

冬季成層圏極渦に内在する予測障壁

On the Existence of Predictability Barrier in the Wintertime Stratospheric Polar Vortex

○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

We compare the predictability and dynamical stability between two stratospheric sudden warming (SSW) events occurring in 2009 and 2010. It is found that predictability barrier characterized by unstable modes with extremely large growth rate exists within the upper-stratospheric circulation just before the mature phase of the SSW in 2009 having a short predictable period while such energetic unstable modes does not exist for the SSW in 2010 of relatively long predictable period. Hence, it is suggested that such predictability barrier inherent to the upper-stratospheric circulation plays an important role in limiting the predictability of SSW events.

1. はじめに

これまでの気象庁現業 1 か月アンサンブル予報結果やアンサンブル予報実験結果を用いた解析から、成層圏突然昇温 (SSW) の予測可能期間は 5 日から 19 日と、イベントに依存して大きく変動することが明らかになった (Ichimaru et al. 2016)。この予測可能期間の長短に、対流圏から上方伝播する惑星規模波の予測可能性が大きく寄与することは間違いない。一方、Mukougawa et al. (2017) は、成層圏で惑星規模波の下方伝播が生じる直前に東西非一様な上部成層圏循環が極度に力学的に不安定となることを見出した。このため、SSW の予測可能性にも、成層圏循環の力学的安定性が重要な役割を果たしている可能性が考えられる。

このため、本研究では、まずアンサンブル予報実験により、2009 年 1 月に生じた極渦分裂型 SSW と、2010 年 1 月に生じた極渦変位型 SSW の予測可能性を明らかにした後、成層圏循環の力学的安定性と SSW の予測可能性との関係について吟味する。

2. アンサンブル予報実験

Noguchi et al. (2016) と同様に、水平解像度 TL159, 鉛直総数 60 層 (モデル上端は 0.1hPa) の気象研究所 AGCM を用いて、メンバー数 25 のアンサンブル予報実験を毎日実施した。その結果、2009 年 SSW の予測可能期間は一週間程度と短く、しかも、SSW に伴い成層圏極域で東風が出現する直前の 1 月 20 日から 23 日の期間で、アンサンブルメンバー間のスプレッドが急に大きくなることが示された。一方、2010 年 SSW の予報期間は 2 週間程度と比較的長く、東風が出現する 1 月 23 日頃の

スプレッドも比較的小さい。このため、2009 年の SSW に比べ 2010 年の SSW は、比較的予測しやすいことが明らかになった。

3. 非発散順圧方程式を用いた安定性解析

Mukougawa et al. (2017) と同様に、各気圧面でのアンサンブル平均予報場を基本場として非発散順圧方程式に基づく力学安定性解析を実施した (図 1)。その結果、2009 年の場合、1 月 20 日付近の 5hPa から 2hPa の上部成層圏領域で、1.0/day 以上という極めて大きな成長率を持つ不安定モードが出現することが明らかになった。一方、2010 年の SSW の場合には、SSW 極大期の直前に、このように大きな成長率を持つ不安定モードは出現しない。このことは、上部成層圏循環の力学不安定性が SSW の予測可能性に大きな役割を果たしていることを示唆している。

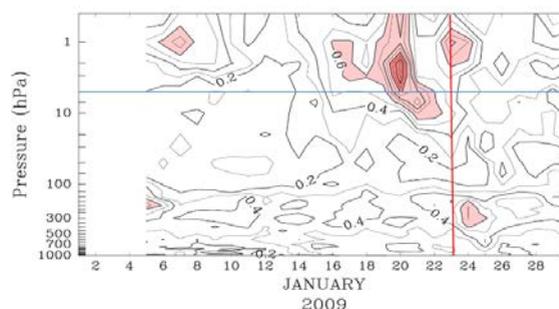


Fig. 1 2009 年 1 月において、各気圧面での流線関数アンサンブル平均 4 日予報を基本場とした場合の安定性解析結果。最大成長率を持つモードの成長率 (1/day) を示す。縦軸は気圧、横軸は予報日。成長率が 0.6/day (1.0/day) 以上の領域を淡く (濃く) 色塗りした。赤色の縦線は 1 月 23 日、青色の水平線は 5hPa を示す。