

東亞夏季季風期間雲/輻射效應之初步分析

柯文雄、吳奇樺、蘇昱仁

台灣大學大氣科學研究所

摘要

近年來許多學者研究指出對於熱帶地區的氣候而言，雲/輻射效應扮演著很重要的角色。在過去全球模式的模擬中都是將雲/輻射效應忽略導致無法得到雲/輻射效應對熱帶大氣直接或間接的影響，直到近幾年許多學者提出，雲/輻射效應對全球模式的模擬結果有著相當程度的影響，尤其是熱帶地區的大氣環流對雲/輻射效應是十分敏感的。若是能對不同區域的雲/輻射效應有所了解，對於全球模式的模擬結果將可以獲得改進。

藉由探討亞洲夏季季風(ASM) 關於雲/輻射效應(CRF)的區域特性(包括孟加拉灣(BB)、南海(SCS)與西北太平洋(WNP)後得到如下的結果：

- (1) OLR 值的變化與不同的雲型分佈有直接的關係，亦即雲的水平及垂直分佈會劇烈的改變 OLR 值。其中又以高雲量中的深對流雲與 OLR 的關係最為密切，藉由對高雲量日平均資料的低頻分析更加深了對 ASM 雲及輻射特性的了解。
- (2) 深對流雲量與 $\langle Q1 \rangle$ ， $\langle Qr \rangle$ 及 500hpa 的垂直水汽傳送，在 BB,SCS,WNP 等區域關係密切。($\langle \rangle$ 表垂直積分，Q1 為非絕熱加熱，Qr 為輻射加熱)
- (3) BB 因為屬於典型的印度夏季季風區域，故在季風肇始(約 5 月中旬)之後普遍持續具有較低 OLR 值及旺盛對流存在。而 SCS 與 WNP 的雲/輻射特性則顯得相當接近，其中 WNP 具有明顯兩階段季風肇始的情況發生。
- (4) 透過對雲量及輻射的區域特性分析得知影響 BB 與 WNP 氣候狀況差異最主要的原因為平均對流狀況所造成的雲型分佈。BB 因為對流強度大，故週遭存在較強的下沉氣流，使得深對流引發的細薄卷雲無法維持太久，進而減弱了其長波雲/輻射效應(LWCRF)，故 BB 地區平均上為短波雲/輻射效應(SWCRF)所支配；反觀 WNP 則對流系統較弱使其細薄卷雲可以維持較久的時間，且透過低頻分析更可知其深對流具有週期性的消長，故亦是使得平均對流較弱的原因。其對 CRF 的整體影響便較接近熱帶地區的情形(LWCRF 與 SWCRF 相抵消，但 WNP 的 SWCRF 仍較強)。

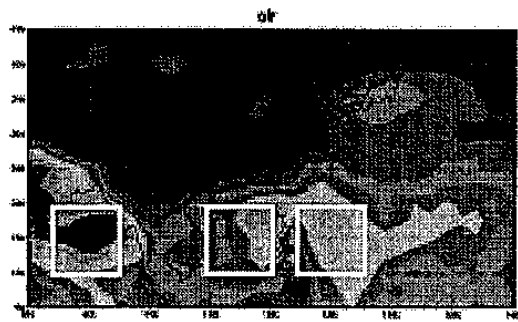
一、區域

研究區域為：

孟加拉灣 BB: 10~20°N ; 85~95°E

南中國海 SCS: 10~20°N ; 110~120°E

西北太平洋 WNP : 10~20°N ; 125~135



二、資料

(A)EC reanalysis

Q1(Z): Apparent heating source

Q2(Z): Apparent moisture sink

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= -C_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla T \right) - \frac{\partial}{\partial p} \left(p \mathbf{v} \cdot \nabla T \right) - \frac{\partial}{\partial p} \left(p \frac{\partial T}{\partial p} \right) \\
 Q_2 &= -L \left(\frac{\partial q}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla q \right) - \frac{\partial}{\partial p} \left(p \mathbf{v} \cdot \nabla q \right) - \frac{\partial}{\partial p} \left(p \frac{\partial q}{\partial p} \right) \\
 \langle Q_1 \rangle &= \langle Q_2 \rangle = -L E \\
 \langle Q_1 \rangle &= -L \langle E \rangle \\
 \langle Q_2 \rangle &= -L \langle E \rangle \\
 \langle Q_1 \rangle &= \langle Q_2 \rangle = -L \langle E \rangle
 \end{aligned}$$

<>: vertical integration

Qr(z): radiative heat exchange ?

S: Sensible heat E: surface evaporation

(B)CMAP: precipitation

(C)ISCCP

(D)Satellite and Model Data

OLR

ERBE

Qr(Z): Radiative Transfer Model

(RTM)

(E) Radiative Forcing and Dynamical Field

三、初步分析

(A) 外溢長波輻射、降雨、高雲量與深對流之關係。

(B) Q1、Q2 與 Qr 之關係。

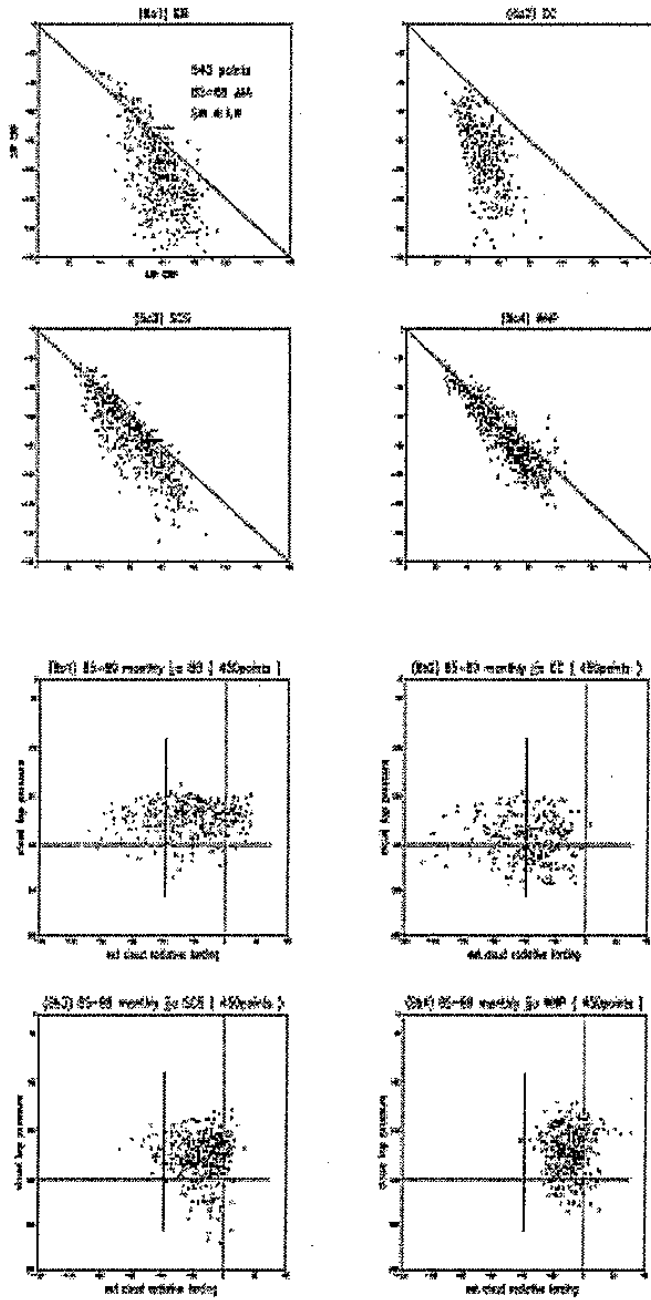
(C) 孟加拉灣與西北太平洋雲型與輻射、動力場之間關係。

四、參考文獻

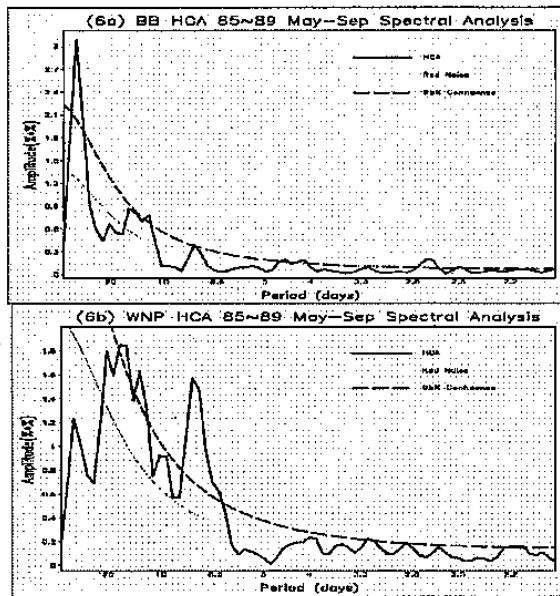
Kau, Wen-Shung, Chi-Hua Wu, and Chih-Hua Tsou, 2003: The cloud radiative forcing over Asian-Pacific summer monsoon region. TAO, 14, No.4, 445-467, 2003

Kau, Wen-Shung, Chi-Hua Wu, Chi-Hua Tsou, and Chia-Hsiu Tu, 2003: Simulation studies of cloud / radiation effects on low frequency oscillation during the East Asian Summer Monsoon season. Atmospheric Sciences, 31, No.2, 159-180, 2003.

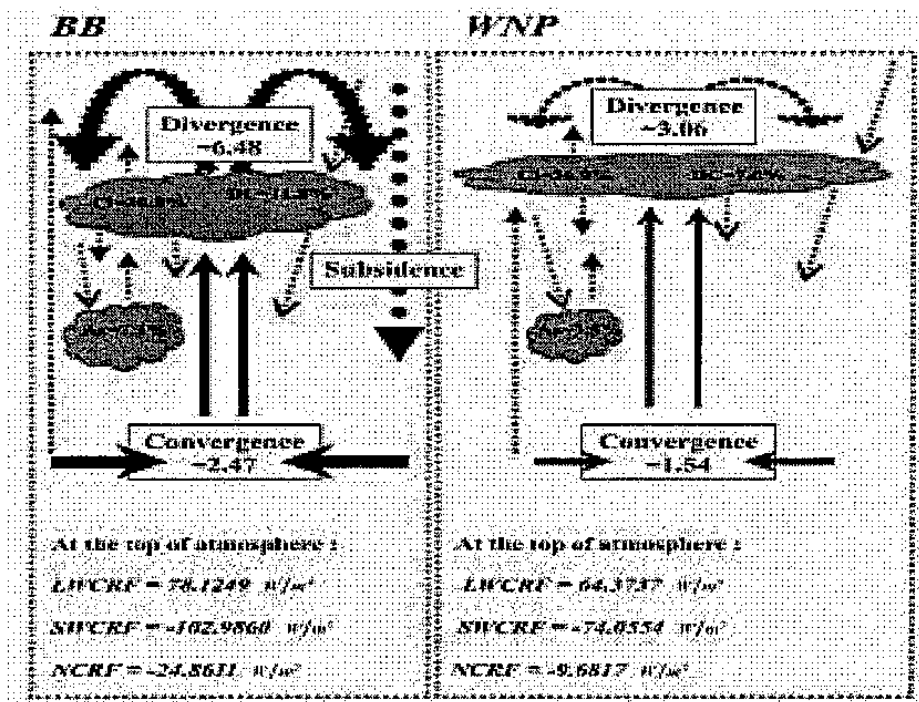
A

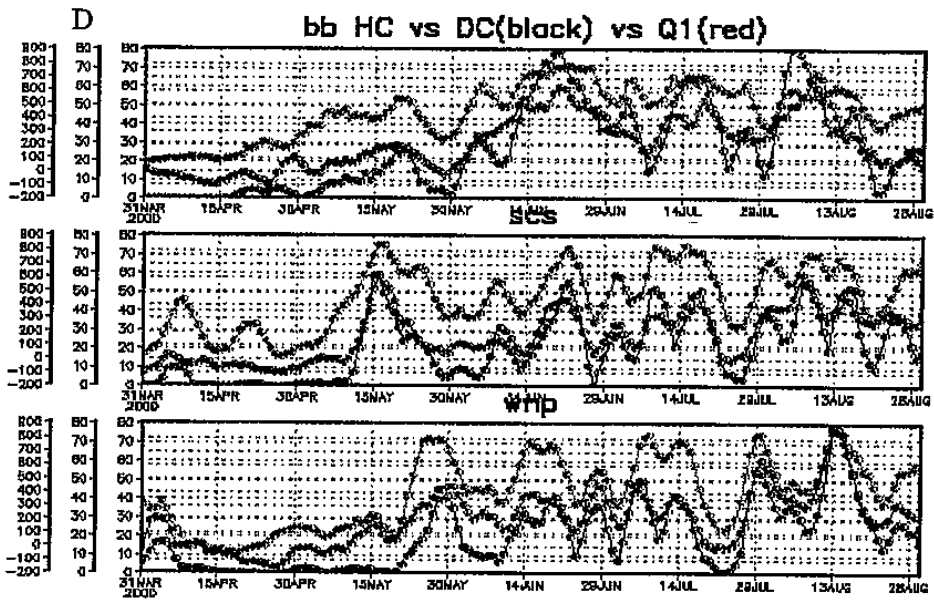


B



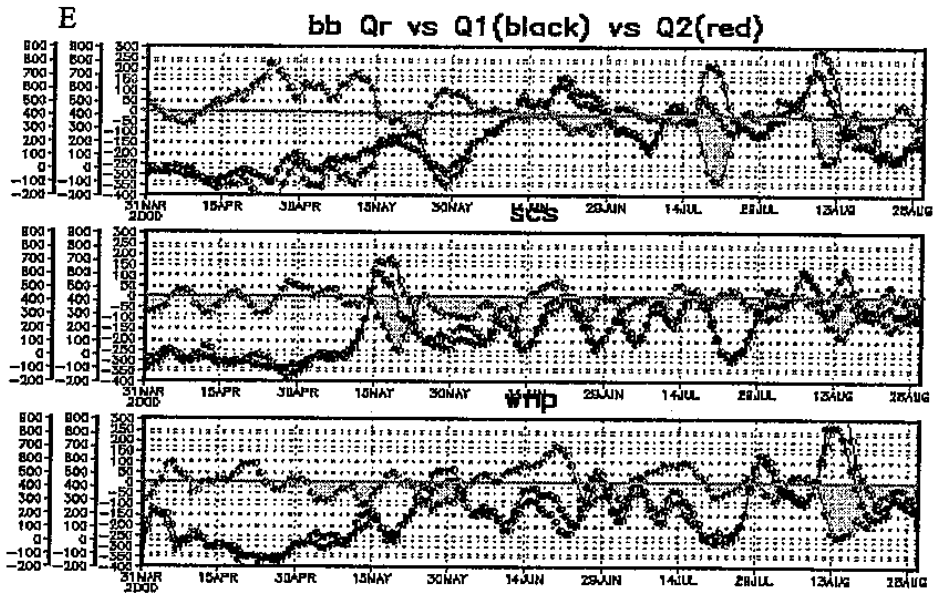
C





GRADS: COLA/IBES

2004-02-11-17:13



GRADS: COLA/IBES

2004-02-11-17:22