

夏季季內振盪研究

翁春雄 許晃雄
台大大氣科學研究所

摘要

研究目的為瞭解 5 月至 8 月期間季內振盪的特性，探討季內時間尺度的大尺度環流、輻散場、對流 (OLR)、淨表面長波、短波、潛熱通量、可感熱通量、10m 風速及表面溫度之間的相互關係。初步研究結果發現，5-8 月季內振盪明顯具有東移與北移的特性，北移現象主要發生在印度半島及熱帶東太平洋，而東移現象則在熱帶印度洋與西太平洋較明顯。季內對流活動的北移現象則是印度半島較東太平洋明顯，且兩者北移機制不同，在印度半島陸地在強太陽照射下，地表面溫度上升，風速微弱，淨表面可感熱向上傳送導致大氣的不穩定有可能是導致對流北移機制，而在東太平洋，可感熱向上傳送及 850mb 輻合作用可能是驅使對流活動向北移行的機制。可感熱向上傳送作用可能驅使赤道東印度洋對流活動以較快的速度移入海洋大陸，並且進入暖池地區。由於暖池以東並無明顯的潛熱、可感熱及低層的輻合作用，所以當對流移入暖池地區一段時間後便逐漸減弱消散而無明顯東移現象。

一、前言

海氣交互作用在季內振盪的移行中扮演重要的角色，Hendon and Glick (1997) 發現在赤道印度洋和西太平洋，潛熱通量和對流異常量的相位在整個季內振盪周期一直在改變。潛熱通量異常量在印度洋地區落後異常 OLR 約 2 週左右，而在西太平洋地區則落後約 1 週左右。在整個季內振盪生命循環，磨擦輻合促成對流發生，可以提供大尺度環流的能量 (Salby and Hendon, 1994)，增強的表面濕度和表面低壓同相位並領先異常對流。Hendon and Salby (1994) 發現表面輻合 (推測能強烈地控制表面濕度) 主要是受磨擦控制，使得跨越等壓線氣流向低壓中心輻合。他們更進一步發現，對流異常量幾乎和表面輻合 (和增強表面濕度) 同相位，然而在中、東太平洋面的冷水區上，無法有效地促進表面濕度增加及對流發生以供給大尺度環流運動所需能量。

本研究目的主要為瞭解 5 月至 8 月期間季內振盪的特性，探討季內時間尺度的大尺度環流、對流

(OLR)、淨表面長波、短波、潛熱通量、可感熱通量、10m 風速及表面溫度之間的相互關係。第二節簡要說明所使用的資料與分析方法，第三節為初步分析結果，第四節為結論並說明未來研究方向。

二、使用資料及分析方法

本報告中所使用的資料為 1979-1993 年 5 月到 8 月的 ECMWF reanalysis 每日平均 200mb、850mb 和 10 公尺的 U、V 場、淨表面長波、淨短波輻射、潛熱、可感熱通量、表面溫度 (skin temperature) 及 NOAA 的 OLR 資料，網格點均為 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ ，所使用的風場為全球緯度 $90^{\circ}S-90^{\circ}N$ ，經度為 $0^{\circ}-360^{\circ}$ ，轉換成流函數、渦度和輻散場後其南北範圍為 $60^{\circ}S-60^{\circ}N$ ，東西範圍為 $0^{\circ}-360^{\circ}$ ，而 OLR 場為緯度 $40^{\circ}S-40^{\circ}N$ ，經度為 $0^{\circ}-360^{\circ}$ 。除了流函數、渦度和輻散場之外，所有的變數場均經過球面濾波方法 (翁, 1990) 處理，取總波數為 24，緯度 $40^{\circ}S-40^{\circ}N$ ，經度 $0^{\circ}-360^{\circ}$ ，將 1982-1995 年全年資料作 30-60 天時間濾波 (翁, 1990) 處理，取每年的 5-8 月資料，再去掉緯向平均。最後將上述資料作 SVD (李, 1995) 及延遲相關分

析(翁, 1990)。

三、SVD 及延遲相關分析初步結果

由於 SVD 的第一個奇值向量可以解釋最大的共變異量, 研究中我們使用 SVD 的第一個奇值向量及延遲相關方法分析流函數、渦度、輻散場、OLR、淨表面長波、淨表面短波、潛熱通量時, 發現在季內振盪除了在熱帶地區具有東移及印度半島具有北移的現象外, 而且在東太平洋地區亦有北移的特性, 這在過去的研究上甚少被論及。我們使用 OLR 的第一個奇值向量的時間序列和 850mb 輻散場、潛熱通量、可感熱通量、表面的淨輻射通量(淨短波輻射加上淨長波輻射)、10 公尺風速、表面溫度(skin temperature) 等做延遲相關處理。圖一為經度 77.5 延遲相關係數時間序列的經向剖面圖, 取這個經度是因為這個經度正好在印度半島上, 從圖一中我們可以見到負的 OLR 相關係數值(代表對流活動)隨時間演變由-20 天到+20 天周期性的從赤道地區向北移行至 25°N, 比較-5 天至+5 天, 在對流從赤道印度洋北移至印度半島之前, 陸地在強太陽照射(正的 NR 與 OLR 相關係數)下, 地表面溫度上升, 風速微弱, 淨表面可感熱向上傳送導致大氣的不穩定, 之後, 對流北移至印度半島, 由於大尺度低層的輻合作用和對流似乎同相位, 顯然低層的輻合作用並非是對流北移的機制, 而潛熱通量在對流北移過程中落後 OLR, 並出現在 10m 風速較大時, 當對流活動移上印度半島後, 其南側的強風速導致潛熱通量的增加。

另外, 為了明瞭在東太平洋上的季內振盪北移現象, 我們取經度 100°W 延遲相關係數的時間序列的經向剖面圖, 在這個經度上, 從 17.5°N 以北為墨西哥陸地。由圖二中我們可以見到負的 OLR 相關係數值(代表對流活動)隨時間由-20 天至+20 天, 周期性的從 5°S 移至 25°N, 在對流從赤道北移之前, 從整個 5°N 至 20°N 地區, 海洋與陸地在較強的太陽照射(正的 NR 與 OLR 相關係數)下, 地表面溫度明顯上升, 陸地的可感熱向上傳送較海洋上明顯, 大尺度風速微弱, (-20 天), 之後低層雲量增加, 850mb

的輻合作用增強, 並些微領先對流活動(-15 天)等到對流移到 5°N-20°N 時, 其強度增強並且範圍擴大, 對流的南側有較強的風速, 向上的潛熱與可感熱通量亦增強(-5 天-0 天), 之後 850mb 輻合作用領先對流, 驅使對流活動向北移行, 由於受到陸地上水汽供應不足的影響, 當對流北移上墨西哥陸地後便很快減弱(5 天-10 天)。

夏季季內振盪除了有北移的現象外, 在印度洋與西太平洋亦有明顯東移的現象, 圖三為在赤道上延遲相關係數時間序列的緯向剖面圖, 從圖中我們發現在印度洋對流活躍以前, 整個赤道印度洋有明顯的太陽輻射與淨地表面輻射通量, 尤其是在赤道東印度洋附近有明顯的潛熱通量上傳, 而整個赤道印度洋上的對流活動以東印度洋上較為明顯(5 天), 而潛熱通量上傳與與低層的輻合作用可能是印度洋對流發生的關鍵因素。在印度洋 OLR 開始降低時, 海洋大陸具有最大的太陽輻射、淨表面輻射通量、向上潛熱與可感熱通量, 尤其是淨可感熱通量上傳相當明顯, 所以當東印度洋對流發展到一定程度時, 季內對流活動便以較快的速度移入海洋大陸, 進入暖池地區。由於暖池以東並無明顯的潛熱、可感熱及低層的輻合作用, 所以當對流活移入暖池地區一段時間後便逐漸減弱消散而無明顯東移現象。

四、結論

由上述的分析中可以發現, 5-8 月季內振盪的特性如下:

- (一) 夏季季內振盪明顯具有東移與北移的特性, 北移現象主要發生在印度半島及熱帶東太平洋, 而東移現象則在熱帶印度洋與西太平洋較明顯。
- (二) 季內對流活動的北移現象在印度半島較東太平洋明顯, 且兩者北移機制不同。印度半島陸地在強太陽照射下, 地表面溫度上升, 風速微弱, 淨表面可感熱向上傳送導致大氣的不穩定可能是誘發對流北移機制, 而在東太平洋, 可感熱

向上傳送及 850mb 輻合作用可能是驅使對流活動向北移行的機制。

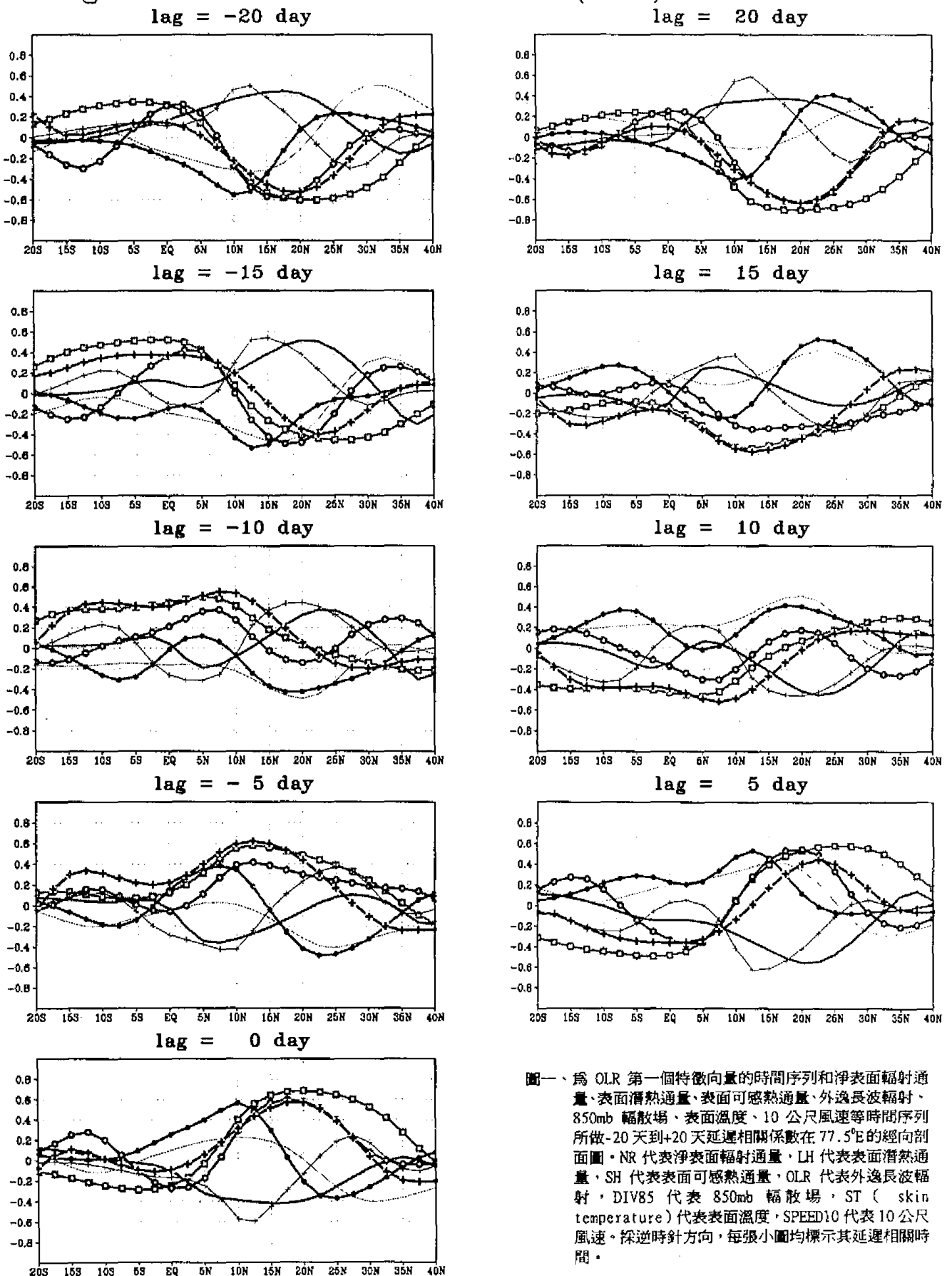
(三) 較強的可感熱向上傳送作用可能驅使季內對流活動以較快的速度移入海洋大陸，且進入暖池地區。由於暖池以東並無明顯的潛熱、可感熱及低層的輻合作用，所以當對流移入暖池地區一段時間後便逐漸減弱消散而無明顯東移現象。

上述僅為一初步研究結果，未來將加入對 SST、低層大氣的不穩定度、垂直速度、降水量、總雲量、等諸變數的分析比較，找出季內對流活動在移行的過程中，大氣、海洋及陸地的交互作用。另外，我們從 SVD 的展開係數的時間序列圖（未列出）中亦見到明顯的年際變化的現象，而且正好在 ENSO 年時有較大的振幅，這似乎說明季內振盪和 ENSO 的發生有重要的關聯性，故嘗試探討在 ENSO 發生前後，季內海氣的交互作用，亦是未來研究重點。

參考文獻

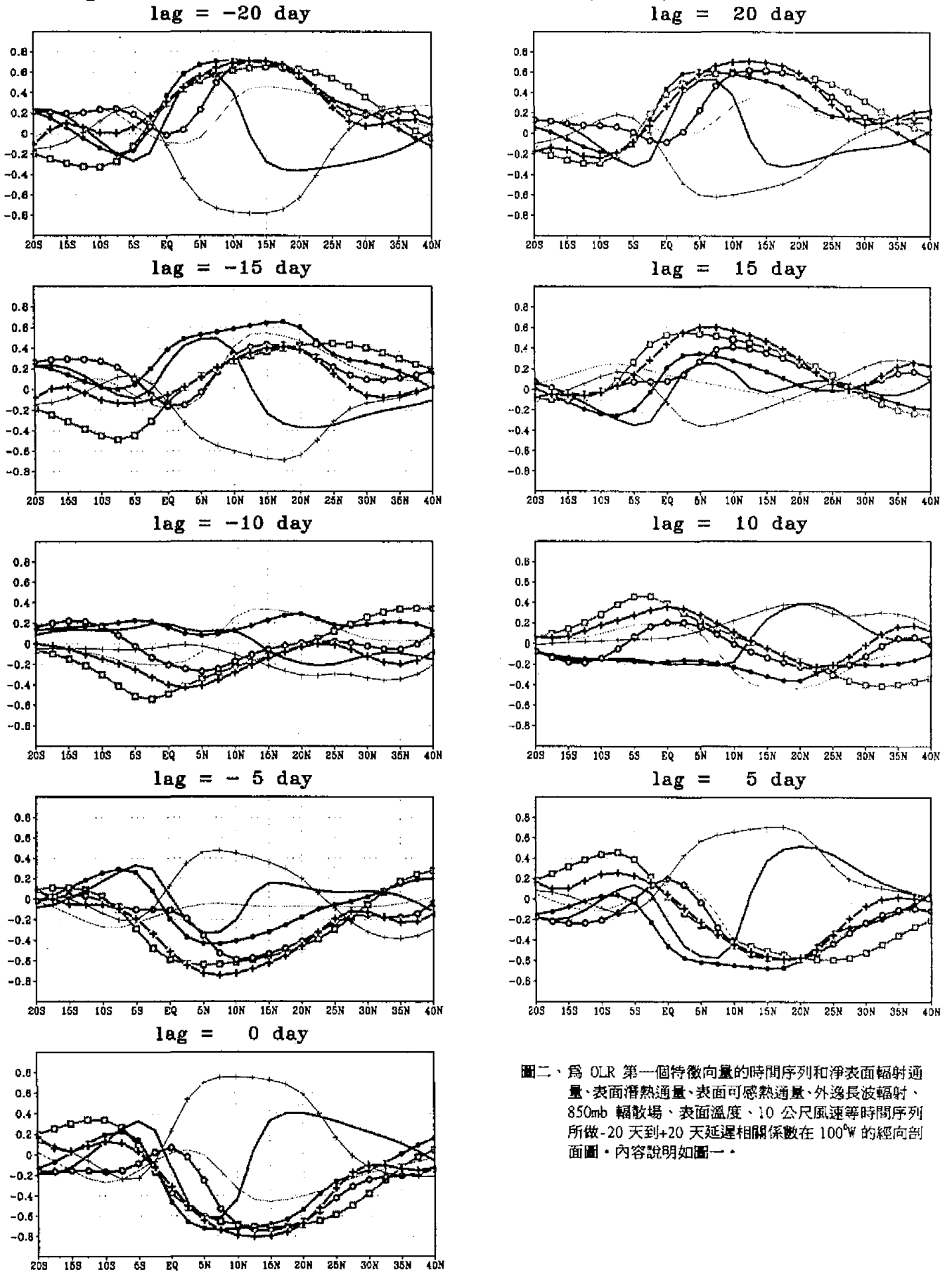
- 李志郁，1995：夏季 30-60 天季節內振盪之研究。國立臺灣大學大氣科學研究所碩士論文，61 頁。
- 翁春雄，1992：夏季季內振盪研究。國立臺灣大學大氣科學研究所碩士論文，98 頁。
- Hendon, H. H., and J. Glick, 1997: Intraseasonal air - sea interaction in the tropical Indian and Pacific Oceans. *J. Climate.*, 10, 647-661.
- , H. H., and M. L. Salby, 1994: The life cycle of the Madden-Julian oscillation. *J. Atmos. Sci.*, 51, 2225-2237.
- Salby, M. L., and H. H. Hendon, 1994: Intraseasonal behavior of cloud, temperature, and motion in Tropics. *J.*

NR=open circle LH=closed circle SH=none
 OLR=cross DIV85=open square ST=none(thin)
 Longitude=77.5E SPEED10=cross(thin)



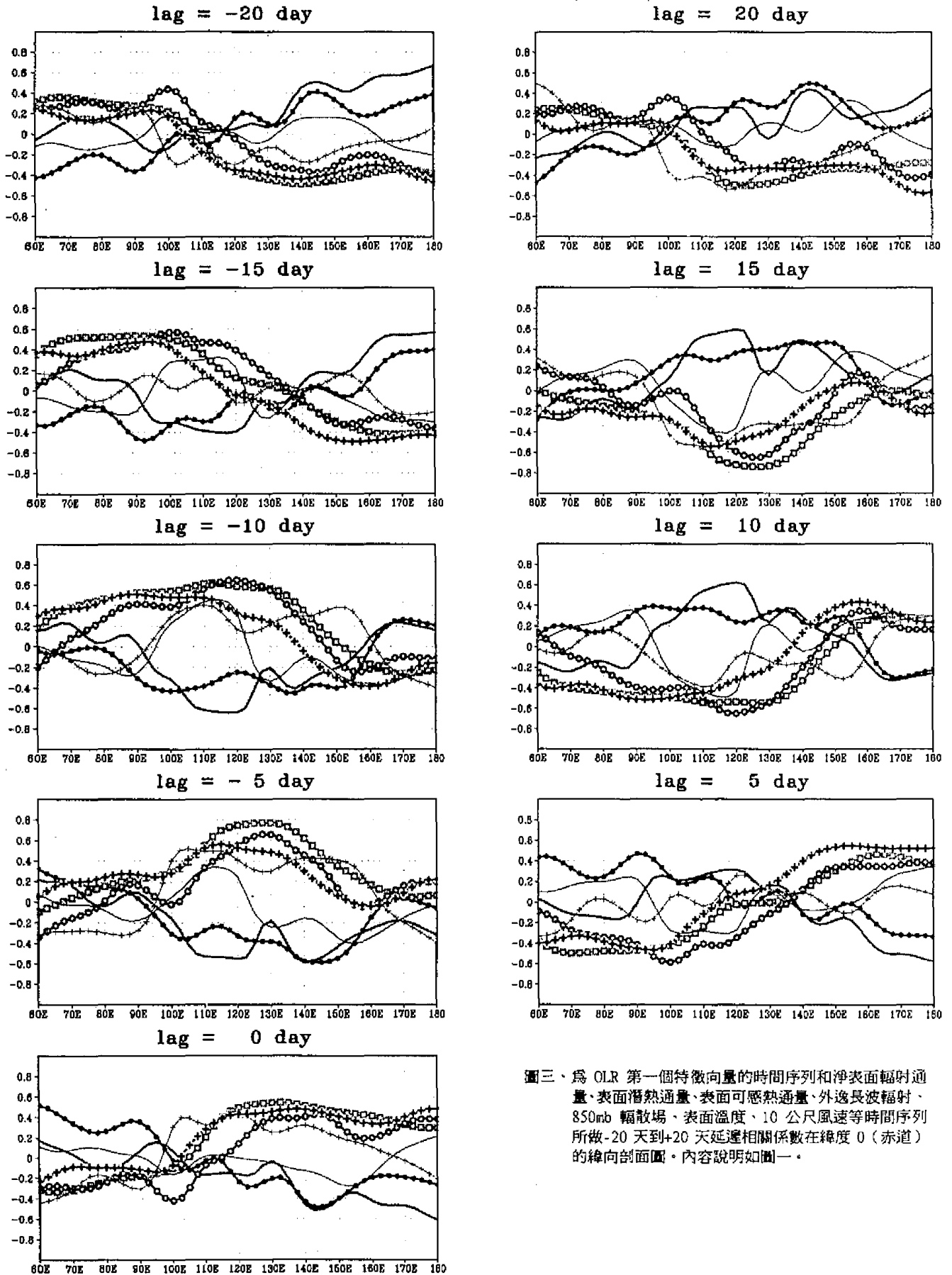
圖一、為 OLR 第一個特徵向量的時間序列和淨表面輻射通量、表面潛熱通量、表面可感熱通量、外逸長波輻射、850mb 輻散場、表面溫度、10 公尺風速等時間序列所做 -20 天到 +20 天延遲相關係數在 77.5°E 的經向剖面圖。NR 代表淨表面輻射通量，LH 代表表面潛熱通量，SH 代表表面可感熱通量，OLR 代表外逸長波輻射，DIV85 代表 850mb 輻散場，ST (skin temperature) 代表表面溫度，SPEED10 代表 10 公尺風速。採逆時針方向，每張小圖均標示其延遲相關時間。

NR=open circle LH=closed circle SH=none
 OLR=cross DIV85=open square ST=none(thin)
 Longitude=100W SPEED10=cross(thin)



圖二、為 OLR 第一個特徵向量的時間序列和淨表面輻射通量、表面潛熱通量、表面可感熱通量、外逸長波輻射、850mb 輻散場、表面溫度、10 公尺風速等時間序列所做 -20 天到 +20 天延遲相關係數在 100°W 的經向剖面圖。內容說明如圖一。

NR=open circle LH=closed circle SH=none
 OLR=cross DIV85=open square ST=none(thin)
 Latitude = 0 SPEED10=cross(thin)



圖三、為 OLR 第一個特徵向量的時間序列和淨表面輻射通量、表面潛熱通量、表面可感熱通量、外逸長波輻射、850mb 輻散場、表面溫度、10 公尺風速等時間序列所做 -20 天到 +20 天延遲相關係數在緯度 0 (赤道) 的緯向剖面圖。內容說明如圖一。

On Summer Intraseasonal Oscillation

Chun-Hsiung Weng Huang-Hsiung Hsu

Department of Atmospheric Sciences

National Taiwan University

Taipei, Taiwan

ABSTRACT

In this study, by using band-pass filter, SVD, and lagged-correlation methods, the data of 200mb and 850mb stream function, vorticity, divergence, latent heat flux, sensible heat flux, net longwave radiation flux, net shortwave radiation flux, OLR, and SST in the period of May-August were used to study the temporal and spatial characteristics of summer intraseasonal oscillation.

Results showed that the intraseasonal oscillation has moving and standing components. The moving speed of intraseasonal oscillation is different at different area. The convergence leads convection in several days when moving eastward. But insolation plays the key role in moving the convection northward in India.

Key words: Intraseasonal oscillation