

レナ川河川流量の経年変動に関わる大気水循環

大島和裕
総合地球環境学研究所

はじめに シベリア 3 大河川の流量は北極海へ流入する淡水の大きな供給源であり、全淡水流入量の約 20%に相当する。前回の秋季学会では、レナ川における流量と正味降水量、それらに関連する大気水循環についての平均的な季節変化の特徴を紹介した。

経年変動を調べた先行研究では、3 大河川の中で東に位置するレナ川と西に位置するオビ川の河川流量が負相関であることが指摘されている(Fukutomi et al. 2003)。レナ川の流量が大きい(小さい)時には、その流域周辺で降水量が大きく(小さく)、低気圧(高気圧)偏差を示し、それに対してオビ川流域では降水量や気圧が逆の偏差を示す(東西シーソーパターン)。本研究では、この結果を踏まえ、過去 30 年間のデータを用いて、水蒸気輸送に注目し、レナ川の河川流量の経年変動と大気水循環との関係を調べた。

データと解析 河川流量は、ArcticRIMS で提供されている各流域の河口に近い観測点における 1979 から 2009 年までの月平均データを用いた。同期間の JRA25/JCDAS 再解析データを用いて、鉛直積算した水蒸気フラックスを算出した。この水蒸気フラックスと可降水量を用いて大気水収支法により正味降水量(P-E)を見積もった。また水蒸気フラックスは、平均的な風によって水蒸気が運ばれる定常成分と、移動性高・低気圧活動に伴って水蒸気が運ばれる擾乱成分の 2 成分にわけて解析を行った(Oshima and Yamazaki 2004, 2006, Tachibana et al. 2008)。

河川流量と正味降水量の経年変動 幾つかの先行研究ではシベリアの河川流量の増加トレンドを指摘しているが、レナ川における過去 30 年間の年・季節平均の流量や正味降水量には有意なトレンドは現れていない。この結果はオビ川とエニセイ川についても同様である。これらの河川流量や正味降水量には自然変動の寄与が大きいと、算出する期間の取り方によっては増減のトレンドを示すが、それは見かけのトレンドに過ぎない。

レナ川の流量と正味降水量の季節的な関係 レナ川のような大河川では、正味降水量として大気から流域へ水が供給されて河口へ流れるまでに時間がかかり、正味降水量と流量の変動にはラグが生じる。冬季は河川が凍結し、冬季の正味降水量である降雪は春の流量に影響する。これらを考慮して、河川流量と正味降水量の季節的な関係を全ての期間の組合せについて調べた結果、6 から 9 月まで平均した夏季の正味降水量と 8 から 10 月まで平均した秋季の流量、前年 10 から 5 月まで平均した冬季の正味降水量と前年 11 から 7 月まで平均した春季の

流量がよく対応する。各季節の平均値を比べると定量的によく一致し、また経年変動は強い正相関を示す。

夏季の正味降水量に関わる大気水循環 以上のように季節にわけた夏季の正味降水量と大気水循環との関係を調べた。過去 30 年間の夏季の正味降水量に対して大気場との回帰分析を行った結果、海面気圧や 850hPa 高度の偏差には東西シーソーパターンが現れ、レナ(オビ)川流域の周辺では水蒸気フラックスにも低(高)気圧性循環の偏差がみられる。この全量の水蒸気フラックスは定常成分による寄与が大きい(図は省略)。

Fukutomi et al. (2003) では、本研究の解析期間(1980 から 2008 年)のおおよそ前半のデータを用いて解析を行った。そこで解析期間を前半(1980 から 1994 年)と後半(1995 から 2008 年)に分けて調べた。前半は全期間よりも明瞭な東西シーソーパターンが現れ(図 1a)、全量の水蒸気フラックスには定常成分による大きな寄与が明確に示される。一方で後半はレナ川の中・上流部で正味降水量が大きく、流域周辺に弱い低気圧偏差が見られるものの、他の地域でははっきりした偏差がみられない(図 1b)。この上流の正味降水量の偏差には、西部で定常成分、東部で擾乱成分の水蒸気フラックスが寄与する。

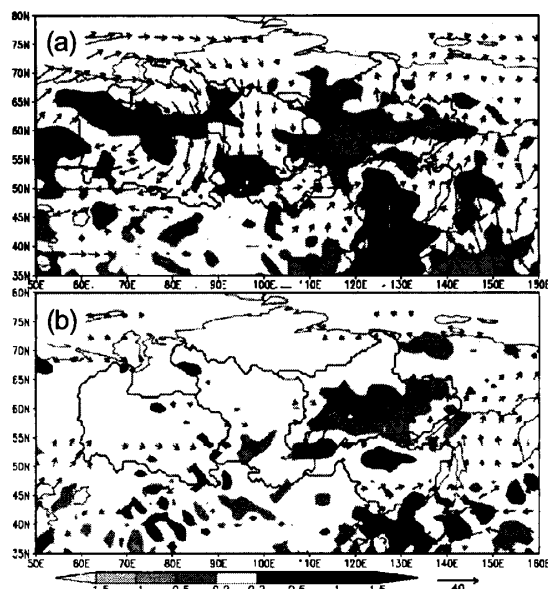


図1 夏季のレナ川流域における正味降水量に対する水蒸気フラックス(ベクトル)とその発散(陰影; 正味降水量と逆符号)の回帰係数分布。(a) 1980 から 1994 年まで、(b) 1995 から 2008 年までの結果。黒線は各流域を示す。