

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科(類)別： 地球科學

組別：國中組

作品名稱： 幻化石空一左鎮、玉井化石研究

關鍵詞： 化石、玉井、曾文溪、菜寮溪

編號：B5003

# 目錄

摘要.....	P. 1
壹、研究動機.....	P. 1
貳、研究目的.....	P. 1
參、研究設備及器材.....	P. 2
肆、研究過程或方法.....	P. 3
伍、研究結果.....	P. 6
陸、結論與討論.....	P.18
柒、參考資料.....	P.23

## 摘要

本研究在探討台南玉井、左鎮兩地的化石與地質間的關係。兩處出土的化石皆以海相為主，因此可以推測台灣以前是低於海平面，經過抬升作用才形成今天的樣子。

玉井一帶只有海相化石，岩層為玉井頁岩與北寮頁岩，地質年代推論為上新世早期形成。左鎮一帶海、陸相化石都有，主要岩層為崎頂層，地質年代推論為更新世早期形成。兩處地質年代約差距 300 萬年，可能是因為左鎮斷層切開兩地造成。

透過親自採集化石，我們了解了如何採集、整理化石；透過查找文獻，我們知道了如何經由化石比對地質年代，整個過程是一堂生動的地球科學課，化石不再是課本中離我們千百萬年的東西，而是可以透露出地質年代、古代環境等祕密的生動教具。

## 壹、研究動機

記得小時候有親戚爬完玉山回來，他跟我們說他看到好多貝殼化石。我心中便產生一堆疑問：「這麼高的山上怎麼可能有化石？難道以前的貝殼生活在高山上嗎？」

這時我想起了以前在博物館看到的化石，好像都長得跟現在不一樣？！有的甚至根本沒看過，難道他們消失了嗎？還是那些只是科學家想像的生物？

國中七年級的生物課程中，也有教古生物的各地質年代，我們時常幻想自己是否也可以從臺灣挖出化石，找出以前的貝殼到底是甚麼原因而造成牠們出現在山上的？












課本上也有提到台灣是由海底抬升，兩者之間是否有關連呢？剛好趁著做這次科展的機會，尋找一連串關於化石的答案。

## 貳、研究目的

- 一、認識化石，並了解化石是如何形成的。
- 二、瞭解野外採集化石的方法與標本的處理程序。
- 三、根據化石在地層中的位置，瞭解其生存的相對年代。
- 四、瞭解化石可應用在地層比對、推測古氣候和古環境等。
- 五、從化石與地質，瞭解生物當時所處的環境與氣候狀態，以及生物地理分布情形。

## 參、研究器材

### 一、研究器材

地質鎚	鑿子	軟毛刷子	硬毛刷子	收納盒
				
布棉工作手套	有孔籃子	標籤紙	直尺	白膠
				
夾鏈袋	手機	快乾	鉛筆、筆記本	電腦
				

### 二、參考書籍及網站

在比對化石的學名與地質資料時，主要的比對依據是參照下列書籍及網站。但是比對過程中，如果有不確定的內容，就會請教相關背景的專業學者。

書名	作者	出版年/月
台灣各地的海膽化石	黃進傳	100/2
台灣各地的海膽化石 II	黃進傳	104/12
台灣貝類化石誌(第五卷)	胡忠恆、陶錫珍	89/1
南瀛化石誌	王良傑、陳志鵬	96/8

網站名稱	網址
台灣地質知識服務網	<a href="https://twgeoref.moeacgs.gov.tw/">https://twgeoref.moeacgs.gov.tw/</a>
台灣物種名錄	<a href="http://taibnet.sinica.edu.tw/">http://taibnet.sinica.edu.tw/</a>

## 肆、研究過程或方法

本研究偏向於質的研究，主要的研究方法有 **1.文獻分析法**及 **2.野外實察**，在研究初期我們先收集大量的相關資料，閱讀後整理出所需的內容。再出發前往文獻中提到的地點做實地的化石採集，採集後回實驗室清理後再進行資料比對。

比對資料的重點有兩個。第一是**化石的學名查找**，第二是**實地地質的比對**。

化石學名比對的部分，主要是要確認該生物的生存年代及環境，而這個工作只能透過書籍或文獻來對照。在我們使用的書籍中，大多有註明化石的出處。所以在比對過程中，我們先將化石分類(如：螺類、貝類、螃蟹...等)，在對照書中同樣地點的化石照片，如果有不確定的部分，再請教老師。

而地質的比對包含了 **1.岩石的種類判斷**、**2.形成的年代**及 **3.形成的環境**。其中岩石種類判斷的部分，是根據文獻中提到的岩石特徵和地質圖上的位置作為區分的依據。如：文獻中對玉井頁岩地描述為”以厚層之泥岩和砂質泥岩為主，層理不明顯，夾有薄層或凸鏡狀之粉砂岩，局部可見甚為微細之貝類化石碎片及有孔蟲化石。”所以就把「厚層之泥岩和砂質泥岩」、「夾有薄層或凸鏡狀之粉砂岩」及「微細之貝類化石碎片及有孔蟲化石」這三項指標當作判斷玉井頁岩的依據。然後再加上現場用 GPS 定位得到的經緯度座標，參照”台灣地質知識服務網”提供的地質圖做進一步地確認。

### 一、資料整理流程



## 二、實地採集流程

### (一) 野外探勘

1. 觀察附近地形地貌
2. 拍照記錄

### (二) 野外採集

1. 使用地質鎚和鑿子採集岩石
2. 修整化石與岩石
3. 拍照記錄

### (三) 現場岩石、化石標本處理

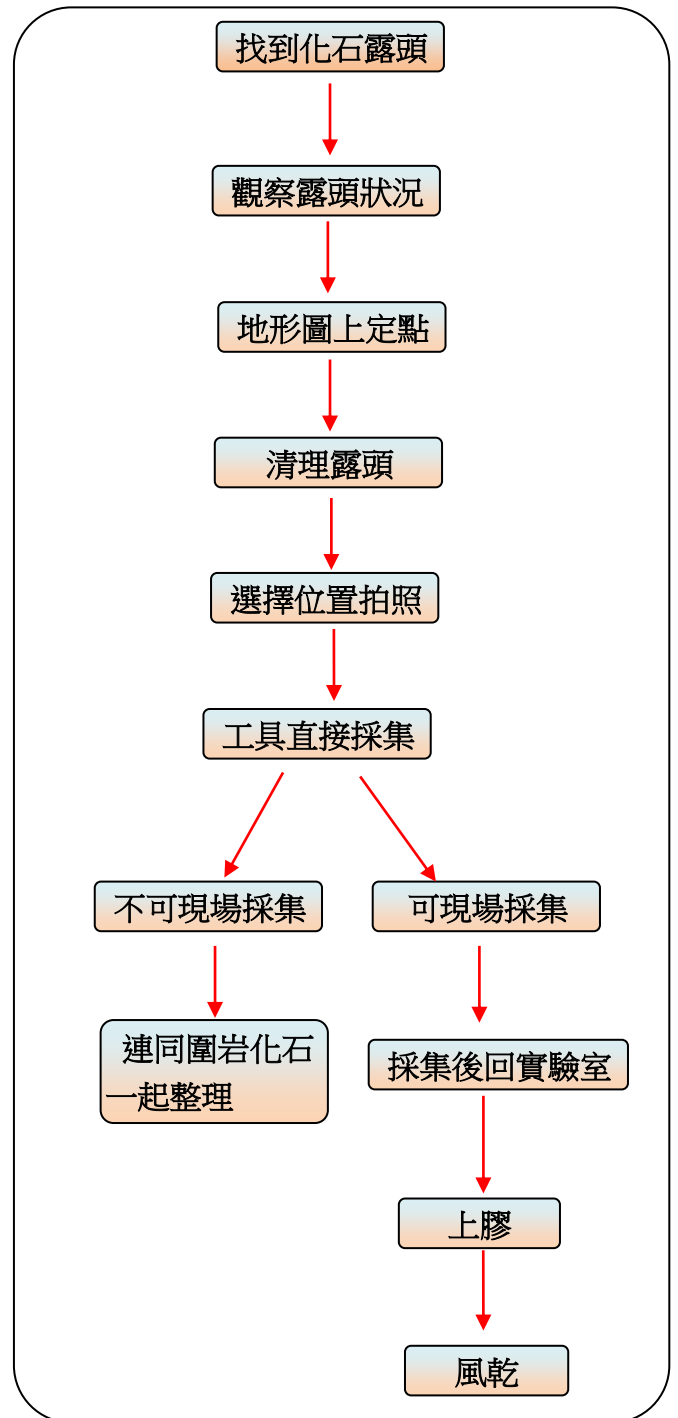
1. 用軟毛刷子清理岩石、化石標本
2. 若化石採集過程中出現裂痕，先用快乾黏合
3. 放入夾鏈袋、貼標籤紙編號
4. 拍照記錄

### (四) 回實驗室的化石處理

1. 用工具清除化石周遭岩石，使化石本體盡可能露出。
2. 部分較硬的化石可用硬毛刷子刷洗。
3. 不可刷洗的化石可用吹球去除表面沙塵。
4. 表面清理完，刷上稀釋過的白膠，待其乾燥後再分類收進收納盒。

### (五) 化石分析與分類

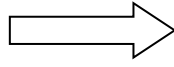
1. 使用直尺測量大小
2. 對照資料，標註學名



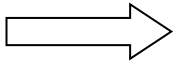
### 三、實地採集過程



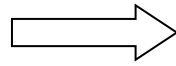
找到化石露頭



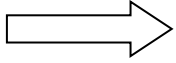
地圖上標註位置



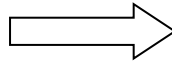
清理露頭



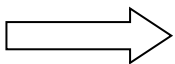
工具直接採集



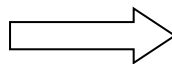
上膠



上膠後風乾



風乾後



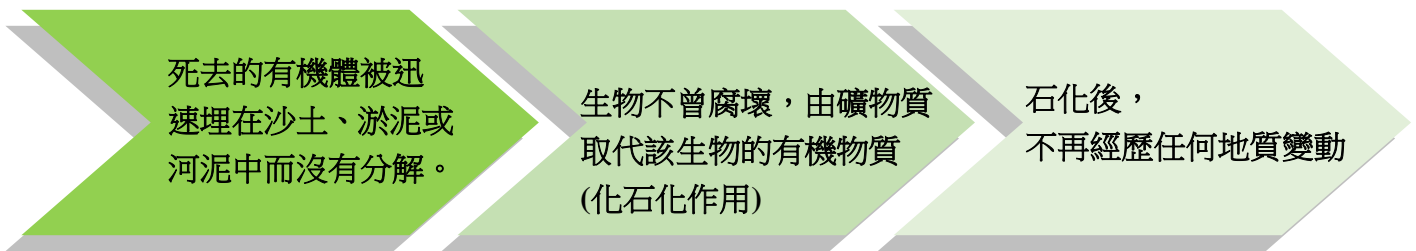
保存

## 伍、研究結果

### 一、化石形成過程

化石就是生活在過去的生物的遺體或遺跡變成的石頭，透過化石可以了解生物的演化並能幫助確定地層的年代，從太古宙（34 億年前）至全新世（1 萬年前）之間都有化石出現。生物死亡後的遺體或是遺留下來的痕跡，被泥沙掩埋起來。直到生物遺體中的有機質分解殆盡，堅硬的部分與包圍的沉積物一起經過石化變成了石頭，但是它們原來的形態、結構依然保留著；同樣，生物生活時留下的痕跡也可以保留下來。我們把這些生物遺體、遺跡稱為化石。

也就是說化石形成的過程可以整理如下：



化石化作用有三種方式：礦物質填充作用、交替作用和升餾作用。其中礦物質填充作用是指，某些貝殼或動物骸骨中的有機物分解消失以後留下了中空的部分，在地層下被埋藏久了以後，溶解在地下水中的礦物質往往在其孔隙中經再結晶作用變成了較為緻密、堅實、並且增加了重量的實體化石。

而本次我們採集到的化石，因為主要是在沉積岩層中採集到的，因此應該是以礦物質填充作用形成的化石為主。

### 二、菜寮溪化石採集結果

菜寮溪是臺灣西南部河流曾文溪的一條支流。菜寮溪的源頭位於臺南市南化區與高雄市內門鄉交界處的分水山，流到九空橋處與南化溪合流，之後流入左鎮區境內，最後在山上區注入曾文溪。

本地區之岩質主要為沉積岩，岩層由西向東平行排列，西側為更新世(1.17 到 258 萬年前)及上新世(260 到 530 萬年前)的固結性乃至未固結性的砂岩及頁岩所組成，東側為中新世(530 到 2300 萬年前)的固結性乃至堅硬的砂岩及頁岩所組成。

其地層劃分有很多種，並不統一，即不同的作者，使用不同的名稱。有些地層名卻是沿用本地區的地名。譬如由西向東排列，有崎頂層、上部古亭坑層、及下部古亭坑層(即南化層或卓蘭層)、錦水頁岩(即北寮頁岩)、桂竹林層(包括大窩細砂岩、十六份頁岩及關刀山砂岩，分別對比於竹頭崎層、茅埔頁岩及糖恩山砂岩)，另外南莊層則等於內門層或長枝坑層。

此次我們採集的地方是菜寮溪平和橋下的河邊(如圖 1)，屬於崎頂層。菜寮溪河床中有大量化石，一部分菜寮溪的流經區域常在大雨後會沖刷出化石，因此我們在菜寮溪的化石採集過程是在河床中撈取。也就是將砂石挖起來後，用篩子挑選出化石。





(圖 1 菜寮溪採集地點)

下面是我們在平和橋下的河床採集到的化石。在這次的採集結果中，數量最多的是牡蠣化石(如圖 2.3.4)，其次是貝殼的碎片化石(如圖 5.8.9.10)，以及少數的鯊魚跟哺乳類的牙齒化石(如圖 6.7)。



(圖 2 菜寮溪牡蠣化石-正面)



(圖 3 菜寮溪牡蠣化石-背面)



(圖 4 菜寮溪牡蠣化石-內層)



(圖 5 菜寮溪魁蛤化石)



(圖 6 菜寮溪動物牙齒化石)



(圖 7 菜寮溪鯊魚牙齒化石)



(圖 8 菜寮溪貝類碎片化石)



(圖 9 菜寮溪貝類化石-正面)



(圖 10 菜寮溪貝類化石-背面)



(圖 11 菜寮溪哺乳類骨頭化石)



(圖 12 菜寮溪珊瑚化石-正面)

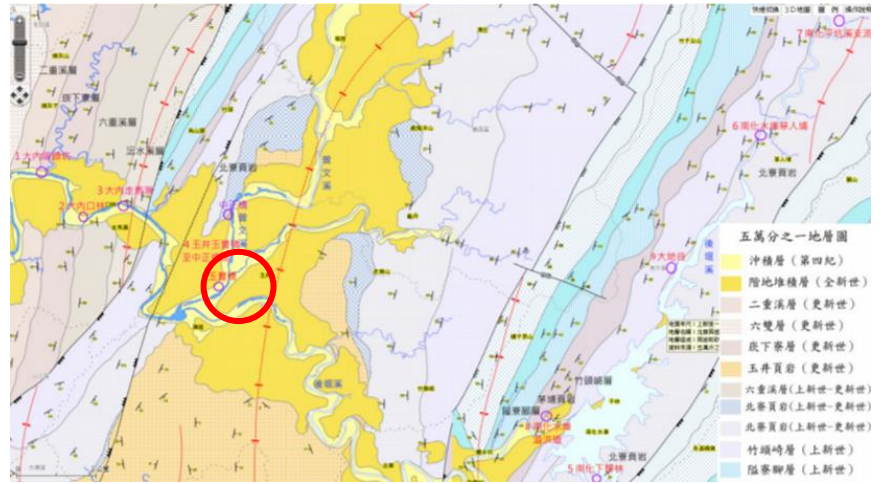


(圖 13 菜寮溪珊瑚化石-背面)

### 三、曾文溪化石採集結果

曾文溪位於臺灣南部，是全臺灣第四長的河流。曾文溪發源於嘉義縣阿里山鄉的東水山。流經台南市楠西、玉井等區最後在安南區和七股區之間，流入臺灣海峽。

此次我們採集的地點為玉豐橋下的曾文溪溪邊露出的河床，受河流侵蝕作用，淺灰色的泥質岩體露出於河床上，而化石就散布於泥質岩體內，岩層內間夾砂質泥岩或砂岩處，則可觀察到較為密集的化石層。



(圖 14 曾文溪採集地點)

本區露出的岩石以玉井頁岩和北寮頁岩為主。其中玉井頁岩的形成時代約在更新世(1.17 到 258 萬年前)早期間，其分布僅見於玉井向斜的翼部，向北至楠西，向南因左鎮斷層通過而截斷，為本地層的界線，此地層據何信昌等人調查指出主要以厚層的泥岩和砂質泥岩為主，間夾薄層(如圖 16)或凸鏡狀之粉砂岩(如圖 15)。局部可見細微之化石貝類碎片及有孔蟲化石。

而北寮頁岩層的時代約在上新世(260 到 530 萬年前)晚期到更新世(1.17 到 258 萬年前)早期間，其岩性變化甚大，由北向南砂岩夾層減少，具有岩層粒度逐漸變細的趨勢。

此次我們採集的地方是曾文溪的河邊，屬於沖積層。我們採集到的有海膽、螃蟹、貝類及螺類化石，部分結果如下頁起圖 17 到圖 40。



(圖 15 頁岩層中所夾凸鏡狀之粉砂岩)



(圖 16 泥岩層中的薄層粉砂岩)



(圖 17 曾文溪貝類化石-1)



(圖 18 曾文溪貝類化石-2)



(圖 19 曾文溪貝類化石-3)



(圖 20 曾文溪貝類化石-4)



(圖 21 曾文溪貝類化石-5)



(圖 22 曾文溪貝類化石-6)



(圖 23 曾文溪貝類化石-7)



(圖 24 曾文溪貝類化石-8)



(圖 25 曾文溪螺類化石-1)



(圖 26 曾文溪螺類化石-2)



(圖 27 曾文溪螺類化石-3)



(圖 28 曾文溪螺類化石-4)



(圖 29 曾文溪海膽化石)



(圖 30 曾文溪餅乾海膽化石-1)



(圖 31 曾文溪餅乾海膽化石-2)



(圖 32 曾文溪餅乾海膽化石-3)



(圖 33 曾文溪海膽化石)



(圖 34 曾文溪皇冠海膽化石)



(圖 35 曾文溪拉文海膽化石)



(圖 36 曾文溪螃蟹化石)



(圖 37 珊瑚礁與象牙貝化石)



(圖 38 生痕化石)



(圖 39 紅花羚角貝)




(圖 40 象牙貝)

#### 四、化石比對結果

將化石帶回實驗室，經過清理及上膠後，下一個動作就是比對學名。比對學名的過程中，因為有些化石的外型不完整，或者是特徵不明顯，所以會出現一些無法對照到的化石(例：生痕化石)，這個時候我們就找專業的學者詢問。下面就是我們比對完資料的結果。

##### (一) 曾文溪採集到的化石與資料比對的結果

##### 1. 貝類化石

	所屬岩層	下部苗栗層
	年代	下部上新世
無飾黃文蛤 <i>Pitar indecoroides</i> (Yokoyama)	特徵	(1)高約 1.7 公分長，約 1.9 公分。 (2)殼體主要為桃子形或圓形。 (3)殼表橫肋突起，疏密分布平均。
	所屬岩層	苗栗層、崎頂層
	年代	上新世至更新世
	特徵	(1) 高 10 公分以上，長 11.3 公分以上，雙殼寬 1.8 公分。 (2) 呈扇形。 (3) 有 13 條放散肋，及 3~4 條不發達完全的小放散肋。
長沼海扇 <i>Pectea naganumanus</i> Yokoyama	所屬岩層	苗栗層
	年代	上部上新世
	生存環境	潮間帶至水深 20 公尺，沙泥質海底
	特徵	(1) 高 1.1 公分，長約 2.8 公分。 (2) 殼體前端突出，後端為圓弧形，腹緣為船底形。
靜脈腓蛤 <i>Peronidia venulosa</i> (Schrenck)		

	<b>所屬岩層</b>	桂竹林層、通宵層、四溝層、崎頂層
	<b>生存環境</b>	水深 60~300 公尺，細砂質海底
<b>特徵</b>	(1) 殼體比較大型。 (2) 成不等邊四邊形，非常膨脹。 (3) 前緣比後緣窄，腹緣成船底形。 (4) 貝殼表面放射肋非常細膩。	
<b>顆粒圓魁蛤 <i>Cucullaea granulosa</i></b>		
	<b>年代</b>	早上新世
	<b>特徵</b>	(1) 為 <i>P. exilis abbreviata</i> 的亞種。 (2) 殼體比 <i>P. exilis abbreviata</i> 低矮且瘦長。 (3) 殼表的橫肋比 <i>P. exilis abbreviata</i> 更為粗重。
<b>高岡橫簾蛤 <i>Paphia(P.)exilis takaokaensis Shuto</i></b>		
	<b>所屬岩層</b>	苗栗層
	<b>年代</b>	晚上新世
	<b>生存環境</b>	水深 10~40 公尺，細沙海底
	<b>特徵</b>	(1) 呈腎臟形。 (2) 中等程度膨脹。 (3) 腹緣為船底形。 (4) 殼表橫肋粗重深刻。
<b>蛋白橫簾蛤 <i>Paphia eyglypta Philippi</i></b>		



## 2.螺類化石

	所屬岩層	苗栗層
	年代	上新世至現代
	生存環境	淺海至 50 公尺海底
	特徵	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 呈紡錘狀。</li> <li>(2) 高 3.0 公分、最大直徑 1.2 公分。</li> <li>(3) 有深切的螺層溝。</li> <li>(4) 殼口狹窄、呈扁凸透鏡狀、外唇無任何裝飾。</li> </ul>
橫山筆螺 <i>Mitra (Cancilla) yokoyamai</i> Nomura		
	年代	上部中新世至現代
	特徵	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 為圓盤形。</li> <li>(2) 各螺層上下緣有一條繩狀橫肋。</li> </ul>
黑線車輪螺 <i>Architectonica perspectuva</i> (Linnæus)		
	年代	上新世至現生
	生存環境	水深 100 至 200 公尺
	特徵	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 呈大紡錘形</li> <li>(2) 螺塔為錐形</li> <li>(3) 有 7 到 8 個膨脹的螺層</li> <li>(4) 殼表面有籬筐狀花紋，縱肋稀少粗大，橫肋纖細多數</li> </ul>
帽隼紡錘螺 <i>Fusinus galea</i> kuroda et Habe		

### 3.海膽化石

	所屬岩層	崁下寮層
	年代	上新世中、晚期
布萊恩海膽 <i>Breyinia sp</i>	特徵	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 呈心形。</li> <li>(2) 前後方花瓣呈不等長三角形，末端收斂變細。</li> <li>(3) 周花瓣帶線內的前側及後側間的步帶區散布著大疣，大疣周溝深陷。</li> </ul>
	所屬岩層	玉井頁岩
	年代	上新世晚期至更新世
餅乾海膽 <i>Laganum sp</i>	特徵	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 中至小型海膽，成體可至 5 公分。</li> <li>(2) 輪廓成十角形。</li> <li>(3) 頂系在殼中心，有 5 個生殖孔。</li> <li>(4) 5 個花瓣皆稍微開放，長度超過殼的 5 分之 3。</li> </ul>
	所屬岩層	崎頂層下段
	年代	上新世晚期至更新世
爪哇海膽 <i>Javanechinus sp</i>	特徵	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 小型海膽(成體約 2.5 公分)。</li> <li>(2) 每一步帶板在靠近孔對邊緣有一枚大疣，大疣上方及下方有一縱脊，將大疣連貫在一起。</li> <li>(3) 在縱脊兩側各有一個凹洞。</li> <li>(4) 整個間步帶的上方，疣少且小，越往下方疣則變大而密集。</li> </ul>

(二) 菜寮溪採集到的化石與資料比對的結果

	年代	更新世到現代
	生存環境	海水或鹹淡水交界
牡蠣 <i>Ostrea sp.</i>	特徵	(1) 左邊的殼大於右邊。 (2) 一面凹下去，一面平坦。
	年代	更新世到現代
	生存環境	熱帶淺海潮間帶至水深 10 的沙泥底海域
	特徵	(1) 貝殼膨大，厚而堅實。 (2) 有粗放射肋 20 條左右，肋上有果粒，肋間隔較寬。 (3) 鉸齒小而排成一直線。
血蚶 <i>Tegillarca granosa</i>	年代	更新世到現代
	生存環境	淺海及海流中較平坦的地區
	特徵	輕巧及有孔洞。
單體珊瑚 <i>Fungia sp.</i>	年代	古生代至現代
	生存環境	近海至淺海
	特徵	要分辨是哪種鯊魚的牙齒不容易，只能從大致上的特徵知道原來的體型大小。 (1) 表面光亮。 (2) 成三角形。 (3) 邊緣有微小鋸齒狀。
鯊魚牙齒		

## 陸、結論與討論

### 一、化石採集與整理

在化石的採集過程中，我們分別在曾文溪和菜寮溪等地進行挖掘化石及分辨是否為化石。帶回實驗室清理、上膠之後，再對照資料分辨各種化石的學名。

在菜寮溪，我們採集化石的方式是耙土後用網篩清洗，若是遇到不會分辨的物件，就會去詢問同行的老師。但一開始的時候我們比較不會判斷是化石還是石頭，所以我們常常去詢問有關於化石的特徵和判斷方法。例：要如何去判斷是否為鯊魚的牙齒？而鯊魚牙齒的化石特徵分別就是牙齒的外表光滑，且帶有黑色光澤(牙齒的琺瑯質形成)，其形狀為倒三角形並牙齒兩側擁有微小的鋸齒狀。

在菜寮溪我們有採集到牡蠣、珊瑚、螺、貝類的化石，而其中以牡蠣化石的數量最多，這點跟文獻中提到的一樣。

在曾文溪，我們採集化石的方法是敲擊法。我們先尋找化石露頭，再進行敲打，但在敲擊化石過程需要很小心並且謹慎的不要傷到化石。如果不小心敲到化石，就要現場使用快乾修復。如下圖就是用快乾修復過的化石。



(圖 41 修復過的海膽化石)



(圖 42 貝殼化石表面的白色粉末)

回到實驗室後，我們要將挖掘到的化石上膠保護。上膠前，要先將化石表面的泥沙清理乾淨，其中有些化石不能夠用刷子刷洗，例如貝類化石。貝類化石表面有一層白色的粉(如上圖)，應該是原本的殼，這層粉末會被刷掉，造成表面特徵被破壞掉，進而增加比對資料時的難度。

上膠時，要將白膠稀釋 10~15 倍。如果表面是有白色粉末的化石，就要用毛筆沾著膠慢慢滴上去，但是如果是海膽或牡蠣這種表面很硬的化石，就可以用夾子直接夾下去泡。等其風乾後再重複 2-3 次，直到確定化石表面有一層很薄的保護層。

最後，我們要將化石進行整理及分類，我們使用書籍或電腦找尋資料並加以比對，試著找出每個化石的真實身分。在比對的過程中，我們最常遇到的困難有(1) 書上出現了幾個很像的化石，造成不知道哪一個才是我們的化石；(2) 找不到類似的圖片，所以無法確定化石的身分。

如果是遇到第一種情況，那我們就試著用年代及挖掘地點去縮小範圍。真的比對不出來的就請教老師。如果是遇到沒有類似圖片的情況，我們就從類似的化石(同科或同屬)查起，在交叉比對不同網站的資料後，再找出最相像的。

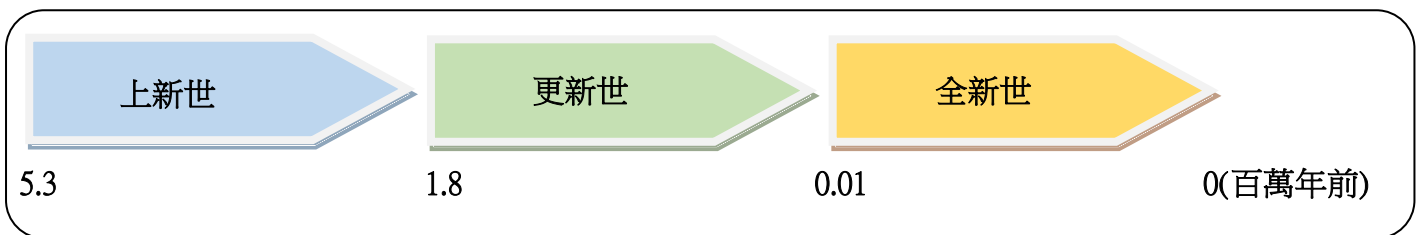
## 二、化石與岩層的關係

我們這次採集的化石不是深埋在地底的那種，而是經過一連串的地質運動而露出地表的。所以要找到化石所屬岩層最快的方式，就是透過手機 GPS 定位出挖掘的座標，然後在「台灣地質知識網」中輸入座標，這樣就可以知道對應的地表岩層，而岩層就可以回推形成的年代。

但是在對照文獻的時候，我們發現不同的作者會根據不同的方式對自己研究出的地層命名。也就是說像是台南跟高雄的交界，可能有兩個學者研究同一個地層，但是卻給了不同的名稱。在一開始對照資料的時候，這點造成不小的困擾，不過在經過交叉比對之後，我們將所需的岩層跟對應的年代整理如下表。

	台灣北部	台灣中部	台灣南部			
全新世	沖積層					
更新世	頭 嵴 山 層	苗 栗 層	六雙層	崎 頂 層	玉 井 頁 岩	北 寮 頁 岩
			二重溪層			
			崁下寮層			
上新世	卓蘭層	六重溪層	上部古亭坑層		北 寮 頁 岩	
	錦水頁岩		澧水溪層	下部古亭坑層		

而相對的年代對應關係可以整理如下圖：



(圖 43 年代對照圖)

整理完不同名稱的岩層及岩層與年代的對應關係後，我們就可以交叉比對所查到的資料是否正確。不斷的比對不同的資料是很繁重的工作，要是有機構或是學者將這些名稱統一，一定會讓後面的工作者方便許多。

在整理岩層名稱的時候，”苗栗層”這個名稱一直《台灣貝類化石誌》一書中反覆出現，但是我們追查了資料之後，發現這個名詞是在 1931~1941 年間，日本的學者在台灣的研究文獻中所提出的名詞，而在較新的文獻中，已經找不到這個名詞的解釋了。也就是說我們無法得知”苗栗層”確切對應的地質年代及該岩層的岩質。不過因為我們主要的化石對應資料來自《台灣貝類化石誌》一書，所以不解開”苗栗層”之謎表示我們研究的化石會有一段空白。

在這邊，我們猜測”苗栗層”是有學者研究過苗栗一帶的岩層後而命名，進而將台灣各地有相同特徵的岩層都稱作”苗栗層”。在對照網站的資料之後，我們鎖定苗栗主要的化石發現區域，再利用書中提到的化石年代對應回去該區的地層年代做佐證。我們認為同一物種(無現生種)形成的化石極有可能表示岩層在同一時期形成。



(圖 44 苗栗南港里附近地質圖)

苗栗最有名的化石產區是”過港貝化石層”，位於台灣苗栗縣後龍鎮南港里，而由「台灣地質知識網」的資料(如上圖)比對之後，我們可以得知如果去除全新世形成的表層岩層，那”苗栗層”最有可能對應的就是更新世形成的”頭嵙山層”。

另外，在黃進傳(臺灣各地的海膽化石一書的作者)的”海膽的窩”部落格中，也有提到苗栗後龍鎮龍港主要的化石岩層是屬於更新世通霄層，亦稱苗栗層或頭嵙山層香山相。其中頭嵙山層香山相是指下半層的頭嵙山層，對應的地質年代大約是上新世晚期到更新世中期。不過在《台灣貝類化石誌》一書中，卻有將下部苗栗層對應到下部上新世(早上新世)的情況，表示說書中指的下部苗栗層有可能是對應到卓蘭層的最下方甚至是錦水頁岩層了。

所以根據上面的文獻資料，我們認為苗栗層的地質年代應該是像是北寮頁岩層，從上新世晚期到更新世中期。

### 三、由化石推測古代環境

#### (一) 菜寮溪

菜寮溪的挖掘成果中，包含牡蠣、蛤蜊、鯊魚牙齒、珊瑚等化石。依據現生生物的生存環境比對，我們推斷菜寮溪的古代環境應為乾淨的「淺海環境」。而文獻內容顯示，該區有出土過獸類的骨頭、牙齒等部位的化石，照理來講獸類是「陸生」的，不應該與貝類重疊。因此，我們推測該區在更新世時有一部份露出海平面、一部份是大陸棚，因為台灣陸地抬升的關係，把大陸棚一起抬上來，造成有淺海及河流出口生物的化石。而陸生動物在附近死亡後，掩埋形成化石，再從上游沖下菜寮溪，導致海相和陸相化石出現在同一環境。

## (二)曾文溪

曾文溪的挖掘成果中，包括海扇貝、海膽、螺類、螃蟹等化石，我們推測曾文溪古生物環境應為淺海環境。又因文獻資料顯示，此地曾有人挖到「巨齒鯊牙齒」化石，而巨齒鯊應該要生存在深海，並不是淺海。因此我們推測：該地在淺海之前應是深海，並且有巨齒鯊等深海生物存在，但因陸地逐漸攏起，曾文溪變成淺海，以致此地有巨齒鯊的牙齒化石。

不論是菜寮溪或是曾文溪的化石挖掘結果，我們都可以確定這些地區有過一段在海底的歲月，經過不斷的抬升，才造成了現在的台灣，這也就是為什麼貝殼會出現在山上的原因。

## 四、由化石判斷地質年代

生物的演化過程，大致上是由低級往高級發展，而過程中生物的構造會由簡單趨向複雜，另外在特定的沉積岩層所含的化石中，也會具有某種明確的次序，有可能在其他地區有能發現一樣的次序，這時候不同的地層就可以相互比對，這種關係稱作「化石層序律」。也就是說不同的岩層會含有不同的化石，我們可以從化石反過來推斷產地的地質年代。

下面是我們將左鎮及玉井兩處的化石，分別對照資料之後，找出其對應的年代做成的表。

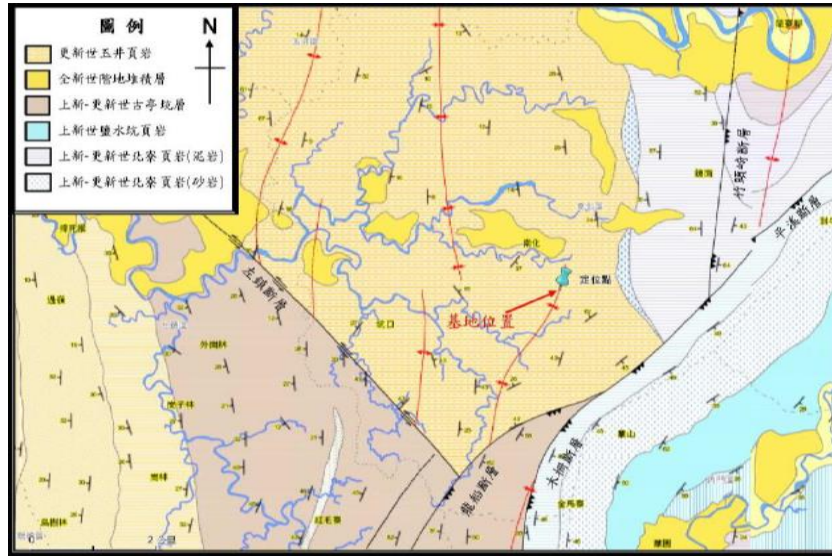
	早上新世	晚上新世	早更新世	晚更新世	全新世
玉井	無飾黃文蛤 高岡橫簾蛤				
	長沼海扇				
		靜脈腓蛤 蛋白橫簾蛤 布萊恩海膽			
			顆粒圓魁蛤		
	橫山筆螺、帽腱紡錘螺				
		黑線車輪螺			
		餅乾海膽、爪哇海膽			
左鎮	單體珊瑚				
		牡蠣、血蚶、鯊魚牙齒			

從上面的表，我們可以明顯知道玉井曾文溪一帶的地質年代早於左鎮菜寮溪。從化石的分布年代圖來看，左鎮菜寮溪一帶的岩層是從更新世到現代，而玉井曾文溪一帶的岩層是從上新世到現代。而台灣大約是在 600 萬年前(上新世前 100 萬年左右)開始抬升，也就是說曾文溪一帶露出的岩層有可能經歷過比較深海的時代，而這應該就是為什麼有文獻指出在曾文溪一帶，曾經有人挖到巨齒鯊(深海)牙齒的化石過。

而菜寮溪一帶，大致的形成時間應該是落在上新世晚期到更新世，這時候大約是 180 萬年前，台灣島已經抬升一部份露出海面了，所以我們的在菜寮溪一帶挖到的都是近海或淺海的化石為主。

### 五、左鎮跟玉井的比較

我們挖掘化石的兩個地方相距大約 10 公里左右，可是露出地表的地質年代差了大約 300 萬年，是什麼原因造成兩地的差異呢？我們在「全國地質知識網」中，找到了可能的答案。如下圖所示，在玉井及左鎮兩處之間，有一個斷層將兩處截開，應該就是這個關係，造成兩個地方的地質年代有很大的差異。



(圖 45 玉井、左鎮一帶的地質圖)

最後我們將兩處的比較整理如下表，當作是這一段漫長的化石之旅的終點。

	玉井(曾文溪)	左鎮(菜寮溪)
地質	泥岩和砂質泥岩	礫岩及砂質泥岩
地層	玉井頁岩層	崎頂層
年代	上新世	更新世
化石種類	海相化石	海陸皆有
化石來源	原地抬升	1. 原地抬升 2. 上游沖刷下來



## 柒、參考文獻

1. 黃進傳(2011)。臺灣各地的海膽化石。
2. 黃進傳(2015)。臺灣各地的海膽化石 2。
3. 陶錫珍、胡忠恆(2000)。臺灣貝類化石誌 第五卷。中華民國化石礦物協會。
4. 王良傑、陳志鵬(2007)。南瀛化石誌。台南縣政府。
5. 曾文溪沿線化石及地質地形教育初探〈[file:///D:/download/ntnulib\\_ja\\_K0201\\_0395\\_043.pdf](file:///D:/download/ntnulib_ja_K0201_0395_043.pdf)〉。
6. 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會作品說明書。
7. 菜寮溪化石層。〈<http://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=3253>〉。
8. 科學教育月刊 第 395 期 中華民國 105 年 12 月。
9. 台灣地質知識網。〈<https://twgeoref.moeacgs.gov.tw/>〉。
10. 化石狂人誌。〈<https://fossilmeenjoy.pixnet.net/blog>〉。
11. 台灣生命大百科。〈<https://taieol.tw/>〉。
12. Minnie 的化石世界。〈<https://blog.xuite.net/ccy1217/fossil>〉。
13. 台灣物種名錄。〈<http://taibnet.sinica.edu.tw/home.php>〉。
14. 海膽的窩。〈<https://seeigel.pixnet.net/blog>〉