

台灣地區夏季（7、8、9月）氣候和 ENSO 的關係

陳圭宏
預報中心
中央氣象局

摘要

由於台灣地區各氣象站的月平均氣溫與雨量差異性大，又不近似常態分布，所以將資料百分化處理後，方便空間上氣象站間相互加減計算，劃分台灣地區為四區，北部（台北、基隆、新竹、宜蘭）、中部（台中、日月潭）南部（台南、高雄）及東部（花蓮、成功、台東、大武）。時間上取 7、8、9 月為夏季。以 SOI 趨勢表示 ENSO 發展或減弱階段，發現 ENSO 發展階段時，台灣地區夏季氣溫有偏低傾向，以北部相關最好。雨量方面，7 月有偏多傾向，但和整個夏季雨量相關不強。SOI 趨勢和夏季 500hPa 高度場相關圖顯示大陸、太平洋地區在 ENSO 發展階段易有負距平出現，則太平洋高壓偏弱，認為是造成台灣地區夏季氣溫有偏低傾向及 7 月雨量偏多的原因。

一、前言

1920 年代 Walker 發現熱帶東太平洋地區和西太平洋地區海平面氣壓有很強的負相關，恰似蹺蹺板一般，稱之為南方振盪（Southern Oscillation）。Bjerknes（1969）指出此乃由於赤道東太平洋海域海溫的偏暖或偏冷，影響到該地區地面氣壓的偏低或偏高，而赤道東太平洋海域海溫偏暖的現象稱為聖嬰現象（El Nino）。所以南方振盪和聖嬰現象幾乎同時存在，兩者合稱 ENSO。

ENSO 的發生對世界各地氣候的影響，由於 Walker 環流的減弱（Bjerknes，1969）會導致熱帶西太平洋地區降水明顯減少，而東太平洋地區降水增多；中緯度地區冬季容易有 PNA 遙相關型態出現（Wallace，1991），會

造成北美冬季氣溫偏暖；和美國南部偏冷且偏濕的氣候。至於台灣地區各地的氣溫或雨量和 ENSO 的關係以冬末初春之降水最顯著，其他如 9 月、10 月北部和中部氣溫偏低；東部、南部氣溫偏高，也皆有統計顯著意義（吳，1995）。而夏季的氣溫和雨量和 ENSO 的相關不具統計意義。本文將進一步定義 ENSO 的發展和減弱階段，探討台灣地區夏季氣候和 ENSO 的關係。

二、資料處理

台灣地區之月平均氣溫和雨量資料，取自中央氣象局資料處理科。因為台灣地區各氣象站的月平均氣溫及累積雨量差異很大，必須先把資料無因次化處理後，才容易互相比較與加減計算，一般常使用的方法是作常態化處

理。可是台灣地區的氣溫和雨量資料之頻率分布與常態分布有不小差異，尤其雨量資料之頻率分布離常態分布很遠，用常態化處理恐有大偏差，所以本文嘗試使用把資料百分化（percentile）。以 1961 至 1990，30 年的氣候資料，根據氣象統計學(威，1978)及 Theory and Problems of Statistics (Spiegel, 1961) 計算百分數的方法，將月平均氣溫及月累積雨量資料都轉換為 0 到 100 的數。經過百分化轉換後，每個氣象站的月平均氣溫和月累積雨量都變為站在同一起跑點上 0，且等間隔至 100 的數。如此可以很容易判斷各地氣溫的偏高或偏低；雨量的偏多或偏少。同時百分化處理也有類似常態化，平均值兩邊對稱之性質，即偏度（skewness）幾乎等於零。表一是台北、台中、高雄及花蓮各氣象站 12 個月的平均絕對值偏度及百分化後的平均絕對值偏度，由表中可看出經百分化後之資料，偏度很顯著的降低至趨近於零。尤其是雨量偏度的改善更是明顯。例如圖一（a）、（b）分別是台北 9 月氣溫及台中 7 月雨量的累計頻率（cumulative relative frequency）圖，圖中實線是百分化前的累計頻率；虛線是百分化後的累計頻率。圖（a）在低溫區（攝氏 24.3 度至 25.0 度）頻率增加很慢，而在高溫區（攝氏 27.7 度至 28.4 度）頻率增加很快，即發生在低溫區的個數很少，而發生在高溫區的個數偏多，成明顯不對稱的負偏度，偏度值等於-0.991。可是經百分化處理後就大大改善不對稱負偏度的現象，虛線很接近對角直線，偏度值等於-0.006，趨近零。即各溫度區間有幾乎相同的樣本個數。同樣圖（b）花蓮 7 月雨量呈現很大的正偏度，偏度值等於 1.866。經百分化處理後，虛線也會自行調整到接近對角直線，偏度值等於 0.058，趨近零。又因為百分化後，資料有無因次的優點，空間上各個氣象站的資料方便互相

加減計算；時間上每个月的資料也很方便互相加減計算，近似於常態化處理後資料的性質。所以本文取台北、基隆、新竹及宜蘭代表台灣北部地區；台中及日月潭代表中部地區；台南及高雄代表南部地區；花蓮、成功、台東及大武代表東部地區。夏季平均氣溫及雨量則取 7、8、9 月的平均值。

南方振盪指數（SOI）直接取自日本氣象廳發布的氣候系監視報告，但是每個月之 SOI 值包含高頻率波動的干擾，變動很大，必須將 SOI 時間序列做適當的平滑處理，本文採用最簡單普遍的 5 個月滑動平均。以下討論的 SOI 都是經 5 個月滑動平均計算後的數值。如此 SOI 數值可表示 ENSO 的強弱，SOI 和台灣地區之氣溫，只有 9 月份和 9 個月前 SOI 的相關有統計意義（許，1994），而為什麼要落後這麼久較強相關才顯現出來，並不清楚。本文認為 ENSO 的生命期中，在發展和減弱的階段，會使夏季大氣環流之反應不一樣，因而造成台灣地區的夏季氣候亦不相同。為了定義 ENSO 的發展趨勢，以最近 10 個月的 SOI 數值，用最小平方法求斜率，即為 SOI 之趨勢，亦為 ENSO 的發展趨勢，換句話說，當斜率為負值表示 ENSO 在發展階段；反之，當斜率為正值表示 ENSO 在減弱階段。圖二為 SOI（實線）及 SOI 趨勢（虛線）之時間序列圖，圖中 SOI 趨勢已經放大 10 倍。

三、夏季平均氣溫和 SOI 趨勢的關係

圖三是 1961 至 1990，30 年台灣地區北（N）、中（C）、南（S）、東（E）四區夏季（7、8、9 月）平均氣溫和 SOI 趨勢之相關圖，縱軸為相關係數；橫軸為 SOI 趨勢領先夏季氣溫的月數。由圖中當 SOI 趨勢領先 0

到 1 個月，各地區的相關係數都達最大值，尤其北部地區正相關係數達 0.62，東部地區次之，南部地區相關係數最弱，只有 0.30。即當 ENSO 發展階段，台灣地區夏季平均氣溫有顯著偏低的傾向，其中以北部地區最顯著。圖四是 SOI 趨勢和各地區夏季平均氣溫的時間序列圖，實線為平均氣溫；虛線為 SOI 趨勢值。橫軸表年份；縱軸表平均氣溫之百分數（左邊）及 SOI 趨勢值（右邊）。由圖中北部地區為例：較顯著的 ENSO 發展年有 1965、1972、1976、1982 年都有明顯的偏低溫與之配合，相反的 1964、1978、1983、1988 年 SOI 趨勢是較大正值，也有偏高溫相配合。如果把夏季 7、8、9 月各別月份，分別和 SOI 趨勢做相關分析，以北部地區為例，圖五顯示 7 月及 9 月相關係數都可達 0.5 以上，但是 8 月份相關不及 0.3，是相關最弱的月份。其他地區中部、南部及東部亦有類似的狀況。由圖三及圖五顯示，SOI 趨勢和台灣地區整個夏季季節平均氣溫的相關比夏季個別單月的相關強，表示影響台灣地區夏季氣溫，仍有高頻率波動干擾，ENSO 發展趨勢之影響以季節平均比個別月之氣溫顯著。

四、夏季雨量和 SOI 趨勢的關係

圖六顯示 SOI 趨勢和北部地區 7、8、9 月個別月的雨量相關，以 7 月份相關最強，在落後 SOI 趨勢 0 至 1 個月負相關係數達 -0.62，但是 8 月份就減弱非常多，9 月份更是轉變為正相關形式，這三個月和 SOI 趨勢的相關形態差異很大，台灣其他地區亦有類似的情形，因此 SOI 趨勢對台灣地區夏季雨量的影響，7、8、9 各不相同，因而導致 SOI 趨勢對台灣整個夏季季節雨量的相關不顯著。以下僅討論

SOI 趨勢和台灣地區 7 月雨量關係。圖七顯示 SOI 趨勢和台灣地區北、中、南、東部地區 7 月份的雨量相關，發現仍是以北部地區相關最好，負相關係數達 -0.62；東部 -0.56 次之；南部仍是相關最弱的地區，只有 -0.36。即當 ENSO 發展階段時，台灣地區 7 月雨量有明顯偏多之傾向，尤其北部地區更顯著。圖八為 SOI 趨勢（虛線）和各地區 7 月雨量（實線）的時間序列圖，注意縱軸左邊降雨量百分數反轉為向上遞減，以方便和 SOI 趨勢值比較。以北部地區為例，SOI 趨勢和雨量配合很好的年份，多雨的有 1972、1976、1982、1987 年皆有負 SOI 趨勢值相對應；反之，少雨的有 1964、1975、1978、1983 年也都有較大正 SOI 趨勢值對應。

五、SOI 趨勢和 500hPa 高度場關係

圖九是 7 月 SOI 趨勢和夏季（7、8、9 月）500hPa 平均高度場相關圖，陰影區為正相關，主要的正相關區有韓國到日本海附近、西南歐至非洲北部及加拿大北部；主要的負相關區有阿拉斯加至北極再轉彎至勘察加半島一帶及歐洲北部。圖十是挑選 7 月份 SOI 趨勢值小於 -2（1965、1972、1976、1982、1997）的夏季 500hPa 高度場平均圖減去 SOI 趨勢值大於 2（1964、1973、1978、1983）的夏季 500hPa 高度場平均圖。由圖九顯示，認為 ENSO 發展階段時大陸至廣大的太平洋地區 500hPa 高度場比較容易有負距平出現。圖十即顯示出類似的環流型態，在台灣附近幾乎全是負距平（陰影區），表示太平洋高壓偏弱，台灣地區較易有偏低溫傾向。和前述 ENSO 發展階段，夏季偏低溫機會多相符合。另外 7 月 500hPa 高度場和 7 月 SOI 趨勢相關型態（無圖

示)，類似於和台北多雨的相關型態，亦符合前述 ENSO 發展期台灣地區 7 月容易多雨之傾向。

六、結論

將台灣地區各氣象站的月平均氣溫和雨量資料經百分化處理後，取台北、基隆、新竹、宜蘭代表台灣北部；台中、日月潭代表台灣中部；台南、高雄代表台灣南部；花蓮、成功、台東及大武代表台灣東部，而 7、8、9 月平均代表夏季。並用最小平方法計算 SOI 最近十個月的趨勢（斜率），表示 ENSO 的發展或減弱階段。結果認為當 ENSO 發展階段時，台灣地區夏季有偏低溫之傾向，尤以北部地區相關最強，夏季三個月中又以 7 月份相關最好；雨量方面，也是和北部的 7 月相關最好（負相關），即 ENSO 發展階段時，7 月份雨量有偏多的傾向。但是和整個夏季雨量相關偏低。

SOI 趨勢和夏季 500hPa 高度場相關圖顯示，整個大陸及中緯度太平洋地區較易出現負距平，即太平洋高壓有偏弱的傾向。由 7 月 SOI 負趨勢較強年減去正趨勢較強年之 500hPa 高度場平均合成圖，亦顯示出類似的天氣圖型態。認為 ENSO 發展階段時較易造成夏季太平洋高壓偏弱，因而使台灣地區夏季容易有氣溫偏低的原因。而整個大陸至太平洋地區負距平，也可能是造成台灣地區 7 月多雨原因。

參考文獻：

- 吳明進，1996：“聖嬰/南方振盪（ENSO）現象對台灣短期氣候變化影響之研究—春雨部分”，中央氣象局委託研究計畫成果報告。
- 許晃雄、陳圭宏，1994：“台灣地區低頻大氣

變化與熱帶海洋及大氣的關係”，氣象科技研究中心技術報告彙編，8—1 卷，33-58。

戚啓勳、嚴夢輝，1978：氣象統計學，第二章，復興書局，9-34。

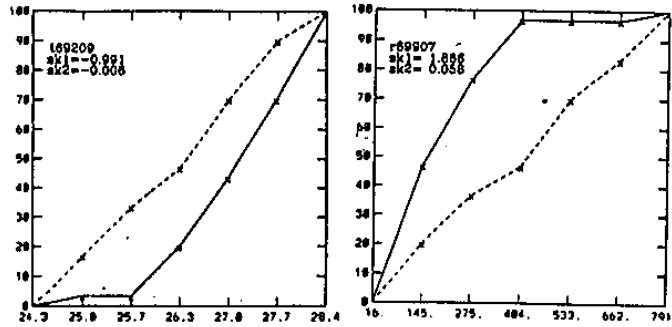
Bjerknes, J., 1969: Atmospheric teleconnections from the Equatorial Pacific. *Mon. Wea. Rev.*, 97, 163-172.

Spiegel, M. R., 1961: Theory and problems of statistics. McGRAW-Hill Book company, 27-44.

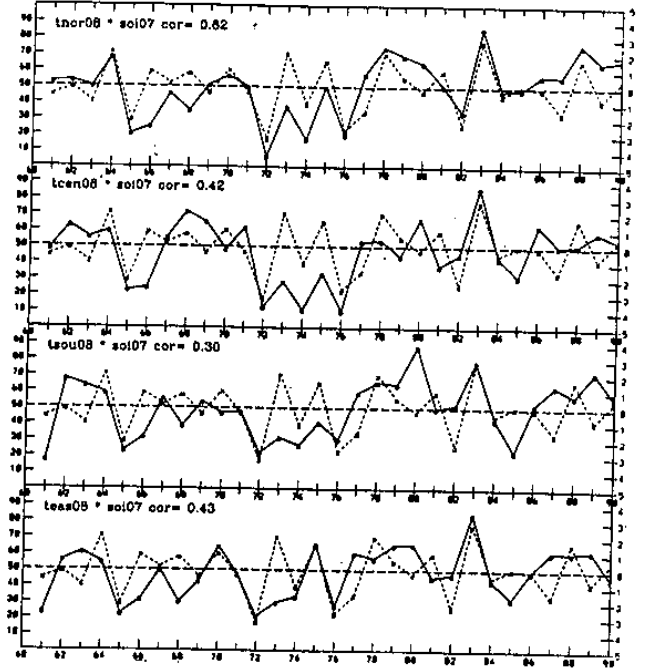
Wallace, J. M. and D.S. Gutzler, 1981: Teleconnections in the Geopotential height field during the northern hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 784-812.

表一、台北、台中、高雄、花蓮月平均氣溫及雨量資料，百分化前後的平均偏度

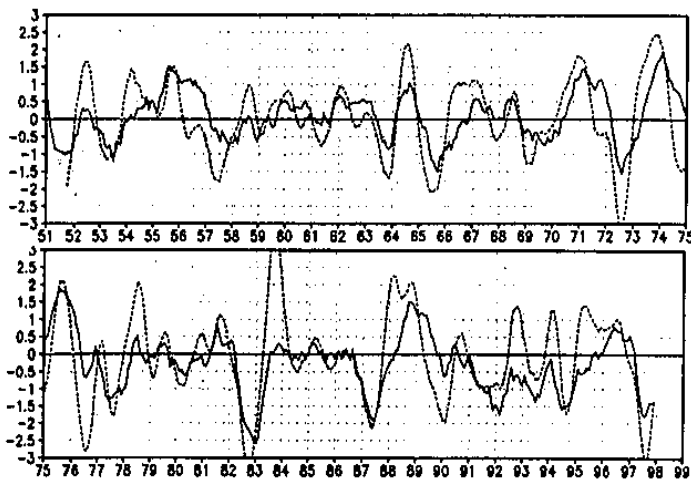
	氣溫		雨量	
	原始資料偏度	百分化後偏度	原始資料偏度	百分化後偏度
台北	0.446	0.098	0.891	0.089
台中	0.423	0.128	1.306	0.062
高雄	0.402	0.102	1.461	0.208
花蓮	0.326	0.118	1.464	0.080



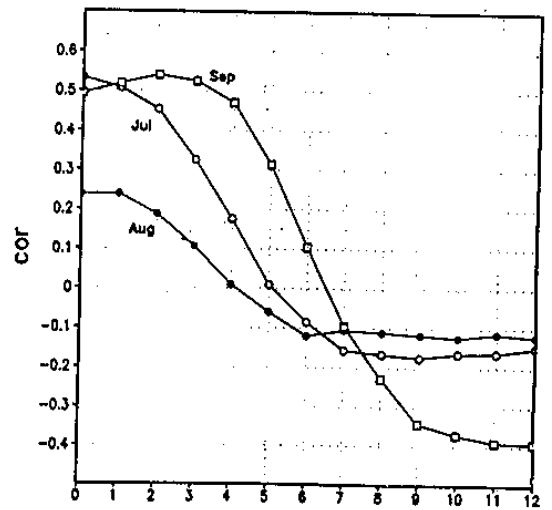
圖一、1961-1990，30年期間 (a) 台北 9 月平均氣溫 (b) 花蓮 7 月雨量 百分化前 (實線) 及百分化後 (虛線) 的累計頻率圖



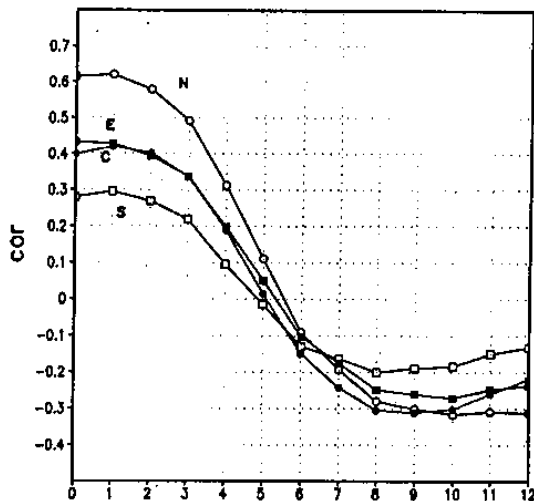
圖四、台灣北、中、南、東四區夏季氣溫 (實線) 和 7 月 SOI 趨勢 (虛線) 時間序列圖



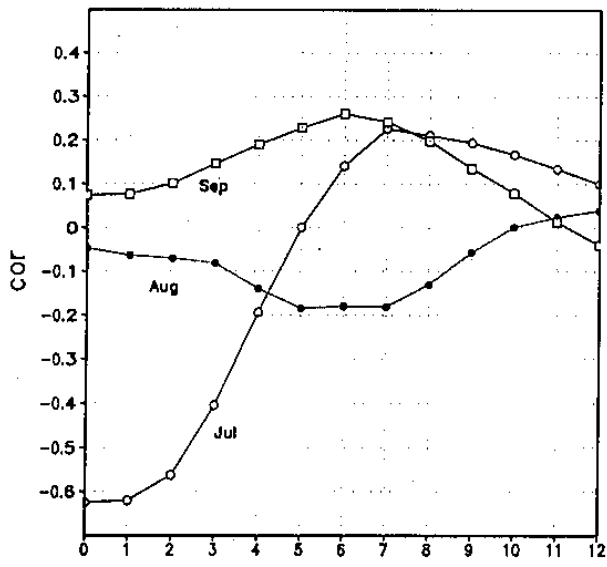
圖二、五個月滑動平均 SOI (實線) 及 SOI 趨勢虛線時間序列圖，SOI 趨勢值經放大 10 倍



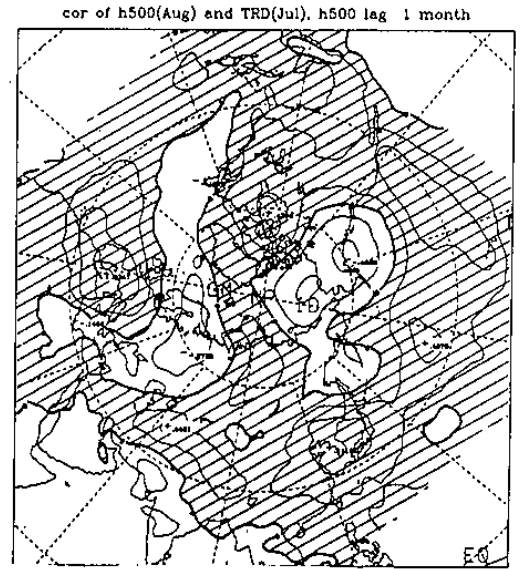
圖五、台灣北部地區 7、8、9 月各月氣溫和 SOI 趨勢的相關，橫軸 SOI 趨勢領先月數；縱軸相關係數



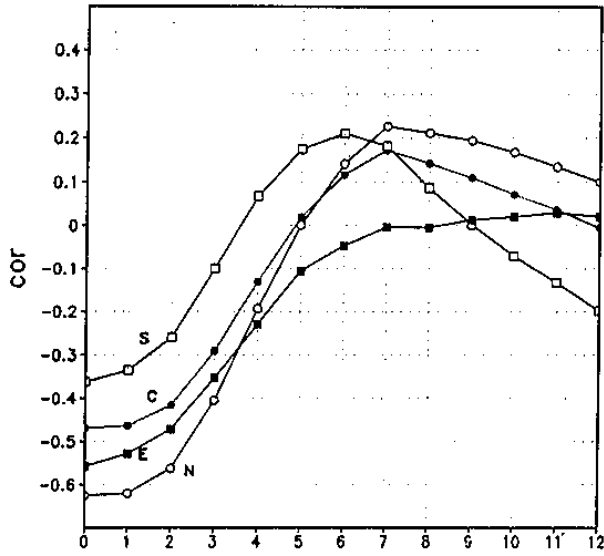
圖三、台灣北 (N) 中 (C) 南 (S) 東 (E) 夏季氣溫和 SOI 趨勢的相關，橫軸 SOI 趨勢領先月數；縱軸相關係數



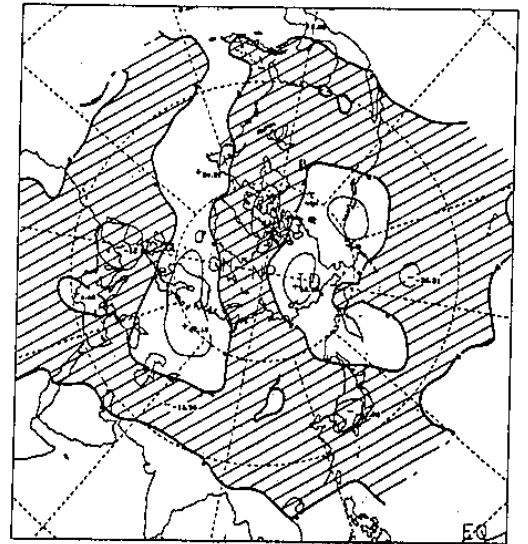
圖六、同圖五，但為雨量



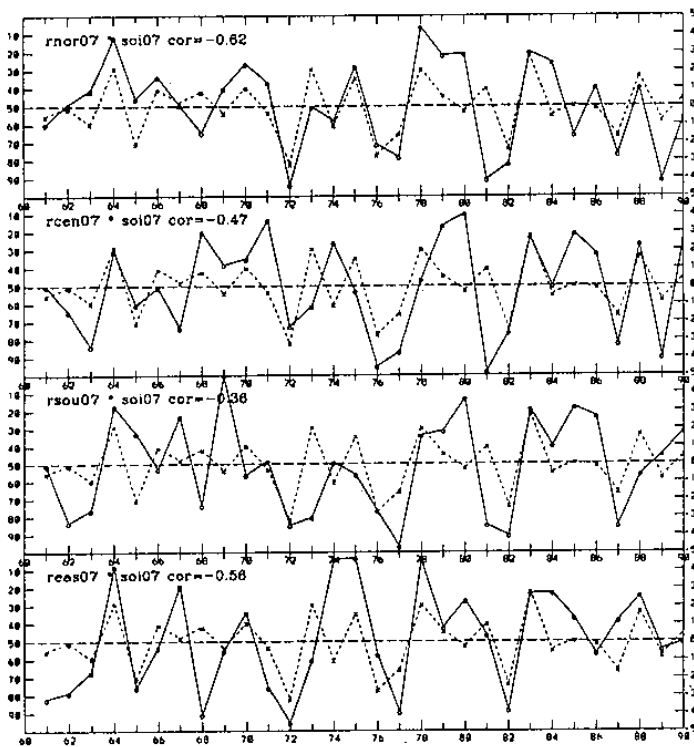
圖九、SOI趨勢和500hPa高度場的相關，陰影區為正相關區



圖七、同圖三，但為7月雨量



圖十、7月SOI趨勢小於-2（1965、1972、1976、1982、1997）減去SOI趨勢大於2（1964、1973、1978、1983）的夏季500hPa高度場平均合成圖



圖八、同圖四，但為7月雨量，注意縱軸是由下向上遞

減