

# 台灣北部最大陣風之分析研究

羅季康

梁瑞禎

空軍氣象聯隊

空軍氣象聯隊氣象中心

俞川心

沈 哇

空軍氣象聯隊氣象中心

## 摘 要

本省北部地區，不但是政軍經樞紐，也是工商業之重要城鎮，所以台灣北部最大陣風( $\geq 25$  KTS)的出現對航空及海上工程作業均有莫大影響。本文即針對此區域，從民國58年至71年期間，對松山、桃園及北部地區同樣受強風影響之金門與馬祖測站的風場資料，進行統計分析，並配合天氣型態之探討，結果發現：持續性之陣風現象可歸納為東北季風型、颱風侵襲型、東北風與颱風混合型及西南強風型等四類，然後分別以：

(一)時間序列之定位法(Registration)找出彼此間的交叉相關性(Cross Correlation)及時間差(Time Lag)。

(二)散佈圖法(Scatter Diagram)比較各類型現象預報因子與預測風速之標準誤差值(Standard Error)，以建立客觀預報用之迴歸方程式(Regression Equation)。

從而提高實作單位在北部強風預測時之準確率，以減少強風所造成之災害。

## 一、前 言

本研究乃針對陣風風速 $\geq 25$  KTS之風場，對台灣北部地區及金門、馬祖測站所造成之影響進行統計學上的分析與歸納，將較顯著之個案取樣後參證實際天氣圖型態，以獲得可供迴歸方程式使用之預報因子，從而依季節的變遷，找出彼此之相關，建立其客觀預報法則，以掌握大風出現之時機及支續性，對實作單位提供有效之參考依據。

在本研究之前，梁等人(1986)曾針對桃園沙崙外海之風力變化進行詳細分析，發現冬半年期間的強烈氣壓梯度，往往會導致陣風的形成，盛行的東北季風則易使陣風的持續時間長達數十小時之久。反之，夏季期間的颱風現象，則是造成各地陣風的最主要原因，也是造成生命財產損失等災害的

最大原因，所以李等人(1984及1985)曾就颱風侵襲本省時，分析各測站預期出現最大陣風之狀況，以期運用統計上的資料達到防颱之目的。此外俞等人(1985)曾分析颱風所引起之最大風速與所伴生氣象因素之相關，結果發現大風強度與颱風中心氣壓有直接影響。再者劉與易(1980)預估大風極端值時，以或然率分布法進行大風復現期的推估而獲得良好之結果；所以定性來說：本省持續性陣風的出現，大致均與東北季風與颱風有關，因此有效運用綜觀天氣圖的分析，以判斷陣風出現之可能性；然後再透過迴歸方程式的計算以定量預測未來24小時後的陣風值，同時進行效驗，方能達到目的。

此外，由於金門與馬祖測站分別位於本省北部地區西南方約一哩處與西北方約一哩之所在，對北

部地區而言，為本省西南及東北季風發生時的前哨站，尤其馬祖地區在冬半年期間，東北季風的強弱與持續時間的長短對本省北部地區及海峽北部風力的大小，有直接而密切的相關，因此本研究中亦同將金門及馬祖兩地的風場納入統計，再配合天氣圖之分析，以期儘早對北部地區之陣風現象提出預警。

## 二、資料來源與處理方法

本研究採用過去十四年（民國58～71年）內台灣北部地區松山、桃園兩個測站及其相關性甚高之金門馬祖共四站的地面逐時風場資料，首先予以物理及時序上的檢定，使成為可供統計運算用之資料。

根據劉氏（1982）對桃園及新竹兩地強風之分析指出：冬半年期間，在東北季風影響下，桃園、新竹間的強風現象是彼此密切相關的，所以探討強風出現前的綜觀天氣因素，進而即可完成迴歸方程之建立。故理想的客觀預報法則，它除需長時期與足夠範圍的氣候資料外，更需透過統計方法得到合理之結果，方可進行誤差之校對，以瞭解該法則之可行性，故本研究亦沿用此一原則，考量本省北部地區出現陣風且持續達12小時以上時，便比較華南沿海金門馬祖兩測站的風場變化與本省松山桃園兩地區之關係，進而探討其時間差在預報作業上的運用。

本研究為使各項統計結果能達到實際預報作業之目的，乃運用簡單的迴歸方程以預測未來24小時後之風速為目標，所以吾人先就北部地區出現持續12小時以上之陣風現象予以綜觀尺度之天氣圖分析，然後加以研判，再透過迴歸方程式的定量計算以達到目的。

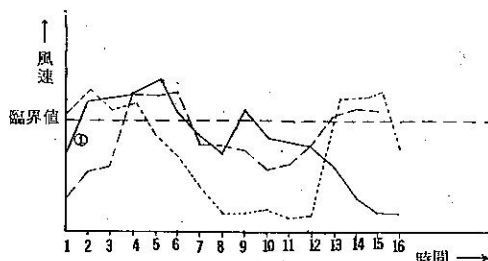
至於持續時間的計算法在本文是經由以下步驟的考量：

- (一)選取一風速臨界值：凡陣風值 $\geq 25$  K T S時，則不論其恆常風值為何，風向如何變化，均記錄其恆常風值；反之當恆常風速值 $\geq 15$  K T S時，則陣風現象

的發生頻率亦隨之提高（劉，1982），因此臨界值之選取即分別以陣風值與恆常風值之相互關係而作取捨。

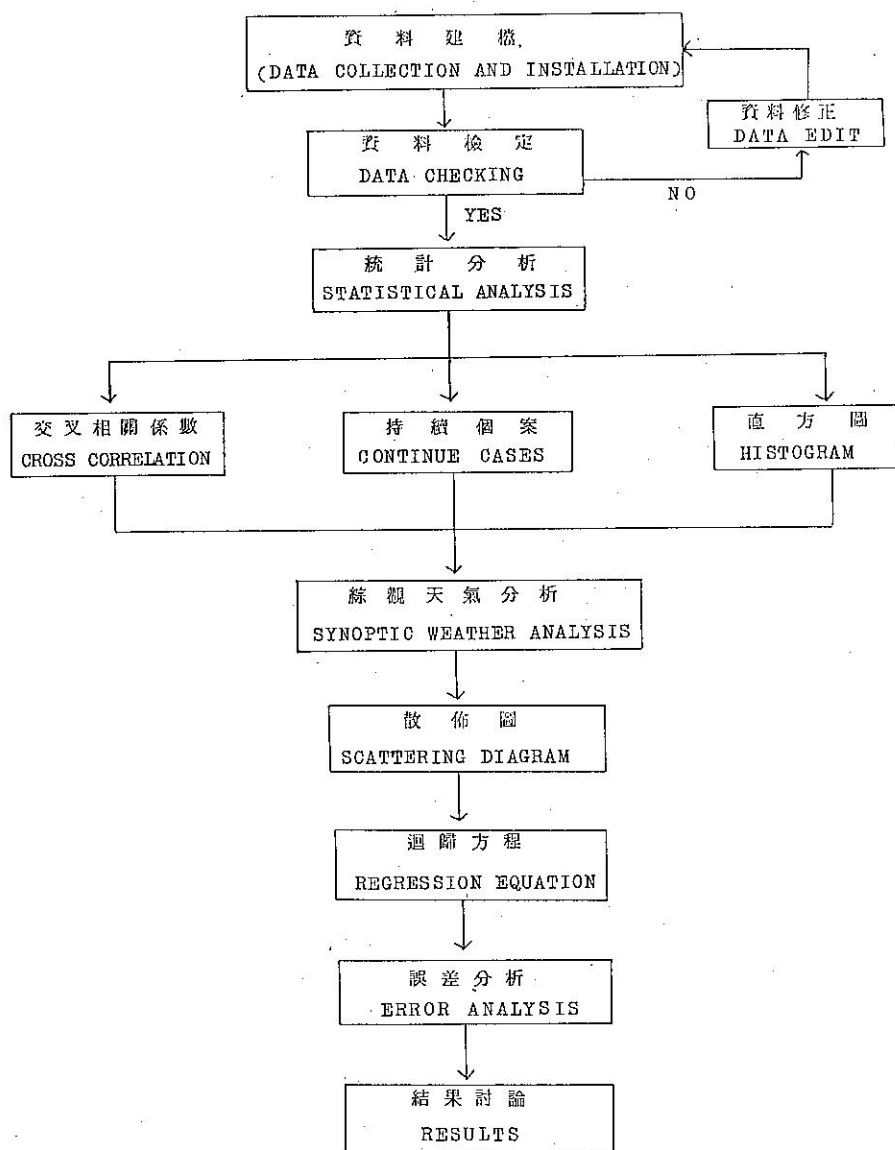
- (二)決定一時間參數：由於地面風速之觀測值往往在同一綜觀尺度系統影響下，仍具有少許起伏不定之特性；如某地之觀測風速值受鋒面系統影響時為20 K T S，然後對該地進行連續六小時的風速觀測，期間的風速值如果在20 K T S處起伏或增加時，表示該地仍受原原天氣系統所控制，反之風速值若是顯著減弱且不再回升時，則表示該地已脫離原天氣系統之影響。故以六小時的方式來追蹤天氣系統的移動或某地陣風現象的持續與否是滿足以下二點原因的：1.由壓溫電碼所繪製之天氣圖為六小時乙張，如此可方便天氣系統之追蹤。2.綜觀天氣現象之時間尺度通常大於一天，若以六小時的方式觀測，不易將天氣系統漏失。

- (三)計算風持續時間：當預期之陣風風速達到臨界標準時，便定為陣風開始時間，直到連續六小時內不再出現風速直達到臨界標準時，持續現象便稱結束。如圖一所示：標示有①之曲線表示大風起始時間為02L，結束時間為09L，共持續七小時。



圖(一) 陣風現象持續時間計算法之示意圖

- 線表自04 L時開始，強風即一直持續中  
-----線表持續至04 L時，強風結束，而13 L時開始之大風屬於第三波  
.....線表自02 L時至09 L時為滿足連續性強風條件之假案09 L時以後強風現象已消失



圖(二) 資料處理流程圖

根據以上步驟，吾人即可針對北部地區各測站彼此間的相互關係，找出可供交叉相關和迴歸方程式用之時間序列，以進一步計算相關係數之值。

### 三、資料處理過程

根據北部及金馬地區四個測站歷年（民國58～71中）逐時的風場進行整理，將不合理及缺漏的資

料以物理方式予以修正或內插，使成為一完整的風場資料庫，同時再配合天氣現象的產生，如雨、霧或雷雨，以瞭解強風狀況所伴隨之天氣變化。

在資料處理過程方面（如圖二所示），共包含有以下五點：

(一)各地逐月陣風次數之變化狀況，以瞭解陣風出現之頻率，各測站獨有之特性，陣風出現的季

表一 台灣北部松山、桃園、金門與馬祖等四站間之交叉相關係數。

其中日期之選定是以各地出現陣風現象之時間序列為取捨範圍。

$\Delta T$  為兩測站起陣風的時間差 (HRS)， $r$  為兩測站起大風時的交叉相關係數。

| 時間差<br>與交叉<br>相關係數 | 例案日期          | 58. 7. 26.    | 58. 10. 1.    | 62. 10. 6.   | 66. 7. 31.   | 68. 4. 13.   | 69. 1. 17.    | 69. 9. 13. |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------|
| 測站                 |               | ?             | ?             | ?            | ?            | ?            | ?             | ?          |
|                    |               | 58. 7. 29.    | 58. 10. 6.    | 62. 10. 11.  | 66. 8. 1.    | 68. 4. 14.   | 69. 1. 19.    | 69. 9. 18. |
| 696<br>VS<br>689   | $\Delta T=27$ | $\Delta T=10$ | $\Delta T=12$ | $\Delta T=3$ | $\Delta T=0$ | $\Delta T=7$ | $\Delta T=67$ |            |
|                    | $r=0.79$      | $r=0.71$      | $r=0.78$      | $r=0.78$     | $r=0.78$     | $r=0.81$     | $r=0.69$      |            |

| 時間差<br>與交叉<br>相關係數 | 例案日期          | 58. 7. 26.   | 58. 10. 1.   | 58. 12. 26.   | 59. 2. 3.    | 60. 2. 23.   | 60. 4. 17.   | 61. 3. 30.    | 62. 10. 6.   | 66. 7. 31.   | 69. 3. 21.    | 69. 9. 13.   | 68. 4. 13. |
|--------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|
| 測站                 |               | ?            | ?            | ?             | ?            | ?            | ?            | ?             | ?            | ?            | ?             | ?            | ?          |
|                    |               | 58. 7. 29.   | 58. 10. 6.   | 58. 12. 29.   | 59. 2. 11.   | 60. 2. 24.   | 60. 4. 18.   | 61. 4. 1.     | 62. 10. 11.  | 66. 8. 1.    | 69. 3. 24.    | 69. 9. 18.   | 68. 4. 14. |
| 697<br>VS<br>689   | $\Delta T=25$ | $\Delta T=2$ | $\Delta T=2$ | $\Delta T=11$ | $\Delta T=4$ | $\Delta T=1$ | $\Delta T=4$ | $\Delta T=35$ | $\Delta T=5$ | $\Delta T=2$ | $\Delta T=34$ | $\Delta T=0$ |            |
|                    | $r=0.74$      | $r=0.74$     | $r=0.72$     | $r=0.69$      | $r=0.74$     | $r=0.74$     | $r=0.73$     | $r=0.77$      | $r=0.74$     | $r=0.72$     | $r=0.69$      | $r=0.85$     |            |

| 時間差<br>與交叉<br>相關係數 | 例案日期         | 58. 12. 26.   | 58. 2. 18.   | 60. 2. 23.    | 61. 3. 30.   | 62. 8. 19.   | 66. 12. 21.  | 67. 2. 28.    | 68. 7. 31.    | 69. 9. 13.    | 70. 9. 19. |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 測站                 |              | ?             | ?            | ?             | ?            | ?            | ?            | ?             | ?             | ?             | ?          |
|                    |              | 58. 12. 19.   | 58. 2. 23.   | 60. 2. 24.    | 61. 4. 1.    | 62. 8. 25.   | 66. 12. 23.  | 67. 3. 2.     | 68. 8. 3.     | 69. 9. 18.    | 70. 9. 22. |
| 736<br>VS<br>689   | $\Delta T=7$ | $\Delta T=74$ | $\Delta T=3$ | $\Delta T=13$ | $\Delta T=0$ | $\Delta T=2$ | $\Delta T=2$ | $\Delta T=26$ | $\Delta T=56$ | $\Delta T=20$ |            |
|                    | $r=0.71$     | $r=0.72$      | $r=0.72$     | $r=0.77$      | $r=0.75$     | $r=0.81$     | $r=0.73$     | $r=0.75$      | $r=0.77$      | $r=0.75$      |            |

節與時權等 (直方圖)。

(二) 各地陣風持續狀況與綜觀天氣系統的探討，以瞭解陣風持續性之原因 (綜觀天氣圖分析)。

(三) 測站發生持續強風時，彼此間的相互影響及時差關係 (交叉相關)。

(四) 比較預報因子間的相互關係，從而選取較有利之條件，以建立預報用之迴歸方程 (散布圖與迴歸方程)。

(五) 進行迴歸方程式的誤差分析，以探討陣風持續現象的可預測能力 (誤差分析)。

其中交叉相關與迴歸方程式之探討方式如下：

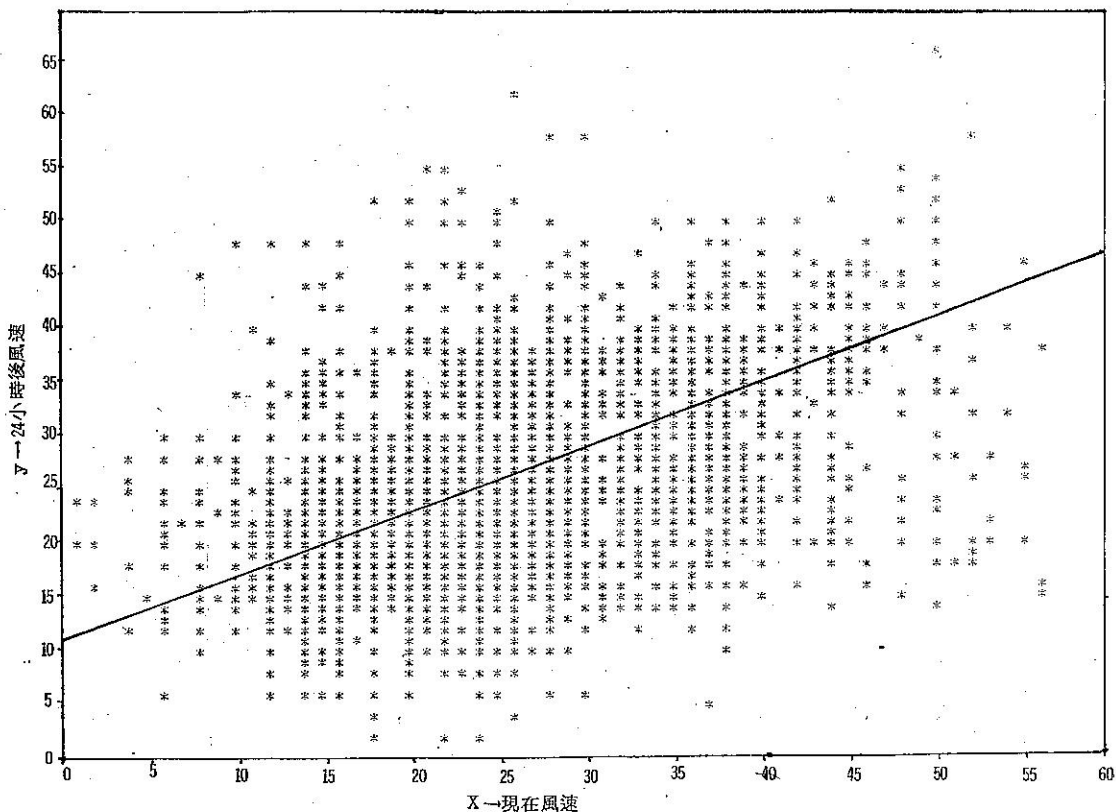
(一) 交叉相關 (Cross Correlation)

當 X 與 Y 兩測站風場的資料形成一度空間之時間序列時，即  $X_{t_1}(i)$  與  $Y_{t_2}(j)$ ，其中  $t_1$  與  $t_2$  分別為該測站陣風開始出現之時間， $i$  與  $j$  分別是測站 X 與 Y 兩地陣風所持續之時間。因此它們彼此間的相關係數，便可由於時間差之不同 ( $n \triangle t$ ，其值介於 0 與  $(i-j)$ )

之間，而輸入不同時間之資料，以獲得其相關值，此時需要考量的因子即為“取多少時間寬 (W) 以作為校準定位之方法 (Registration)”，也就是說：當  $i > j$  時，便將 X 測站之風場資料予以固定，然後取一適當的 w 值 ( $i > w > j$ )，以逐一與 Y 測站移動一個時間差後之風場資料進行交叉相關係數 (Coefficient of Cross Correlation) 之計算 (Panofsky & Brier 1965)：

$$R(n \triangle t) = \frac{\sum_{i=1}^w X_w Y_w}{\sqrt{\sum_{i=1}^w X_w^2 \sum_{i=1}^w Y_w^2}} \quad (1)$$

其中  $R(n \triangle t)$  為某時間差下之交叉相關係數；



圖三 相隔24小時的風速散佈圖 ( $y = 0.457X + 11.752$ )

$$X_w = X_w - \frac{\sum_{i=1}^w X_w}{w} \quad (2)$$

$$Y_w = Y_w - \frac{\sum_{i=1}^w Y_w}{w} \quad (3)$$

因值  $w$  的值的決定關係著  $R$  值的變化，即當①  $w = j$  時，因為  $i > w$ ，所以  $X_{i1}(w)$  仍屬於陣風持續之現象，風速值較平穩，此時  $Y_{i2}(w)$  自然可與  $X_{i1}(w)$  經過(1)式之計算而得到較理想之  $R$  (不論  $n \Delta t$  之值為何)。②  $w = i$  時， $Y_{i2}(w)$  之風場自低弱處升高至陣風處後又再降下來，整個時間序列之值是起伏不定的，故與  $X_{i1}(w)$  序列風場之相關係數更偏低。因此在計算測站與測站間的交叉相關係數時，吾人可以  $w = 2j$  的方式來進

行 (Yih, 1983)，才能進一步瞭解彼此間的對應關係。經過分析後，我們得到表一之結果，其中共選取了四十組資料，然而由於季節型態之變遷以及天氣系統不同之影響，僅在冬半年期間約有七至十二組個案具有較佳之相關係數 (大於 0.7)，因此吾人可定性的說：在東北季風影響下出現陣風現象時，馬祖地區具有先期預警的效果，平均約為 6 ~ 12 小時；然而不在此限的次數亦兼而有之，便是因為大陸冷高壓或鋒面系統在移動速度與方向上的不規律，所造成的結果。

#### (二) 迴歸方程 (Regression Equation)

當兩種現象交互影響，且彼此間存有一定關係時，吾人稱之為簡單相關，因此在本文中，陣風持續 12 小時之情形如果穩定存在時，則以現在之陣風風速作為預報因子，未來 24 小時後之風速為預測項目，結果發現彼此之關係在散布圖中 (圖三) 具有等比例的變化情形，亦即兩

者間成線性相關，其中各點之分布情形則可藉標準誤差值 ( standard error ) 之大小來瞭解彼此間的相關程度。

所以迴歸方程式中預報因子的選取，往往對該預測項目具有成敗關鍵之決定性。而任何一種天氣現象的產生，又通常是由數種氣象因素以指數方式所組成，所以當預報因子間彼此的單位 ( Unit ) 與因次 ( Dimension ) 互不相同時，便不容易定量估計各系統間之重要性。故吾人在比較持續性風場、氣壓梯度及日夜溫差等預報因子作為預測24小時後之風場時，發現持續性風場具有以下五點好處：①冬季天氣型態下，較強的東北季風往往有自北而南逐漸推動的特性 ( 劉，1982 )。②夏季西南季風時，天氣系統有自西南西移往東北東移動之趨勢 ( Chen, 1982 )。③可隨時利用即時觀測之恆常風速以預測未來風場之變化及④同時具有交叉相關與自相關 ( Auto-Correlation ) 之雙重特性，可以依需要之不同，迅速選取適當測站之陣風風速為預報因子，從而定量的預測強風之現象。⑤持續性風場在某測站出現時，通常已伴隨有形之影響，如山角作用，盆地走向或台地等情形，而有增加或抵減風力之趨勢 ( 俞，1985 )，故以持續性風場為預報因子時，可以不必考慮複雜之地形效應。基於以上理由，吾人在建立迴歸方程式時，便暫時以現在風速為唯一預報因子，而組成一元一次方程式  $y = ax + b$ ，其中  $y$  為預測24小時後該測站所出現之風速， $x$  為預報因子， $a$  與  $b$  則是欲求解之迴歸係數。所採取的方法為 Kopal (1959) 的反矩陣法：亦即先將原方程式寫成如下的一般形態。

$$Y_i = \sum_{j=1}^N A_{ij} X_{ij}, \quad \begin{matrix} a = A_{i1} \\ b = A_{i2} \end{matrix}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

這裡  $i$  為預報因子之數量， $A_{ij}$  為  $a$  與  $b$  兩係數形成之矩陣，因此 (2) 式可再寫成矩陣的形態

$$[Y_i] = [A_i] [X_{ij}] \quad (5)$$

此時 (2) 式兩邊同乘  $[X_{ij}]^{-1}$  向量之反矩陣  $[X_{ij}]^{-1}$  後，便可消去等式右邊之  $X$  向量，而得到迴歸係數  $[A_i]$ ：

$$[Y_i] [X_{ij}]^{-1} = [A_i] [X_{ij}]$$

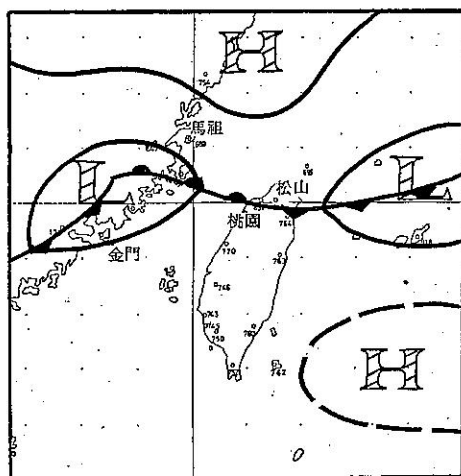
$$[X_{ij}]^{-1} = [A_i] [I] = [A_i] \quad (6)$$

因此求解  $[X_{ij}]^{-1}$  的方法完成後，迴歸係數  $[A_i]$  也就迎刃而解。

另外，誤差的分析對於迴歸方程建立後的效驗工作亦確有必要，它可以瞭解方程式之可靠程度；亦即該值甚大時可靠性低，反之可靠性便高。所以標準誤差值的計算可經由計算

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (X - X')^2}{N}}$$

而獲得。



圖(四) 台灣與金馬地區之地形圖及58年3月21日00 Z之鋒面滯留於馬祖附近，造成馬祖強風之地面天氣圖

#### 四、統計結果的分析與討論

根據松山、桃園、金門與馬祖四個測站陣風 ( $\geq 25$  KTS)。出現次數的統計結果顯示 (表二)：

表二(a) 各測站自民國58~71年發生陣風( $\geq 25$  KTS)次數之累計表,  
其中各月份欄中,左邊為東北風(NE),中間為西南風(SW),  
右邊為全月合計之統次數

STATION: 639 YEAR 58-71 馬祖

| 月         | 一         | 二          | 三          | 四          | 五          | 六          | 七          | 八          | 九          | 十          | 十一        | 十二        |
|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL | NE SW ALL |
| 58        | 457 0 458 | 422 0 422  | 365 32 397 | 130 50 180 | 150 34 182 | 196117 317 | 76227 309  | 37145 184  | 309 4 322  | 178 0 178  | 390 0 390 | 300 0 300 |
| 59        | 350 0 350 | 277 0 277  | 475 1 477  | 174 1 175  | 98 33 141  | 87 18 111  | 7144 157   | 61 8 69    | 194 18 212 | 556 0 563  | 509 0 509 | 470 0 470 |
| 60        | 297 0 297 | 399 0 399  | 376 6 382  | 143 0 143  | 99 3 102   | 23121 147  | 86 94 184  | 29 10 39   | 253 7 262  | 419 0 419  | 314 0 314 | 474 0 474 |
| 61        | 343 4 347 | 402 0 402  | 141 7 148  | 127 3 130  | 107 20 129 | 52 39 91   | 121 18 154 | 65 54 121  | 93 0 93    | 182 0 182  | 247 0 247 | 298 0 298 |
| 62        | 392 0 392 | 378 27 396 | 300 1 302  | 112 23 138 | 165 37 213 | 125130 270 | 83 99 152  | 252 18 270 | 72 0 72    | 392 0 393  | 378 0 378 | 385 0 390 |
| 63        | 371 0 374 | 344 0 348  | 191 8 200  | 98 19 118  | 94 10 104  | 91 58 149  | 9131 141   | 83 17 103  | 218 0 219  | 528 1 529  | 526 1 527 | 476 1 479 |
| 64        | 317 0 318 | 269 4 273  | 215 0 222  | 66 15 83   | 114 7 123  | 34 62 119  | 0 6 20     | 135 17 165 | 104 4 118  | 387 10 399 | 388 0 389 | 453 0 454 |
| 65        | 415 0 416 | 253 0 253  | 308 2 311  | 222 43 266 | 247 5 252  | 116153 269 | 7 91 98    | 43 40 88   | 269 1 272  | 463 6 469  | 605 0 605 | 480 2 482 |
| 66        | 556 0 556 | 272 0 272  | 143 6 202  | 70 5 130   | 54 5 65    | 45 49 104  | 49 5 55    | 82 7 93    | 303 0 304  | 276 0 276  | 304 0 304 | 258 0 261 |
| 67        | 247 0 254 | 254 4 261  | 259 0 261  | 147 5 154  | 186 0 189  | 102 7 114  | 32 18 54   | 181 29 233 | 223 5 319  | 370 0 381  | 371 0 380 | 371 0 447 |
| 68        | 212 0 267 | 171 3 177  | 75 4 80    | 230 11 244 | 162 1 177  | 17 20 52   | 98 99 208  | 181 29 225 | 308 8 330  | 266 0 283  | 519 0 541 | 371 0 414 |
| 69        | 294 2 316 | 427 0 460  | 296 1 316  | 173 8 205  | 187 18 228 | 32 68 129  | 71 60 189  | 52 56 135  | 326 0 337  | 327 1 349  | 320 2 366 | 271 0 286 |
| 70        | 236 0 260 | 253 4 281  | 96 2 124   | 104 4 136  | 143 7 178  | 183 38 273 | 67 35 147  | 39 10 60   | 193 8 209  | 247 0 257  | 400 1 437 | 252 0 326 |
| 71        | 286 0 290 | 311 0 341  | 324 4 345  | 297 0 217  | 91 37 130  | 169126 298 | 142260 321 | 84 38 143  | 276 0 300  | 342 0 346  | 405 0 419 | 481 0 496 |

表二(b) 各測站自民國58~71年發生陣風( $\geq 25$  KTS)次數之累計表,  
其中各月份欄中,左邊為東北風(NE),中間為西南風(SW),  
右邊為全月合計之統次數

STATION: 696 YEAR 58-71 松山

| 月         | 一         | 二         | 三         | 四         | 五         | 六         | 七         | 八         | 九         | 十         | 十一        | 十二        |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL |
| 58        | 92 0 113  | 89 0 97   | 102 3 134 | 54 0 72   | 35 12 62  | 39 5 56   | 27 0 34   | 0 4 6     | 94 0 111  | 102 1 103 | 27 0 78   | 81 1 86   |
| 59        | 37 1 39   | 53 0 66   | 48 0 61   | 74 0 83   | 22 3 35   | 17 0 21   | 3 5 35    | 15 1 37   | 34 1 53   | 53 0 65   | 61 3 83   | 38 0 46   |
| 60        | 16 0 25   | 48 0 57   | 51 0 56   | 12 0 38   | 11 1 18   | 0 0 2     | 31 1 60   | 4 11 31   | 73 0 88   | 119 0 126 | 112 0 117 | 97 0 111  |
| 61        | 13 0 21   | 38 0 40   | 56 0 73   | 36 0 41   | 19 0 22   | 0 1 1     | 36 7 88   | 16 12 45  | 25 1 28   | 31 0 35   | 41 0 42   | 40 0 44   |
| 62        | 14 0 17   | 33 1 40   | 32 0 46   | 19 1 25   | 6 2 9     | 12 10 33  | 2 20 59   | 85 1 160  | 20 0 26   | 179 0 199 | 71 0 115  | 47 0 59   |
| 63        | 112 0 120 | 46 0 54   | 42 0 45   | 66 0 76   | 7 0 8     | 59 5 119  | 0 5 12    | 29 5 58   | 37 0 46   | 159 0 169 | 83 0 192  | 34 0 43   |
| 64        | 18 0 30   | 30 1 32   | 40 0 54   | 54 0 67   | 8 2 19    | 0 1 2     | 0 5 8     | 28 7 54   | 42 0 57   | 57 0 59   | 21 0 23   | 5 0 7     |
| 65        | 12 0 14   | 15 0 21   | 57 5 64   | 14 0 15   | 17 0 33   | 3 0 23    | 2 0 3     | 20 0 38   | 19 0 19   | 35 0 39   | 29 0 30   | 19 0 24   |
| 66        | 68 0 81   | 77 0 93   | 50 0 59   | 25 2 28   | 15 0 16   | 0 10 18   | 39 4 85   | 1 24 29   | 82 2 114  | 19 0 20   | 43 0 45   | 22 0 28   |
| 67        | 8 0 9     | 33 0 38   | 40 0 40   | 27 3 39   | 27 0 28   | 19 0 37   | 7 21 30   | 88 22 154 | 48 2 68   | 115 3 127 | 53 0 62   | 20 0 31   |
| 68        | 33 0 39   | 15 1 17   | 22 0 23   | 129 8 195 | 23 1 25   | 3 0 3     | 39 27 81  | 53 41 162 | 99 4 148  | 32 1 34   | 48 0 53   | 44 1 48   |
| 69        | 15 0 22   | 41 0 45   | 84 0 95   | 13 0 15   | 15 1 19   | 14 1 16   | 22 20 73  | 14 4 25   | 52 0 57   | 42 0 57   | 48 0 52   | 26 0 27   |
| 70        | 12 0 12   | 4 0 5     | 16 0 20   | 21 0 22   | 14 0 17   | 53 14 69  | 5 5 27    | 2 27 31   | 30 22 55  | 24 0 28   | 21 0 22   | 14 0 10   |
| 71        | 9 0 13    | 14 0 14   | 10 0 10   | 16 0 17   | 12 0 11   | 17 27 43  | 24 1 43   | 15 27 72  | 13 0 14   | 21 0 26   | 32 1 30   | 6 0 12    |

表二(c) 各測站自民國58~71年發生陣風( $\geq 25$  KTS)次數之累計表,  
其中各月份欄中,左邊為東北風(NE),中間為西南風(SW),  
右邊為全月合計之統次數

STATION: 697 YEAR 58-71 桃園

| 月         | 一         | 二          | 三          | 四          | 五         | 六         | 七         | 八         | 九         | 十         | 十一        | 十二        |
|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL  | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL |
| 58        | 238 4 244 | 260 0 264  | 182 3 195  | 54 1 55    | 21 86 108 | 35 41 78  | 28 10 36  | 7 17 25   | 144 5 151 | 123 0 126 | 163 0 163 | 236 1 237 |
| 59        | 222 0 224 | 103 0 104  | 382 0 386  | 127 6 135  | 11 46 58  | 24 4 29   | 7 70 79   | 27 4 35   | 59 1 78   | 245 0 247 | 306 0 209 | 252 0 260 |
| 60        | 188 0 192 | 131 0 134  | 51 0 56    | 120 0 131  | 29 6 35   | 1 75 83   | 51 54 139 | 12 42 64  | 101 6 113 | 286 0 286 | 190 0 192 | 263 0 274 |
| 61        | 134 0 135 | 168 0 169  | 72 2 74    | 48 18 68   | 24 12 39  | 0 23 23   | 20 16 39  | 32 8 60   | 36 3 64   | 55 0 61   | 102 9 102 | 120 0 121 |
| 62        | 133 0 134 | 102 43 152 | 63 3 73    | 24 11 37   | 5 46 57   | 2117 135  | 2 39 65   | 12 3 63   | 8 1 9     | 176 0 190 | 101 0 104 | 107 0 108 |
| 63        | 142 0 143 | 204 0 210  | 128 0 128  | 33 4 39    | 17 4 23   | 8 28 36   | 0 25 25   | 9 14 24   | 44 0 44   | 298 0 301 | 169 0 169 | 216 0 222 |
| 64        | 62 0 62   | 110 0 115  | 92 0 82    | 24 6 31    | 8 4 12    | 0 7 7     | 0 11 11   | 21 9 31   | 41 0 42   | 202 6 208 | 131 1 132 | 155 0 160 |
| 65        | 103 0 111 | 50 0 53    | 80 0 82    | 44 9 54    | 22 1 27   | 1 8 9     | 0 31 32   | 21 1 32   | 12 0 12   | 33 2 35   | 33 0 33   | 10 0 15   |
| 66        | 43 0 43   | 98 0 104   | 39 0 39    | 18 7 25    | 8 5 13    | 0 29 29   | 19 9 52   | 21 37 62  | 44 0 50   | 25 0 28   | 255 0 258 | 181 0 186 |
| 67        | 191 0 193 | 180 0 182  | 107 0 110  | 48 5 69    | 41 1 46   | 17 3 20   | 21 33 56  | 45 47 183 | 78 1 97   | 256 2 276 | 139 0 140 | 112 0 126 |
| 68        | 101 0 103 | 37 3 49    | 50 1 55    | 119 11 166 | 45 0 52   | 12 13 30  | 15 76 139 | 49 76 195 | 69 8 120  | 131 0 131 | 195 1 207 | 119 0 122 |
| 69        | 79 0 90   | 118 0 119  | 118 4 126  | 50 0 52    | 39 3 49   | 3 0 18    | 0 40 89   | 15 17 48  | 113 0 116 | 131 0 153 | 142 0 172 | 113 6 119 |
| 70        | 181 0 181 | 100 1 103  | 79 5 85    | 36 8 50    | 52 13 68  | 79 30 125 | 21 27 52  | 8 40 48   | 58 47 109 | 100 0 103 | 180 1 184 | 46 0 57   |
| 71        | 102 0 104 | 226 0 235  | 107 13 122 | 71 2 74    | 23 1 26   | 55 76 136 | 38 12 54  | 30 59 120 | 78 0 87   | 69 0 71   | 82 1 122  | 131 0 135 |

表二(d) 各測站自民國58~71年發生陣風( $\geq 25$  KTS)次數之累計表,  
其中各月份欄中,左邊為東北風(NE),中間為西南風(SW),  
右邊為全月合計之統計次數

STATION 736 YEAR 58-71 金門

| 月<br>次<br>數 | 一         | 二         | 三         | 四         | 五         | 六         | 七         | 八         | 九          | 十         | 十一        | 十二        |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| NE SW ALL   | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL  | NE SW ALL | NE SW ALL | NE SW ALL |
| 58          | 142 0 142 | 117 0 117 | 106 0 107 | 32 0 32   | 18 9 27   | 24 8 33   | 38 5 66   | 1 55 56   | 78 13 103  | 133 0 135 | 207 0 207 | 139 1 142 |
| 59          | 73 0 73   | 81 0 81   | 139 2 147 | 44 9 45   | 14 8 22   | 5 8 5     | 0 52 54   | 9 0 9     | 18 1 24    | 92 0 93   | 54 0 54   | 63 1 64   |
| 60          | 21 0 21   | 36 0 36   | 58 1 59   | 43 0 43   | 6 1 7     | 0 12 13   | 6 19 28   | 1 16 19   | 4 0 4      | 54 0 54   | 51 0 51   | 21 0 21   |
| 61          | 19 0 19   | 8 0 8     | 19 0 19   | 47 8 48   | 14 0 14   | 0 11 12   | 3 1 5     | 0 16 17   | 5 0 6      | 6 0 6     | 22 0 23   | 3 0 3     |
| 62          | 10 0 10   | 5 0 6     | 1 0 1     | 2 1 3     | 0 0 1     | 2 0 2     | 14 6 40   | 29 0 29   | 1 0 1      | 42 0 41   | 36 2 44   | 16 0 22   |
| 63          | 6 0 7     | 21 0 25   | 17 0 18   | 22 0 23   | 2 1 3     | 55 41 97  | 0 14 14   | 13 5 18   | 13 1 14    | 148 0 148 | 155 8 155 | 53 0 54   |
| 64          | 45 0 45   | 17 0 17   | 15 0 15   | 10 0 10   | 4 0 4     | 0 7 7     | 0 7 7     | 10 5 16   | 22 0 28    | 38 1 39   | 8 0 8     | 23 0 23   |
| 65          | 16 0 16   | 9 0 9     | 3 0 4     | 2 0 2     | 0 0 0     | 1 4 5     | 0 0 0     | 0 4 4     | 0 0 1      | 3 0 3     | 3 0 3     | 37 0 37   |
| 66          | 41 0 41   | 18 0 18   | 22 0 22   | 10 9 20   | 0 4 4     | 0 5 5     | 12 9 21   | 2 8 10    | 80 0 80    | 27 0 27   | 94 0 95   | 31 0 31   |
| 67          | 45 0 45   | 24 0 24   | 32 2 35   | 17 0 17   | 12 0 12   | 5 2 7     | 1 1 3     | 52 15 68  | 15 0 15    | 138 0 138 | 43 0 43   | 50 0 60   |
| 68          | 3 0 3     | 3 0 3     | 0 2 2     | 98 9 119  | 8 1 9     | 2 3 5     | 4 3 9     | 23 4 28   | 107 33 154 | 6 0 6     | 34 0 34   | 9 0 9     |
| 69          | 16 0 16   | 19 0 19   | 10 0 10   | 6 0 6     | 28 12 50  | 0 2 2     | 6 33 35   | 1 18 20   | 88 0 94    | 80 2 82   | 67 0 67   | 44 0 44   |
| 70          | 65 0 65   | 52 0 53   | 24 1 26   | 22 0 22   | 39 0 39   | 6 2 10    | 3 6 9     | 2 9 11    | 52 17 70   | 25 2 27   | 53 0 53   | 29 0 35   |
| 71          | 37 1 39   | 13 0 13   | 9 0 9     | 10 0 10   | 3 0 3     | 6 1 7     | 15 4 24   | 9 1 16    | 6 0 6      | 11 0 12   | 3 0 6     | 7 0 18    |

(一)馬祖地區出現陣風之頻率遠較其他三站為頻,這可歸納有以下二點原因:1.馬祖數位於大陸地區邊緣的一個小島(圖四),四面環海,任何東向風均可配合台灣地形的山角作用,以助長其風力(王,1980)。2.冬半年期間的鋒面系統,因後緣高壓勢力強弱不同的關係,使得鋒面系統南移的力量亦有不同,如果該系統僅在馬祖測站附近停留或徘徊,然後勢力逐漸減弱時,這種現象便會使得馬祖地區出現陣風,而其他測站則反之的情形。

(二)台灣北部地區具有季風氣候的特徵,因為:(1)各測站出現陣風次數之統計中以每年10月至次年4月期間,所出現之陣風次數,均以東北風象限(取 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 為範圍以合併計算冬季型東北季風時所可能伴隨產生的北風與東風現象)佔有相當大比例(80%以上);(2)5月至7月期間,西南風(取 $180^{\circ}\sim 270^{\circ}$ 為範圍以方便夏季西南季風之統計)之出現頻率逐漸增加,而東北風則反之;(3)7月與8月陣風次數的比例相當,則是因為颱風盛行期風向變化不定所造成之影響;(4)直到9月份時,西南風與東北風的陣風次數均明顯的減少,證明9月份是西南風轉變為東北季風的過渡時期。

(三)由於各測站中均有其固定的週期性,故北部地區的風場有值得作時間序列分析的必要。

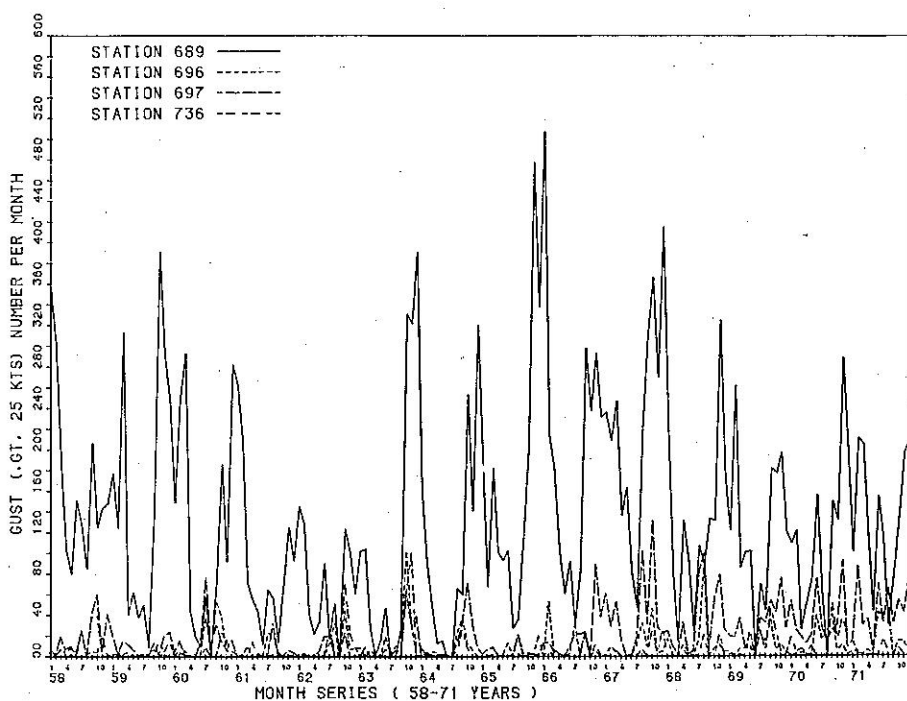
(四)全年出現陣風的種類大多屬東北季風型,而西南季風型次之,顯示馬祖與松山、桃園地區在東北季風影響下及金門與松山桃園地區在西南季風影響下分別可有較高的交叉相關係數(Coefficient of Cross Correlation)。

配合表一的計算,圖五的直方圖(Histogram)便是以月份為單位,將該月中凡是陣風風速大於25 KTS的次數加以累計後所繪成,我們發現:

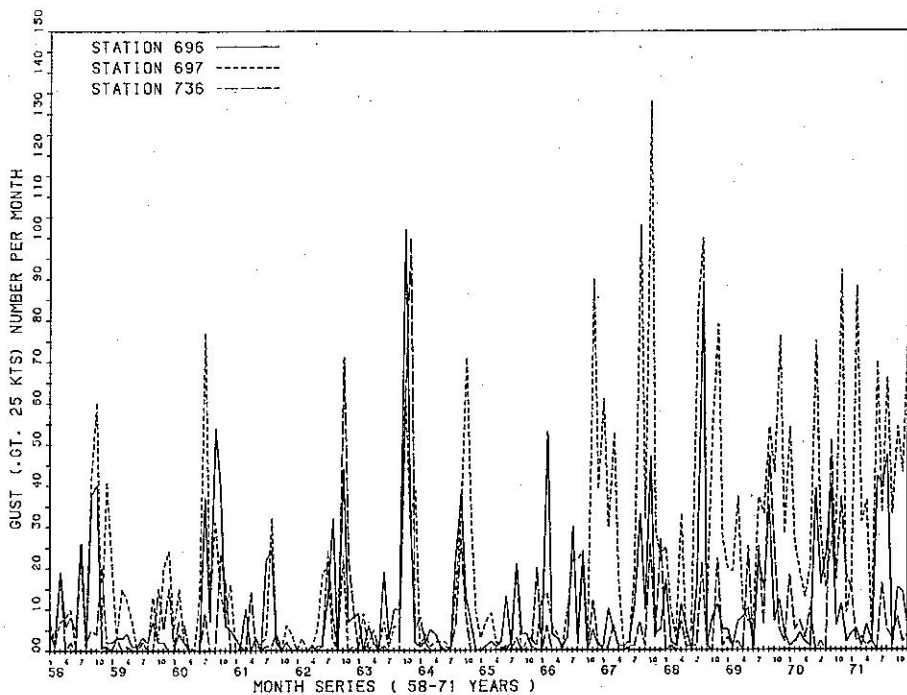
(一)歷年各測站出現陣風次數之順序分別為馬祖及桃園,其次才為松山與金門(互有高低,如民國59年9月至12月及70年1月至5月金門較高;而民國60年7月至10月及71年4月至8月則以松山為高);表示台北受地形的影響,金門則因緯度偏低的影響而分別較不易產生陣風。

(二)夏季期間(每年5~10月)各地所出現高頻率的陣風次數多為颱風現象所造成,如民國60年7月的露西(Lucy)颱風,63年9月的溫蒂(Wendy)、10月的卡門(Carmen)颱風及67年8月的艾琳(Elaine)和10月的娜拉(Ora)颱風。

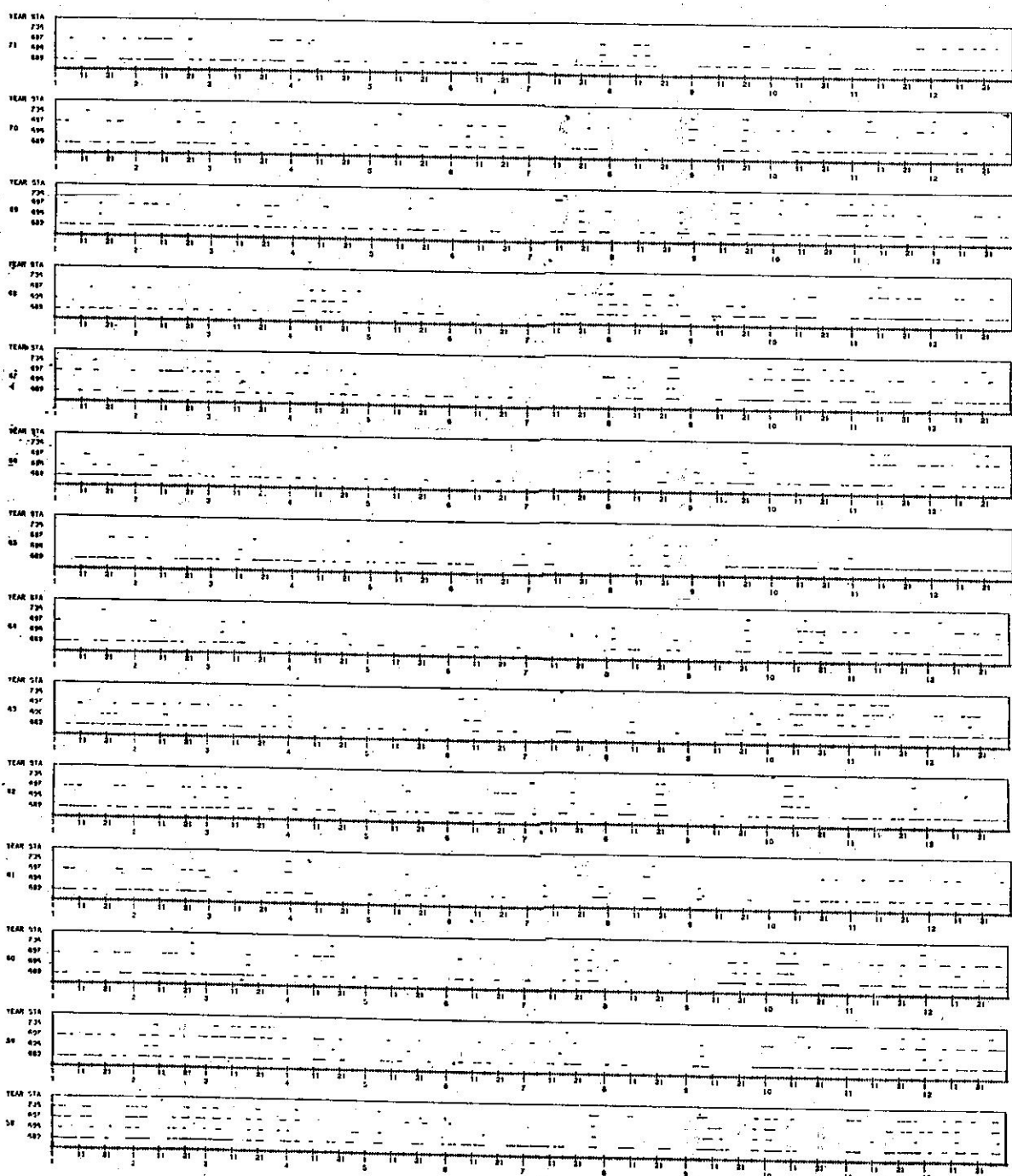
圖六為松山、桃園、金門及馬祖等四個測站根據陣風持續方法統計後所得之陣風持續圖,其中橫軸為月份與日期,各測站中凡出現陣風值且連續達12小時或以上時,即繪一連續直綫以瞭解其持續



圖(五)(a) 松山、桃園、金門與馬祖等測站於民國38年至71年期間各月份出現陣風次數之直方圖



圖(五)(b) 與(a)同僅馬祖測站除外



圖(內) 松山( 696 )，桃園( 697 )，金門( 736 )與馬祖( 689 )等四站之陣風現象持續圖

狀況。以馬祖測站(689)為例,它在民國58年1月1日01時開始至1月10日05時止,共持續221小時,同樣的,松山測站自58年1月3日09時至1月4日13時止,則持續有29小時,其中的差異甚為明顯。是以在分析此圖的各種現象時,吾人發現:

(一)馬祖地區通常均有完整之持續性風場,其中共有20次是長達五天(120 hr)以上者,而以民國67年9月19日開始的317小時及民國60年3月3日開始的265小時為最,表示該地區極易受綜觀天氣系統所影響,配合地形的因素,使得陣風現象能持續不斷。

(二)冬半年期間,松山、桃園及金門測站等地區之陣風開始時間,通常較馬祖地區延遲約6或12小時以上(如圖中標有A及B之所在),表示綜觀系統自北往南移動時,若馬祖測站已出現陣風,它即可作為松山和桃園地區預測強風產生與否的重要預報因子之一。

(三)每年十月至次年四月期間為盛行東北季風期,各地之陣風次數與持續時間均較該年其他月份為明顯。

(四)每年四、五兩月,松山、桃園及金門地區的陣風持續現象顯著減弱,表示本省北部地區已進入梅雨前夕,亦即季風交替的過度時期,陣風現象自然不明顯。相對的,每年九月份期間,若不計算受颱風所造成之影響(如民國64年9月的貝蒂(Betty)颱風),則其出現持續性陣風之現象亦低,表示該月為西南季風轉變為東北季風時的過渡期。

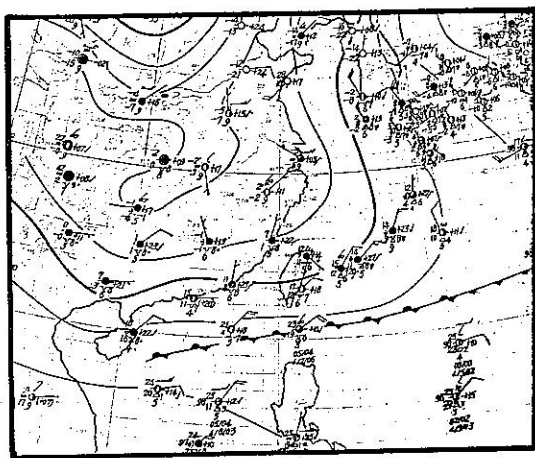
(五)北部地區的最大陣風均是由颱風現象所引起(李,1985),但是由於颱風登陸後,它能源與水汽的供應遭到破壞(Riehl,1979),所以颱風勢力迅速減弱,各地風力亦隨之降低,故持續時間不長。

從以上的探討,發現其中有許多共同之特性,因此吾人可依季節的不同,將較具代表性之個案就其性質歸納為:(1)東北季風型(N), (2)颱風侵襲型(T), (3)東北季風與颱風外圍環流共伴型(NT)

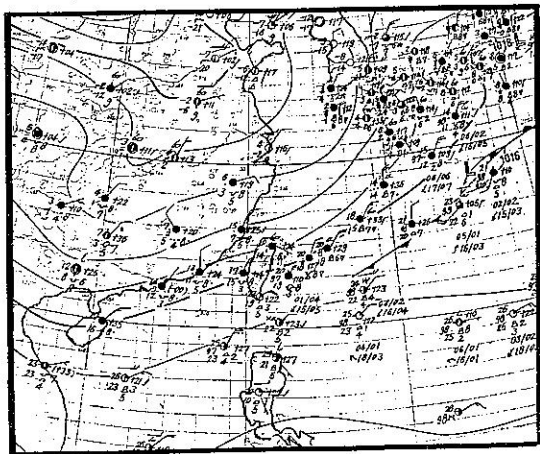
及(4)西南強型(S)等四大類(依產生陣風次數之多寡順序排列),以期針對產生大風及持續之原因逐一追跡與探討,從而提高吾人對北部地區陣風預報之準確率。茲將各型類別之個案說明如下:

#### (一)東北季風型(N):

1.個案一(58.1.1.)與個案二(59.12.24.)同為鋒面後緣冷高壓往東南方向移行的型態(圖七(a)與(b)),由於本省北部地區的等壓線排列是呈東北~西南走向,加上台灣地形的山角作用,使得馬祖與桃園地區出現持續性之強風,如圖八(a)與(b)所示,表示彼此在允許間差下,可以有一相互對應關係。反之,松山測站則由於台北盆地的影響而等壓線成一

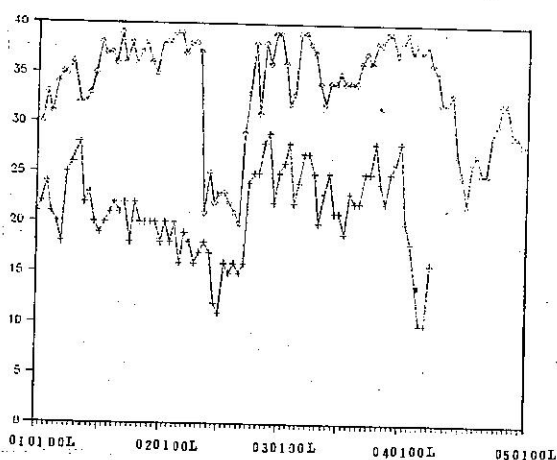


圖(七) (a)58.1.2.00 Z 高壓出海時造成北部地區強風現象之地面天氣圖

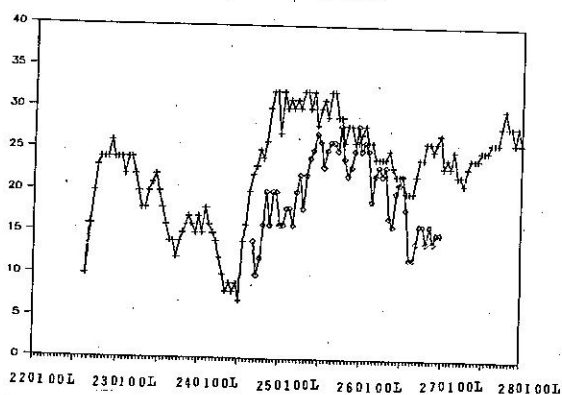


圖(七) (b)59.12.25.00 Z 地面天氣圖

交角(從等壓線順轉約 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 之間),造成陣風現象並不明顯(程, 1984)。



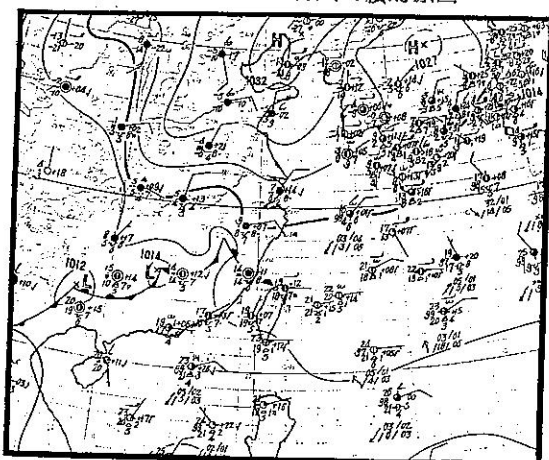
圖九 (a) 桃園(+)與馬祖(◇)測站在個案一(58.1.1 ~ 58.1.4)的風場變化情形



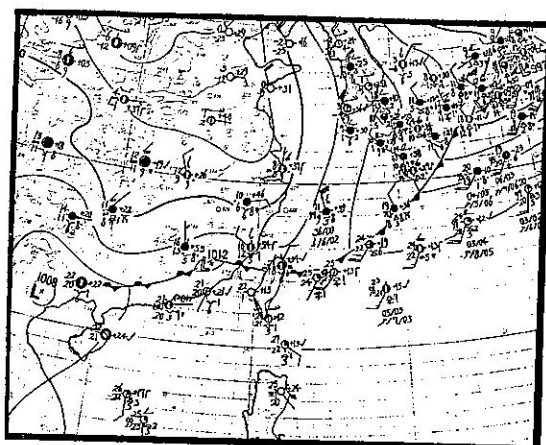
圖八 (b) 桃園(+)與馬祖(◇)測站在個案二(59.12.22 ~ 59.12.27)的風場變化情形

2. 個案三(58.2.19)、四、(58.3.20)、五(59.3.9)、六(63.12.12)、七(70.2.23)及八(70.11.15)則屬東北季風受鋒面系統通過本省時所造成之影響圖九(a)~(f), 由於鋒面地區南北溫差所造成的斜壓性不穩定(如圖(e)中, 松山與馬祖之溫差為6度, 圖(d)中的溫差則有5度)及低層輻合現象所造成的垂直運動環流(Holton, 1976), 不但形成北部地區的陣風, 同時亦造成局部地區的降雨或雷陣雨現象。此外, 鋒面後方配合冷

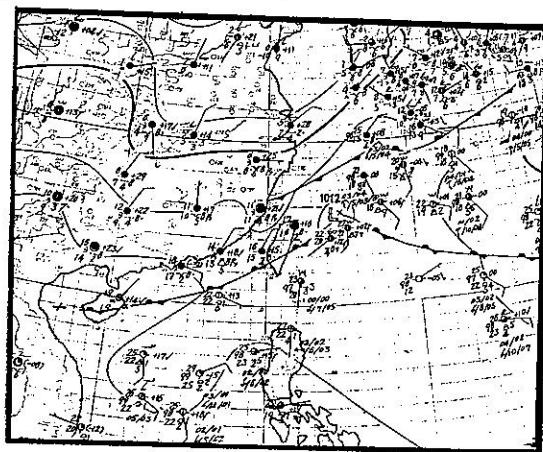
高壓系統的移動而形成較強的氣壓梯度(圖(a)至(f)中平均每五個緯度即2~3條等壓綫通過), 亦是導致陣風持續的原因。



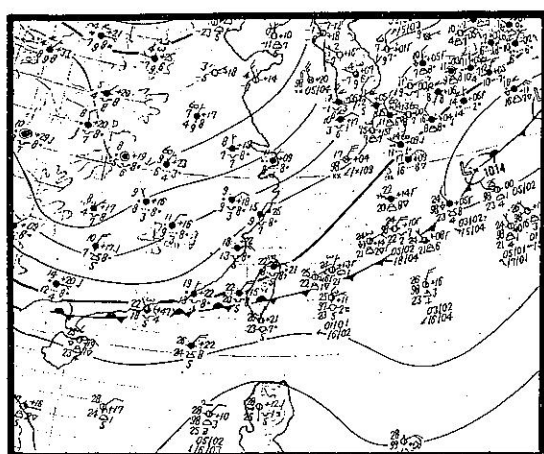
(a) 58.2.20 00 Z



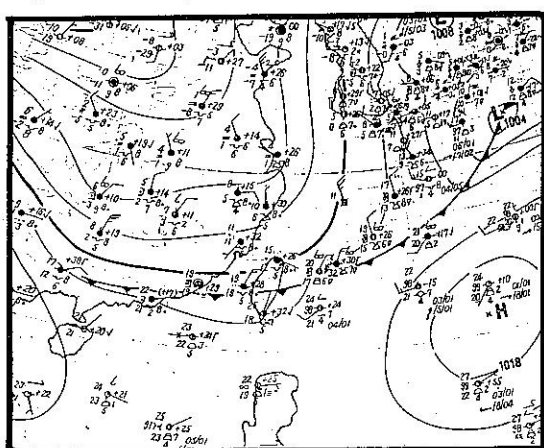
(b) 58.3.21 00 Z



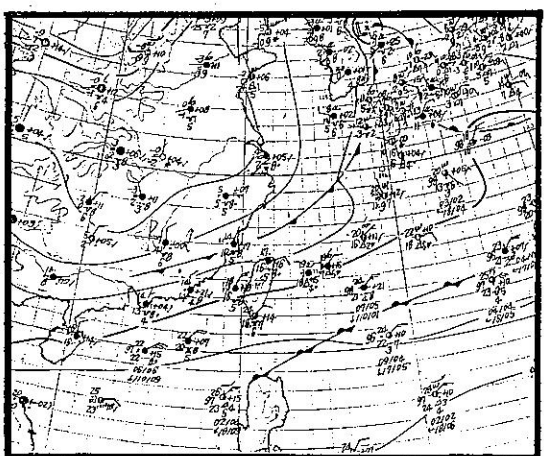
(c) 59.3.10 00 Z



(d) 63.12.13. 00 Z



(e) 70.2.24. 00 Z



(f) 70.1.16. 12 Z

圖(4) (a)~(f)個案三與個案七之地面天氣圖

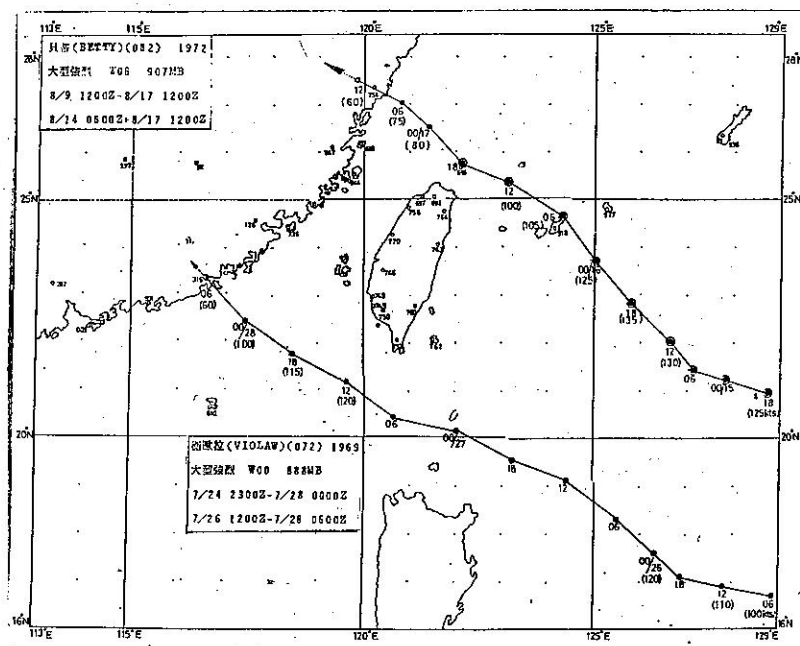
(□) 颱風型 (T) :

1. 個案九 (58.7.25.) 及個案十 (61.8.14.) 乃分別是衛歐拉 (Viola) 與貝蒂 (Betty) 颱風從本省附近掠過時所造成之影響 (其路徑圖如圖十所示)。由於兩者均是大型強烈颱風，是以它們雖祇是分別擦過本省南端與北端而過，卻同樣配合本省地形「山角作用」的影響，(梁等人, 1986)，造成當時各地均有強風出現，其中衛歐拉颱風對馬祖與桃園測站曾造成較長時間之持續性陣風，而對馬祖、新竹及金門三站造成較強烈之陣風現象 (表三)；相對地，貝蒂颱風因為接近本省北部，所以對松山地區之影響最為嚴重，而桃園與新竹等地之影響亦鉅。由此可見，自東往西移行的颱風，一旦其暴風半徑觸及本省時，吾人即應立即作好陣風之防範工作。

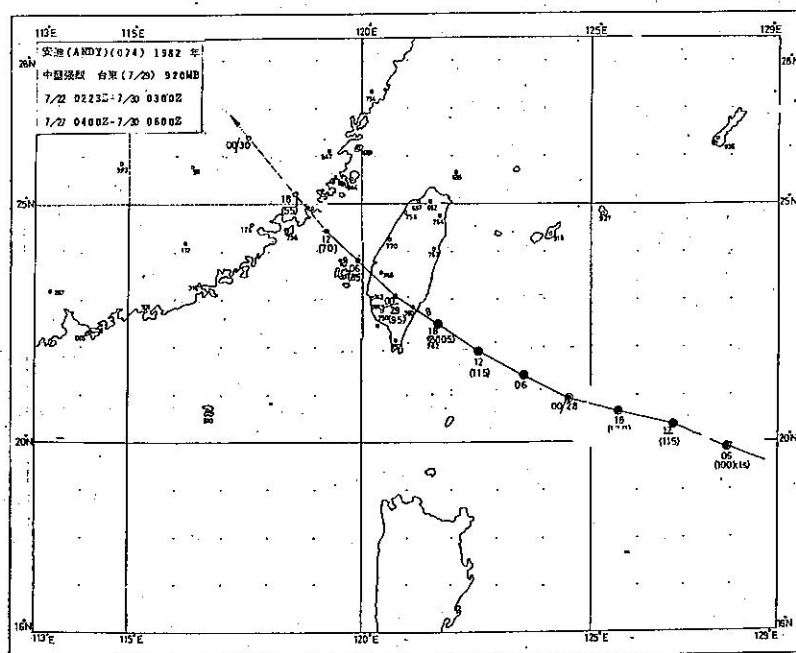
表三：颱風侵襲時，對北部地區造成強風之影響

| 個案編號                  | 影響期間       | 最大陣風及出現時間與地點 |      |         |
|-----------------------|------------|--------------|------|---------|
|                       |            | 地區           | 最大風速 | 持續 hour |
| 九<br>衛歐拉<br>(VIOLEAW) | 58. 7. 25. | F G          | 53   | 44      |
|                       |            | S S          | 40   | 26      |
|                       |            | G M          | 38   | 37      |
|                       | 58. 7. 28. | P O          | 50   | 21      |
|                       |            | B S          | 50   | 20      |
|                       |            | M S          | 36   | 2       |
| 十<br>貝蒂<br>(BETTY)    | 61 & 14.   | F G          | 36   | 30      |
|                       |            | S S          | 72   | 34      |
|                       |            | G M          | 50   | 32      |
|                       | 61 & 17.   | P O          | 48   | 27      |
|                       |            | M S          | 46   | (資料不全)  |

2. 個案十一 (71.7.28.) 是安迪 (Andy) 颱風從台灣東部地區登陸之中型強烈颱風 (圖十一)，當時它先橫過中央山脈，再從嘉義附近出海，期間所造成之陣風以台北為最，風速達 81 KTS，而其他地區亦屬相近不遠。故本省北部地區為颱風所籠罩時其間的各個測站所出現的陣風值是遠大於其他綜觀天氣系統所造成之陣風現象。因此，預測颱風所



圖(十) 衛歐拉 ( VIOLA ) 與貝蒂 ( BETTY ) 颱風之路徑圖



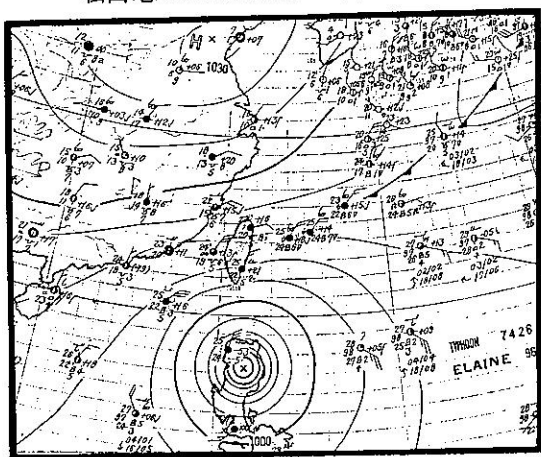
圖(十一) 安迪 ( ANDY ) 颱風登陸本省東部後出海之路徑圖

導致的影響，首先即需掌握其移動路徑與強度的變化 ( Dvorak 1975 )，方能預測各地風力的變化 ( 梁等人，1986 )。

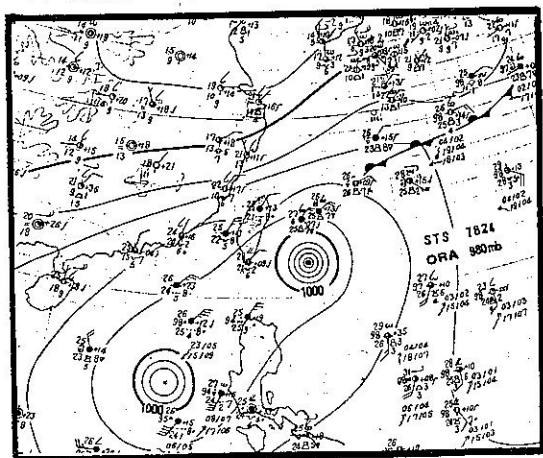
(三) 東北季風與颱風共伴型：

1. 個案十二 ( 63.10.28 ) 與個案十三 ( 67.10.12 )  
是大陸冷高壓位於華北一帶，而颱風環流位

於台灣南方海面所造成之影響（圖十二(a)與(b)），由於兩者間在本省附近形成強烈的氣壓梯度（五個緯度中有四條等壓線通過），同時氣流線走向呈 $70^{\circ} \sim 250^{\circ}$ 排列，因此松山地區亦產生持續性之陣風。



(a) 63.10.28.00 Z



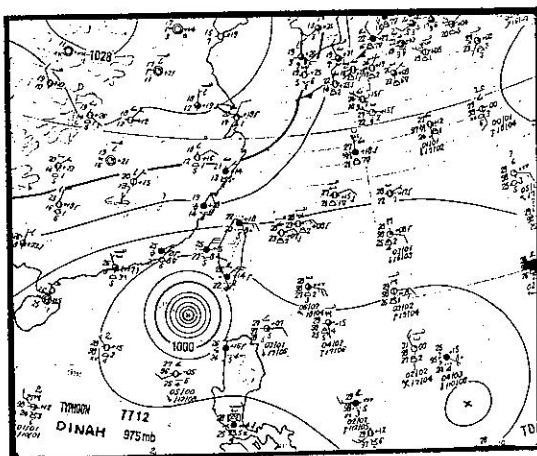
(b) 67.10.12.00 Z

圖(十二). (a)與(b)個案十二與十三之地面天氣圖

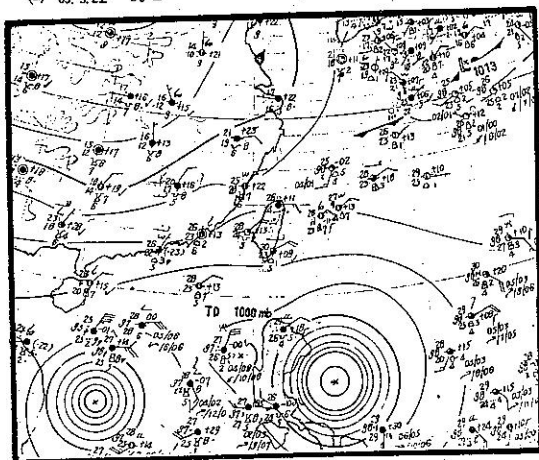
2.個案十四（69.9.12）與個案十五（67.10.7）雖也有類似天氣系統之結構圖十三(a)與(b)，然而所形成之氣壓梯度並不明顯（平均五個緯度中僅有二條等壓線），因此未能造成松山與桃園地區之陣風現象。

#### 四西南季風型：

個案十六（62.6.19）為梅雨鋒面在東海及華中一帶徘徊，對桃園及馬祖地區所造成之影響（



(a) 69.9.21.00 Z

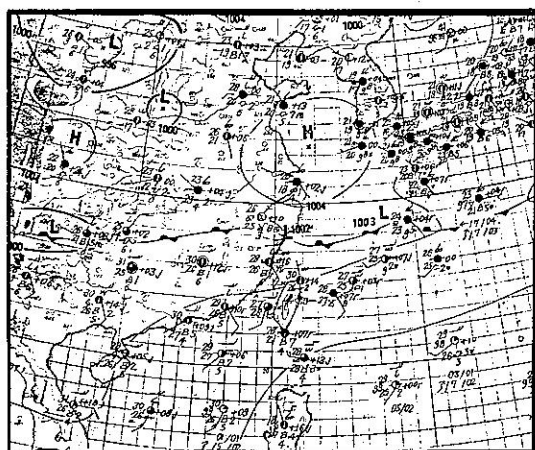


(b) 67.10.7.00 Z

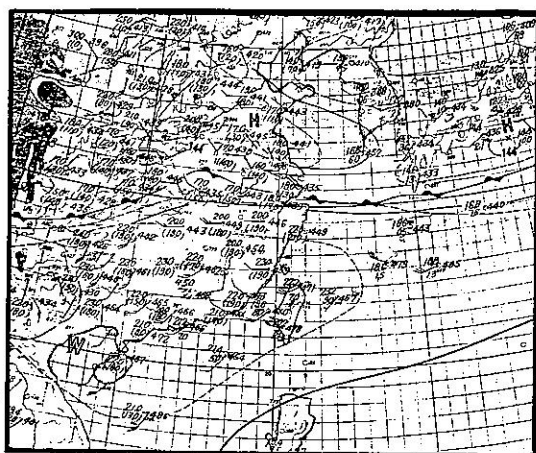
圖(十三). (a)與(b)個案十四與十五之地面天氣圖

圖十四），由於當時的低層西南氣流（Low Level Jet）容易在梅雨鋒前的暖區產生潛在不穩定（Potential Instability）而形成陣風與降雨（陳1984）；因此，梅雨期間鋒面所導致之影響是不可忽視的。

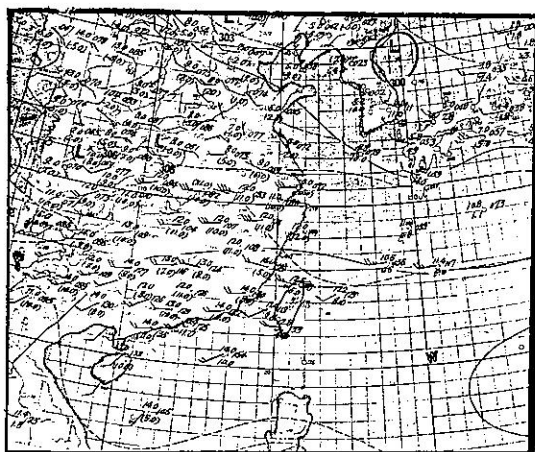
從以上個案之探討與比較，吾人發現在各類天氣型態影響下的陣風個案，雖然有物理機制之不同，如強烈氣壓梯度、不穩定度……等但彼此間仍有一共同之特性，即陣風風速需滿足 $25 \text{ KTS}$ ，且持續時間達12小時以上，也就是說地形效應與氣候因素伴隨著物理機制所造成的影響，根據此點，迴歸方程式的建立遂可以用該參數作為預報因子，以求得一元一次之迴歸係數，從而對陣風持續的現象進



(a) 地面



(b) 850 mb



(c) 700 mb

圖(六) (a)、(b)、(c)個案十六(62.6.19.12 z)之  
地面、850 mb、700 mb 天氣圖。

行定量的推估與修正，以供作業單位之預報依據。因此本研究對台灣北部地區陣風現象的客觀預測法遂應區分為二個步驟，首先利用綜觀尺度的天氣圖分析以定性的方法判斷陣風出現之時機與風速，然後再運用當時之風速配合迴歸方程式的計算以預測次日的陣風值。

(一)天氣系統之研判：從過去十四年統計資料之結果與個案研究中，產生北部地區持續性陣風之原因，共計有東北季風型（含寒潮爆發、分裂性高壓出海，強烈氣壓梯度及鋒面系統等），颱風型（含熱帶低壓及擾動等），東北季風與颱風共伴型及西南季風型（含中尺度對流輻合雲系 Mesoscale Convective Complex，中尺度低壓 Mesoscale Low，及梅雨鋒 Mei-Yu Front 等）四大類，其中以東北季風造成陣風之次數最頻，以颱風造成之影響最為嚴重。因此定性的方法即需要比較季節與各種天氣型態間的彼此關係，如分析等壓線走向，分裂高壓中心之強度與位置，鋒面系統的強弱與移動速度等因子，從而瞭解陣風發生機率。

(二)迴歸方程式之建立：根據十四年選擇性之地面風場資料，配合各類天氣型態之分析及迴歸方程式之原理，吾人乃針對各類別之天氣系統及各測站本身之自相關能力（Auto-Correlation）進行資料之合併與整理，得到九組迴歸方程式及其標準誤差（Standard Error）值（表四），其中

1. 東北季風影響下所得之迴歸方程式，具有最小的標準誤差值，表示該式有足夠的代表性同時預報準確率亦較高。
2. 西南季風影響下的迴歸方程式，由於陣風值較其他類型之天氣系統所造成之影響為弱，且持續時間亦較短，因此個案資料之選取較少，故所得之標準誤差值稍高。
3. 颱風侵襲時，通常會造成各地陣風的出現，而其持續時間之長短卻因颱風路徑之不同而互異，所以該迴歸方程式的標準誤差值較大。

表四 各類型態之迴歸方程式與標準誤差值  
(S.E.)之關係

| 性質編號 | 資料內容                | 迴歸方程式<br>(Regression Equation) | 標準誤差值<br>(Standard Error) |
|------|---------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 天氣型態 | 1 東北季風型(N)          | $y = 0.469 \times + 11.577$    | 3.066                     |
|      | 2 颱風侵襲型(T)          | $y = 0.004 \times + 25.262$    | 9.182                     |
|      | 3 東北季風與颱風侵襲合併型(N.T) | $y = 0.647 \times + 9.201$     | 7.383                     |
|      | 4 西南季風型(S)          | $y = 0.006 \times + 18.427$    | 4.771                     |
|      | 5 所有資料混合型           | $y = 0.457 \times + 11.752$    | 5.752                     |
| 自相關  | 6 馬祖測站(689)         | $y = 0.350 \times + 12.660$    | 5.556                     |
|      | 7 松山測站(696)         | $y = 0.268 \times + 13.303$    | 6.296                     |
|      | 8 桃園測站(697)         | $y = 0.117 \times + 15.388$    | 3.870                     |
|      | 9 金門測站(736)         | $y = 0.063 \times + 16.008$    | 4.389                     |

4. 桃園測站在自相關狀況下，標準誤差值最小，顯示該站陣風現象較為穩定，亦即地形的效應或季節的變化等原因對該站影響不大。

5. 當不計天氣型態，將所有資料同時納入計算迴歸係數時，其標準誤差值的大小可作為各類型迴歸方程式之參考依據。

## 五、結 論

根據本文之探討，吾人可有以下幾點結論：

- (一) 台灣北部地區最大陣風出現之時機為颱風侵襲本省時所造成，其中多以從本省東部海岸接近者為最，配合地形「山角作用」之影響，可使陣風強弱與颱風強度成正相關作用。
- (二) 迴歸方程式中以觀測風場為預報因子，配合季節性天氣型態之分析與地形之影響，可隨時掌握24小時以後北部地區各個測站之風力變化。
- (三) 冬季型的東北季風型態往往較其他型態之天氣系統容易造成北部地區較長時間之持續性陣風；因此該類陣風之預報準確率較高。

四 根據交叉相關係數的比較，東北季風型態下的風場，馬祖地區可以作為松山、桃園及金門等測站的有利預報因子，唯時間差的掌握仍需進一步的研究；反之，在其他類型的天氣系統影響下，兩測站間便不再有較密切的相關。

(五) 冬季期間，形成北部地區陣風現象的原因多為大陸冷高壓或分裂高壓伴隨鋒面系統南移時所造成，因此由於溫度差所造成斜壓性不穩定現象在未減弱之前，陣風現象是會持續出現的。

(六) 每年五~七月期間為西南季風盛行時節，平均來說，風力並不強，唯有受梅雨鋒面或MCC等系統影響時，由於潛在不穩定度的產生，使得西南季風增強。

(七) 颱風侵襲型態下的迴歸方程式，因為路徑的變化會有較顯著的差異，使得標準值較不理想，因此，颱風來臨時，陣風的預測仍應以颱風的最佳路徑為主要考慮因子。

(八) 迴歸方程式中，需有待進一步的努力以加入氣壓梯度及溫度變化等預報因子時，相信對於陣風現象在24小時後的變化情形必能更加有效地予以掌握。

## 六、致 謝

本研究係在中央氣象局的專題研究資助下完成，期間經氣象中心多位同志提供寶貴意見使本研究得以順利完成，易安成及陳普斌兩位同志的程式設計、資料處理與文稿校對、鄧資嘉同志的資料蒐集與圖表整理、國防管理中心董佳績先生蔣美麗小姐在資料處理技術上的協助，均在此一併致謝。

## 七、參考文獻

1. 王時鼎，1963：沿台灣中央山脈前進颱風之地形影響研究，氣象預報與分析，14期，P1~10。
2. 王時鼎，1980：台灣近海颱風運動及其強度預報法。空軍氣象中心研究報告第18號。
3. 李汴軍，梁乃匡，1981：沙崙卸油作業海域風浪預報之分析。

4. 李富城, 沈 畦, 王觀智, 黃幸彥, 1985: 颱風侵襲下台灣地區強風分佈及持續時間客觀預報之研究(一)。空軍氣象中心研究報告第32號。
5. 林則銘, 1972: 侵襲台灣颱風風力之研究。空軍氣象中心研究報告第4號。
6. 徐天佑, 沈 畦, 楊明鐸, 1984: 台灣北部冬季低層大氣之波譜分析, 天氣分析與預報研究會論文彙編, P 413 ~ 416。
7. 梁瑞禎, 謝維權, 易安成, 1985: 台灣地區初春雷雨系統的形成條件及動力發展研展。
8. 梁瑞禎, 李富城, 俞川心, 沈 畦, 葉文欽, 謝維權, 1986: 影響桃園沙崙外海輸油作業之氣象條件之研究。空軍氣象中心研究報告第35號。
9. 俞家忠, 1985: 台灣地區暴風預報之研究(二), 行政院國科會防災科技研究報告 P 73 ~ 75。
10. 程允中, 王復平, 1984: 冬季台灣北部地區風力分析與研究天氣分析與預報研討會論文彙編, P 417 ~ 423。
11. 葉文欽, 陳泰然, 1982: 影響台灣地區冬半年天氣之低壓與鋒面氣候之特徵。台大天氣科學系研究報告, NTUATM -1982 - 03, P35。
12. 劉廣英, 易安成, 1980: 颱風最大暴雨量及最大風速之推算。氣象預報與分析, 85期, P 1 ~ 8。
13. 劉廣英, 1982: 台灣北部風力分析及強風預報之研究。空軍氣象中心研究報告第24號
14. Chen., G.T.J. 1982: Observational Aspects of the Mei-Yu Phenomenon over Subtropical China. ( 第三屆大氣科學學術研討會論文彙編, p.166-174 )。
15. Holton, J.R. 1972: Diagnostic Analysis of Synoptic Scale Motions in Middle Latitudes. An Introduction to Dynamic Meteorology. 7, p.112-115.
16. Panofsky, H.A., and G.W. Brier, 1965: Some applications of statistics to Meteorology. Pennsylvania State University press, 224p.
17. Riehl, H. 1979: Tropical Cyclones- Structure and Mechanics, Climate and Weather in the tropics. Ch9. p.446-450.
18. Yih. A.C. 1983: Basic technique in Using Satellite Data to Deal With Some Meso-Scale Meteorological Problems. Seminar Report Dep't of Earth & Atmospheric Science, St. Louis University, 52pp.

# Study on the Maximum Wind Gust at the Northern Taiwan Area

*Chi-Kang Lo*

*Weather Wing, C.A.F.*

*Jui-Cheng Liang*

*Weather Center, C.A.F.*

*Chuan-Shin Yu*

*Shen Hsi*

*Weather Center, C.A.F.*

## Abstract

The northern Taiwan is important vital point of political, military and economical place as well as the industry and trade center. Therefore the maximum wind gust ( $\geq 25$  kts) in this area always have much influence on the flight and oceanic engineering work. Thus our purpose is to analyze the surface wind field at station Sungshan, Taoyuan, Kinman, and Matsu accompany with the weather chart during last 14 years (from 1969 to 1982) to do some statistical analyses. We found that there are four kinds of reason to cause the continuous wind gust. There are winter monsoon, typhoon type, winter monsoon mixed with typhoon type and summer monsoon. Then the following methods are utilized :

- (1) to find the coefficient of cross correlation among each two stations and the time lag between them by using the registration method of time series.
- (2) to compare predictands of each weather type with the variation of wind field at a future time ( 24 hours after ), find a standard error by using the method of scatter diagram, and then construct the regression equation

Thus we can easily promote our ability in forecasting the wind gust at northern Taiwan by above analysis to decrease the damage in that area.