

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 地球科學科

030502

金門縣立金城國民中學

指導老師姓名

杜世源

作者姓名

許亦斐

許亦凌

盧思雯

鬼斧神工的風蝕地形

壹、摘要：

經由此次觀測東北海岸的風蝕遺跡，並從模擬類似風蝕岩的實驗活動中，體會到地表岩石風化成土壤要經歷很長的時間，同時也讓我們粗略了解岩石剖面所紀錄的地質事件，可利用自然所學的方法仔細去觀察與實驗，比較容易從地殼表面所透露的訊息，嘗試探究在漫長的地質年代中，地殼曾經歷過變動的史跡。也感受到海浪、潮汐、風力作用在運動的時候，似鬼斧神工般所產生的撞擊、挖蝕、磨擦的震撼力是不可忽視的。

貳、研究動機：

假日我們全家最喜歡到海灘玩水，無意間發現附近岩石上的千瘡百孔，想到曾在書上看過的有關『女王頭』的形成，似乎都和風蝕有關，俗話說凡走過必留下痕跡，地表的變化應該也是如此，而海邊比較容易觀察，於是興起探討海灘岩層中的奧祕念頭，並對我們的地球能作進一步的了解。

參、研究目的：

- 一、實地勘察東北海岸沙灘岩蝕地形走向的遺跡並探究其成因。
- 二、觀測東北海岸沙灘不同風速的攜沙量及沙丘成因的探討。
- 三、實驗室中模擬風蝕岩、風吹沙的實驗、並以簡易鑑別礦物法分析其成分。

肆、研究器材：

- 一、塑膠袋、鐵槌、銅篩、放大鏡、強力磁鐵棒、傾斜儀
- 二、金門地圖、硫酸、鹽酸、三樑式天平、試管、量筒、燒杯、滴管
- 三、數位相機、卷尺、華爾姿牌吹風機、木板、壓克力板

伍、研究過程：

- 一、利用例假日，到東北角海濱進行風蝕岩及沙丘種類的觀測。
- 二、採集觀測區內的風化岩石、沙子，回實驗室分別將採集樣本秤一定重量後，放在銅篩內篩選粒徑的大小，並用解剖顯微鏡觀測其形狀、顏色。
- 三、分別將採集回來的沙子秤一定重量，裝入塑膠袋後，放學看風速（查詢金門海象即時風速資料）將沙帶到海濱，倒在木板上，觀察風力搬運情形並用數位相機拍攝，約10分鐘後將剩下的沙子裝入塑膠袋回實驗室秤重，紀錄各風速平均每分鐘攜帶

沙子的量。

四、將取回沙子放在壓克力板上，實驗桌邊用木板隔絕，避免沙散落地面，並在桌上放置不同型的岩石，用吹風機模擬風吹沙情形，。

五、先秤一定重量的各種沙子，再用吹風機吹 30 秒後秤剩下沙子的重量，分別紀錄其 3 段、2 段、1 段風速平均攜帶沙子的量及移動距離所成的風貌地形。

六、用 3 段風速模擬風吹沙遇到各式岩石後的風向變化，紀錄所形成的風蝕沙丘地形。

七、利用溼海沙模擬各種沙灘岩石地形，用不同段風速及不同風向吹襲，紀錄所形成的風蝕地形及不同沙粒被搬運情形與遇到障礙物後風向變化。(用數位相機紀錄時間)

八、秤各種風化岩脈樣土及沙，放入同濃度的硫酸與鹽酸來鑑別所含礦物可能的成分，

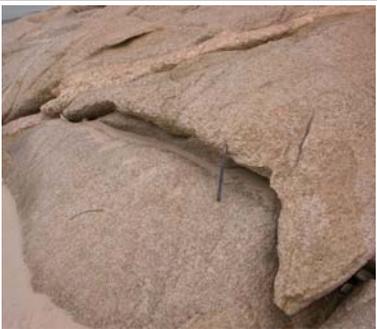
陸、研究結果：

一、實地勘察東北海岸沙灘岩蝕地形走向的遺跡並探究其成因，觀測結果如下

(一) 地點：峰上；時間：九十三年四月十日

		
01 沙丘上的巨大花岡片麻岩風蝕成奇形怪狀的凹穴	02 垃圾場旁已遭受怪手破壞的風蝕岩景觀	03 峰上風蝕岩的沙灘上常見黑色磁鐵沙散布

(二) 地點：塔山；時間：九十三年四月十七日

		
04 沙灘上風蝕岩的奇景	05 岩石裂隙風沙剝蝕的上方裸露凸出的偉晶岩脈。	06 花岡岩石裂隙風沙磨蝕奇景



07 沙灘上風磨蝕岩的奇景



08 風蝕成奇形怪狀的凹穴



09 岩脈差異侵蝕成蜂窩狀

(三)地點：赤山沙灘；時間：九十三年四月二十四日



10 高潮線上巨石斑剝凹穴



11 岩面剝蝕氧化紅褐色斑



12 風沙磨蝕岩面的斑剝痕

(四)地點：田埔；時間：九十三年五月一日上午



13 沙灘上花岡岩石面呈紅、黃色斑剝蝕凹穴



14 高潮線上的岩層由石英岩脈侵入使黑基性岩脈呈左移斷層



15 花岡片麻岩層上由偉晶岩脈侵入使石英岩脈呈左移斷層



16 岩面局部呈褶曲斑蝕痕



17 岩層面呈蜂巢狀剝蝕



18 凸出偉晶岩脈與片麻岩間的差異侵蝕

		
19 風蝕蜂窩岩與石英岩脈	20 田埔海濱沙丘景觀	21 石英岩脈交叉呈三角形

(五)地點：赤山垃圾場後面；時間：九十三年五月一日下午

		
22 岩面侵蝕成紅黃色與凸 出偉晶岩脈寬約 13cm	23 風沙磨蝕花岡片麻岩表 面成凹洞斑紋的奇景	24 黑基性岩表面風沙磨蝕 剝成片狀奇景
		
25 高潮線上的巨石形狀似 青蛙的斑剝凹蝕穴	26 高潮線上的巨石斑剝凹 蝕穴與凸出偉晶岩脈	27 基性岩脈與花岡岩間的 差異侵蝕

二、觀測東北海岸沙灘不同風速的攜沙量及沙丘成因的探討：

(一)、海濱不同風速攜沙量的結果分析:如<表一>

1. 在風速(9~12.2m/s) 時，沙丘上細沙平均每分鐘攜帶沙量約 16.5~16.8g，沙灘上中沙粒平均每分鐘攜帶沙量約 5.9g。
2. 在風速(4~5.6m/s) 時，沙丘上細沙平均每分鐘攜帶沙量約 3.2g，沙灘中沙粒平均每分鐘攜帶沙量約 1.9g。
3. 在風速(2.2~2.6m/s) 時，沙丘上細沙平均每分鐘攜帶沙量約 0.5g，沙灘上中沙粒平均每分鐘攜帶沙量約 0g。可見風速小時平均每分鐘攜帶沙量很少量。

<表一>：實地測量海濱不同風速攜帶的沙量(單位:克重/分)

日期	風速(m/s)	風向	陣風(m/s)	沙類別	攜帶量/分	備註
4/24	9	55	11.4	沙丘上的沙	16.5	赤山 16:22
4/24	9	55	11.4	沙丘上的沙	16.6	赤山 16:22
4/25	4.2	30	5.6	沙丘上的沙	3.2	赤山 10:00
4/25	4.2	30	5.6	沙灘上的沙	1.9	赤山 10:00
4/28	9.7	62	12.2	沙丘上的沙	16.8	赤山 16:00
4/28	9.7	62	12.2	沙灘上的沙	5.9	赤山 16:00
5/1	2.2	210	2.6	沙丘上的沙	0.5	田埔 10:00
5/1	2.2	210	2.6	沙灘上的沙	0	田埔 10:00
5/4	10.7	75	13.2	沙丘上的沙	16.85	夏墅 12:30~13:10
5/4	10.7	75	13.2	沙灘上的沙	6.54	夏墅 12:30~13:10
5/4	10.7	75	13.2	沙灘的粗沙	0.45	夏墅 12:30~13:10

		
28 觀測風吹沙的連續過程	29 過程中沙丘呈新月形	30 十分鐘後沙丘的現況
		
31 田埔觀測風吹沙的過程	32 風吹向海面上的沙紋	33 東北向風吹沙磨蝕景觀
		
34 夏墅風吹沙量的觀測	35 赤山海濱沙灘上的沙紋	36 赤山東北風吹沙的觀測

(二)、利用銅篩篩選沙灘上、沙丘上的沙粒徑大小，結果分析如下<表二>

項目	田埔大地海濱的沙			赤山海濱的沙			粗沙
	沙丘上	沙丘旁	沙灘上	沙丘上	沙丘旁	沙灘上	潮間帶
>0.42m/m	9.5g	12.2g	216.8g	0g	7.8g	180.3g	222g
	4.27%	5.5%	97.6%	0%	3.5%	81.2%	100%
>0.297m/m	46.5g	93.1g	3.2g	4.0g	58.45g	13.4g	0g
	20.9%	41.9%	1.4%	1.8%	26.3%	6.0%	
>0.21m/m	109.7g	108.8g	1.4g	169.75g	126.75g	19.6g	0g
	49.4%	49%	0.63%	76.5%	57%	8.8%	
>0.125m/m	61.2g	9.2g	0.65g	48.35g	31.4g	9.4g	0g
	27.57%	4.14%	0.3%	21.78%	14.1%	4.2%	

三、實驗室中模擬風蝕岩、風吹沙的實驗、並以簡易鑑別礦物法分析其成分。

(一) 實驗室中吹風機 30 秒攜帶的沙量(單位:克重)如下<表三>

項目	田埔大地海濱的沙			赤山海濱的沙			粗沙	
	沙丘上	沙丘旁	沙灘上	沙丘上	沙丘旁	沙灘上	潮間帶	
沙重	222	222	222	222	222	222	222	
攜沙量	3 段	150.5	148.2	34.9	159	156.5	35.9	0.5
	2 段	82	79.5	7	84.4	81.3	9.2	0
	1 段	14.1	11.5	0	10.3	7.6	0	0
風位移	3 段	106.5	103	46	112	107.5	48	0
	2 段	85.6	76.3	20	96	93	15	0
	1 段	53.3	41.5	0	55	50	0	0



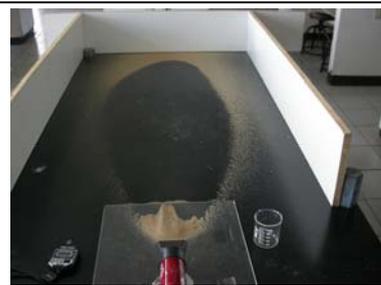
37 風速 3 段攜帶沙子的量



38 實驗室窗口西南風吹沙形成似女王頭的奇景



39 風吹沙移動距離的測量



40 風速 3 段攜帶細沙的量

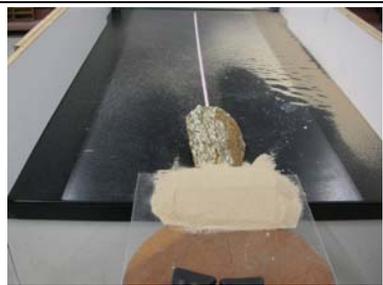


41 風速 3 段攜帶中沙的量



42 不同風速攜帶沙的形狀

(二) 用 3 段風速直吹乾沙，模擬風吹沙遇到各式岩石障礙物後的風向變化，紀錄所形成的風蝕沙丘差異地形。

		
43 風遇障礙物後風向變化	44 風吹沙層後成凹穴變化	45 風吹沙層後成風蝕地形
		
46 北風吹乾沙層的變化	47 北風吹沙後成凹窪地形	48 東北風吹沙成凹窪地形
		
49 風吹沙後風積沙丘變化	50 風吹沙層後成凹窪地貌	51 北風吹沙後成凹窪地形

(三) 模擬實驗一：

利用溼沙做成 18 公分*15 公分*2 公分，坡度 0 度的模擬細緻沙岩面形狀，熱風(似太陽熱)14:52 開始固定方向(似北風)吹襲，70 分鐘後沙表面才開始乾。持續觀察到 16:49 為止完成。

觀察順序由左至右，由上而下:總共經歷 117 分鐘

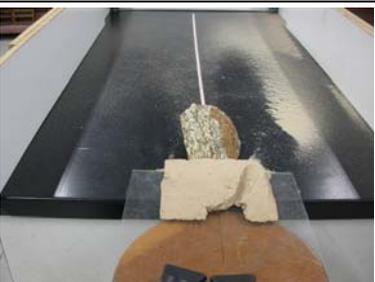
		
14:52 開始 3 段風速吹溼沙	16:02 沙面出現蝕口 (70 分鐘)	16:15 沙面出現蝕穴增多 (13 分鐘)

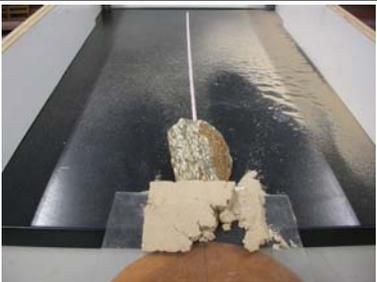
		
16:17 運動沙粒二分鐘在蝕穴內旋磨增大成現況	16:19 沙面蝕穴增大變化 (2 分鐘)	16:34 風吹沙表面實況 (15 分鐘)
		
16:43 沙面風蝕現象加速 (9 分鐘)	16:47 沙面風蝕凹穴現象與風成沙丘實況(4 分鐘)	16:49 實驗結束後風蝕地形及不同沙粒搬運分布情形

(四) 模擬實驗二：

利用溼沙做成 18 公分*15 公分*2 公分，坡度 20 度的模擬細緻沙岩面形狀，熱風(似太陽熱)19:30 開始吹襲，半小時後沙表面才開始乾。每隔 10 分鐘改變風向(似北風轉東北風)，持續觀察到 23:10 停止，隔天 06:27 再繼續至 06:41 為止完成。

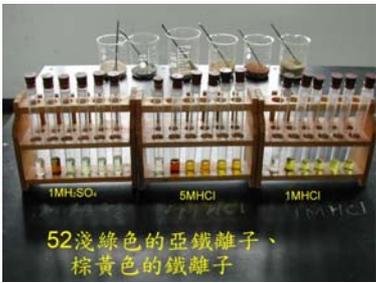
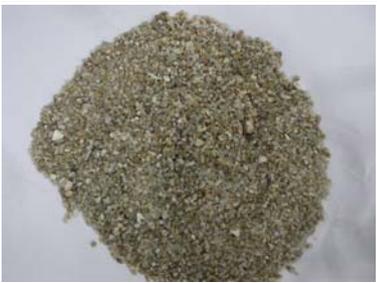
觀察順序由左至右，由上而下:總共經歷 98 分鐘(不計算隔日時間)

		
20:02 沙面實況 30 分鐘沙表面才開始乾	22:23 表面出現兩個風蝕凹穴 (21 分鐘)	22:31 沙在蝕穴內旋磨增大 (8 分鐘)
		
22:39 沙蝕穴內旋磨實況圖 (8 分鐘)	22:44 蝕穴偏向東北風行進 (5 分鐘)	22:51 形成風蝕凹穴的實況 (7 分鐘)

		
23:03 風蝕凹穴及沙丘實況 (12 分鐘)	23:10 風蝕凹穴及沙丘實況 (7 分鐘)	06:41 實驗結束後風蝕地形

(五) 利用理化簡易鑑別礦物法分析其成分，觀測結果如下<表四>

項 目	非磁礦物	磁性礦物	風化花岡片麻岩	基性綠色土	基性紅色土	基性黃色土
形狀	塊粒狀	多稜角	角塊狀或片狀	粒狀、粉屑狀	粒狀、粉屑狀	粒狀、屑狀
顏色	透明、貝殼	黑褐色	透明、淺黃、紅、黑褐色	黃、綠褐色	透明、紅色	黃、紅色
1MHCl	有氣泡	淺綠色	淺綠色	淺綠色	淺綠色	淺綠色
5MHCl	有氣泡	棕黃色	黃色	黃綠色	黃綠色	黃綠色
1MH ₂ SO ₄	有氣泡	棕黃色	淺黃色	淺綠色	淺綠色	淺綠色

	
52 淺綠色的亞鐵離子、棕黃色的鐵離子	53 透明石英為主、少量的雲母、貝殼及紅或黑色等氧化鐵的礦物

柒、討論：

一、實地勘察東北海岸沙灘岩蝕地貌的遺跡並瞭解其成因。

(一) 東北海岸常見風吹沙，揚起的沙粒對岩石表面或裂隙進行長期磨擦和旋磨所形成風蝕地貌遺跡，證明自然營力在運動的狀態所產生的撞擊、挖蝕作用力很強。

(二) 海岸的岩脈抗風化侵蝕的能力有明顯的不同，基性岩脈比圍岩凹下 5~90 cm，

偉晶岩脈比圍岩凸出 2~11 cm，探究其成因是兩者的岩性不同，偉晶岩脈中不易風化的石英交互鑲嵌，水分不易滲入內部風化，而含鐵質的基性岩脈，因鐵容易氧化，抗風化能力差，其大小順序應是偉晶岩脈>花岡岩>基性岩脈。

(三) 在花岡片麻岩石中的黑色基性岩脈與偉晶岩脈等侵入體，從地層排列的順序明顯看出偉晶岩脈沿節理先侵入花岡岩體，岩體因接觸高溫和壓力會發生變質作用變為花岡片麻岩，之後黑色基性岩脈貫穿侵入岩體的現象較多。

(四) 有趣的事，在田埔的各種岩脈可說錯綜複雜，從不同岩脈的左移斷層和褶曲現象，說明此處曾發生多次地殼變動所造成的結果。(照片 14~16)

二、觀測東北海岸地表各種風蝕走向及沙丘形成原因的探討。

(一) 沙丘的成因最主要是受到季風和波浪的搬運及堆積作用，在海濱的坡地上，形成海岸沙丘。每年九月至次年四月的東北風盛行期，疏鬆的沙粒便會被風吹起，若地表岩岸不平，氣流發生亂流作用，強風揚起地面沙粒，長期的吹蝕，會使岩面形成凹窪地貌。

(二) 沙丘的形狀、大小會隨季風風向的改變而變化，金門夏季盛行西南季風、冬季盛行東北季風，讓冬夏有明顯的不同。(照片 32、20)

三、實驗室中模擬風吹沙的實驗、並以簡易鑑別礦物法分析其成分。

(一) 模擬風吹沙實驗，證明風速強弱與沙顆粒大小有密切關係，顆粒愈小被帶走的量愈多，攜沙量和沉降距離隨著風力增加而增加。(照片 40~42)

(二) 模擬岩石表面進行風吹沙觀察，發現表面膠結的細沙在熱風吹拂下，逐漸產生類似風挾帶著的沙粒對岩石表面或裂隙進行長期磨擦和旋磨所形成風蝕地貌，過程中清晰可見運動的沙粒會在凹洞穴中或裂隙中互相碰撞、旋磨，岩面隨風向變化形成奇形怪狀的風蝕凹穴及不同顆粒的差異侵蝕地貌。(模擬實驗一、二的照片)。

(三) 模擬風吹沙實驗，說明風速遇阻礙，風向會隨阻礙物的形狀轉換，而沙粒摩擦岩石所成的風蝕，短時間雖不易觀察，但在實驗上也能模擬出類似風蝕岩凹痕，新月丘及沙紋等變化來說明其成因。(照片 43~51)。

(四) 利用銅篩選出沙粒的主要是石英，因不易風化又耐磨，經過不斷的搬運、滾動

和磨擦，部分會形成較圓的顆粒。沙粒中另有白色的貝殼沙（遇稀鹽酸會起二氧化碳氣泡）及其它礦物碎屑。(照片 53)

(五) 從礦物的顏色、光澤、磁性等物理性質及化學定性分析的結果，可知磁性礦物以磁鐵礦為主、非磁性礦物以白、透明石英為主、少量的雲母、貝殼及紅或黑色等氧化鐵的礦物。各色的土與硫酸、鹽酸作用會產生淺綠色的亞鐵離子、棕黃色的鐵離子。我們參考辭典應是花岡岩經過長期之化學風化，會使鈉、鉀、鐵、鋁等正離子淋濾出來，生成紅棕至黃色等無定形的氫氧化鐵、氫氧化鋁膠，各正離子滲入風化的岩石中形成不同色的土壤。(照片 52)

捌、 結論：

- 一、東北海岸沙丘受到季風變化與雨水作用，形成週期性變化而在岩體上留有許多長期受強勁季風剝蝕所形成奇形怪狀的風蝕岩穴遺跡，證明海浪、潮汐、風力作用在運動的時候，可產生鬼斧神工的風蝕地貌。
- 二、海岸露出許多岩脈有呈褶曲的地形及少見的左移斷層。測量其節理大部份都成東北--西南走向，和與早期劇烈的火山活動所造成的山地走向相似，代表發生多次地質事件的結果。
- 三、實驗讓我們了解土壤生成過程原來是地表受風化作用，使岩層逐漸經由風、水等力量的分解破壞演變來的。不同的岩石顯示礦物的成分也不同，而岩脈抗風化侵蝕能力，順序應是偉晶岩脈 > 花岡岩 > 基性岩脈。
- 四、經由此次模擬風蝕實驗活動，體會地表岩石風化成土壤要經歷相當長的時間，同時也讓我們粗略了解岩體剖面所紀錄的地質事件，可利用自然所學的方法仔細觀察與實驗，比較容易從地殼表面所透露的訊息，剖析探究在漫長的地質年代中，地殼曾經歷過變動的遺跡。也感受到自然營力在運動的時候，長期所產生的撞擊、挖蝕、吹襲摩擦作用的震撼力是不可忽視的。我們應珍惜目前所擁有的一切資源。

玖、 參考資料：

- 一、朱樹恭，中山科學大辭典第五冊，三版，台灣商務印書公司，366、368 頁，75 年
- 二、林朝榮，中山科學大辭典第六冊，四版，台灣商務印書公司，第 9 頁，75 年
- 三、國立編譯館、國中地球科學全一冊、正式本二版、國立編譯館、第 2、3 章，91.8

四、鄧美貴，國中自然與生活科技第一冊，康軒文教事業公司，16、17 頁，91.9

五、鄧美貴，國中自然與生活科技第四冊，康軒文教事業公司，86、87 頁，93.2

附圖(金門國家公園地圖)



評語

030502 國中組地球科學科

鬼斧神工的風蝕地形

本作品對金門海邊的地形受海風季節風及東北季風的侵蝕作用進行廣泛的觀察研究，並以吹風機進行模擬試驗乾沙及濕沙的侵蝕情形，符合材料的鄉土性與國中地科課程也能配合，只可惜表達能力有待加強，說明不夠生動。