

北極域の海氷域変動が成層圏-対流圏結合に及ぼす影響とそのメカニズム

星一平¹、浮田甚郎¹、本田明治¹、岩本勉之¹²、中村哲²³、山崎孝治²³

¹新潟大学

²国立極地研究所

³北海道大学

Influences of the Arctic sea-ice reduction on stratosphere-troposphere coupling

Kazuhira Hoshi¹, Jinro Ukita¹, Meiji Honda¹, Katsushi Iwamoto¹², Tetsu Nakamura²³, and Koji Yamazaki²³

¹Niigata University

²National Institute of Polar Research

³Hokkaido University

Reduction in the Arctic sea-ice cover influences atmospheric circulation, specifically leading to more frequent occurrence of the negative phase of the Arctic Oscillation (AO) and North Atlantic Oscillation (NAO) in winter. A recent study showed that the key processes for this Arctic-midlatitude climate link were upward propagation of planetary-scale waves, weakening of the stratospheric polar vortex, and downward propagation of the signal to the surface (Nakamura et al., 2015). We investigated details of this mechanism based on numerical experiments. Our results showed that weakening of the stratospheric polar vortex occurred in conjunction with the intensification of upward propagation of the planetary waves into the stratosphere and that the negative AO/NAO-like geopotential height pattern in the troposphere emerged in association with the downward-propagation of that signal. We also found that the key region of amplified upward wave activity was the eastern Siberia. It was the region located east of a climatological trough at the lower stratosphere with southerly winds so that an increase in the wave activity linked to increasing poleward eddy heat flux.

近年の北極域海氷域面積は減少傾向にあり、冬季における半球スケールの大気循環場に影響を与えている。中でも、海氷域の減少に伴い発生する負の北極振動(Arctic Oscillation, AO)や北大西洋振動(North Atlantic Oscillation, NAO)に関しては、その形成プロセスの一つとして惑星波の上方伝播の増加と成層圏の極渦の弱化、さらにそのシグナルの下方伝播が示唆されている (Nakamura et al., 2015 など)。しかし、成層圏極渦の変調をもたらす惑星波上方伝播の増加が、海氷域の減少に伴いどのようなメカニズムで起きているのか、その詳細は明らかになっていない。そこで本研究では、成層圏全層を含んだ大気大循環モデルを用い、北半球海氷域に変化を与えた感度実験の結果から、惑星波上方伝播の増加メカニズムについて詳細を調べた。

まず、海氷域の減少に伴い 2 月の高度偏差場において、対流圏全層で負の AO/NAO パターンが卓越していた。また、成層圏下層 100hPa 面の 40° 以北で領域平均した Eliassen-Palm Flux の鉛直成分に対応する v^*T^* (南北風 v と気温 T の東西平均からのずれの積) を見積ると 12 月下旬以降に顕著な増加がみられた。それに対応して成層圏上層で東風偏差が発生し、そのシグナルの下方伝播が負の AO/NAO 形成に寄与していた。さらに、100hPa 面では東シベリア上において v^*T^* の正偏差が顕著であり、東風偏差の発生・強化に大きく寄与していたことが分かった。

次に、Nishii et al. (2009) による手法を用いて線形的に v^*T^* を成分分解し、東シベリアでの増加メカニズムを調べた。成層圏下層 100hPa 面の東シベリア付近は気候平均場として極東トラフに対応した南風域となっている。この気候平均場の南風領域において、海氷の減少に伴う応答として高温偏差となることで、 v^*T^* に正偏差が形成されていたことが分かった。現在、海氷域変動をもたらすこの高温偏差の形成要因について解析を進めている。

References

- Nakamura, T., K. Yamazaki, K. Iwamoto, M. Honda, Y. Miyoshi, Y. Ogawa, and J. Ukita, 2015, A negative phase shift of the winter AO/NAO due to the recent Arctic sea-ice reduction in late autumn, *J. Geophys. Res.*, 120, 3209-3227
- Nishii, K., H. Nakamura, and T. Miyasaka, 2009, Modulations in the planetary wave field induced by upward-propagating Rossby wave packets prior to stratospheric sudden warming events: A case study, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 135, 39-52.