

北半球環状モードの季節間持続性に対する北半球の積雪の影響

*中村 哲¹ 立花 義裕^{1,2} 山根 省三² 本田 明治²

(1:東海大学 2:地球フロンティア)

1. はじめに Thompson & Wallace[2000]は、北極振動(AO)は全ての季節で最も卓越した変動パターンである事を示した。Ogi et al.[2003]は、このパターンは冬から夏へ位相が同一のまま持続する傾向にある事を示した。この結果は、大規模な大気場のパターンを夏まで持続させる気候メモリの存在を示唆している。一方、冬季のAOの位相が正(負)の時、ユーラシア大陸上の積雪は少ない(多い)事はよく知られている。さらにこの積雪偏差は季節を越え、夏までの持続性がある事を Ogi et al.[2003]は示した。この結果はユーラシア大陸上の積雪がAOを持続させる気候メモリである可能性を示唆する。本研究では、AOの持続性に対してユーラシアの積雪がactiveに働くのか、それともpassiveな応答であるのかを調べるために、観測データと大気大循環モデル双方を用い解析を行なった。

2. データ及び解析手法 NCEP daily再解析データから、高度場、気温、風速、比湿、鉛直流(全て58年以降)を用いて熱水収支解析を行ない、熱源冷源偏差の季節進行とAOの季節進行の関係を調べた。北半球環状モードを示す指標としては、Ogi et al.[2003]と同様に、東西平均した40-90N、1000-200hPa高度場の月ごとのEOF1(以下、SV-NAM)のスコアをindexとした。大気大循環モデルはAFESのT42L19バージョンを用い(AFES, Shingu et al.[2003])、control run 200年分のデータに対し解析を行なった。このモデルでは、観測で見られるSV-NAMパターンと、それに対応するユーラシアの積雪変動もほどよく再現されていた。従って、このモデルを用いてユーラシアの積雪とSV-NAMパターンとの関係を調べる事は妥当であると判断した。また、モデル内ではSST、海水変動は季節ごとの気候値を与えていたため、大気との相互作用で年々変動をする地表面状態は、主に積雪と土壤水分のみである。このモデルを用いて、モデル内の積雪の季節進行とAOの季節進行の関係を調べた。

3. 結果 図1はNCEPデータから得られた冬、春、夏におけるSV-NAMに対する東西平均のQ1の同時相関図である。どの季節においても対流圈成層圏を通して中緯度側では冷源となっていることがわかる。SV-NAM indexが正(負)の時、中緯度では高度場も気温場も正(負)偏差を示す事から、この結果は熱源冷源偏差がSV-NAMパターンを駆動していないことを示す。これは積雪が多い(少ない)ために大気が冷や(熱)されるのではなく、冷たい(暖かい)大気によって積雪が残る(融ける)という解釈ができる。つまり積雪はSV-NAMパターンに対してpassiveな応答である事を示している。さらに北半球全体の積雪偏差を示す指標を作り、Q1との相関を計算したが、同様に積雪偏差が

大気場に及ぼす影響は見られなかった(図省略)。

大気大循環モデルでは、大気場の環状パターンの持続性が最も卓越したのは、春から秋にかけてである。本研究ではモデル内の春から秋までの環状パターンの持続性と積雪偏差の年々変動との関連性について調べた。解析は、4月のユーラシア大陸上の積雪量偏差を規格化し、変動が±1σを越える年と±0.5σ以下の年に分け、4月のSV-NAMに対する大気場のラグ相関を取り、比較した(図2)。その結果、春のユーラシアの積雪変動が少ない年のほうが続く夏、秋への持続性が顕著に現われており、積雪は大規模な大気変動に対して気候メモリとしての役割は無いばかりか、持続する傾向を示す大気場に対して、負のフィードバック源としての役割がある事を示唆している。

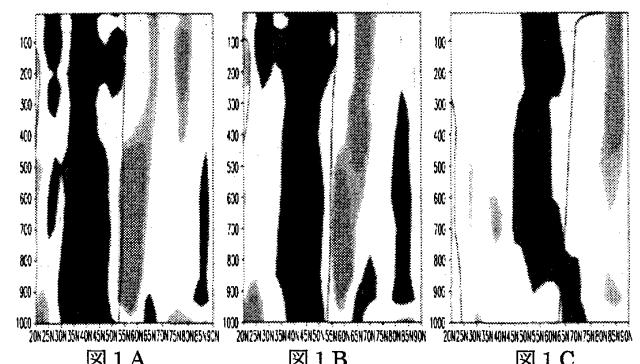


図1 A:1月、B:3月、C:7月におけるSV-NAM indexと東西平均したQ1の同時相関図。横軸は緯度、縦軸は気圧を表す。陰影の濃い部分がQ1の偏差が負、薄い部分が正である事を示す。濃淡の段階はそれぞれ有意水準90, 95, 99%を示す。ContourはSV-NAM indexと高度場の相関係数が0の線。つまり環状パターンの節を示す。

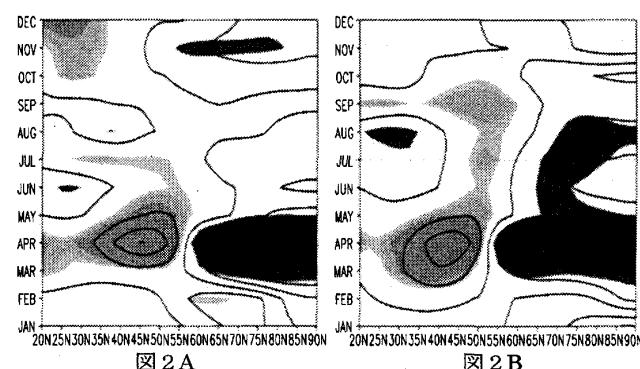


図2 大気大循環モデル内の4月SV-NAM indexと同じ年の各月の東西平均した500hPa高度場のラグ相関回帰図。横軸は緯度、縦軸は月を表す。Contourは回帰係数を示し、陰影は濃い部分が低気圧、薄い部分が高気圧である事を示す。濃淡の段階はそれぞれ有意水準90, 95, 99%を示す。A:モデル内ユーラシア大陸上の積雪量変動が大きい64年分を抜き出して計算したもの。B:積雪量変動が小さい78年分を抜き出して計算したもの。