

東シベリアにおける近年の永久凍土融解に関連した降水量変動

飯島慈裕*1・中村哲^{2,3}・立花義裕¹・大畑哲夫¹

(1:地球環境観測研究センター、2:東海大・地環、3:国立環境研)

I. はじめに

東シベリア・レナ川中流域のヤクーツクでは、2004年以降、夏季の降水量と冬季の積雪量が急激に増加しており、それに対応して活動層内の土壌水分の増加と地温上昇に伴う活動層厚の増大（永久凍土の融解）が同時的に進行している。湿潤化による永久凍土環境の変化がこの地域にとどまらず東シベリアの広域にわたって生じているとするならば、その環境変化は地域的な影響のみならず、陸面での熱・水循環過程の広域的な変化を通じて気候システムにもフィードバックする可能性がある。これら一連の現象を解明するにあたり、まずはこの湿潤化の空間規模を明らかにし、湿潤化をもたらす大気変動の解明を行う必要がある。

そこで本研究では、東シベリアのレナ川流域での長期気象観測データセットならびに再解析データを用いて、近年の湿潤化の原因となる夏季・冬季の降水量変化の空間的な広がり、その要因となる大気場の変化について検討した。

II. 研究地域と使用したデータ

本研究では、レナ川中流域の湿潤化の実態を把握するため、東シベリア日別値の降水量と積雪深データを用いた。使用したデータセットは、1985年～2004年は Baseline Meteorological Data in Siberia Version 4 (BMDS4)、2005年～2007年は NCDC の Global Summary of Day、1970年～1985年の降水量は Global Synoptic Climatology Network of the former USSR (NCDC D9290C)、積雪深は Historical Soviet Daily Snow Depth である。

また、東シベリアへの降水変動要因の解析のため、NCEP/NCAR 再解析データから、短周期擾乱 (850hPa 南北風の5日移動平均からの偏差の二乗) および、短周期成分による水蒸気フラックス (850hPa 東西風、南北風、水蒸気混合比の5日移動平均からの偏差を用いて計算) とその収束を用いた。

III. 結果

東シベリアでは、2004年以降地温が急激に上昇しており、ヤクーツク近郊のポコロフスクでは、3.2m 深の年平均地温が2006年には-1.2℃まで上昇した (1970-2000年の平均は-2.2℃)。この現象は、レナ川中流域の左岸・右岸に地球環境観測研究センターと永久凍土研究所が展開する地温観測点でも現れている。この地温上昇の特徴は、2004年以降で土壌水分量も同時に増加していることであり、これらの観測結果から、ヤクーツク周辺の領域では、土壌湿潤化が進行していると考えられる。

土壌水分増加の要因として、夏季の降水量と、冬季の積雪量の増加が影響していると考えられた。図1には、レナ川流域を中心とする北緯50～75度、東経90～150度の領域内の地上観測点における夏季降水量と最大積雪深の2004年～2006年の偏差平均値の分布を示す。まず、夏季降水量の+1σを越える正偏差の大きな地点が、ヤクーツク

を含む北緯65度付近のレナ川中流域から南部の山岳地域にかけて分布している。7月以降は陸面からの蒸発散量が年間のピークを超えて減少する時期であり、過剰な降水は表層土壌に浸透もしくは滞留しやすくなる。また、冬季の最大積雪深も、夏季降水量に比べて弱くなるものの、レナ川中流域から南部の山岳地域にかけての地点で正偏差となっている。積雪の増加は冬季の土壌凍結を抑える断熱的な効果で融雪水量の増加につながり、春の土壌の湿潤化と関係すると考えられる。これらの結果から、湿潤化はレナ川上流、中流域の広域にわたり現れている可能性がある。

図2には、2005～2007年の7～9月における短周期擾乱成分の変動を示す。強い正偏差の領域がシベリア中央部の北極海沿岸地域 (75°N, 90°E) からレナ川中流域 (60°N, 140°E) にかけて延びており、この地域の夏季降水量増加とよく対応している。擾乱成分の正偏差の強まりには、同期間におけるシベリア側の北極海上での非常に強い低気圧性偏差の存在 (図なし) が関係している。この時、水蒸気フラックスはシベリア中央部、北極海沿岸、オホーツク海からレナ川中流域へ向かって収束する傾向が見られた (図なし)。

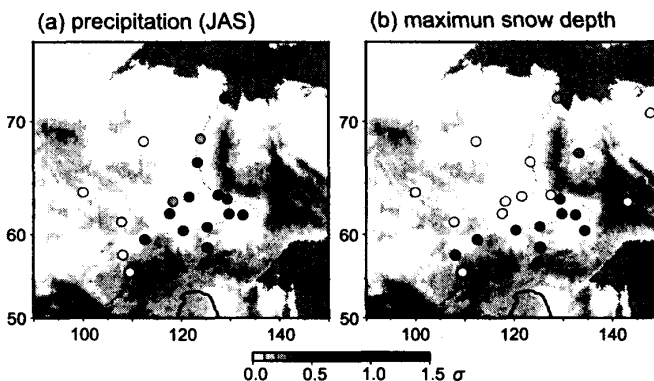


図1 東シベリア地上気象観測における2004年～2006年の(a)夏季(7-9月)降水量と(b)冬季最大積雪深の偏差分布図。長期平均(1970～2007年)に対する標準化した偏差の平均値。負偏差の地点は白色。

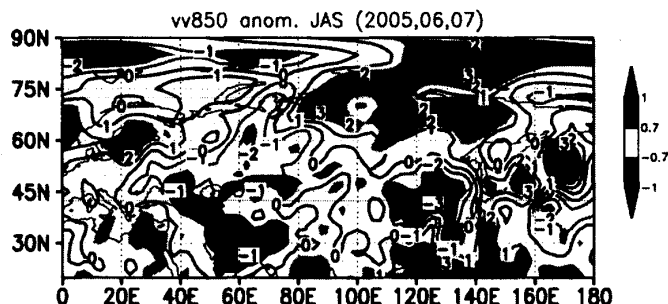


図2 2004年～2006年夏季(7-9月)の短周期擾乱(850hPa面)長期平均(1960～2007年)に対する偏差の平均値。等値線は短周期擾乱偏差の値[m²/s²]を示し、陰影は標準化した値を示す。