

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 地球科學科

最佳(鄉土)教材獎

080504

海灣沙灘上有孔蟲的遺骸

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者： 小五 孫全佐 小五 江明諺	指導老師： 王雅麗 謝溫仁
-------------------------	---------------------

關鍵詞：有孔蟲、底棲性、海灣

摘要

去年我參加科展，研究的主題是「夢時代地下停車場的地層」，其中最感興趣的是「有孔蟲亞化石」的認識。今年我繼續研究「台南海岸」、「澎湖馬公南邊海岸」及「恆春半島海岸」砂灘上有孔蟲遺骸。我們到這些景點採集泥砂，在實體顯微鏡下觀察泥砂裡有孔蟲殼骸的特徵、外形；並從採集地點的海灣特質，探討有孔蟲的生長環境是淺海、海灣、潟湖和沼澤，並且推想出營養源豐富的地區是有孔蟲生長的好地方。

壹、研究動機

去年我參加「夢時代地下停車場」地層的研究，在長 20m×寬 10m 的地層剖面上，採集了各層的泥砂。從實體顯微鏡的觀察中，發現了許多有孔蟲亞化石，我們只在意有多少有孔蟲亞化石，並沒有仔細觀察有孔蟲亞化石的外貌類別；也沒有深入探索這裡的有孔蟲亞化石代表的意義。只有在老師的指導下，推想以前這裡可能是海灣、淺海或潟湖等地區。

今年我和同學繼續研究有關現生有孔蟲殼骸的外形及特徵，並從一些海岸地區沙灘上採集回來的泥砂，利用實體顯微鏡仔細觀察、描繪。並且和 7800 年前的夢時代有孔蟲亞化石相比較，來驗證當年台南夢時代地區及周圍環境可能的情境。

(教材相關性：康軒版五下第 3 單元：動物世界面面觀)

貳、研究目的

- 一、從實體顯微鏡下觀察「夢時代地下停車場剖面」的泥砂中有孔蟲亞化石的外型特徵及簡易分類，並對有孔蟲亞化石在 7800 年前代表的意義。
- 二、從採集台南海岸鄰近的海灘上泥砂，在實體顯微鏡下觀察，找出現生有孔蟲殼骸，經過描繪、拍照，發現其特徵並從型態上加以分類。
- 三、選擇從台灣幾個地區(恆春半島、澎湖本島及台南附近海岸)採集泥砂，在實體顯微鏡下觀察，找出現生有孔蟲殼骸，經過描繪、拍照，認識其外型特徵及型態上的類別。
- 四、從選擇台灣各個地區的海灣、內海、潟湖等地方，採集的泥砂，其中有孔蟲殼骸的數量特別多，而且外型特徵都和「夢時代地下停車場」中的有孔蟲亞化石很相近。所以我們更能驗證 7800 年前的台南夢時代地區，真的是海灣、潟湖、沼澤等。

參、研究設備及器材

一、觀察的設備儀器

實體顯微鏡（40X）、放大鏡（10X）、照相機

二、取樣器具

塑膠袋(夾鏈袋)、小鏟子、標籤紙、油性筆、篩網、塑膠盤

三、調查區域：包括台灣本島及澎湖馬公市

南部恆春半島、台南海岸及附近、澎湖馬公市南面海岸、台南夢時代地下停車場剖面

四、其它

指北針、地圖、皮尺、計時器、培養皿、鏟子、黑紙、小毛筆、色鉛筆、剪刀、圖畫紙

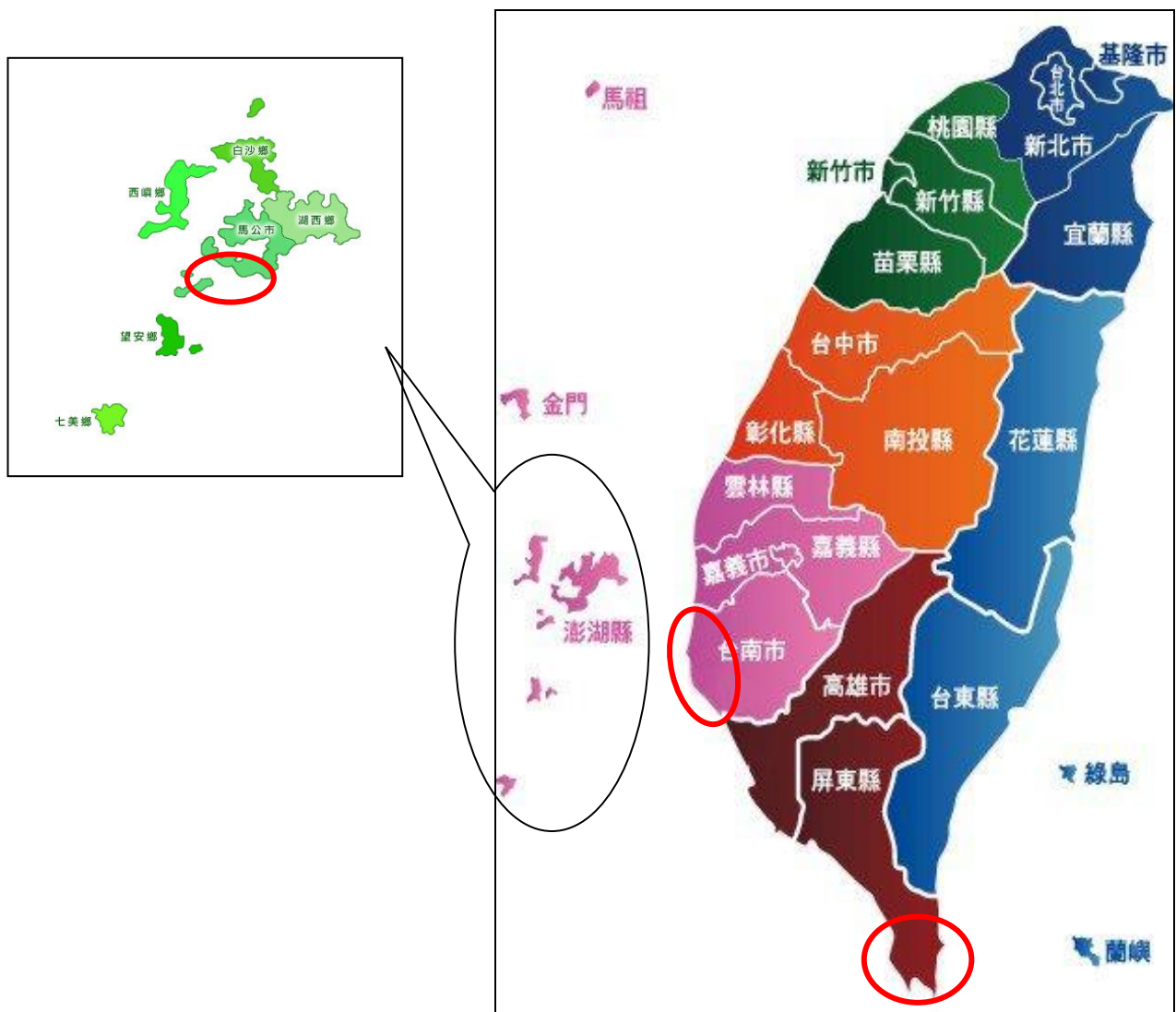


圖 1、台灣本島暨澎湖群島圖

肆、研究過程與結果

一、文獻資料

- (一) 有孔蟲型態學語彙圖解(黃敦友博士編著)，從這本書中可以比對我們採集的有孔蟲殼骸的型態及名稱。
- (二) 浮游性有孔蟲化石圖譜(黃敦友博士編著)，主要選取台灣重要之浮游性有孔蟲化石，以精美圖片彙集成專冊。因此我們便把採集之有孔蟲殼骸來做比對。
- (三) 底棲性有孔蟲化石圖譜(黃敦友博士編著)，本書為研判地層沉積環境之良好指標，而書中有現生性有孔蟲圖片及生活史，及各種底棲性有孔蟲圖片可以參考核對。
- (四) 林朝棨教授在台南台地的第二、三段中，發現含有豐富的貝類和有孔蟲化石，認為此段為海岸砂灘環境。
- (五) 從林朝棨教授提出的台南層第二段，「這一段以細砂及中粒砂組成，成黃棕色，其中含有豐富的貝類和有孔蟲化石。」
- (六) 吳東錦(1990)以鹽性沉積構造及有孔蟲化石分析、推測台南台地東半部沉積環境是唯一古瀉湖及砂洲系統所造成的海推進積層。
- (七) Murray(1973,1991,2006)綜合世界各地如沼澤、大陸棚邊緣、海、瀉湖至深海等不同環境的現生底棲性有孔蟲公布研究指出，底棲性有孔蟲在不同棲息環境會有不同的群聚，利用不同底棲性有孔蟲殼質組合，可以反映出特質的棲息環境。
- (八) 有孔蟲根據不同棲息環境，可以分為浮游性有孔蟲及底棲性有孔蟲兩大類。其中底棲性有孔蟲除了能在沉積物與海水交界面居住外，其生活範圍可達水底與沉積物介面以下 10m 的地方。

(九) 有孔蟲型態上的分類：

表 1、有孔蟲型態上的分類

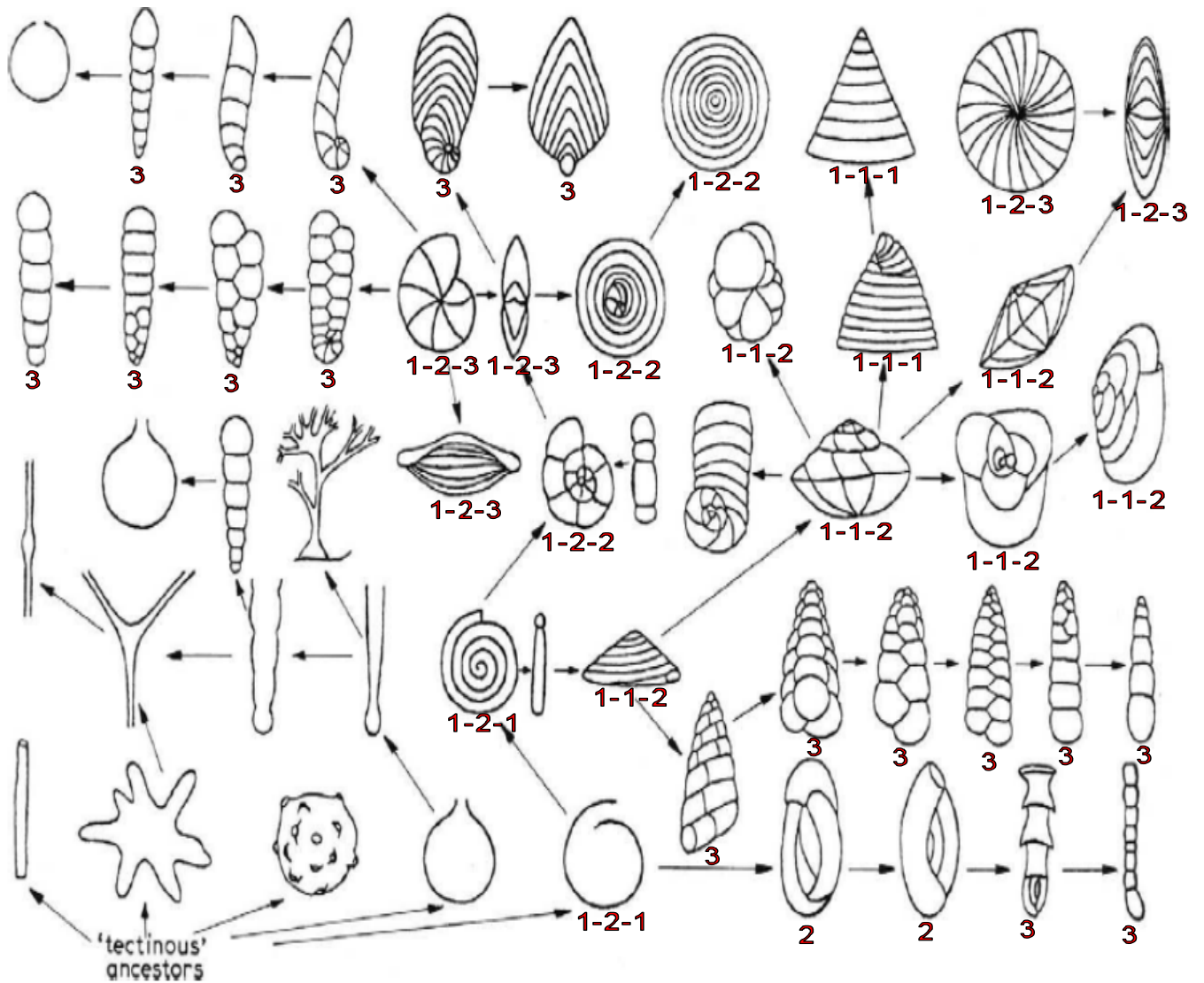
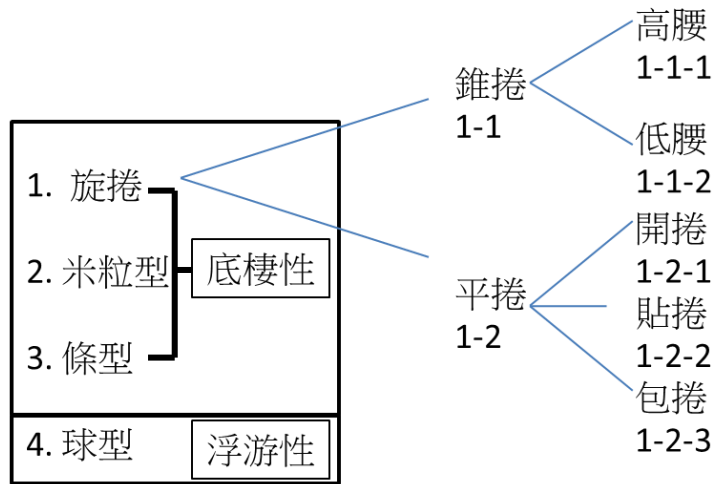


圖 2、有孔蟲類的一些主要型態演變趨勢

二、觀察「夢時代地下停車場剖面」泥砂中的有孔蟲亞化石

(一) 取樣：去年我參加「夢時代地層的研究」從剖面的泥砂中，找到了許多有孔蟲亞化石，只可惜我們只在乎數量上的多少，沒有真正去認識有孔蟲亞化石。今年在老師指導下，我們對去年採集の有孔蟲亞化石依所在地點做抽樣來觀察。

(二) 在實體顯微鏡下觀察、描繪、記錄和請老師拍照

因為是第一次觀察描繪，所以不知怎樣下筆，還好指導老師，把有孔蟲亞化石放在培養皿中，利用實體顯微鏡觀察，告訴我們觀察的重點及描繪的技巧，我們終於學會了。

(三) 下圖是在老師指導描繪顯微鏡下有孔蟲亞化石圖片的步驟：

- 手繪有孔蟲的殼骸（約放大：100 倍）

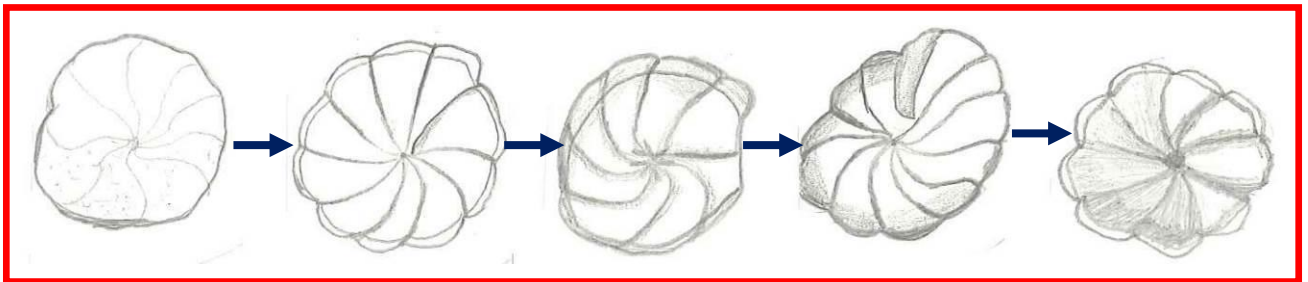


圖 3、實體顯微鏡下，有孔蟲殼骸手繪圖步驟。

下圖為「對稱型」有孔蟲殼骸，外圍有龍骨，殼體結實，可以在「中浪」的海域生存

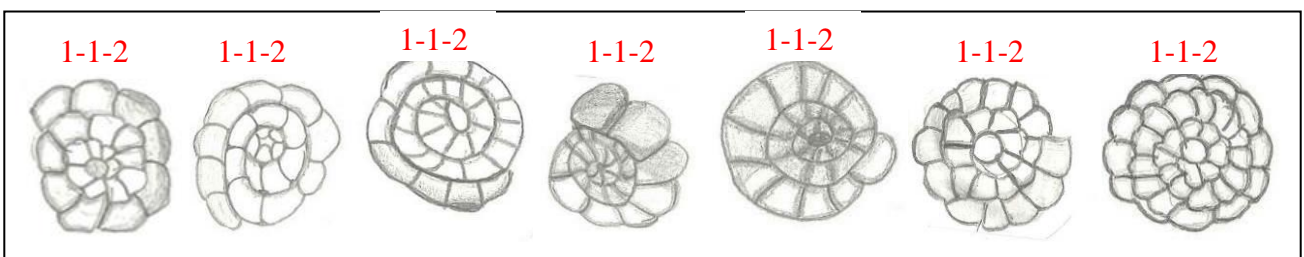


圖 4、對稱型有孔蟲亞化石背視圖

下圖是「米粒型」有孔蟲殼骸的背視圖：外殼脆弱，適合生長在海浪不強的海域，(底棲型有孔蟲) 構造分為：五房蟲、三房蟲、二房蟲。



圖 5、米粒型有孔蟲殼骸的背視圖

下圖是屬於底棲型有孔蟲殼骸的背視圖：身體外圍有堅硬的「龍骨」，適合生長在浪大的海域中。

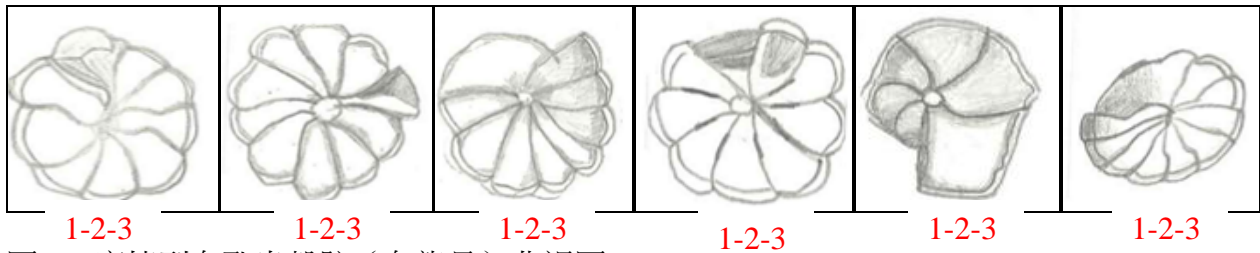


圖 6、底棲型有孔蟲殼骸（有龍骨）背視圖

下圖是屬於底棲型有孔蟲背視圖：其中有「娜氏蟲」、「希望蟲」或「餅型蟲」，因為沒有「龍骨」，結構弱，適合生長在「中等浪」的海域。

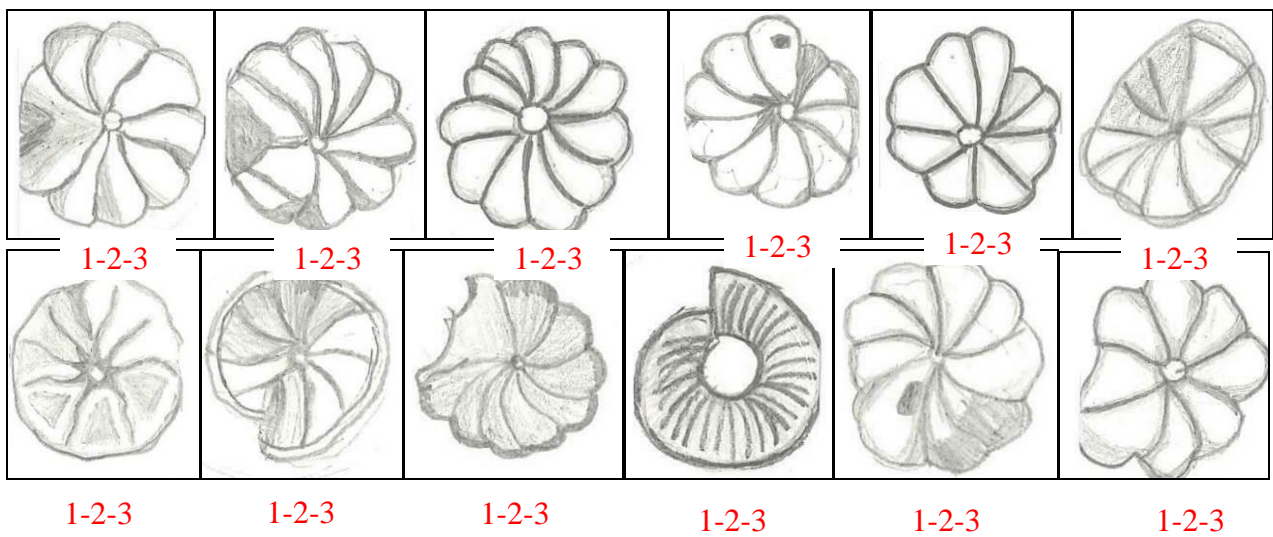


圖 7、底棲性有孔蟲（沒有龍骨）背視圖

（四）去年在「夢時代地下停車場剖面」採集泥砂中有孔蟲亞化石的統計

（由於挑選出來的有孔蟲數量很多無法計算，因此以○代表，○越多代表有孔蟲越多）

表 2、夢時代地下停車場採集泥砂中有孔蟲亞化石統計

	ㄅ	ㄆ	ㄇ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	A	B
第三層	○○ ○○ ○	無採集	無採集	○○ ○○ ○	○○ ○○ ○	無採集	無採集					○○ ○○ ○	○○ ○○
第二層	○○ ○	○○ ○	○○ ○	○○ ○○	○○	○	○○ ○	○	○○ ○	○○ ○	○○	○○ ○○	○○ ○○
第一層	○	○○	○	○	○	○	○	○	○○	○○	○○ ○○	○○ ○	○○ ○

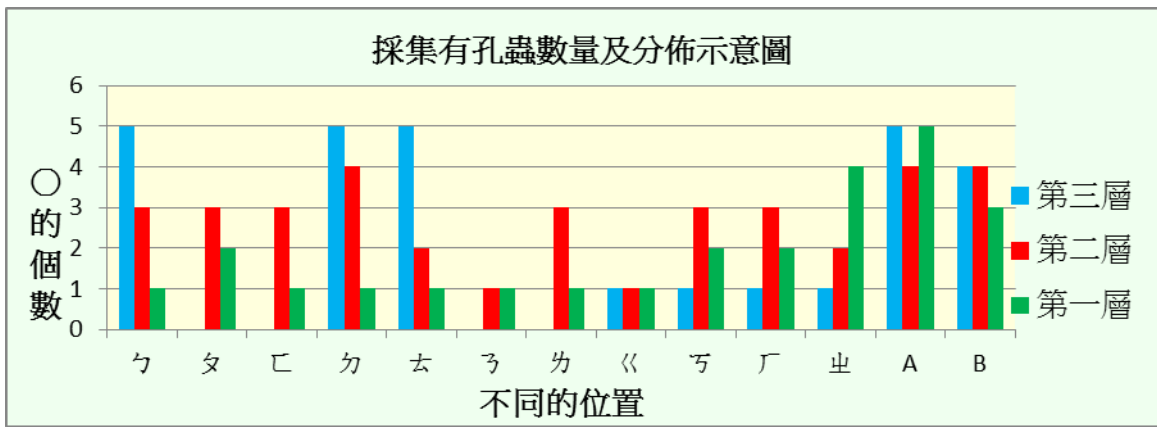


圖 8、夢時代地下停車場採集泥砂中有孔蟲亞化石統計示意圖



海浪在沙灘上的排列，與岸上泥砂的堆積是吻合的

從統計的數量中告訴我們，在 7800 年前這裡是海灣或潟湖，有許多有孔蟲生長在這裡，也意味著這裡的海水中，孕育著許多微小生物。從食物鏈的觀點，這兒的微小生物是多樣性的，也就是這裡的海域中充滿了營養源，提供給生物生存。

(五) 在「夢時代地下停車場剖面」中採集の有孔蟲亞化石的深度不同，數量也不同。其實地層的深淺代表著堆積時間的不同，越底層的堆積代表時間越久遠，越上層代表時間越近代。從不同層次的有孔蟲亞化石的數量上，可以知道這個地區在不同時間海域的發展狀況。

三、採集觀察台南鄰近海岸泥砂中的現生有孔蟲殼骸的型態及特徵

- (一) 難以想像的：現今「夢時代大樓」的大片土地，在 7800 年前是海岸、海灣或潟湖。而現今的台南海岸距離「夢時代大樓」大約在 10km 以上。這表示 7800 年來，原先的大海漸漸的變成陸地，這些陸地是怎樣形成的呢？這一大片的陸地裡面到底蘊藏了什麼寶物呢？
- (二) 我們選定了台南附近的海岸地方：二仁溪海岸(南岸)、黃金海岸、安平海岸(鹽水溪出海口)、曾文溪出海口(南岸)、七股潟湖海岸等五個地區。
 - 1.採集泥砂的地方：在距離岸邊 20m 的地方，用小鏟子挖一些放進夾鏈袋收集起來。
 - 2.測量浪高、每分鐘的波浪數量，觀察海浪打上岸的顏色(拍照)。
 - 3.把每個取樣的的地方拍照。(包括海岸線的地方)

4.觀察海水性質：

- (1) 用塑膠盆子蒐集海水，再倒入瓶中。
- (2) 利用 pH meter 測海水的酸鹼度。
- (3) 利用鹽度計測量海水的鹽度。
- (4) 利用溫度計測量海水的溫度。

5.觀察泥砂性質

- (1) 利用肉眼觀察泥砂的顏色。
- (2) 用手搓一搓泥砂的粗細。
- (3) 用篩網測出泥砂的粗細程度。
- (4) 利用實體顯微鏡觀察泥砂中的有孔蟲遺骸，並加以描繪、拍照(請老師拍照)。

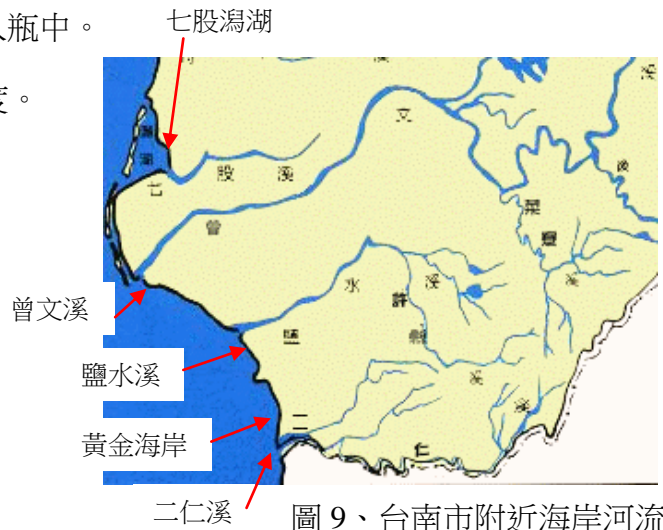


圖 9、台南市附近海岸河流

(三) 觀察的結果：

1.觀察二仁溪出海口海岸泥砂的有孔蟲殼骸



圖 10、二仁溪出海口海岸



圖 11、實體顯微鏡下二仁溪出海口泥砂

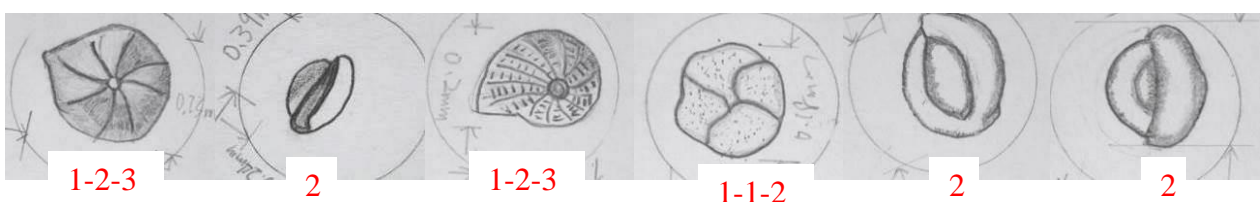


圖 12、實體顯微鏡下二仁溪出海口有孔蟲殼骸手繪圖

2.觀察黃金海岸海灘泥砂的有孔蟲殼骸



圖 13、黃金海岸海灘

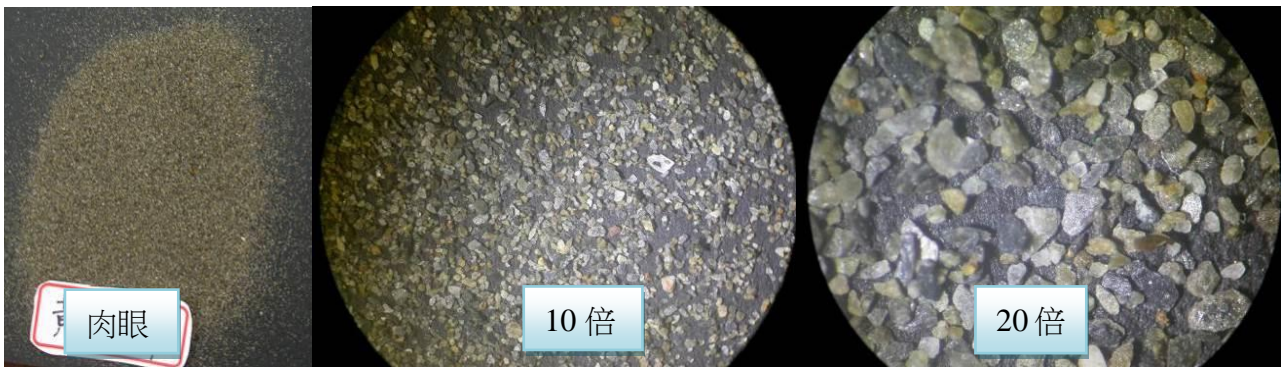
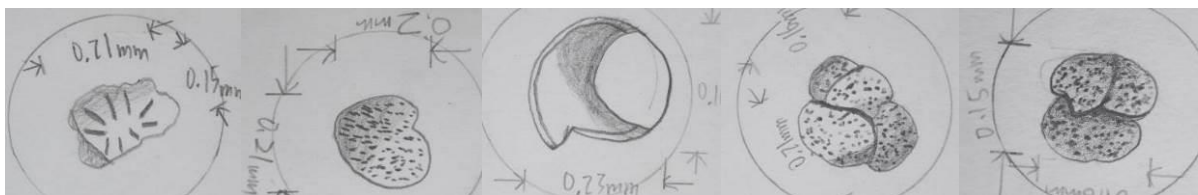


圖 14、實體顯微鏡下黃金海岸海灘泥砂



碎片

1-2-3

1-2-3

1-1-2
浮游性

1-1-2
浮游性

圖 15、實體顯微鏡下黃金海岸海灘泥砂中有孔蟲殼骸手繪圖

3. 觀察鹽水溪出海口海岸泥砂的有孔蟲殼骸



圖 16、鹽水溪出海口海岸

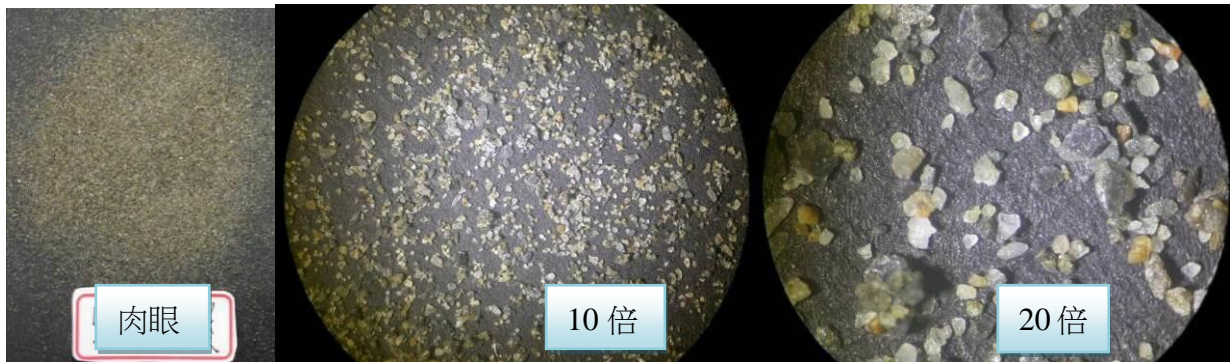


圖 17、實體顯微鏡下鹽水溪出海口泥砂

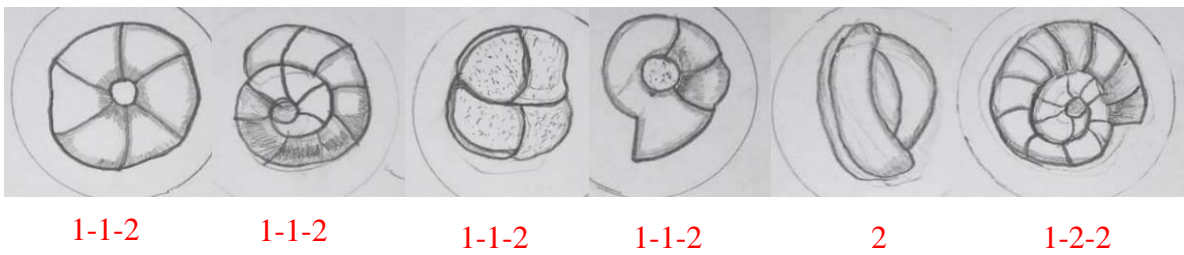


圖 18、實體顯微鏡下鹽水溪出海口泥砂中有孔蟲殼骸手繪圖

4.觀察曾文溪出海口泥砂的有孔蟲殼骸



圖 19、曾文溪出海口

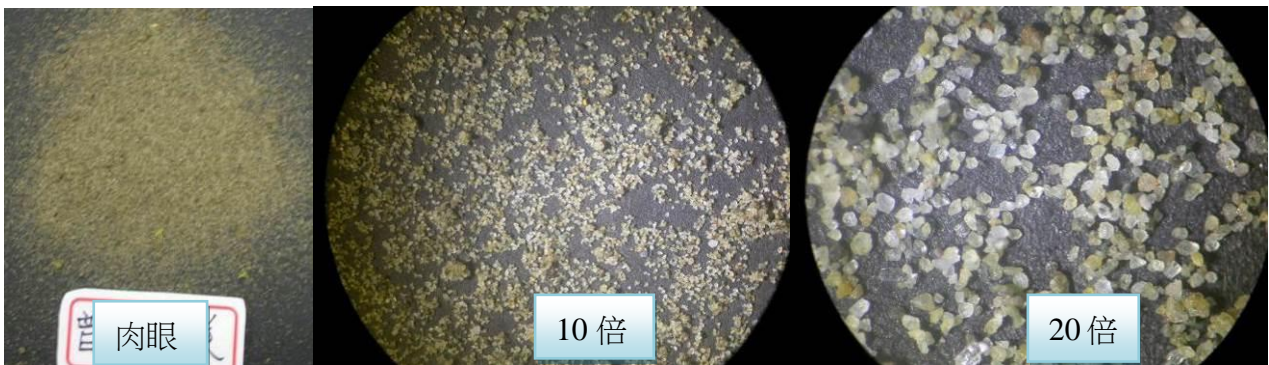


圖 20、實體顯微鏡下曾文溪出海口泥砂

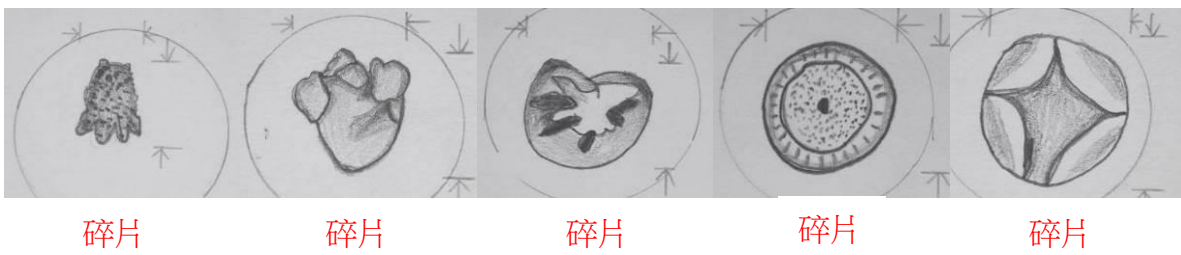


圖 21、實體顯微鏡下曾文溪出海口泥砂中有孔蟲殼骸手繪圖

5.觀察七股瀉湖海岸泥砂的有孔蟲殼骸



圖 22、七股瀉湖海岸

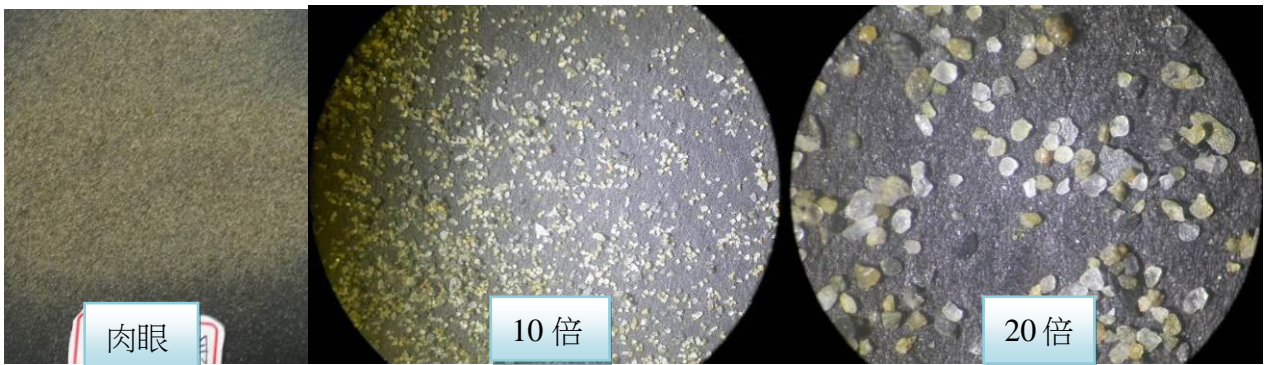


圖 23、實體顯微鏡下七股瀉湖海岸的泥砂

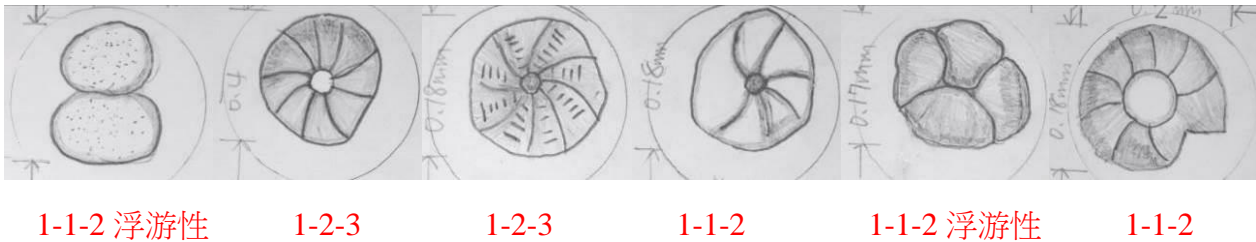


圖 24、實體顯微鏡下七股瀉湖海岸的泥砂中有孔蟲殼骸手繪圖

四、採集澎湖本島馬公市南邊海灘泥砂中的有孔蟲殼骸

- (一) 寒假時，老師帶我們坐飛機到澎湖採集、觀察馬公市南邊海岸的泥砂。
- (二) 我們在老師的朋友張老師帶領下，先到風櫃、再往罟裡、山水、林投，最後到隘門。
這裡的泥砂是土黃色的，海浪很小、海水清澈。我們在每一個地方都採集二小袋泥砂，一袋是海浪打上來的地方，另一袋是距離海灘 10m 的地方。
- (三) 回到學校老師指導我們利用實體顯微鏡觀察、描繪有孔蟲的外形，並請老師拍照。
- (四) 觀察結果：

1. 觀察風櫃海灣泥砂的有孔蟲殼骸



圖 25、風櫃海灣

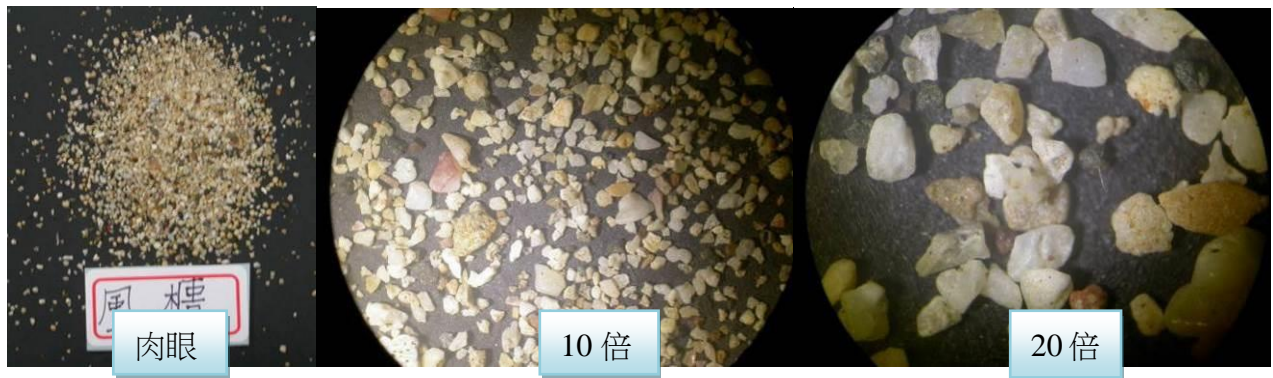


圖 26、實體顯微鏡下風櫃海灣的泥砂

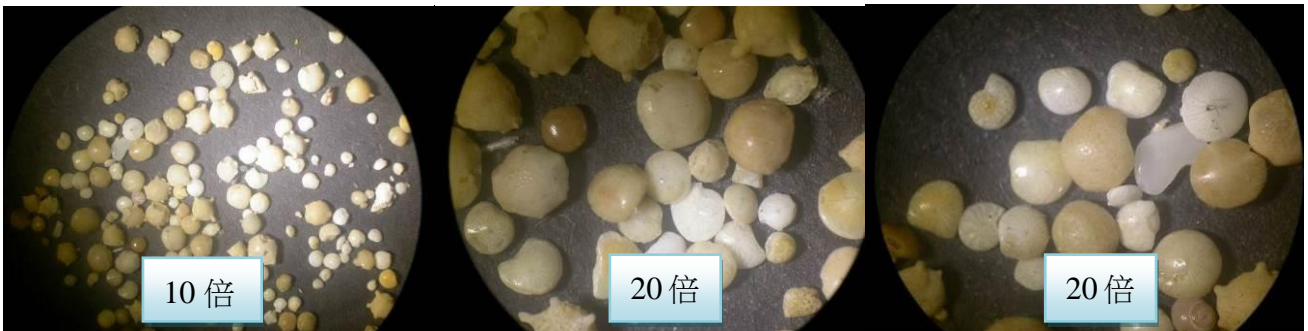
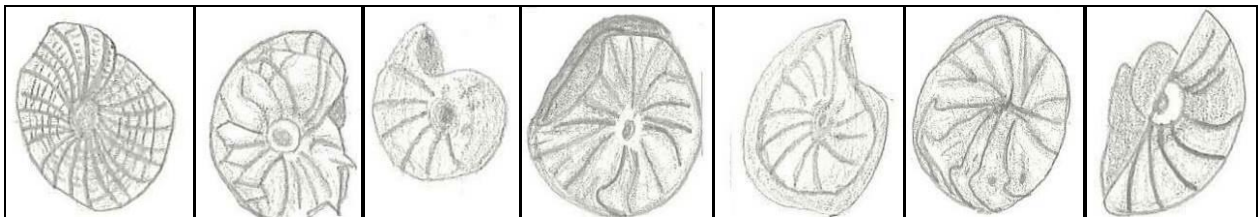


圖 27、實體顯微鏡下風櫃海灣泥砂中有孔蟲殼骸

下圖是底棲性有孔蟲殼骸背視圖：外殼外圍有龍骨使殼體結實，不易破裂，適合生長在強浪的海域。



1-2-3

1-2-3

1-2-3

1-2-3

1-2-3

1-2-3

1-2-3

網狀縫合線 分叉狀縫線 二龍骨

殼體破碎

圖 28、實體顯微鏡下風櫃海灣泥砂中有孔蟲殼骸手繪圖

2.觀察嵵裡海邊泥砂的有孔蟲殼骸



圖 29、嵵裡海邊泥砂



圖 30、實體顯微鏡下嵵裡海邊泥砂



圖 31、實體顯微鏡下嵵裡海邊泥砂有孔蟲殼骸

下圖是屬於修飾型有孔蟲殼骸背視圖：為對稱型，縫合線強化殼體，(底棲性有孔蟲) 其為旋捲最後一圈(包捲)

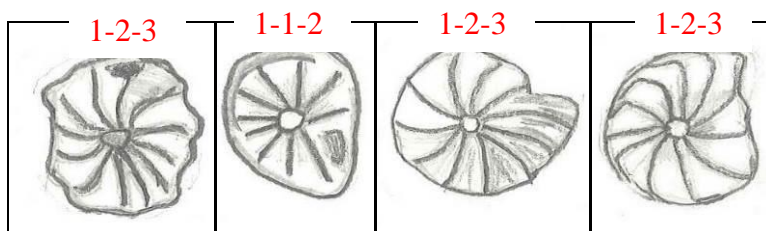


圖 32、實體顯微鏡下嵵裡海邊泥砂有孔蟲殼骸的手繪圖

下圖為有孔蟲殼骸背視圖：對稱型，外殼強化、結實，適宜強浪海域中。(底棲性有孔蟲)

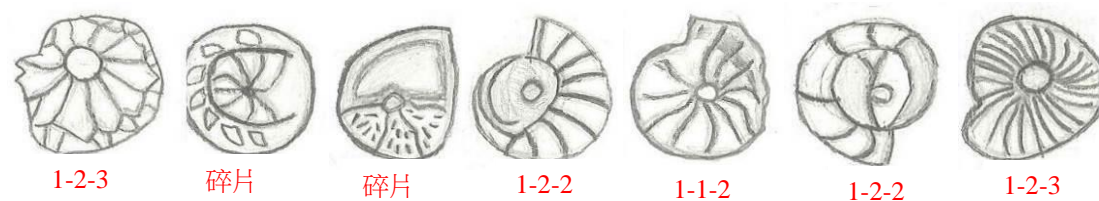


圖 33、嵵裡海邊有孔蟲殼骸背視圖手繪圖

3.觀察山水海邊泥砂的有孔蟲殼骸



圖 34、山水海邊泥砂

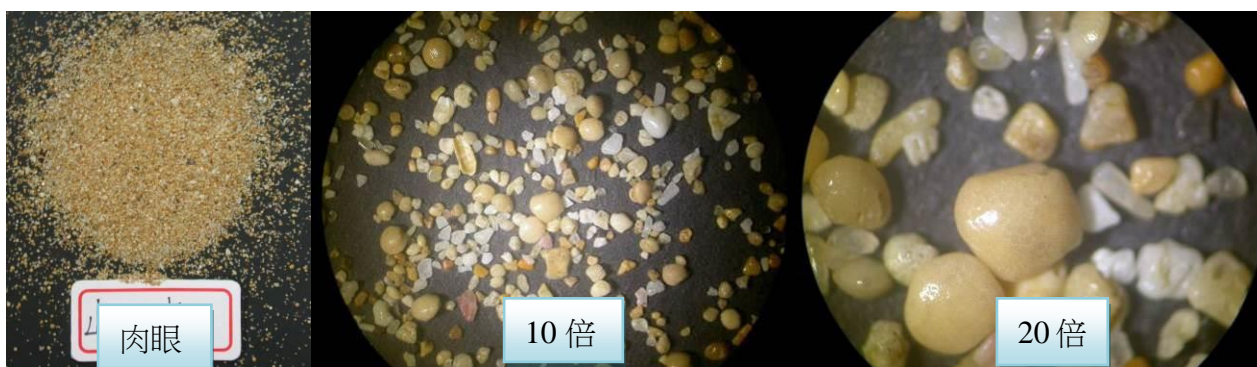


圖 35、實體顯微鏡下山水海邊的泥砂



圖 36、實體顯微鏡下山水海邊泥砂中有孔蟲殼骸

下圖為山水海邊泥砂中有孔蟲殼骸背視圖：對稱型有孔蟲，種類多，多樣性，表示此海域(底棲性有孔蟲) 營養源豐富，環境穩定。

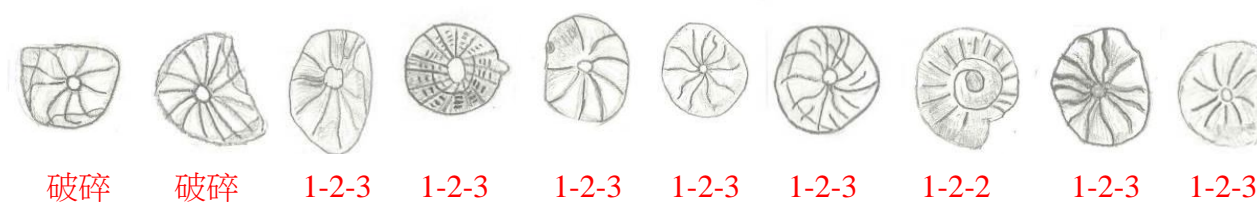


圖 37、實體顯微鏡下山水海邊泥砂中有孔蟲殼骸手繪圖

4.觀察林投海邊泥砂的有孔蟲殼骸

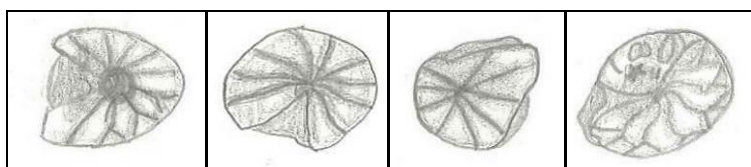


圖 38、林投海邊泥砂



圖 39、實體顯微鏡下林投海邊泥砂和有孔蟲殼骸

下圖為對稱型有孔蟲殼骸，名稱為透鏡蟲的背視圖。(底棲性有孔蟲)



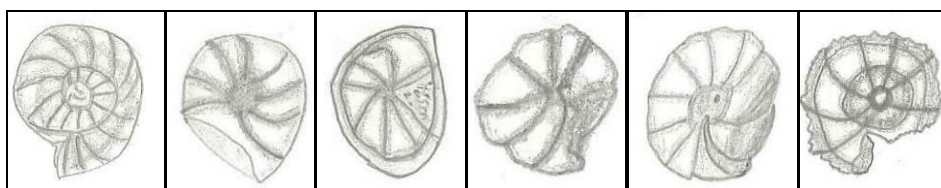
1-2-3

1-1-2

碎片

1-2-3

下圖為林投海邊泥砂中有孔蟲殼骸背視圖：圖中外圍有龍骨，可以強化殼體，其中有娜氏蟲。(底棲性有孔蟲) 種類多，適合生長在強浪下。



1-1-2

1-2-3

1-2-3

1-2-3

1-2-3

1-2-3

圖 40、實體顯微鏡下林投海邊泥砂中有孔蟲殼骸手繪圖

5.觀察隘門海邊泥砂的有孔蟲殼骸



圖 41、隘門海邊的泥砂

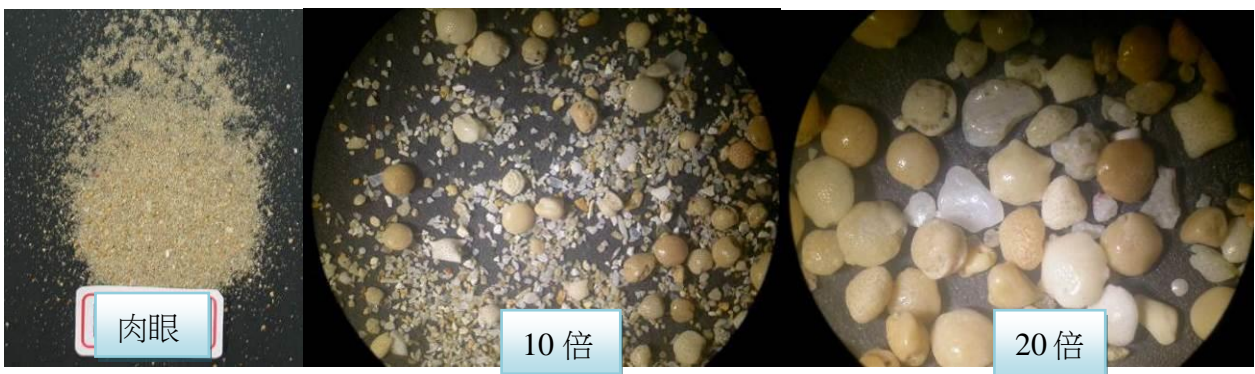


圖 42、實體顯微鏡下隘門海邊的泥砂和有孔蟲殼骸

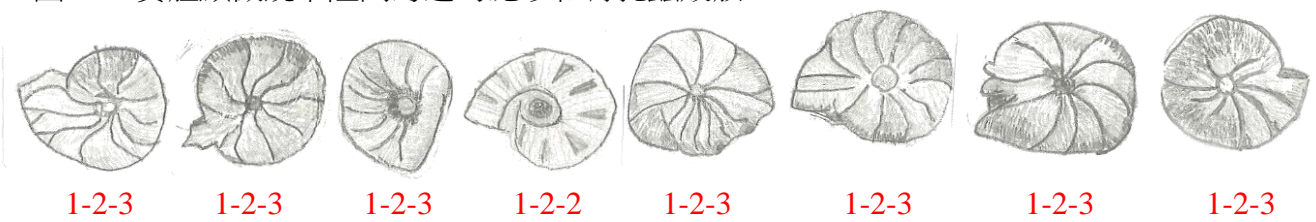


圖 43、實體顯微鏡下隘門海邊的泥砂中有孔蟲殼骸手繪圖

五、採集觀察恆春半島珊瑚礁海岸貝殼砂中的有孔蟲殼骸

(一) 戶外教學遊墾丁

去年的暑假科學中心舉辦墾丁之旅，我們參加了這個活動。在上課前老師先介紹這次去的幾個活動地點，有：海口潮間帶、南灣海岸、墾丁海灣、船帆石海灘和風吹沙海邊的珊瑚礁海岸。

(二) 貝殼砂裡的有孔蟲殼骸

老師說：「墾丁國家公園的貝殼砂是不可以採集的。」可是為了要研究貝殼砂裡的有孔蟲殼骸，怎麼辦呢？老師說：「還是不可以採集！」好失望哦！還好老師說他有一位屏東的老師，在幾年前為了研究墾丁的貝殼砂，曾經申請採集了一些泥砂。所以我們就有了這裡的貝殼砂了。

(三) 利用實體顯微鏡觀察貝殼砂裡的有孔蟲殼骸，下面是觀察有孔蟲殼骸的描繪圖片：

1. 觀察海口潮間帶泥砂的有孔蟲殼骸



圖 44、海口潮間帶貝殼砂

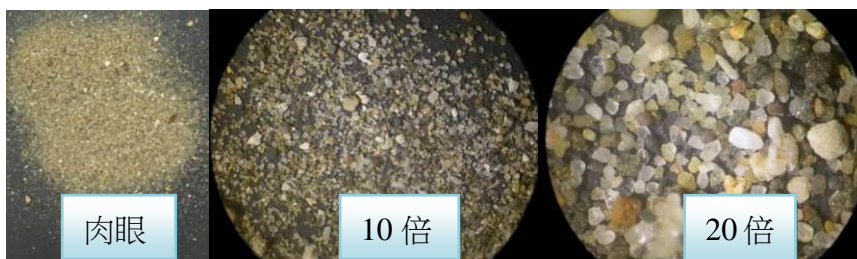
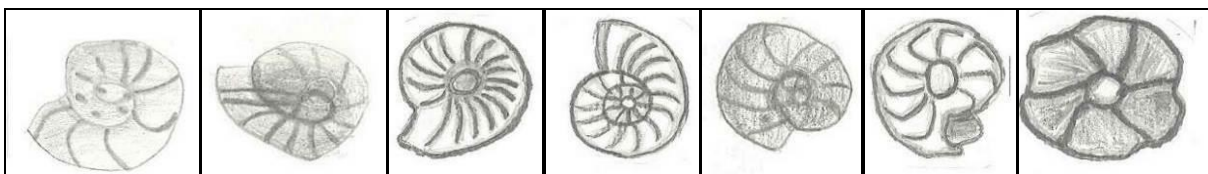


圖 45、實體顯微鏡下海口潮間帶貝殼砂

下圖為有孔蟲殼骸背視圖：對稱型，其中有口蓋，適宜強浪海域。（底棲性有孔蟲）



1-2-2

1-2-2

1-2-3

1-2-2

1-2-2

1-2-3

1-1-2

圖 46、實體顯微鏡下海口潮間帶貝殼砂中有孔蟲殼骸手繪圖

2.觀察南灣海岸的貝殼砂的有孔蟲殼骸



圖 47、墾丁南灣海岸的貝殼砂

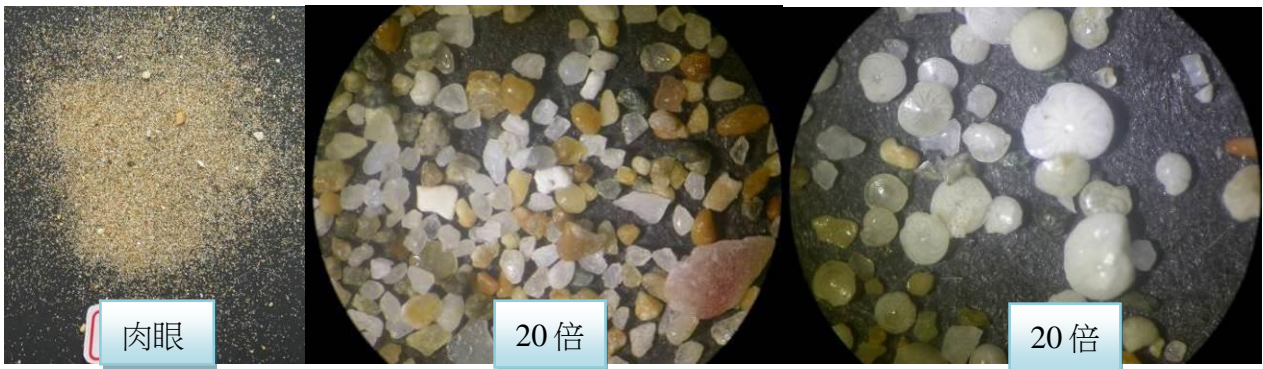


圖 48、實體顯微鏡南灣海岸的貝殼砂和有孔蟲殼骸

下圖為南灣海岸的貝殼砂中有孔蟲殼骸背視圖：對稱型，修飾型，有縫合線，但破損嚴重，表示生長海域海浪強大。(底棲性有孔蟲)



圖 49、實體顯微鏡下墾丁海灣的貝殼砂中有孔蟲殼骸手繪圖

3.觀察墾丁海灘貝殼砂的有孔蟲殼骸



圖 50、墾丁海灘貝殼砂

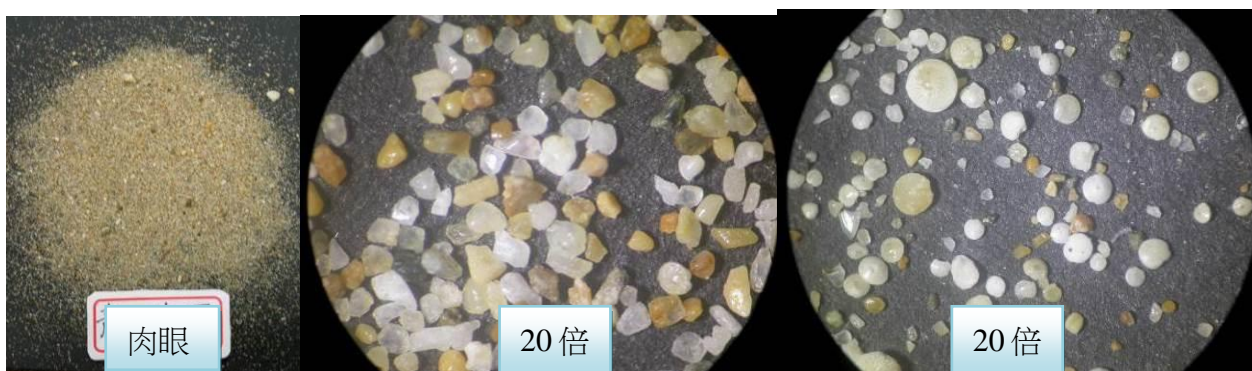


圖 51、實體顯微鏡墾丁海灘貝殼砂和有孔蟲殼骸

下圖為對稱型有孔蟲背視圖：殼體破壞嚴重，表示生長海域浪大。(底棲性有孔蟲)

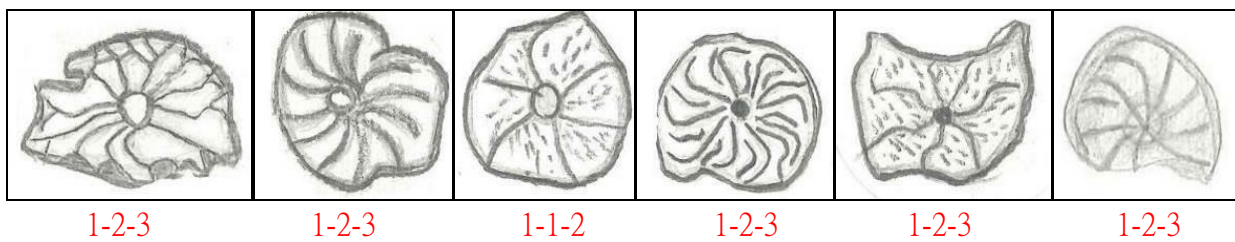


圖 52、實體顯微鏡下墾丁海灘貝殼砂中有孔蟲殼骸手繪圖

4. 觀察船帆石海灘的貝殼砂裡的有孔蟲殼骸



圖 53、船帆石海灘

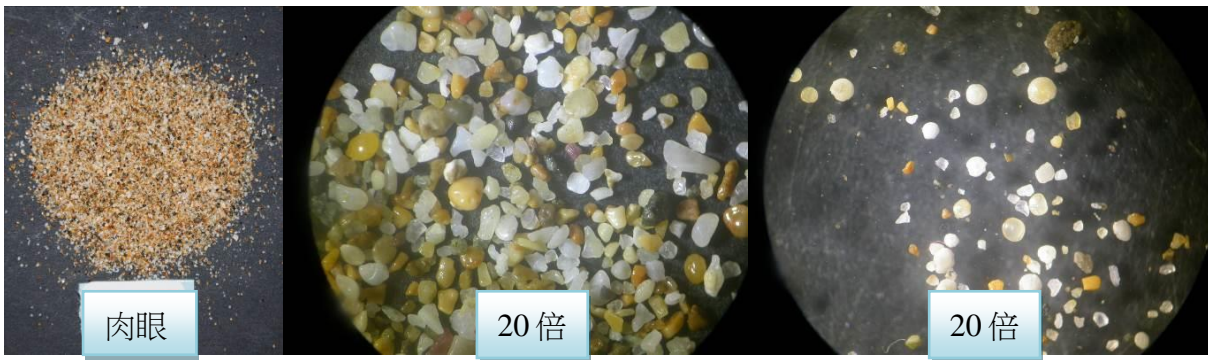


圖 54、實體顯微鏡下船帆石海灘的貝殼砂及有孔蟲殼骸



1-2-2

1-2-2

1-1-2

1-1-2

1-2-3

圖 55、實體顯微鏡下船帆石海灘貝殼砂中有孔蟲殼骸的手繪圖

5.觀察風吹砂海邊的貝殼砂裡的有孔蟲殼骸



圖 56、風吹砂海邊

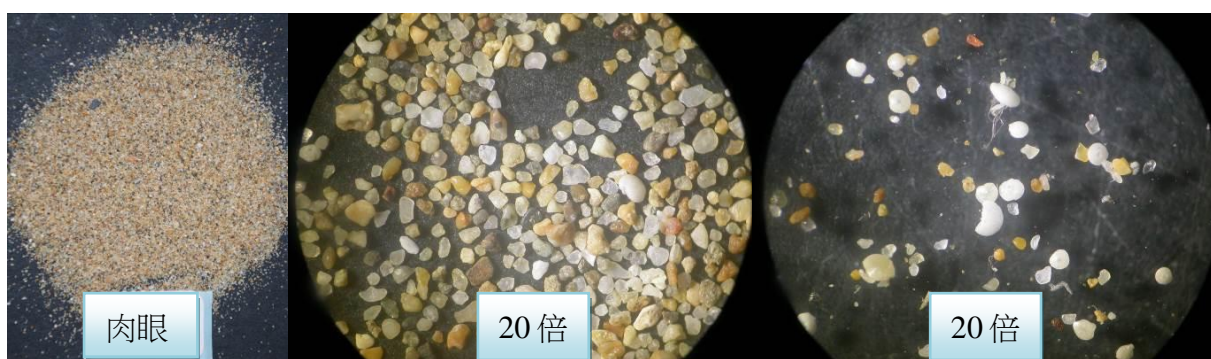


圖 57、實體顯微鏡下風吹砂海邊的貝殼砂及有孔蟲殼骸



1-2-3

1-2-3

1-2-2

1-1-2

1-1-2


圖 58、實體顯微鏡下風吹砂海邊貝殼砂中有孔蟲殼骸的手繪圖

伍、研究結果

從台南附近海岸線、澎湖馬公市南邊海岸線及恆春半島海岸線的環境特徵與有孔蟲殼骸的分布狀況，得到下面的結果。

一、.台南附近海岸線

表 3、台南附近海岸線環境比較

觀察地點	二仁溪出海口				黃金海岸				鹽水溪出海口				曾文溪出海口				七股潟湖				
海岸地形	平直				平直				平直				平直								
河流出口	二仁溪				南有仁溪				鹽水溪				曾文溪				×				
泥砂特徵	顏色	灰淡黑色				灰淡黑色				灰淡黑色				灰淡黑色				灰淡黑色			
	顆粒大小	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	所佔 %	2	74.7	17.8	5.5	1.6	83.2	9.3	5.9	1.0	50.3	35.3	13.4	0.3	13.6	46.8	39.3	50.7	28.3	15.0	6.0
	成分	許多黑色顆粒(板岩屑)，少量白色(貝殼碎屑)及透明(石英粒)				多黑色顆粒(板岩屑)，少量白色顆粒(貝殼碎屑)				多量白色(貝殼碎屑)或透明結晶(石英粒)，少量黑色顆粒(板岩屑)				都是透明的結晶(石英砂)				都是透明結晶(石英砂)及黑色顆粒(板岩屑)			
海浪特色	強度	中級				中級				中級				中級				小浪			
	頻率	14 次/min				14 次/min				14 次/min				14 次/min				12 次/min			
	浪高	30~50cm				30~50cm				50~100cm				50~100cm				20cm			
	海水清澈	黃色海浪及海水(淤砂)				黃色海浪及海水(淤砂)				黃色海浪及海水(淤砂)				黃色海浪及海水(淤砂)				黃色泥砂的顏色(淤泥)			
海水性質	pH 值	7.15				7.15				7.20				7.20				7.55			
	鹽度	30~35/1000				30~35/1000				30~35/1000				30~35/1000				30~35/1000			
有孔蟲組成	種數	多樣性				多樣性				多樣性				多樣性				多樣性			
	數量	50 枚/50g				65 枚/50g				46 枚/50g				62 枚/50g				38 枚/50g			
	大小	微體				微體				微體				微體				微體			
	破碎	無				少量碎片				無				碎片				無			
類別	1-1-2				1-1-2				1-1-2				碎片				1-2-3				
	1-2-3				1-2-3				2												
	2				碎片																

泥砂顆粒大小(篩網的口徑大小: MESH 表示 1inch 的篩口數)

MESH A : 30 , B : 50 , C : 70 , D : 100

二、澎湖本島南邊海岸

表 4、澎湖本島南邊海岸環境比較

觀察地點	①風櫃海岸	②蒔裡海岸	③山水海岸	④林投海岸	⑤隘門海岸																
海岸地形	很小，內海 內有珊瑚礁	內海 北有砂丘阻止 海浪	海灣凹型狹小	圍成彎曲型海 灣，北邊有高 物阻擋。	北有狹長海灣 圍成彎曲型																
河流出口	×	×	×	×	×																
泥砂特徵	顏色	暗黃色				暗黃色				米黃色				米黃色				米黃色			
	顆粒 大小	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	所佔 %	37.7	31.5	29.2	1.6	9.1	63.0	19.6	8.3	8.1	83.8	7.9	0.2	76.9	19.9	1.7	1.5	53.1	33.6	10.7	2.7
	成分	白色結晶(貝殼 砂)、黑色顆粒 (鎂鐵礦物)				白色透明(貝 殼砂)、黃色				有孔蟲殼骸、 白色結晶(貝 殼砂碳酸鈣)				有孔蟲殼骸、 白色結晶(貝 殼砂)				有孔蟲殼骸、 白色結晶(貝 殼砂)			
海浪特色	強度	很小				小				小				小				小			
	頻率	13 次/min				13 次/min				13 次/min				12 次/min				13 次/min			
	浪高	約 20cm				約 30cm				約 20m				20cm				30cm			
	海水 清澈	清澈有海藻				黑色浪花				清澈				清澈				有黑色泥砂的 顏色			
海水性質	pH 值	7.85				7.80				7.75				7.85				7.75			
	鹽度	30~35/1000				30~35/1000				30~35/1000				30~35/1000				30~35/1000			
有孔蟲組成	種類	多樣性				多樣性				多樣性				多樣性				多樣性			
	數量	約 2254 枚/50g				約 3177 枚 50g				約 2761 枚/50g				約 10784 枚 /50g				約 11630 枚 /50g			
	大小	粗大				比較小				粗圓大				粗圓大				粗圓大			
	破碎	少量				少量				少量				少量				少量			
類別	1-2-3				1-1-2 1-2-2 1-2-3				1-2-2 1-2-3				1-1-2 1-2-3				1-1-2 1-2-2 1-2-3				

三、恆春半島海灣

表 5、恆春半島海灣環境比較

觀察地點	①海口				②南灣				③墾丁海灣				④船帆石				⑤風吹砂				
海岸地形	海灣				海灣				海灣				海灣				海灣				
有河流出口	V				x				x				x				有小溪流入				
泥砂 特徵	顏色	米黃色				米黃色				米黃色				米黃色				米黃色			
	顆粒 大小	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	所佔 %	4.9	73.9	20.1	1.1	35.9	62.4	1.7	0	11.0	61.1	25.3	2.6	13.4	82.1	3.5	1.0	2.0	81.3	15.1	1.6
	成分	透明(石英砂) 黃色(貝殼砂) 黑色結晶(板 岩屑)				透明(石英砂) 白色(貝殼砂) 少量黑色(板 岩屑)				透明(石英砂) 白色結晶(貝 殼砂)				透明(石英砂) 白色結晶(貝 殼砂)				貝殼砂、白色 (殼屑)、透明 (石英砂)			
海浪 特色	強度	強				小				小				強				強			
	頻率	缺				缺				缺				缺				缺			
	浪高	30~50cm				30~50cm				30~50cm				50~100cm				200~300cm			
	海水 清澈	清澈				清澈				清澈				清澈				清澈			
海水 性質	pH 值	7.81				7.47				7.37				7.40				7.53			
	鹽度	30~35/1000				30~35/1000				30~35/1000				30~35/1000				30~35/1000			
有孔 蟲組 成	種類	多樣性				多樣性				多樣性				多樣性				多樣性			
	數量	432 枚/50g				841 枚/50g				365 枚/50g				687 枚/50g				234 枚/50g			
	大小	小				小				小				小				小			
	破碎	大多破碎				破碎多				破碎多				破碎多				破碎多			
類別	1-1-2 1-2-2 1-2-3 碎片多				1-1-2 1-2-3 碎片多				1-2-3 1-1-2				1-1-2 1-2-3				1-1-2 1-2-2 1-2-3				

陸、討論

探討各景點、河口、海岸泥砂及有孔蟲殼骸的分佈情境。

一、台南附近海岸

- (一) 台南附近沿岸淺海的水質及砂灘上的泥砂性質，經過調查分析，從南到北，受到二仁溪、鹽水溪、嘉南大圳、曾文溪等攜帶廢棄物及有毒物品的的流入。(如二仁溪以前受到重金屬、化學藥劑等的殘留；鹽水溪重金屬、廢棄油品、強酸強鹼等化學藥品的危害與汙染)使河口附近地區的海水淡化，鹽度降低，海水的 pH 值也下降了，更使沿岸海域的微小生物變少了；食物中的營養源大量減少流失，使有孔蟲的食物消失了。因此有孔蟲殼骸的數量大減。從我們的仔細觀察測定每 50g 的泥砂中有孔蟲的數量約 50 個，種類也不多。
- (二) 除了海水的鹽度及 pH 值外，台南附近沿岸的海岸線平直、海浪高又強，海水也深，在冬季時，東北季風特別強大，氣溫低海水溫度也低；海流強，對有孔蟲的生長有著重大影響，也會使有孔蟲的數量減少。
- (三) 海岸底質的泥砂性質對有孔蟲的生長影響也很重要，例如七股潟湖的海底泥砂沉積，顆粒非常的細小，有如泥狀，在顯微鏡下的顆粒很細小，顆粒間緊密膠結在一起，透氣性自然變差。本區域因為沉積物多為淤泥，長滿了紅樹林，時間一久會分泌出毒性物質，使水中微小生物不易存活，湖中營養源不足，水中溶氧量缺少，以致有孔蟲不易生長在這個環境裡。



圖 59、台南市附近海岸河流

二、澎湖馬公市南邊海岸環境因子與有孔蟲的生長

- (一) 澎湖馬公市南邊海岸，由西而東有風櫃海灣、嵵裡海灣、山水海灣、林投海灣及隘門海灣。從海岸的性質觀察，每個景點都是小型的海灣包圍，不容易受到外海海浪、海流的影響。所以海浪小、浪高都在 50cm 以下(我們觀察時海浪高度)，而且每分鐘大約有 12~13 次的海浪打在岸邊。這些區域沒有河流流入，所以海水的鹽度、酸鹼性變化不大，海水的性質變化少，使海水中的微小生物生長旺盛，也使有孔蟲的生長穩定，數量變多。
- (二) 本區的幾個景點的海水深度，靠近岸邊的海水深度都在腰部以下。所以海水深度比較淺；老師也利用相機拍攝海浪沖到岸邊的情形，從浪花中看見海水清澈；從岸邊看見海水也很清澈。所以從這些景點採集的泥砂中，可以發現有孔蟲殼骸的數量非常多，風櫃、嵵裡、山水海灘每 50g 的泥砂中大約有 2000 個以上有孔蟲殼骸；而林投、隘門海岸泥砂中的有孔蟲殼骸數量每 50g 中含有 1 萬以上的有孔蟲殼骸，也發現許多像星星的有孔蟲殼骸。
- (三) 本區的幾個景點，位在澎湖馬公市的南邊海岸，在冬季受到東北季風的影響比較小一點，而且每個景點都在海灣的包圍內，所以海水溫度變化小，也就是不會有太明顯的變化，這對有孔蟲及微小生物生長都不會造成很大的危害，所以有孔蟲不會大量死亡。
- (四) 這些景點的海底沉積的泥砂，除了嵵裡海灣的泥砂特別細緻外，其他地方如風櫃的泥砂特別粗粒，因為海灣小，靠岸邊的泥砂中粗顆粒較多。細顆粒沉積在底下，所以孕育的微小生物豐富，也使有孔蟲特別多。而且有孔蟲的顆粒特別大，磨損也多。在山水、林投和隘門的海岸，海灣小，圍繞的海岸出現被圍的情景。這裡的海浪特別低，在我們觀察時的浪高約 20cm 以下海浪非常平穩，所以在泥砂中所觀察到的有孔蟲殼骸，圓圓的，個體又很小，數量太多了，在泥砂中大部分是貝殼砂及白色透明的砂。
- (五) 在澎湖馬公市南邊海岸，在地質上以玄武岩為主的地層，長時間以來，受到海水的侵蝕，使岩石中能溶解在水中的有機化合物及微量元素，都充足的溶解在沿海的海水中，這些特殊的元素是沿海地區微小生物及有孔蟲最佳的營養源，也使澎湖地區的近海魚類豐富，因此從「食物塔」的觀點，微小生物及有孔蟲常位居下層的位置，也表示有孔蟲在生物的食物塔中是重要的地位。

三、恆春半島幾個海岸線的觀察點

- (一) 恆春半島位於台灣最南部，終年受到黑潮海流的影響，水溫最高；也常受到旺盛的西南氣流的衝擊，海浪高、海水深、海水衝擊力量大。本區為台灣珊瑚的主要生殖區，所以海水中的微小生物特別豐富。又因為本區很少有很長的溪流，所以海岸的海水不受淡水的流入而改變海水的鹽度和 pH 值，也使海水的性質穩定。所以在本區的有孔蟲的數量多、種類也多。
- (二) 本區因為是珊瑚礁海岸，所以海水深，海水清澈，造成生物的多樣性，由其微小生物特別多，使海域的營養源特別豐富，有利於有孔蟲的生長。
- (三) 從本區採集的泥砂中，發現大部分是貝殼砂及生物碎屑，也表示海底生物單純，又因核三廠出海口在此區，所以海水溫度受到控制和調節，可能使有孔蟲生長受到保護。
- (四) 恆春半島的海岸大部分是海灣，例如南灣、海口海灣、船帆石海灣等，都是有孔蟲遺骸完整保存生長的好地方，受到西南氣流、黑潮的影響，風浪特別強，造成有孔蟲遺骸的破碎。



圖 60、恆春半島附近海灣

柒、結論

- 一、從去年我參加「夢時代地下停車場地層剖面泥砂」的研究中，對每層泥砂的特徵與每層中有孔蟲亞化石的發現，給我很大的驚奇。今年我與同學繼續研究台南附近海岸、澎湖馬公市南邊海岸及恆春半島海岸泥沙中有孔蟲殼骸的數量、特徵、種類等與沉積環境間的關係比較。
- 二、去年的研究知道：7800 年前台南地區地層中的有孔蟲亞化石的量非常豐富，引起我對台南附近海岸泥砂中有孔蟲殼骸的調查的期望，結果失望了，在台南地區的五個調查地點，找到有孔蟲殼骸的數量是很少的(約 50g 的泥砂中，有 50 個)。由其在七股潟湖的泥砂中，只找到零星的 38 個很小的有孔蟲。這表是台南附近海岸的海水受到嚴重汙染，海水的鹽度下降，pH 值也下降，海水溫度等都產生不良的變化，因此海水中的微小生物、沉積的淤泥及碎屑，都不是有孔蟲生長的良好環境，也表示現今台南海域已不如 7800 年前的海域了。
- 三、澎湖本島南邊海岸的風櫃、嵵裡、山水、林投及隘門等五個景點，大部分是半封閉型的海灣，海水溫度穩定；海水中 pH 值在 7.5~8.0；海水鹽度為千分之 30~35。在這樣的環境下，使本區的微小生物極為豐富，有孔蟲含量非常的多，也具有多樣性。以風櫃平均 50g 的泥砂中含有 2000~2500 枚有孔蟲殼骸；林投海灣：50g 的泥砂中含有 10784 枚有孔蟲殼骸，山水：50g 的泥砂樣本中含有 2761 枚有孔蟲殼骸；隘門：50g 的泥砂中含有 11630 枚有孔蟲殼骸。
- 四、台灣南部恆春半島的珊瑚礁海岸，海水清澈，海水資源豐富，海水中含有火山岩的微量成分，使各種生物生存的營養源充足，本區的泥砂中樣本大部分是貝殼砂或珊瑚碎屑，所以造成有孔蟲種類的多樣性及有孔蟲數量的豐富。
- 五、從上面的探究中，知道海岸的泥砂中，有孔蟲殼骸含量的多少，可以驗證海域的環境因素及沉積環境的優良，也可以知道沉積物的各種條件對有孔蟲的生長發育有極大的幫助。

捌、參考資料

何春蓀(2010)。普通地質學。台北：五南。

胡忠恆、陶錫珍(1994)。澎湖群島彩色貝類圖鑑。國立中央圖書館。

黃敦友(1957)。底棲性有孔蟲化石圖譜。中國石油學會。

黃敦友(1957)。浮游性有孔蟲化石圖譜。中國石油學會。

楊宏裕(2013)。大臺南地形。台南市政府文化局。

陳文山(1997)。岩石入門。台北：遠流。

鍾廣吉(2005)。台灣的化石。台北：遠流。

鍾廣吉(2014)。台南市沿海區多變化的沙灘、潟湖景象。台南市政府文化局。

【評語】 080504

1. 此作品為延續性研究，手繪圖型（有孔蟲）非常精緻，尚符合學生程度。
2. 主題反映不同地區特性，且採集地由近而遠，區域廣泛，具有鄉土特色。
3. 研究方法為調查、蒐集、觀察，且利用統計推測比較，學生報告表達流暢，但作品蒐集、觀察模式趨於單一，若可以與去年夢時代研究的關聯性建立起來，即知道夢時代的地區與那一區域的環境相同。