

海峽北部冬季風速之簡單相關預報法

李富城

何宇哲

一、前言

台灣海峽東西岸受大陸及台灣之拘限，地勢成一袋狀漏斗，冬季東北季風強盛，此區風速往往異於其他海面，對於預報風速，實在是一大難題，然而海峽位居亞洲航運必經樞紐，所以能求得一簡易的方法來預報海峽風速，實屬必要。

本文資料選用 65 - 69 年 1 月及 12 月北平、上海、漢口、馬祖四個測站 18 Z 時的氣壓值各 288 筆；馬公及桃園中正機場於相對時間 6、12、18、24 小時之後的風速。希望在某一時間之氣壓差（北平-馬祖；上海-馬祖；漢口-馬祖）與相對時間 6、12、18、24 小時之後的風速（馬公；中正機場）中求得一組最理想的迴歸方程（regression equation），作為預報的根據。

二、統計預報的原理及方法

由於冬季系統多來自北方，所以選用北面較高緯度的北平、上海、漢口等測站之氣壓值，再根據地轉風的公式（Holton 1980）希望由氣壓差求

$$V_g = - \frac{1}{\rho f} \frac{\partial p}{\partial n}$$

得風速。

兩組資料（氣壓差、風速），利用統計學的方法求得資料間相關程度的方法種為簡單相關（simple correlation）。將兩組變數繪入坐標圖而成散佈圖（scatter diagram），可藉散佈圖中各點之排列是否近於一斜直線而判斷該兩組資料間相關程度的正負及大小（如圖一）（陳 1961）。

為求簡便乃採用直線相關來解決問題，求直線相關時要討論三項基本問題（陳 1961）：

(一)、如何根據一組資料配合以一直線來表示兩組

資料間相互變化之關係（即由一實際氣壓差如何得出一預測風速）？

(二)、此預測資料誤差多大（即估計風速與實際風速間的出入）？

(三)、兩組資料間相關程度如何（即氣壓差與風速間的相關程度）？

解決上述三問題的方法，第一個問題在求迴歸方程，第二個問題在計算估計標準誤（Standard error of estimate），第三個問題是求相關係數。方法如下：

(一)、迴歸方程，迴歸直線以數學式子表示則稱迴歸方程，方程式中必有一變數為自變數，另一變數為應變數。

$$Y' = a + bX \quad Y' = Y \text{ 之估計值}$$

a = 常數項

b = Y 對 X 之迴歸係數

亦即散佈圖中各資料點距迴歸直線垂直距離之平方和 $\sum (Y - Y')^2$ 為最小，得

$$a = (\sum X^2 \sum Y - \sum X \sum XY) / (n \sum X^2 - (\sum X)^2)$$

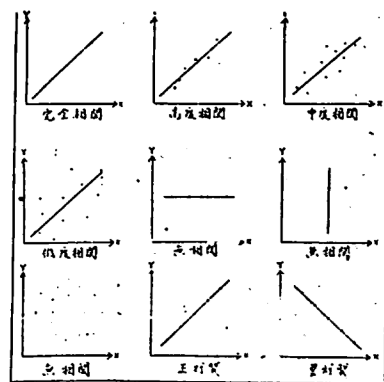
$$b = (n \sum XY - \sum X \sum Y) / (n \sum X^2 - (\sum X)^2)$$

(二)、估計標準誤，Y' 與 Y 之間常有誤差存在，亦即 (Y - Y')，估計值與實際值間誤差大時則估計值可靠性低，反之則估計值可靠性高。Y 對 X 之估計標準誤 S_{yx} ：

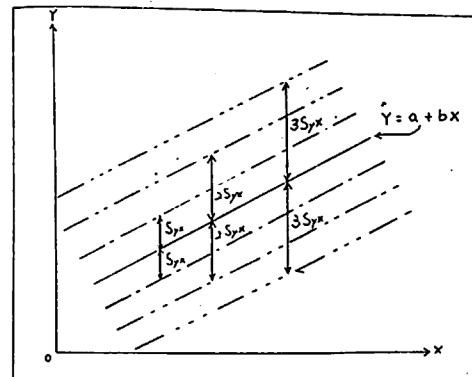
$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y')^2}{n}}$$

由於誤差之分配合於常態分配法則，故估計值之可靠性可由常態分配之性質加以推斷，其法如下（見圖二）：

1、Y 之實際值包含在 (Y' ± S_{yx}) 間者



圖一正負及不同相關程度之散佈圖



圖二估計範圍示意圖

WIND SPEED = 5.055 + DELTA PRESSURE = 0.167
(a) STANDARD ERROR = 5.3344
CORRELATION COEFFICIENT = 0.81
WIND SPEED = 13.526 + DELTA PRESSURE = 0.113
(b) STANDARD ERROR = 5.0452
CORRELATION COEFFICIENT = 0.82
WIND SPEED = 6.807 + DELTA PRESSURE = 0.149
(c) STANDARD ERROR = 5.4121
CORRELATION COEFFICIENT = 0.80
WIND SPEED = 5.881 + DELTA PRESSURE = 0.126
(d) STANDARD ERROR = 5.5111
CORRELATION COEFFICIENT = 0.77

表一由上而下分別為 6、12、18、24 小時之預報

WIND SPEED = 4.667 + DELTA PRESSURE = 0.076
(a) STANDARD ERROR = 6.2855
CORRELATION COEFFICIENT = 0.73
WIND SPEED = 17.110 + DELTA PRESSURE = 0.058
(b) STANDARD ERROR = 5.4984
CORRELATION COEFFICIENT = 0.78
WIND SPEED = 0.796 + DELTA PRESSURE = 0.126
(c) STANDARD ERROR = 5.4655
CORRELATION COEFFICIENT = 0.81
WIND SPEED = 4.476 + DELTA PRESSURE = 0.135
(d) STANDARD ERROR = 5.0526
CORRELATION COEFFICIENT = 0.80

表二由上而下分別為 6、12、18、24 小時之預報

WIND SPEED = 11.470 + DELTA PRESSURE = 0.004
(a) STANDARD ERROR = 7.5521
CORRELATION COEFFICIENT = 0.62
WIND SPEED = 18.400 + DELTA PRESSURE = -0.001
(b) STANDARD ERROR = 6.4187
CORRELATION COEFFICIENT = 0.70
WIND SPEED = 10.643 + DELTA PRESSURE = 0.039
(c) STANDARD ERROR = 6.8047
CORRELATION COEFFICIENT = 0.71
WIND SPEED = 8.005 + DELTA PRESSURE = 0.052
(d) STANDARD ERROR = 4.4868
CORRELATION COEFFICIENT = 0.71

表三由上而下分別為 6、12、18、24 小時之預報

WIND SPEED = 5.055 + DELTA PRESSURE = 0.167
(a) STANDARD ERROR = 5.3344
CORRELATION COEFFICIENT = 0.81
WIND SPEED = 13.526 + DELTA PRESSURE = 0.113
(b) STANDARD ERROR = 5.0452
CORRELATION COEFFICIENT = 0.82
WIND SPEED = 6.807 + DELTA PRESSURE = 0.149
(c) STANDARD ERROR = 5.4121
CORRELATION COEFFICIENT = 0.80
WIND SPEED = 5.881 + DELTA PRESSURE = 0.126
(d) STANDARD ERROR = 5.5111
CORRELATION COEFFICIENT = 0.77

表四由上而下分別為 6、12、18、24 小時之預報

WIND SPEED = 11.470 + DELTA PRESSURE = 0.004
(a) STANDARD ERROR = 7.5521
CORRELATION COEFFICIENT = 0.62
WIND SPEED = 18.400 + DELTA PRESSURE = -0.001
(b) STANDARD ERROR = 6.4187
CORRELATION COEFFICIENT = 0.70
WIND SPEED = 10.643 + DELTA PRESSURE = 0.039
(c) STANDARD ERROR = 6.8047
CORRELATION COEFFICIENT = 0.71
WIND SPEED = 8.005 + DELTA PRESSURE = 0.052
(d) STANDARD ERROR = 4.4868
CORRELATION COEFFICIENT = 0.71

表五由上而下分別為 6、12、18、24 小時之預報

WIND SPEED = 4.667 + DELTA PRESSURE = 0.076
(a) STANDARD ERROR = 6.2855
CORRELATION COEFFICIENT = 0.73
WIND SPEED = 17.110 + DELTA PRESSURE = 0.058
(b) STANDARD ERROR = 5.4984
CORRELATION COEFFICIENT = 0.78
WIND SPEED = 0.796 + DELTA PRESSURE = 0.126
(c) STANDARD ERROR = 5.4655
CORRELATION COEFFICIENT = 0.81
WIND SPEED = 4.476 + DELTA PRESSURE = 0.135
(d) STANDARD ERROR = 5.0526
CORRELATION COEFFICIENT = 0.80

表六由上而下分別為 6、12、18、24 小時之預報

約佔 68%。

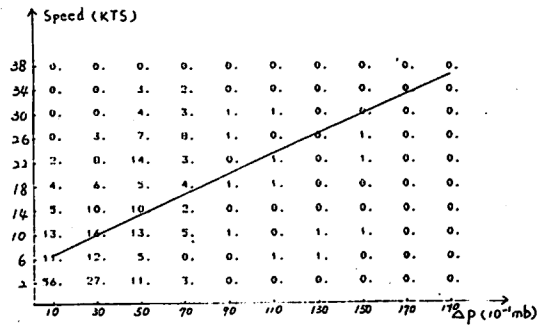
2、Y 之實際值包含在 (Y' ± 2 S_{yx}) 間者約佔 95%。

預報時間 (hr)	氣壓差 (10 ⁻¹ mb)	求 speed 之迴歸方程
6	上海-馬祖	見表一(a)
12	上海-馬祖	見表一(b)
18	漢口-馬祖	見表二(c)
24	漢口-馬祖	見表二(d)

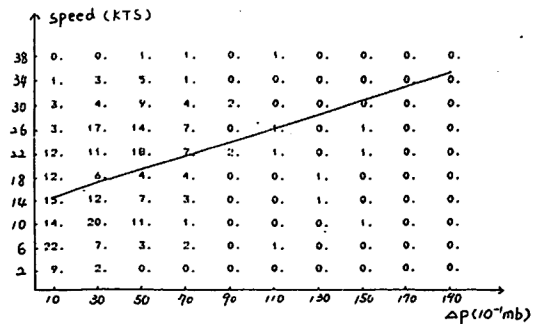
表七 中正機場風速預報對照表

預報時間 (hr)	氣壓差 (10 ⁻¹ mb)	求 speed 之迴歸方程
6	漢口-馬祖	見表五(a)
12	上海-馬祖	見表四(b)
18	上海-馬祖	見表四(c)
24	漢口-馬祖	見表五(d)

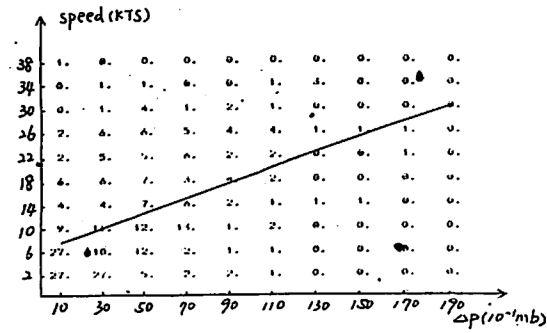
表八 馬公風速預報對照表



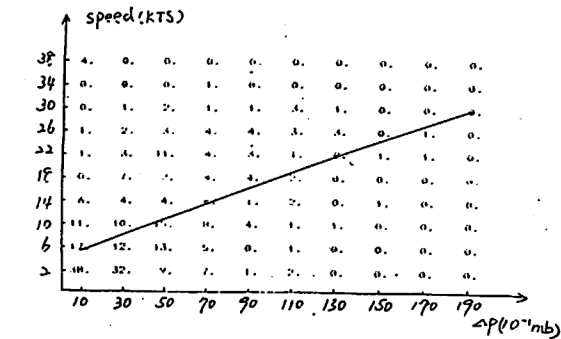
圖三中正機場風速 (6小時預報) 與 (上海-馬祖) 氣壓差之散佈圖及迴歸直線



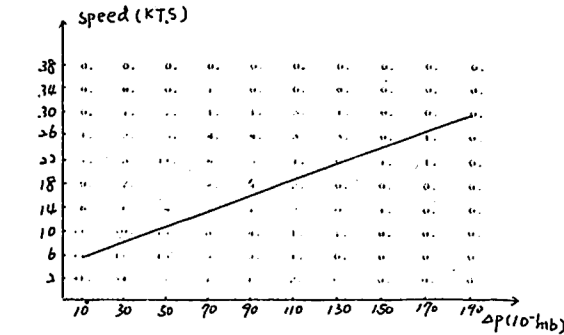
圖四中正機場風速 (12小時預報) 與 (上海-馬祖) 氣壓差之散佈圖及迴歸直線



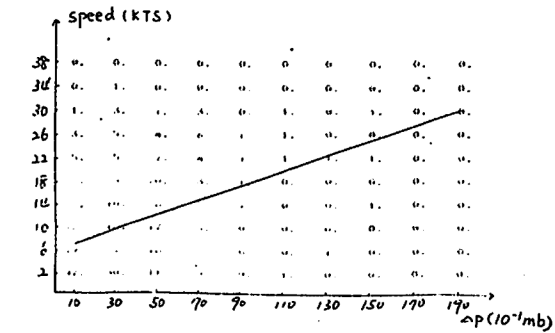
圖五 中正機場風速 (18小時預報) 與 (漢口-馬祖) 氣壓差之散佈圖及迴歸直線



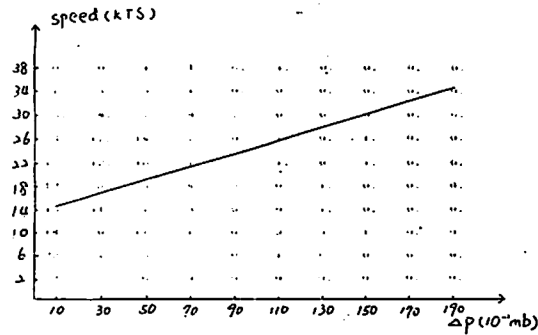
圖六 中正機場風速 (24小時預報) 與 (漢口-馬祖) 氣壓差之散佈圖及迴歸直線



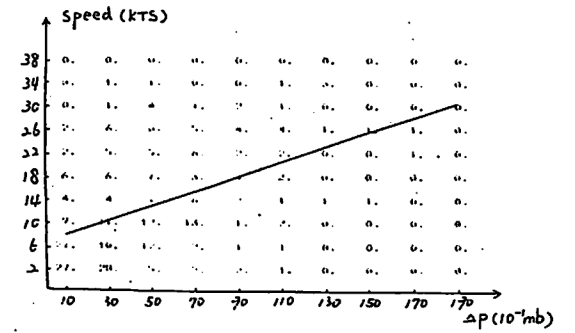
圖七 馬公風速 (6小時預報) 與 (漢口-馬祖) 氣壓差之散佈圖及迴歸直線



圖八 馬公風速 (12小時預報) 與 (上海-馬祖) 氣壓差之散佈圖及迴歸直線



圖九 馬公風速 (18小時預報) 與 (上海-馬祖) 氣壓差之散佈圖及迴歸直線



圖十 馬公風速 (24小時預報) 與 (漢口-馬祖) 氣壓差之散佈圖及迴歸直線

3. Y之實際值包含在 (Y ± 3 S_{yx}) 間者約佔 99%。

ㄅ、相關係數, 相關係數為表示直線相關程度之大小及正負之無單位係數。

$$r = \sqrt{1 - \frac{S_{yx}^2}{S_y^2}} \quad S_y = Y\text{-之標準差}$$

相關係數的意義如下:

r = +1 時為完全正相關

r = -1 時為完全負相關

|r| ≥ 0.7 時為高相關

0.3 < |r| < 0.7 時為中度相關

|r| ≤ 0.3 時為低相關

由上述原理求氣壓差的絕對值與 6、12、18、24 小時之後的風速之間相關程度, 找出對應某一預報時間最高相關的測站氣壓差來, 這便是本文所採用的統計預報法則。

三、實際資料分析

由於所需處理的資料甚多, 依照分組原則 (威, 1978) (即組數 ≤ 5 log N) 而後運用上述原理來分析便可求得下列結果:

(delta pressure 以小數點下一位為準, 如 |1013.5 mb - 1010.2 mb| DELTA PRESSURE = 33 mb; WIND SPEED 及 STANDARD ERROR 的單位均為浬/時)。

ㄱ、風速以中正機場為代表

1 氣壓差 (上海-馬祖), 見表一

2 氣壓差 (漢口-馬祖), 見表二

3 氣壓差 (北平-馬祖), 見表三

ㄱ、風速以馬公為代表

1 氣壓差 (上海-馬祖), 見表四

2 氣壓差 (漢口-馬祖), 見表五

3 氣壓差 (北平-馬祖), 見表六

四、結論

綜觀前面所列的結果可知:

ㄱ、若要預報中正機場風速則參閱表七 (相關程度最佳)。

ㄱ、若要預報馬公風速則參閱表八 (相關程度最佳)。

ㄅ、上面這些較高相關的個案, 其資料所成之散佈圖可參閱圖三~十。由各圖中可看出有些氣壓差小但風速卻極大的特例, 這多為高壓出海的情形。我們知道風的成因是以氣壓梯度為主但並非完全由氣壓梯度力主宰, 影響風的大小還有摩擦力、局部地形效應等。在此僅假設風速為氣壓梯度的函數來討論, 故由散佈圖中可看出當氣壓差甚小時 (即氣壓梯度的影響不大時), 風速的散佈較大 (亦即其他因素的影響相對地增加了)。

本文僅是以客觀的立場及統計方法來分析過去的資料, 作為預報的簡便依據, 若要進一步求得精確的預報方法, 可考慮更多的氣象因子以求復相關, 當然這是需要氣象工作同仁的共同努力

參 考 文 獻

- 陳超塵(1961) : 統計學(上册) , 台灣商務印書館。
戚啟勳(1978) 、嚴夢輝: 氣象統計學, 復興書局。
Holton (1980) : An Introduction to Dynamic Meteorology.

A Simple Correlation Prediction Method of The Winter Wind Speed
At The North of Taiwan Strait

Lee Fu cheng

Ho Yu che

Owing to the Geographical situation, the occurrences of severe NE Monsoon had frequently performed at the north part of Taiwan Strait during the winter. Therefore it is quite necessary to develop a simple prediction method to estimate the wind speed at the region.

In this article, We use the statistic method and five year's data (1976 - 1980) to proceed the correlation analysis between the wind speed of the north Taiwan Strait and Certain pressure gradients 12 to 24 hours prior to the Strong wind was observed, The result presented a very good relationship between these two terms, so this simple correlation prediction method is very useful.