

東シベリア・2つのカラマツ林の水・エネルギー・炭素循環 Water/Energy/CO₂ exchanges on the two larch forests in eastern Siberia

太田 岳史^{1*}, 小谷 亜由美¹
Takeshi Ohta^{1*}, Ayumi Kotani¹

¹ 名古屋大学

¹ Nagoya University

東シベリア, ヤクーツク近隣の森林地域 (YLF) にて, 1998 年に開始した気象水文観測の結果より, 北方カラマツ林での水循環の特性と 10 年間の変動が明らかになった. さらに最近, 土壌水分増加とカラマツ群落への影響が観測され, 本地域の森林の環境応答についての新たな知見が得られつつある. また, 降水環境の異なるエレグイの森林 (ELF) での観測を 2009 年に開始し, 東シベリアのカラマツ林での水・炭素循環の環境応答についての地域性を明らかにする計画である.

1. 9 年間の水収支

1998-2006 年の YLF では, 降水量の変動は 111-347mm であるのに対して, 蒸発散量は 169-220mm と変動幅が小さく安定していた. 凍土地域を含まない世界各地の観測結果では年降水量 500mm 以下の乾燥地域では年降水量と年蒸発散量は強い正の相関があるが (Zhang et al 2001), 本結果は従来の結果とは異なる水循環の特徴を示すものであった.

この期間での気温, 日射等の気象条件に明確なトレンドはみられないが, 土壌水分と地温は 2005 年頃より増加傾向にあった. 活動層の深さ (最大融解深度) は 2003 年までは約 120cm でほぼ一定であったのに対して, 2004 年以降は年ごとに増加した. これにあわせて表層土壌中貯留量が増加したが, この増加は降水量の変動では説明できず, より深層の凍土融解水が表層土壌に流入していることが示唆された.

2. 群落蒸発散の年変動に対する影響因子

同期間において, 6 - 8 月平均の実蒸発散量をポテンシャル蒸発量で除した蒸発係数は 0.30 - 0.45 で変動し, 大気蒸発要求よりも地表面による制御の影響が大きいことを示された. 蒸発係数の年々変動は土壌水分量の変動と正の相関があり, 日射, 気温, 大気飽差など気象要素との関係はみられなかった. 土壌水分の年平均値は前年の年降水量の増減と正の相関があり, その年の夏季に浸透した土壌水は冬季に凍結して翌年に持ち越されることを表している.

3. 土壌水分増加に対する植物の反応 - 塑性的ストレスと弾性的ストレス

YLF 周辺の森林では, 2007 - 2008 年にかけて列状にカラマツが枯死する現象が起こっていた. 上記のとおり, ヤクーツクでは 2005 年より土壌水分が増加し 2004 年以前より体積含水率が 10 - 20 % 高い状態が続いている. 蒸発散量および蒸発散係数は 2006 年までは土壌水分の増加に伴って増加していたが, 2007, 2008 年では低下している. 群落コンダクタンスも 2005 年までは増加したが, 2006-2008 年には減少した. しかし下層群落のコンダクタンスには変化が見られず, 上層群落すなわちカラマツのみで蒸散能力が低下していた. 観測サイト周辺の下層植生はコケモモが中心であったが, 最近数年の間に耐湿性のある草本が侵入してきていることから, 下層では土壌水分の増加に対応していると考えられる.

土壌水分の増加開始とコンダクタンス低下やカラマツ枯死の発生との間に時間遅れがみられることから, 植物がストレス (この場合は土壌の過湿状態) を受ける過程において, 短期間の機能低下ののちに回復可能なもの (弾性的ストレス) から, 長期間のストレスを受け続けて回復不可能になるもの (塑性的ストレス) に変わる閾値が存在すると考えられる. このような長期的なストレスの影響を考慮したコンダクタンスモデルを考案する必要がある.

4. 水・炭素循環の地域性

YLF より南東 300km に位置する ELF で 2009 年より同項目の観測を開始した. 5 - 9 月において, ELF における気象環境や群落蒸発散量は YLF と同程度であったが, 正味の二酸化炭素吸収 (NEE) は 1.8 倍の違いを示した. 30 分平均値の蒸発散量と日射量との関係は 2 サイトで違いがみられなかったが, NEE は日射量の大小にかかわらず ELF で YLF よりも吸収が大きかった. 強日射条件での NEE と大気飽差の関係をみると, YLF では大気飽差増加に伴い NEE は抑制されていたが, ELF では NEE も増加する傾向がみられた. すなわち, これまでの東シベリアでの観測結果で得られているように大気の乾燥が必ずしも抑制要因となっていない可能性がある.

キーワード: 水循環, エネルギー循環, 炭素循環, 塑性的ストレス, 弾性的ストレス
Keywords: water balance, energy balance, CO2 balance, plastic stress, elastic stress