

大気大循環モデルの中で発達する擾乱の空間構造について

山根 省三^{1,2}

¹千葉科学大学危機管理学部環境安全システム学科

²海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター

1. 研究目的

大気の運動は、一般に、不規則で不安定であることが知られている。そのため、わずかに異なる初期値から始めた大気シミュレーションの結果が、大きく異なる様相を呈することは珍しくない。この大気の不安定は、対流性不安定や地形性不安定、傾圧性不安定など理論的に良く知られている様々な不安定と密接に関連しているものと考えられる。これらの個々の不安定の特徴や働きについては、理想化され、線形化された状況においてそれぞれ深く理解されている。しかし、数値天気予報の精度に直接的に関係する大気の不安定とこれらの理論的な不安定との間の量的な関係については、必ずしも明快に理解されているわけではない。本研究では、大気の不安定の特徴の理解を深めることを目的として、大気大循環モデルを用いて、わずかに異なる初期値から始めたシミュレーション結果の違いの特徴を定量的に調べることを行った。

2. 数値実験の概要

解像度T159L48(水平解像度 125 km、鉛直 48 層)の大気大循環モデルに成長モード法(Toth and Kalnay 1997)を適用してモデル内で発達する擾乱の特徴を調べた。観測された海面水温と海氷の分布を境界条件として与えて、適当な初期値からモデルを3ヶ月間積分し(2006年1月1日から4月1日まで)、最初の2ヶ月をスピンアップの期間とした。3月1日から成長モード法の適用を開始し、6時間毎に擾乱の大きさを修正しながら、基準解に沿って擾乱を15日間成長させ続けた。ここでは、修正する擾乱の大きさを、擾乱の領域平均エネルギーが $1 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ となるようにした場合(実験A)と、 $16 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ になるようにした場合(実験B)の二つの場合について計算を行った。成長モード法では、擾乱は非線形モデルの中で発展するため、この修正する擾乱の大きさに依存して、発展する擾乱の構造は変化すると予想される。

3. 実験結果

図1に、15日間成長させて得られた擾乱の500 hPa 高度場の空間構造を示す。実験Aの擾乱(上図)と比較

すると、実験Bの擾乱(下図)は、中・高緯度帯に比較的大きな空間構造を持ち、その卓越スケールから判断して、この擾乱の発達は傾圧不安定に支配されていると考えられる。一方、実験Aの擾乱は、実験Bと同様に、中・高緯度帯に大きな振幅を持つが、その空間スケールは小さく、また、熱帯性低気圧に関連する擾乱の発展も見られる(日本の南海上)。擾乱のエネルギーを運動エネルギー、熱エネルギー、水蒸気エネルギーに分けて見た場合、実験Bの擾乱の水蒸気エネルギーが全体のエネルギーの14%であるのに対して、実験Aの擾乱の水蒸気エネルギーは27%に達するという特徴が見られた。実験Aの擾乱の方が、雲の発生を伴うような不安定性と関連が強いことを示唆している。6時間の擾乱の平均拡大率は、実験Aが1.17倍であり、実験Bが1.11倍であり、大きさの小さい擾乱の方が大きな拡大率を示した。

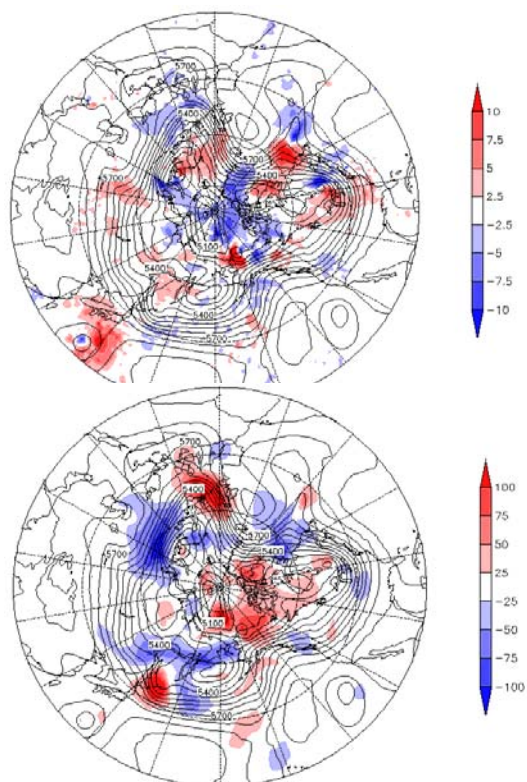


図1 15日間成長させ続けて得られた擾乱の500 hPa 高度場の空間分布(カラー)。6時間毎に擾乱の大きさを $1 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ とした場合(上図)と、 $16 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ にした場合(下図)。等値線はその時刻の基準解の500 hPa 高度場。