

淺對流層積雲動力模擬

郭鴻基 游志淇
台灣大學大氣科學研究所

(中華民國八十年十一月九日收稿；中華民國八十一年一月十七日定稿)

摘 要

低層層積雲覆蓋了極大部份的海洋面，它是海洋和大氣交互作用的有效媒介，它對於地球水汽平衡和輻射收支有很大的影響。為了正確看待層積雲所扮角色，先要了解其動力結構。逸入不穩定為層積雲動力的一個重要問題，傳統的逸入不穩定問題只考慮水滴的蒸發冷卻。本實驗利用二維布新尼高解析模式(2-D Boussinesq high resolution model)來模擬逸入不穩定問題，除了考慮水滴蒸發冷卻外，我們考量逸入在輻射冷卻、大尺度下降氣流及海洋蒸發存在時對層積雲的影響。

模擬實驗顯示，在逸入不穩定的探空曲線下，高洋溫及較強的大尺度輻散皆有助層積雲的破裂。在逸入穩定的背景場下，雲頂輻射長波冷卻所產生邊界層環流，將洋面水氣傳送至雲內，增加雲內水汽，層積雲不易破裂。在低洋溫及氣候平均大尺度輻散下，不管層積雲是否滿足逸入不穩定，模擬層積雲皆無破裂，這和 Kuo and Schubert (1988) 之結論相合，即因蒸發冷卻而產生的逸入是微弱的，不足以使層積雲破裂。模式也顯示哈德雷環流積雲區的高洋溫，加上逸入不穩定的雲頂條件，是層積雲過渡為積雲之原因。

關鍵詞：逸入不穩定、邊界層、輻射冷卻、大尺度下降氣流、波譜法

一、前 言

適合層積雲生成的綜觀環境位於冷洋面以及高壓東側的下沈氣流區。此層積雲覆蓋的面積很大，可延申數百或數千公里，生命期則在數天至一星期左右。不同於颱風、鋒面等天氣系統，層積雲並不伴隨劇烈天氣現象。但以全球大氣環流而言，層積雲對水汽平衡和輻射能量收支是十分重要的。

圖1中是哈德雷環流(Hadley circulation)的示意圖，赤道附近的熱帶輻合帶(ITCZ)有大量降水，而在較高緯度冷洋面邊界層頂下，有層積雲存在，ITCZ的降水使大氣水汽減少，而當地洋面蒸發又

不足以補充大氣降水所須的水氣。當哈德雷環流在副熱帶冷洋面下降時，由於層積雲及淺積雲頂的逸入作用，使哈德雷環流的下支變得潮溼，而後此迴流將潮溼的水氣輸送至ITCZ，來補充提供此區域大氣降水所須的大量水氣。層積雲由於較洋面有更高的反照率，因此會減少進入海洋的太陽輻射通量。由於層積雲頂高度不高，所以雲存在與否對長波輻射量並無太大改變。因為層積雲覆蓋的面積很大，所以層積雲存在與否，對全球輻射能量收支有相當程度的影響。

自Lilly (1968)提出逸入不穩定(Entrainment instability)後，經Randall (1980)和Deardroff (1980)的研