

メキシコ湾流の流路変化がもたらす北極海の海水減少とユーラシア大陸の異常寒波

佐藤 和敏^{1,2}、猪上 淳^{1,2,3}、渡部 雅浩⁴

¹ 総合研究大学院大学

² 海洋研究開発機構

³ 国立極地研究所

⁴ 東京大学大気海洋研究所

Influence of the Gulf Stream on the Barents Sea ice retreat and Eurasian coldness during early winter

Kazutoshi Sato^{1,2}, Jun Inoue^{1,2,3} and Masahiro Inoue⁴

¹*The Graduate University for Advanced Studies*

²*Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology*

³*National Institute of Polar Research*

⁴*Atmosphere and Ocean Research Institute*

Abnormal sea-ice retreat over the Barents Sea during early winter has been considered a leading driver of recent midlatitude severe winters over Eurasia. However, causal relationships between such retreat and the atmospheric circulation anomalies remains uncertain. Using a reanalysis dataset, we found that poleward shift of a sea surface temperature front over the Gulf Stream likely induces warm southerly advection and consequent sea-ice decline over the Barents Sea sector, and a cold anomaly over Eurasia via planetary waves triggered over the Gulf Stream region. The above mechanism is supported by the steady atmospheric response to the diabatic heating anomalies over the Gulf Stream region obtained with a linear baroclinic model. The remote atmospheric response from the Gulf Stream would be amplified over the Barents Sea region via interacting with sea-ice anomaly, promoting the warm Arctic and cold Eurasian pattern.

1: はじめに

バレンツ海は北極気候変動のホットスポットとして注目され、海水減少が近年著しい海域のひとつである。近年北半球冬季に頻発する極端現象（厳冬や豪雪等）は、バレンツ海の海水面積の縮小を原因とする説がある一方、中緯度からの影響や北極域との相互作用などより広域の解釈も試みられるようになってきている。前回のシンポジウム（佐藤ほか 2013）では、冬季メキシコ湾流の水温前線の北上が、バレンツ海の海水減少及びユーラシア大陸の寒波形成に影響を与えている可能性を示した。本研究では、その続報として、線形傾圧モデル（LBM）の水平分解能を向上させ、さらに現実的な熱源偏差を与えて観測値と詳細比較を行った結果を紹介する。

2: データと解析方法

バレンツ海での気温経年変化を調べるため、バレンツ海西端に位置するベアーアイランドの12月の地表面観測データを用いた。また、広範囲の海水や大気の変化の解析には、NCEPの大気海洋結合再解析データ（CFSR）を使用した。解析には、上記の観測データからバレンツ海上が暖冬と寒冬となる各8年を抽出しコンポジット解析を行った。

水温分布変化に伴う大気応答を調べるため、線形傾圧モデル（LBM; Watanabe and Kimoto 2000）を用いた。モデル分解能はT42L11で、基本場は12月の気候値（1979～2010年）を与えた。熱源偏差は暖冬年、寒冬年で得られたみかけの熱源（Q1）の鉛直プロファイルの偏差場を与えた。

3: 暖冬年と寒冬年の大気循環の差

コンポジット解析の結果、暖冬年はシベリア大陸に高圧偏差、グリーンランドに低圧偏差が形成され、バレンツ海では暖気移流に伴う顕著な気温上昇が見られた（図 a）。降水偏差分布についても、グリーンランドで多降水、大陸で低降水偏差が見られ、バレンツ海付近では低気圧の経路が北寄りに変化している事が示唆された。

しかし、降水量偏差はさらに上流のメキシコ湾流でも顕著に見られ、低気圧は中緯度から経路変化が生じた。暖冬年は、メキシコ湾流の北上が見られ、水温傾度の強化により低気圧経路が北上し、北大西洋領域で高圧偏差を引き起こしていた。この高圧偏差の西縁では、アメリカ大陸東岸からの寒気移流を抑制し、メキシコ湾流南側の広範囲で海面からの潜熱放出が抑制されていた。そのため、凝結に伴う熱放出が弱まる事で大気加熱が抑制され、大気応答へ影響している可能性が示唆された。

4: LBM による感度実験

北大西洋領域で生じている熱源変化が大気応答にどのように影響しているか調べるため、LBM を用いた大気応答実験を行った。熱源は、北大西洋全体、バレンツ海・ノルウェー海領域、メキシコ湾流領域に設置した実験をそれぞれ行った。北大西洋領域に熱源を設定した場合、大陸沿岸の高圧偏差、北極温暖・大陸寒冷パターンは概ね再現できていた。この大気応答は、バレンツ海・ノルウェー海冷源による寄与が大きかったが、メキシコ湾流の冷源により、ノルウェー海に高大偏差を引き起こす大気応答が引き金になっている可能性が示唆された。また、メキシコ湾流による影響も無視できないほど大きく、メキシコ湾流の熱源変化により大陸寒冷化が引き起こされていることがわかった (図 b)。

5: 今冬の日本は？

12月のメキシコ湾流水温は、7月頃から同領域の水温分布と相関が高くなり、夏期から冬期西シベリアの寒波を予測できる可能性がある。今夏は、平年より水温が高い状態が続いており、この状態が持続すると今年寒冬になることが考えられる。この相関係数は季節進行とともに高くなることから、講演では11月の水温分布を用いて、今冬の寒波への影響について議論する。

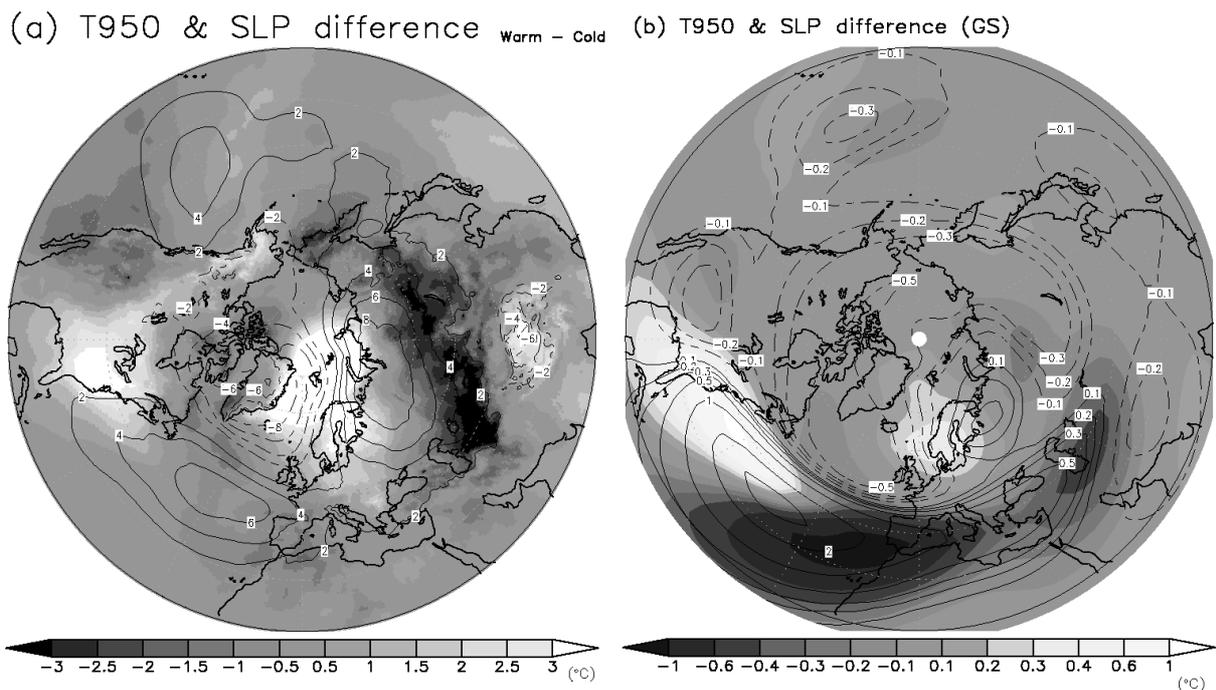


図:(a)暖冬年-寒冬年の気温(陰影)と海面気圧(等値線)偏差。(b)メキシコ湾流域に熱源を与えた場合にLBMで再現された大気応答(陰影:気温、等値線:海面気圧)。熱源は暖冬年-寒冬年のQ1偏差を与えた。

References

Sato, K., Inoue J. and Watanabe, M., Influence of the Gulf Stream on the Barents Sea ice retreat and Eurasian coldness during early winter, *Environ. Res. Lett.*, **9**, 084009, 2014

謝辞: 本研究は科研費特別研究員奨励費(13J10583)と科研費基盤研究A(24241009)の助成を受けたものです。