

用 CCA 模式分析印度洋至西太平洋海溫 and 台灣地區氣溫之關係

陳圭宏
預報中心
中央氣象局

摘要

取印度洋至太平洋西部海域 (20S-40N, 60E-180E) 之海面溫度, 經 EOF 分析後, 取前 6 個模 (mode) 為預報因子 (Predictors), 其累積解釋變異數分別為一月 75.4% 及七月 71.8%。同理, 台灣地區環島 12 個平地氣象站之平均氣溫經 EOF 分析後, 取前 4 個模為預報對象 (Predictants), 其累積解釋變異數分別為一月 97.6% 及七月 90.2%。由這十個預報因子和預報對象數列, 透過正準相關分析後, 找出相對應的海溫型態 (gmap) 和台灣地區平均氣溫型態 (hmap)。

一月海溫型態 (gmap) 第一模, 強烈反應東亞沿岸至南海海溫, 甚至延伸到印度洋海溫, 和台灣地區平均氣溫有很好的正相關。第二模顯示 ENSO 的海溫型態和台灣地區平均氣溫的關係也不錯。當反聖嬰現象發生時, 台灣地區平均氣溫呈偏低溫, 反之, 聖嬰現象發生時, 台灣地區平均氣溫呈偏暖的趨勢。七月海溫型態和台灣地區平均氣溫型態之關係, 不如一月那麼強, 且較分散到各個模, ENSO 海溫型態也不甚明顯, 不過前 4 個模都有共同特徵, 台灣附近海溫 and 台灣地區平均氣溫都呈正相關趨勢。

一、前言

逐步複迴歸分析找尋單一預報對象 (predictant) 和多個預報因子 (predictors) 間最好的組合, 而正準相關分析 (CCA) 更進一步, 找尋預報對象與預報因子間, 兩向量場間最大的相關組合, 可以更合理診斷分析兩向量場間的關係。所以正準相關分析是一套很有用的診斷工具, 分析兩個向量場間的相互關係。本文選取的兩個向量場為印度洋至西太平洋海域的海溫 and 台灣地區平均氣溫。討論印度洋至西太平洋海域之冬夏海溫分佈 and 台灣地區平均氣溫分佈的關係。

二、資料處理

海溫資料是用美國國家環境預測中心 (NCEP) 之重分析資料組, 再擷取印度洋及

太平洋西部海域 (20S-40N, 60E-180E) 範圍, 經 EOF 分析後, 一月前 10 個模的累積解釋變異數達 86.4% (表一), 第一模解釋變異數 32.9%, 呈 ENSO 海溫型態 (圖一), 當聖嬰現象發生時, 赤道中太平洋海溫偏暖, 同時整個印度洋、南海, 再經台灣東方海面, 再向東北延伸至日本東南方海面全是偏暖的相關。反之, 反聖嬰現象發生時, 上述海域呈偏冷海溫。七月前 10 個模的累積解釋變異數 85.4% (表一), 第一模解釋變異數 23.3% (圖二), 最大的特徵是整片菲律賓附近海域到澳洲北部呈大範圍的暖海溫型態, 赤道中太平洋的 ENSO 海溫型態不如一月明顯。本報告一月 and 七月都取前 6 個模為預報因子 (Predictors), 一月及七月的累積解釋變異數分別為 75.4% 及 71.8%。

台灣地區平均氣溫取自中央氣象局所屬 12 個環島平地氣象站, 包括基隆、台北、新

竹、台中、台南、高雄、恆春、大武、台東、成功、花蓮及宜蘭。同樣透過 EOF 分析，一月和七月前 4 個模的累積解釋變異數都超過九成，分別為 95.6% 及 90.2%（表二）。一月第一模就佔了 92.2% 的解釋變異數（圖三），全台灣地區呈同相位，且和實際氣溫相關都高達 0.9 以上，表示台灣地區一月各地之平均氣溫趨勢非常一致，如果偏暖（冷），全台灣地區一致偏暖（冷）的機會非常大。第二模後，解釋變異數和相關係數都大幅下降，其相關的意義較不具代表性。七月第一模佔 72.8% 的解釋變異數（圖四），一致的相關趨勢不如一月那麼強烈，但除了恆春氣象站外，其他氣象站都維持八成以上的相關，所以七月全台灣地區各地之平均氣溫趨勢也大致一樣。同樣，第二模後，解釋變異數和相關係數都大幅減少，其相關的意義較不具代表性本報告一月和七月都取前 4 個模為預報對象（Predictants）。

三、海溫型態和台灣地區平均氣溫型態之相對應關係

一月第一模海溫型態（gmap1）（圖五），南海至日本南方海面有大片的強暖海溫區，甚至此一暖海溫區向西延伸至整個印度洋；而菲律賓東南方海面是大片的冷海溫區。相對應於台灣地區的平均氣溫型態（hmap1）（圖六），全是偏暖的高正相關，尤其東南部的大武及恆春氣象站相關係數達 0.95 以上。表示如有類似 gmap1 的海溫型態，台灣地區偏暖的機會非常大。反之，和 gmap1 相反的海溫型態，台灣地區偏冷的機會非常大。例如：簡單擷取台灣附近海域的平均氣溫，從北緯 20 度到北緯 30 度，東經 110 度到東經 140 度範圍，計算自西元 1950 年到 2000 年此區域最暖的 10 年（表三），相對台北的平均氣溫，有 7 年是正距平，

其中有 4 年正距平超過攝氏 1 度。相反的，最冷的 10 年台北的平均氣溫，有 8 年是負距平，其中有 5 年負距平超過攝氏負 1 度。第二模海溫型態（gmap2）（圖七）很類似於 ENSO 現象的海溫型態。反聖嬰現象時，赤道中太平洋是冷海溫、印度洋至南海再向東北延伸至日本南方海面也是明顯冷海溫區，相對應於台灣地區的平均氣溫是偏冷的趨勢（hmap2）（圖八），只是相關程度沒有第一模強。

七月海溫型態的結構不如一月那麼組織明確，從第一模至第四模和台灣地區平均氣溫的相關大致差不多。第一模從印度洋向東北東伸展，經菲律賓到菲律賓東北方海面，台灣附近海域屬於稍弱的暖海溫區（圖九）。相對應於台灣地區的平均氣溫型態（圖十），是偏暖的趨勢，相關係數不如一月那麼強烈。最強相關的相關是恆春氣象站，相關係數 0.73。第二模海溫型態顯示整個印度洋到太平洋西部海域全是冷海溫區（圖十一），對應於台灣地區的平均氣溫型態（圖十二）是偏冷的趨勢。最強相關的相關是台北氣象站，相關係數 0.81。同樣第三模、第四模也有類似的狀況。雖然前四個模的海溫型態差異大，但是有一共同特徵，台灣附近海域之海溫和台灣地區之平均氣溫都是正相關。例如：還是擷取台灣附近海域的平均氣溫，從北緯 20 度到北緯 30 度，東經 110 度到東經 140 度範圍，計算自西元 1950 年到 2000 年此區域最暖的 10 年（表四），相對台北的平均氣溫，有 8 年是正距平，其中有 3 年正距平超過攝氏 1 度。相反的，最冷的 10 年台北的平均氣溫，全是負距平，其中有 1 年負距平超過攝氏負 1 度。

四、結論

使用經驗正交函數分析（EOF），濃縮大量的海溫格點資料，及台灣地區平均氣溫資料。印度洋至太平洋海溫經 EOF 分析後，取

前 6 模為預報因子，累積解釋變異數一月 75.4%、七月 71.8%。台灣地區平均氣溫經 EOF 分析後，取前 4 模為預報對象，累積解釋變異數一月 97.5%、七月 90.2%。預報因子和預報對象一起帶入正準相關分析 (CCA) 程式運算，可得到相對應的海溫型態 (gmap) 和台灣地區平均氣溫型態 (hmap)。

一月東亞沿岸海溫、南海海溫和台灣地區一月平均氣溫有非常強的正相關。另外 ENSO 海溫型態和台灣地區一月平均氣溫也有不錯的關係。聖嬰現象海溫型態，相對應台灣地區平均氣溫有偏暖趨勢。反之，反聖嬰現象海溫型態，相對應台灣地區平均氣溫有偏冷趨勢。七月海溫型態和台灣地區七月平均氣溫的關係，大致平均分佈到前四模，沒有特別強的海溫型態，支配台灣地區平均氣溫。ENSO 海溫型態也不明顯。不過有一共同特徵，即台灣附近海溫和台灣地區平均氣溫都呈正相關。

參考文獻：

- 陳圭宏，1997：中央氣象局研究發展專題，八十七年度研究報告第 CW86-1A-05 號。利用正準相關分析 (CCA) 的方法對台灣地區春雨預測研究
- Chu, P. S., and Y. He, 1994：Long range prediction of Hawaiian winter rainfall using canonical correlation analysis. *Int. J. Climatol.*, 14, 659-669.
- Chu, P. S., 1999：Short-term climate predictability of rainfall during typhoon season in Taiwan. (CWB 88-3m-05)

表一、印度洋到太平洋海域海溫經 EOF 分析後，前十模之累積解釋變異數

	EOF1	EOF2	EOF3	EOF4	EOF5	EOF6	EOF7	EOF8	EOF9	EOF10
一月	32.9	47.1	57.3	64.6	70.4	75.4	78.7	81.6	84.1	86.4
七月	23.3	43.9	54.3	60.9	66.9	71.8	76.6	79.9	82.9	85.4

表二、台灣地區平均氣溫經 EOF 分析後，前十模之累積解釋變異數

	EOF1	EOF2	EOF3	EOF4	EOF5	EOF6	EOF7	EOF8	EOF9	EOF10
一月	92.2	94.9	96.7	97.6	98.4	98.9	99.3	99.5	99.7	99.9
七月	72.8	80.6	86.7	90.2	93.0	95.2	96.9	97.9	98.8	99.4

表三、台灣附近海域（20N-30N，110E-140E）最暖（冷）十年一月海溫和相對應之台北一月平均氣溫

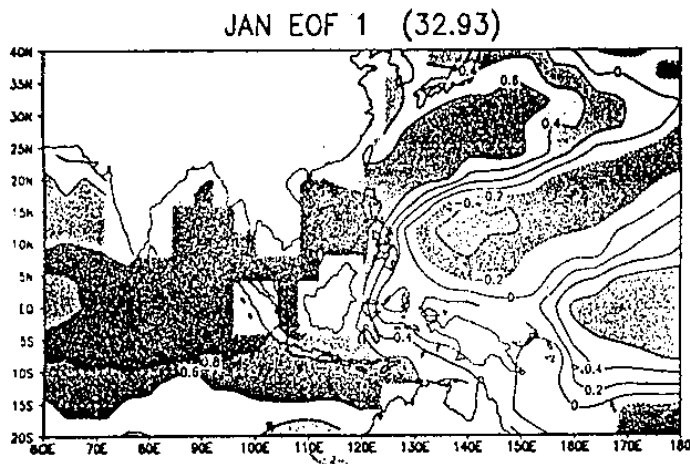
暖年	海溫	海溫距平	台北氣溫	氣溫距平
1999	23.3	1.4	17.1	1.8
1998	23.2	1.2	16.1	0.8
1988	23.0	1.0	17.4	2.1
2000	22.9	0.9	17.0	1.7
1954	22.7	0.7	17.8	2.5
1973	22.6	0.7	15.9	0.6
1995	22.6	0.6	15.6	0.3
1952	22.5	0.6	14.7	-0.6
1993	22.4	0.5	14.8	-0.5
1962	22.4	0.5	12.8	-2.5

表四、台灣附近海域（20N-30N，110E-140E）最暖（冷）十年七月海溫和相對應之台北七月平均氣溫

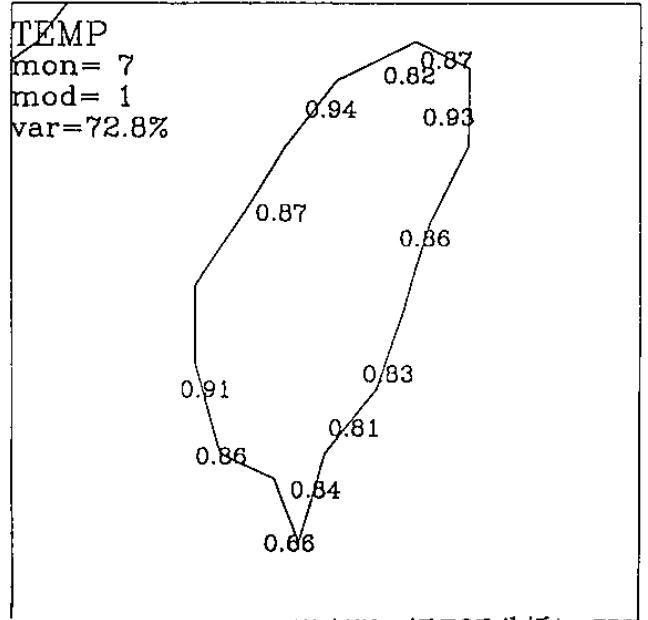
暖年	海溫	海溫距平	台北氣溫	氣溫距平
1998	29.3	0.7	30.2	1.2
1991	29.2	0.7	30.6	1.6
1994	29.2	0.6	29.6	0.6
1988	29.1	0.5	31.0	2.0
1990	28.9	0.4	30.1	1.1
1996	28.9	0.4	29.3	0.3
1956	28.9	0.3	28.7	-0.3
1993	28.9	0.3	29.6	0.6
1961	28.8	0.3	28.6	-0.4
1971	28.8	0.3	29.5	0.5

冷年	海溫	海溫距平	台北氣溫	氣溫距平
1976	21.3	-0.6	15.3	-0.0
1959	21.4	-0.6	13.7	-1.6
1955	21.4	-0.5	14.0	-1.3
1965	21.4	-0.5	15.9	0.6
1984	21.4	-0.5	14.3	-1.0
1968	21.5	-0.4	14.7	-0.6
1961	21.5	-0.4	14.6	-0.7
1963	21.5	-0.4	11.0	-4.3
1956	21.5	-0.4	13.7	-1.6
1981	21.5	-0.4	15.6	0.3

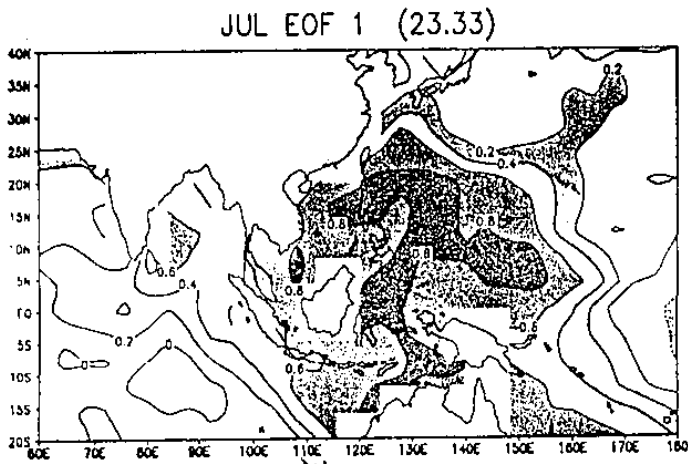
冷年	海溫	海溫距平	台北氣溫	氣溫距平
1976	27.5	-1.1	28.1	-0.9
1982	28.1	-0.5	28.1	-0.9
1972	28.1	-0.5	27.9	-1.1
1958	28.2	-0.4	28.2	-0.8
1968	28.2	-0.4	28.4	-0.6
1985	28.2	-0.4	28.6	-0.4
1950	28.3	-0.3	28.2	-0.8
1965	28.3	-0.3	28.3	-0.7
1992	28.4	-0.2	29.0	0.0
1973	28.4	-0.2	28.8	-0.2



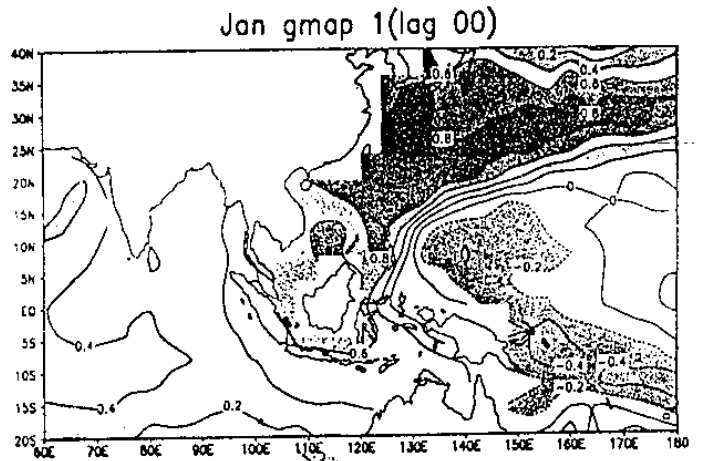
圖一、印度洋到太平洋海域一月海溫，經 EOF 分析後，第一模海溫型態



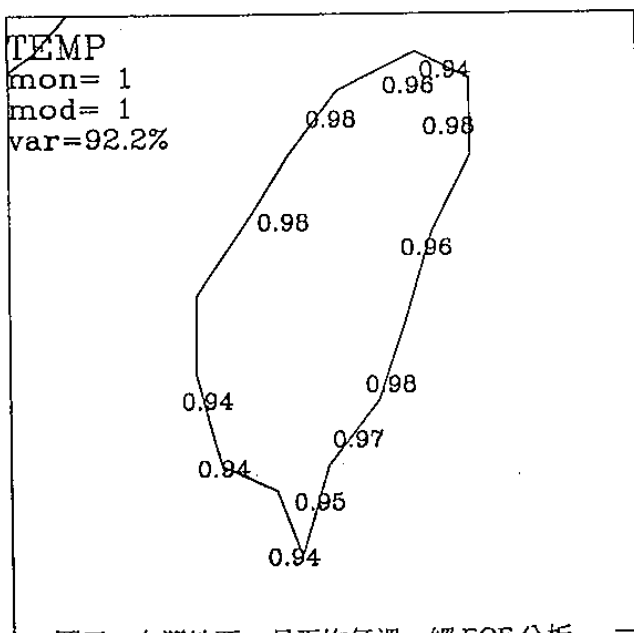
圖四、台灣地區七月平均氣溫，經 EOF 分析後，第一模平均氣溫型態



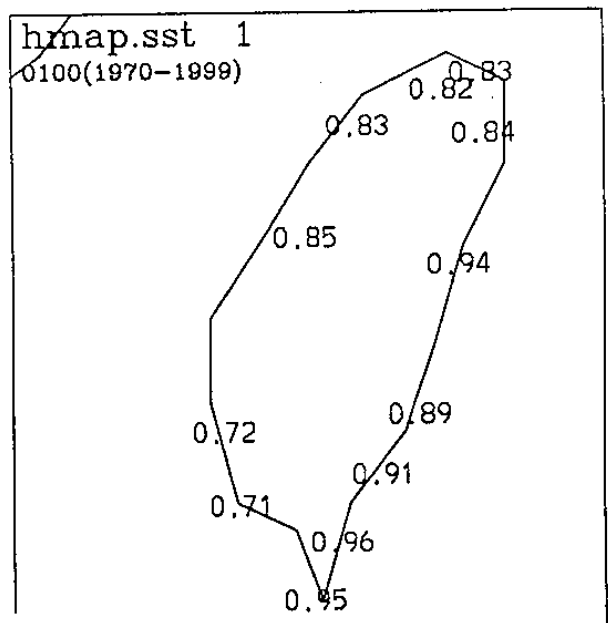
圖二、印度洋到太平洋海域七月海溫，經 EOF 分析後，第一模海溫型態



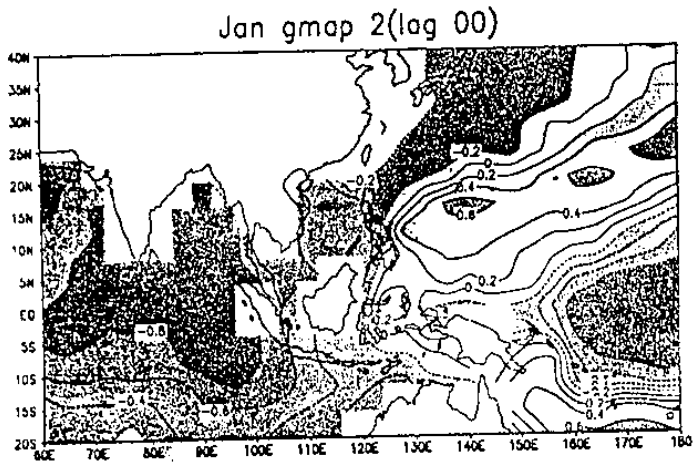
圖五、一月海溫和一月台灣地區平均氣溫，經 CCA 分析後，第一模海溫型態



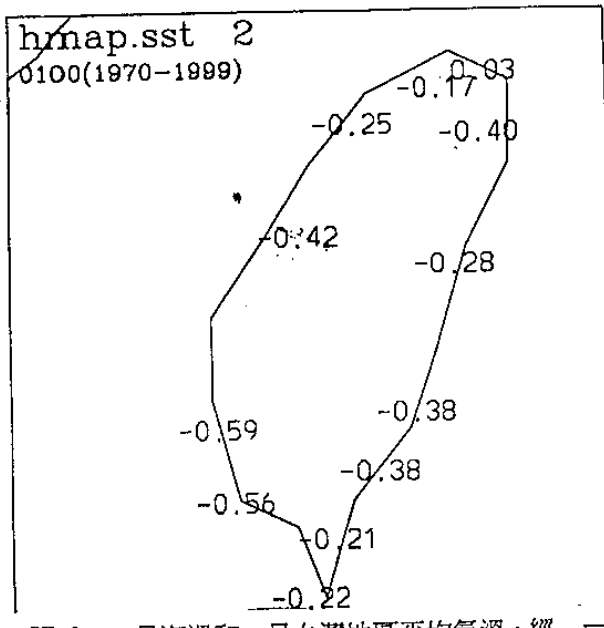
圖三、台灣地區一月平均氣溫，經 EOF 分析後，第一模平均氣溫型態



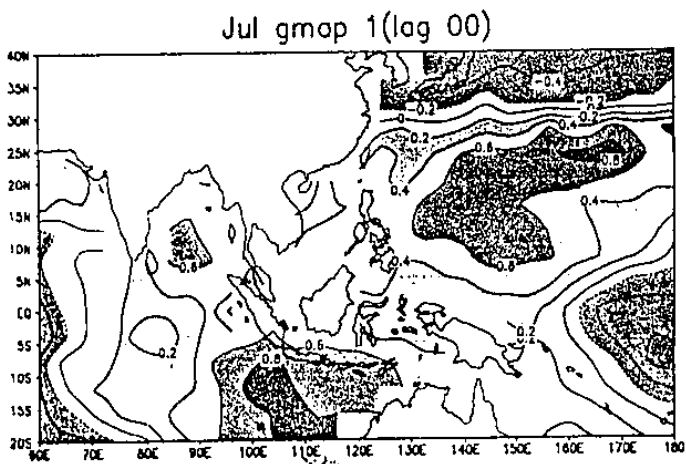
圖六、一月海溫和一月台灣地區平均氣溫，經 CCA 分析後，第一模台灣地區平均氣溫型態



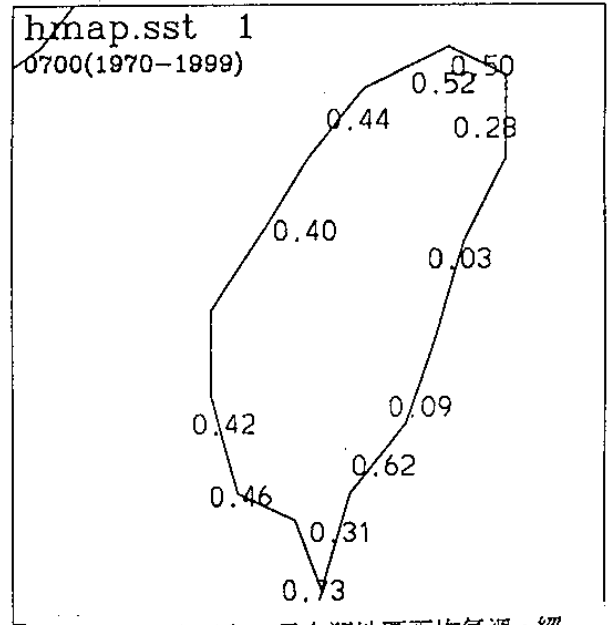
圖七、一月海溫和一月台灣地區平均氣溫，經 CCA 分析後，第二模海溫型態



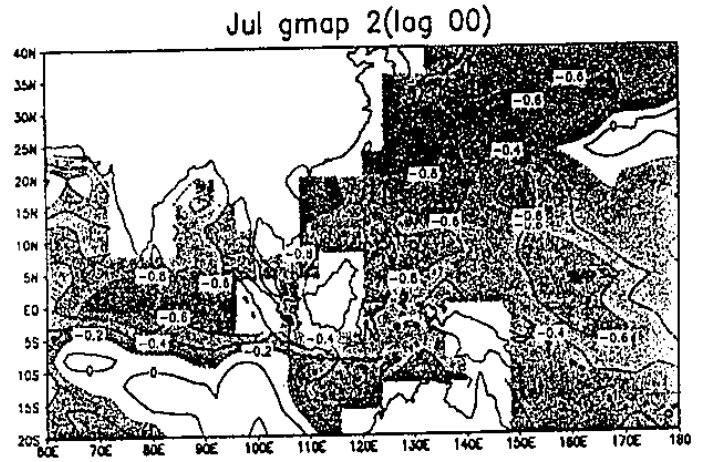
圖八、一月海溫和一月台灣地區平均氣溫，經 CCA 分析後，第二模台灣地區平均氣溫型態



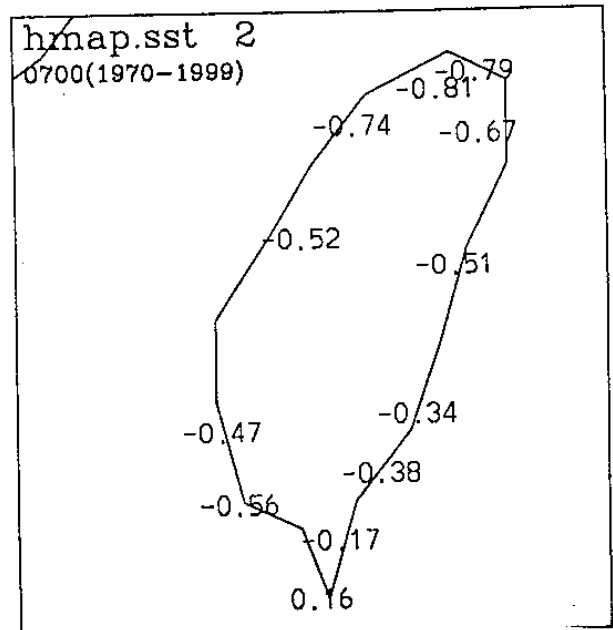
圖九、七月海溫和七月台灣地區平均氣溫，經 CCA 分析後，第一模海溫型態



圖十、七月海溫和七月台灣地區平均氣溫，經 CCA 分析後，第一模台灣地區平均氣溫型態



圖十一、七月海溫和七月台灣地區平均氣溫，經 CCA 分析後，第二模海溫型態



圖十二、七月海溫和七月台灣地區平均氣溫，經 CCA 分析後，第二模台灣地區平均氣溫型態