

雲解像モデル“CReSS”を用いた冬季メソスケール擾乱の定量的解析

前島 康光 (名古屋大学地球水循環研究センター)

1 はじめに

日本付近でいわゆる“西高東低”の冬型の気圧配置が強まる時、しばしば空間スケールが 50km ~100km(気象学ではメソ β スケールと呼ばれる)の渦状擾乱(以下メソ β スケール擾乱と呼ぶ)が発生し、日本海側に豪雪や突風をもたらす。本課題では、名古屋大学地球水循環研究センターで開発された雲解像数値モデル CReSS ver.3.0(Tsuboki and Sakakibara, 2009)を名古屋大学情報基盤センターの大型並列計算機 FX1・HX600 を用いて実行し、2006年3月2日に発生した冬季日本海上のメソスケール擾乱の再現(図1)、及びその成因を定量的に解析することを目指した。

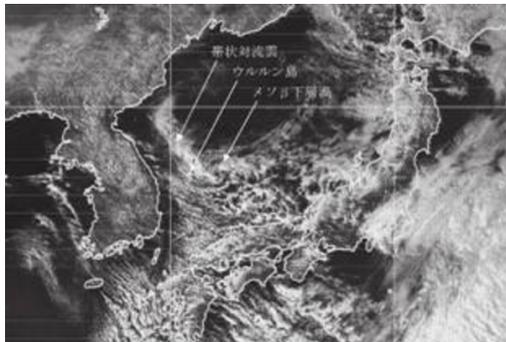


図1: 2006年3月2日06UTCの可視画像。図は日本気象学会“天気”vol.53, No.5によった。

2 数値計算の設定

本課題では朝鮮半島の付け根にある白頭山の西側から日本海のほぼ全域を領域とし、水平1kmで解像して計算を行った。雲物理課程は氷相を含むバルク法、初期値・境界値は気象庁メソモデル、初期時刻は2006年3月2日00UTCとして、24時間積分を行った。地形データはGTOPO30、海面水温データは気象庁mgdsstを用いた。

3 結果

メソスケール擾乱がもっとも発達した2006年3月2日06UTCの再現実験の結果を図2に示す。北西-南東方向に伸びる帯状雲状に直径42kmの渦状擾乱が形成された。再現された擾乱の空間スケールは可視画像から推測される空間スケール(50km)と同程度である。中心位置も可視画像による推定位置に比べ約14kmに収まっており、先行研究に比べて大きく再現性を改善することができた。

擾乱の発達要因を量的に調べるためにエネルギー収支計算による解析を行った。ここでは特に寄与が大きかった水平シア項($-u'v'\partial U/\partial y$)、鉛直シア項($-u'w'\partial U/\partial z$)、さらに浮力の効果($w'buoy'$)に絞って議論する。なお省略した項の大きさはこれら3つに比べてオーダー1つ以上小さい値であった。

2006年3月2日06UTC~07UTCの1時間平均したエネルギー収支の鉛直プロファイルを図3に示す。高度0km~2kmでの積算値で比較すると、水平シア項が約60%、浮力項が約35%、鉛直シア項などその他の項が約5%であった。

さらに、雲物理過程と海面からの潜熱・顕熱を切った実験を行い再現実験の結果と比較を行った。浮力項、鉛直シア項はオーダー1つ以上小さくなるが、もっとも主要な水平シア項の大きさはほとんど変化がない。このケースでは渦状の構造は形成されるものの、気圧偏差は-0.6hPaに押さえられ、3時間程度で渦状の構造が消滅した。

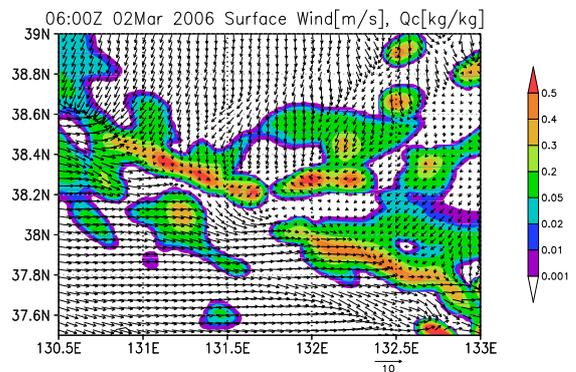


図2: 2006年3月2日06UTCのスナップショット。シェードは高度1500mにおける雲水量 [kg/kg]、ベクトルは地上風速 [m/s] をそれぞれ表す。

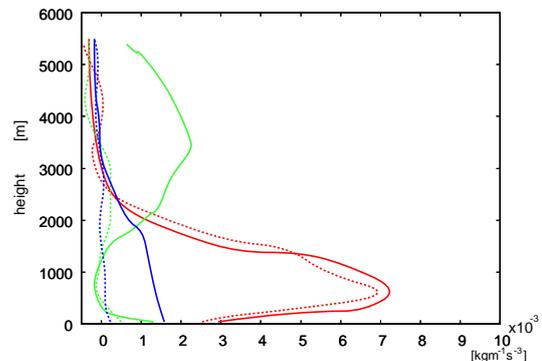


図3: 2006年3月2日06UTC~07UTCの1時間平均したエネルギー収支の鉛直プロファイル。実線は再現実験の結果、破線は乾燥大気による感度実験の結果である。赤線は水平シア項の大きさ、青線は浮力項の大きさ、緑線は鉛直シア項の大きさをそれぞれ表す。

4 まとめ

擾乱のライフステージ全般にわたって重要であるのは水平シアによる順圧不安定であり、発生段階では特に大きく寄与するメカニズムである。しかし、擾乱が強化・維持するためには積雲対流に伴う潜熱開放、それによって生じる浮力の効果が重要な役割を果たしていることがわかった。