

バレンツ海の家氷減少と中緯度大気応答との因果関係について

佐藤 和敏^{1,2}、猪上 淳^{1,2,3}

¹総合研究大学大学院

²海洋研究開発機構

³国立極地研究所

Relationship between the Barents Sea ice retreat and atmospheric response

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

¹The Graduate University for Advanced Studies

²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

³National Institute of Polar Research

Abnormal winter sea-ice retreat over the Barents Sea has been considered as a leading clue to the recent mid-latitude severe winters. Barents Sea is considered as a hot spot for the rapid Arctic climate change due to the intense air-sea interaction induced by the sea-ice decrease; however, the underlying mechanisms remain uncertain, in particular causal relation of sea-ice retreat and atmospheric forcing and response. Here we show that the poleward shift of sea surface temperature (SST) over the mid-latitude ocean, where is situated upstream from the Barents Sea, modifies the horizontal distribution of tropospheric heating resulted from change in convection over the warm current, likely acting as a bridge to the Barents Sea by forcing planetary waves. This remote atmospheric response modifies cyclone tracks northwestward, resulting in anomalous warm advection over the Barents Sea sector. Because the southerly winds caused by cyclones blow off the sea ice over the Barents Sea, which is very favorable for establishing the warm Arctic and Siberian cold pattern through the atmospheric response.

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、海氷減少が近年著しい海域のひとつである。冬期のバレンツ海は、海氷域からの寒気移流が卓越することで、海上では乱流熱フラックスによって大気が加熱される (Serreze et al., 2011)。この大気への加熱分布は海氷の分布によって変化し、海氷減少時の大気循環の応答は、ユーラシア大陸上に寒気が形成されやすい状況をもたらすことが示唆されている (Honda et al., 2009)。一方、バレンツ海の家氷面積の減少が低気圧経路を変化させ、それが極温暖化増幅および大陸の寒冷化をもたらしているという説もある (Inoue et al., 2012)。しかし、近年の冬期の大気場がより広域で変化し、それがバレンツ海の家氷減少および極温暖化増幅・大陸寒冷化を引き起こしている可能性も否定できない。

本研究では、バレンツ海の家氷減少と中緯度大気応答との因果関係について調べ、大陸上の寒気予測に資する知見を得ることを目的とする。

2:データと解析方法

バレンツ海での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ラジオゾンデデータを用いた。また、広範囲の家氷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。解析は、12月を対象とし、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5年を抽出しコンポジット解析を行った。

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、暖冬年はバレンツ海で他の領域よりも顕著な気温上昇が見られた (図1)。これは、暖冬年はグリーンランド付近に低圧偏差、シベリア大陸付近に高圧偏差が生じ、バレンツ海へ南からの暖気移流の頻度が増加していると考えられる。実際、ベアーアイランドでは暖冬年の12月の平均気温は -1.0°C と平年より約 10°C 高く、 0°C 以上の平均日数は15日で、中緯度の冬に匹敵する暖かさであった。熱収支解析の結果から、バレンツ海上では水平熱収束による加熱効果が大きく、その分海洋からの乱流熱フラックスは小さくなっていた。つまり、バレンツ海上の温暖化は海氷減少に伴う海面熱フラックスの増加では説明できないということになる。

暖冬年のバレンツ海では、 0°C 以上の高温現象や南風による海氷縁の後退で海氷密接度が減少することも示された。また降水量に関しては、グリーンランド南側で増加する一方、ノルウェー沿岸で減少していることから、低

気圧経路が北寄りに変化していることが示唆される。実際、フラム海峡北側の海氷上では、降水量や積雪量が増加しており（図2）、北極海に侵入する低気圧が増加していると考えられ、Inoue et al. (2012) と整合的である。

4:まとめ

以上の解析から、低気圧の経路変化で暖冬年の大気循環場が変化し、気温上昇が暖気移流により引き起こされていることがわかった。したがって、バレンツ海の家氷減少は大西洋セクターの大気循環の変化に伴う結果であることから、バレンツ海の家氷の多寡に伴う中緯度大気の応答を考える際にはより広域の大気・海洋変動を考慮する必要がある。講演当日は、解析範囲を中緯度まで広げ、鍵となる領域を見つけるとともに、その領域の変化がバレンツ海セクターにどのような影響をもたらすかを議論するため、線形傾圧モデル（LBM）を用いた熱源応答実験の結果も紹介する予定である。

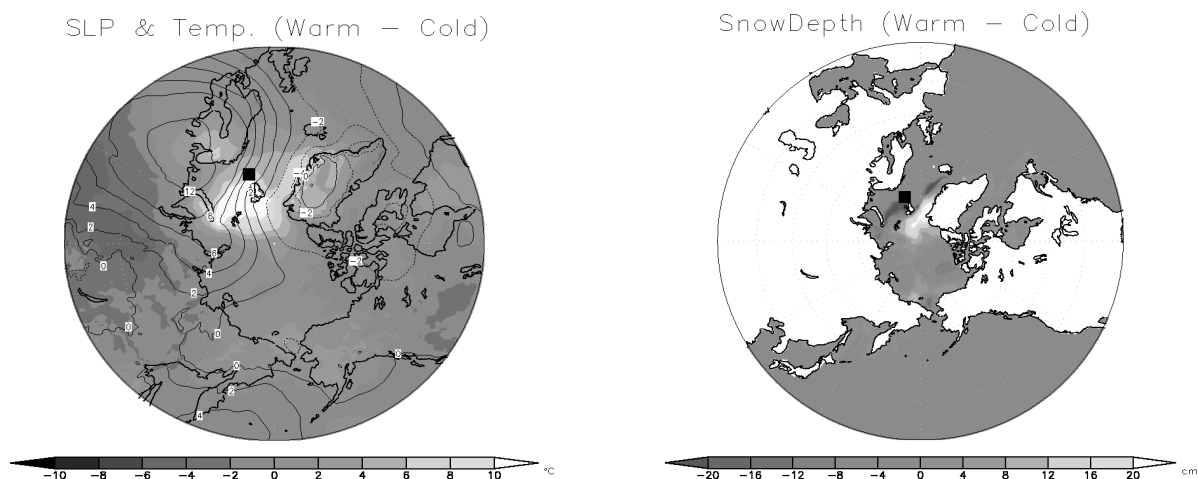


Figure1: Difference maps of Temperature (°C: shaded) and Sea level pressure (hPa: contour) between warm and cold years. These values were obtained by subtracting the composite response for averaged warm years from those for averaged cold years. Bear Island observation point are indicated by black square.

Figure2: Difference maps of Snow depth (cm: shaded) between warm and cold years. These values were obtained by subtracting the composite response for averaged warm years from those for averaged cold years. Bear Island observation point are indicated by black square.

謝辞: 本研究は科研費基盤研究 A(24241009)と科研費特別研究員奨励費(2510583)の助成を受けたものです。