

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 地球科學科

佳作

040501

運用 2003 至 2011 年海溫資料預測臺灣強降雨可能性探討

學校名稱：國立內壢高級中學

| | |
|---|-----------------------------|
| 作者： 高二 徐緯騰 高二 游 昕 高二 邱議鋒 | 指導老師： 潘建熾 陳佩欣 |
|---|-----------------------------|

關鍵詞：海溫、雨量、強降雨

摘要

近十年降雨變異性增加，強降雨事件引發災害。本研究希望由異常海溫值預測異常降雨發生，以減少災害的損失。

分析 2003 至 2011 年臺灣 19 測站雨量分為 5 區進行統計，臺灣全區雨量以 7 至 9 月平均雨量、變異性最大，可能與颱風強降雨有關。除部分區域外 1 月雨量、變異性均最小，可能和冬季吹東北季風帶來乾燥空氣有關。臺灣附近海溫值，發現臺灣西南部海域變化較大，東南部海域變化最小；海溫以 6 月及 11 月差異值最大，可能與季節轉換有關。海溫距平標準差值則有逐年增加的趨勢。利用海溫異常預測降雨，經檢驗有 4 個情況完全正確預測臺灣異常降雨發生，可做為雨量預測的參考。本研究試圖找出強降雨發生時海面高度、海面風場特性，但並無共通特徵。

壹、研究動機

近十幾年來臺灣地區常有強降雨引發災害，如 2009 年 8 月莫拉克風災、2012 年 6 月梅雨強降雨造成淹水等。53 屆北二區科展學姐們分析了 2003 年至 2011 年海溫與臺灣各區降雨的相關性，並由相關性預測臺灣各月分區海溫與降雨情況。我們延續了此項議題，希望能找出由海溫變化預測臺灣異常降雨分布區域，以減少民眾生命財產損失。並盡可能由海溫、海平面高度、風向風速等因素，探討強降雨發生時的條件特徵。

海面溫度為影響氣象之重要因素，臺灣為海島型氣候，海水溫度影響海面蒸發，不均勻蒸發氣流造成大氣流動，對沿海地區氣象有相當程度影響。而混合層是指海水深度從表面約到 25~200m，由於波浪的作用使海水混合均勻，混合層水溫與海表面的水溫相近，其溫度與厚度會隨季節而改變，尤其是在中緯度海域最明顯。較厚的混合層區域，因壓力平衡因素，海平面高度也較高，會降低颱風引發之海表面溫度冷卻作用，使颱風得以發展並維持其強度，同樣道理也可能影響區域降雨。(柳中明 2012)

故本研究希望能藉由異常的海水溫度，找出預測臺灣強降雨區域的可能性。並試圖比對各期間海溫、海平面高度、風向風速等資料，探索臺灣各區強降雨發生條件。

貳、研究目的

- 一、藉由臺灣各區雨量、海溫的相關性與差異值統計，檢驗由海溫預測各區異常降雨的可能性。
- 二、探索臺灣各區強降雨發生時的海水溫度、海面高度、海面風向風速的特徵。

參、研究設備器材

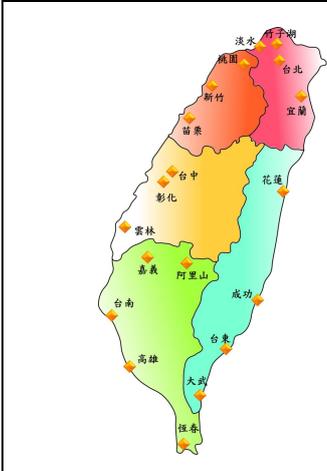
- 電腦……一部
- OFFICE EXCEL 軟體……一套
- MATLAB 軟體……一套

肆、研究過程及方法

一、研究資料來源與相關原理：

(一)臺灣測站月累積雨量表：

從中央氣象局下載臺灣地區 19 個測站 2003 至 2011 年間降雨資料，區分為北部、西北部、中部、南部、東部五區進行分析(如圖 4-1)。



| 區域 | 測站數 | 測站 |
|-----|-----|-----------------|
| 北部 | 4 | 宜蘭、臺北、竹仔湖、淡水 |
| 西北部 | 3 | 桃園、新竹、苗栗 |
| 中部 | 3 | 臺中、彰化、雲林 |
| 南部 | 5 | 嘉義、臺南、高雄、恆春、阿里山 |
| 東部 | 4 | 大武、臺東、成功、花蓮 |

圖 4-1 各氣象測站位置及分區圖

(二)全球海溫資料：從 Nasa 網站中 Aqua 衛星偵測得到的海溫資料。

海表面溫度是海洋表面的溫度，海表面確切的定義則是根據所使用不同的測量方法，但皆是在海面下 1 毫米至 20 米之間。地球大氣中的空氣團與距離岸邊海表面溫度有高度的關係。由於海洋上方 30 米(100 英尺)的湍流混和，海表面溫度會如同其上方的空氣的溫度一樣有晝夜之差，但是由於較高的比熱，溫度變化並不如空氣大。SST 在有風時的變化量小於平靜無風時。此外，洋流和全球溫鹽環流影響全球 SST 均溫最顯著。對於大陸的邊緣附近的 SSTs，海上風引起的上湧，這可能會導致顯著的降溫，但是位於陸地上的淺水域往往是較溫暖的。位於上湧密集的地區，陸風仍然可以使其溫度上升，例如南美洲的北部沿岸。SST 溫度和對上方大氣的影響，其數據對於天氣預測非常重要，例如海風和海霧。它同時也可以用來校準氣象衛星測量之值。(Nasa 網站)

Nasa 網站衛星資料處理方式如下：

1. Level 1&2 data：為每日的海溫資料，能選取需要的經緯度範圍，取得數值及圖形(如圖 4-2)。

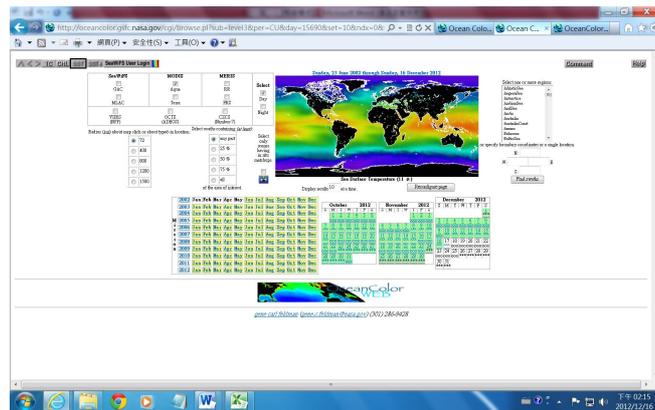


圖 4-2 Nasa 網站 Aqua 衛星偵測得到的海溫資料 Level 1&2 data 下載網頁

2. Level 3 data：把 level 1&2 data 整理，分成每月、每季、每年等的資料，下載範圍為全球數值資料，如圖 4-3，若需要特定經緯度資料須應用 MATLAB 軟體，書寫程式計算出區域數值。

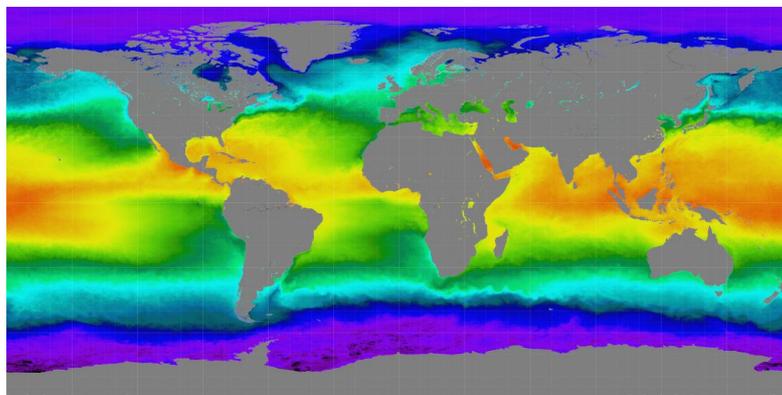


圖 4-3 Nasa 網站 Aqua 衛星偵測得到的海溫資料 Level 3 data 呈現全球海溫圖

(三)海表面高度及風向、風速資料：

風是高壓和低壓系統之間的差異而引起的。在陸地上，我們使用稱為風速計的儀器測量表面的風速和風向。這些的風速計存在於許多人口密度高的地區和人口較少的區域中。但海洋表面的風的測量是有限的，主要是獲得位於小島氣象站的風速計，在海洋中的漂浮的浮標。由於海洋區域是如此之大，尤其是太平洋，在這個廣大的海洋，對風的認識是很重要的氣象預報，導航，海洋和氣候研究的知識。關於衛星測風的好處，就是使用可見光圖像來研究雲運動和間接確定風速和風向，直至今日仍然在使用。(Nasa 網站)目前可利用數值模式計算獲得外，也可利用衛星遙測方式得到海面風向及風速資料。

(科技部網站)

海面高度的測量是利用衛星高度計發射雷達波，測量其碰到海水面回傳的時間差，進而推算從衛星到海面的距離，以得知海面的高度變化。(科技部網站)

此兩項數據由 NOAA 網站下載，並利用 MATLAB 繪製等值圖進行分析。

●以上海溫、海面高度、海面風向、風速等數據計算感謝中央大學遙測中心指導及協助

(四)距平值與標準差值計算：

1. **距平值**：距平值為單一數據與平均值的差異值，主要目地在觀察數值異常情況。以本研究為例，計算 2003 年 1 月第一區海溫距平值=第一區 1 月海溫值/2003 年至 2011 年第一區 1 月海溫平均值
2. **標準差**：根據一組樣本估計其標準差。標準差主要是用以衡量觀測資料與平均數之間的差異量數。(OFFICE EXCEL)
3. **距平標準差值**：本研究主要分析海溫及雨量變異性方法。計算方式為 $\text{距平標準差值} = \text{距平值} / \text{標準差}$ ，若數值絕對值大於 1 為一個標準差外的極端值。

(五)參考海溫預測臺灣各區降雨量表：

53 屆北二區科展作品利用海溫與臺灣各區雨量相關係數分析，推論參考海溫預測臺灣各區降雨量表如下表 4-1 所示。

表 4-1 參考海溫預測臺灣各區降雨量表

| 月份 | 參考海溫區域 | 臺灣降雨區域 | 雨量特性 |
|-----|-----------|--------------|------|
| 一月 | 一區高溫時 | 南部、東部 | 雨量較多 |
| | 二區高溫時 | 中部、南部 | 雨量較多 |
| 二月 | 三區高溫時 | 北部、西北部、中部 | 雨量較多 |
| 四月 | 一區-二區溫差大時 | 北部、西北部、中部、南部 | 雨量較多 |
| | 一區高溫時 | 北部、西北部 | 雨量較多 |
| | 三區高溫時 | 北部 | 雨量較多 |
| 五月 | 三區高溫時 | 東部 | 雨量較多 |
| 六月 | 三區高溫時 | 西北部、中部 | 雨量較多 |
| | 二區高溫時 | 東部 | 雨量較少 |
| 七月 | 三區高溫時 | 南部、東部 | 雨量較少 |
| | 二區高溫時 | 南部、東部 | 雨量較少 |
| | 一區-三區溫差大時 | 北部 | 雨量較多 |
| 八月 | 一區-三區溫差大時 | 南部 | 雨量較多 |
| 九月 | 三區-二區溫差大時 | 北部、西北部、中部、南部 | 雨量較多 |
| | 一區-二區溫差大時 | 中部、南部 | 雨量較多 |
| 十月 | 二區高溫時 | 東部 | 雨量較多 |
| | 一區-三區溫差大時 | 東部 | 雨量較少 |
| | 一區-二區溫差大時 | 東部 | 雨量較少 |
| 十一月 | 三區-二區溫差大時 | 中部、南部 | 雨量較多 |
| | 一區-三區溫差大時 | 北部、東部 | 雨量較少 |
| | 一區-二區溫差大時 | 北部、東部 | 雨量較少 |

二、研究過程：

延續 53 屆北二區科展作品，利用臺灣附近海溫與各區雨量以月為單位進行相關性分析的概念歸納結果，針對其臺灣分進分區海域海溫超過 1 個標準差的狀況，經檢視臺灣分區是否也發生降雨異常的情況，並試圖找出風向、風速及海平面高度的特徵，研究流程如下。

(一)53 屆北二區科展參考海溫預測臺灣各區降雨量表製作說明(參考圖 4-4)：

1. 製作臺灣各雨量測站與分區海溫相關係數表：利用 EXCEL 以月為單位計算各測站月雨量與分區海溫或海溫差的相關性，以相關係數值表示。
2. 表格加入網底色區別相關性：區分相關係數值，0.7 以上為高度正相關(紅色)；0.7-0.3 為中度正相關(黃色)；絕對值 0.3 以下為低度相關(綠色)；-0.3 至 -0.7 為中度負相關(淺藍色)；-0.7 以下為高度負相關(紫色)。
3. 依據臺灣分區測站雨量，分析雨量與海溫的相關性：加入網底色區分臺灣雨量與分區海溫的相關性，規則如圖 4-4 所示。
4. 統整臺灣周邊分區海溫與臺灣陸上各分區雨量具相關性月份，即第 3 點中紅色區塊，繪製成表格，以了解海溫與區域降雨的相關性。

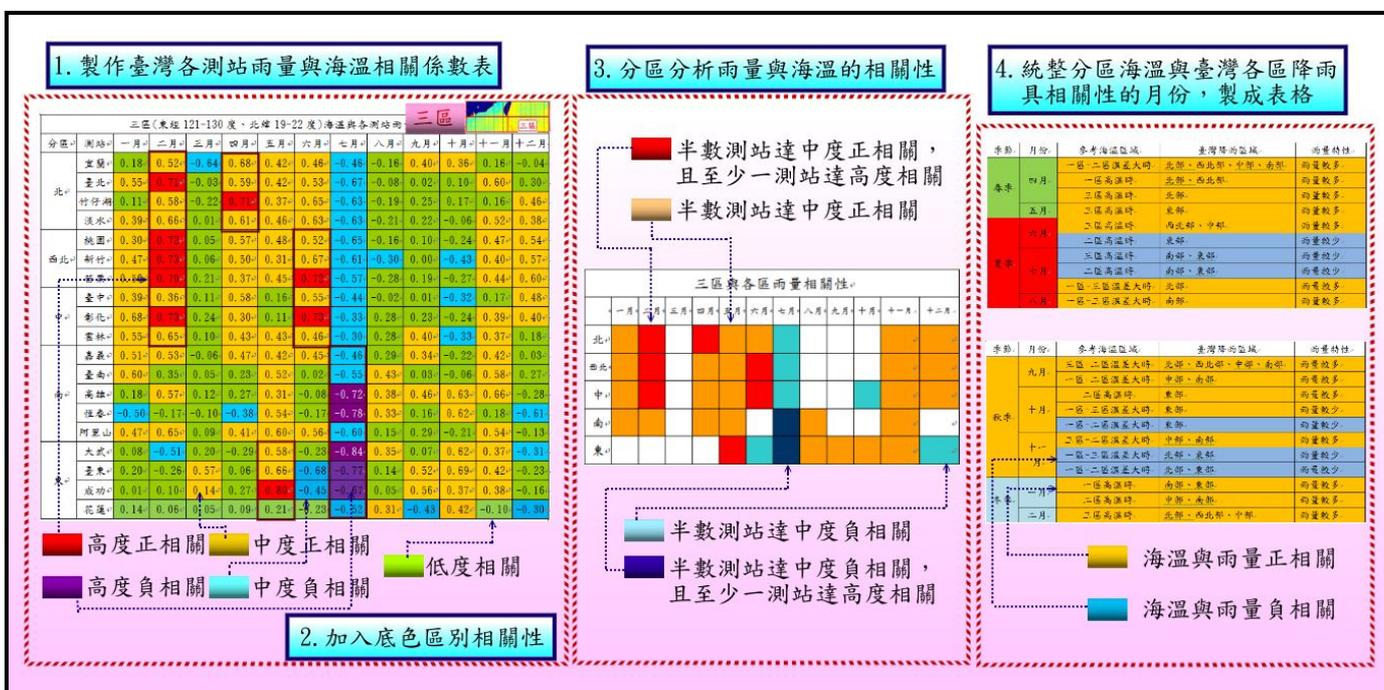


圖 4-4 臺灣各區雨量及海溫相關性表製作流程圖

(二)臺灣各區雨量及海溫距平標準差值計算：

1. 計算各區各月距平標準差值(如圖 4-5)：將臺灣五區內各測站雨量加總，計算各月份雨量平均值及標準差值後，回算各月同月份各年累積雨量距平標準差值。

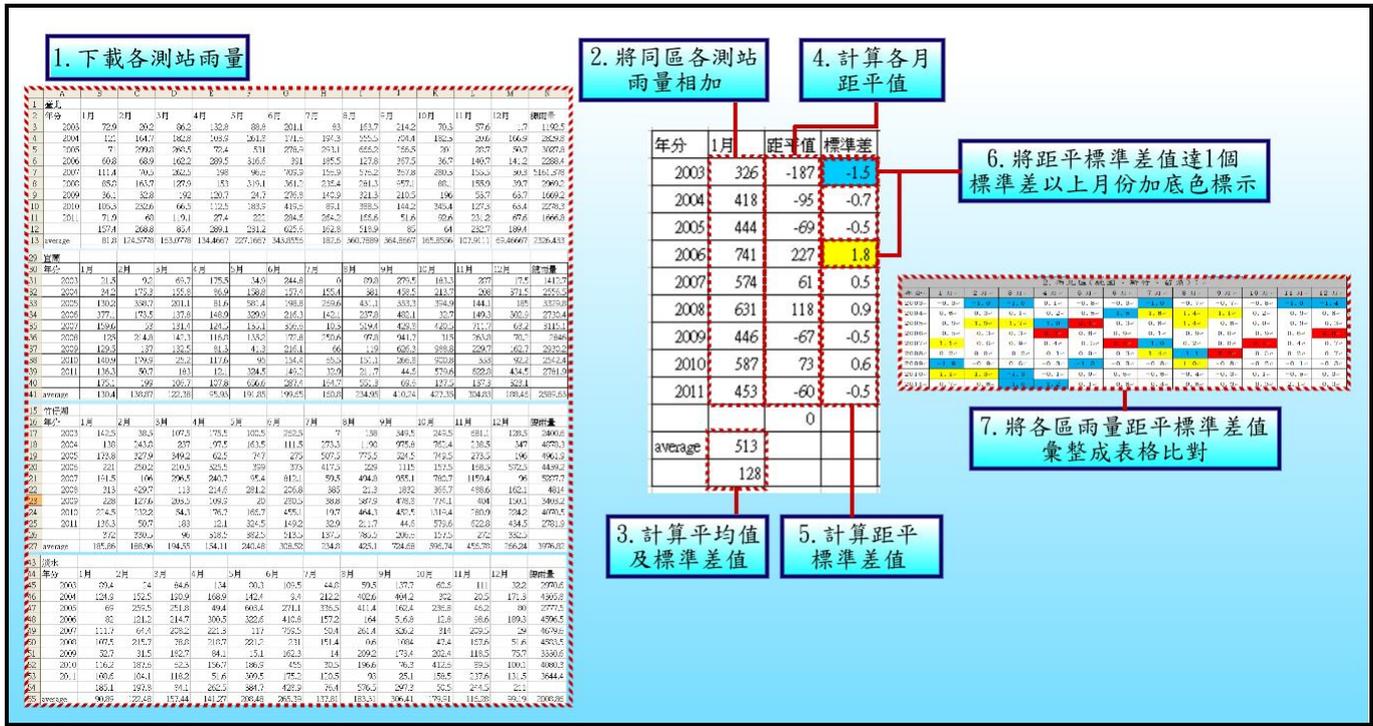


圖 4-5 臺灣各區雨量及海溫距平標準差值計算流程圖

2. 計算臺灣周邊三區海域距平標準差值(圖 4-6)：計算臺灣周邊三區海域各月均溫，區域平均值及標準差值後，回算各月同月份各年各區距平標準差值。

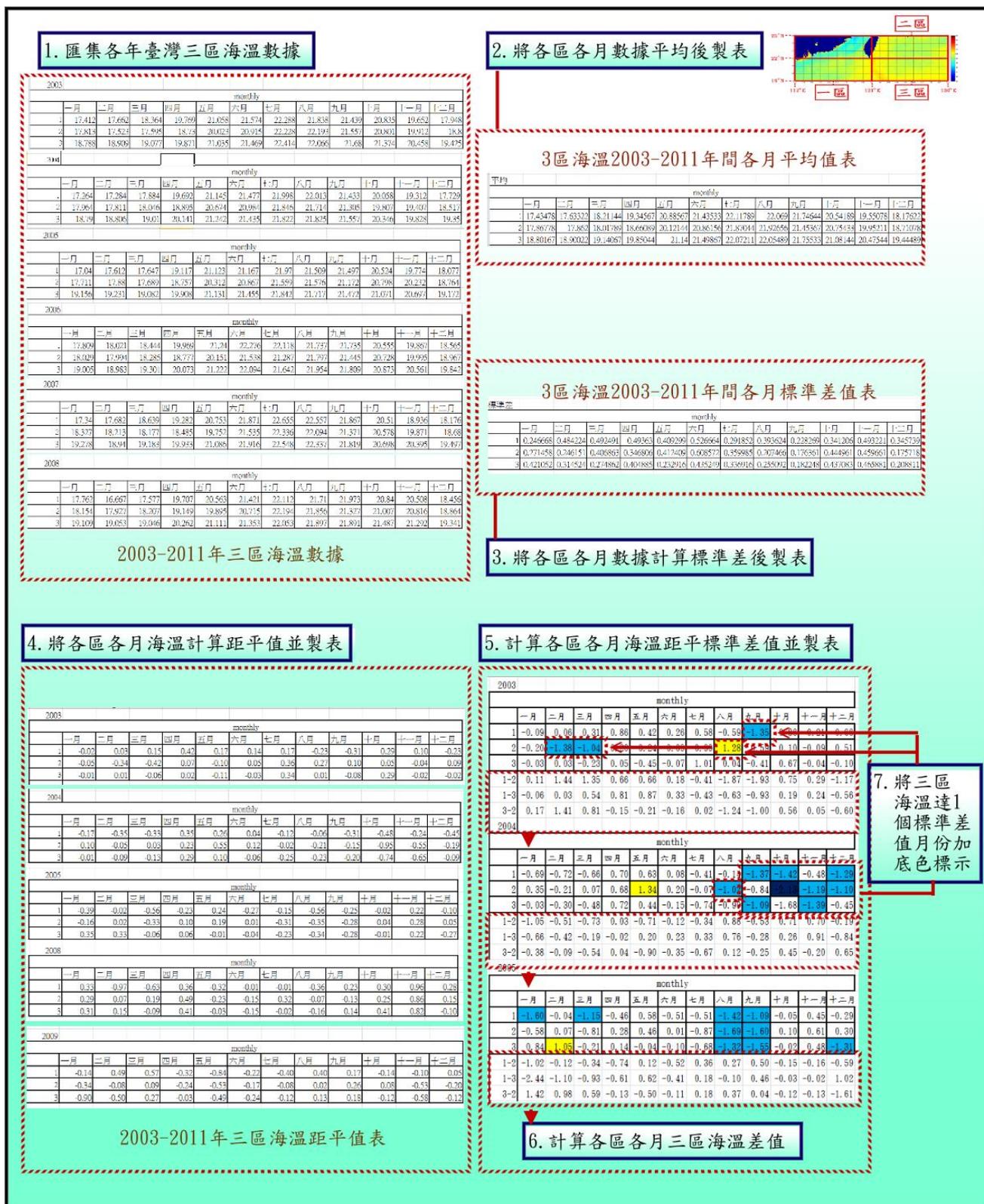


圖 4-6 臺灣各區雨量及海溫距平標準差值計算流程圖

(三) 檢驗藉海溫預測臺灣各區雨量表可行性(圖 4-7)：

1. 參見雨量預測表：參見 2003-2011 年各區海溫與臺灣各區雨量相關性探討之雨量預測表格(53 屆北二區科展作品，表 4-1)，審查各月臺灣附近海溫與各區雨量的相關性。

2. 選擇三區海溫異常月份：依據雨量預測表，選擇海溫距平標準差值大於1 或小於-1 的月份，與臺灣分區雨量比對，檢視由海溫預測雨量是否可行。

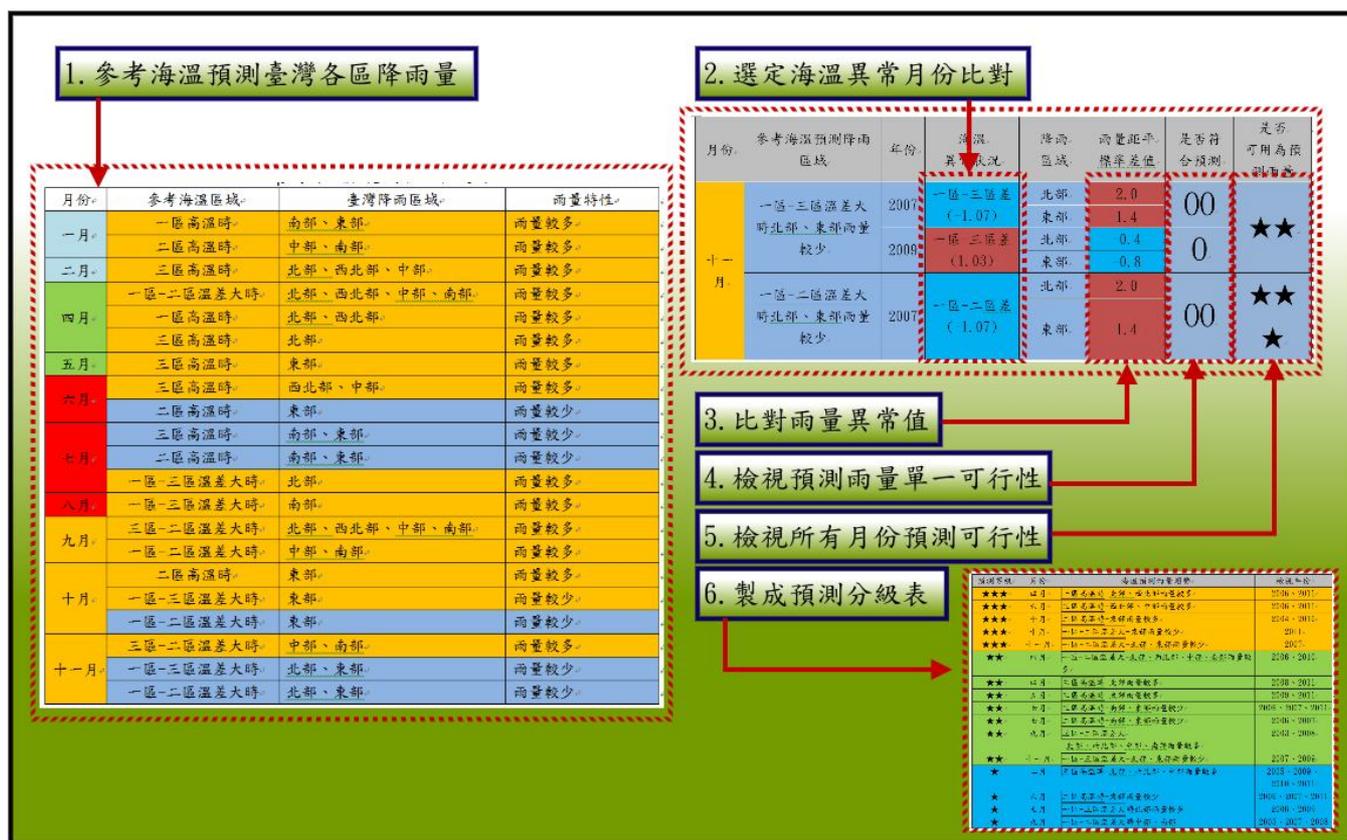


圖 4-7 檢驗海溫預測臺灣各區雨量表可行性流程圖

(四) 針對由海溫可預測雨量月份，檢視此月份海平面高度、海表面風速風向特徵(圖 4-8)：

1. 海平面高度圖特徵：針對海平面高度與同月其他年份比對，尋找其特殊性，並在圖上標示特徵。
2. 風向風速圖特徵：針對風向及風速與同月其他年份比對，尋找其特殊性，並在圖上標示特徵。

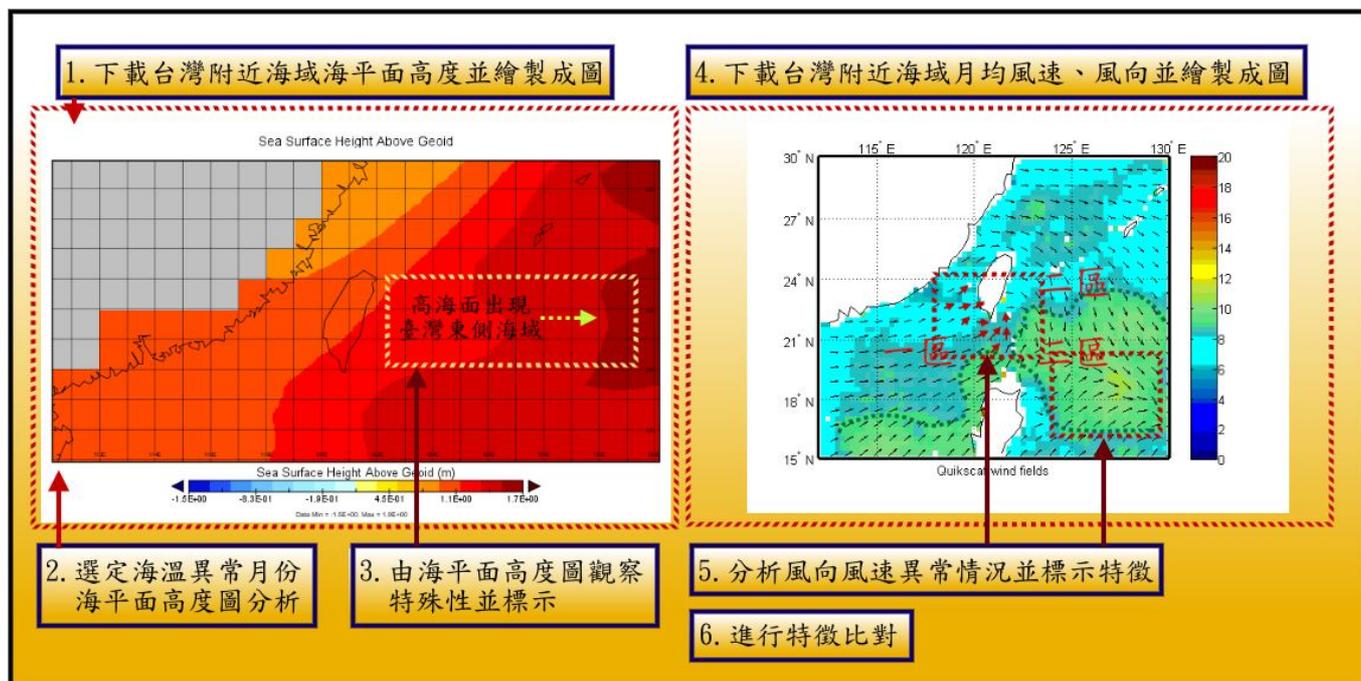


圖 4-8 海平面高度、海表面風速風向特徵流程圖

伍、 研究結果

一、 各區雨量與三區海溫的差異值統計：

(一) 臺灣各區雨量各月差異性統計：

臺灣五區各測站總雨量距平值換算成標準差值，如表 5-1。詳細計算數據請參見附件二。表 5-1 中「紅色」網底代表此月份為 2003 年至 2011 年 9 年間同月雨量距平超過 2 個標準差的極端月份；「黃色」網底代表此月份雨量距平值介於 1 至 2 個標準差間；「淺藍色」網底代表此月份雨量距平值介於 -1 至 -2 個標準差間。

表 5-1(a) 臺灣五區測站累積雨量距平標準差值表(標準差與平均雨量單位為 mm)

| 1. 北區(宜蘭、竹仔湖、台北、淡水)： | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|------|------|------|
| 年分 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 2003 | -1.5 【註1】 | -1.3 | -1.1 | 0.2 | -0.8 | -0.5 | -1.1 | -1.0 | -0.7 | -1.1 | 0.2 | -1.1 |
| 2004 | -0.7 | 0.3 | 0.5 | 0.0 | -0.3 | -1.1 | 0.5 | 1.6 | 0.5 | 0.0 | -0.9 | 1.1 |
| 2005 | -0.5 | 1.7 | 1.6 | -1.0 | 2.2 | -0.2 | 1.8 | 1.3 | -0.4 | 0.2 | -0.9 | -0.3 |
| 2006 | 1.8 | 0.0 | 0.3 | 1.8 | 0.6 | 0.4 | 0.7 | -0.6 | 0.5 | -1.4 | -0.8 | 1.5 |
| 2007 | 0.5 | -0.8 | 0.9 | 0.8 | -0.7 | 2.3 | -0.7 | 0.7 | 0.2 | 0.4 | 2.0 | -1.0 |
| 2008 | 0.9 | 1.1 | -0.7 | 0.5 | 0.1 | -0.3 | 0.9 | -1.1 | 2.2 | -0.7 | 0.1 | -0.7 |
| 2009 | -0.5 | -0.7 | 0.2 | -0.6 | -1.1 | -0.4 | -0.8 | 0.0 | -0.3 | 0.9 | -0.4 | -0.4 |
| 2010 | 0.6 | 0.6 | -1.6 | 0.0 | -0.4 | 0.5 | -0.9 | -0.1 | -0.7 | 1.8 | -0.3 | -0.3 |
| 2011 | -0.5 | -0.9 | -0.1 | -1.6 | 0.4 | -0.6 | -0.4 | -0.7 | -1.3 | 0.0 | 1.1 | 1.2 |
| 標準差 | 128 【註2】 | 388 | 270 | 285 | 711 | 635 | 446 | 787 | 1349 【註2】 | 839 | 594 | 393 |
| 平均 | 513 | 604 | 644 | 562 | 909 | 1163 | 611 | 1269 | 1867 | 1445 | 1040 | 611 |
| 2. 西北區(桃園、新竹、苗栗)： | | | | | | | | | | | | |
| 年分 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 2003 | -0.3 | -1.0 | -1.0 | 0.1 | -0.8 | -0.3 | -1.0 | -0.7 | -0.7 | -0.8 | -1.0 | -1.4 |
| 2004 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | -0.2 | -0.5 | -1.5 | 1.6 | 1.4 | 1.1 | 0.2 | -0.9 | 0.8 |
| 2005 | -0.9 | 1.9 | 1.7 | -1.0 | 2.1 | -0.3 | 0.6 | 1.4 | -0.6 | 0.0 | -0.9 | -0.3 |
| 2006 | -0.5 | -0.3 | 0.3 | 2.3 | 0.8 | 0.9 | 0.1 | -0.9 | 0.0 | -0.9 | 0.6 | 2.0 |
| 2007 | 1.1 | -0.6 | 0.9 | 0.4 | -0.5 | 2.0 | -1.0 | 0.2 | 0.0 | 2.5 | 0.4 | -0.7 |
| 2008 | 0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.1 | 0.0 | -0.3 | 1.4 | -1.1 | 2.2 | -0.5 | 0.2 | -0.7 |
| 2009 | -1.9 | -0.9 | 0.6 | -0.3 | -1.3 | -0.3 | -0.8 | 1.0 | -0.8 | -0.2 | -0.1 | -0.3 |
| 2010 | 1.1 | 1.3 | -1.3 | -0.1 | 0.0 | 0.5 | -0.6 | -0.4 | -0.3 | 0.1 | -0.5 | 0.3 |
| 2011 | 0.7 | -0.6 | -1.0 | -1.2 | 0.1 | -0.8 | -0.4 | -0.8 | -0.9 | -0.3 | 2.1 | 0.3 |
| 標準差 | 76 | 368 | 201 | 375 | 463 | 571 | 487 | 591 | 779 | 222 | 206 | 119 |
| 平均 | 193 | 348 | 497 | 483 | 672 | 876 | 544 | 680 | 689 | 212 | 231 | 170 |

表 5-1(b) 臺灣五區測站累積雨量距平標準差值表

| 3. 中區(臺中、彰化、雲林)： | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年分 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 2003 | 0.2 | -0.5 | -0.9 | 0.5 | -0.6 | -0.3 | -0.9 | -0.7 | -0.9 | -0.5 | -0.7 | -1.2 |
| 2004 | -0.6 | 0.5 | -0.2 | -0.1 | -0.3 | -1.6 | 2.3 | 0.5 | -0.4 | -0.4 | -0.7 | 1.9 |
| 2005 | -0.4 | 2.3 | 2.1 | -1.0 | 2.4 | 1.1 | 0.2 | -0.1 | 0.1 | -0.1 | -0.7 | -0.7 |
| 2006 | -0.1 | -0.6 | 0.2 | 0.8 | 0.5 | 1.6 | -0.1 | -1.1 | -0.1 | -0.5 | 0.8 | 1.2 |
| 2007 | 2.2 | -0.5 | -0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | -0.8 | 1.4 | 1.1 | 2.6 | -0.4 | -0.7 |
| 2008 | -0.4 | -0.5 | -0.1 | 0.3 | -0.3 | -0.2 | 0.5 | 0.1 | 2.1 | -0.1 | -0.4 | -0.6 |
| 2009 | -1.4 | -0.8 | 1.0 | 1.7 | -1.1 | -0.2 | -0.9 | 1.6 | -0.5 | -0.3 | -0.4 | -0.3 |
| 2010 | 0.5 | 0.6 | -1.0 | -0.6 | -0.3 | -0.1 | 0.1 | -0.7 | -0.3 | -0.4 | 0.4 | 0.1 |
| 2011 | 0.1 | -0.6 | -0.9 | -1.6 | -0.3 | -1.0 | -0.4 | -1.0 | -1.0 | -0.4 | 2.2 | 0.3 |
| 標準差 | 44 | 125 | 166 | 188 | 346 | 493 | 793 | 550 | 342 | 207 | 172 | 55 |
| 平均 | 63 | 121 | 316 | 227 | 437 | 918 | 922 | 961 | 476 | 108 | 129 | 69 |
| 4. 南部(嘉義、臺南、高雄、恆春、阿里山)： | | | | | | | | | | | | |
| 年分 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 2003 | 0.3 | -0.7 | -0.6 | 0.7 | -1.3 | 0.1 | -1.4 | -0.5 | -0.6 | -0.5 | 0.7 | -0.8 |
| 2004 | -0.9 | 0.1 | -0.4 | -0.1 | -0.2 | -1.5 | 0.8 | -0.4 | -0.2 | -1.0 | -1.1 | 2.5 |
| 2005 | -0.9 | 2.2 | 2.2 | -1.0 | 1.4 | 1.6 | 1.0 | 0.0 | 0.2 | -0.1 | -0.5 | 0.0 |
| 2006 | -0.2 | -0.8 | 0.4 | 1.7 | 1.1 | 1.2 | 0.9 | -0.8 | -0.5 | -0.9 | 0.0 | -0.3 |
| 2007 | 1.8 | -0.2 | -0.7 | -0.1 | 0.4 | -0.4 | -1.3 | 1.5 | -0.3 | 2.3 | 0.1 | -0.8 |
| 2008 | 0.8 | -0.2 | -0.3 | -0.9 | -0.5 | 0.8 | 1.1 | -0.7 | 2.0 | -0.5 | -0.1 | -0.6 |
| 2009 | -1.3 | -0.9 | 0.9 | 1.1 | -1.6 | -0.6 | -1.0 | 1.9 | -0.7 | -0.2 | -0.9 | -0.2 |
| 2010 | -0.3 | 0.9 | -1.0 | -0.1 | 0.6 | -0.6 | 0.0 | -0.7 | 1.2 | 0.7 | -0.4 | -0.1 |
| 2011 | 0.8 | -0.4 | -0.4 | -1.3 | 0.0 | -0.6 | -0.1 | -0.2 | -1.0 | 0.1 | 2.2 | 0.3 |
| 標準差 | 74 | 146 | 197 | 210 | 493 | 1401 | 1628 | 2158 | 1167 | 528 | 328 | 181 |
| 平均 | 128 | 165 | 237 | 404 | 892 | 2355 | 2618 | 2800 | 1600 | 516 | 346 | 144 |

表 5-1(c) 臺灣五區測站累積雨量距平標準差值表

| 5. 東部(大武、臺東、成功、花蓮)： | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年分 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 2003 | 1.3 | -0.8 | -0.1 | 0.5 | -1.5 | -0.7 | -1.0 | 0.4 | 0.0 | -0.5 | 0.6 | -0.5 |
| 2004 | -0.4 | -0.7 | -0.6 | -1.5 | 0.3 | -0.9 | 1.4 | -1.1 | -0.5 | -1.0 | -0.8 | 2.6 |
| 2005 | -1.7 | 0.3 | 1.9 | -0.9 | -0.1 | 1.2 | 0.8 | 0.1 | 1.0 | -0.4 | -0.5 | -0.1 |
| 2006 | 1.5 | -0.3 | 0.2 | 0.4 | 1.7 | 0.6 | 1.2 | -0.5 | -0.8 | -1.0 | -0.7 | -0.4 |
| 2007 | 0.1 | -1.2 | -1.4 | -0.7 | -0.1 | -0.8 | -1.5 | 2.2 | 0.2 | -0.3 | 1.4 | -0.4 |
| 2008 | 0.0 | 1.9 | 0.3 | 2.0 | -0.7 | 0.6 | 0.1 | -0.6 | 0.0 | -0.6 | -0.4 | -0.2 |
| 2009 | -0.6 | 1.2 | 0.8 | 0.2 | -1.0 | -0.6 | 0.1 | 0.5 | -0.6 | 0.8 | -0.8 | -0.5 |
| 2010 | 0.4 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | 0.8 | -1.1 | -0.6 | -1.0 | 2.0 | 1.6 | -0.6 | -0.5 |
| 2011 | -0.6 | -0.4 | -1.1 | 0.1 | 0.7 | 1.6 | -0.5 | 0.0 | -1.3 | 1.4 | 1.8 | -0.2 |
| 標準差 | 67 | 93 | 59 | 115 | 314 | 427 | 835 | 938 | 633 | 857 | 605 | 330 |
| 平均 | 178 | 198 | 226 | 257 | 568 | 995 | 1313 | 1387 | 1576 | 1071 | 600 | 225 |

●註 1：紅色網底為距平值 2 個標準差以上；黃色網底為距平值 1 至 2 個標準差；淺藍網底為距平值 -1 至 -2 個標準差；深藍色網底為距平值 -2 個標準差以下。以下表格包括海溫分析時依此原則加入網底。

●註 2：藍色網底為各月份中最少，粉紅色網底為各月份中最多

由表 5-1 分析發現如下：

1. 臺灣各區雨量差異變化大月份及區域：

由標準差及平均雨量數字判斷一年中各區以 7 至 9 月標準差及平均雨量最大，可能與颱風帶來豪雨有關，造成雨量多且差異值大現象。而較奇特的是，臺灣北部、西北部、東部雨量最多出現月份為 9 月，但中部、南部則出現在 8 月，可能原因與 8 月時處夏季，颱風若出現臺灣北部可能引進西南氣流造成臺灣西部山區強降雨，而 9 月中後東北季風到達臺灣，若颱風在臺灣南部海域，可能引發共伴效應造成臺灣北部強降雨。

2003 至 2011 年雨量大於 2 倍標準差以上月份以中區最多，達 8 個月份，可能與雨量標準差值小有關，而且 2007 年 9 月雨量更達 2.6 個標準差值量。

2. 臺灣各區雨量差異變化小月份及區域：

由標準差數字判斷一年中各區除東部出現在 3 月，均以 1 月標準差最小。雨量最少月份除西北部出現在 12 月外，也都出現在一月，可能與冬季季風空氣乾燥雨量少有關。

2003 至 2011 年雨量大於 2 倍標準差以上月份以東區、北區最少，僅 4 個月份，代表 2003 至 2011 年間臺灣北區、東區雨量變異性較其他區域小。

3. 臺灣各區雨量距平標準差絕對值大於 1 的月份數統計：

統計 2003-2011 年各月各區雨量距平標準差絕對值大於 1 的月份數，如表 5-2。標準差大於 1 的月份(澇)數最多年分集中在 2005 年。標準差小於 -1 的月份(旱)數最多年分則分散在 2003、2004、2011、2009、2007 等年。

表 5-2 2003 至 2011 年臺灣各區雨量距平標準差絕對值大於 1 之月份數統計表

| 區域 | 距平標準差值 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 北部 | >1(澇) | 0 | 2 | 5 | 3 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 |
| | <-1(旱) | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 西北部 | >1(澇) | 0 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 |
| | <-1(旱) | 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 中部 | >1(澇) | 0 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| | <-1(旱) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 4 |
| 南部 | >1(澇) | 0 | 1 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | <-1(旱) | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 2 |
| 東部 | >1(澇) | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| | <-1(旱) | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| 總計 | >1(澇) | 1 | 10 | 21 | 13 | 14 | 9 | 7 | 6 | 7 |
| | <-1(旱) | 17 | 9 | 5 | 3 | 6 | 2 | 9 | 6 | 12 |
| 合計 | 澇、旱 | 18 | 19 | 26 | 16 | 20 | 11 | 16 | 12 | 19 |

●說明：黃色網底代表該區雨量距平標準差值大於 1 在 2003-2011 年月份數最多的年；藍色網底代表該區雨量距平標準差值小於-1 在 2003-2011 年月份數最多的年。紅色網底為異常雨量(距平標準差絕對值大於 1)發生最多月份年；綠色網底為異常雨量(距平標準差絕對值大於 1)發生最少月份年。

(二)臺灣附近海域三區海溫各月差異性統計：

臺灣附近海域區分成三區，如圖 5-1 將各區海域 2003 年至 2011 年海溫距平值換算成標準差值，並將各區標準差值互相相減，得表 5-2。表 5-2 中「紅色」網底代表此月份為 2003 年至 2011 年 9 年間同月海溫距平超過 2 個標準差的極端月份；「黃色」網底代表此月份海溫距平值介於 1 至 2 個標準差間；「淺藍色」網底代表此月份海溫距平值介於-1 至-2 個標準差間；「深藍色」網底代表此月份海溫距平值低於-2 個標準差的極端月份。

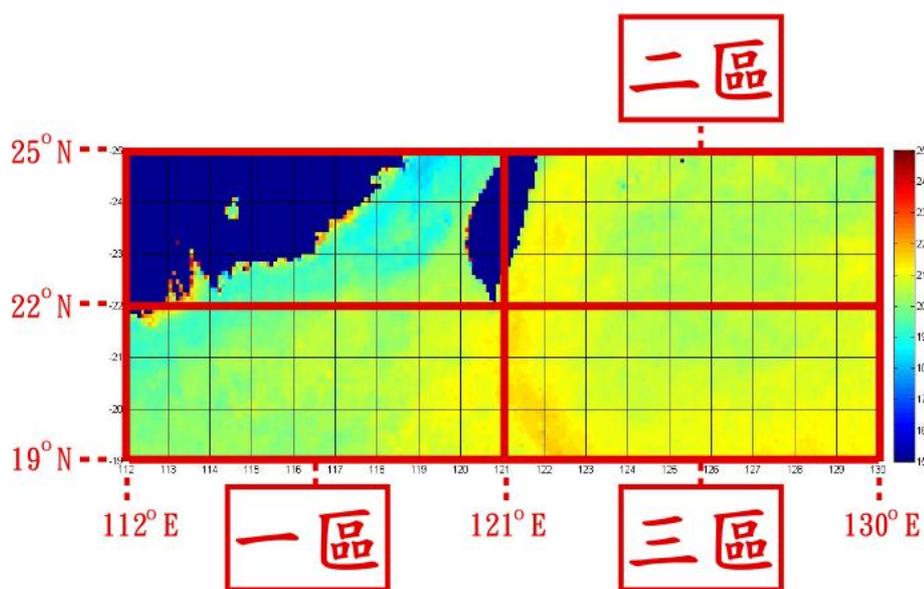


圖 5-1 三區海域位置分布圖

表 5-3(a)各年各月份臺灣周圍三區海域海溫距平標準差值表

2003

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 一區 | -0.09 | 0.06 | 0.31 | 0.86 | 0.42 | 0.26 | 0.58 | -0.59 | -1.35 | 0.86 | 0.21 | -0.66 |
| 二區 | -0.20 | -1.38 | -1.04 | 0.20 | -0.24 | 0.09 | 0.99 | 1.28 | 0.59 | 0.10 | -0.09 | 0.51 |
| 三區 | -0.03 | 0.03 | -0.23 | 0.05 | -0.45 | -0.07 | 1.01 | 0.04 | -0.41 | 0.67 | -0.04 | -0.10 |
| 一-二區 | 0.11 | 1.44 | 1.35 | 0.66 | 0.66 | 0.18 | -0.41 | -1.87 | -1.93 | 0.75 | 0.29 | -1.17 |
| 一-三區 | -0.06 | 0.03 | 0.54 | 0.81 | 0.87 | 0.33 | -0.43 | -0.63 | -0.93 | 0.19 | 0.24 | -0.56 |
| 三-二區 | 0.17 | 1.41 | 0.81 | -0.15 | -0.21 | -0.16 | 0.02 | -1.24 | -1.00 | 0.56 | 0.05 | -0.60 |

2004

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 一區 | -0.69 | -0.72 | -0.66 | 0.70 | 0.63 | 0.08 | -0.41 | -0.14 | -1.37 | -1.42 | -0.48 | -1.29 |
| 二區 | 0.35 | -0.21 | 0.07 | 0.68 | 1.34 | 0.20 | -0.07 | -1.02 | -0.84 | -2.13 | -1.19 | -1.10 |
| 三區 | -0.03 | -0.30 | -0.48 | 0.72 | 0.44 | -0.15 | -0.74 | -0.90 | -1.09 | -1.68 | -1.39 | -0.45 |
| 一-二區 | -1.05 | -0.51 | -0.73 | 0.03 | -0.71 | -0.12 | -0.34 | 0.88 | -0.53 | 0.71 | 0.70 | -0.19 |
| 一-三區 | -0.66 | -0.42 | -0.19 | -0.02 | 0.20 | 0.23 | 0.33 | 0.76 | -0.28 | 0.26 | 0.91 | -0.84 |
| 三-二區 | -0.38 | -0.09 | -0.54 | 0.04 | -0.90 | -0.35 | -0.67 | 0.12 | -0.25 | 0.45 | -0.20 | 0.65 |

2005

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 一區 | -1.60 | -0.04 | -1.15 | -0.46 | 0.58 | -0.51 | -0.51 | -1.42 | -1.09 | -0.05 | 0.45 | -0.29 |
| 二區 | -0.58 | 0.07 | -0.81 | 0.28 | 0.46 | 0.01 | -0.87 | -1.69 | -1.60 | 0.10 | 0.61 | 0.30 |
| 三區 | 0.84 | 1.05 | -0.21 | 0.14 | -0.04 | -0.10 | -0.68 | -1.32 | -1.55 | -0.02 | 0.48 | -1.31 |
| 一-二區 | -1.02 | -0.12 | -0.34 | -0.74 | 0.12 | -0.52 | 0.36 | 0.27 | 0.50 | -0.15 | -0.16 | -0.59 |
| 一-三區 | -2.44 | -1.10 | -0.93 | -0.61 | 0.62 | -0.41 | 0.18 | -0.10 | 0.46 | -0.03 | -0.02 | 1.02 |
| 三-二區 | 1.42 | 0.98 | 0.59 | -0.13 | -0.50 | -0.11 | 0.18 | 0.37 | 0.04 | -0.12 | -0.13 | -1.61 |

2006

| 區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 一區 | 1.52 | 0.80 | 0.47 | 1.26 | 0.87 | 1.60 | 0.00 | -0.84 | -0.05 | 0.04 | 0.64 | 1.12 |
| 二區 | 0.59 | 0.54 | 0.66 | 0.33 | 0.07 | 1.11 | -1.62 | -0.62 | -0.05 | -0.06 | 0.09 | 1.46 |
| 三區 | 0.48 | 0.26 | 0.58 | 0.55 | 0.35 | 1.37 | -1.28 | -0.40 | 0.29 | -0.48 | 0.18 | 1.90 |
| 一-二區 | 0.92 | 0.26 | -0.18 | 0.93 | 0.79 | 0.48 | 1.62 | -0.22 | 0.00 | 0.10 | 0.55 | -0.33 |
| 一-三區 | 1.03 | 0.54 | -0.11 | 0.71 | 0.51 | 0.23 | 1.28 | -0.45 | -0.34 | 0.52 | 0.46 | -0.78 |
| 三-二區 | -0.11 | -0.27 | -0.07 | 0.21 | 0.28 | 0.26 | 0.34 | 0.23 | 0.34 | -0.42 | 0.09 | 0.44 |

表 5-3(b)各年各月份臺灣周圍三區海域海溫距平標準差值表

2007

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 一區 | -0.38 | 0.10 | 0.87 | -0.13 | -0.32 | 0.83 | 1.84 | 1.24 | 0.53 | -0.09 | -1.25 | 0.00 |
| 二區 | 1.69 | 1.43 | 0.39 | -0.51 | -0.90 | 1.11 | 1.29 | 0.81 | -0.47 | -0.40 | -0.18 | -0.18 |
| 三區 | 1.13 | 0.13 | 0.15 | 0.20 | -0.23 | 0.96 | 1.41 | 1.11 | 0.35 | -0.88 | -0.17 | 0.25 |
| 一-二區 | -2.08 | -1.33 | 0.48 | 0.38 | 0.57 | -0.28 | 0.55 | 0.43 | 1.00 | 0.30 | -1.07 | 0.17 |
| 一-三區 | -1.52 | -0.03 | 0.71 | -0.33 | -0.09 | -0.13 | 0.43 | 0.13 | 0.18 | 0.78 | -1.07 | -0.25 |
| 三-二區 | -0.56 | -1.30 | -0.24 | 0.71 | 0.66 | -0.15 | 0.12 | 0.30 | 0.82 | -0.48 | 0.00 | 0.42 |

2008

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 一區 | 1.33 | -2.00 | -1.29 | 0.73 | -0.79 | -0.03 | -0.02 | -0.91 | 0.99 | 0.87 | 1.94 | 0.81 |
| 二區 | 1.05 | 0.26 | 0.46 | 1.41 | -0.55 | -0.24 | 0.90 | -0.34 | -0.72 | 0.57 | 1.88 | 0.87 |
| 三區 | 0.73 | 0.49 | -0.34 | 1.02 | -0.12 | -0.33 | -0.06 | -0.62 | 0.74 | 0.93 | 1.75 | -0.50 |
| 一-二區 | 0.27 | -2.26 | -1.75 | -0.68 | -0.24 | 0.21 | -0.92 | -0.57 | 1.71 | 0.31 | 0.06 | -0.06 |
| 一-三區 | 0.60 | -2.48 | -0.94 | -0.28 | -0.66 | 0.31 | 0.04 | -0.29 | 0.25 | -0.05 | 0.19 | 1.31 |
| 三-二區 | -0.32 | 0.22 | -0.81 | -0.39 | 0.42 | -0.09 | -0.96 | -0.28 | 1.46 | 0.36 | -0.13 | -1.37 |

2009

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 一區 | -0.56 | 1.02 | 1.16 | -0.65 | -2.05 | -0.42 | -1.37 | 1.01 | 0.75 | -0.40 | -0.20 | 0.15 |
| 二區 | -1.24 | -0.31 | 0.23 | -0.69 | -1.29 | -0.27 | -0.23 | 0.09 | 1.46 | 0.19 | -1.16 | -1.14 |
| 三區 | -2.14 | -1.59 | 0.99 | -0.06 | -2.10 | -0.56 | -0.34 | 0.49 | 1.01 | -0.27 | -1.24 | -0.57 |
| 一-二區 | 0.69 | 1.33 | 0.93 | 0.03 | -0.76 | -0.15 | -1.14 | 0.92 | -0.71 | -0.59 | 0.96 | 1.28 |
| 一-三區 | 1.58 | 2.61 | 0.17 | -0.59 | 0.05 | 0.14 | -1.03 | 0.52 | -0.26 | -0.13 | 1.03 | 0.72 |
| 三-二區 | -0.89 | -1.28 | 0.76 | 0.62 | -0.81 | -0.29 | -0.11 | 0.40 | -0.45 | -0.45 | -0.08 | 0.57 |

2010

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 一區 | 0.64 | 1.26 | 1.17 | -0.34 | -0.45 | 0.24 | 0.93 | 1.09 | 0.87 | 1.56 | -1.32 | 1.47 |
| 二區 | -0.50 | 1.12 | 1.66 | 0.41 | -0.59 | 0.29 | 0.52 | 1.03 | 1.13 | 1.71 | -0.79 | 0.63 |
| 三區 | -0.19 | 1.37 | 1.52 | -0.16 | 0.48 | 0.88 | 1.33 | 1.84 | 1.39 | 1.67 | -0.53 | 1.26 |
| 一-二區 | 1.13 | 0.14 | -0.49 | -0.75 | 0.14 | -0.05 | 0.42 | 0.06 | -0.26 | -0.15 | -0.53 | 0.84 |
| 一-三區 | 0.83 | -0.12 | -0.34 | -0.18 | -0.93 | -0.64 | -0.40 | -0.75 | -0.52 | -0.11 | -0.79 | 0.21 |
| 三-二區 | 0.30 | 0.26 | -0.14 | -0.56 | 1.07 | 0.59 | 0.82 | 0.80 | 0.26 | -0.04 | 0.27 | 0.63 |

表 5-3(c)各年各月份臺灣周圍三區海域海溫距平標準差值表

2011

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 一區 | -0.15 | -0.48 | -0.89 | -1.97 | 1.11 | -2.05 | -1.04 | 0.57 | 0.73 | -1.37 | 0.01 | -1.31 |
| 二區 | -1.17 | -1.52 | -1.63 | -2.11 | 1.68 | -2.30 | -0.91 | 0.46 | 0.50 | -0.08 | 0.82 | -1.35 |
| 三區 | -0.79 | -1.43 | -1.98 | -2.46 | 1.67 | -1.99 | -0.66 | -0.24 | -0.73 | 0.06 | 0.95 | -0.49 |
| 一-二區 | 1.02 | 1.05 | 0.74 | 0.14 | -0.58 | 0.25 | -0.13 | 0.11 | 0.22 | -1.29 | -0.81 | 0.05 |
| 一-三區 | 0.64 | 0.96 | 1.09 | 0.49 | -0.56 | -0.06 | -0.39 | 0.81 | 1.45 | -1.43 | -0.94 | -0.82 |
| 三-二區 | 0.38 | 0.09 | -0.35 | -0.35 | -0.01 | 0.30 | 0.26 | -0.70 | -1.23 | 0.14 | 0.13 | 0.87 |

標準差

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 一區 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.3 |
| 二區 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.2 |
| 三區 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.2 |

海溫

平均

| 海區域 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 一區 | 17.4 【註3】 | 17.6 | 18.2 | 19.3 | 20.9 | 21.4 | 22.1 | 22.1 | 21.7 | 20.5 | 19.6 | 18.2 |
| 二區 | 17.9 | 17.9 | 18.0 | 18.7 | 20.1 | 20.9 | 21.9 | 21.9 | 21.5 | 20.8 | 20.0 | 18.7 |
| 三區 | 18.8 | 18.9 | 19.1 | 19.9 | 21.1 | 21.5 | 22.1 | 22.1 | 21.8 | 21.1 | 20.5 | 19.4 |
| 一-二區 | -0.5 【註4】 | -0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | -0.3 | -0.4 | -0.5 |
| 一-三區 | -1.4 | -1.3 | -0.9 | -0.6 | -0.2 | -0.1 | 0 | 0 | -0.1 | -0.6 | -0.9 | -1.2 |
| 三-二區 | 0.9 | 1 | 1.1 | 1.2 | 1 | 0.6 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.7 |

●註3：三區海溫均值，若 21 度以上用加粉紅底色；18 度以下加藍底色。

●註4：三區相對平均溫差值若高於 0.5 度則加入紅色底色；差值低於 -0.5 度加入藍色底色。

由表 5-3 分析發現如下：

1. 標準差值：由三區海溫標準差表，可發現：

(1) 三區海溫比較：一區海溫變異性較大，三區海溫變異性最小。

(2) 月份區分：以 6 月及 11 月海溫變異性最大，可能與季節轉換有關，6 月為春夏交替；11 月為秋冬交替。

2. 距平標準差值：

(1) 海溫與平均月海溫差異標準差較大年份：由表 5-2 可見 2009、2011 年為海溫與月海溫均值差異較大的年。各有 4 個月份區域海溫距平值達 2 個標準差以上。且大多數月份均出現 1 個標準差以上的異常海溫值。也可發現 2003 至 2011 年間，越後期海溫異常有出現越多的情況。

(2) 海溫與平均月海溫差異標準差較小年份及月份：2003 年為海溫與月海溫均值差異最小的年，三區海域僅 4 個大於 1 個標準差異常值。且 9 年間可發現 4 月到 7 月間最少出現海溫異常現象。

3. 臺灣附近三區海域海溫距平標準差絕對值大於1月份數統計：

統計 2003-2011 年各月三區海溫距平標準差絕對值大於1 的月份數，如表 5-4。標準差大於1 的月份(高溫)數最多年分集中在 2010 年。標準差小於-1 的月份(旱)數最多年分集中在 2011 年。由此可看出海溫異常發生的月份有逐年增加的情況。

表 5-4 2003 至 2011 年三區海溫距平標準差絕對值大於 1 之月份數統計表

| 海域 | 距平標準差值 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|----|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 一區 | >1(高溫) | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 3 | 5 | 1 |
| | <-1(低溫) | 1 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 5 |
| 二區 | >1(高溫) | 1 | 1 | 0 | 2 | 4 | 3 | 1 | 5 | 1 |
| | <-1(低溫) | 2 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 |
| 三區 | >1(高溫) | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 7 | 1 |
| | <-1(低溫) | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 |
| 總計 | >1(高溫) | 1 | 1 | 1 | 8 | 9 | 7 | 5 | 17 | 3 |
| | <-1(低溫) | 3 | 10 | 9 | 2 | 1 | 2 | 10 | 1 | 15 |
| 合計 | | 4 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9 | 15 | 18 | 18 |

●說明：黃色網底代表該海域海溫距平標準差值大於1 在 2003-2011 年月份數最多的年；藍色網底代表該海域海溫距平標準差值小於-1 在 2003-2011 年月份數最多的年。紅色網底為異常海溫(距平標準差絕對值大於1)發生最多月份年；綠色網底為異常海溫(距平標準差絕對值大於1)發生最少月份年。

二、2003-2011 年間各月海溫、海平面高度及海面風速、風向比較：

(一)2003-2011 年各月海溫比較：

利用衛星海溫資料研究北緯 19 至 25 度，東經 112 至 121 度範圍內 2003 年至 2011 年海溫，呈現東側高溫西側低溫的情況，春、秋季此區海溫分布於 19℃ 至 21℃ 間；夏季海溫則分布於 21℃ 至 23℃ 間，各區溫度差異最小；冬季海溫則分布於 16℃ 至 19℃ 間，各區溫度差異最大。(53 屆北二區科展作品)

(二)2003-2010 年各月海平面高度及海表面風向、風速比較：

1. 海平面高度分布：呈現臺灣東側海域較臺灣西側海域高的情況，與混合層厚度有關外，應與海底地形有關。

2. 海面高度月際間差異：臺灣東側海域 7 月到 10 月間明顯海面高度較其他月份高。

陸、討論

一、利用 2003-2011 年月雨量與三區海溫相關性尋找具明顯特徵月份：

(一)檢視由海溫預測降雨區域是否可行：

找出海溫或海溫差異異常月份(差異值在一個標準差)，帶入 53 屆北二區科展參考海溫預測臺灣各區降雨量表，與臺灣各區總雨量距平標準差值比對，先檢驗單一月份是否符合預測，再判斷是否可用為預測強降雨發生，結果如表 6-1。

表 6-1(a) 超過一個標準差海溫預測臺灣各區降雨量檢測表

| 月份 | 參考海溫預測降雨區域 | 年份 | 海溫異常狀況 註 1 | 降雨區域 | 雨量距平標準差值 註 2 | 是否符合預測 註 3 | 是否可用為預測雨量 註 4 |
|------|------------------------|------|-----------------|------|-----------------|---------------|------------------|
| 一月 | 一區高溫時 南部、東部雨量較多 | 2005 | 一區低溫 (-1.6) | 南部 | -0.9 | 0 | X |
| | | | | 東部 | -1.7 | | |
| | | 2006 | 一區高溫 (1.52) | 南部 | -0.2 | X | |
| | | | | 東部 | 1.5 | | |
| | | 2008 | 一區高溫 (1.33) | 南部 | -0.2 | X | |
| | | | | 東部 | 1.5 | | |
| | 二區高溫時 中部、南部雨量較多 | 2007 | 二區高溫 (1.69) | 中部 | 2.2 | 00 | |
| | | | | 南部 | 1.8 | | |
| | | 2008 | 二區高溫 (1.05) | 中部 | -0.4 | X | |
| | | | | 南部 | 0.8 | | |
| 2009 | 二區低溫 (-1.24) | 中部 | -1.4 | 00 | | | |
| | | 南部 | -1.3 | | | | |
| 2011 | 二區低溫 (-1.17) | 中部 | 0.1 | X | | | |
| | | 南部 | 0.8 | | | | |
| 二月 | 三區高溫時 北部、西北部、中部雨量較多 | 2005 | 三區高溫 (1.05) | 北部 | 1.7 | 00 | ★ |
| | | | | 西北部 | 1.9 | | |
| | | | | 中部 | 2.3 | | |
| | | 2009 | 三區低溫 (-1.59) | 北部 | -0.7 | 0 | |
| | | | | 西北部 | -0.9 | | |
| | | | | 中部 | -0.8 | | |
| | | 2010 | 三區高溫 (1.37) | 北部 | 0.6 | 0 | |
| | | | | 西北部 | 1.3 | | |
| | | | | 中部 | 0.6 | | |
| | | 2011 | 三區低溫 (-1.43) | 北部 | -0.9 | 0 | |
| 西北部 | | | | -0.6 | | | |
| 中部 | | | | -0.6 | | | |

表 6-1(b) 超過一個標準差海溫預測臺灣各區降雨量檢測表

| 月份 | 參考海溫預測降雨區域 | 年份 | 海溫異常狀況 | 降雨區域 | 雨量距平標準差值 | 是否符合預測 | 是否可用為預測雨量 |
|------|---------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------|--------|-----------|
| 四月 | 一區-二區溫差大 時北部、西北部、 中部、南部雨量較 多 | 2006 | 一區-二區差 (0.93) | 北部 | 1.8 | 00 | ★★★ |
| | | | | 西北部 | 2.3 | | |
| | | | | 中部 | 0.8 | | |
| | | | | 南部 | 1.7 | | |
| | | 2010 | 一區-二區差 (-0.75) | 北部 | 0.0 | 0 | |
| | | | | 西北部 | -0.1 | | |
| | 中部 | | | -0.6 | | | |
| | 2006 | 一區高溫 (1.26) | 北部 | 1.8 | 00 | ★★★ | |
| | | | 西北部 | 2.3 | | | |
| | 2011 | 一區低溫 (-1.97) | 北部 | -1.6 | 00 | ★ | |
| 西北部 | | | -1.2 | | | | |
| 2008 | 三區高溫時 北部雨量較多 | 三區高溫 (1.02) | 北部 | 0.5 | 0 | ★★★ | |
| | | | 2011 | 三區低溫 (-2.46) | 北部 | | -1.6 |
| 五月 | 三區高溫時 東部雨量較多 | 2009 | 三區低溫 (-2.10) | 東部 | -1.0 | 00 | ★★★ |
| | | 2011 | 三區高溫 (1.67) | 東部 | 0.7 | 0 | |
| 六月 | 三區高溫時 西北部、中部雨量 較多 | 2006 | 三區高溫 (1.37) | 西北部 | 0.9 | 0 | ★ |
| | | | | 中部 | 1.6 | | |
| | | 2011 | 三區低溫 (-1.99) | 西北部 | -0.8 | 0 | |
| | | | | 中部 | -1.0 | | |
| | 2006 | 二區高溫 (1.11) | 東部 | 0.6 | X | ★ | |
| 2007 | 二區高溫 (1.11) | 東部 | -0.8 | 0 | | | |
| 2011 | 二區低溫 (-2.30) | 東部 | 1.6 | 00 | | | |

表 6-1(c) 超過一個標準差海溫預測臺灣各區降雨量檢測表

| 月份 | 參考海溫預測降雨區域 | 年份 | 海溫異常狀況 | 降雨區域 | 雨量距平標準差值 | 是否符合預測 | 是否可用為預測雨量 |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|------|----------|--------|-----------|
| 七月 | 三區高溫時 南部、東部雨量較少 | 2006 | 三區低溫 (-1.28) | 南部 | 0.9 | 0 | ★ |
| | | | | 東部 | 1.2 | | |
| | | 2007 | 三區高溫 (1.41) | 南部 | -1.3 | 00 | |
| | | | | 東部 | -1.5 | | |
| | | 2010 | 三區高溫 (1.33) | 南部 | 0 | X | |
| | | | | 東部 | -0.6 | | |
| | 二區高溫時 南部、東部雨量較少 | 2006 | 二區低溫 (-1.60) | 南部 | 0.9 | 0 | ★★★ |
| | | | | 東部 | 1.2 | | |
| | | 2007 | 二區高溫 (1.29) | 南部 | -1.3 | 00 | |
| | | | | 東部 | -1.5 | | |
| 一區-三區溫差大 時北部雨量較多 | 2006 | 一區-三區差 (1.28) | 北部 | 0.7 | 0 | ★ | |
| | 2009 | 一區-三區差 (-1.03) | 北部 | -0.8 | 0 | | |
| 八月 | 一區-三區溫差大 時南部雨量較多 | 2010 | 一區-三區差 (-0.75) | 南部 | -0.7 | 00 | X |
| | | 2011 | 一區-三區差 (0.81) | 南部 | -0.2 | X | |
| 九月 | 三區-二區溫差大 時北部、西北部、 中部、南部雨量較多 | 2003 | 三區-二區差 (-1.00) | 北部 | -0.7 | 0 | ★★★ |
| | | | | 西北部 | -0.7 | | |
| | | | | 中部 | -0.9 | | |
| | | | | 南部 | -0.6 | | |
| | | 2008 | 三區-二區差 (1.46) | 北部 | 2.2 | 00 | |
| | | | | 西北部 | 2.2 | | |
| | 中部 | | | 2.1 | | | |
| | 南部 | | | 2.0 | | | |
| | 一區-二區溫差大 時中部、南部 | 2003 | 一區-二區差 (-1.93) | 中部 | -0.9 | 0 | ★ |
| | | | | 南部 | -0.6 | | |
| 2007 | | 一區-二區差 (1.00) | 中部 | 1.1 | X | | |
| | | | 南部 | -0.3 | | | |
| 2008 | | 一區-二區差 (1.71) | 中部 | 2.1 | 00 | | |
| | | | 南部 | 2.0 | | | |

表 6-1(d) 超過一個標準差海溫預測臺灣各區降雨量檢測表

| 月份 | 參考海溫預測降雨區域 | 年份 | 海溫異常狀況 | 降雨區域 | 雨量距平標準差值 | 是否符合預測 | 是否可用為預測雨量 |
|------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------|----------|---------|-----------|
| 十月 | 二區高溫時 東部雨量較多 | 2004 | 二區低溫 (-2.13) | 東部 | -1.0 | 00 | ★★ |
| | | 2010 | 二區高溫 (1.71) | 東部 | 1.6 | 00 | ★ |
| | 一區-三區溫差大 時東部雨量較多 | 2011 | 一區-三區差 (-1.43) | 東部 | 1.4 | X | X |
| | 一區-二區溫差大 時東部雨量較少 | 2011 | 一區-二區差 (-1.29) | 東部 | 1.4 | 00 | ★★ ★ |
| 十一月 | 一區-三區溫差大 時北部、東部雨量較少 | 2007 | 一區-三區差 (-1.07) | 北部 | 2.0 | 00 | ★★ |
| | | 東部 | | 1.4 | | | |
| | 2009 | 一區-三區差 (1.03) | 北部 | -0.4 | 0 | ★★ | |
| | | | 東部 | -0.8 | | | |
| 一區-二區溫差大 時北部、東部雨量較少 | 2007 | 一區-二區差 (-1.07) | 北部 | 2.0 | 00 | ★★ ★ | |
| | | | 東部 | 1.4 | | | |

註：

1. 括號內為海溫距平標準差值=距平值/標準差。平均值為 2003-2011 年各月均海溫，以月為單位計算。
2. 雨量距平標準差值=距平值/標準差。平均值為 2003-2011 年各月各區內測站總雨量值，以月為單位計算。
3. 「X」為半數以上臺灣分區雨量，不符合預測值。「0」為超過半數臺灣分區雨量，符合預測值。「00」為符合預測且全數分區雨量超過一個標準差值。
4. 「X」為半數以上預測年分，不符合預測值。「★」為超過半數預測年份，符合預測值。「★★」為符合預測且半數年份超過一個標準差值。「★★★」為符合預測且全數年份超過一個標準差值。

(二)檢測後可由海溫差異預測雨量結果(表 6-2)：

本研究將檢測結果區分三個等級如下：

1. 完全符合預測(★★★)：當海溫超過 1 個標準差的差異值時，分區雨量至少一半符合預測變化，也超過一個標準差的差異值，可以依據海溫值預測異常降雨量(強降雨或乾旱)。
2. 部分符合預測(★★)：當海溫超過 1 個標準差的差異值時，分區雨量至少一半符合預測變化，至少超過一半月份達一個標準差的差異值。
3. 少部分符合預測(★)：當海溫超過 1 個標準差的差異值時，分區雨量至少一半符合預測變化，未

達一半月份超過一個標準差的差異值。

表 6-2 檢測由海溫預測雨量表可行性表

| 預測等級 | 月份 | 海溫預測雨量趨勢 | 檢視年份 |
|------|-----|---------------------------|---------------------|
| ★★★★ | 四月 | 一區高溫時-北部、西北部雨量較多 | 2006、2011 |
| ★★★★ | 十月 | 二區高溫時-東部雨量較多 | 2004、2010 |
| ★★★★ | 十月 | 一區-二區溫差大-東部雨量較少 | 2011 |
| ★★★★ | 十一月 | 一區-二區溫差大-北部、東部雨量較少 | 2007 |
| ★★ | 四月 | 一區-二區溫差大-北部、西北部、中部、南部雨量較多 | 2006、2010 |
| ★★ | 四月 | 三區高溫時-北部雨量較多 | 2008、2011 |
| ★★ | 五月 | 三區高溫時-東部雨量較多 | 2009、2011 |
| ★★ | 七月 | 二區高溫時-南部、東部雨量較少 | 2006、2007 |
| ★★ | 九月 | 三區-二區溫差大-北部、西北部、中部、南部雨量較多 | 2003、2008 |
| ★★ | 十一月 | 一區-三區溫差大-北部、東部雨量較少 | 2007、2009 |
| ★ | 二月 | 三區高溫時-北部、西北部、中部雨量較多 | 2005、2009、2010、2011 |
| ★ | 六月 | 三區高溫時-西北部、中部雨量較多 | 2006、2011 |
| ★ | 六月 | 二區高溫時-東部雨量較少 | 2006、2007、2011 |
| ★ | 七月 | 一區-三區溫差大時-北部雨量較多 | 2006、2009 |
| ★ | 七月 | 三區高溫時-南部、東部雨量較少 | 2006、2007、2011 |
| ★ | 九月 | 一區-二區溫差大時-中部、南部 | 2003、2007、2008 |

表 6-3 預測表出現年份統計表

由表 6-2 可見由海溫差異值預測強降雨情況，較為準確月份(等級★★以上)有四月、五月、七月、九月、十月、十一月，統計預測年份及月分如表 6-3 及表 6-4 所示。冬季似乎較不容易預測強降雨，可能與冬季雨量少，以北部四測站雨量總合為例，12 月平均雨量 611mm、1 月平均 513mm、2 月平均 604mm，1 月分標準差僅 218mm，與夏季雨量(8、9 月)標準差達 1000mm 以上相比，幾場大雨可能就能達到一個標準差，加上臺灣冬季雨量主要受強烈東北季風影響，氣流移動快速，水氣能量交換時間短，降雨主要受天氣系統影響，故冬季利用海溫預測雨量較為困難。

表 6-3 預測表出現年份統計表

| 年份 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 預測出現次數 | 3 | 1 | 1 | 6 | 5 | 3 | 4 | 3 | 7 |

表 6-4 預測表出現月份統計表

| 月份 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| ★★★ | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| ★★ | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| ★ | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 總預測 次數 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 3 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 |

由表可見出現預測年次最多前四名為 2011、2006、2007 及 2009 年，預測月份除一月、三月、八月、十二月外均可預測。推測可能一月、十二月冬季東北季風強烈與冷鋒移動速度快、三月春雨鋒面、八月颱風引發強降雨(高培根、余嘉裕，2007)，主要為移動快速的天氣系統或極端天氣系統造成之降雨，海氣交換能量時間短，造成異常降雨無法由海溫預測。

(三) 海洋聖嬰指數(ONI)與雨量預測表時間比對：

下表 6-5 為 2003 至 2011 年個月海洋聖嬰指數(ONI)值，當海溫距平大於 0.5 度以紅色文字表示、低於 -0.5 度以藍色文字表示。若將海溫預測雨量表(表 6-2)，所檢視月份分預測等級分別加入底色黃色、綠色及藍色，可發現預測檢視月份共有 25 個，其中屬於 ONI 異常(溫度距平值超過 0.5 度)的月份有 13 個月份，僅占所有預測月份的 52%，並無明顯關係。代表海溫異常預測雨量準確值，並不會因聖嬰現象發生與否，準確度有所改變。

表 6-5 2003-2011 年各月海洋聖嬰指數(ONI)表

| | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2003 | 1.1 | 0.8 | 0.4 | 0 | -0.2 | -0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.3 |
| 2004 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 2005 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0 | -0.2 | -0.5 | -0.8 |
| 2006 | -0.9 | -0.7 | -0.5 | -0.3 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1 | 1 |
| 2007 | 0.7 | 0.3 | -0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.3 | -0.4 | -0.6 | -0.8 | -1.1 | -1.2 | -1.4 |
| 2008 | -1.5 | -1.5 | -1.2 | -0.9 | -0.7 | -0.5 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | -0.2 | -0.5 | -0.7 |
| 2009 | -0.8 | -0.7 | -0.5 | -0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.4 | 1.6 |
| 2010 | 1.6 | 1.3 | 1 | 0.6 | 0.1 | -0.4 | -0.9 | -1.2 | -1.4 | -1.5 | -1.5 | -1.5 |
| 2011 | -1.4 | -1.2 | -0.9 | -0.6 | -0.3 | -0.2 | -0.2 | -0.4 | -0.6 | -0.8 | -1 | -1 |

二、 雨量海溫與台灣各區雨量異常月份海表面高度與風向風速特徵分析：

(一) 預測等級完全符合預測(★★★)：

1. 2006 年 4 月(一區高溫時-北部、西北部雨量較多)：

2006 年 4 月海平面高度圖及風向風速如圖 6-1 所示，海平面高度相較其他年份，可見較高海面範圍較大，由風向、風速圖此月份臺灣東北部出現一個較強風帶(淺綠色區塊)，且臺灣附近風場東北至西南方向風速漸減，與其他年不同。臺灣北部及西北部主要吹北風，但西北部氣流出現轉彎，可能受地形影響，2007 年 4 月份風場也出現此現象，雨量距平標準差值北部 0.8、西北部 0.4，雨量相較平常多；但一區海溫距平標準差值為 -0.13，可見此風場出現與一區海溫高溫並無直接牽連。

由臺灣附近氣流移動方向可發現，一區應屬低壓區，與此區海溫高應有關係，故推測一區海溫若高，會造成由臺灣東北部南下氣流增強，引發臺灣北部及西北部迎風而多雨，而南北風速差異大，有助空氣對流發生，也可能是造成臺灣北部及西北部多雨的原因之一。

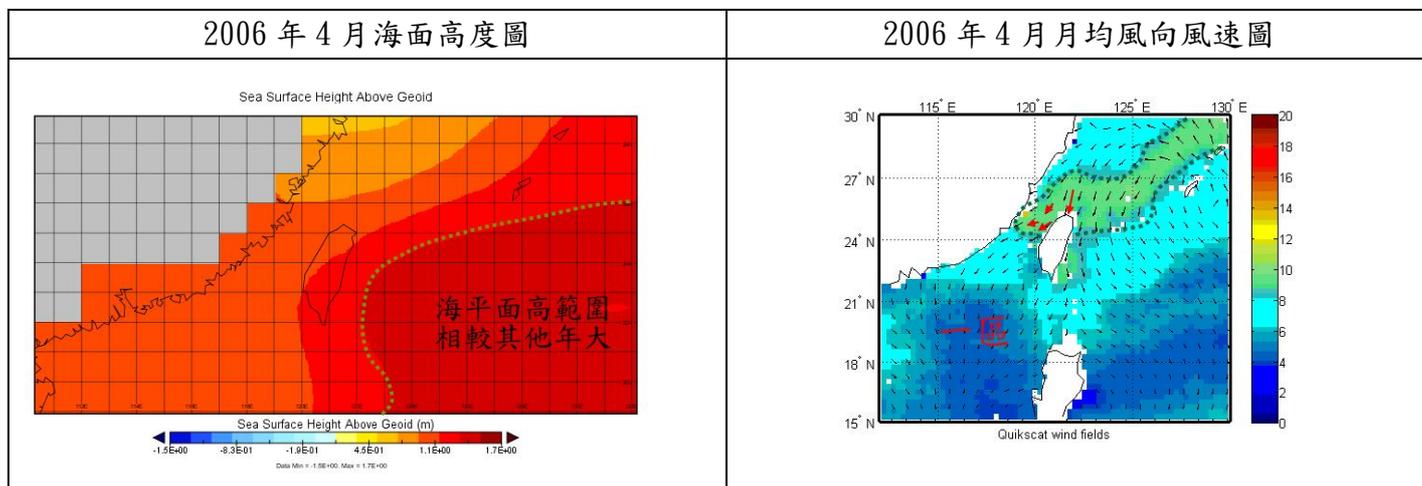


圖 6-1 2006 年 4 月海平面高度圖及風向風速圖

2. 2004 年 10 月(二區高溫時-東部雨量較多)：

2004 年 10 月海平面高度圖及風向風速如圖 6-2 所示，海平面高度相較其他年份，可見較高海面範圍大，但是沒有出現海平面特高的區域。由風向、風速圖此月份臺灣西北部海域出現一個較高速風帶(淺綠色虛線內區塊)，且此月份為同月份中風速較大，與其他年份不同。

由臺灣附近氣流移動方向可發現，此月臺灣附近氣流均吹東北風，臺灣東部為迎風面，故推測當二區海溫若高，蒸發旺盛空氣中水氣含量增加，加上東北季風強，海面高度高，混合層厚度大，對流雲系不易消散，可能因此造成東部雨量偏多。

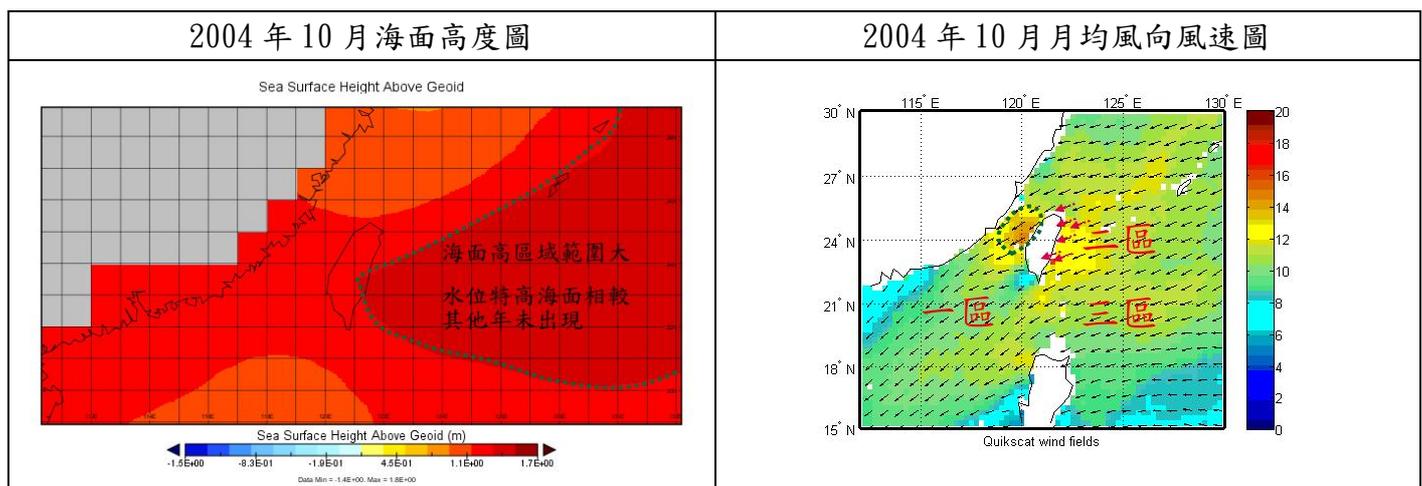


圖 6-2 2004 年 10 月海平面高度圖及風向風速圖

3. 2007 年 11 月(一區-二區溫差小時北部、東部雨量較多)：

2007 年 11 月海平面高度圖及風向風速如圖 6-3 所示，海平面高度相較其他年份，海水面特高區域範圍相對其他年份小，代表此月混合層厚度可能相對較小。由風向、風速圖可見此月份臺灣周邊海域上主要吹東北季風，向較其他年風速明顯較快，且西北部海域出現一個較高速風帶(藍色虛線內區塊)，可能為臺灣地形因素造成，此區域風速相較其他年份也較快。

由臺灣附近氣流移動方向可發現，此月臺灣附近氣流均吹東北風，臺灣東部為迎風面，一區-二區溫差小，可能代表一區低溫或二區高溫。一區低溫較難解釋，為何東北風速會增強；故推測可能造成臺灣北部和東部降雨與二區海溫高有關。若二區海溫高，蒸發旺盛空氣中水氣含量增加，加上東北季風強，可能因此造成臺灣北部及東部雨量偏多。但真正原因並不清楚，須更多統計研究才能知道。

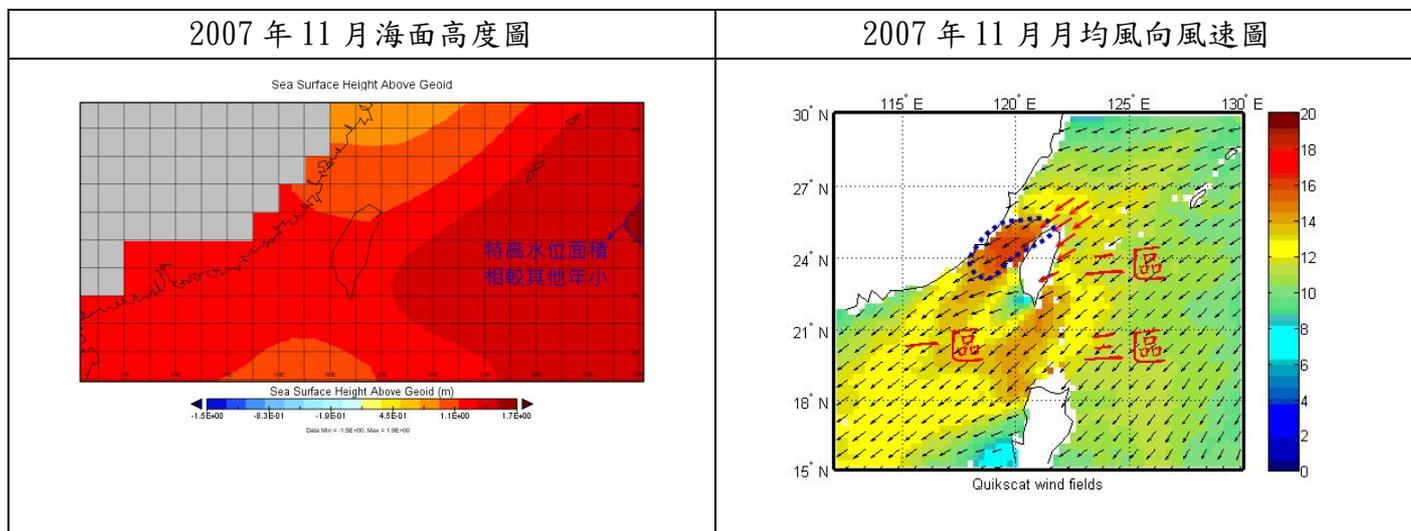


圖 6-3 2007 年 11 月海平面高度圖及風向風速圖

(二)預測等級部分符合預測(★★)：

1. 2006 年 7 月(三、二區低溫時-南部、東部雨量較多)：

2006 年 7 月海平面高度圖及風向風速如圖 6-4 所示，海平面高度相較其他年份，可見特高海面出現在臺灣東側同緯度海域。由風向風速圖判別，此月風場紊亂，且風速差異性大，與其他年不同。

由臺灣附近氣流移動方向可發現，其他年七月風速均低，但 2006 年七月出現風速大區域(綠色虛線部分)，造成紊亂氣流，如台灣西南部海域出現區域風速較快的西南風，東南部海域則出現風匯集狀況，可能是引發南部及東部降雨變大的主因。

二區、三區海域低溫可能造成一區海溫相對較高，其他一般年可見台灣南部海域風速小且吹穩定西風到西南風，但 2006 年 7 月可見氣流紊亂，可能在一般年時二、三區夏季屬高溫海域-低壓區域，西風及西南風穩定，一旦二、三區低溫則可能造成氣流紊亂，詳細應由相關學理證實，目前無法分析原因。

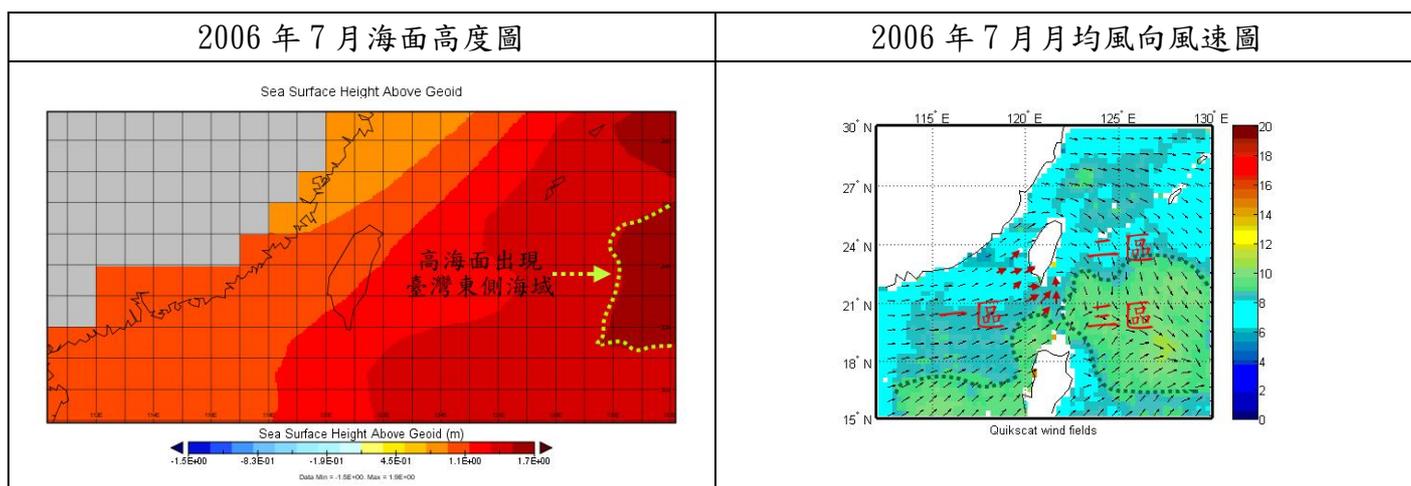


圖 6-4 2006 年 7 月海平面高度圖及風向風速圖

2. 2007 年 7 月(三、二區高溫時-南部、東部雨量較少)：

2007 年 7 月海平面高度圖及風向風速如圖 6-5 所示，海平面高度相較其他年份，可見特高海面出現在臺灣東側同緯度海域，可能代表混合層較厚，若此處出現低壓中心，則因海水降溫水應較弱不易消散。由風向風速圖判別，因氣流流向東方(西風)。

由臺灣附近氣流移動方向可發現，若二區與三區海域高溫，有利低壓生成，加上海平面高度高，混合層厚度大，不利低壓消散，會造成由臺灣東部海域西風增強，臺灣東部成為山脈背風區使雨量減少，且由圖可見台灣海峽上出現一風速小區塊(綠色虛線範圍)，可能不利南部地區降雨，可能是造成臺灣東部及南部少雨的原因。

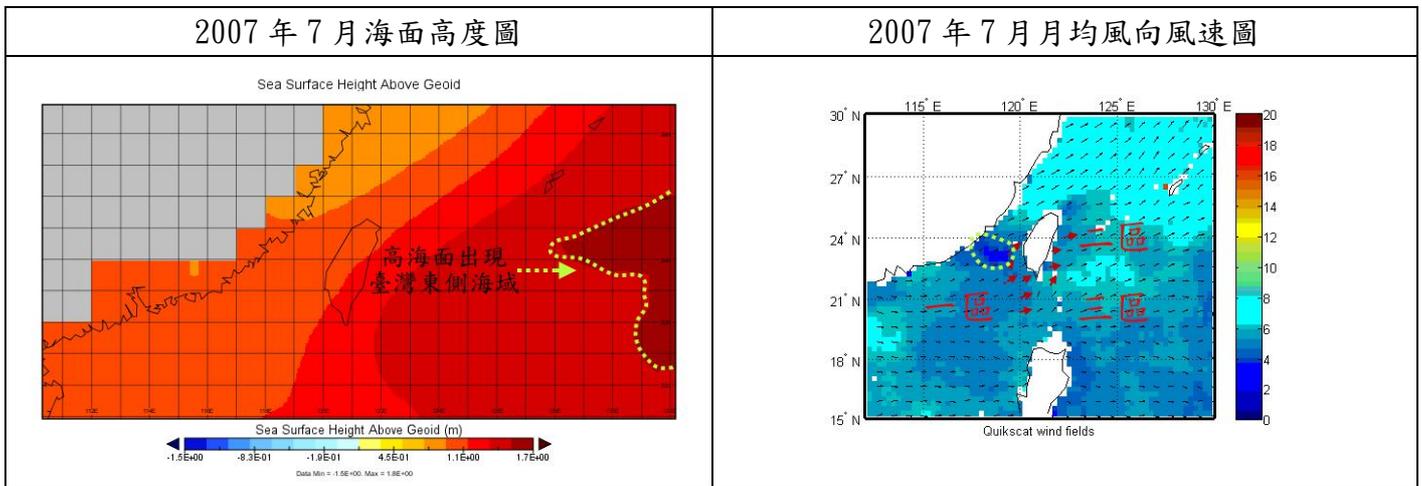


圖 6-5 2007 年 7 月海平面高度圖及風向風速圖

3. 2009 年 5 月(三區低溫時-東部雨量較少)：

2009 年 5 月海平面高度圖及風向風速如圖 6-6 所示，海平面高度相較其他年份，並無明顯不同。由風向風速圖判別，可發現 2003-2009 年 5 月份臺灣附近風向風速各年明顯不同，可能因為 5 月時處季節變換，故差異性大。2009 年 5 月較不相同的是臺灣東側海域風向大多為北風，且臺灣南部海域大部分均吹北風，和其他年份不同。

由臺灣附近氣流移動方向可發現，5 月臺灣附近風場均在在菲律賓兩側海域出現明顯的水平輻合或輻散氣流，且區域風速變化大，而 2009 年 5 月風場明顯風速差異較小，且水平輻合或輻散情況相對不明顯，可能因此氣流穩定，且北方氣流平行海岸線，不易形成地形雨，造成降雨情況不易發生。此風場分布與三區低溫原因，推論可能因為三區低溫，造成三區與二區海溫較相近，使二區至三區海域風場較為穩定，不易形成相對高低壓中心。

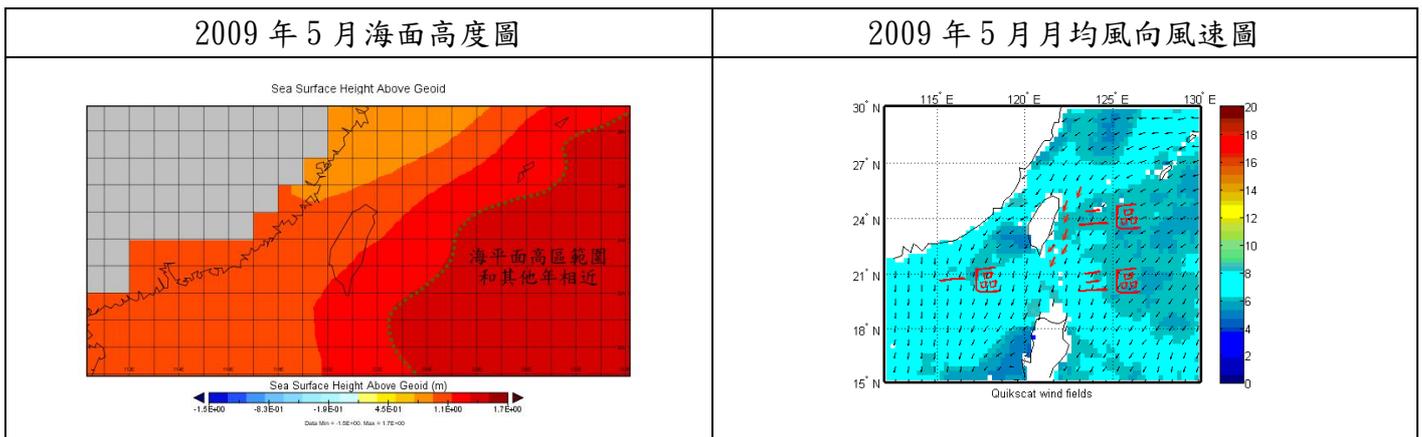


圖 6-6 2009 年 5 月海平面高度圖及風向風速圖

(三)預測等級少部分符合預測(★)：

1. 2006 年 6 月(三區高溫時-西北部、中部雨量較多)：

2006 年 6 月海平面高度圖及風向風速如圖 6-7 所示，海平面高度相較其他年份，可見較高海面範圍較大，且出現特高海平面在臺灣東南海域(即三區海域)，和其他年不同。由風向、風速圖此月份

臺灣西南部出現一個較低速風帶(淺綠色虛線內區塊)，此區域較其他年大，且由臺灣西部海域延伸到菲律賓西側海域，阻斷了原先向東移動的氣流，引導轉向東北方移動，造成臺灣西部風向為西南風，與其他年情況些許不同。

由臺灣附近氣流移動方向可發現，三區應屬低壓區，與此區海溫高應有關係，故推測當三區海溫若高，會造成由臺灣南部海域西風增強，受臺灣海峽周邊地形影響，造成相對風速較低區域出現在臺灣西、南部海域，使風向轉向且幫助空氣對流發生，可能是造成臺灣中部及西北部多雨的原因。

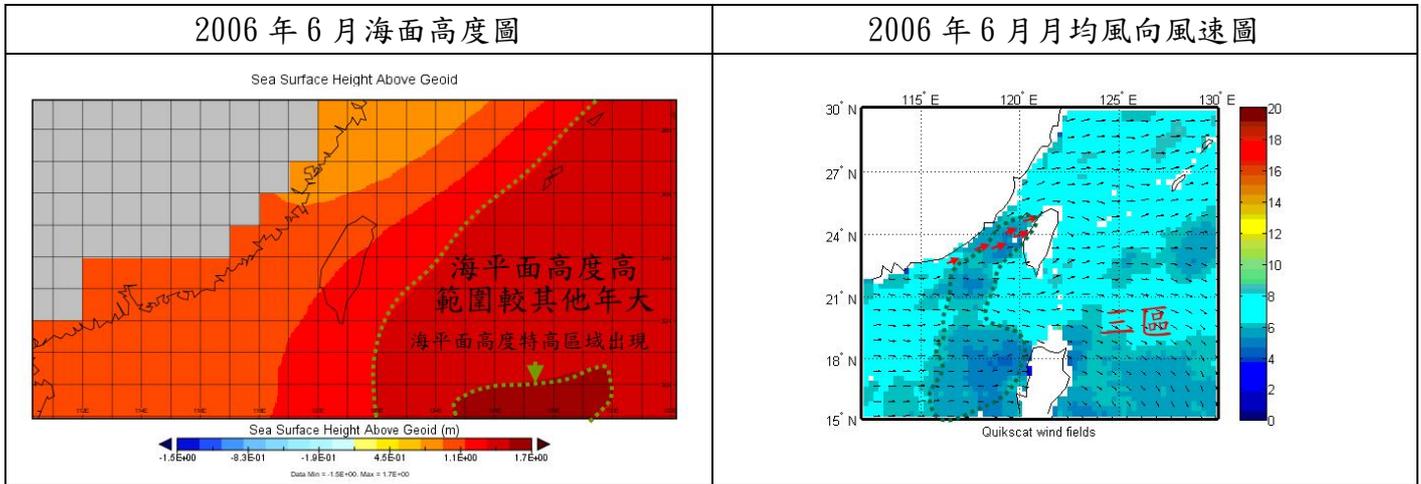


圖 6-7 2006 年 6 月海平面高度圖及風向風速圖

2. 2009 年 7 月(一區-三區溫差小時北部雨量較少)：

2009 年 7 月海平面高度圖及風向風速如圖 6-8 所示，海平面高度相較其他年份，可見特高海平面在臺灣東側海域範圍相較其他年小。由風向、風速圖此月份臺灣北部海域吹西風，與其他大部分年相同(除 2003、2007 吹西南風)，較不一樣的是臺灣西南海域出現低風速區域(淺綠色虛線內區塊)。

由臺灣附近氣流移動方向可發現，臺灣北部海域在 2003-2009 年 7 月大部分吹西風，偶爾吹西南風，如 2003 年與 2007 年 7 月，此時臺灣北部雨量距平標準差值 2003 年為-1.1；2007 年為-0.7，均為雨量較少年，對比一區-三區溫差距平標準差值 2003 年為-0.43；2007 年為 0.43，故比對後此風場與雖然造成北部雨量少，但是與海溫並無明顯關係。而 2009 年 7 月一區-三區溫差小，可能代表一區低溫或三區高溫，並無法直接由海溫推測高低壓分布、風場風向，判斷北部降雨少原因。

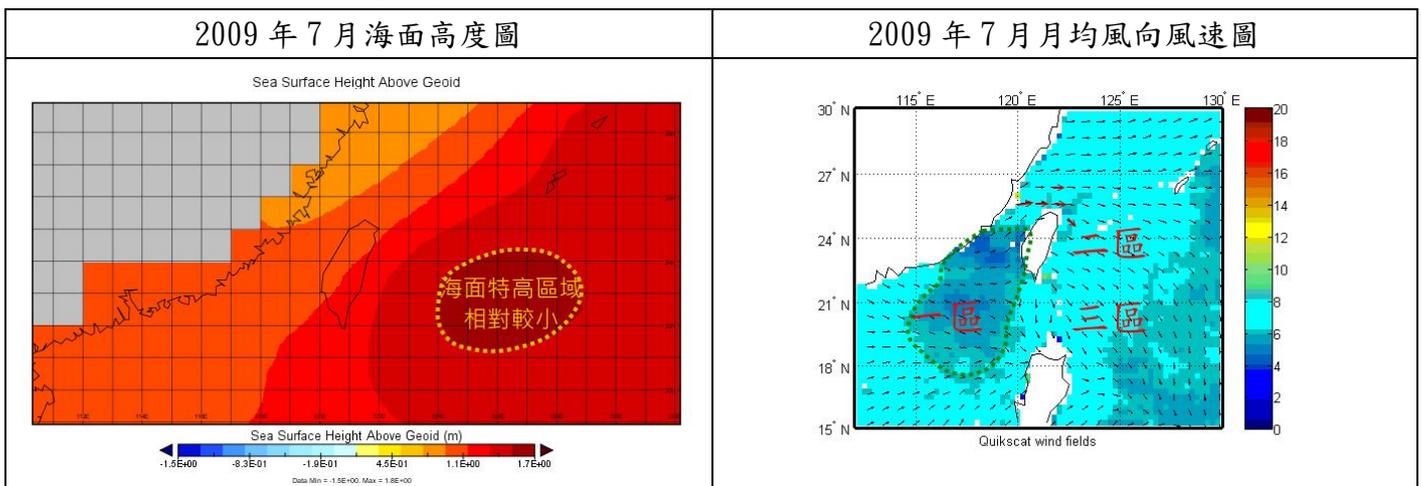


圖 6-8 2009 年 7 月海平面高度圖及風向風速圖

(三)分析結果的反思：

海溫會影響臺灣分區雨量分布，但是影響雨量最主要的原因仍是大範圍的系統。海表面溫度、海平面高低、混合層厚度等因素可以增減天氣系統的強弱，若水氣能量交換時間越長影響越大，但僅是天氣系統發生改變因素之一，我們也許可以由單一降雨事件和月份找到降雨多寡與海溫的相關性，但是要由海溫值正確預測降雨區大小與強弱，仍是一個夢想。雖然由研究的結果發現對於快速移動的天氣系統如冷鋒及颱風的強降雨較難由海溫值預測，但是不斷的嘗試，針對其他經海氣交換能量形成在臺灣周邊海域的小尺度天氣系統，如雷雨胞等引發的強降雨，也許可以找到一些預測的契機，這也是本研究的目的。

柒、結論

- 一、利用中央氣象局 19 個氣象測站 2003 至 2011 年雨量資料，以月為單位區分為五區，將分區測站內總雨量，分析標準差發現，臺灣全區雨量以 7 至 9 月變異性最大、1 月變異性最小。計算距平值並換算成距平標準差發現，中部地區值最大，超過兩個標準差雨量月份達 8 個，可能與中部雨量標準差值最小有關。
- 二、將臺灣附近海域區分為三區分析海溫標準差，發現臺灣西南海域(一區)海溫變異性最大、東南海域(三區)變化最小；以 6 月及 11 月變異性最大，可能與季節轉換有關。計算距平值並換算成距平標準差發現，4 月到 7 月間較少出現海溫超過一個標準差的異常情況，可能與雨量標準差值較大有關。
- 三、嘗試利用海溫異常預測異常降雨現象，經過檢驗有四個異常海溫情況，正確預測強降雨發生；部分符合預測也有六項；少部分符合有六項，可做為臺灣各區降雨量預測的參考。
- 四、本實驗嘗試使用雨量預測表上正確預測雨量的月份，觀察海表面高度、海面風向風速等資料，希望找出強降雨或乾旱時圖形上的特徵，但是僅能針對單一事件解釋，並無發現明顯特徵。畢竟影響雨量最主要的原因仍是大範圍的天氣系統。海表面溫度、海平面高低、混合層厚度等因素僅是天氣系統發生改變因素之一。但是不斷的嘗試也許可以找到一些雨量預測的契機，這也是本研究的目的。
- 五、本研究僅分析 2003 年至 2011 年海溫、雨量資料進行統計分析，並配合海平面高度及風速風向圖進行分析解釋，缺乏相關學理支持下，僅用距平值、標準差、距平標準差值方式討論海溫與雨量間的相關推理探討，明顯不足，未來研究應取得更長時間的數據進行分析，且配合學理，才能讓雨量預測更為準確。

捌、參考資料

- 陳雲蘭 2008 年 百年來臺灣氣候的變化 科學發展 424 期，6-11 頁
- 高培根 余嘉裕 2007 年 從自然季節劃分看台灣百年氣候變遷 中國文化大學大氣科學系 臺灣地球科學學術研討會
- 劉振榮、林唐煌、郭宗華 2000 年 氣象衛星資料接收及應用 電工通訊季刊 第四季，28-37 頁
- 王鑫等 基礎地球科學上冊 臺南市 南一書局 74-135 頁
- 王鑫等 基礎地球科學下冊 臺南市 南一書局 40-91 頁
- 柳中明 2012 年 多梅多颱，海溫是關鍵 公視新聞網 <http://www.peopo.org/news/97220>
- 何宗儒 從太空看海洋 臺灣海洋大學海洋環境資訊系 科技部科普文章
<http://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/Articles/C/1/1/10/1/1937.htm>
- 臺灣氣候特徵簡介 - 臺灣的雨量 中央氣象局網站
http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/statistics/statistics_1_2.html
- 美國太空總署網站 <http://www.nasa.gov/>
- 美國海洋暨大氣總署網站 <http://www.ncdc.noaa.gov/>
- 維基百科 <http://zh.wikipedia.org/>

【評語】 040501

利用 2003 至 2011 年的台灣地區 19 個觀測站的降雨資料與衛星資料，探討台灣周圍海溫與降雨的關係。研究主題良好，但方法太過簡單直接，忽略影響降雨的諸多重要機制，以及與大氣環流及季風之間的重要關聯性。團隊合作佳，工作量也多，唯變因太多不易解釋。