

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

第一名

080512

「岩」下之意～古生物化石訴說的家鄉往昔

學校名稱： 新北市新店區新和國民小學

作者： 小六 肖姝逸	指導老師： 蔡淑遠 王漢卿
-------------------	-----------------------------

關鍵詞： 古生物化石、岩石薄片、岩石洗選

得獎感言

岩石裡的故事，心中不滅的夢：科展旅程中的堅持與感恩

這次能參加第65屆全國科學展覽，獲得大會獎第一名，不僅是對作品的肯定，也是鼓舞我們繼續耕耘的動力。研究中，我學會野外岩石採樣、自製洗選設備、切割與手磨薄片的方式，提升了創意與嚴謹態度；在報告與海報的製作、發表過程中，增進了撰稿技巧，也提升口語表達與臨機應變能力，能在面對意外問題時條理分明地解釋。此外，也加深了對各類古生物的認識，重新了解家鄉環境過往的樣貌，並期許將家鄉地質三折頁推廣給學弟妹，讓更多人知悉兩千多萬年前的家鄉環境，激發對地質的興趣，投入後續研究，讓這片土地古老而神祕的故事延續下去。

今年的科展行程豐富多元，讓我與全國優秀菁英交流互動，促進不同科學領域的學習與認知，也學習到各種解決問題的方法與思維模式，開拓了視野。賽後，我參加科學博覽會，透過生動講解與遊戲，拓展了對生活科技的認識。並向評審教授、參展同學與觀眾分享作品，讓更多人認識外挖子山地質環境，也獲得寶貴回饋。

自四、五年級起，我依自然老師指導，自行設計實驗與書寫作品說明書，參加校內科展。雖然兩次未進市展，但因此對科學研究產生高度興趣。本作品是我首次參加市展並投入大量心血的成果，感謝指導老師與大學教授的指導，讓我發現許多未曾思考的盲點；感謝校長、主任與行政人員的支援，工友伯伯整理實驗空間，以及週末為我們開門的警衛；感謝經濟部地質調查及礦業管理中心人員協助，讓我們觀摩偏光顯微鏡與設備運作，並學習薄片製作與岩石洗選的方法，作為實驗設計的參考。

更感謝評審教授的肯定、指導老師的陪伴與家人的支持。這次研究不僅讓我習得多樣知識與方法，也培養了堅忍不拔的品格。未來希望持續在地質或科學研究領域發展，也期許學弟妹勇於挑戰、不畏艱難，創造屬於自己的里程碑。



指導教授耐心與我們討論研究內容，提出建議精進研究品質



老師悉心指導與安全防護下，投入實驗操作，從中累積經驗與信心



參與科展，不只展現研究成果，更是一段生命奇蹟與珍貴回憶

作品名稱：「岩」下之意～古生物化石訴說的家鄉往昔

摘要

為深入了解家鄉的地質歷史與古生物遺跡，本研究聚焦於新北市外挖子山（位於安坑與南勢角交界處）之大寮層沉積岩。參考南勢角地質圖幅，確認該區屬中新世（約 2,000 萬年前）地層，並自露頭處收集岩石樣本進行實地觀察與手工磨製岩石薄片、自製洗選設備洗選岩石進行分析。研究結果發現包括有孔蟲與角管蟲（*Ditrupa*）在內的多種典型海洋實體化石及生痕化石。此一發現證實該區在地質過去為海洋環境，甚至可能為高生產力的淺海海域。透過化石組成與分佈之觀察，可進一步探討該地層之年代特徵與沉積環境，對了解本地區的古環境變遷具有重要參考價值。

壹、前言

一、研究動機

有一天上自然課時，老師拿出南勢角地質圖幅（圖 1-1-1）給我們看，驚訝地發現，原來學校附近的外挖子山，就藏著遠古時代的祕密！這裡竟然是 2000 萬年前的海底，還可能是古代海洋生物的天堂。老師提到，有些沉積岩裡面儲存著古生物的化石遺跡，例如有孔蟲、貝類和角管蟲等，讓我覺得非常驚奇，原來我們的家鄉地底下，曾經有這麼多生命存在過。

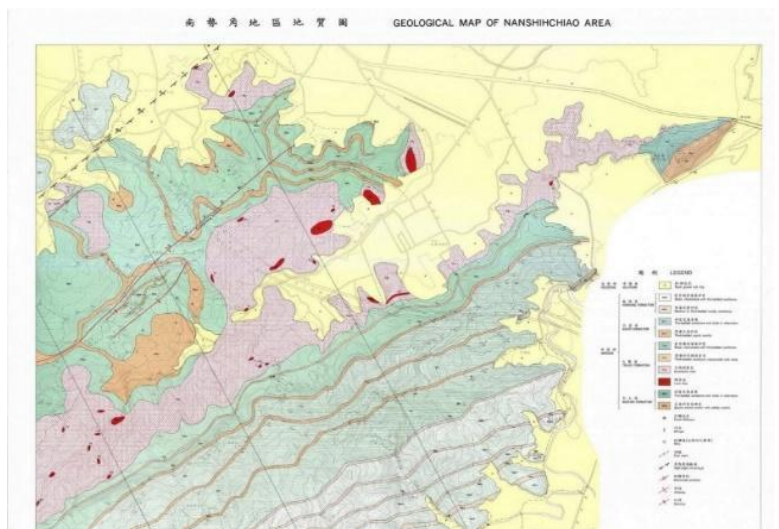


圖 1-1-1 1/5000 南勢角地質圖幅
/ 區域地質圖 / 南勢角 / 相關照片

出處：臺灣地質知識服務網 / 地質出版品

因為好奇，也因為想更了解這片熟悉又神祕的土地，我開始計畫進行這次的研究。根據地質圖找到大寮層的化石露頭地點，實地進行採樣與觀察。除了大家熟悉的有孔蟲，我們還發現了更多不同種類的古生物化石。這些發現讓我們忍不住想問：「這些生物生活在怎樣的環境裡？當時的大地長什麼樣子？」

透過岩石採集、磨片製作和顯微鏡觀察，我們一步步記錄下這些證據，並試著從化石的種類與分佈去了解那個時代的自然環境。希望透過這次的研究，不只能深入了解家鄉的地質與古生物環境，未來也能將研究成果整理成適合學習的鄉土教材，讓更多人認識我們這片土地的故事。

二、研究目的

- (一)想探索外挖子山步道，尋找化石遺跡。
- (二)想要自製洗選設備。
- (三)想嘗試用自製洗選設備進行洗選及觀察有孔蟲。
- (四)想找到岩石內的有孔蟲及古生物化石，並製成岩石薄片。
- (五)想將發現的有孔蟲及古生物進行分類。
- (六)想透過文獻資料與採集結果推估大寮層過往的古環境，並嘗試用 AI 繪圖重建。

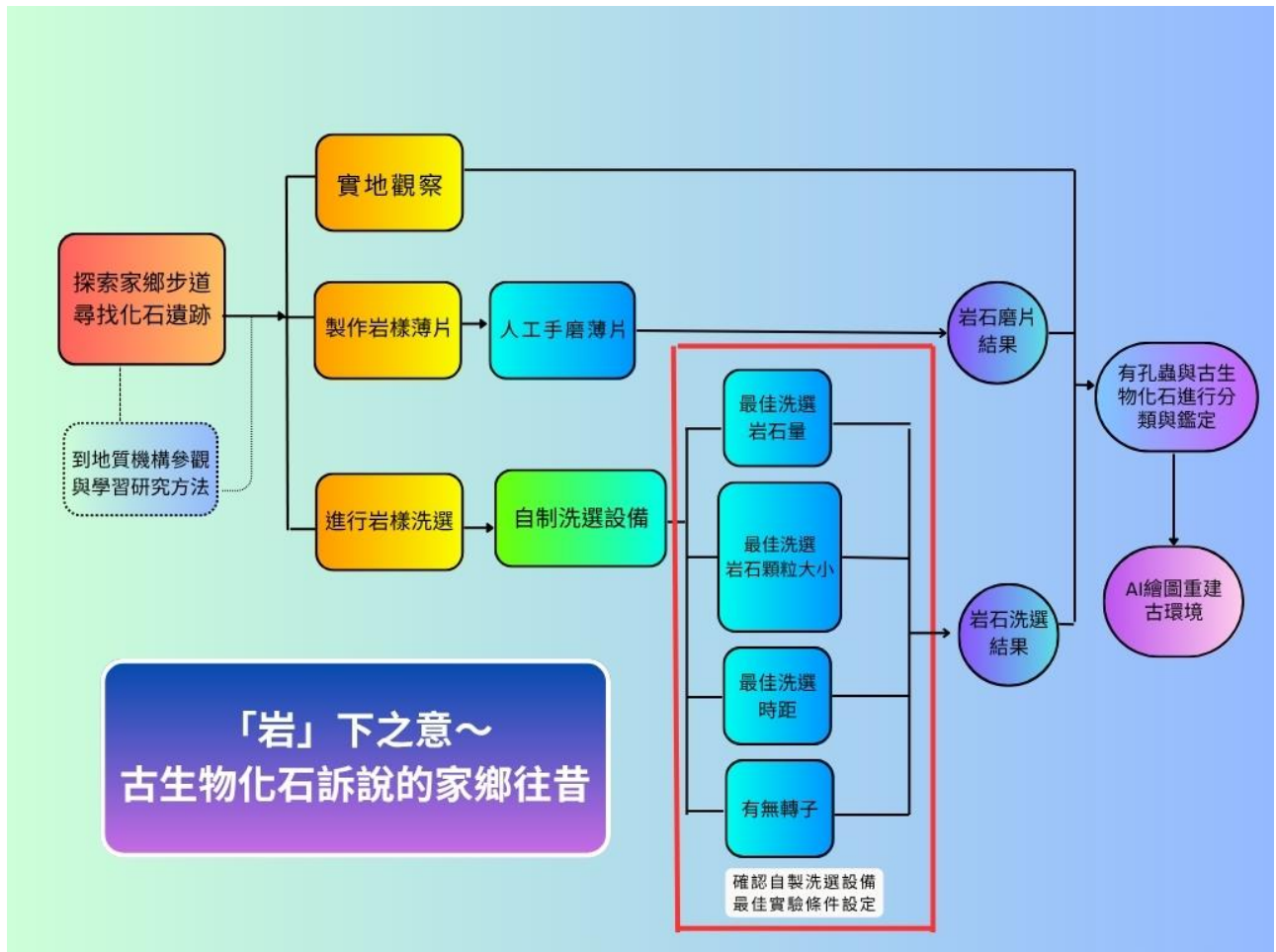


圖 1-1-2 研究架構圖

出處：由作者自行繪製

三、文獻回顧

(一)歷屆科展作品

在全國中小學科展第 56 屆作品中，東光國小的研究「海灣沙灘上有孔蟲的遺骸」發現高雄夢時代地下停車場的有孔蟲亞化石，推測 7800 年前該地可能是海灣或潟湖，並比較了其他地區的有孔蟲。而新化國小（第 48 屆全國中小學科展作品「大海裡的小巨人－有孔蟲再現」）的研究則分析了丘陵地帶的有孔蟲，確認了其地質年代及地層特性。

貝類化石的研究也很受關注，如「牛稠內古環境大搜密」（第 46 屆全國中小學科展作品）探討扇貝化石的分佈與古水流方向。「三層蛋糕何處來」（第 47 屆全國中小學科展作品）則研究砂泥岩互層，揭示環境變化的快速性。此外，東光國小的「挖出學校遺構區底下的秘密」（63 屆全國中小學科展作品）發現學校底下的貝類遺骸，顯示其曾接近海岸。壽山國小（第 63 屆全國中小學科展作品「探訪壽山鐘乳石洞的奧秘」）的研究則探討鐘乳石的形成過程，顯示其複雜性。這些研究都增進了我們對家鄉環境的地質與古生物的興趣。

(二)地質文獻資料

根據中央地質調查所出版的「1/5000 南勢角地質圖幅」，在外挖子山區域內發現有孔蟲及化石遺跡，顯示這些化石分布於中新世大寮層厚層砂岩與頁岩夾層之中。

大寮層下段具有一種特殊的岩性組合，包括熔岩流、火山角礫岩與凝灰岩；中段則以砂岩為主，其底部可見一層厚數公尺的白色石英砂岩，其上覆蓋著砂質泥岩或泥質砂岩，並帶有生物擾動特徵。步道上所見化石密集的岩塊，即應屬於此層位。最上部則為厚達數百公尺的深灰色頁岩，間夾薄層砂岩，但由於植被覆蓋與風化作用，這一岩段在步道上大多不易觀察到。（黃鑑水、林啟文、林偉雄，1992）

表 1-3-1 南勢角區出露之各地層岩性與厚度

出處：南勢角地質圖說明書

時 代	地 層	厚 度	岩 性	化 石
全新世	沖積層		礫石、砂及黏土	
	南港層	552+	塊狀泥質砂岩、鈣質砂岩、頁岩	貝類、有孔蟲、海膽等
	石底層	259	塊狀白砂岩、砂頁岩互層、煤層	貝類、有孔蟲等
中新世	大寮層	520+	厚層砂岩、頁岩夾砂岩、熔岩流及凝灰岩	貝類、有孔蟲等
	木山層	75+	厚層白砂岩、砂頁岩互層、煤層	

(三)有孔蟲文獻資料

有孔蟲是單細胞生物，殼體材質多樣，包含假幾丁質、膠結性、石灰質或矽質等。依生活型態分為浮游性與底棲性，其中底棲性再依內部構造複雜度分小型與大型有孔蟲。牠們主要分布於溫暖透光淺海的碳酸鹽環境，對光照依賴高。不同共生藻種類影響其棲息水深範圍，約從數公尺至一百三十公尺不等。有孔蟲的構造與其共生藻息息相關，協助收容共生藻並適應棲息環境的物理條件。這些複雜構造往往需要透過岩樣或殼體的切片、

灌膠等處理才能一窺細節與用於鑑定。外部形態如體型尺寸（可大於一公厘，甚至達十幾公分）、外型（平捲型、紡錘型、圓盤型）以及是否具備棘刺等，也是鑑定時的參考依據。（簡至暉，2018）

而根據「世界有孔蟲資料庫」（World Foraminifera Database），現生有孔蟲有 8989 種，確認化石有孔蟲類別有 36,270 種，合計超過 44,800 種。（王士偉，2018）

(四)有孔蟲的地質意義

能有效標示地層年代的化石稱為指準化石（index fossil），其必須具備以下條件：分佈範圍廣、生存時間短、演化速度快，且容易辨識與鑑定。此外，若某些化石具有明確的生態特性，能用來判斷沉積地層堆積時的環境，則稱為指相化石（facies fossil）。有孔蟲在海洋中生存已超過五億年，數量龐大、種類繁多，並擁有多樣化的生態類型，所以同時具備作為指準化石與指相化石的條件。因此，有孔蟲可廣泛應用於推測沉積地層的年代、古環境、古沉積深度與古生態等重要地質資訊。

浮游性有孔蟲的分佈主要受到海水溫度與鹽度的影響，因此會隨著緯度變化而出現不同的優勢物種。相對地，底棲性有孔蟲則會隨緯度與水深的不同，呈現各自的優勢種類組群。由於底棲有孔蟲體型較小、移動能力有限，其種類變化常受到食物供應來源的影響。因此，研究底棲有孔蟲的化石組成，不僅能反映過去深層海水的溫度、鹽度、流速與含氧量變化，也有助於重建古海平面的高低變化。在地質研究中，藉由分析底棲有孔蟲的種類，可推測過去的沉積環境與地質年代，並透過不同地區化石種類的比對，進一步掌握廣泛地區的地質背景與時空演變關係。（張詠斌，2021）

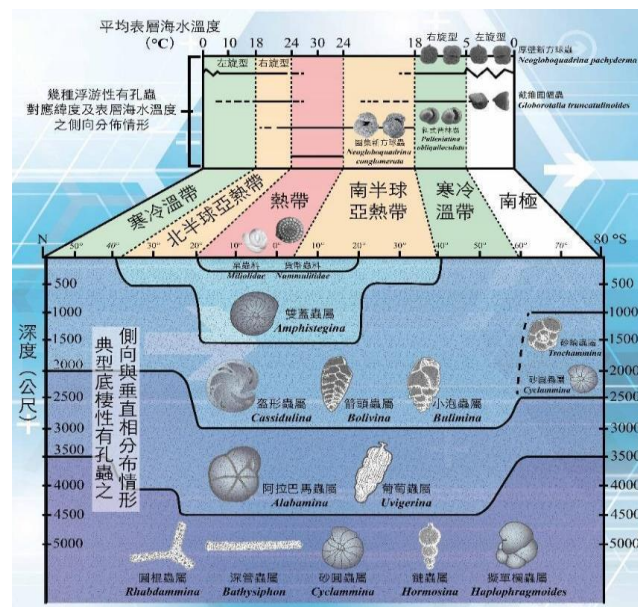


圖 1-3-3 浮游性以及底棲性有孔蟲棲息分布圖

出處：科學研習（張詠斌，2021）

(五) 收集有孔蟲（Foraminifera）樣本的方法

1. 岩石薄片法：

大部分有孔蟲的殼體主要由碳酸鈣組成，這使得它們在薄片製作過程中能夠保持良好的結構和形狀。選擇適合的岩石薄片材料時，應優先考慮那些能夠保留這些化石特徵的碳酸鹽岩，因為這類岩石能夠清楚展現有孔蟲的外殼結構和沉積環境。

2. 岩石洗選法：

此方法適用於化石含量高且基質與化石之間性質差異明顯的沉積岩，如泥岩和頁岩。透過洗選處理，可以有效提取保存良好的有孔蟲化石。

(六) 角管蟲文獻資料

角管蟲（*Ditrupe*）是一種特別的掘足綱動物化石，有石灰質硬殼，色白，大小似自動鉛筆的筆芯，管口直徑約 0.1~0.2 公分，長約 1~2 公分。它的外型細長、略微彎曲，形狀為象牙狀管形，體積很小，肉眼不易觀察，有時需要用放大鏡才能看到。可能生活在深約二百公尺左右的大陸棚環境，雖然不是指準化石，但在野外常為有效辨認大寮層的一種岩性指標。(林明聖、蕭謙麗，2002)

(七) 苔蘚蟲文獻資料

外肛動物門（Ectoprocta），通稱苔蘚蟲（Bryozoa），為一群主要固著生活的水生群體動物，現生種類約 6,000 種，化石紀錄自奧陶紀以來超過 15,000 種。每個群體由大量微小個體（zooids）組成，具有石灰質或膠質外殼。各個體具完整 U 形消化系統，口部周圍具觸手冠（lophophore）以進行濾食，無循環與排泄系統。多棲息於潔淨、含氧量高之海域，亦有少數淡水種。苔蘚蟲骨骼常形成沉積岩，與軟體動物殼等共伴，廣見於新生代淺海層位，惟在熱帶地區則以珊瑚石灰岩為主。(維基百科「外肛動物門」，2024)

(八) 群體珊瑚文獻資料

珊瑚，在分類學上屬於刺絲胞動物門，身體由兩層組織(外胚層及內胚層)夾著中膠層構成，刺絲胞即位於外胚層內。珊瑚的活體單元為水螅體（Polyp），一般常見的珊瑚(如軸孔珊瑚等)是由許多珊瑚蟲不斷進行無性生殖而成的群體珊瑚（Colonial coral）。(海洋生物保育組，2025) 群體珊瑚廣泛分布於熱帶至亞熱帶淺海環境，是海洋生態系統中不可或缺的物種，其骨骼結構有助於保護並為多樣的海洋生物提供棲息地。群體珊瑚的化石記錄對於重建古海洋環境具有重要意義。

(九) 單體珊瑚文獻資料

珊瑚最基本的生存單位就是一隻水螅體（Polyp），每一隻珊瑚蟲都具有觸手、口、腔

腸與體壁等構造，觸手像是花瓣一樣圍繞著口部，口部則與腔腸相連接。形態簡單的珊瑚蟲間卻也存在著大大的差異，體型大小可以從小至一公釐到大至數公分皆有。有的珊瑚蟲是單獨生活，形成一個完整的個體，稱為單體珊瑚（Solitary coral）。(鍾昀臻、謝哥安、呂愛甯，2018)化石記錄中，古生代的皺珊瑚（Rugosa）多為單體型，為古環境與古生物研究的重要依據。

(十)生物礁文獻資料

生物礁（Bioherm）是指由生物在原地生長並逐漸堆積形成的丘狀岩層，典型例子如珊瑚礁。隨著地質年代的演替，參與生物礁形成的主要造礁生物也有所不同。在志留紀至泥盆紀期間，以及侏羅紀至白堊紀之間，層孔蟲（Stromatoporoid）與珊瑚為主要的造礁生物；而在上石炭紀，則常見由葉狀藻類所形成的生物礁。進入白堊紀，厚殼蛤（Rudist）成為重要的造礁生物之一。自新生代以來，石珊瑚則主導了大多數的礁體建造。臺灣地區亦保留有許多生物礁的地質紀錄，著名的例子包括大崗山石灰岩與半屏山石灰岩等。(宮守業，2025)

(十一)扇貝文獻資料

扇貝（Pectinidae）為能主動游動的雙殼類，具一發達的閉殼肌，其附著於殼內側並留下明顯的閉殼肌疤痕。殼形呈輻射對稱的扇形，具高度幾何規律性。扇貝殼緣分布多達上百個微小的反射型眼（mirror eyes），每個直徑約 1 毫米，具有兩層視網膜，分別感受明暗與移動物體的影像變化，雖無法解析具體形狀，仍可有效偵測捕食者。扇貝並非唯一可運動的貝類，但以快速噴水躍動方式著稱。(維基百科「扇貝」，2025)

(十二)牡蠣文獻資料

牡蠣（Ostreidae）屬於軟體動物門（Mollusca）、雙殼綱（Bivalvia）之濾食性無脊椎動物。牠們主要棲息於海水與鹹淡水交界處的潮間帶至淺海潮下帶，特別偏好具有硬質基地的海岸環境，利於其固著生活方式。牡蠣以鰓進行過濾攝食，主要攝取懸浮於水體中的浮游植物與細小有機顆粒。其殼形依物種而異，大多呈現左右不對稱，形態不一，並非全然為圓形或扁平狀。牡蠣殼體主要由碳酸鈣構成，整體以方解石為主，但在內部具有由文石成分組成。(維基百科「牡蠣」，2025)

(十三)生痕化石的文獻資料

生痕化石（trace fossil）係指古生物在其生存活動過程中所遺留於沉積物中的各類痕跡，反映其行為與環境互動之證據。此類化石之分類方式相較於一般體化石較為特殊，須考量其與沉積岩層之空間與時間關係。由於相同生物於相同沉積環境中可能展現多樣行為；

相對地，異種生物在類似環境中亦可能形成形態相近之生痕，故生痕化石之分類必須從三個面向進行綜合考量：即其外部形態、保存狀態、以及運動或行為型態。在運動或行為型態分析上，生痕化石可進一步細分為：居住構造、攝食構造、匍匐痕跡、覓食痕跡、休息痕跡與脫逃痕跡。(陳文山，2003)

貳、研究設備及器材

岩石樣本、地質圖、榔頭、鑽孔機、水桶、洗滌瓶、超音波洗淨機、玻璃罐、金鋼砂、金鋼砂石片、磨砂玻璃片、5mm 篩網、2mm 篩網、1mm 篩網、0.45mm 篩網、125 μ m 篩網、鐵鉢、紫外線硬化性樹脂、丙酮（去光水）、10% HCl 稀釋鹽酸、高溫加熱鐵板、自製切割機、切割機注水管、切割機固定木塊、磨薄片固定木塊、自製滾筒機、自製擋板、自製轉子、載玻片、烘乾機、螺旋測微器、10X-20X 放大鏡、實體顯微鏡、手機放大顯微鏡、手機顯微鏡偏光模組、調節式高倍鏡組、筆記型電腦、紫外線燈手電筒、浮游性有孔蟲圖譜、底棲性有孔蟲圖譜、培養皿、鐵製夾子、鋸子、熱熔膠槍、A 膠（環氧樹脂）、B 膠（環氧硬化劑）、B 膠（環氧硬化劑）、黑色橡膠塞、木製底板、橡膠車輪、萬向輪、TT 馬達、TT 馬達支架、電線、長短螺絲、自攻螺絲、機械細牙短螺絲、機械細牙長螺絲、六角螺帽、圓頭十字木螺絲、金屬墊片、鐵製隔板、鐵製夾子、鋁管、塑膠 U 型線夾、DC 5V 電源適配器、三用電錶、電動螺絲起子、電烙鐵、烙鐵架、電烙鐵頭清潔器、焊錫、螺絲起子、十字套筒板手、台虎鉗、塑膠鉗、鐵尺、護目鏡、PVC 透明手套、棉質手套、止滑墊、除塵紙、黑色及紅色奇異筆、方格紙、描圖紙、毛筆、紙盒、萬用黏土

參、研究過程或方法

一、想探索外挖子山步道，尋找化石遺跡。

(一)依據《南勢角地質圖幅》，從外挖子山入口進入，尋找大寮層的化石露頭區域進行採樣。

(二)在岩石表面滴稀釋鹽酸，若出現氣泡反應，即表示岩石中含有碳酸鈣，為生物遺骸的可能證據。

(三)依照地質圖多次走訪取樣。



圖 3-1-1 岩石採集取樣、觀察與滴稀鹽酸。1.外挖子山衛星影像圖。2.工寮旁露頭。3.叉路旁珊瑚化石（生物礁碎塊）。4.敲擊岩石觀察。5.滴加稀釋鹽酸觀察岩性。出處：由指導老師拍攝、作者繪製。

二、想要自製洗選設備。

(一)製作兩旁的隔板

- 1.以銀色短螺絲把金屬墊片、萬向輪、鐵製隔板、金屬墊片、六角螺帽以由前到後的順序，固定並旋轉至最後方的六角螺帽鎖緊，將萬向輪固定。

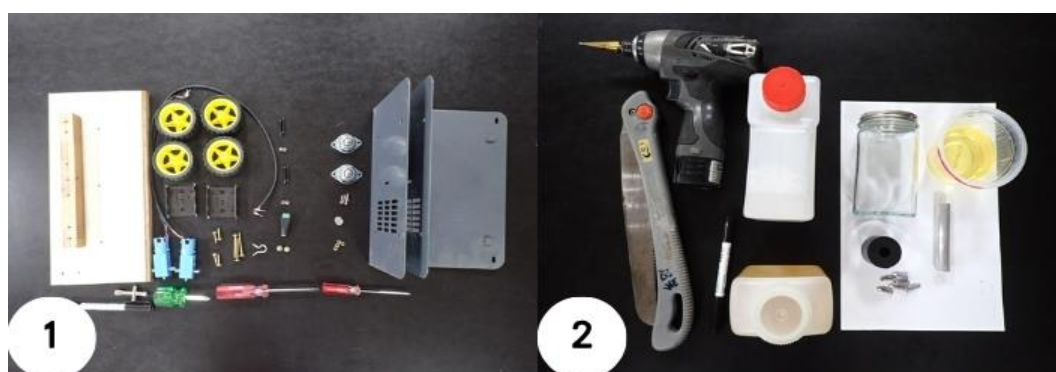


圖 3-2-1 自制洗選設備材料及工具。1.滾筒機及擋板的材料及器材。2.轉子的材料及器材。
出處：由作者拍攝。

(二)製作滾筒機

- 1.將黃銅長螺絲對準上下兩塊木製底板鑽的洞後，用螺絲起子將螺絲鎖緊。
- 2.用螺絲起子和黃銅短螺絲將 TT 馬達支架（兩邊）安裝在上方的木板上。

- 3.用焊接的方式將 TT 馬達和剝掉一頭塑膠皮的電線接在一起（兩邊）。
- 4.將 TT 馬達裝在馬達支架上（兩個），並用黑色細長螺絲鎖緊。
- 5.把 DC 電源插頭用塑膠 U 型線夾和圓頭十字螺絲固定在下方的木板上。
- 6.將 TT 馬達的四根電線以相反的磁極連接到 DC 電源插頭上。
- 7.用熱熔膠槍把兩根電線黏在下方的木板上。
- 8.把四顆橡膠車輪安裝進 TT 馬達中。

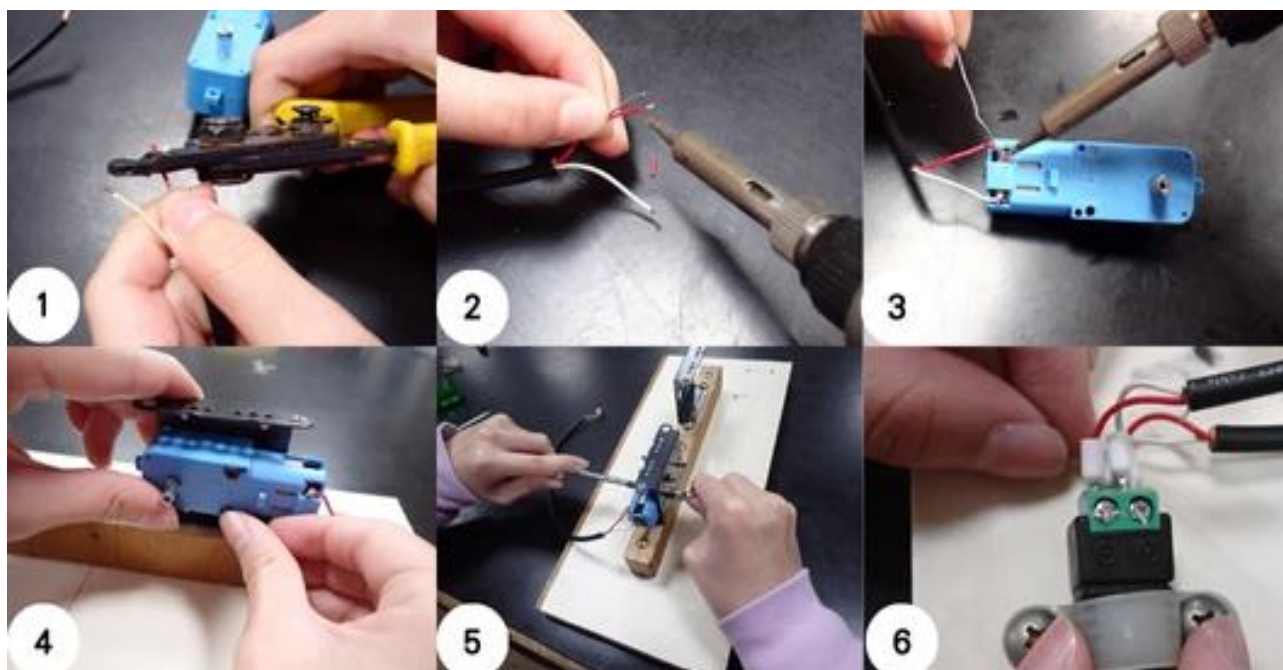


圖 3-2-2 製作滾筒機過程。1. 剝掉電線的塑膠皮。2. 在電線上焊錫。3. 焊接電線於馬達上。4. 組裝馬達及馬達架。5. 確定鎖緊螺絲。6. 連接電源接頭。出處：由指導老師拍攝。

(三)製作轉子

- 1.用黑色和紅色麥克筆在不鏽鋼管上依照比例做記號，並將標記的地方連起來。
- 2.用台虎鉗將不鏽鋼管夾住，並戴上手套，使用電動螺絲起子在記號上鑽洞。
- 3.使用螺絲起子旋轉自攻螺絲並將其卡在用電動螺絲起子鑽的洞中。
- 4.用台虎鉗將黑色橡膠塞夾住，並用鋸子將它切成兩半。
- 5.戴上手套並用力撐開黑色橡膠塞，使其能包覆住不鏽鋼管的兩端。
- 6.將 A 膠（環氧樹脂）和 B 膠（環氧硬化劑）以 2：1 的比例調配成 AB 膠，並倒入不鏽鋼管中。
- 7.待 AB 膠固化後，即可使用轉子。



圖 3-2-3 製作製作滾筒機轉子過程。1. 標記不鏽鋼管。2. 在標記孔位處鑽洞。3. 鎖上攪拌用不鏽鋼螺絲。4. 切割黑色橡膠塞。5. 裝上橡膠塞轉輪。6. 用 AB 膠填充轉軸鋼管空隙。出處：由指導老師拍攝。

(四)滾選實驗

製作好洗選設備後，我們決定透過二邊轉軸（橡膠車輪）間隔（公分）的滾筒旋轉圈數、電壓強度和電流強度去換算功率，**決定使用較省電且效率較高的轉軸間距**進行滾選實驗。

1. 使用 5V 電壓適配器接滾筒機轉軸相距 0~3 公分，測滾筒的 1 分鐘旋轉圈數

(1) 將玻璃瓶放置在滾筒機上，並加入轉子和水，模擬滾筒機真實的運行情況。

(2) 在玻璃瓶上貼顯眼的貼紙，並將貼紙對準正上方。

(3) 計時 1 分鐘，定時器按下的同時將電源插頭接上去，並依據貼紙經過最上方為一圈，為滾筒機數其滾筒 1 分鐘的旋轉圈數。

(4) 一個間隔實驗三次，並計算平均，實驗完後，換下一個間隔，以此類推。

2. 使用 5V 電壓適配器接滾筒機進行電壓及電流測試

(1) 將滾筒機電路連接上兩個三用電錶（分測電壓、電流）後，通電讓滾筒機轉動，並對兩個三用電錶拍攝十張照片，每張照片拍攝時間間隔 5 秒鐘。

(2) 記錄十張照片上所拍得的電壓、電流數值，並計算平均。

(3) 將電流和電壓的平均相乘，計算出滾筒機的功率。

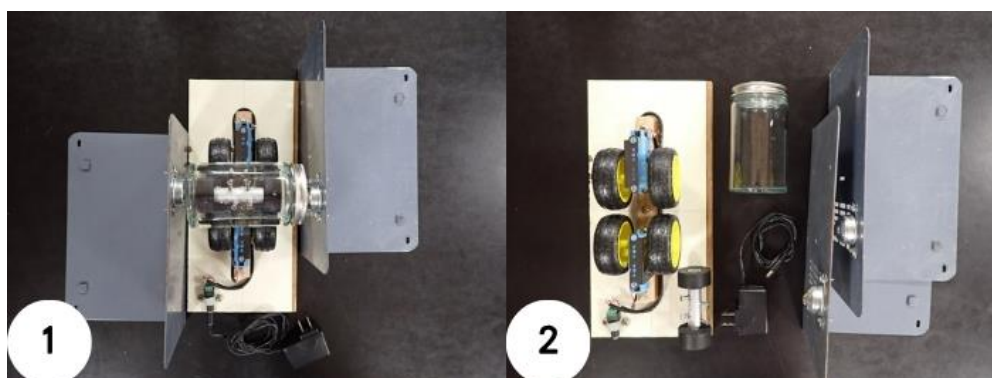


圖 3-2-4 自製滾筒機。1. 洗選設備全貌一。2. 洗選設備全貌二。出處：由作者拍攝。

三、想嘗試用自製洗選設備進行洗選及觀察有孔蟲。

將岩石敲碎到水桶中後，用榔頭和鐵鉢將岩石打碎至適當大小（5mm 以下），在地板上鋪上紙張後，用鏟子鏟起岩石並依序過篩（4 目、10 目、18 目、40 目），將過篩好的岩石分成四種不同的大小（5mm~2mm、2mm~1mm、1mm~0.45mm 及 0.45mm 以下），把 A4 尺寸的紙張裁剪成正方形後，製成秤紙，並將所要實驗粒徑的岩石量倒在秤紙上進行秤重，並將其依所設的時間進行洗選，也比較滾筒內有、無放轉子的情形。

(一)自製洗選設備**最佳洗選岩石量**：透過實驗，確認洗選設備，可以容許最佳（多）洗選岩石顆粒重量值。

- 1.利用 0.45mm 網目篩過的岩石顆粒。
- 2.分 4 組不同重量：50g、100g、150g、200g。
- 3.以洗選容器裝盛，並放入轉子，加水至九分滿，轉緊瓶蓋。
- 4.盛裝好的洗選容器，橫置放上滾筒機，開啟滾筒機，滾動時間設定 12 小時。
- 5.滾動時間結束，自滾筒機取下洗選容器。
- 6.打開洗選容器，完整取出泥砂樣本，洗掉粒徑小於 0.125mm 之泥砂顆粒。
- 7.以超音波震盪器，將依附於泥沙顆粒表面的雜質剝離，倒掉多餘水分。
- 8.進熱風烘箱（或加熱板）烘烤，至水份完全蒸散。
- 9.秤取最後重量。

(二)自製洗選被**最佳洗選岩石顆粒大小**：透過實驗，確認洗選設備，可以容許最佳（大）洗選岩石顆粒大小。

- 1.利用 5mm、2mm、1mm、0.45mm 網目篩過的岩石顆粒分成四組。
- 2.以洗選容器裝盛各不同顆粒大小岩石 100g，並放入轉子，加水至九分滿，轉緊瓶蓋。
- 3.盛裝好的洗選容器，橫置放上滾筒機，開啟滾筒機，滾動時間設定 12 小時。
- 4.滾動時間結束，自滾筒機取下洗選容器。

- 5.打開洗選容器，完整取出泥砂樣本，洗掉粒徑小於 0.125mm 之泥砂顆粒。
- 6.以超音波震盪器，將依附於泥沙顆粒表面的雜質剝離，倒掉多餘水分。
- 7.進熱風烘箱（或加熱板）烘烤，至水份完全蒸散。
- 8.秤取最後重量。

(三)自製洗選設備**最佳洗選時距**：透過實驗，確認洗選設備，最佳（少）洗選岩石時間值。

- 1.利用 5mm 網目篩過的岩石顆粒。
- 2.裝入 4 瓶洗選容器，岩石顆粒重量皆為 100g。
- 3.以洗選容器裝盛，並放入轉子，加水至九分滿，轉緊瓶蓋。
- 4.盛裝好的洗選容器，橫置放上滾筒機，開啟滾筒機，滾動時間分別設定為 2 小時、4 小時、6 小時、8 小時、10 小時及 12 小時。
- 5.滾動時間結束，自滾筒機取下洗選容器。
- 6.打開洗選容器，完整取出泥砂樣本，洗掉粒徑小於 0.125mm 之泥砂顆粒。
- 7.以超音波震盪器，將依附於泥沙顆粒表面的雜質剝離，倒掉多餘水分。
- 8.進熱風烘箱（或加熱板）烘烤，至水份完全蒸散。
- 9.秤取最後重量。



圖 3-3-1 採樣、碎化及過篩。1. 採集國寶社區大樓旁較新鮮的大寮層泥岩。2. 搗碎岩石樣本。3. 將岩石樣本過篩。出處：由指導老師拍攝。

四、想找到岩石內的有孔蟲及古生物化石，並製成岩石薄片。

- (一)利用鑽孔機配合水管滴水，把採集到的岩石鑽出直徑約 4cm 長度約 7-8cm 的岩心柱。
- (二)利用自製切割設備，將岩心柱切割成厚度約 1~2cm 的岩石樣本，並將其中一面磨平。
- (三)用熱風烘箱烘乾岩石，約 60 度烘 2~4 小時，避免製作薄片時有氣泡。
- (四)為提升黏合時的密合度，將透明載玻片用#500 金鋼砂磨片磨成毛玻璃。
- (五)把 UV 膠（紫外線硬化性樹脂）塗抹在載玻片上，與岩石切片黏合，並用力擠壓。

(六)將其夾起來固定。

(七)將薄片放入自製紫外線燈罩中照射 5-10 分鐘，使岩石固定於載玻片上。

(八)將岩石樣本放入熱風烘箱烘乾岩石使用 60 度烘 2~4 小時，讓膠更為硬化。

(九)再利用自製切割設備，將岩心標本切割成厚度約 2~3mm 的岩石切片。

(十)用#120、#240、#500、#800、#1000、#1500 金鋼砂磨片或磨粉在鐵盆及玻璃板上，使用雙手磨薄片，中間需要隨時清洗觀察再磨。

(十一)用螺旋測微器量測薄片四個角落達到 0.1~0.03mm。



圖 3-4-1 用自製設備手工製作岩石薄片過程。1. 師生合作鑽取岩心。2. 鑽取的岩心。3. 用自製切割設備將岩心分切。4. 用金鋼砂磨片磨平要貼合的那一面。5. 烘乾岩心標本。6. 磨製毛玻璃（載玻片）。7. 上 UV 膠。8. 黏合載玻片與岩石樣本。9. 用紫外線燈固化 UV 膠。10. 用烘箱加熱再加強固化膠合。11. 將岩心標本切割成厚度約 2~3mm 的岩石切片。12. 手工磨製岩石薄片。出處：由作者、指導老師拍攝。

五、想將發現的有孔蟲及古生物進行分類。

- (一)從岩石直接觀察、洗選出的岩粒挑出及手工岩石薄片上面尋找有孔蟲或古生物後拍照。
- (二)看著實物或顯微鏡及所拍攝的照片進行點畫。
- (三)對照有孔蟲化石圖譜及古生物文獻資料，判斷並查核有孔蟲及古生物之種類。
- (四)整理成分類檢索表。

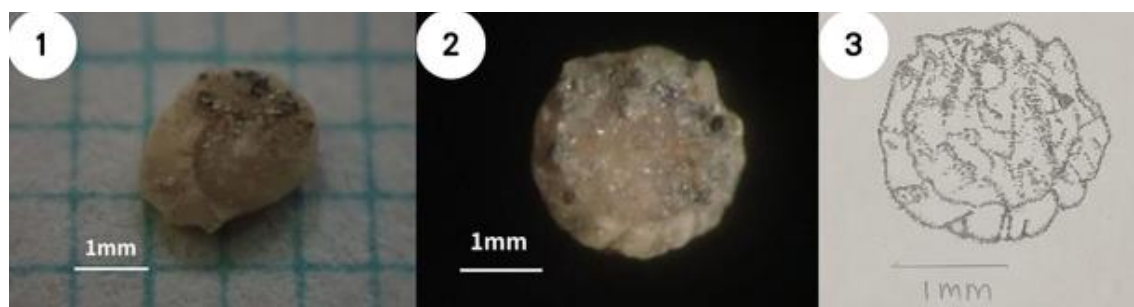


圖 3-4-1 挑找有孔蟲。1.所挑得的有孔蟲（方格紙 1 小格長度為 1mm）。2.實體顯微鏡下的有孔蟲（同 1）3.同一隻有孔蟲 觀察拍照後點畫繪製圖。出處：由作者拍攝。

六、想透過文獻資料與採集結果推估大寮層過往的古環境，並嘗試用 AI 繪圖重建。

- (一)透過化石分類表，推估大寮層過往的古環境樣貌。
- (二)輸入提示詞，請 AI 繪圖軟體生成大寮層海面及海底的古環境。
- (三)經過篩選後，選出與提示詞最相符的圖片。

肆、研究結果

一、想探索外挖子山步道，尋找化石遺跡。

我們在外挖子山上的某工寮旁共採樣三次，在國寶社區大樓旁的停車場護坡共採樣一次，以下列外挖子山步道沿途採集點之岩性

表 4-1 採樣路線之岩性列表

出處：由作者整理

編號	地點	岩性
01	登山口旁	火山熔岩流形成的玄武岩
02	交叉口	火成碎屑岩風化而成的土壤
03	菜園	砂岩互層
04	工寮	石灰岩
05	小廟旁	粉砂岩
06	山頂下小屋旁	石英砂岩
07	國寶大樓旁停車場護坡下	泥岩



圖 4-1-1 地質路線圖

出處：臺灣地質知識服務網/地質出版品/區域地質圖/南勢角/相關照片，並由作者後製

二、想要自製洗選設備。

(一)使用 5V 轉接頭滾筒機相距 0~3 公分的 1 分鐘旋轉圈數，結果見圖 4-2-1。

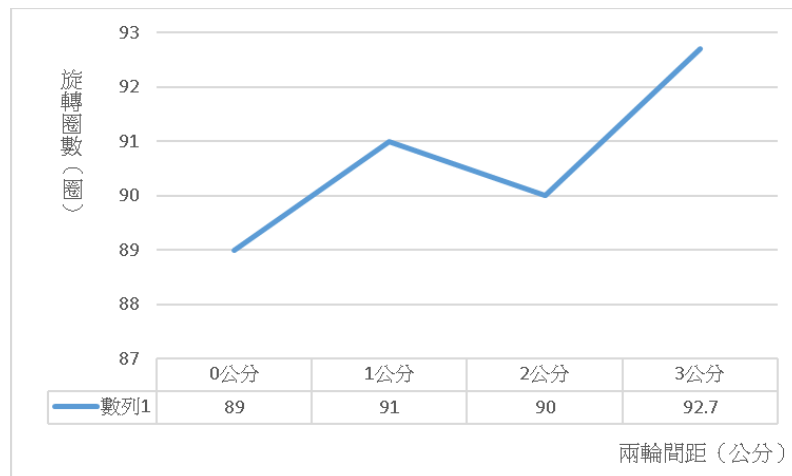


圖 4-2-1 自製洗選設備玻璃瓶的 1 分鐘旋轉圈數 出處：由作者繪製

(二)使用 5V 電壓滾筒機功率測試結果見圖 4-2-2。

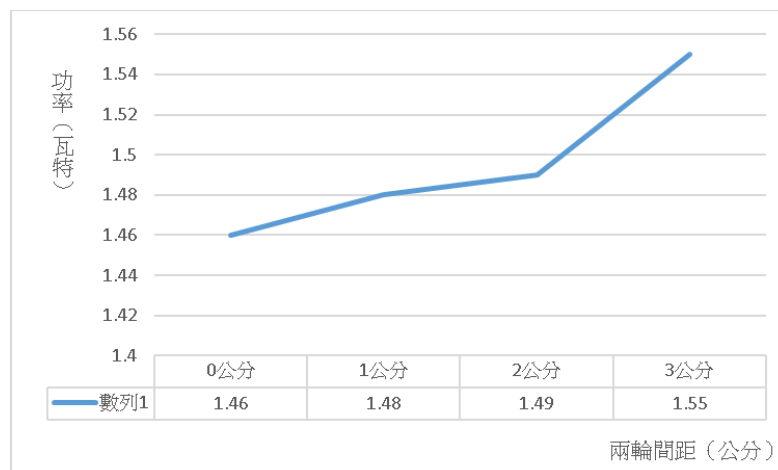


圖 4-2-2 自製洗選設備滾筒機功率。出處：由作者繪製。

三、想嘗試用自製洗選設備進行洗選及觀察有孔蟲。

嘗試找出適用的洗選岩石用量、洗選岩石不同粒徑（顆粒大小）及洗選岩石時間以運用觀察有孔蟲。

(一)自製洗選設備**最佳洗選岩石量**：透過實驗，確認洗選設備，可以容許最佳（多）洗選泥岩顆粒重量值。50g 的岩石在洗選後重量為 1.40g，而 100g 的岩石在洗選後重量為 3.70g，是 50g 的二倍多一點，差異較小，由此可知，相差 50g 之岩樣重量會增加 2.30g，而 150g 之岩石洗選後是 12.02g。洗選前後岩石重量對比結果如圖 4-3-1-1。

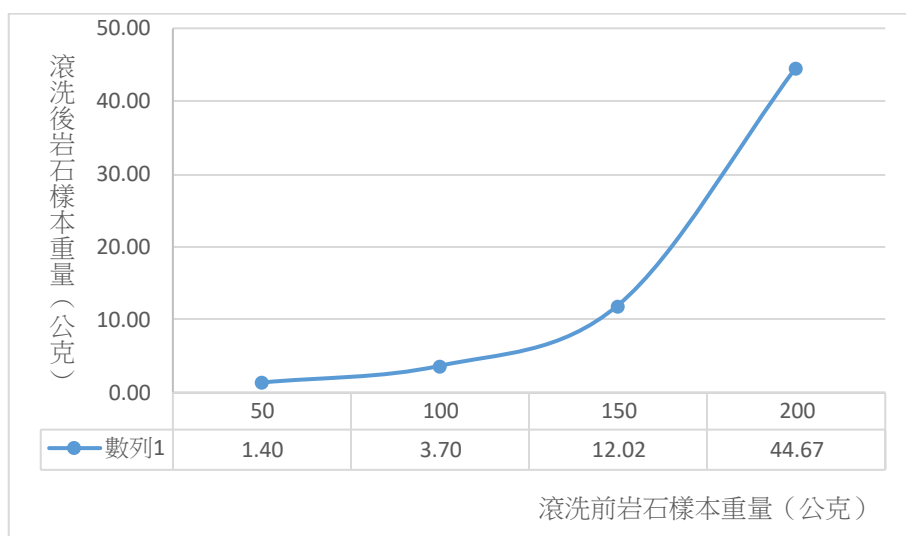


圖 4-3-1-1 自製洗選設備最佳洗選岩石量。出處：由作者繪製。

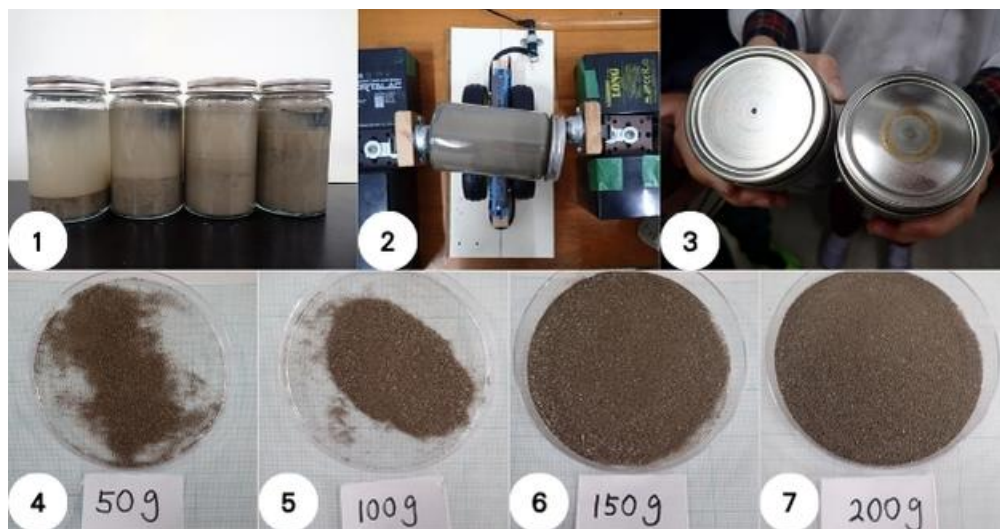


圖 4-3-1-2 自製洗選設備最佳洗選岩石量實驗情形。1.不同岩量洗選前合照。2.洗選前和滾筒機損壞樣貌。3.瓶蓋磨損（右圖左 150g，右 200g）。4-7.不同重量洗選後的結果照。出處：由作者拍攝。

(二)自製洗選設備**最佳洗選岩石顆粒大小**：透過實驗，確認洗選設備，可以容許最佳

(大) 洗選泥岩顆粒大小。結果發現，5mm~2mm 和 2mm~1mm 顆粒大小的岩石洗選後重量相差較小，而 1mm~0.45mm 的岩石洗選後重量則較 5mm~2mm 和 2mm~1mm 的重量重。洗選前後岩石重量對比結果如圖 4-3-2-1。

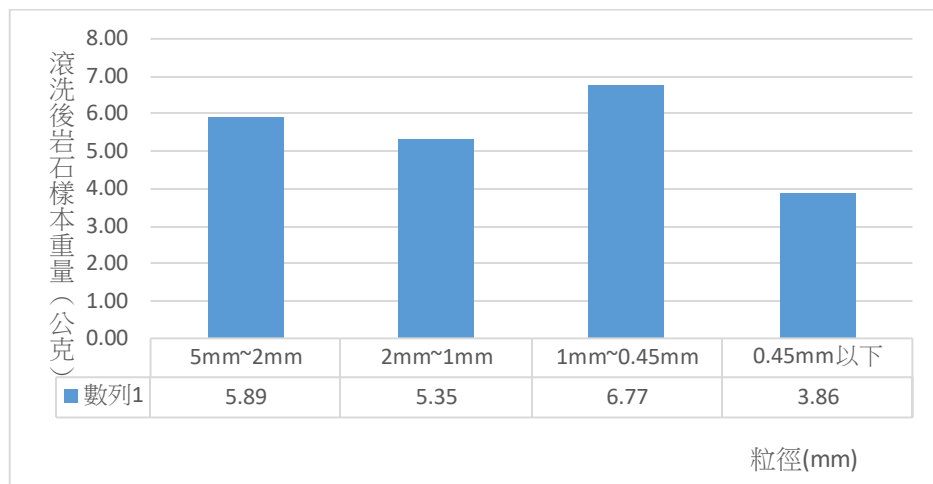


圖 4-3-2-1 不同重量洗選後的結果。出處：由作者製作。



圖 4-3-2-2 不同粒徑洗選實驗的情形。1.不同顆粒大小洗選前合照。2.不同顆粒大小洗選後樣貌。3.用 0.125mm 網目篩網篩洗。4-7.不同粒徑洗選後的結果照。出處：由作者及指導老師拍攝。

(三)自製洗選設備**有、無轉子之區別**：透過實驗，確認有無使用轉子對實驗結果的差異。透過實驗結果能夠得知，有、無轉子對洗選後的重量有莫大的影響，能夠確定轉子在洗選時有確實發揮功效，將岩石帶起，透過離心力將岩石分離。洗選前後岩石重量結果如圖 4-3-3-1。

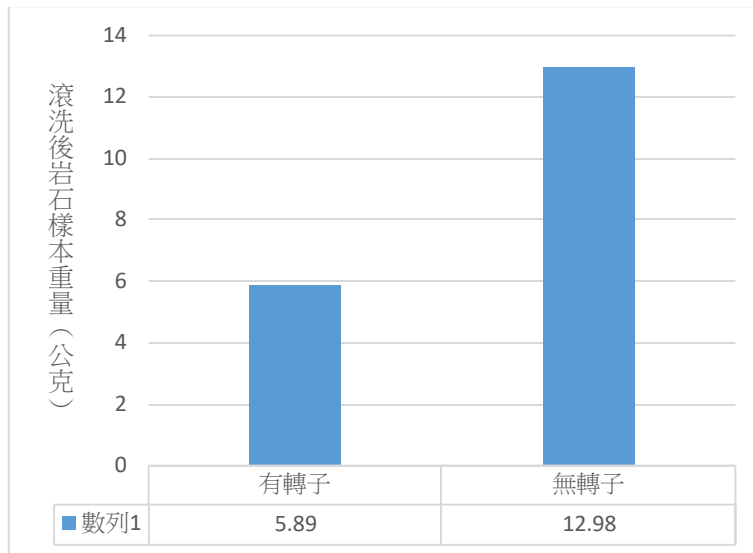


圖 4-3-3-1 有、無轉子對不同粒徑洗選後的結果。出處：由作者製作。

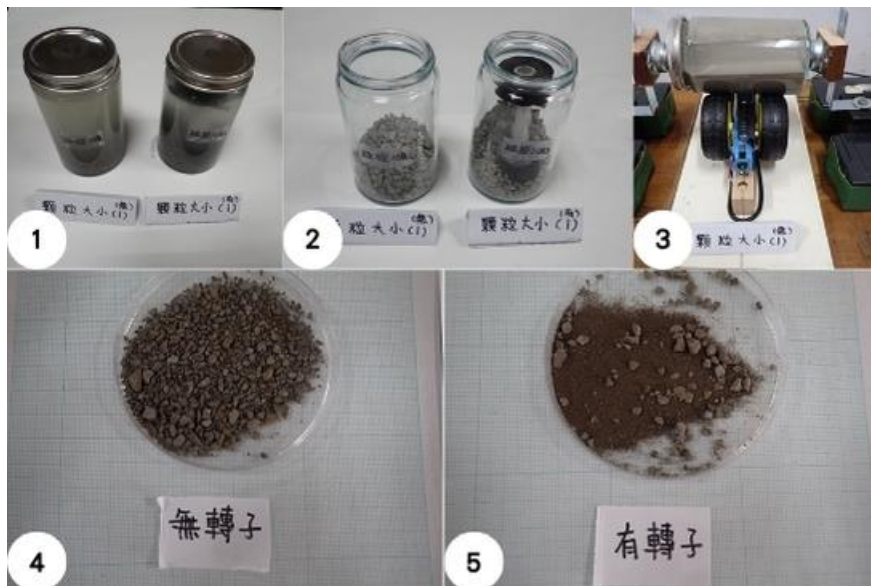


圖 4-3-3-2 有、無轉子洗選實驗的情形。1-2.有、無轉子洗選前有無加水合照。3.洗選後情景。4-5.有無轉子洗選後樣貌。出處：由作者拍攝。

(四)自製洗選設備**最佳洗選時距**：透過實驗，確認洗選設備，最佳（少）洗選泥岩時間值。由實驗結果可知，岩石重量會隨著滾選時間愈長，而變得愈來愈輕。然而，10hrs、8hrs 和 6hrs 滾選後的岩石重量卻相差不大，反之，2hrs 和 4hrs 滾選時間的岩石洗選後，即使只相差二小時，差別卻相當大。洗選前後岩石重量結果如圖 4-3-4-1。

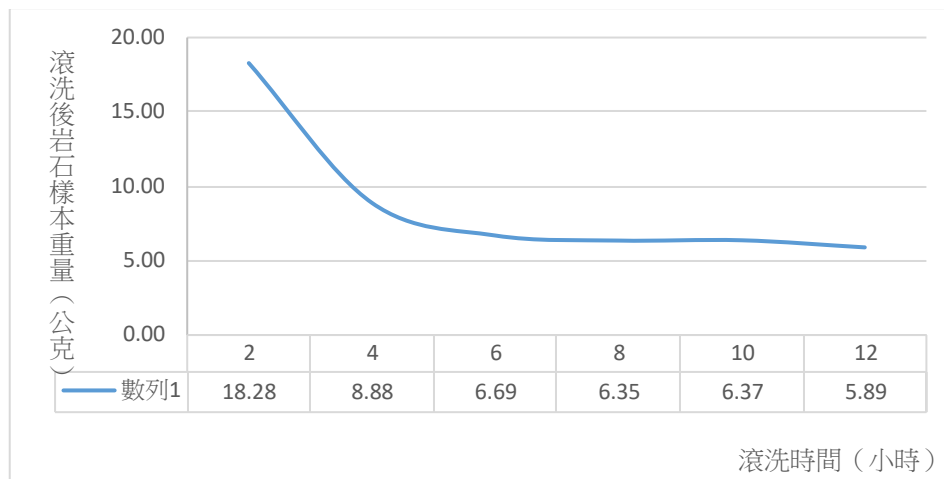


圖 4-3-4-1 不同洗選時間洗選後的結果。出處：由作者製作。

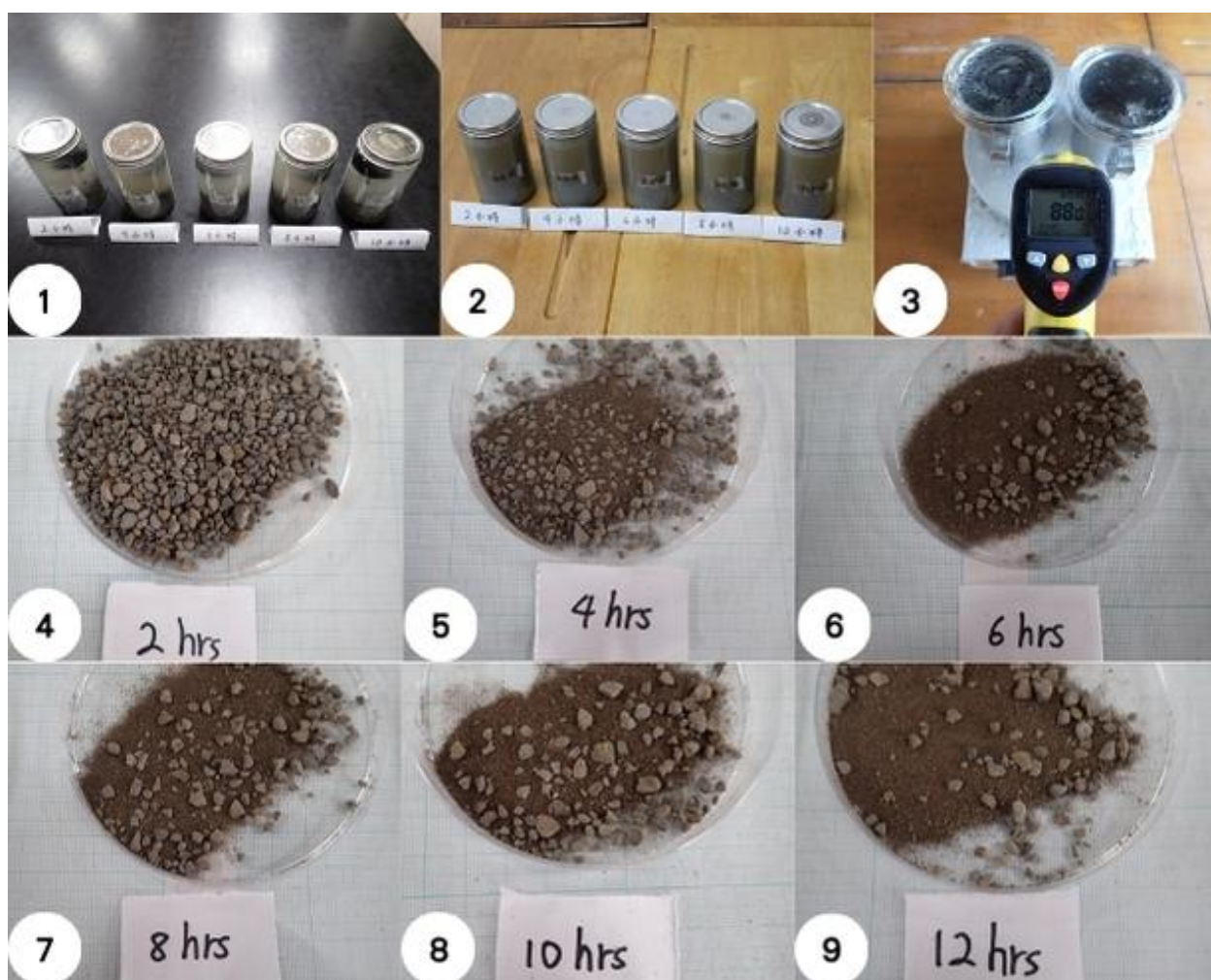


圖 4-3-4-2 不同時間長度洗選實驗的情形。1-2.不同洗選時間長度洗選前後合照。3.蒸發水分時，測量加熱鐵板溫度。4-9.不同時間長度洗選後結果樣貌。出處：由作者及指導老師拍攝。

四、想找到岩石內的有孔蟲及古生物化石，並製成岩石薄片。

(一)用手磨的方式製作之薄片



圖 4-4-1 手工磨製岩石薄片。1.磨製前岩石樣本照。2. 磨製後岩石薄片照。3. 磨製後岩石薄片近照。出處：由作者拍攝。

五、想將發現的有孔蟲及古生物進行分類。

(一)群體

1.濾食性動物：苔蘚蟲

苔蘚蟲的外貌極容易辨認，為一顆一顆圓型的房室緊密的連接，在岩石表面及薄片上皆能看見大量的苔蘚蟲蹤跡，不同屬種的苔蘚蟲也有其不同的特徵。苔蘚蟲生活於潮間帶至深海中，喜愛清澈、溫暖、含氧量高且水流較穩定的淺海環境。

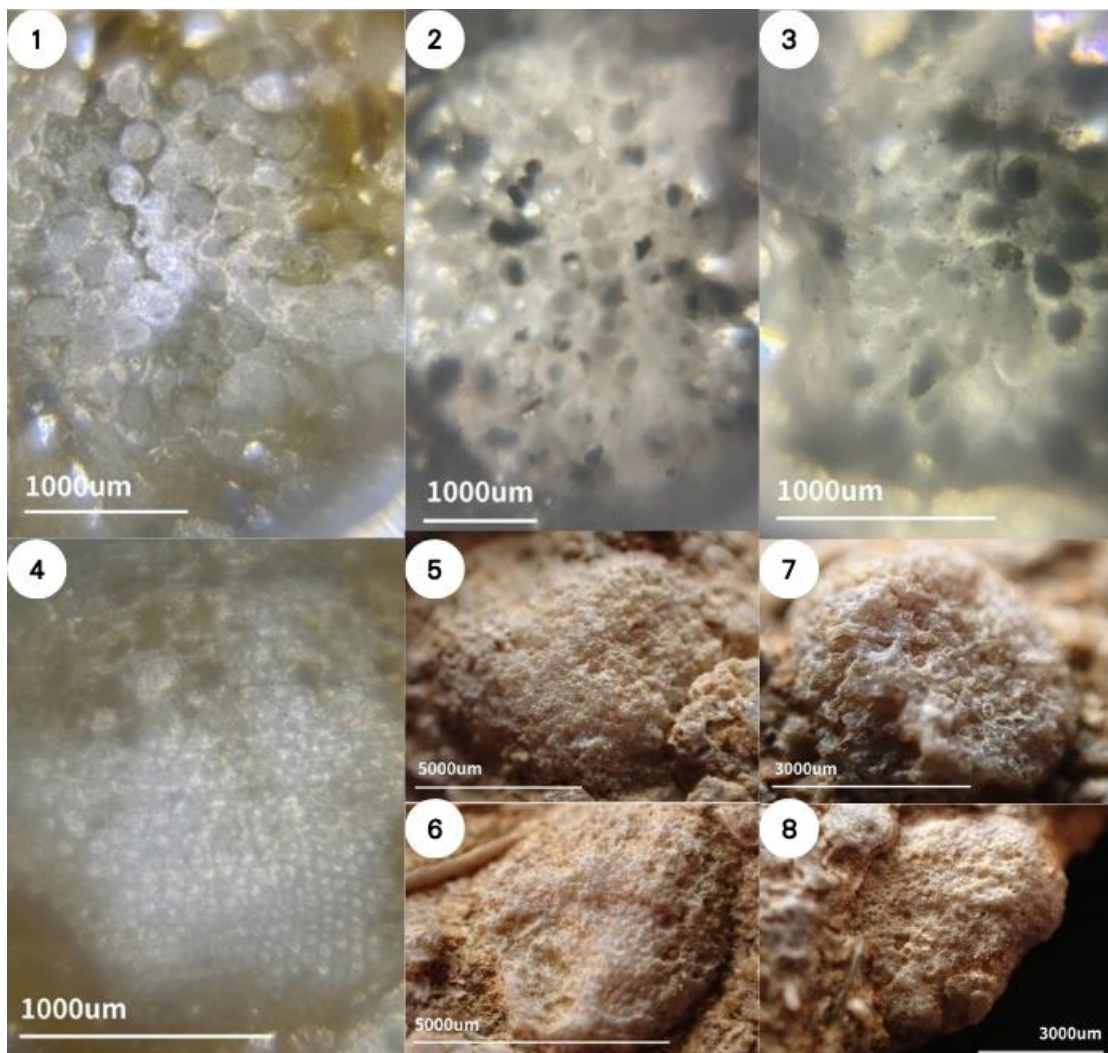


圖 4-5-1-1 苔蘚蟲化石照片。1-4.用岩石薄片於手機顯微鏡下拍的苔蘚蟲化石照（透光）。5-8.用相機直接微距拍攝凸蘚蟲化石表面照。出處：由作者拍攝。

2.非濾食性動物：生物礁

這塊生物礁是由石灰藻、珊瑚及穿孔貝所組成，他們都生活於陽光能照射到的海域，因為共生藻需要陽光，進行光合作用才能夠生存，因此喜愛清澈且低懸浮物的熱帶至亞熱帶海域，正常鹽度及水流流速中等的淺海環境。



圖 4-5-1-2 生物礁化石照片。1.生物礁外表照（比例尺為 30 公分直尺）。2.生物礁表面的穿孔貝。3.生物礁上方為珊瑚、下方為藻礁。出處：由作者拍攝。

(二)非群體

1.群聚生物

(1)身體有分節：角管蟲

角管蟲的外型呈象牙狀，暴露在岩石表面的化石，會因風化而產生棕色的凹痕，橫切面為中空管子，直徑約為 1mm 至 2mm 左右。主要棲息於溫帶至熱帶的淺海至中深海，喜愛泥砂底質與正常鹽度的海水。



圖 4-5-2-1-1 角管蟲化石照片。1-2.岩石標本表面照，小圖 2 的比例尺為一元硬幣。3-5. 用岩石薄片於手機顯微鏡下拍的角管蟲化石照（透光）。出處：由作者拍攝。

(2)身體無分節

I. 固著生物：牡蠣

牡蠣是濾食性的固著生物，具有堅硬的外殼，棲息於清澈而溫暖的淺海區域，偏好正常鹽度、適中的水流流速與清澈而富含足夠有機物的水質。

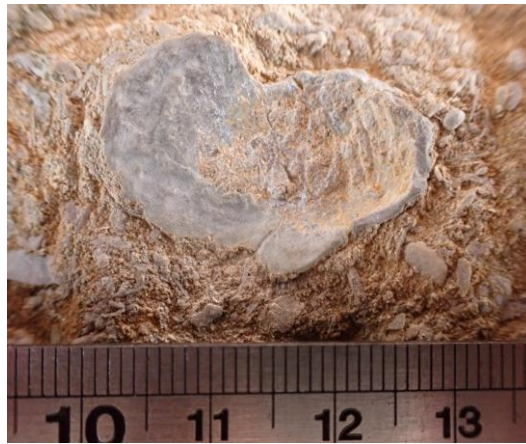


圖 4-5-2-1-2-1 牡蠣化石照片。出處：由作者拍攝。

II. 非固著生物：扇貝

扇貝是濾食性的底棲生物，擁有相互對稱的外殼，外殼邊緣有數十個感光眼點，能夠感知光的明暗。主要適應於適中水流與正常海水鹽度的淺海區域，從熱帶至冷水海域皆有分佈，偏好潔淨並含氧豐富的海水，棲息於砂質、泥質或碎石底。



圖 4-5-2-1-2-2 扇貝化石照片。出處：由作者拍攝。

2. 非群聚生物

(1) 單細胞生物：有孔蟲

發現的有孔蟲 *Operculina* sp. 為大寮層重要的指標性有孔蟲，在眾多文獻中皆有提及其是大寮層含有的有孔蟲之一，且和角管蟲（*Ditrupea* sp.）存在某種共生關係，也在薄片及岩石表面看到大量的 *Operculina* 化石，附近也發現角管蟲的蹤跡。

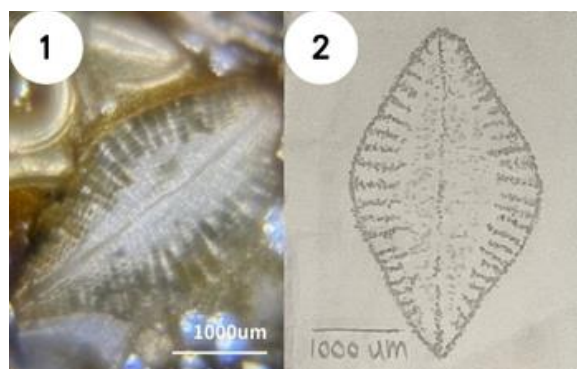


圖 4-5-2-2 單體珊瑚化石照片。1.用岩石薄片於手機顯微鏡下拍攝的單體珊瑚 化石照（透光）。2.為小圖 1 的點畫圖。出處：照片由作者拍攝及繪製。

(三)生痕化石

能夠透過以下三種生痕化石，得知此地 2000 萬年前是一個擁有豐富營養鹽的淺海環境，擁有豐富的生物群落，才能留下如此豐富的生活痕跡。

1.發現地點：山頂下小屋旁

2.類型：

(1)居住構造

從圖 4-5-3-1-1 中可以看到，此居住構造與岩石表面垂直，且有用排泄物或泥質物填充的壁襯構造，明顯與原本岩石的顏色不同。



圖 4-5-3-1-1 居住構造生痕化石。1.為某種生物的居住構造，右下角為十元硬幣。2.為小圖 1 的放大圖。出處：由作者拍攝。

而從圖 4-5-3-1-2 中能看到，居住構造也與岩石表面垂直，且有一種特定的鈣質管狀通道，能夠清楚得知生物的行徑路徑。



圖 4-5-3-1-2 某種蠕蟲的居住構造之生痕化石。1-3.為同一個岩石標本以不同角度的拍攝照片。出處：由作者拍攝。

(2)攝食構造

此生物的攝食構造與岩石表面平行，痕跡的邊緣為淺淺的鋸齒狀痕跡，是生物在活動時產生的黏液。

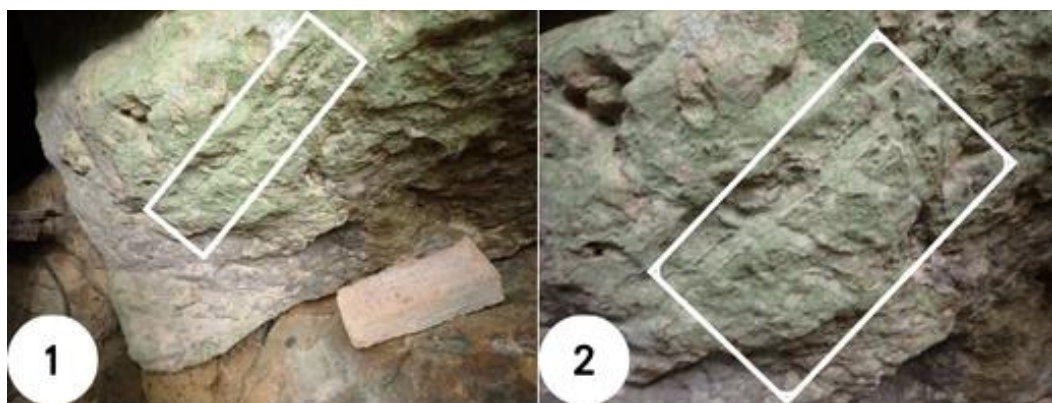


圖 4-5-3-2 攝食構造生痕化石。1.為某種生物的攝食構造，右下角為約 30 公分長的紅磚。2.為小圖 1 的放大圖。出處：由作者拍攝。

(3)匍匐痕跡

這二道單一直線的匍匐痕跡為生物移動時留下，一旁並無其他移動痕跡，推斷為生物單純移動所致。



圖 4-5-3-3 匍匐痕跡生痕化石。1.為某種生物的匍匐痕跡。2.為另一處某種生物的匍匐痕跡。出處：由作者拍攝。

(4)休息痕跡

從此休息痕跡可以看出生物曾停在這裡休息，留下與停留部位相同形狀的印痕。



圖 4-5-3-4 休息痕跡生痕化石。1.為某種生物的休息痕跡。2.為小圖 1 的局部放大圖。

(四)整理成化石分類表

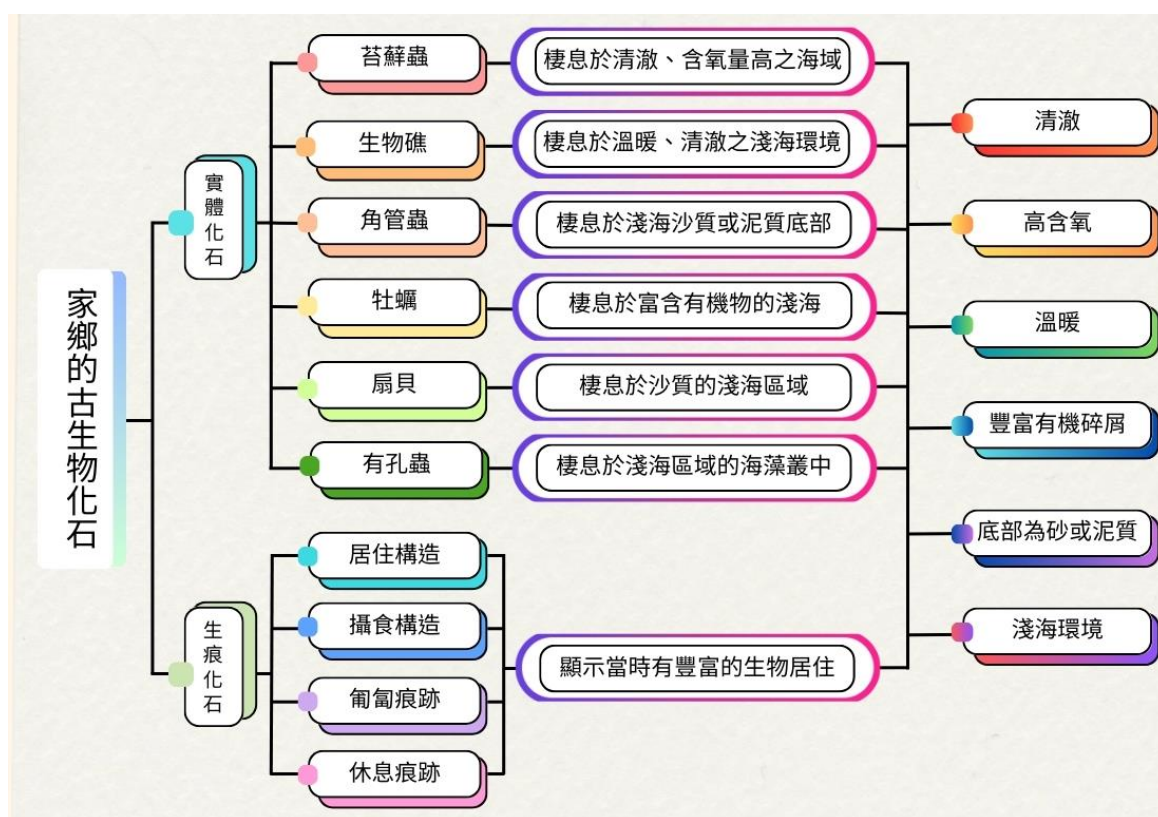


圖 4-5-4-1 家鄉古生物化石的分類表。出處：由作者繪製。

六、想透過文獻資料與採集結果推估大寮層過往的古環境，並嘗試用 AI 繪圖重建。

目前根據文獻資料與所發現的古生物化石顯示的生態環境，推測出大寮層以往的古環境樣貌，以及大寮層經歷的故事。

我們以發現的古生物化石棲息環境的特徵，歸納出大寮層以往的古環境樣貌：

- (一)水域較淺且水質清澈，懸浮物較少，以利珊瑚及藻類生長。
- (二)氧含量高，所以能夠提供許多生物生存所需的氧氣。

(三)處於熱帶至亞熱帶的海域，水溫溫暖，因此有許多生物聚集。

(四)海底火山噴發，火山碎屑物帶來營養鹽，吸引生物聚集並形成群落。

(五)海底由砂質或泥質構成，因此能在砂岩或泥岩中觀察到古生物化石。

(六)水流流速中等，能讓生物穩定的生存，較不會被水流干擾。

(七)海水鹽度中等，適合對鹽度較敏感的生物生活。

(八)海底火山噴發會噴出火山岩，許多生物會以火山岩塊為基礎生長，才能較為穩固。

目前利用線上版 ChatGPT 的 AI 繪圖功能，創作出遠濱海相的古環境復原圖。

提示詞：淺海環境，擁有豐富多樣的生物，如：苔蘚蟲、藻礁、珊瑚、有孔蟲、角管蟲、牡蠣和貝類等，也有清澈的水質、豐富的有機碎屑，海底是砂質或泥質，陽光穿透海水，水呈現淡淡的波紋，浮游性有孔蟲和浮游生物等，漂浮在海中。



圖 4-6-1 AI 繪圖畫面。

出處：作者用 ChatGPT 繪製。

伍、討論

一、在自製洗選設備洗選泥岩樣本用量實驗中，150g 組與 100g 組以自製洗選設備洗選過後，剩餘岩石重量差異較大，代表 150g 組有一些岩石不容易洗乾淨，200g 之岩石會使滾筒機無法承受其重量，以致洗選設備損壞，且由滾選後的瓶蓋摩擦力顯示，100g 的

岩石瓶蓋摩擦力較小，轉子旋轉順利，因此決定選用能兼顧效率 100g 的岩量作為之後實驗的最佳重量。

- 二、在進行洗選實驗時，發現粒徑 3（1mm~0.45mm）的泥岩顆粒大小洗選後重量較其他三組重，此實驗結果推翻了我們的假設，因此我們重複進行了三次實驗，仍然獲得同樣的結果，推測是因為：文獻資料顯示，大部分的有孔蟲大小介於 1mm~0.1mm 之間，因此粒徑大小介於 1mm~0.45mm 的粒徑可能含有較多有孔蟲化石，然而我們也在粒徑 3 的洗選結果中發現有孔蟲的存在，因此在往後我們要進行洗選實驗時，可能會優先選擇粒徑 3 的岩石進行洗選及觀察，至於推論是否正確有待後續實驗設計驗證。
- 三、由自製洗選設備最佳洗選時距的實驗結果可以得知，滾選時間的變長會使其之間相差的岩石重量變小，然而 6hrs、8hrs、10hrs 及 12hrs 洗選後的重量並無太大的差異，所以過長的時間只會造成能源浪費，最後我們決定使用 6hrs 的時間進行後續該採樣區泥岩的洗選。
- 四、自製洗選機從多種實驗研究出來，提高離心力可以增加效率，提高離心力的方法有：放置轉子、使用 1mm~0.45mm 粒徑的泥岩 100g 進行 6hrs 洗選，且能節約時間與能源並減少設備損耗。至於其它岩性（例如：大寮層的石灰岩……）預計在之後再來測試。
- 五、我們在所收集的岩石表面以肉眼就可見，以及自行手工磨製的岩石薄片，也能發現大寮層內存在 *Ditrupe*（又稱角管蟲）的蹤跡。*Ditrupe* 是一種懸浮性餌食者，通常棲息於沉積物表面，而非埋藏於其下。根據文獻記載，大寮層中富含孔蟲、貝類與海膽等化石，其中最常見的便是 *Ditrupe*。雖然它並非層準化石，但 *Ditrupe* 的富集帶在野外調查中，常可作為辨識大寮層的一項有用岩性指標（林明聖、蕭謙麗，2002）。
- 六、透過對採集岩石的直接觀察、洗選岩粒的挑選，以及手工製作岩石磨片的方式，我們發現家鄉土地中蘊藏著許多古生物的種類，為了更有系統地呈現這些發現，我們運用課堂上所學的生物分類知識，繪製出一套專屬我們家鄉的古生物化石分類表，我們驚喜地發現，除了有孔蟲外，家鄉的古生物種類十分繁多、樣貌多樣，而且透過對這些古生物化石的認識，得以去推敲出家鄉環境在 2000 萬年前的生態樣貌，這不僅提升了我們對地質與古生物的興趣，也讓我們對家鄉的自然環境有了全新的認識。
- 七、當我們嘗試使用 AI 工具來重建古生物生活的環境圖像時，發現實際操作中面臨許多困難。首先，對古環境的文字描述往往無法提供足夠精準的資訊，使得 AI 難以正確理解或重現當時的生態樣貌；再者，我們所掌握的古生物種類有限，無法提供足夠明確的輸入資料，導致產生的圖像可能與實際情況有落差。此外，古環境是隨時間變動的，但目

前多數 AI 產生圖像僅能呈現靜態的單一畫面，難以完整展現古生態系統的演化與變化過程。這些挑戰提醒我們，未來若希望更精準地重現地質歷史中的環境樣貌，仍需更多可靠資料與技術支援的整合。

陸、結論

- 一、根據南勢角地質圖，多次走訪學校附近的岩石露頭與可以採集的地點(附近社區停車場崩塌地的護坡（擋土牆）下方)進行採樣。我們自製的洗選設備有一定的效果，轉子也能在滾筒中轉動。
- 二、若要使用此滾筒機進行滾選實驗，放置轉子且使用 100g 粒徑 3（1mm~0.45mm）的泥岩滾選 6 小時能達到最好的效果。
- 三、本研究證實我們手工磨岩石薄片的技術是可行的，所製作出的薄片可清楚地透過顯微鏡觀察到其中的古生物化石，製作過程在老師的指導與協助下安全順利，讓我學習到實用的地質研究技術。
- 四、在採集岩石、製作薄片及洗選結果中，總共整理出七種古生物化石，分別為：苔蘚蟲、生物礁、角管蟲、牡蠣、扇貝、有孔蟲(*Operculina* sp.)、單體珊瑚，也找出四種生痕化石：居住構造、攝食構造、匍匐痕跡、休息痕跡。
- 五、經過閱讀文獻後推測大寮層古環境樣貌，顯示當時大寮地區處於溫暖的海洋環境，並有多樣化的生物群落。研究表明，大寮層沉積於中新世的淺海環境，屬於大陸棚，推測當時大寮層位於較近陸地的海域，並受到河流沉積物的影響。大寮層的沉積物厚度不均，顯示當時可能受地殼運動影響，導致沉積速度和地層堆積厚度變化，據此我們使用有 AI 繪圖功能的 ChatGPT 進行復原家鄉古環境生態的圖像。

柒、參考文獻資料

王士偉（2018）。大型有孔蟲 Larger Foraminifera—I。科博館館訊，372 期。

外肛動物們（2024, April 13）。在維基百科。檢索於 2025 年 5 月 31 日，

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/外肛動物門>

江明諺、孫全佐（2016）。海灣沙灘上有孔蟲的遺骸。全國中小學科展作品，第 56 屆。

肖姝逸、謝東諺（2025）。石破天驚～岩石內的秘密：有孔蟲與古生物化石研究。新北市 113 學年度中小學生科學展覽會作品說明書。（未出版）

牡蠣 (2025 April 16)。在維基百科。檢索於 2025 年 5 月 31 日，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%89%A1%E8%A0%A3>

林明聖、蕭謙麗 (2002)。由士林福志公園大寮層露頭談外雙溪向斜的西部延伸。地質，21 (2)，69-74。

林偉聖、蔡僊翊、張哲毓、黃喬鈴、姚筑云、江佩芝 (2006)。牛稠內古環境大搜密。全國中小學科展作品，第 46 屆。

林節倫、王惇慧、蔡翊琳、蔡昀恩、李誌恒、王阡翎 (2008)。大海裡的小巨人－有孔蟲再現。全國中小學科展作品，第 48 屆。

林節倫、姚筑云、蔡僊翊、蔡翊琳、王惇慧、林偉聖 (2007)。三層蛋糕何處來～砂泥岩互層的秘密。全國中小學科展作品，第 47 屆。

宮守業 (2025)。地質百科「生物礁」。台灣地質知識服務網。檢索於 2025 年 5 月 31 日，<https://twgeoref.gsmma.gov.tw/GipOpenWeb/wSite/ct?xItem=146476&ctNode=1233&mp=105>

扇貝 (2025, February 13)。在維基百科。檢索於 2025 年 5 月 31 日，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%89%87%E8%B4%9D>

海洋生物保育組 (2025)。珊瑚礁生態系。海洋委員會海洋保育署。檢索於 2025 年 5 月 31 日，<https://www.oca.gov.tw/ch/home.jsp?id=345&parentpath=0,295,342>

張詠斌 (2021)。古今山海傳奇的呼喚－有孔蟲。科學研習，60 (4)。

陳文山 (2003)。臺灣的生痕化石－臺灣地質之四。經濟部中央地質調查所。

陳文山 (2016)。臺灣地質概論。中華民國地質學會。

陳品澂、吳秉祐、蘇辰瀚 (2023)。挖出學校遺構區底下的秘密。全國中小學科展作品，第 63 屆。

黃敦友 (1974)。浮游性有孔蟲化石圖譜。中國石油學會臺灣油礦探勘處。

黃敦友 (1975)。底棲性有孔蟲化石圖譜。中國石油學會臺灣油礦探勘處。

黃鑑水、林啟文、林偉雄 (1992)。南勢角地質圖幅及說明書 (1/5,000)。經濟部中央地質調查所。

鄭守儀、傅釗先 (2001)。中國動物誌－粒網蟲門－有孔蟲綱－膠結有孔蟲。科學出版社。

鍾昀臻、謝哥安、呂愛甯 (2018)。小型單體珊瑚的秘密，全國中小學科展作品，第 58 屆。

鍾秉融、謝孟容、吳宜澄 (2024)。探訪壽山鐘乳石洞的奧秘。全國中小學科展作品，第 63 屆。

謝東諺、肖姝逸、杜彩瑄 (2024)。石破天驚～岩石內的秘密：底棲有孔蟲與古生物遺跡鑑定。新北市 113 學年度學生科學研究獎助計畫研究作品說明書。(未出版)

簡至暉 (2018)。愛日光浴的小巨人：淺談大型有孔蟲。臺灣博物季刊，37 (3)，12-19。

【評語】 080512

本研究具鄉土性，研究動機清楚，有特色。不但說明完整的前人研究，也進行野外實地勘察，執行數目龐大且有系統性的樣品收集。研究成果說明化石的種類，與目前之發表與論述無太大差異，也沒有科學性的新發現。不過，值得說明的是，顯微鏡觀察對於薄片厚度的要求很高，此研究方法從學會到熟練，需要挹注大量的精神與時間才有可能完成。因此，一人團隊，可以完成如此大量的岩石收集與化石分析，加上手工能製備薄片觀察的技術，以及自組可以掏選化石(或岩石)的機具，儼然就像個大學生，讓有地科背景的評審都嘆為觀止，真的令人激賞。

作品海報

「岩」下之意～ 古生物化石訴說的家鄉往昔

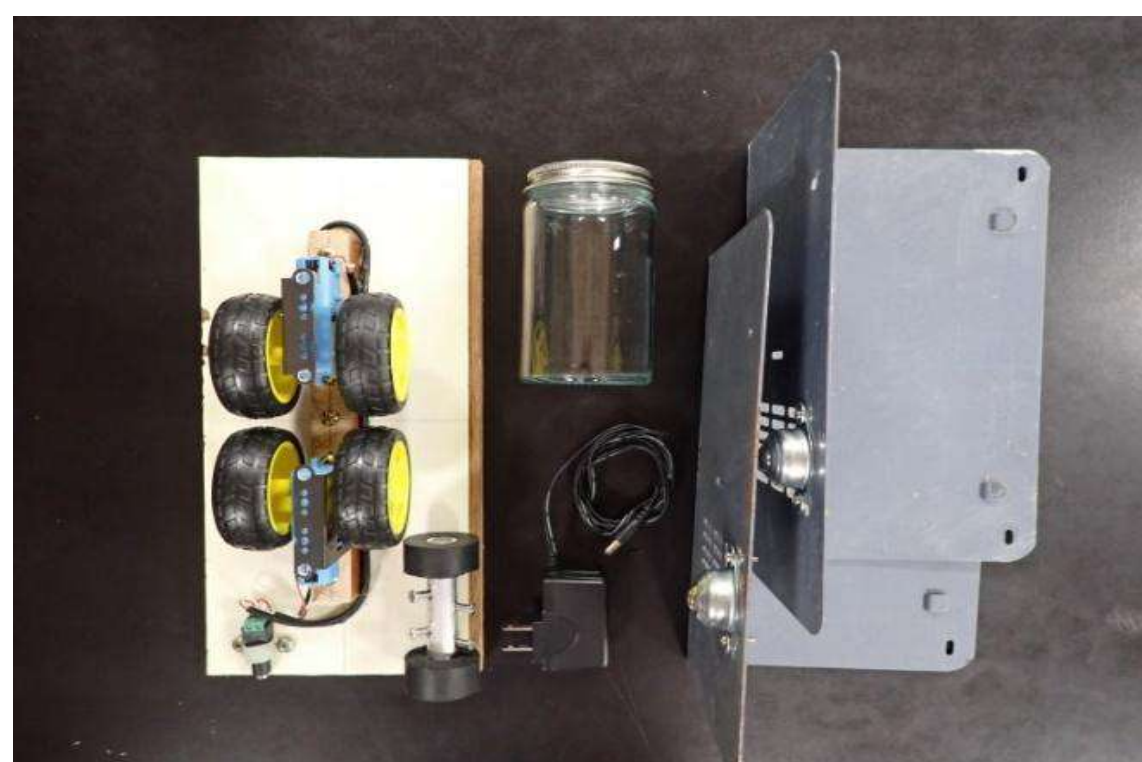
壹、研究動機

自然課上，老師展示南勢角地質圖，我驚訝的發現外挖子山曾是2000萬年前的海底，藏有豐富古生物化石。為了解家鄉地質，我實地採樣觀察，發現多種化石。希望研究能轉化為教材，讓更多人認識這片土地的故事。

貳、研究目的

- (一) 想探索外挖子山步道，尋找化石遺跡
- (二) 想要自製洗選設備
- (三) 想嘗試用自製洗選設備進行洗選及觀察有孔蟲
- (四) 想找到岩石內的有孔蟲及古生物化石，並製成岩石薄片
- (五) 想將發現的有孔蟲及古生物進行分類
- (六) 想透過文獻資料與採集結果推估大寮層過往的古環境，並嘗試用AI繪圖重建

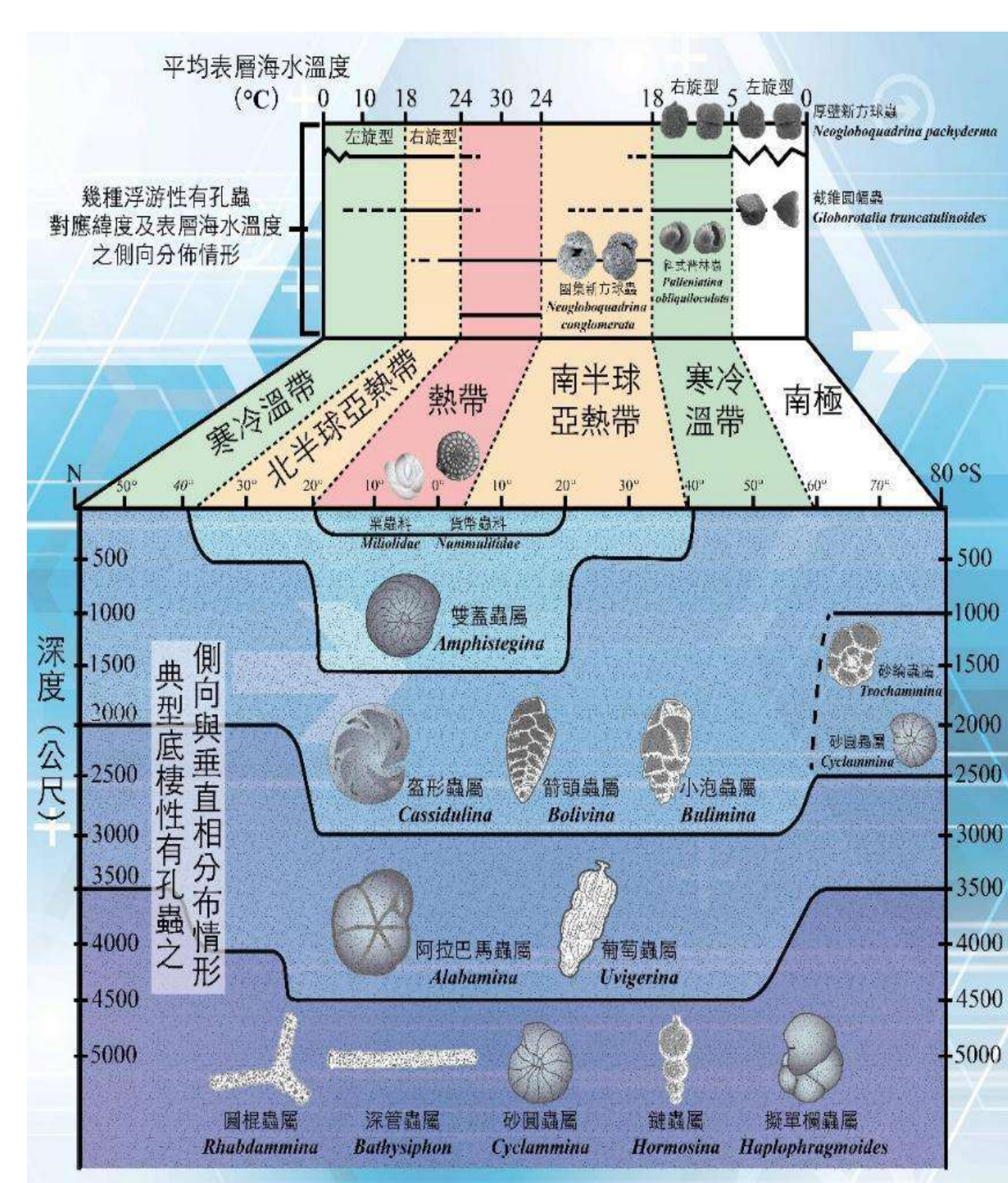
參、研究器材及設備 (詳見作品說明書)



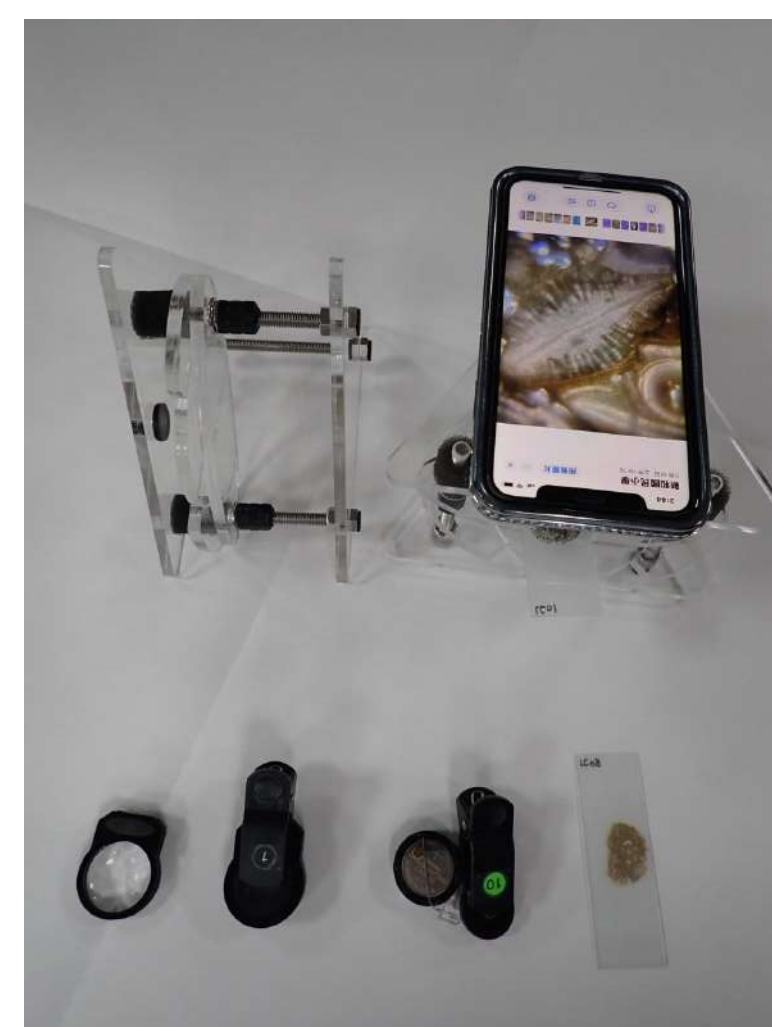
磨薄片所需器材 註:作者拍攝



自製紫外線燈罩 註:由指導老師拍攝



浮游性以及底棲性有孔蟲棲息分布圖
註:出處:科學研習(張詠斌,第60卷第4期)

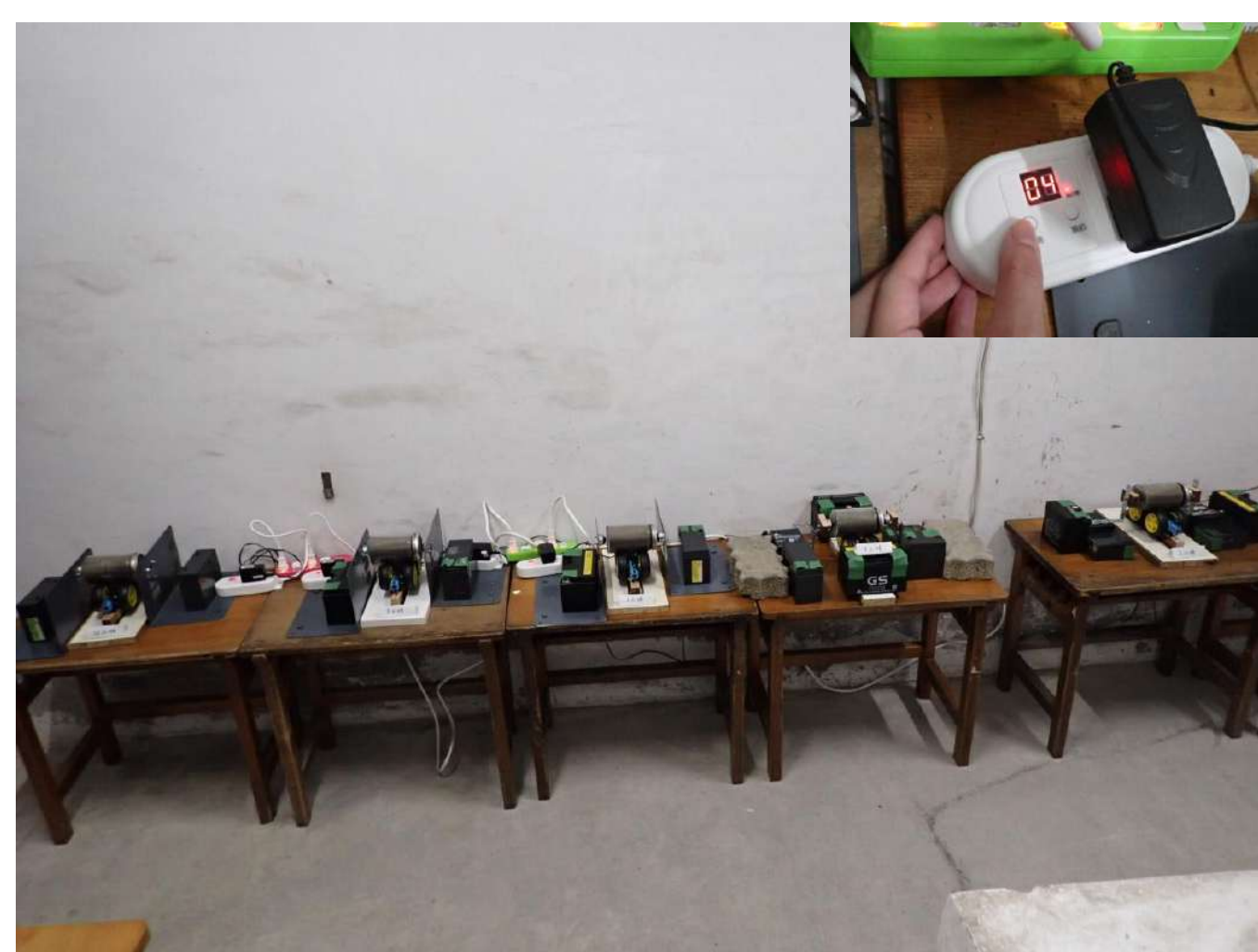


手機顯微鏡 註:由老師拍攝



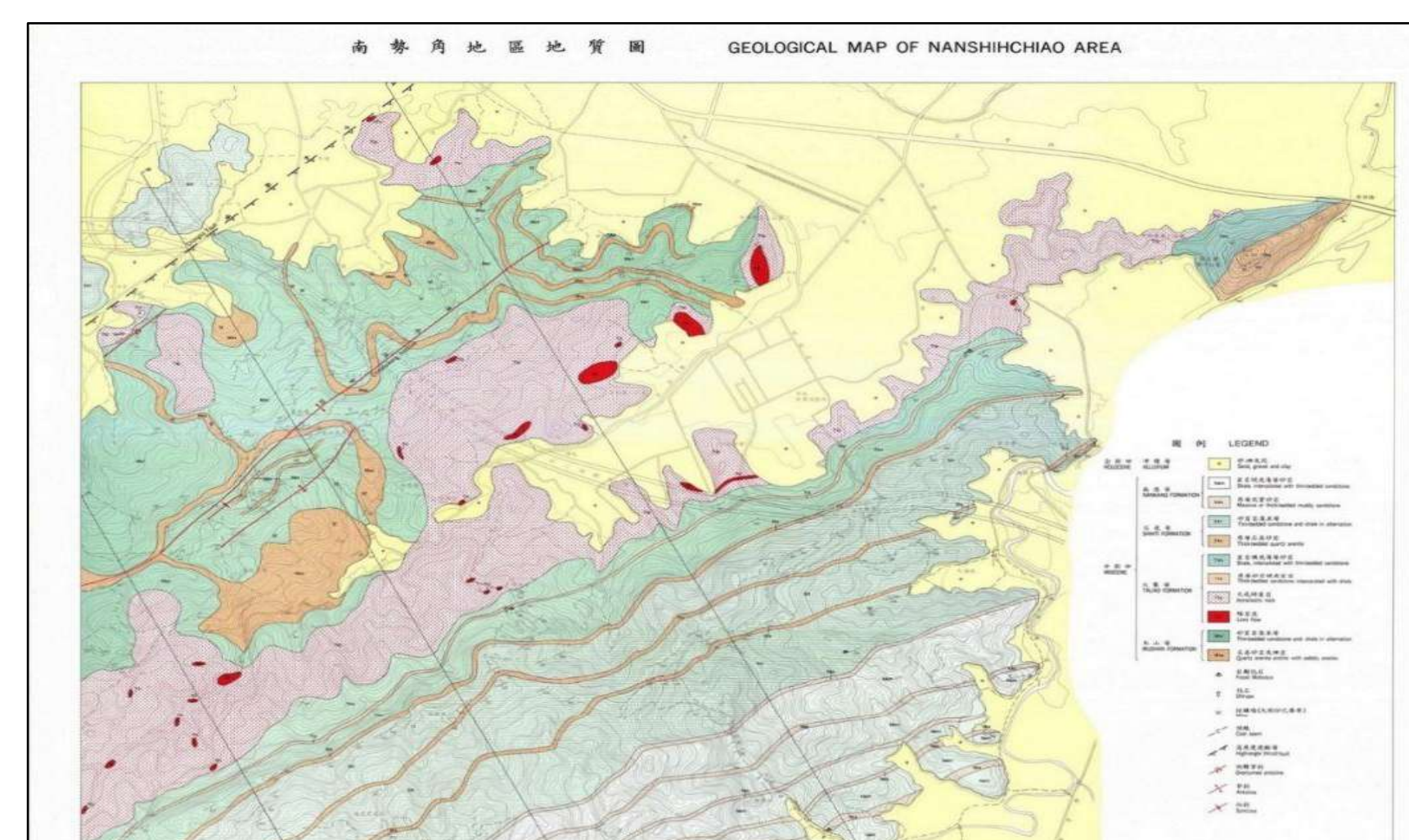
實體顯微鏡

註：由作者拍攝

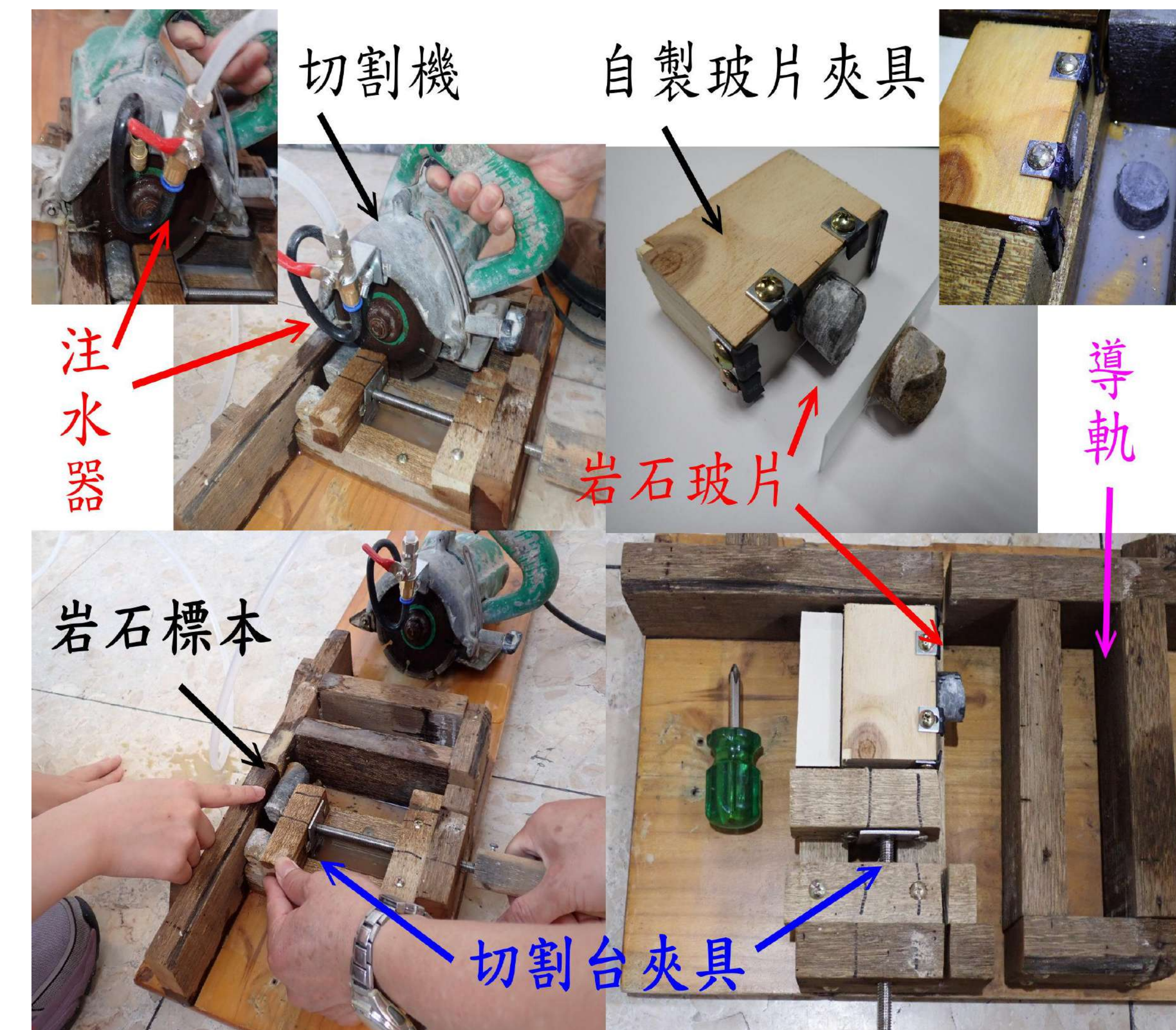


自製滾筒機洗滌實驗場及設定定時器

註：由作者拍攝



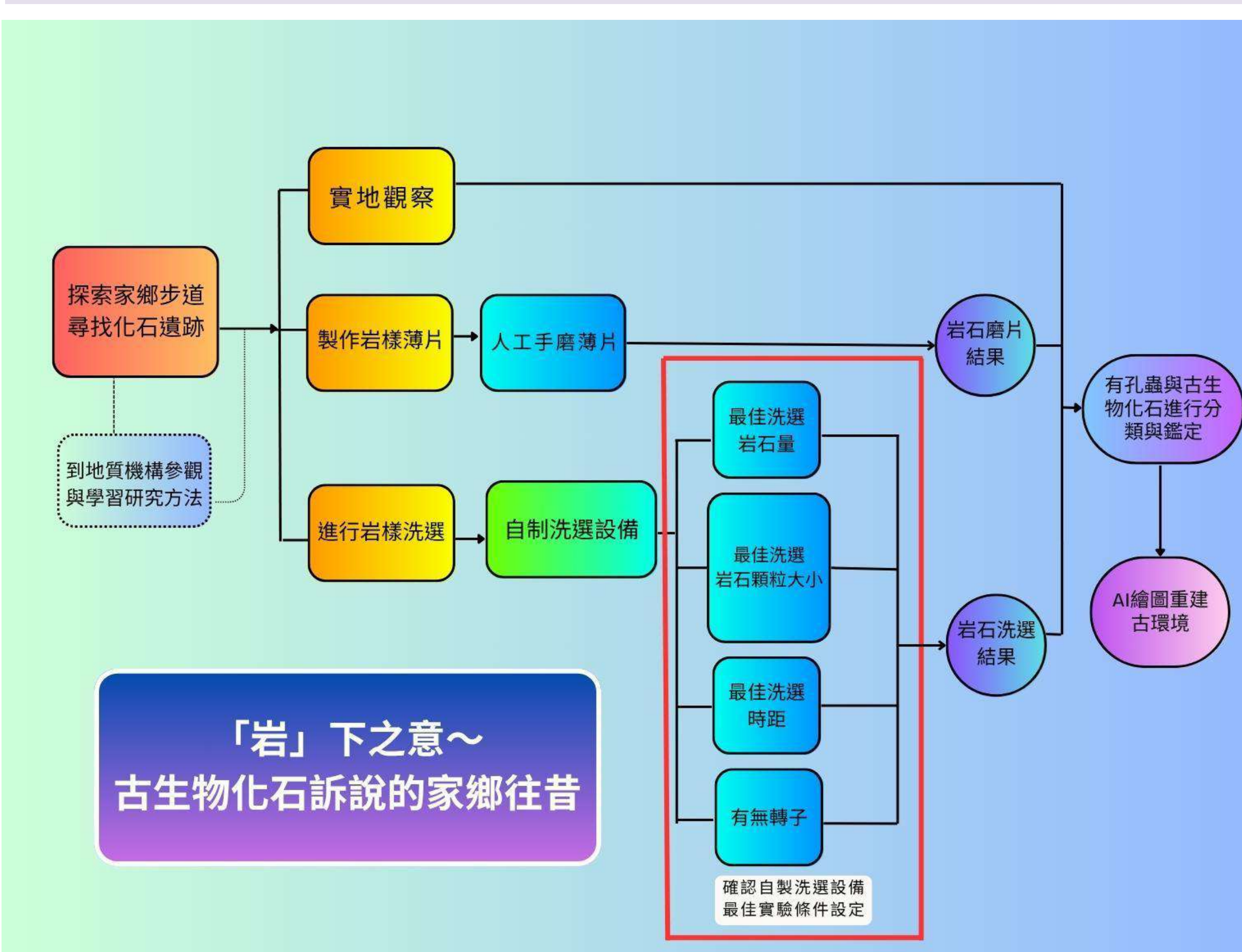
1/5000南勢角地質圖幅 出處：
臺灣地質知識服務網 / 地質出版品 / 區域地質圖 / 南勢角 / 相關照片



自製切割設備

註:由作者、指導老師拍攝及後製

肆、研究架構流程圖



研究架構流程圖

註: 由作者設計, 指導老師協助製作

「岩」下之意~

古生物化石訴說的家鄉往昔

伍、研究過程與結果

一、想探索外挖子山步道，尋找化石遺跡。

研究過程

- (一)依據《南勢角地質圖幅》，從外挖子山入口進入，尋找大寮層的化石露頭區域進行採樣。
- (二)在岩石表面滴稀釋鹽酸，若出現氣泡反應，即表示岩石中含有碳酸鈣，為生物遺骸的可能證據。
- (三)依照地質圖多次走訪取樣。



外挖子山衛星影像圖

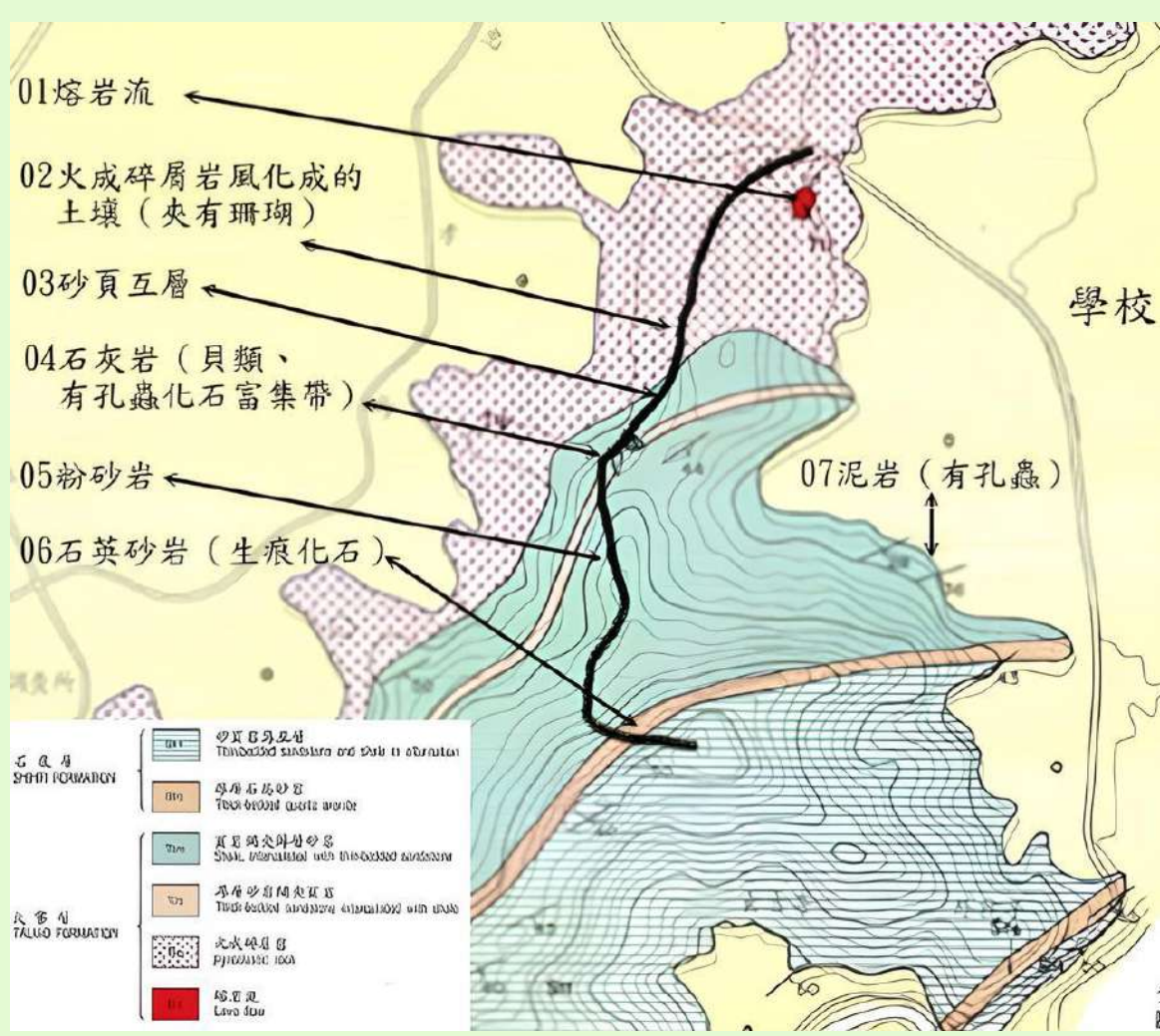
註：由作者繪製



敲擊岩石觀察

註：由指導老師拍攝

研究結果



地質路線圖

註：取自臺灣地質知識服務網，並由作者後製



叉路旁珊瑚化石(生物礁碎塊)

註：由指導老師拍攝



工寮旁露頭

註：由指導老師拍攝

編號	地點	岩性
01	登山口旁	火山熔岩流形成的玄武岩
02	交叉口	火成碎屑岩風化而成的土壤
03	菜園	砂岩互層
04	工寮	石灰岩
05	小廟旁	粉砂岩
06	山頂下小屋旁	石英砂岩
07	國寶大樓旁停車場護坡下	泥岩

採樣路線之岩性列表

註：由作者整理列表

👉透過實地採樣與觀察，得知採樣點的不同岩性組成。

二、想要自製洗選設備。

研究過程

- (一)自製洗選設備：製作兩旁的擋板、滾筒機和轉子。



組裝擋板



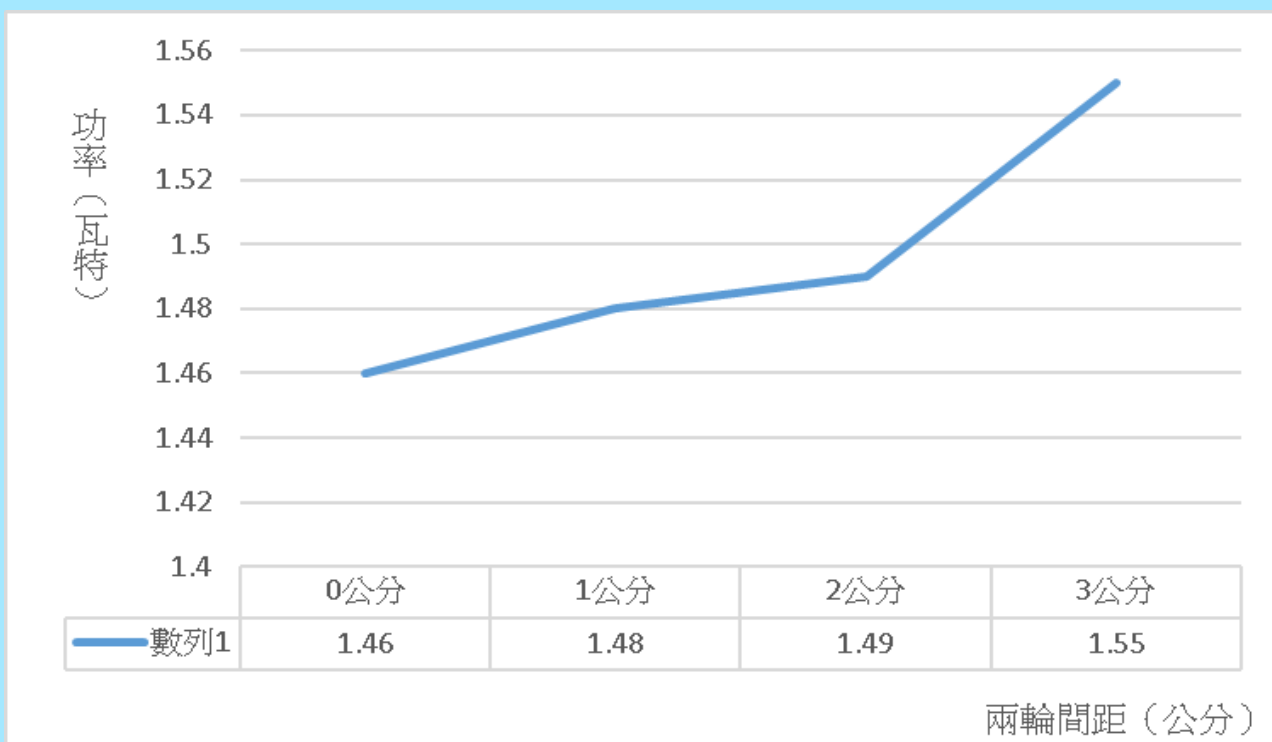
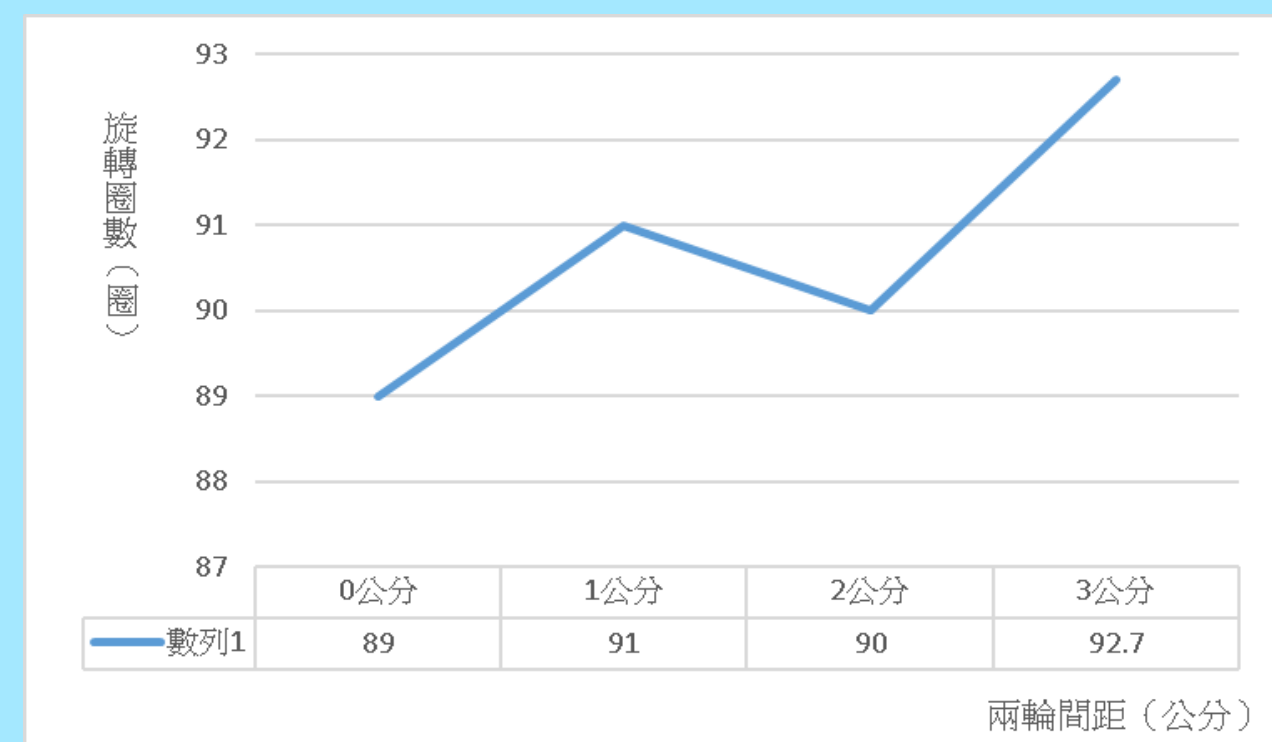
裝置車輪



倒入AB膠黏合轉子

- (二)滾選實驗：測試滾筒機相距0~3公分的1分鐘旋轉圈數、電壓及電流(換算功率)。

研究結果



連接5V電源插頭玻璃瓶一分鐘平均旋轉圈數

註：由作者整理繪製

連接5V電源插頭電壓及電流換算功率

註：由作者整理繪製

👉能利用身邊易取得的材料自製洗選設備。

👉滾筒機相距3公分的一分鐘旋轉圈數較其他三者多。

三、想嘗試用自製洗選設備進行洗選及觀察有孔蟲。

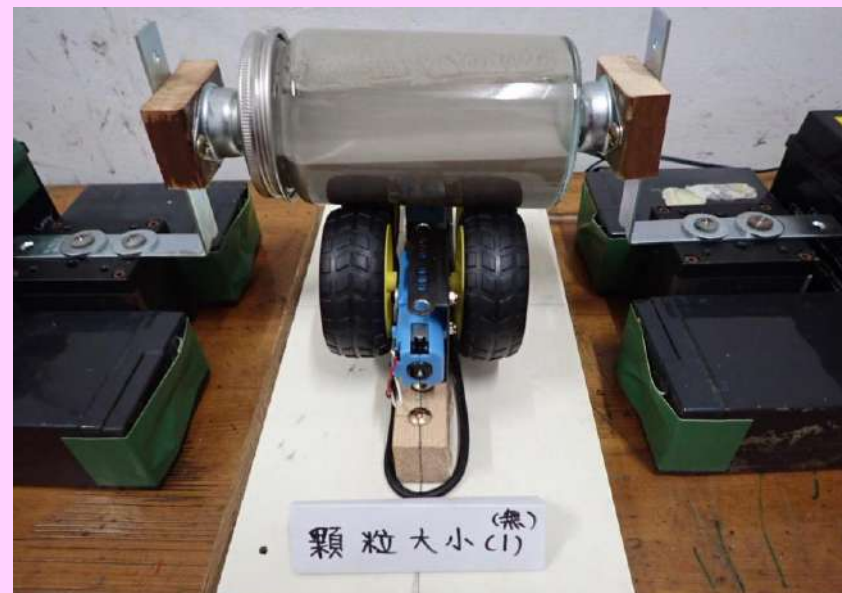
研究過程

以自製洗選設備洗選有孔蟲，並確認設備最佳洗選條件。

- (一)自製洗選設備最佳洗選岩石量：確認洗選設備，可以容許最佳(多)洗選岩石顆粒重量值。
- (二)自製洗選設備最佳洗選岩石顆粒大小：確認洗選設備，可以容許最佳(大)洗選岩石顆粒大小。

- (三)自製洗選設備最佳洗選時距：確認洗選設備，最佳(少)洗選岩石時間值。

- (四)自製洗選設備有無轉子之區別：確認有無使用轉子對實驗結果的差異。



利用自製洗選設備洗選有孔蟲



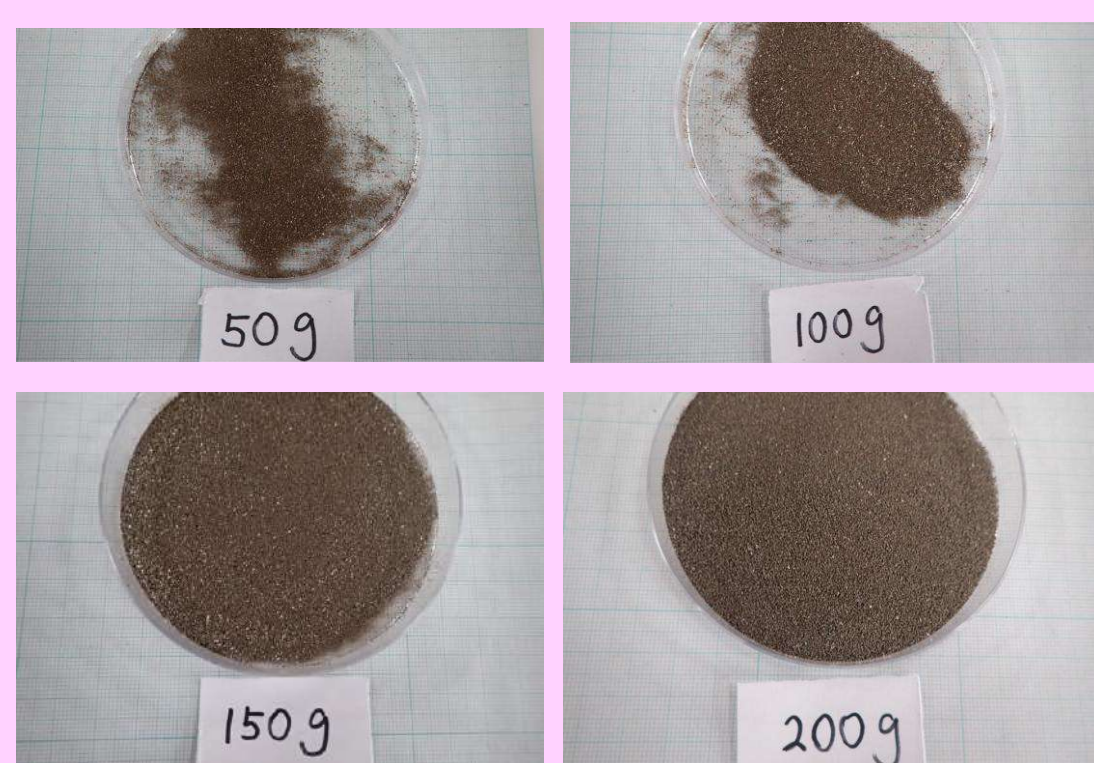
洗選後的樣本處理



烘乾岩樣並測量加熱鐵板溫度

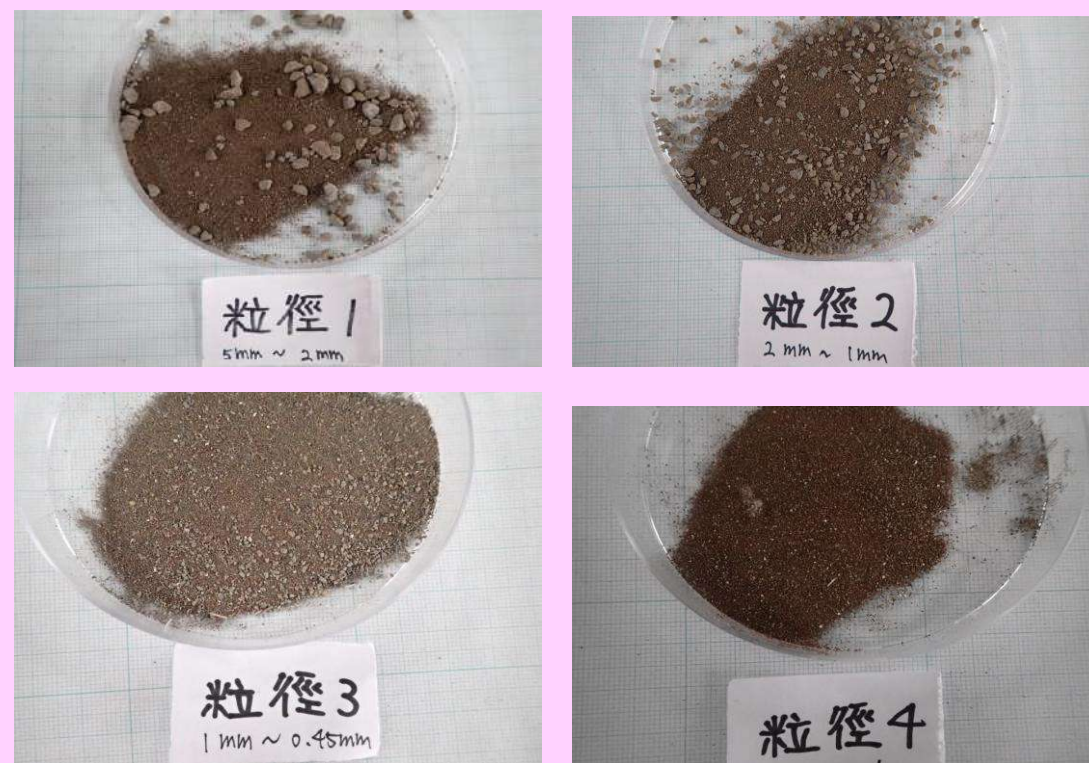
註：由指導老師拍攝

研究結果



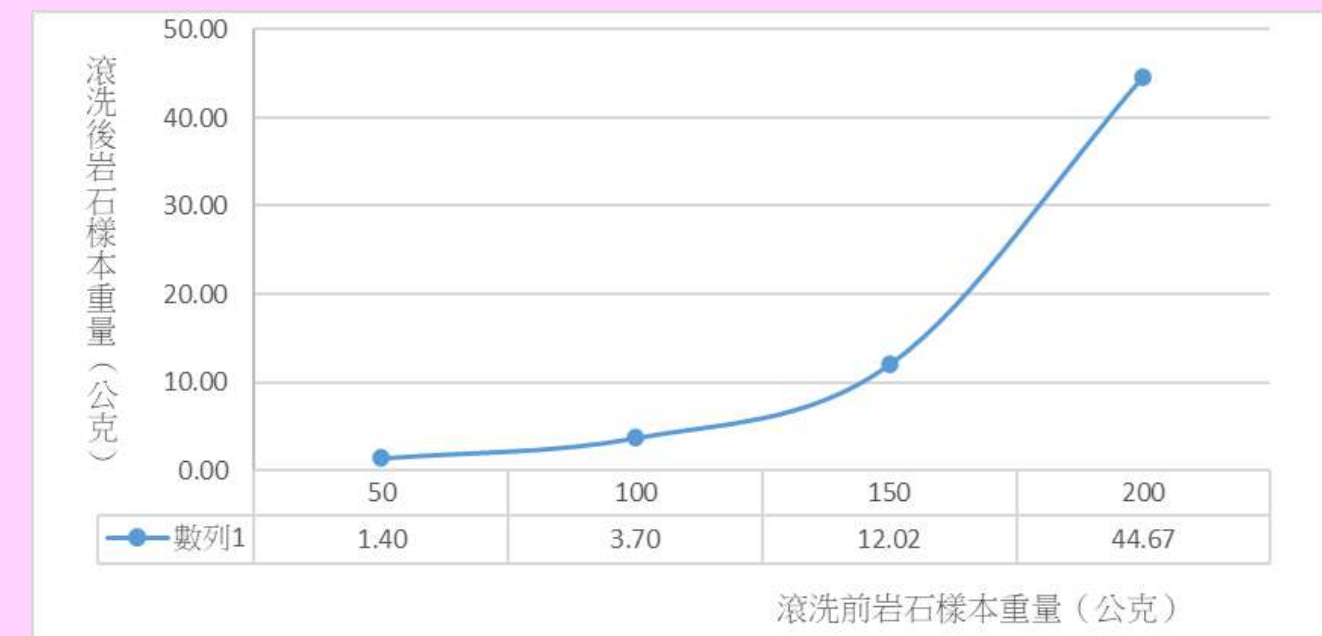
不同岩石量洗選後結果

註：由作者拍攝



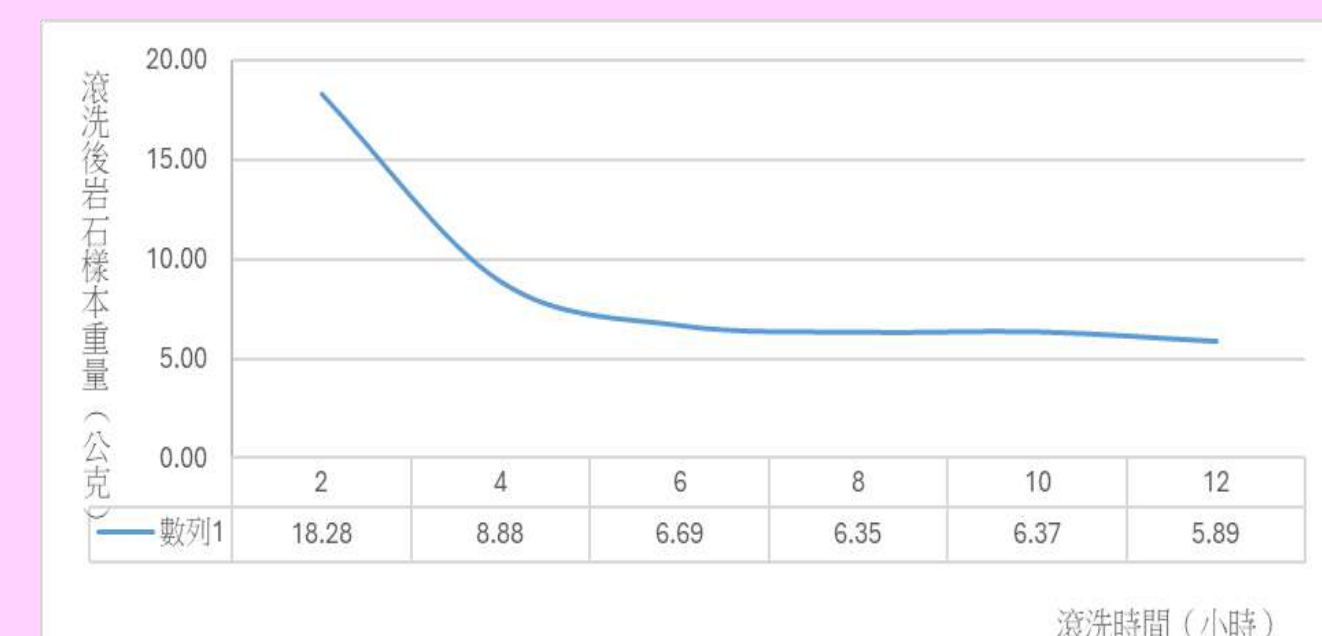
不同粒徑大小洗選後結果

註：由作者拍攝



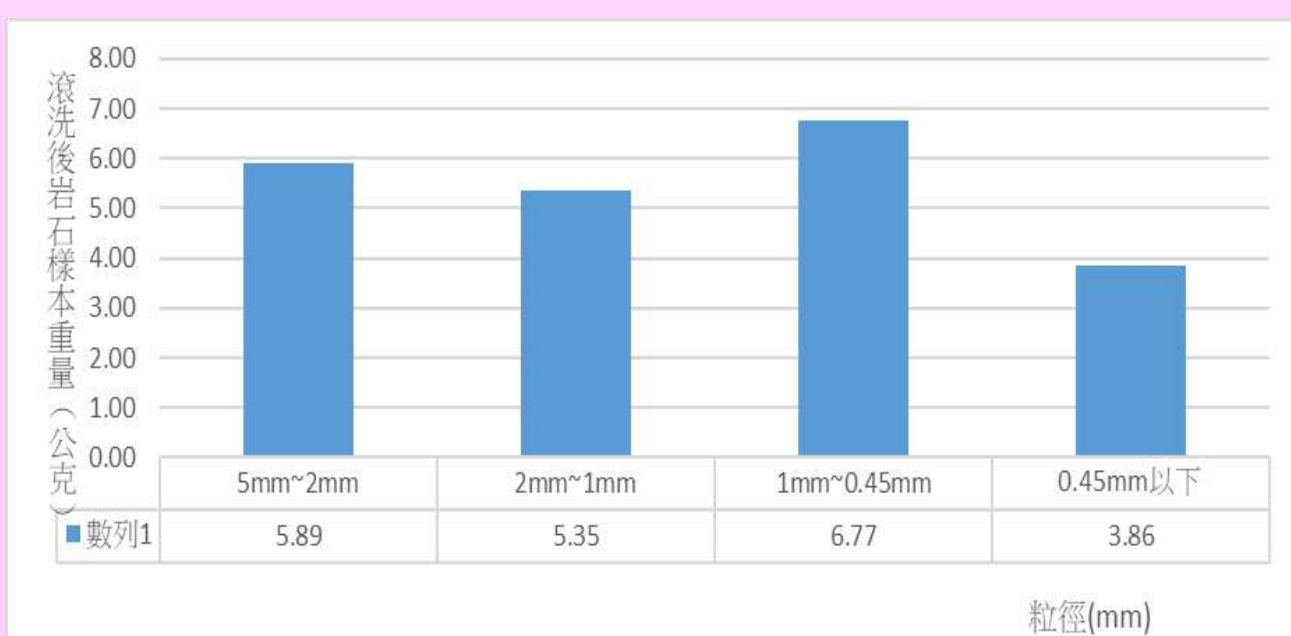
自製洗選設備最佳洗選岩石量

註：由作者整理列表



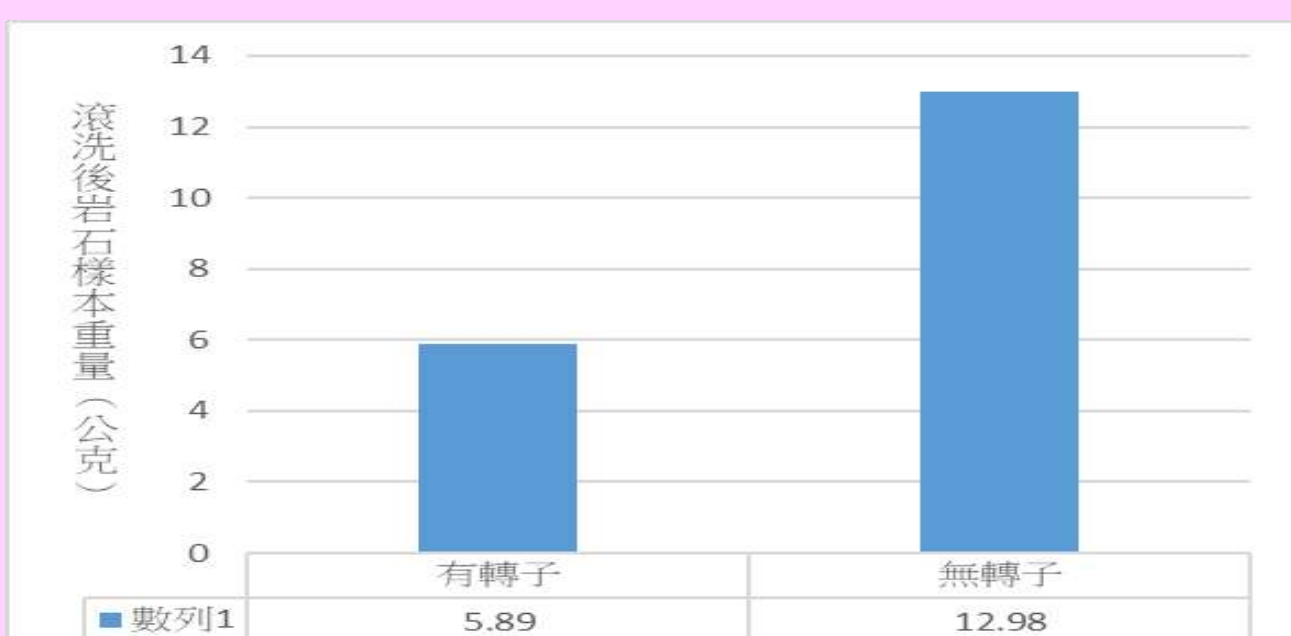
不同洗選時間洗選後的結果

註：由作者整理列表



不同粒徑洗選後的結果

註：由作者整理列表



有、無轉子對洗選後的結果

註：由作者整理列表

👉150g組與100g組以自製洗選設備洗選過後，剩餘岩石重量差異較大。

👉1mm~0.45mm的岩石洗選後重量則較5mm~2mm和2mm~1mm的重量重。

👉岩石重量會隨著滾選時間愈長，而變得愈來愈輕。

👉轉子在洗選時有確實發揮功效。

四、想找到岩石內的有孔蟲及古生物化石，並製成岩石薄片。

研究過程

- (一)利用鑽孔機鑽出直徑約4cm，長度約7-8cm的岩心柱。
- (二)將岩心柱切割、磨平並烘乾。
- (三)將透明載玻片用#500金鋼砂石片磨成毛玻璃。
- (四)把UV膠塗抹於載玻片上，與岩石切片黏合。
- (五)薄片放入紫外線燈及熱風烘箱進行照射及烘乾。
- (六)用#120、#240、#500、#800、#1000、#1500金鋼砂石片或磨粉用旋轉的方式手磨薄片，中間需隨時清洗觀察後再磨。
- (七)用螺旋測微器測量薄片四個角皆有1mm-0.03mm。



師生合作鑽取岩心



用自製切割設備將岩心分切



用金鋼砂石片磨平要貼合的那一面



上UV膠



將岩心標本切割成厚度約2-3mm的岩石切片



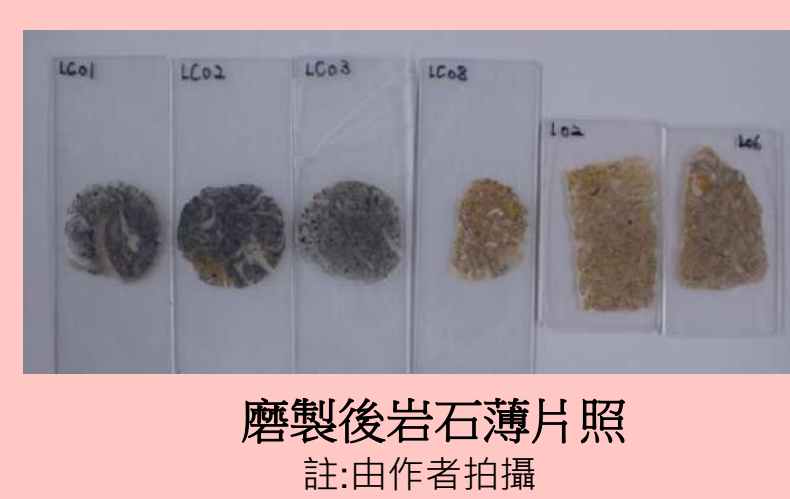
手工磨製岩石薄片

註：由指導老師拍攝

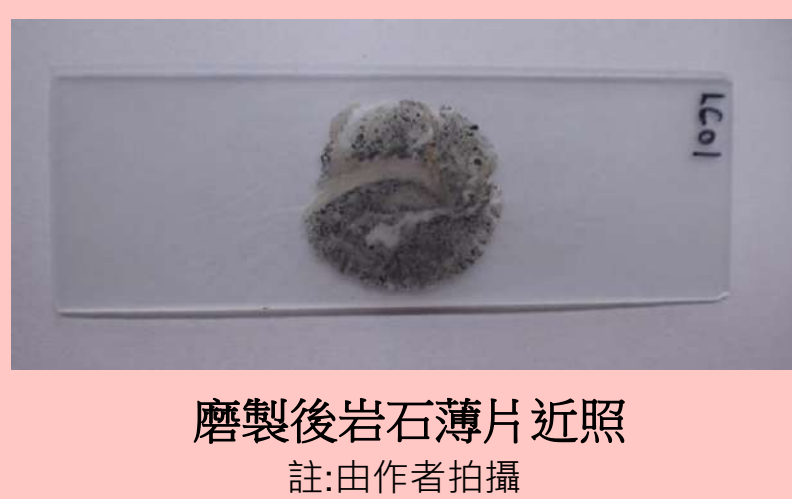
研究結果



磨製前岩石樣本照



磨製後岩石薄片照



磨製後岩石薄片近照

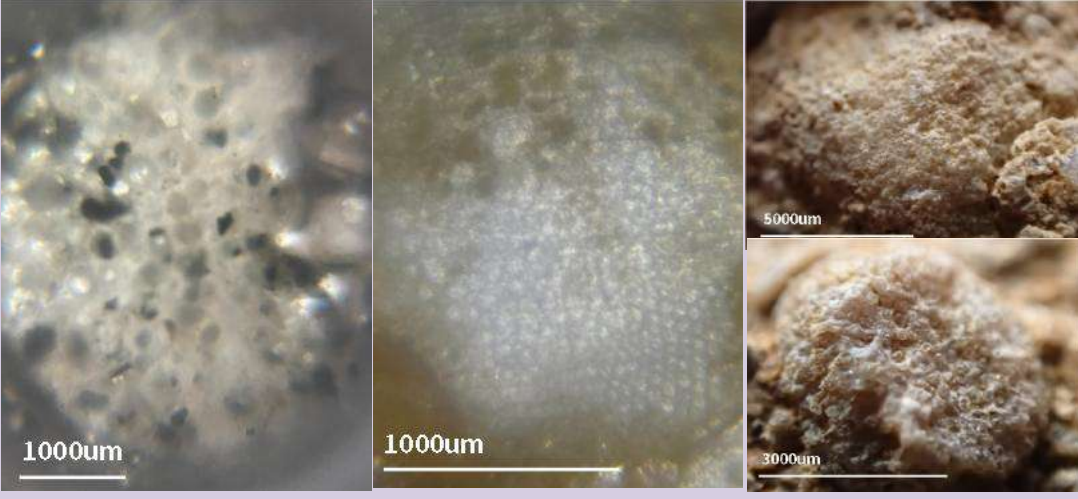
👉我們能自行用手磨的方式製作出可清楚觀察化石的岩石薄片。

五、想將發現的有孔蟲及古生物進行分類。

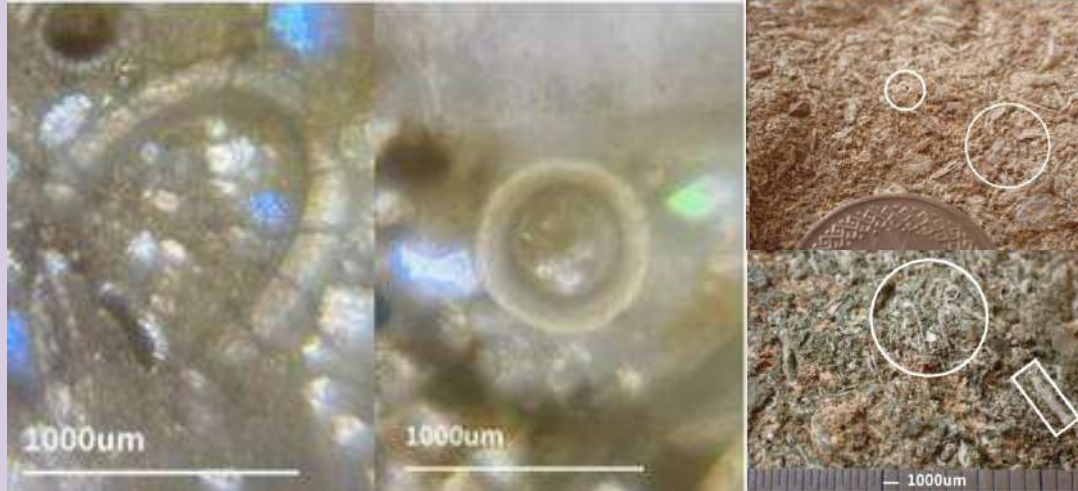
研究過程

- (一)從岩石直接觀察、洗選出的岩粒挑出及手工岩石薄片上面尋找有孔蟲或古生物後拍照。
- (二)看著實物或顯微鏡及所拍攝的照片進行點畫。
- (三)對照有孔蟲化石圖譜及古生物文獻資料，判斷並查核有孔蟲及古生物之種類。
- (四)整理成化石分類表。

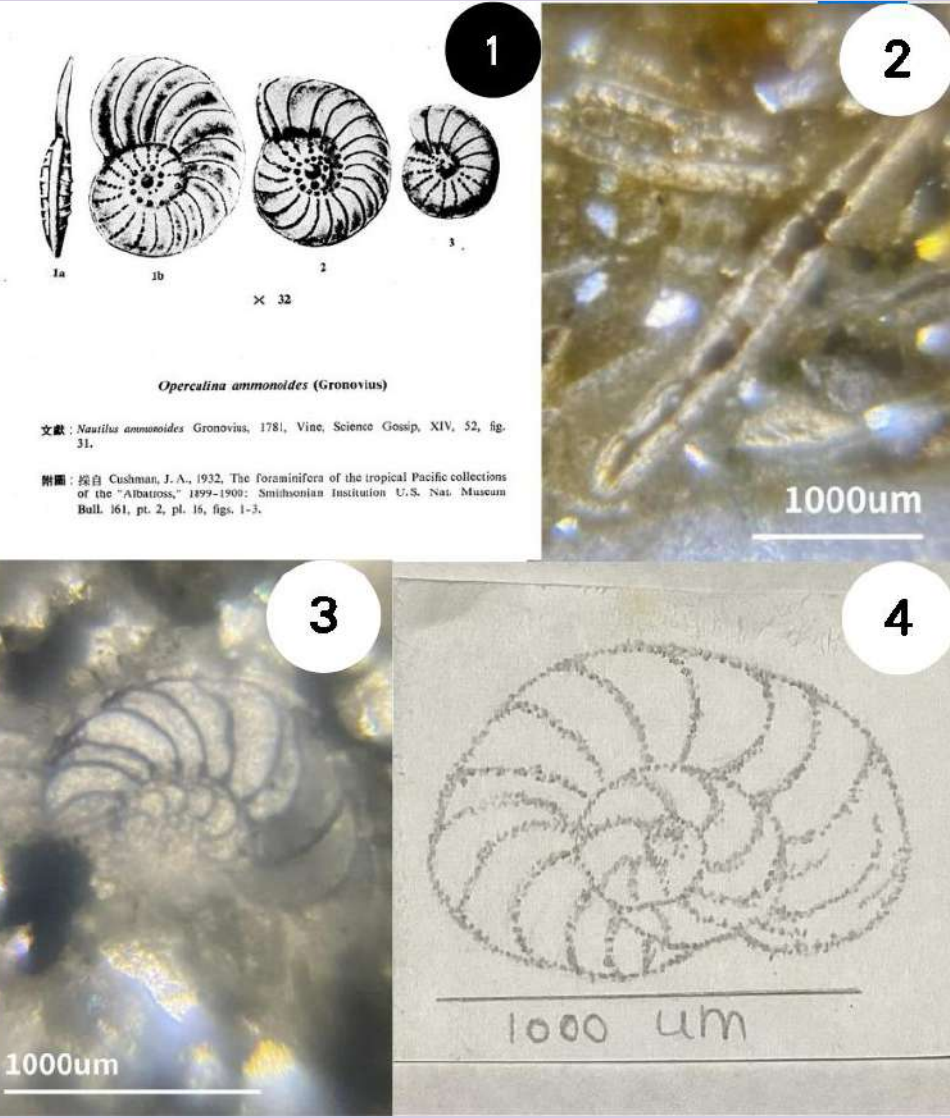
研究結果



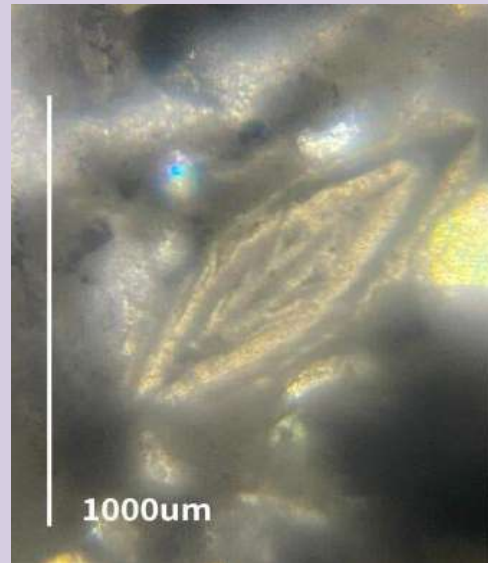
苔蘚蟲化石 註：由作者拍攝



角管蟲化石 註：由作者拍攝



operculina 有孔蟲 註：①引自底棲有孔蟲化石圖譜、②③④照片由作者拍攝及繪製



待鑑定底棲有孔蟲化石 註：由作者拍攝及繪製



匍匐痕跡



休息痕跡



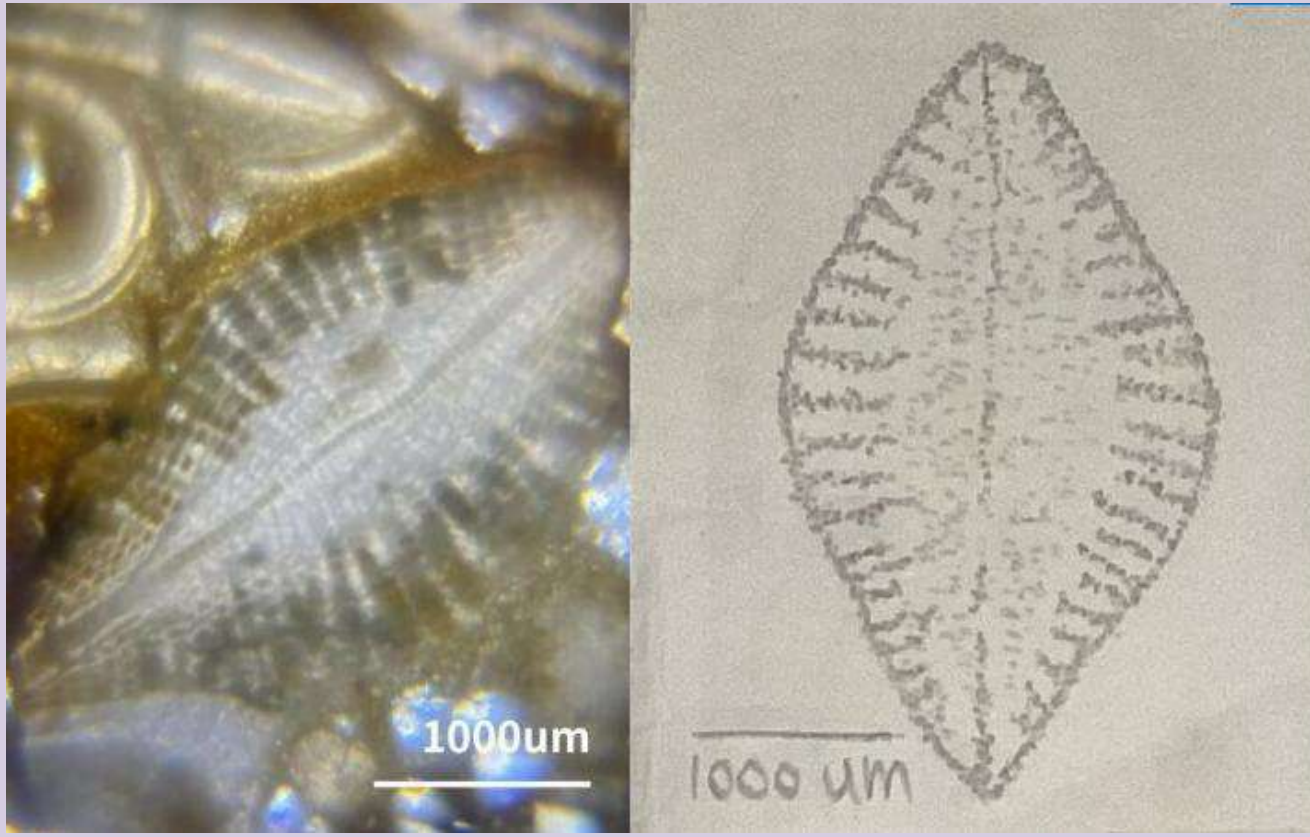
生物礁化石 註：由作者拍攝



牡蠣化石 註：由作者拍攝



扇貝化石 註：由作者拍攝



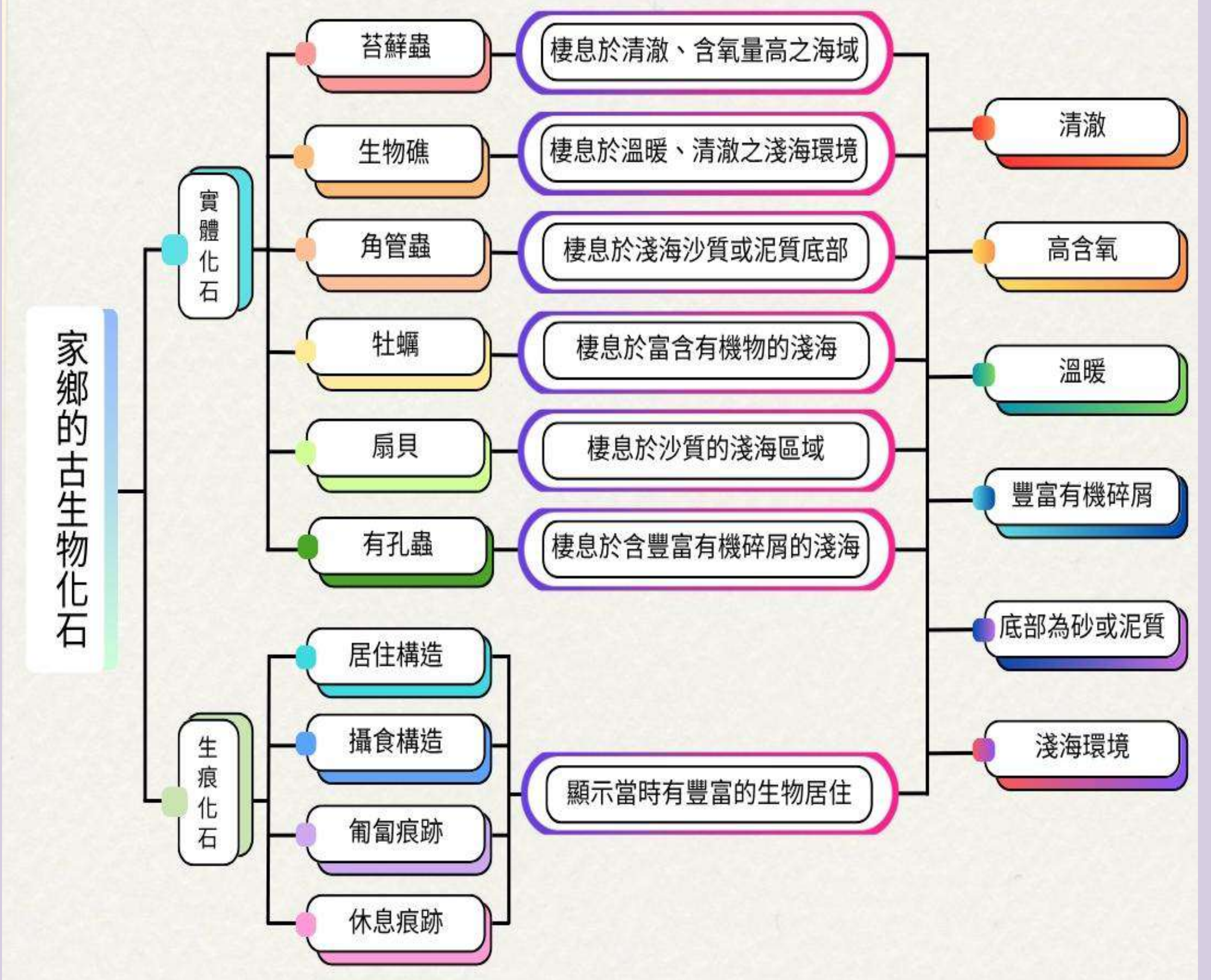
單體珊瑚化石 註：由作者拍攝及繪製



居住構造 註：由作者拍攝



攝食構造 註：由作者拍攝



家鄉古生物化石的分類表 註：由作者繪製

六、想透過文獻資料與採集結果推估大寮層過往的古環境，並嘗試用AI繪圖重建。

研究過程

- (一)透過化石分類表，推估大寮層過往的古環境樣貌。
- (二)輸入提示詞，請 AI 繪圖軟體生成大寮層海底的古環境樣貌。
- (三)經過篩選後，選出與提示詞最相符的圖片。

研究結果



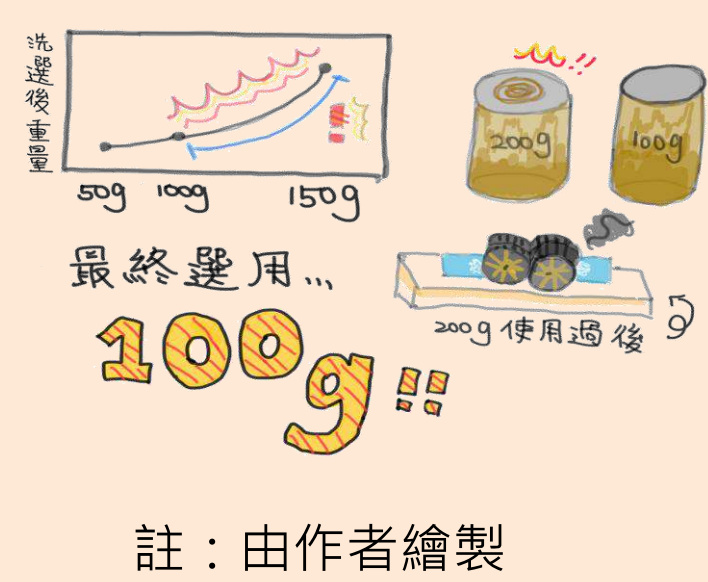
AI繪圖畫面

註：作者用ChatGPT繪製

利用ChatGPT 的AI繪圖功能，創作出海底的古環境復原圖。

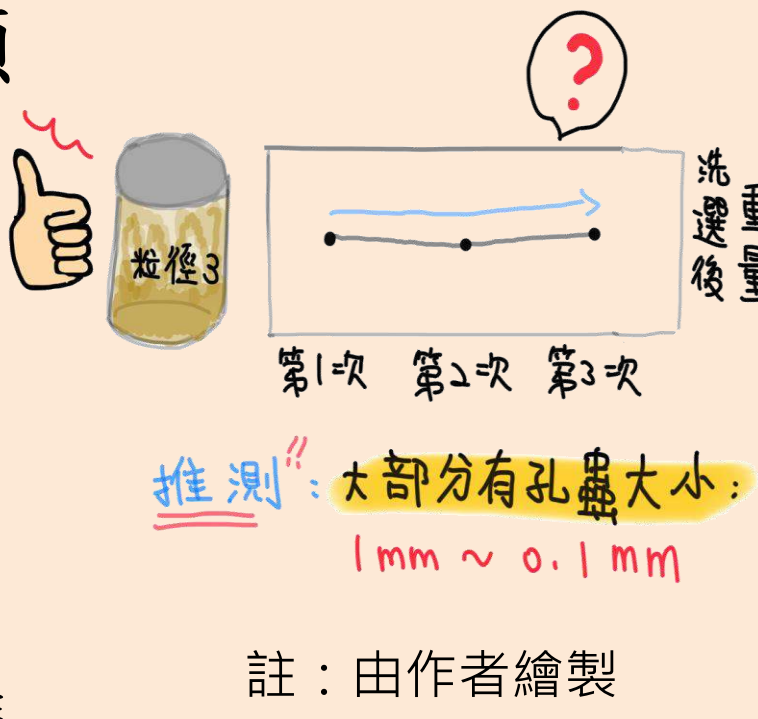
陸、討論

一、採樣泥岩實驗150g組有些岩石不易洗乾淨， 200g組之岩石會使洗選設備損壞，而滾選後的瓶蓋摩擦力顯示，100g泥岩瓶蓋摩擦力較小，轉子旋轉順利，因此決定選用能兼顧效率的100g岩量作為之後實驗的最佳重量。



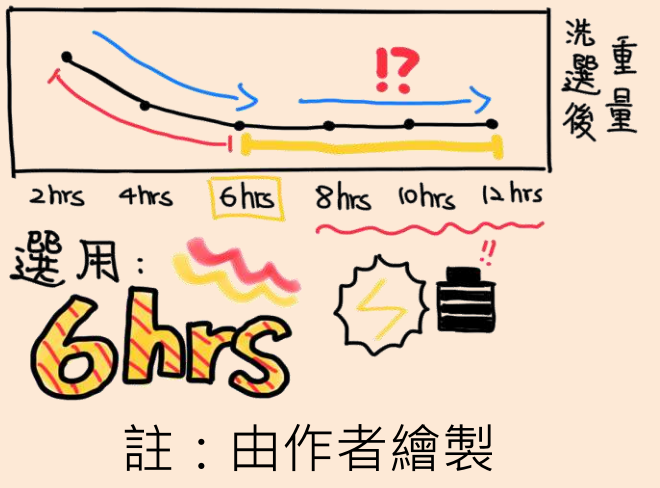
註：由作者繪製

二、進行洗選實驗時，發現粒徑3的顆粒大小洗選後重量較其他三組重，重複進行了三次實驗，仍獲得同樣的結果，據文獻推測是因為：大部分的有孔蟲大小介於 1mm~0.1mm 之間，而我們也在此粒徑的洗選結果中發現有孔蟲的存在，因此往後進行洗選實驗時，可能會優先選擇粒徑 3 的岩石進行洗選及觀察，至於推論是否正確待後續實驗驗證。



註：由作者繪製

三、滾選時間的變長會使岩石重量變輕，然而 6hrs、8hrs、10hrs及12hrs洗選後的重量並無太大的差異，過長的時間只會造成能源浪費，於是決定使用6hrs的時間進行後續的洗選。



註：由作者繪製

四、提高滾筒機離心力可以增加效率，提高離心力的方法有：放置轉子、使用粒徑3的泥岩100g進行 6hrs洗選，且能節約時間與能源並減少設備損耗。而其它岩性則預計之後來測試。



註：由作者繪製

五、我們在收集的岩石表面以及手工磨製的岩石薄片上，發現大寮層存在 Ditrupa sp. 的蹤跡。它是一種懸浮性餌食者，通常棲息於沉積物表面。根據文獻記載，雖然它並非層準化石，但它的富集帶在野外調查中，常可作為辨識大寮層的一項有用岩性標誌（林明聖、蕭謙麗，2002）。



註：由作者繪製

六、透過對採集岩石的直接觀察、洗選岩粒的挑選，以及手工製作岩石薄片的方式，我們發現家鄉土地中蘊藏著許多古生物的種類，我們藉此繪製出一套古生物化石分類表，發現家鄉的古生物種類繁多，不僅推敲出家鄉環境在 2000 萬年前的生態樣貌，也提起對地質與古生物興趣，更對家鄉的自然環境有了全新的認識。



註：由作者繪製

七、當我們嘗試使用AI工具來重建古生物生活的環境圖像時，發現實際操作中面臨許多困難。首先，對古環境的文字描述往往無法提供足夠精準的資訊；再者，我們所掌握的古生物種類有限，無法提供足夠明確的輸入資料。此外，古環境是隨時間變動的，但目前多數 AI產生的圖像僅能呈現靜態的單一畫面，難以完整展現古生態系統的變化過程。未來若希望更精準地重現地質歷史中的環境樣貌，仍需更多的文獻資料與技術支援的整合。



註：由作者繪製

柒、結論

一、根據南勢角地質圖，多次走訪學校附近的岩石露頭與採集點。我們自製的洗選設備有一定的效果，轉子也能在滾筒中轉動。

二、若要使用此滾筒機進行滾選實驗，放置轉子且使用100g 粒徑 3（1mm~0.45mm）的泥岩滾選 6 小時能達到最好的效果。

三、本研究證實我們手工製作岩石薄片的技術是可行的，所製作出的薄片可清楚地透過顯微鏡觀察到其中的古生物化石，製作過程在老師的指導與協助下安全順利，讓我學習到實用的地質研究技術。

四、在採集岩石、製作薄片及洗選結果中，總共整理出七種化石，分別為：苔蘚蟲、生物礁、角管蟲、牡蠣、扇貝有孔蟲(Operculina sp.)、單體珊瑚，也找出四種生痕化石：居住構造、攝食構造、匍匐痕跡、休息痕跡。

五、經過閱讀文獻後推測大寮層古環境樣貌，顯示當時大寮地區處於溫暖的海洋環境，並有多樣化的生物群落。大寮層沉積於中新世的淺海環境，屬於大陸棚，推測當時位於較近陸地的海域，並受到河流沉積物的影響。此地層沉積物厚度不均，顯示當時可能受地殼運動影響，導致沉積速度和地層堆積厚度產生變化，據此我們使用有AI 繪圖功能的 ChatGPT 進行復原家鄉古環境生態的圖像。

捌、參考文獻資料(詳見作品說明書)