

2007 年 3 月に生じた成層圏惑星規模波下方伝播イベントの力学と予測可能性
 Dynamics and Predictability of Downward Propagating Stratospheric Planetary Waves
 Observed in March 2007

○向川 均・野口峻佑・黒田友二・水田亮・小寺邦彦

○Hitoshi MUKOUGAWA, Shunsuke NOGUCHI, Yuhji KURODA, Ryo MIZUTA, Kunihiko KODERA

Dynamics and predictability of a downward propagating event of planetary waves in the lower stratosphere observed in early March 2007 is examined using an AGCM and non-divergent barotropic model. Reforecast experiments using the AGCM reveals that the downward propagation is significantly related to an amplifying quasi-stationary planetary-scale anomaly with barotropic structure in polar region of the upper stratosphere, which well corresponds to the 1st EOF of the spread of predicted upper-stratospheric height field. Moreover, the spread growth rate becomes maximum prior to the occurrence of the downward propagation. Hence, we propose a working hypothesis that the anomaly emerges due to the barotropic instability inherent to the upper stratospheric circulation. In fact, this hypothesis is confirmed by the stability analysis for basic states comprised of upper-stratospheric streamfunction field using a non-divergent barotropic vorticity equation on a sphere.

1. はじめに

昨年の防災研究所研究発表講演会での研究発表 (C30) に引き続き、2007 年 3 月に生じた下部成層圏における惑星規模波の下方伝播イベントの予測可能性と力学を明らかにするため、気象研究所大気大循環モデルを用いたアンサンブル予報実験結果の解析と、球面上の非発散順圧渦度方程式に基づく極渦の力学安定性解析を行った。

2. アンサンブル予報実験結果の解析

まず、アンサンブル予報実験結果の解析から、下方伝播の予測可能期間は 7 日程度であることが示された。

次に、全アンサンブルメンバを用いた回帰分析を行い、惑星規模波の下方伝播は、上部成層圏の極域で鉛直方向に順圧的な構造を持ち、時間的に増幅する惑星規模擾乱を含む回帰場と統計的に有意に関連することが明らかになった。一方、惑星規模波の下方伝播と有意に関連する擾乱は対流圏内には存在しない。このため、惑星規模波の下方伝播は、上部成層圏循環に内在する力学的要因によって生じたことが示唆された。

また、下方伝播と関連する成層圏上層の回帰場は、アンサンブル平均予測場においてほぼ順圧的な構造を持つ惑星規模波と、東西方向にほぼ 1/4 波長ずれた水平構造を持つ。このため、回帰場の

極性に依存して、回帰場とアンサンブル平均予測場とを重畳した合成場における惑星規模波の位相は、鉛直方向に西傾あるいは東傾する結果、惑星規模波は上方あるいは下方に伝播する。

さらに、成層圏上層の回帰場は、成層圏上層における高度場スプレッドの第 1 主成分と大変よく似た水平構造を持つことも確かめられた。しかも、スプレッドの成長率は、惑星規模波の下方伝播が生じる直前に、極大となる。従って、回帰場に相当する擾乱は、上部成層圏循環に内在する順圧不安定によって生じたことが強く示唆される。

3. 非発散順圧渦度方程式に基づく安定性解析

次に、上部成層圏循環の力学的安定性を実際に吟味するために、球面上の非発散順圧渦度方程式において、基本場をアンサンブル平均予測における東西非一様な上部成層圏流線関数場で与え、その線形安定性解析を実施した。

その結果得られた最大成長率を持つ不安定モードは、回帰場とよく似た水平構造を持ち、しかも、定在的に発達する。また、その成長率に対応する e-folding time は 1.3 日と極めて大きい。従って、2007 年 3 月に生じた惑星規模波の下方伝播は、対流圏から上方伝播する大振幅の惑星規模波によって成層圏極渦が力学的に不安定になった結果生じたと考えられる。