

熱帯季節内振動に対する冬季中高緯度大気の応答特性
Influence of the Tropical Intraseasonal Oscillation
on the Extratropical Circulation
in the Boreal Winter

○山田賢・向川均

○Ken YAMADA, Hitoshi MUKOUGAWA

The influence of Madden-Julian Oscillation (MJO) on the extratropical circulation in the boreal winter (DJF) is statistically investigated using OLR data and JRA-55 reanalysis data during 35 years. We especially focus on response characteristics of atmospheric fields to the amplitude and polarity of MJO in each phase. It is found that the velocity potential field where its composited anomaly for the phase of MJO has statistical significance responds not only linearly to the amplitude but also symmetrically to the polarity. On the other hand, the stream function field has not such linear characteristics to the amplitude and polarity of MJO even though the composite anomaly has statistical significance. We also discuss relationship between the response characteristic of atmospheric anomaly fields to MJO and their formation mechanism based on the vorticity equation.

1. はじめに

熱帯大気における主要な変動成分である、熱帯季節内振動はマッデン-ジュリアン振動 (Madden-Julian Oscillation: MJO) とも呼ばれている (Madden and Julian, 1971; 1972)。これまでの研究により、MJO は中高緯度大気にも影響を及ぼし、異常気象を引き起こす一つの要因であることが指摘されている (例えば Matthews et al., 2004; 遠藤・原田, 2008)。しかしながら、中高緯度大気循環場が、MJO の振幅や位相極性に対してどのような応答特性を持つのかなど、その影響の詳細は明らかではない。そこで本研究では、MJO の振幅と極性に対する、北半球冬季の中高緯度大気循環場の詳細な応答特性を明らかにするため、長期再解析データを用いて統計解析を行った。

2. 使用データ・解析手法

本研究では、1979-2013 年までの 35 年間の 12 月から 1 月の NOAA OLR データ、および JRA-55 再解析データを用いて解析を行った。

まず、季節内変動成分を取り出すため、30-90 日 band-pass filter を施した熱帯域の OLR 偏差について主成分分析を行い、その結果得られる第一主成分と第二主成分から MJO を定義した。MJO は、赤道域をゆっくりと東進する対流活発域として特徴付けられる。また、それぞれの主成分に対

応するスコアから MJO の振幅と位相を決定した。そして、位相毎に、速度ポテンシャル偏差や流線関数偏差の季節内変動成分が、MJO の振幅に対し線形的に応答しているか否か、MJO の位相極性に対し対称的に応答しているか否か、などに着目して応答特性を 4 つに分類し、地域毎の応答特性を記述した。また、流線関数偏差場の応答特性と、その形成過程との関連性を検討するため、渦度収支解析 (Cai and Van Den Dool, 1994; Feldstein, 2002; Mori and Watanabe, 2008) を行った。

3. 結果

MJO の各位相における速度ポテンシャル偏差場は、高緯度域にまで広がる東西波数 1 の傾圧構造で特徴付けられる。また、偏差の大きい領域のほぼ全てで、速度ポテンシャル場は MJO の振幅に対し線形的に応答する。すなわち、MJO の振幅とともに偏差は大きくなる。さらに、MJO の位相が反転すると、偏差場の空間構造はほぼ不変で、その極性のみが反転することが示された。また、このように線形応答する領域は、各位相で合成した偏差の大きさが統計的に有意な領域とほぼ一致することも明らかになった。

一方、空間スケールがより小さく、低緯度域では傾圧構造、中高緯度域では順圧構造で特徴付けられる流線関数偏差場は、合成偏差の大きさが統

計的に有意な領域でも、MJO の振幅に対して、必ずしも線形的に応答しない。また、偏差の大きさが線形的に応答し、かつ MJO の位相の反転に対しても対称的な応答を示す領域は、MJO に伴う対流偏差付近に形成される Matsuno-Gill パターンに相当する偏差が存在するインド洋や海洋大陸など、ごく一部の低緯度域に限られる。一方、北太平洋域から北米領域にかけて連なる波列状の偏差パターンなどが存在する中高緯度域では、各位相で線形的に応答する領域は限定的であり、しかも、位相反転に対し、対称応答を示す領域はほとんど存在しないことが明らかになった。

4. 考察・結論

渦度収支解析を実施した結果、流線関数偏差が線形・対称応答を示した北インド洋亜熱帯域などでは、偏差場の形成に季節内変動成分に伴う線形力学過程が主要な役割を果たしていることが明らかになった。一方、線形応答を示さない北太平洋北部など中高緯度域における偏差場の形成には、季節内変動成分と総観規模擾乱との相互作用などを含む非線形力学過程の寄与が支配的であった。このように、偏差場の応答特性は、その形成過程を通じて理解可能であることが示唆される。

参考文献リスト

- 遠藤洋和・原田やよい (2008) : マッデン・ジュリアン振動と冬期の日本の天候および循環場との関係、*天気*, **55**, 159-171
- Cai, M. and H. M. Van Den Dool (1994): Dynamical decomposition of low-frequency tendencies. *Journal of the atmospheric sciences*, **51**, 2086-2100
- Feldstein, S. B. (2002): Fundamental mechanisms of the growth and decay of the pna teleconnection pattern. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **128**, 775-796
- Madden, R. A. and P. R. Julian (1971): Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical pacific. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **28**, 702-708
- Madden, R. A. and P. R. Julian (1972): Description of global-scale circulation cells in the tropics with a 40-50 day period. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **29**, 1109-1123
- Matthews, A. J., B. J. Hoskins, and M. Masutani, (2004): The global response to tropical heating in the madden-julian oscillation during the northern winter. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **130**, 1991-2011.
- Mori, M. and M. Watanabe (2008): The growth and triggering mechanisms of the pna: A mjo-pna coherence. *Journal of the Meteorological Society Japan*, **86**, 213-236