

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 地球科學科

第二名

080508

探索社區「貝殼化石」鑽孔的過去與現在

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者： 小六 李奕芸 小五 許祐廣	指導老師： 王雅麗 莊明輝
-------------------------	---------------------

關鍵詞：化石、古玉螺、貝殼

## 摘要

我們去年參加科展，研究的主題是：「化石就在社區的土壤中」，在嘉南療養院旁的水果園撿了許多貝殼化石，發現有些殼上有一個小小的圓洞，我們很感興趣；於是今年又回到嘉南療養院旁的水果園，採集泥砂和貝殼化石來研究，希望找出孔洞形成原因及特徵。也利用科學的方法模擬玉螺掠食貝殼化石進行實驗，並探討水果園裡的貝殼化石被玉螺掠食與環境的關係。

我們從實驗中，瞭解嘉南療養院這個地區在 5800~7200 年前被沿海洲所包圍的潟湖，是淺海和淡水的交界處，醞釀許多軟體動物。在這裡採集到的錐螺化石很多，牠們的個體跟被鑽的孔洞都很小，和現代錐螺相比相差很大。

掠食者及被掠食者會為了生存而改變身體的結構和成長，進而演化出現代的掠食者及被掠食者。

### 壹. 研究動機：

去年參加台南市科展，我們研究的主題是：「化石就在社區的土壤中」。在科展結束後，我們發現有些貝殼化石的殼上有小小的圓形鑽孔。奇怪！怎麼會在殼上鑽出小圓孔呢？

在今年的科展，我們又回到位在台南市東區「嘉南療養院」旁的水果園。在長：20m、寬：5m 的範圍內，展開採集泥砂和貝殼化石的研究；希望在老師的指導下能找到貝殼化石鑽孔的原因和相關的問題。

作品與教材之相關性：六上自然與生活科技第二單元岩石與礦物

### 貳. 研究目的：

- 一.想從採集的古貝殼化石殼上的鑽孔，找出孔洞形成的原因。
- 二.在老師的指導下，從貝殼圖鑑裡，認識採集貝殼的特徵及俗名。
- 三.從實體顯微鏡下觀察，認識貝殼化石殼上小孔洞的特別地方。
- 四.從文獻上知道貝殼化石殼上的小孔洞，是古代的玉螺掠食這些被掠食者的方式。
- 五.從「古代被玉螺掠食的錐螺貝殼化石」，探討錐螺在演化過程中有哪些明顯的證據。

### 參. 研究器材：

- 一.採集器材：
  - (一) 挖掘工具：大鏟子、小鏟子、小煎匙、夾子。
  - (二) 包裝器具：拉鍊袋 (30cmx20cm)、塑膠袋、小水桶、塑膠盒、塑膠盆。
- 二.觀察器具：實體顯微鏡、放大鏡
- 三.實驗器具：實驗架、乳頭滴管 (塑膠製)、透明塑膠軟管、棉花、水晶杯、滴瓶
- 四.化學藥品：稀鹽酸 (pH 1.5、pH2、pH 2.5)、清醋 (pH2.5)、檸檬汁 (pH 2.5)、廣用試紙、pH 測定計、蒸餾水
- 五.其他：實驗用貝殼、鑷子、刷子 (軟毛)、珍珠板、泡棉膠、塑膠盒、餅乾盒

## 肆. 研究問題：

- 一. 觀察從水果園內採集的泥砂及貝殼化石
- 二. 探討貝殼化石被掠食者鑽孔的相關問題
- 三. 從實體顯微鏡下觀察貝殼化石上小圓孔的特徵
- 四. 模擬古代貝殼化石被玉螺鑽孔的實驗
- 五. 探討水果園內的貝殼化石被玉螺掠食與環境的關係

## 伍. 研究流程：

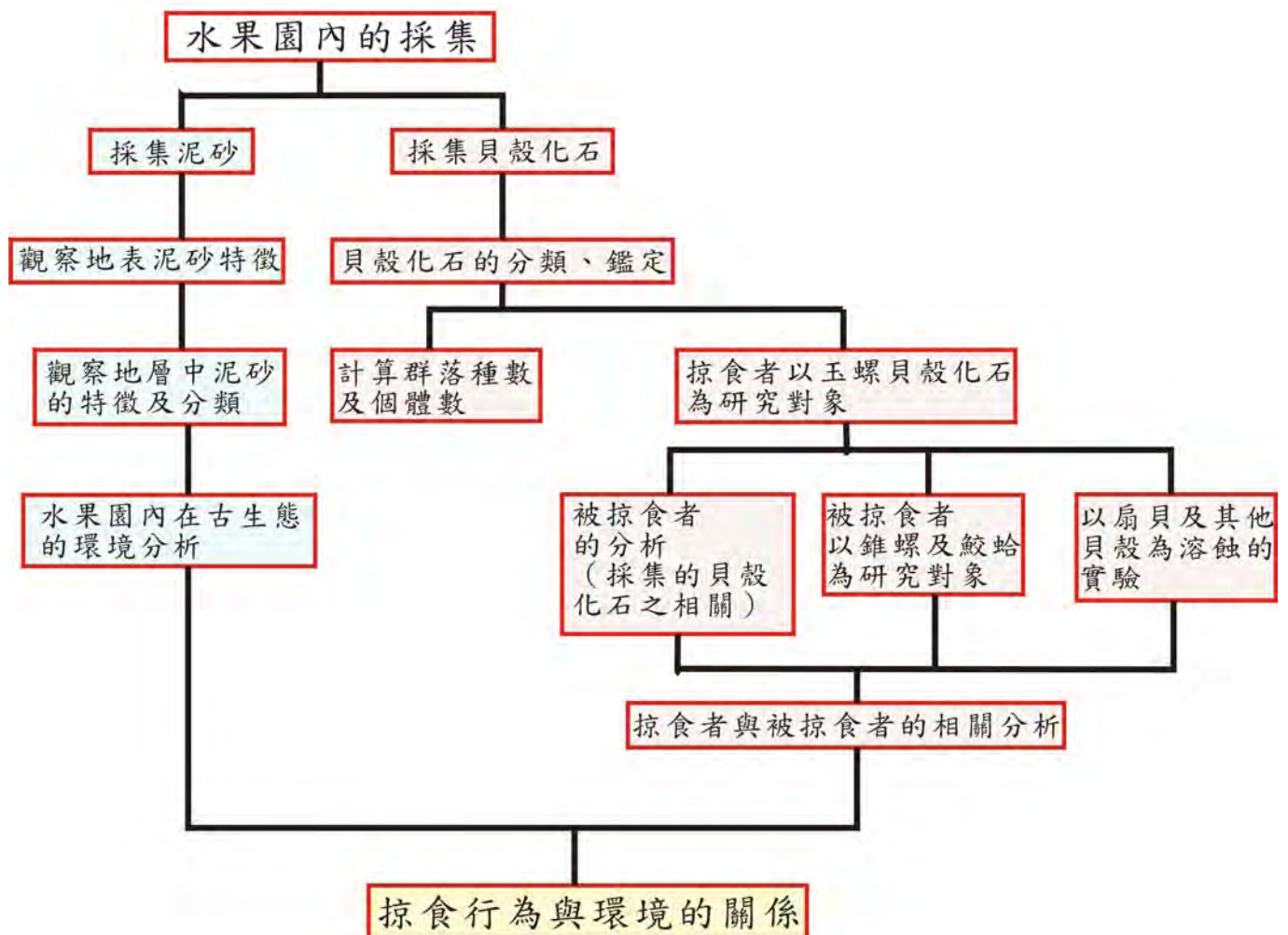


圖 1：採集實驗工作流程圖

## 陸. 研究過程：

### 一.活動一：觀察從水果園內採集的泥砂及貝殼化石

(一) 採集泥砂及貝殼化石的地點。



圖 2：台南市東區「嘉南療養院」旁水果園的位置示意圖。

(二) 水果園內環境介紹：

水果園位於嘉南療養院旁，裡面種了好多種果樹，也種了芋頭。



圖 3：嘉南療養院旁的水果園



圖 4：栽培的植物

### 1. 採集地表上的泥砂及貝殼化石

水果園內雜草叢生，但是露出的地面仍然可以清楚的觀察到泥砂的特徵，也可以採集到貝殼化石。

- (1) 採集的地表範圍：在果園內選定採集的範圍，長(20m)×寬(5m)，平分為甲、乙、丙、丁四個區。

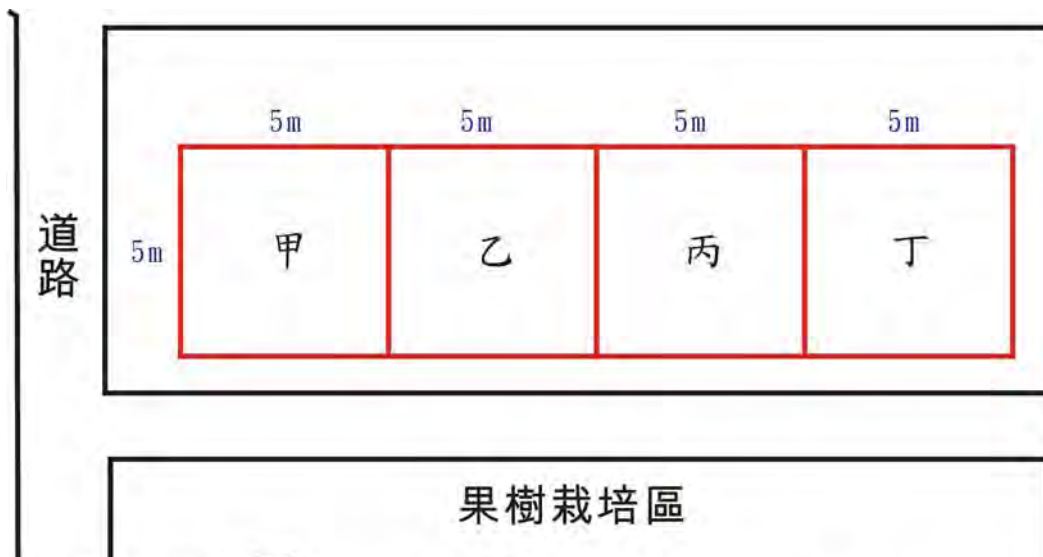


圖 5：採集泥砂和貝殼化石的範圍

- (2) 採集露頭地表的泥砂

分區 項目	甲	乙	丙	丁
泥砂 照片				
特別 地方				

表 1：水果園內泥砂的特徵

(3) 採集地表的貝殼化石

分區 項目	甲	乙	丙	丁
貝殼化石 照片				
數量	97 個	12 個	4 個	54 個
特別 地方				

表 2、表 3：水果園內四個區的貝殼化石

甲	乙	丙	丁

## 2. 採集地層中的泥砂及貝殼化石

在水果園裡的甲區，找到一處長(1m)×寬(1m)的正方形地方，分別用小鏟子挖掘，每挖下30cm為一層，共三層，深度為90cm。

### (1) 挖掘區地層的範圍

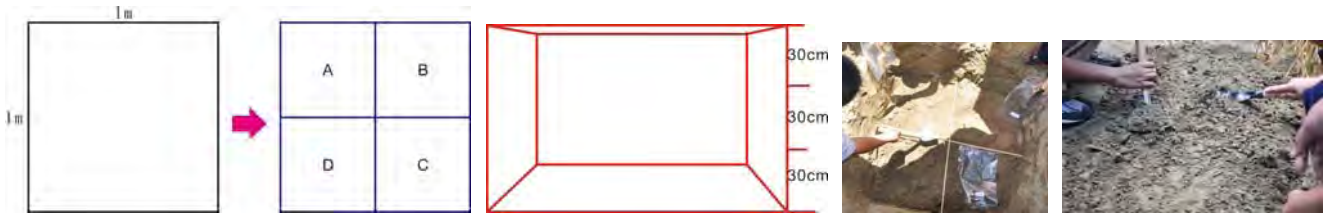


圖 6：採集泥砂和貝殼化石地層的範圍

圖 7：每一層的深度

### (2) 採集地層中的泥砂

分區 項目	A 區	B 區	C 區	D 區
0~30 cm				
30~60 cm				
60~90 cm				

表 4：水果園甲區地層中不同深度的泥砂

(3) 採集甲區地層中不同深度的重要貝殼化石

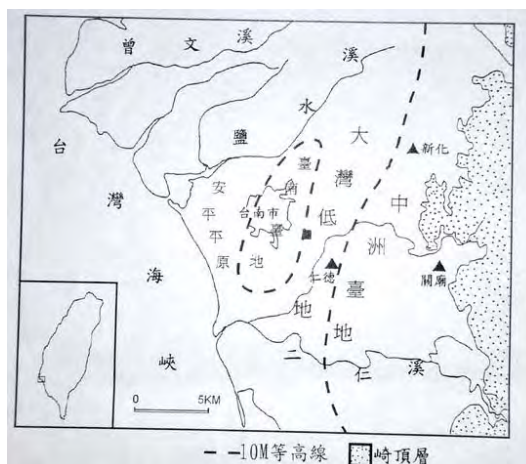
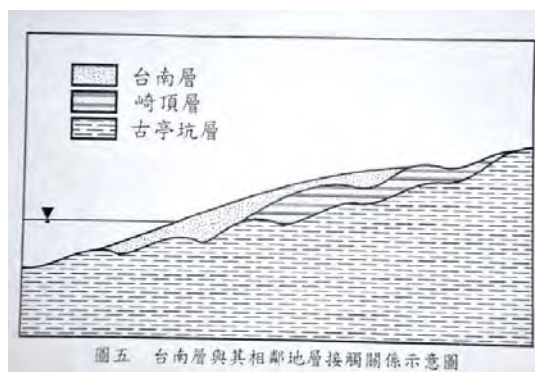
項目 深度	貝殼化石照片	數量	採集貝殼化石的發現
0~30cm		29	1. 在挖掘第三層（0~30cm）的泥土是鬆軟，容易挖掘也挖出 10 種以上的貝殼化石，共有 29 個。第二層、第一層的泥屑中，貝殼化石愈來愈少。 2. 在挖掘中，在第一層（60~90cm）的地方挖出黏土塊，混在地層中，有沒一定規則排列，貝殼化石很少，只有 2~3 個。
30~60cm		13	3. 在第三層中（0~30cm）的地方會有一些腐植的的數根或樹葉在泥土中，所以會有氣味。 4. 在挖掘地層中，第一、二層（30~90cm）間，泥土中很少有其他植物的葉片。
60~90cm		2	

表 5：不同深度地層中的貝殼化石

(三) 水果園內泥砂的特徵

1. 從文獻上知道：(理論基礎)

(1) 台南台地上台南層的堆積大致可分為三期。東半部堆積年代約在 5800~7200 年前。(吳東錦 (1990) 曾作台南台地的碳十四定年)





- (2) 台南層的地層層序，林朝棨（1963，1966，1971）曾對台南層的地層層序做過詳細的描述，將其分為四段，各段間完全整合。

第四段	為 1~2m 之塊狀泥質層，黃色，普通分佈於無砂丘砂的台地面上，可能為第三段風化變質而成，為陸上的風成堆積。
第三段	以黃棕色之粗砂粒構成，具 2~3mm 之薄紋層，交錯層理特別發達，本段低部偶見貝類化石層，此段厚度約 2~4m，為海岸砂灘環境。
第二段	以細粒至中粒之砂構成，成黃棕色，亦有黃灰色者，稍具交錯層理，其中貝類和有孔蟲化石甚豐，厚度約為 2m，本段之下部大致沈積於安靜的環境，至其沈積之後半，瀉湖逐漸為泥砂所填滿，或瀉湖外側之沙洲破壞而成為受波浪影響則較顯著之較外海性環境。
第一段	以青灰色的細砂（或泥）的互層組成，為不受波浪影響之安靜而有相當深度的瀉湖或內灣環境。

- (3) 吳東錦（1990）以岩性，沈積構造及有孔蟲化石分析，推測台南台地東半部沈積環境唯一古瀉湖及沙洲系統所造成的海進堆積層。
- (4) 胡忠恆（1992）對台南層之貝類化石作---初步的統計及鑑定統計結果顯示台南層的軟體動物化石中，斧足類較腹足類多了許多，認為是因為台南層為一砂質基底的环境所致。

## 2. 在水果園裡內採集的泥砂。

- (1) 水果園依靠在嘉南療養院旁，為台南市東區緊鄰高速公路，虎尾寮重劃區的邊緣，我們在這裡採集泥砂。
- (2) 我們在採集挖掘時，發現地表的岩性以粗砂為主，還沒有膠結所以土質疏鬆，風化後呈黃色，比較像台南台地台南層標準露頭的第四段。
- (3) 當我們往下挖掘 0~30cm 時，為沙泥互層，上部為棕黃色細砂到粉砂，也在此層挖出較多的貝殼化石，有錐螺、鮫蛤等，也有有孔蟲、藤壺等化石，初步推斷此地層為當時潮間帶的環境。
- (4) 在地表 5m×20m 的範圍及甲區挖掘 1m×1m 的地層 0~30cm 深度地層中，共採集了軟體動物化石有 15 種，共計 29 個貝殼化石。有些地方的貝殼化石比較密集，可能是流水區，以錐螺、二枚貝為多。可是在群集中貝殼化石的大小不一，可能是災難死亡。大部分斧足類的兩瓣不相連，少數個體有膠結在一塊，分不開；可是像腹足類中的錐螺，個體很小，但仍然保持得完整；我們也發現有些腹足類的殼被藤壺覆蓋，還有單體珊瑚或小牡蠣分散在地層中。水果園的地方不大，但是可以發現許多種的生物在 5800~7200 年前在這塊地盤相互競爭，最後達成平衡的生活環境。

(四) 水果園內採集的貝殼化石

1. 清洗：把撿回來的貝殼化石浸在水中，經過一天後，用軟毛的刷子清洗。
2. 晾乾：把洗刷好的貝殼化石，放在塑膠盆上，再放置在清涼的地方吹乾。
3. 辨認貝殼化石的名稱（以俗名稱呼）
  - (1) 在老師的指導下，從貝殼圖鑑中找出貝殼化石的名稱。
  - (2) 有一部分貝殼化石和圖鑑中的標本很難分辨。(請專家指導)



4. 觀察分類：

- (1) 把相同類別的貝殼化石放置在一堆，並計算各類別的數量。
- (2) 再依照貝殼化石殼上有小孔洞的一堆；沒有小孔洞的一堆。

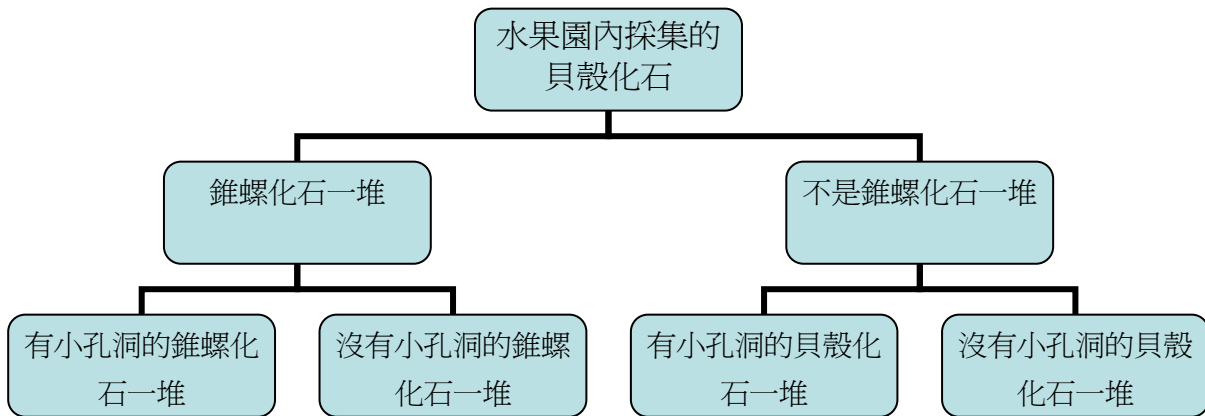


表 6：貝殼化石的分類

5. 把分類後的貝殼化石，放在塑膠袋內，編號、寫上名稱並計算數量。

- (1) 台南市「嘉南療養院」旁水果園內採集的貝殼化石

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	合計
貝殼俗名	玉螺	頸螺	粉拳螺	錐螺	蟹守螺	鮫蛤	魁蛤	錦文蛤	滿月蛤	耳貝	牡蠣	/
數量	3	1	3	42	2	69	90	1	15	1	18	248
所佔比例	1.2%	0.4%	1.3%	16.9%	0.8%	27.8%	36.2%	0.4%	6%	0.4%	7.2%	100%
被玉螺鑽孔的數量	0	0	3	12	0	16	1	0	2	1	1	/

表 7：水果園內採集的貝殼化石

(2) 比較在水果園內採集的貝殼化石所佔的百分比

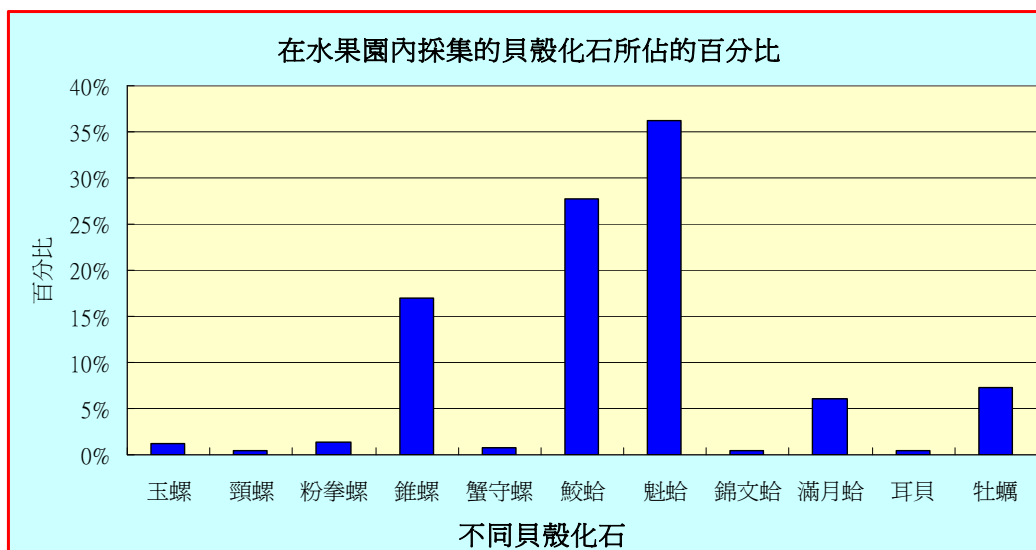


圖 9：水果園內採集的貝殼化石所佔的百分比

(3) 在水果園內採集的貝殼化石有被玉螺鑽孔的數量

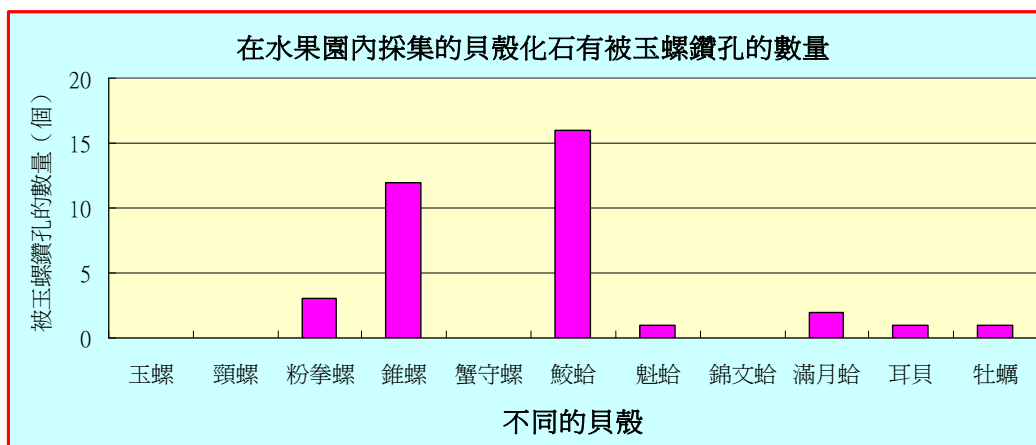


圖 10：水果園內採集的貝殼化石有被玉螺鑽孔的數量

(五) 討論：

- (1) 我們在老師的指導下走到台南市東區的嘉南療養院旁的水果園採集貝殼。一開始我們懷疑「這裡不是海邊，哪來的貝殼？」「是有人吃了貝類，把殼丟棄在這裡嗎？」經過討論和老師的指導才知道這個地方在 5800~7200 年前是海相堆積，「而且推測台南台地東半部在近 5800 年來，平均上升速率為每年 4 公厘」。(吳東錦 (1990) 曾作台南台地的碳十四定年)，所以在這裡撿到的貝殼是 5000 年前堆積在這個淺海中的貝殼，現在已經不是現生標本了 (亞化石)。
- (2) 我們從文獻上找到了「台南層為台灣西南部全新世的海進堆積」，我們採集回來有小圓孔的貝殼化石是在全新世時期海進堆積所留下來的貝殼化石。這些有孔洞的貝殼是怎麼形成的呢？是我們最想知道的。
- (3) 從我們對有孔洞的貝殼化石的觀察，發現在台南台地的有孔洞的貝殼化石中，它們的個體都比較小，錐螺的體長約在 2.1cm 以下；粉拳螺的體長約在 1.6cm 以下，鮫蛤的體長約在 1.6cm 以下，孔洞的口徑也小。

## 二.活動二：探討貝殼化石被掠食者鑽孔的相關問題

(一) 我們的想法：(在老師的指導下，提出的看法)

1. 去年我們研究的主題是「化石就在社區土壤中」，我們在社區的「嘉南療養院旁的水果園」找到好多種的貝殼化石。這些貝殼化石中同一種的有大有小，表示是在同一時間(約 5800~7200 年前)被淹埋，而在這些貝殼化石中有少數在殼上有小小的圓孔，在今年的科展活動，我們針對這個小問題作仔細的研究，可是第一個疑惑是這個小孔洞是怎麼來的？自己天生就有的嗎？不是，因為不是同一種的貝類都有小孔洞，而是有些有小孔洞；有些沒有。只有一種貝殼化石有孔洞嗎？不是，有很多種貝殼化石都有。這些小孔洞都在貝殼化石的哪個部位呢？
2. 這些貝殼化石的孔洞是被別的動物挖的或鑽的嗎？我們的想法是不太可能，因為貝殼化石的殼是很堅硬的碳酸鈣，即使動物的口器又尖又硬鑽了也會裂掉，所以令我們想不通。
3. 社區的「嘉南療養院旁的水果園裡」的貝殼化石殼上的小圓孔，是在這些化石生物還活著的時候在海底發生的或是被淹埋死後發生的？也是我們感到有趣的問題。
4. 從我們學過的「自然與生活科技」的岩石與礦物活動中，我們曾經把稀鹽酸滴在貝殼、石灰質的岩石和方解石上，都會冒出二氧化碳的泡泡，而且會使這些岩石、礦物受到侵蝕作用，容易形成一個小凹槽。所以我們想，這些有孔洞的貝殼化石是不是和稀鹽酸或酸性溶液有相關呢？
5. 如果是上面(4)的想法，那可能有一種動物跟人的胃一樣，會分泌一種酸性的液體使貝殼化石的殼溶蝕成圓孔；也跟人的胃一樣(分泌胃酸： $\text{pH}1.5\sim\text{pH}2$ )會消化蛋白質；而這種動物會分泌酸液使貝殼的殼破洞，並能掠食貝殼內臟。是這樣嗎？這些是在老師的引導下，我們提出的想法。

(二) 從文獻上找出這種會在貝殼的殼上鑽洞的動物。

1. 【文獻 1】：在軟體動物中，玉螺科及骨螺科等腹足動物類會以鑽孔方式掠食，這種掠食方式在化石中留下很好的紀錄。
2. 【文獻 2】：台南層中化石上的鑽孔主要為玉螺科的鑽孔。
3. 【文獻 3】：Vermeij (1977~1987) 對掠食、被掠食系統提出一個演化上的擴張假說，認為微生物和被掠食者為了生存會隨時間而產生協同演化。例如掠食者會趨向於修改牠們的化學感應機能，或選擇大小適合其掠食能力的被掠食者。被掠食者亦會建造更堅固的殼，增加殼口的裝飾或鑽入砂中，增加防禦或避難的能力。

(三) 玉螺的化石圖片



(四) 從文獻資料中，我們判定把台南市「嘉南療養院」旁水果園的貝殼化石鑽洞的禍首是軟體動物中腹足類的玉螺。而掠食者玉螺是在 5800~7200 年前，當這裡是潮間帶時，把當時在這裡的被掠食者鑽孔，而形成今日的貝殼化石。

(五) 下面是我們在老師的協助下，對掠食者玉螺在鑽孔被掠食者時，所提出的相關問題討論：

1. 在這次的採集和挖掘中，共有錐螺、粉拳螺、鮫蛤、滿月蛤、牡蠣、耳貝等貝殼化石被玉螺鑽孔，其中以腹足類的錐螺化石和斧足類的鮫蛤為最多，也表示這裡的質底是泥砂層，生長許多的微小生物或藻類，適合軟體動物棲息在這裡，正好是玉螺掠食的好對象，所以在水果園的 5m×20m 的小範圍內，才能採集到多種的貝殼化石，數量也很多，也才能發現到被玉螺掠食鑽孔的錐螺、鮫蛤的化石。

2. 從採集的貝殼化石中，以腹足類的錐螺及斧足類的鮫蛤被玉螺掠食鑽孔的數量最多。現在分別探討當時掠食玉螺在掠食錐螺和鮫蛤的掠食情況。

(1) 在 5800~7200 年前，這些被掠食者的錐螺體型小，體長約在 0.8cm~2.0cm 之間，鮫蛤體長也不大，約在 1.8 cm ~1.0cm 之間。從採集的錐螺、鮫蛤的化石中，發現 5800~7200 年前，生長在這裡錐螺和鮫蛤是體型小的，而且體長相差很大。從現在保存在水果園內的錐螺和鮫蛤化石，也知道掠食者玉螺在當時，對錐螺和鮫蛤的掠食可能是有偏好的；或許生長在這裡的錐螺、鮫蛤數量特別多，造成玉螺在掠食時，是隨機掠食的。

(2) 在觀察、測量被掠食的錐螺化石中，發現鑽孔的位置大多在距殼口 3~5 螺圈的殼上。從資料和老師的指導下，知道錐螺在泥砂中的運動方式是直立的，身體殼口前端會潛藏在泥砂中，一方面可以避敵，一方面可以穩定身體。而掠食者玉螺正好貼住露出泥砂的殼上，豎立的貼住，進行鑽孔，鑽孔的位置正好是錐螺的內臟部位附近，可以方便分解、攝食。

(3) 我們也發現被掠食者的鮫蛤化石，數量也很多，在當時被玉螺掠食鑽孔的位置，也都在靠近殼頂的位置，我們認為可能是玉螺在掠食時是穩定，殼的厚度適合，也可能是距離內臟最近的地方。

(4) 從被玉螺掠食鑽孔的錐螺、鮫蛤化石中，發現被鑽的孔洞大小不一，就內徑來比較，相差很大，經過老師指導，才知道內徑大的，表示掠食者玉螺的身體大；而內徑小的，也就是掠食者的玉螺身體小。我們也採集了一些玉螺，發現身體的大小不同。

(六) 我們的疑問：

1. 這些被鑽孔的貝殼化石和現代的貝殼，所鑽的孔都很小而且是圓的，玉螺或骨螺到底是怎樣鑽孔的？

2. 在台南「嘉南療養院」旁的水果園裡，能採集被鑽孔的錐螺貝殼化石；而現在台南海邊也能採集到被鑽孔的錐螺，但是個體都很大是最大的不同。

3. 在肉眼觀察被鑽孔的貝殼化石和現代貝殼孔洞中，只有見到外表至於孔洞裡面不清楚，到底是怎樣呢？

### 三.活動三：從實體顯微鏡下觀察貝殼化石上小圓孔的特徵

- (一) 我們準備台南市「嘉南療養院」旁水果園採集的有孔洞的貝殼化石，有錐螺、粉拳螺、鮫蛤、滿月蛤、牡蠣、耳貝。
- (二) 按照有孔洞的貝殼化石順序，進行觀察、繪製或拍照。
1. 肉眼觀察：仔細觀察被掠食者的貝殼化石上的孔洞、外徑、內徑的樣子及孔洞內的紋路。
  2. 實體顯微鏡觀察（10 倍）
    - (1) 方法 1：由鑽孔的正上方觀察、拍照。
    - (2) 方法 1：由鑽孔的側方觀察、拍照。
- (三) 掠食者玉螺的形態與構造（手繪圖）



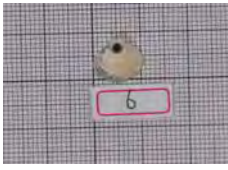


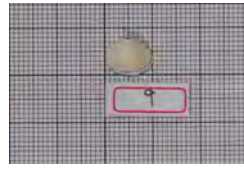

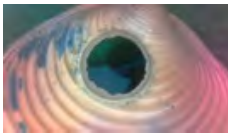
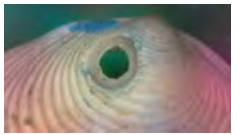
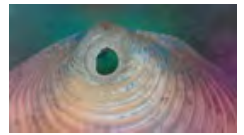
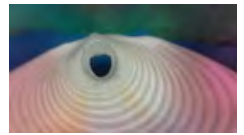
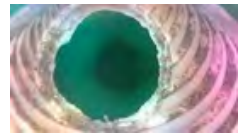

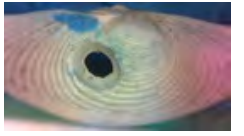


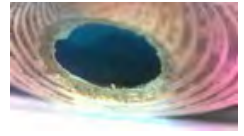
圖 11：描繪玉螺的形態構造






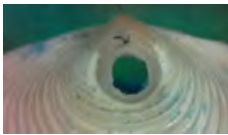
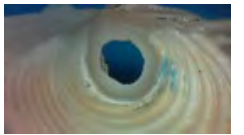




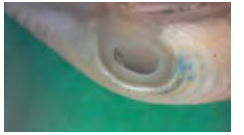
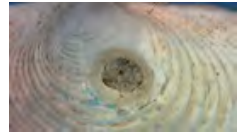



















圖 12：玉螺的構造手繪圖










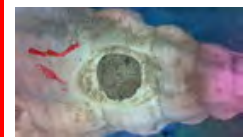





#### (四) 觀察分析：

觀察項目	編號	1	2	3	4	5
	名稱	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤
肉眼觀察	照片					
	實體顯微鏡下照片					
	上視圖					
	側視圖					
	體長	13.6	15.4	16.4	13.4	12.2
	殼口寬度	12.4	14.1	13.7	11.9	11.2
	孔洞位置 (螺圈數)	5-7	13-25	10-17	7-14	18-26
	孔洞外徑(R)	1.9	3.2	3.0	2.3	3.8
	孔洞內徑(r)	1.2	2.5	2.3	1.4	2.8
	R/r	1.6	1.3	1.3	1.6	1.4

觀察項目	編號	6	7	8	9	10
	名稱	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤
肉眼觀察	照片					
	實體顯微鏡下	上視圖 	上視圖 	上視圖 	上視圖 	上視圖 
	側視圖	側視圖 	側視圖 	側視圖 	側視圖 	側視圖 
	體長	10.8	14.1	12.3	11.0	16.2
	殼口寬度	10.0	11.8	10.6	8.7	14.5
	孔洞位置 (螺圈數)	8-13	9-17	5-15	7-24	7-14
	孔洞外徑(R)	2.7	2.0	1.6	1.3	5.2
	孔洞內徑(r)	2.1	1.0	0.8	0.8	4.0
	R/r	1.3	2.0	2.0	1.6	1.3

觀察項目	編號	11	12	13	14	15
	名稱	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤
肉眼觀察	照片					
	實體顯微鏡下	上視圖 	上視圖 	上視圖 	上視圖 	上視圖 
	側視圖	側視圖 	側視圖 	側視圖 	側視圖 	側視圖 
	體長	11.6	14.7	10.4	11.0	18.0
	殼口寬度	10.8	13.5	9.9	11.0	17.6
	孔洞位置 (螺圈數)	1-8	1-5	21-28	11-19	1-5
	孔洞外徑(R)	1.6	2.1	1.3	2.8	3.7
	孔洞內徑(r)	0.9	1.0	0.7	2.3	1.6
	R/r	1.8	2.1	1.9	1.2	2.3

觀察項目	編號	16	17	18	19	20
	名稱	蟹守螺	蟹守螺	錐螺	錐螺	錐螺
肉眼觀察	照片					
	實體顯微鏡下	上視圖 	上視圖 	上視圖 	上視圖 	上視圖 
	側視圖	側視圖 	側視圖 	側視圖 	側視圖 	側視圖 
體長		16.0	17.0	9.6	12.1	16.0
殼口寬度		2.9	3.8	1.3	1.5	2.7
孔洞位置 (螺圈數)		2	3	2	2	3
孔洞外徑(R)		1.9	1.8	0.9	0.6	1.2
孔洞內徑(r)		1.2	0.9	0.7	0.4	0.8
R/r		1.6	2.0	1.3	1.5	1.5

觀察項目	編號	21	22	23	24	25
	名稱	蟹守螺	錐螺	蟹守螺	粉拳螺	粉拳螺
肉眼觀察	照片					
	實體顯微鏡下	上視圖 	上視圖 	上視圖 	上視圖 	上視圖 
	側視圖	側視圖 	側視圖 	側視圖 	側視圖 	側視圖 
體長		12.5	19.6	9.2	15.8	16.7
殼口寬度		2.4	3.9	3.2	2.5	7.3
孔洞位置 (螺圈數)		3	3	2	2-3	3
孔洞外徑(R)		1.3	2.1	1.8	2.2	2.7
孔洞內徑(r)		0.9	1.4	1.2	1.3	1.7
R/r		1.4	1.5	1.5	1.7	1.6






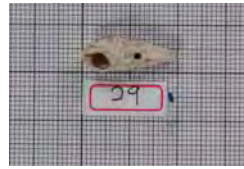
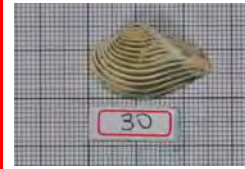





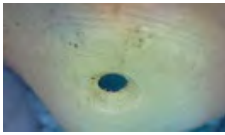
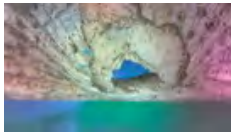



觀察項目	編號	26	27	28	29	30
名稱		滿月蛤	魁蛤	牡蠣	蟹守螺	耳貝
肉眼觀察	照片					
實體顯微鏡下	上視圖					
	側視圖					
體長		9.8	20.4	32.2	20.7	25.5
殼口寬度		9.6	16.4	30.1	5.0	23.9
孔洞位置 (螺圈數)		5-10	1-4	7-11	3	5-12
孔洞外徑(R)		1.6	3.1	3.2	2.4	3.5
孔洞內徑(r)		0.7	2.2	2.2	1.6	1.4
R/r		2.3	1.4	1.5	1.5	2.5

表 8：貝殼化石上小圓孔的特徵

(五) 觀察分析：

觀察特徵	編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤
斑點		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
橫紋路		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
直紋路				✓	✓			✓			✓
凸起物						✓		✓	✓	✓	
上方厚下方薄		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
中間紋路		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
下方紋路黑			✓							✓	
中間紋路黑		✓					✓				
完全鑽過去		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
沒有完全鑽過去											
開孔邊緣凹凸不平		✓	✓	✓		✓		✓	✓		
片狀斑點							✓				
細毛					✓			✓			
凹洞						✓					

觀察特徵 \ 編號	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	鮫蛤	蟹守螺	蟹守螺	蟹守螺	蟹守螺	蟹守螺
斑點	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
橫紋路	√	√		√	√	√	√	√	√	
直紋路			√	√			√			√
凸起物						√				√
上方厚下方薄	√	√	√	√	√			√	√	√
中間紋路		√	√	√		√	√	√	√	
下方紋路黑	√									
中間紋路黑				√		√	√			√
完全鑽過去	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
沒有完全鑽過去										
開孔邊緣凹凸不平		√	√	√	√	√		√	√	
片狀斑點										
細毛		√						√		
凹洞									√	

觀察特徵 \ 編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	錐螺	錐螺	錐螺	錐螺	粉拳螺	粉拳螺	魁蛤	牡蠣	滿月蛤	耳貝
斑點	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
橫紋路	√	√		√	√	√		√	√	√
直紋路				√			√			√
凸起物	√						√	√		
上方厚下方薄	√	√	√	√	√	√	√	√		√
中間紋路	√	√				√		√	√	
下方紋路黑					√					
中間紋路黑		√				√	√			
完全鑽過去	√	√		√		√	√	√		√
沒有完全鑽過去			√		√	√			√	
開孔邊緣凹凸不平	√	√				√	√	√		√
片狀斑點									√	
細毛										
凹洞										

表 9：被鑽洞的貝殼化石特徵

(六) 討論：

1. 從文獻的資料中，我們知道：

- (1) 在軟體動物中，玉螺科及骨螺科等腹足類會以鑽孔的方式掠食。
- (2) 在化石中可以用鑽孔的形狀來區分掠食者為玉螺或骨螺。
- (3) 玉螺和骨螺所鑽的孔型態和大小都不同，而骨螺所鑽的孔為圓柱形；而玉螺所鑽的孔為圓錐形，而且骨螺所鑽的孔較玉螺為小。

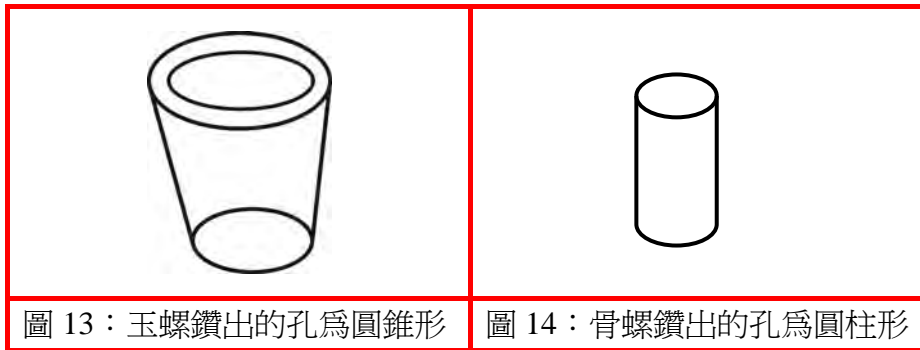


圖 13：玉螺鑽出的孔為圓錐形

圖 14：骨螺鑽出的孔為圓柱形

- (4) 玉螺主要的掠食對象為斧足類中的滿月蛤科、簾蛤科和櫻蛤科或腹足類中的錐螺科、芋螺科、捲管螺科。
2. 用肉眼觀察不容易看出玉螺和骨螺所鑽的孔和內部型態，而辨別出圓錐形或圓柱形，所以必需藉著實體顯微鏡的觀察才能辨別出來。我們利用科學中心的實體顯微鏡觀察台南市貝殼化石，共 30 個有被鑽孔的，其中有一個他所鑽的孔是圓錐形，所以知道這是玉螺所鑽，而孔的形狀為圓柱形，是為骨螺所鑽。
  3. 從實體顯微鏡下的觀察，可以容易看出玉螺所鑽的孔，在殼的表層上是比較寬的傾面，越下層為弧形，所以看起來是比較大些；而骨螺所鑽的孔是垂直的孔，上下一致。例如：台南的貝殼化石中的被鑽孔的形狀是圓錐形，所以可以判定為玉螺所鑽，而圓柱體的形狀是骨螺所鑽。
  4. 從實體顯微鏡下觀察台南市的貝殼化石，在被鑽的孔的內側，從所拍攝的照片中可以看出一般都有明顯的兩層，外層部分為平滑而且細小的斑點的面，而內層是受到舌齒的磨損而呈現出的紋路。
  5. 從觀察台南市的貝殼化石被鑽孔的位置和內臟部位被鑽孔的位置、形狀都有一定，經過對貝殼化石被鑽的孔位置和內臟相比對，發現掠食者的玉螺或骨螺都找最薄的殼且最接近內臟的部位鑽孔，所以比較容易鑽出孔，也容易吃到內臟。

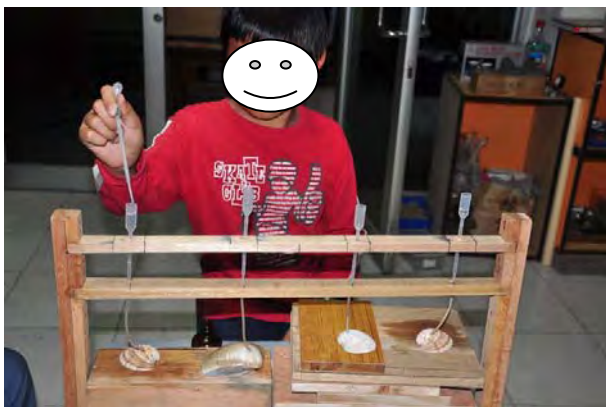
#### 四.活動四：模擬古代貝殼化石被玉螺鑽孔的實驗

(一) 從文獻資料上知道：

1. 玉螺、骨螺等掠食者會以鑽孔的方式，在被掠食者的殼上鑽孔，在利用吻伸入孔內，以舌齒將殼內的內臟撕碎、攝食。
2. 兩者交替作用的結果，掠食者的鑽孔是化學作用和機械作用。
3. 掠食者的鑽孔步驟：以玉螺為例
  - (1) 玉螺以檢嗅器測獵物的存在和位置。
  - (2) 玉螺以吻接近被掠食者。
  - (3) 玉螺會選擇最適當的位置（最接近內臟上方的薄層）。
  - (4) 玉螺會以外套膜覆於上方，加以包裹、固定。
  - (5) 玉螺將獵物拖到砂中深處。
  - (6) 玉螺就以吻裡的攝食腺分泌酸性酵素和無機酸（HCl 的水溶液）溶解外殼。
  - (7) 玉螺以舌齒磨碎外殼，並把碎殼吞下。
  - (8) 完成鑽孔。

(二) 進行模擬鑽孔實驗：

1. 目的：想以稀鹽酸滴在貝殼上，因為貝殼的殼是碳酸鈣，遇到稀鹽酸會冒泡泡侵蝕出一個孔洞，模擬玉螺、骨螺鑽孔的方式。
2. 材料：
  - (1) 製作實驗架：木板、鑽孔器、鐵釘、鐵鎚、米達尺
  - (2) 器材：塑膠滴管（乳頭剪半）、細小塑膠軟管（透明）、棉花、大頭針、泡棉膠
  - (3) 化學藥品：稀鹽酸（請老師幫忙調配）
  - (4) 樣本：各種貝殼類
  - (5) 鑽孔器：細砂紙棒
3. 裝置：



4. 實驗方法：

- (1) 把實驗器固定在桌面上。
- (2) 把塑膠滴管的下端接一段（10~15cm）塑膠透明軟管。
- (3) 利用大頭針把棉花塞滿整條塑膠軟管。
- (4) 把準備好的塑膠滴管放置在實驗架上的孔洞上。
- (5) 把實驗的貝殼放置在實驗架下方，並用泡棉膠固定。

- (6) 把一小塊泡棉膠（2cm×2cm）穿洞，再貼在貝殼上的鑽孔位置。
- (7) 把塑膠滴管下端的塑膠軟管插入泡棉膠的孔洞內，使緊密接觸貝殼的殼。
- (8) 在實驗架上方的塑膠滴管的乳頭上滴入稀鹽酸。
- (9) 耐心等待，觀察貝殼被溶蝕鑽孔的變化。
- (10) 在鑽孔後，再以細小的砂紙棒摩擦未穿通的孔洞。



#### 5. 實驗項目：




- (1) 稀鹽酸的 pH 值不同，在扇貝殼上的鑽孔實驗。
- (2) 不同的酸（pH2.5 值相同），在扇貝殼上的鑽孔實驗。
- (3) 稀鹽酸（pH1.5）在不同貝殼上的鑽孔實驗。
- (4) 稀鹽酸（pH1.5）在扇貝殼上位置不同的鑽孔實驗。
- (5) 稀鹽酸（pH1.5）在龍骨構造的突區或凹區上的鑽孔實驗。

#### 6. 怎樣從失敗中鑽孔成功：

- (1) 在開始作實驗時，我們先利用滴管在扇貝的外殼上滴稀鹽酸，一滴一滴慢慢的滴下，結果冒出許多泡泡，再以衛生紙擦去。在滴稀鹽酸後，扇貝的殼形成一個孔洞，可是上方的侵蝕面積很大，一點也不像玉螺、骨螺鑽的孔洞。
- (2) 我們檢討改進，把滴管下方的塑膠管塞進衛生紙條再滴滴看，結果扇貝的外殼表面被侵蝕的孔洞變小了，但是不像玉螺、骨螺鑽的孔洞。
- (3) 經過二次失敗，我們決定在塑膠軟管內裝滿棉花並且用力擠壓，再以稀鹽酸滴滴看，結果侵蝕後鑽出的孔洞就很像玉螺、骨螺所鑽的孔洞了。因為塑膠軟管和扇貝外殼接觸的地方不穩固，所以會影響鑽洞的形狀和大小。
- (4) 我們又再改進，利用穿洞的泡棉膠緊貼在扇貝的外殼上，在把塑膠軟管固定在洞內，並且改進滴稀鹽酸的方法，利用滴點滴的方式控制稀鹽酸的量和速度，結果我們鑽出的扇貝外殼的孔洞，在形狀上很像玉螺所鑽的孔洞。
- (5) 我們利用滴稀鹽酸的侵蝕方式，在鑽扇貝的外殼，也用細砂紙旋轉摩擦來未鑽通的孔，結果在輕輕的摩擦後，竟然鑽過去了，而且形狀和內側表面更向玉螺所鑽的孔洞。

7. 結果與討論：

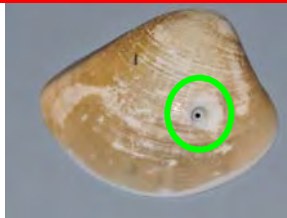
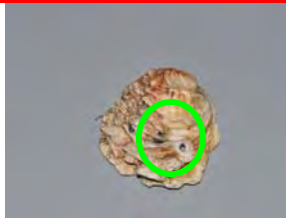

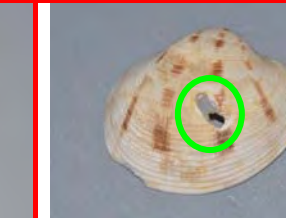








(1) (結果 1)：稀鹽酸的 pH 值不同，在扇貝殼上的鑽孔。

pH 值	pH1.5	pH2.0	pH2.5
鑽孔結果			

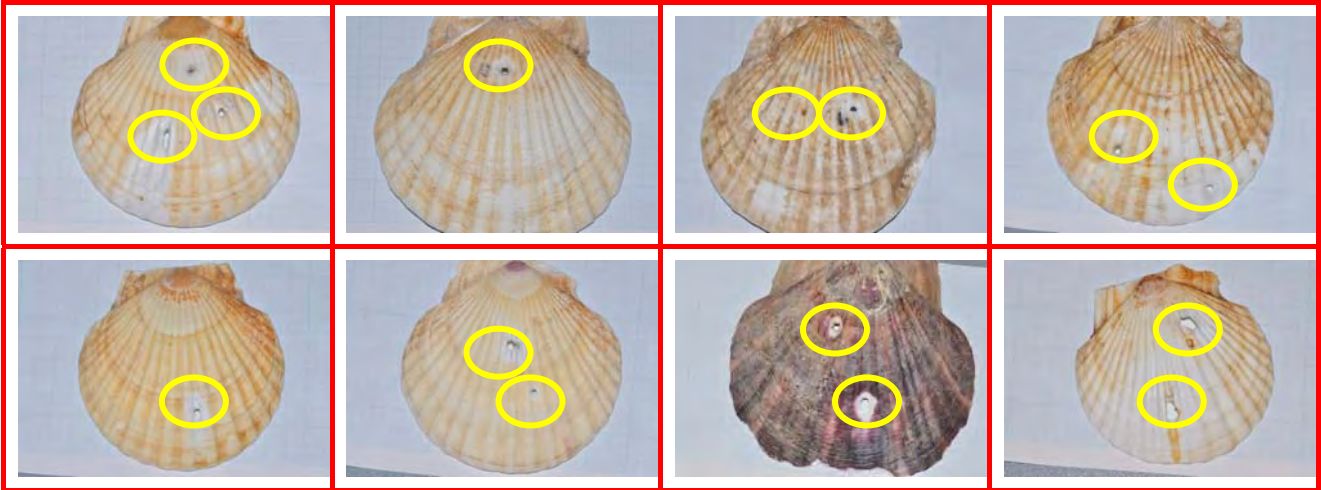
(2) (結果 2)：不同的酸 (pH2.5)，在扇貝殼上的鑽孔：

pH 值	稀鹽酸 pH2.5	清醋 pH2.5	檸檬酸 pH2.5
鑽孔結果			

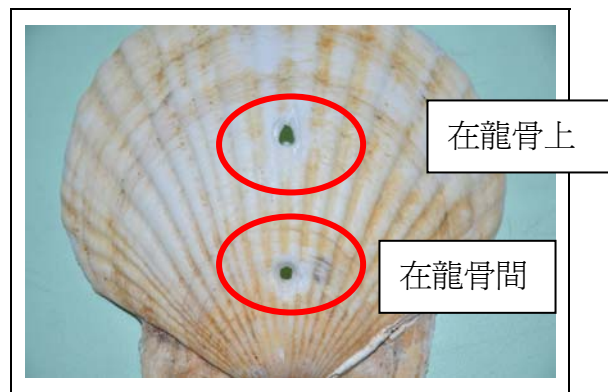
(3) (結果 3)：稀鹽酸 (pH2)，在不同的貝殼上的鑽孔：

編號	1	2	3	4
貝殼名稱	蛤蠣	牡蠣	榮螺	蛤蠣
樣本結果照片				
編號	5	6	7	8
貝殼名稱	二枚貝	二枚貝	二枚貝	二枚貝
樣本結果照片				
編號	11	12	13	14
貝殼名稱	骨螺	寶螺	榧螺	扇貝
樣本結果照片				

(4) (結果 4)：稀鹽酸滴在扇貝上不同的位置：



(5) (結果 5)：稀鹽酸滴在扇貝的龍骨上和不是龍骨上：



8. 從上面的實驗討論中，我們發現了玉螺、骨螺是利用攝食腺分泌酸性酵素和稀鹽酸把被掠食者的外殼溶解分解而鑽出一個孔洞，再利用舌齒沿著孔洞繼續磨損攝食，但是不是所有的貝類都是利用這種方式掠食；也不是所有的貝殼類都會被掠食；有的貝殼類動物會產生堅硬又厚的殼，使掠食者沒有辦法掠食；有的貝殼類會鑽到深的砂堆中；有的貝殼類會在外殼上形成很厚的凸起，使掠食者不容易附著在上面。

9. 討論：

- (1) 在扇貝的貝殼上滴稀鹽酸後，經過 3 小時，酸性愈強 (pH1.5)，會把扇貝的殼鑽出孔洞來，而酸性愈弱 (pH 2.0、pH 2.5)，鑽出的孔洞不明顯。
- (2) 酸滴在扇貝的殼上，會產生泡泡，因為殼的成分是碳酸鈣，不同的酸如稀鹽酸、清醋、檸檬汁後 (pH 2.5) 滴在扇貝的殼上，也會冒泡泡，經過 3 小時，會有明顯的孔痕跡。
- (3) 當稀鹽酸的 pH 值在 1.5 時，可以在多種貝殼的殼上鑽孔，殼愈厚的鑽孔的時間會愈長。
- (4) 稀鹽酸 pH1.5 時，在扇貝的不同位置鑽孔，以靠近貝殼外圍生長線上的地方最容易鑽孔，愈靠近殼頂，愈不容易鑽孔。
- (5) 稀鹽酸 pH1.5 在扇貝的龍骨上鑽孔比較不穩定；而在兩個龍骨間鑽孔比較穩定，而且都能鑽孔。

## 五.活動五：探討水果園內的貝殼化石被玉螺掠食與環境的關係。

### (一) 台南市「嘉南療養院」旁水果園的環境



圖 15：嘉南療養院旁的水果園

水果園就在嘉南療養院旁，種了各種果樹，但是雜草叢生，沒有認真整理。在長期雨水的沖刷，小石子和貝殼化石都會裸露出來。

### (二) 露頭內的軟體動物的化石來源

1. 這裡是位在台南臺地東邊，也是台地的高點，從參考文獻資料「這裡原先是沿海洲所包圍的瀉湖」，而在 5800~7200 年前，因西南氣流強烈，為沙丘覆蓋上部。我們認為原來這裡是在淺海與淡水交界，醞釀許多軟體動物，後來因一夕之間受到災難，而使這些軟體動物集體死亡。經過許多年（5800~7200 年），上層的沙丘又被強風吹走，底下的軟體動物已成化石而表露出來。
2. 在果園內撿到的貝殼化石有：提出名稱，種類很多，大小都有，其中的牡蠣化石特別多，所以可以判定這裡有些地方是淺海。而同一種類的化石大小都有，表示在同一時間受到大災難，我們選擇甲區的一個地方（長 1m x 寬 1m），發現在地層中 0~30m 的地層中，有較密集的貝殼化石。

### (三) 在果園內的貝殼化石中，發現有的殼上有圓形的孔洞

在 5800~7200 年前水果園內正是潮間帶，從這次採集的貝殼化石中，被掠食的軟體動物化石有錐螺、鮫蛤、蟹守螺、.....，所以知道掠食者玉螺掠食的對向適多樣的，但以錐螺和鮫蛤為最多。



(四) 怎樣證明水果園區在 5800~7200 年前是潮間帶呢？

1. 從採集的泥砂和化石來推測：

- (1) 從現在採集到的水果園泥砂性質來判定：露頭地表的岩性以粗砂為主，沒有膠結，風化後是黃色泥土。
- (2) 從地表採集的軟體動物貝殼化石有：錐螺、鮫蛤、魁蛤、玉螺、蟹守螺、牡蠣、頸螺、粉拳螺、滿月蛤。
- (3) 在水果園裡的甲區找了一處 1m×1m 的正方形，向下挖掘 90cm 深，這一層為泥砂互層，是黃色細砂粉泥土，而且也挖了好多軟體動物的化石和 (2) 的化石相同，可是也採集了節肢動物的藤壺附著在骨螺的殼上，也採集了腔腸動物的珊瑚及有孔蟲等，這些都是潮間帶才有的生物。


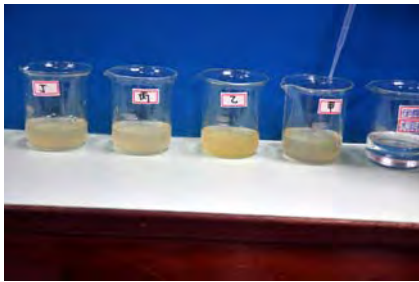
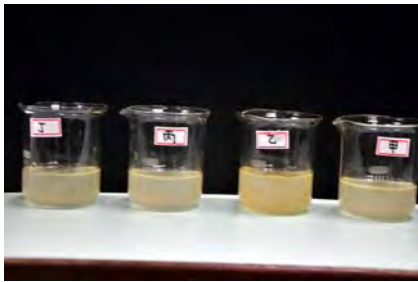


圖 16：採集的泥砂和化石

2. 從化學的方法來驗證：檢驗水果園內的泥砂有沒有含鹽（氯化鈉、氯化鎂）（請老師指導協助）

- (1) 器材：燒杯（250ml 四個、100ml 的六個）、漏斗架、漏斗、玻棒、濾紙
- (2) 藥品：硝酸銀、蒸餾水
- (3) 操作方法：
  - A. 分別把甲、乙、丙、丁四地的土壤（約 30g）倒入四個燒杯內，再倒入蒸餾水，接著以玻棒攪拌。
  - B. 把裝有濾紙的漏斗放在漏斗架上。
  - C. 將攪拌過的泥土倒入漏斗內過濾（同樣的方法過濾三次）。
  - D. 滴入硝酸銀水溶液，觀察顏色變化。（請老師操作）



		
過濾	滴入硝酸銀	觀察變化

(4) 實驗結果：

水果園區域	甲	乙	丙	丁
項目				
泥土加水攪拌後的顏色	淡米黃色	淡米黃色	淡米黃色	淡米黃色
滴入硝酸銀水溶液	淡乳白色	淡乳白色	淡乳白色	淡乳白色
代表的意義	泥土中含有微量的鹽分	泥土中含有微量的鹽分	泥土中含有微量的鹽分	泥土中含有微量的鹽分

表 10：檢驗水果園內的泥砂有沒有含鹽

(5) 證明：從實驗中可以證明這裡的泥砂中，含有少量的鹽，表示以前這裡曾經是海，所以有可能是潮間帶。

(五) 水果園區在 5800~7200 年前的潮間帶期間，這裡的軟體動物及其生物的活動場所，會是怎樣呢？根據我們採集的泥砂和貝殼化石的觀察與討論，認為有幾點可以提出來的看法。

1. 這個水果園區在 5800~7200 年前是潮間帶，表示這個小小地方 (20m×5m) 生長著許多軟體動物，根據採集回來的紀錄有 15 種，共 248 個貝殼化石，其中以魁蛤 90 個為最多，在採集的貝殼化石中，發現被掠食者玉螺鑽孔的錐螺和鮫蛤的數量也最多，有錐螺 12 個；鮫蛤 16 個，共計 28 個，還有少數的其他貝殼如粉拳螺、滿月蛤、魁蛤等。
2. 在當時水果園的潮間帶棲息著軟體動物和其他生物。其中掠食者玉螺主要的掠食對象是以錐螺和鮫蛤為最多。可是我們認為掠食者玉螺對掠食的對象是有兩種可能；一種是有選擇性的偏好；另一種是隨機掠食。可是經過討論和老師指導，可能是選擇性偏好，因為本區採集的貝殼化石以魁蛤為最多，可是玉螺並不喜歡掠食牠，可能是殼太厚，不易溶蝕，所以玉螺是選擇性掠食，而不是隨機掠食。
3. 我們的另一種想法：5800~7200 年前，水果園區可能是潮間帶的淺海地區，棲息很多的軟體動和微小生物。掠食者玉螺掠食的對象以錐螺、鮫蛤為主要被掠食的，數量也很多，而棲息在這個潮間帶的錐螺和鮫蛤數量也很多，所以錐螺、鮫蛤和其他軟體動物覓食的對象也會多樣性，數量更多，造成這裡的潮間帶變成了豐富的食物鏈關係。而長久以來生長在這裡的生物及其排泄物或屍體，在被砂土覆蓋形成陸地後，就被埋在地下，長久以來形成化石或有機質的泥土，因此也在 7200 年後的今天，造成水果園區的土壤肥沃，生長的果樹結實很多、又美，植物生長茂盛。

(六) 現在從台南海岸撿到的錐螺和 5800~7200 年前的錐螺化石在演化上的變化。

1. 我們從台南黃金海岸邊撿來了一些被玉螺鑽孔的錐螺，和 5800~7200 年被玉螺鑽孔的錐螺化石做比較，發現之間的關係和變化。

2. 台南市「嘉南療養院」旁水果園撿到的錐螺化石與現在台南海岸撿來的錐螺比較：

(1) 錐螺的體長





















5800~7200 年前的錐螺	編號	1	2	3	4	5
	照片					
	長度	16.0	17.0	9.6	12.1	16.0
	編號	6	7	8	9	10
	照片					
長度	12.5	19.6	9.2	15.8	16.7	
現在黃金海岸的錐螺	編號	1	2	3	4	5
	照片					
	長度	80.0	81.0	72.3	63.0	68.5
	編號	6	7	8	9	10
	照片					
長度	72.0	75.3	77.1	75.4	79.6	

表 11：5800~7200 年前水果園的錐螺和現在台南黃金海岸的錐螺比較

## (2) 殼口、外徑、內徑的比較

編號	項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5800~7200 年 前的錐螺	殼口	2.9	3.8	1.3	1.5	2.7	2.4	3.9	3.2	2.5	7.3
	外徑	1.9	1.8	0.9	0.6	1.2	1.3	2.1	1.8	2.2	2.7
	內徑	1.2	0.9	0.7	0.4	0.8	0.9	1.4	1.2	1.3	1.7
現在黃金海岸 的錐螺	殼口	11.4	16.5	10.0	7.5	11.0	10.8	12.1	11.9	13.0	12.0
	外徑	3.1	3.6	5.5	3.0	5.8	4.2	3.8	4.0	4.6	4.5
	內徑	1.9	3.0	3.9	1.8	3.1	2.0	2.1	2.3	2.6	2.0

表 12：5800~7200 年前水果園的錐螺和現在台南黃金海岸的錐螺殼口、外徑、內徑的比較

### 3. 討論：

#### (1) 現在台南海邊的錐螺和古代錐螺貝殼化石的不同。

- A. 從現在撿來的錐螺貝殼個體很長、殼口很大、外殼厚且硬。在撿到的錐螺貝殼中，發現身體的外殼有圓形的孔洞，表示是被玉螺掠食鑽孔。
- B. 如果從演化的觀點是表示從古代（5800~7200 年前）以來，錐螺一直在改變身體的結構和成長，而變成今日的錐螺。也就是他的外殼特別厚且堅硬；可是玉螺就不會有所演化進步嗎？他的身體不是也會變大？掠食行爲不會更凶猛嗎？所以台南海邊採集的錐螺體型太大，也一樣被玉螺鑽孔掠食。我想他爲了生存也會有相當的變化，只是我們沒有找到證據。
- C. 我們懷疑在台南海邊一直找不到小的錐螺貝殼，表示現在的海愈適合錐螺生長，數量多，照理說也會有許多掠食者的玉螺在台南海邊做掠食行爲，而被掠食後的錐螺就會死亡而被海浪打上岸邊，所以我們也採集到許多被玉螺鑽孔的大型錐螺。
- D. 從台南海邊撿到的錐螺貝殼，體型特大而且數量多，表示台南海岸是沙岸，而靠近岸邊的淺海地區泥沙多且很厚，適合錐螺穿入沙中，而逃避被玉螺掠食的機會，這表示在（5800~7200 年）來，錐螺爲了逃避玉螺的掠食，身體也慢慢的改變，最後變成又長又大的身體，又找到泥沙深厚的台南海邊，可是玉螺也在改變牠的運動速度和分泌的酸性液體，以便在台南的泥砂中可以接近錐螺，並緊緊黏住錐螺，加以掠食鑽孔，所以在海邊也常能撿到被穿孔的錐螺。

## 柒. 結論：

- 一. 從台南「嘉南療養院」旁的水果園撿到的許多被貝殼化石中，最讓我們驚訝的是：「好多貝殼化石身上的外殼有被鑽孔」，從文獻資料中，發現這些貝殼的孔洞大部分為掠食者的玉螺和少部分的骨螺所鑽孔的。牠們鑽孔的目的是攝食。
- 二. 台南市「嘉南療養院」撿來的被鑽孔的貝殼化石中，有錐螺、牡蠣、鮫蛤、滿月蛤。在實體顯微鏡觀察孔洞的形狀大部分是為圓錐形，也就是玉螺鑽孔的形狀；而少部分為骨螺鑽孔的形狀為圓柱形。表示在 5800~7200 年前，台南海邊的玉螺多，所以被掠食的孔洞是圓錐形。
- 三. 模擬玉螺掠食行為的鑽孔過程，我們自己設計、製作及改進鑽孔的實驗架和鑽孔器具及化學藥品—稀鹽酸，學習玉螺鑽孔的原理和方法，結果成功的鑽出各種貝殼外殼的孔洞，也在貝殼的各個部位鑽孔，最後發現玉螺鑽孔的位置是在接近內臟的外圍的殼上。
- 四. 從走訪台南市嘉南療養院旁的水果園，可以發現到從泥土露出的貝殼，種類多，大大小小都有，有的地方密集，有的地方稀少。從文獻上知道「這兒是台南層，為台灣西南部全新世的海進堆積」，「即是 5800~7200 年間的海相堆積」所以在這裡撿到的貝殼化石是 5800~7200 年前堆積在這裡的淺海中貝殼，現在已經是亞化石了。
- 五. 從古代「被玉螺掠食的貝殼」所留下的孔洞，和「現在貝殼」被玉螺掠食所留下的孔洞來比較。現代的玉螺是古代玉螺繁衍下來的，也就是古代的玉螺是現在玉螺的祖先，在漫長的時間裡，古代的玉螺會掠食其他貝殼，現代的玉螺也是；這種掠食行為是相傳下來，也是玉螺本身的內臟構造具有分泌酸液及酵素的功能，而利用他的特徵來溶蝕其他貝殼的外殼，再用舌齒深入攝食。從演化的方向來看，掠食者的玉螺會漸漸的演化出更合適的器官和掠食行為，如身體漸漸變大，行動漸漸的加快，分泌的酵素和酸液能更快的浸蝕等；而被掠食者也會漸漸的演化出更厚而堅硬的外殼，或者外殼上長出不同的紋路突起，使玉螺無法貼在外殼上，甚至行動變得更快，而且鑽得越深等，這些都是掠食者和被掠食者之間在演化上的趨勢，從台南海邊撿到的錐螺和古代錐螺化石相比較，就可以得到驗證。

## 捌. 參考資料

- 季紅菱 (1995)。台南地區台南層軟體動物化石掠食系統之研究。
- 胡忠恆、陶錫珍(1994)。澎湖群島彩色貝類圖鑑。國立中央圖書館。台灣·台北。
- 薛文吉(2004)。嘉義地區化石圖鑑。國家圖書館。嘉義市。
- 鍾廣吉(2006)。台灣的化石。遠足文化。台北縣。

## 【評語】 080508

1. 能生動表達實驗結果。
2. 對於道具模型製作甚佳。
3. 能比較過去貝類化石與現生貝類的習性。