

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 地球科學科

040507

風吹沙—草漯沙丘粒度及鐵礦砂含量分析

學校名稱：桃園縣立南崁高級中學

作者： 高一 馮敬庭 高一 黃鈺欽 高一 龔怡雯 高一 謝毓喬	指導老師： 潘建熾
---	--------------

關鍵詞：草漯沙丘、粒度、磁鐵礦砂

## 摘要

草漯沙丘群位於桃園縣沿海。砂丘群東西延長約 8 公里。其外緣長寬約數十至數百公尺的砂灘。單獨的砂丘走向為東北東，與冬季盛行東北季風呈現一小夾角，主要為風積作用形成。

本研究取草漯沙丘表層、垂直方向沉積物，以及附近海灘表層之沉積物。利用過篩、磁鐵吸附的方法，分析沉積物粒度分布情況及磁鐵礦砂含量變化，藉此了解其相關性。

依據沙丘表層顆粒分布，沙丘面海一側中段，所受風力應最強。沙丘頂部附近磁鐵礦砂含量變化大，可能因為風的侵蝕作用造成密度大的磁鐵礦砂富集造成。沙丘面海面對北方一側採樣點，沉積物粒度隨深度變化週期明顯，可能與季節性風向、風力變化有關。

## 壹、研究動機

小時候夏天到觀音海水浴場玩，看到海灘四周有許多沙丘(圖 1-1)，脫下了鞋子，除盡情踏浪，感受海水的清涼之外，也會爬上沙丘瞭望四周。發現每次爬上沙丘的感覺都不一樣，有時沉積物細滑、有時感覺顆粒較粗，為什麼有這種現象呢？這個問題一直困惑著我。高一上學期地球科學課第二章沉積物及地球歷史，講到沉積環境部分，老師說桃園海岸線分布著許多沙丘，以草漯沙丘最為著名，且提到沙丘中含有磁鐵礦砂，



圖 1-1 桃園草漯沙丘

為全臺灣地區含量最多，於是我們以草漯沙丘為主題，研究其粒度分布與磁鐵礦砂含量。

草漯沙丘屬於海岸沙丘，海岸沙丘是指波浪、風等營力堆積而成的沙阜。桃園沿海地區的沙丘成因外沙丘主要為風力沉積生成(楊美萍 民 93)，內陸植被豐富區域則因暴潮作用生成(如下圖 1-2)。

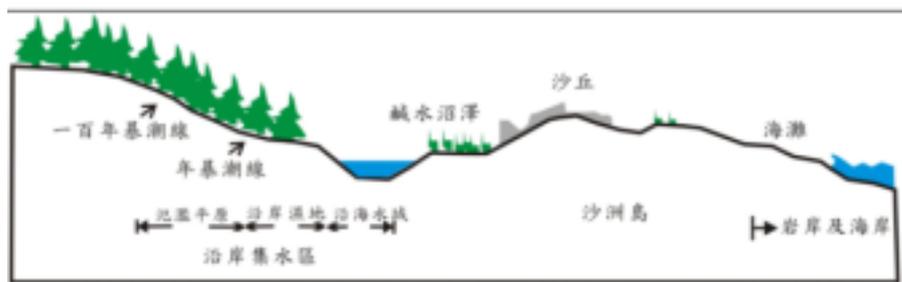


圖 1-2 沿海地區之剖面分析圖(楊美萍 民 93)

臺灣西部海灘之磁鐵礦砂含量豐富，且均有開採。西部海岸沿線沙丘，觀音地區磁鐵礦砂品位可達百分之 1.34，純磁鐵礦蘊藏量更高達 69,300 公噸(譚立平、魏稽生，民國 86 年)，最具開採價值。本研究試圖藉由粒度分布及磁性礦物含量分析，找出其相關性。

## 貳、研究目的

本研究希望能藉由分析桃園觀音草漯濱海沙丘之表面沉積物分布、垂直分層變化並比對海灘沉積物，推測海岸搬運營力之改變。並分析沉積物中磁鐵礦砂含量之垂直變化，藉此了解磁鐵礦砂分布與沉積物粒度之相關性，及各層沉積物沉積當時之營力環境變化。

## 參、研究設備及器材

### 一、 室外採樣部分：

工作手套	1 副/人
鏟子	1 把/人
封口袋	2 袋
PVC 塑膠空管	1 公尺
油性筆	1 隻/人
鐵鎚	3 個

### 二、 室內分析工作：

卡式爐	1 具
篩網(50、60、120、230mesh)	各一個
電子秤	1 具
鬃毛刷	1 隻
秤量紙	1 疊
封口袋	5 袋

### 三、 數據分析

電腦	1 部
軟體(EXCEL、PHOTOIMPACT)	各一套

## 肆、研究過程及方法

### 一、研究區域環境及採樣點位置說明：

草漯沙丘群位於桃園縣大園鄉及觀音鄉沿海地區，分部於許厝港到白玉村間，如圖 4-1。砂丘群東西延長約 8 公里，砂丘所占的面積約 4 平方公里。其外緣長寬約數十至數百公尺的砂灘。單獨的砂丘大致和冬季盛行東北季風平行，有長達 1.5 公里，也有長僅 5 公尺的沙丘，主要為風積作用形成。風將海濱的沙粒吹起，堆在近海岸的海濱內側形成沙丘，草漯之沙丘能防止海岸被侵蝕的基線，它可以擋住入侵的海風和鹽分，保護內陸植物。



圖 4-1 桃園草漯沙丘群位置

### (一)沙丘表層採樣：

草漯沙丘為東西走向沙丘，自沙丘底部附近開始，垂直沙丘走向，在沙丘面海一側，向上每 5 公尺，共採三線，採表層沙，如圖 4-2 所示。將沉積物標號裝袋後，帶回實驗室進行分析。

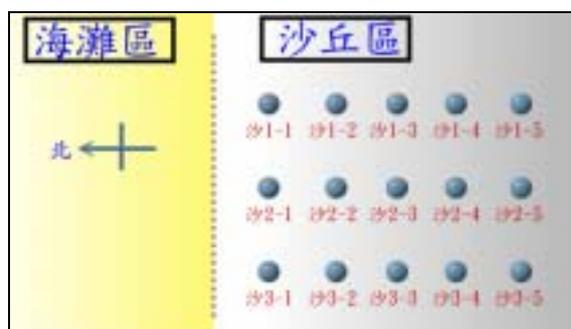
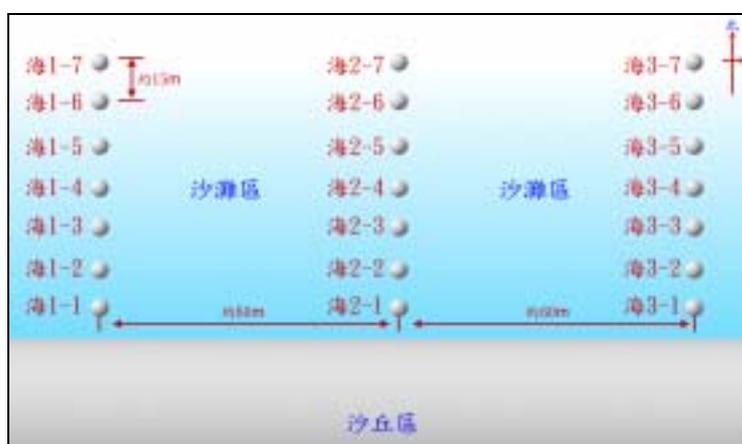


圖 4-2 沙丘採樣點編號示意圖

### (二)海灘表層沉積物採樣：

垂直沙丘底部，間隔約 60 公尺(100 步)，垂直海岸線，每間隔約 15 公尺(25 步)，採集海灘表層沉積物，如圖 4-3 所示。將沉積物標號裝袋後，帶回實驗室進行分析。



(三)沙丘沉積物垂直取樣：

本研究之採樣點，位於縱沙丘面海一側，接近沙丘頂部，取南北向間隔約 3 公尺的兩組：

表 4-1 垂直採樣管號說明表

組別	第一組(2005.12.18 採樣)		第二組(2006.5.14 採樣)	
位置	沙丘靠海一側	沙丘頂部附近	沙丘靠海一側	沙丘頂部附近
管號	第一管	第二管	第三管	第四管

- 單號 1、3 為靠海一側；雙號 2、4 為靠陸一側

利用槽道取樣(陳培源 野外及礦業地質學)方式取出垂直方向之沙丘沉積物。取樣位置周圍有以竹子為材料的固沙籬笆，籬笆走向南北向、東西向均有，如圖 4-4。

依據中央氣象局網站資料，臺灣西部地區(以新竹為例)，沿海所吹的最大風速，均為東北風為主，且冬季平均風速較夏季大。

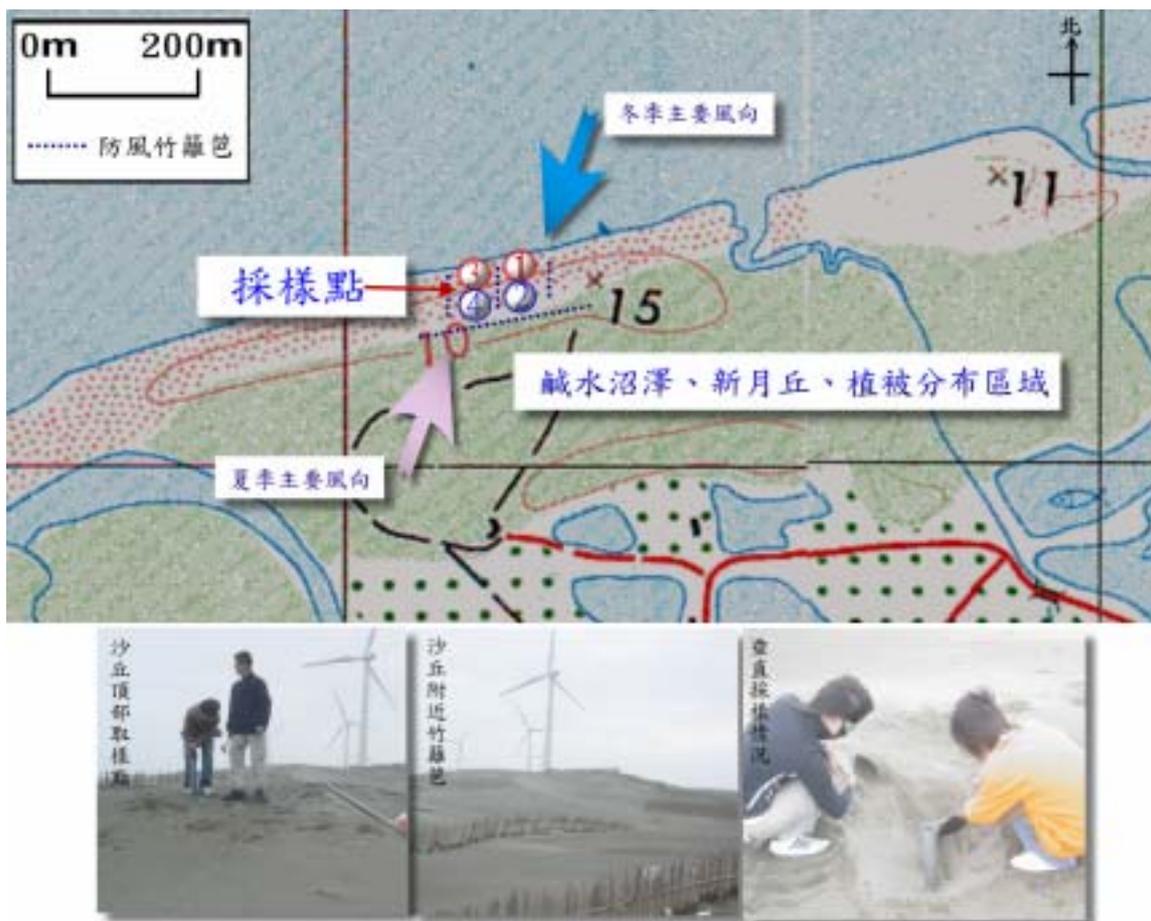


圖 4-4 採樣地環境及採管編號位置示意圖

## 二、實驗原理：

### (一)沉積物粒度大小與營力大小關係：

沉積物顆粒大小與搬運營力大小有關，當外營力較大時，搬運力量較大，所能攜帶的顆粒也較粗。風的力量在外營力中較小，搬運沉積物的方式有：細小顆粒，如粉沙、泥，以懸浮方式移動；沙等較大顆粒沉積物，以跳躍方式移動；礫石等粗顆粒物質，則以匍移方式移動(中山科學大辭典 第六卷)。沙丘砂的粒度分布主要在 1/4mm 到 1/8mm(如圖 4-5)之間(陳汝勤、莊文星 1987)，大多以跳躍方式移動堆積而成。

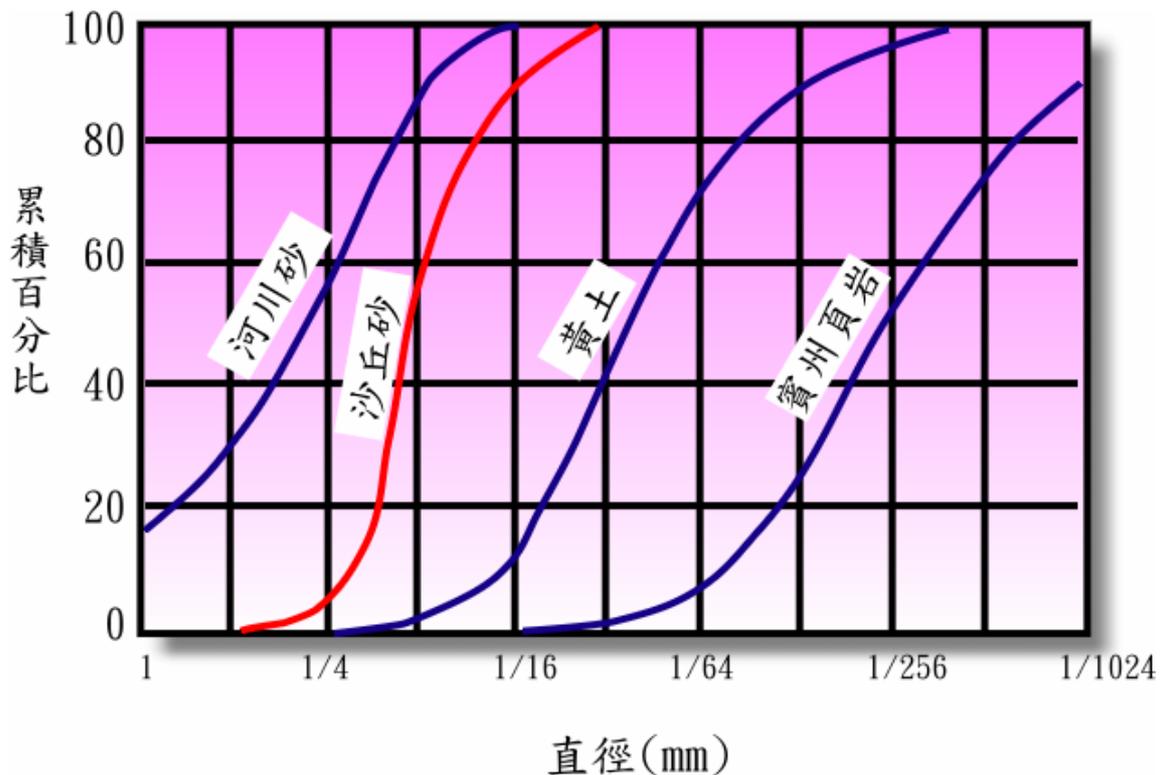


圖 4-5 沉積物粒度分布累積百分比曲線圖(摘自：陳汝勤、莊文星 岩石學 179 頁 )

### (二)磁鐵礦的成因及其性質：

臺灣西部沿海鐵礦之來源，可能是岩石經多次風化作用而形成(譚立平、魏稽生，民國 86 年)，臺灣北部火成岩區岩石富含鐵質，風化後產生大量磁鐵礦砂，為臺灣西北部沿海磁鐵礦砂主要來源。凡含鐵、鈷、鎳之礦物具有磁性，可被磁鐵吸附，故要分離沙丘砂中的磁鐵礦砂，可用磁鐵吸附。

由於磁鐵礦砂密度較一般沙粒大，在風力搬運過程中磁鐵礦有富集的情況發生，故沉積沙層中磁鐵砂含量若較高，則可能為風力侵蝕作用造成。

### 三、實驗方法及過程

本研究針對觀音草濕地區沿岸沙丘上之沉積物進行粒度及磁鐵礦砂分析，取樣位置沙丘頂部附近，以及沙丘面海測翼。挖取垂直方向沉積物進行分析，實驗方法及過程，如下圖 4-6：

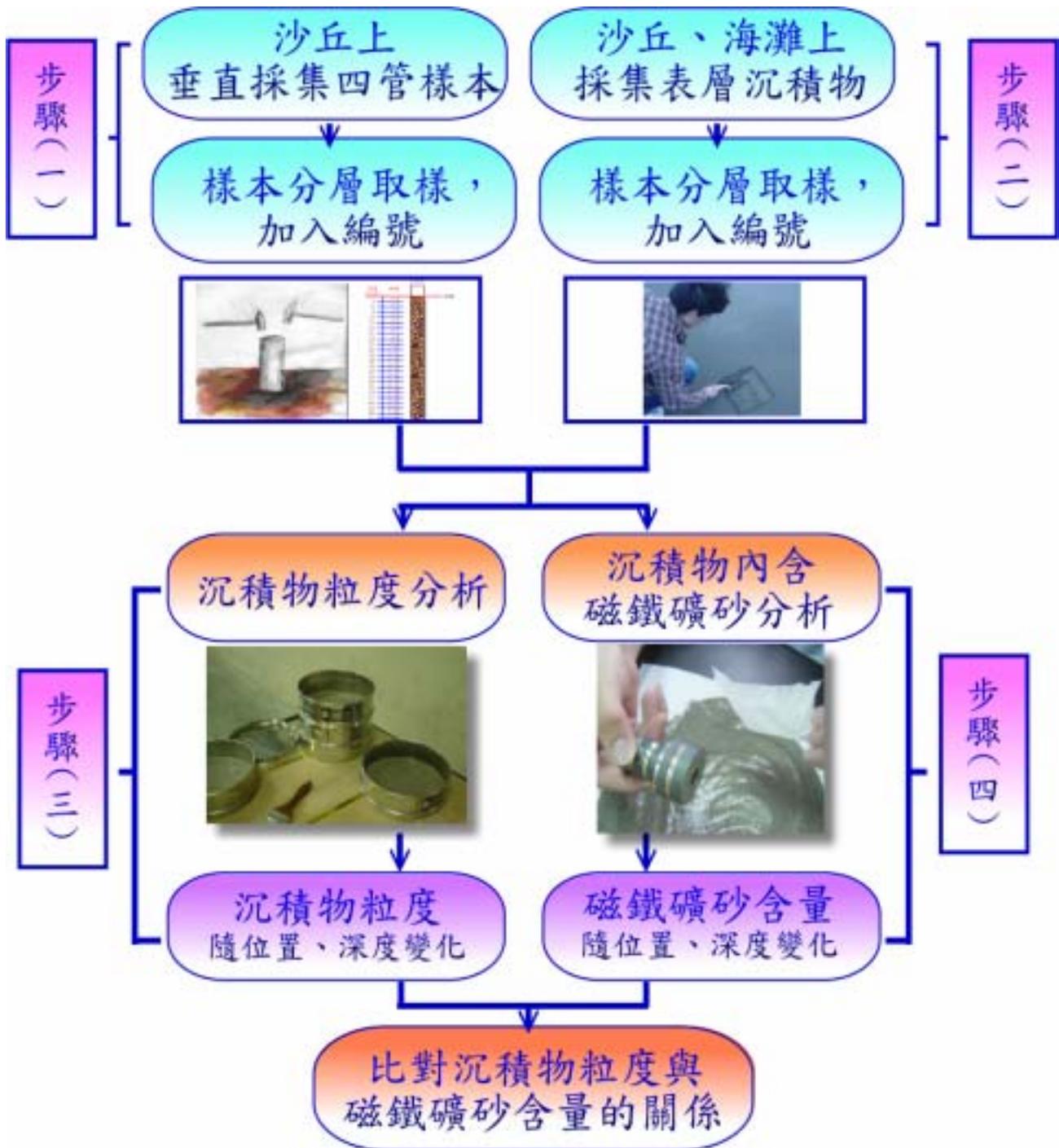


圖 4-6 研究過程圖

詳細實驗步驟以下說明：

(一)沙丘沉積物垂直採樣並分層裝袋製成樣本(請參照圖 4-7)

- 1.取出沙丘中垂直方向沉積物：選用約 1 公尺長 PVC 管，用榔頭敲擊管口，使 PVC 管敲入沙丘沉積層中【如圖 4-7(1)】。挖開水管旁邊沙層，並取出整管沉積物【如圖 4-7(2)】，利用保鮮膜和報紙固定、包裹，帶至實驗室進行分析。
  - 2.分層取樣：在 PVC 管中加入酒精後(防止管內沙流動)，利用線鋸，垂直鋸開 PVC 管，管中沉積物以每 3 公分為單位，分層、畫線並貼上樣本標籤【如圖 4-7(3)】。而後將分層沉積物集中於封口袋中保存，並貼上樣本標籤，作為分析之樣本【如圖 4-7(4)】。取樣編號及深度對比，如圖 4-8
- 註：採樣時間-第一、二管在 2005.12.18 採集；第三、四管在 2006.5.14 採集

### (一)沙丘沉積物垂直採樣並分層裝袋製成樣本

(1) 將PVC管敲入沙丘沉積層中



(2) 取出PVC管中的沉積物



(3) 切開PVC管，每3公分為單位，標示編號



(4) 沉積物分段採集，並放置封口袋中



圖 4-7 實驗步驟一：沙丘沉積垂直取樣示意圖

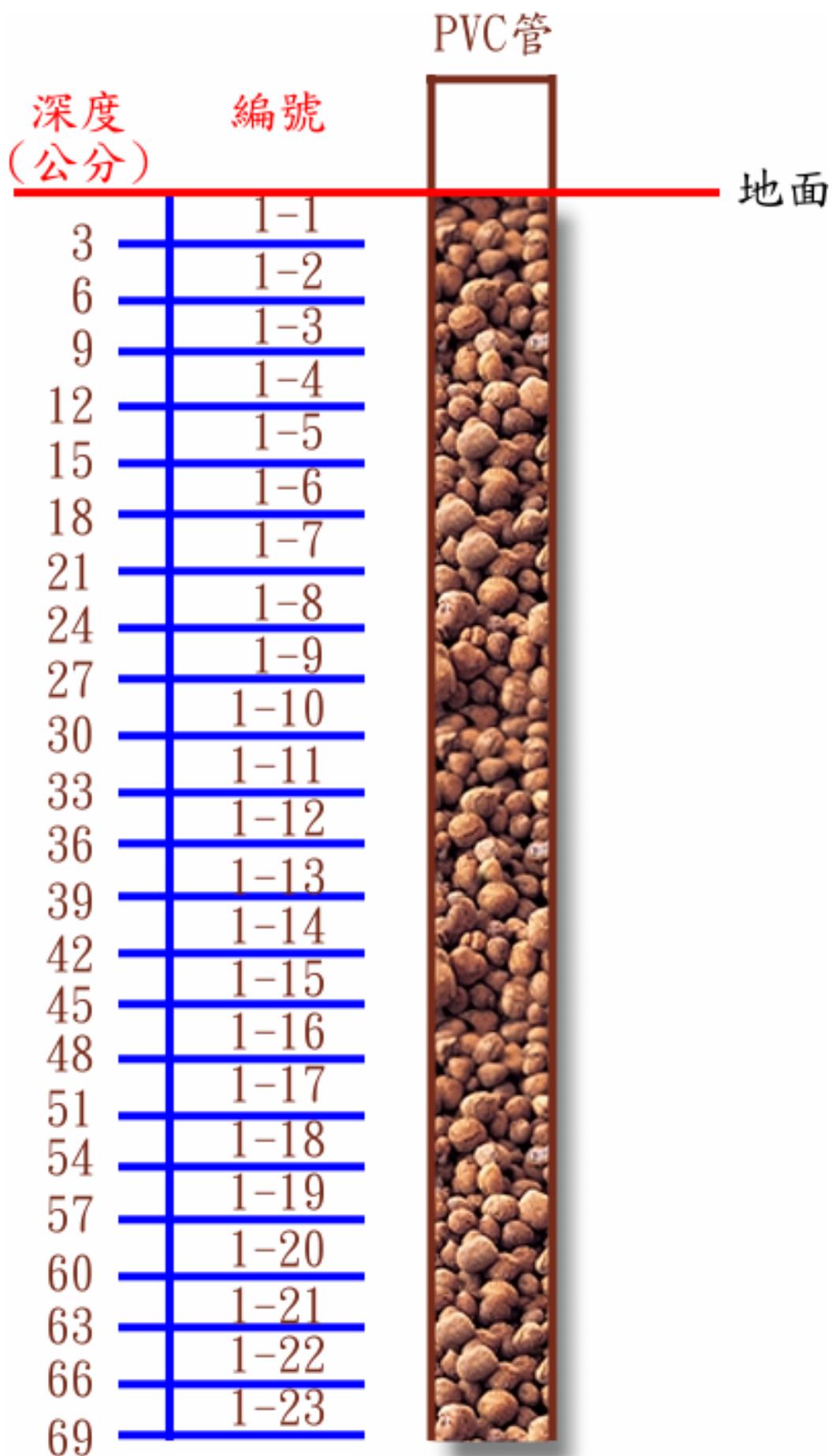


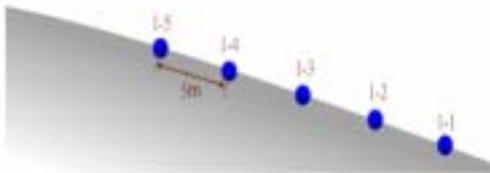
圖 4-8 取樣深度與編號對比示意圖

(二)沙灘表層沉積物採樣，並製成樣本(請參照圖 4-9)：

1. 沙丘表層沉積物取樣：在沙丘面海坡面上，由沙丘底部向上，每間隔 5 公尺沙丘表層沉積物【如圖 4-9(1)】，並將取樣沉積物編號裝袋【如圖 4-9(2)】
  2. 海灘表層沉積物取樣：取樣時刻約在乾潮時，從沙丘底部開始，向海的方向每間隔 15 公尺 (25 步)，取沙灘表層沉積物，取樣時先畫 20 公分見方面積之表層沉積物【如圖 4-9(3)】，並將取樣沉積物編號裝袋【如圖 4-9(4)】。
- 註：採樣時間在 2006.3.5

## (二)沙丘表面及沙灘表面沉積物採樣

(1) 沙丘表層沿坡面  
每隔5公尺採樣一沉積物



(2) 裝入封口袋中，  
帶回實驗室分析



(3) 取20公分見方沙灘表層沙



(4) 將表層沙採集裝袋，  
帶回實驗室進行分析



圖 4-9 實驗步驟二：沙丘表面及沙灘沉積物採樣示意圖

(三)分析各層沉積物粒度(請參照圖 4-10)

1. 樣本加熱去除水分：將樣本中的沙加熱，以去除水分【如圖 4-10(1)】，並放置一旁，待溫度下降後，進行過篩。
2. 過篩分析其粒度分布：利用樣品減量四分法，秤量取 10 克樣本過篩【如圖 4-10(2)】，由上而下排列各為 50、60、120、230 篩目(mesh)進行過篩(篩號及孔徑大小比對如下表 4-1 所示)。秤量各篩網上沉積物重量【如圖 4-10(3)】，紀錄於紀錄表中，並收集各篩網上沉積物各別裝袋【如圖 4-10(4)】。

表 4-2 篩目與孔徑比照表

篩號	50	60	120	230
孔徑(mm)	0.297 (約 0.3mm)	0.25 (1/4mm)	0.125 (1/8mm)	0.062 (1/16mm)

### (三) 分析各層沉積物粒度

(1) 加熱將沉積物中水分蒸發



(2) 沉積物過篩網



(3) 量秤各篩網中沉積物重量，並紀錄



(4) 分袋集中各粒度沉積物於封口袋中



圖 4-10 實驗步驟三：分析各層沉積物粒度示意圖

(四)分析沉積物中磁鐵礦砂含量(請參照圖 4-11)

- 1.將樣品秤重，平鋪於紙上：將以上實驗所剩樣品秤重【如圖 4-11(1)】，後平鋪於紙面上【如圖 4-11(2)】。
- 2.利用磁鐵吸附樣本中磁性物質，並秤重、紀錄：在磁鐵上包裹秤量紙，吸附沉積物中的磁性礦物【如圖 4-11(3)】。並秤量經磁鐵吸附後的樣本重量，紀錄於紀錄表上【如圖 4-11(4)】。

#### (四)分析沉積物中磁鐵礦砂含量

(1) 將整袋沉積物樣本秤重



(2) 將沉積物平鋪於紙上



(3) 利用磁鐵吸附樣本中磁性物質



(4) 殘留沉積物秤重並紀錄



圖 4-11 實驗步驟四：分析沉積物中磁鐵礦砂含量示意圖

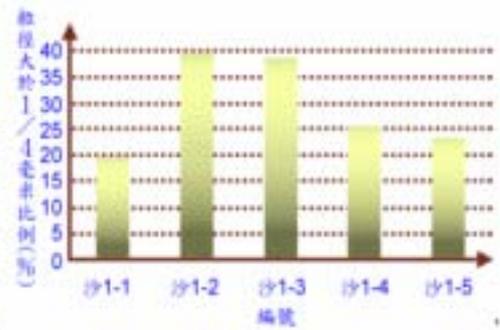
## 伍、研究結果

### 一、沙丘面海斜坡表面沉積物粒度分布：

沙丘表面沿面海斜坡，沿三條垂直沙丘走向縱線每間隔 5m 採表面沙分析其粒度分布(沙丘底層編號較小、向坡頂數字大，參見圖 4-2)。大於 1/4mm 佔比例，從 15%到近 40%，較粗沉積物分布在編號 2-3 號位置，如圖 5-1 所示：

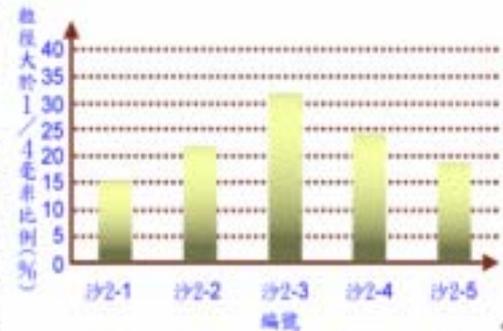
(a)第一線

編號 \ 粒徑	大於 0.3mm	0.3-1/4 mm	1/4-1/8 mm	1/8-1/16 mm	1/4mm 以上比例 (%)
沙 1-1	0.67	1.29	7.88	0.07	19.6
沙 1-2	1.8	2.15	5.95	0.09	39.5
沙 1-3	1.99	1.9	6.15	0.05	38.9
沙 1-4	0.92	1.63	7.39	0.06	25.5
沙 1-5	0.84	1.49	7.59	0.1	23.3



(b)第二線

編號 \ 粒徑	大於 0.3mm	0.3-1/4 mm	1/4-1/8 mm	1/8-1/16 mm	1/4mm 以上比例 (%)
沙 2-1	0.49	1.03	8.33	0.15	15.2
沙 2-2	0.86	1.32	7.6	0.08	21.8
沙 2-3	1.3	1.88	6.78	0.08	31.8
沙 2-4	0.91	1.52	7.41	0.05	24.3
沙 2-5	0.69	1.15	8.02	0.04	18.4



(c)第三線

編號 \ 粒徑	大於 0.3mm	0.3-1/4 mm	1/4-1/8 mm	1/8mm-1/16mm	1/4mm 以上比例 (%)
沙 3-1	1.1	1.37	7.39	0.03	24.7
沙 3-2	1.13	1.29	7.36	0.14	24.2
沙 3-3	1.22	1.74	6.74	0.15	29.6
沙 3-4	0.94	1.54	7.26	0.05	24.8
沙 3-5	0.87	1.55	7.43	0.05	24.2

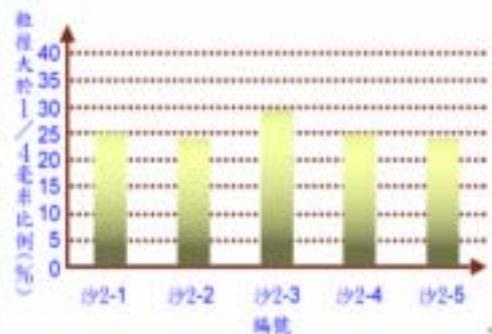


圖 5-1 沙丘面海坡面沉積物粒度分布

## 二、沙灘沉積物粒度分布與磁鐵礦砂含量：

### (一)海邊沙灘沉積物粒度分布：

海邊沙灘沉積物，沿三條垂直海岸線的直線採樣(沙丘邊編號較小、向海方向編號數字大，採樣位置請參照圖 4-3)，大於 1/4mm 佔比例，從 5.2%到近 62%，第一線、第二線較粗沉積物分布在編號 5 以外位置(離沙丘底部約 60 公尺處)，第三線則在編號 3(離沙丘底部約 30 公尺處)，顆粒最粗，如圖 5-2 所示：



圖 5-2 沙灘表面沉積物粒度分布

(二)海灘沉積物磁鐵礦砂含量：

本實驗任意取樣海灘表面 6 點作磁鐵礦砂含量分析，含量如表 5-1。平均含磁鐵礦砂量約 0.12%。

表 5-1 海灘表層沉積物鐵礦砂含量百分比

編號	海 1-5	海 1-6	海 3-7	海 3-1	海 3-2	海 3-3	加權平均值
樣本重量(克)	198	140.26	230.74	92.63	118.11	90.97	
內含磁鐵礦砂重量百分比(%)	0.03	0.2	0.17	0.14	0.08	0.13	0.12%

三、沙丘垂直取樣沉積物粒度分布及磁鐵礦砂含量：

本研究沙丘走向為東西向，沉積物垂直取樣四管，第一管、第三管在沙丘面海一側(北方)、第二管、第四管在沙丘頂部附近(南方)，間隔約 3 公尺，分析沉積物粒度分布如下【取樣位置詳見肆研究過程及方法】：

(一)第一組

1.第一管(沙丘面海一側)：

第一管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量，如表 5-2。沉積物粒徑 1/4mm 以上比例隨取樣深度變化，及各層沉積物中磁鐵礦砂含量變化，如圖 5-3。沉積物顆粒粒徑 1/4mm 以上比例，最高為 1-3，佔 29.3%；最低為 1-22，佔 8.7%，大致可見有(A)(B)(C)(D)四個明顯變化區域。磁鐵礦砂含量，最多 1-21 佔總重 5.31%，最少 1-11，僅佔總重 0.06%。

表 5-2 第一管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量表

項目 編號	粒徑分布(秤量 10 公克重沉積物分析)					磁鐵礦砂含量(所有沉積物)			
	大於 0.3mm (公克重)	0.3-1/4 mm (公克重)	1/4-1/8 mm (公克重)	1/8-1/16 mm (公克重)	1/4mm 以上比 例(%)	磁鐵吸 附前總 重 (公克重)	磁鐵吸 附後總 重 (公克重)	磁鐵礦 砂總重* (公克重)	磁鐵礦 砂含量 百分比 (%)
1-1	1.17	1.53	7.1	0.1	27	61.07	60.66	0.41	0.67
1-2	1.24	1.6	7.27	0.06	28.4	69.50	69.02	0.48	0.69
1-3	1.47	1.46	6.94	0.06	29.3	64.45	64.08	0.37	0.57
1-4	1.45	1.44	7.02	0.09	28.9	69.14	68.84	0.30	0.43
1-5	0.67	1.35	7.88	0.06	20.2	70.23	70.07	0.16	0.23
1-6	1.03	1.56	7.35	0.03	25.9	60.46	60.23	0.23	0.38
1-7	1.01	1.73	7.2	0.06	27.4	71.00	70.73	0.27	0.38
1-8	0.93	1.69	7.07	0.04	26.2	67.52	67.04	0.48	0.71
1-9	1.06	1.47	7.2	0.05	25.3	66.95	66.85	0.10	0.15
1-10	0.4	1.12	8.21	0.06	15.2	58.50	58.29	0.21	0.36
1-11	0.28	0.93	8.59	0.12	12.1	63.09	63.05	0.04	0.06
1-12	0.51	1.22	8.22	0.06	17.3	60.17	59.86	0.31	0.52
1-13	0.43	0.84	8.63	0.09	12.7	47.99	47.48	0.51	1.06
1-14	0.42	1.01	8.38	0.1	14.3	48.88	48.61	0.27	0.55
1-15	0.25	0.79	8.75	0.08	10.4	50.49	50.39	0.10	0.20
1-16	0.8	1.18	7.87	0.06	19.8	49.13	48.69	0.44	0.90
1-17	0.93	1.43	7.43	0.06	23.6	42.06	41.94	0.12	0.29
1-18	1	1.27	7.59	0.08	22.7	37.62	36.76	0.86	2.29
1-19	0.6	1.25	8.03	0.13	18.5	24.80	23.88	0.92	3.71
1-20	0.47	1.57	6.89	0.06	20.4	23.64	23.09	0.55	2.33
1-21	0.49	1.02	7.99	0.32	15.1	19.39	18.36	1.03	5.31
1-22	0.25	0.62	8.86	0.2	8.7	24.38	23.42	0.96	3.94

# 第一管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量比較

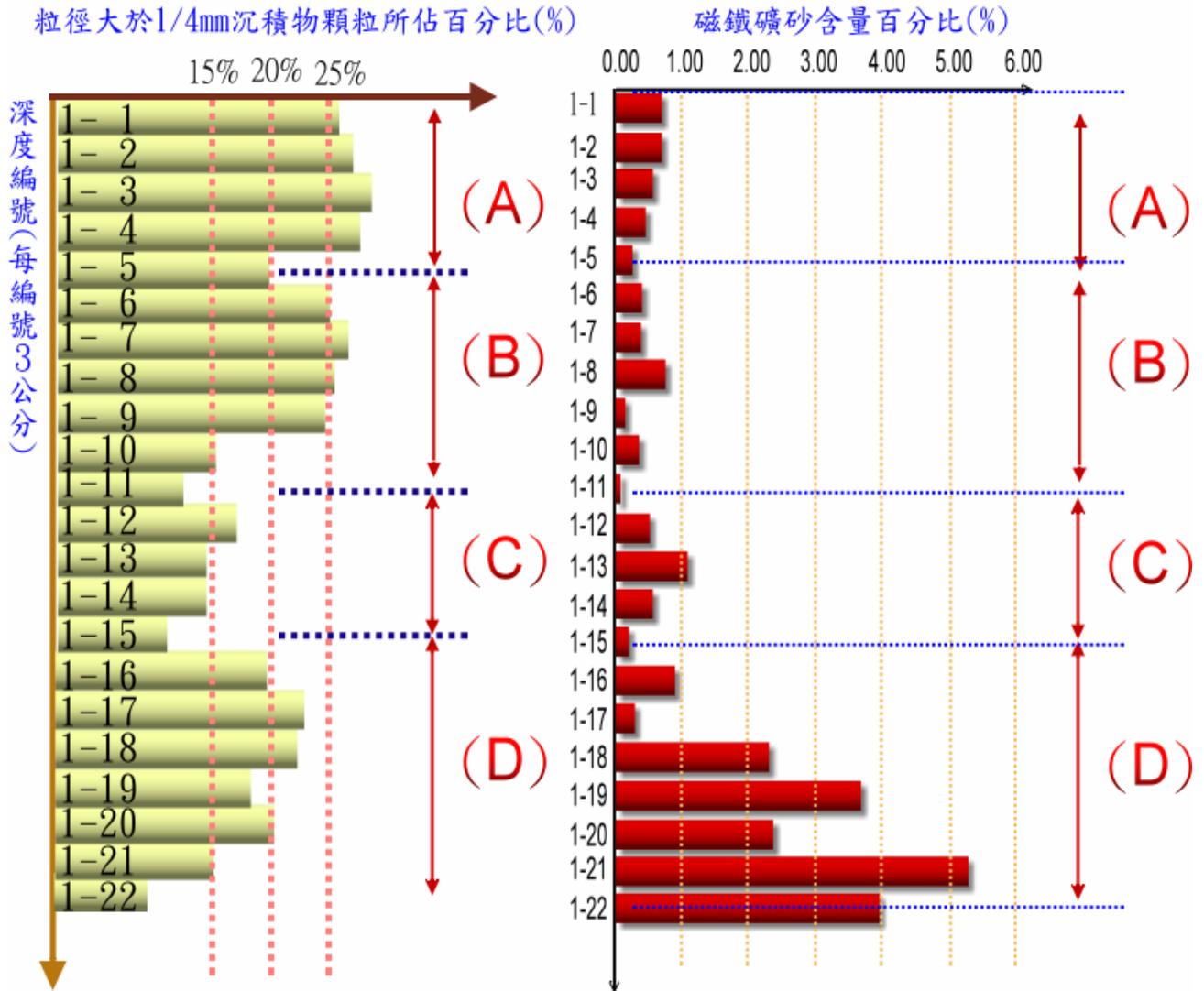


圖 5-3 第一管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量變化圖

(電子秤儀器誤差：0.05 克，由於粒度分析量取重量 10 克，故粒度重量誤差值不及 0.005%；磁鐵礦砂含量分析，樣本重量均在 100 公克以下，故誤差值不及 0.05%)

2.第二管(靠近沙丘頂部)：

第二管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量，如表 5-3。沉積物粒徑 1/4mm 以上比例隨取樣深度變化，及各層沉積物中磁鐵礦砂含量變化，如圖 5-4。沉積物顆粒粒徑 1/4mm 以上比例，最高為 2-17，佔 63.4%；最低為 2-10，佔 4.8%，大致可見有(X)(Y)(Z)三個明顯變化區域。磁鐵礦砂含量，最多 2-13 佔總重 2.91%，最少 2-9，僅佔總重 0.14%。

表 5-3 第二管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量表。

項目 編號	粒徑分布(秤量 10 公克重沉積物分析)					磁鐵礦砂含量(所有沉積物)			
	粒徑 鐵沙量 大於 0.3mm (公克重)	0.3-1/4- mm (公克重)	1/4-1/8- mm (公克重)	1/8-1/16- mm (公克重)	1/4mm 以上比 例(%)	磁鐵吸 附前總 重 (公克重)	磁鐵吸 附後總 重 (公克重)	磁鐵礦 砂總重* (公克重)	磁鐵礦 砂含量 百分比 (%)
2-1	0.6	1.28	8.1	0.09	18.8	45.63	45.47	0.16	0.35
2-2	0.77	1.55	7.59	0.07	23.2	35.69	35.45	0.24	0.67
2-3	1.23	1.5	7.03	0.08	27.3	46.87	46.70	0.17	0.36
2-4	1.1	1.23	7.48	0.1	23.3	51.25	51.02	0.23	0.45
2-5	1.44	1.18	7.3	0.08	26.2	96.96	96.74	0.22	0.23
2-6	0.99	0.93	7.89	0.15	19.2	44.19	43.61	0.58	1.31
2-7	0.43	0.75	8.69	0.16	11.8	64.70	63.03	1.67	2.58
2-8	0.66	0.99	8.18	0.17	16.5	68.08	67.93	0.15	0.22
2-9	0.53	0.65	8.52	0.19	11.8	50.66	50.59	0.07	0.14
2-10	0.19	0.29	9.1	0.25	4.8	57.44	56.92	0.52	0.91
2-11	0.27	0.41	8.93	0.28	6.8	51.72	51.16	0.56	1.08
2-12	0.17	0.33	9.29	0.31	5	46.10	45.90	0.20	0.43
2-13	0.65	0.88	7.94	0.45	15.3	38.47	37.35	1.12	2.91
2-14	1.8	1.38	6.56	0.17	31.8	37.57	37.29	0.28	0.75
2-15	4.15	1.78	3.88	0.07	59.3	59.15	58.55	0.60	1.01
2-16	3.87	1.67	4.32	0.07	55.4	44.51	44.16	0.35	0.79
2-17	4.7	1.64	3.62	0.06	63.4	61.06	60.27	0.79	1.29
2-18	3.93	1.52	3.48	0.02	54.5	49.16	48.58	0.58	1.18
2-19	2.7	1.9	3.94	0.26	46	45.71	45.23	0.48	1.05
2-20	4.17	1.92	3.95	0.05	60.9	41.55	40.93	0.62	1.49
2-21	1.7	2.07	5.97	0.05	37.7	58.58	58.36	0.22	0.38
2-22	2.1	2.09	5.56	0.05	41.9	52.72	51.97	0.75	1.42
2-23	0.95	1.33	7.6	0.11	22.8	48.88	48.74	0.14	0.29

## 第二管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量比較

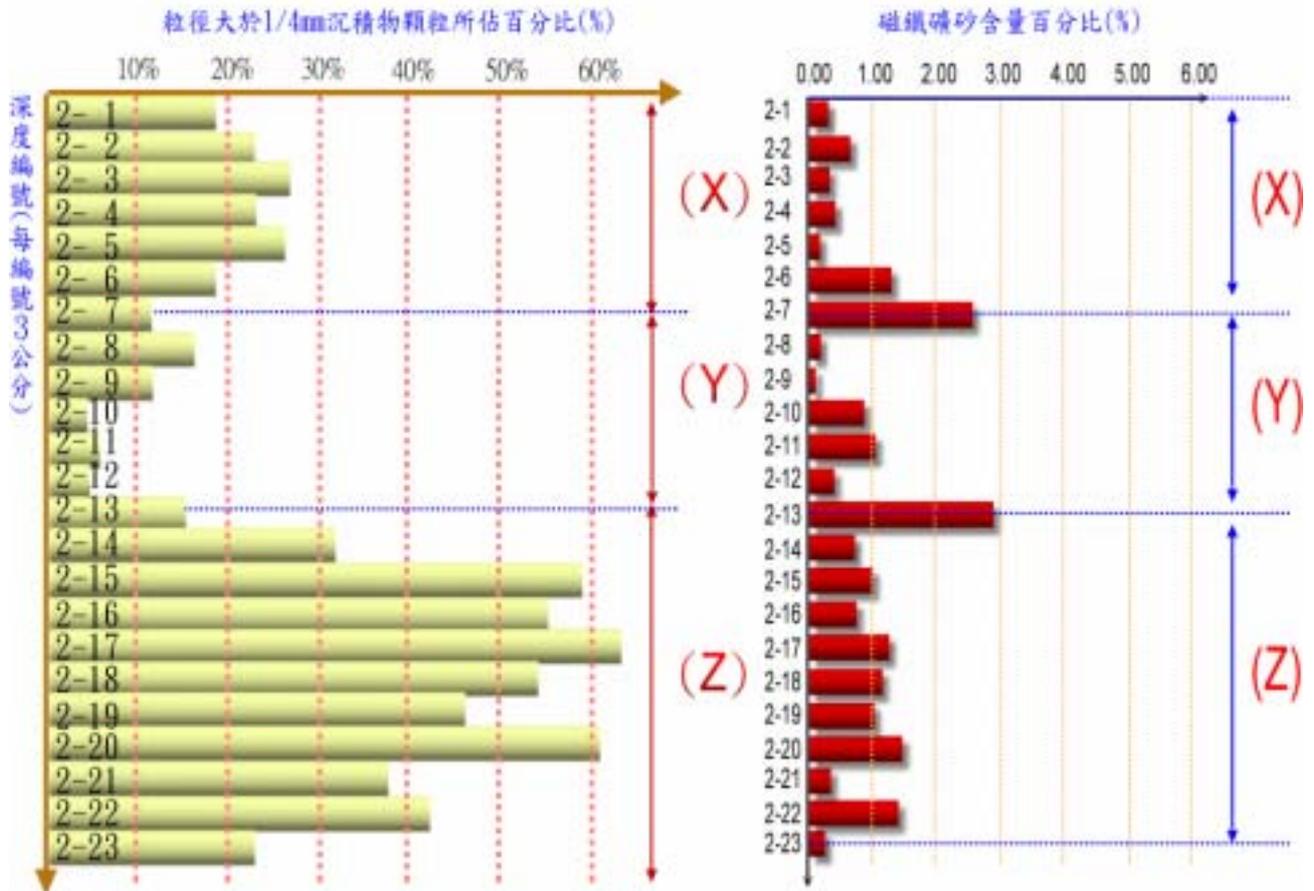


圖 5-4 第二管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量變化圖

(電子秤儀器誤差：0.05 克，由於粒度分析量取重量 10 克，故粒度重量誤差值不及 0.005%  
；磁鐵礦砂含量分析，樣本重量均在 100 公克以下，故誤差值不及 0.05%)

3. 第三管(沙丘面海一側)：

第三管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量，如表 5-4。沉積物粒徑 1/4mm 以上比例隨取樣深度變化，及各層沉積物中磁鐵礦砂含量變化，如圖 5-5。沉積物顆粒粒徑 1/4mm 以上比例，最高為 3-7，佔 34.7%；最低為 3-22，佔 6%，大致可見有(E)(F)(G)(H)(I)五個明顯變化區域。磁鐵礦砂含量，最多 3-29 佔總重 0.69%，最少 3-10，僅佔總重 0.14%。

表 5-4 第三管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量表

項目 編號	粒徑分布(秤量 10 公克重沉積物分析)					磁鐵礦砂含量(所有沉積物)			
	粒徑 磁砂量 大於 0.3mm- (公克重)	0.3-1/4- mm- (公克重)	1/4-1/8- mm- (公克重)	1/8-1/16- mm- (公克重)	1/4mm 以上比 例(%)	磁鐵吸 附前總 重 (公克重)	磁鐵吸 附後總 重 (公克重)	磁鐵礦 砂總重* (公克重)	磁鐵礦 砂含量 百分比 (%)
3-1	1.16	1.65	7.09	0.1	28.1	92.14	91.58	0.56	0.61
3-2	0.78	1.25	7.88	0.08	20.3	97.33	97.06	0.27	0.28
3-3	1.4	1.57	7.07	0.03	29.7	114.17	113.93	0.24	0.21
3-4	0.87	1.12	7.85	0.03	19.9	104.66	104.29	0.37	0.35
3-5	0.4	1.04	8.37	0.2	14.4	67.88	67.62	0.26	0.38
3-6	0.52	0.98	8.5	0.06	15	74.39	74.15	0.24	0.32
3-7	2.03	1.44	6.42	0.1	34.7	49.81	49.5	0.31	0.62
3-8	1.22	1.16	7.47	0.16	23.8	65.86	65.67	0.19	0.29
3-9	0.72	1.06	8.08	0.2	17.8	50.13	49.91	0.22	0.44
3-10	0.85	1.18	7.68	0.13	20.3	48.89	48.82	0.07	0.14
3-11	0.83	1.18	7.65	0.11	20.1	40.12	40.04	0.08	0.20
3-12	0.89	1.16	7.43	0.14	20.5	34.21	34.14	0.07	0.20
3-13	0.75	0.97	7.88	0.2	17.2	28.96	28.91	0.05	0.17
3-14	0.79	0.75	7.95	0.13	15.4	26.79	26.75	0.04	0.15
3-15	0.24	0.56	8.88	0.22	8	22.2	22.13	0.07	0.32
3-16	0.97	0.68	8.33	0.09	16.5	23.33	23.26	0.07	0.30
3-17	0.81	1.19	7.75	0.23	20	25.54	25.47	0.07	0.27
3-18	0.76	1.02	7.98	0.19	17.8	28.23	28.14	0.09	0.32
3-19	0.92	1.32	7.46	0.08	22.4	28.73	28.63	0.1	0.35
3-20	0.61	1.14	8.15	0.14	17.5	38.03	37.89	0.14	0.37
3-20	0.61	1.14	8.15	0.14	17.5	38.03	37.89	0.14	0.37
3-21	0.27	0.59	8.96	0.23	8.6	33.22	33.09	0.13	0.39
3-22	0.2	0.4	9.12	0.26	6	27.35	27.23	0.12	0.44
3-23	0.29	0.59	8.78	0.23	8.8	34.53	34.44	0.09	0.26
3-24	0.27	0.63	8.81	0.23	9	35.89	35.78	0.11	0.31
3-25	0.46	0.91	8.38	0.15	13.7	29.53	29.42	0.11	0.37
3-26	0.86	1	7.77	0.18	18.6	38.45	38.25	0.2	0.52
3-27	1.04	1.14	7.44	0.19	21.8	33.7	33.56	0.14	0.42
3-28	1.22	1.7	6.88	0.08	29.2	27.04	26.93	0.11	0.41
3-29	1.18	1.53	7.11	0.18	27.1	28.85	28.65	0.2	0.69
3-30	0.53	1.16	8.16	0.12	16.9	45.5	45.27	0.23	0.51

# 第三管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量比較

粒徑大於1/4mm沉積物顆粒所佔百分比(%)

磁鐵礦砂含量百分比(%)

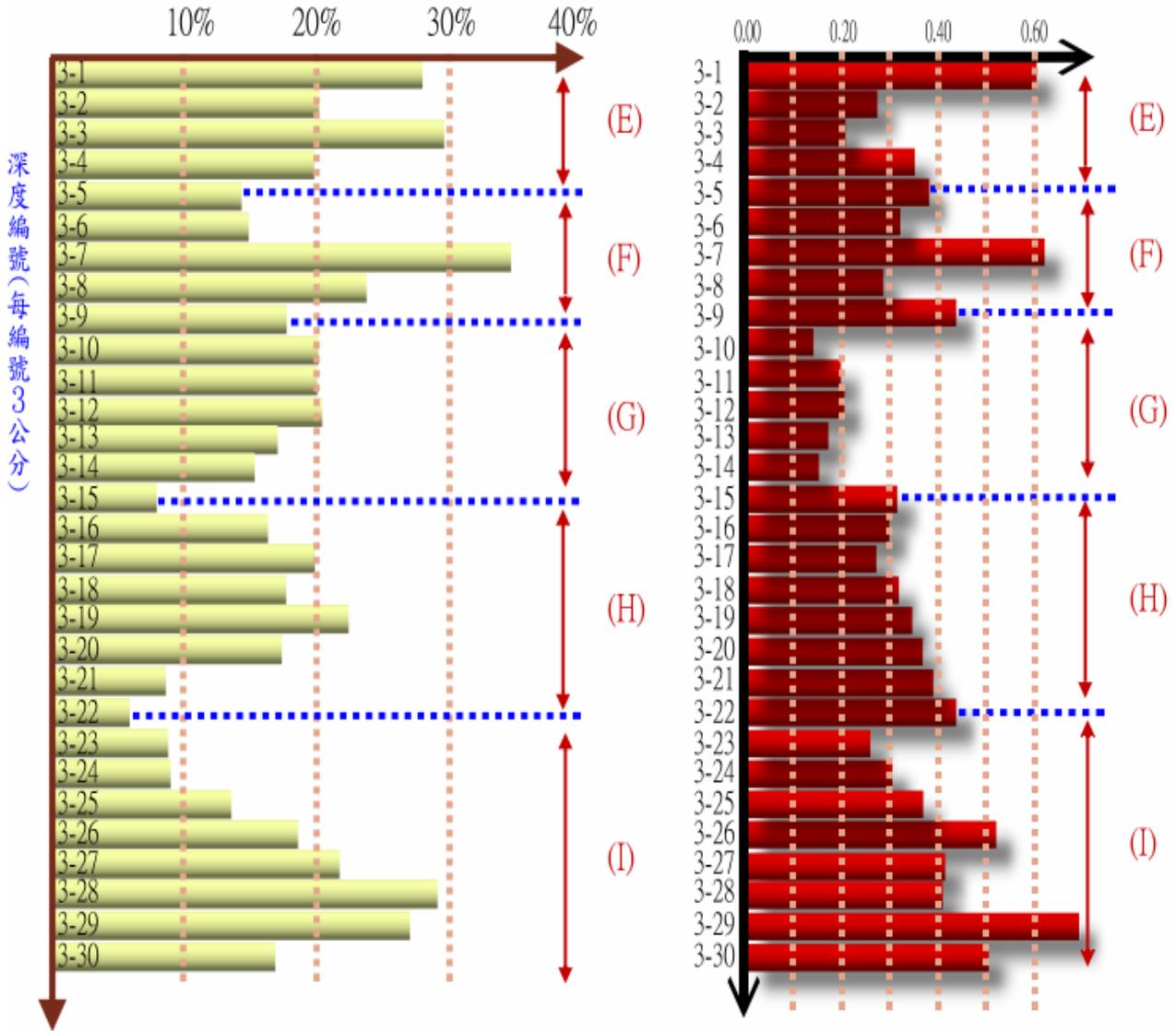


圖 5-5 第三管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量變化圖

(電子秤儀器誤差：0.05 克，由於粒度分析量取重量 10 克，故粒度重量誤差值不及 0.005%；磁鐵礦砂含量分析，樣本重量均在 100 公克以下，故誤差值不及 0.05%)

4. 第四管(靠近沙丘頂部)：

第四管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量，如表 5-5。沉積物粒徑 1/4mm 以上比例隨取樣深度變化，及各層沉積物中磁鐵礦砂含量變化，如圖 5-6。沉積物顆粒粒徑 1/4mm 以上比例，最高為 4-33，佔 57.1%；最低為 4-18，佔 5.9%，大致可見有(R)(S)(T)(U)(V)五個明顯變化區域。磁鐵礦砂含量，最多 4-8 及 4-19 佔總重 0.65%，最少 4-33，僅佔總重 0.06%。

表 5-5 第四管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量表

項目 編號	粒徑分布(秤量 10 公克重沉積物分析)					磁鐵礦砂含量(所有沉積物)			
	大於 0.3mm (公克重)	0.3-1/4- mm (公克重)	1/4-1/8- mm (公克重)	1/8-1/16- mm (公克重)	1/4mm 以上比 例(%)	磁鐵吸 附前總 重 (公克重)	磁鐵吸 附後總 重 (公克重)	磁鐵礦 砂總重* (公克重)	磁鐵礦 砂含量 百分比 (%)
4-1	0.43	0.77	8.15	0.05	12	55.34	55.1	0.24	0.43
4-2	0.4	0.86	8.62	0.14	12.6	35.06	34.87	0.19	0.54
4-3	0.38	0.78	8.67	0.1	11.6	54.62	54.4	0.22	0.40
4-4	1.82	1.67	6.4	0.08	34.9	50.93	50.74	0.19	0.37
4-5	1.91	1.96	6.07	0.02	38.7	38.82	38.6	0.22	0.57
4-6	1.2	1.65	7.07	0.06	28.5	34.44	34.28	0.16	0.46
4-7	0.8	1.39	7.7	0.05	21.9	33.72	33.58	0.14	0.42
4-8	0.7	1.1	8.09	0.12	18	36.95	36.71	0.24	0.65
4-9	0.57	0.79	8.45	0.15	13.6	36.82	36.66	0.16	0.43
4-10	1.06	1.09	7.65	0.14	21.5	27.04	26.88	0.16	0.59
4-11	0.45	0.79	8.45	0.26	12.4	18.71	18.65	0.06	0.32
4-12	2.58	1.67	5.6	0.09	42.5	40.98	40.83	0.15	0.37
4-13	3.14	2	4.72	0.02	51.4	41.75	41.54	0.21	0.50
4-14	2.47	2.19	5.2	0.03	46.6	38.46	38.35	0.11	0.29
4-15	1.69	1.78	6.49	0.1	34.7	47.85	47.7	0.15	0.31
4-16	0.32	0.56	8.71	0.22	8.8	49.91	49.73	0.18	0.36
4-17	0.25	0.78	8.82	0.13	10.3	67.89	67.72	0.17	0.25
4-18	0.2	0.39	9.01	0.35	5.9	46.29	46.11	0.18	0.39
4-19	0.24	0.57	8.99	0.18	8.1	49.52	49.2	0.32	0.65
4-20	0.33	0.82	8.63	0.16	11.5	54.6	54.42	0.18	0.33
4-21	0.62	1.16	8.06	0.15	17.8	63.62	63.48	0.14	0.22
4-22	1.03	1.03	7.5	0.21	20.6	56.75	56.47	0.28	0.49
4-23	0.53	0.91	8.14	0.23	14.4	48.86	48.78	0.08	0.16
4-24	0.75	1.25	7.71	0.22	20	49.46	49.15	0.31	0.63
4-25	0.44	0.76	8.54	0.21	12	57.91	57.87	0.04	0.07
4-26	0.89	1.14	7.94	0.1	20.3	65.61	65.53	0.08	0.12
4-27	1.79	1.7	6.43	0.07	34.9	77.2	77.03	0.17	0.22
4-28	0.65	0.97	8.05	0.1	16.2	63.08	63.01	0.07	0.11
4-29	0.71	1.18	7.84	0.09	18.9	55.27	55.18	0.09	0.16
4-30	0.61	1.22	7.69	0.08	18.3	64.26	64.08	0.18	0.28
4-31	2.09	1.82	5.77	0.03	39.1	70.05	69.66	0.39	0.56
4-32	3.1	1.77	4.72	0.05	48.7	61.37	61.17	0.2	0.33
4-33	4.17	1.54	3.99	0.06	57.1	53.59	53.56	0.03	0.06

# 第四管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量比較

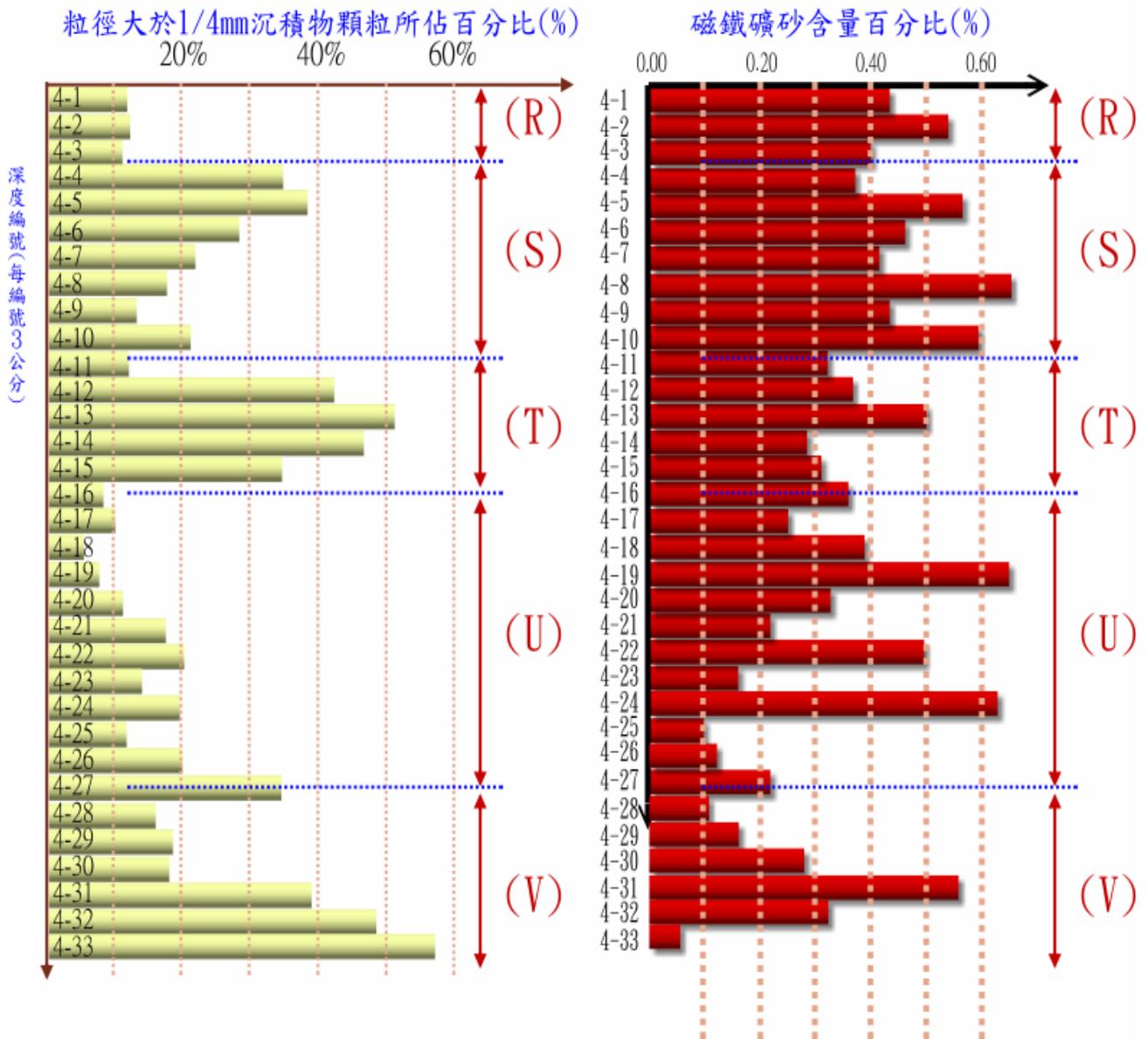


圖 5-6 第四管沉積物粒度及磁鐵礦砂含量變化圖

(電子秤儀器誤差：0.05 克，由於粒度分析量取重量 10 克，故粒度重量誤差值不及 0.005%  
；磁鐵礦砂含量分析，樣本重量均在 100 公克以下，故誤差值不及 0.05%)

## 陸、討論

### 一、沙丘表層沙粒度分布：

由沙丘表面沙粒度分布可發現，沙丘斜面中段沉積粒度最粗(粒徑大於 1/4mm 比例較高)，向上或下則顆粒漸細。可能是由於沙丘表層沙採樣時間在春初(3月5日)，東北季風強烈，面海沙丘中段受風力最大，而上下段由於風受地形擾動而較弱，產生細顆粒沉積所造成。未來可能再測量沙丘坡度，研究沙粒度分部是否與坡度相關。

### 二、海灘表層沙粒度分布：

海灘表面沉積物粒度分布，如圖 6-2 所示。可發現二個沉積顆粒較粗的現象。

#### (一)破浪：

到達岸邊的波浪，由於海水深度變淺，波浪因此破碎，對海床產生強大營力(民 82 何春蓀)，故可發現編號 1-5、2-5、3-7 之外，有顆粒較粗的情況【(1)】，以海 1 及海 2 兩線為例，約距離沙丘底部向海 75 公尺，顆粒開始變粗。

#### (二)碎浪：

編號 1-2、2-2、3-3，又有顆粒較粗的情況，可能是浪到達岸邊，由於水量減少，海水在沙灘上沖刷，產生浪花衝向岸邊，故可發現碎浪地帶【(2)、(3)間】向岸邊，顆粒有逐漸變細的趨勢【(3)】。

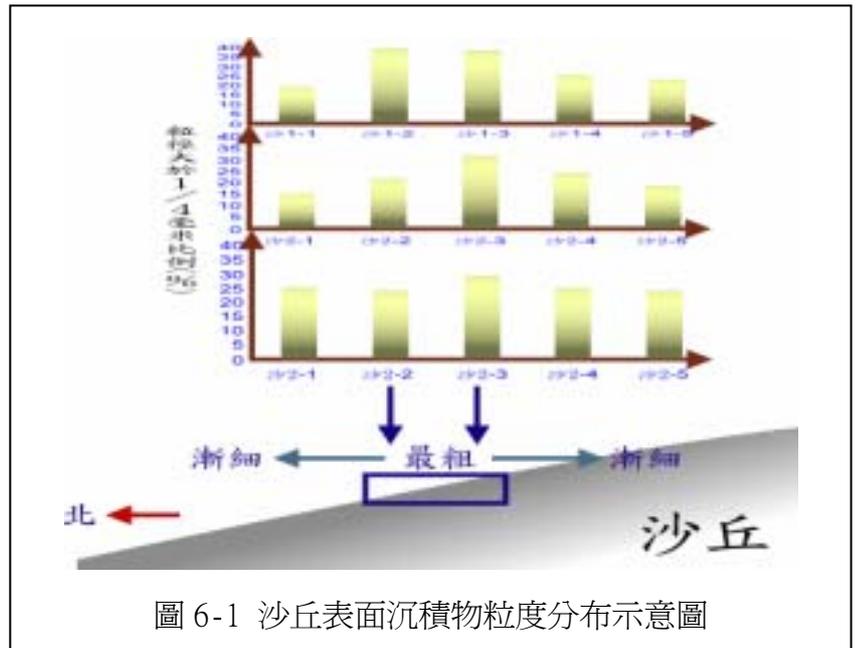


圖 6-1 沙丘表面沉積物粒度分布示意圖

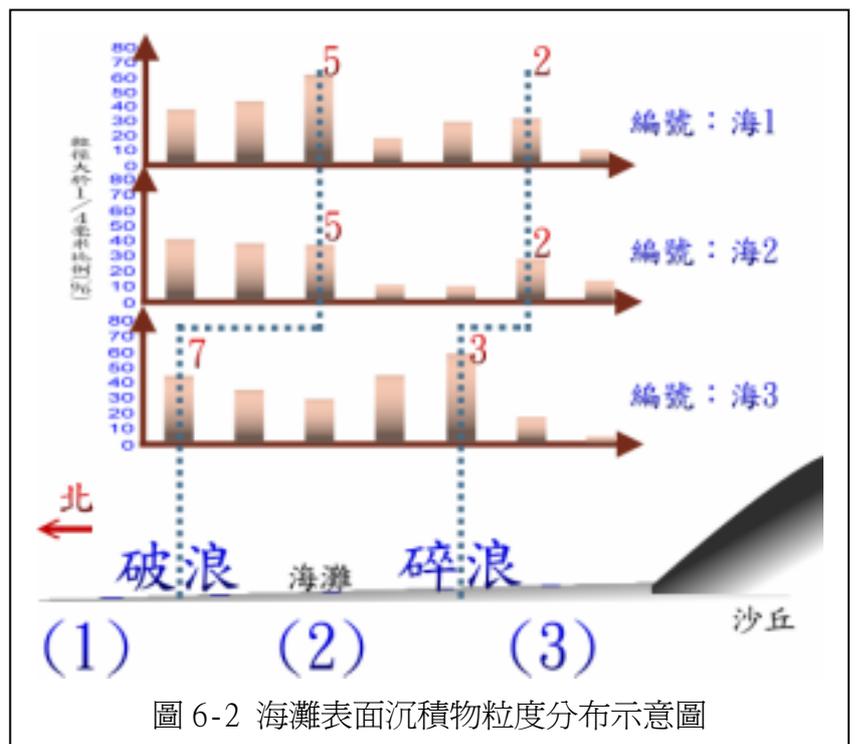


圖 6-2 海灘表面沉積物粒度分布示意圖

### 三、沙丘沉積物垂直分層分析，粒度變化與磁鐵礦砂含量比對：

#### (一) 粒度分布與磁鐵礦砂含量的關係：

臺灣西北部沿海磁鐵礦砂主要來源，為北部火成岩區，桃園觀音海岸區沉積物磁鐵礦砂含量可達 1.34%(譚立平、魏稽生，民國 86 年)。

分析四管沉積物，可發現磁鐵礦砂含量，高低不均。最高可達 5.31%，大部分則分布於 1.00% 以下，造成此現象原因，可能是由於磁鐵礦砂密度較一般沙粒大，在風力搬運過程中磁鐵礦，殘留原地，沙等密度小沉積物受風搬運而移動，造成磁鐵礦砂富集的情況，故沉積沙

層中磁鐵砂含量若較高，則可能為風力侵蝕作用造成。

(二)沙丘頂部附近沉積層對比【第二管、第四管，請參照圖 6-3】：

第二管、第四管為沙丘頂部附近沉積層，中間隔一個竹籬笆，相距約 20 公尺，第二管採樣時間為 2005.12.18，位置在東。第四管採樣時間為 2006.5.14，位置在西。粒度與磁鐵礦砂含量各層分布，請參照圖 6-3。

### 1. 沉積物粒度與磁鐵礦砂含量比對

#### (1)第二管

第二管磁鐵沙含量大部份在 1%以下，但是編號 2-7、2-13 含量超過 2%以上，可能為侵蝕作用造成。且本實驗以每三公分为分析各層粒度變化，粒度粗細變化應不大，但是在編號 2-7、2-13 深度附近可見，粒度明顯產生變化，推測可能有侵蝕面，造成不連續現象。

其他深度磁鐵沙含量 1%以下的沉積物，磁鐵礦砂含量有隨粒徑增加而增量的趨勢，可能是東北季風較強時，沉積顆粒較粗，所帶來北部火成岩中磁鐵礦砂量也較高的緣故，屬於風力沉積造成。

#### (2)第四管

第四管之磁鐵礦砂含量均不及 0.7%，且含量變化大，可能為小規模侵蝕作用造成，但是仍可發現，粒度與磁鐵礦砂含量亦有些許相關，可能為季節性風向造成沉積鐵礦砂量及粒度的變化。

### 2. 沉積層對比：

比對第二管和第四管各層沉積物，發現第二管(X)+(Y)與第四管(S)顆粒粗細變化較相近，應是同時間沉積，但是兩管均受侵蝕作用。而第二管(Z)和第四管(T)，粗顆粒比例高，應為同時沉積，(Z)沉積層明顯較(T)厚。而第二管 2-10 到 2-12 細粒部份和 2-7 顆粒變細的情況，可能因侵蝕作用消失，故無法作出對比。有此可發現此兩管採樣處，侵蝕作用強烈且頻繁。

由於第四管採樣時間較第二管晚約半年時間，故第四管(R)可能為這半年來所沉積，約 9 公分厚。

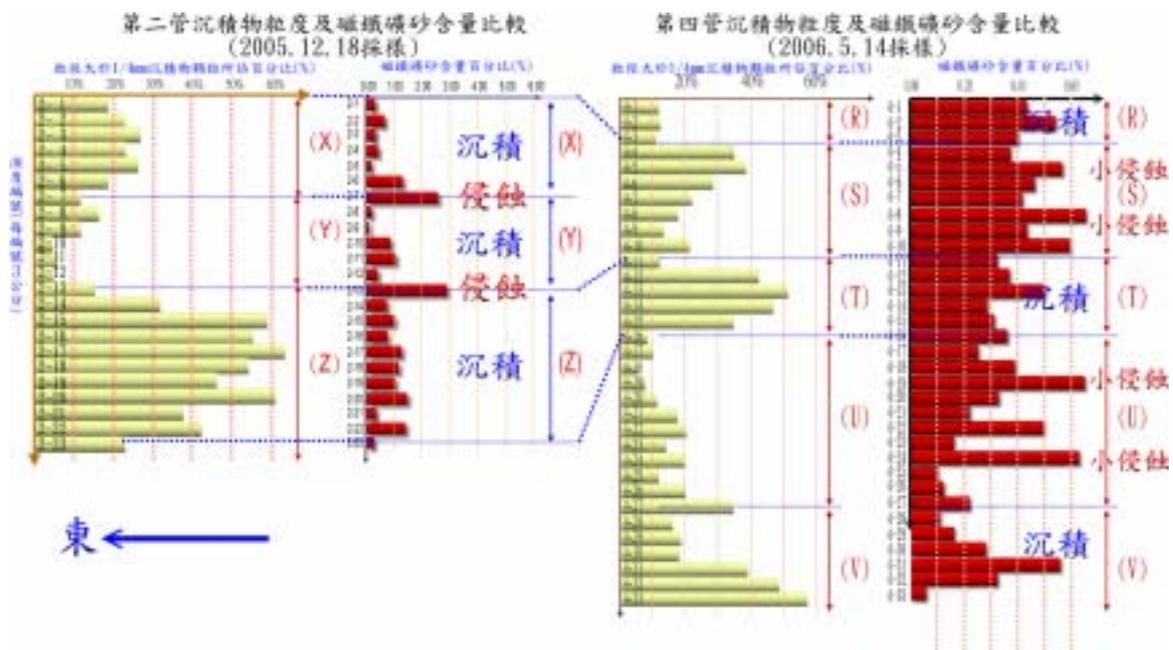


圖 6-3 沙丘頂部附近【第二管、第四管】沉積層對比示意圖

(二)沙丘面海一側沉積層對比【第一管、第三管，請參照圖 6-4】：

第一管、第三管為沙丘面海一側沉積層，中間隔一個竹籬笆，相距約 20 公尺，第一管採樣點時間為 2005.12.18，位置在東。第三管採樣時間為 2006.5.14，位置在西。粒度與磁鐵礦砂含量各層分布，請參照圖 6-4。

1. 沉積物粒度與磁鐵礦砂含量比對

(1)第一管

第一管磁鐵沙含量大部份在 1%以下，但是編號 1-18 以下【(D)的下層】沉積層含量超過 2%以上，可能為侵蝕作用造成。而第一管(A)、(B)、(C)磁鐵沙含量大部分在 1%以下，且磁鐵礦砂含量有隨粒徑增加而增量的趨勢，呈現週期性變化，推測為風沉積生成。

因為臺灣西北部海岸線之磁鐵礦砂，主要來源為北部火成岩區，故東北季風強烈時期，除沉積顆粒可能較粗外，磁鐵礦砂含量也應較多。假設若沉積物顆粒粗細及磁鐵礦砂含量週期性變化，為季節風向、風力造成，則由此可推測，週期變化沉積厚度約從 12 公分【(C)循環】到 18【(B)循環】公分不等，為一年大約沉積量。

(2)第三管

第四管之磁鐵礦砂含量均不及 0.7%，沉積物粗顆粒比例有隨磁鐵礦砂含量增加而增加的趨勢，且呈現週期性變化，可能為季節性風向造成沉積鐵礦砂量及粒度的變化。

週期變化沉積厚度由 12 公分【(F)循環】至 21 公分【(G)循環】，且可發現磁鐵礦砂含量變化恰好與週期性粒度變化區有相關性，如沉積(H)到(G)層週期，磁鐵礦砂量有明顯減少的趨勢。

2. 沉積層對比：

比對第一管和第三管各層沉積物，發現第一管(B)中 1-8 與第三管(F)中 3-7 磁鐵礦砂含量均有突然增高的現象，故推測應是同時時間沉積。而第一管(C)與第三管(G)層相似，顆粒粗細及磁鐵礦砂含量變化相近，推測應是同時時間沉積。

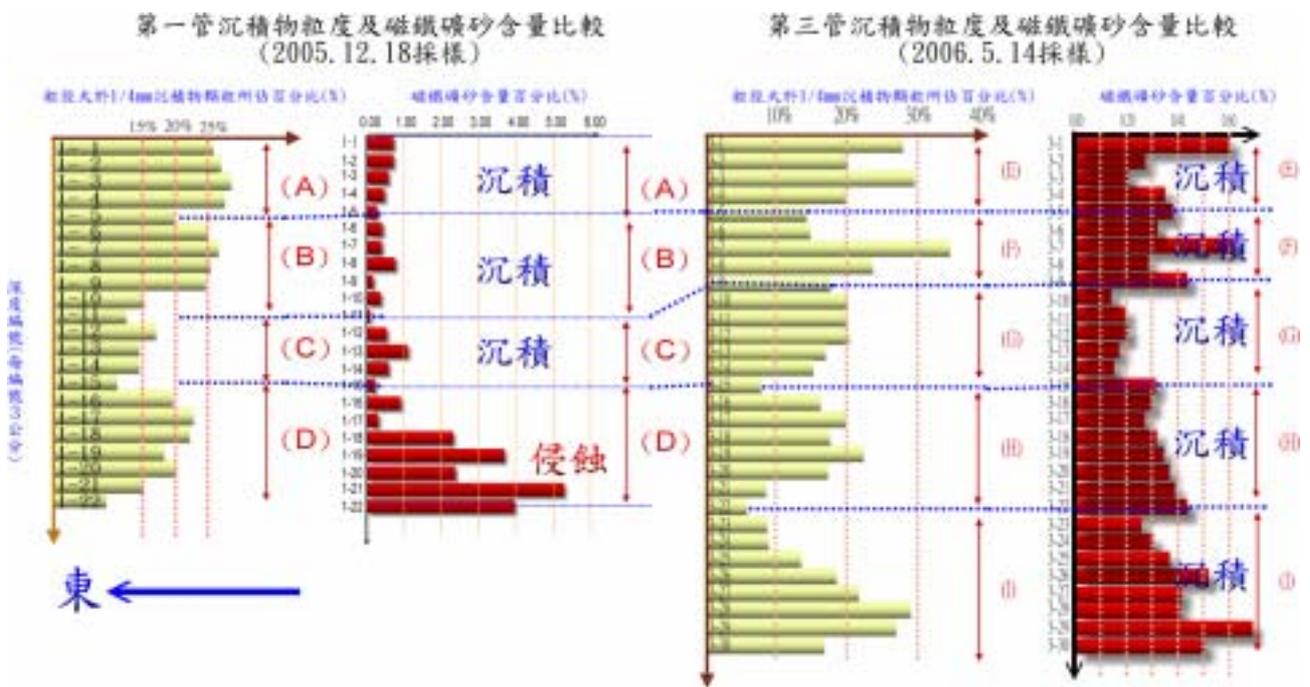


圖 6-4 沙丘面海一側【第一管、第三管】沉積層對比示意圖

## 柒、結論

- 一、草漯沙丘之沉積物顆粒分布，粒徑大於 1/4mm 之比例，最多可達 63.4%，最少僅佔 4.8%，主要營力為風。依據沙丘表層顆粒分布，沙丘面海一側中段，所受風力應最強。
- 二、草漯沿海海灘沉積物顆粒分布，距海岸線 75-105 公尺的沙灘表層顆粒最粗，粒徑大於 1/4mm 之比例，可達 62.0%。可能為波浪到達岸邊，地形影響而破浪造成，故沉積物顆粒明顯較粗。
- 三、沙丘區磁鐵礦砂含量大部分不及 1%含量，但也可發現高達 5.31%的情況，可能為風的侵蝕作用，造成密度大的磁礦砂富集。而海灘表層之磁鐵礦砂含量則不及 0.2%，明顯較沙丘區少。
- 四、草漯沙丘沉積物粒度及磁鐵礦砂含量，隨深度具週期性變化，可能為季節性風力、風速改變所造成。沙丘靠近頂部位置侵蝕作用明顯，磁鐵礦砂含量變化大。沙丘側邊則沉積粒度、磁鐵礦砂含量週期變化明顯，週期變化厚度約 12-21 公分不等。

## 捌、參考資料及其他

### 一、圖書資料：

陳培源 (民 70 初版 民 83 再版)。野外及礦業地質學 (210-218 頁, 499 頁)。臺北市：正中書局

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。

譚立平、魏稽生 (民 86)。臺灣金屬經濟礦物 第一卷(173-175 頁)。臺北市：中央地質調查所。

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

王雲五等編輯(民 62)。中山科學大辭典 風的地質作用(272-274 頁)。臺北市：臺灣商務印書館。

約翰 法恩登(民 84)。新世紀地球學習百科 沙丘(119 頁)。臺北市：貓頭鷹出版社。

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

### 二、網路資料：

桃園縣立建國國中地理科教學網頁<http://nercl.ckjhs.tyc.edu.tw/1071b.htm>

國立臺北科技大學 材料及資源工程系所 資源處理實驗室網頁 資源處理  
<http://www.ntut.edu.tw/~twcheng/>

中央氣象局全球資訊網 <http://www.cwb.gov.tw/>

## 評 語

040507 風吹沙-草潔沙丘粒度及鐵礦砂含量分析

本作品有豐富的野外採樣以及樣品的分析資料；並能充分引用相關文獻；不過實驗數據應用於地質現象的解釋尚有修正及加強的空間。