

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

080504

細看草潔沙丘

學校名稱：桃園市立龍安國民小學

作者： 小五 廖沛蒨 小五 黃鵬洋 小五 吳建郵 小五 張恩慈 小五 曾泓霖	指導老師： 李國書
---------------------------------------------------------------------------	------------------

關鍵詞：風成沙紋、沙丘、沙粒粒徑

摘要

草漯沙丘是桃園市海邊景點的一大特色。本研究經由野外考察與實驗室實驗，觀察沙紋形狀與沙粒運動過程，鑑別草漯沙子的礦物成分；並利用過篩的方法，分析沙丘表層沙粒粒徑分布情況，藉此了解沙粒粒徑、沙紋波長與沙丘坡度的相互關係。

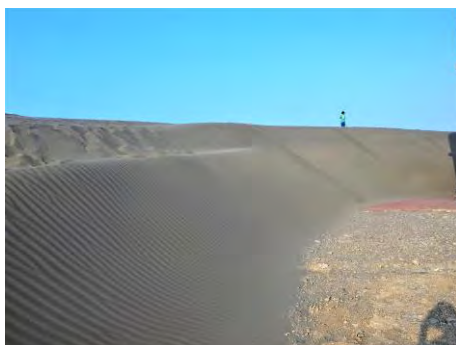
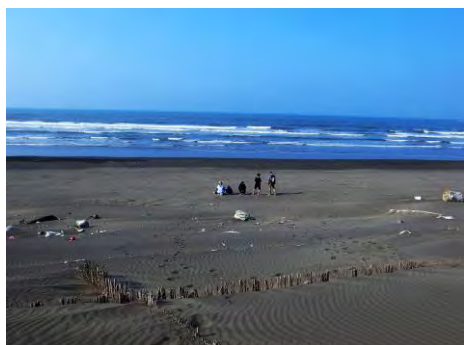
發現草漯沙丘沙粒富含石英、鐵礦、黑雲母與貝殼砂等礦物，沙粒粒徑以(0.12 ~ 0.16 mm) 為主，(0.16 ~ 0.25 mm) 次之。沙粒以跳躍、滾動推移與懸浮方式運動，沙紋的走向與風向垂直，風速過大或沙粒粒徑太小時，無法形成沙紋。沙紋的形狀則受風向、沙粒組成、坡度變化等地形地貌影響。當坡度平緩時，沙紋的波長與沙粒粒徑呈現正相關；當坡度過陡大於 10 度時，沙紋的波長與沙粒粒徑轉為呈現負相關。

壹、研究動機

在上完自然與生活科技第三單元地表的變化後，我們進行草漯沙丘戶外教學，我們發現沙丘表面布滿線條美麗的沙紋，沙紋排列的情形，有的平行，有的彎曲；有的波長逐漸變長，有的波長逐漸變短，心裡產生了疑問，這些沙紋是怎麼堆積而成的？沙紋是不是有規則的變化？這些疑惑，驅使好奇心作祟，開始蒐集資料後，發現草漯沙丘沙紋的相關研究稀少，引發我們進行研究的興趣。

草 漯 沙 丘 之 美





貳、研究目的

- 一、分析風成沙紋的形狀特徵。
- 二、分析沙丘地表沙的礦物組成內容。
- 三、觀察沙子搬動與堆積的特徵。
- 四、探究風成沙紋波長、沙粒粒徑與沙丘坡度的相互關係。

參、研究設備及器材

自製取砂器、風速計、Excel軟體、數位相機、坡度APP、放大鏡、塑膠袋、尺、圓規、標準篩網、電子秤、磁鐵、稀鹽酸等


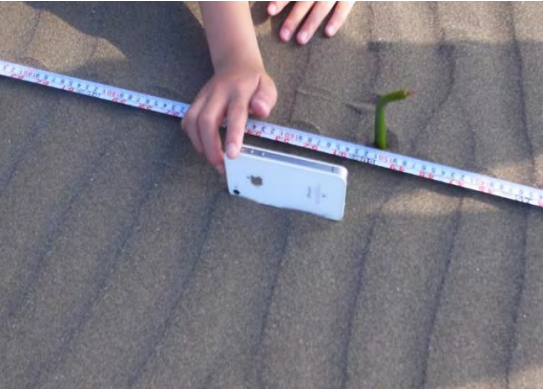


肆、研究過程

一、實地觀察與量測

(一)實地觀察草漯沙丘風吹沙時，沙子的運動的情形、風成沙紋的形狀與結構、沙紋與周遭環境的特徵。


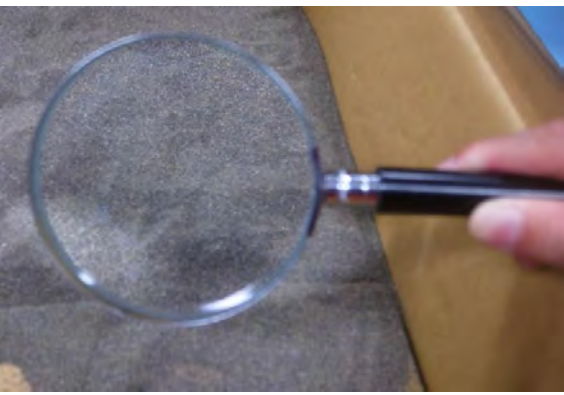
(二)測量風向、風速、沙紋波長及沙丘表層沉積物採樣



順著風向，用自製取砂器，每間隔50公分標示量測點(圖1)，以自製取砂器刮取面積15公分*15公分*1公分的沙丘表層沉積物(圖2)，並編號裝袋，同時測量量測點周邊3個沙紋平均波長、風向、風速與坡度大小(圖3)。將編號裝袋的沙子，帶回實驗室風乾後，分別秤取10g後，以5種尺寸的標準篩網過篩(圖4)，測定沙粒粒徑組成，探究風成沙紋波長、沙粒粒徑與沙丘坡度的相互關係。

	
<p>每間隔50公分標示量測點(圖1)</p>	<p>以坡度APP量測坡度大小(圖3)</p>
	
<p>刮取沙丘表層沉積物(圖2)</p>	<p>過篩量測沙粒粒徑(圖4)</p>

二、實驗室觀察與實驗

- (一)將野外採集的沙子和紙板放在紙板上，用吹風機以不同風速吹沙子，模擬風吹沙情形，觀察沙子運動的特徵(如圖 5)。
- (二)使用放大鏡觀察草蓆沙丘的沙子和紙板的顏色(如圖 6)、運用磁鐵(如圖 7)與稀鹽酸來鑑別沙子的礦物成分(如圖 8)。

	
<p>觀察沙子運動的特徵(圖 5)</p>	<p>觀察沙子顆粒的顏色(圖 6)</p>

	
<p>部分砂粒吸附在磁鐵上(圖 7)</p>	<p>稀鹽酸加入沙中有起泡反應(圖 8)</p>

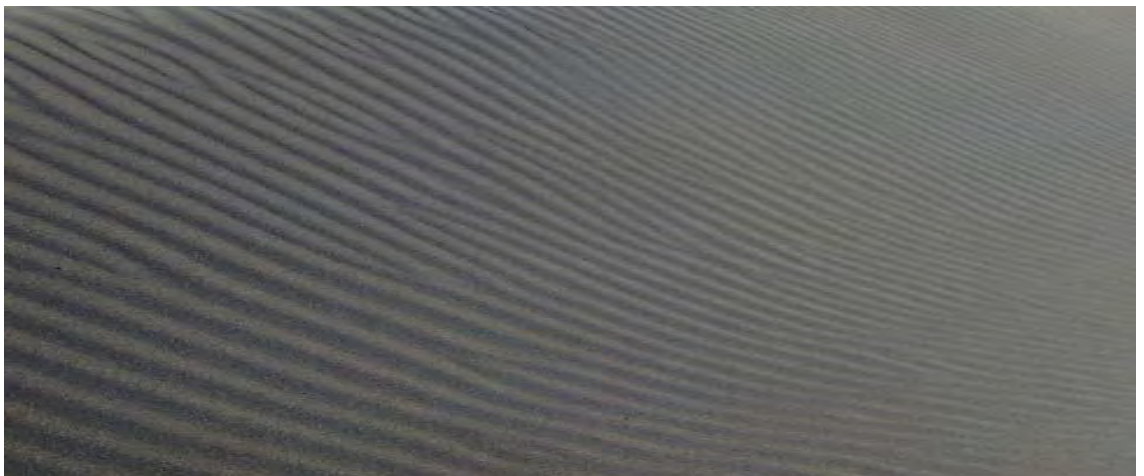
伍、研究結果

一、分析風成沙紋的形狀特徵。

風成沙紋多分布在迎風面，且沙紋的走向與風向垂直，其俯視形狀可分類成規則形沙紋與不規則形沙紋；新月形沙丘背風坡上方沒有沙紋產生。

(一) 沙紋的俯視形狀多為規則形沙紋，由單一風向構成，所有沙紋傾角指向相同的方向，部分沙紋互相交叉，可再細分為順直形與彎曲形沙紋。

1. 順直形沙紋：同一平面沙紋順直排列幾乎相互平行(圖 9)



順直形沙紋(圖 9)

2. 彎曲形沙紋：不同平面交界處，沙紋有彎曲現象，當稜線陡峭與兩側坡度差過大時，沙紋嚴重變形為舌頭狀(圖 10)。



沙紋變形為舌頭狀(圖 10)

(二)沙紋形狀不規則，多出現在圍籬旁，由多風向構成，沙紋傾角指向不完全相同。由於籬笆破洞，產生不同方向的缺口，形成不同風向的小區域，加上凹凸不平形成多平面，附近的沙紋形狀呈不規則現象(圖 11)。



左側不規則沙紋(圖 11)

(三) 風速過大與太過細小的沙粒組成無法形成沙紋。

1. 籬笆缺口風速過大處並無沙紋產生，隨著風速逐漸減弱沙紋越來越明顯(圖 11)。

2. 觀察剛形成的新月形沙丘發現，當風向與形成沙丘的主要風向相反時，原背風坡仍然沒有沙紋產生(圖 12)，而背風坡沙粒最細小(表一)，推論太過細小的沙粒組成無法形成沙紋。



新月形沙丘背風坡沒有沙紋產生(圖 12)

二、分析沙丘地表沙的礦物組成內容。

(一)取樣坡腳、中段與沙丘頂沙子，草澗沙丘地表沙(0~1cm)的平均容重為 $1.54\text{g}/\text{cm}^3$ 。

(二)沙粒富含石英、鐵礦、黑雲母與貝殼砂等礦物

1.以顯微鏡觀察草澗沙丘的沙子富含透明的石英及少量黑雲母【圖 6】。

2.部分沙粒能被磁鐵吸引，可見沙粒含有鐵礦【如圖 7】。

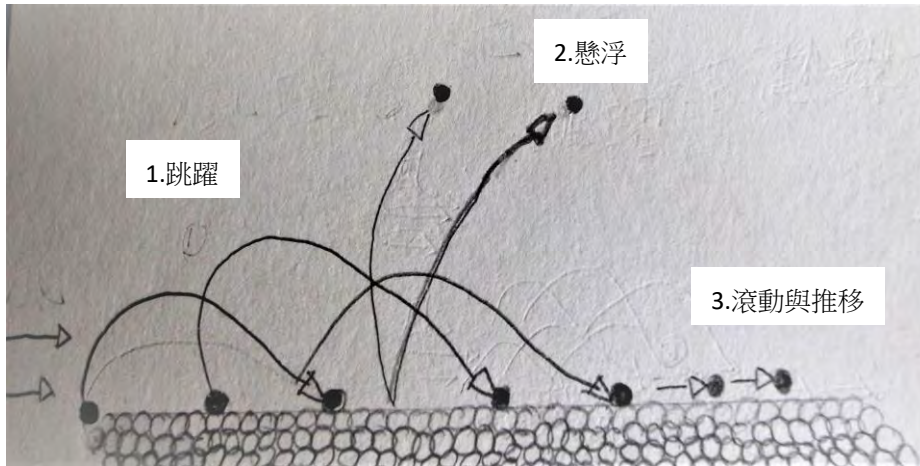
3.將稀鹽酸倒入沙中，有起泡反映，可見白色沙粒為貝殼砂【圖 8】。

(三)根據從坡腳到沙丘頂沙粒粒徑組成量表 (表一)發現，沙粒粒徑以(0.12 ~ 0.16 mm)為主，(0.16 ~ 0.25 mm)次之。

三、沙子搬運與堆積的特徵。

(一) 沙粒搬運有跳躍、滾動推移與懸浮運動

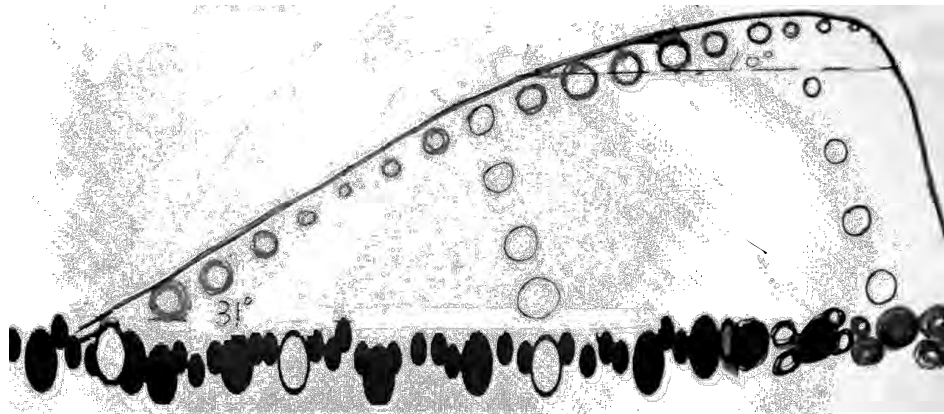
經野外觀察發現沙粒以跳躍、滾動推移與懸浮做運動。以吹風機模擬風吹沙，風速較小時，沙粒多作推移與滾動前進；風速加大後，沙粒開始跳躍前進，部分沙粒懸浮在空中，隨風飄動，部分較粗沙粒仍在床面作推移與滾動前進【如圖 13】。



沙粒跳躍、滾動推移與懸浮運動【圖 13】

(二)從坡腳到沙丘頂，砂粒堆積呈現規則的變化

將從坡腳到沙丘頂沙粒粒徑組成量表(表一)中的沙粒粒徑組成，畫成沙丘中沙粒的分布示意圖(圖 14)，發現沿著陡峭沙丘底部往上，沙粒粒徑由大逐漸變小，當坡度開始變平緩時，沙子不再容易向下滾動，此時大粒徑沙子又開始堆積下來；當坡度小於 10 度時，沙粒粒徑重新排列堆積，再由大逐漸變小。



沙丘中沙粒的分布(圖 14)

四、沙紋波長與沙粒粒徑具有相關性

在觀察過程中我們發現順著風向，多數沙紋的波長逐漸變短；但靠近沙灘坡度陡峭處波長有逐漸變長現象，如從坡腳到沙丘頂沙粒粒徑組成量表所示（表一）。

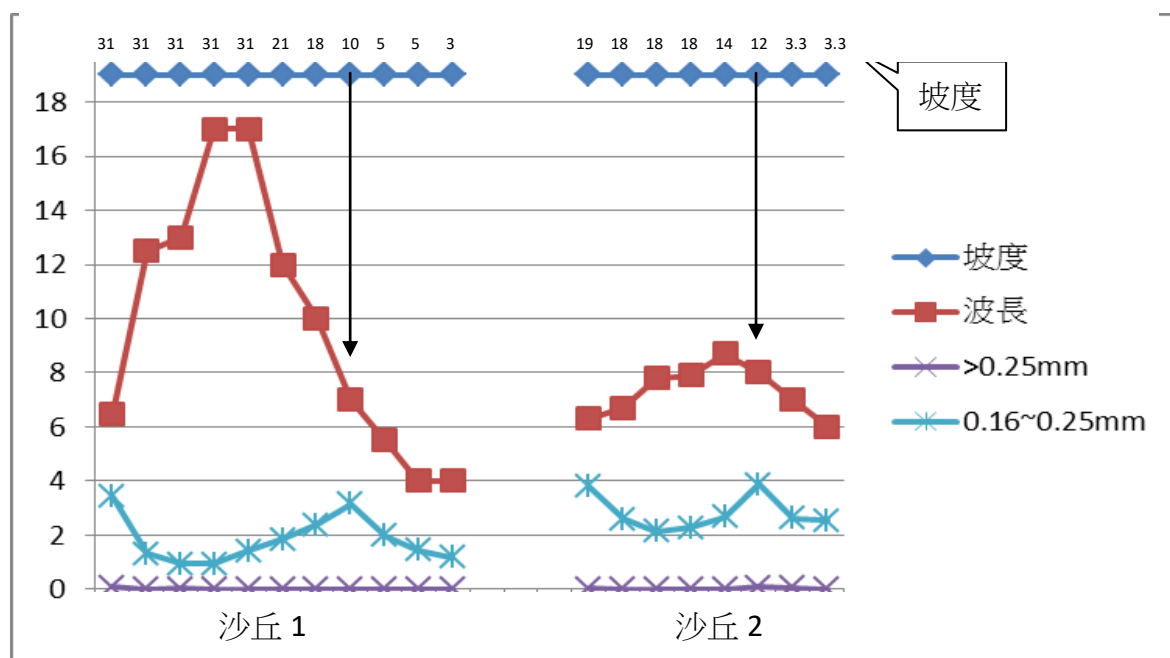
從坡腳到沙丘頂沙粒粒徑組成量表(表一)

編號	波長 (cm)	坡度 (度)	>0.25mm (g)	0.16~0.25mm (g)	0.12~0.16mm (g)	0.102~0.12mm (g)	0.075~0.102mm (g)	<0.075mm (g)
1-0	6.5	31	0.08	3.42	6.23	0.27	0	
1-1	12.5	31	0	1.3	7.85	0.84	0	
1-2	13	31	0.03	0.95	7.89	1	0.08	
1-3	17	31	0	0.95	8.29	0.7	0	
1-4	17	31	0	1.42	7.77	0.79	0.03	
1-5	12	21	0	1.84	7.45	0.63	0.03	
1-6	10	18	0	2.38	7.16	0.39	0.04	
1-7	7	10	0	3.16	6.59	0.29	0	
1-8	5.5	5	0	1.98	7.66	0.37	0	
1-9	4	5	0	1.44	7.96	0.57	0	
1-10	4	3	0	1.18	8.11	0.64	0.03	
背風坡	0	35	0	0.42	7.4	2.02	0.07	0.05
	0	35	0	0.33	7.42	2.11	0.07	0.04
	0	35	0	0.59	8.7	0.66	0.03	0
編號	波長 (cm)	坡度 (度)	>0.25mm (g)	0.16~0.25mm (g)	0.12~0.16mm (g)	0.102~0.12mm (g)	0.075~0.102mm (g)	<0.075mm (g)
2-0	6.3	19	0.03	3.8	5.99	0.16	0	
2-1	6.7	18	0	2.58	6.99	0.36	0	
2-2	7.8	18	0	2.15	7.32	0.49	0	
2-3	7.9	18	0	2.26	7.11	0.54	0	
2-4	8.7	14	0	2.66	6.58	0.62	0	
2-5	8	12	0.08	3.88	5.8	0.19	0	
2-6	7	3.3	0.05	2.63	6.91	0.41	0	
2-7	6	3.3	0	2.55	6.9	0.5	0	
背風坡	0	27	0	0.4	8.32	1.28	0	
	0	7	0	0.32	8.6	1.01	0	

註：風向東北風，1 分鐘平均風速皆為 5.1 公尺/秒

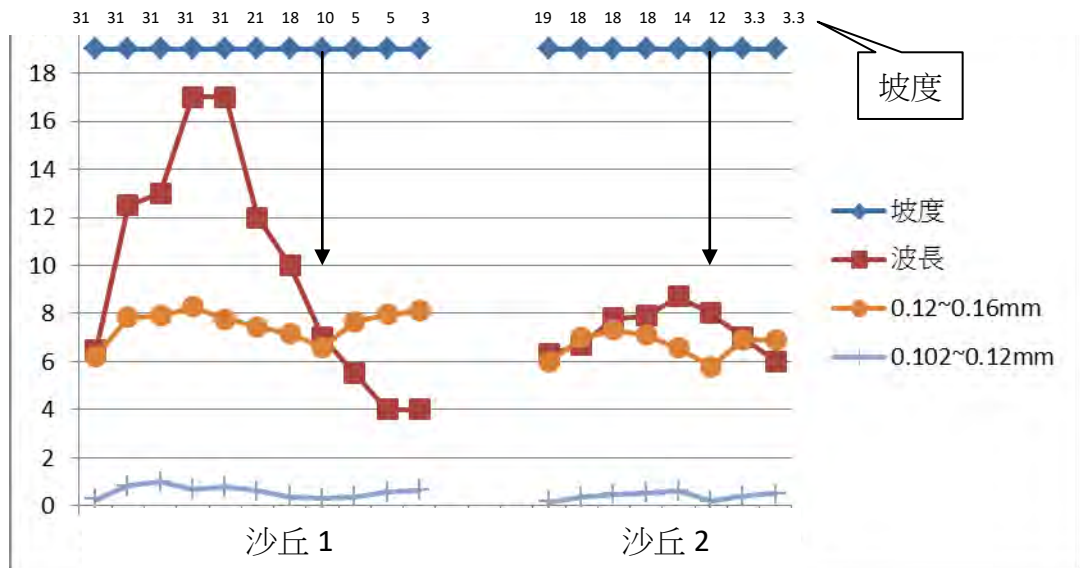
我們選定 2 處陡峭處，波長逐漸變長的新月形沙丘【圖 16】，從坡腳往坡頂每 50cm 進行量測，並將迎風坡量測數據(表一)轉換成折線圖，結果顯示在較平緩處，沙紋波長與沙粒粒徑組成呈現正相關；在坡度過陡處，則呈現負相關。

(一)根據沙紋波長與大粒徑沙粒關係折線圖(折線圖 1)，沙丘 1 坡度大於 10 度時，沙丘 2 坡度大於 12 度時，沙紋波長與 0.16~0.25mm 沙粒粒徑組成呈現負相關。當沙丘 1 坡度小於 10 度時，沙丘 2 坡度小於 12 度時，則呈現顯著正相關。>0.25mm 沙粒粒徑組成含量不高，且多數樣本該含量為 0，因此，不列入統計分析。



沙紋波長與大粒徑沙粒關係折線圖(折線圖 1)

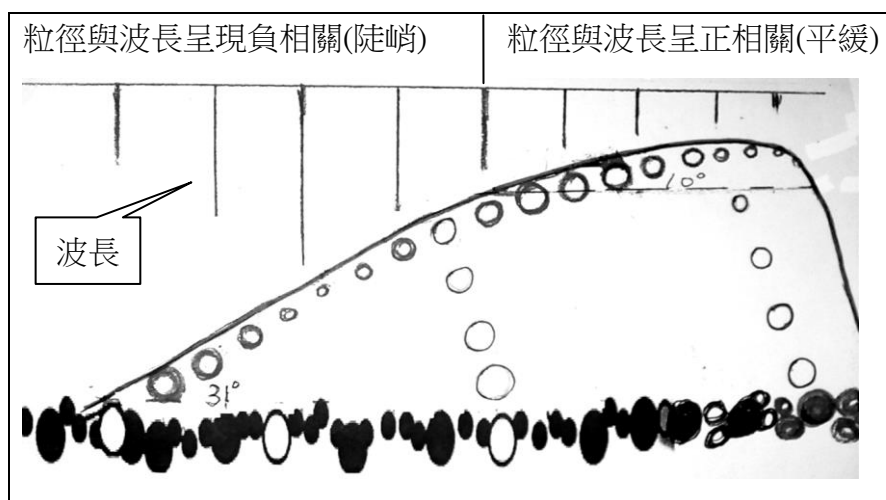
(二)根據沙紋波長與小粒徑沙粒關係折線圖(折線圖 2)，沙丘 1 坡度大於 10 度，沙丘 2 坡度大於 12 度時，沙紋波長與 0.12~0.16mm 及 0.102~0.12mm 沙粒粒徑組成，呈現正相關。當沙丘 1 坡度小於 10 度，沙丘 2 坡度小於 12 度時，沙紋波長與 0.12~0.16mm 及 0.102~0.12mm 沙粒粒徑組成，呈現顯著負相關。0.075~0.102mm 沙粒粒徑組成含量不高，且多數樣本該含量為 0，因此，不列入統計分析。



沙紋波長與小粒徑沙粒關係折線圖(折線圖 2)

(三)根據沙紋波長與沙粒粒徑關係折線圖(折線圖 1)與(折線圖 2)轉換成沙丘中沙粒的分布、波長與坡度的關係示意圖(圖 15)可以清楚看出下列關係：

1. 在陡峭的沙丘中，底部坡度陡峭，沙子容易向下滑動；越往沙丘頂端坡度逐漸變小，沙丘逐漸平坦，沙子往往順著風向前移動，沙子越不容易向下滑動。
2. 沿著陡峭沙丘底部往上，沙粒粒徑由大逐漸變小，當坡度開始變平緩時，沙子不再容易向下滾動，此時大粒徑沙子又開始堆積下來；當坡度小於 10 度時，沙粒粒徑重新排列堆積，由大逐漸變小。
3. 當坡度大於 10 度時，沙粒粒徑與波長呈現負相關；當坡度小於 10 度時，沙粒粒徑與波長呈現正相關。



沙丘 1 中沙粒的分布、波長與坡度的關係示意圖(圖 15)

陸、討論

一、太過細小的沙粒組成無法形成沙紋。

根據(表一)沙粒粒徑組成量表，背風坡顆粒組成最細小，大於 0.16mm 的顆粒組成，都不到 0.6g，甚至於有極細小的 $<0.075\text{mm}$ 顆粒組成。當風向轉為正面吹向沙丘背風坡時，沙丘背風坡並無沙紋產生，但周圍產生反方向的沙紋(圖 12)，可見，太過細小的粒組成無法形成沙紋。

二、沙紋的波長與沙粒粒徑組成多呈現正相關，也就是沙粒粒徑越大，坡長越長。但在坡度過陡處，則呈現負相關。

從沙丘沙紋波長與沙粒粒徑關係示意圖(圖 15)，我們發現當坡度大於 10 度時(圖 16)，改變了沙紋的波長與沙粒粒徑組成的關係，轉為呈現負相關。可能是因為沙粒在迎風坡堆積會有穩定平衡的最大角度，大於此平衡角度，砂粒容易崩塌下滑，沙粒向下運動的力量增強，沙紋的波長與沙粒粒徑組成的關係，由正相關轉為呈現負相關。



沙丘 2(圖 16)

三、 研究限制

本研究樣本為小型新月形沙丘，量測距離短最長為4.5公尺，前後採樣點風速相同，由於儀器缺乏，並未探討風速的影響及波高的量測，未來可針對風速對沙紋的波長、波高與沙粒粒徑組成的關係影響進行研究。

柒、結論

草漯沙丘地表沙(0~1cm)的平均容重為 $1.54\text{g}/\text{cm}^3$ ，沙粒粒徑以(0.12 ~ 0.16 mm)為主，(0.16 ~ 0.25 mm)次之，沙粒富含石英、鐵礦、黑雲母與貝殼砂等礦物。沙粒以跳躍、滾動推移與懸浮運動方式形成自然風成沙紋，沙紋多分布在迎風面，且沙紋的走向與風向垂直。

沙紋的形狀則受風向、沙粒組成、坡度變化等地形地貌影響，可分類成規則形沙紋與不規則形沙紋。但風速過大或沙粒粒徑太小時，則無法形成沙紋。沙紋的波長與大於 0.16mm 沙粒粒徑組成，即顆粒較粗組成呈現正相關；與小於 0.16mm 的顆粒組成，即顆粒較細呈現負相關。但在坡度過陡處，根據本研究坡度大於 10 度時，沙紋的波長與沙粒粒徑轉為呈現負相關。

在進行實地量測中，除了飄來附近垃圾山的惡臭味道外，我們發現有一排碉堡傾倒在沙灘上(圖 17)，漲潮時，海水漲至碉堡處，可見草漯沙丘不斷受到環境汙染與海水侵蝕，沙丘面積逐漸縮減，我們的海岸線不斷的往後退，國土正在流失中，讓人痛心，我們應該加以防治，讓草漯沙丘更美麗。



草漯沙丘海岸線往後退 (圖 17)

捌、參考資料

- 一、史家瑩主編(民105)，地表的變化，國小自然與生活科技第七冊(52~67頁)，翰林出版事業股份有限公司。
- 二、蕭開泰(民87)。台灣西北部海水浴場灘沙粒度與灘面形態之變化。國立臺灣師範大學／地理研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 三、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。
- 四、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。
- 五、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
- 六、中央氣象局全球資訊網 <http://www.cwb.gov.tw/>

【評語】 080504

1. 本研究主題清楚、聚焦；
2. 本研究採用野外實地觀察與量測，以及在實驗室觀察與實驗兩種方法，方法可行，且有系統的觀察與量測，對科學研究具有很好的啟發與實用價值；
3. 研究者對野外實際量測說明無法清楚表達，對問題的認知有待加強

作品海報

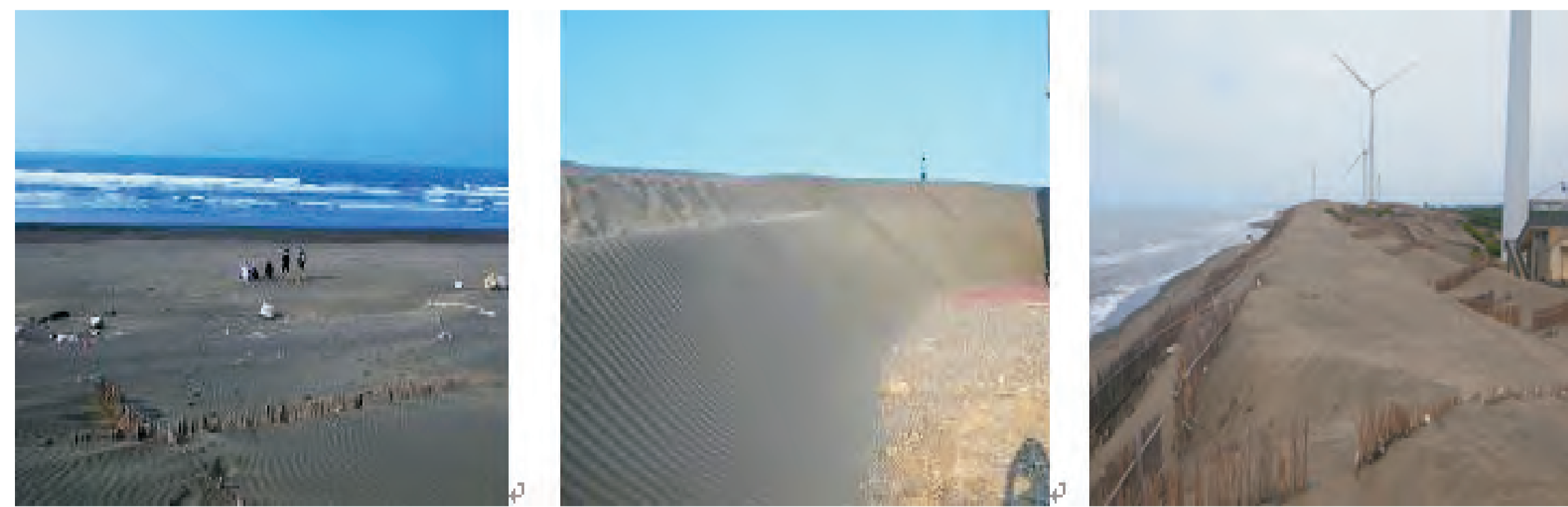
摘要

• 草漯沙丘是桃園市海邊景點一大特色。本研究經由野外考察與實驗室實驗，觀察沙紋形狀與沙粒運動過程，鑑別草漯沙丘沙子的礦物成分；並利用過篩的方法，分析沙丘表層沙粒粒徑分布情況，藉此了解沙粒粒徑、沙紋波長與沙丘坡度的相互關係。

• 發現草漯沙丘沙粒富含石英、鐵礦、黑雲母與貝殼砂等礦物，沙粒粒徑以(0.12~0.16 mm)為主，(0.16~0.25 mm)次之。沙粒以跳躍、滾動推移與懸浮方式運動，沙紋的走向與風向垂直，風速過大或沙粒粒徑太小時，無法形成沙紋。沙紋的形狀則受風向、沙粒組成、坡度變化等地形地貌影響。當坡度平緩時，沙紋的波長與沙粒粒徑呈現正相關；當坡度過陡大於10度時，沙紋的波長與沙粒粒徑轉為呈現負相關。

壹、研究動機

上完自然與生活科技第三單元地表的變化後，我們進行草漯沙丘戶外教學，發現沙丘表面布滿線條美麗的沙紋，沙紋排列的情形，有的平行，有的彎曲；有的波長逐漸變長，有的波長逐漸變短，心裡產生了疑問，這些沙紋是怎麼堆積而成的？沙紋是不是有規則的變化？這些疑惑，驅使好奇心作祟，開始蒐集資料後，發現草漯沙丘沙紋的相關研究稀少，引發我們深入研究的興趣。



貳、研究目的

- 一、分析風成沙紋的形狀特徵。
- 二、分析地表沙的礦物組成內容。
- 三、觀察沙子搬運與堆積的特徵。
- 四、探究風成沙紋波長、沙粒粒徑與沙丘坡度的相互關係。

參、研究設備及器材

自製取砂器、風速計、Excel軟體、數位相機、坡度APP、放大鏡、塑膠袋、尺、圓規、標準篩網、電子秤、磁鐵、稀鹽酸等。

肆、研究過程

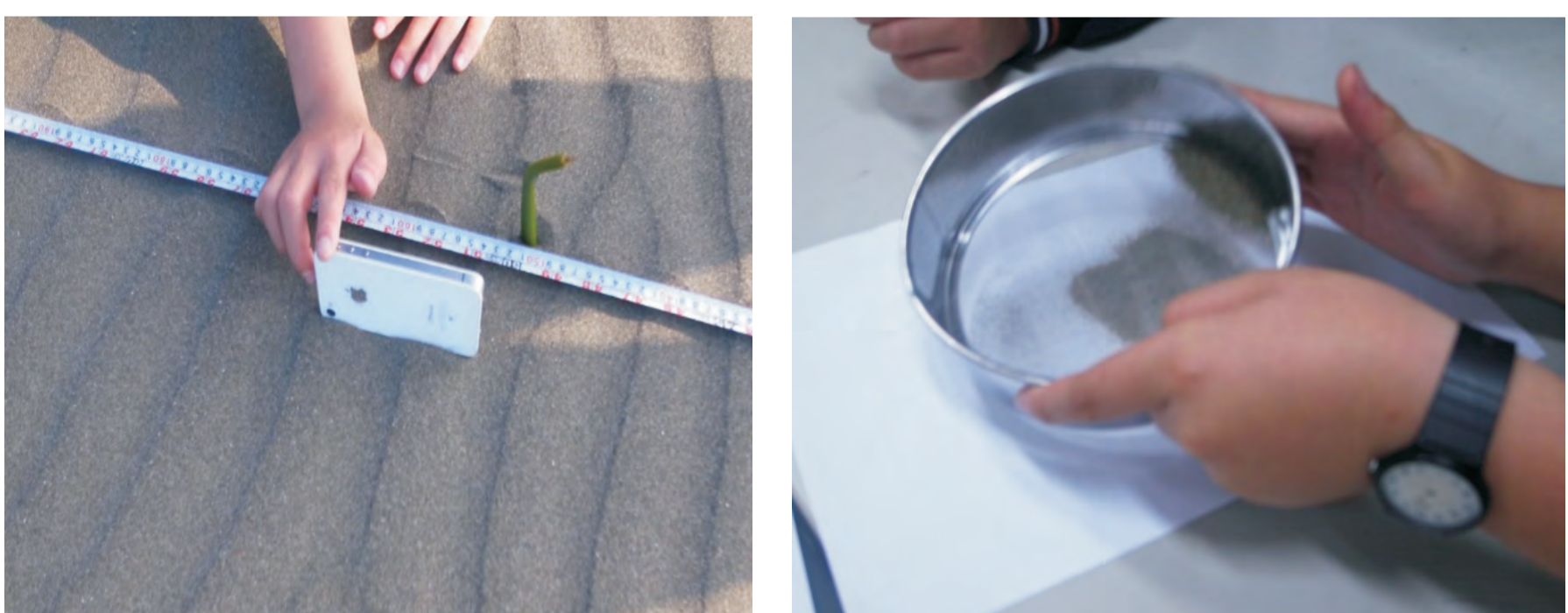
一、實地觀察與量測：

- (一) 實地觀察草漯沙丘風吹沙時，沙子的運動的情形、風成沙紋的形狀與結構、沙紋與周遭環境的特徵。
- (二) 測量風向、風速、沙紋波長及沙丘表層沉積物採樣

順著風向，從坡腳往坡頂每間隔50公分標示量測點(圖1)，以自製取砂器刮取面積15公分*15公分*1公分的表層沉積物(圖2)裝袋並編號，同時測量量測點周邊3個沙紋平均波長、風向、風速與坡度大小(圖3)。將沙子帶回實驗室風乾後，分別秤取10g後過篩(圖4)，測定沙粒粒徑組成。



標示量測點(圖1) 刮取表層沙(圖2)



APP量測坡度(圖3) 過篩量測粒徑(圖4)

二、實驗室觀察與實驗

- (一)用吹風機以不同風速吹沙子，模擬風吹沙情形，觀察沙子運動的特徵(圖5)。



觀察沙子運動特徵(圖5) 觀察沙子特徵(圖6)

- (二)使用放大鏡觀察草漯沙丘沙子顆粒的特徵(如圖6)。

(三)運用磁鐵(如圖7)與稀鹽酸鑑別沙子的礦物成分(如圖8)。



砂粒吸附在磁鐵上(圖7)



加入鹽酸有起泡反應(圖8)

伍、研究結果

一、分析風成沙紋的形狀特徵。

沙紋多分布在迎風面，沙紋的走向與風向垂直，可分類成規則形與不規則形沙紋；新月形沙丘背風坡多沒有沙紋產生

(一)規則形沙紋，由單一風向構成，所有沙紋傾角指向相同的方向，可再細分為順直形與彎曲形沙紋。

1. 順直形沙紋：同一平面沙紋順直排列(圖9)



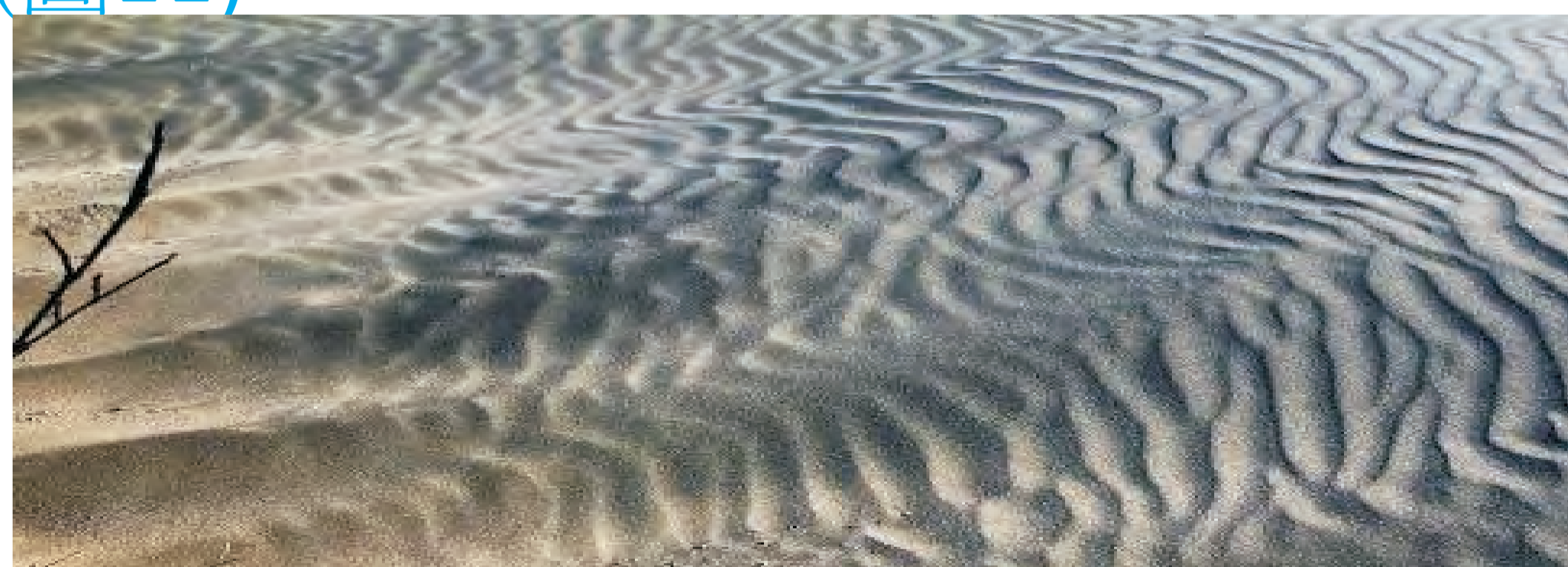
順直形沙紋(圖9)

2. 彎曲形沙紋：不同平面交界處，沙紋有彎曲現象(圖10)。



彎曲形沙紋(圖10)

(二)沙紋形狀不規則，出現在多風向及凹凸不平的多平面，傾角指向不完全相同(圖11)。



左側不規則沙紋(圖11)

(三)風速過大或太過細小的沙粒組成無法形成沙紋。

1. 籬笆缺口風速過大處並無沙紋產生(圖11)。
2. 當風正面吹向背風坡時，背風坡仍然沒有沙紋產生(圖12)。



背風坡沒有沙紋產生(圖12)

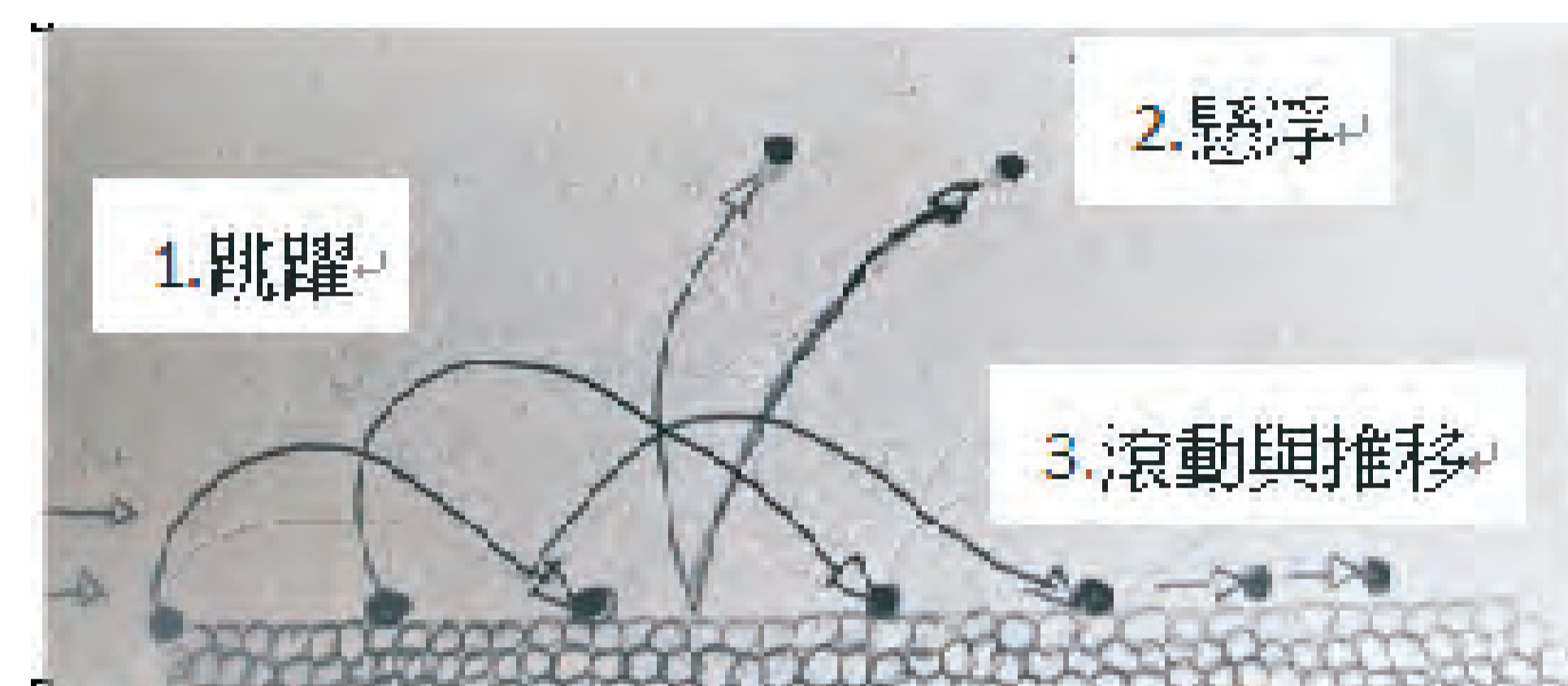
二、分析沙丘地表沙的礦物組成內容

- (一)草潔沙丘地表沙平均容重為 $1.54\text{g}/\text{cm}^3$ 。
- (二)沙粒含石英、鐵礦、黑雲母與貝殼砂等
 1. 以放大鏡觀察到透明的石英及黑雲母
 2. 沙粒能被磁鐵吸引，可見含有鐵礦【圖7】
 3. 將稀鹽酸倒入沙中，有起泡反映，可見白色沙粒為貝殼沙【圖8】。
- (三)沙粒粒徑組成以(0.12~0.16 mm)為主，(0.16~0.25 mm)次之【表一】。

三、沙子搬運與堆積的特徵。

(一)沙粒搬動有跳躍、滾動推移與懸浮運動

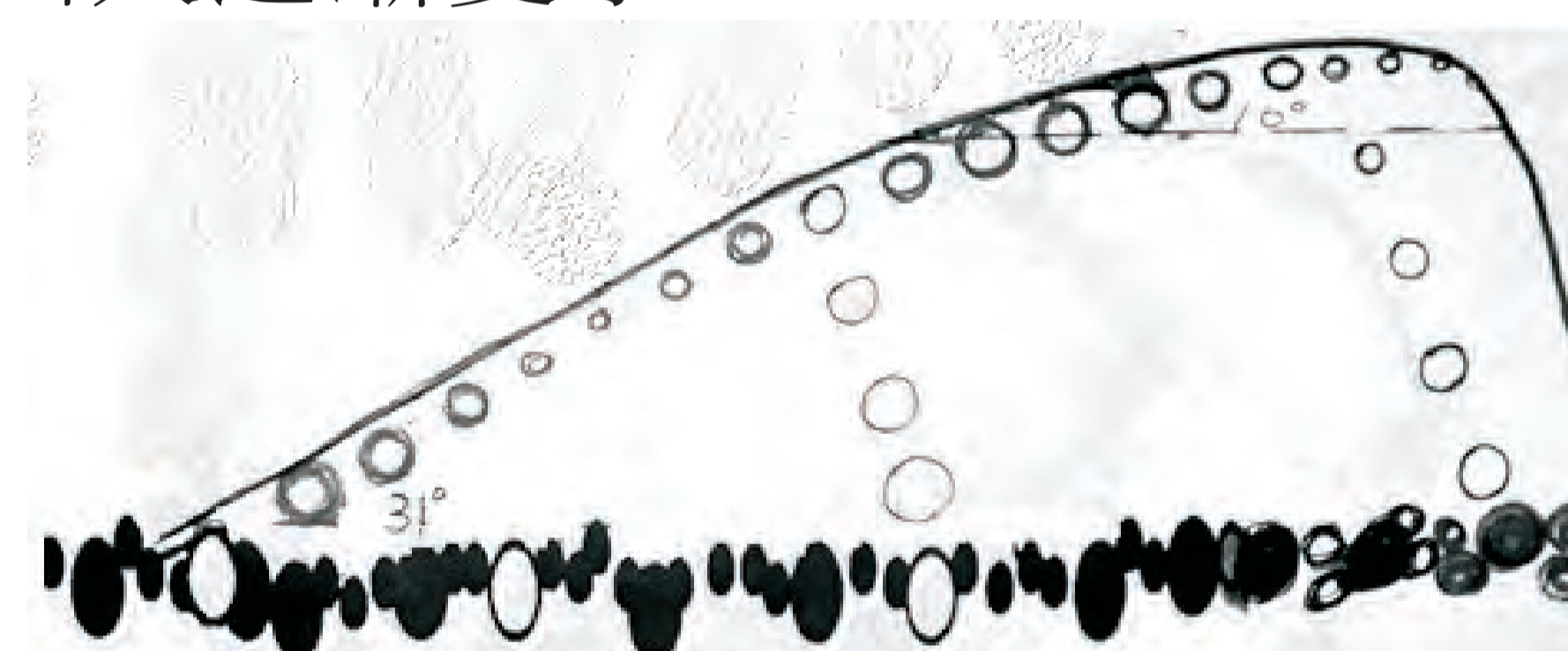
風速較小時，沙粒推移與滾動前進；風速加大後，沙粒開始跳躍，部分懸浮在空中，粗沙粒則推移與滾動前進【圖13】



沙粒運動方式【圖13】

(二)從坡腳到丘頂，砂粒堆積呈現規則的變化

沙丘中沙粒的分布示意圖(圖14)，可發現沿著陡峭沙丘底部往上，沙粒粒徑由大逐漸變小，當坡度開始變平緩時，沙子不再容易向下滾動，此時大粒徑沙子又開始堆積下來；當坡度小於10度時，沙粒粒徑再由大逐漸變小。



沙丘中沙粒的分布示意圖【圖14】

四、沙紋波長與沙粒粒徑具有相關性

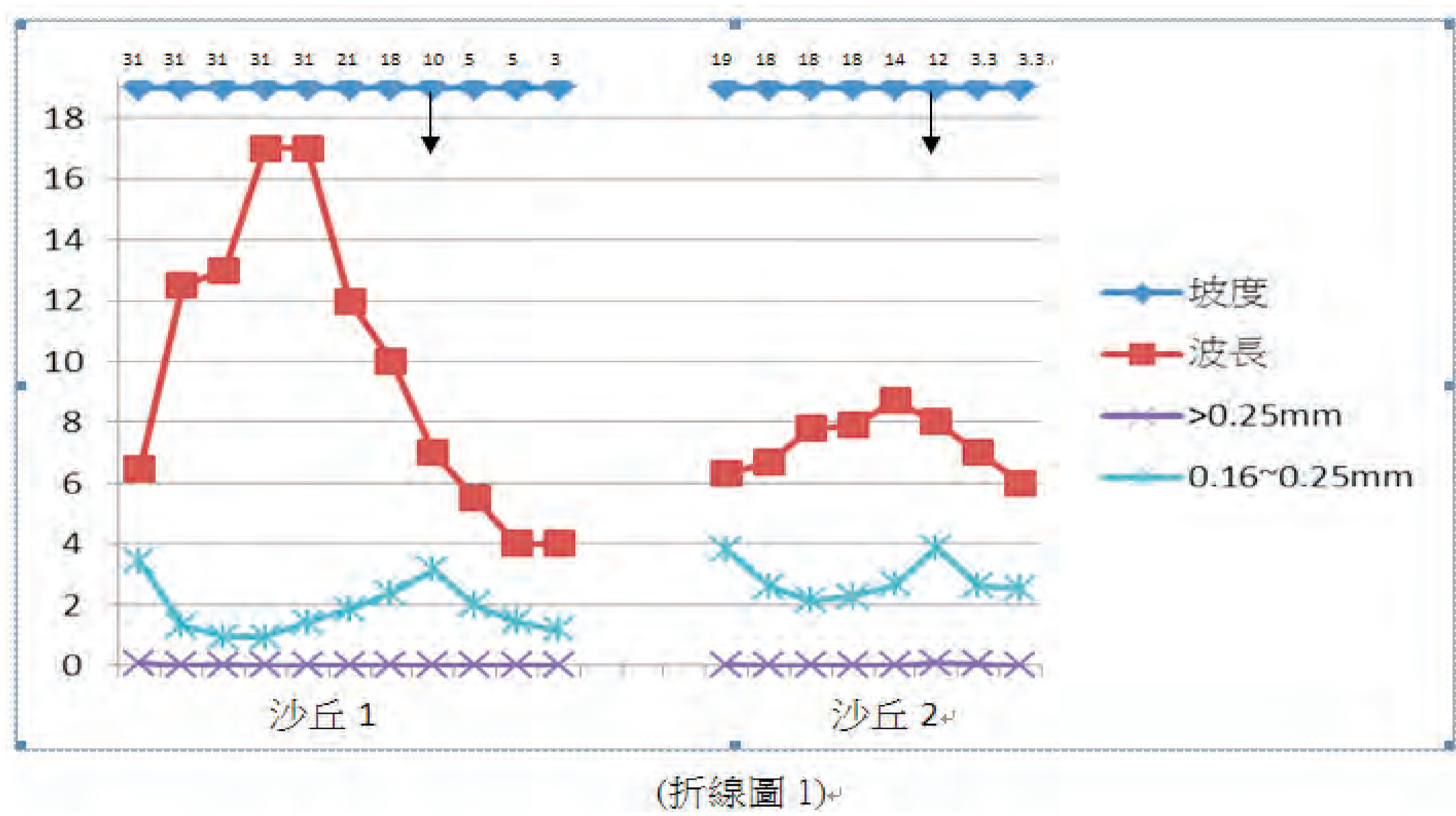
將量測數據(表一)轉換成折線圖1與折線圖2
從坡腳到沙丘頂沙粒粒徑組成量表(表一)

編號	波長 (cm)	坡度 (度)	>0.25mm (g)	0.16-0.25mm (g)	0.12-0.16mm (g)	0.102-0.12mm (g)	0.075-0.102mm (g)	<0.075mm (g)
1-0	6.5	31	0.08	3.42	6.23	0.27	0	
1-1	12.5	31	0	1.3	7.85	0.84	0	
1-2	13	31	0.03	0.95	7.89	1	0.08	
1-3	17	31	0	0.95	8.29	0.7	0	
1-4	17	31	0	1.42	7.77	0.79	0.03	
1-5	12	21	0	1.84	7.45	0.63	0.03	
1-6	10	18	0	2.38	7.16	0.39	0.04	
1-7	7	10	0	3.16	6.59	0.29	0	
1-8	5.5	5	0	1.98	7.66	0.37	0	
1-9	4	5	0	1.44	7.96	0.57	0	
1-10	4	3	0	1.18	8.11	0.64	0.03	
背風坡	0	35	0	0.42	7.4	2.02	0.07	0.05
	0	35	0	0.33	7.42	2.11	0.07	0.04
	0	35	0	0.59	8.7	0.66	0.03	0
編號	波長 (cm)	坡度 (度)	>0.25mm (g)	0.16-0.25mm (g)	0.12-0.16mm (g)	0.102-0.12mm (g)	0.075-0.102mm (g)	<0.075mm (g)
2-0	6.3	19	0.03	3.8	5.99	0.16	0	
2-1	6.7	18	0	2.58	6.99	0.36	0	
2-2	7.8	18	0	2.15	7.32	0.49	0	
2-3	7.9	18	0	2.26	7.11	0.54	0	
2-4	8.7	14	0	2.66	6.58	0.62	0	
2-5	8	12	0.08	3.88	5.8	0.19	0	
2-6	7	3.3	0.05	2.63	6.91	0.41	0	
2-7	6	3.3	0	2.55	6.9	0.5	0	
背風坡	0	27	0	0.4	8.32	1.28	0	
	0	7	0	0.32	8.6	1.01	0	

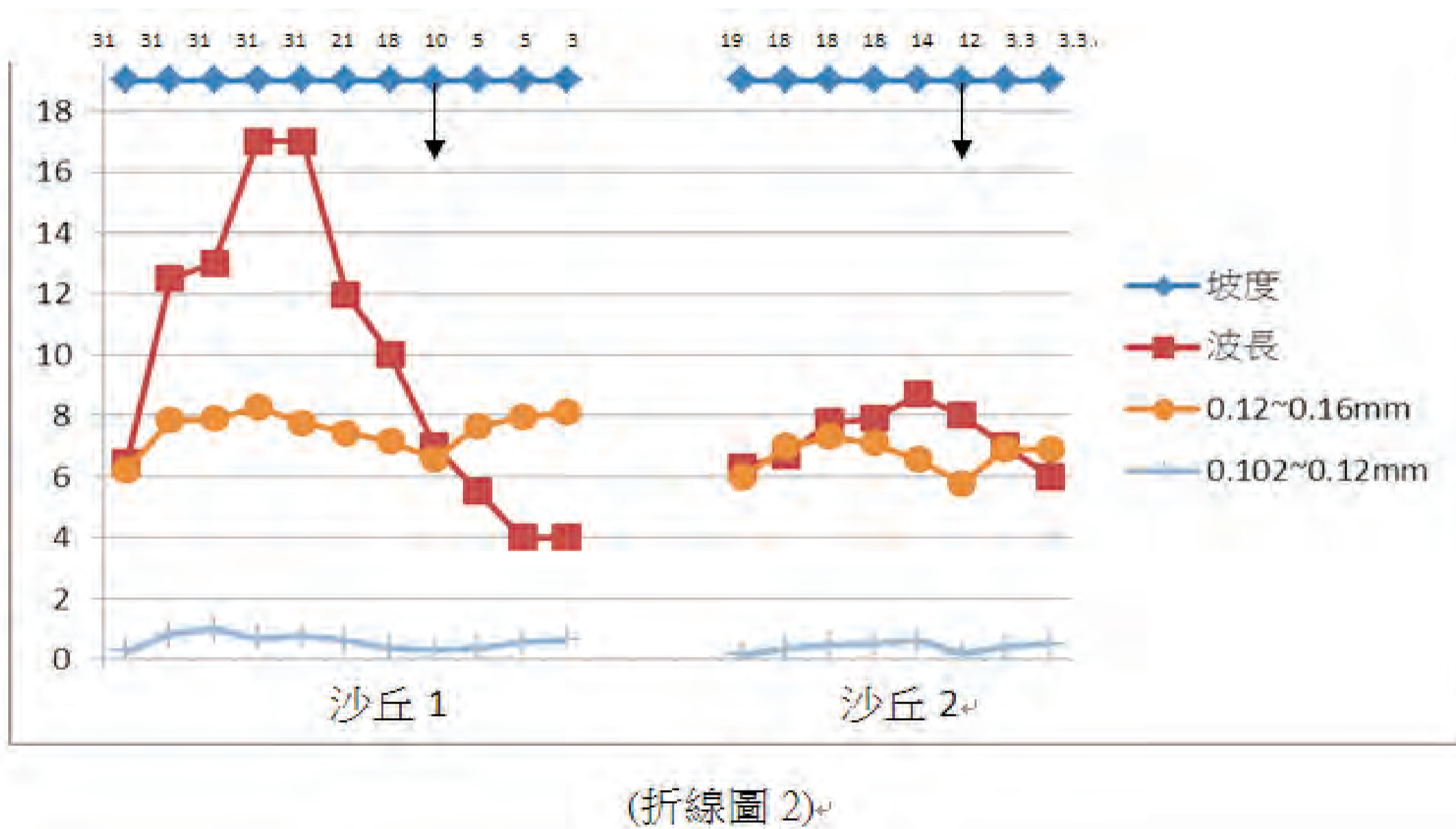
陸、討論

結果顯示在較平緩處，沙紋波長與沙粒粒徑組成呈現正相關；在坡度過陡處，則呈現負相關。

(一)根據折線圖1，沙丘1坡度大於10度時，沙丘2坡度大於12度時，沙紋波長與0.16~0.25mm較大沙粒粒徑組成呈現負相關。當沙丘1坡度小於10度時，沙丘2坡度小於12度時，則呈現顯著正相關。

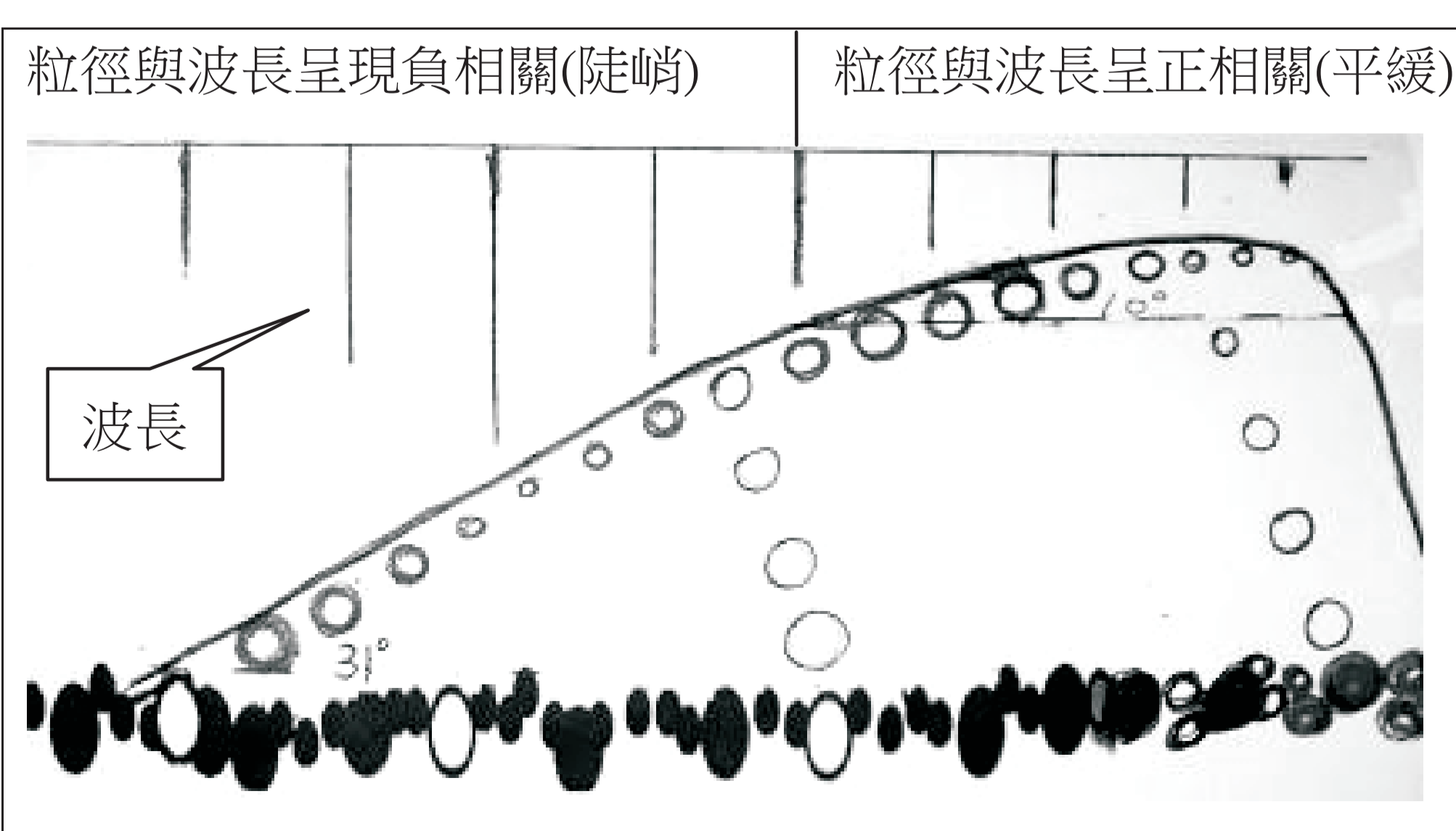


(二)根據折線圖2，沙丘1坡度大於10度，沙丘2坡度大於12度，沙紋波長與0.12~0.16mm及0.102~0.12mm較小沙粒組成，呈現正相關。當沙丘1坡度小於10度，沙丘2坡度小於12度時，則呈現顯著負相關。



(三)將折線圖1與折線圖2轉換成沙丘中沙粒的分布、波長與坡度的關係示意圖(圖15)可以清楚看出：

- 1.底部較峭，往沙丘頂端逐漸平緩。
- 2.沿著沙丘底部往上，沙粒粒徑由大逐漸變小，當坡度開始變平緩時，沙粒重新堆積，再由大逐漸變小
- 3.當坡度大於10度時，沙粒粒徑與波長呈現負相關；當坡度小於10度時，沙粒粒徑與波長呈現正相關。



沙丘中沙粒的分布、波長與坡度的關係示意圖(圖15)

一、風速與沙粒粒徑會影響沙紋的產生。

沙丘背風坡沙粒細小與籬笆缺口處風速過大並無沙紋產生，可見風速與沙粒粒徑會影響沙紋的產生。

二、沙紋的波長與沙粒粒徑組成多呈現正相關，也就是沙粒粒徑越大，坡長越長。但在坡度過陡處，則呈現負相關。

可能是因為沙粒的堆積會有穩定平衡的最大角度，大於此平衡角度，砂粒容易崩塌下滑，沙粒向下運動的力量增強，影響沙紋的波長與沙粒粒徑組成的關係，而呈現負相關。

三、研究限制

本研究並未探討風速大小的影響及波高的量測，未來可針對風速大小對沙紋的波長、波高與沙粒粒徑組成的關係進行研究。

柒、結論

草漯沙丘沙粒粒徑以(0.12~0.16 mm)為主，(0.16~0.25 mm)次之，富含石英、鐵礦、黑雲母與貝殼砂等礦物。沙粒以跳躍、滾動推移與懸浮方式運動，沙紋的形狀則受風向、沙粒組成、坡度變化等地形地貌影響，可分類成規則形沙紋與不規則形沙紋。但風速過大或沙粒粒徑太小時，則無法形成沙紋。

較平緩處沙紋的波長與沙粒粒徑呈現正相關；但在坡度過陡處，根據本研究坡度大於10度時，沙紋的波長與沙粒粒徑轉為呈現負相關。

在實地量測中，我們發現我們的海岸線不斷的往後退，海水已經侵蝕到軍隊的碉堡處(圖17)，讓人痛心，我們應該加以防治，防止國土流失。



草漯沙丘海岸線往後退(圖17)

捌、參考資料

- 一、史家瑩主編(民105)，地表的變化，國小自然與生活科技第七冊(52~67頁)，翰林出版事業股份有限公司。
- 二、蕭開泰(民87)。台灣西北部海水浴場灘沙粒度與灘面形態之變化。國立臺灣師範大學地理研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 三、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。
- 四、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。
- 五、何春孫(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。
- 六、中央氣象局全球資訊網 <http://www.cwb.gov.tw/>