中華民國第54屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　地球科學科

最佳團隊合作獎

030510

來去山頂「Sian」海風

學校名稱：臺中市立黎明國民中學

作者：	指導老師：
國三 童士維	盧柄君
國三 周子鈞	童進昌
國三 李昱鋐	

關鍵詞：海風

~來去山頂「Sian」海風~

摘要

由於爸爸說大肚山感覺寒冷是因為『Sian』海風的關係，讓我對海風產生探索的興趣。研究中除對海風、風冷溫度定義外，亦以實驗模擬海風形成的原理、影響等，並以空軍氣象聯隊、空氣品質監測站及中央氣象局等 2008-2010 年的監測資料作為相關研究的數據來源。研究發現大肚山上感覺寒冷並非是因為『Sian』海風的關係；大肚山除夏季盛行南風外，北北東為其他時間主要出現的風向；白天出現海風的機會較夜晚高；夏季以 12-16 點為海風盛行時刻等。最後並提出海風對於我們生活上的影響及建議，如海風可以緩和大氣溫度，有海風時要特別注意防曬等。

壹、研究動機

從家鄉大肚山到位於山下教室的時候，發現同學們大都沒有穿外套，而包得像肉粽的自己則時常淪為笑柄。回到家詢問爸爸：「為什麼山上會感覺比學校冷呢？」爸爸不假思索的說：「嘿系因為山頂靠海，『Sian』海風（註 1）的關係啦！」看著爸爸自信的表情，「是真的嗎？」我不由自主的燃起對『Sian』海風的好奇。（教材相關單元：國中社會一上。第一篇臺灣的環境（上）。第 4 章天氣與氣候；國中社會二上。第一篇中國大地（上）。第 3 章氣候與水文。）

註 1：「Sian」海風一詞在此為臺語發音直譯而來，意指海風強襲，迎面而來之意。

貳、研究目的與問題

本研究主要目的在於探究爸爸所謂「在大肚山上感覺寒冷是因為『Sian』海風的關係」的真實性，並企圖從探究過程中所衍生出的問題逐一找出合理的答案與解釋，期能更客觀而完整的檢驗這個「Sian」海風理論的真實性。其中衍生的問題如下：

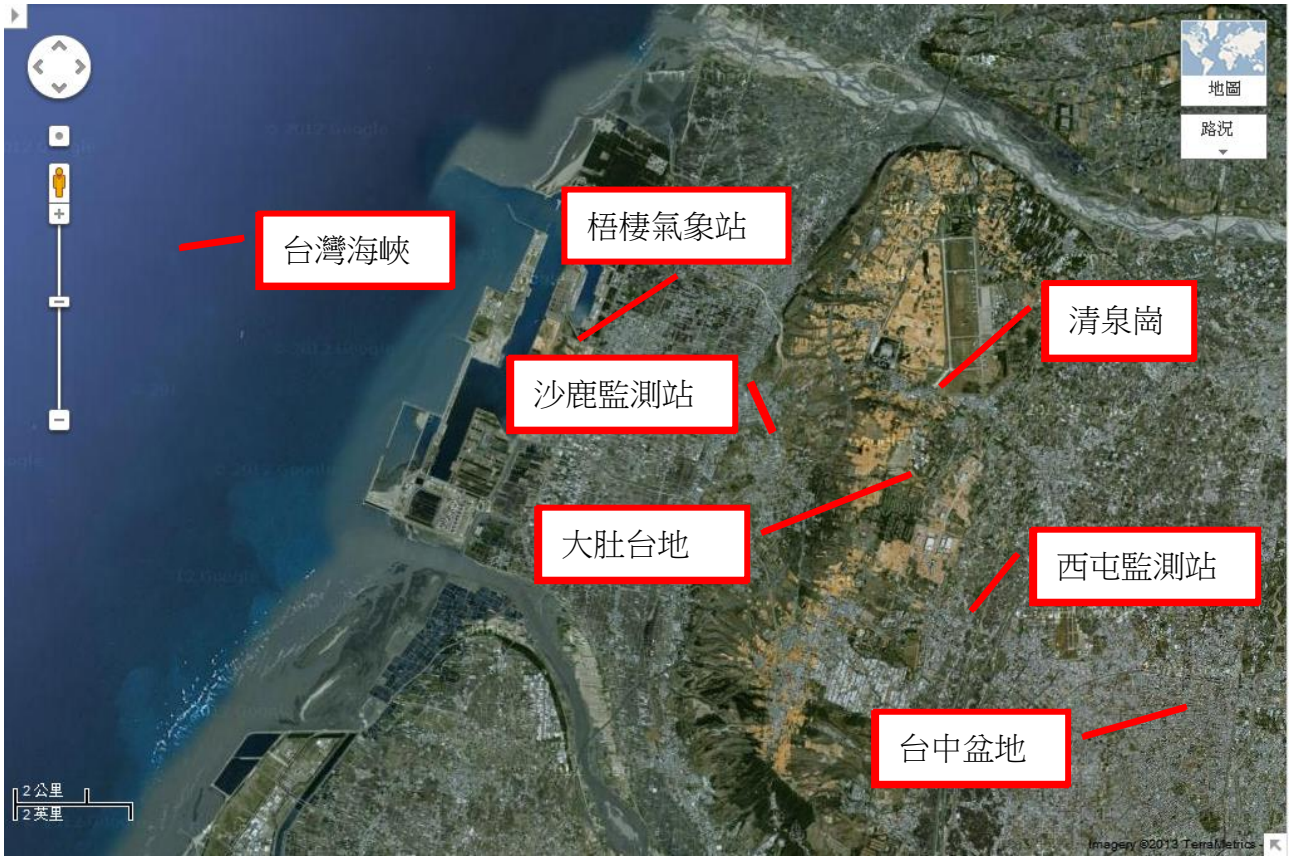
一、在住家真的會比學校感覺寒冷嗎？
二、大肚山盛行風向為何？
三、大肚山海風發生的原因是什麼？
四、大肚山海風發生時和時間有什麼關係？
五、大肚山海風發生時和天氣因素有什麼關係？
六、大肚山海風發生時對生活的影響有哪些？
七、大肚山感覺寒冷是因為「Sian」海風的關係嗎？

參、研究設備與器材

一、實驗器材：線香、冰塊、廣口瓶、砂土、水族箱、蠟燭、黑紙、溫度計、塑膠杯、鋼棉
量筒、公升盒、秤、鹽
二、數據分析來源（2008-2010 年）：空軍氣象聯隊（清泉崗）、中央氣象局（梧棲氣象站）
行政院環保署空氣品質監測站（西屯、沙鹿）

肆、研究過程與結果

大肚山，雖常被稱為「山」，實為一形狀似為長方形的台地（如圖一所示），地形走向大致由北北東延伸到南南西，平均高度約為 200-300 公尺。台地本身位於台灣西部，北起大甲溪，南至大肚溪，東側與台中盆地相鄰，西邊則距台灣海峽約 20 公里之遠，因此，由此看來，此處受來自台灣海峽的海風影響的機會的確應該不小，無怪乎爸爸會說山上會感到寒冷是因為「Sian」海風的關係。而有關住家研究的數據來源，我們選擇同位於台地上的空軍氣象聯隊（清泉崗）的實測資料，至於學校則因位於台地的東側山腳下，且鄰近行政院環保署所屬之西屯空氣品質監測站，所以，在分析學校的風速及溫度的數據來源則選定此監測站的逐時實測資料，以用來和住家相關的數據進行比較。在有無海風對空氣品質的影響上，則選定位於大肚山西側山腰上，迎海風面的沙鹿空氣品質監測站的 PM10 監測數據。至於，梧棲氣象站則用來比較海風對海岸邊和內陸的風速等差異。

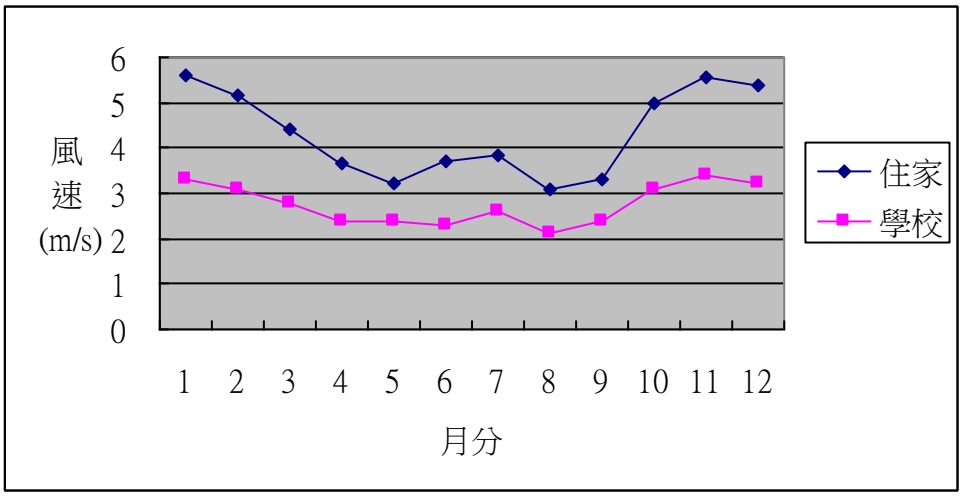


圖一：大肚山的台地地形

一、在住家真的會比學校感覺寒冷嗎？

若說在住家會感覺較學校寒冷，除了是因為可以由海拔高度不同推知氣溫較低之外（經統計分析後發現，兩者年平均溫差約 1.5℃），研讀的資料顯示「風寒效應」中風速的大小也是影響風冷溫度（體感溫度，人體表面感覺的溫度）的關鍵因素之一。也就是說當風速越大時，越容易帶走身上的熱氣，因此就越讓我們感到寒冷，特別是在溫度低、風速大的情況之下，更是明顯。因此在住家溫度已較低的條件下，如果可以確定住家的風速也比學校來得大，

那麼在住家會比學校感覺寒冷大概就無庸置疑了。
方法：將空軍氣象聯隊、西屯空氣品質監測站的實測資料，分別依月分將風速加以平均。
結果：如圖二。



圖二：住家和學校的風速比較

發現：1.全年中，無論那一個月份住家的風速都比學校的大。
2.以季節來說，兩個地方均以冬季的風速較大，且此時兩者的風速差距亦較大。

討論：由上述的研究發現，住家一年四季的風速確實都比學校來得大，在溫度較低且風速較大的情形下，似乎可以說明住家的確是會比學校感覺寒冷。可是什麼是「感覺寒冷」？因為每個人對冷熱的感覺不一，很難有一定的標準。2001 年美國和加拿大實施了新的風冷指數公式，使我們可以用稍微客觀的方法來針對風冷溫度進行感覺是否寒冷的比較。而風冷指數計算公式如下：

$$Tuc = 13.12 + 0.6215Ta - 11.37V^{0.16} + 0.3965TaV^{0.16}$$

Tuc：風冷溫度(℃)　　Ta：空氣的溫度(℃)　　V：風速(km/h)

我們以此公式推算出的風冷溫度，並輔以中央氣象局將舒適度中的「寒冷」等級上顯示的 15℃為一個基準（如表一），定義出「感覺寒冷」的一個依據，定義如下：

<u>經由風冷指數計算公式所得的風冷溫度在 15℃以下者，我們稱之為「感覺寒冷」。</u>

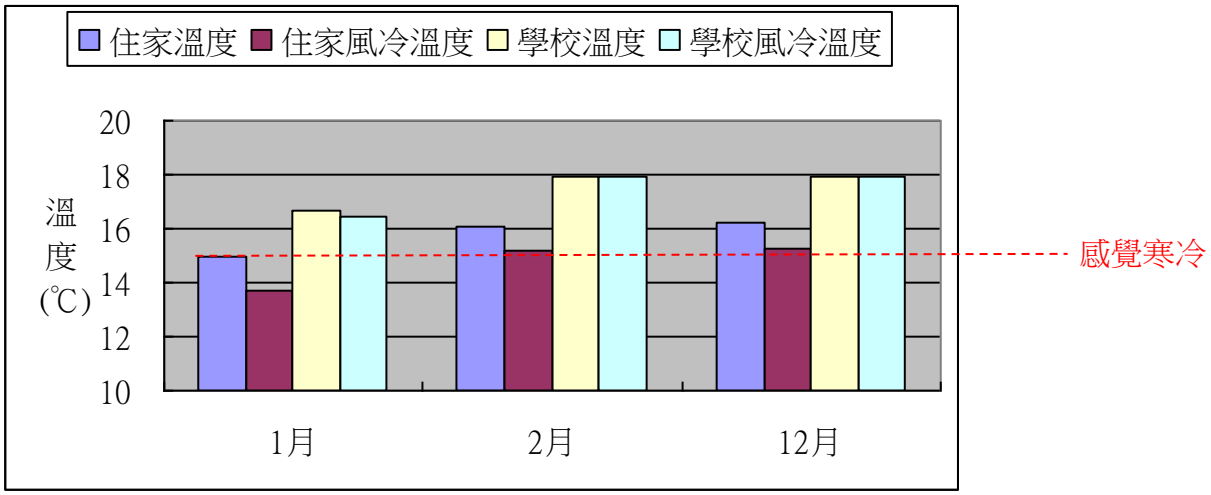
表一：中央氣象局舒適度指數表

氣溫(℃)	10 以下	11～15	16～19	20～26	27～30	31 以上
舒適度	非常寒冷	寒　冷	稍有寒意	舒　適	悶　熱	易中暑

有了此公式和對「感覺寒冷」的定義後，我們將冬天時在住家和學校的平均溫度及風速換算成風冷溫度，結果如表二及圖三，更可以明確指出，在住家除 1 月已屬感覺寒冷外，12 月及 2 月也都逼近感覺寒冷的水準，顯示在住家的確會比在學校感覺寒冷。但大肚山上感覺特別寒冷是否真如爸爸所說是因為「Sian」海風的影響，則有待後續的進一步研究。我們先以住家全年的盛行風為探究起點，再逐步深究海風在其中呈現的特性，藉以確認住家受海風影響的真實程度，回答並檢驗爸爸的「Sian」海風理論。

表二：住家和學校的風冷溫度比較

地點	項目	1 月	2 月	12 月
住家	溫度（℃）	15.0	16.1	16.2
	風速（km/h）	20.2	18.5	19.4
	風冷溫度（℃）	13.7	15.2	15.2
學校	溫度（℃）	16.7	17.9	17.9
	風速（km/h）	11.9	11.2	11.5
	風冷溫度（℃）	16.4	17.9	17.9



圖三：住家和學校的風冷溫度比較

二、大肚山上的盛行風向為何？

（一）大肚山一年中風向的變化情形

方法：將空軍氣象聯隊的實測資料，依月分統計出各個時刻中出現的風向次數。

結果：如表三。

表三：大肚山不同月分風向的次數統計

月分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	538	451	475	488	398	180	131	206	454	698	625	649
NNE	1037	860	708	538	351	104	56	63	219	864	972	876
NE	215	165	170	129	83	11	38	26	88	108	158	173
ENE	25	20	29	36	13	7	23	19	41	13	36	41
E	19	12	34	31	29	15	23	29	45	21	17	46
ESE	12	5	23	18	12	11	15	27	43	9	8	32
SE	17	12	14	19	22	18	28	47	56	11	19	25
SSE	14	21	46	58	87	172	130	133	122	33	23	29
S	12	81	153	201	334	666	706	470	233	71	20	30
SSW	3	60	40	75	122	255	245	174	47	20	2	6
SW	2	30	31	49	59	142	117	106	40	6	7	2
WSW	3	37	39	39	90	126	134	125	33	8	2	2
W	14	27	54	55	96	109	172	138	72	20	15	18
WNW	17	16	40	29	44	39	69	92	61	29	24	17
NW	19	32	53	56	59	43	63	128	102	43	21	26
NNW	76	87	139	122	151	54	92	142	203	112	58	92
無風	209	124	184	217	282	208	190	307	301	166	153	168

發現：除夏季（6、7、8 月）盛行南風外，大肚山上全年中以北北東為主要出現的風向。

討論：1.夏季大肚山上盛行南風的原因，推論主要應是受到西南季風及西太平洋高壓的影響所致。至於冬季則是因為受到東北季風的影響，因此多數風向為北北東。

2.綜合上述研究，一年中大肚山上出現的風速及風向可以整理如表四所示，從表中可以看出，當吹起北北東風時的風速會明顯比南風的風速強，顯示大陸性冷氣團的強勁影響力量。

表四：大肚山不同月分的平均風速（m/s）及風向

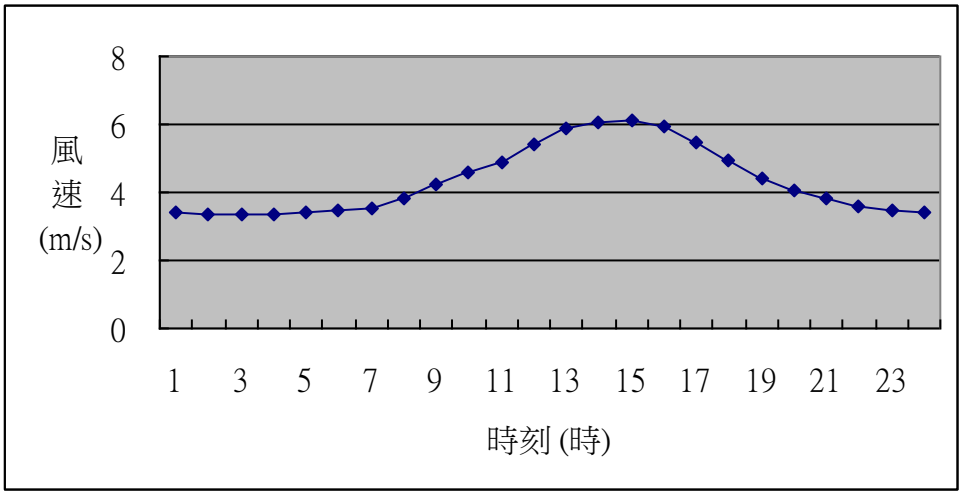
月分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風速	5.6	5.2	4.4	3.7	3.2	3.7	3.8	3.1	3.3	5.0	5.5	5.4
風向	NNE				N	S			N	NNE		

（二）大肚山一天中風速、風向的變化情形

說明：因為由表三中可以看出，冬季和夏季的盛行風風向明顯不同，因此在探究一天中不同時刻中較易出現的風向時，我們特別再將此兩個季節加以獨立，分析比較。

方法：同上研究（一），但依不同時刻分析。

結果：圖四、表五。



圖四：大肚山不同時刻的風速變化

表五：大肚山不同時刻的風向變化統整

時刻	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
全年	NNE											N							NNE					
夏季	S										SW	W					N		S					
冬季	NNE												N			NNE								

發現：1.風速在一天中以 15 時最大。夜晚風速大多維持一致。

2.以全年及冬季而言，一天中多數時候風向是北北東，僅下午時刻稍轉為偏北風。

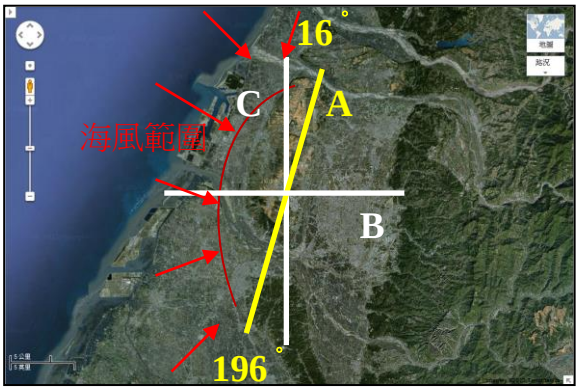
3.夏季一天中，19 時到隔日的 10 時都是南風的好發時間，11 時是風向轉向的時間點，在轉為西南風後，緊接的 12 時到 16 時則風向變為西風，之後的 17 時、18 時為北風，然後就持續南風到隔日早上 10 時。

討論：一天中以半夜時分的風速較弱且較為平靜，推究其原因為太陽下山後，地面開始因輻射而逐漸冷卻，而致近地面的空氣溫度較為冰冷，使得空氣不易因對流而呈現流動狀態，所以導致風速較為微弱，呈現較為平靜的狀態。至於一天中以下午三時左右的風速較強，則因對流較為旺盛所致。

三、大肚山的海風發生的原因是什麼？

（一）海風、海風發生日的定義

由前述的研究可以發現，大肚山上的風向和風速會隨著不同的時間而有規律的變化，但是在一年的盛行風下究竟有多少是隱藏其中的海風？而這些可能讓我們感到寒冷的海風，又具有哪些特色呢？因為本研究主要目的是為解答「在大肚山上感覺寒冷是否真為海風所為？」所以，海風是採用較為廣義的定義，亦即「由海上吹向陸地的風」，我們統稱為海風。而在風向的界定上，因為大肚台地大致上和海岸線平行，所以我們直接以台地本身的走向做為區分是否為海風的依據。首先我們先在台地上畫出一條沿著走向的黃色線段 A，然後分別再畫出東西向的白色線段 B 及南北向的白色線段 C，最後再量出線段 A 及線段 C 的夾角，即為所求的一端風向角度，至於另一端則只需再加上 180 度即可。統整後吹向大肚山的海風，我們定義如下：



當吹向大肚山的風，風向角度是由 196 度順時針越過 360 度（0 度）到 16 度止的風，即稱為海風。（如圖中紅色箭頭所示）

然而，對於海風的產生影響，有時為免於海風只是一時之間的變化，所以另外又定義了海風日，以為後續分析用，但將海風發生時的時間連續性考慮進去。因此，本研究對於海風日的定義如下：

一天中，若大肚山上有三個小時以上的海風持續進行，則當日稱為海風日。

由於，本研究的海風定義是「由海上吹向陸地的風」，因此除了典型的海陸風會對大肚山造成影響之外，其他中大尺度的大氣環流（如颱風等）所形成的風，也可能是本地海風形成的原因之一，但影響程度如何，則有待分析。

（二）海風的形成原因

方法：1.在空軍氣象聯隊的實測資料中，先找出屬於海風日的資料。

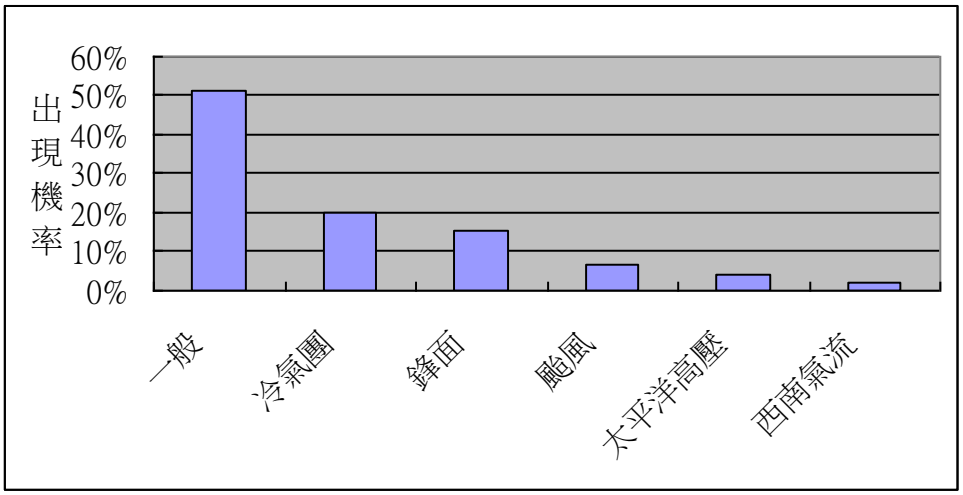
2.在中央氣象局的氣候監測資料中，將出現的天氣型態依屬性先行分類，然後找出海風日發生時的當日天氣型態。

3.作圖比較各天氣型態的影響程度。

結果：如表六、圖五。

表六：天氣型態分類表

類別	屬性
一般	泛指未受到中大尺度的大氣環流影響的天氣型態。
冷氣團	包括寒流、東北季風、大陸冷氣團、強烈大陸冷氣團等。
鋒面	含冷鋒、滯留鋒等。
颱風	為熱帶性低氣壓、輕度、中度、強烈颱風等
西南氣流	偏南氣流及西南氣流等
太平洋高壓	因夏季日照強烈而形成的太平洋高壓。



圖五：大肚山海風日出現時的天氣型態分析

發現：大肚山有海風日出現時，以「一般」未受到中大尺度的大氣環流影響的天氣型態為主，其次為受冷氣團及鋒面影響時。

說明：因為在一般的天氣型態下形成的海風，是本地受到海風影響的首要天氣，而它主要是因日照下海陸溫度差所引起的局部風，因此，在以下的海風成因探究上，特別針對這個部分做較深入的討論及模擬，以作為後續研究的討論基礎。

當白天太陽照射時，由於海水的比熱和陸地不同，使得陸地增溫的速度較海水快，致使陸地上溫度較海面上的溫度高，因為空氣具有熱脹冷縮的性質，因此經過加溫的氣體體積膨脹後，密度較低而產生向上的運動，造成陸地附近的氣壓降低，反之，海面上則相對有較高的氣壓。而風的流動是由高氣壓流向低氣壓，因此也就造成了空氣由海面上流向陸地的一種現象，形成了所謂的海風。為了探究陸地和海洋受熱後的溫度變化情形，因此在進行海風模擬實驗之前我們先以實測來探究日照下，砂土和水兩物質的溫度變化情形，再依海風的形成原理設計實驗，進行海風的模擬，最後則設計不同的溫差下，空氣流動的速度變化，以模擬不同的海陸溫差下，海風風速是否也會有所變化。

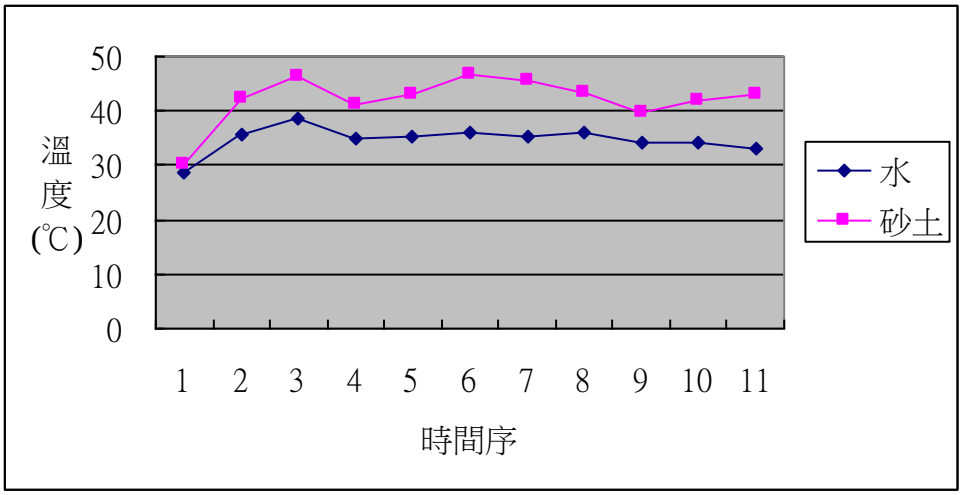
模擬一：海陸受熱後溫度的變化情形

方法：1.先在 3 個杯子內裝入三公分高的砂土，再取 3 個杯子亦裝入等量的水。

2.選擇晴朗的一天，將其放置在太陽可照射的地方。

3.每隔 20 分鐘記錄它們的溫度，然後平均做圖比較。

結果：如圖六。



圖六：日照下水和砂土的溫度比較

發現：砂土的溫度隨日照的強弱變化較大，而水則較不受影響，呈現較穩定的狀態。

模擬二：海風的形成原理

方法：1.先行設計可供實驗的海風模擬箱（詳如討論）。

2.在兩個公升盒內各裝入約兩公分高的砂土及水。

3..選擇晴朗無雲的一天，將其放置太陽下照射 2 個小時後放入海風模擬箱內。

4.將充滿線香煙的廣口瓶倒置於模擬箱上，觀察煙的流動情形。

發現：由倒置的廣口瓶出來的煙先是移向有水的一邊，然後再斜向水平轉到砂土的上方，最後由砂土的上方孔洞流出。

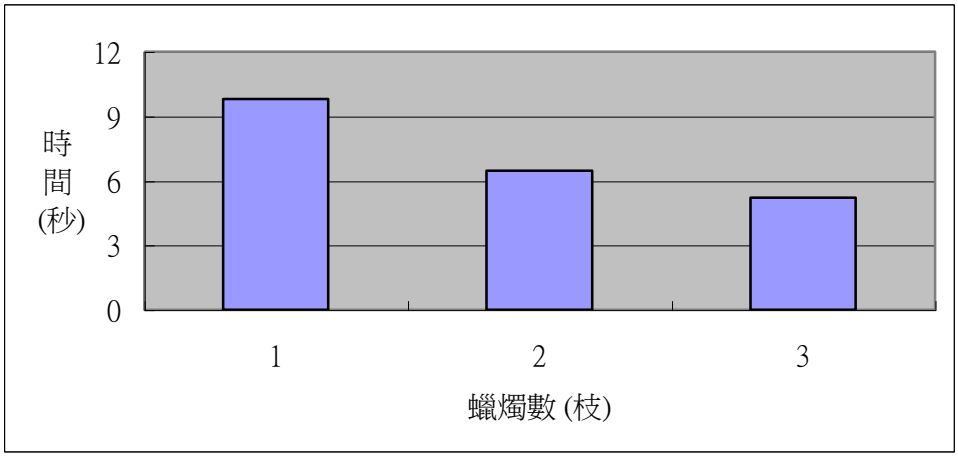
討論：海風模擬箱經過多次修正後設計如圖：

1.兩個公升盒分別放砂土及水，用以模擬陸地及海洋。
2.挑高的箱蓋取代原本覆蓋的平板，並在箱蓋的頂端開兩個孔（分別位在砂土及水的上方），以讓空氣可以順利進行對流，避免箱內最後僅充斥著熱氣，而影響實驗觀察。
3.另在上述的兩個孔洞間再開一個可灌入線香的煙的孔，取代原先設計將直接點燃的線香置入箱內製造可供觀察的煙，而此舉是為免點燃的線香頭本身的溫度影響實驗。
4.模擬箱的後方放置黑色立牌，以利空氣流動的觀察。
5.由模擬的結果發現，日照後，水上方的空氣會流向砂土的上方，而由前述實驗得知，日照後砂土的溫度會較水高，因此若說當白天在日照的加熱下，由於陸地受熱後溫度較海洋高，的確有可能會發生風由海洋吹向陸地的現象，而形成海風。

模擬三：海陸的溫度差異對風速的影響

方法：1.在廣口瓶內放入冰塊及水，使其溫度保持在 10℃，將其放入海風模擬箱內的左側。
2.在玻璃片上立上一根的蠟燭，並放入海風模擬箱內的右側。
3.點燃 5 根線香，將其煙灌入廣口瓶內 20 秒。
4.點燃箱內的蠟燭，將上述充滿煙的廣口瓶倒置在模擬箱上，並同時開始計時。
5.觀察並記錄煙從熱氣口排出的時間，重複上述步驟共三次，然後加以平均。
6.重複 1~5 步驟，但將蠟燭依次改為 2 根及 3 根。

結果：如圖七。



圖七：不同蠟燭數目和空氣對流速度的關係

發現：當蠟燭數越多時，煙到達熱氣口的時間也就越少，表示當陸地和海洋溫度差異較大時，空氣流動的速度有可能也較快。

討論：因為海風主要是海洋和陸地受熱時，溫度變化的差異而造成密度的不同，致使空氣由高氣壓流向低氣壓形成風。因此，在不考慮其他因素下，海洋和陸地間的溫度差如果不同，氣壓差也就會不同，所以就可能造成空氣流動的速度不同，進而造成風速也會有所差異。因此，這種由於海陸比熱的不同而形成的海風，的確會是大肚山上海風的來源之一，而如果日照較強烈下，致海陸間的溫差變大，風速即有可能也較強。

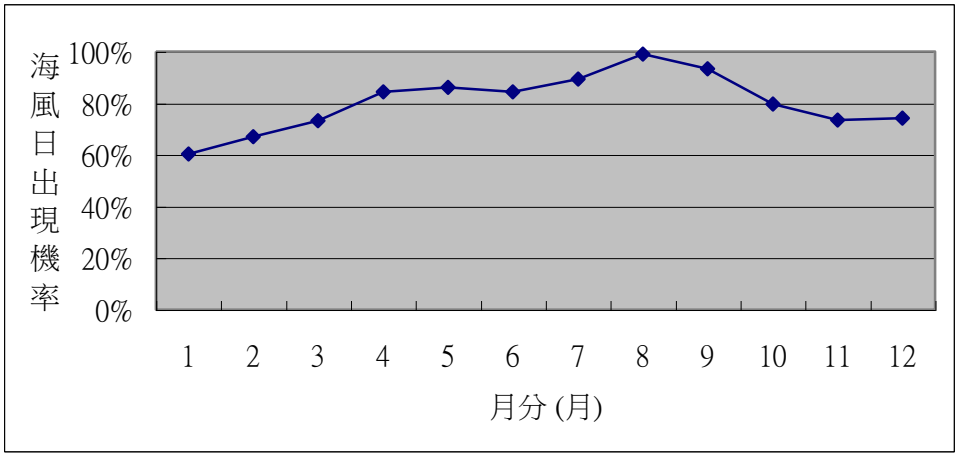
四、大肚山的海風發生時和時間有什麼關係？

由大肚山的海風形成原因探究中，我們可以感受到海風在一年中造訪大肚山的機會似乎不少，可是讓大肚山「Sian」海風的時間是否有著規律變化呢？

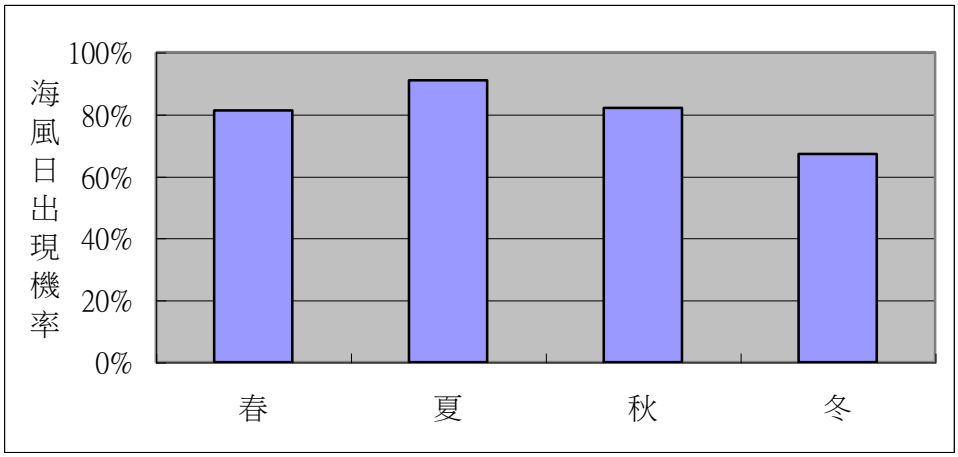
（一）一年中海風的發生機率變化情形

方法：將空軍氣象聯隊的實測資料，先找出海風日的資料，再分別統計出不同月分、季節下海風日的出現機率。

結果：如圖八、九。



圖八：大肚山一年中海風日出現的機率



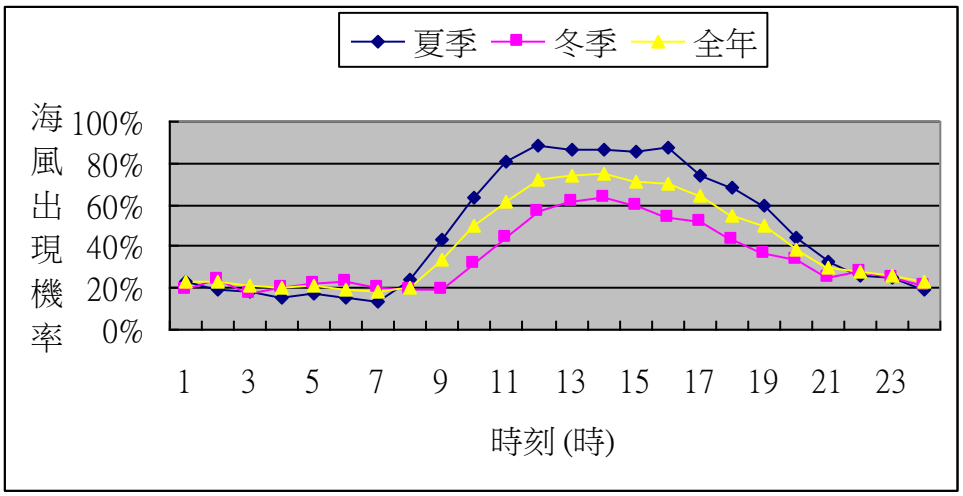
圖九：大肚山四季中海風日出現的機率

發現：1.一年中海風日出現的機率以 8 月最高，平均一年中海風日出現的機率約為 80%。
2.四季中以夏季出現海風日的機會最高約為 91% ，而冬季則最低，約只有 67% 。

（二）一天中海風的發生機率變化情形

方法：同上，先找出符合海風發生的資料，再依不同時刻分析海風的出現機率。

結果：如圖十。



圖十：一天中海風的出現機率

發現：1.白天出現海風的機會較夜晚高；夏季出現海風機會較冬季高。
2.夏季出現海風的開始好發點約在 7~8 點之間，而在 12~16 點達到最高點，最後在 21~22 點間趨於平靜；冬季出現海風的開始好發點約在 9~10 點之間，而在 13~15 點達到最高點，最後在 20~21 點間趨於平靜。

討論：大肚山白天和夏季容易出現海風，從之前的海風形成原因探究中推論主要應是日照產生的溫度變化導致，我們將上述的發現整理成表七，更可以確認此論點。由表中可以看出夏季開始發生海風的時間較冬季提早約 1~2 個小時，而海風結束的時間，冬季卻又較夏季提早約 1~2 個小時，而這也恰跟兩個季節的日出跟日落的時間差相當，可見太陽日照後的熱效應確實是會對海風有影響的。

表七：海風發生的時間點

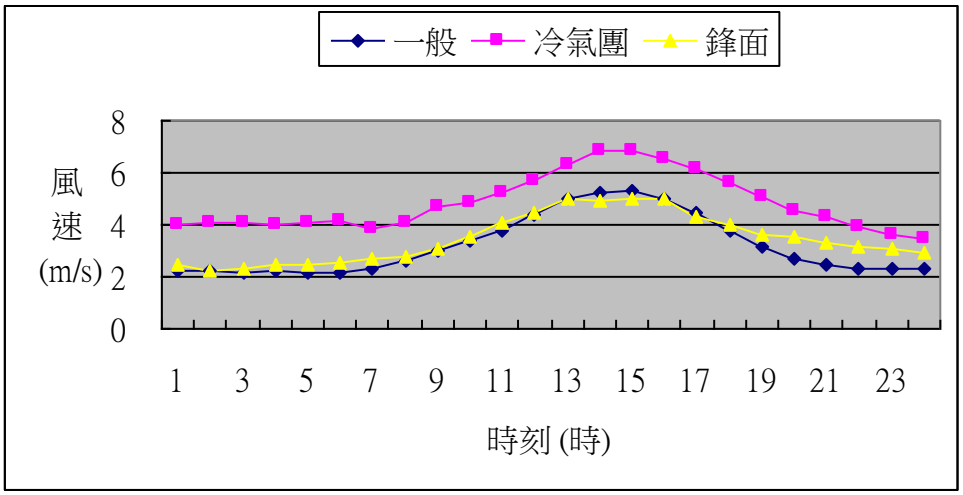
季節	海風開始時間	海風全盛時間	海風結束時間
夏季	7~8 點	12~16 點	21~22 點
冬季	9~10 點	13~15 點	20~21 點

五、海風發生時和天氣因素有什麼關係？

由上述的研究發現海風的出現與否的確和時間有著莫大的關係，但是當這些看似有規律的海風出現時，那些可能會關係著天氣變化的天氣因素又是以何種面貌出現，進而對我們的生活產生影響呢？我們先將資料分成有無海風兩部分，然後將出現時的天氣因素作平均比較，結果如表八發現，在有海風時的溫度及露點明顯較高，而風速則較無海風時微弱，至於溫度露點差及雲量上則差不多。最後則更深入探討在不同的天氣型態的海風日下，出現的天氣因素比較，如圖十一~圖十五。

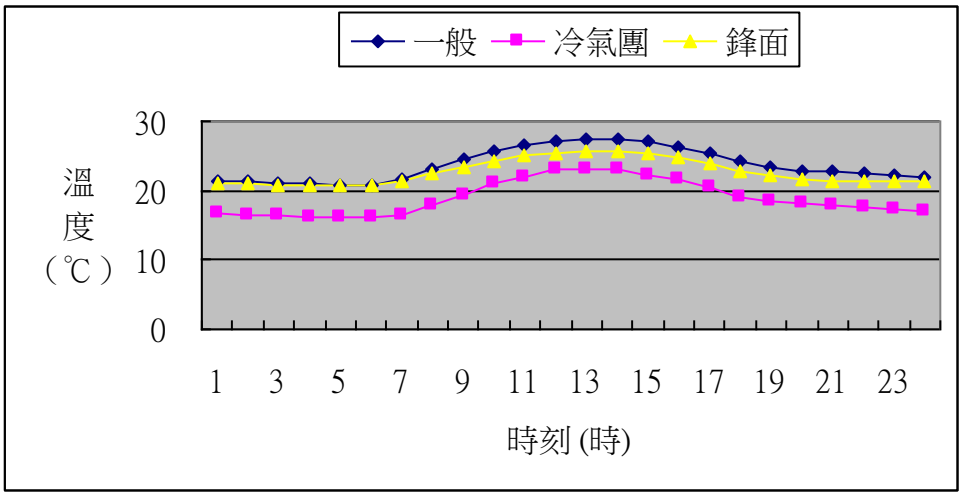
表八：有無海風時的天氣因素比較

天氣狀況	風速(m/s)	溫度(℃)	露點(℃)	溫度露點差(℃)	雲量
有海風	4.2	22.8	19.4	3.4	5.3
無海風	4.8	20.7	17.3	3.4	5.4



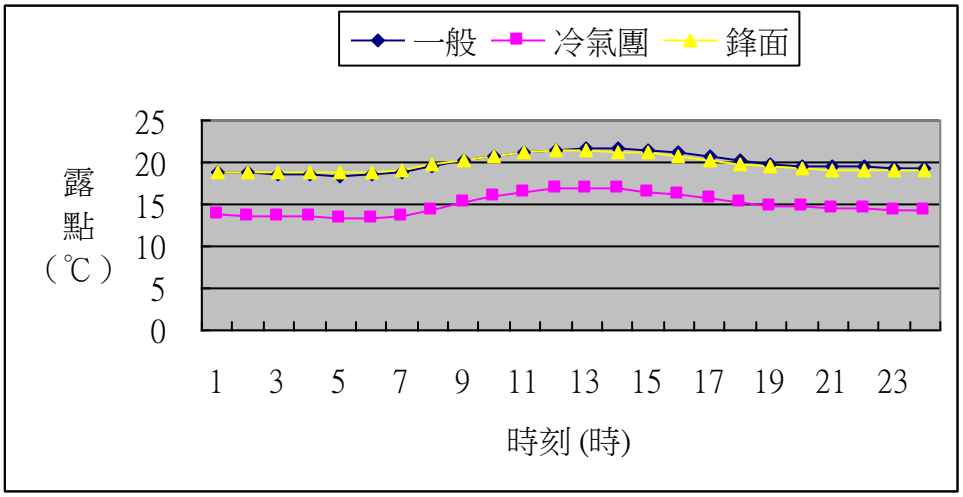
圖十一：不同天氣型態下，大肚山出現海風時的風速比較

發現：有海風出現時，一天中風速的變化趨勢仍以白天下午三點風速最大，其中又以冷氣團引起的海風風速最強，約在 7 m/s，但鋒面及一般天氣下形成的海風風速則較弱，約為 5 m/s。



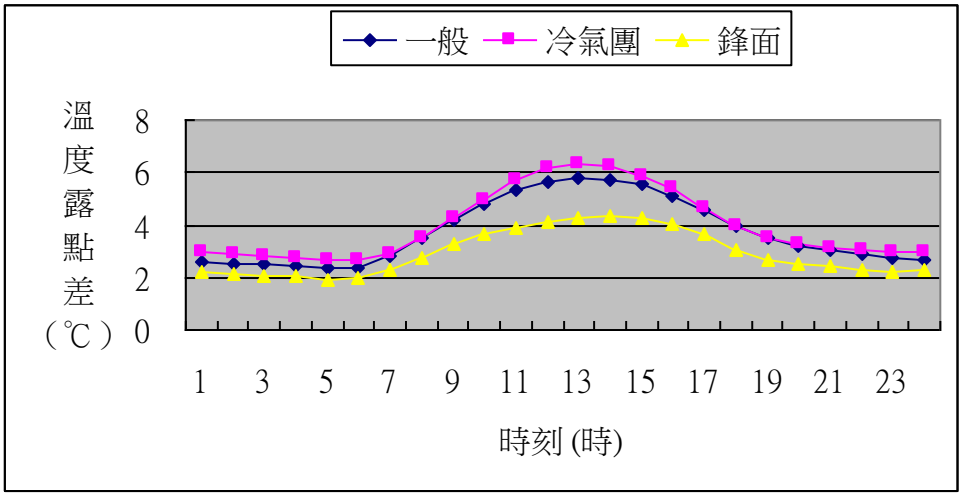
圖十二：不同天氣型態下，大肚山出現海風時的溫度比較

發現：一天中不同天氣型態下，出現海風時的溫度以一般時的天氣溫度最高，因為一般天氣下要形成海風時，就需要強日照引起海陸溫度的差異，因此溫度也就較高。



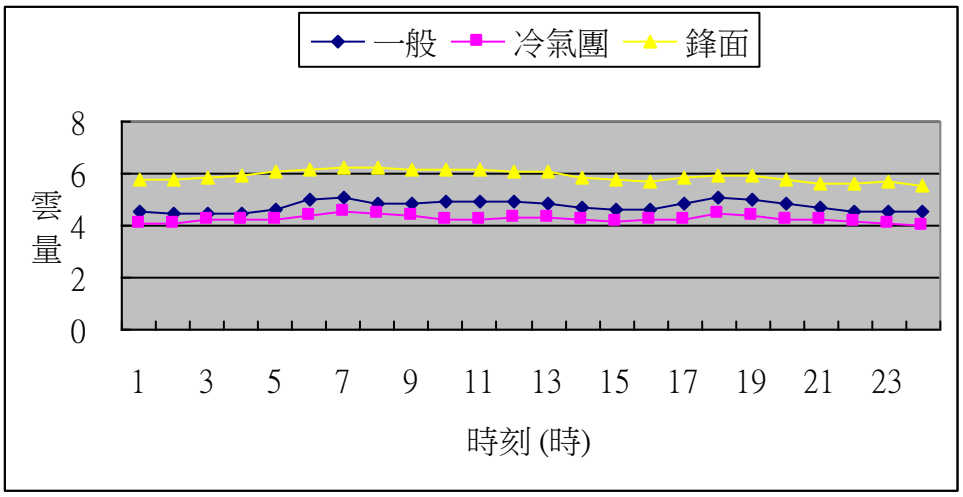
圖十三：不同天氣型態下，大肚山出現海風時的露點比較

發現：出現海風時的露點溫度以一般及有鋒面時的天氣較高，因為一般天氣下形成海風時的溫度最高，空氣中可以容納的水氣較多，所以露點也相對提高。而鋒面則因會帶來壞天氣，在水氣較多的情形下，連帶也會使露點溫度上升。



圖十四：不同天氣型態下，大肚山出現海風時的溫度露點差比較

發現：因為溫度露點的差值越小，表示空氣中的水氣越接近飽和，相對溼度越高。因此三者中以有鋒面時的天氣溫度露點的差值最小，而冷氣團因是乾冷的空氣，所以溫度露點的差值也就比一般的天氣下稍大。



圖十五：不同天氣型態下，大肚山出現海風時的雲量比較

發現：受鋒面影響時，天空中雲量較多。有鋒面時因在冷暖氣團交接處常會有一長條雲帶，所以雲量自然較多。而冷氣團因屬較乾冷的高壓天氣，天氣也顯較為穩定，因而雲量較少。

六、海風發生時對生活的影響有哪些？

由上面的研究中發現，當在一般天氣下，盛行海風的白天，溫度會較高，而海風本身又帶來海面上的大量水氣等，這種種的海風特性勢必也相對會對我們的生活產生影響，以下就我們認為可能產生的影響的想法及推論整理成表九，並在後續就想法逐一驗證。

表九：海風對生活可能產生的影響的想法與推論

項次	想法	推論
1	常看到海邊的鐵器生鏽得特別嚴重，生鏽的必要因素是氧氣與水，而海風中除含有較高的水氣之外，其中亦不乏夾帶一些鹽分，這些鹽分的影響或許會加速鐵器的生鏽。	推論一： 海風使鐵器較容易生鏽
2	當海風發生時，空氣的流動就可能會擴散懸浮在空氣中的汙染物，因此對於空氣品質應具有改善的作用。	推論二： 海風可以改善空氣品質
3	因為大肚山鄰近台灣海峽，由於海陸的溫度差異，因此，白天時容易受海風影響，而海風帶來的暖溼空氣，入夜以後，因為輻射冷卻的影響使得氣溫降低，因此提高了空氣中水氣凝結的機會而較可能有霧的產生。	推論三： 山上有霧多數是受海風的影響
4	海風的吹拂使空氣中的氣溫能夠快速被綜合掉，而使溫度不致一直處於高溫或低溫狀態，具有緩和大氣溫度的功能。	推論四： 海風會緩和大氣的溫度

推論一驗證：海風使鐵器較容易生鏽

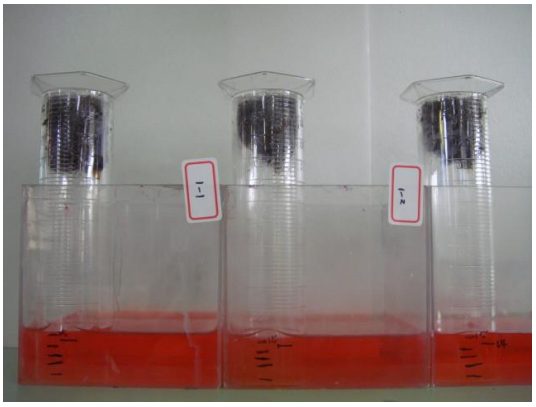
方法：1.調製 0%、1%、3%、5%共四種不同重量百分比的鹽水溶液。

2.將事先已剪成大小相同的鋼棉放入上述不同的溶液中浸泡十分鐘。

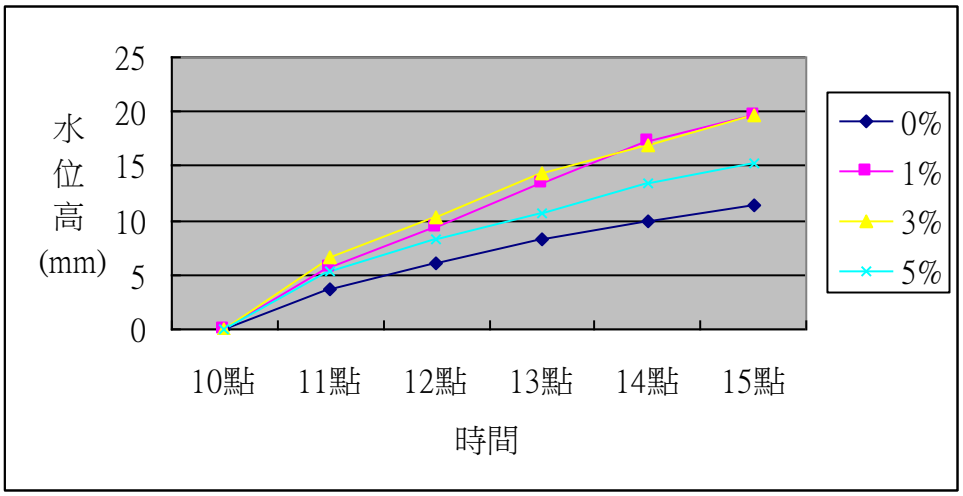
3.將鋼棉撈出置入量筒的底端，然後倒置於事先已裝有染色水的公升盒中。

4.每隔一小時記錄量筒內的水位上升情形。

5.每個實驗各做三次後分別加以平均比較。



結果：如圖十六。



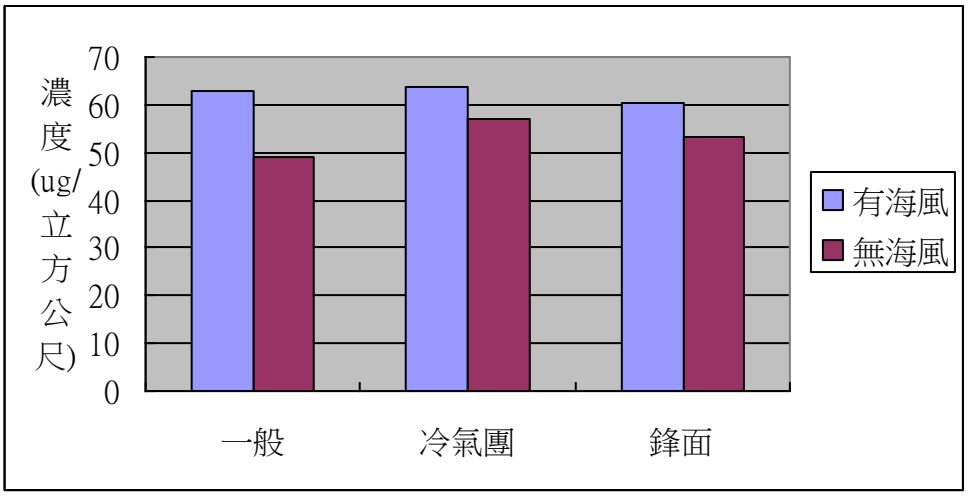
圖十六：鹽水溶液對生鏽速度的影響

發現：水溶液中加鹽後，生鏽的速度都會比沒有加鹽的快。顯示含有鹽分的海風的確有可能會使鐵器更容易生鏽。

推論二驗證：海風可以改善空氣品質

方法：將沙鹿空氣品質監測站的資料，依天氣型態分成有無海風日兩個部分，然後分別比較 PM10 的濃度大小。

結果：如圖十七。



圖十七：不同天氣型態下，有無海風日對 PM10 濃度的影響

發現：有海風時的 PM10 濃度均較無海風時為高，顯示當大肚山吹海風時，空氣品質不但沒有比較好，反而顯得較差，與前述推論恰好相反。

討論：有海風時的 PM10 濃度較無海風時為高，推論應跟位於大肚山西側靠海的火力電廠及東側台中盆地內的工業區、南屯焚化爐相關。因為海風盛行時刻為白天，此時火力發電廠產生的汙染物恰好藉由海風飄向大肚山，而台中盆地則因日照及熱島效應的關係，致使空氣產生上升運動，同時將汙染物一併帶往盆地上空，之後藉由空氣流動飄向海洋上空再沉降於近海面處，然後又隨海風飄向大肚山，因此造成了有海風時的 PM10 濃度反而較無海風時為高。若分析空氣品質「不良」（PM10 濃度大於 150ug/立方公尺）的資料，也有高達 82% 的時候是在海風日時發生，可見此處原推論是不正確的，應修正為：在大肚山有海風發生時，空氣品質會有下降的趨勢。

推論三驗證：山上有霧多數是受海風的影響。

方法：先將三年內有霧的資料找出來，然後分析它們受海風影響的機率。

結果：如表十。

表十：大肚山成霧受海風影響的分析

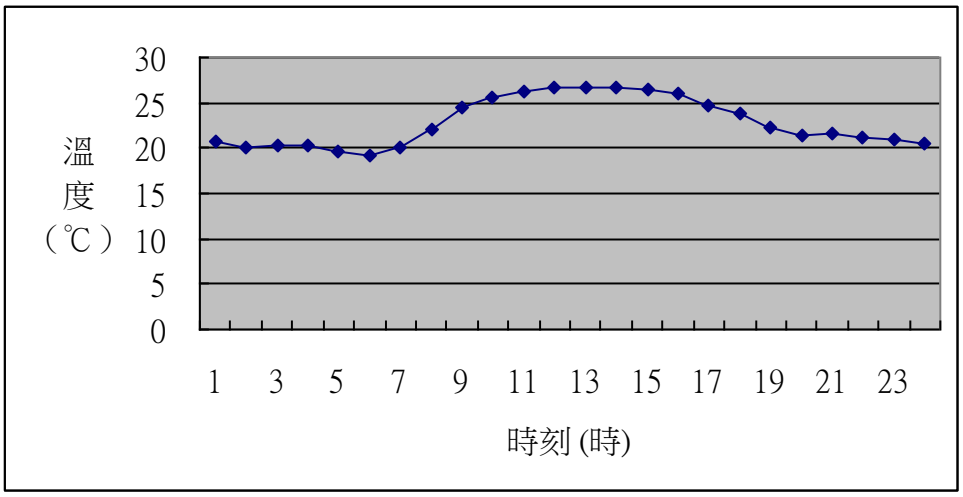
項目	有霧次數	海風日出現次數	受海風日影響機率
合計	124	114	92%

發現：當大肚山有霧出現時，有高達 92% 的機會是受海風日影響，表示大肚山上成霧時和海風有很大的關係。

推論四驗證：海風會緩和大氣的溫度

方法：將取得的實測資料，分析不同時刻下有海風時的溫度平均值。

結果：如圖十八。



圖十八：大肚山有海風時的溫度變化情形

發現：白天在海風盛行的時刻，溫度多維持在 26-27℃之間，而在中午 11~15 點間溫度並沒有因為日照而明顯的上升，可見當大肚山有海風時確實會有緩和大氣溫度的作用。

七、大肚山上感覺寒冷時是因為「Sian」海風的關係嗎？

綜合以上的研究可發現海風確實有它獨特的特色，且會對我們的生活產生若干的影響，但大肚山上感覺寒冷到底有多少是因為「Sian」海風引起的呢？更是我們亟欲探究的問題。

方法：從實測資料中，找出大肚山上經過風冷指數公式計算後符合「感覺寒冷」的資料，計算在有無海風時出現的機會，並依季節分別推算出「感覺寒冷」且恰有海風出現時佔全年符合資料的百分比。

結果：如表十一、十二。

表十一：大肚山上感覺寒冷和有無海風的關係

資料來源	感覺寒冷次數	出現機會
全部資料	4266	16% （4266/26304）
有海風	949	22% （949/4266）
無海風	3317	78% （3317/4266）

表十二：不同季節占一年中大肚山感覺寒冷且有海風出現時的百分比

季節	春	夏	秋	冬	合計
出現次數	161	0	56	732	949
百分比	17%	0%	6%	77%	100%

發現：大肚山上因吹海風的關係而感覺寒冷的機率僅佔約 22% ，顯示在大肚山上會感覺寒冷和「Sian」海風的關係不大。

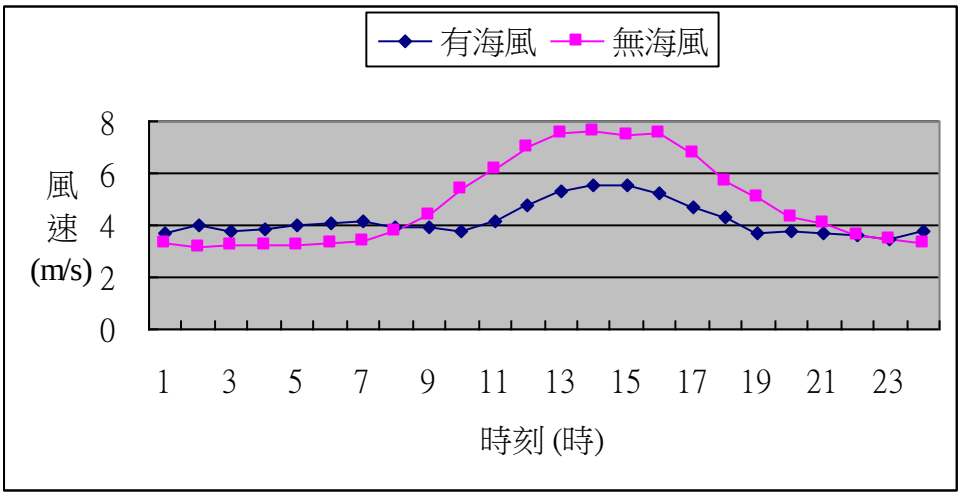
討論：由上述發現，我們可以說爸爸認為大肚山上感覺寒冷是因為「Sian」海風的關係的想法是錯的，這真是始料未及。追根究柢後，我們更從研究發現及研讀的資料中提出以下四個爸爸的「Sian」海風理論是不正確的理由：

1.有海風出現時，溫度普遍較高：

會感覺寒冷的首要因素應是溫度，不過研究發現在本地多數盛行海風的時候（一般天氣型態下），溫度普遍較高，高溫甚至可達 26、27℃，如圖十二。就中央氣象局所訂的舒適度指數而言，已屬於接近「悶熱」的程度了。況且，會感覺寒冷應該多是在冬天，但四季中卻是以夏季出現海風日的機會 91% 最高，而冬季則只有 67% 是海風的出現日。進一步由表十二中亦可發現，雖然感覺寒冷的次數一如預測，在冬季中的確是最高的，約佔全年的 77% ，但進一步分析其中是在有海風發生的情形下卻只佔全年感覺寒冷的次數中的 17% （732/4266），顯示大肚山上會感覺寒冷和海風的相關性的確不大。

2.有海風出現時，風速通常並不強大：

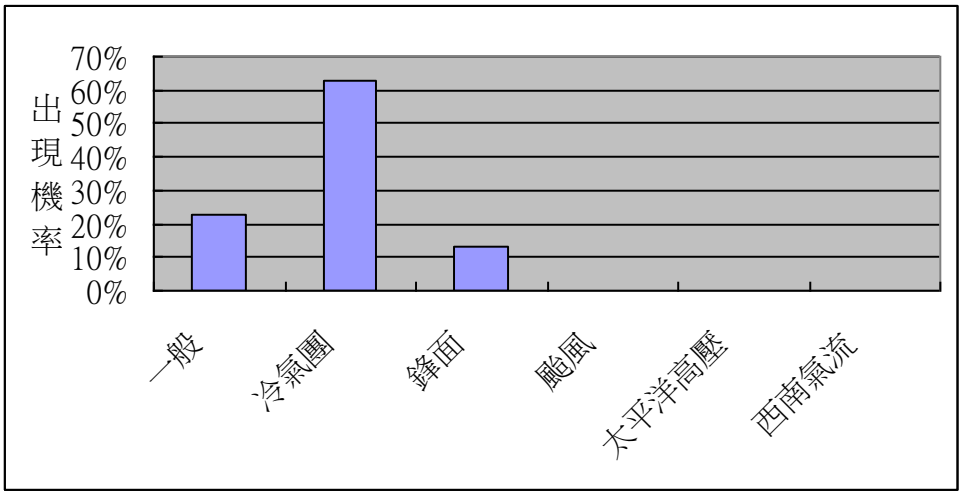
就風冷溫度而言，風速越強，風寒效應越明顯，可是在本地有海風時，風速大多顯得微弱，除冷氣團的天氣影響外，平均風速都不超過 6m/s。而就大肚山有無海風的風速比較，如圖十九，更可看出此現象。因此若說大肚山因海風強大，致風冷溫度和實際溫度會有明顯的差距而感到寒冷，其可能性應是非常低的。



圖十九：大肚山有無海風的風速比較

3.會感覺寒冷主要是來自於越過中央山脈後的冷氣團：

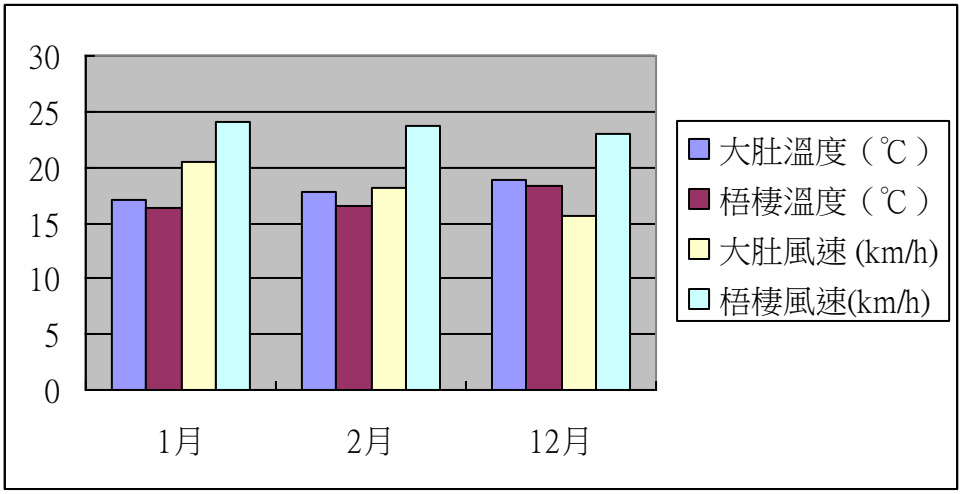
我們依大肚山上感覺寒冷的資料，詳細比對出該日的天氣概況，如下圖二十所示，結果發現造成大肚山感覺寒冷的因素其實就是冷氣團，有 63% 之多。而冷氣團本身就包含了溫度低、風速大兩大要素，因此導致風冷溫度偏低，並不令人意外。只是這從大陸而來的冷氣團從東北角一路越過中央山脈後雖受地形風向有所改變，但多數仍不符合「Sian」海風的海風風向條件，至於其他構成「Sian」海風的天氣型態，也就更難讓人感到寒冷了。



圖二十：大肚山感覺寒冷的天氣型態分析

4.大肚山恰位於海風能影響的範圍邊界處：

大肚山上感覺寒冷時受海風的影響只有 22% ，這和爸爸的「Sian」海風理論實在差距太大，於是我們又將靠海邊的梧棲氣象站的資料做了相同的處理，結果就發現若在梧棲感覺寒冷時，是因海風的因素就有 66% ，約為本地的 3 倍。所以如果是在梧棲，要說感覺寒冷是因為「Sian」海風的關係，或許就較本地恰當。因此我們推論這和大肚山和海邊的距離及地形有關係。在中央氣象局網站上的氣象百科裡提到，通常海風能影響的範圍只能深入陸地二十公里，而它影響的高度也不大，約是二、三百公尺，至多六百公尺。而大肚山距海邊恰約二十公里，海拔高度平均亦在 200-300 公尺間，所以剛好都落在海風可能影響的深度及高度邊界上。因此，在一般天氣型態下本地受到海風的實際影響就不若梧棲大，且海風在到達大肚山的路程中，受到與地面摩擦的關係，加上大肚山的走向，也都可能使得海風的前進受到了阻隔，因而導致大肚山的海風風速逐漸減弱，不若梧棲風速的強勁。再者，在有海風的情形下，越深入內陸，溫度也會有越高的趨勢，如此都大大的削減了「Sian」海風對大肚上風寒效應的威力（如圖二十一）。



圖二十一：大肚山和梧棲有海風時的風速、溫度比較

伍、結論與建議

一、結論

（一）大肚山的盛行風特性

1.一年中除夏季盛行南風外，北北東為其他時間主要出現的風向。

2.風速在一天中以 15 時最大，晚上風速變化不大。

3.夏季一天中的盛行風向可統整如下：

時刻	19 時~隔日 10 時	11 時	12~16 時	17 時~18 時
風向	S	SW	W	N

（二）大肚山的海風特性

1.海風日出現時，以「一般」未受到中大尺度的大氣環流影響的天氣型態為主。

2.一年中海風日出現以 8 月最高。

3.白天出現海風的機會較夜晚高；夏季較冬季高。

4.海風發生的時間點如下所示：

季節	海風開始時間	海風全盛時間	海風結束時間
夏季	7~8 點	12~16 點	21~22 點
冬季	9~10 點	13~15 點	20~21 點

5.有海風時的溫度及露點明顯較無海風時高，而風速則較無海風時微弱，至於溫度露點差及雲量上則差不多。

6.不同天氣型態下的海風特性如下表所示：

天氣因素	海風特性
風速	冷氣團引起的海風風速最強；鋒面及一般天氣的海風風速則較弱。
溫度	一般天氣下的海風溫度最高，有冷氣團時最低。
露點	以一般天氣及有鋒面時的天氣較高。
溫度露點差	有鋒面時的天氣溫度露點的差值最小；冷氣團的差值最大。
雲量	有鋒面時，雲量較多。而冷氣團雲量最少。

（三）大肚山海風對人們生活的影響

1.海風使鐵器較容易生鏽。

2.大肚山有海風發生時，空氣品質會有下降的趨勢。

3.大肚山上有霧多數是受海風的影響。

4.海風會緩和大肚山的大氣溫度。

（四）在大肚山感覺寒冷和「Sian」海風的關係

1.在大肚山上會感覺寒冷和「Sian」海風的關係不大，僅佔約 22% 。

2.有海風出現時，溫度普遍較高，風速通常也不強，風寒效應不太明顯。

3.大肚山恰約位在海風能影響的範圍末端，海風直接影響的力道已削弱。

4.造成大肚山感覺寒冷的主要原因為越過中央山脈而來的冷氣團。

二、建議

（一）大肚山住家仍以坐北朝南為宜

冬天時因為東北季風強烈，如果大門開口朝向北方，強勁的風容易灌進屋內，使屋內更添寒意，因此開口不宜朝北；但夏天時因為天氣炎熱，此時大肚山盛行吹南向的海風，流向屋內的海風恰可緩解屋內的悶熱氣氛，所以大門適宜朝向南方。

（二）白天海風盛行時，戶外活動要特別注意防曬

在一般天氣型態下，當大肚山早上即開始吹海風並且有持續增強的現象時，通常意謂天氣晴朗的機會較多，因此可安排適當的戶外活動，但此時亦要特別注意防曬，因為海風越是強大，表示日照可能越是強烈，越要做好防曬措施。

（三）當山上吹海風時，要留意空氣品質的變化

在大肚山有海風時懸浮微粒的濃度較無海風時為高，顯示空氣品質較差。尤其對於敏感體質，容易氣喘的人，更須留意當有海風來時空氣品質的變化，避免造成傷害。

陸、參考資料

中央氣象局全球資訊網。http://www.cwb.gov.tw/
行政院環保署-空氣品質監測網。http://taqm.epa.gov.tw/taqm/zh-tw/
國科會高瞻自然科學教學資源平台。風寒效應。http://case.ntu.edu.tw/hs/wordpress/?p=2671
臺灣科學教育館。全國中小學科學展覽會。http://www.ntsec.gov.tw/m1.aspx?sNo=0000167
交通部中央氣象局編（民 99）：氣象常識問答集。臺北市：交通部中央氣象局。
范賢娟、黃靜雅譯（民 101）：觀念地球科學 IV。臺北市：天下遠見出版股份有限公司。
高源清（民 70）：科學教授-氣象地理篇。臺北市：故鄉出版社。
聯合報教育版企畫（民 95）：新聞中的科學-大學指考搶分大補帖。臺北市：寶瓶文化。
蔣德免（民 78）：氣象學編序教本。臺北市：國立編譯館。

致謝

感謝以下單位提供資料，使本研究得宜順利進行。
1.中央氣象局。
2.行政院環保署。
3.空軍氣象聯隊。
4.颱洪中心大氣研究資料庫（DBAR）

【評語】030510

優點：

1. 研究主題，分析當地海風的特性與影響，具實用價值，值得鼓勵。
2. 科學探究精神態度佳，不斷探究數據分析結果的科學意義並改善分析方法 。

缺點：

全年，除夏季（6、7、8 月）外，大肚山分析資料，一天中多數時候風向是北北東，難以釐清是季風還是海陸風。

未分析梧棲、沙鹿站之資料驗證海風之影響。

建議改進事項：

夏季海風較明顯，分析主題之一：住家會感覺較學校”寒冷”宜改為住家會感覺較學校 ”冷”