

成層圏－対流圏力学結合における惑星規模波の反射の役割

Roles of the Reflection of Planetary Waves in the Stratosphere-Troposphere Dynamical Coupling

○向川均・小寺邦彦・黒田友二・野口峻佑

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

It has been widely recognized that there is a strong mutual linkage between stratospheric variability and anomalous weather patterns in the troposphere. However, the consensus on the downward influence of the stratospheric anomalies on the surface climate has not been fully established. Although the annular mode (AM) might be a promising dynamical paradigm for such downward influence, observational studies reveal that large negative northern annular mode (NAM) events in the stratosphere associated with SSW events are not always followed by negative tropospheric NAM anomalies. In this talk, we propose an alternative candidate for the downward influence mechanism of the stratospheric circulation through the reflection of planetary waves in the stratosphere.

1. はじめに

これまでの研究によって、冬季の成層圏循環変動と異常気象にも関連する対流圏循環偏差とは互いに影響を及ぼしあっている可能性が指摘されている。この中で、対流圏循環偏差が成層圏循環に大きな影響を及ぼしていることはこれまでの多くの研究で明らかにされている。例えば、異常気象を引き起こす対流圏ブロッキングは、対流圏から成層圏への惑星規模波の上方伝播を促進し、ブロッキング発生の直後に、しばしば成層圏突然昇温 (Stratospheric Sudden Warming; SSW) を引き起こすことが知られている。

逆に、SSW などに伴う成層圏循環偏差が対流圏に及ぼす下方影響についての理解は、それに比べ全く不十分である。例えば、成層圏における環状モード (Annular Mode; AM) に伴う循環偏差は、次第に下方伝播し、対流圏でも同様の偏差が形成される傾向にあることは指摘されてはいる。しかしながら、顕著な負の AM 偏差を伴う SSW が発生すれば、その後に、対流圏でも必ず負の AM 偏差が生じるわけではない。ここでは、通常上方伝播する惑星規模波が、成層圏で反射し、対流圏へと下方伝播する場合に、AM 偏差とは異なる特徴を持つ循環偏差場が対流圏で誘起されることを、再解析データを用いた事例解析により明らかにする。

2. 1998/99 年冬季の循環偏差の特徴

Fig. 1 は、Baldwin and Dunkerton (2001) が示

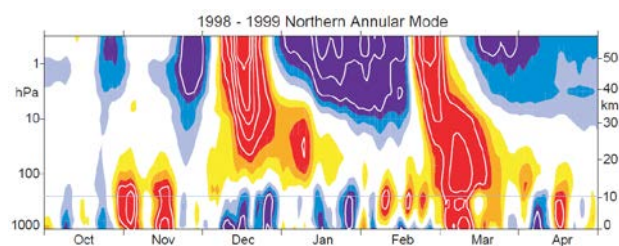


Fig. 1 Time evolution of NAM index during 1998/99 winter. Negative (Positive) values are colored by warm (cool) color. The first (second) SSW occurred on Dec. 17, 1998 (Feb. 27, 1999). Adopted from Fig.1 of Baldwin and Dunkerton (2001).

した、1998/99 年冬季における NAM (Northern Annular Mode) 指数の時間高度分布である。この図から、顕著な負の NAM イベントに対応する SSW が、この冬季の間に二度 (12 月中旬と 2 月下旬) に発生していることがわかる。また、二回目のイベントの後、成層圏の負の NAM 偏差は次第に対流圏へ下方伝播し、対流圏で顕著な負の NAM イベントを誘起しているように見える。しかし、一回目のイベントの後には、負の NAM 偏差の下方伝播は成層圏内にとどまり、対流圏では逆に正の NAM イベントが発生している。

実際、1 回目のイベントの後の対流圏には、NAM 偏差ではなく、北太平洋付近に顕著なブロッキング高気圧が発生していた。一方、2 回目のイベントの後には、典型的な負の NAM 偏差が中高緯度域

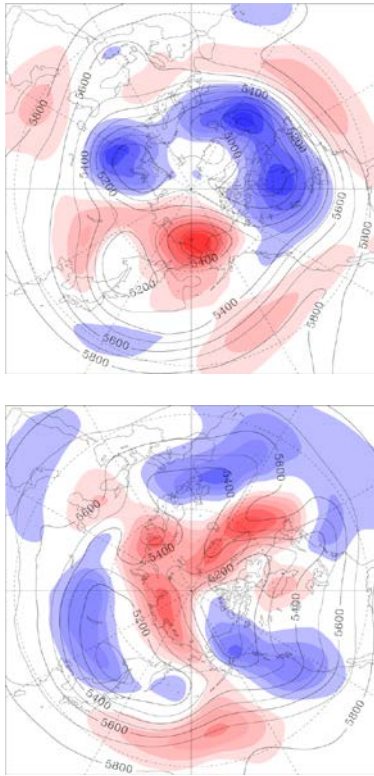


Fig. 2 Horizontal distribution of 500-hPa height field (contour, m) and its anomaly from the climatology (color shade, m). Positive (negative) anomalies are colored by warm (cool) colors. (Top) Dec. 25, 1998, (Bottom) Mar. 8, 1999.

に広がっている (Fig. 2)。このように、両イベント後に出現した対流圏循環偏差は全く異なっている。

さらに、両イベントでは、SSW 直後の成層圏における惑星規模波の伝播特性も大きく異なっている (Fig. 3)。一回目のイベントでは、高緯度域で惑星規模波は下方に伝播している。また、この下方伝播は、成層圏での惑星規模波の反射と関連していることが確かめられた。一方、二回目のイベントでは、惑星規模波は依然として上方伝播し、成層圏極域に存在する東風領域で吸収されている。

このように、SSW 直後の対流圏循環偏差の特徴は、SSW を引き起こした惑星規模波が成層圏で吸収されるか、成層圏で反射され対流圏へと下方伝播するかによって、大きく異なることが示唆された。

参考文献

Baldwin, M. P. and Dunkerton, T. J. (2001): Stratospheric harbingers of anomalous weather regime. *Science*, 294, 581-584.

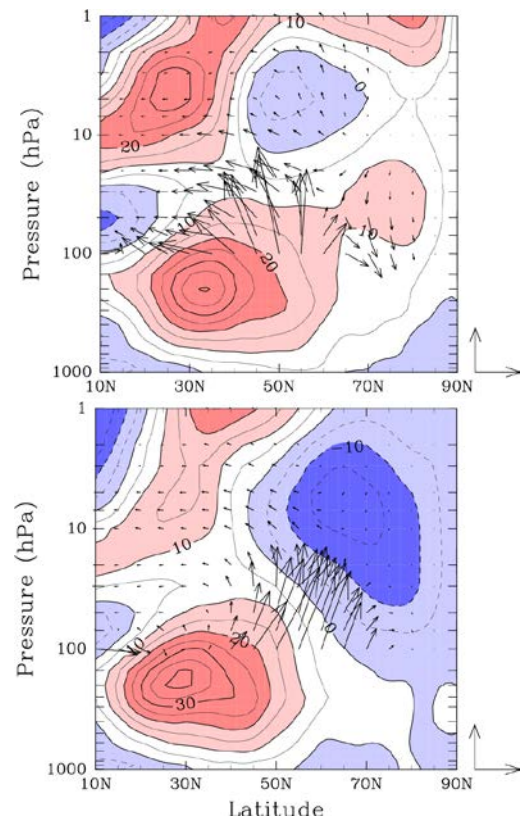


Fig. 3 Meridional cross section of zonal-mean zonal wind (contour, m/s) and E-P flux (arrows, Kg/s^2). The arrow in the right indicates a vector of $(8.0 \times 10^7, 4.3 \times 10^5)$. (Upper) Dec. 21, 1998, (lower) Mar. 4, 1999.