

1. はじめに

積雲対流は、気放射特性を通じて地球大気気候に大きな影響を持つ、 CO_2 、 H_2O 、 O_3 などの物質を1時間やそこの時間スケールで境界層内から自由対流圏まで一気に輸送することができる。高高度では、一般的に境界層内に比べて風が強く、また反応性の高い物質が少ないため、一般的に境界層に比べると長寿命で分布が広範囲にわたることになる。このことから積雲対流は、地表起源の大気微量成分の寿命や、分布を決定する上で、非常に重要な役割を果たしていると言える。以上から本研究では、積雲対流による物質輸送を研究対象とする。

2. 使用モデルと実験設定

1992年12月19~27日の期間の TOGA COARE Intensive Flux Array (IFA) 領域における対流システムのシミュレーションを行った。この研究において、雲解像モデルとしてOklahoma大学のCenter for Analysis and Prediction of Storms (CAPS)で開発されたAdvanced Regional Prediction System (ARPS)を使用した。モデルの初期データは、IFA領域で平均された12月19日00UTCのサウンディングデータを利用した。0.5 K以下のランダムな温度擾乱を最初のタイムステップだけに1 km以下の高度に与えている。解像度は鉛直方向に、最下層で50 m、最上層350 m、平均200 mとなっている。水平方向には、1000 mの解像度、500 kmの領域を与えている。東西方向の境界は、周期境界条件とした。IFA領域は、赤道に近く(中心位置は、約 2°N 、 155°E)、コリオリパラメータは、無視した。海面からの潜熱、顕熱フラックスは、観測された時間的に変化する海面温度を用いて計算している。放射過程においては、短波放射、長波放射ともに陽に計算している。モデル結果を観測に近づけるために、大規模場の運動による温位、水蒸気、水平方向の運動量の変化を、大規模場の強制力(L.S.F)として各予報式に与えた。ただし水平運動量に関しては、大規模強制力は観測値から計算できないので、ナッジングで代用した。また温位に関しては、大規模強制力に更にナッジングを加えた。これは、積分期間中に1日あたり約0.5-1 Kほど対流圏全体にわたって、モデル領域が冷えるのを防ぐためである。

図1は、シミュレーションの期間中に、モデルによって算出された地表での降水率である。また比較のために、IFAにおける水蒸気収支から計算された降水率(Lin and Johnson 1996から引用)も一緒に載せた。図からわかる通り良い一致を見せている。モデルグリッドを、対流性降水、層状性降水、降水なし、という3タイプにTao et al. (2000)と全く同じ

方法を用いて分類した。シミュレーション期間(12月19日~27日)で平均した降水量において、上記の方法を用いて計算された層状性降雨の割合は、50%であった。この値は、SSM/I、レーダから計算された値(それぞれ37、40%)や、GCE modelによって計算された値(50%)によくあっている(これらは全てTao et al. 2000による)。

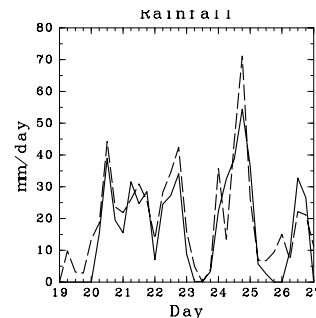


Fig. 1: 1992年12月19日から27日にかけての TOGA COARE IFA 領域における降水率。実線は、モデルによって算出された降水率。破線は、IFAにおける水蒸気収支から計算された降水率(Lin and Johnson 1996)。

3. 結果

仮想的なオイラートレーサを積雲対流による境界層からの輸送過程を調べるために使用した。これらは、地表にソースを持つラドン(Rn)や、ヨウ化メチル(CH_3I)などを代表したものと考えることができる。図2は、 T_2 のデトレイメント量の積分期間の19~27日までの時間鉛直断面図である。これから積雲対流によって境界層から各高度へ、どの程度輸送されてデトレイメントしているかが分かる。図において、デトレイメントの極大が、150hPa、400hPa、600hPaに存在していることが分かる。150hPaの極大が一番明瞭である一方で、400hPaはほかの二つに比べてあまりはっきりとはしていないし、高度も比較的大きく変化している。

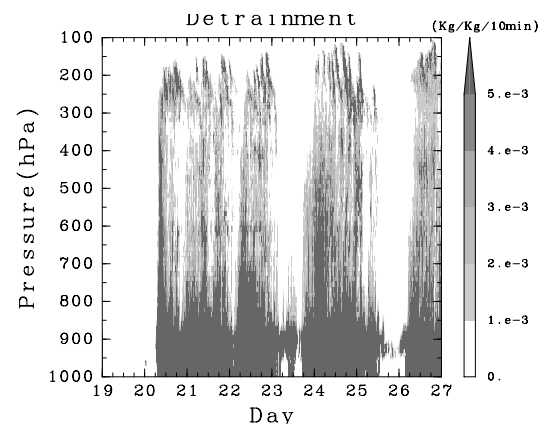


Fig. 2: 領域平均したトレーサ T_2 のデトレイメント量の鉛直分布の時間変化。期間は、12月19日~27日。デトレイメント量は、10分間のトータル量。 $1.0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10\text{min}^{-1}$ 毎に色を塗り分けている。