

ENSO年後春季東亞大氣特性之分析

第一部份：海溫及外逸長波輻射特徵

王作臺 胡志文
國立中央大學大氣科學系

(中華民國八十三年二月二十六日收稿；中華民國八十三年八月四日定稿)

摘 要

本研究主要是來探討熱帶海溫的變化對東亞地區天氣／氣候變化的可能影響，著重在於瞭解所謂ENSO年後的春季在東亞地區的一些氣象變數和熱帶西太平洋及中太平洋之空間關係。

吾人以經驗正交函數(EOF)及奇異值分析方法(SVD)來分析海溫及外逸長波輻射(OLR)，來瞭解其特徵向量的空間結構及其所能解釋的整體變異程度。以距平場的值經EOF及SVD之分析，針對ENSO成熟期後的春季做深入的瞭解，有了一些初步的結果。

結果顯示，在ENSO成熟期後的春季，赤道中及東太平洋區仍是有較高的海溫及強對流活動，赤道區西太平洋有較低的海溫及較高的OLR，而同時，副熱帶西太平洋之海溫及OLR與熱帶中太平洋之分佈狀況類似，亦即較容易有較高的海溫及稍強之對流活動於副熱帶西太平洋區。

本研究是此序列研究之第一部份，第二部份則著重在於瞭解ENSO成熟期後春季環流場之擾動，同時更提出一推論來總結及歸納分析之結果，並將對此推論做一較深入之討論。

關鍵詞：梅雨、ENSO年、大尺度特徵、OLR、SST

一、前 言

梅雨期伴隨的各種干擾為東亞地區春夏之間主要的雨量來源，在此期間的大氣現象，包含了各種不同尺度，陳(1988)在其臺灣梅雨研究的回顧中，就明確的說明了梅雨期間內大尺度、綜觀天氣尺度及中尺度內各現象之特徵。

陳(1987)的研究，說明了行星尺度中影響梅雨發展的幾個主要系統為太平洋副高、季風低壓、東亞主槽及鄂霍次克海阻塞高壓等。He等(1987)及Yanai等(1992)以1979年(FGGE)之資料研

究青藏高原熱源扮演之角色，他們的研究結果指出，在低層(850 hPa)風向上，5月中旬在南海地區(15°N, 100° ~ 120°E)會先有西南氣流之發生，6月中旬則在阿拉伯海地區(15°N, 50° ~ 70°E)有西南風之出現。他們同時認為5月中旬南海西南氣流之發生，為東亞季風之開始，到了6月中旬阿拉伯海地區西南風開始時，即為印度季風之開始。而在高層(200 hPa)的環流方面，南亞高壓在5月中旬低層西南風發展之時也急劇北移，而使南海地區的東風建立了起來，6月中旬，則高層東風於同時在阿拉伯海地區建立。此種急劇環流改變，都被認為是和青藏高原之熱源隨季節演變逐漸加強而造成的影響。蔡等(1991)由綜觀天氣變化時序觀點的研究，發現臺灣地區梅雨的開始與結束和上述二次高層東風之建立有密切關係。

由年際變化的觀點來分析，則在乾濕梅雨期間，其行星尺度作用力的分佈又是在何種狀況呢？陳(1987)研究500 hPa臺灣梅雨乾濕梅之平均環流特徵，認為500 hPa副高異常的提早往北發展是乾梅的一個特徵，而較晚及較弱的發展，則傾向於是濕梅的特徵。許與王(1990)的研究亦有相同之發現，同時也指出以副高為指數與雨量之相關係數為0.6，此作用力之異常只能解釋某部份之變異量。他們又進一步的分析發現在乾、濕年中，低頻擾動波段佔有的變異數可達60%，而在正常年中，同波段的貢獻只有16%，因此他們推論低頻擾動之相位及發展，會影響臺灣及東亞地區梅雨期雨量之分佈。同時Lau等(1988)研究在東亞地區夏季季風降雨的氣候特徵，統計中國大陸38個測站，以十日平均降水資料，也發現了低頻擾動明顯的往北傳送。

王等(1992)綜合的探討乾濕梅雨期環流的整體特徵，他們的分析指出1980年南海地區(15°N)之高層東風在4月中旬左右即已建立，而在1981年則在5月中旬之後才建立，如同He等(1987)的分析，此東風之建立可視為東亞季風之起始，且為臺灣地區進入梅雨期，則在乾濕年中此東風發生之時間似乎有明顯之不同，同時蔡等(1991)指出23.5°N臺灣地區高層東風之出現可視為臺灣梅雨期之結束。高層南亞高壓過早的建立及偏東之發展，不利於臺灣梅雨期之發展，王等(1992)以一示意圖來總結了乾／濕梅雨年之高低層環流之特徵，大致上說明了異常年之特性，但何種因素影響這些作用力使其有年際變化，則未有詳細之說明。

而在此同時，熱帶海溫的變化對中高緯度之影響的研究，也有非常大的進展。所謂ENSO事件(El Niño/Southern Oscillation 聖嬰及南方擾動)，就是有名的海氣交互作用影響地區性及中高緯度天氣／氣候的例子。Wallace和Gutzler(1981), Horel和Wallace(1981)的研究指出，有一所謂的PNA (Pacific-North-America)的波列型態在中太平洋海溫異常增暖時會被激發加強，而造成該地區短期氣候之異常，這型態在幾個ENSO年中也都明確的被確認。Nitta(1987)則研究熱帶海溫之變化對日本夏季之影響，他的分析指出如果菲律賓東邊西太平洋海域之海面溫度在夏天時異常增暖，則大氣也激發一波列之結構，而造成日本夏季之乾旱。Palmer和Brankovic(1989)以大氣環流模式之研究也指出，如Nitta(1987)所分析的海面溫度型態也是造成1988年美國南部非常嚴重乾旱的原因之一。

有鑑於熱帶海溫的變化對地區性氣候有如此巨大之影響，而此因素對東亞梅雨期之天氣／氣候型態，會有何種程度之影響？是吾人極感興趣的。但在本地區對此一因素的探討不是很多，吳(1987)以統計的方法計算，指出ENSO年後臺灣地區為濕梅之狀況，許與陳(1992)研究聖嬰期間海面溫度之演變，認為印度洋及西太平洋高海溫區落後聖嬰型式2至4個月，上述的兩研究，對臺灣地區及東亞地區，在ENSO年後春季環流及對流之特性，都未有進一步之分析及探討

因此本研究計劃以系統性之方式來探討熱帶海溫變化對本地區之影響，尤其著重在瞭解所謂 ENSO 年後春季梅雨期各變數之特性，並能提出推論或假設來具體的說明東亞地區受熱帶海溫變化影響。本研究分為二部份，第一部份將說明分析方法（包括 EOF 及 SVD 方法）及探討海溫及外逸長波輻射 (OLR) 之空間分佈特徵，來瞭解赤道區及東亞現象之關係。第二部份則將著重在高低層環流及風場特性之分析及推論之提出，此推論是利用 OLR 及 SST 在春季的型態，與各層高度場及風場的關係為依據所做的探討。本文為本序列研究的第一部份。

二、資料及方法

在此分析中吾人所用的資料包括，NOAA $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 經緯網格的外逸長波輻射 (OLR)，COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set) $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 經緯度網格的海面溫度 (SST)，其中 OLR 每日有兩次觀測 (00 及 12 UTC)，SST 資料為月平均場。所分析之時間 SST 為 1979 - 1990 年 3 到 5 月，OLR 只有 1979 - 1988 年 3 到 5 月，分析區域為 $20^{\circ}\text{S} - 50^{\circ}\text{N}$ ， $80^{\circ}\text{E} - 150^{\circ}\text{W}$ 。

分析過程中先求取 OLR 資料的月平均，再計算 OLR 及 SST 的季平均場作合成分析，而後將月平均場減去氣候場得到距平值，用此距平值做進一步的統計分析。所用的方法包括單點相關，遙相關 (Wallace 和 Gutzler, 1981)，經驗正交函數 (EOF, Barnett, 1977) 及奇異值分解 (SVD, Singular Value Decomposition; Bretherthon 等, 1992)。本文所採用的 EOF 及 SVD 方法，和上述文章所用之方法非常類似，因此在此地不再贅述。同時由於 OLR 資料常會在某些區域無觀測值，因此分析區域中各月份各點之 OLR 資料數目（一日最多有 2 個資料）不盡相同。於所分析之月份中，大部份地區的每月資料數目在 50 個以上，因此在求取月平均值時只單純的計算其算術平均值，並未對缺資料之時間做任何處理。

三、結果與討論

3.1 春季平均特徵

OLR 及 SST 的春季平均圖為圖 1 (1a, OLR 10 年資料; 1b, SST 12 年資料)，陰影區分別為 OLR 值小於 $240\text{W}/\text{m}^2$ 及 SST 大於 28°C 之區域，由圖 1(a) 中可看出 OLR 值小於 $240\text{W}/\text{m}^2$ 之區域集中在赤道區及 30°N 以北，赤道區中又以蘇門答臘及新幾內亞附近之 OLR 值較小，圖中也可清楚的看到南太平洋輻合區 (SPCZ) 及赤道熱帶輻合區 (ITCZ)。SST 大於 28°C (圖 1(b)) 之區域集中在赤道區，西太平洋 SST 大於 28°C 之區域較中及東太平洋廣，歐亞大陸東岸有較大的 SST 梯度。OLR 及 SST 之月距平標準差分別為圖 2(a) 及圖 2(b)，兩變數標準差較大處位於赤道區中及東太平洋，此種中及東太平洋有較大變異之現象在冬季是非常明顯的，在此春季的平均圖上仍顯現出大的變異性，說明了受熱帶海溫變化之影響最少持續至春季。

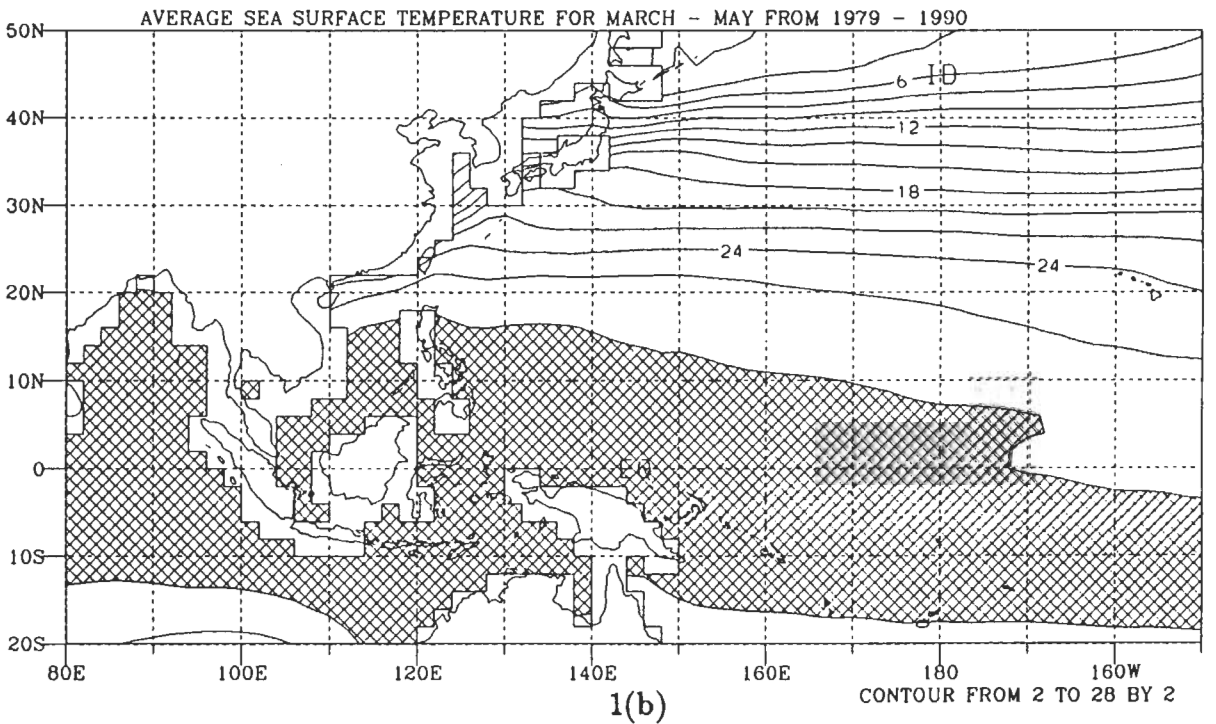
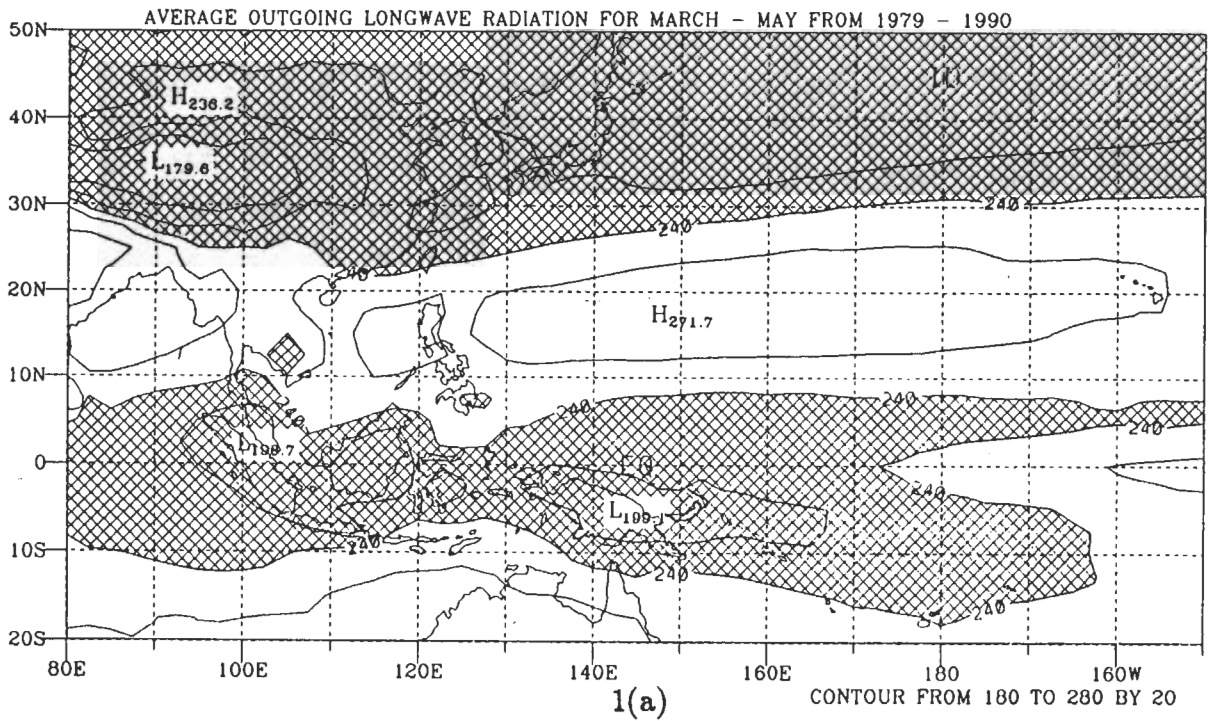


圖1 OLR (1a)及 SST (1b)之春季長時間平均場，OLR為1979-1988之10年3-5月平均值，SST為1979-1990之12年3-5月平均值。陰影區分別為值小於 $240W/m^2$ (1a)及大於 $28^{\circ}C$ (1b)之區域。

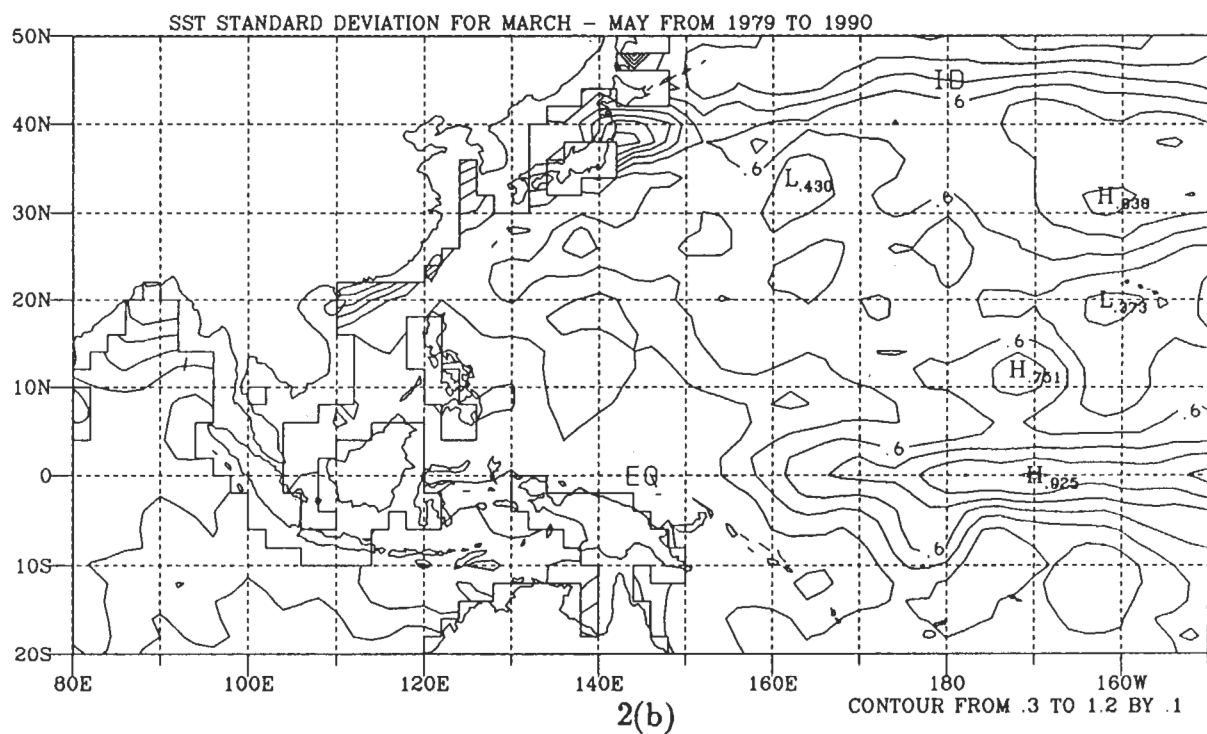
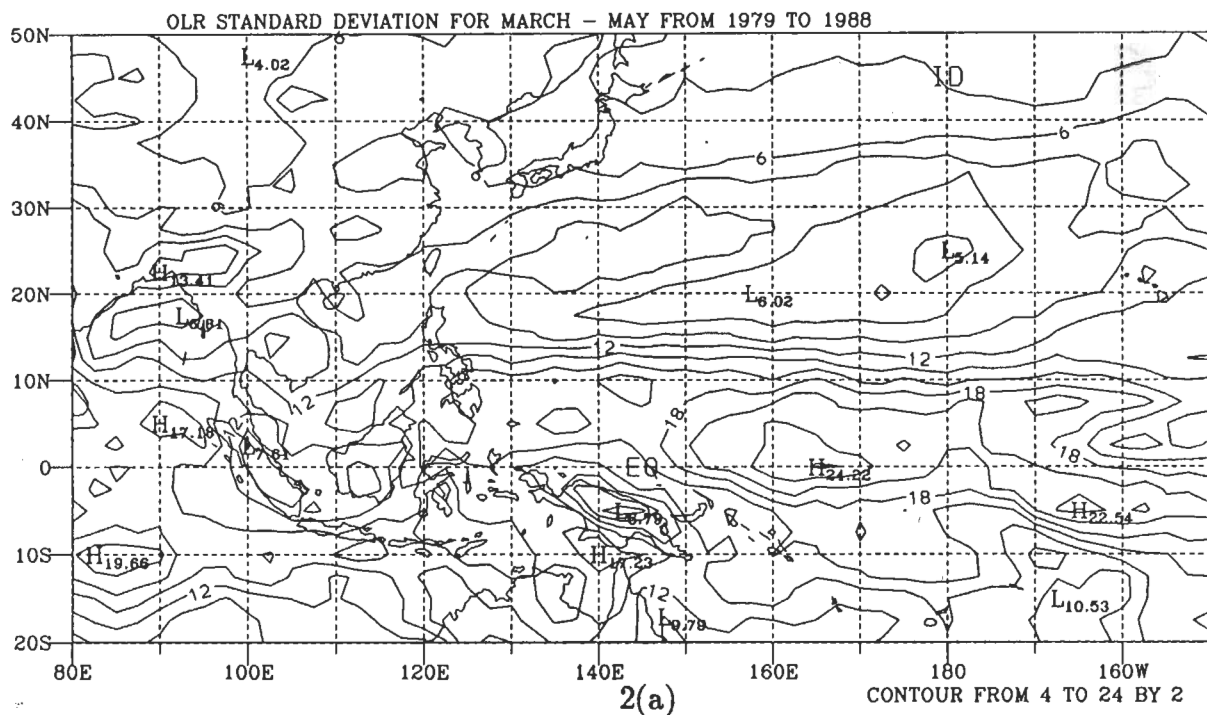


圖2 OLR及SST之標準差圖，圖2(a)為OLR，圖2(b)為SST。

圖3 (取自美國NMC/CAC Climate Diagnostics Bulletin, 1993) 為 Darwin (虛線) 及 Tahiti (實線) 經5個月滑動平均處理後的海平面氣壓距平, 由該圖可清楚的看出於1979 - 1990年間有兩個 ENSO 現象的出現, 分別為 1982 - 1983 及 1986 - 1987, 另有一個 anti-ENSO 現象 1988 - 1989。依 Rasmusson 和 Carpenter (1982) 之命名法, 1982 及 1986 年為 ENSO (0) 年, 1983 及 1987 年為 ENSO (+1) 年。由 Rasmusson 和 Carpenter (1982) 之研究結果, ENSO (-1) 年之現象發生在美洲西岸之赤道區太平洋, ENSO (0) 年之現象在 6 月份於赤道區中太平洋開始出現後向東太平洋延伸, 因此 ENSO (-1) 及 ENSO (0) 年春季, 西太平洋區之 ENSO 訊號並不明顯。由於本研究著重在探討熱帶海溫的改變對東亞地區春季環流之影響, 基於上述原因, 本文所定義之 ENSO 年後春季是特指 Rasmusson 和 Carpenter (1982) 的 ENSO (+1) 年春季。在所分析的時間中有兩個 ENSO 年後的春季 (1983, 1987), 一個 anti-ENSO 年後的春季 (1989)。

3.2 ENSO 年後春季距平圖

在此距平圖之計算是用 ENSO 年後春季平均場減去氣候平均場而得到, anti-ENSO 距平圖是用 1989 年春季平均減去氣候平均場得到, 由於吾人沒有 OLR 1989 年的資料, 所以無法推算 OLR 場在 anti-ENSO 距平分佈。ENSO 年後春季之 OLR 距平圖為圖 4, 圖中陰影區為負距平區, 負距平區表示在該春季時此區有較旺盛之對流活動。分析區域中負距平較大的區域有赤道區中及東太平洋, 副熱帶西太平洋及南印度洋。圖 4 中歐亞大陸也有負距平, 由於所分析之資料時間為春季, 歐亞大陸上之負距平有可能受到地表覆蓋物 (如積雪) 之影響, 因此在本文中對 OLR 場之分佈著重在海洋面上的討論。

圖 5 為 SST 之 ENSO 年後 (5a) 及反 ENSO 年 (anti-ENSO) 後春季距平圖 (5b), 圖中陰影區代表正距平。由圖 5 中可看出, 赤道區中及東太平洋, 副熱帶西太平洋及印度洋等區域在 ENSO 年後春季時, 有較大之正距平, 於反 ENSO 年後之春季時有較大之負距平, 其中又以赤道區中及東太平洋此現象最明顯。中緯度地區的中及東太平洋有著與上述情形相反的變化, 該區於 ENSO 年時有較大之 SST 負距平, 而於反 ENSO 年時有較大之正距平, 此區與赤道區中及東太平洋在圖 2(b) 中有著較大的標準差。比較圖 4 及圖 5(a), ENSO 年後春季時有負 OLR 距平及正 SST 距平之區域有赤道區中及東太平洋, 副熱帶西太平洋及印度洋, 其中印度洋上之變化較缺乏系統性。

由圖 2、圖 4 及圖 5 中吾人得知, OLR 及 SST 資料中有很明顯和 ENSO 有關的型態, 此點可由赤道區中及東太平洋有較大之標準差及距平證明。除了赤道區中及東太平洋外, 副熱帶西太平洋於 ENSO 年後春季時也有著較低之 OLR 及較高之 SST, 此結果似乎意味著此區於 ENSO 年後春季時與赤道區中及東太平洋有著相同相位的變化。為了瞭解 ENSO 現象於空間相關上之特性, 吾人做了遙相關的計算。

3.3 OLR 及 SST 之遙相關

遙相關 (Teleconnectivity) 之計算所用之資料為各年 3、4、5 月之月距平場, OLR 有 30 組、

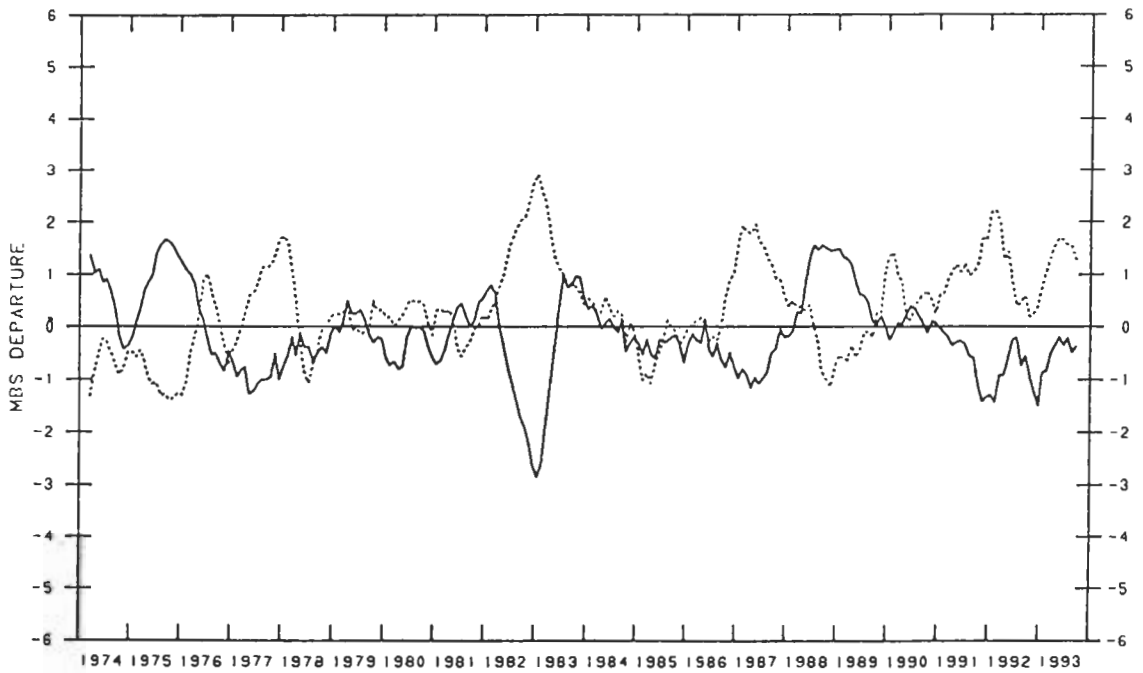


圖3 Darwin (虛線) 及 Tahiti (實線) 經 5 個月滑動平均處理後的海平面氣壓距平隨時間變化圖 (本圖摘錄自美國 NMC/CAC Climate Diagnostics Bulletin, 1993)。

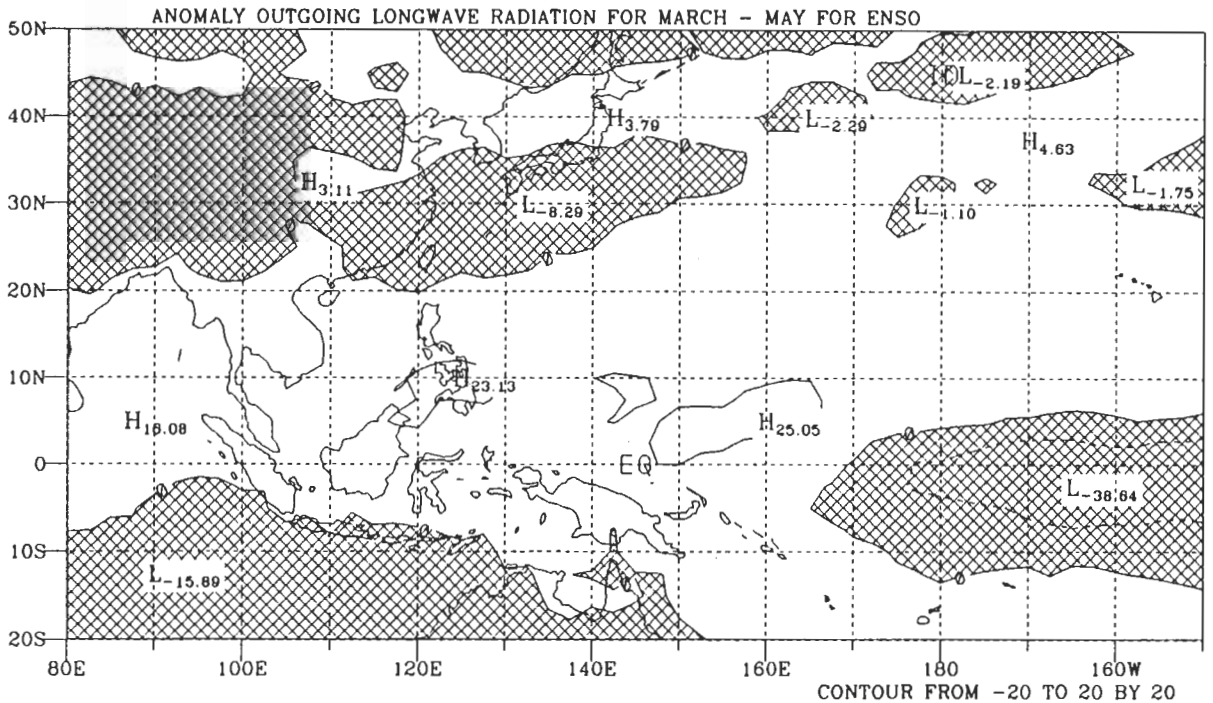


圖4 ENSO 年後春季之 OLR 距平圖，陰影區為距平值小於 0 之區域。

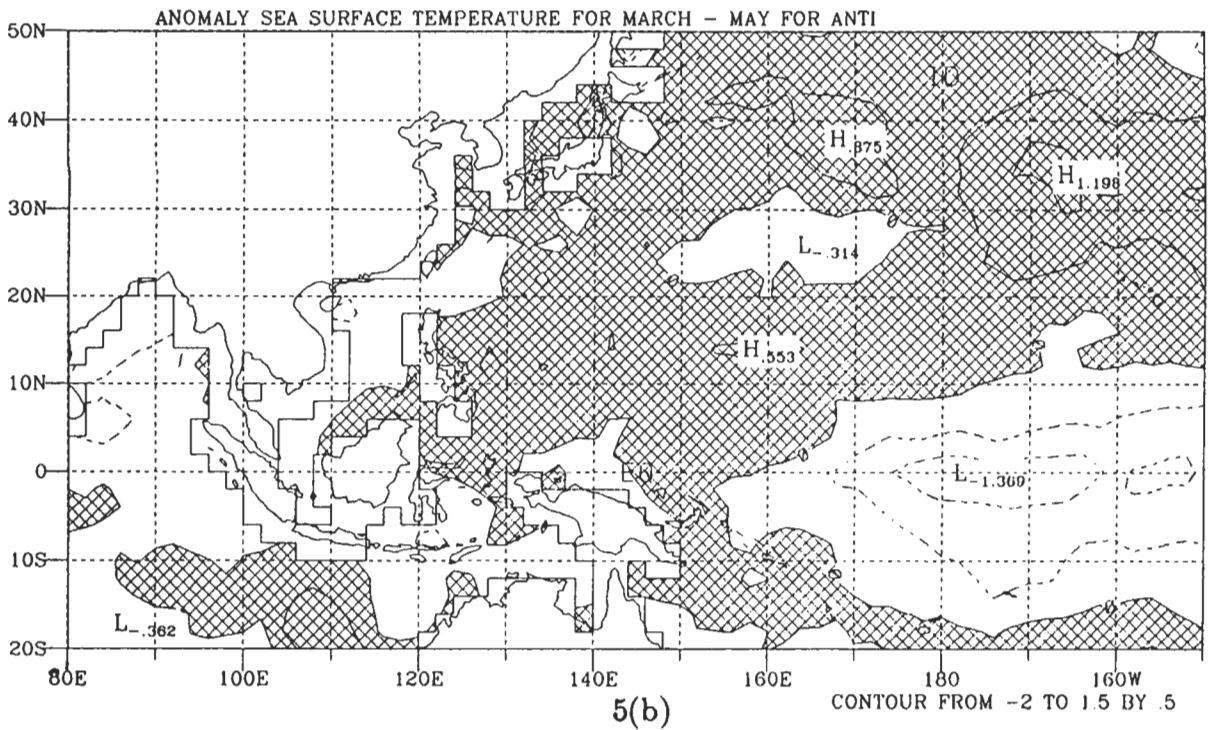
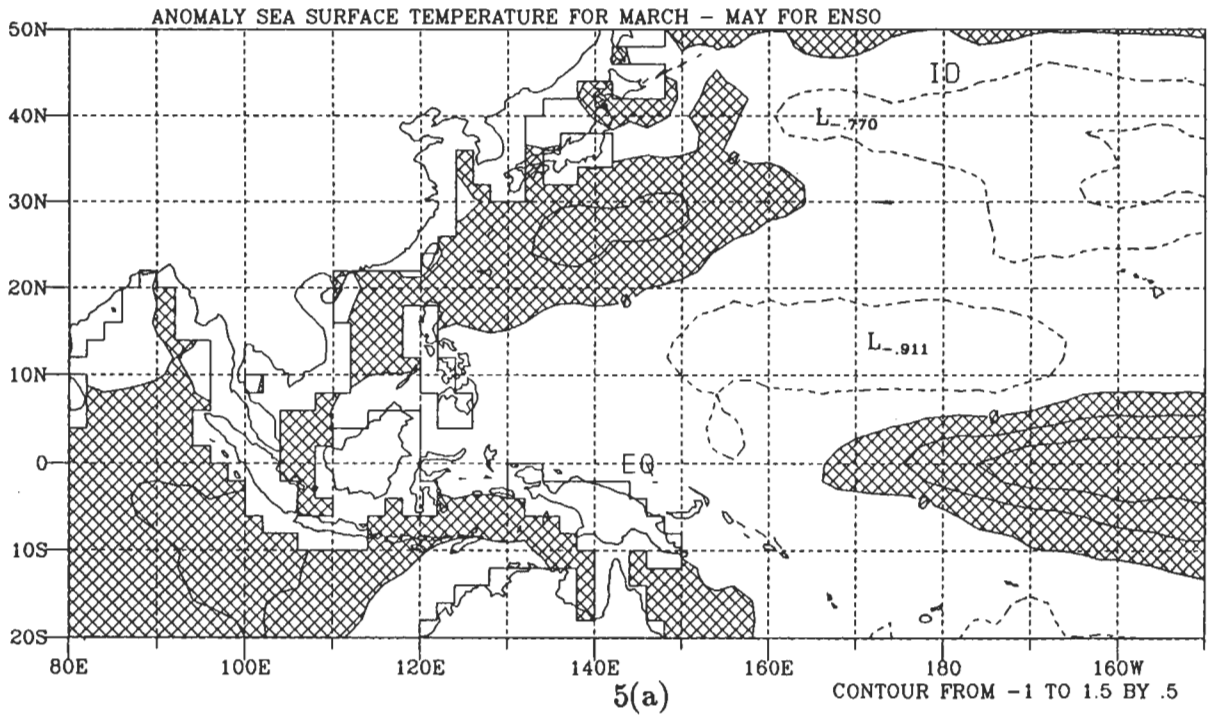


圖5 SST ENSO年後春季(5a)及反ENSO年後春季(5b)距平圖，陰影區為距平
值大於0之區域。

SST有36組資料，所用之方法為Wallace和Gutzler(1981)，此方法定義如下：

$$T_i = | (r_{ij}) \text{ minimum for all } j |$$

r_{ij} 為基點*i*與所有*j*點之相關係數， T_i 為其最大值，吾人利用遙相關之計算來表示赤道區太平洋之東西向相關。OLR及SST之遙相關圖分別為圖6(a)及圖6(b)，在假設各組資料為獨立之情況下(OLR有30組，SST有36組)，利用單邊(one-tail) student's t分佈檢驗相關係數的顯著性(significance)，於獨立資料組 ≥ 30 之情況下，相關係數的1%及5%顯著程度(significant level)分別為0.43及0.31。圖6(a)及6(b)中所表示之區域其相關係數分別 ≥ 0.7 及 ≥ 0.6 ，皆超過1%顯著程度。遙相關圖中數值相同之區域表示這些區域有較大之相關性，兩地區正負號不同則顯示出可能之負相關，而正負號相同處表兩地區可能之正相關，若圖中數值相同而正負號不同之區域多於一處，表示所有的正值區與所有負值區存在可能的負相關。

ENSO事件時，西太平洋之高SST區及低OLR區會東移到中太平洋，此現象使得赤道區太平洋之SST及OLR出現東西向的負相關。由遙相關圖中(圖6)可看出，赤道區內有較具系統性之東西向負相關，其中又以OLR場的組織性較佳，此結果與Nitta(1986)利用雲量所得之赤道區東西向負相關類似。圖6中除赤道區東西向之負相關外，西太平洋副熱帶與赤道區之間，中緯度與赤道區中及東太平洋之間，也存在著較大的負相關。為了更清楚的看出赤道區的東西向相關，吾人列出兩變數之單點相關圖，圖7為OLR(7a)及SST(7b)之單點相關圖，其基準點分別為 7.5°N , 122.5°E 及 2°N , 154°W (圖中以+號標示)，由圖中可清楚的看出OLR及SST於赤道區有強烈的負相關，且其空間分佈與各變數之ENSO年後春季的距平圖相似。

由距平圖及相關圖中，吾人已確定了赤道區太平洋上的東西向ENSO現象。此外由距平圖中吾人發現副熱帶西太平洋於ENSO年後春季有較暖之SST及較低之OLR，於遙相關圖(圖6)中可看到西太平洋副熱帶與赤道區間也存在著負相關。圖8同圖7為單點相關圖，及基準點分別為OLR 25°N , 122.5°E (8a)及SST 24°N , 124°E (8b)，由基點位於副熱帶西太平洋之單點相關圖，可瞭解此區與赤道區太平洋之空間相關性。圖8中各變數的空間型態也與個別之ENSO距平圖(圖4及圖5)相近，此結果顯示副熱帶西太平洋之SST及OLR於ENSO年後春季之變化與赤道區西太平洋相反。

3.4 OLR及SST之EOF分析

以遙相關之方法探討了變數空間關係後，吾人進一步用EOF方法分析來瞭解兩變數ENSO年後在東亞春季之特性。計算EOF所用的資料與遙相關計算相同，為各變數3、4、5月之月距平場。吾人首先分析OLR變數，OLR以EOF分析後所得主向量的振幅及空間分佈圖為圖9，圖9(a)為前4個EOF振幅隨時間變化圖，9(b)是第一個EOF(EOF1)的水平型態。用North等(1982)之方法來做各EOF分量統計上的有意義程度之校驗，於所分析之前4個EOF中，只有EOF1及EOF3通過此項校驗。由OLR前4個EOF的振幅變化中(圖9a)，可看出EOF1於1983及1987年春季有較大值。EOF1的水平型態(圖9b)於赤道區太平洋之東西向相位相反，其所

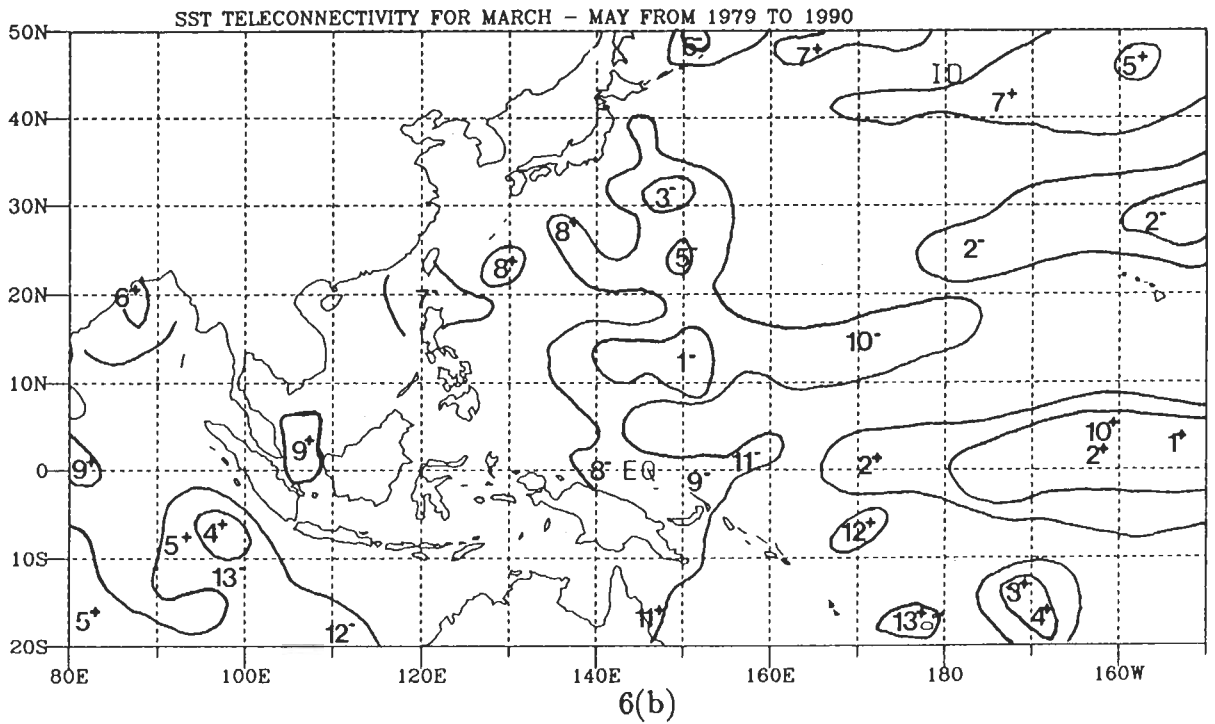
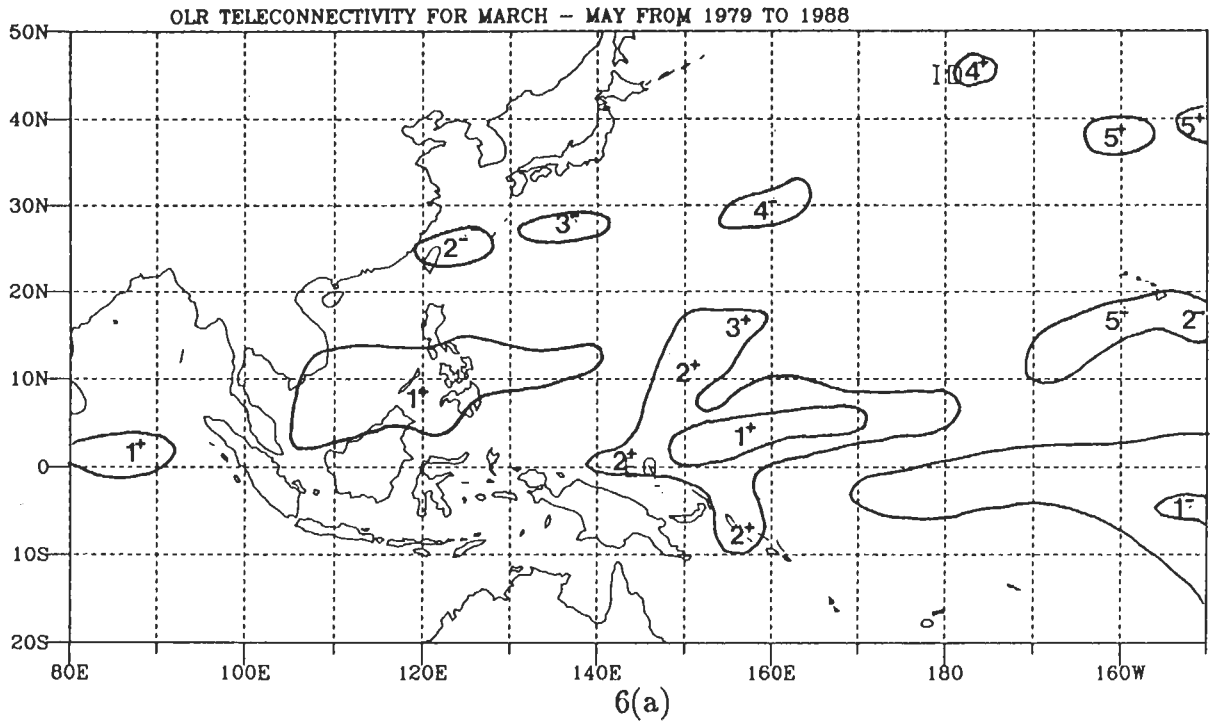


圖6 OLR (6a)及 SST (6b)之遙相關圖，圖6(a)及6(b)中所繪之區域其相關係數分別 ≥ 0.7 及 ≥ 0.6 ，圖中數值相同之區域表示這些區域有較大之相關性，而正負號不同則顯示兩地區的可能負相關。

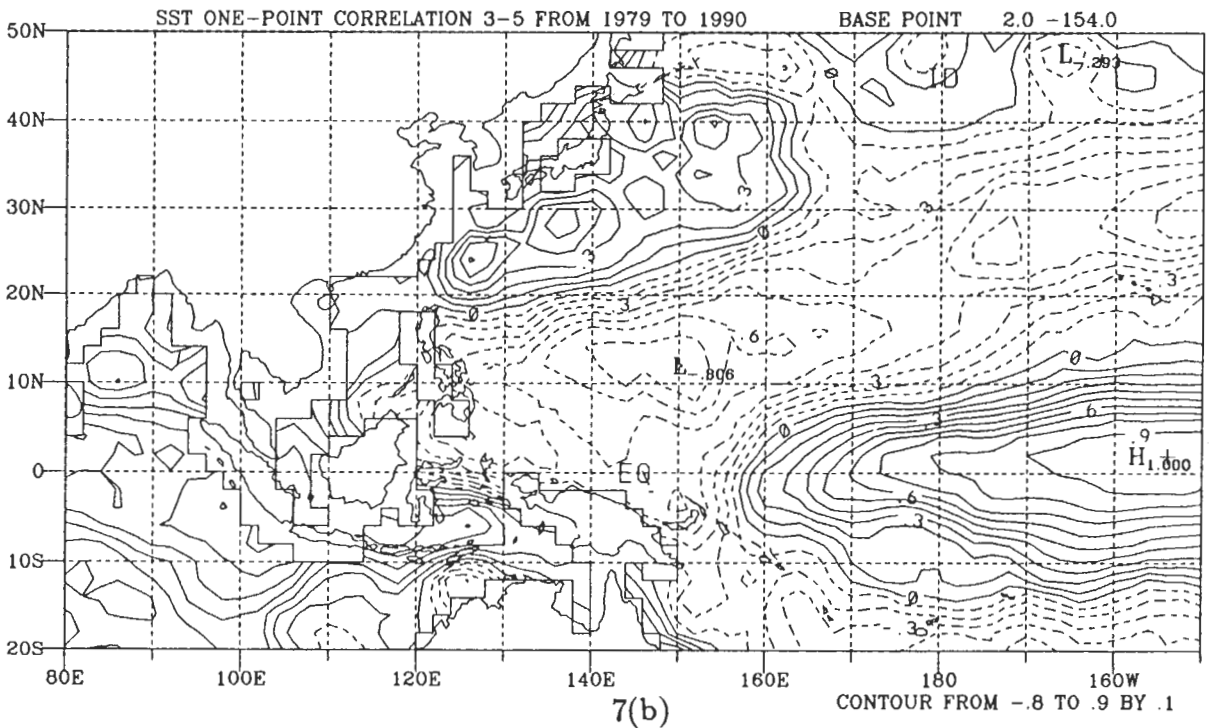
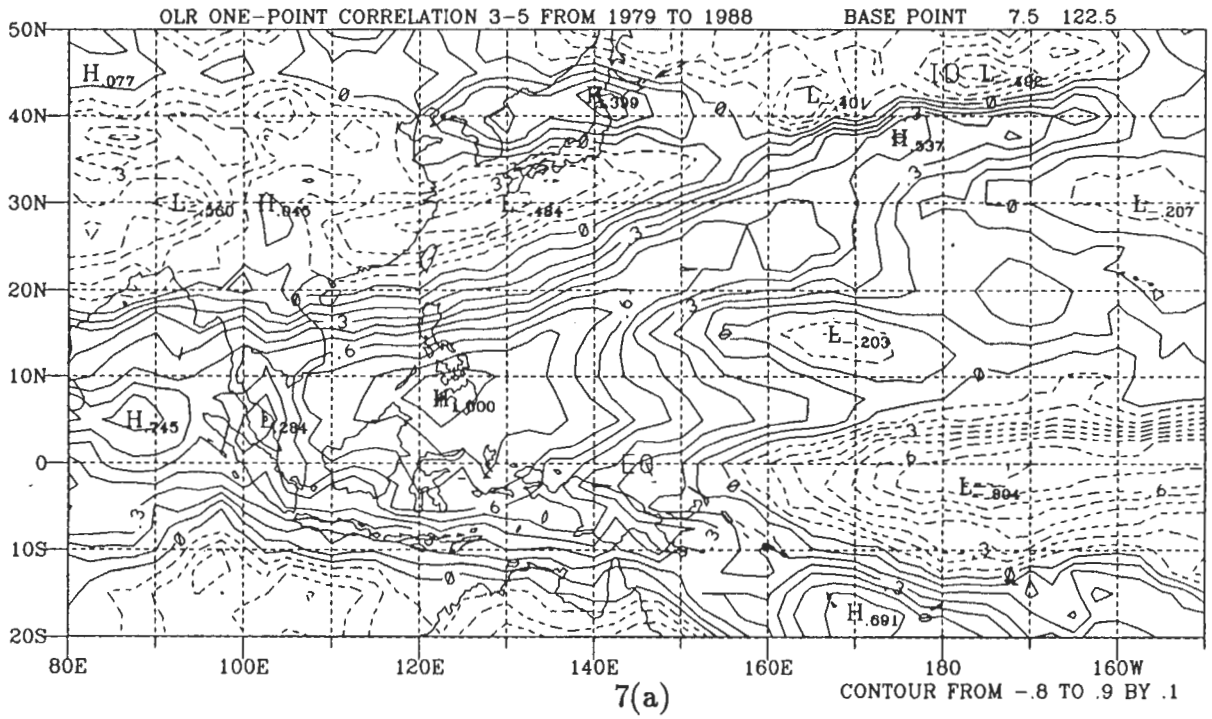


圖7 OLR (7a)及 SST (7b)之單點相關圖，OLR之基點(圖中以+號表示)為 7.5°N, 122.5°E，SST之基點為 2°N, 154°W。

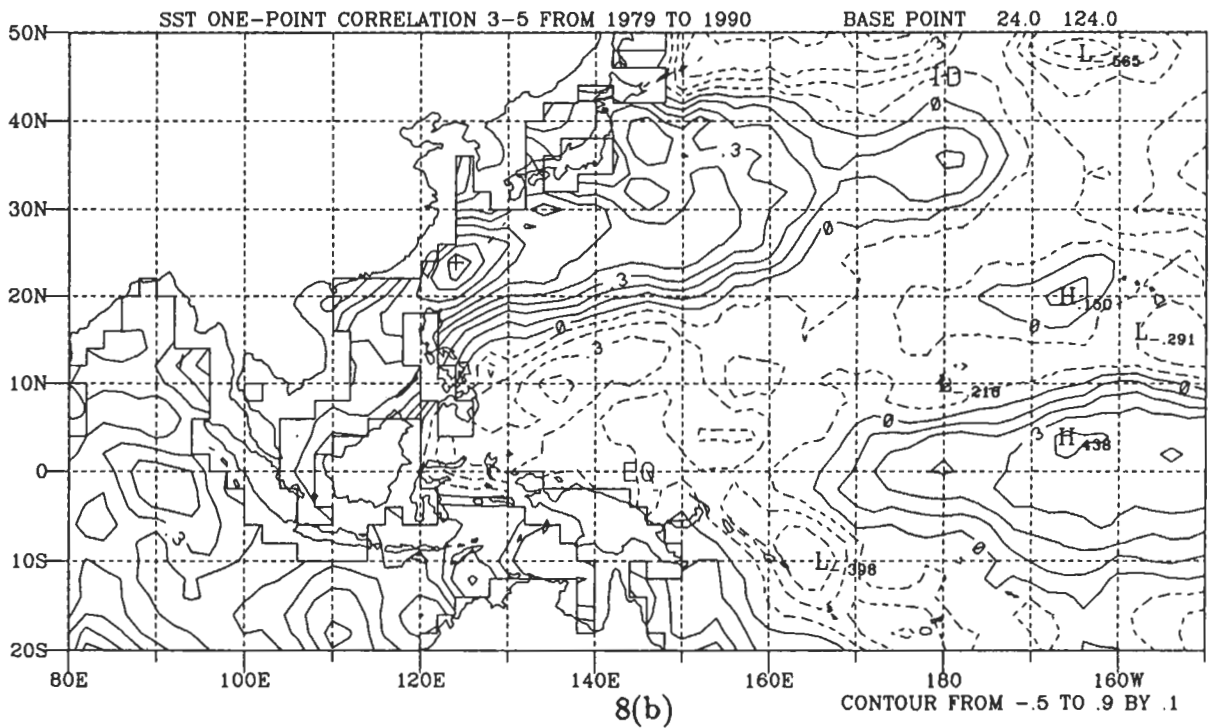
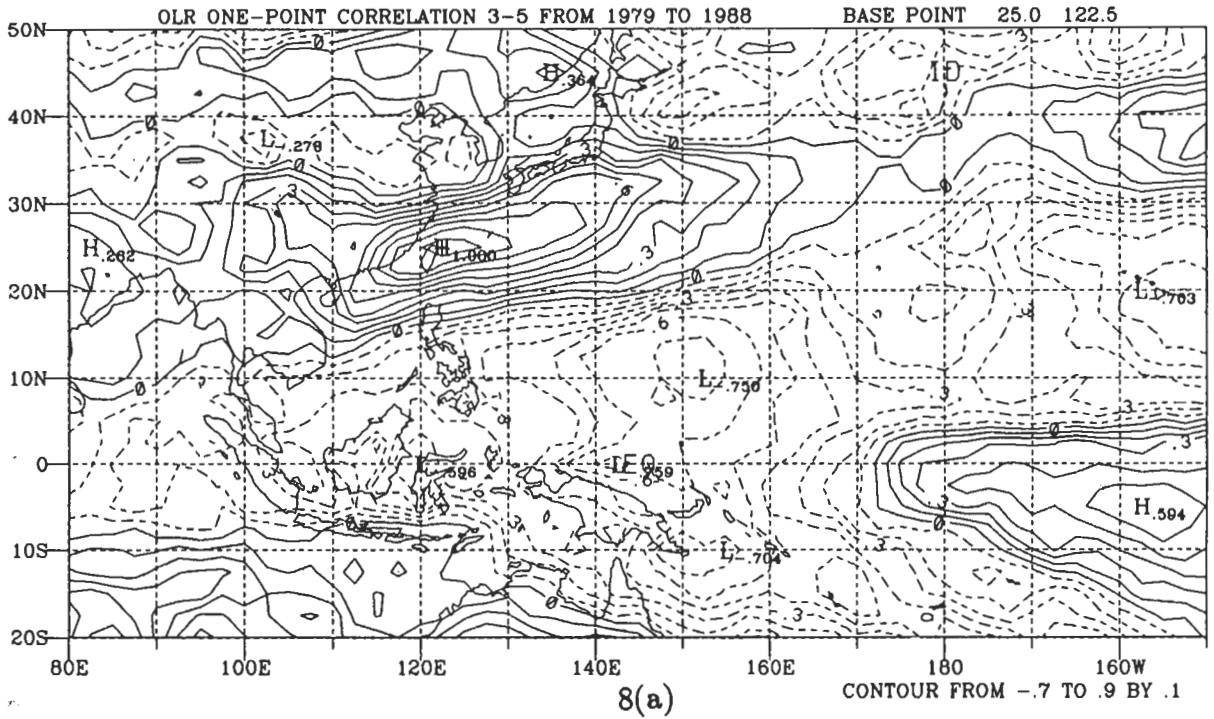


圖8 同圖7，但 OLR 及 SST 之基點分別為 25°N, 122.5°E 及 24°N, 124°E。

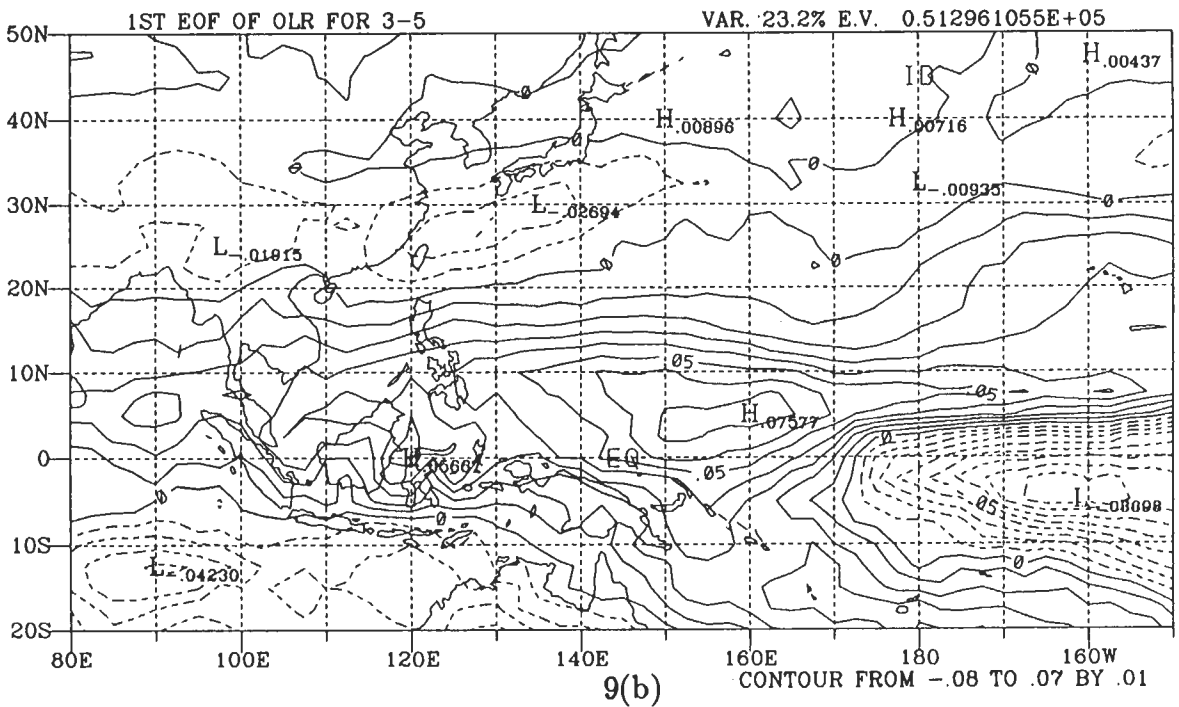
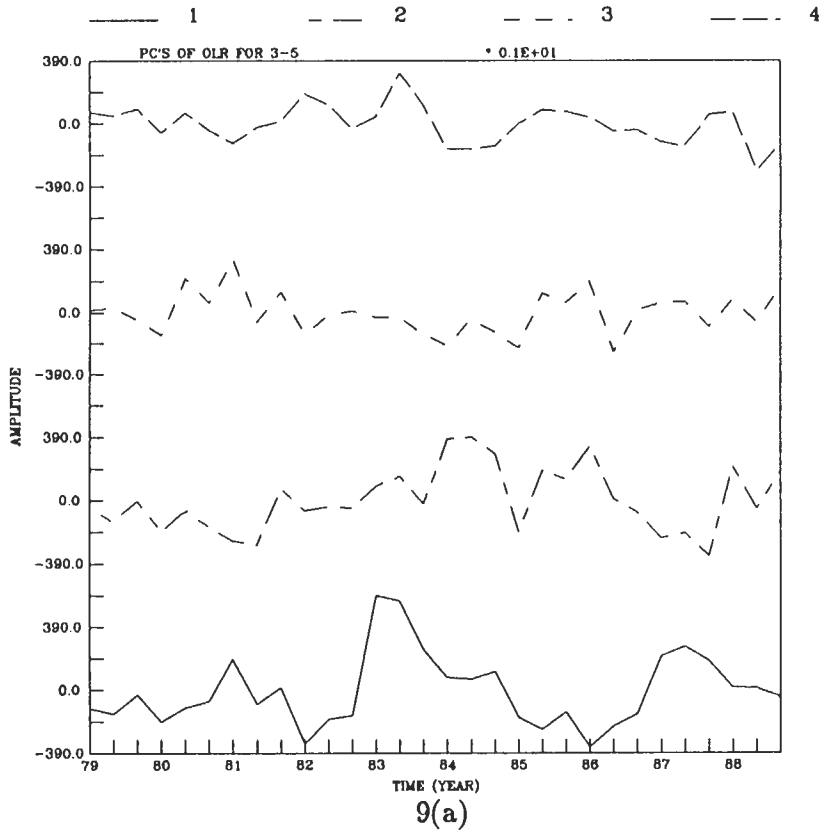


圖9 OLR經EOF分析後所得之振幅變化及水平分佈圖，圖9(a)為前4個EOF之振幅隨時間變化圖，圖9(b)為EOF1之水平分佈圖。圖9(a)的橫軸為時間，軸下之數值為年分（西元），每一年有三個刻度，分別代表3、4及5月。

佔變異量（相對於全部的變異量）之百分比為23.2%。EOF1的水平分佈與OLR之ENSO年後春季距平相似，因此EOF1可被視為是一種受海溫變化而造成的ENSO型態。由EOF1的水平分佈中吾人發現副熱帶西太平洋之OLR與赤道區中及東太平洋之OLR為同相位。

SST之EOF分析結果為圖10（表示方法同圖9）。SST之前4個EOF中EOF1、EOF3及EOF4都通過了North等(1982)之校驗。由所分析之EOF振幅之時間變化圖中（圖10a），EOF1於1983及1987年有較大的正值，1984及1989年有較大之負值。圖10(b)為EOF1之水平分佈圖，此分量可解釋總變異量的百分比為21.4%，EOF1之水平型態與SST之ENSO年後春季的距平圖類似。此型態亦可被視為一種SST的ENSO型態，但1984年之較小值需進一步解釋。1984年之春季SST距平（圖11）之水平分佈與SST之ENSO年後春季距平（圖5a）有明顯的反相位關係，此結果使EOF1在1984年有較小值。於圖3中，1984年時Darwin的海平面氣壓有下降之趨勢，但Tahiti之海平面氣壓並沒有相對的上升反而下降，此外圖9(a)中OLR之EOF1振幅於1984年也沒有較小值。因為1984年只有SST場出現類似反ENSO現象的型態，所以1984年並未包括在吾人的反ENSO個案中。由SST的ENSO型態中（圖10b）吾人得知，除赤道太平洋區有明顯之ENSO現象外，副熱帶西太平洋之SST與赤道區中及東太平洋之SST有著同相位的變化。

Rasmusson和Wallace(1983)於分析1982/83年ENSO事件時，列出1983年春季之OLR及850hPa風場距平，其OLR距平與圖4相似，除赤道區中及東太平洋外，副熱帶西太平洋上有負OLR距平。Weare等(1976)，Hsiung和Newell(1983)及許與陳(1992)等，利用EOF方法分析SST資料，他們所得之ENSO型態在副熱帶西太平洋區與吾人之結果有較大之不同，此差異之原因在於上述的研究是分析全年的SST資料，而本研究只用春季SST資料，兩者的差異顯示副熱帶西太平洋之SST距平於春季較大，其餘季節較小。許與陳(1992)以十月份為基準，計算ENSO主分量與 $30^{\circ}\text{S} - 60^{\circ}\text{N}$ （緯向為全球）SST之時間延遲相關(lag - correlation)，其結果顯示此ENSO海溫增暖為一持續性現象，其現象著重在熱帶太平洋地區中及東太平洋，而在ENSO(+1)年春季時，副熱帶西太平洋之SST有一較大值出現且與赤道區中及東太平洋之SST為同相位，因此吾人可推論副熱帶西太平洋於ENSO(+1)年之較高SST是ENSO事件之常態現象，並非1983及1987年特有之現象。

由以上之討論，吾人確認ENSO成熟期後之春季，即Rasmusson和Carpenter(1982)之ENSO(+1)年春季，副熱帶西太平洋上之SST及OLR與赤道區中及東太平洋同相位，亦即ENSO成熟期後之春季，副熱帶西太平洋有較暖的SST及較旺盛的對流活動。Rasmusson和Wallace(1983)，Deser和Wallace(1990)等在分析ENSO現象時皆指出SST及OLR之間有密切的關連。為了探討兩變數ENSO型態的關係，吾人做了SVD(Singular Value Decomposition)計算。SVD方法在於截取兩變數之間較常出現之偶合(coupled)型態，由兩變數的奇異向量(singular vector)振幅的隨時間變化情形，可得到兩變數偶合型態之間的相關性。

3.5 OLR及SST之SVD分析

吾人在此所用的分析方法是參考Bretherton等(1992)所採用之方法，SVD之主要目的為利用兩變數之交互協方差(cross - covariance)矩陣，求取兩變數於時間上有較大協方差平方(square

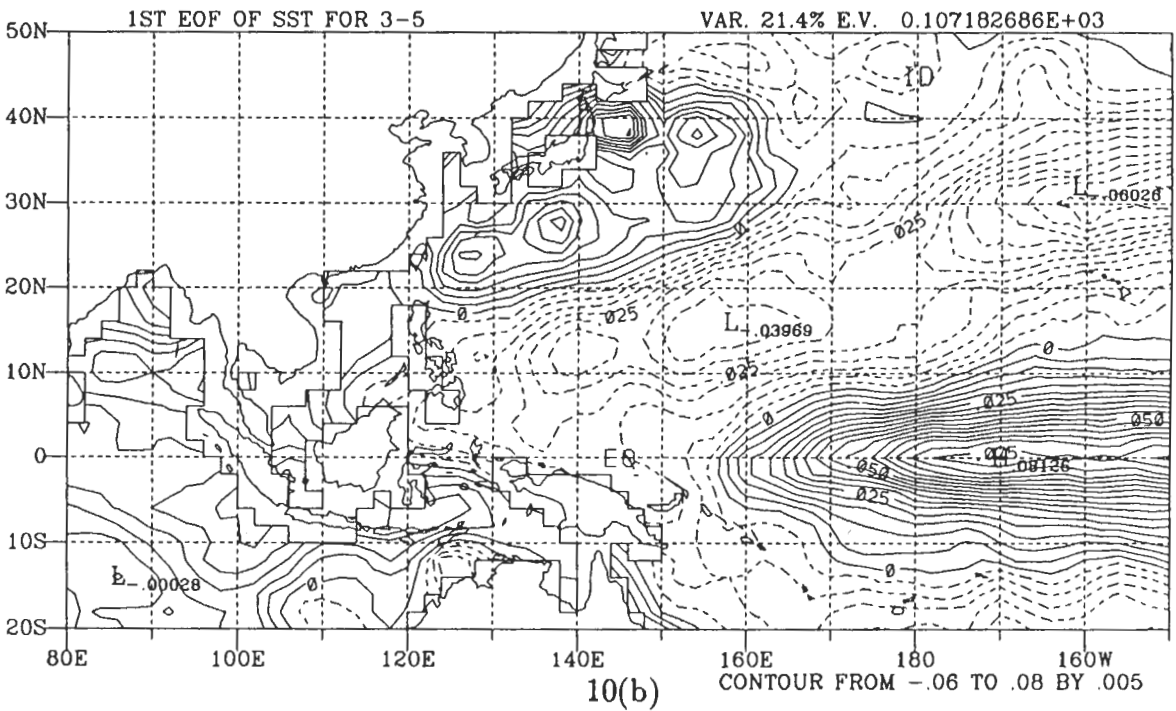
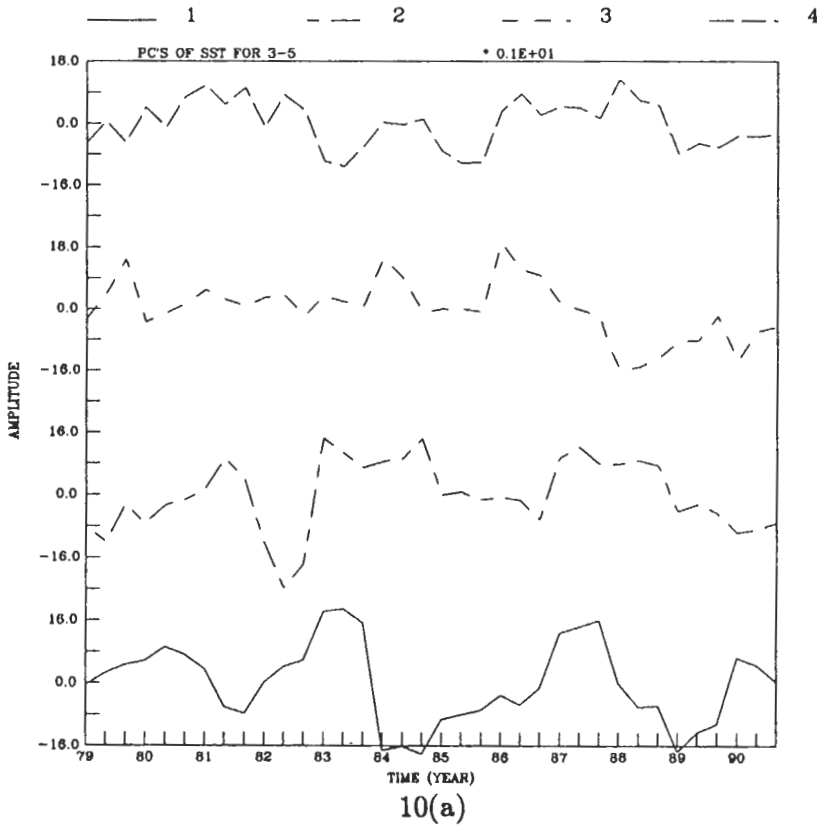


圖10 同圖9，但所分析之變數為 SST。

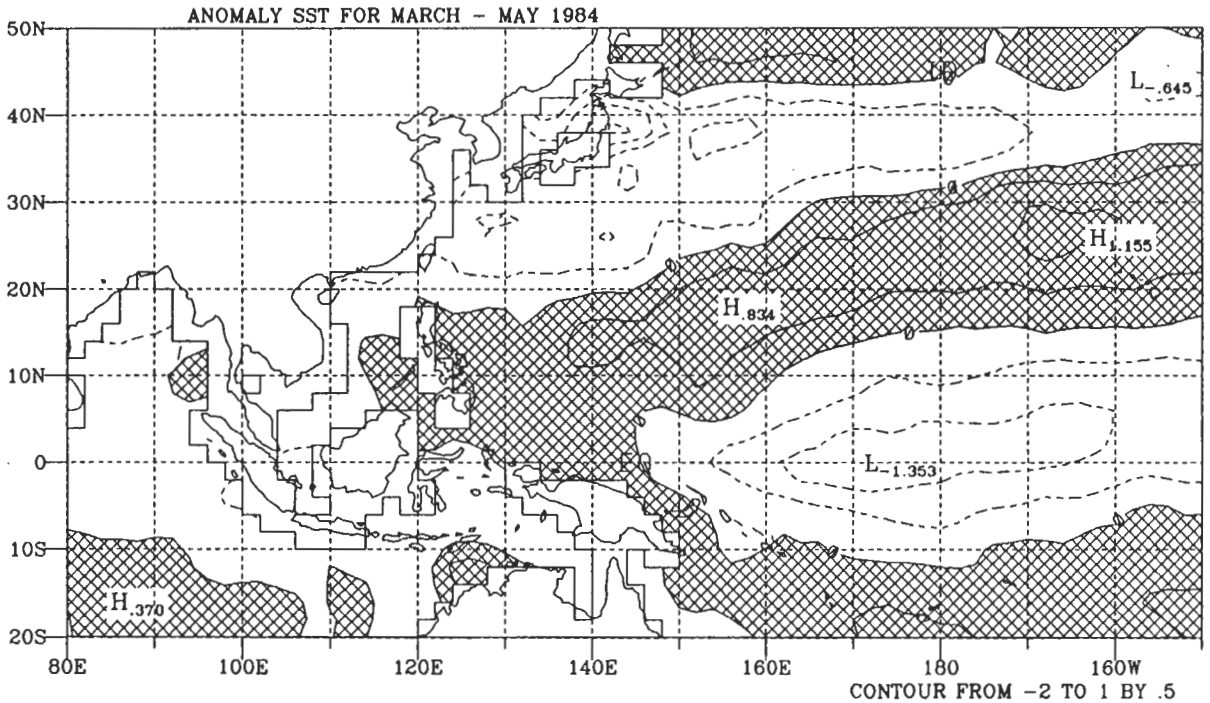


圖 11 1984年3-5月之SST距平圖。

covariance)的水平型態，亦即SVD方法可得到兩變數之間較常出現之偶合型態，Bretherton等(1992)對SVD方法有詳盡的說明。本研究亦是採用Bretherton之方法，同時，所用的交互協方差矩陣中的各元素為所探討的兩變數距平乘積之和。

SVD之計算可得到一組奇異值(singular value)及兩組奇異向量(singular vector)（左及右奇異向量）。奇異向量的排列順序是依照其對應之奇異值大小順序排列（大在前），各奇異向量所佔之協方差平方比例，用SCF (Squared Covariance Fraction)代表。SCF為各奇異向量對應之奇異值平方，除以所有奇異值之平方和。由左、右奇異向量及其對應之變數距平，可求得左、右奇異向量振幅隨時間變化之情形，再由兩奇異向量之振幅，可求得兩者之相關係數(R)。於圖示SVD結果時，並未採用Bretherton等(1992)所用之均質(homogeneous)及異質(heterogeneous)相關圖，而是直接繪出奇異向量。

將OLR及SST二變數放入做SVD之計算，其結果顯示在圖12及圖13，圖12分別為OLR（圖12a）及SST（圖12b）前4個奇異向量之振幅隨時間變化圖，因OLR資料只到1988年，所以SVD之時間序列只到1988年。圖13分別為OLR（圖13a）SST（圖13b）第一個奇異向量的水平分佈圖，其SCF及兩奇異向量的相關係數(R)列於圖右上方。由圖12中可看出，OLR及SST的第一個奇異向量在1983及1987年有較大值，兩變數的第一個奇異向量之水平分佈（圖13）分別與各別變數的ENSO年後春季距平圖及EOF1相似，可視為ENSO型態，此奇異向量所佔之SCF為51.5%，兩變數的第一個奇異向量之相關係數高達0.92。因此SVD之結果不但支持由EOF分析得來之特徵分佈，同時使其可解釋的變異量及兩變數的相關係數達到非常高之值。

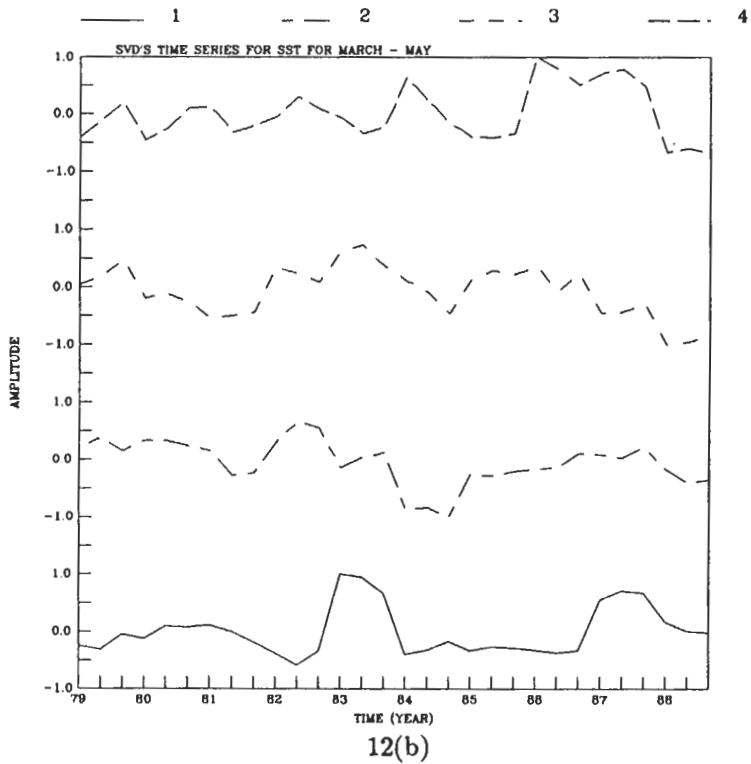
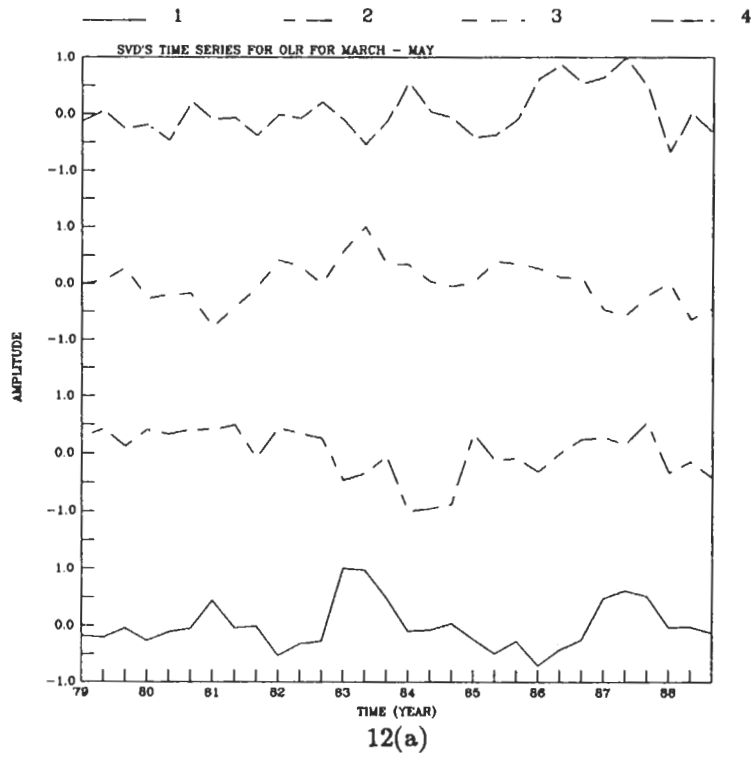


圖 12 OLR 及 SST 場經 SVD 分析後所得之前 4 個奇異向量振幅隨時間變化圖，圖 12(a) 為 OLR，圖 12(b) 為 SST。圖中橫軸為時間，軸下之數值為年分（西元），每一年有三個刻度，分別代表 3、4 及 5 月。

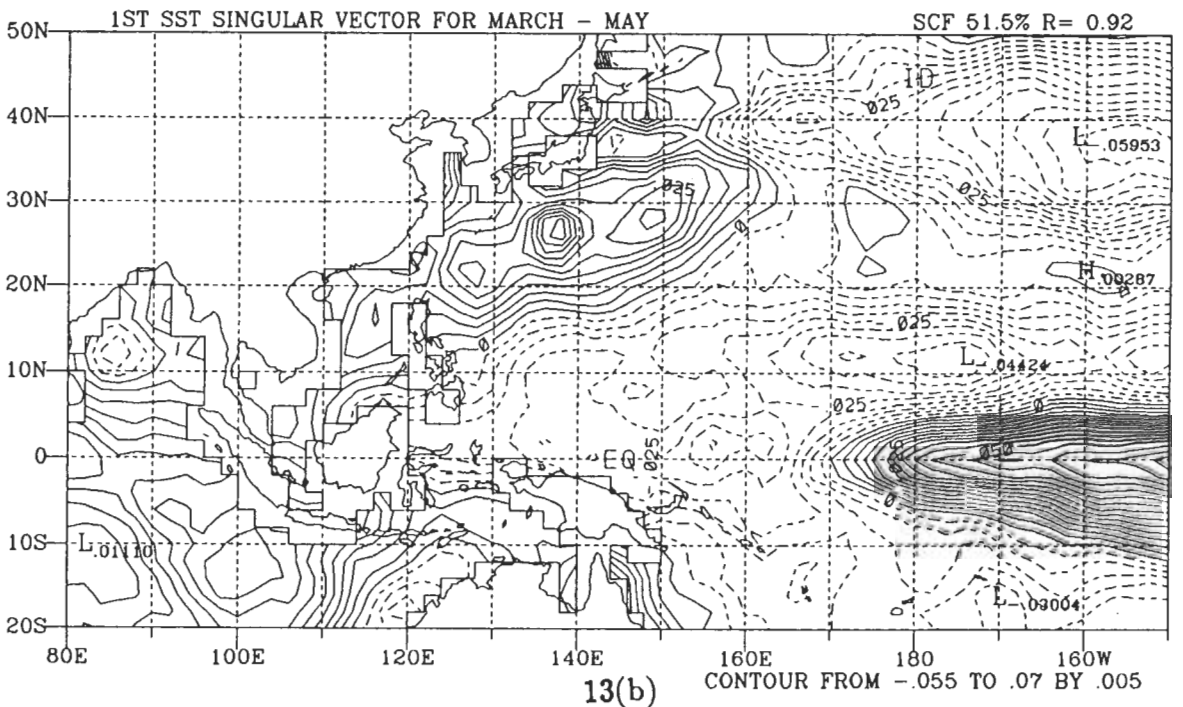
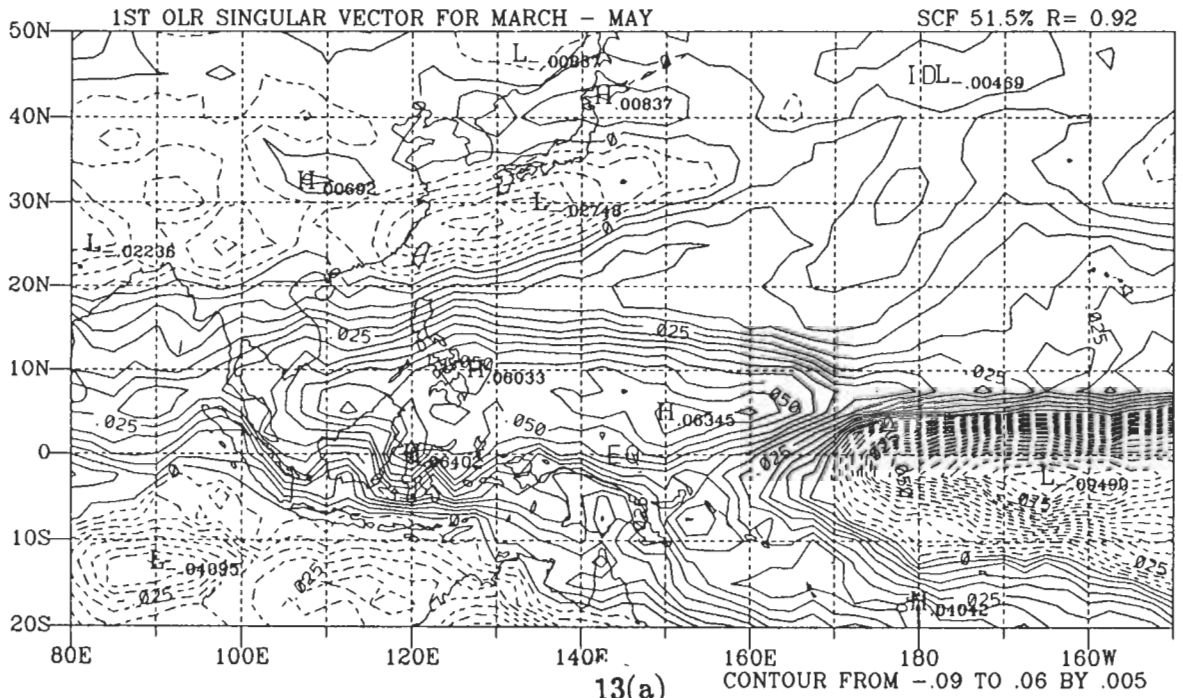


圖 13 OLR (13a) 及 SST (13b) 第一個奇異向量的水平分佈圖。

由SVD計算之結果，吾人再次說明ENSO成熟期後之春季，除了赤道區中及東太平洋有較高的SST及較旺盛的對流活動外，副熱帶西太平洋也有著相同的變化，且OLR及SST之ENSO型態之相關性在0.9以上。而有關於其它變數（如環流、風場等）ENSO年後春季之空間分佈特性，則將在本研究的第二部份中說明。

四、結論與展望

赤道區之熱源為大氣的重要能量來源之一，此熱源若發生異常之發展，會影響大尺度之環流型態，進而影響地區性的天氣及氣候，以往對ENSO現象及ENSO現象對地區性天氣及氣候影響之研究，大都集中於赤道區及西半球，時間上多集中在ENSO(-1)年及(0)年，對ENSO現象在ENSO(+1)年春季於東亞地區之分佈的研究較少。由於東亞地區及臺灣地區的極多雨量，均是在春季梅雨期間產生的，熱帶作用力之變化，如何影響東亞及臺灣地區，是吾人極感興趣的，因此本文之主要目的在確認ENSO成熟期後之春季，即ENSO(+1)年春季，各變數在東亞地區的空間分佈之特性及其與吾人熟知冬季ENSO型態之異同，經分析OLR及SST資料，吾人得到以下的結論。

由EOF及SVD之結果可知，赤道區西太平洋於ENSO成熟期後之春季，有較低之SST及較高的OLR，赤道區中及東太平洋有較高之SST及較強之對流活動。副熱帶西太平洋也有著與赤道區中及東太平洋同相位之變化，即副熱帶西太平洋於ENSO成熟期後之春季也有較高的SST及較強的對流活動。由遙相關之計算可知，赤道區太平洋有著強烈的東西向負相關，西太平洋副熱帶及赤道區之間也有較大的負相關。

ENSO成熟期後之春季，西太平洋副熱帶區有較強的對流活動，此意謂著此區於ENSO成熟期後之春季有較強的熱源。此地區性熱源，似乎傾向於造成對流之加強及地區雨量之增加，但在此同時，其環流之分佈狀況也是吾人想瞭解的。赤道區熱源改變及副熱帶西太平洋區的異常熱源與東亞環流及風場的關係，並以此ENSO年後春季東亞地區及臺灣地區環流、海溫及對流之特性，來和已有的有關乾濕梅大尺度之特性做一比較並做推論，這些將是吾人第二部份要探討之重點。

誌謝

感謝國科會支持的副熱帶資料庫（設於台大）提供之資料。本研究在國科會計劃NSC82-0202-M008-33及NSC83-0202-M008-27之資助下完成。

參考文獻

陳泰然，1987：台灣乾濕梅雨期之平均環流特徵。大氣科學，15，17-30。

- 陳泰然，1988：台灣梅雨研究的回顧。科學發展月刊，16，239-266。
- 吳明進，1987：台灣梅雨之年際變化(一)。台大大氣所研究報告，NTUATM-1987-03，41頁。
- 許子乾與王作臺，1990：臺灣地區春夏季乾濕梅年受長週期擾動影響之研究。大氣科學，18，85-110。
- 蔡清彥，柯文雄與朱仲謀，1991：高層噴流於台灣地區梅雨期間之變化研究。大氣科學，19，89-129。
- 王作臺，黃志銘與胡志文，1992：乾濕梅雨季東亞環流特性之研究。大氣科學，20，267-294。
- 許晃雄與陳圭宏，1992：艾尼紐海面溫度的時間演變。81年天氣分析與預報研討會論文集編，375-386，中央氣象局，台北。
- Barnett, T. P., 1977: The principal time and space scales of the Pacific trade wind fields. *J. Atmos. Sci.*, **34**, 221-236.
- Bretherton, C. S., C. Smith, and J. M. Wallace, 1992: An intercomparison of methods for finding coupled patterns in climate data. *J. Climate*, **5**, 541-560.
- Deser, C., and J. M. Wallace, 1990: Large-scale atmospheric circulation features of warm and cold episodes in the tropical Pacific. *J. Climate*, **3**, 1254-1281.
- He, H., W. Mcginnis, Z. Song, and M. Yanai, 1987: Onset of the Asian summer monsoon in 1979 and the effect of the Tibetan Plateau. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 1966-1995.
- Horel, J. D., and J. M. Wallace, 1981: Planetary-scale atmosphere phenomena associated with Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 813-829.
- Hsiung, J., and R. E. Newell, 1983: The principal nonseasonal modes of variation of global sea surface temperature. *J. Phys. Ocean.*, **13**, 1957-1967.
- Lau, K.-M., G. J. Yang, and S. H. Shen, 1988: Seasonal and intraseasonal climatology of summer monsoon rainfall over East Asia. *Mon. Wea. Rev.*, **116**, 18-37.
- Nitta, T., 1986: Long-term variations of cloud amount in the Western Pacific region. *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, 373-390.

- , 1987: Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the northern hemisphere summer circulation. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 373–390.
- North, G. R., T. Bell, F. Modeng, and R. F. Cahalan, 1982: Sampling errors in the estimation of empirical orthogonal functions. *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 699–706.
- Palmer, T. N., and C. Brankovic, 1989: The 1988 US drought linked to anomalous sea surface temperature. *Nature*, **338**, 54–57.
- Rasmusson, E. M., and T. H. Carpenter, 1982: Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño. *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 354–384.
- , and J. M. Wallace, 1983: Meteorological aspects of the El Niño/Southern Oscillation. *Science*, **222**, 1195–1202.
- 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.
- , C. Smith, and C. S. Bretherton, 1992: Singular value decomposition of wintertime sea surface temperature and 500-mb height anomalies. *J. Climate*, **5**, 561–576.
- Weare, B. C., A. R. Navato, and R. E. Newell, 1976: Empirical orthogonal analysis of Pacific sea surface temperature. *J. Phys. Ocean.*, **6**, 671–678.
- Yanai, M., C. Li, and Z. Song, 1992: Seasonal heating of the Tibetan Plateau and its effects on the evolution of the Asian summer monsoon. *J. Meteor. Soc. Japan*, **70**, 319–351.

Spring Time East Asia Large Scale Characteristics post ENSO

Part I: The Spatial Distribution of SST and OLR

Jough-Tai Wang Jyh-Wen Hwu

Institute of Atmospheric Physics
National Central University

ABSTRACT

This study attempts to identify the effect of the tropical forcing on the weather and climate in the East Asia region. The spatial pattern of certain meteorological variables during the Spring period after the mature phase of ENSO events are the focal points of this investigation.

In order to reveal the spatial pattern of the eigen vectors of the sea surface temperature (SST) and the outgoing longwave radiation (OLR), Empirical Orthogonal Function (EOF) analysis, along with the Singular Value Decomposition (SVD) methods are adopted. Some of the preliminary results are presented here.

The results indicate, during the Spring time after the mature phase of ENSO, equatorial central and eastern Pacific area have higher SST and lower OLR values, while the SST is lower and OLR values higher in the equatorial western Pacific. And it is also found that the subtropical western Pacific area possesses similar in phase distribution with the equatorial central Pacific area. Namely, it tends to have higher SST and lower OLR values in the subtropical western Pacific area.

This study contains two parts. Only part I results are presented in this study. Part II of this study will emphasize in understanding the circulation characteristics during the Spring period, also after the mature phase of ENSO events. A conjecture is also postulated in part II to summarize those essential anomaly patterns. More discussion are provided to further explain this conjecture.

Key Words : Mei-Yu, Post-ENSO, Large scale characteristics, OLR, SST