

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081562

三層蛋糕何處來~砂泥岩互層的秘密

學校名稱：臺南縣新化鎮那國民小學

作者： 小六 姚筑云 小六 蔡僊翊 小四 蔡翊琳 小四 林節倫 小四 王惇慧 小六 林偉聖	指導老師： 許崑泉
---	--------------

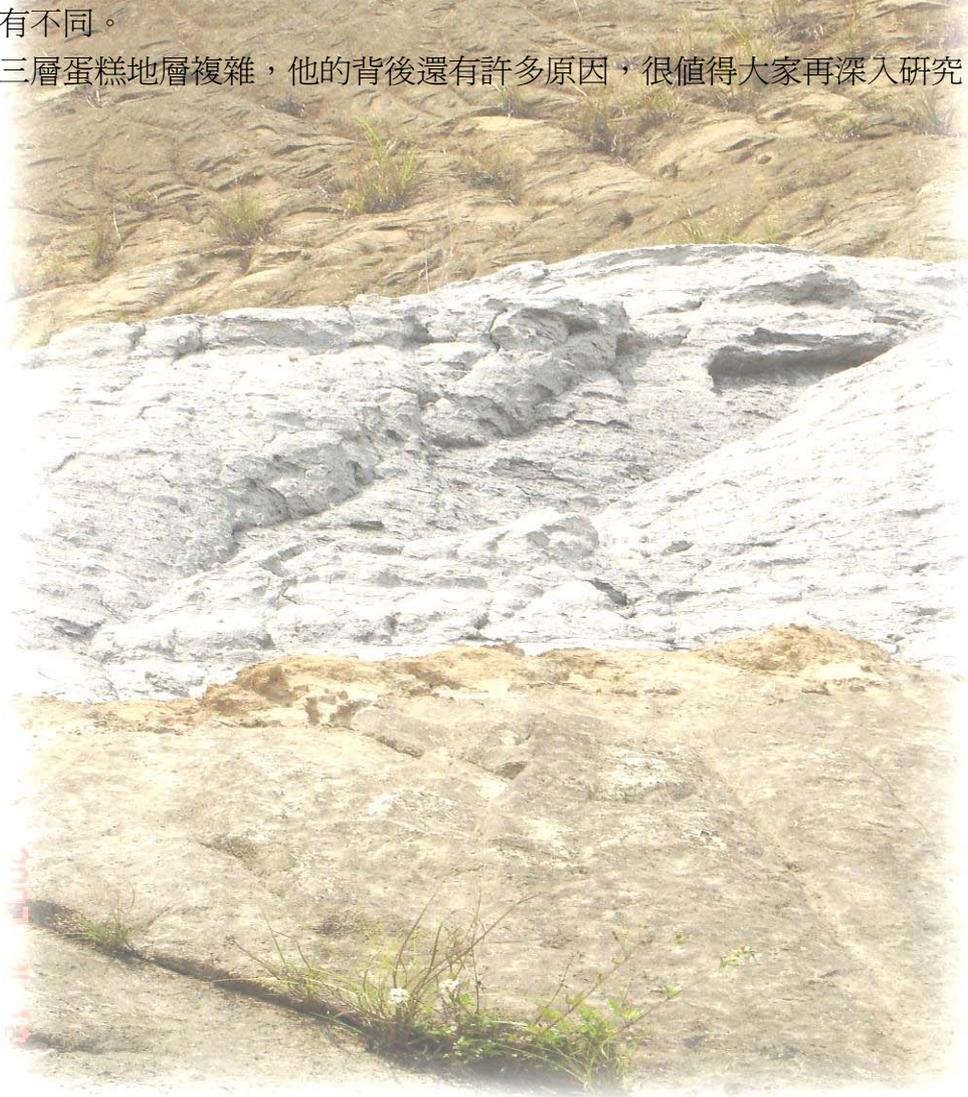
關鍵詞：六雙層 地層界線帶 化石密集層

三層蛋糕何處來～砂泥岩互層的秘密

壹、摘要

我們這次的研究更往南延伸到新化丘陵的龍崎一帶，有一處看起來很像三層蛋糕的地層很吸引我們。在研究中，我們的發現：三層蛋糕地層位在地層界線帶(六雙層及二重溪層)，因環境變化快速造成這個精彩地層，也發現許多種類的生物化石，如生物實體化石、活動痕跡、地質變化的證據等。本地的化石以血蚶、檸檬貝、有孔蟲、生痕為最多，其他還有火腿櫻蛤、粒輪螺、厚殼蛤、單體珊瑚、、、等。這裡出現許多血蚶化石，研究發現與現生種的血蚶養殖生存條件完全吻合。地層層面的生痕被完整保存下來，主要原因是因鐵質的支撐，圓柱直徑以 1.0~1.9 公分為最多。三層蛋糕地層上層砂岩大粒徑的比率都超過下層砂岩，顯示形成環境稍有不同。

三層蛋糕地層複雜，他的背後還有許多原因，很值得大家再深入研究。



關鍵詞：六雙層、地層界線帶、化石密集層

貳、研究動機

我們繼續去年的研究，從新化丘陵往南延伸，我們除了發現岩層的變化之外，也發現了化石種類的變化，這就是今年我們將深入研究的主题。

在龍崎文衡殿附近，我們看到壯觀的地層，對古環境地殼變動的劇烈性感到非常的好奇，為何會出現砂岩和泥岩這麼分明的界線，在砂岩與泥岩間我們又再次印證去年的研究結果(貝殼因環境的改變而形成化石密集層)是正確的，這是我們進行這項研究的最主要動機。

(本研究與五下自然領域”地表的變化-礦物與岩石”有相關)

叁、研究目的

- 一、了解三層蛋糕(地層)的由來
- 二、尋找近期古海環境的證據。
- 三、貝類化石密集層的成因探討。
- 四、化石種類與鑑定。
- 五、上層砂岩與下層砂岩的岩性比較。
- 六、重建三層蛋糕的古海環境生態圖。

肆、研究器材與設備

線上地質圖、採集袋、鏟子、放大鏡、皮尺、標本收納盒、稀鹽酸、土壤分析篩、電子天平、游標尺、顯微鏡

伍、研究過程與結果

一、龍崎文衡殿一帶地質地形介紹

(一)新化丘陵-龍崎文衡殿附近地質地形概況。

詳細地質圖如圖 1、圖 2。

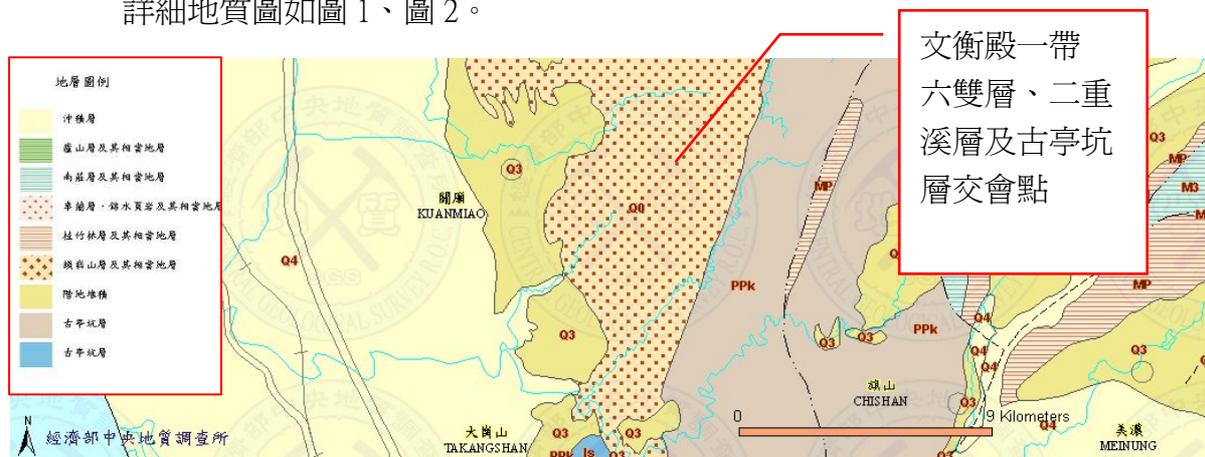


圖 1 龍崎文衡殿一帶地質圖之一

(Q0：屬卓蘭層、錦水頁岩及其相當地層)

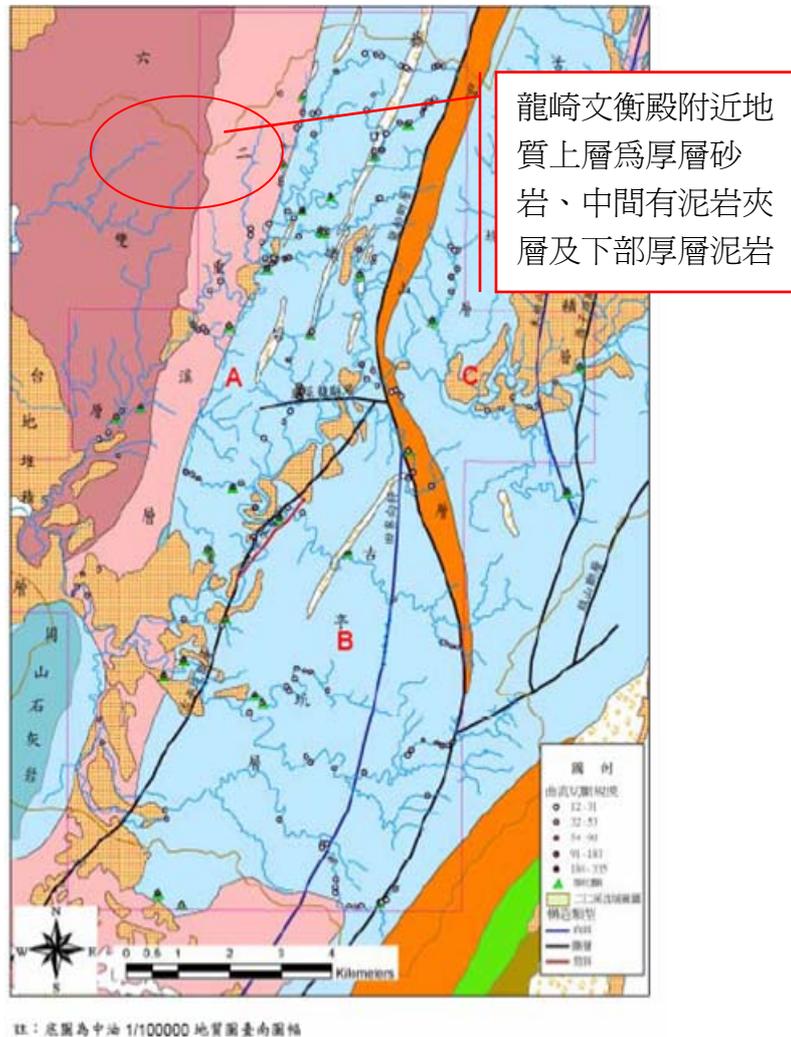


圖 2 龍崎文衡殿一帶地質圖之二 (屬六雙層及二重溪層)

(二)砂岩、泥岩互層，是地層劇烈變化地帶。

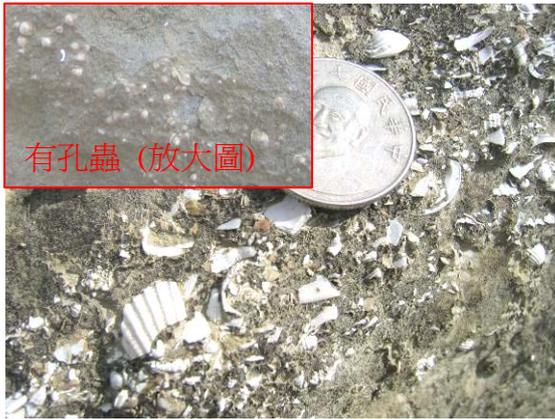
龍崎文衡殿一帶地質多為厚層砂岩及泥岩夾層，底部為厚層泥岩層，我們查閱地質圖後發現這裡是六雙層及二重溪層的交會處。以六雙層為例，它大部份由暗灰色至青灰色泥岩和夾有砂岩和粉砂岩互層的頁岩組成（張錫齡，1962），中間夾有豐富的貝類和有孔蟲化石以及漂木碎塊，這裡出土的化石幾乎吻合。(如照片 1、2、3、4)



照片 1 上部棕黃色砂岩及夾層泥岩為六雙層，下部為二重溪層。



照片 2 六雙層的泥岩呈暗灰色至青灰色。



照片 3 六雙層地層裡含有豐富的貝類和有孔蟲化石等。



照片 4 六雙層和二重溪層都夾有漂木碎塊。

二、了解三層蛋糕(地層)的由來

(一)我們的疑問與推論

1.砂岩層與泥岩層為何壁壘分明？

我們查閱資料，發現砂岩及泥岩的沈積環境有太大的不同，一般砂岩與石灰岩主要出現在「淺海(或近岸)」環境，泥岩主要出現在「深海(或遠岸)」環境。在三層地層上面還發現有少量石灰岩小塊，所以我們做了以下的推論：

「文衡殿附近可能因為環境變化很快，所以一下子變深海(或遠岸)，不久又變回淺海(或近岸)環境，海水進入及海水退去的時間相距不遠。」

(詳如照片 5、6)



照片 5 砂泥岩互層表示氣候環境變動的快速。



照片 6 中間泥岩厚度約在 7~10 公尺。

2.砂岩地層裡為何出現泥球？

我們的推論：因環境變化快速，淺海(或近岸)與深海(或遠岸)交替變換，所以容易產生地層物質接觸，這就是地層界線帶常會出現小泥球的原因。(詳如照片7、8)



照片 7 文衡殿被挖掘地層裡可以看到許多泥球。



照片 8 文衡殿以東的地層裡可以看到許多泥球。

3.砂岩與泥岩接觸層面為何含有大量鐵質？

我們實地調查發現：帶有鐵質(赤鐵礦)的砂岩幾乎都出現在泥岩層最下方，可能是比重較重的鐵質較容易沈澱於下層，或泥岩與泥岩中間的夾層。(詳如照片9、10)



照片 9 砂岩表層出現許多鐵質沈積硬塊。



照片 10 泥岩裡的砂岩小夾層也會出現許多鐵質沈積硬塊。

(二)馬路兩邊地層的比對

1.馬路的東邊可看到砂岩和泥岩的互層：文衡殿附近有厚層的砂岩可能因

工程需要被開挖，我們才可以看到這麼壯觀的地層，但也只可以看到砂岩與泥岩的互層而已，不能看到下部的地層。

2.馬路的西邊可以看到完整的地層：

(1)砂岩與泥岩互層的下層也是一樣嗎？

起先看到三層蛋糕地層的時候，我們以為下部的地層也是這樣，但事實上只有表層而已，這就是六雙層(黃棕色厚層砂岩)或二重溪層(呈厚層至極厚層灰白色泥質砂岩)。

(2)三層蛋糕地層的下部就是二重溪層：

三層蛋糕下層是否也有三層蛋糕？我們在馬路西側可以得到答案。這裡因為農場的開挖，我們可以很清楚看到厚層的泥岩層，看來很像古亭坑層，但應該還不是，查閱資料發現：它應該還是「二重溪層」，而且是同一露頭二個地層一起出現。(詳如照片 11、12、13、14)



照片 11 馬路東側地層的砂泥岩互層。



照片 12 馬路西側地層下部可以看到二重溪層。



照片 13 馬路西側地層可以看到厚層砂岩在上部，更厚的泥岩在下部。



照片 14 馬路兩側地層可以看出是同一套地層。

(三)深海(或遠岸)與淺海(或近岸)的證據

1.根據文獻資料我們知道：泥岩代表深海(或遠岸)的沈積環境所形成；砂岩代表的沈積環境是濱海至淺海(或近岸)，也就是說它原來是海邊或淺海(或近岸)的沙粒，後來形成今日的砂岩地層。

文衡殿附近的地層變化我們試著以繪圖的方式表示：(如圖 3)

文衡殿附近砂泥岩互層古海環境變化圖

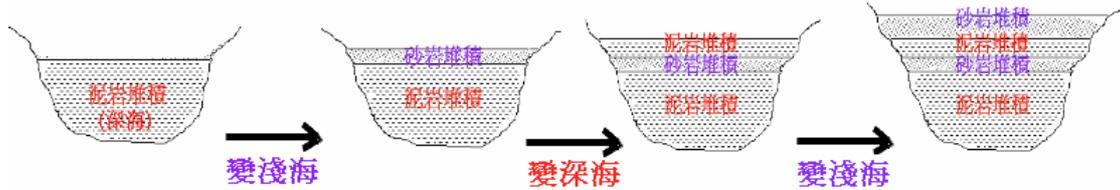


圖 3 文衡殿附近地質變化示意圖

2.文衡殿附近地層的泥岩與砂岩分界明顯，表示深海(或遠岸)與淺海(或近岸)的環境變化相當快速，砂岩與泥岩不容易混合，所以層次很分明。另外，三層蛋糕地層裡的泥岩層厚度並不是很均勻，呈現南測較薄、北側較厚的夾層。(詳如照片 15、16)

3.貝類化石夾於砂岩與泥岩之間，顯示環境的變化是造成貝類死亡的主要原因，它們的分佈詳細如圖 4 所表示。

砂泥岩地層與貝類化石相關位置圖

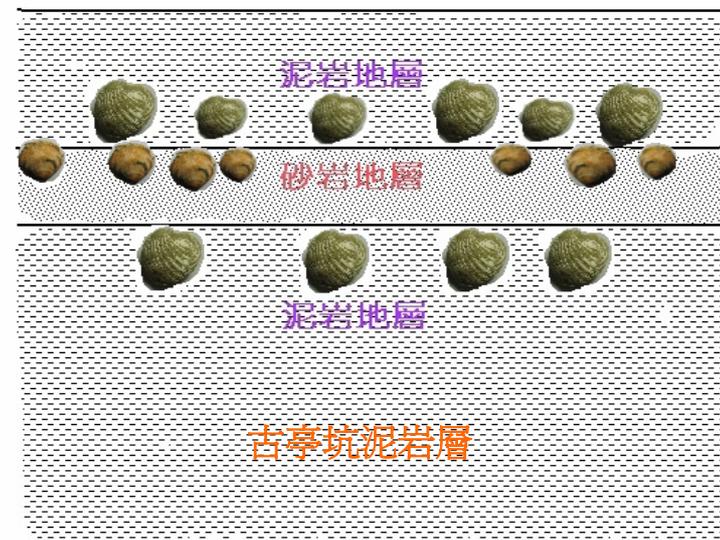


圖 4 文衡殿附近砂泥岩與貝類化石相關位置示意圖



照片 15 泥岩層上的厚層砂岩。



照片 16 砂岩層上的泥岩層層次分明，而且呈南薄北厚的堆積。

三、尋找近期古海環境的證據

(一)在山頂發現石灰岩小岩塊：

文衡殿一帶山頂雖然草木叢生，但我們仔細尋找還是有部份石灰岩小岩塊，它們是屬於哪一種石灰岩，我們不太容易看出來，用手指就可以捏碎，而且是白色粉末狀，滴上稀鹽酸發現有許多泡沫，我們推論這應該是淺海(或近岸)的生物體碳酸鈣組成的石灰岩塊。

另外，本地的地質鬆軟，砂岩易破碎，可能因為風化快速才造成石灰岩塊的大量崩解，較大的石灰岩塊也很難找到。(詳如照片 17、18)



照片 17 表土層上面出現小塊石灰岩。



照片 18 六雙層上有石灰岩塊。

(二)發現淺海(或近岸)或濱海的珊瑚及藤壺：

- 1.根據我們查閱的資料：單體珊瑚在地球上各種海水與不同的深處都有分佈，但多產於熱帶深海。另外，深水石珊瑚一般以單體為主，少數群體，且個體小，色澤單調。所以我們推論：這裡的單體珊瑚應該是古海環境海進(深海或遠岸)與海退(淺海或近岸)的另一種證據。(詳如照片 19)
- 2.藤壺屬於節肢動物中唯一的故著性動物，一般生長於河口潮間帶，牠們可以忍受漲退潮的乾旱。文衡殿一帶可以發現藤壺化石，更可以證明這裡曾是淺海(或近岸)或潮間帶的環境。(詳如照片 20)



照片 19 砂岩與泥岩混合層裡的單體珊瑚。



照片 20 濱海環境潮間帶的藤壺。

(三)發現濱海的生物爬痕

一般生痕多是原生化石，經過搬動會立即破壞，文衡殿一帶也不例外。這裡的生痕不但是原生化石，也且還有鐵質保護管壁，如果沒有馬路的開挖，它們將會繼續被保存在地層裡，而不會被我們發覺。

查閱生痕相關資料後，我們發現這裡的生痕化石可能是屬於「濱海帶」或「遠濱帶」的 Skolithos 生痕相及 Cruziana 生痕相，它們的生存環境是底質疏鬆的砂層，深度可以達到數十公尺至 200 公尺。在文衡殿附近的地層裡，在泥岩上及岩下的砂岩接觸面(層面)都可以發現生痕的存在，表示淺海(或近岸)變深海(或遠岸)、深海(或遠岸)變淺海(或近岸)並不太影響生物的覓食行爲，所以這裡的生痕化石在鐵質的保護下，大多可以保留下來。(詳如照片 21、22)



照片 21 穿透於泥岩和砂岩間的生痕化石。



照片 22 尋找生痕及貝類化石。

(四)原生種的血蚶貝類大量繁殖

根據查閱的資料，我們發現血蚶多出現在河川出口附近的軟泥淺灘，牠們不能潛入太深的泥中生活。在文衡殿附近的血蚶化石也多數符合這些規則，在砂岩層附近出現最多。

『血蚶』目前在台灣的現生種多數已滅絕，需要仰賴進口，所以這裡的血蚶應該屬於現生種。(詳如照片 23、24)



照片 23 文衡殿的地層還可以見到許多完整的血蚶化石。



照片 24 於急水溪南岸河口有現生種血蚶。

(五)水流的搬運能量大：

- 1.上部砂岩層貝類化石多破碎：我們發現上層泥岩與砂岩互層比較薄，可能是環境變化太過於快速，水流能量變化大，才造成貝類化石被衝擊而破損。
- 2.下部岩層貝類化石有較完整及破碎不一：下層砂岩與泥岩接觸面的貝類化石完整及破碎各半，可以找到貝類化石較完整的密集層，也有完整及破碎混合的密集層。
- 3.因水流搬運能量大，貝類化石能被完整保存下來的並不容易，例如「血蚶」貝類因為殼層較厚，較不易破碎，所以保存下來的化石較完整。砂岩與泥岩接觸帶也可以找到一些完整貝類化石。(詳如照片 25、26)



照片 25 上部砂岩地層貝類化石多碎屑



照片 26 下部砂岩及泥岩地層貝類化石有碎屑，也有較完整的。

四、貝類化石密集層的成因探討。

(一)貝類喜歡生長在什麼環境？

1.根據我們查閱的資料有了一些了解：一般貝類喜歡在平坦的砂泥海域，接近河口的淺海(或近岸)，以方便獲得食物來源。另外，多樣化的珊瑚礁環境及豐富的地質條件，也是台灣貝類繁多的原因。

2.去年我們在牛稠內的研究，也發現扇貝的生長條件為砂質、富氧的環境，遇到環境改變(如變為深海或遠岸，造成泥岩大量堆積)就會發生集體死亡的後果。

(二)砂岩與泥岩交界處的秘密

1.在文衡殿所發現的貝類化石以中間泥岩層的下部及砂岩層的上部出現最多，我們推測當時的環境可能較穩定，是一個濱海的河口環境，砂岩層上面有薄薄的一層泥岩，適合血蚶的大量繁殖，後來部份貝類死亡，因水中能量還很大，所以造成許多碎屑的堆積。

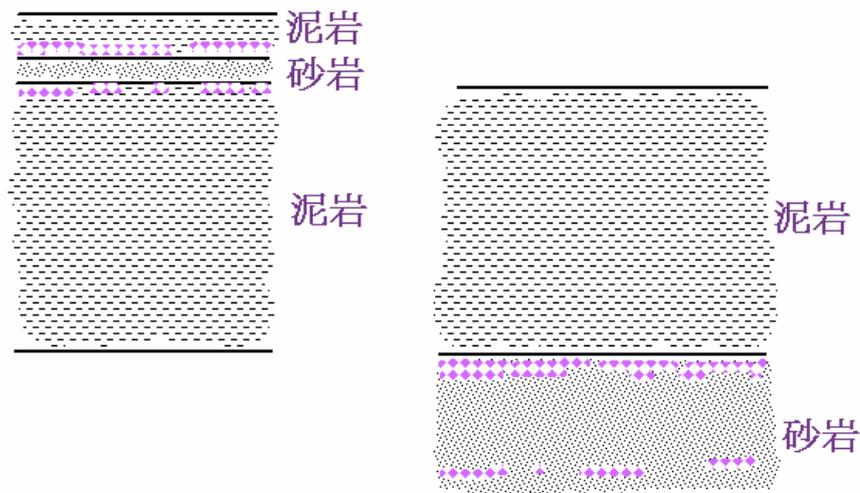
2.根據我們現場的調查，發現兩個地方有較明顯的貝類化石密集層：

(1)上部地層：泥岩層在上-薄層砂岩在中間-泥岩在下

貝類化石多分佈於薄層砂岩地層的兩邊，以砂岩層為對稱軸，泥岩層多「血蚶」，砂岩層多「檸檬貝」。

(2)下部地層：泥岩在上-砂岩在下

泥岩的下部不容易發現貝類化石，反而是下層砂岩層的上部出現種類繁多的貝類化石，完整及碎屑都有，尤其是「有孔蟲」、「檸檬貝」、「船蛤」等最多，眼睛仔細搜尋還可以撿到單體珊瑚、藤壺、、、等。(詳如圖5、6)



說明：   貝類密集層

圖5 三層蛋糕(砂泥岩互層)貝類化石密集層示意圖

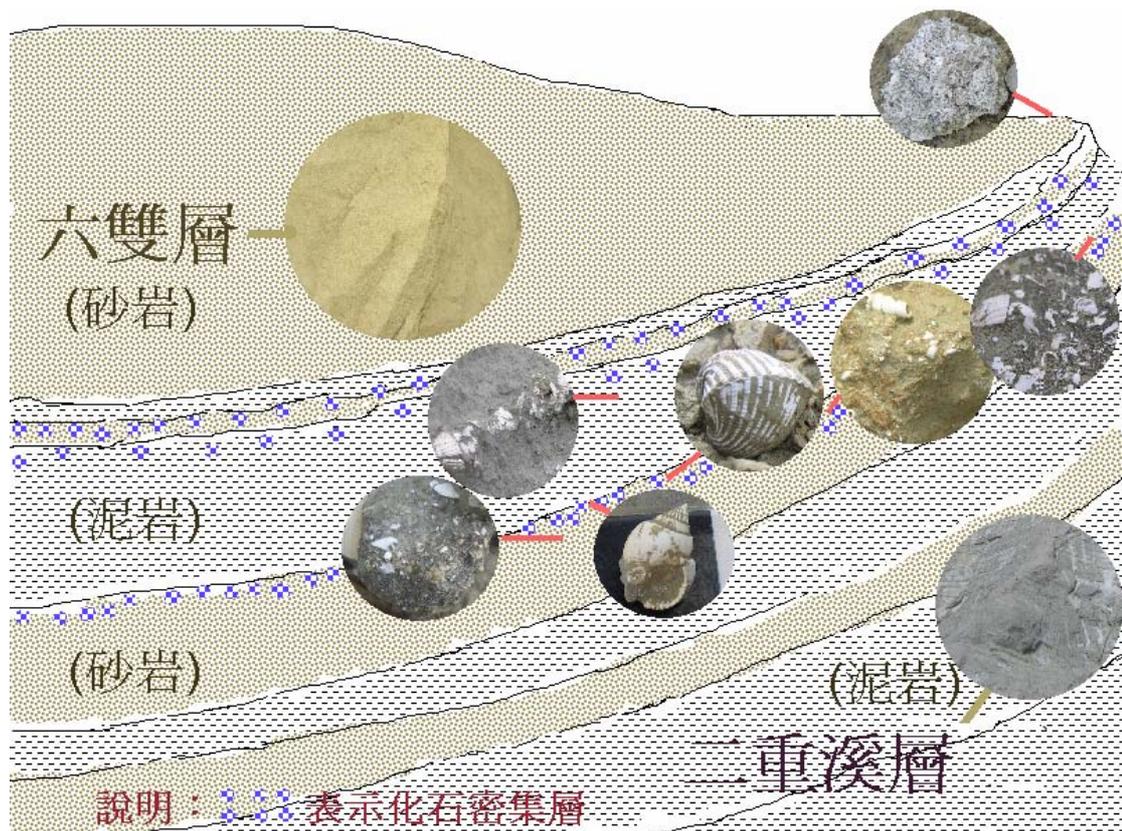


圖 6 三層蛋糕地層及貝類化石分佈全觀示意圖

五、化石種類與鑑定。

(一)三層蛋糕裡的化石初步分類

文衡殿對面地層化石種類繁多，根據我們撿回來的化石做了初步分類如下：

- 1.腹足綱：塔螺、廣口螺、玉螺、蟹守螺。
- 2.雙殼綱：西施舌、扇貝、牡蠣、魁蛤、滿月蛤、文蛤
- 3.其他：藤壺、單體珊瑚(蕈珊瑚)、有孔蟲、生痕化石、波痕、碳化木 (如照片 27)



三層蛋糕地層裡的化石
圖版照片 27

(二)三層蛋糕裡的化石大鑑定及生存環境推測

文衡殿一帶化石種類繁多，雖然破碎多，但也可以找到一些較完整的，而它們大多是殼比較硬或是被地層保護，以下是比較完整的標本或者是數量上比較多，詳細鑑定及生存環境推測如表 1-1、1-2。

表 1-1 文衡殿馬路對面化石種類鑑定表(一)

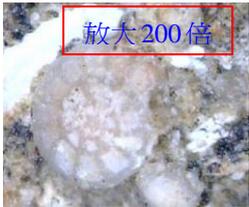
編號	照片	形狀/大小/特徵	初步鑑定名稱(科)	生存環境	數量
1		圓形	有孔蟲	淺海底棲性。	繁多
2		好像是被削掉的竹筍	單體珊瑚	固著性清澈正常海水。	多
3		長的像小火山口的一種節肢動物。	藤壺	濱海河口，附近有適合的附著環境。	少
4		殼呈卵形，有粗放射肋，肋上有顆粒，殼長可達 5 公分。	屬魁蛤科 泥蚶 又稱血蚶 (異齒類)	熱帶砂泥質淺海(或近岸)域，50~100M 深，搬運距離短。水中能量稍強。	很多
5		扇形，底棲、櫛齒，絞合緊密。	檸檬貝 (日本笠蚶)	受能量不太強的水流搬運而聚集。	繁多
6		船形	火腿櫻蛤	水中能量稍強。	多

表 1-2 文衡殿馬路對面化石種類鑑定表(二)

7		圓形	粒輪螺	水中能量稍強。	少
8		船形	西施舌	殼脆弱，居住於安定環境。	少
9		船形	厚殼蛤	棲息於淺海的粗砂。	多
10		鈍角三角形	似栗蛤	以沉積物為食。	少
11		螺絲形	蟹手螺	水中能量稍強，牠們習慣擠成一圈的聚集在石頭底下。	少
12		紡錘形	鳳凰螺	淺還的海草叢或砂底。	少
13		琵琶形	獅螺	水中能量稍強，常見於淺海或潮間帶。	少
14		卵形	榧螺	水中能量稍強。	少

(三)怎麼會有滿地的雪茄～生痕化石大觀

1.生痕化石保存下來的原因

- (1)地層層面交界處有鐵質沈澱：生痕更容易被保護，而且硬度也大大提高。
- (2)擾動程度大：是一個富氧環境，判斷是一種攝食構造，砂棒多數是平躺，部份斜插進入泥岩及砂岩，我們判斷它們應該是「裡棲型生物」的活動痕跡。

2.生痕化石調查

- (1)方法：隨機撿取崩落的生痕化石做統計，而且大小都撿(只限於露出地表的生痕)。
- (2)量取所有撿拾回來的生痕化石，並以柱狀生痕的直徑進行統計，並繪出統計圖表(詳如學習單六、表2、圖7及照片28~31)
- (3)統計結果以直徑1.0~1.9公分為最多，其次為0.1~0.9公分，表示這個範圍內的生物最多，到底是什麼生物，我們並不知道。直徑最大的也可以達到5.0~6.0公分，本次調查並未發現6公分以上的生痕。

表2 砂泥岩夾層柱狀生痕直徑量測統計表

直徑範圍 (cm)	5.0~6.0	4.0~4.9	3.0~3.9	2.0~2.9	1.0~1.9	0.1~0.9
個數	4	4	5	7	36	27

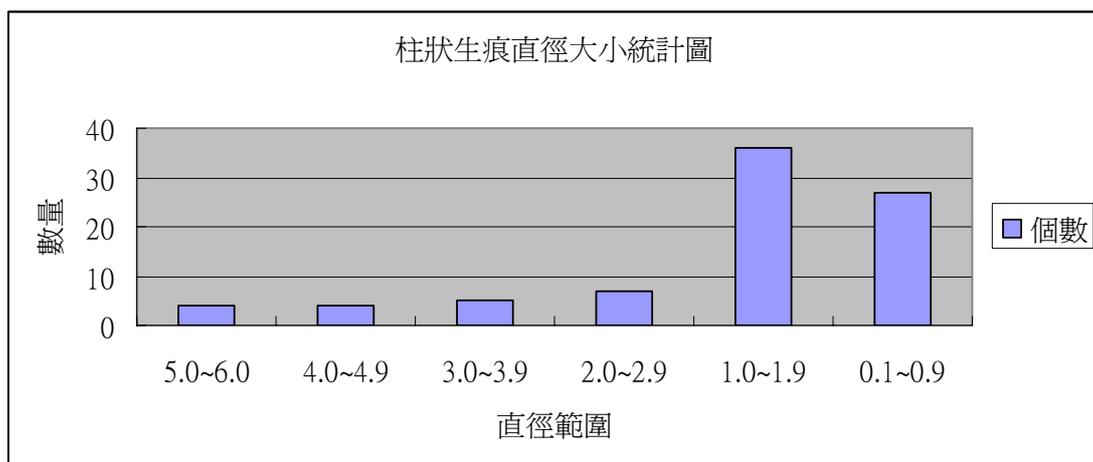


圖7 柱狀生痕直徑大小分析統計圖



照片 28 部份生痕斜插進入砂岩及泥岩。



照片 29 外型酷似雪茄的生痕化石。



照片 30 多數生痕平躺在砂岩的層面上。



照片 31 量取砂棒的最大直徑進行統計分析。

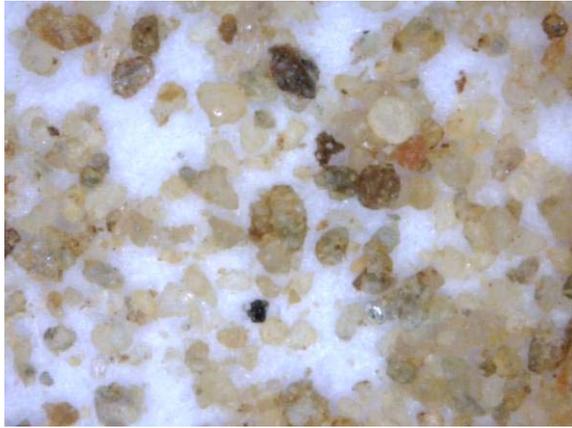
六、上層砂岩與下層砂岩的岩性比較。

(一)顯微鏡觀察

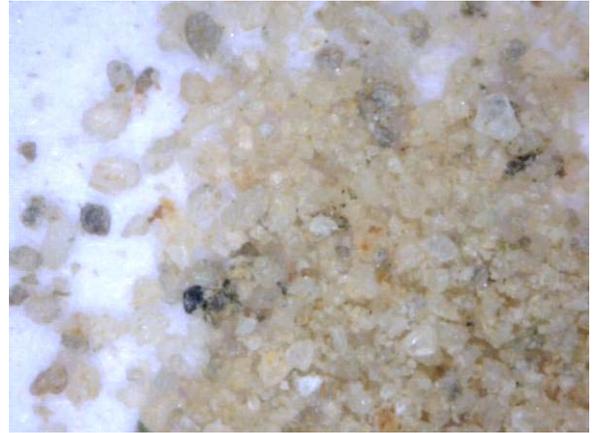
三層蛋糕地層的上層砂岩和下層砂岩到底有什麼不一樣？

光用肉眼觀察好像看不出有什麼不同，如果透過顯微鏡觀察大概可以發現砂粒的確有些不一樣，上層砂岩顆粒較粗，下層稍細。砂粒中 90% 顏色透明或白色的是石英，其他顆粒較黑者可能是生物化石碎屑，有待進一步研究。

(詳如照片 32、33)



照片 32 泥岩層上層的砂，放大 200 倍



照片 33 泥岩層下層的砂，放大 200 倍

(二)土壤分析篩計量觀察

1.除了用顯微鏡觀察之外，我們也用了土壤分析篩，篩選各種不同粒徑大小的砂岩及泥岩(上中下三層)，分析過程及結果如照片 34~35、表 3~4 及圖 8。



照片 34 砂岩及泥岩過篩分析



照片 35 砂岩及泥岩過篩秤重

表 3 各層位各篩上停留淨重

	<0.0046	>0.0046	>0.0055	>0.009	>0.015	合計
砂(下層)	9.6	1.8	0.7	0.35	0.15	12.6
泥(中層)	2.85	4.3	2.9	3.5	0.85	14.4
砂(上層)	5.95	3.85	1.85	1	0.1	12.75

單位說明：1.粒徑大小為英吋(inch)、重量為公克(g)

2.表 5 起單位由英吋改為公厘(mm)。

表 4 各層位各篩上停留百分比

	<0.0046	>0.0046	>0.0055	>0.009	>0.015
砂(下層)	76.19%	14.29%	5.56%	2.78%	1.19%
泥(中層)	19.79%	29.86%	20.14%	24.31%	5.90%
砂(上層)	46.67%	30.20%	14.51%	7.84%	0.78%

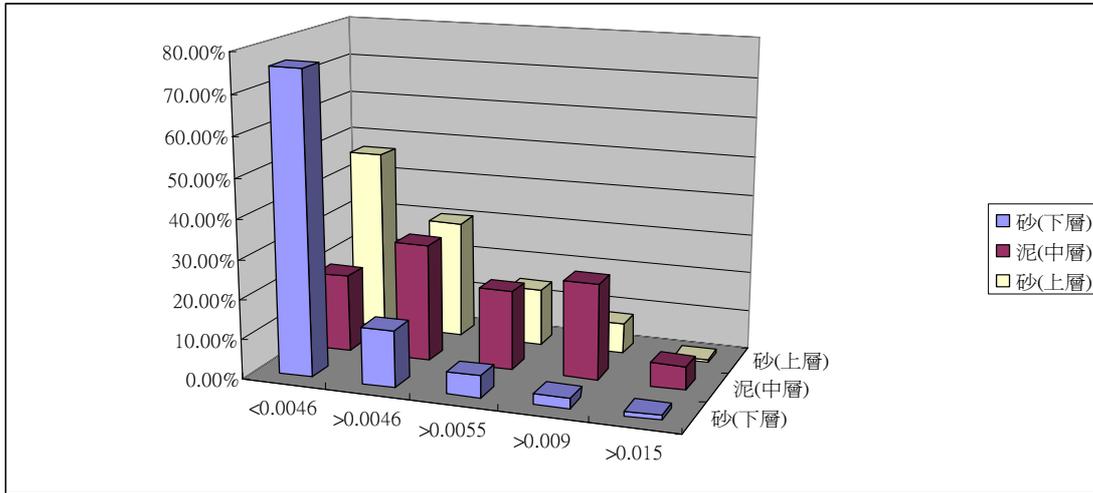


圖 8 各層位各篩上停留量統計圖

2.除了一般統計外，我們還做了砂岩和泥岩的粒徑分佈曲線，詳如表 5 ~7 及圖 9~11。(篩孔尺寸單位由 inch 換為 mm)

表 5 上層砂岩過篩試驗數據資料

篩號	篩孔(mm)	重量	遺留%	累積遺留%	通過%
1	0.381	0.1	0.78%	0.78%	99.22%
2	0.2286	1	7.84%	8.63%	91.37%
3	0.1397	1.85	14.51%	23.14%	76.86%
4	0.11684	3.85	30.20%	53.33%	46.67%
5	0.06096	5.95	46.67%	100.00%	0.00%

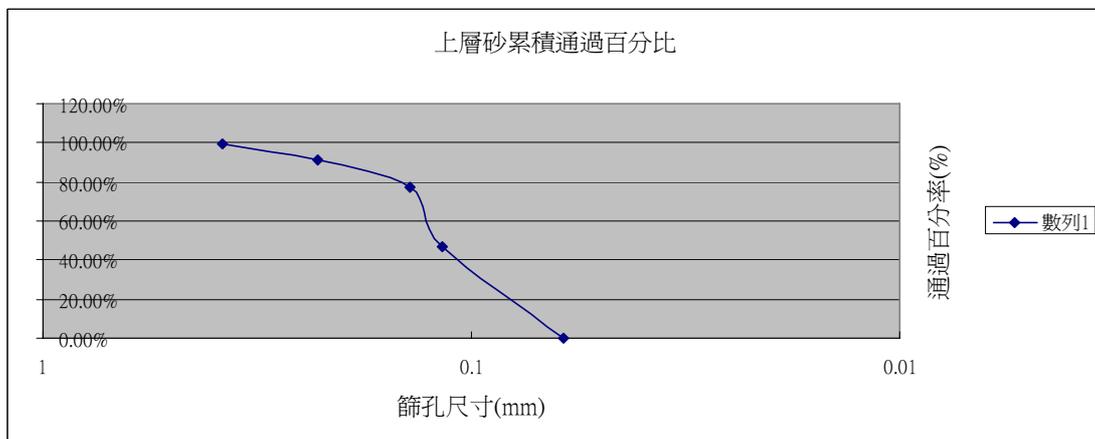


圖 9 上層砂岩樣本粒徑分佈曲線

表 6 中層泥過篩試驗數據資料

篩號	篩孔(mm)	重量	遺留%	累積遺留%	通過%
1	0.381	0.85	5.90%	5.90%	94.10%
2	0.2286	3.5	24.31%	30.21%	69.79%
3	0.1397	2.9	20.14%	50.35%	49.65%
4	0.11684	4.3	29.86%	80.21%	19.79%
5	0.06096	2.85	19.79%	100.00%	0.00%

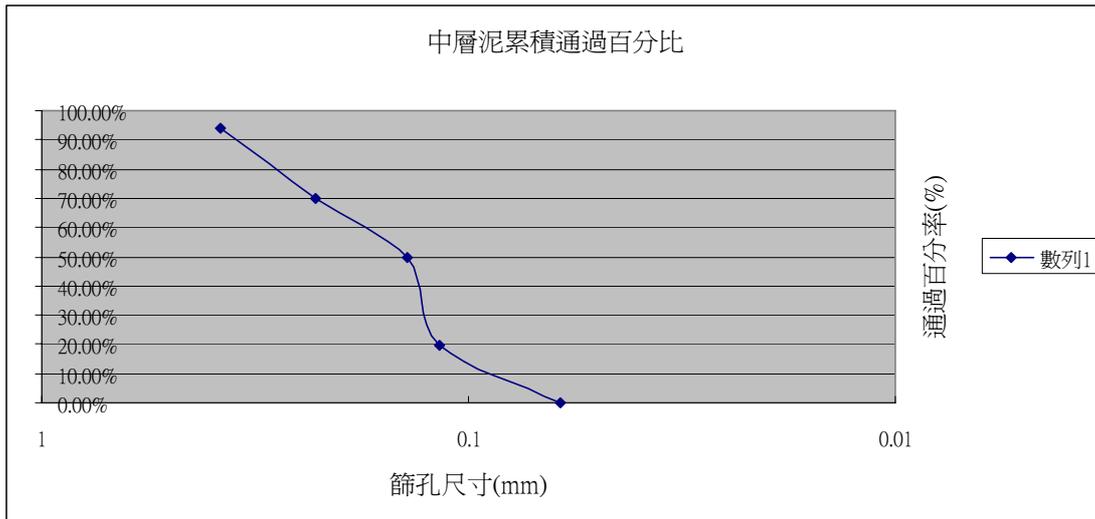


圖 10 中層泥岩樣本粒徑分佈曲線

表 7 下層砂過篩試驗數據資料

篩號	篩孔(mm)	重量	遺留%	累積遺留%	通過%
1	0.381	0.15	1.19%	1.19%	98.81%
2	0.2286	0.35	2.78%	3.97%	96.03%
3	0.1397	0.7	5.56%	9.52%	90.48%
4	0.11684	1.8	14.29%	23.81%	76.19%
5	0.06096	9.6	76.19%	100.00%	0.00%

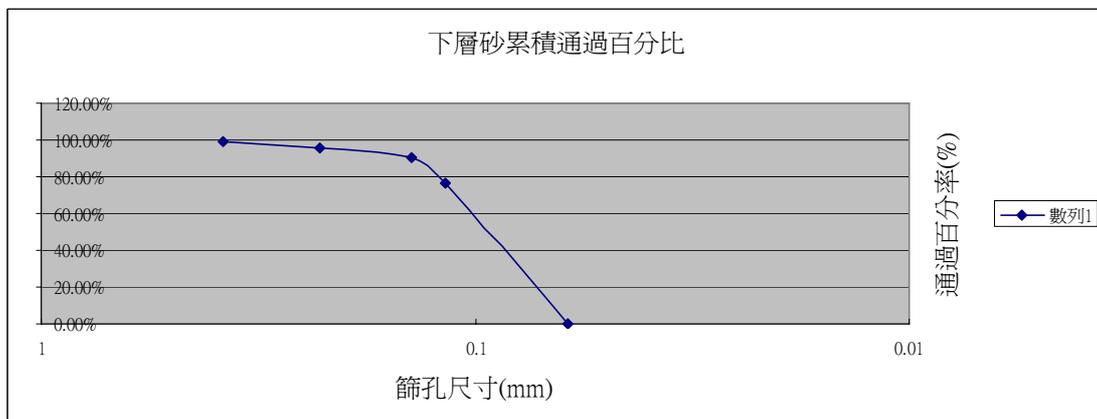


圖 11 下層砂岩樣本粒徑分佈曲線

3.統計圖解釋與說明：

- (1)整體看來，上層砂岩的粒徑多數大於下層砂岩，但粒徑小於 0.0046 英吋的下層砂岩卻多於上層，甚至比中間泥岩層的部分還多。
- (2)從統計圖可以看出砂岩和泥岩粒徑大小變化並不大，屬於還算是平滑的分佈曲線(砂岩級配比泥岩級配好一點)，表示水的搬運能量都很集中。
- (3)半對數圖表橫軸的粒徑大小應由右而左遞增，用 Excel 畫圖表時可以在”座標軸格式”選”數值次序反轉”，所以特別在這裡提出來說明。

七、重建古海環境生態圖。

文衡殿一帶地層根據我們的調查及觀賞「東亞巔峰」影片後，大概討論出四個古環境生態及地層變化流程，簡要說明如下。(詳如圖 12)

- (一)第 N 次海退，形成淺海(或近岸)環境，適合貝類生存，如血蚶、檸檬貝、、、等。
- (二)第 N 次海進，形成深海(或遠岸)或半深海環境，底棲生物及貝類大量死亡，形成化石密集層。
- (三)第 N+1 次海退，又形成淺海(或近岸)環境，貝類又遷移進來，在砂岩及泥岩層接合處上下 1 公尺內都有生物棲息，這次時間比較久或堆積速度較快，形成很厚的一層砂岩，後來又出現部份珊瑚生存。
- (四)地殼抬昇，形成今天的文衡殿地層，又因風化快速，山頂只見很少數的石灰岩小塊，近幾年因開挖馬路才讓我們看到這麼奇特的地質地形。

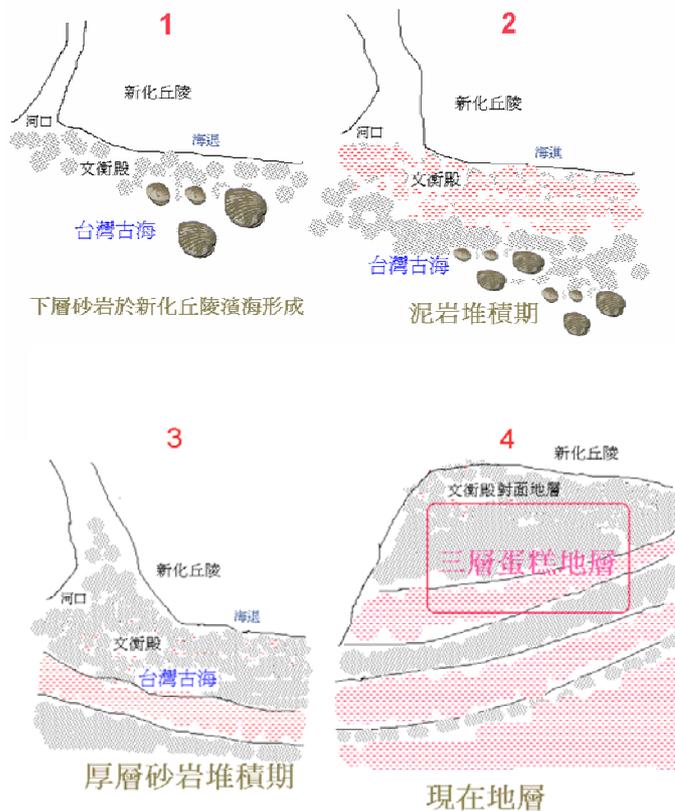


圖 12 三層蛋糕地層古環境生態示意圖

陸、綜合討論

- 一、文衡殿一帶地層會出現三層界線分明的三層蛋糕地層，應該是不穩定的環境所造成，因為環境不穩定，才出現淺海(或近岸)與深海(或遠岸)的變化在變化的過程形成生物生存或適應的困難，於是形成部份化石密集層。
- 二、三層蛋糕地層是不是地殼運動造成，還有部份疑問，我們推測應該是氣候條件造成深海(或遠岸)與淺海(或近岸)的變化比較有可能，因為海進造成深海(或遠岸)、海退又造成淺海(或近岸)。
- 三、文衡殿一帶的化石，經過我們的研究應該是淺海(或近岸)至半深海的產物，例如這裡有大量的血蚶，我們查閱貝類養殖資料，發現牠們喜歡行底棲生活，用足絲附著在表層泥中之砂粒，所以蚶苗多發現在半砂半泥之淺灘。這些條件與三層蛋糕地層發現的血蚶化石完全吻合。
- 四、三層蛋糕地層(上-砂、中-泥、下-砂)經過粒徑分析以後，我們發現砂粒各種粒徑的分佈都不太一樣，大顆粒較多的原本以為是砂岩，研究發現泥岩顆粒大的反而比較多，上層砂岩大粒徑也比下層大粒徑多。是不是整體都是這樣，還需要我們做更多次的取樣，才能更清楚。
- 五、我們的取樣需要修正，因六雙層的砂岩易碎，雖然很容易就可以捏碎或敲碎，但根據正確的取樣方法：砂泥岩取樣不可以用地質鎚敲打，所以應該採用土壤採樣工具或圓鍬較為理想，這樣或許可以減少一些取樣的誤差。
- 六、岩層的層面為何會有這麼多的鐵質，來源我們不是很清楚，經我們查閱的資料大概可以得知：地層中礦物裡的鐵質，經由微生物作用，就開始被還原出來，形成二價的亞鐵離子。因為有鐵質做為生痕的管壁，所以能保存良好。

柒、結論

- 一、三層蛋糕地層剛好處在地層的變化帶，岩層的變化也很精彩，這裡可以看出砂泥岩互層如何轉變到泥岩地層，接觸帶有生物死亡的痕跡，也發現有砂岩裡的泥球，很值得我們去研究。
- 二、三層蛋糕地層的由來應該是氣候條件形成了深海或遠岸(泥岩堆積)與淺海或近岸(砂岩堆積)的環境，因變化快速才形成砂岩與泥岩這麼分明的地層。
- 三、這裡化石種類繁多，有軟體動物門的腹足綱及雙殼綱貝類，也有節肢動物門的藤壺，更有底棲性的有孔蟲，清楚的紀錄了地球上的地質史。
- 四、在這裡化石中我們發現以血蚶、檸檬貝、有孔蟲、生痕最多，可以解釋為這裡的優勢種，其他還有火腿櫻蛤、粒輪螺、厚殼蛤、單體珊瑚、、、等也發現不少。
- 五、在地層界線帶，尤其是砂岩層上的泥質底可以發現很多血蚶化石，與現生種的血蚶養殖生存條件完全吻合。
- 六、地層層面的生痕被保存下來的原因，主要因為有鐵質的硬殼所支撐，圓柱直徑一般分佈的範圍以 1.0~1.9 公分為最多，其次為 0.1~0.9 公分，直徑最

大的也可以達到 5.0~6.0 公分。

七、三層蛋糕地層的上層砂岩和下層砂岩直接觀察很難分辨他們的不同，但經過顯微鏡及過篩分析，就可以很清楚的解釋它們的差異：上層粒徑較大的佔多數，下層恰好相反。最出乎意外的是中間的泥岩，粒徑較大的百分比都比上下層的砂岩顆粒大，三層地層的粒徑分佈屬於普通至良好的級配。

八、我們經過這次研究，試著畫出三層蛋糕地層的由來(生態圖)，但複雜的地質史應該不是這麼單純，他的背後還有許多原因，很值得大家再深入研究。

捌、參考資料

胡忠恆、陶錫珍(民 89)。臺灣貝類化石誌(第五卷，第四冊)。台北市：中華民國化石礦物協會。

陳文山(民 83)。臺灣的生痕化石。台北縣：中央地質調查所。

賴景陽(民 94)。臺灣貝類圖鑑。台北市：貓頭鷹。

賴景陽(民 77)。貝類。台北市：渡假出版社。

S·彼得、當斯(民 85)。貝殼圖鑑(劉澍、宋漢濤譯)。台北市：貓頭鷹。(原著出版於西元 1992 年)

中央地質調查所數位地質圖。民 96 年 2 月 20 日，擷取自：

<http://www.moeacgs.gov.tw/>

血蚶養殖。民 96 年 4 月 12 日，擷取自：

<http://root.etaiwanfish.com/FISH/km.nsf/ByUNID/49854AF51E0D97FE48256EBE0009A7B3?opendocument>

台灣貝類資料庫。民 96 年 3 月 7 日，擷取自：

<http://shell.sinica.edu.tw/>

關廟-龍崎-旗山公路沿線地質。民 96 年 2 月 20 日，擷取自：

<http://gis.geo.ncu.edu.tw/earth/edu/south/Trace6/trace6.htm>

【評語】 081562 三層蛋糕何處來~砂泥岩互層的秘密

- 1.作品主題深具鄉土性且與教材連結性佳。
- 2.研究觀察日誌詳實完整。
- 3.作者群應對研究主題與目的有更深入的瞭解。