

中緯度及熱帶系統對東亞夏季季風肇始影響之初步分析

胡志文 陳孟詩 王作臺

國立中央大學 大氣物理所

摘要

亞洲夏季季風為地球上最明顯的季風現象，其中包含了兩個系統分別為印度季風及東亞季風。基於青藏高原的地形阻擋，印度季風受熱帶系統的影響較大，但東亞季風則分別受到來自熱帶及中緯度系統的影響。對東亞季風的肇始，Chang and Chen (1995)提出中緯度鋒面系統的南移，使得大尺度壓力梯度增加，加強了西南氣流，而造成了季風的肇始，而 Orgill(1967)則指出熱帶地區的綜觀擾動也可以激發東亞季風的肇始。本文之目的在利用長期的觀測資料，分析東亞季風肇始期間中緯度／熱帶系統的演變，進而探討中緯度／熱帶系統對東亞季風肇始之影響。南中國海地區基於其特殊的地理位置，為東亞季風最早肇始的區域，本文將著重分析南海地區於東亞季風肇始期間受中緯度／熱帶系統影響之變化。

對判別東亞夏季季風肇始的指標有許多，如降雨量、南北溫度梯度逆轉、低層西南風增強及高層東風、垂直風切...等。南海地區在季風開始前為太平洋副高籠罩的下沈區，季風肇始後由於副高退出南海及 ITCZ 到移入，南海地區轉為對流旺盛的上升運動區。因此吾人將 850 hPa 面副高退出南海之時間定義為東亞夏季季風的肇始時間。

經由五日平均的分析，在 1980 到 1995 年等 16 年中，東亞季風肇始期間南中國海地區有較多的年份受到中緯度系統的影響(57%)，受到熱帶系統或同時有中緯度及熱帶系統影響的年份較少(36%)，顯示熱帶擾動對東亞夏季季風的激發也存在著一定的作用。此外，文中對不同時間尺度中緯度／熱帶系統對東亞季風肇始的影響也做了初步的討論。

一、前言

亞洲夏季季風為地球上最顯著之季風現象，涵蓋了從印度到中國大陸之廣大地區。夏季季風期間雨量之異常分佈，會造成季風區內地區之旱、澇現象，進而影響此區內廣大人口之生活。由前人的研究，具體的指出了亞洲季風包含兩個大系統，即東亞季風與印度季風。東亞夏季季風的分量包含了南海和西太平洋的季風槽， 100°E 以東的越赤道流，澳洲冷高壓，西太平洋副熱帶高壓，上層南亞高壓及沿季風槽的對流活動，梅雨鋒區和中緯度的擾動(Tao and Chen, 1987)，同時研究結果也指出，東亞夏季隨季節變化的間熱帶輻合區(ITCZ)的北移而造成季風之起始，同時其在不同地區的移動也有呈現跳躍式的移動，此移動與副熱帶高壓的北跳有關。台灣地區的梅雨季節和季風之起始其大約是在同一時間發生，並為季風系統的一部份。

東亞夏季季風除了正常的季節性變化外，尚存在著明顯的年際變化，如 1991 及

1992 年大陸江淮一帶在春、夏之間有嚴重的洪水等。要預報此種不規則的年際變化前，吾人必需先行探討造成此種變化的原因。南中國海地區基於其特殊的地理位置，為東亞夏季季風最早發生的地區(Tao and Chen, 1987)，對此區夏季季風肇始期間大尺度環流場的變化做詳盡的分析，對東亞夏季季風的預報有十分重要的貢獻。

影響東亞夏季季風肇始的假說有很多，如南北加熱差異、海面溫度的影響、熱帶系統的影響、中緯度的激發作用等。本研究著重在分析東亞夏季季風肇始期間受中緯度／熱帶系統影響之變化。

二、資料與分析方法

在分析各項肇始指標時所用的資料包括：ECMWF/WMO $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 經緯度網格資料，垂直方向七層，時間為 1980 -1985；ECMWF TOGA / Basic $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 經緯度網格資料，垂直方向 14 層，時間為 1986-1995，分析的變數為高度場及風場、另有 NOAA $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$

。經緯度網格之外逸長波輻射場 (OLR, 1975-1992, 其中 1978 年無資料)。各資料每日有兩次 (00 UTC 及 12 UTC)。

本文的分析, 大都採用 5 日平均場, 分析過程中先求取各變數的日平均場, 求得 5 日平均場。所求取之 5 日平均場, 為單純的算術平均場, 對缺資料的時間/地區並未做進一步的處理。

三、結果與討論

對判別東亞夏季季風肇始的指標有許多, 如降雨量、南北溫度梯度逆轉、低層西南風增強及高層東風、垂直風切...等。基於其特殊的力裡位置, 南中國海為東亞夏季季風最早肇始的區域 (Tao and Chen, 1987), 因此本研究對東亞夏季季風肇始期間的探討, 將以南海地區為主。南海地區在季風開始前為太平洋副高籠罩的下沉區, 季風肇始後由於副高退出南海且 ITCZ 移入本區, 南海地區轉為對流旺盛的上升運動區。因此吾人將 850 hPa 面副高退出南海之時間定義為東亞夏季季風的肇始時間。對於副高退出南海的判別, 吾人利用 5 及 6 月間 5 日平均的 850 hPa 流線場的變化做依據, 當源自印度洋的西南風盛行於南海或南海出現西風槽且此時間後太平洋副高不再移入南海, 吾人認為此時間為東亞夏季季風肇始的時間。

經由對逐年副高退出南海的時間加以分析, 吾人將逐年東亞夏季季風肇始的時間列於表一中。對於夏季季風肇始期間, 南海地區受到中緯度或熱帶地區的影響的分析, 吾人用了分別用 5 日平均及 110°E-120°E 平均的 OLR 場、850 hPa U 場及高度場加以分析, 其結果也列於表一中。對於夏季季風肇始期間, 南海地區受到中緯度或熱帶系統之影響的判別方法是檢視 5 日平均場的時序變化圖, 若季風肇始前到季風肇始時有中緯度系統 (低 OLR/850 hPa 西風/850 hPa 低壓力值) 南下到南海地區, 則視為中緯度系統影響; 若季風肇始前到季風肇始時, 有熱帶系統 (低 OLR/850 hPa 西風/850 hPa 低壓力值) 北上到南海地區, 則視為熱帶系統的影響。

由表一中可看出, 三個變數同時受到中緯度影響的年份為 1981, 1983, 1985, 1986, 1992 及 1993 等六年, 同時受到熱帶系統影響的年份有 1989, 1990 及 1991 等三年。此外, 1987 及 1988 年的 OLR 場同時受到中緯度及熱帶的影響, 但是 850 hPa 的風場及高度場皆顯示受到中緯度系統的影響, 因此這

兩年也可以視為中緯度系統主導的年份。在所分析年份中三組變數皆有資料的年份有 14 年, 其中有 8 年夏季季風肇始時期, 南海地區受到中緯度系統的影響較大, 而夏季季風肇始期間受到熱帶系統影響的年份有 3 年。此結果顯示, 東亞夏季季風肇始期間, 中緯度系統的激發作用較熱帶系統明顯。而由表一中也可看出 1981-1986 年大都受到中緯度系統之影響, 這也是 Chang and Chen (1995) 年文中所分析之年代。但本研究更進一步指出有三年於夏季季風肇始主要是由熱帶擾動影響, 而由熱帶與中緯度同為肇始起因的年份, 也有 2 年 (共佔了 36%)。

為了進一步比較, 吾人將 1981 年及 1991 年三組變數的 5 日平均場分別圖示於圖 1 及圖 2 中。圖 1a 中 5 日平均及 110°E-120°E 平均之 OLR 場於 4 月底在 20°N-30°N 間有一較低的 OLR 值向南移動, 到了 5/11-15 日, 此低 OLR 值移到 20°N 以南, 同年 5 日平均及 110°E-120°E 平均之 850 hPa U 場 (圖 1b), 於四月底有西風由 20°N-30°N 間向南移動, 在 5/11-15 日時移到 20°N 以南。在 1981 年 5 日平均及 110°E-120°E 平均之 850 hPa 高度場也有類似的變化 (圖 1c)。

圖 2 為 1991 三組變數 5 日平均場隨時間之演化圖。在 5 日平均及 110°E-120°E 平均之 OLR 場 (圖 2a) 中可清楚的看到赤道區的低 OLR 值於 5 月中旬起逐漸的向北移動, 在 6/5-9 日時已移到 10°N 以北。圖 2b 中 5 日平均及 110°E-120°E 平均之 850 hPa U 的變化則顯示在季風肇始時南海地區突然由東風轉為西風。同樣的在 5 日平均及 110°E-120°E 平均之 850 hPa 高度場中 (圖 2c), 季風肇始時南海地區突然出現較低的高度場。

除了以上的變化外, 吾人發現不論南海地區區受到中緯度或是熱帶系統的影響, 在夏季季風肇始前, 此區 OLR 值較高, 且以吹東風為主。在夏季季風肇始後, 此區出現較低的 OLR 值, 且風場轉為以西風為主。

由以上的分析顯示, 1980-1993 等 14 年中, 南海地區於夏季季風肇始期間受到中緯度的影響較熱帶地區為大。但另一方面 Wang and Xu (1997) 分析 1975-1992 年 OLR 氣候場的結果卻指出, 在氣候場中, 有一氣候的低頻擾動 (CISO, Climatological intraseasonal oscillation, 20-72-day) 出現在南亞一帶。他們指出, CISO 在 5 到 7 月間由赤道區向北傳到菲律賓北部, 在 8, 9 月間沿 15°N 由 170°E 向西傳到孟加拉灣 (其

圖 10)。此 CISO 之槽於 5 月中旬傳到南海地區，造成南海季風的肇始。

由於本文的結果是直接分析 5 日平均場，而 Wang and Xu (1997) 是將 5 日平均場做了濾波的工作，只分析 20-72 天週期的擾動場。兩者的結果顯示在南海夏季季風肇始期間，由 5 日平均場的結果得到中緯度系統的激發較熱帶地區明顯，但由低頻擾動的分析卻顯示熱帶系統的影響較大。此外，本文中逐年 5 日平均及 110°E-120°E 平均之 OLR 場中，也可看到赤道區的低 OLR 值有北傳的現象，但是此種北傳的現象主要發生在南海夏季季風肇始以後。

由本文及 Wang and Xu (1997) 的研究結果顯示，當所分析的資料包含較高頻率的波動時（5 日以下），夏季季風肇始期間南海地區受到中緯度系統南下的影響較大。另一方面，當所分析資料的頻率較低（低頻擾動）時，南海地區在夏季季風肇始期間主要是受到熱帶系統北上的影響為主。

四、結論

亞洲夏季季風為地球上最明顯的季風現象，對居住於此區內的居民有十分重大的影響。目前對於影響亞洲夏季季風肇始有許多假說，本研究著重在分析東亞夏季季風肇始期間受中緯度／熱帶系統影響之變化。

經由資料的分析，吾人可以得到下列的結論。由 5 日平均的 OLR 場、850 hPa U 場及高度場，在所分析的 14 年中有 8 年於夏季季風肇始時有中緯度系統南下到南海地區(57%)，有 3 年南海地區在夏季季風肇始時受到熱帶系統北上的影響，另有 2 年同時受到中緯度及熱帶系統的影響(36%)。Chang and Chen (1995) 分析 1981-1986 年的資料指出東亞夏季季風的肇始是以中緯度為主。由本文的結果中也可看出 1981-1986 年季風肇始期間也是以中緯度的影響為主，但是經由更多年份的分析結果，顯示熱帶擾動的激發對夏季季風的肇始也有一定的作用。另一方面，若只分析頻率較低的低頻擾動資料，則南海地區於夏季季風肇始期間主要是受到熱帶地區北上之低頻擾動的影響。

參考文獻

Chang, C.-P., and G.-T. Chen, 1995:

Tropical circulations associated with southwest monsoon onset and westerly surges over the South China Sea. *Mon. Wea. Rev.*, **123**, 3254-3267.

Chen, T.-C., and J.-M. Chen, 1995: An observational study of the South China monsoon during 1979: Onset and life cycle. *Mon. Wea. Rev.*, **123**, 2295-2318.

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.

Krishnamurti, T. N., 1985: Summer monsoon experiment. A review. *Mon. Wea. Rev.*, **113**, 1590-1626.

Murakami, T., L. X. Chen, and A. Xie, 1986: Relationship among seasonal cycles low-frequency oscillations and transient disturbances as revealed from OLR data. *Mon. Wea. Rev.*, **114**, 1456-1465.

Nitta, T., 1987: Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the northern hemisphere summer circulation. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 373-390.

Orgill, M., 1967: Some aspects of the onset of the summer monsoon over the South East Asia. *Report to U. S. Army, Contract DA28043-AMC-01303(B)*, Colorado State University, 75pp. [Available from Dept. of Atmosphere Science, Colorado State University, Fort Collins, CO 80370.]

Tao S., and L. Chen, 1987: A review of recent research on the east Asian summer monsoon in China, *Monsoon Meteorology* ed. C.-P. Chang and T. N. Krishnamurti, 60-92. Oxford Univ. Press. New York.

Wang, B. and Xihua Xu, 1997: Northern hemisphere summer monsoon singularities and climatological intraseasonal oscillation. *J. Climate*, **10**, 1071-1085.

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.

表一：由 850 hPa 氣流線判別之東亞夏季風肇始時間(1980-1995)，OLR 場及 850hPa 高度場及 U 場判斷南海地區於夏季風肇始是受到中緯度(中)、熱帶(熱)或同時(同)系統的影響，表中空格表當年無資料，“——”號表變數在當年無明確之定義現象。

大尺度場	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
850hPa Streamline	5/11-15	5/11-15	5/26-30	5/21-25	5/16-20	5/26-30	5/11-15	6/5-9	5/21-25	5/16-20	5/16-20	6/5-9	5/16-20	5/26-30	5/26-30	5/11-15
110°E-120°E OLR	熱	中	中	中	中	中	中	同	同	熱	熱	熱	中	中		
110°E-120°E 850 hPa U	中	中	熱	中	中	中	中	中	中	熱	熱	熱	中	中	中	熱
110°E-120°E 850 hPa H	中	中	中	中	熱	中	中	中	中	熱	熱	熱	中	中	中	中

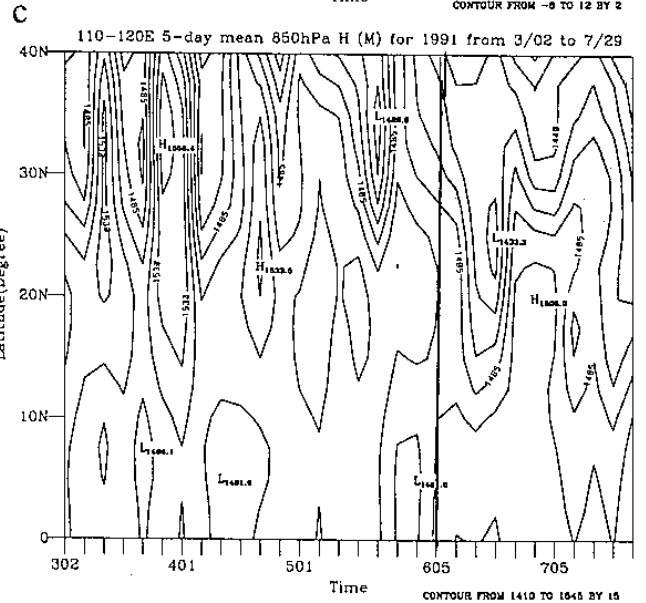
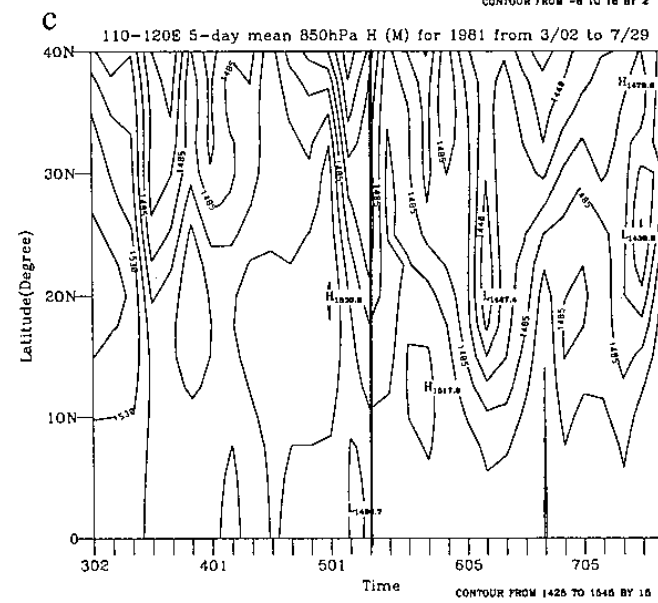
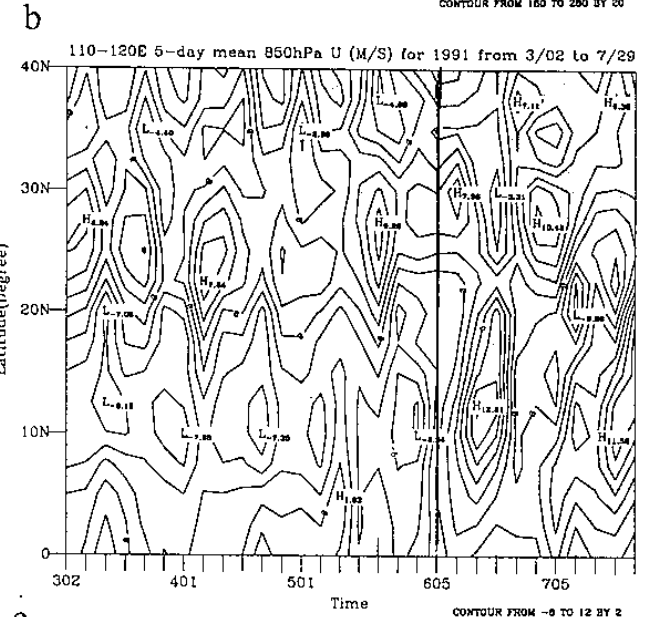
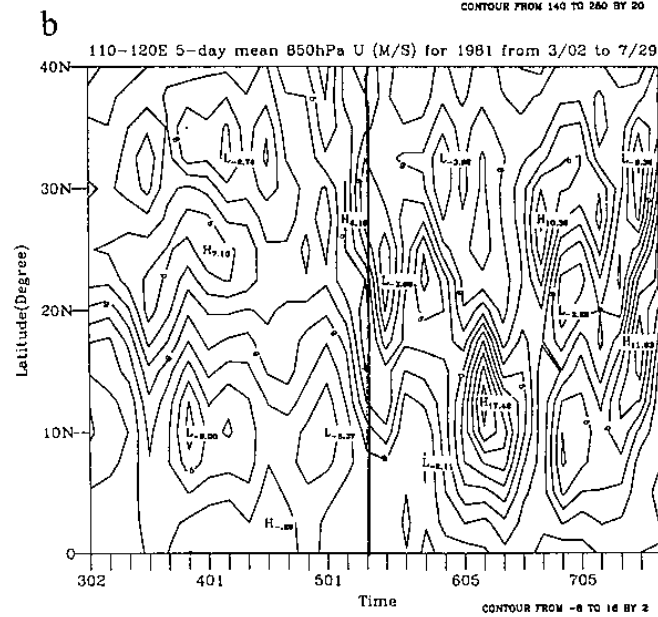
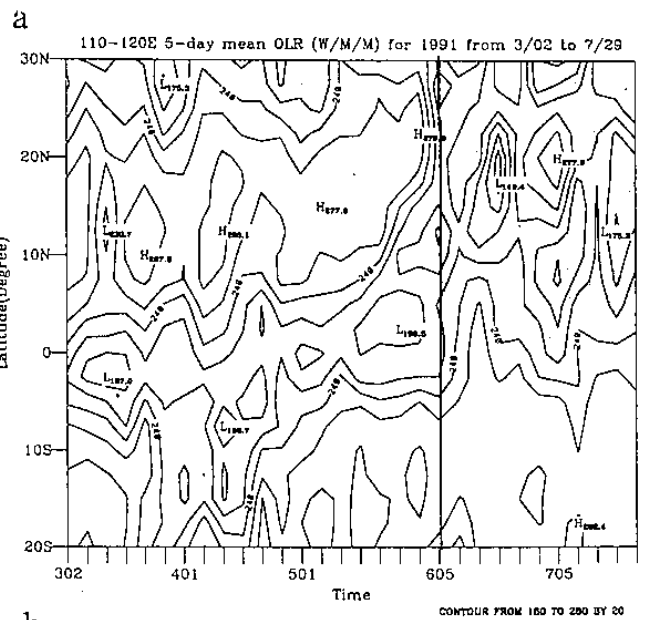
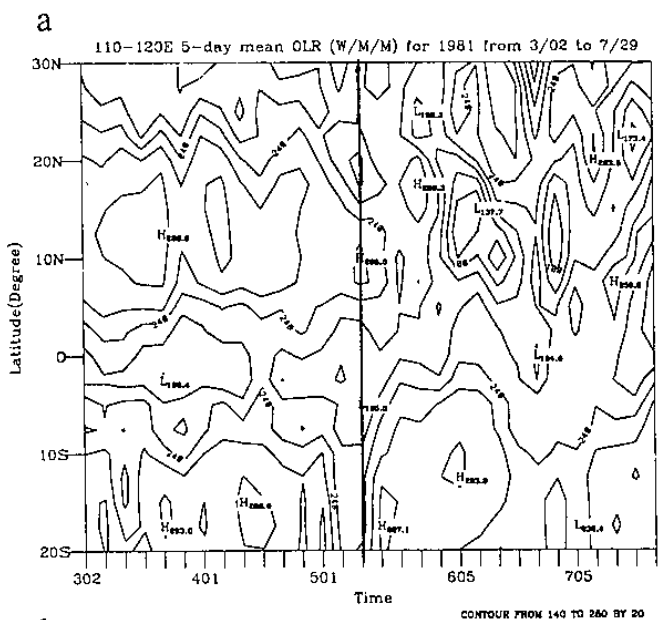


圖 1、1981 年 5 日平均及 110°E-120°E 平均資料的隨時間變化圖，(a)為 OLR，(b)為 850 hPa U 場，(c)為 850 hPa 高度場。等值線間隔分別為 20W/m²，2m/s 及 15m，陰影區分別為 ≤240 W/m²，≥0m/s 及 ≤1485m 之區域。

圖 2、同圖一，但為 1991 年之結果。