

チャクチ海の家氷激減による 2017/18 年東アジアの寒冬の強化

Exceptional contribution of the decline in Chukchi Sea ice
to the cold East Asian winter of 2017–18

気象・気候ダイナミクス研究室 太田圭祐 (519M201) : 指導教員 立花義裕 教授
Keisuke Ota

Keywords: cold winter, Chukchi Sea, sea ice decline, multiple regression

1. 研究背景

2017/18 年は日本全体で冬季を通じて気温が低かった。特に西日本では、1986/87 年冬季以降の 32 年間では最も寒い冬となった。冬季北半球にあらわれやすい大気循環パターンである北極振動 (Thompson and Wallace 1998) は中緯度が寒くなる負パターン (北極が高気圧偏差, 中緯度が低気圧偏差) が冬季を通じて持続した。冬季の北極振動がこのようにほぼ負で持続した事例は過去 32 年間では見られなかった。気候は、大気自身の内部変動に加え、外部から受ける影響が作用しあって形成される。海洋の変動は外部要因のひとつであり、大気と比較して変動の時間スケールが長いから、この事例で生じた寒冬の持続と関係している可能性がある。東アジアに寒冬をもたらす海洋の要因としてラニーニャ現象 (Wang et al., 2000 など) や、ノルウェー北東沖のバレンツ・カラ海の海氷減少が知られている (Honda et al., 2009 など)。

一方で、北極海の太平洋側に位置するチャクチ海の家氷は 2017/18 年の冬季に過去最低値を記録した。Tachibana et al. (2019) は 2017/18 年の事例に注目し、チャクチ海の家氷が平年よりも異常に少ないことが約 30 年ぶりの寒冬をもたらす要因の一つである可能性について示した。チャクチ海の家氷は近年になって大きく後退し始めたため、この領域に注目した研究はこれまでなかった。チャクチ海が東アジアの寒冬を予測する際に今後重要な領域になるか検討するために、前述の二つの要因と比較した議論が必要である。

先行研究は事例解析が中心で、他の海洋の影響要因と比較するという視点、他の寒冬事例と比較するという視点での議論が不足している。本研究では、東アジアの寒冬に影響を及ぼす海洋の変動について、2017/18 年のチャクチ海の家氷後退を他の要因や他の寒冬事例と比較して考察することを目的とする。

2. データ・解析手法

解析には日平均の JRA-55 再解析データ (Kobayashi et al., 2015; Harada et al., 2016)、OISST データ v2.1 (Banzon et al., 2020) を使用した。異常な事例であった 2017/18 年を除いた 1988/89 年~2016/17 年の 29 年平均値を気候値と定義した。2017 年に異常に後退した 11 月の海氷密接度についてチャクチ海の家氷 index, バレンツ・カラ海の家氷 index を作成し、11 月の海面水温についてラニーニャ (Niño 3.4) index を作成した (3 つの index の間には有意な相関は見られなかった)。2017/18 年は北極振動 (SVNAM; Ogi et al., 2004) index が 11 月 16 日~2 月 15 日の 3 か月間 (冬季) にわたってほぼ負である事例であった。冬季を通じて持続する上記 3 か月平均の大気データと作成した各 index との重回帰分析を 1988/89~2016/17 年の 29 年間で行う。得られた各偏回帰係数に各年の index の値をかけることで、各要素と関係する各冬季の偏差を推定した。

3. 結果と考察

2017/18 年の観測値偏差 (図 1a) と 3 つの要因の重回帰モデルによる推定偏差 (図 1b) を比較する。観測値偏差を見ると、2017/18 年冬季はチャクチ海の上空が高温・高気圧偏差で、東アジア、北米が低温・低気圧偏差であったことがわかる (図 1a)。これらは負の北極振動の特徴とも一致している。一方、重回帰モデルによる推定偏差でもチャクチ海上空の正偏差、東アジア、北米の負偏差が見られた。チャクチ海の家氷を除いた 2 つの要素の重回帰モデルによる推定偏差 (図略) でも同じ領域に偏差パターンが見られたが、チャクチ海の家氷を加える方が、偏差の大きさが大きくなっていった。このため、チャクチ海の家氷を加えた重回帰モデルの方が観測値の偏差パターンをより説明できることが明らかとなった。

東アジア領域 (図 1b 黒枠) で平均をとった 500hPa ジオポテンシャル高度 (Z500) 偏差について -1.0σ 以下の 8 事例を東アジアの寒冬事例として抽出して比較した (図 2)。まず、観測値偏

差(灰色点)とチャクチ海海水による推定偏差の割合に注目して、他の寒冬年との比較をする。チャクチ海の海水の回帰は他の寒冬事例と比較して最もよく観測値偏差を説明していた(青棒)。過去にもチャクチ海の海水の回帰が東アジアの寒冬を説明した事例はあった(1995/96年, 1998/99年)が2017/18年と比較して観測値偏差は異常な負偏差ではなかった。2017/18年は異常な海水後退が異常な寒冬を説明した事例であったことがわかった。次に2017/18年事例について観測値偏差に対する各要因の推定偏差の割合(青, 橙, 緑の棒)を比較する。2017/18年のチャクチ海の海水後退(青)はラニーニャ現象(緑)やバレンツ・カラ海の海水後退(橙)より観測値偏差に対する割合が大きいことがわかる。2017/18年はラニーニャ現象, バレンツ・カラ海の海水後退も東アジアの寒冬を説明していた。しかし, 2017/18年の異常な東アジアの寒冬を説明するためには, 異常なチャクチ海の海水後退が他の要因より重要であるということが示唆された。また, 他の要因が寒冬事例をよく説明していた事例の割合(1995/96年, 2010/11年: 緑, 2012/13年: 橙)と同程度の割合(2017/18年: 青)であったため, 2017/18年のチャクチ海の海水後退は東アジアの寒冬に対して他の要因と同じ程度重要であることが示唆された。地球温暖化によって今後チャクチ海の海水がより減りやすくなると, それに関係する東アジアの寒冬事例が増える可能性が示された。

4. 謝辞

本研究を進めるにあたり, 熱心にご指導をいただきました立花義裕教授に深く感謝いたします。解析結果の解釈や研究方針の相談を親身にしてくださった安藤雄太研究員をはじめ, 同研究室の皆様にご感謝の意を表します。

5. 引用文献

Banzon, V., T. M. Smith, M. Steele, B. Huang, and H. M. Zhang, 2020: Improved estimation of proxy sea surface temperature in the arctic. *J. Atmos. Ocean. Technol.*, **37**, 341–349.

Harada, Y., and Coauthors, 2016: The JRA-55 Reanalysis: Representation of Atmospheric Circulation and Climate Variability. *J. Meteorol. Soc. Japan. Ser. II*, **94**, 269–302.

Honda, M., J. Inoue, and S. Yamane, 2009: Influence of low Arctic sea-ice minima on anomalously cold Eurasian winters. *Geophys. Res. Lett.*, **36**, 1–6.

Kobayashi, S., and Coauthors, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics. *J. Meteorol. Soc. Japan. Ser. II*, **93**, 5–48.

Ogi, M., K. Yamazaki, and Y. Tachibana, 2004: The summertime annular mode in the Northern Hemisphere and

its linkage to the winter mode. *J. Geophys. Res. D Atmos.*, **109**, 1–15.

Tachibana, Y., K. K. Komatsu, V. A. Alexeev, L. Cai, and Y. Ando, 2019: Warm hole in Pacific Arctic sea ice cover forced mid-latitude Northern Hemisphere cooling during winter 2017–18. *Sci. Rep.*, **9**, 5567.

Thompson, D. W. J., and J. M. Wallace, 1998: The Arctic oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophys. Res. Lett.*, **25**, 1297–1300.

Wang, B., W. Renguang, and F. Xiuhua, 2000: Pacific–East Asian Teleconnection: How Does ENSO Affect East Asian Climate? *J. Clim.*, **13**, 1517–1536.

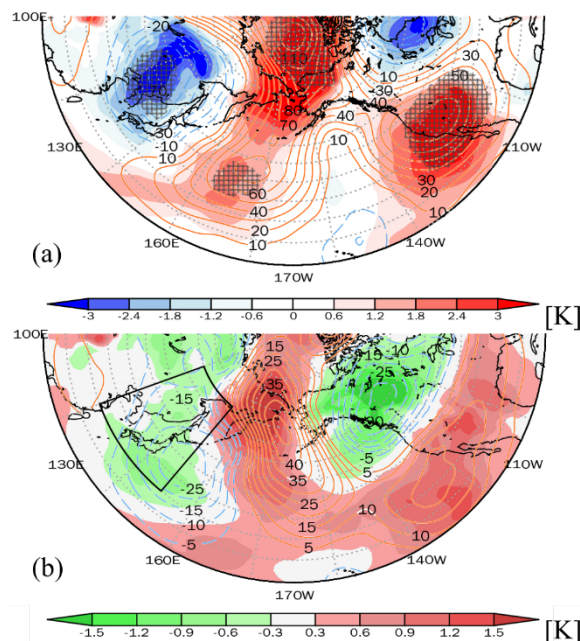


図1 (a) 2017/18年の観測値偏差(等値線: Z500 [m], 陰影: T850 [K], 網: $\pm 2.0\sigma$ 以上のZ500偏差) (b) 3つの要因の重回帰モデルによって推定された2017/18年のチャクチ海の海水後退(等値線: Z500 [m], 陰影: T850 [K])

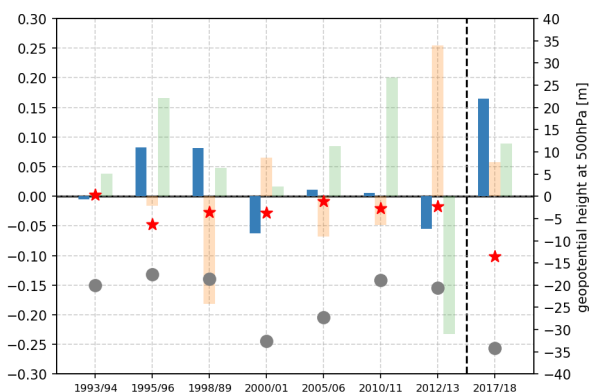


図2 東アジア領域(図1b黒枠)で平均したZ500偏差図 棒: 各要因の重回帰による推定偏差の観測値偏差に対する割合(青: チャクチ海の海水後退, 橙: バレンツ・カラ海の海水後退, 緑: ラニーニャ, 左軸) 点: 領域平均したZ500偏差 [m] (赤: 3つの要因の重回帰モデルで推定した偏差, 灰: 観測値偏差, 右軸)