

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 地球科學科

第三名

最佳團隊合作獎

040509

觀音草潔海灘沉積物分析

學校名稱：桃園縣立南崁高級中學

作者： 高一 黃 偉 高一 杜嘉彬 高一 吳修禎 高一 王尹彤	指導老師： 潘建熾 徐文祥
---	---------------------

關鍵詞：草潔、沉積物、粒度

摘要

草漯村位於桃園縣觀音鄉沿海，海岸線因風浪作用有向內陸退後之現象，海岸線平直，沿海沙灘分布，坡度平緩約 2 至 4 度。採樣點位置附近有兩小溪出海口，沙丘平行海岸線分布，呈東西走向。

本研究於 2010 年 1 月 10 日距沙丘底部 40 至 65 公尺間垂直採樣 12 管沉積物，採樣深度由 30 公分至 84 公分不等，並以每 2 公分分層取樣進行過篩粒度分析，並使用顯微鏡觀察各粒徑沉積物之內含物，藉以了解影響海灘沉積物之營力隨時間之變化。

依據粒度分析發現此區，沉積物粒徑大於 0.25mm 之比例，從 10.0%到 79.9%不等，影響此區海灘沉積物分布主要力量有水流及海浪，營力隨時間有增強的趨勢。依據沉積物內含物及分層圖觀察，近砂丘底部沉積物主要沉積營力為流水、距陸較遠海灘應以風浪為主，且海岸有向陸地退縮之趨勢。

壹、研究動機

科技發展，人們往往爲了自身的利益而迫害自然，全球暖化議題正在國際間發酵著，海平面上升、劇烈氣候變化，似乎成爲世人關心的問題。

看著上幾屆學長、姐所做科展題目，研究觀音草漯海灘沉積物分布，發現粗顆粒貝殼砂分布位置與沙灘營力有相關性。故延伸學長姐科展想法，我們想利用沙灘沉積物垂直粒度及組成成分變化，以了解桃園觀音海岸線、氣候變遷及海平面變化之情況。



圖 1-1 觀音草漯海岸的沙灘

貳、研究目的

藉由沉積物粒度垂直變化、沉積物內含物分層，找出草漯沙灘地形變化，進而瞭解影響草漯沙灘營力的變化情況。

參、研究設備及器材

一、室外採樣部分：

工作手套…1 副/人
封口袋…2 袋
PVC 塑膠空管(口徑 3 吋、1 公尺長)…12 支
油性筆…隻/人
鐵鎚…3 個
鋼筋…1 支
電鑽…1 支
保鮮膜…1 捆
報紙…10 張
封箱膠帶…數捆

三、數據分析：

電腦…1 部
軟體(EXCEL、PHOTOIMPACT)…各一套

二、室內分析工作：

皮尺…1 個
卡式爐…1 具
篩網(孔徑 0.25mm、0.125mm)… 2 個
電子秤…1 具
鬃毛刷…1 隻
秤量紙…1 疊
封口袋…10 袋
電動線鋸機…1 架
解剖顯微鏡…1 架
數位攝影機…1 台

肆、研究過程及方法

一、研究地區及採樣點環境介紹：

(一) 研究地點環境介紹：

桃園海岸線總長約 39 公里，屬砂質海岸，桃園海岸冬季東北季風強烈，造成風浪侵蝕海岸，具明顯之夏淤冬刷現象。

觀音草漯海岸位於老街溪及大堀溪之間，海岸分布沙灘，海岸線平直，此區海岸在 1904-2001 年，海岸線侵蝕後退達 20-280 公尺。此段海岸的沙丘在 1978-1994 年間也向內陸後退 30-160 公尺(楊美萍 2004)，雖政府近年來在此施設編籬定砂工，但砂丘規模已不復往常盛況(經濟部 水利署)。取樣點位置(12 管)及附近景觀如圖 4-1 所示。

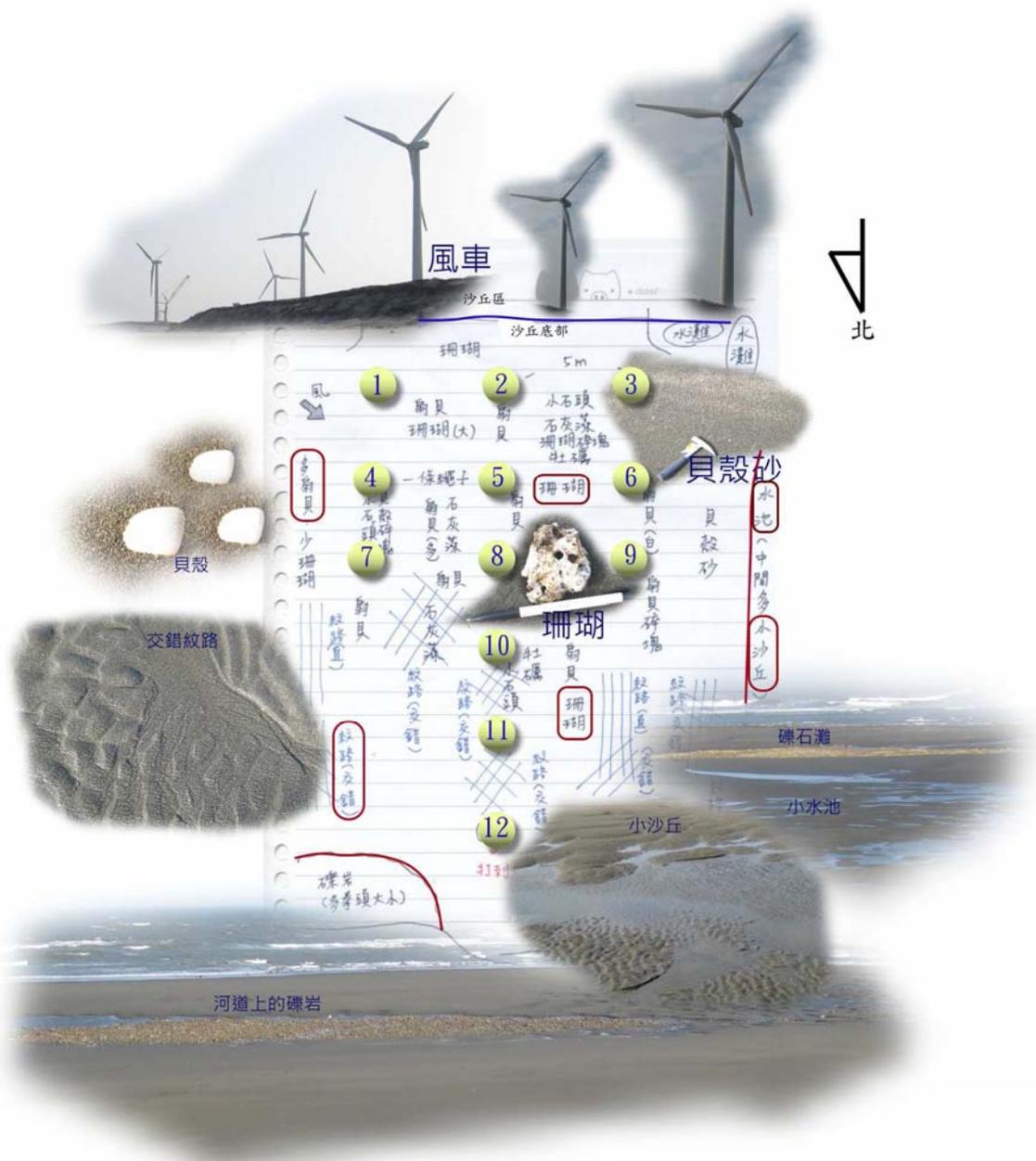


圖 4-1 採樣點附近環境及取樣位置示意圖

(二)採樣方式及目的介紹：

1.採樣點位置選定原因：

本研究採樣位置在一平坦灘地上，兩側有小溪入海。取樣時間為 2010 年 1 月 11 日，距離沙丘底部約 40 公尺至 65 公尺處打管取樣，取樣點地圖如圖 4-2 所示。

選定此採樣點位置的原因是依據草漯地區海灘沉積物分析(48 屆北二區科學展覽)，發現貝殼砂分布位置代表著海浪營力較大區域，主要分布在距離沙丘底部 30 至 60 公尺處，故選定此區域垂直打管取沉積物分析粒度及顯微鏡觀察，藉此了解此海灘區域之營力變化情況。

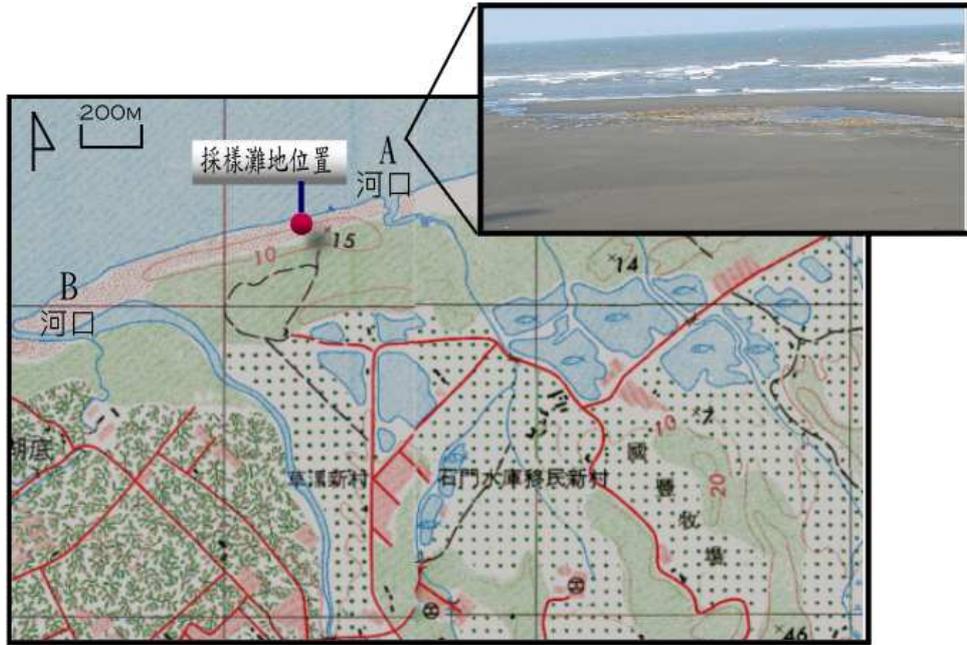


圖 4-2 草漯海灘採樣點位置圖

2.採樣方式及目的

(1)採樣方式(如圖 4-3)：

本次採樣打管位置距沙丘底部約 40 公尺處，以東西、南北方向每間隔 5 公尺向下垂直打管取樣 12 管，深度 30 至 84 公分不等，取樣點分布如圖 4-3 所示。

(2)「由」字採樣原因：

由圖 4-3，採樣點 1 至 9 管分布成正方形，方便層位對比、繪製立體圖。10 至 12 管延伸向海方向，可與管 2、管 5、管 8 做比較，藉由層面剖面圖，可推知沉積層厚度分布趨勢。並由顯微鏡下觀察沉積物比對了解岸邊沉積物與距離岸邊沉積物的不同。

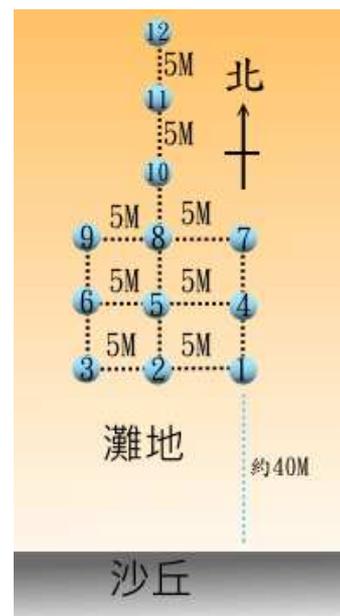


圖 4-3 採樣點分布位置示意圖

(三)分析篩網選用原則

依據先前研究(2001 石再添)研究報告指出，草漯海灘沉積物粒徑約 0.5mm 到 0.125mm 範圍間。故本研究選定 0.25mm(粒徑介於中間)及 0.125mm 兩種孔徑之篩網，藉此分析各層粒度變化趨勢，以了解此區營力隨時間變化。

二、實驗原理：

(一)海灘區域受潮流之營力分布：

當海浪到達岸邊，受海水變淺影響，波形改變，產生破浪，挖蝕時海床。破浪帶以內，水流高速前衝，而後減弱，稱為衝浪帶。衝浪帶最靠陸地區域水淺，水流流速快，海浪夾帶沉積物向上潑濺，侵蝕力強烈，稱為掃浪帶(何春蓀 普通地質學)，如圖 4-4。掃浪帶區域營力大，粗顆粒沉積物含量較高，故沙灘常出現貝殼砂集中某些區域之情況，屬掃浪帶特徵。

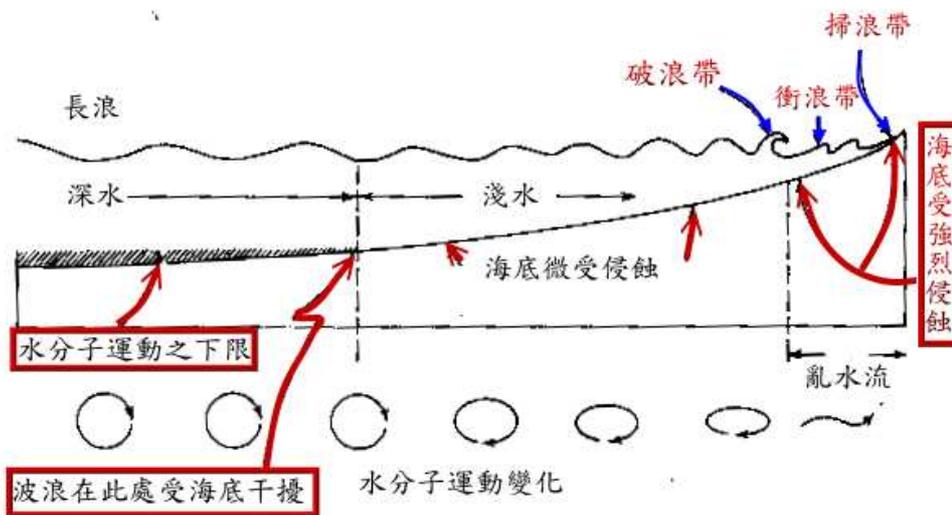


圖 4-4 破浪帶、衝浪帶、掃浪帶示意圖(摘自：普通地質學 376 頁)

(二) 海灘沉積物內含物質：

礦物風化的難易與其在岩漿，中結晶先後順序相反，包溫系列列出火成岩結晶之順序(圖 4-5)，其中越早結晶的礦物越易風化，如橄欖石、輝石等。越晚結晶之礦物越不易風化，如石英等，故岩石經歷長時間風化，故陸地上風化最後堆積於海邊的沙便以石英為主，其次是長石與雲母(陳汝勤、莊文星 岩石學)。且陸地上第層風化生成的沙，常見氧化紅土沾黏其上，形成黃色沙灘。

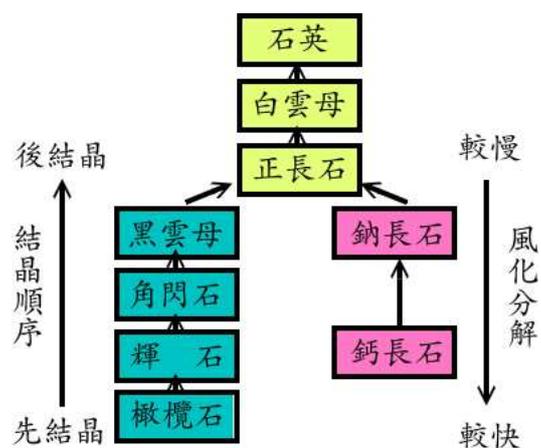


圖 4-5 包溫系列火成岩結晶順序及風化難易度示意圖(摘自：岩石學 140 頁)

二、研究方法及過程：

實驗流程區分為採管前準備工作及採管過程、分層取樣並裝袋、沉積物過篩並秤重、顯微鏡下觀察沉積物、沉積物分層分析及成因探討，如圖 4-6 所示。



圖 4-6 研究流程

(一) 採管前準備工作及採管過程(參見圖 4-7)：

- 1.將 PVC 管兩側鑽孔：將 PVC 管其中一端的兩側於適當位置利用電鑽穿孔。
- 2.將鋼筋穿過 PVC 管兩側孔：確認鋼筋能否順利穿過 PVC 管兩側孔。
- 3.將 PVC 管垂直敲入沙灘：於選定採樣點位置，將 PVC 管，利用鐵鎚垂直敲入沙灘。
- 4.穿過鋼筋，用力抽起 PVC 管：將鋼筋穿過兩孔，兩人手握 PVC 管兩側鋼筋，同時向上施力，抽出沉積物。
- 5.將多餘 PVC 管鋸斷：將 PVC 管取樣上方無沉積物之部分鋸斷。
- 6.將 PVC 管兩端封口，帶回實驗室：利用保鮮膜、膠帶先將 PVC 管取樣下方處封口，再利用報紙將 PVC 管取樣上方處壓實沉積物後封口。



圖 4-7 步驟一：採管前準備工作及採管過程圖

(二)分層取樣並裝袋(參見圖 4-8)

- 1.將 PVC 管垂直剖開：利用電動線鋸機將 PVC 管垂直剖開。
- 2.每 2 公分厚度畫出分隔線：每 2 公分為單位，標示沉積物編號。若取樣位置在第 1 點，表層 0 至 2 公分編號為 1-1、離表層 2 至 4 公分編號為 1-2，依此類推。
- 3.觀察並記錄各管沉積物分層狀況：以數位相機拍下各管分層狀況，並將各管中如貝殼砂多等特殊層位紀錄於紀錄紙上。
- 4.分層取樣並編號、裝袋：依據沉積物分層編號，分別取出沉積物樣本，並將沉積物分別裝袋，且在袋上貼上沉積物編號樣本號碼。



圖 4-8 步驟二：分層取樣並裝袋流程圖

(三)沉積物過篩並秤重(參見圖 4-9)：

- 1.將樣本沙放置鍋爐上炒乾：將樣本放入鍋中加熱，去除水分，放入標示編號袋中製成樣本。
- 2.樣本沙量取總重並記錄：將沉積物取出以電子秤秤量總重，紀錄於紀錄紙上。
- 3.過篩並秤量各篩沉積物重並記錄：將樣本沉積物倒入篩網(孔徑 0.25mm 及 0.125mm 組合篩網)中過篩，並分別秤取孔徑 0.25mm、0.125mm 篩網上沉積物及剩餘沉積物重量，紀錄於紀錄紙上。若測重誤差大於 3%，樣本則重新測量。
- 4.將樣本各篩網沉積物分袋包裝保管：將秤量完之沉積物依粒徑大小分袋包裝，第 1-1 袋沉積物孔徑大於 0.25mm 標示為 1-1-1，孔徑 0.25mm~0.125mm 標示為 1-1-2，孔徑小於 0.125mm 標示為 1-1-3，依此類推。

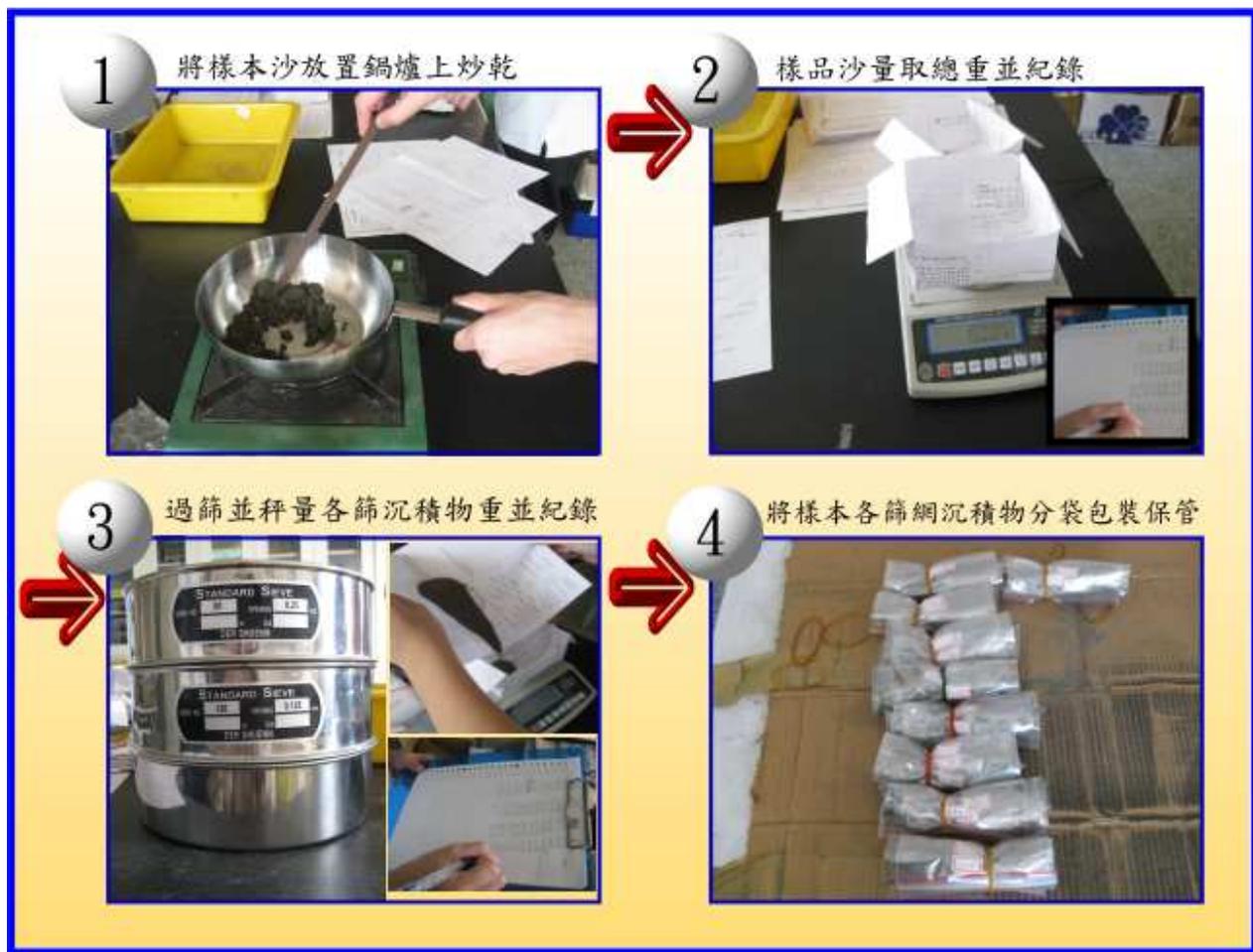


圖 4-9 步驟三：沉積物過篩並秤重流程圖

(四)顯微鏡下觀察沉積物(參見圖 4-10)：

- 1.利用解剖顯微鏡觀察各層沉積物：將孔徑大於 0.25mm、0.25~0.125mm 和小於 0.125mm 的沉積物放置培養皿中利用解剖顯微鏡分別觀察之。
- 2.利用數位相機拍下各層沉積物：主要以拍攝各層孔徑大於 0.25mm 和小於 0.125mm 的沉積物特徵為主，及若干孔徑 0.25~0.125mm 之沉積物。
- 3.紀錄各層沉積物特徵：將顯微鏡下觀察到的各層特徵記錄下來。
- 4.比對各樣本沉積物特徵：比對各樣本所觀察到沉積物特徵，觀察各管分層沈積物異同。



圖 4-10 步驟四：顯微鏡下觀察沉積物流程圖

(五)沉積物分層分析及成因探討(參見圖 4-11)：

- 1.將樣本過篩各層重量輸入表格，製成柱狀圖進行各管層位分析：將各層重量輸入 excel 表格中，利用 excel 軟體功能，計算出各粒徑沉積物之重量百分比，測重誤差等。並繪製成各管孔徑大於 0.25mm 和孔徑小於 0.125mm 的橫向柱狀圖，藉此了解各管沉積物粒徑變化。
- 2.結合沉積物剖面觀察資料，找出各層層面深度分佈：利用孔徑大於 0.25mm 的柱狀圖，比對沉積物剖面觀察資料和孔徑小於 0.125mm 的柱狀圖找出各層面的深度分佈。
- 3.將各管層面深度，輸入表格。繪製層面立體圖及等深度圖：將各管層面深度資料輸入表格，資料不足處以內插法補足 18 個位置，並以顏色區分之。再以此 18 個位置繪製層面立體圖及等深度圖。
- 4.配合沉積物特徵判別，找出各層營力變化之原因：利用立體圖、等深度圖配合沉積物特徵判斷，找出各層營力變化原因。

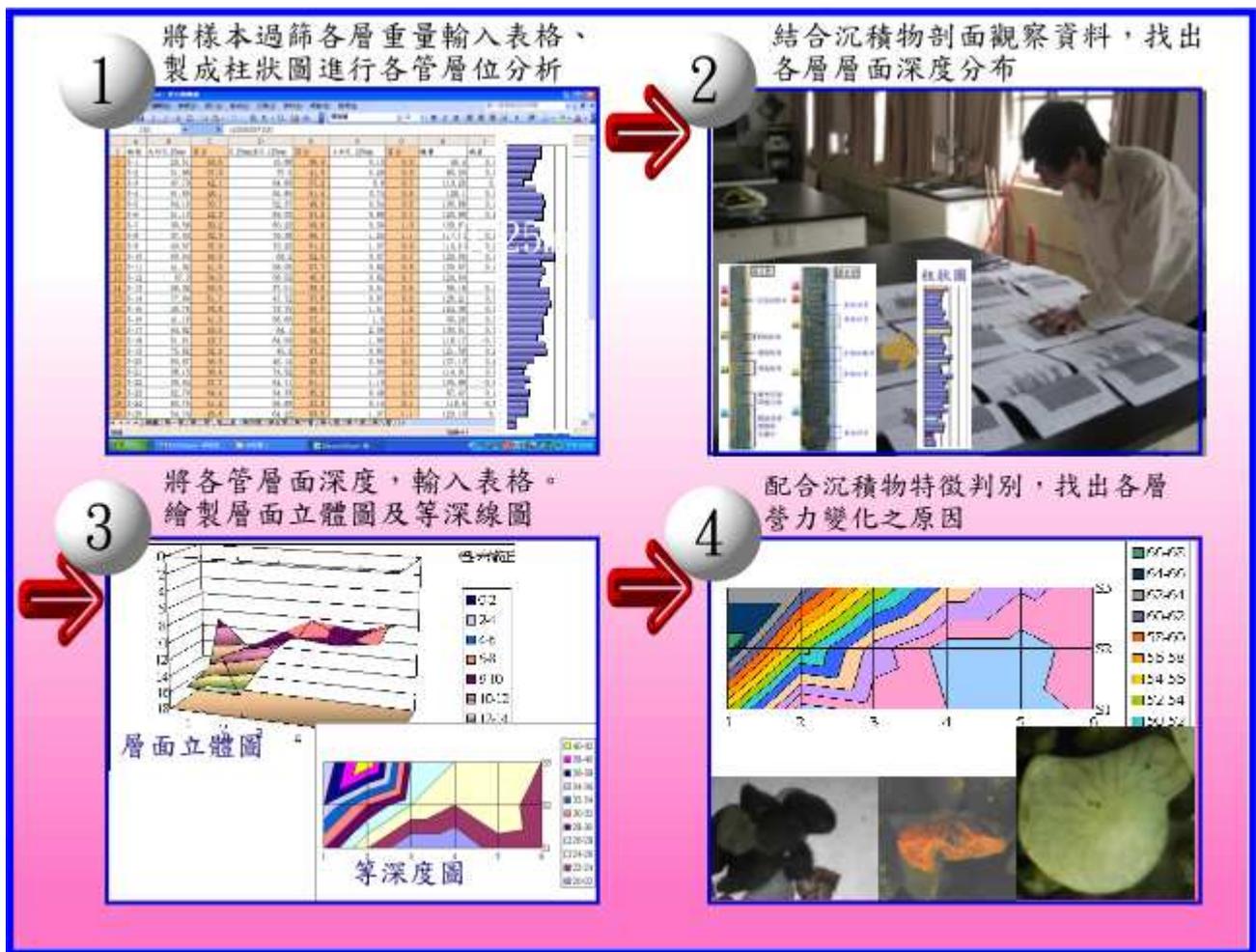


圖 4-11 步驟五：沉積物分層分析及成因探討流程圖

伍、研究結果

一、沉積物垂直剖面觀察及各層粒度分析(請參照表 5-1)：

(一)沉積物垂直剖面觀察

採管(12 管)剖開後觀察沉積物分布狀況，如下表 5-1 所示。可見各管中有許多層中內含貝殼砂及貝殼，如表中標示。除此之外第 2 管編號 2-33 至 2-42 及，第 12 管 12-26 至 12-29 可見膠結良好之泥質層。第二管 2-30 至 2-32 內含黃色石塊。

(二)各管分層粒度分布：

本研究採樣 12 管，採樣深度由 30 公分(第 1 管)至 84 公分(第 2 管)不等。分布位置請參見肆採樣方式。本次採管 12 管中，粗顆粒(粒徑大於 0.25mm)的重量百分比最多達 79.9%(編號 2-17)，粗顆粒(粒徑大於 0.25mm)的重量百分比最少 10.0%(編號 12-28)。

表 5-1(a) 沉積物垂直剖面觀察及各層粒徑分布記錄表

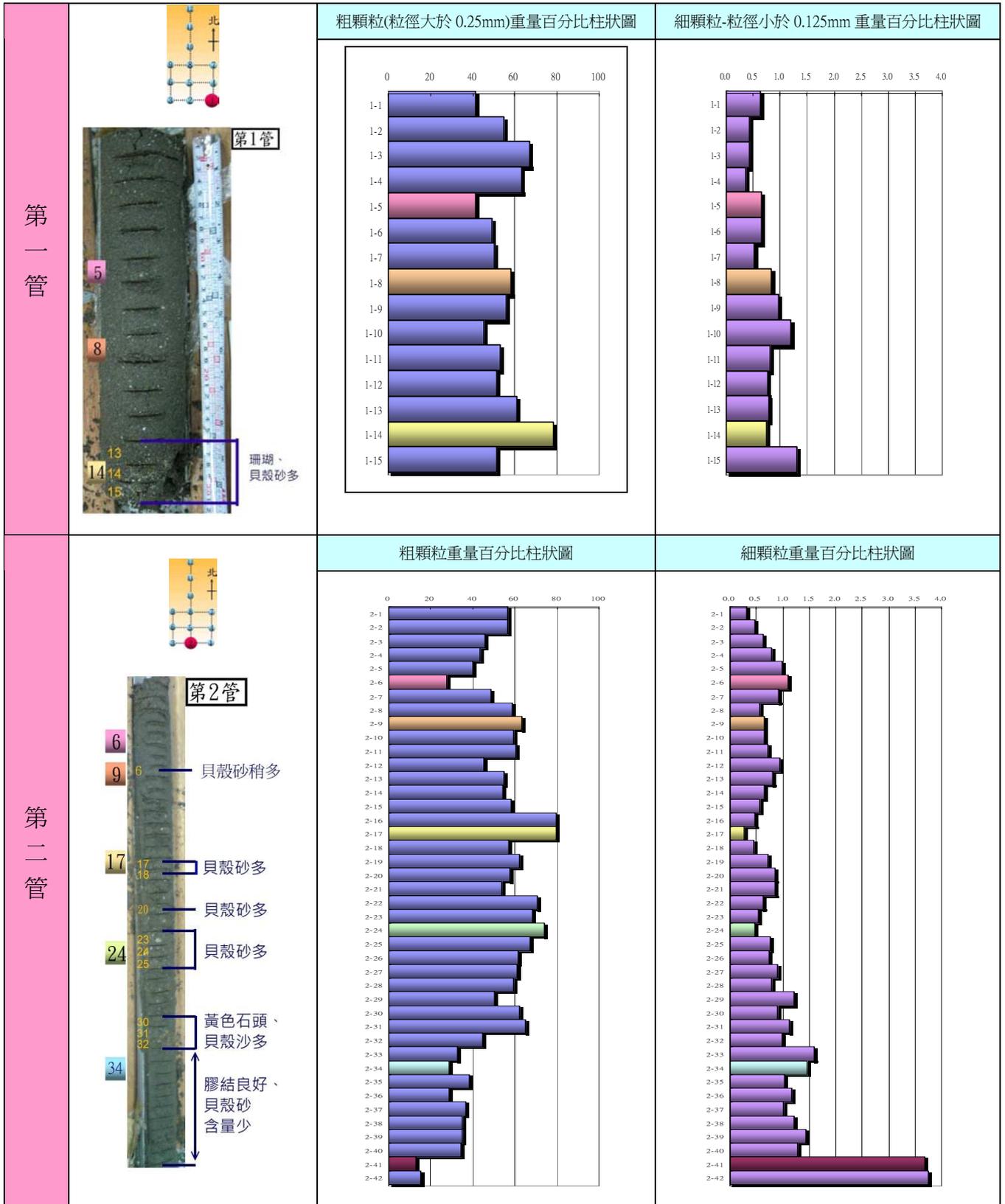


表 5-1(c) 沉積物垂直剖面觀察及各層粒徑分布記錄表

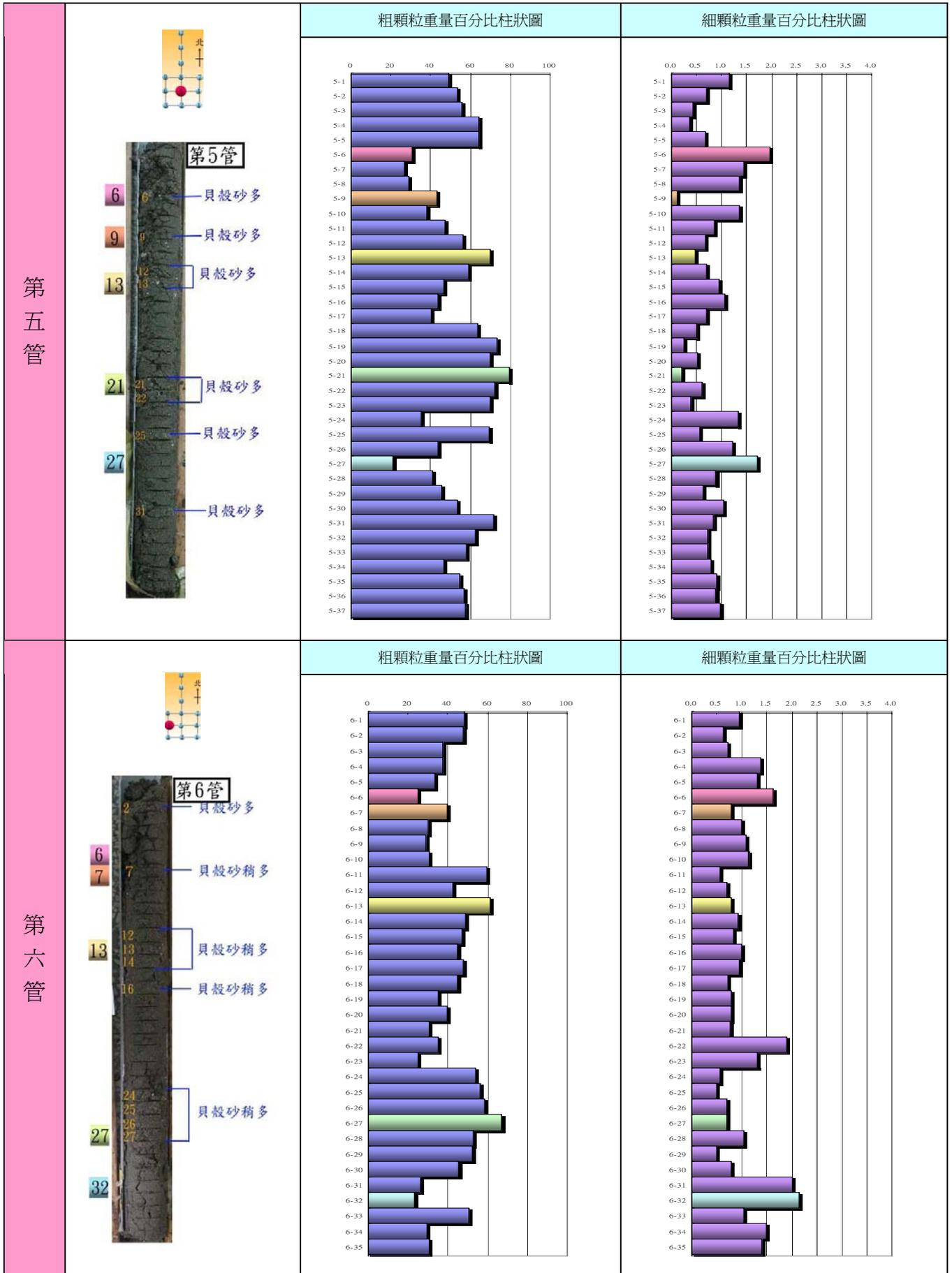


表 5-1(d) 沉積物垂直剖面觀察及各層粒徑分布記錄表

	沉積物垂直剖面觀察	粗顆粒重量百分比柱狀圖	細顆粒重量百分比柱狀圖																																																																																																																				
第七管	<p>第7管</p> <p>1 貝殼砂多</p> <p>4 貝殼砂稍多</p> <p>5 貝殼砂稍多</p> <p>10 貝殼砂多</p> <p>12 貝殼砂稍多</p>	<table border="1"> <caption>第七管粗顆粒重量百分比柱狀圖數據</caption> <thead> <tr> <th>深度</th> <th>粗顆粒重量百分比 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>7-1</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-2</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-3</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-4</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-5</td><td>60</td></tr> <tr><td>7-6</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-7</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-8</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-9</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-10</td><td>60</td></tr> <tr><td>7-11</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-12</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-13</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-14</td><td>60</td></tr> <tr><td>7-15</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-16</td><td>40</td></tr> <tr><td>7-17</td><td>40</td></tr> </tbody> </table>	深度	粗顆粒重量百分比 (%)	7-1	40	7-2	40	7-3	40	7-4	40	7-5	60	7-6	40	7-7	40	7-8	40	7-9	40	7-10	60	7-11	40	7-12	40	7-13	40	7-14	60	7-15	40	7-16	40	7-17	40	<table border="1"> <caption>第七管細顆粒重量百分比柱狀圖數據</caption> <thead> <tr> <th>深度</th> <th>細顆粒重量百分比 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>7-1</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>7-2</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-3</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-4</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>7-5</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-6</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-7</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-8</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>7-9</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>7-10</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-11</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-12</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-13</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-14</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>7-15</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-16</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7-17</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>	深度	細顆粒重量百分比 (%)	7-1	1.5	7-2	1.0	7-3	1.0	7-4	1.5	7-5	1.0	7-6	1.0	7-7	1.0	7-8	1.5	7-9	1.5	7-10	1.0	7-11	1.0	7-12	1.0	7-13	1.0	7-14	0.5	7-15	1.0	7-16	1.0	7-17	1.0																																												
	深度	粗顆粒重量百分比 (%)																																																																																																																					
	7-1	40																																																																																																																					
	7-2	40																																																																																																																					
	7-3	40																																																																																																																					
	7-4	40																																																																																																																					
	7-5	60																																																																																																																					
	7-6	40																																																																																																																					
	7-7	40																																																																																																																					
	7-8	40																																																																																																																					
	7-9	40																																																																																																																					
	7-10	60																																																																																																																					
	7-11	40																																																																																																																					
	7-12	40																																																																																																																					
	7-13	40																																																																																																																					
	7-14	60																																																																																																																					
	7-15	40																																																																																																																					
7-16	40																																																																																																																						
7-17	40																																																																																																																						
深度	細顆粒重量百分比 (%)																																																																																																																						
7-1	1.5																																																																																																																						
7-2	1.0																																																																																																																						
7-3	1.0																																																																																																																						
7-4	1.5																																																																																																																						
7-5	1.0																																																																																																																						
7-6	1.0																																																																																																																						
7-7	1.0																																																																																																																						
7-8	1.5																																																																																																																						
7-9	1.5																																																																																																																						
7-10	1.0																																																																																																																						
7-11	1.0																																																																																																																						
7-12	1.0																																																																																																																						
7-13	1.0																																																																																																																						
7-14	0.5																																																																																																																						
7-15	1.0																																																																																																																						
7-16	1.0																																																																																																																						
7-17	1.0																																																																																																																						
第八管	<p>第8管</p> <p>4 貝殼砂多</p> <p>6 貝殼砂多</p> <p>7 貝殼砂多</p> <p>9 貝殼砂多</p> <p>10 貝殼砂多</p> <p>14 貝殼砂稍多</p> <p>15 貝殼砂稍多</p> <p>17 貝殼砂多</p> <p>18 貝殼砂多</p> <p>23 貝殼砂多</p> <p>26 貝殼砂多</p> <p>27 貝殼砂多</p>	<table border="1"> <caption>第八管粗顆粒重量百分比柱狀圖數據</caption> <thead> <tr> <th>深度</th> <th>粗顆粒重量百分比 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8-1</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-2</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-3</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-4</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-5</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-6</td><td>60</td></tr> <tr><td>8-7</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-8</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-9</td><td>60</td></tr> <tr><td>8-10</td><td>60</td></tr> <tr><td>8-11</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-12</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-13</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-14</td><td>60</td></tr> <tr><td>8-15</td><td>60</td></tr> <tr><td>8-16</td><td>60</td></tr> <tr><td>8-17</td><td>60</td></tr> <tr><td>8-18</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-19</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-20</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-21</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-22</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-23</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-24</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-25</td><td>60</td></tr> <tr><td>8-26</td><td>60</td></tr> <tr><td>8-27</td><td>40</td></tr> <tr><td>8-28</td><td>40</td></tr> </tbody> </table>	深度	粗顆粒重量百分比 (%)	8-1	40	8-2	40	8-3	40	8-4	40	8-5	40	8-6	60	8-7	40	8-8	40	8-9	60	8-10	60	8-11	40	8-12	40	8-13	40	8-14	60	8-15	60	8-16	60	8-17	60	8-18	40	8-19	40	8-20	40	8-21	40	8-22	40	8-23	40	8-24	40	8-25	60	8-26	60	8-27	40	8-28	40	<table border="1"> <caption>第八管細顆粒重量百分比柱狀圖數據</caption> <thead> <tr> <th>深度</th> <th>細顆粒重量百分比 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8-1</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>8-2</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-3</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-4</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>8-5</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-6</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-7</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>8-8</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-9</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-10</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>8-11</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-12</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>8-13</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-14</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-15</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-16</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-17</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>8-18</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>8-19</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-20</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-21</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-22</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-23</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-24</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-25</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-26</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>8-27</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>8-28</td><td>1.5</td></tr> </tbody> </table>	深度	細顆粒重量百分比 (%)	8-1	1.5	8-2	1.0	8-3	1.0	8-4	1.5	8-5	1.0	8-6	1.0	8-7	1.5	8-8	1.0	8-9	1.0	8-10	0.5	8-11	1.0	8-12	1.5	8-13	1.0	8-14	1.0	8-15	1.0	8-16	1.0	8-17	0.5	8-18	1.5	8-19	1.0	8-20	1.0	8-21	1.0	8-22	1.0	8-23	1.0	8-24	1.0	8-25	1.0	8-26	1.0	8-27	1.5	8-28	1.5
	深度	粗顆粒重量百分比 (%)																																																																																																																					
	8-1	40																																																																																																																					
	8-2	40																																																																																																																					
	8-3	40																																																																																																																					
	8-4	40																																																																																																																					
	8-5	40																																																																																																																					
	8-6	60																																																																																																																					
	8-7	40																																																																																																																					
	8-8	40																																																																																																																					
	8-9	60																																																																																																																					
	8-10	60																																																																																																																					
	8-11	40																																																																																																																					
	8-12	40																																																																																																																					
	8-13	40																																																																																																																					
	8-14	60																																																																																																																					
	8-15	60																																																																																																																					
	8-16	60																																																																																																																					
	8-17	60																																																																																																																					
	8-18	40																																																																																																																					
	8-19	40																																																																																																																					
	8-20	40																																																																																																																					
	8-21	40																																																																																																																					
	8-22	40																																																																																																																					
	8-23	40																																																																																																																					
	8-24	40																																																																																																																					
	8-25	60																																																																																																																					
	8-26	60																																																																																																																					
8-27	40																																																																																																																						
8-28	40																																																																																																																						
深度	細顆粒重量百分比 (%)																																																																																																																						
8-1	1.5																																																																																																																						
8-2	1.0																																																																																																																						
8-3	1.0																																																																																																																						
8-4	1.5																																																																																																																						
8-5	1.0																																																																																																																						
8-6	1.0																																																																																																																						
8-7	1.5																																																																																																																						
8-8	1.0																																																																																																																						
8-9	1.0																																																																																																																						
8-10	0.5																																																																																																																						
8-11	1.0																																																																																																																						
8-12	1.5																																																																																																																						
8-13	1.0																																																																																																																						
8-14	1.0																																																																																																																						
8-15	1.0																																																																																																																						
8-16	1.0																																																																																																																						
8-17	0.5																																																																																																																						
8-18	1.5																																																																																																																						
8-19	1.0																																																																																																																						
8-20	1.0																																																																																																																						
8-21	1.0																																																																																																																						
8-22	1.0																																																																																																																						
8-23	1.0																																																																																																																						
8-24	1.0																																																																																																																						
8-25	1.0																																																																																																																						
8-26	1.0																																																																																																																						
8-27	1.5																																																																																																																						
8-28	1.5																																																																																																																						

表 5-1(e) 沉積物垂直剖面觀察及各層粒徑分布記錄表

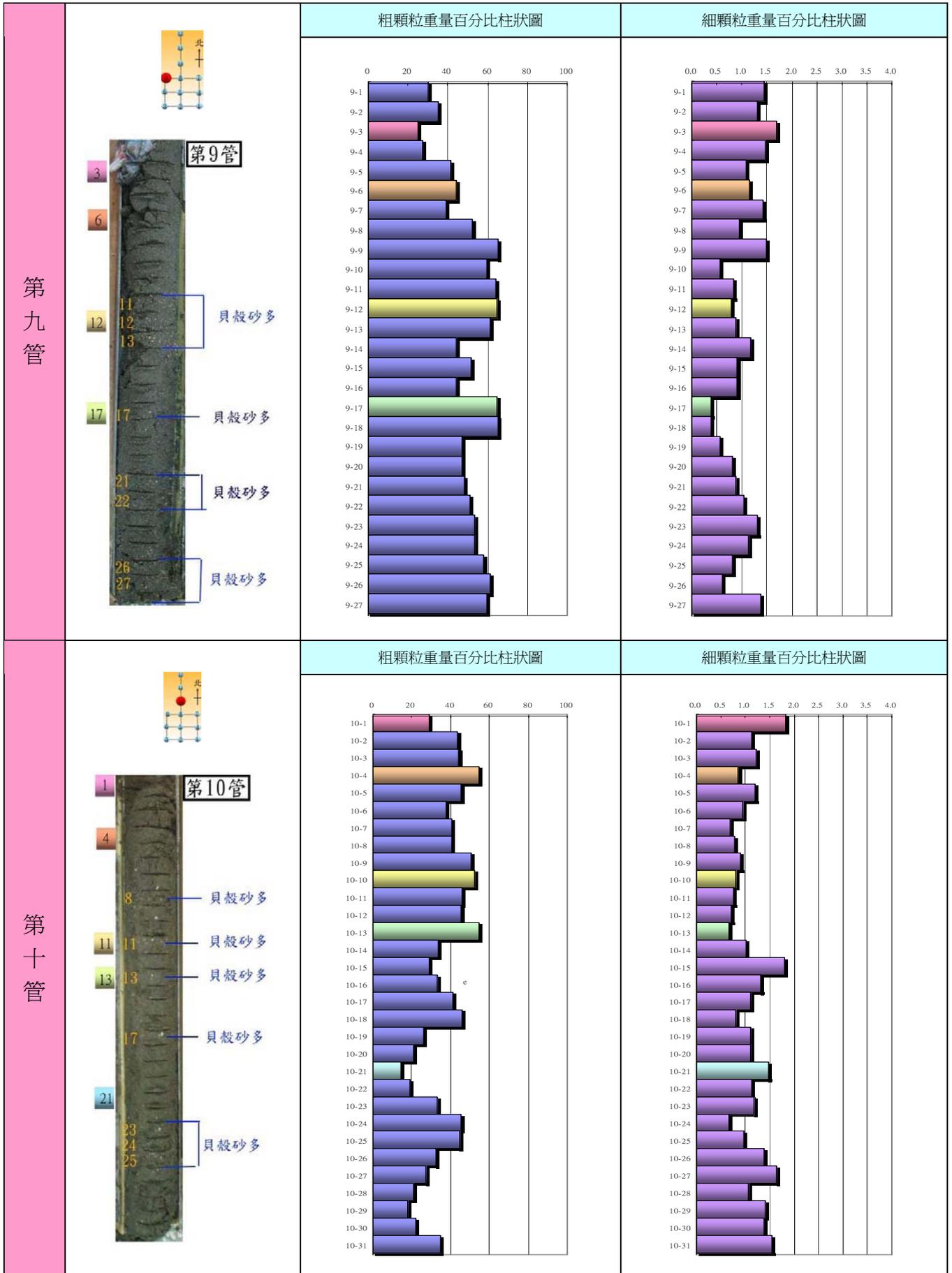
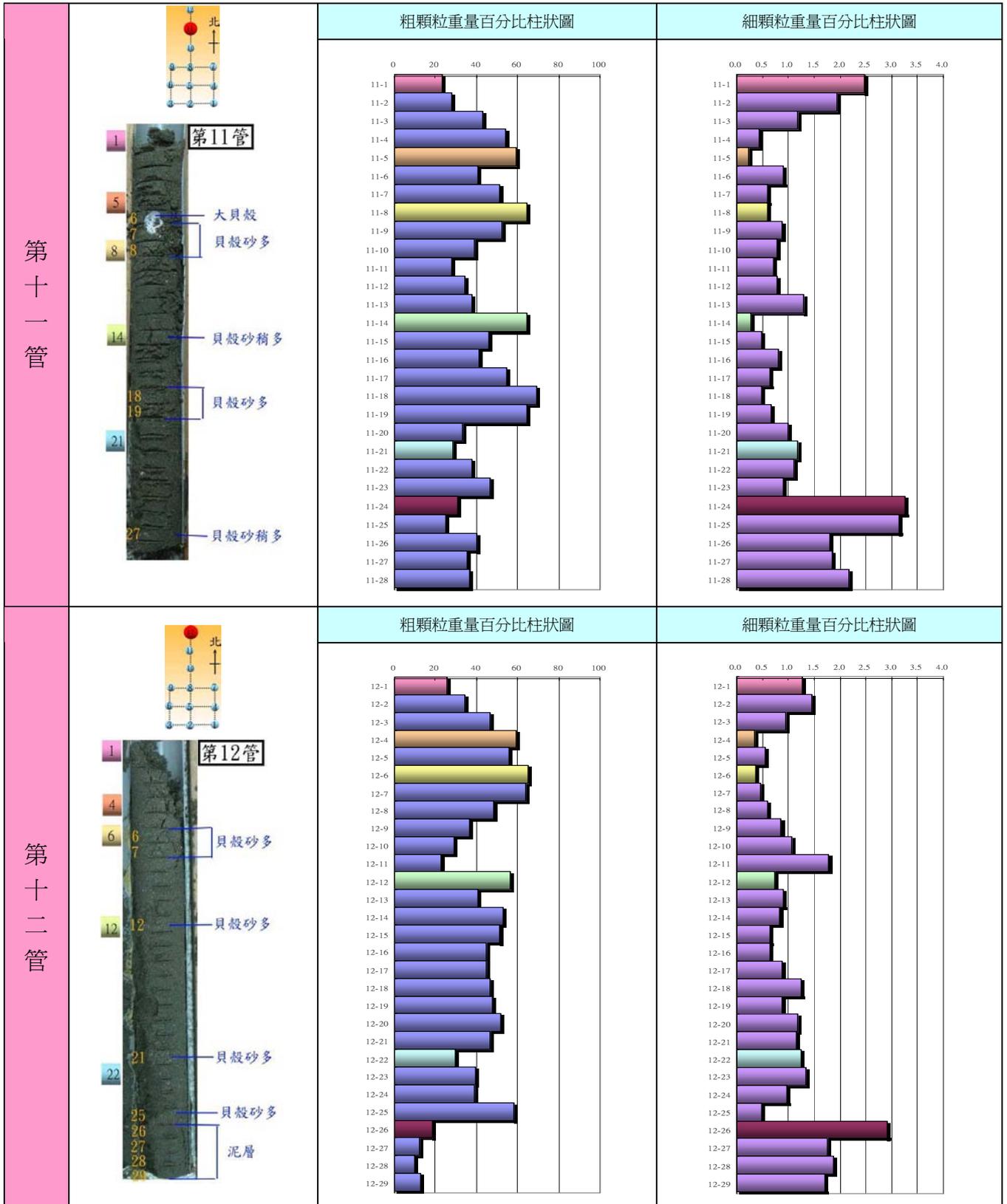


表 5-1(f) 沉積物垂直剖面觀察及各層粒徑分布記錄表



●註 1：粗顆粒粒徑大於 0.25 mm、中顆粒-粒徑 0.25 mm - 0.125mm、細顆粒-粒徑小於 0.125mm

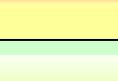
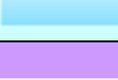
●註 2：每個樣本沉積物厚度 2 公分

二、沉積物分層與立體層面圖繪製

(一)依據粒度變化趨勢將沉積物分層：

依據粒度隨深度變化趨勢比對各管相對層位(請參見表 5-1)，共區分六層。分層依據如表 5-2。

表 5-2 各管沉積物分層依據表

層位	深度分布	分層依據標準	代表顏色
第一層	0 到 12 公分	表層向下第一個粗顆粒相對低點，細顆粒相對高點，全符合	
第二層	6 到 18 公分	粗顆粒相對高點，細顆粒相對低點，獨立高點。除第 1 管、第 3 管、第 11 管其餘符合。	
第三層	18 到 34 公分	粗顆粒相對特高點，細顆粒相對低點，下方層有侵蝕不連續面，除第 5 管、第 11 管、第 12 管其餘符合。	
第四層	22 到 54 公分	粗顆粒相對高點，細顆粒相對低點，全符合，缺第 1 管深度資料	
第五層	40 到 68 公分	粗顆粒相對特低點，細顆粒相對高點，全符合，缺第 1 管深、第 7 管、第 9 管度資料	
第六層	46 到 82 公分	粗顆粒相對低點，細顆粒相對特高點，正常值 2 倍以上，僅有第 2、3、11、12 管有達到此層深度，全符合	

(二)利用分層深度資料繪製立體圖及等深線圖：

將各層深度依據各管相對位置填入 office excel 表格中，若有數據不足者用內插法推得其深度數值，製成立體層面圖及等深線圖，如表 5-3 所示。

表 5-3(a) 各層深度表(含立體層面圖及等深線圖)

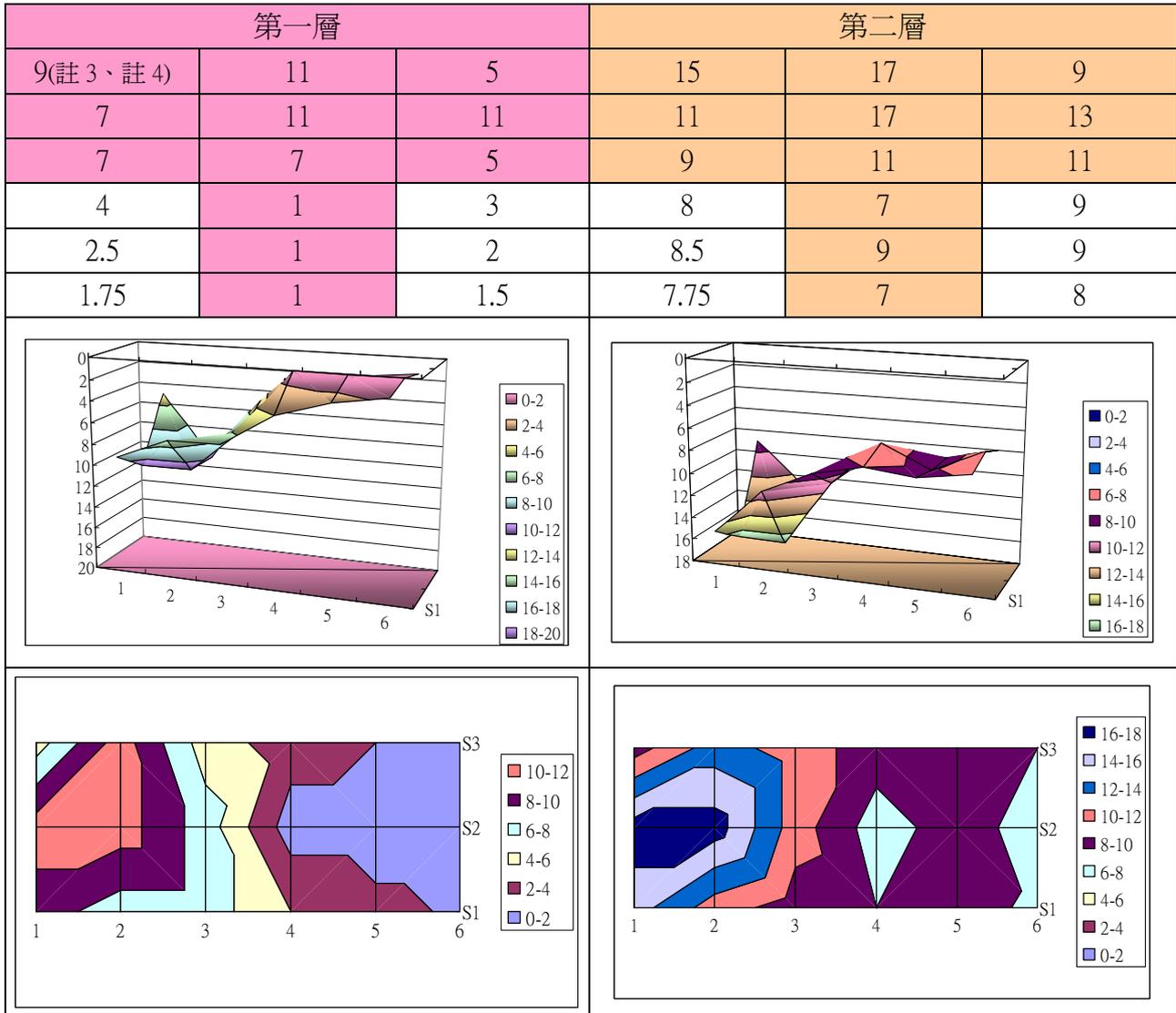


表 5-3(b) 各層深度表(含立體層面圖及等深線圖)

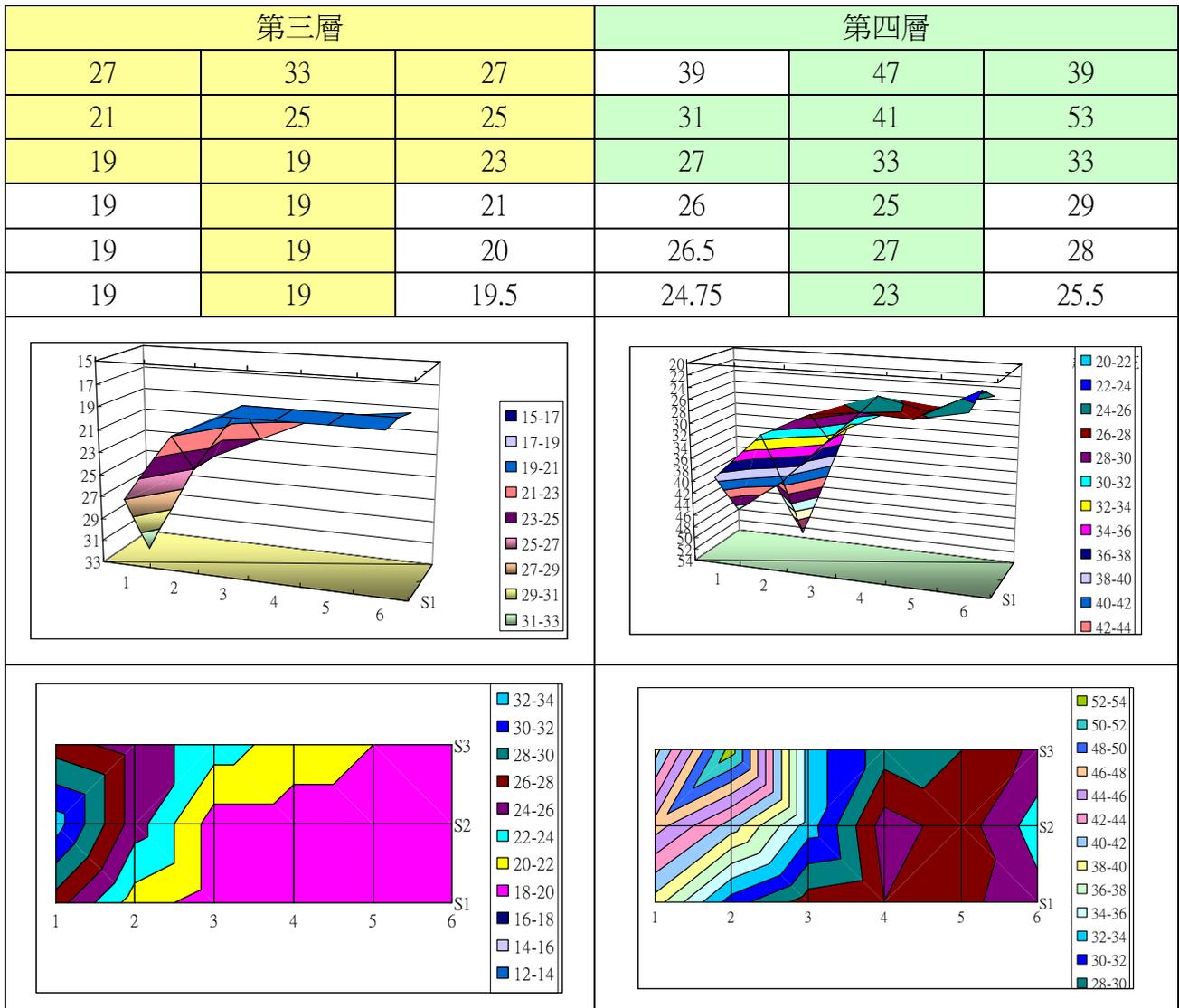
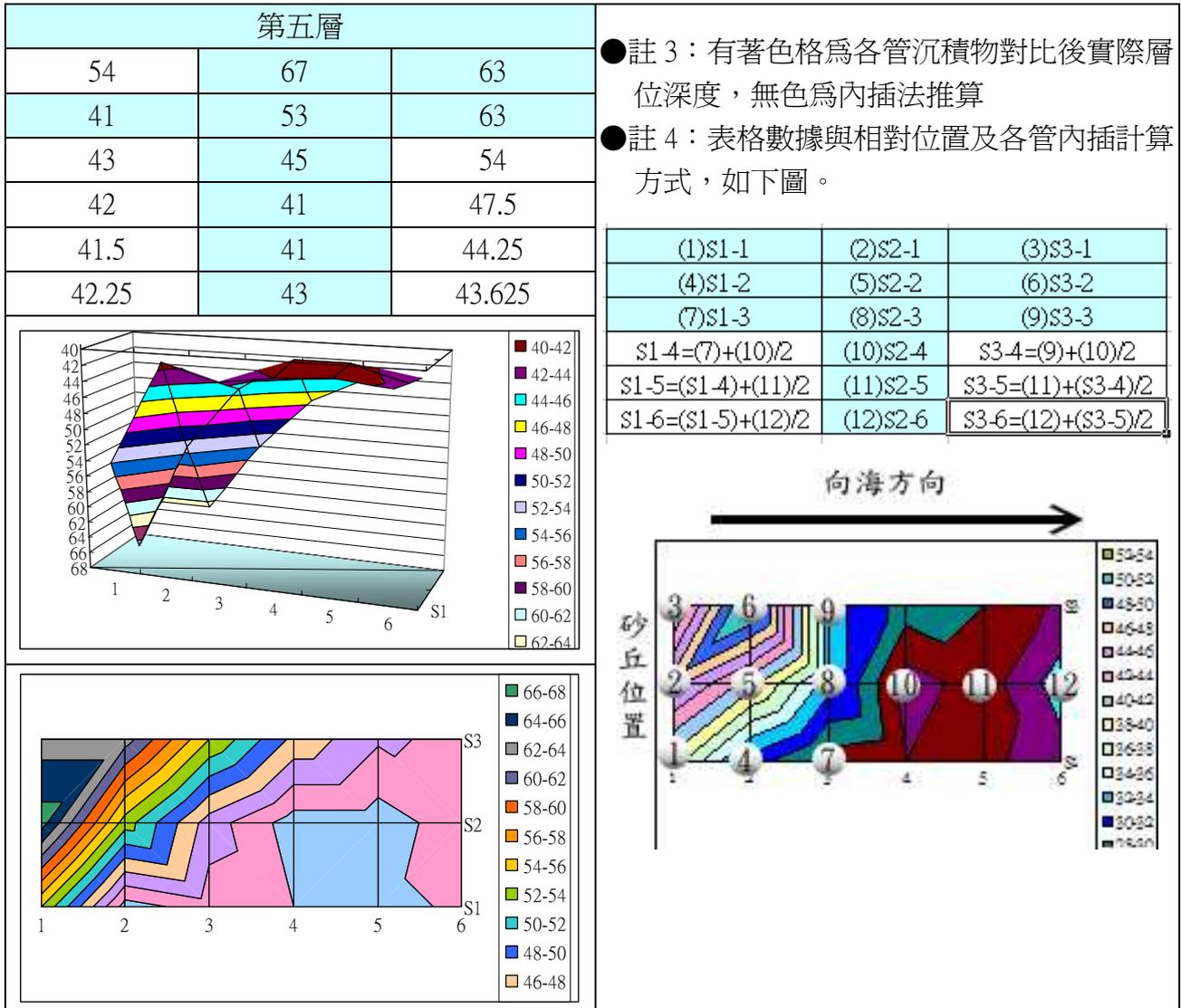


表 5-3(c) 各層深度表(含立體層面圖及等深線圖)

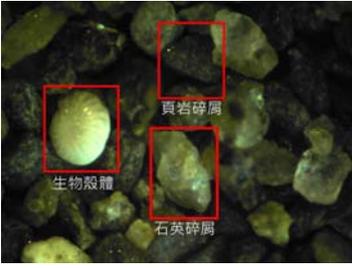
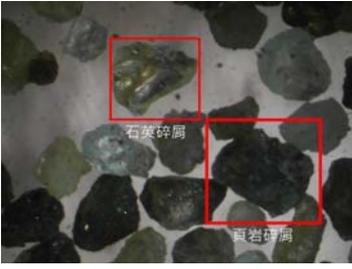


三、顯微鏡下沉積物觀察：

(一)各粒徑下沉積物組成：

觀察顯微鏡下 76 個樣本粗、中、細顆粒沉積物，觀察如表 5-4 所示。

表 5-4 顯微鏡下各粒徑沉積物

粒徑	圖示	編號	內含物質說明(依據數量排列)
粗顆粒 粒徑大於 0.25mm		12-21	1. 石英碎屑：石英碎屑多，有時出現有結晶的石英顆粒 2. 生物殼體：可見貝類碎屑或完整殼體，內含螺類、苔蘚生物殼體、有孔蟲殼體等 3. 頁岩碎屑：數量較少，表面可見雲母碎片
中顆粒 粒徑 0.25-0.125mm		1-1	1. 石英碎屑：多呈現裂面(貝狀斷口) 2. 頁岩碎屑：多呈現片狀到筆狀 3. 生物殼體碎屑：少見，有時可見有孔蟲殼體
細顆粒 粒徑小於 0.125mm		3-21	1. 石英碎屑：多呈短柱狀，且表面反射度低，可能為風化造成 2. 頁岩碎屑：多呈現粒狀到片狀，風化產物 3. 生物殼體碎屑：少見，偶而有碎片出現

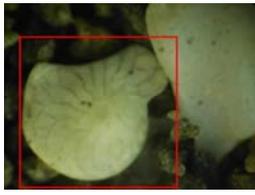
(二)特殊沉積物觀察

特殊層位可見紅土沉積物、殼體碎屑、泥質沉積物、石塊及完整貝殼殼體。如表 5-5 所示。

表 5-5(a) 特殊沉積物表

沉積物	紅土沉積物	泥質沉積物(細粒)	石塊	貝殼碎屑
編號	2-36	2-42	2-30 到 2-32	4-13
圖示				
說明	主要分布於第 2 管 2-32 至 2-36 間	主要分布於 2-41、 2-42；12-26 至 12-29	分布於 2-30 至 2-32	各層均有。大型的碎屑， 主要分布於淺層

表 5-5(b) 特殊沉積物表

沉積物	苔蘚動物殼體	螺類殼體	有孔蟲殼體	珊瑚碎屑
編號	12-29	12-1	12-40	12-9
圖示				
說明	較少出現，深層較常出現，且管 11、管 12 各層出現較多	較少出現，較常出現在淺層區域	主要出現於較深層	少有出現

(三)特殊沉積物分布狀況

在顯微鏡下觀察(a)紅土沉積物、(b)貝殼碎屑、(c)苔蘚動物殼體、(d)螺類殼體、(e)有孔蟲殼體、(f)泥質沉積物、(p)針狀生物殼體等特殊沉積物，並將特殊沉積物於各管分布位置，填入表 5-6 中。其中紅土沉積物可能代表陸地帶來的沉積物；而貝殼碎屑、苔蘚動物殼體、螺類殼體、有孔蟲殼體、針狀生物殼體應為海相沉積。發現如下：

1. 紅土沉積物分布：紅土沉積物主要分布於距沙丘底部 40 公尺(第一排，第 1、2、3 管)及 50 至 55 公尺(第三排、第四排，第 7、8、9、10 管) 區域，各管均有。而距沙丘底部約 45 公尺(第二排，第 4、5、6 管)及 60 至 65 公尺(第 11、12 管)，則較少紅土分布。其中比較特殊的是第 2 管底部，深度約超過 60 公分處，出現大量紅土沉積物，可能代表來自陸地沉積物堆積。
2. 泥質沉積物分布：觀察顯微鏡下第 2 管、第 3 管、第 11 管及第 12 管底層泥質層內含物，發現第 2、3 管內沉積物以石英及頁岩碎屑為主；第 11、12 管則遍布海相沉積物，推測可能近陸第 2、3 底部泥質層為陸地沉積，第 11、12 管底部為海洋沉積。
3. 貝殼碎屑的分布：幾乎每一管沉積物均有貝殼碎屑分布，可能海岸沉積區貝殼碎屑含量多，不論海浪、風都可能帶來貝殼碎屑沉積於地層中，故分布多。
4. 海相沉積物-c 苔蘚動物殼體、d 螺類殼體、e 有孔蟲殼體：以 12 管比較，除第 1、2、3、6 管分布較少外，其餘各管常見。可發現近陸 9 管相較於遠陸地的第 10、11、12 管少，其中近陸 9 管較深處有出現較多海相沉積物之現象。
5. 針狀生物殼體：前 9 管分布較少，但第 5、6 管底部常見。但第 10、11、12 管則出現較多，且底層較常出現。由其分佈狀況推斷此針狀殼體應為海洋生物殼體，但為何種類之生物，化石圖鑑(北十條考察路線)中並無標列。

表 5-6(a) 特殊沉積物分布位置表(前 6 管)

編號	第一管(註 5)	第二管	第三管	第四管	第五管	第六管
1	(a)+c+*p*(註	(a)	(a)+b	*p*+(f)	(a)+b	b
2	b	b+c+*p*	b+d	c+(f)	b	b
3	b+c	(a)+c	(a)+b	b+(f)	b+d	b
4	b	b+c+*p*	b+d	b	b+e	b+c
5	b		(a)+b+c+*p*	(a)+b	(a)+d	c
6	b	(a)+b	b+c	(a)+b	c	b+c
7	b	c	b+e	b+c	b+c	(a)+b
8	b+d	b	b+c	c		b
9	(a)+b	b+e	(a)	b+c+d+e	(a)	b
10	b+c	b+d	(a)+b	b+c	b+*p*	b+*p*
11	c	(a)+b	b	b+d	b+c	b
12	b+c	b+d	(a)+b	b+c	b+c	b+d
13	(a)+b	b	b	b+c	*p*	b+e
14	(a)+b	b+d+*p*	b+e	c	b+c	b
15		(a)	(a)+b	b	c+d	b+c
16		b	b	c+d	b+*p*	b+d
17		(a)+b	(a)+b+c	b	b+*p*	b
18		b	b	b+c	b+d	b+c+*p*
19			b	b+c+e	b+d	b+c
20		b+c+d+e	b+d	b+c+d	b+c	b+*p*
21		b	(a)+b+c+e	b+d+*p*	b	d
22		b	(a)+b	b+c	b+c+*p*	b+c
23		b	(a)+b	b	b+d+*p*	b+c
24		b	(a)+b+e	b+c	b+c+*p*	(a)+b+c+*p*
25		c+d+e	b+c+d	b	b+c+d+*p*	(a)+b+c+d
26		b+c	b	b+c	b+c+d	(a)+b+c+*p*
27		b	(a)+b	b+c	b+c	(a)+b+c+*p*
28		b+c	b+(f)	b+d	b+c+*p*	(a)+*p*
29		b+c	(a)+e	b	b+c	b+*p*
30		(a)+d+e	b+e	b+c	b+c	b+d
31		(a)+b	b+c	b	b+*p*	(a)+b
32		(a)+c+(f)	(a)+e	c	b+c+d	c+*p*
33		(a)+c+(f)	(a)+b+(f)	c	b+d	(a)+c
34		(a)+c+e+(f)	(a)+c+(f)	b+c+e	b+d	(a)+b+c+*p*
35		(a)+d+(f)	(a)+(f)		b+c+d	(a)+b+c+d
36		(a)+c+(f)	(a)+(f)		c+d	
37		(a)+d+(f)	b+(f)+*p*		b+c	
38		(a)+(f)				
39		(a)+b+c+(f)				
40		(a)+b+c+d				
41		(a)+b+(f)				
42		(a)+b+c				

表 5-6(b) 特殊沉積物分布位置表(後 6 管)

編號	第七管	第八管	第九管	第十管	第十一管	第十二管
1	(a)+b+c	(a)+b+c	b+d	(a)+b	(a)+b	b
2	(a)+c	d	b+e	(a)+c	c+d	b+c+e+*p*
3	(a)	b	b+*p*	b+c	(a)+c	b
4	(a)+(f)	(a)+b	(a)+b+*p*	b	b	b+c+d
5	(a)	(a)+b+c	(a)+b+c	b	b	(a)+b+c+d
6	(a)+b+e	b	b	b+*p*	b+*p*	b+c
7	(a)+b+e+*p*	(a)+b	b+e	b+c+d+*p*	(a)+b	(a)+b+c
8	(a)+b	(a)+b	(a)+b+c	(a)+b+c	(a)+b+c+d+*p*	b+c
9	(a)+b	(a)+b+d	(a)+b+c	(a)+b+c		b+c+e+*p*
10	b	(a)+b	b+c	b+c+d	d+*p*	b+c
11	(a)+b	(a)+b	(a)+c	b+c	b+*p*	b+c+*p*
12	b	(a)+b	b+c+d	b+c	c+*p*	b+c
13	(a)+b	e	(a)+b+c	b+c		b+c
14	b	(a)+b+c+*p*	(a)+b	(a)+c	b+c+*p*	b+c
15	(a)	b+c	(a)+c+*p*	c+e	b+c+*p*	b+c+*p*
16	b+*p*	(a)+b	b+c	(a)+*p*	b+d+*p*	b+c+d
17	b+c	b+c+d	b+c	b		
18		b+c	b+c	b+c	(a)+b+c+*p*	b+c+s
19		c	(a)	b+c	b+c+d	b+c
20		b+c	b+c+e	(a)+b+c	b+c+e	b+c+*p*
21		c	(a)+b+c	(a)+b	b+d	b+c+d
22		(a)+b	b+c	b+c	b+c+*p*	(a)+b
23		b+c+d	b+c	b+c+d+*p*	b+c+d+e+*p*	b+c
24		b+c+d	(a)+b+c+d+e	(a)+b+e	b+c+d	b+c
25		b+c	b+c+d	b+c+*p*		b+c+*p*
26		b+c+d	b+c	b+c	(a)+b+c+*p*	b+c
27		b+c	b+d+e	b+c+*p*	b+c+d	b+c
28		b+c+d+*p*		(a)+c	b+c+d+*p*	c+d
29		b+c+*p*		(a)+b+e+*p*		b+c+e
30				(a)+b+c+s		
31				b+e+*p*		

●註 5：表格灰底為各管採樣深度區域；紅、橙、黃、綠、藍、紫為依據沉積物粒度變化趨勢訂出之各管層面位置。

●註 6：

(a)-紅土沉積物；b-貝殼碎屑；c-苔蘚動物殼體；d-螺類殼體；e-有孔蟲殼體；

(f)-泥質沉積物(石英、頁岩碎屑為主)；*p*-針狀生物殼體；

s-有點像石英或貝殼碎屑，裡面有一點一點的

括號(a)(f)代表來自陸上沉積物；*p*代表來自海洋沉積物

陸、討論

一、沉積物垂直剖面觀察及各層粒度分析之討論

(一)沉積物垂直剖面觀察：

沉積物中貝殼砂含量較多且集中區域，可能為營力較大區域，代表掃浪帶(48 屆北二區科學展覽)。分析各管貝殼砂層分布位置，可見近陸區域貝殼砂層較集中且明顯顆粒較大(第 1 管至第 6 管)，距陸較遠沉積物(第 7 管至 12 管)貝殼砂碎屑較小且分散。可能代表掃浪帶區域主要位於第 1 管至第 6 管打管位置(距沙丘底部約 40 至 45 公尺處)，如圖 6-1 所示。

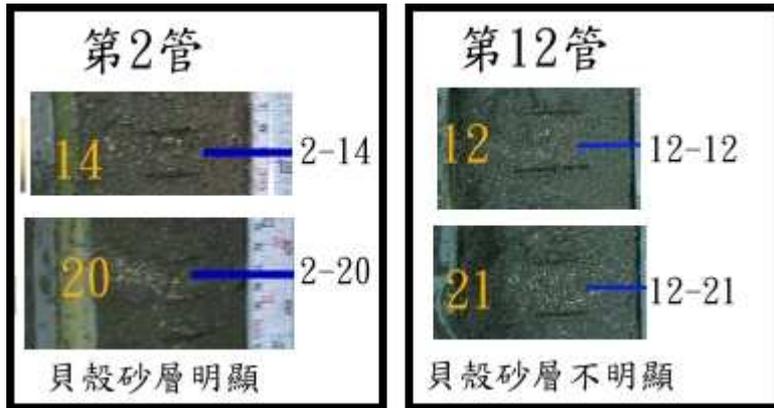


圖 6-1 貝殼砂層集中度比較

(二)取樣各層沉積物粒度水平與垂直方向變化及比較：

1.各管表層沉積物粗細顆粒含量變化-水平方向變化：

依據粗(粒徑大於 0.25mm)、細(粒徑小於 0.125mm)顆粒含量比較，表面 15 層樣本(30 公分內)，粗顆粒含量超過 50%的樣本數量及細顆粒含量低於 1%的樣本數量，如表 6-1 所示。

假設粗顆粒含量較多、細顆粒含量較少，代表沉積時營力較大。則由此可推知沉積物表層營力較大區域為最接近沙丘底部的管 1 至管 2 區域(距沙丘底部約 40 公尺處)，管 7 至管 8 為營力最小的區域(距沙丘底部約 50 公尺處)，而管 11(距沙丘底部約 60 公尺處)、管 12 處(距沙丘底部約 65 公尺處)營力又增強。故推論管 1、管 2 區域可能為掃浪帶、管 11、管 12 處可能為破浪帶(請參考圖 4-4)。且由粗顆粒含量超過 50%數量圖(表 6-1 右)，可發現營力大區域主要分布於東側海灘區，可能與此區東北季風強烈有關。

表 6-1 表層 15 層樣本，粗顆粒含量超過 50%及細顆粒含量低於 1%的樣本數量

管號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	粗顆粒超過 50% 數量分布圖
粗顆粒 超過 50% 數量	11	9	6	8	7	2	2	3	7	4	7	7	
細顆粒 低於 1% 數量	12	13	12	10	9	9	8	5	6	8	11	11	

2.各管沉積物隨深度變化比較-垂直方向變化：

(1)沉積物粒度變化連續與不連續代表之意義：

比較第 2 管、第 8 管、第 12 管(1 直線上 3 管)沉積物粗顆粒含量隨深度變化，可見許多不連續現象，如圖 6-2 所示，可能代表侵蝕作用或突然沉積環境之改變。比較三管沉積物，可看到較靠陸地第 2 管不連續狀況，明顯較第 8 管多，且第 8 管又較 12 管多。可能第 2 管位置營力變化大所造成，與掃浪帶情況相符。而桃園海岸有下淤冬刷現象由第 8 管沉積物粒度變化也可說明，如圖 6-2 由下而上堆積，侵蝕後沉積較粗顆粒而漸細，而後又再次侵蝕、堆積，具週期性變化，可能代表年際間風浪營力之變化。

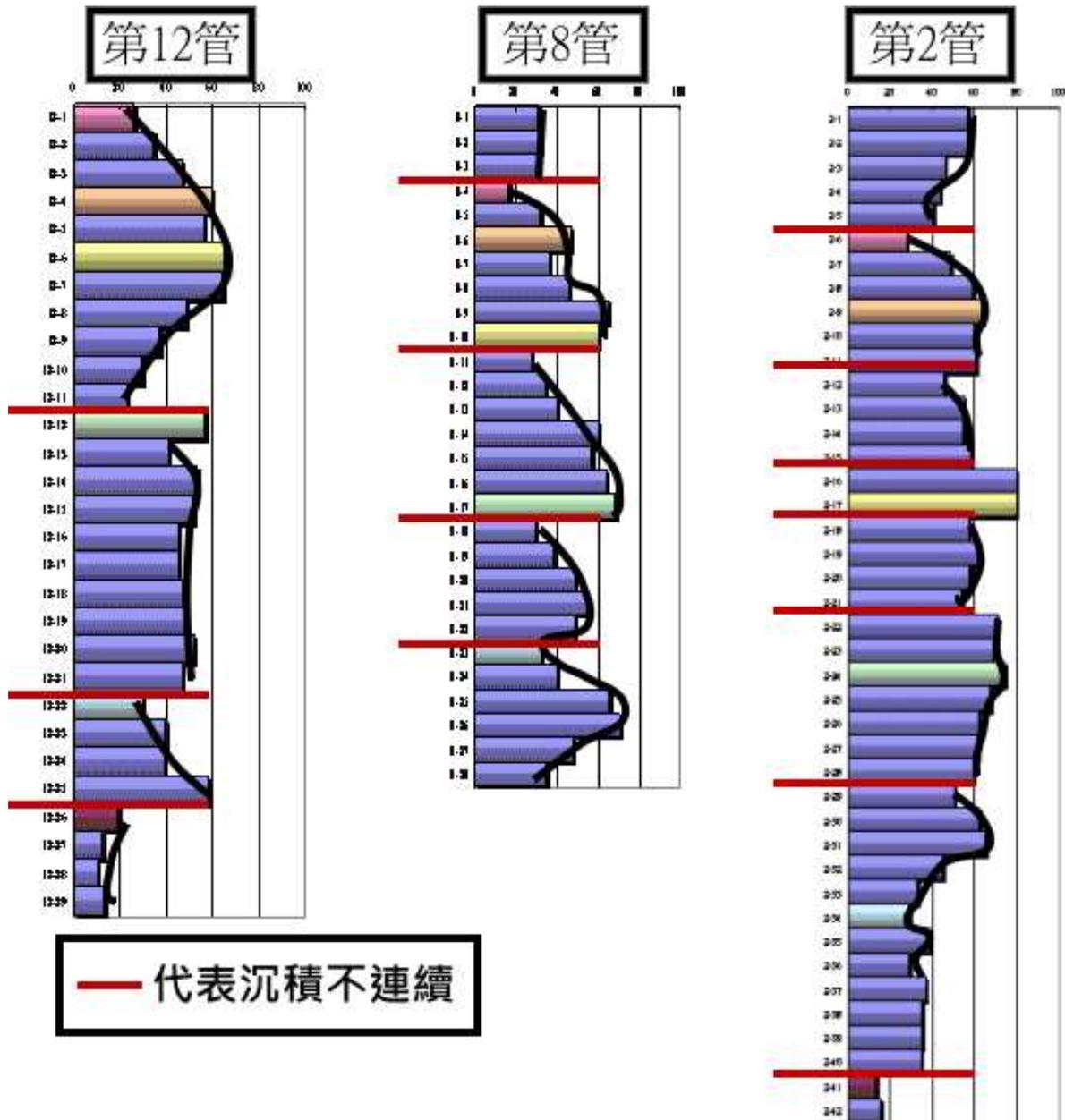


圖 6-2 第 2 管、第 8 管、第 12 管沉積物粒度比較

(2)粒大小隨深度變化：

比較打管深度較深的第 2 管、第 3 管、第 6 管、第 10 管、第 11 管、第 12 管(請參見實驗結果)，均有隨深度變淺沉積物粗顆粒含量增加的趨勢，代表沉積當時營力隨時間增強。若近岸邊沉積物粗顆粒含量的高點，代表營力較大的掃浪帶區域，沉積當時營力隨時間增強，可能為掃浪帶區域向陸地移動，意味風浪隨時間有增強之趨勢或海面有上升的現象，海岸線也因此可能向陸地退縮。

(3)沉積物粗顆粒含量特少、細顆粒含量特多的層：

2-41、2-42、3-35 至 37、11-24、11-25、12-26 至 29 為粗顆粒少、細顆粒多之層，由顯微鏡下觀察這些層的沉積物，可發現第 2 管、第 3 管(距沙丘近)的粗顆粒沉積物中少見生物殼體碎屑，多石英顆粒、頁岩碎屑(2-32 至 2-42，請參見表 5-6)，甚至出現紅土(2-30 至 2-42)。而第 11 管、第 12 管(距沙丘遠)則多生物殼體碎屑(圖 6-3)，代表此兩區成因不同。第 2 管-、第 3 管可能為陸上河水沖刷形成，由於泥質沉積，可能為水池沉積物。而第 11 管、第 12 管則應為海浪堆積形成。

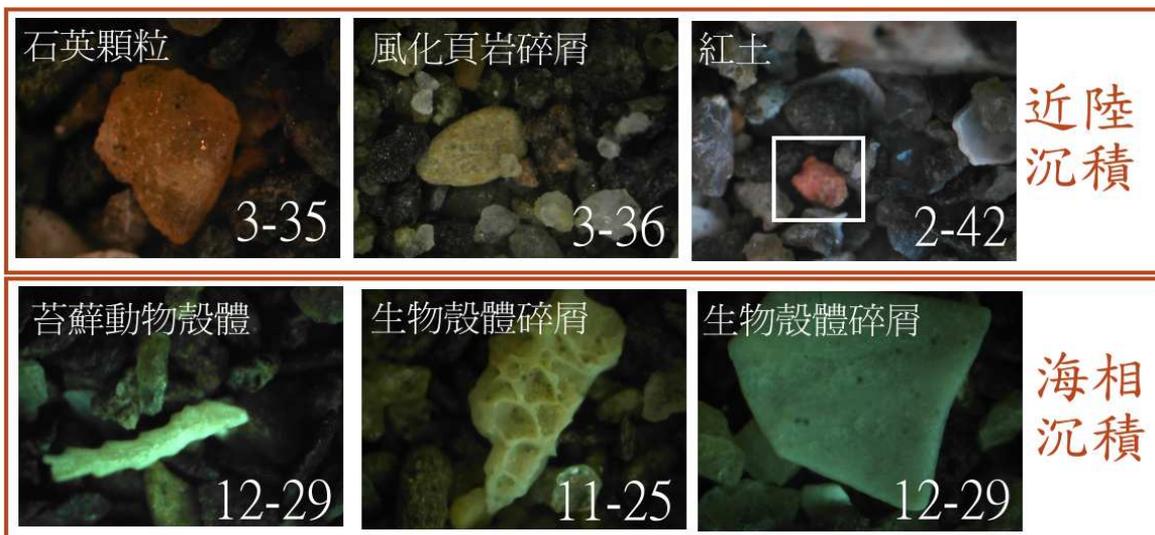


圖 6-3 特殊層內含物

二、沉積物分層與立體層面圖之討論：

(一)層面地形變化-流水作用：

各層層面代表著沉積當時的地形。分析五層沉積層發現較深層的第二層、第四層、第三層，第 2、3、6 管位置地形明顯凹陷，達 20 公分，推測原因可能為採樣區原先地層中有流水通過，形成凹陷地形，再逐漸堆積向上，形成目前狀況。

由沉積物觀察中也可發現 2-30 至 32 中可見大顆黃色礫石，與現在外灘上河流流經地區的礫石成分一致，見圖 6-4。且顯微鏡下觀察沉積物組成粗顆粒部分以石英粒、頁岩碎屑為主，少見海洋生物殼體碎屑，有時甚至可見陸地上紅土(見圖 6-3)，可推論第 2、3、6 管位置原先可能位於陸上水流流經或水灘區。依據先前研究也提出此區海岸線有退後之情況(楊美萍 2004)，也支持此推論的可能性。加上觀察此區海灘上河道位置隨季風有變化之趨勢，增加流水營力影響採樣區沉積環境的可能性。

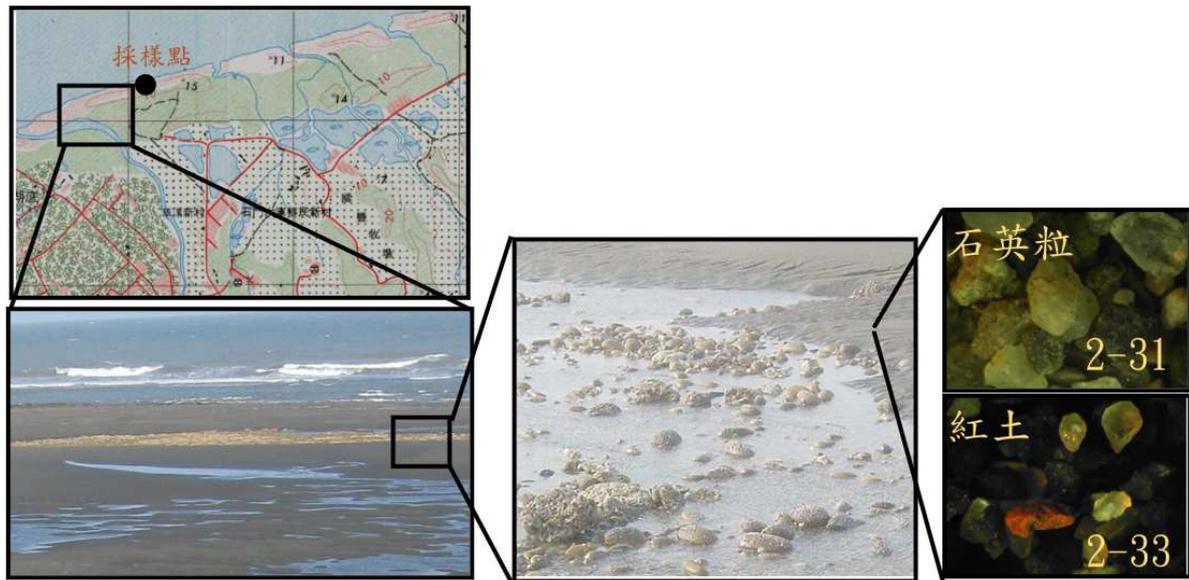


圖 6-4 海灘上的流水水道

(二)底層泥質層代表意義：

第 2 管深度超過 80 公分(編號 41 以上)、第 3 管深度超 68 公分(編號 35 以上)、第 11 管深度超過 46 公分(編號 24 以上)、第 12 管深度超過 50 公分(編號 26 以上),都出現粗顆粒含量低,細顆粒含量特高泥質層,且與上方沉積物不連續,不連續交界可能代表原始基底沉積物受之後海浪侵蝕形成之侵蝕面。

但依據顯微鏡下觀察結果,見討論二-(二)-2-(3)。兩區底部沉積物沉積環境也有所不同,第 2 管、第 3 管底部可能為陸上流水堆積。第 11 管、第 12 管則為海相沉積層。

且底部泥質層以上有明顯沉積物粒度不連續,可能為侵蝕造成。以第 2 管為例(見表 5-1a 第 2 管柱狀圖),泥質層之上可見粗顆粒含量隨深度越淺粗顆粒含量有越多的情況,這可能也代表著此區沉積環境營力逐漸增加。

三、實驗研究檢討與建議

(一)沉積物分層依據應採更多證據,使層面定位更具可信度：

本研究使用沉積物分層 2 公分厚度取樣,經粒度分析後,繪出各層粗顆粒沉積物(粒徑大於 0.25mm)含量比例隨深度變化趨勢圖,並以細顆粒沉積物(粒徑小於 0.125mm)含量比例作為輔助辨別層位的方法。礙於實驗器材之限制,僅能做此簡單之判斷分析,仍有不全之處。若要精確對出沉積物層面位置,建議應使用其他化學成分分析、沉積物組成分析等方法,作為證據,如此將較完備。

(二)採樣點應更多更密集,定位更準確,減低誤差：

本研究取樣 12 點,雖 12 管沉積物層面深度繪製層面,但因取樣間隔距離 5 公尺過大,繪製圖形可能因一至二點層面位置誤差影響結果,建議取樣點間隔距離應儘量縮小,且增加取樣點數量。且本研究定位方式是利用羅盤傾斜儀及皮尺,誤差大。若能使用雷射定位會更準確,以減少誤差。

柒、結論

- 一、本研究採樣 12 管，採樣深度由 30 公分至 84 公分不等。粗顆粒(粒徑大於 0.25mm)的重量百分比最多達 79.9%，粗顆粒(粒徑大於 0.25mm)的重量百分比最少 10.0%。
- 二、本研究區域距沙丘底部 40 至 65 公尺處，表層 30 公分沉積物，粗顆粒含量較高區域出現在第 1、2、3 管位置(距沙丘底部約 40 公尺處)，及第 11、12 管，可能分別為掃浪帶及破浪帶位置。
- 三、由垂直沉積物粒度分析發現，較接近沙丘底部區域沉積物粒度不連續狀況明顯，且沉積物粒度較粗，顯微鏡下觀察出現較多紅土、石英、頁岩碎屑等，沉積物可能為陸地上沖刷而來；遠離沙丘底部區域粒度不連續狀況較不明顯，且沉積物粒度相對較細，顯微鏡下觀察出現較多苔蘚動物殼體、貝殼、有孔蟲殼體碎屑，沉積物可能由海流、海浪帶來。
- 四、依據沉積層面五層及顯微鏡下觀察內含物分析，此研究區域近陸位置可能有水流流經，為陸相沉積，而後可能因風浪侵蝕，海岸線有向內陸退縮之現象。

捌、參考資料及其他

一、圖書資料：

陳培源 野外及礦業地質學 民 83 正中書局 213-217 頁，233-242 頁

楊美萍(民 93)。桃園縣海岸地形變遷之研究。國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文，未出版，台北市。

陳汝勤、莊文星(民 76)。岩石學(175-179 頁)。臺北市：聯經出版社。

何春蓀 (民 82 三版)。普通地質學 海岸的地質作用(371-392 頁)。臺北市：五南出版社

石再添 (民 90)。地形(30-31 頁) 國立臺灣師範大學地理學系

二、網路資料：

經濟部中央氣象局全球資訊網 <http://www.cwb.gov.tw/>

經濟部水利署網頁 <http://www.wra.gov.tw>

【評語】 040509

題材有趣且牽涉不同面向，及分析技巧和方法，有四位同學團隊合作，工作量大。結果並不“意外”，但能延伸學長姐的方法，惟因此而原創性稍弱，工作紮實，邏輯清楚。若有時間、精力，可考慮同樣方法做其他地區沙岸的分析做為對照，可以更有啟發，而且對台灣海岸變化得到更全面的瞭解。