

北半球高緯度の海水域変動による大気循環場への影響

星一平¹、浮田甚郎¹、本田明治¹、岩本勉之^{2,1}、中村哲^{2,3}、山崎孝治^{2,3}、三好勉信⁴、小川泰信²

1:新潟大学 2:国立極地研究所 3:北海道大学 4:九州大学

1. 背景・目的

近年、北極を中心に海水面積が減少傾向にあり、特にこの10年ほどは夏季の減少が著しい。このような傾向の中で、海水面積の減少による地域的、一時的な温暖化抑制や気温低下をもたらす大気場応答のメカニズムが徐々に明らかになってきている。しかしながら、これまでの海水域変動による大気場応答に関する研究は対流圏に焦点をあてたものがほとんどで、成層圏に及ぶ影響のメカニズムは十分には明らかにされていない。そこで本研究では、北極域での現実的な海水面積の減少を想定して、海水域変動に伴う半球規模の大気循環場の定量的な応答を、成層圏全層を含めた大気大循環モデル(Atmospheric General Circulation Model, AGCM)を用いた数値実験によって明らかにすることを目的とする。

2. 実験内容

本研究では、GRENE(Green Network of Excellence)北極気候変動プロジェクトによる数値実験データを使用する。モデルは大気大循環モデルであるAGCM for the Earth Simulator(AFES, Ohfuchi *et al.*, 2004)のver. 4.1を用いており、解像度はT79L56(モデル上端:60km)となっている。

境界条件は近年の海水減少を反映させ、海水密度に関して1979~1983年の各月平均を多氷ケース、2005~2009年の各月平均を少氷ケースと設定した。また、海面水温は1979年~1983年の各月平均、初期値はJRA25の1979年1月の月平均値を、それぞれ同一に設定し、多氷・少氷ケースで62年間の積分が行われた。解析には2年目から61年目までの60年間を使用し、少氷条件のラン60年平均と多氷条件のラン60年平均の差(少氷ラン-多氷ラン)を、海水域減少に伴う大気場の応答と解釈して解析を行った。

3. 解析結果

図1は冬(12-2月)平均した850hPa面の温度偏差を表す。北極域で気温が上昇しているのに対し、中緯度の大陸上では気温が低下している地域がみられる。シベリアの低温化に着目すると、夏季のバレンツ・カラ海の海水域減少により12月に定常ロスビー波が励起され、翌1月に下流にあたるシベリア上空で低気圧性偏差が強化したため、下層での寒冷な北風の吹き込みが強まっていることが明らかになった(図略)。このプロセスは、Honda *et al.* (2009)と整合的なメカニズムであることから、現実の海水域変動に伴ってバレンツ・カラ海の応答がシベリア付近にもたらされていることを強く示唆する。

さらに本研究では、1月に強化されたシベリア上の低気圧性偏差からの波列伝播に関して解析を行った。図2は、1月の北緯70°に沿った鉛直断面

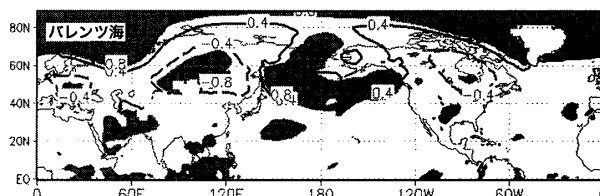


図1 AGCMを用いた数値実験による少氷に伴う冬季(DJF平均)の850hPa面の温度偏差(少氷ラン-多氷ラン)を等値線で示す。陰影は95%で有意な領域。

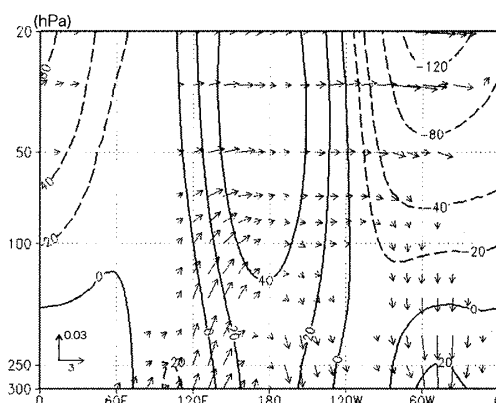


図2 図1に同じ。ただし北緯70°に沿った鉛直断面図で、1月の高度偏差とTakaya and Nakamura (2001)による定常ロスビー波の活動度フラックスの東西、鉛直成分。

図であり、等値線で高度偏差、矢印はTakaya and Nakamura (2001)による定常ロスビー波の活動度フラックスの東西、鉛直成分を示す。図より、シベリア上(東経70~140°)の低気圧性偏差の東側から波列が上方に強く伝播しており、西傾した鉛直軸をもつ高・低気圧性偏差を伴っている。さらに、上方に伝播した波列は成層圏中層を東に伝播し、西経60°付近で下方伝播していることがフラックスの解析より明らかとなった。この下方伝播の先端部は大西洋上の高気圧性偏差に対応しており、気候平均場として存在するアイスランド低気圧の弱化(NAOの負のフェーズ)をもたらし、ヨーロッパの低温化に寄与している可能性があることが分かった。

4. 考察

現実的な海水面積の減少を想定した数値実験においても、バレンツ・カラ海の海水域変動の応答である定常ロスビー波の伝播によるシベリアの低温化が示された。また、この波列による低気圧性偏差から成層圏を介して北大西洋上に到達する波列の伝播が示唆されたが、定常ロスビー波の下方伝播を含めて、メカニズムに関しては力学的理解や時間発展などの視点から、さらなる解析が必要である。

参考文献

- Honda *et al.*, 2009: *Geophys. Res. Lett.*, 36, L08707.
- Ohfuchi *et al.*, 2004: *J. Earth Simulator*, 1, 8-34.
- Takaya and Nakamura, 2001: *J. Atmos. Sci.*, 58, 608-627.