

東シベリアタイガ林の大気水蒸気同位体比の変動と水蒸気の起源と輸送過程 Isotopic composition of atmospheric water vapor and its source and transport in the taiga forest, eastern Siberia

上田 哲大^{1*}, 杉本 敦子²

UETA, Akihiro^{1*}, SUGIMOTO, Atsuko²

¹ 北海道大学大学院環境科学院, ² 北海道大学大学院 地球環境科学研究所

¹Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, ²Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

東シベリアは気候変動等に敏感に応答する地域であり、非常に厳しい乾燥気候下にあるにもかかわらず、広範囲にわたり永久凍土と落葉性針葉樹林(タイガ林)が分布している。その中で、植物の蒸散過程がこの地域の水循環に大きく寄与している。そこで、植物の蒸散過程がどのように水循環に関与するか明らかにするために、本研究では、2006年、2007年、2008年の夏後半に東シベリアタイガ林にて、降水・植物体内水・土壌水・地表有機層中の水の安定同位体比と併せて、大気水蒸気安定同位体比の数週間スケールの変動を観測し、その変動要因の解明を気象パラメータとの比較を通して行なった。これらの年は、夏季の降水量や冬季の積雪量が近年増大した影響で土壌水分量が多くなっており、特に2007年は他の年に比べて異常に高い土壌水分量が観測された。

大気水蒸気 ^{18}O の数週間スケールでの変動について、2006年と2007年では大気水蒸気 ^{18}O と混合比の間に正の相関 ($R^2=0.99, 0.88$) が見られた。これは、植物の蒸散過程により大気中に放出された ^{18}O 値の高い水蒸気と、降水イベントの影響により ^{18}O 値が低くなった水蒸気が混合したものであることが示唆された。その一方、土壌水分が過多にあった2007年ではそのような関係は見られず、蒸散よりも湿潤な地表面からの蒸発が顕著であったことが示唆された。

500 km × 500 km の領域を設定し、再解析データを用いて領域の各境界における水平方向の水蒸気フラックスの変動を算出し、その変動と大気水蒸気 ^{18}O の変動を比較した。その結果、特定の方角からの水蒸気の流入量の変動に対して水蒸気 ^{18}O 値は特定の変動を示さなかった。これは、特定の位置に特定の水蒸気のソースが存在しなかったことを示唆している。降水量と気温の空間分布と後方流跡線解析(HYSPLIT4)より、 ^{18}O 値の高い水蒸気は観測地点の周辺の、気温が比較的高く降水が観測されなかった森林から流れていたことが示され、その一方、 ^{18}O 値の低い水蒸気は、気温が低く、降水が観測された森林上から流れていたことが示された。これは、空気塊に蒸散由来・降水の影響を受けた水蒸気を取り込まれ、流れてきたことを示唆しており、結果として、大気水蒸気 ^{18}O 値は「植物の蒸散過程」と「降水の影響」の2つの要素で変動が決まることが示された。

以上の結果及び考察により、比較的高い ^{18}O 値を持つ植物の蒸散由来の水蒸気が数週間スケールという時間スケールにおいてタイガ林の水循環の中で大きな役割を果たすことが示された。この結果は、今後モデル等でタイガ林内の降水過程を考察するうえで、その元になる水蒸気についての有益な情報を与えることができるものであると考えられる。

キーワード: 大気水蒸気同位体比, 東シベリア, タイガ林, 蒸散, 降水

Keywords: stable isotope of atmospheric water vapor, eastern Siberia, taiga, plant transpiration, precipitation