

寒潮爆發時馬祖及馬公強風預報之研究

陳 普 斌 呂 木 村 鄧 資 嘉 林 雪 琴

摘 要

本文採用馬祖及馬公兩測站自民國62年至71年(1973~1982)共10年的冬季(12月~翌年2月)期間的地面風場資料,配合天氣型態的分析和統計方法的運用,探討如下:

- (1)利用時間序列之定位(Registration),找出兩測站間彼此的交叉相關係數及時間差。
- (2)以風速為強風預報之因子,繪製散佈圖,建立強風預報的迴歸方程,並討論其誤差。期能在寒潮爆發期間,提高馬祖和馬公兩測站對強風預報的準確率,以減少強風所造成之災害。

一、前 言

寒潮的災害除了造成低溫使農、漁業發生嚴重的損失外,其造成的風速增強,對航空飛行,海上航行及各種工程作業的安全亦構成了莫大的威脅。任和蔡(1980年)曾利用各類寒潮合成圖的分析與當時天氣圖互相比較,進而有助於寒潮預報的發佈。再加上馬祖和馬公的地理位置特殊,對台灣北部的風力大小有著先期預警的作用。因此,本文針對馬祖和馬公兩測站10年間冬季的地面風場資料,做統計的分析與天氣型態的探討。期望能在寒潮爆發時,對馬祖和馬公兩測站的地面風場做一預估,提高強風預報的準確率,以減少強風所造成的災害。

二、資料的選取

本文採用馬祖和馬公兩測站自民國62年至71年間冬季的地面風場資料,再根據任和蔡(1980年)對台灣地區之寒潮定義:「冷鋒通過台灣北部後,因大陸冷氣團南下,帶來冷空氣,使台北的日最低溫連續下降兩天達4°C或4°C以上者稱之為寒潮

,而下降度數在4°C與5.9°C之間者,稱為中寒潮;在6°C與7.9°C之間稱為強寒潮;在8°C以上者稱為極強寒潮。假如日最低溫只降一天而下降溫度達上述標準者,亦包括在內。」和台北松山測站的逐日最低氣溫記錄。以選取當台北松山測站寒潮爆發期間的前後各加一天的馬祖和馬公的地面風場資料共31組,進行個案分析與探討。

三、資料的處理

資料的處理流程,如圖一所示。其主要步驟敘述如下:

(1)大風持續之定義與時間之界定——

有下述三個重要的參數:

- (a)風速臨界值——陣風速值 $\geq 25 \text{ KTS}$, 恆常風速值 $\geq 15 \text{ KTS}$ 。(劉, 1982)
- (b)大風持續之時間參數——六小時。(羅、梁, 1987)
- (c)大風持續個案選取的時間標準——24小時

。任和蔡(1980年)指出一般寒潮多持續2—3天。因此,舉凡個案之大風持續時間未達24小時者,均不予取用。

其方式如圖二所示。當預期之風速達到臨界值標準時,便定為強風持續的開始時間,直到連續六小時內不再出現風速值達到臨界值標準時,持續現象便告結束。圖中標示有〇之曲線表示大風起始時間為02 L,結束時間為09 L,共持續了七小時,未達大風持續個案選取的24小時標準。因此,該七小時大風持續時間的個案不予取用。

(2)交叉相關係數與時間差——

劉(1982年)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,桃園和新竹間的強風現象是彼此密切相關的。且由於冬季天氣型態下,較強的東北季風往往有自北向南逐漸推動的特性。以及夏季西南季風時,天氣系統有自西南西移往東北東之趨勢(Chen, 1982)。因此,吾人認為當寒潮爆發時,受大陸冷高壓的南移影響,馬祖和馬公兩測站的地面風場亦有著某種程度的相關,探討兩者相關性之做法敘述如下:

如圖三馬祖和馬公的地理位置前後之關係所示,當寒潮爆發時的天氣型態,先影響馬祖再影響馬公,再加上寒潮的開始和結束時辰難以確定,故決定以馬公測站逐時的地面風場為固定之時間序列,而以馬祖測站的大風持續時間內的地面風場為移動的時間序列,求兩者間各種不同的時間差的交叉相關係數。以最大的正交叉相關係數及其時間差值做為兩組時間序列彼此間定位(Registration)和推算時間延遲(Time lag)的依據(Moik, 1980);其結果見表一。而求取交叉相關係數和時間差的數學關係式如下:

$$S_{jk}(h \Delta t) = \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{T}_j)(x_{ik} - \bar{T}_k) - \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{T}_j) \sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{T}_k) / n$$

其中 $j = 1, 2, \dots, m$, $k = 1, 2, \dots, m$

$S_{jk}(h \Delta t)$ 為時間差 $h \Delta t$ 下, j 和 k 兩組資料的偏差之叉乘積之和 (Sum of Cross-Products of deviations)

$$\bar{T}_j = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}}{m}, \quad \bar{T}_k = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ik}}{m} \text{ 為 } j$$

和 k 兩組資料的樣本暫時平均 (temporary mean)

則交叉相關係數 $r_{jk}(h \Delta t)$ 為

$$r_{jk}(h \Delta t) = \frac{S_{jk}(h \Delta t)}{\sqrt{S_{jj}(h \Delta t)} \cdot \sqrt{S_{kk}(h \Delta t)}}$$

(3)散佈圖與迴歸方程——

劉(1982年)曾指出當大陸高壓南北向梯度大或移向偏南時,桃園測站易生較強的風。由此可知,當寒潮爆發時,影響地面風場的因子有氣壓梯度,主高壓的強度及其走向,有無分裂高壓,地轉風條件平衡及山勢地形的效應...等。換句話說,當一個寒潮的天氣系統發生時,對各測站地面風場的影響,實係上述因子複雜的綜合變化所致。因此,祇要在同一天氣系統的型態,沒有發生太大的變化,我們可直接以風速做為預報因子,進行處理。本文採用馬祖和馬公兩測站各10年冬季期間大風持續個案的地面風場資料,以統計複迴歸的方法(Kopal, 1959),利用過去的風速來推估下一小時乃至下一天的風速,並據兩者的配對,繪製散佈圖及計算其迴歸方程和誤差;其結果見圖四和表二。

四、結果分析與討論

根據上述處理的結果,我們發現:

- (1)由表一可知,在31組選取的個案中,交叉係數大於0.5者有22組,佔70%;大於0.6者有10組,佔32%;大於0.7者有4組,佔13%。由

以上數據顯示，馬祖和馬公兩測站間的相關性良好。由於馬公測站之地理位置和大陸冷高壓的距離較馬祖為遠，受寒潮的影響亦不如馬祖深，再加上位處於大陸和台灣之間，受地形的漏斗效應之影響。因此，寒潮時期馬公的風速都很強且變化不大，其與馬祖的地面風場間的相關性，亦受影響。

(2) 由於本文採用之任和蔡 (1980) 對台灣地區之寒潮定義，無法確切地肯定寒潮爆發之開始與結束的時辰；因而，兩測站做交叉相關性探討的時間序列難以掌握。本文僅以個案中大風持續時間內的地面風場，做為分析交叉相關性的依據。因此，時間差出現負值是被允許的，且時間差和相關係數的結果，並非絕對的數值，僅相對地提供兩測站間相關性的參考。

(3) 由圖四中兩測站的散佈圖發現間隔 1 小時和 6 小時的散佈圖有著顯著地良好相關，而間隔 12、18 和 24 小時的散佈圖，由於天氣型態的變化，其風速散佈之範圍較廣。而表二所列之馬祖和馬公兩測站 10 年的統計資料所迴歸之預估方程，佐以天氣圖分析，對預估該兩測站在寒潮爆發的天氣型態下，1、6、12、18 和 24 小時的強風預報，有著莫大的助益。

(4) 由圖五所示各種不同時數的迴歸預估方程和標準來看發現本文使用以風速為預報因子的方法，其間隔時數愈大，標準誤差愈趨穩定。

(5) 劉 (1982 年) 考慮氣壓梯度，有無分裂高壓和主高壓強度及其走向的因子影響，來計算複迴歸方程，得到良好的結果，本文若再考慮上述因子的影響，相信會有更好的結果。

五、結 論

由以上分析，我們可獲得以下幾點結論：

(1) 在寒潮的天氣型態下，馬祖和馬公兩測站間的相關性良好。馬祖測站可以作為馬公測站有利的先期預警；直接以本文所示的各種不同時數預估風速的迴歸方程，配合天氣圖分析，作準確的強風預報。

(2) 本文在大風持續時間的定義下，直接以風速為

強風預報的因子，來計算各種不同時數間隔的迴歸方程和標準誤差。發現間隔時數愈大，其標準誤差的值愈趨穩定。

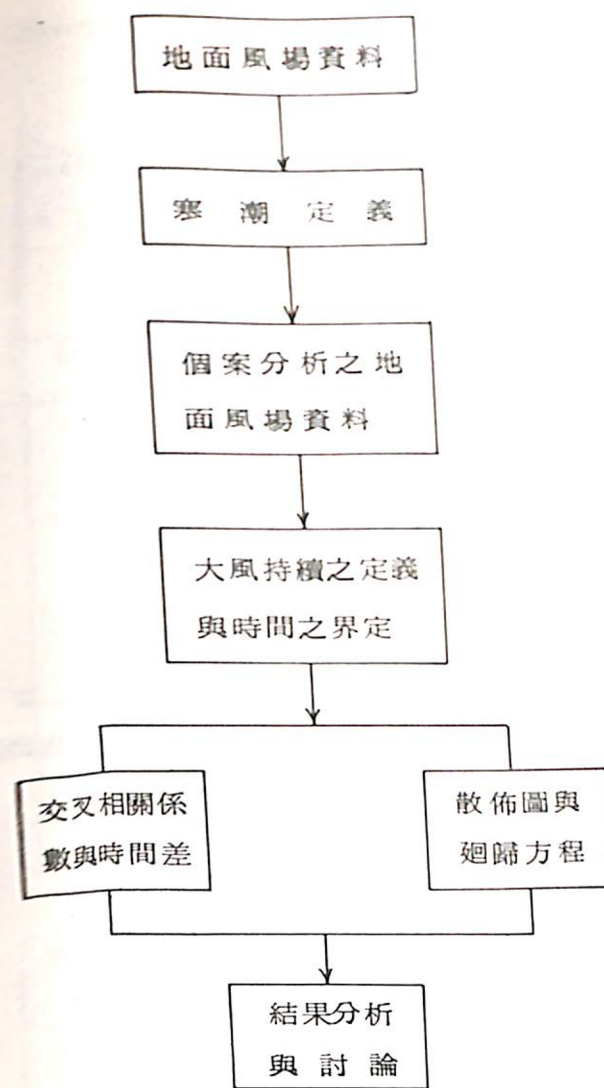
(3) 若能將氣壓梯度，有無分裂高壓和大陸主高壓強度及其走向……等因子，自本文所述的風速因子中，分出來考慮，相信對本文所迴歸的風速預估方程的準確性，會有更大的俾益。

六、致 謝

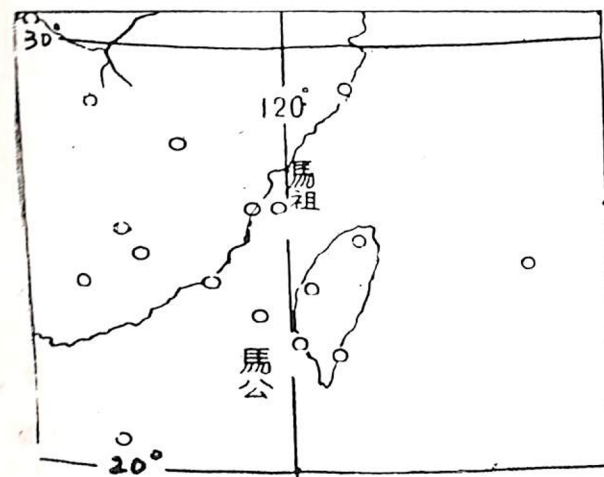
本文承蒙氣象中心主任俞川心的指導，多位長官同志的提供寶貴意見和簡敏慧同志的資料建檔，使得以順利完成。在此致上十二萬分的謝意。

七、參考文獻

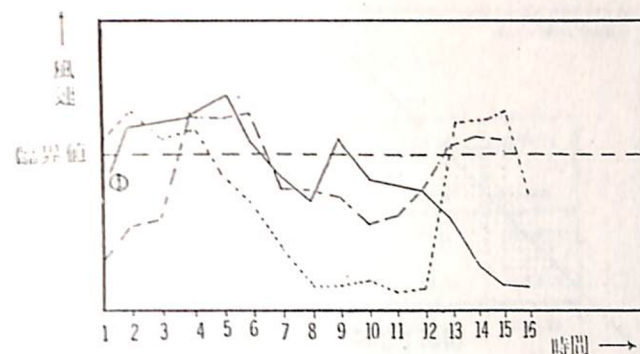
1. 任立渝、蔡清彥，1980：台灣地區寒潮之合成天氣型式。台大大氣科學系研究報告 WMS-02 號，42 pp.。
2. 陳泰然，1985：「冬季季風實驗」期間寒潮爆發對南海及鄰近地區中低對流層之影響。國科會 NSC73-0202-M002-03 研究報告 NTUATM-1985-05。
3. 劉廣英，1982：台灣北部風力分析及強風預報之研究，空軍氣象聯隊氣象中心研究報告第 39 號，40 pp.。
4. 羅季康、梁瑞禎、俞川心、沈哇，1987：台灣北部最大陣風之分析研究。空軍氣象聯隊氣象中心研究報告第 24 號，40 pp.。
5. Chen, G.T.J. 1982: Observational Aspects of the Mei-Yu Phenomenon over Subtropical China. 第三屆大氣科學學術研討會論文集編，p. 166 ~ 174。
6. Johannes G. Moik, 1980: Digital Processing of Remote Sensed Images, 329pp.
7. Kopal, Z. 1959: Close Binary System, 448pp.



圖一 資料處理的流程圖

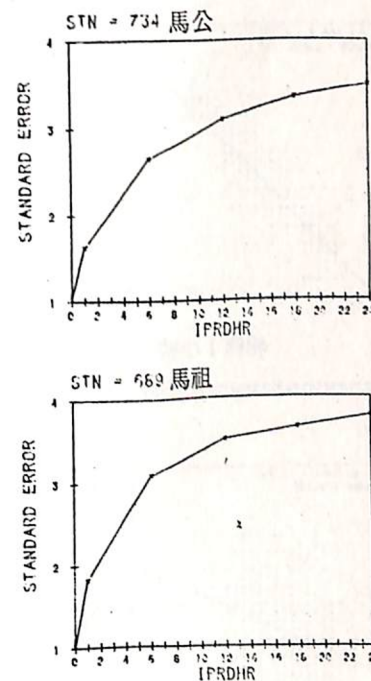


圖三 馬祖和馬公之地理位置關係圖

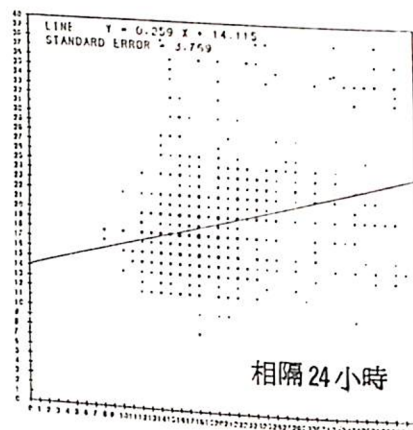
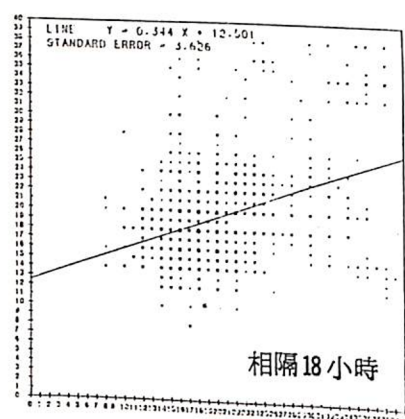
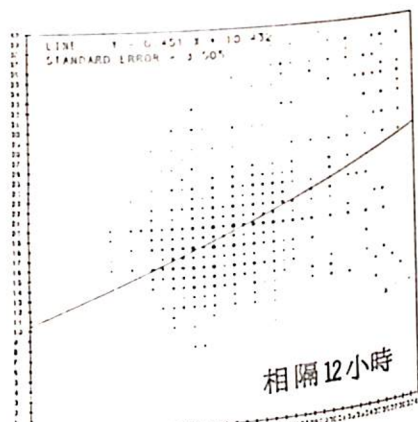
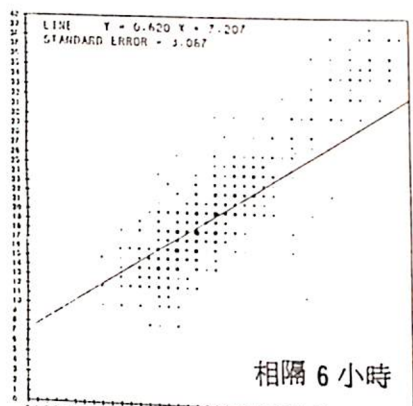
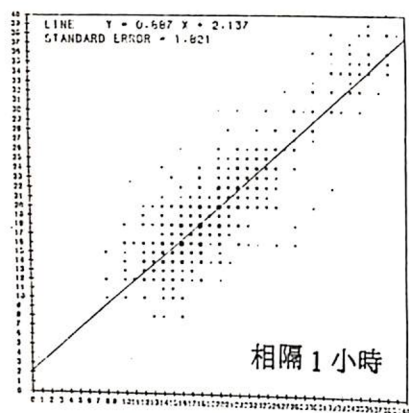


圖二 陣風現象持續時間計算方法之示意圖

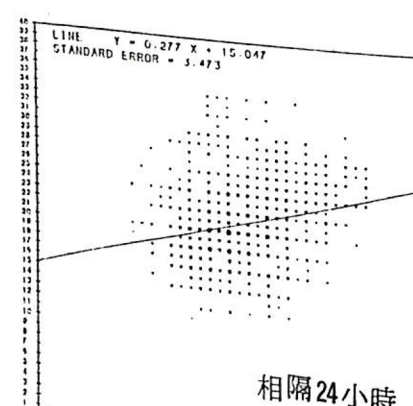
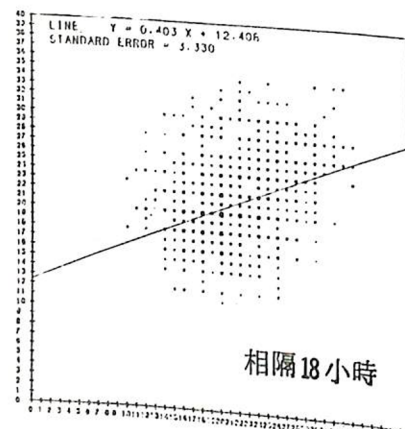
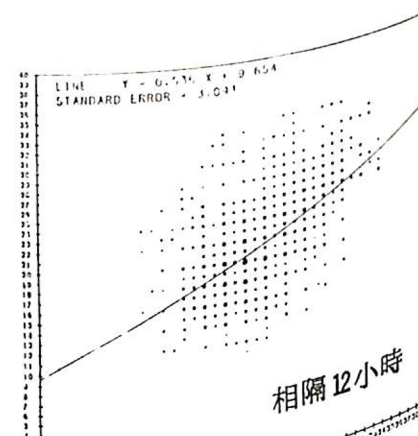
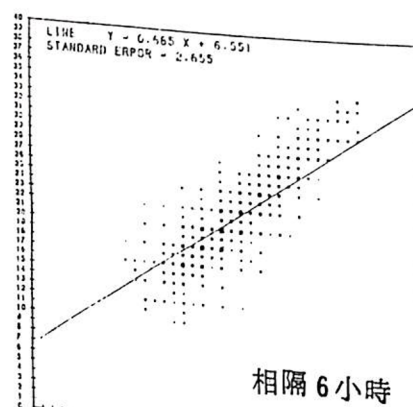
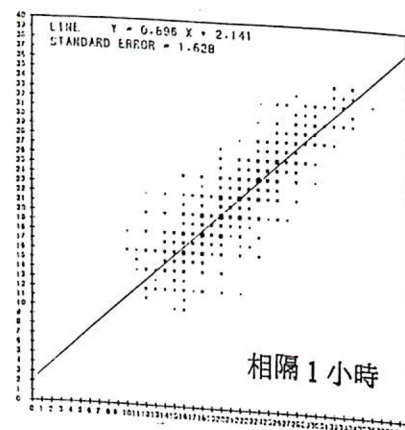
—— 線表自 04 L 時開始，強風即一直持續中
 ---- 線表持續至 04 L 時，強風結束，而 13 L 時開始之大風屬於第三波
 線表自 02 L 時至 09 L 時為滿足連續性強風條件之個案 09 L 時以後強風現象已消失



圖五 兩配對風速之間隔時數 (IPRDHR) 和標準誤差 (STANDARD ERROR) 的關係



圖四(a) 馬祖測站相隔 1, 6, 12, 18, 24 小時的風速散佈圖



圖四(b) 馬公測站相隔 1, 6, 12, 18, 24 小時的風速散佈圖

表一 馬祖和馬公兩測站間之交叉相關係數和時間差

其中 ΔT = 兩測站起大風的時間差 r = 兩測站起大風的持續時間內地面風場的交叉相關係數

時間差與 交叉相關 係數	61.1.12	61.1.25	61.2.4	61.2.26	62.12.24	63.1.9	63.2.5	63.2.23	63.12.23
日期	61.1.12	61.1.25	61.2.4	61.2.26	62.12.24	63.1.9	63.2.5	63.2.23	63.12.23
站	61.1.17	61.1.29	61.2.9	61.2.29	62.12.30	63.1.14	63.2.12	63.2.28	63.12.31
689 vs 734	$\Delta T=56$ $r=0.70$	$\Delta T=4$ $r=0.63$	$\Delta T=1$ $r=0.38$	$\Delta T=1$ $r=0.34$	$\Delta T=4$ $r=0.58$	$\Delta T=1$ $r=0.64$	$\Delta T=0$ $r=0.87$	$\Delta T=65$ $r=0.62$	$\Delta T=-7$ $r=0.61$
	64.1.8 64.1.12	64.1.16 64.1.21	64.2.6 64.2.13	64.12.6 64.12.20	64.12.22 64.12.29	65.1.9 65.1.13	65.2.5 65.2.7	65.12.7 65.12.11	65.12.25 66.1.7
	$\Delta T=5$ $r=0.67$	$\Delta T=-4$ $r=0.52$	$\Delta T=-68$ $r=0.53$	$\Delta T=30$ $r=0.55$	$\Delta T=10$ $r=0.56$	$\Delta T=-51$ $r=0.71$	$\Delta T=-2$ $r=0.55$	$\Delta T=13$ $r=0.32$	$\Delta T=-14$ $r=0.43$
	66.1.11 66.1.15	66.1.26 66.2.8	66.2.14 66.2.18	67.1.16 67.1.20	67.1.27 67.2.2	67.2.10 67.2.17	68.1.14 68.1.16	68.1.30 68.2.2	69.1.16 69.1.10
	$\Delta T=18$ $r=0.54$	$\Delta T=44$ $r=0.47$	$\Delta T=-29$ $r=0.69$	$\Delta T=2$ $r=0.85$	$\Delta T=13$ $r=0.59$	$\Delta T=12$ $r=0.38$	$\Delta T=0$ $r=0.44$	$\Delta T=18$ $r=0.55$	$\Delta T=17$ $r=0.55$
	69.1.13 69.1.16	69.1.29 69.2.2	69.2.3 69.2.12	70.2.2 70.2.5					
	$\Delta T=36$ $r=0.59$	$\Delta T=-9$ $r=0.65$	$\Delta T=5$ $r=0.31$	$\Delta T=4$ $r=0.59$					

表二 馬祖和馬公兩測站之迴歸方程與標準誤差之關係，其中 IPRDHR = 兩配對風速之相隔時數

資料內容 項目	迴歸方程式 Regression Equation	標準誤差 Standard Error
馬祖 IPRDHR=1	$y=0.887x+2.137$	1.821
IPRDHR=6	$y=0.620x+7.207$	3.087
IPRDHR=12	$y=0.451x+10.432$	3.505
IPRDHR=18	$y=0.344x+12.501$	3.626
IPRDHR=24	$y=0.259x+14.115$	3.769
馬公 IPRDHR=1	$y=0.896x+2.141$	1.628
IPRDHR=6	$y=0.685x+6.551$	2.655
IPRDHR=12	$y=0.536x+9.654$	3.094
IPRDHR=18	$y=0.403x+12.408$	3.330
IPRDHR=24	$y=0.277x+15.047$	3.473

The Research of the Strong Wind's Forecasting at MATSU and MAKUNG during the period of Cold Surge

Pu-Bing Chen

Muh-Tsuen Leu

Tzy-Jia Deng

HSUEH-CHIN LIN

Weather Central Weather Wing

ABSTRACT

With using the winter season's ground wind data during 10 years from 1973 to 1982, we study something described as follow:

- (1) to find the cross correlation coefficient and time lag between MATSU and MAKUNG stations by the registration method of time series.
- (2) to sketch the scatter diagram, to establish the regression equation for the strong wind's forecasting and to consult the standard error with using corresponding pairs of wind speed choosed in the time series under the lasting strong wind's definition.

Thus, associated with this upper statistical method and the weather pattern's analysis, we hope that we could raise the correct rate of strong wind's forecasting at MATSU and MAKUNG stations to decrease the damage of the strong wind caused by cold surge.