

II-27

濡れた樹冠面からの蒸散量に関する検討

徳島大学工学部 正 員 吉田 弘
 徳島大学工学部 正 員 端野 道夫
 徳島大学大学院 学生員 石澤 友享

1. はじめに

一般に、降雨中では蒸散は生じないといわれているが、これは樹冠が濡れている場合に気孔が閉じているためと説明されている。しかしながら降雨中でも気孔は開いているという報告¹⁾の他に著者らは降雨時においてさえ樹液流動が発生することを現地観測記録から確認している。濡れた樹冠面での蒸散抑制作用は、当然ながら樹冠の濡れ具合、すなわち樹冠の付着水量と密接に関連していると考えられる。したがって降雨終了後であれば、樹冠面が完全に乾燥する以前に蒸散活動が開始され、一時的に蒸発と蒸散の共存する場が発生していると考えられる。ここでは流出解析における濡れた樹冠からの蒸散強度設定法の確立を念頭において、樹冠付着水量と蒸散量との関係について検討した。

2. 解析手法

解析にあたっては遮断蒸発量と蒸散量を分離して評価する必要がある。遮断蒸発量は著者らの開発した降雨遮断タンクモデル²⁾を用いて1時間ごとに算定した。同時に樹冠の濡れ具合を表現する樹冠付着水量も同モデルによって算定した。蒸散量についてはヒートパルス蒸散モデル³⁾で1時間ごとに算定した。ただし計算の都合上、蒸散モデルのパラメータは快晴時でのデータを対象として同定されているのでモデルによって求められるものは乾燥した樹冠面からの蒸散量に相当する。樹冠の濡れ具合はもとより、微気象状態、樹木の水分状態あるいは土壤水分状態を反映した蒸散量の最有力な指標として、樹液流をモニタリングして得られるヒートパルス速度が挙げられる。そこで様々な条件の反映された実蒸散量を推定するために、ヒートパルス蒸散モデルで検証されている蒸散強度 E_T とヒートパルス速度 V_h の関係式： $V_h = K E_T^p$ を用いて現地で実測されたヒートパルス速度 V_h から実蒸散強度 E_T^* へ換算する。解析対象は徳島県白川谷森林試験流域（流域面積23ha、標高740m～1100mm、約22～36年生スギ）での観測値であり、解析期間は1992年1月1日～11月30日である。なおモデル構造等の詳細については参考文献を参照されたい。

3. 樹冠の濡れ具合の蒸散量に及ぼす影響

たとえば年間の1/3が降雨日であるとし、降雨継続時間が平均的におよそ1日程度と仮定すれば、年間での降雨イベントはおよそ100回となる。したがって樹冠が濡れている場合の蒸散量は乾燥した樹冠面からの蒸散量に比較して小さいとはいうものの、降雨イベントの繰返し回数を考慮すれば、雨の降り始めや降り終わりにおいて樹冠面が濡れた状態で生起する蒸散量の年積算値は無視し得ないオーダーになると予想される。そこで、降雨終了後に濡れた樹冠が乾燥する期間について、(1)降雨終了後ただちに蒸散が始まる場合（降雨のない場合に蒸散量を積算）と(2)樹冠付着水がなくなってから蒸散が始まる場合、の2ケースについて年間蒸散量を試算した。(1),(2)の結果はそれぞれ355mmおよび332mmであり、両ケースの差はおよそ23mmとなった。しかし、この試算では降り始めに樹冠が濡れている状態での蒸散量が考慮されていないことから、降り始めにおいても降り終わりと同程度の蒸散量を仮定すれば、最終的に(2)の場合では(1)と比較して46mm分だけ蒸散量が過小評価されていることになる。これは(2)の約14%に相当する。

4. 樹冠の濡れ具合と蒸発量、蒸散量の相互関係

樹冠が濡れた状態について樹冠付着水高 S_1 (mm)と蒸散強度 E_T (mmhr⁻¹)との関係を、純放射量 R_n (kWm⁻²)をパラメータにとって描いたものが図-1である。横軸の S_1 は樹冠保水容量 h_{a2} により規準化されている。データにばらつきはあるが、樹冠付着水高の増加とともに蒸散強度は減少している様子がうかがえる。ま

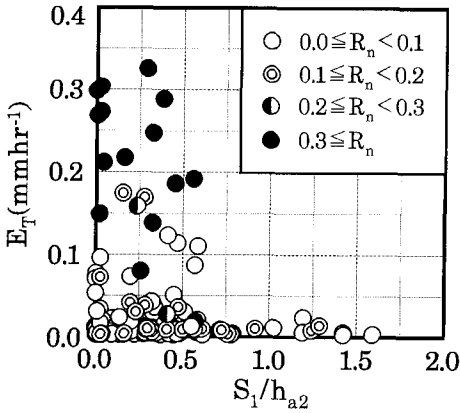


図-1 樹冠湿潤度 S_1/h_{a2} と蒸散強度 E_T の関係

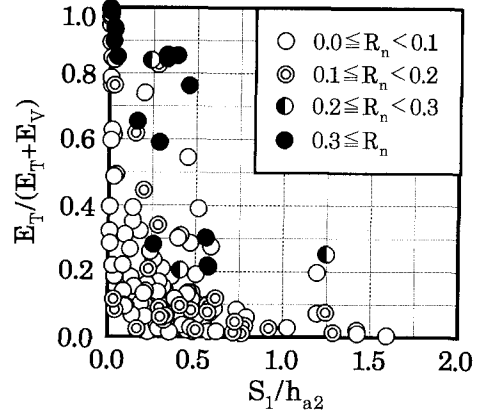


図-2 樹冠湿潤度 S_1/h_{a2} と蒸発強度 E_v および蒸散強度 E_T の相互関係

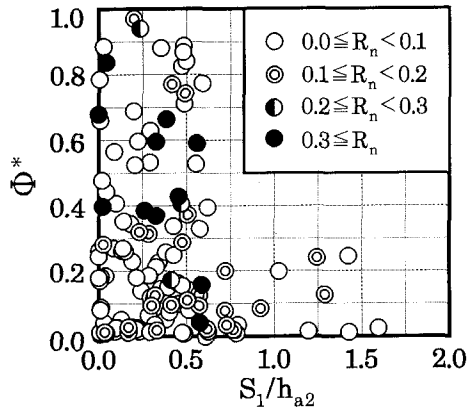


図-3 抑制指標 Φ^* と樹冠湿潤度 S_1/h_{a2} の関係

た純放射量が大きいほど同じ樹冠付着水高に対して蒸散強度は大きくなる傾向にある。樹冠付着水高 S_1 が樹冠保水容量 h_{a2} に達したあたりで蒸散は概ね停止しているようである。データがばらつくのは、蒸散量が樹冠付着水高のみならず、その時点での日射環境や樹木の水分環境等に支配されているためと考えられる。しかしデータ群の包絡線が任意の樹冠湿潤度 S_1/h_{a2} に対する最大蒸散強度を与えることから、図より大まかな蒸散強度の変化を把握することができる。図-2は、樹冠湿潤度 S_1/h_{a2} に対する蒸散強度 E_T の蒸発散量 $E_T + E_v$ に占める比率との関係を示したものである。この場合もデータ群の包絡線を基準としてみれば、およそ h_{a2} の半分程度で蒸散強度 E_T と蒸発強度 E_v がほぼ等しくなっている。また図-1と同様に樹冠付着水高が樹冠保水容量となるあたりで蒸散が停止している。図-3は蒸散モデルにより求めた乾燥した樹冠からの蒸散強度 E_T とヒートパルス速度より換算した実蒸散強度 E_T^* との比として定義した $\Phi^* (= E_T^*/E_T)$ と樹冠湿潤度 S_1/h_{a2} の関係を示したものである。 Φ^* は乾燥した樹冠面に比較した蒸散効率の低下を表すと考えられるから、間接的に濡れた樹冠での気孔の閉鎖にともなう蒸散の抑制作用を表現していると解釈できる。図-3の関係について、たとえば $\Phi^* = \exp(-\lambda S_1/h_{a2})$ と定式化し、 λ に R_n をはじめとする蒸散過程への影響因子を組み込んだモデリングを行うことで、濡れた樹冠面からの蒸散強度についても定量的に評価できるようになると期待される。

5. おわりに

今後は、 Φ^* のモデルに取り組むとともに、 λ をヒートパルス蒸散モデルのパラメータの一つとして、その他のものと同時に同定することで濡れた樹冠面からの蒸散過程の解析を進める予定である。

参考文献

- 1) 木村和義：生物にとって雨とはなにか，農山漁村文化協会，pp. 120-132，1987。
- 2) 吉田弘，端野道夫，村岡浩爾：樹幹流データを利用した降雨遮断タンクモデルによる森林蒸発量推定法，水文・水資源学会誌，6(1)，pp. 19-30，1993。
- 3) 吉田弘，端野道夫，村岡浩爾：ヒートパルス速度と微気象データを利用した林木蒸散量推定法の提案，水文・水資源学会誌，6(4)，pp. 350-357，1993。