個玻璃罐，在玻璃罐中放入溫濕度計。
3. 再分別放入五種岩樣 30g（矽藻土、凝灰岩、安山岩、珊瑚礁、砂岩），以及不放岩樣的對照組。
4. 蓋上蓋子，記錄起點溫度，放入熱水浴中，之後每一分鐘記錄一次，共記錄十次，最後求平均值，繪製圖表。



圖 59. 加水方式



圖 60. 實驗玻璃罐共 6 組



圖 61. 正式實驗開始

（二） 實驗數據分析說明

我們以實驗開始時的溫度作為基礎值，之後記錄的溫度減去基礎值，則得到該時段的溫度增減量。例如：實驗開始時的溫度為 25°C，一分鐘後的記錄值為 28°C，則該時段的記錄值為 25-28=-3，升溫記錄以負值表示，數值越大，則表示抑制升溫能力越好。

(三) 實驗結果

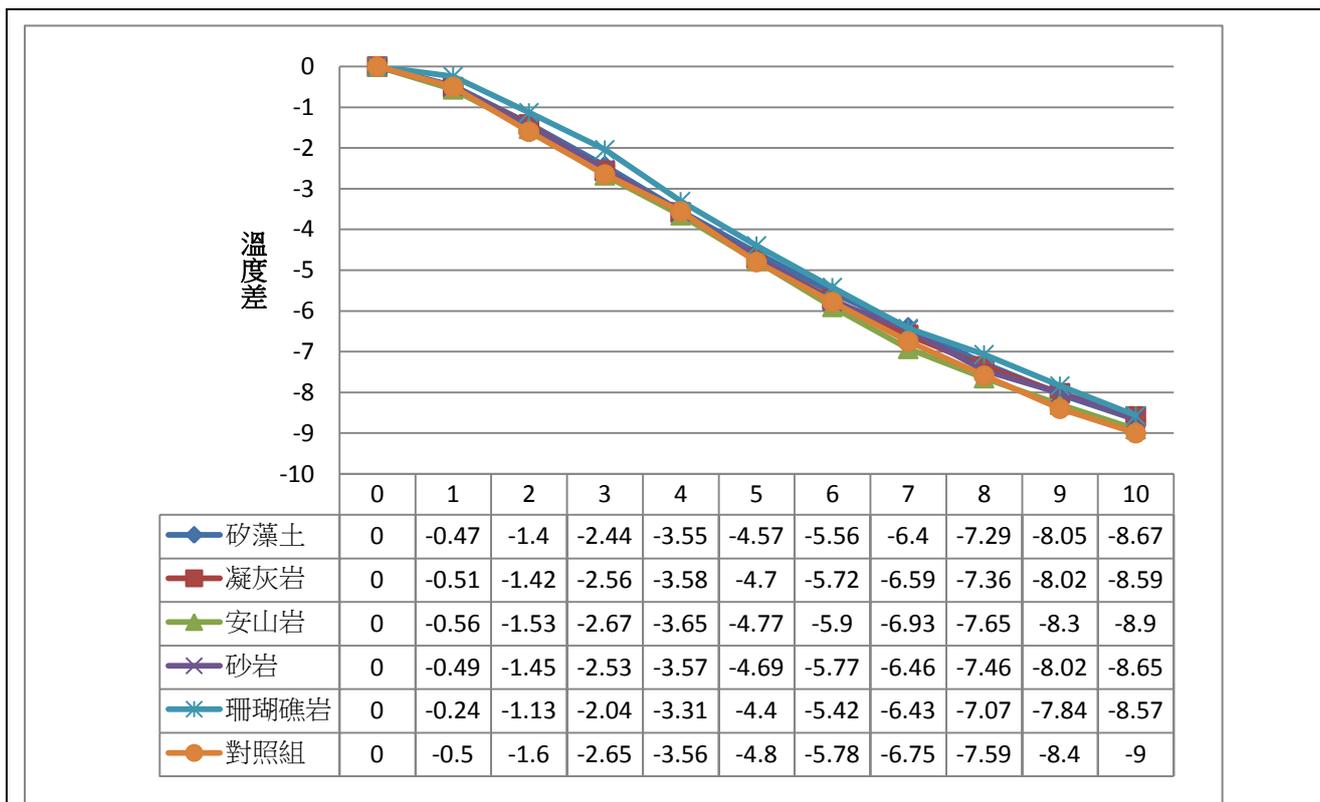


圖 62. 各岩樣對環境溫度升溫影響結果比較折線圖

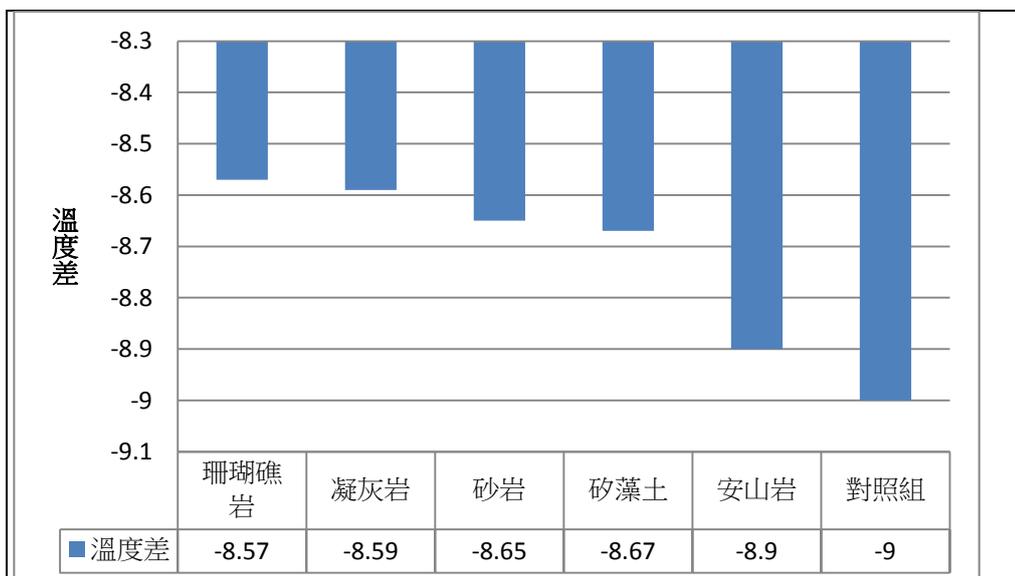


圖 63. 各岩樣對環境溫度升溫影響結果比較長條圖

(四) 發現與討論

1. 在升溫實驗中，升溫的趨勢是一直線，類似「成正比」的關係。
2. 整體來說，實驗組皆具有抑制升溫的效果，但安山岩效果較差。
3. 以抑制升溫的效果來說，珊瑚礁、凝灰岩、砂岩、矽藻土 > 安山岩。
4. 以矽藻土而言，抑制升溫的效果顯著，雖然和珊瑚礁、凝灰岩、砂岩有差異，但只差不到 0.1，可視為是誤差值。
5. 根據實驗結果，我們推測：實驗岩樣對升溫具有抑制效果，且珊瑚礁、凝灰岩、砂岩都是能取代矽藻土的好材料。

【實驗七】不同岩石樣本對環境溫度下降之影響

(一) 實驗步驟

- (1) 在直徑 1m 的塑膠盆中，加入 100°C 熱水 3000ml 和 25°C 冷水 2000ml。
- (2) 準備六個玻璃罐，在玻璃罐中放入溫濕度計。
- (3) 再分別放入五種岩樣 30g (矽藻土、凝灰岩、安山岩、珊瑚礁、砂岩)，以及不放岩樣的對照組。
- (4) 蓋上蓋子，記錄起點溫度，放入熱水浴 10 分鐘後拿出。
- (5) 此時罐內環境溫度開始下降，我們記錄起點溫度，之後每一分鐘記錄一次，共記錄 20 次，最後求平均，繪製圖表。

(二) 實驗數據分析說明

我們以實驗開始時的溫度作為基礎值，之後記錄的溫度減去基礎值，得到該時段的溫度增減量，例如：實驗開始時的溫度為 35°C，一分鐘後的記錄值為 33°C，則該時段的記錄值為 35-33=2。降溫以正值表示，數值越大，則表示降溫能力越好。

(三) 實驗結果

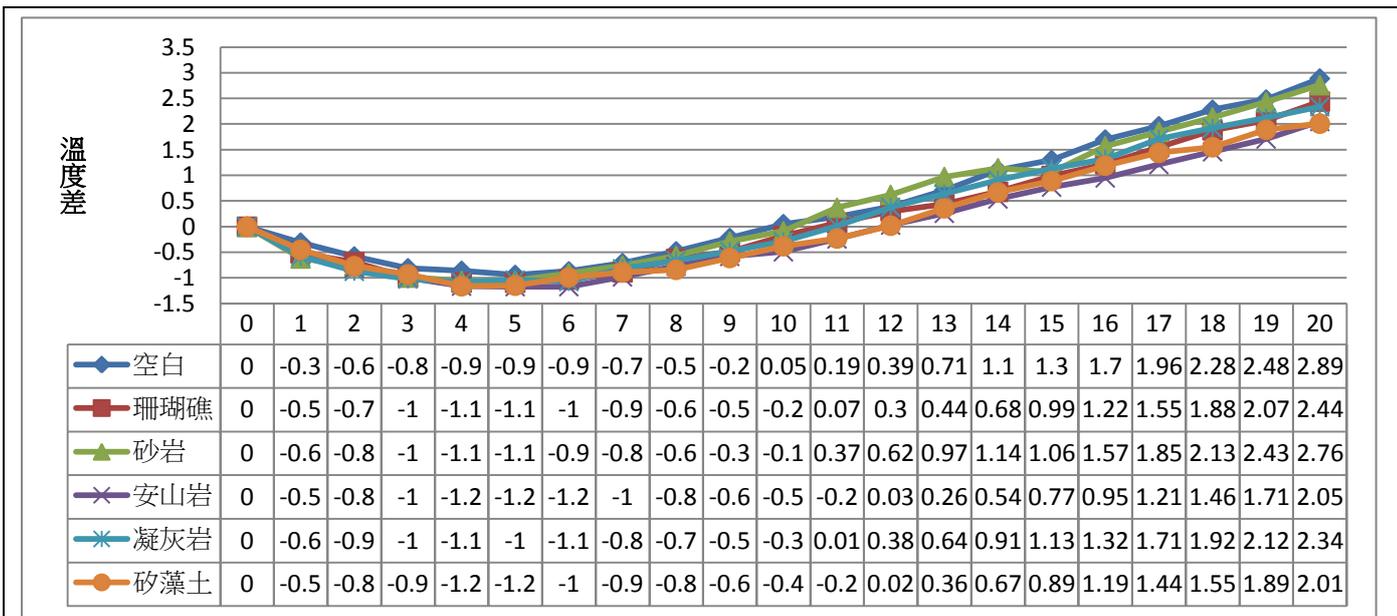


圖 64. 各岩樣對環境溫度降溫影響結果比較折線圖

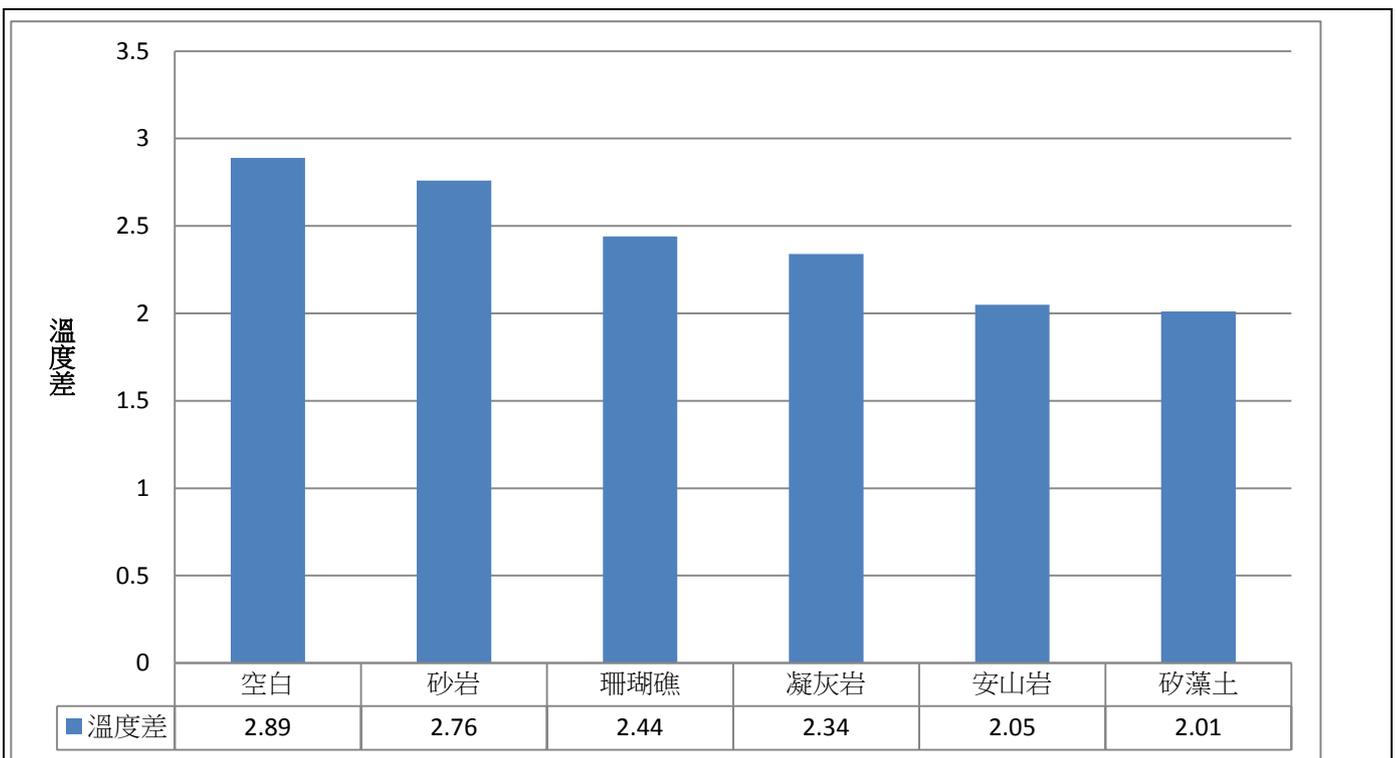


圖 65. 各岩樣對環境溫度降溫影響結果比較長條圖

(四) 實驗發現與討論

1. 實驗結果，溫度都呈現先升後降的趨勢，且約在第 7 分鐘起才開始降溫。原因是實驗瓶剛從熱水浴拿出來還有餘熱，要先等它熱平衡。
2. 整體而言，實驗組皆不如對照組，除了砂岩效果較好外。
3. 以快速降溫的效果來說，砂岩 > 珊瑚礁、凝灰岩 > 安山岩、矽藻土。
4. 以保持溫度的效果來說，安山岩、矽藻土 > 珊瑚礁、凝灰岩 > 砂岩。
5. 以矽藻土而言，其降溫的效果是五種岩樣中最差的，保持溫度的效果卻是最好的，但和安山岩差不多。
6. 綜合實驗六、七，岩樣對升溫及降溫皆具有抑制效果。我們推測應該是岩樣中所保留的濕氣，在升溫時被釋放到空氣中，因此具有這樣的效果。
7. 根據實驗結果，我們發現：如果要考慮環境的降溫速度，則砂岩是取代矽藻土的好材料，但其效果也只是和不放任何岩樣的空白罐一樣。因此，若是一個需要快速降溫的室內空間，建議還是不放任何塗料較佳。但若想要維持室內環境的溫度，安山岩則和矽藻土有類似的效果。

陸、 結論

一、 花蓮地區主要溪流岩石種類與特性探討

- (1) 花蓮溪口具有高比例的片岩與大理岩，推測是由花蓮溪自中央山脈所搬運來的，大理岩則推測是由沿岸流自立霧溪口所搬運來的。
- (2) 秀姑巒溪切穿海岸山脈，具有海岸山脈形成初期火山作用所產生的火成岩岩類，與火山作用後期來自台灣島覆蓋的大量沉積物，形成沉積岩類。
- (3) 根據岩石的觀察、特性分析與密度測量結果，我們選定安山岩、凝灰岩、砂岩、石灰岩與珊瑚礁，成為本研究的實驗岩樣。

二、 海岸山脈北段岩層調查的結果

- (1) 在花蓮溪出海口(嶺頂海岸)，可以見到都巒山層的火山岩層，主要有火山角礫岩、安山岩及凝灰岩。
- (2) 在豐濱，可以見到八里灣層的沉積岩層，主要是砂岩層與頁岩層。
- (3) 在石梯坪，可以見到都巒山層的火山岩層，主要有火山角礫岩及凝灰岩，以及近海的生物遺跡—珊瑚礁。
- (4) 在秀姑巒溪出海口(長虹橋南岸)，可以見到都巒山層的火山岩層，主要有火山角礫岩及凝灰岩，以及河床上散布著大港口層的石灰岩。

三、 整合各項實驗：

- (一) 根據【實驗一】的結果，使用玻璃罐裝入岩樣，能穩定控制環境變因，減少實驗誤差。
- (二) 根據【實驗二】的結果，沙狀岩樣對環境濕度的控制效果較佳。
- (三) 根據【實驗三】的結果，各岩樣對降低環境濕度的效果為：凝灰岩 > 矽藻土、安山岩、砂岩 > 珊瑚礁，其中凝灰岩的除濕能力優於矽藻土。
- (四) 根據【實驗四、五】的結果，實驗岩樣的「重量」因素對環境濕度沒有明顯影響。而與「空氣接觸面積」，為實驗岩樣對環境濕度影響的重要因素。因此在實際應用上，若材料有限時，則不需考量塗料厚度而是以與空氣接觸面積，為較優先的考量。
- (五) 根據【實驗六】的結果，對抑制升溫的效果而言：珊瑚礁、凝灰岩、砂岩、矽藻土 > 安山岩，這表示珊瑚礁、凝灰岩、砂岩其隔熱能力和矽藻土相似。
- (六) 根據【實驗七】的結果，以快速降溫的效果來說，砂岩 > 珊瑚礁、凝灰岩 > 安山岩、矽藻土，但不放任何岩樣的空白罐，效果卻和砂岩相似。而以保持溫度的效果來說，安山岩、矽藻土 > 珊瑚礁、凝灰岩 > 砂岩。其中安山岩和矽藻土效果相似。因此，若是一個需要快速降溫的室內空間，建議還是不放任何塗料較佳。但若想要維持室內環境溫度，則以安山岩為塗料，會和矽藻土有類似的效果。

柒、 研究建議

根據實驗結論，若要使用本研究挑選的岩樣製成塗料，來取代矽藻土這種建材的功能，我們提供以下的建議：

一、客廳：

北半球的房子，為了有充足的採光，多數是「座北朝南」。但要避免「西曬」的問題，我們會將臥室放在東邊，因此客廳通常座落於西邊。為了讓客廳成為一個舒適的活動空間，根據【實驗七】的結果，我們選擇能快速降溫且除濕能力和矽藻土相似的砂岩，做為客廳牆面的塗料。

二、廚房：

有著各種加熱設備與大量水氣的廚房，需要能抑制升溫且快速除濕的塗料，根據【實驗三】和【實驗六】的結果，我們選擇除濕能力強且抑制升溫能力不錯的凝灰岩，做為廚房牆面的塗料。

三、浴室：

盥洗用的浴室會長年潮濕，因此除濕為第一要務。為了讓家人能有個溫暖的沐浴環境，須要能保持溫度且快速除濕的塗料。根據【實驗三】和【實驗七】的結果，我們選擇除濕能力強且保溫效果好的凝灰岩，做為浴室牆面的塗料。

四、臥室：

夜晚睡覺的時候，大氣快速降溫且人的體溫也會稍微下降，因此睡眠時的保暖是相對重要的。根據【實驗七】的結果，我們選擇保溫能力好且除濕效果和矽藻土相似的安山岩，做為臥室牆面的塗料。

捌、 參考資料

- 王純姬等(2014)。自然與生活科技課本(第七冊)。台北：康軒出版社。
- 方建能、余炳盛、宋聖榮、何鎮平(1999)。花東礦物岩石圖鑑。台北：國立台灣博物館。
- 何春蓀(1990)。普通地質學。台北市：五南。
- 陳文山(1997)。岩石入門。台北:遠流出版公司。
- 盧偉承、洪立穎、王筠、(2012)。土角厝的奧秘。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會，桃園縣立楊光國民中(小)學。
- Chris Pellant(1996)。岩石與礦物圖鑑。台北：貓頭鷹出版社。

【評語】 080505

實驗設計完整，思路清楚。並能結合科學與生活應用，實用性廣。多考慮優缺點比較及材料成本等。