

局地気候モデルを用いたやませ時の雲形成-放射相互作用に関する研究

*長澤亮二、岩崎俊樹、浅野正二（東北大・院・理）

1.はじめに

局地気候モデルによってやませの再現実験を行っている。やませでは、雲形成-放射-乱流が複雑な相互作用を示す。そこで、各種光学パラメータのインパクト実験を行ない、雲形成における大気放射の役割を明らかにする。

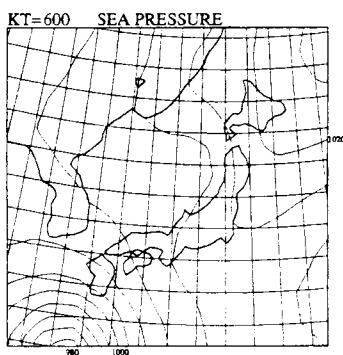
用いた数値モデルは、気象研究所/数値予報課非静力学モデル(MRI-NPD/NHM)である。短波放射については雲粒の有効半径に基づいて光学パラメータを決められるように現在の気象庁全球モデルの放射スキームに切り替え、放射強制力や短波・長波加熱率のモニターを付加した。この数値モデルを全球解析に多重ネストし（水平解像度：40 km、10 km、2 km、500m、100m）長期積分するシステムを築いた。

2.長期積分

全球解析(GANL、水平 $1.875^\circ \times 1.875^\circ$ 、鉛直16層、12時間間隔)を初期値・境界値として水平解像度40 km、格子数 $55 \times 55 \times 38$ のNHMで日本域の長期積分を行なった。積分期間は冷夏であった1993年の7月15日00Zから8月15日12Zまでである。

計算結果は良好で、長期積分後半でもGANLの気圧場をよく再現した(図1)。降水の強度と分布は局所的に不一致があるが、梅雨前線に伴う豪雨はよく再現されていた。大気上端でのアルビード、上向き長波放射フラックス等は衛星データとある程度一致する。以上の結果から、NHMを局地気候モデルとして利用できることが示された。

(a)



(b)

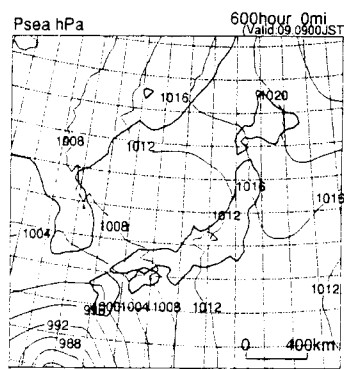


図1 (a)全球解析(b)NHM40(600時間)の気圧場 4hPa 間隔

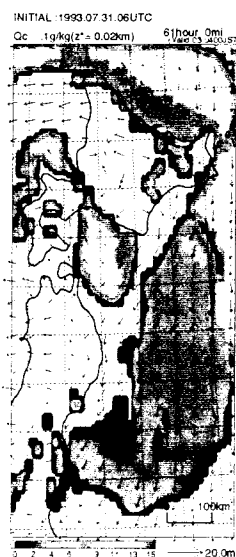
3.やませの下層雲と移流霧のシミュレーション

長期積分の計算結果を初期値・境界値とし、水平解像度10 km、格子数 $140 \times 140 \times 38$ のNHMで東北～北海道を中心にやませの下層雲と移流霧の再現実験を行なった。両者を比較することにより、その形成メカニズムを検証した。

やませの下層雲については、その分布、形状、出現期間まで完全に再現することは出来なかったが、北東風と共に北海道東方から三陸沖に延びる下層の帯状雲域として表現出来た(CTR)。この下層雲は、冷たい気塊が相対的に暖かい海面上を吹走する場合に発生し、夜間に発達、日中に衰退する。これは雲の放射冷却と日射吸収による凝結・蒸発、海面からの水分の供給・乱流輸送などの影響によるものと考えられる。暖湿な気塊が冷涼な海面上を吹走する場合に発生する移流霧もモデルによって表現された。この場合、大気下層は安定であり海面からの水分の供給はほとんどない。やませ同様日変化がみられた。

やませの下層雲と移流霧の両方のケースで放射計算を雲無しとしてインパクト実験を実行したところ、夜間に雲の長波冷却が消滅したため、両者とも雲水量を維持できず前者(NCR・図2)は数時間後に、後者は即座に消散した。

(a)



(b)

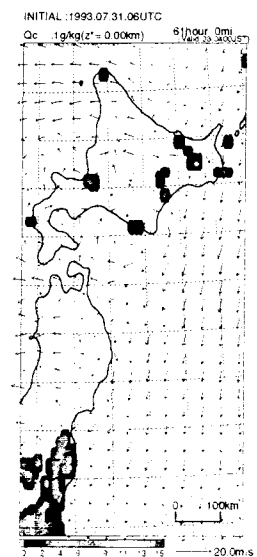


図2 8月3日04JSTの第2層における雲水の水平分布(a)CTR(b)NCR 単位は0.1g/kg

以上からやませの下層雲と移流霧の生成消滅には、雲の放射の効果が重要であることを確認できた。

4. やませの下層雲と移流霧の微細構造

やませの下層雲、特に層積雲と移流霧の微細構造を調べるため、水平解像度 10 km の NHM に解像度 2 km の NHM を、さらに 500m、100m の NHM をネスティングした。

やませの層積雲を取り上げた場合、幅約 1~2 km の線状の雲列として表現された(図 3a)。鉛直構造については、雲水は 130m から 520m にかけて存在しそのピークは 360m であった。また風は雲層の下においては上下方向に波打ち、乱流エネルギーが強い上昇域で雲ができていることが確認され、対流雲としての特徴を示した(図 4a)。ただしセルの水平スケールは観測よりは小さい。今後、鉛直スケールを含めて詳しく検討したい。

移流霧の場合、やませの下層雲と比べて水平一様であった(図 3b)。雲水の層は海面上に薄く存在し、大気下層は成層安定であった(図 4b)。乱流はこの雲水の層とはあまり相関がない。暖かい気塊が冷たい海面で冷やされ、そこで水蒸気が凝結し霧になったという特徴がよく顕われていた。

5. 今後の課題

総観場の違いや中・上層雲の存在により下層雲は雲形成に影響を受ける。今後、下層雲と移流霧を対象に、有効半径・単一散乱アルビード等のパラメータでも感度実験を行ない雲形成に対する影響を調べる。また水平解像度が粗い場合は部分雲の導入も必要であり、その時には雲量も雲水量から決定すべきである。高解像度モデルの場合は雲水量を決める雲物理スキームとの関係が重要になる。また地表面の潜熱フラックスが雲形成に与えるインパクトを調べたい。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、気象庁予報部数値予報課の斉藤和雄予報官には、全球解析データ読み込みプログラムの作成・NHM のパラメータの設定・デバッグ等で多くの御助力を頂きました。ここに厚くお礼申し上げます。

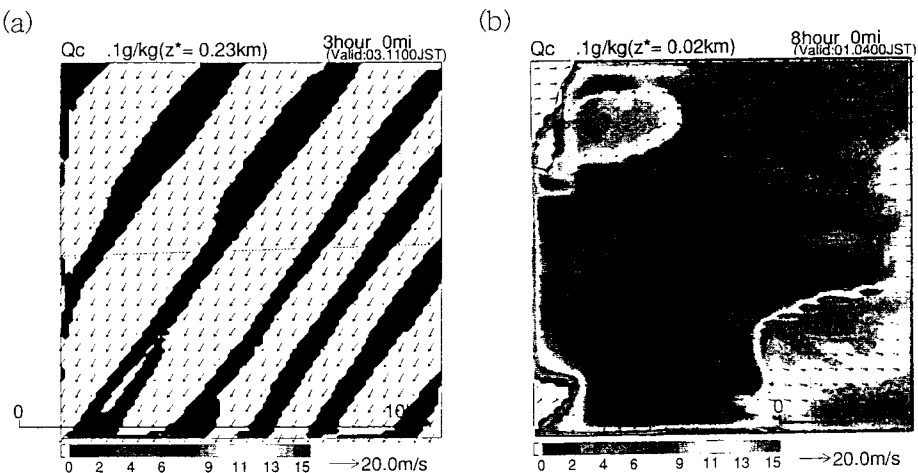


図3 雲水の水平分布(a)やませの層積雲(NHM01)

と(b)移流霧(NHM2) 単位は 0.1g/kg

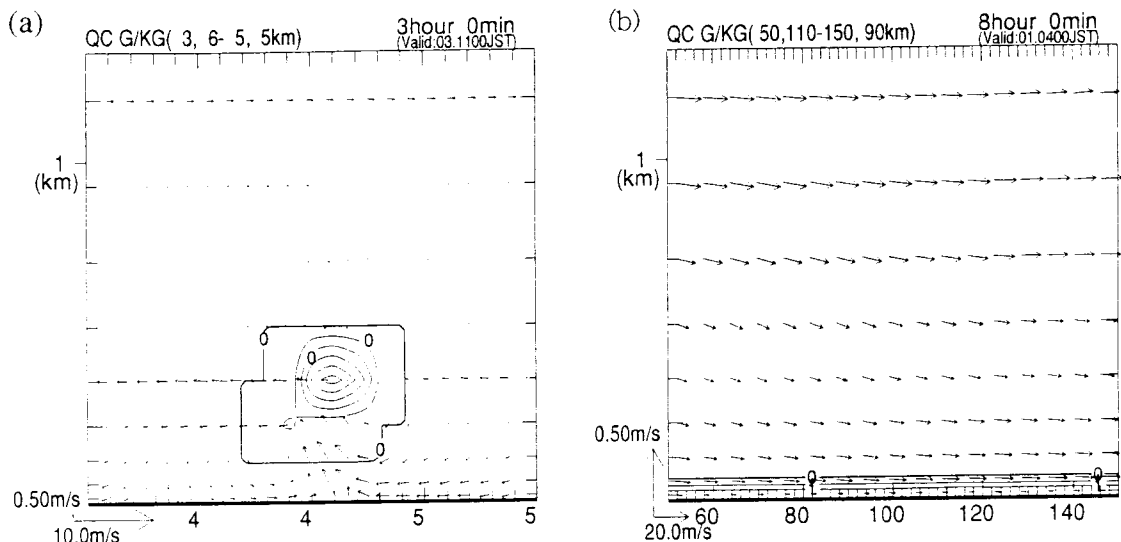


図4 雲水の東西鉛直拡大断面(a)やませの層積雲(NHM01)

と(b) 移流霧(NHM2) 単位は g/kg