

交通部中央氣象局委託研究計劃成果報告

應用轉換函數時間序列模式於臺灣地區之長期預報

Applying transfer function time series model to the long-range forecasting in Taiwan area.

計劃規劃：☒國內 ☐國外

計劃編號：CWB86-2M-02

執行期間：85年7月1日至86年6月30日

計劃主持人：吳明進

協同主持人：陳圭宏

中華民國八十六年六月三十日

應用轉換函數時間序列模式於臺灣地區之長期預報

主持人：吳明進

研究人員：陳圭宏、陳幼麟

中華民國八十六年一月

目錄

摘要

一.前言

二.研究方法

三.應用轉換函數時間序列模式預報月降水

四.應用轉換函數時間序列模式預報月平均溫度

五.總結

六.參考文獻

七.表

八.圖

九.附錄

摘要

本研究計劃是應用轉換函數時間序列模式能結合兩個以上時間序列資訊的特性，及應用 ENSO 指標為臺灣地區某些氣候因子領先指標的特性，來結合 ENSO 指標和氣候因子，進行臺灣地區之長期預報實驗，至其中為止已完成兩類的實驗，第一類實驗氣候因子(降水和氣溫)使用原始資料，ENSO 指標使用 SOI。第二類實驗將氣候因子資料標準化，SOI 不作處理，結果發現第一類實驗在原始資料做年變化和前後月差分處理使平穩化後的模式驗雖然擬合情形良好，但預報結果失去統計穩定性，而其他不做如此處理的擬合與預報效果皆不好。而第二類實驗擬合和預報的變動幅度都太小失去應用價值。因此單獨應用 ENSO 指標所建立的轉換函數時間序列模式做臺灣地區的長期定量預報可能技術得分不高。

一. 前言

本研究計劃是針對中央氣象局所提 86 年度研究計劃主題 3 與 4 所提出。長期預報(短期氣候預報)的重要性在國內自不待言，尤其是降水方面。由相關的研究(吳與柳，1995)，指出近年臺灣地區西南部的降水長期有偏少趨勢，而南部的河川流量顯示百年洪水流量有增加趨勢，百年乾旱流量有減少的趨勢，即水資源有逐步緊張的趨勢。所以對於降水長期預報準確度的要求必然逐步提高，同樣的情形也一定出現在對於氣溫的長期預報之上。長期預報的方法大概有下列幾種：

(1)動力模式，由於大氣的可預報度只有兩週，所以進行大氣模式的聚類(ensemble)預報必有其限度，海洋/大氣/陸地結合的耦合模式之發展也許能夠達到精確而客觀的短期氣候預報。唯目前尚在起步階段，估計未來一、二十年內尚無法做到比統計預報更準確的地步。

(2)單一時間序列法，這包括週期法及動態時間序列模式法(ARIMA)。單一時間序列法所探討的是預報元本身時間上的內在特性並將之用於長期預報。相關研究指出，單一時間序列模式除了少許的測站，少許月份之外，基本上沒有預報技術。

(3)多變數統計與物理推斷，這包括類比法迴歸法和綜觀/運動法。相關的研究指出，類比法迴歸法等載有領先指標的情形下，可以有些微的預報技術(吳，1996)。這其中的一個例子是 ENSO 的相關臺灣西部地區二、三月降水和九、十月降水，以及全省冬季十一、十二月氣溫的領先指標。由 ENSO 相關因子觀測似乎可以定性推測上述地區的春雨、秋雨及冬溫。較為客觀的統計模式預報則有待於進一步的探討。

多變數統計探討的是預報元及預報因子之間的關係。而預報元及預報因子內涵的特性則予以忽略。本研究計劃即在於提出一個新的觀點，以轉換函數時間模式結合了上述第三類的多變數統計和第二類的時間序列模式，同時考慮預報因子和預報元內涵資訊，並將之用於長期預報。這個方法對於預報技術的改進的例子有以曾文水庫旬入流量和臺南旬降水量建立轉換方程式向前一步預報水庫旬入流量。結果顯示降水量的資訊

進入模式確能顯著改進水庫流量長期預報。

本研究及擬應用這種觀念，結合氣候要素和領先的 ENSO 指標間的關係，探討建立轉換函數時間序列模式作月降水和氣溫的長期預報作業之可行性。由於臺灣地區的氣候和 ENSO 的關係較為顯著者為前述春雨、秋雨和冬溫，所以本研究計劃將會以上述地區相關季節的氣候因子長期預報為主要目標。

二. 研究方法

本研究主要工作是臺灣氣候因子降水和氣溫轉換函數時間序列模式之建立和預報檢定。轉換函數時間序列模式為多變量動態時間序列模式的一種，它和單變量時間序列模式的關係如表一所示。向量時間序列模式為多變量時間序列模式最為完整的形式，唯臺灣地區對全球氣候的回饋基本上可以忽略，所以轉換函數時間序列模式理論來說為地區性氣候預報時間序列模式最終形式。轉換函數時間序列模式的建立過程如表二所述。統計軟體使用教育部和臺大計算機中心有的 SCA。

本研究所使用的資料包括各測站逐月降水和平均氣溫，各種 ENSO 指標。

三. 應用轉換函數時間序列模式預報月降水

如第一章所述南方振盪指數(SOI)為台灣西部地區二、三月降水和九月、十月降水的領先指標，所以我們以1951年1月～1990年12月逐月的SOI為預報因子建立西部各測站月降水領先一個月(簡化型)的轉換函數時間序列模式並以1991年1月～1995年12月的資料作後預報檢定。轉換函數時間序列模式的建立我們作了二類的實驗，第一類模式(model I)降水資料為原始資料。如對臺北月降水做前後月差分($1 - B$)和季節性差分(即 $1 - B^{12}$)處理),SOI和干擾項也做相同差分處理，成平穩時間序列後再利用SCA套裝軟體，直接選出適合的s.r.b.階次，並求出相對應的

W_s, S_r , 和 ϕ_1, ϕ_2 的係數。並應用建立的轉換函數模式, 代入 1951 年 1 月 ~ 1995 年 12 月的資料探討其擬合的情形, 而後代入 1991 年 1 月 ~ 1995 年 12 月的資料作後預報檢驗, 對臺北站分月模式擬合和後預報實驗之結果顯示, 觀測值和擬合值高相關。顯然模式擬合的情形很好, 但實際預測時 10、11 月負相關, 由於太多的資料前處理沒作嚴格的統計檢定。其他臺北降水沒有做平穩過程前處理的第一類模式的測試如附錄一所示。顯示擬合和預報的結果普遍不佳。

臺灣西部地區其他測站月降水第一類模式的擬合和後預報與觀測的時間序列, 擬合部份和臺北降水相較起來, 觀測和擬合的相關係數較低, 而後預報部份則顯示和觀測的相關落差很大, 顯示統計的穩定性不足。由於預報部份的資料太少也未作嚴格統計穩定性預報分析。

第二類模式(model II)降水資料做標準化(即(原始資料-長期平均)/標準差)。其和 SOI 均未做季節差分處理, 干擾項為 Nt 。而後模式建立和擬合及預報的步驟如第一類模式。

圖 1. 所示為臺北站分月第二類模式擬合和後預報與觀測的時間序列, 由此可見模式 2 擬合和預報的變動幅度都太小, 預報模式的建立失去實用價值, 不再進一步討論。

四. 應用轉換函數時間序列模式預報月平均溫度

如第一章所述南方振盪指數亦為臺灣全省各季 11 月、12 月氣溫的領先指標, 所以我們以 SOI 為預報因子建立西部各測站月平均溫度的轉換函數時間序列模式, 並以獨立資料作後預報檢驗和降水相同也做了兩類的實驗, 資料的時間分割, 二種模式的定義都和降水者相同。

為臺北月平均氣溫經過平穩過程的前處理之第一類模式擬合和後預報, 實驗結果顯示擬合部份相關係數很高, 但實際預報時卻在 1 月、4 ~ 6 月出現負相關, 顯示統計的穩定性不足。其他臺北氣溫第一類模式的測試結果如附錄二所示。顯示擬合和預報結果普遍不佳。

臺灣西部其他測站月平均氣溫之第一類模式擬合和後預報及觀測的時間序列,大致的情形仍和臺北月平均氣溫的情形相同,即擬合部份相關係數尚可,但實際的預報則結果不佳。

月平均氣溫第二類模式預報實驗的結果仍然顯示擬合和後預報值變動幅度太小,模式建立失去利用價值,所以也不再做進一步討論。

五.總結

如第一章所述本研究主要目的為結合氣溫和降水等氣候要素和領先的ENSO指標間的關係,探討建立轉換函數時間序列模式作月降水和氣溫的長期定量預報作業的可行性。對以SOI為預報因子建立臺灣西部地區各測站的月平均溫度和降水的轉換函數時間序列模式,並以獨立資料作後預報檢驗,作了二類的實驗,第一類的實驗氣候資料使用原始資料,第二類的實驗則將氣候資料標準化,結果發現第一類的實驗在做年和前後月差分平穩化後所建立的模式雖然擬合情形良好,但預報結果卻缺乏統計穩定性,其他資料未做平穩化處理模式則擬合與後預報效果都不好;而第二類實驗則擬合和預報的變動幅度都太小失去應用價值。由此可見若利用臺灣部份地區部份季節氣候和ENSO指標的關係單獨使用ENSO指標建立轉換函數時間序列模式來做臺灣地區氣候的長期定量預報,可能不可行。

參考文獻

- 吳明進, 1996a: 聖嬰/南方振盪(ENSO)現象對臺灣短期氣候變化影響之研究-春雨部份。85年氣象局委託研究計劃期末報告(撰寫中)。
- 吳明進, 柳中明, 1995b: 地球溫暖化趨勢對臺灣之影響地球環境變遷-地球溫暖化、溫室效應氣體對策研討會論文集。1995年11月9日, 臺北, p.115-138

Box G.E.P. and G.M. Jenkins,1976:Time series analysis forecasting an control.Holdeeen Day Publication Company.San Francisco,575pp

Liu,L-M,and D.M. Hanssens,1982:Identification of multiple in transferfunction models , " Communications in Statistics " , part A - theory an methods , p 297 - 314

附錄(一)臺北月降水轉換函數時間序列模式實驗

model 1

$$a_{69} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1-\phi_1B)(1-\phi_{12}B^{12})}nosie$$

降水部份沒有做季節性差分，而噪訊部份有做季節性差分結果顯示模式結果擬合與後預報的大小與趨勢與觀測部份相似但相位約落後觀測2年的時間。相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	-14	+22	+02	+06	+15	+26	+10	-07	-04	+01	-01-17
For	-01	-34	+06	+27	-39	-60	-51	+63	+14	+56	-86+80

model 2:

$$(1-B^{12})a_{69} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1-\phi_1B)(1-\phi_{12}B^{12})}nosie$$

降水部份與噪訊部份都有做季節性差分結果顯示模式結果擬合與後預報的大小偏多、趨勢與觀測部份相似、相位約與觀測接近。相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	+20	+57	+55	+42	+63	+48	+40	+53	+62	+54	+34+38
For	-04	+87	-14	-86	+68	+87	-00	+25	-31	+68	-30+74

model 3:

$$a_{69} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1-\phi_1B)(1-\phi_{12}B^{12})}nosie$$

降水部份沒有做季節性差分而噪訊部份都有做季節性差分結果顯示模式結果擬合與後預報的振幅偏小、趨勢與觀測部份差異較大

相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	-00	+09	+29	+08	+03	-19	+04	-35	+03	+03	+12-28
For	+68	-63	+23	+03	-07	+05	-34	-61	+60	+33	-69-05

model 4

$$(1 - B^{12})a_{69} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1 - \phi_1 B)(1 - \phi_{12}B^{12})}nosie$$

降水部份有做季節性差分(係數為1)與噪訊部份有做季節性差分結果顯示模式結果擬合與後預報的大小略小、趨勢與觀測部份相似但變化較簡單、相位約落後觀測2年相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	-06	+21	-09	+23	+03	+10	+19	-36	+05	-12	+25-19
For	-61	-17	-03	+14	-65	-57	-39	-25	+69	-35	-34+04

model 5:

$$a_{69} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1 - \phi_1 B)(1 - \phi_{12}B^{12})}nosie$$

模式1降水部份沒有做季節性差分，而噪訊部份有做季節性差分模式2降水部份有做季節性差分(係數為1)、噪訊部份有做季節性差分結果顯示模式結果擬合與後預報的大小略小、趨勢與觀測部份相似但變化較簡單、相位約落後觀測2年相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	-06	+21	-09	+23	+03	+10	+19	-36	+05	-12	+25-19
For	-01	-10	+44	+13	-66	-44	-56	-35	+65	-24	-67+04

model 6:

$$(1 - B)a_{69} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1 - B)(1 - B^{12})}nosie$$

模式1降水部份只做一步差分(1)但沒有做季節性差分，而噪訊部份有做季節性差分模式2為降水部份只做一步差分(1)、南方震盪指數部份取(r,s,b)=(4,2,1)的模式其係數的求得為按SCA的處理過程而得、噪訊部份有做季節性差分結果顯示模式結果擬合的振幅與趨勢皆與觀測部份相似，相位上有落後1個月的現象，後預報方面則模式部份與觀測部份一致平均相關係數高達0.9以上。

相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	-00	-00	+28	-10	+12	+20	-07	+02	-12	+16	-08-11
For	+59	+99	+85	+97	+99	+99	+99	+99	+99	+99	+94+96

model 7:

$$(1 - B^{12})a_{69} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1 - \phi_1 B)(1 - \phi_2 B^{12})}nosie$$

模式降水部份與噪訊部份都有做季節性差分結果顯示模式結果擬合的振幅與趨勢皆與觀測部份相似，相位上有落後1年的現象，後預報部份有些有落後觀測1年但大部分與觀測同相位。

相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	-14	+22	+19	+06	+15	+26	+10	-07	-04	+00	-01-17
FOR	-03	+87	-15	-09	+67	+87	-00	+25	-30	+68	-30+74

model 8:

$$(1 - B^{12})a_{69} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI(12) + \frac{1}{(1 - B)(1 - B^{12})}nosie$$

模式降水部份、soi與噪訊部份都有做季節性差分結果顯示模式結果擬合的振幅與趨勢皆與觀測部份相似但變化較簡單，相位上有落後2年的現象，後預報部份與觀測相似性低。

相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fit	-03	+22	-09	+11	+04	+11	+23	-39	+04	-16	+17	-10
FOR	-33	+51	-18	-88	+56	+78	+04	-21	-95	+74	+28	+87

附錄(二)臺北月平均溫轉換函數時間序列模式實驗

model 1:

$$(1 - B^{12})a_{28} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1 - B)}nosie$$

氣溫做季節性差分、噪訊部份沒有做季節性差分結果顯示模式結果擬合與後預報的大小與趨勢與觀測部份相似但相位約落後觀測1年的時間。
。相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fit	+29	+09	+11	-14	+03	+23	+45	+27	+13	+35	+22	-17
For	-00	-09	+34	-40	-08	-04	+17	+61	-21	+20	-15	-94

model 2:

$$(1 - B^{12})a_{28} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1 - B)(1 - B^{12})}nosie$$

氣溫、噪訊都有做季節性差分結果顯示模式結果擬合與後預報的大小略小、趨勢與觀測部份相似但較簡單、相位約落後觀測2年的時間。相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fit	+07	-06	+02	+10	+08	+21	+50	+36	-00	+44	+32	+05
For	+11	-46	+05	-49	-36	+04	+30	+16	+17	-06	-85	-11

model 3:

$$(1 - B^{12})a_{28} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{(1 - B^{12})}{(1 - B)}nosie$$

氣溫有做季節性差分、噪訊部份做反季節性差分(差分在分子)結果顯示模式結果擬合與後預報的變化很小、趨勢與觀測部份差異頗大，沒有可利用的資訊。相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	+38	+35	+16	+16	+25	+28	+68	+45	+07	+48	+46+10
For	-47	-27	-20	-26	+47	+65	+03	+93	-41	+52	-10+32

model 4:

$$a_{28} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1-B)}nosie$$

氣溫、噪訊部份都沒有做季節性差分結果顯示模式結果擬合與後預報的變化振幅、趨勢與觀測部份差異相似，但有落後觀測1個月的現象。
相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	+21	+40	+28	+28	+18	+26	+59	+40	-02	+26	+34+24
For	-45	+21	+43	-21	+52	+66	+74	+94	+49	-15	-04+51

model 5:

$$(1-B)a_{28} = C1 + (V_0.....V_{12}B^{12})SOI + \frac{1}{(1-B)(1-B^{12})}nosie$$

氣溫只做一步差分(1)但沒有做季節性差分，而噪訊部份有做季節性差分模式2為降水部份只做一步差分(1)、南方震盪指數部份取(r,s,b) = (4,2,1)的模式其係數的求得為按SCA的處理過程而得、噪訊部份有做季節性差分結果顯示模式結果擬合與後預的振幅與趨勢皆與觀測部份相似，相位上有落後1個月的現象。相關係數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1112
Fit	+21	+38	+28	+11	+12	+35	+52	+37	-16	+30	+30+25
For	-33	+46	+49	-35	+69	+31	+88	+96	+05	-03	-03+40

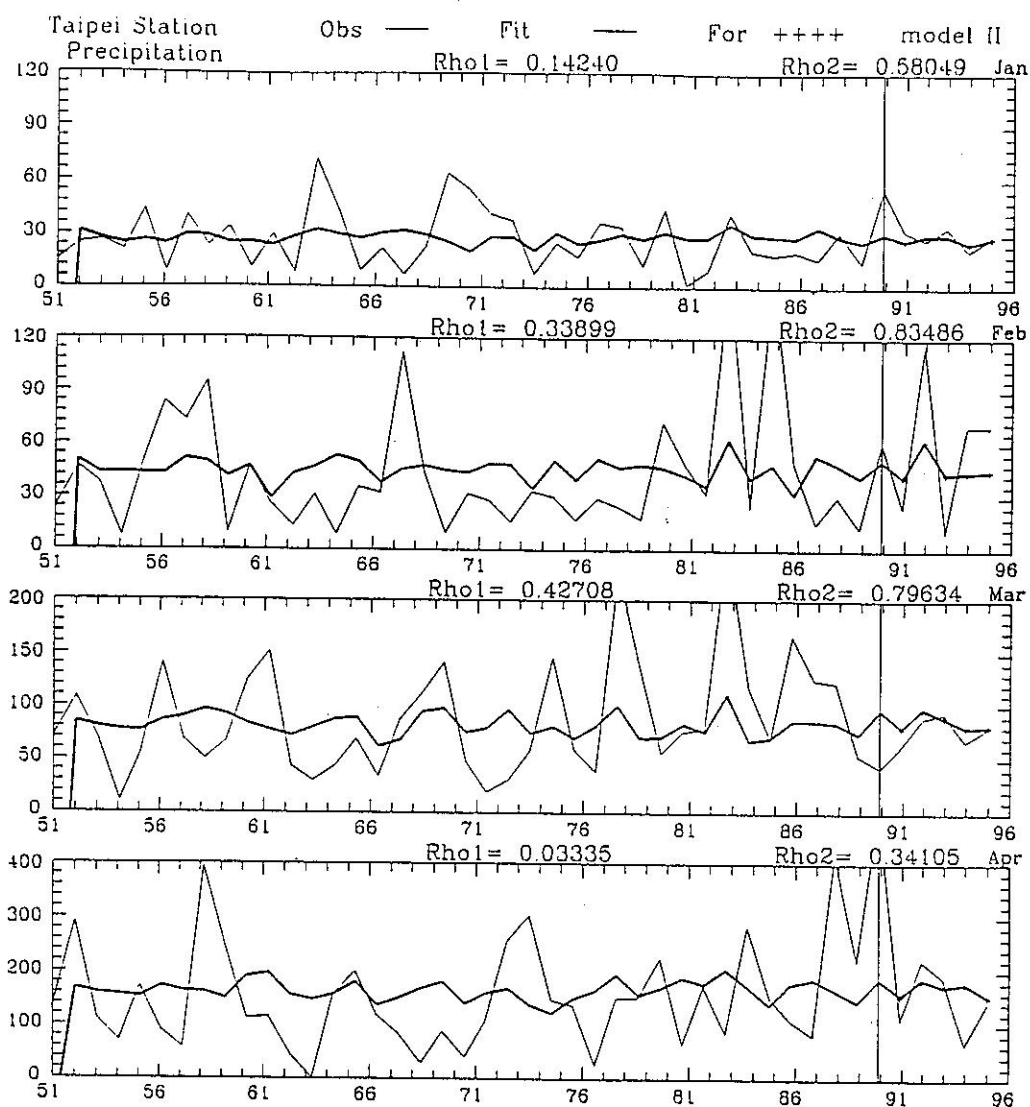
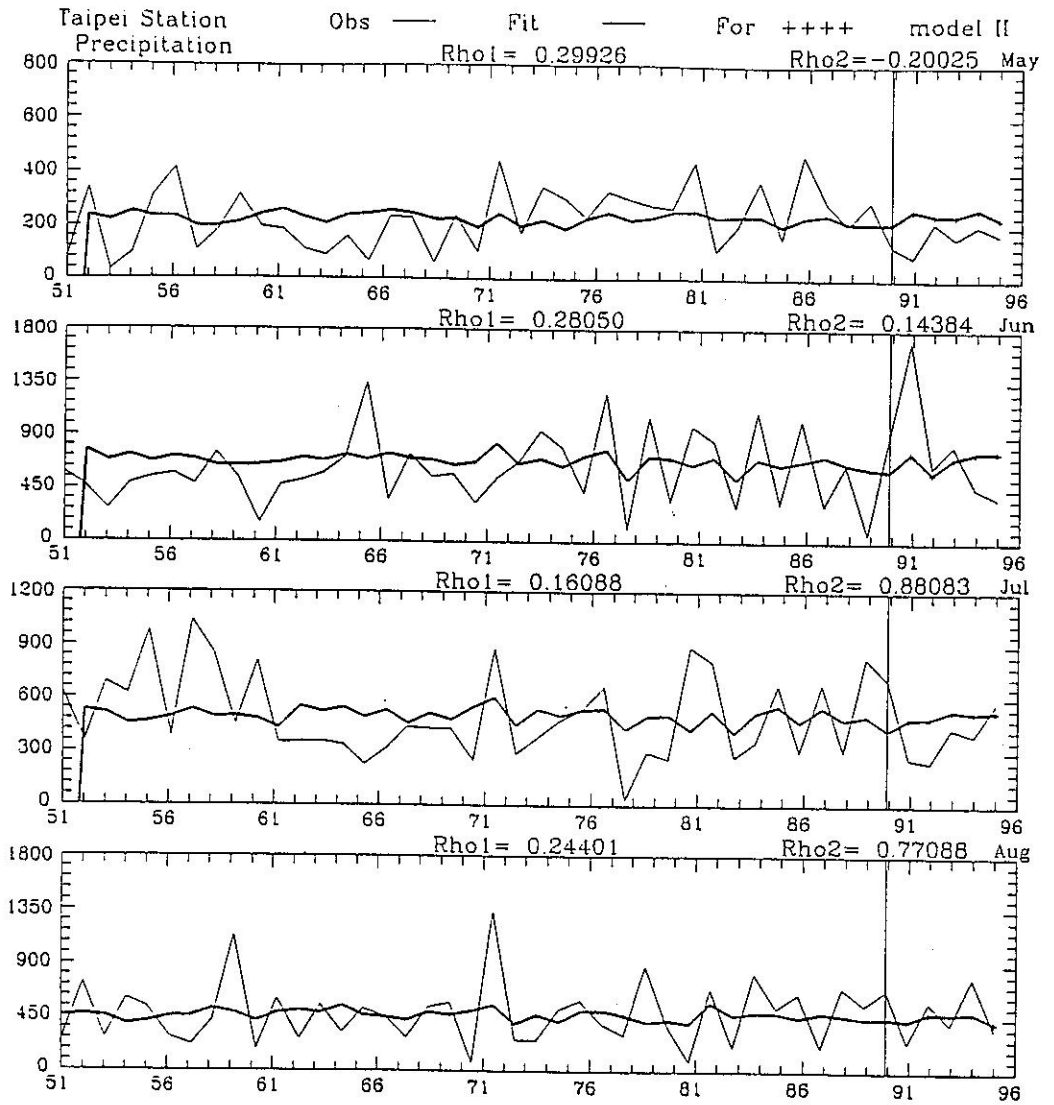
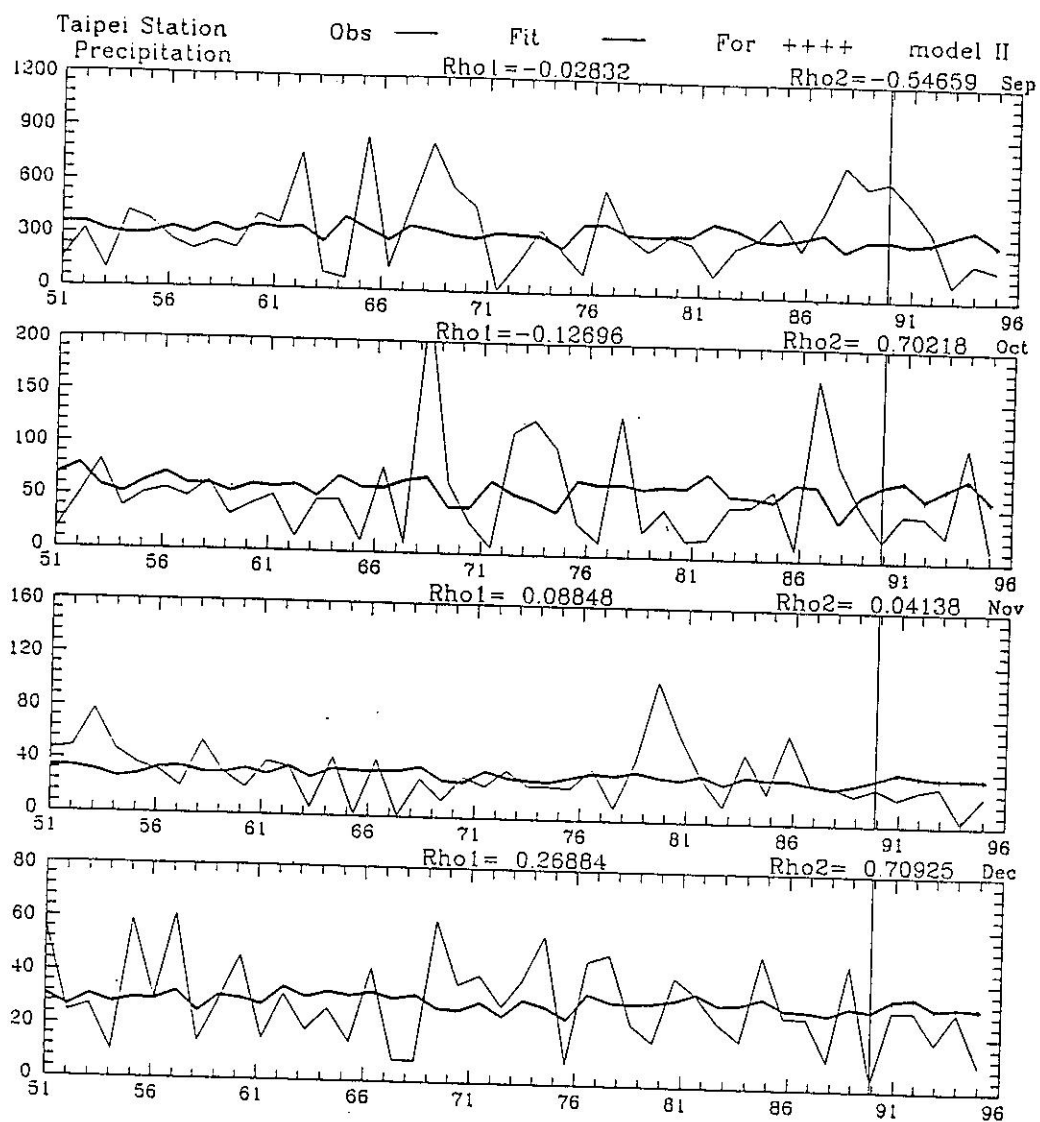


圖 1.以第二類模式 1 (model I)所作以 SOI 為輸入，作台北逐月降水的轉換函數時間序列模式之擬合預報(1951~1990)及後預報和觀測值之時間序列與相關係數。



續圖 1.



續圖 1.

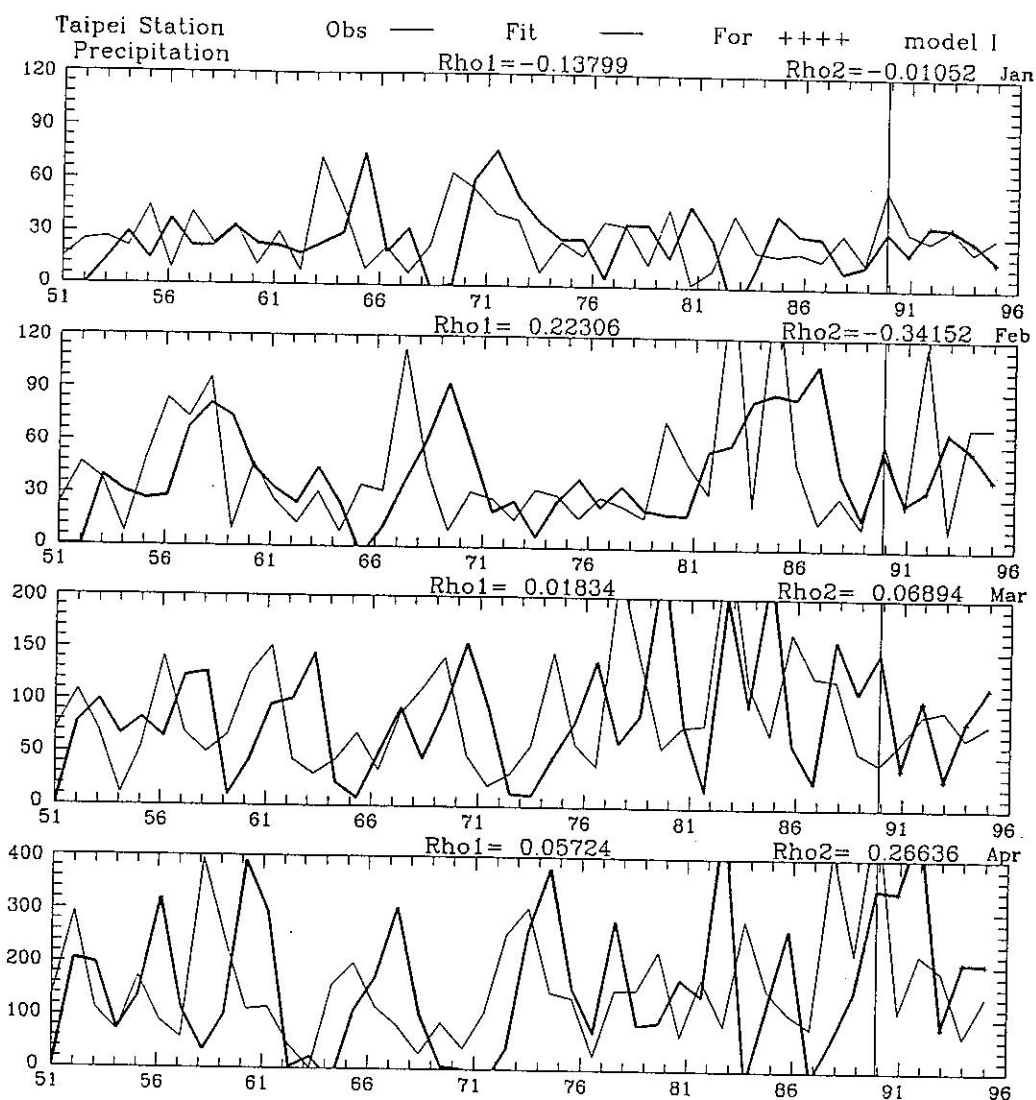
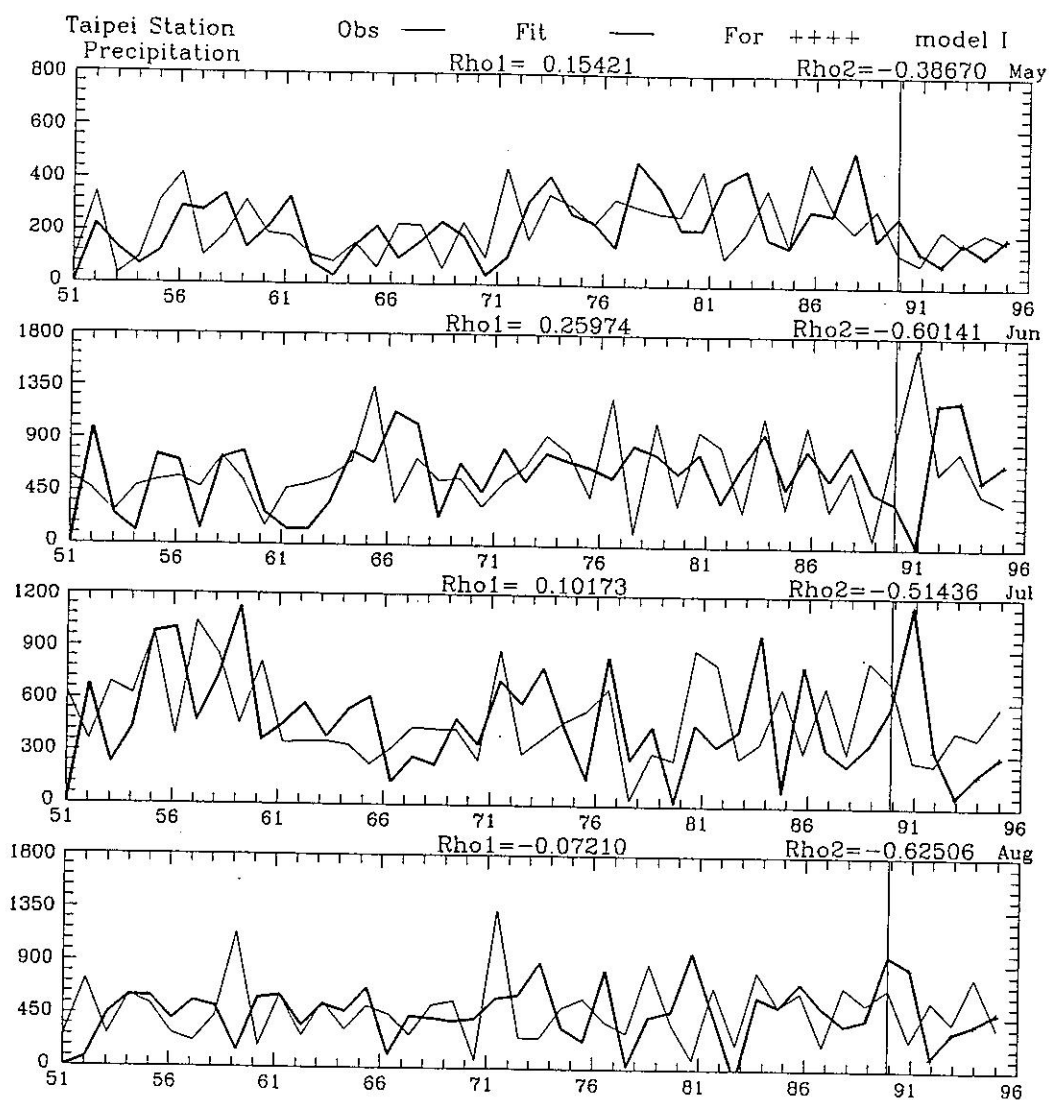
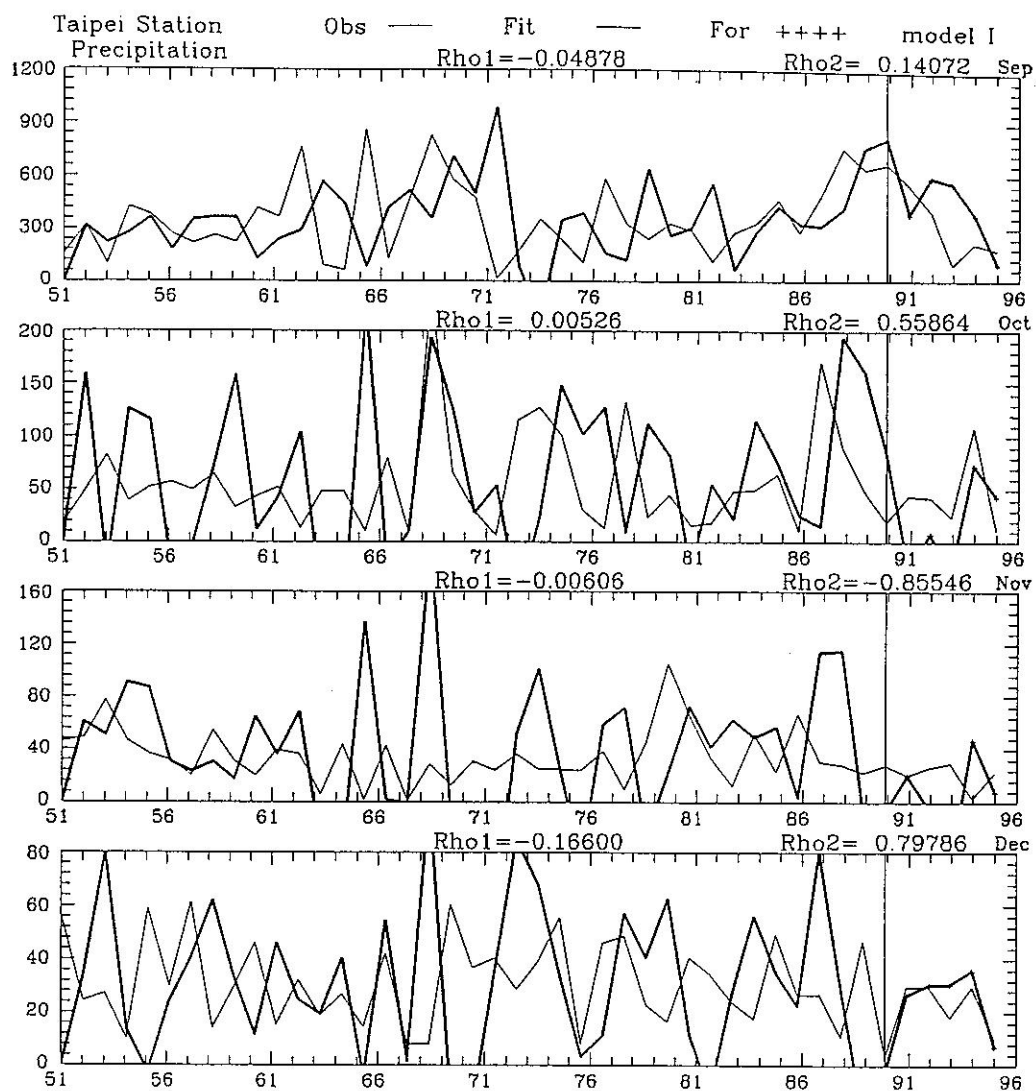


圖 a1.以第一類模式 1 (model I)所作以 SOI 為輸入，作台北逐月降水的轉換函數時間序列模式之擬合預報(1951~1990)及後預報和觀測值之時間序列與相關係數。



續圖 a1.



續圖 a1.

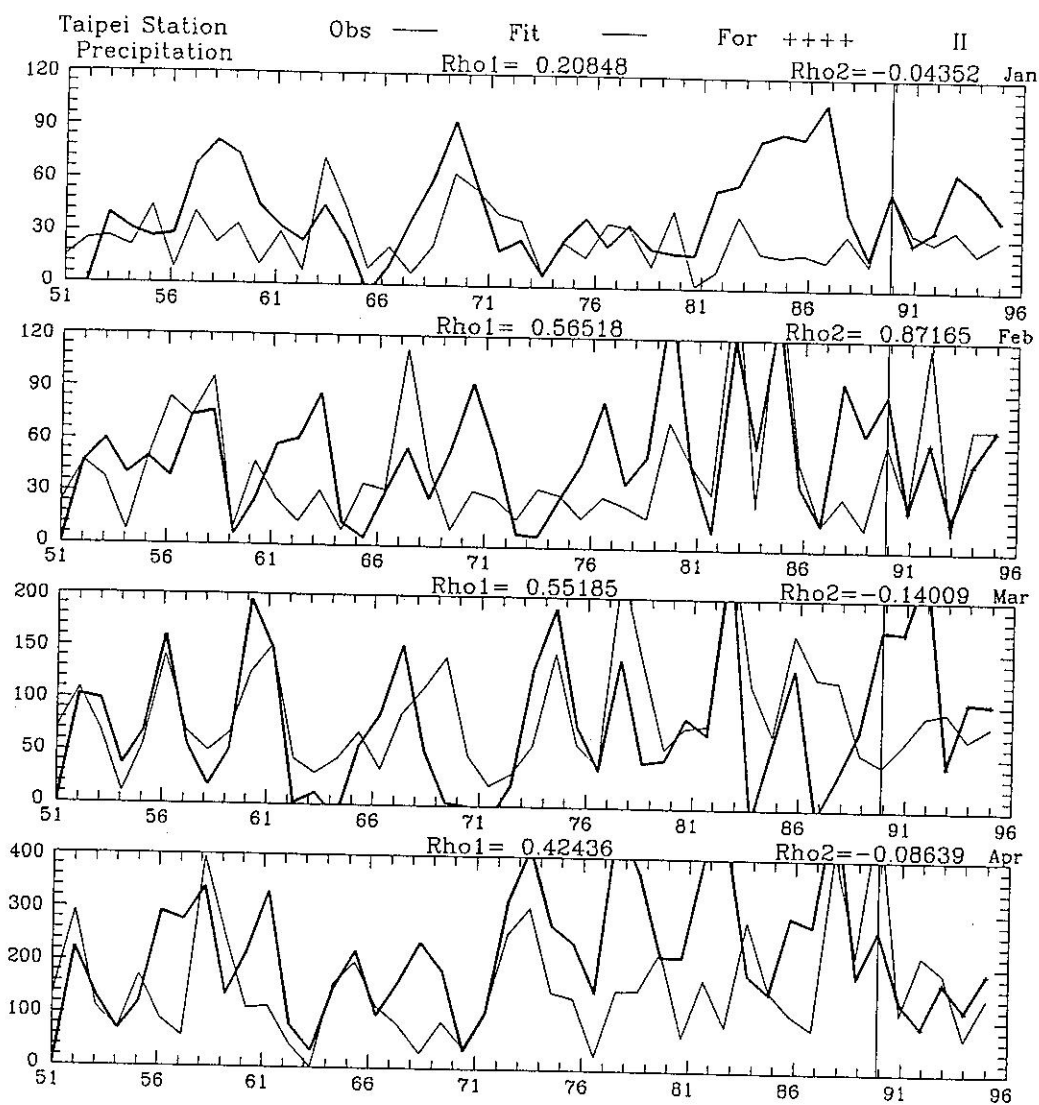
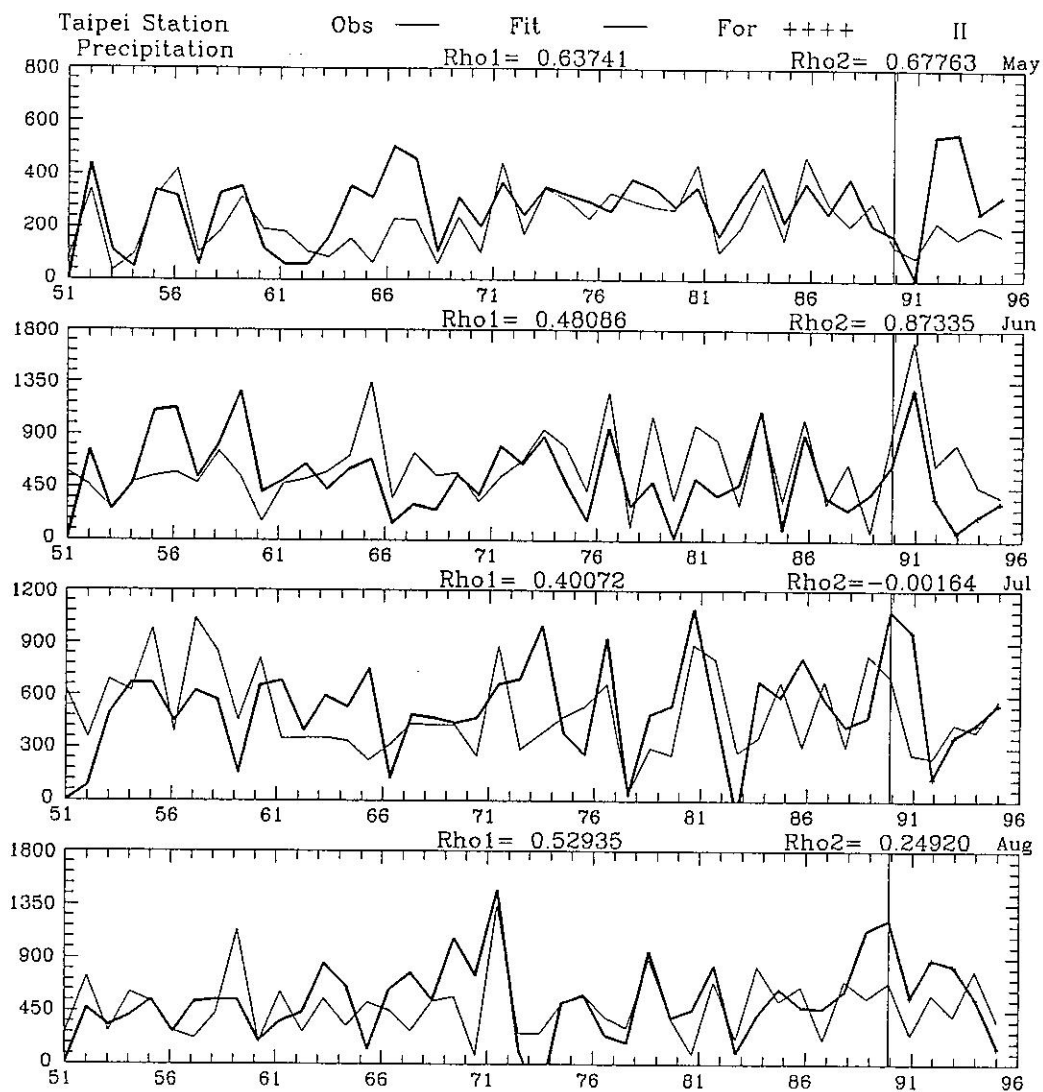
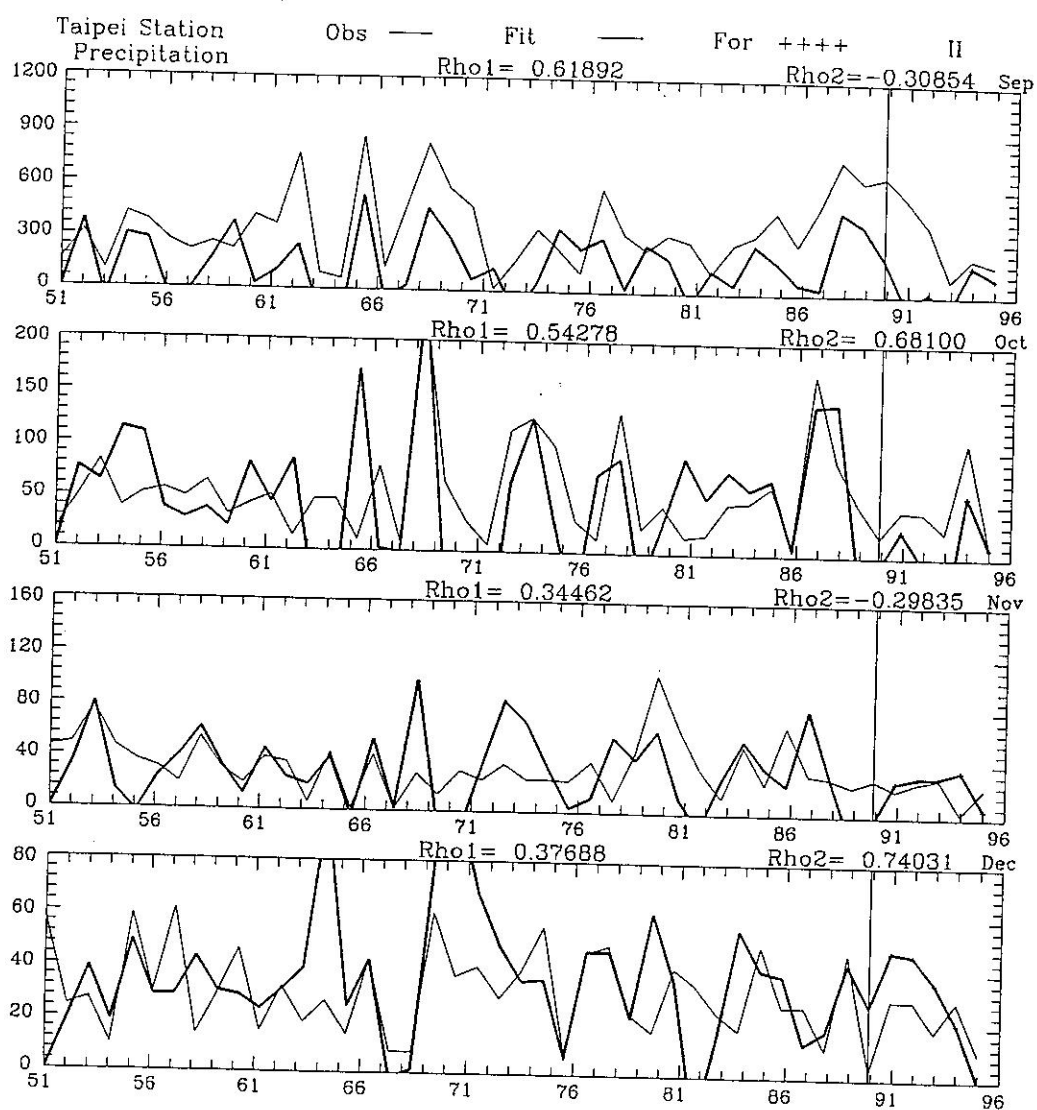


圖 a2. 同圖 a1 但為模式 II。



續圖 a2.



續圖 a2.

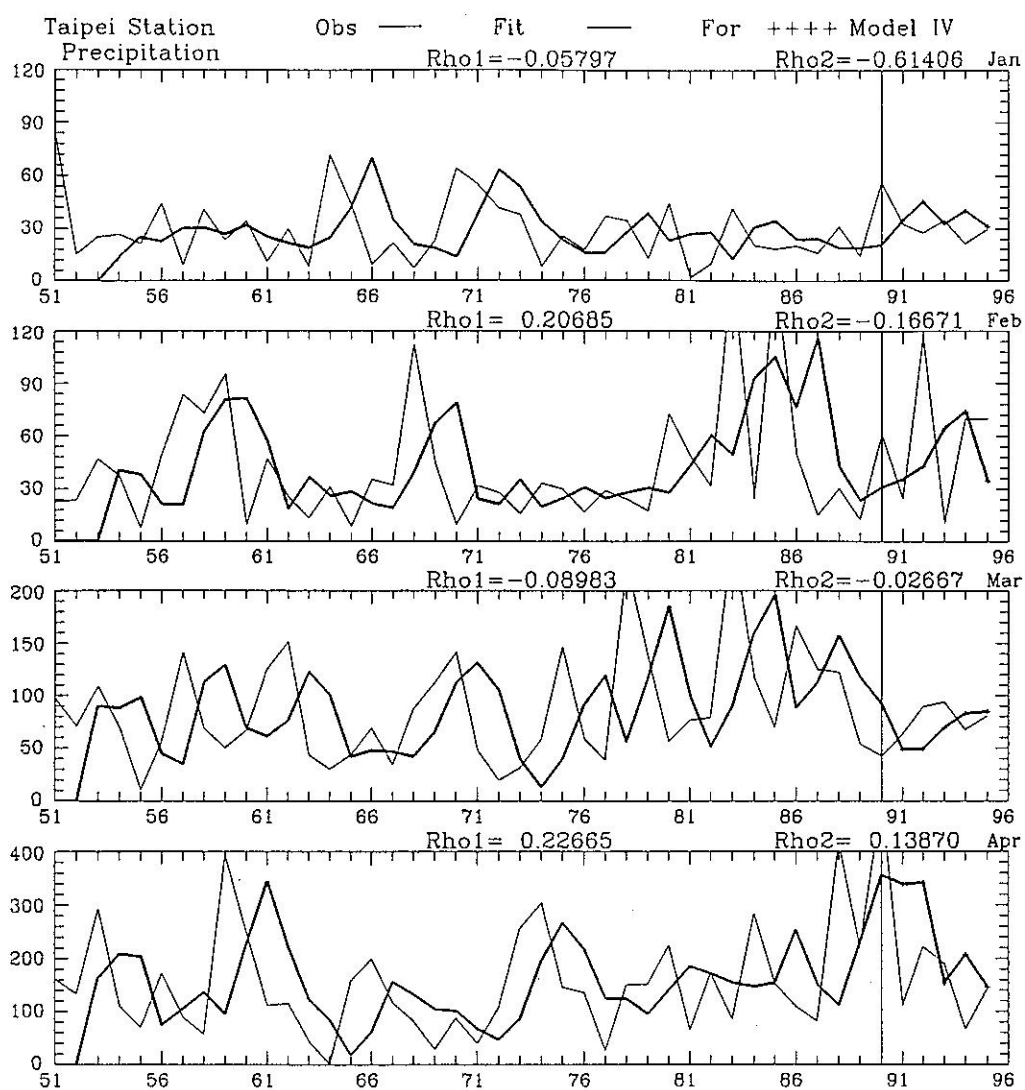
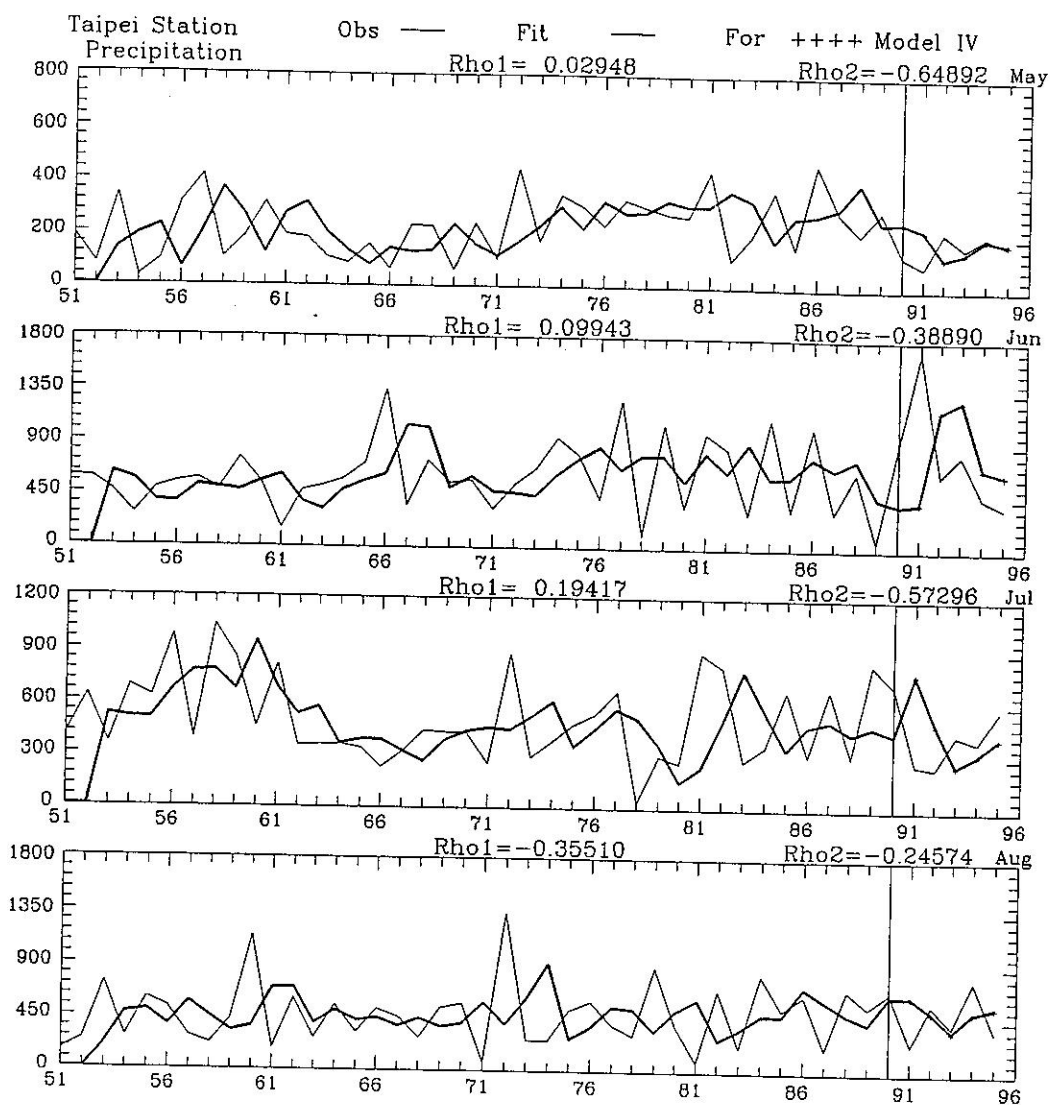
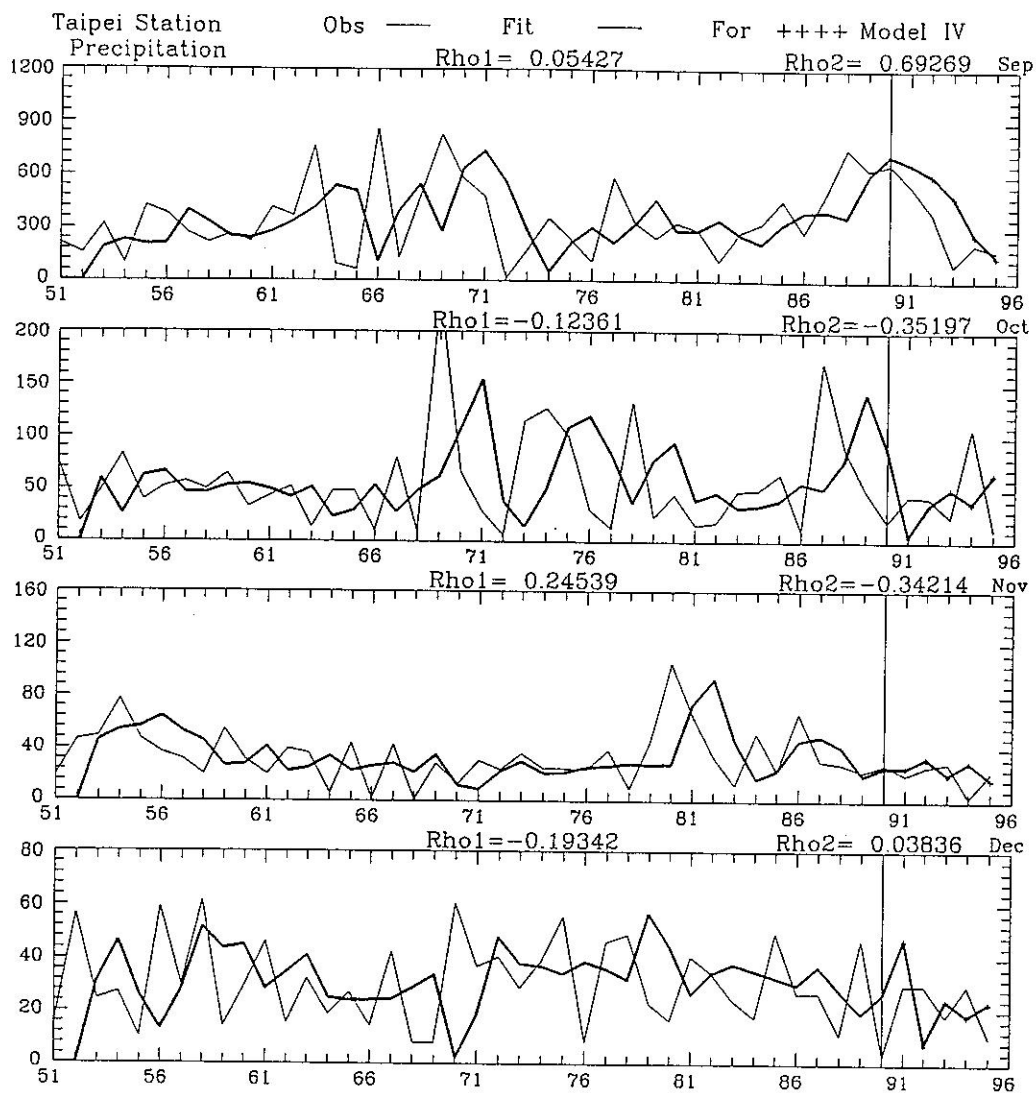


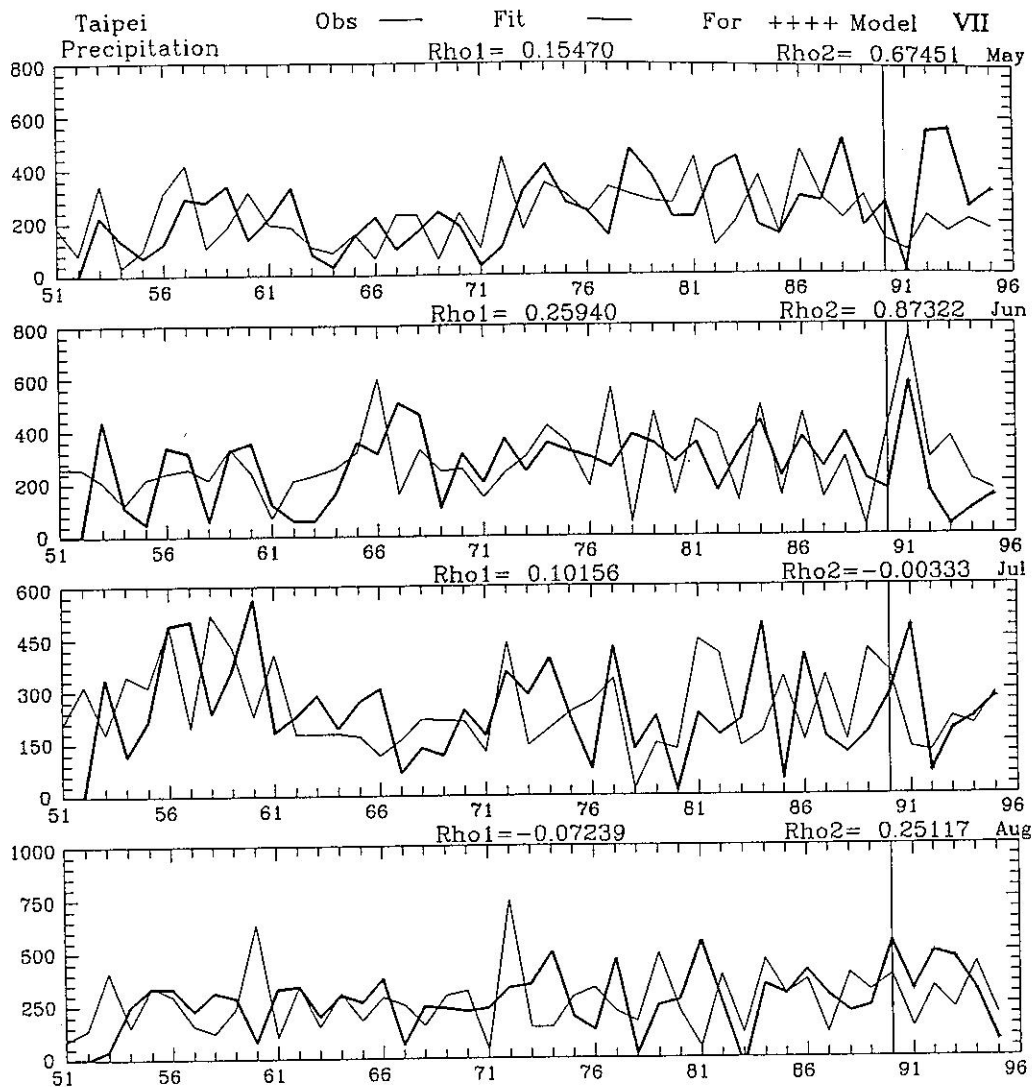
圖 a4.同圖 a1 但為模式 IV。



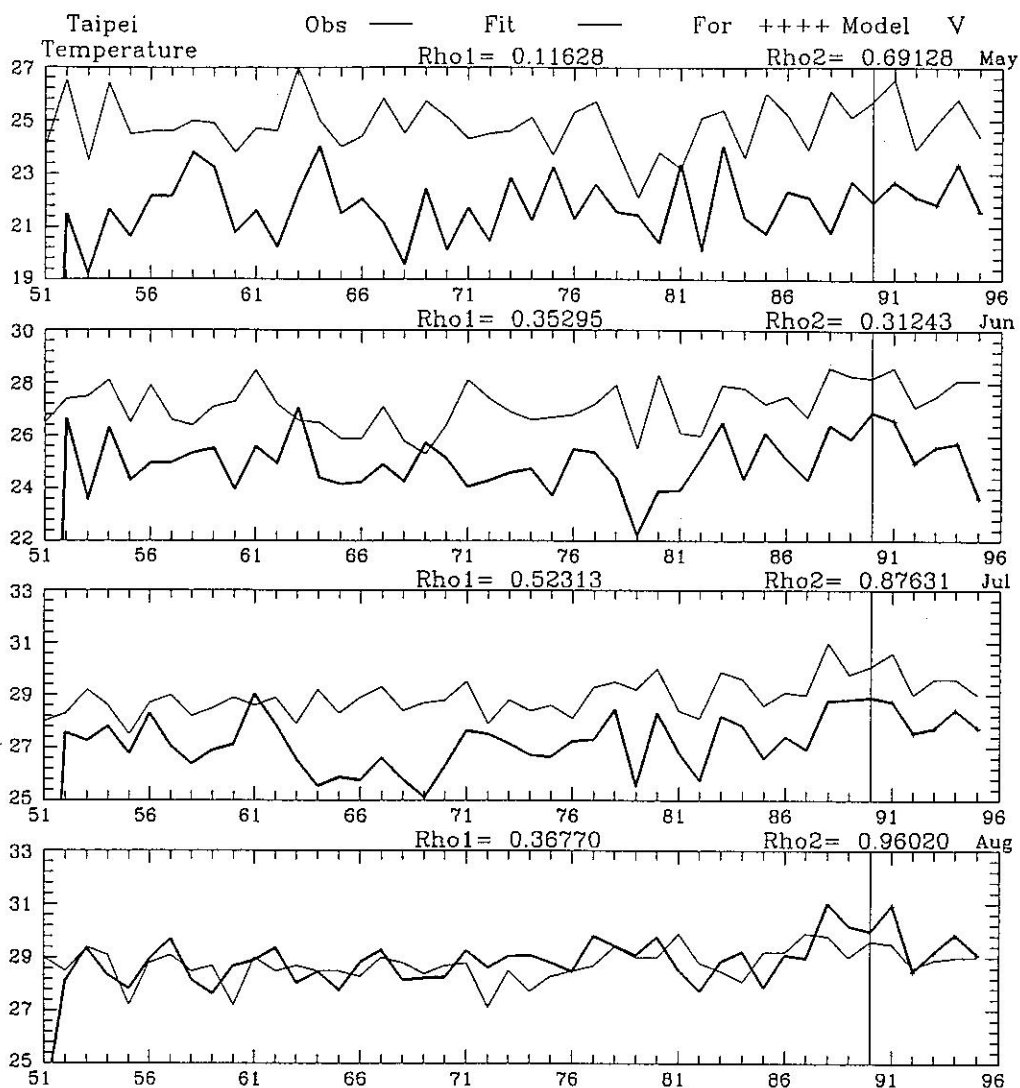
續圖 a4.



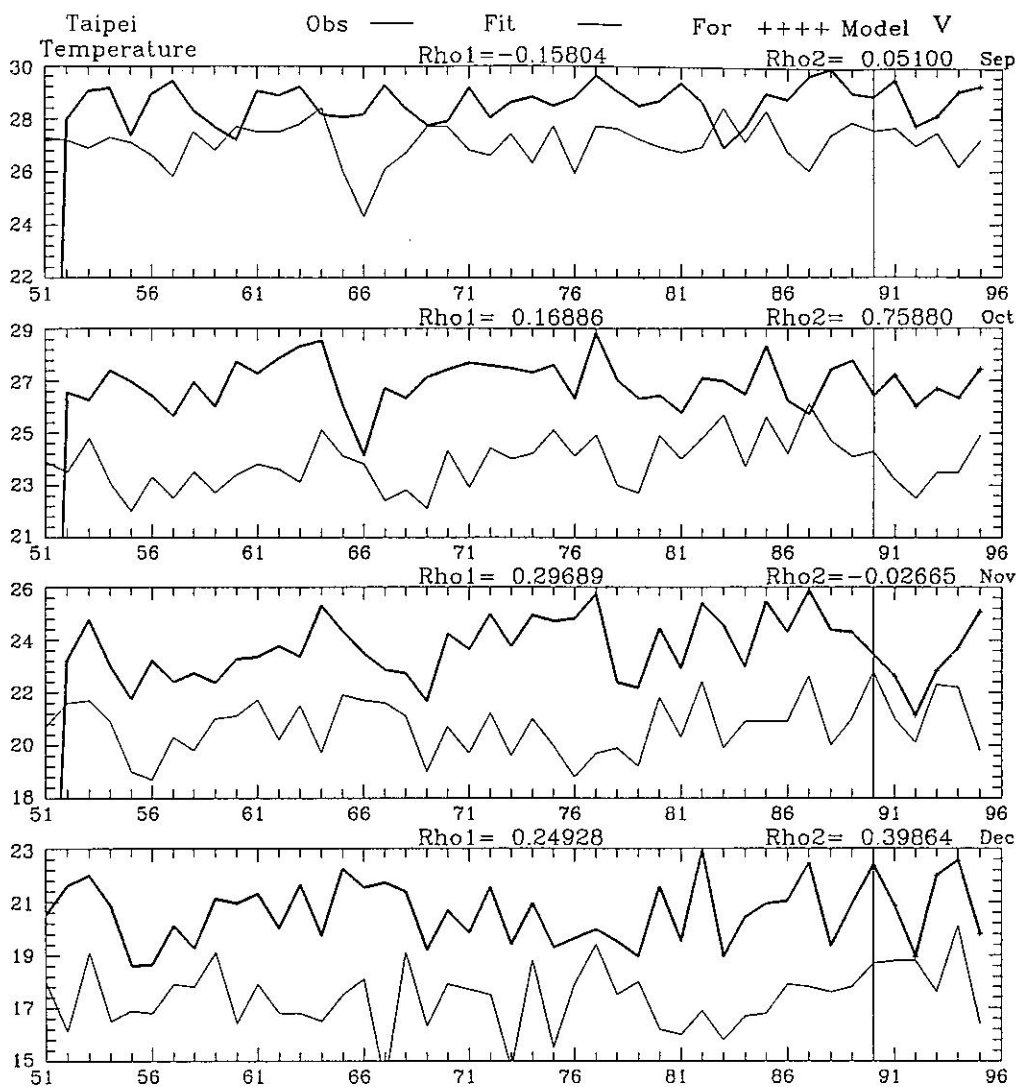
續圖 a4.



續圖 a7.



續圖 b5.



續圖 b5.