

亜熱帯海洋性層積雲スキームの精緻化の試み

井上 豊志郎 (気象研)・川合 秀明 (気象庁気候情報)

1. はじめに

亜熱帯大陸西岸沖に発生する海洋性層積雲は広域に出現し、雲放射強制力が大きい、大気大循環や気候に与える影響が大きい。気候モデルによる温暖化実験での気候感度低下層雲の雲量が影響していることも指摘されている。しかしながら、現在の多くの気候モデルでは、国際衛星雲気候計画 (ISCCP) の下層雲の解析結果と比較すると、下層雲の雲量を十分に表現できていないといえる。

これまで開発されてきた層積雲スキーム (川合 2004, Kawai 2004, Kawai and Inoue 2006) ではカリフォルニア沖、ペルー沖、ナミビア沖、モリタニア沖など、大陸西岸沖に出現する海洋性層積雲の空間分布をよく表現できている。また、これらの地域での、日変化や季節変化もほぼ表現できているといえる。しかし、この層積雲スキームでは層積雲の雲頂を 940hPa 以下に限定している。現実大気では、カリフォルニア沖からハワイ沖にかけて層積雲 (35N-25N) から貿易風帯の浅い積雲 (25N-15N) へと雲頂高度が次第に高くなっており、この状況を表現できることが望ましいと考える。ここではこれまでの層積雲スキームに改良を加え、雲頂高度の上昇が再現できるかどうか試みた。

2. 層積雲スキームの改良

これまでの層積雲スキームは (1) 直上に強い逆転層があること、(2) その地点の地表面付近は安定でないこと、(3) 雲頂は 940hPa 以下であることの 3つの条件が満たされるところで、安定度に比例して雲を生成してきた。これまで、モデルの鉛直層が 40 層と粗かったため、モデル層の相対湿度が乾いていても雲を生成する必要があった。しかし今回は、モデルの鉛直層を 60 層に上げたため、モデルの層が薄くなり、現実の雲の厚さに近くなったので、相対湿度の情報も考慮すべきと考えた。そこで今回は上述の 3 条件のほか、相対湿度が 75% 以上の場合にのみ強制的に雲を生成するという条件を付加した。

さらに、鉛直拡散係数の鉛直平滑化を行う条件を変更した。この平滑化は浅い積雲対流・混合層のノンローカル拡散・雲頂エントレインメントなどの効果を擬似的に表現し、下層雲をできにくく

する効果を持っている。これまでは、層積雲を生成させる条件にあてはまらない場合にこの平滑化を行っていた。しかし、この平滑化は、それにあてはまらない場合でも、逆転層が強い場合には過剰なエントレインメントを引き起こすことがある。そのため、逆転層が強い場合には、境界層が従来より厚くないと平滑化が起こらないよう、平滑化を行う条件をより厳しくした。

3. 実験結果

TL159L60 (セミラグランジュ法、2 タイムレベルスキーム、タイムステップ 2400 秒) を用いた、1990 年 7 月の 1 ヶ月予報の 1 ヶ月平均値による実験結果を示す。初期値としては ERA40 の 1999 年 6 月 30 日 12UTC の解析値を用いている。図には示さないが、新スキームでも全体的に大陸西岸沖の下層雲の雲量を良く表現していることが分かった。

図 1 に EUROCS (EUROpean Cloud System study) モデル比較に合わせた、カリフォルニア西岸 (35N, 235E) からハワイ沖 (15N, 187.5E) を結ぶ雲の鉛直断面図を示す (左: 従来のスキーム、右: 新スキーム)。新スキームでは大陸西岸近くでは雲頂が低く、沖合いに離れるにしたがって 25N まで雲頂が高くなっている状況が見られる。

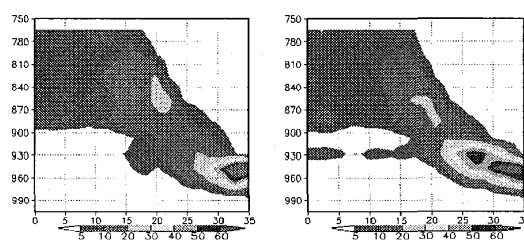


図1 カリフォルニア西岸からハワイ沖にかけての雲の鉛直断面図 (左: 従来のスキーム、右: 新スキーム)

4. まとめ

今回は鉛直 60 層のモデルに相対湿度の条件を付加した層積雲スキームを適応した。その結果、これまでのスキームに比べてカリフォルニア沖から南西に向かった層積雲領域の高度上昇が表現できるようになった。