

中央氣象局最高/低溫度統計預報校驗分析： 87年7月1日至88年6月30日

陳重功 羅存文
中央氣象局科技中心

James C. Su
Techniques Development Laboratory
Office of Systems Development
National Weather Service, NOAA

摘 要

中央氣象局(Central Weather Bureau, 簡稱 CWB)在第三期氣象業務全面電腦化計劃, 於 87 年 7 月 1 日至 88 年 6 月 30 日期間, 使用 PP 統計預報模式架構, 以 EC 的客觀分析場資料建立起各個測站的最高/低溫度迴歸方程, 並採用氣象局的區域數值天氣預報式(LAFS/Limited Area Forecast System)的預報產品代入, 提供預報指引。

在本文中, 就各季的預報絕對誤差(MAE)、偏差(Bias)、標準偏度(Std./Standard deviation)與相關係數(Cor./Correlation), 進行分析比較。由預報校驗結果顯示, 最高與最低溫度的預報分析狀態, 十分的一致。就 MAE 而言, 大致上均呈現隨預報時段的增長, 誤差加大, 其中以冬季(11 月至 1 月)MAE 值最大, 而梅雨季(5、6 月)與夏季(7、8 月)為最低。在 Bias 的分析上, 除梅雨季偏差值最少, 且存在暖偏差(Warm bias)現象, 其他季節均顯現出明確的冷偏差(Cold bias)存在, 其中以冬季的冷偏差最為甚。對於 Std.的分析結果, 則顯示出冬、春季(2-4 月)間的預報振盪變化度和觀測值的 Std.近乎一樣; 而夏季的預報 Std.值僅及實際觀測的一半(50%)。而對於預報趨勢變化(Cor.)的分析, 其分布狀況和 Std.的分析一致, 冬、春及梅雨季的相關值均達於 0.8 以上, 然於夏季卻僅止於 0.5。

以台北測站的單站梅雨季及冬季的預報與觀測對應分布情形顯示, 梅雨季在低於觀測區間的中間值部份, 預報呈現嚴重的偏暖(預報不足)現象, 冬季的最高溫度相對應分布最為一致, 然最低溫度則顯出在趨近兩個極端區間時, 均表現出預報不足的情勢。

關鍵詞：統計預報、絕對平均誤差、偏差度、標準偏差及相關係數

一、前言

中央氣象局為提升動力數值預報模式開發的應用價值, 遂即進行統計預報指引的開發, 目前已執行有四年之經驗。對於全省最高/低溫度統計預報指引的研發過程上, 首先進行對影響台灣地區的最高/低溫度的主要因子進行探討(陳等, 1997), 以建立預報因子的特性分析, 並更進一步的建立台北、高雄、花蓮與玉山等四站之冬季的 Perfect prog. 最高/低溫度的預報迴歸方程, 並透過本局的 LAFS 與美國 NMC 的 MRF(Median Range Forecast)兩個動力數值預報模式的預報進行比較(陳, 1998)。經

過此研究分析步驟後, 於民國 87 年 7 月 1 日起, 應用 LAFS 預報產品於 Perfect prog. 統計預報模式, 對全省各個氣象局所屬測站, 進行上線統計預報作業, 提供預報員參考使用。本文即對於在民國 87 年 7 月至 88 年 6 月期間, 全省最高/低溫度預報指引的結果進行校驗分析。文中茲就預報的準確度、平均狀態、變化幅度、趨勢與實際單站的預報分布狀態加以深入分析。

二、資料與研究方法

此執告分析期間, 採用 Perfect prog. 統計預報模式, 雖然以目前的發展技術上, 皆證實

MOS(Model Output Statistic)較 Perfect prog.為優 (Eli, J., J. Bower *et al.*; 1990), 但 Perfect prog.模式具有監測分析動力數值模式穩定程度的功能。對於迴歸預報模式建立部份, 與陳(1988)的冬季最高/低溫度統計預報測試分析中的方式相同; 建立在 ECMWF 的 2.5°X2.5° 客觀分析場, 資料期限起自 1985 年 7 月至 1995 年 12 月, 於各測站之最高/低溫度統計迴歸模式確立後, 即取用 CWB 的 LAFS 數值模式的 00Z 客觀分析場與 00Z 初始化的 24、48 小時的預報場產品及 12Z 初始化的 12、36 小時的預報場產品, 進行各測站之最高/低溫度統計預報指引運算。

測站觀測資料部份, 則收集全省氣象局觀測站的各別逐日最高/低溫度觀測資料。

迴歸方程的建立, 主要使用 Forward 選取相關迴歸因子方式(Neter *et al.*; 1983), 而因子的析取過程中, 使用的分析方式有 PCA(Principal Component Analysis)、區域平均值與單獨的網格點等。

並對此一期間的最高/低溫度的統計預報結果, 進行平均絕對誤差(MAE; Mean Absolute Error)/偏差(Bias), 標準差(Std; standard deviation)/相關程度(Correlation)等運算, 且以全年劃分夏(7、8月)、秋(9、10月)、冬(11-1月)、春(2-4月)與梅雨(5、6月)等五個季節進行研討分析。

三、MAE 與 Bias 分析

採用 MAE 的目的在於分析各個預報的預報準確度; 而 Bias 的分析, 則在於瞭解各個預報的各季預報平均偏差狀態。以下茲就最高/低溫度的預報情形陳述之。

在最高溫度的準確度(MAE)分析中(見圖 1.(a)), 7 至 10 月與 5、6 月部份預報誤差度約小於 1.5 度; 而 11 月到 4 月, 約均高於 1.5 度, 其中 48 小時的預報誤差高達 2.3 度。在最低溫度部份(見圖 2.(a)), 7 至 10 月與 5、6 月部份預報誤差度約小於 1.2 度; 在 2 至 4 月間則預報誤差值約集中於 1.2 至 1.5 度之間。11 月到 1 月的分布情形則和最高溫度的分布一致。

圖 1.(b)及 2.(b)分別為最高/低溫度各季的偏差度(bias)分布, 由圖中明顯地顯示出 5、6 月為唯一有暖偏差(warm bias)存在的季節, 且為各季中偏差度的值最小者。其餘各季均為冷偏差(cold bias), 並且均大於 -1 度, 其中以 11 月至 1 月(冬季)期間的冷偏差值大(小於 -1 度), 48 小時預報的冷偏差值甚至低於 -2 度。對各個預報時段而言, 最高溫度均較最低溫度暖了約 0.5 度左右。

基本上在 MAE 部份, 最高/低溫度均顯示出, 隨著預報時段的增加, 平均絕對誤差度有遞增的趨勢; 而且除冬季外, 各季的最低溫度的預報準確度均較最高溫度為佳。而日、夜變化差異的存在, 亦明顯的出現在圖中。如春季的偏差度部份, obj.(00Z/08LST)、24 與 48 小時的預報偏差度值有漸趨冷的現象, 而 12Z(20LST)初始的 12、36 小時預偏差度則呈現漸趨暖表現。冬季(11-1月)亦存在日、夜的初始影響, 但均呈現漸趨冷的趨勢, 唯 00Z 初始的預報比 12Z 初始的預報偏差度值的增加率較大。

四、標準差與相關分析

本節中所使用的標準差的目的, 在於檢視預報分布的振盪程度與實際觀測情形的比較。而相關程度分析的用意, 則在於研究預報的變化趨勢和觀測分布間的一致性程度。

圖 3.(a)與 4.(a)分別為各季的最高/低溫度的觀測標準差值。由圖中顯示 2-4 月(春季)的變化振盪程度最大, 11-1 月(冬季)和 5、6(梅雨季)次之, 而 7、8 月(夏季)最小。春、夏兩季的差異程度, 在最高溫度的案例, 約差了 2.2 度; 最低溫度的季節性差異程度亦約略相同。整體而論, 最高溫度的觀測標準差, 在各個季節中均較最低溫度高約 0.4 度以上。

圖中所示的 obj.、12、24、36 及 48 小時的預報值為其各別的標準差與實際觀測的標準差值的比例。基本上, 在各季各個預報時段的比例值, 分布的狀態均十分一致。最高/低溫度的各季情形

也顯為一致。然其中 11-1 月(冬季)及 2-4 月(春季)的比例約和實際觀測情形一致，9、10 月(秋季)及 5、6 月(梅雨季)，則只達於 70%至 80%的振盪變化程度，7、8 月(夏季)為變化程度最低的季節，只有約 50%。

在預報趨勢變化的相關程度分析上，圖 3.(b) 及 4.(b)各代表，各季最高/低溫度的各個預報時段與觀測變化的相關程度係數分布；對於最高/低溫度的逐季分布狀態，十分的一致。基本而論，各個季節均顯示，隨著預報時段的增加有略微遞減的趨勢，遞減的程度約在 0.1 以內。其中，7、8 月(夏季)的相關程度最低，約由 0.5 降至 0.4；9、10 月(秋季)的變化，則約由 0.75 降至 0.65；11-1 月(冬季)的情形約由 0.87 降至 0.8；2-4 月(春季)為相關係數最高的季節，約由相關程度 0.9 降至 0.82；5、6 月(梅雨季)期間，則約由 0.85 降至 0.77。

在上一節中所討論的日、夜變化的差異性，並未在振盪及相關程度的分析中顯現出來。

五、台北測站的梅雨季與冬季的分布比較

由上述兩節的分析顯示，在 MAE 及 Bias 的分析上，冬季(11-1 月)最差，而梅雨季(5、6 月)為最佳。然在標準差與相關程度分析，則顯示此二季節，均呈現較優的表現。以下茲就台北測站在這兩個季節的最高/低溫度的各個預報時段與觀測的對應分布，進行深入的探討。

圖 5.(a)及 6.(a)，分別為台北測站梅雨季及冬季最高溫度的預報與觀測相應分布情形。圖中以觀測區間，每兩度間的各時段的所有預報值平值為相對應的代表，粗實線代表 obj.(00Z)的分布，細實線為 12 小時預報分布，虛線則為 24 小時的分布，點虛線為 36 小時的案例，淡實線則代表 48 小時的預報分布情形。梅雨季(5、6 月)期間，實際觀測溫度區間由 20 至 36 度，相對應的預報值區間則由 24 增至 35 度。由圖中分布顯示，約 28 度以下統計預報各時段均有預報不足，產生偏暖的現象；除 34

度以上預報偏冷的情形較為明顯些，28 至 34 度間偏冷的情形較不明顯。

11-1 月(冬季)期間，實際觀測溫度區間由 14 至 32 度，然相對應的預報變化區間則由 14 至 30 度。圖中顯示存在明顯的，隨預報時段增加而預報越加偏冷的趨勢。而整體的表現有預報不足(偏冷)的情形。比較此二季的圖中分布，冬季的分布較對稱，而且集中，梅雨季期間則分布的對應散度較大。

最低溫度的觀測值與各個預報值的相對應狀況，見圖 5.(b)及 6.(b)。5、6 月(梅雨季)期間實際觀測值的區間變化由 14 至 27 度，而相對應的各個預報時段的預報值則由 17 至 26 度。在 21 度以下呈現預報不足(偏暖)的情形，21 至 25 度間預報的對應十分穩定，25 度以上則有預報偏冷的現象。冬季(11-1 月)最低溫度的觀測分布區間，由 9 至 24 度，而預報值的分布區間則由 10 至 23 度，然 12 以下則有預報略偏暖的現象。基本上，除了在極低溫的時候，預報不足外，大致分布狀態和最高溫度的情形類似，均出現隨預報時段增長，而越趨偏冷的現象。

六、結語

經由 87 年 7 月 1 日至 88 年 6 月 30 日期間，對最高/低溫度的統計預報進行較驗分析。預報的平均狀態與準確度的分析上，顯見 5、6 月(梅雨季)為預報表現最優的季節，而 11-1 月(冬季)則為預報情形最差的季節。透過偏差度分析，反應出中央氣象局的 LAFS 動力數值模式的預報，在台灣地區有明顯偏冷的情形。同時，因著 00Z 與 12Z 不同時間的初始預報時段，在各季中均表現出明顯的差異，如偏差度分析中的 12、36 小時的預報有漸暖的趨勢變化，然 24、48 小時的預報則呈現相反的漸冷趨勢。在 MAE 的分析圖中，亦有同樣的情形存在。

在標準差與相關分析中，反應出 LAFS 動力數值模式在台灣地區的夏季預報趨勢及振盪幅

度，均表現的不佳，而冬、春季則預報表現最佳，預報趨勢與預報振盪幅度的分布情形，均十分的一致，然此二季節的最主要預報不準確，在於冷偏差所形成。

而在以台北測站的預報分析中，冬季的最高/低溫度預報相對於觀測值的分布，較梅雨季的分布，顯示對應程度較高，其中以冬季的最高溫度的分布最一致，最低溫度部份，僅在於無法預報極低溫的出現，而梅雨季間，則約在觀測區間的中值以下，預報的對應性較差，在高於中值部份，則表現較為對應。基本而論，中央氣象局的 LAFS 動力數值預報式的統計預報分析結果顯示，除夏季外，其餘季節均存在著相當程度的預報穩定性與系統性誤差，足以使用 LAFS 的產品發展 MOS 統計預報模式。

七、參考文獻

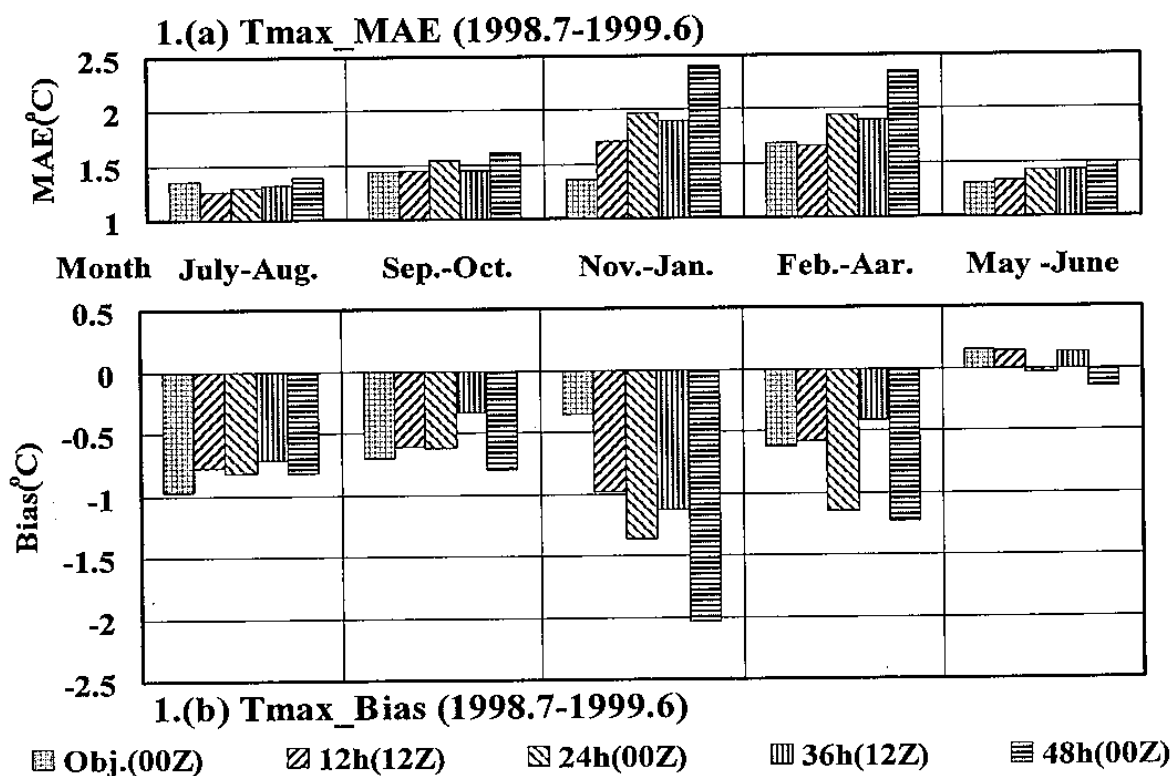
Dallavalle, J. Paul, 1988: An evaluation of techniques

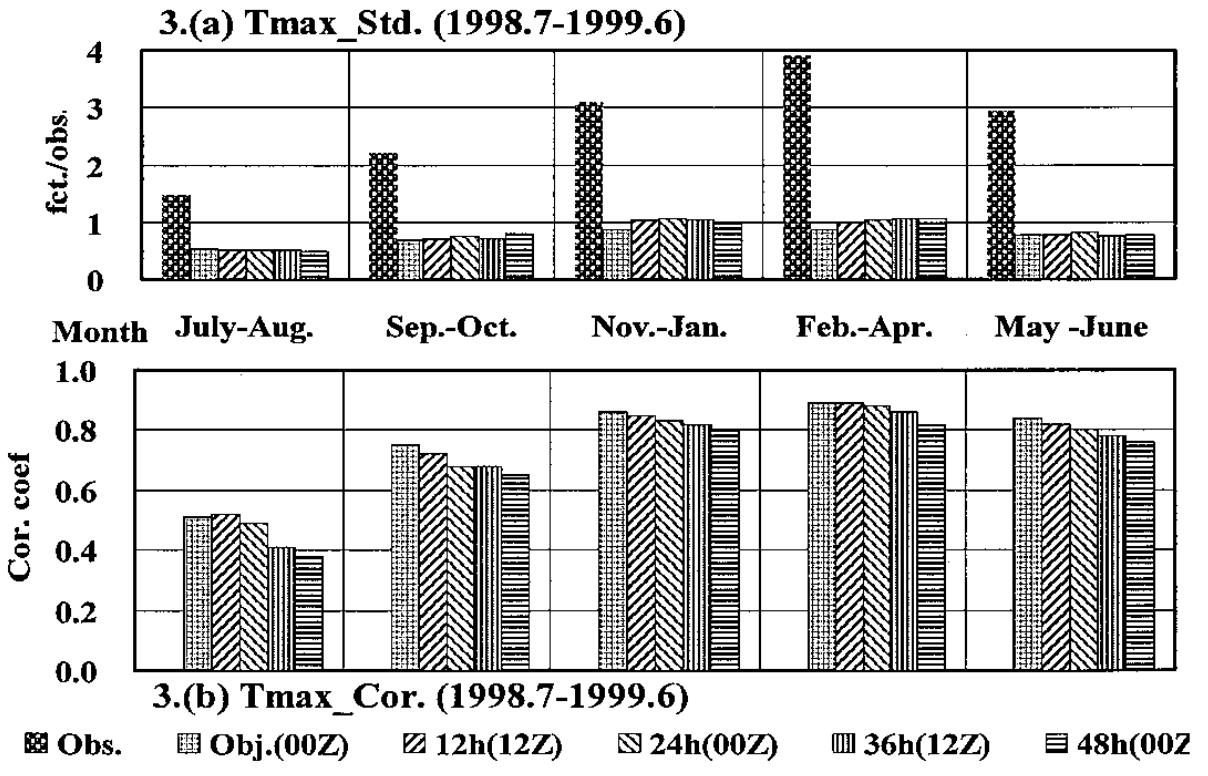
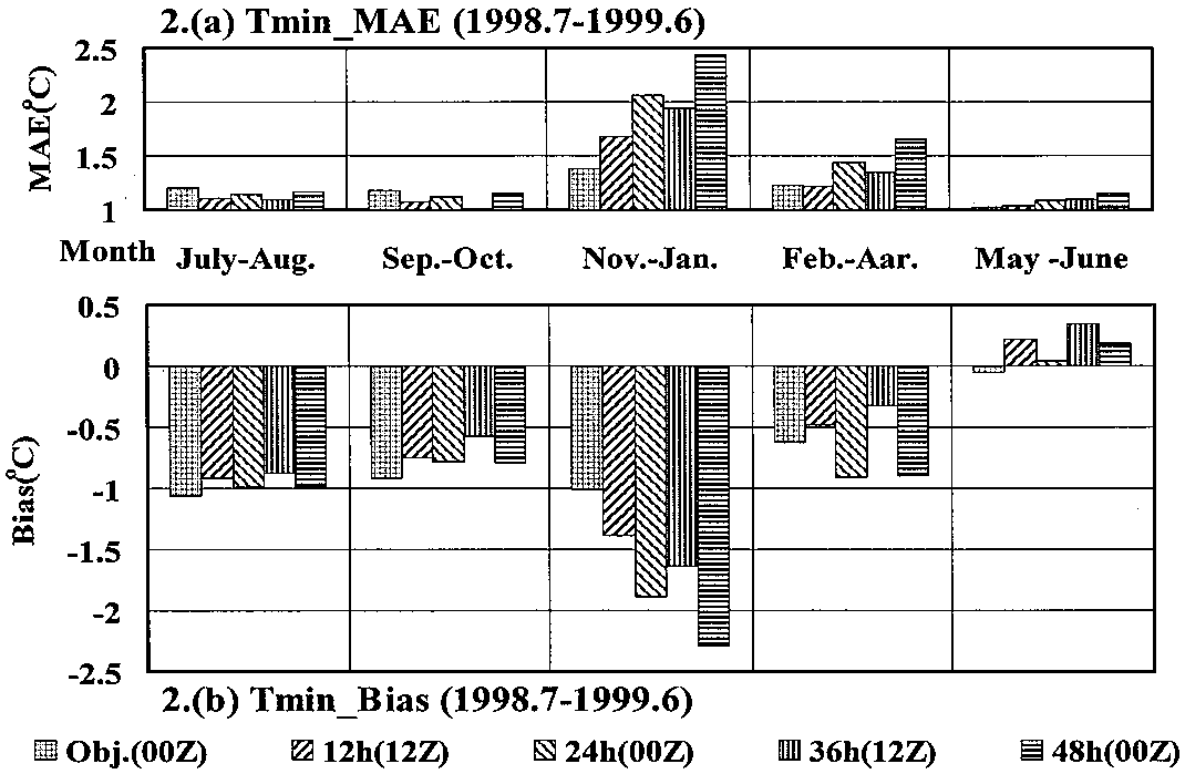
used by the National Weather Service to produce objective Maximum/Minimum temperature forecasts. The 8th conference on NWP, Baltimore. *Amer. Meteor. Soc.*, p572-579.

Neter, J., W. Wasserman, and M. H. Kutner, 1983 : *Applied linear regression models*. Richard D. Irwin INC., Homewood, Illinois, 547pp.

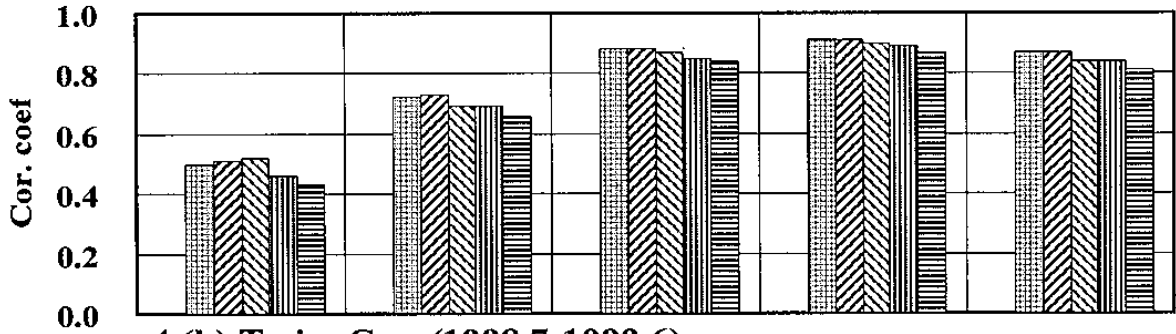
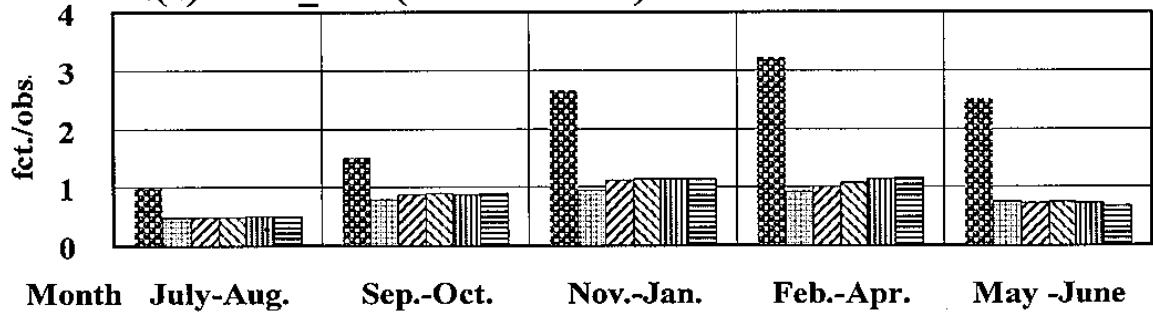
陳重功、羅存文與王惠民，1997：影響台灣地區冬季最高/低溫度變化之相關天氣因子分析。《*天氣分析與預報研討會論文彙編*》，中央氣象局，台灣，台北，481-490。

陳重功、羅存文與呂國臣，1998：冬季最高/低溫度統計預報測試分析。《*天氣分析與預報研討會論文彙編*》，中央氣象局，台灣，台北，255-260。





4.(a) Tmin_Std. (1998.7-1999.6)



4.(b) Tmin_Cor. (1998.7-1999.6)

■ Obs. ▨ Obj.(00Z) ▩ 12h(12Z) ▪ 24h(00Z) ▫ 36h(12Z) ▬ 48h(00Z)

圖5.(a) 梅雨季(85年5月-6月)
台北最高溫度預報校驗

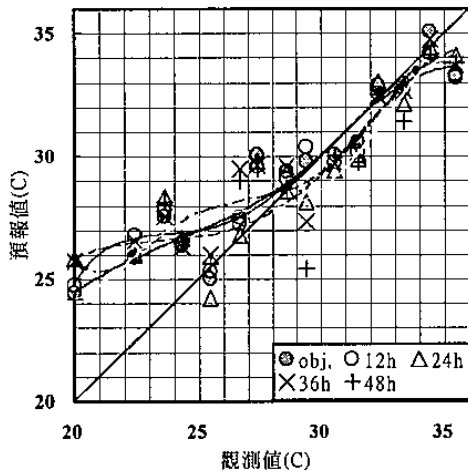


圖5.(b) 梅雨季(88年5月-6月)
台北最低溫度預報校驗

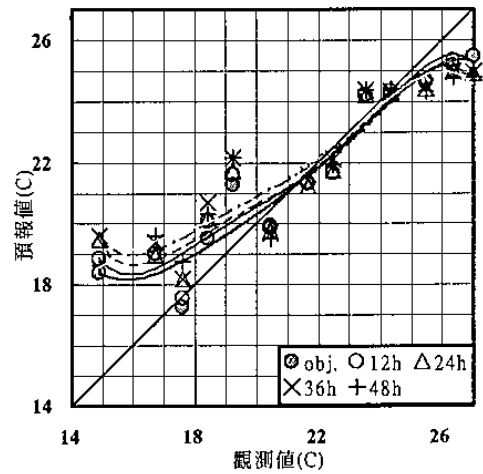


圖6.(a) 冬季(87年11月-88年1月)
台北最高溫度預報校驗

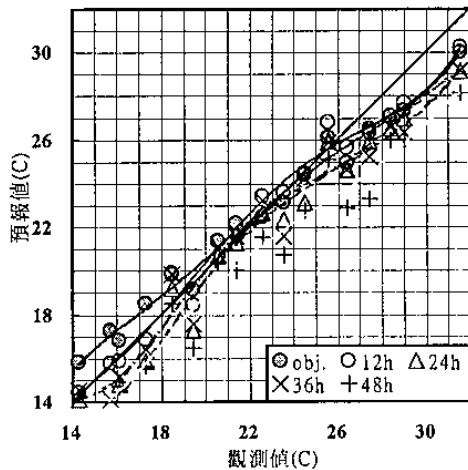


圖6.(b) 冬季(87年11月-88年1月)
台北最低溫度預報校驗

