

森林からの蒸発散量の計測とモデル化

京都大学農学研究科 小杉賢一郎
王子木材 村上靖典

1. はじめに

森林樹冠からの蒸散は、森林における水循環の解明において重要な素過程の1つである。蒸散量を決める主要な要因として、気象条件や樹冠の物理的構造と並んで、樹木による気孔開度の調節を挙げることができる。植物は、光合成有効放射量、飽差、気温、土壤水分などの環境条件に反応して気孔開度を調節していると考えられている。このうち、光合成有効放射量、飽差、気温が気孔開度に及ぼす影響は徐々に明らかにされているが、土壤水分の効果に関しては、実測データが少なくモデル化も進んでいない。ここでは、長期にわたる樹液流速の計測結果に基づいて、土壤水分条件がヒノキ林の蒸散に及ぼす影響について解析した。

2. 方法

観測は、琵琶湖南東部に位置する桐生水文試験地内のヒノキ林（樹齢およそ50年）において、2000年3～11月に行った。集水面積約200m²の0次谷（平均傾斜約20°）の上、中、下部に生育したヒノキ各1個体の樹液流速を、ヒートパルス法を用いて15分間隔で計測した。併せて各個体の根元付近の土壤水ポテンシャルをテンシオメータで計測した。さらに0次谷に隣接する気象観測塔の周囲にあるヒノキ2個体についても、樹液流速ならびに土壤水ポテンシャルの計測を行った。

晴天日に気象観測塔で観測された純放射量と顕熱フラックスから求めた樹冠蒸散量との比較に基づいて、各ヒノキ個体の樹液流速を蒸散量に変換し、長期にわたる蒸散量変動を算定した。その上で、樹冠全体を1枚の葉と見なし、気孔開度を水蒸気輸送のコンダクタンスとしてモデル化したビッグリーフモデルを用い、蒸散量の再現を試みた。この際、気孔コンダクタンスを日射量、大気飽差、気温の関数とする場合（モデルA）と、日射量、大気飽差、気温、土壤水ポテンシャルの関数とする場合（モデルB）の2ケースについて検討した。モデルへの入力データには、同観測塔で計測した微気象データを用いた。

3. 結果と考察

0次谷斜面中部のヒノキの樹液流速 HPV は、概して日射量 R_s や気温と同様に夏季にピークとなる凸型の季節変化を示すが、7月下旬から9月中旬にかけては低下が見られる（図-1）。この期間は、降雨が少なく土壤水ポテンシャル ψ が大きく低下した期間に一致していることがわかる。これに対して観測塔周辺のヒノキの樹液流速に関しては、この期間の低下が顕著でない。これは、地下水帯に近い観測塔周辺の土壤水ポテンシャルが夏季にそれほど低下しなかったことに対応している。

図-2 は、観測塔周辺と0次谷斜面中部のヒノキについて樹液流速の相関をとったものである。図より、0次谷の土壤水ポテンシャルが大きく低下した期間のデータが、下側にプロットされていることがわかる。日射量、大気飽差、気温、風速などの気象条件は、観測塔周辺と0次谷でほぼ等しいと考えられることから、この期間に0次谷のヒノキにおいて土壤水分欠損に起因する蒸散抑制が起きているものと推察される。なお図には示さなかったが、0次谷斜面上部、下部のヒノキについても、ほぼ同様の傾向が見られた。

0次谷斜面中部のヒノキについて、ビッグリーフモデルで蒸散量を推定した結果が図-3 である。気孔コンダクタンスモデルが土壤水ポテンシャルの関数を含まないモデル A の場合、乾燥期には過大評価、湿潤期には過小評価となっている。土壤水ポテンシャルの低下による気孔コンダクタンスの低下を組み込んだモデル B では、この問題が解決され、日蒸散量の良好な再現結果が得られている。推定されたパラメータの値より、本研究で観測を行ったヒノキ林では、土層の平均水ポテンシャルが-400cmH₂O 以下になると蒸散抑制が顕著になり、-700cmH₂O で蒸散量がおよそ半分になることが示された。

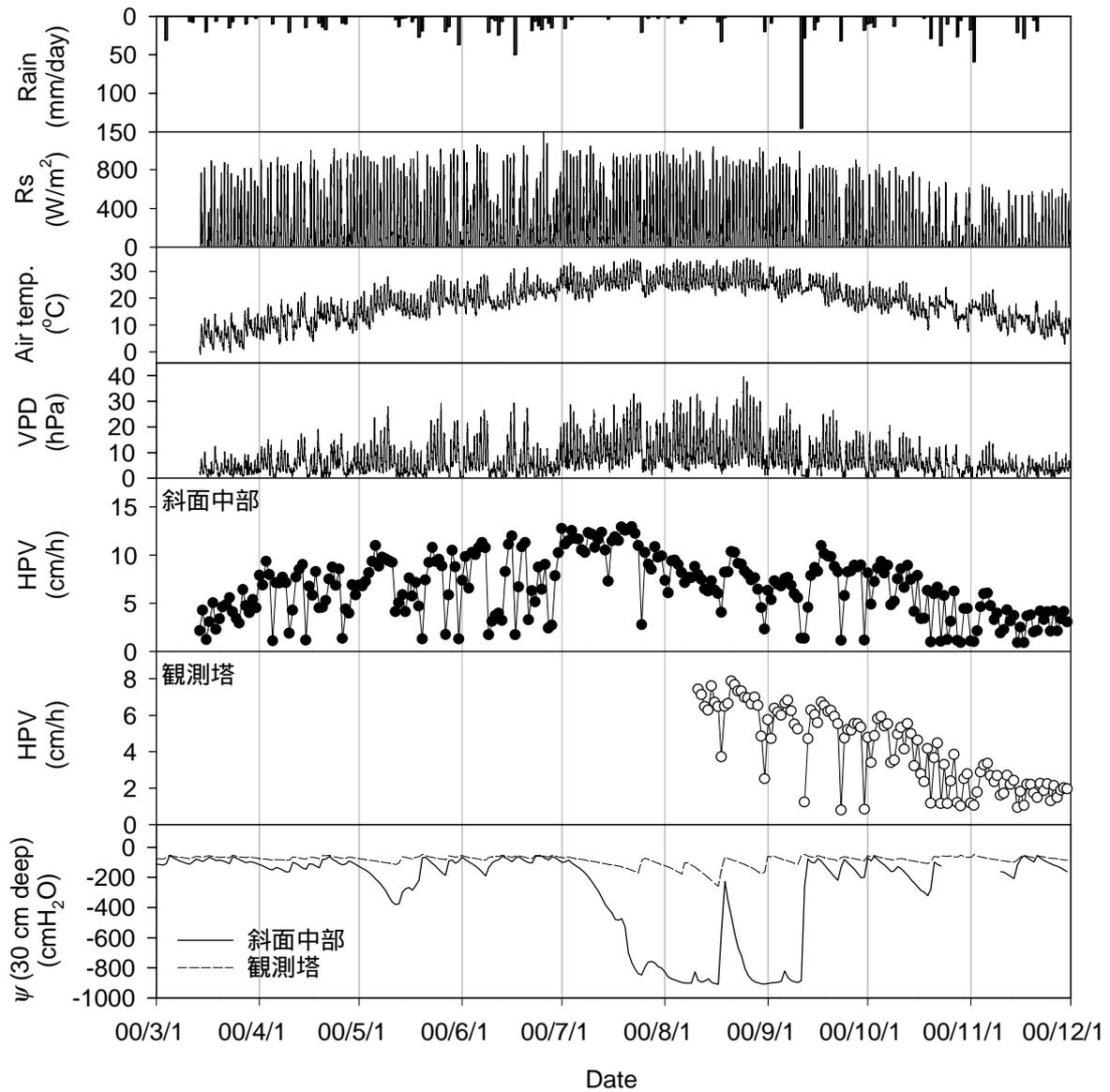


図-1 降雨，日射，気温，大気飽差，樹液流速，土壌水ポテンシャルの計測値

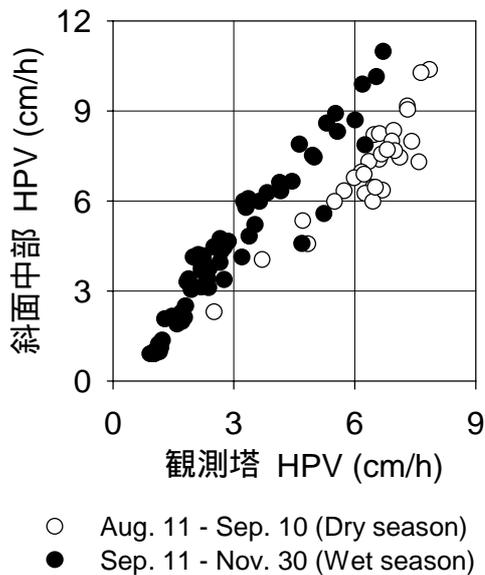


図-2 観測塔と斜面中部の樹液流速の比較

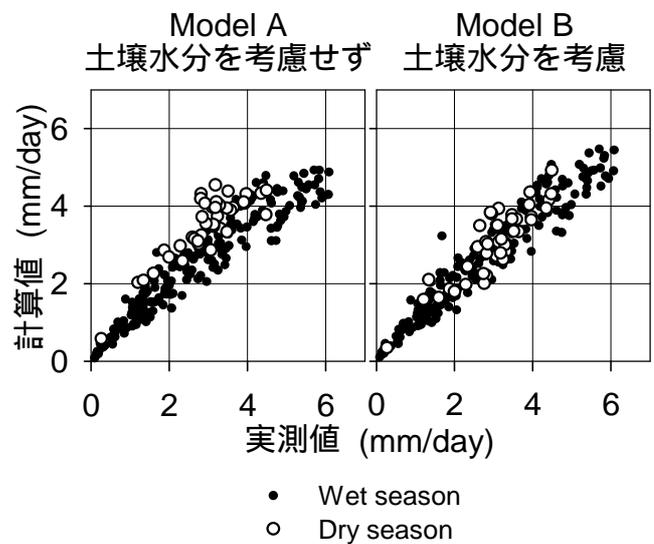


図-3 モデル A, B による日蒸散量の再現結果