

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

最佳(鄉土)教材獎

031725

滄海桑田一瞬間

學校名稱：臺中縣立大雅國民中學

<p>作者：</p> <p>國一 張以楚</p> <p>國一 張世揚</p> <p>國一 陳俊晏</p> <p>國一 林好誼</p>	<p>指導老師：</p> <p>陳盈昌</p>
--	-------------------------

關鍵詞：化石、沈積、地層

壹、摘要

自從我們戶外教學結束以後，對那藏在土裡有著神秘氣息的化石深深著迷，一回到學校便展開一連串深入化石的調查，為了更深層的了解化石，我們便決定到化石保存較多的苗栗白沙屯挖採，一路由海邊爬到山上，並且五十公尺設置一點，紀錄他的高度、方位、角度，順便帶了挖掘器具將化石挖掘出來，並從化石圖鑑找出它們的名稱。接著在藉著水道模擬，推算出當時的流速，可以判斷當時的水流緩慢，沉積顆粒較小，加上沒有大海浪的侵蝕，所以化石保存完整。最後藉由 FLASH 動畫製作，將整個海岸的變遷，完整的呈現出來。

貳、研究動機

上次戶外教學時，我們一路發現有許多貝類，而且未曾見過的，問過老師之後，才發現原來是化石，但是為甚麼會埋在土裡呢？而且從以前到現在，為何不會消失？為了要了解化石的奧秘，就要找一塊化石產地做研究，於是上網查詢學校附近有哪些化石產地，最後選擇苗栗白沙屯有作為本次研究的地點。

參、研究目的

- 一、測量並收集化石地區地形的相關資料
- 二、找出化石的種類
- 三、模擬水的搬運過程
- 四、模擬海洋沉積相
- 五、由研究的結果分析化石地區的形成過程
- 六、製作 Flash 還原化石地區演變過程

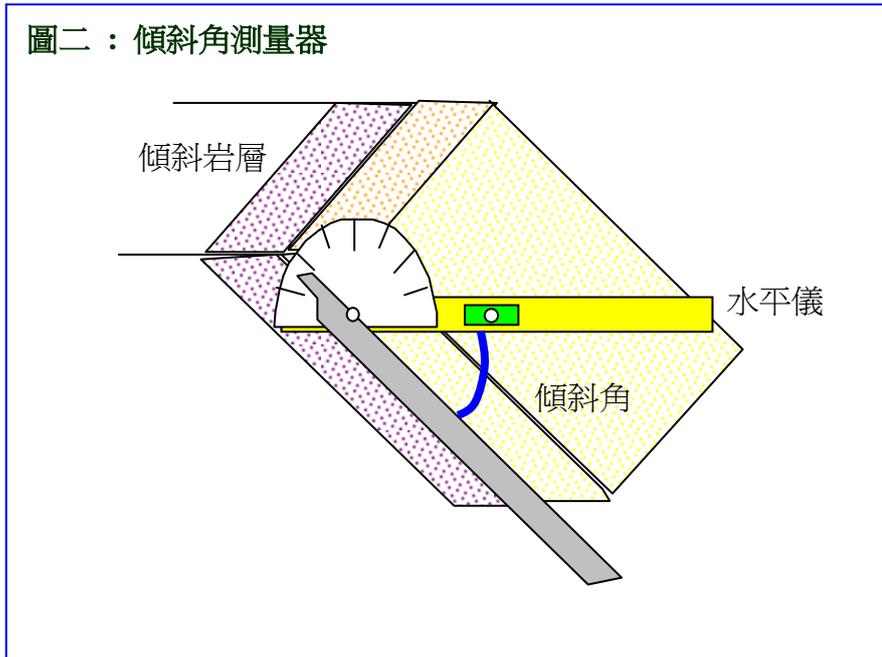
肆、研究器材及功用

1. GPS 衛星導航機：
如圖一。



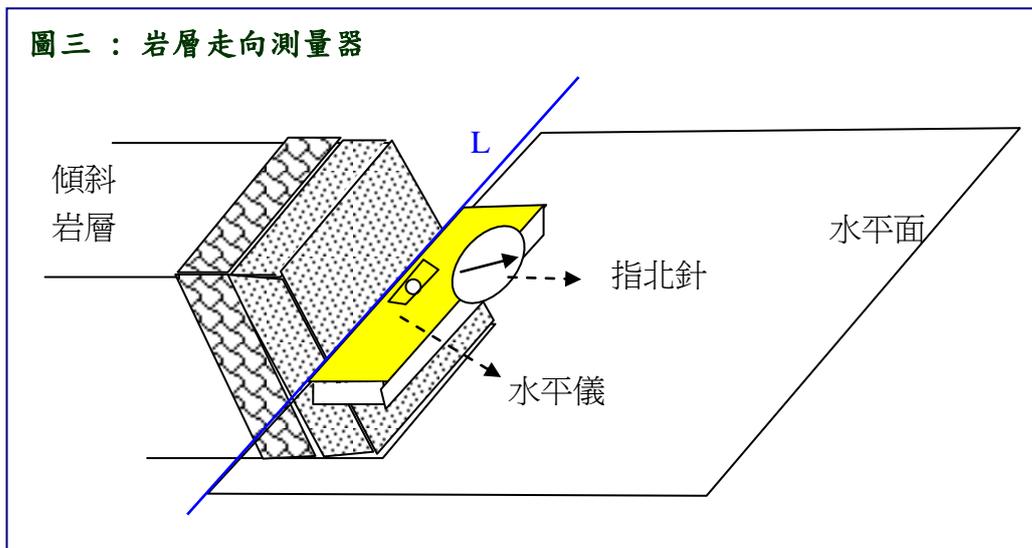
2. 傾斜角測量器：圖二

傾斜角定義：水平面與岩層傾斜方向的夾角



3. 岩層走向測量器 圖三

岩層走向定義：傾斜岩層面與水平面交於一線L，指北針北極到L的夾角即為岩層走向



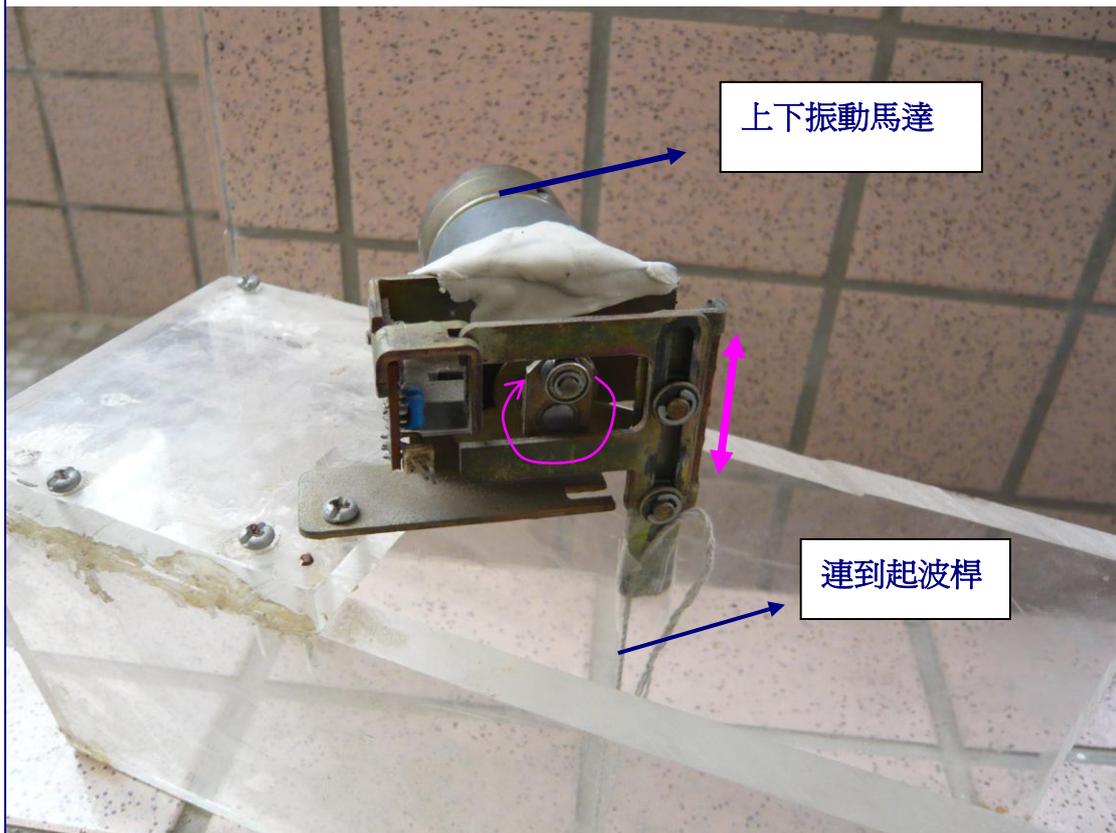
4. 濾沙器：如圖四

圖四：濾沙器



5. 波浪產生器：圖五

圖五：波浪產生器



6. 流速流量模擬水槽：如圖六
 下方水龍頭旋轉角度與流量關係如表一。

表一：水槽的流量與旋轉角度對照表

旋轉角度	流量(ml/s)
120	17
240	49
360	56.5
480	67.5

圖六：流速流量模擬水槽



伍、研究過程

一、測量並收集化石地區地形的相關資料

(一)、測量項目：

1. 傾斜角與岩層走向：在苗栗白沙屯尋找露出的岩層不連續面，測出其傾斜角與岩層走向測。
2. 用 GPS 定位：在所有採集點及測量點用 GPS 量出緯度. 經度及高度。

(二). 採集項目:

- 1 河沙：於後龍溪下游採集河沙，做搬運量的模擬分析。
2. 潮間帶泥沙：收集潮間帶泥沙，由遠到近共 3 袋，做粒徑分析，再與化石區的泥沙做比較。
3. 化石：收集可以採集到化石的地點。

二、找出化石的種類

將採集得來的化石洗淨，用貝類圖鑑比較，找出化石名稱及其棲地特色。

三、模擬水的搬運過程

(一)模擬流速：

1. 相同高度，流量與流速的關係

- (1). 裝置如圖七，將水道調水平後，靠近水槽的一端墊高 2cm。
- (2)調整水槽高度，使水槽水面與到河道高度差為 27cm。
- (3) 在河道標示 90cm 長度，轉開水龍頭 120 度放水，滴一滴墨水，測量時間再換算成流速。
- (4)分別將水龍頭旋轉角度改為 240 度，300 度，420 度後，重複步驟(3)。
- (5)根據測得數據，討論流量與流速的關係。

圖七:相同高度，流量與流速的關係裝置圖



2. 不同高度的流速

- (1)裝置同圖七。使水槽水面與到河道高度差為 27cm。
- (2)水龍頭轉 360 度放水，測出時間，再算流速。
- (3)將水槽分別提高為 50cm，63cm，79cm 再測流速。

(二)、測量帶沙量

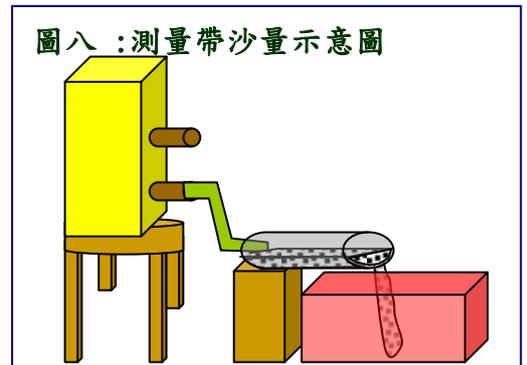
1. 不同流量的泥沙搬運量

- (1)裝置如圖八。在大的塑膠水管內裝半滿的沙子，模擬河道。
- (2)使水槽水面與到河道高度差為 27cm，水龍頭旋轉 120 度放水，一小時後，收集流出的沙子和水，沉澱一天後，吸出上部澄清的水，剩下的曬乾後，再秤出各個網眼所濾出的沙子質量。
- (3)分別將水龍頭的旋轉角度改為 240 度及 360 度，重複步驟(2)。
- (4)根據篩分析的結果，找出流量與泥沙搬運比例之關係。

2. 不同流速的泥沙搬運量

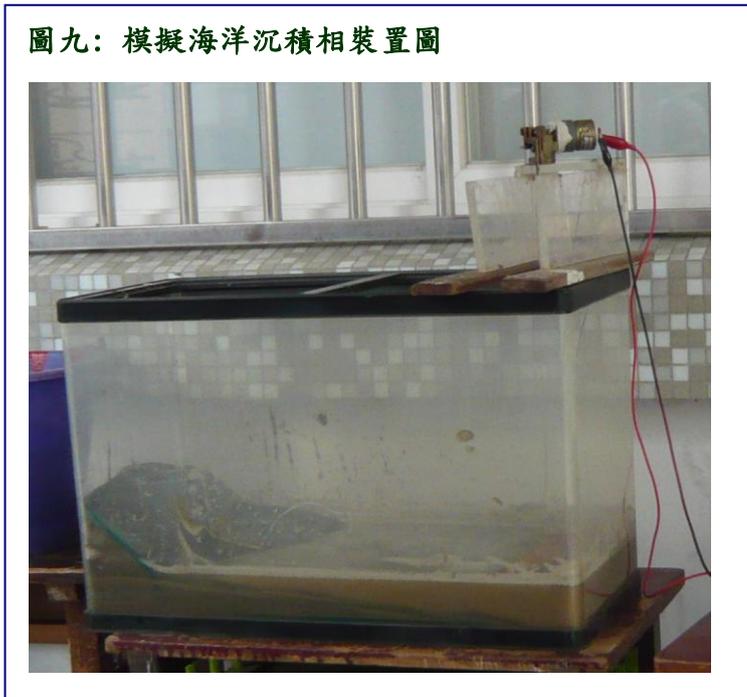
- (1)取裝置同圖八，使水槽水面與到河道高度差為 27cm，水龍頭旋轉 120 度放水，一小時後，收集流出的沙子和水，沉澱一天後，吸出上部澄清的水，剩下的曬乾後，再秤出各個網眼所濾出的沙子質量。
- (2)將高度差分別提高至 50cm 與 63cm，藉以改變流速，重複步驟(1)。
- (3)根據篩分析的結果，找出流速與泥沙搬運比例之關係。

圖八：測量帶沙量示意圖



四· 模擬不同海底坡度的海洋沉積相

1. 裝置如圖九



2. 在水槽外畫 5 度的海底坡度線，再將泥沙沿此坡度線放置。
3. 啟動波浪產生器，每隔 1 小時描繪海底坡度線，共 5 小時。
4. 分別改變坡度為 10 度，15 度，20 度重複上述步驟。
5. 分析不同坡度時，海洋沉積相的異同。

五. 由研究的結果分析化石地區的形成過程

1. 分析岩層的不連續面：

找出不連續面中，是否有凹凸不平的現象，如果有，表示有侵蝕過的痕跡，這意味著岩層曾經在海平面之上。如果沒有凹凸不平的現象，表示岩層一直處在沉積的環境中。

2. 分析岩層的粒徑：

利用各岩層的沙粒粒徑大小關係，比較各岩層所處的環境是在淺海或陸地等。

3. 化石比對分析：

由收集的化石資料，找出化石所在岩層特性。

4. 分析海相沉積環境：

利用模擬海相沉積的結果，找出沉積地形距海岸遠近及坡度大小。

5. 分析岩層傾斜角度：

利用量得的傾斜角，找出各岩層的傾斜角度，模擬岩層抬升的角度。

六、製作 Flash 還原化石地區演變過程

1. 參考書籍上的敘述，畫出臺灣島的形成過程。
2. 藉由第五項的分析結果，畫出最近化石地區形成的過程。

陸、實驗數據與結果

一、測量並收集化石地區地形的相關資料

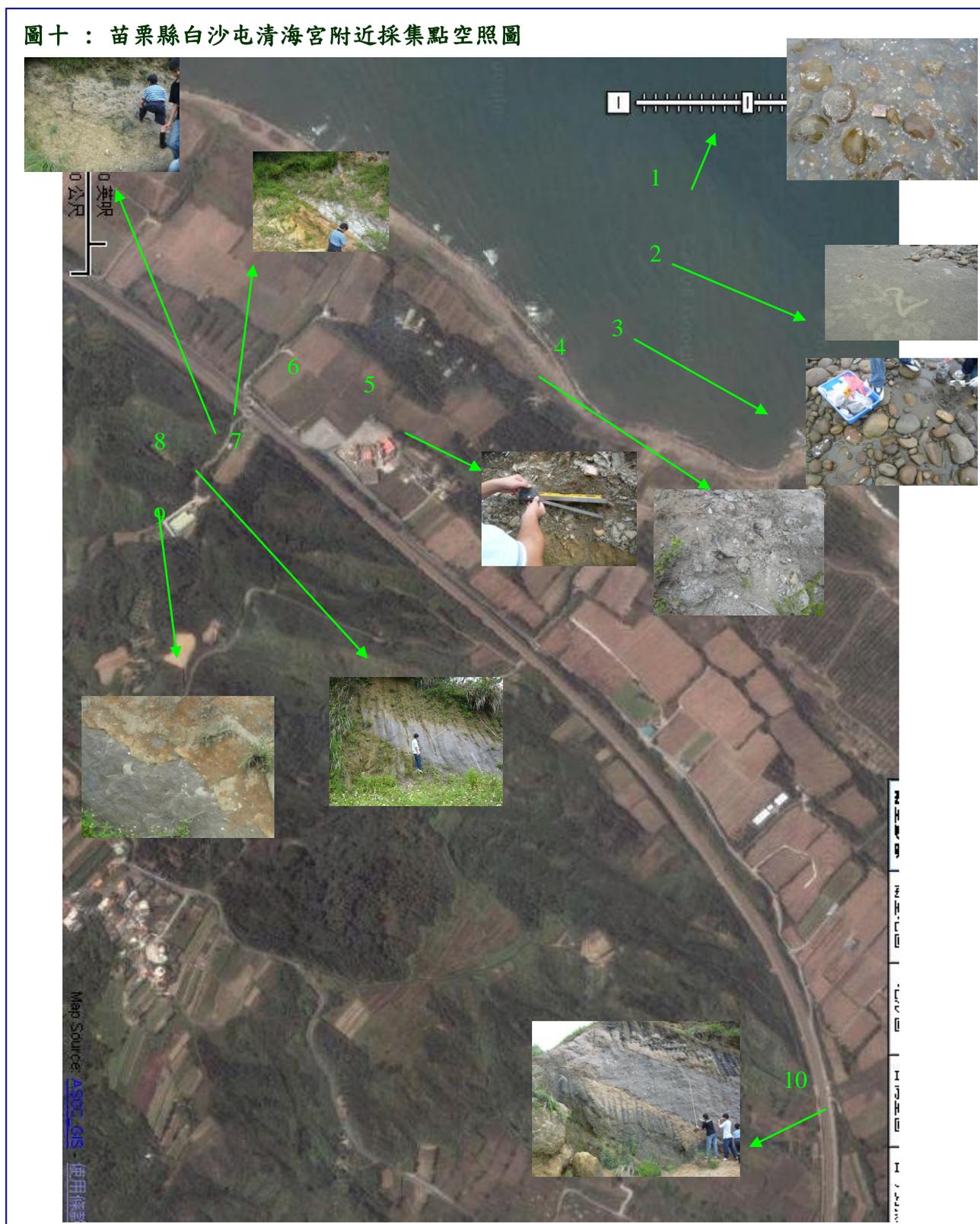
(一)各採集點相關資料:如表二

表二：化石地區各採集點的相關資料

採集點	採集物	傾斜角	岩層走向	經度	緯度	高度
1	沙子	X	X	E120° 43' 17 "	N24° 36' 11.8 "	0m
2	沙子	X	X	E120° 43' 16.5 "	N24° 36' 11.2 "	0m
3	沙子	X	X	E120° 42' 23.3 "	N24° 36 '8.8 "	-0.5m
4	化石	X	X	E120° 43' 20.2 "	N24° 36 '6.6 "	9.2m
5	化石	12	北偏東 60 度	E120° 43' 24.4 "	N24° 35' 58.5 "	11.3m
6	化石，沙子	X	X	E120° 43' 21.5 "	N24° 35 '51 "	22.8m
7	沙子	37	北偏東 40 度	E120° 43' 23.6 "	N24° 35' 49.9 "	30m
8、	化石	47	北偏東 30 度	E120° 43' 25.7 "	N24° 35' 49.3 "	36m
9	照相	47	北偏東 30 度	E120° 43' 25.7 "	N24° 35' 49.3 "	36m
10	照相	40	北偏東 25 度	E120° 43' 49.1 "	N24° 36' 17.5 "	11.7m

(二)採集點空照圖:圖十

圖十：苗栗縣白沙屯青海宮附近採集點空照圖

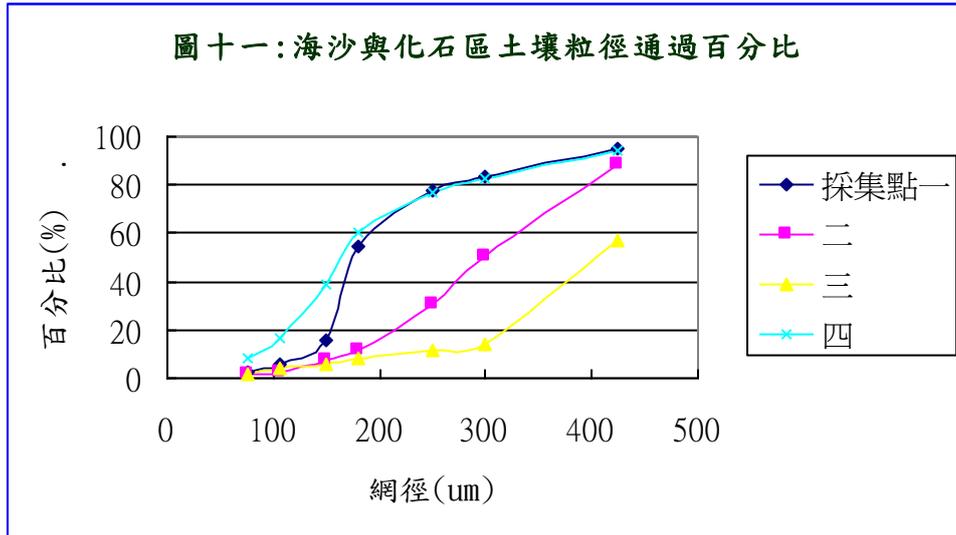


空照圖來自 google

3. 潮間帶海沙的篩分析:如表三及圖十一

表三:潮間帶海沙的篩分析數據

採集點一			
網徑(μm)	篩網內質量(g)	網內質量的百分比(%)	通過篩網的質量百分比(%)
425	13.08	5.3512253	94.6487747
300	27.99	11.4511312	83.1976435
250	13.85	5.666243914	77.53139958
180	55.7	22.78771018	54.7436894
150	95.53	39.08276398	15.66092542
106	24.14	9.87603813	5.784887289
75	7.11	2.908808248	2.876079041
0	7.03	2.876079041	0
採集點二			
網徑(μm)	篩網內質量(g)	網內質量的百分比(%)	通過篩網的質量百分比(%)
425	30.24	11.88118812	88.11881188
300	96.88	38.06380638	50.0550055
250	49.86	19.58981612	30.46518938
180	47.64	18.71758604	11.74760333
150	10.98	4.314002829	7.433600503
106	11.67	4.585101367	2.848499136
75	3.57	1.402640264	1.445858872
0	3.68	1.445858872	0
採集點三			
網徑(μm)	篩網內質量(g)	網內質量的百分比(%)	通過篩網的質量百分比(%)
425	121.27	42.86067718	57.13932282
300	120.76	42.68042695	14.45889588
250	9.26	3.272778681	11.1861172
180	8.91	3.149077543	8.037039655
150	6.17	2.180674348	5.856365307
106	5.09	1.798967979	4.057397328
75	5.79	2.046370255	2.011027073
0	5.69	2.011027073	0



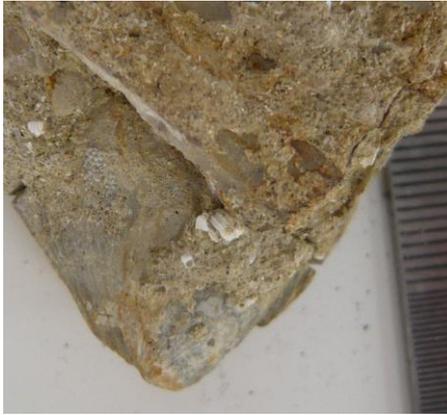
結果:採集點一是潮間帶離海岸最遠處,其顆粒大小是三個海沙採集點中最細的,可以看出潮間帶的海沙離海岸愈遠,細沙的比例愈高。化石區土壤(採集點四)的顆粒最細,所以其原始沉積地應在比潮間帶更遠的海中。

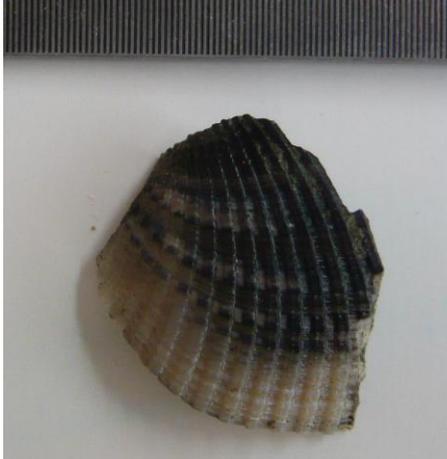
二、找出化石的種類

各採集點所採集到的化石種類及特性,如表四。

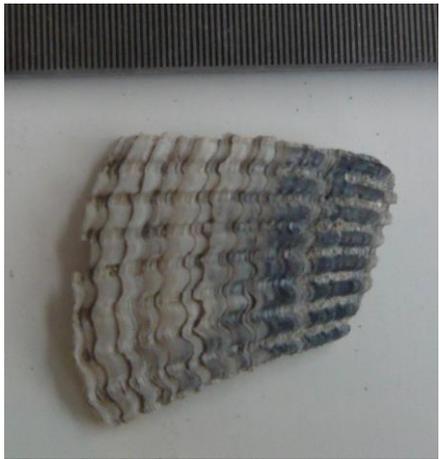
表四：各採集點所採集到的化石照片，種類及特性

採集點	照片	名稱	特性
4		海扇蛤	棲息地:近海砂底或石礫地 兩殼的表面有 15-17 條寬放射肋與細輪線相交. 殼邊緣有寬鋸齒
4		藤壺	棲息地:潮間帶

5		木化石	碎木塊在海邊被泥沙掩埋，經長期作用，留下黑色的碳，形成木化石。
5		海扇蛤	棲息地:近海砂底或石礫地 兩殼的表面有 15-17 條寬放射肋與細輪線相交. 殼邊緣有寬鋸齒
6		花牙筍螺	棲息地:淺海砂底 殼堅實. 螺層側面平直. 縫合線為淺溝狀.
6		扁玉螺	棲息地:近海砂底 殼厚，扁平，有光澤，輪廓近似圓型
6		台灣捲管螺	棲息地:近海泥質底 殼薄，螺塔長度小於體層和前水管溝的總和.

6		歐洲 鳥 尾 蛤	棲息地:淺海砂底 殼膨大.外韌帶明顯. 呈弓型.前殼緣渾圓.後殼緣有稜角 或近似平直
6		刻 紋 滿 月 蛤	棲息地:淺海砂底 殼厚,圓盤狀,殼頂尖,小月面極小, 內韌帶長
8		巨 鳥 尾 蛤	棲息地:近海砂底 殼厚又膨大.殼頂內卷. 幾乎接觸在一起
8		草 莓 鳥 尾 蛤	棲息地:淺海底 殼厚.呈四方形.殼頂明顯 外韌帶短

8		歐洲 烏 尾 蛤	棲息地:淺海砂底 殼膨大,外韌帶明顯。 呈弓型,前殼緣渾圓,後殼緣有稜角 或近似平直。
8		巴 比 倫 捲 管 螺	棲息地:近海水域 殼體修長,螺層多,殼頂尖。 螺塔長於體層和潛水管溝的總和。
8		細 斑 峨 螺	棲息地:沿海沙底和岩石間 殼厚,螺塔短而尖,體層大
8		印 度 捲 管 螺	棲息地:淺海砂底 螺層多,螺塔略長於前水管溝,外唇 頂端的缺刻深而窄
8		女 巫 骨 螺	棲息地:近海砂底。 殼頂尖銳、螺層圓凸、縫合線深刻、 淺水管溝直、極長。

8		太平洋 洋 狐 蛤	:棲息地:淺海底。 殼呈槳狀、雙殼的膨度均等、 鉸合線沿三角形韌帶凹槽的 兩邊傾斜。
---	---	--------------------	---

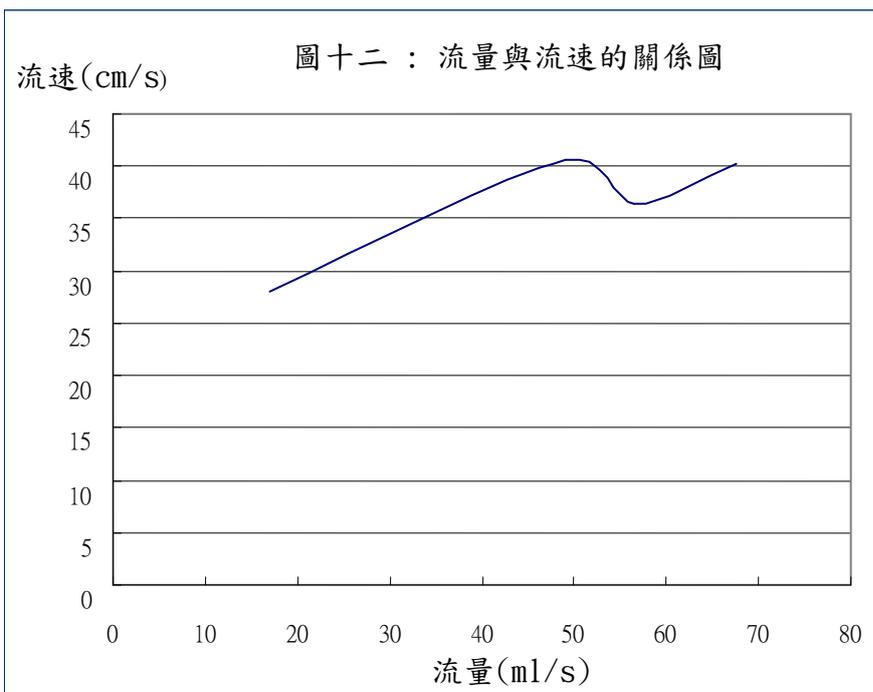
三、模擬水的搬運過程

(一)模擬流速：

1. 相同高度，流量與流速的關係:如表五。

表五：相同高度，流量與流速的關係

流量(ml/s)	17	49	56.5	67.5
平均時間(s)	3.21	2.21	2.47	2.23
流速(cm/s)	28.00	40.65	36.38	40.28



結果：流量少，水與河道間的黏滯性影響較大，所以較慢；流量稍大，則流速大約相同，誤差都在合理範圍內。

2. 相同流量，測不同高度的流速:如表六。

表六：相同流量，不同高度時的流速

高度差(cm)	27	50	63	79
平均時間(s)	2.23	1.59	1.36	1.34
流速(cm/s)	40.4	56.6	66.2	67.2

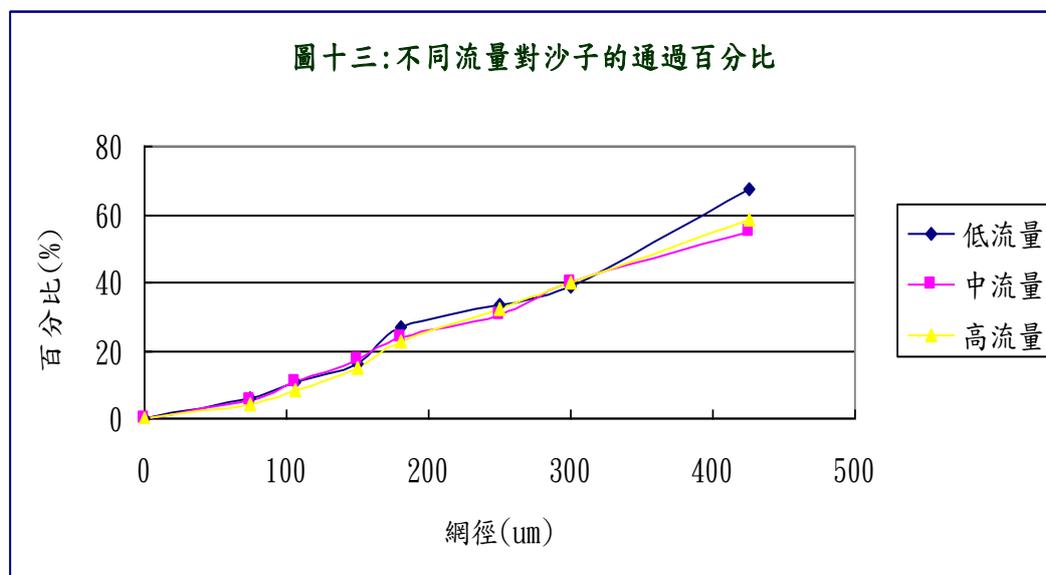
結果：高度愈高，流速愈快

(二)測帶沙量

1. 相同流速，不同流量的泥沙粒徑通過百分比:如表六及圖十三。

表六：不同流量的泥沙粒徑通過百分比

流量 網徑	17ml/s	49ml/s	56ml/s
425	0.057	0.055	0.044
300	0.108	0.107	0.085
250	0.159	0.173	0.151
180	0.268	0.238	0.224
150	0.335	0.306	0.324
106	0.391	0.402	0.401
75	0.675	0.549	0.585
0	0	0	0



結果：泥沙通過各種篩網的百分比，就圖形來看，沒有明顯的差別，可知流量不影響沙子的通過百分比。因此，可以用採集到泥沙通過百分比來推論當時河流的流速。

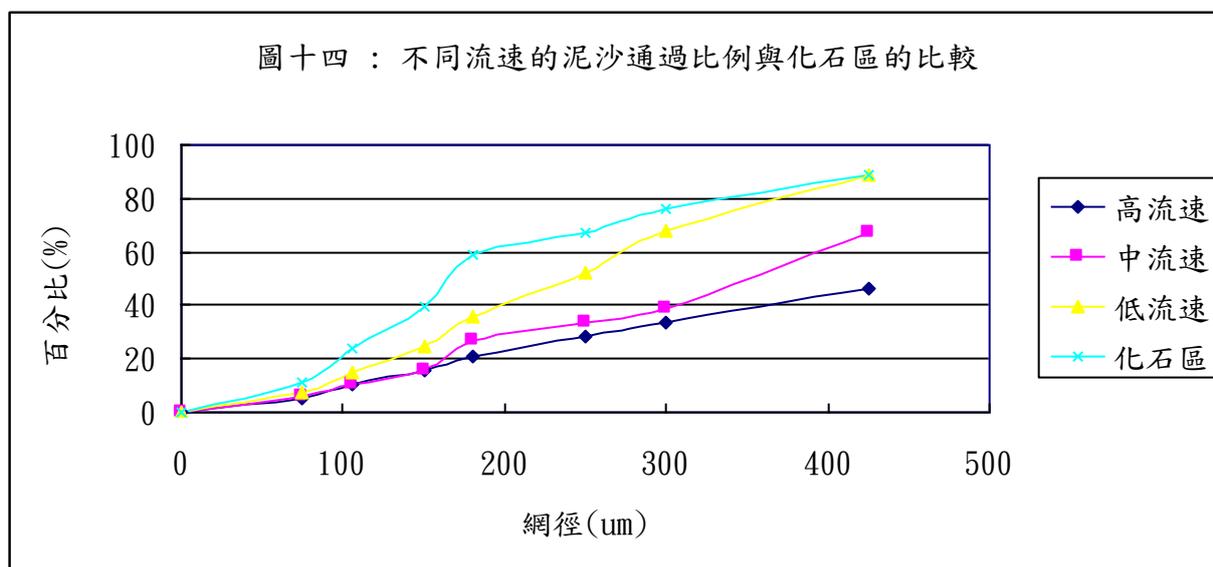
2. 不同流速的泥沙搬運量:如表七及圖十四。

表七：不同流速的泥沙通過百分比與化石區的比較

低流速=40.4cm/s，中流速=56.6cm/s，高流速 66.2 cm/s

化石區是採集點七的灰色土壤。

網徑(um)	高流速通過百分比	中流速通過百分比	低流速通過百分比	化石區通過百分比
300	33.5447	39.1156	67.6402	76.06225
250	28.2593	33.499	52.2196	67.29495
180	20.9302	26.7731	35.8645	58.69998
150	15.9267	15.9313	24.6495	39.32899
106	10.148	10.7665	14.8364	24.05622
75	5.0035	5.6718	7.4766	11.27147
0	0	0	0	0



結果：流速慢時所帶的沙子較細，圖形偏上方。化石區最粗的土壤，比低流速的還細。由此判斷，化石區的土壤，如果在出海口附近，其河流流速小於40.4cm/s。

四·模擬不同海底坡度的海洋沉積相:如圖十五。

圖十五:不同海底坡度的模擬沉積相

1. 坡度 5 度



2. 坡度 10 度



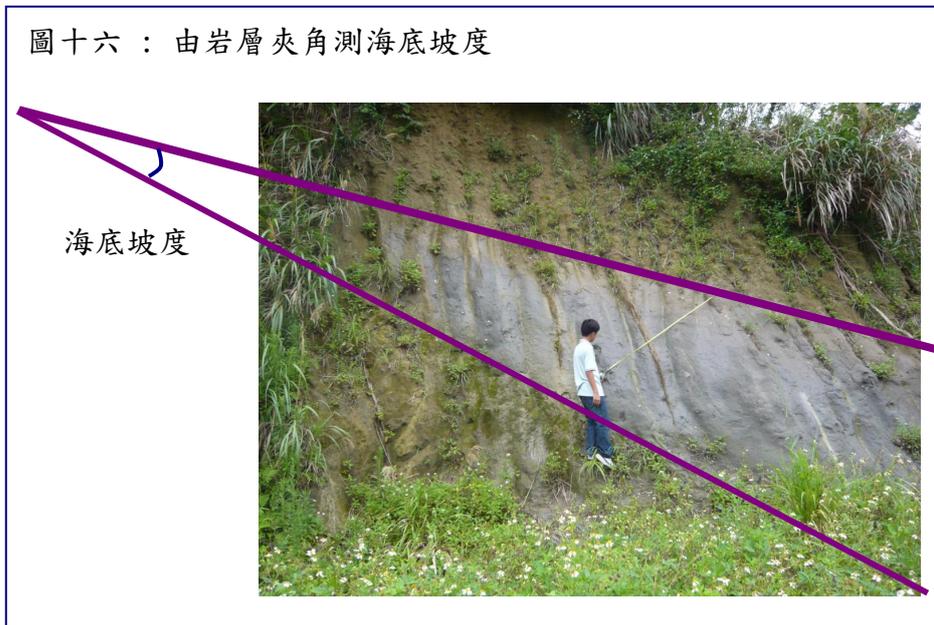
3. 坡度 15 度



4. 坡度 20 度



結果:不論是何種坡度,靠近海岸的地方會因為海浪侵蝕及搬運作用,而形成一個水平的的平台,且坡度愈平緩,形成的平台愈大,就如同我們所見的沙灘一樣。當海底坡度在5度時,沉積物會隨者海底坡度均勻的堆積,坡度10度時,靠近海岸線的地方,易受海浪侵蝕,被侵蝕下來的沙子會往更下方沉積。坡度到了15度以上時,侵蝕下來的沙子直接到底部沉積。採集點的岩層,如果發現岩層厚度由山到海有漸增的趨勢,可知這是在靠近海岸邊沉積而成的。如採集點8,圖十六,由頁岩層的上下兩個不連面,各畫兩條線,這兩條線的交點就是當時的海岸線位置,這兩條線的夾角就是當時的海底坡度。



五. 由研究的結果分析化石地區的形成過程

1. 分析岩層的不連續面:

在採集點9,圖十七,發現沙岩與頁岩間的不連續面,有凹凸不平的現象,如圖十七所示。

由此判斷,頁岩沉積後,曾經變動到海平面之上。這有兩種可能,一是頁岩層上升到海平面之上,二是海平面下降到頁岩之下。如果是第一種可能性,頁岩上升之後,還要再下降,因為之後還有沙岩沉積,就臺灣的板塊運動狀態,應是持續上升之中,所以第一種可能性較低。第二種可能性,應是氣候異常所造成的海平面升降,

圖十七：岩層的不連續面



如冰河期造成高緯度大量結冰而使海平面下降,就查到的資料顯示,最近幾十萬年內,確有冰河期出現,由此可知,此處的侵蝕面,應是冰河期海平面下降所造成的。

2. 分析岩層的粒徑：

採集點 6 的及 7 的沙子粒徑，經由通過百分比的圖形判斷，均比潮間帶採集到的沙子還細，可知其沉積的環境應在離潮間帶稍遠的海底。

採集點 5，圖十八的沙岩之上，堆積了一層上半部是黑色的礫石，在礫石層之上，還發現到木化石。由此判斷，此處的礫石應在海邊附近形成，在此層上方堆積許多漂流而來的樹葉，在被泥沙覆蓋，壓密之後，留下黑色的碳。

圖十八：黑色的礫岩層



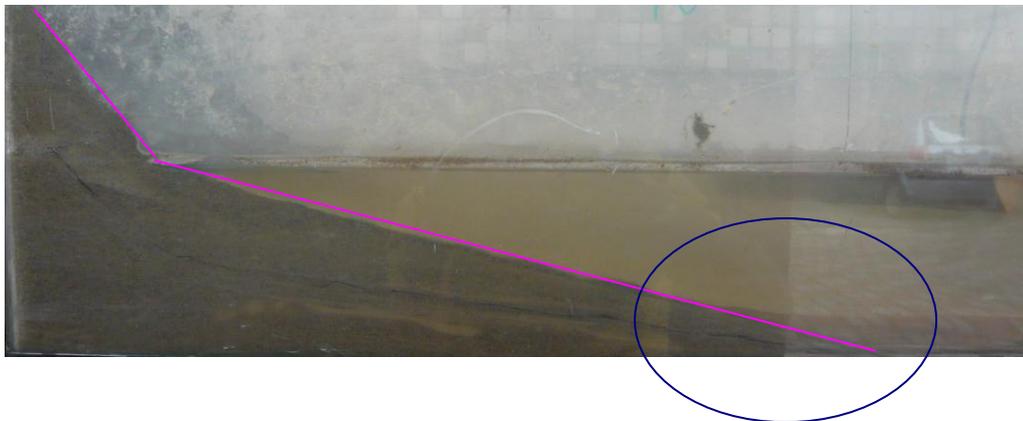
3. 化石比對分析

由收集到的化石種類，多是棲息在近海砂底，而且化石層的厚度達 200 公尺以上，可見這個地區，以前很適合貝類生存，縱然有海水面升降的變化，但不致產生劇烈變化而導致大滅絕。

4. 分析海相沉積環境：

由模擬結果可知，海底坡度平緩時，沉積層的厚度沒有太大的變化，當坡度較陡時，沉積層離海岸線愈遠，厚度愈大。再比較採集點 8，10 的頁岩厚度，均發現厚度有愈下面愈厚的現象，可知此處的沉積環境坡度稍大。

圖十九：模擬海底沉積情形與實際岩層的比較圖

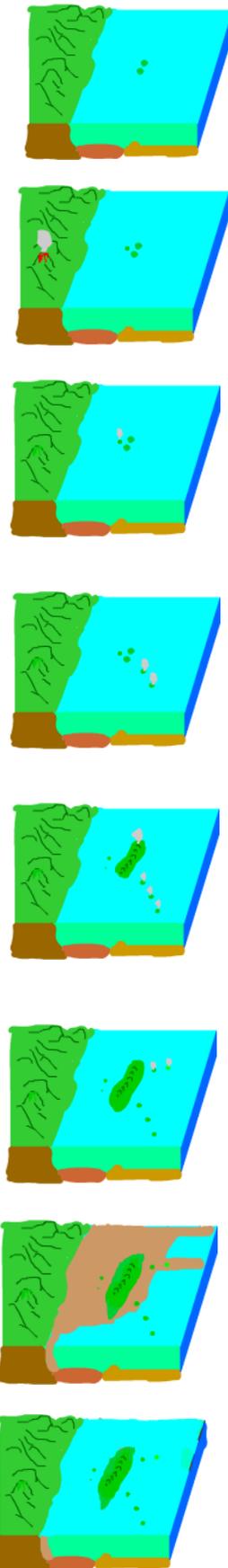


六、製作 Flash 還原化石地區演變過程

1. 參考書籍上的敘述，畫出臺灣島的形成過程：
如圖二十。

- (1). 一億五千萬年前至一億年前，古太平洋板塊與歐亞大陸板塊相擠，將大陸棚的沉積物推出，形成最早的[古台灣島]
- (2). 一億年前至五千萬年前，板塊推擠力消失，造成板塊張裂，而陷落出許多海底盆地，堆積更多沉積物，形成沉積岩。
- (3). 五千萬年前至二千萬年前，由於部分地殼的隆起與海水面的下降，形成台灣島陸地的一部分
- (4). 二千萬年前至一千萬年前，東南方遙遠的火山島串，正緩慢的向台灣島推進
- (5). 一千萬年前至五百萬年前，[菲律賓海板塊]和[歐亞大陸板塊]的推擠，形成台灣島主要的山脈
- (6). 五百萬年前至二百萬年前，在台灣島的東北部和北部，開始一連串的火山爆發
- (7). 二百萬年前至十萬年前，在菲律賓海板塊的推移下，形成今天的[海岸山脈]
- (8). 一萬二千年前，冰河期，海水面降低，台灣海峽乾涸消失，於是台灣與大陸連接了起來
- (9). 現在，變化並沒有停止，中央山脈仍在長高中

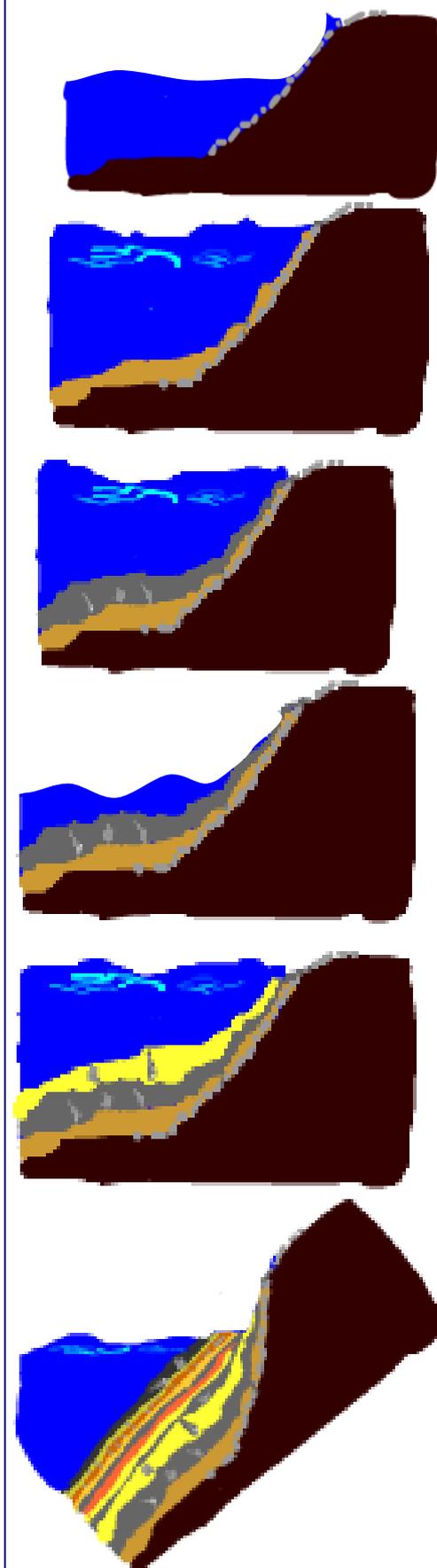
圖二十：臺灣島形成過程



2. 藉由第五項的分析結果，畫出最近化石地區形成的過程：如圖二十一。

- (1). 海水下降，河流將礫石帶到較遠的地方沉積。
- (2). 海水再次上升，河流帶來的沉積物，只有較細的泥沙可以隨海浪飄流到較遠的地方沉積。
- (3). 灰色的泥沙開始沉積，海中的貝類出現，死亡的貝類被泥沙掩埋。
- (4). 海水下降，灰色泥沙的沉積層開始接近海面，被海浪不斷的侵蝕，造成土表凹凸不平的外觀。
- (5). 海水又一次上升，使被侵蝕過的灰色地層再度沒入水中，黃色泥沙沉積，覆蓋侵蝕面，貝類繼續活動，死亡的貝類被泥沙掩埋。
- (6). 海平面持續上升，細粒的紅土出海後飄了一段距離才開始沉積，此時深度太大，貝類移至淺海處，所以不見化石。
- (7). 接著海平下降，黃色沙土沉積，貝類恢復活動，死亡的貝類被泥沙掩埋。
- (8). 河水帶來大量礫石，樹葉堆積在此處。
- (9). 泥沙再度覆蓋樹葉，使樹葉碳化而附著於礫石上。
- (10). 海水面上升，灰色土壤沉積，貝類活動，死後被掩埋。
- (11). 地層被擠壓而離開水面。
- (12). 海浪侵蝕出一個平台，部分化石因此露出。

圖二十一：白沙屯地區地層形成過程圖



柒、討論

- 一. 化石採集地因人為開發的結果，挖出許多化石露頭，方便採集；另一方面，也因為建設的需要，覆蓋了化石露頭，讓人無法採集，利弊參半。另外化石地區的植物被覆也影響觀察。
- 二. 選擇白沙屯作為研究地點，主要是因位交通便利，地質鬆軟，化石較易挖掘，人為破壞少的緣故。如圖二十二的生痕化石，附在堅硬的岩石上，就不容易挖掘。

圖二十二:基隆和平島的生痕化石

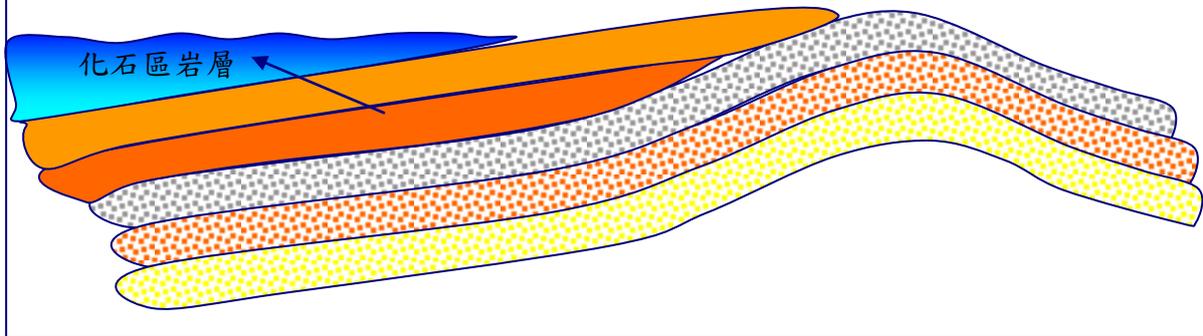


- 三. 在找化石種類時，現有的資料是以現代貝類為主，古代的貝類因形成過程的碰狀擠壓，有的殘缺，有的褪色，因此在辨認上有點困難，再加上貝類圖鑑上的貝類種類並不够多，所以只能選最接像的作為名稱。
- 四. 測量傾斜角及岩層走向時，由於岩層的節理不是很平整，因此測量上有些許的誤差。
- 五. 做河流帶沙量實驗時，為使逼近真實情況，故取後龍溪河床上的沙子為樣本，以減少取樣不同所造成的誤差。
- 六. 在尋找連續岩層時，受限於鐵路經過及重植農作物，無法查得很詳細。
- 七. 離海岸較遠的地方，因無路可走，所以只能作到離海岸約 1 公里的地方。
- 八. 對於岩層的年代，我們無法用同位素定年法，只能參酌別人的研究結果來揣摩，因此誤差難免。
- 九. 利用模擬的方式來判斷以前的事件，因為無法完全還原當時的地質狀況，所以多少會有一些誤差，只能儘可能貼近當時情況，來減少誤差。

捌、結論

- 一、由於採集到的土壤樣本，都是鬆散的狀態，並沒有固結成堅硬的岩石，因此可以判斷此一地區的地層並沒有深埋到地底而變質，所以地層形成的傾斜狀態，是下方更深的岩層因擠壓而造成背斜狀態所抬升，如圖二十三。

圖二十三：採集點地層結構圖



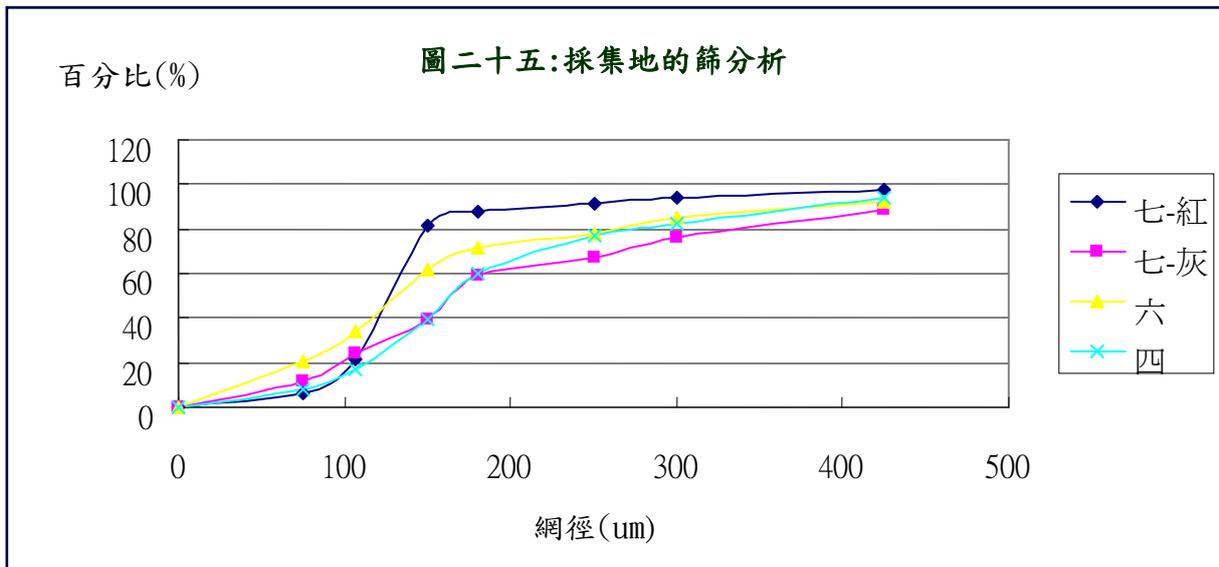
- 二、採集點 8 和 10 相距數百公尺，但兩者的岩層走向及傾斜角相近，地層結構也相似，可以判斷這兩點以前應是同一地層，如圖二十四所示。

圖二十四：採集點 8(左)與採集點 10(右)比較圖



- 三、採集點 8 到 5 岩層走向漸漸往東偏，表示當時沉積時，靠南邊的地方沉積層較北邊厚，才能在地層抬升後，呈現愈來愈偏東的走向。為何靠南邊的地方沉積層會較厚呢？可能的原因應是水流由北向南流，所以愈南邊愈容易沉積，比照空照圖，後龍溪的出海口在北方，其挾帶的河水會往外流開，造成化石地區的水流方向是由北向南。另外，當時的海流方向向南流，也會造成此一現象。
- 四、由化石區挖到的沙子和實驗時的帶沙量作比較推論，化石挖掘地那裡的水流速十分緩慢。再由化石的破碎程度不大，及發現仍然閉合的海扇蛤判斷，當時的沉積環境的深度應海浪的影響深度之下才能免於破壞。

五、顆粒較細的地層應是當時離海岸較遠，表示當時的海平面較高，使海岸線後退所致。由土壤粒徑的篩分析發現，採集地的地層並沒有愈來愈細或愈來愈粗的趨勢，如圖二十五所示，可見當時的海平面也有升升降降的情況出現。



六、了解過去，才能掌握未來。過去白沙屯地區歷經多次的海平面升降及地層抬升，未來勢必有類似的變化。因此研究地層的歷史，可以幫助我們了解生長的土地的特性，才不會因不了解而做出錯誤的決策。

七、經由此次的研究，使我們了解到研究地層的種種方法，也讓我們體認到看似平凡的地層，竟也隱藏這麼多的秘密存在。但可惜的是，此區的地層鬆軟，容易因水的侵蝕而快速流失，所以我們趁它還沒有完全消失之前，趕緊做好記錄，留下美好的回憶。

玖、參考資料

一、化石與地質分析：

www.nsc.gov.tw/_newfiles/popular_science.asp?add_year=2006&popsc_aid=43 <http://www.nsc.gov.tw>

二、陳志鵬古生物紀錄：

http://zih.loxa.edu.tw/science_and_technology/200605_fossil.html

三、台灣的化石：<http://gis.geo.ncu.edu.tw/earth/fossils/fossils.html>

<http://gis.geo.ncu.edu.tw>

四、台灣有哪些化石？：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1106082909206>

五、鍾廣吉(95年8月)，台灣的化石，遠足文化事業股份有限公司。

六、S. Peter Dance 著，劉澍，宋漢濤譯(民國85年)，貝殼圖鑑，貓頭鷹出版社。

七、陳文山(95年3月)，岩石入門，遠流出版事業股份有限公司。

【評語】 031725

優點：

對各種化石鑑定的很仔細，深入探討化石的生成環境。並透過化石與地層研究及模擬設備，來瞭解鄉土環境演化過程。

缺點：

自然界千變萬化，所以實驗時，應盡量簡化參數，結果會對各參數更了解。實驗數據表達未注意到有效數字，操縱變因亦不夠精準。

建議改進事項：

化石鑑定應採用台灣的圖鑑

P.8 傾斜角須加方向。

P.3 走向的定義須稍修改。

P.10 網內質量的百分比，有效數字太多位。

P.19 海底坡度之估計須再確認。