

徳島大学大学院 学生員 ○平尾保洋
 徳島大学工学部 正 員 吉田 弘
 徳島大学工学部 フェロ - 端野道夫

1. はじめに

流域蒸散量の的確な算定は、流域水収支を把握する上で必要である。これまで本学はヒートパルス蒸散モデル¹⁾を構築してきたが、真の蒸散値が得られていないため推定された蒸散量の妥当性を検証できずにいた。そこで、大型ウェイングライシメータを用いた屋外蒸散実験を行ってきたが、ロードセルに及ぼされる諸要因の影響のため、正確な重量が計測されずにいた。本研究では、蒸散活動の活発な夏季に重量変動校正実験を行い、較正式を構築した上で得られた蒸散量データを用いて、ヒートパルス蒸散モデルで推定した蒸散量の妥当性を検証した。

2. ライシメータを用いた屋外蒸散実験

屋外蒸散実験は、図-1に示す装置を用いて行った。蒸散実験の対象樹木には、13年生であるスギを用いた。樹木および容器全体の重量を3台のロードセルで1分毎に計測した。気温の急激な変化が計測重量に及ぼす影響を防ぐため、ロードセルは約30℃に温度管理されている。蒸散量を算定する際に、浸透排水による見かけの重量変動を補正しなければならない。そこで浸透水量は、転倒マス雨量計を用いて10分間隔で計測した。また、蒸散活動と密接に関連するヒートパルス速度を30分毎に、各種気象データを5分毎に計測した。

蒸散量は(1)式を用いて算出した。なお、風による樹木の振動により重量データに小刻みな変動が見られるため、1時間の移動平均を重量データに施した。

$$E(I) = X(I-1) - X(I) - XX(I) \quad (1)$$

ここに、 $E(I)$: I時における蒸散量、 $X(I)$: I時30分前後30分の重量データを移動平均したもの、 $XX(I)$: I時の前後30分における浸透水量の総和である。

3. 重量校正実験と較正式

重量計測においてピット内温度と気温がロードセルに何らかの影響を及ぼすと考え、較正実験を行った。容器内を土壌のみにし、土壌表面をシートカバーで覆えば、容器の重量変動は見られないはずである。しかし図-2に示すように無視し得ない重量変動が見られた。そこで説明変数としてピット内温度変動と気温変動を用いて、重量変動 ΔW を表現する重回帰式の定

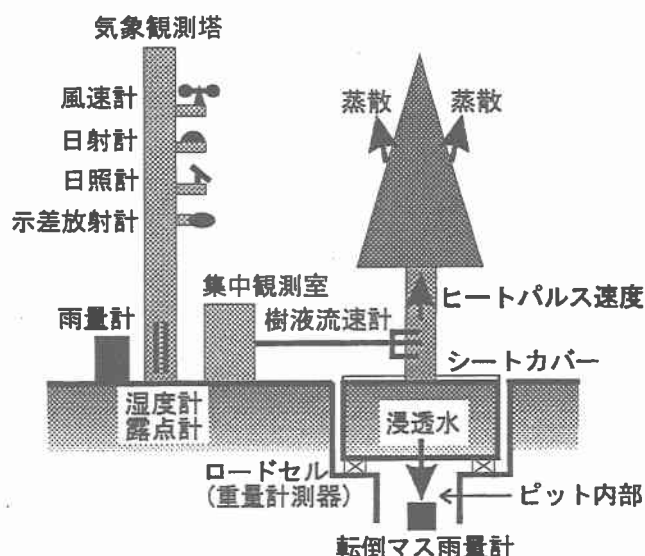


図-1 屋外蒸散実験装置概要

測定重量に及ぼす影響を防ぐため、ロードセルは約30℃に温度管理されている。蒸散量を算定する際に、浸透排水による見かけの重量変動を補正しなければならない。そこで浸透水量は、転倒マス雨量計を用いて10分間隔で計測した。また、蒸散活動と密接に関連するヒートパルス速度を30分毎に、各種気象データを5分毎に計測した。

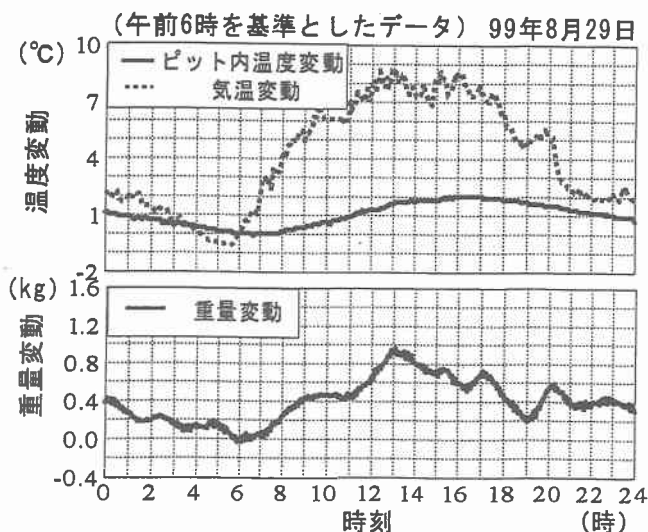


図-2 気温・ピット内温度と重量変動の関係

式化を試みた。

データは、夏季の4日間を選び、基準時間である午前6時からの変化量とした。その結果、定式化された較正式を(2)式に示す。また、較正式で求めた推定変動量と計測変動量を図-3に示す。

$$\Delta W = 0.2527\Delta T + 0.0457\Delta T' - 0.0447 \tag{2}$$

ここに、 ΔT :ピット内温度変動、 $\Delta T'$:気温変動である。決定係数 R^2 は0.8271となり、概ね良好に再現できたといえる。

4. モデルによる蒸散量の推定

上記の較正式を用いて、1998年8月29日におけるスギの蒸散量を較正し(図-4)、ヒートパルス蒸散モデルで求めた推定蒸散量と比較したものを図-5に示す。なお、ここで用いたヒートパルス蒸散モデルは、蒸散量の指標となる樹液流速を基に蒸散量を以下の式によって推定するものである。

$$\beta \frac{d^2 S_{TR}}{dt^2} + \alpha \frac{dS_{TR}}{dt} + S_{TR} = \gamma E_s \tag{3}$$

$$V_h = K \cdot E_s^p \tag{4} \qquad E_T = \phi \cdot E_p \tag{5}$$

$$\begin{cases} \phi(S_{TR}) = \phi_m \exp(-\zeta \cdot S_{TR}) & (\Delta e < \Delta e_{cr}) \\ \phi(S_{TR} \cdot \Delta e) = \phi_m \exp(-\zeta \cdot S_{TR} - \eta \cdot \Delta e) & (\Delta e > \Delta e_{cr}) \end{cases}$$

ここに、 S_{TR} :水分ストレス高、 E_s :吸水強度、 V_h :ヒートパルス速度、 E_T :蒸散強度、 E_p :ペンマンの可能蒸発散強度、 ϕ :蒸散係数、 Δe :飽差、 Δe_{cr} :抑制が始まる飽差の下限値である。実測蒸散量は、推定蒸散量と比較するため、基準面積で除して水深換算している。同定したパラメータを表-1に示す。部分的に差があるところも見られたが、全体の経時変化は概ね一致した。

表-1 同定されたパラメータ (1998年8月29日スギ)

α	β	γ	K	p
0.0142	0.2319	3.6034	110.29	0.6245
ξ	ϕ_m	E_{Smax}	η	Δe_{cr}
11.884	2.2982	0.0624	0.0145	11.438

5. まとめ

ヒートパルス蒸散モデルで推定した蒸散量と、計測した蒸散量は一致した。今後の課題として、重量変動較正式の精度を挙げていく必要があり、更に実験を重ねてデータの精度向上を目指したい。

6. 参考文献 1) 吉田, 端野, 村岡: 水文・水資源学会誌, 6 (3), pp. 224-253, 1993

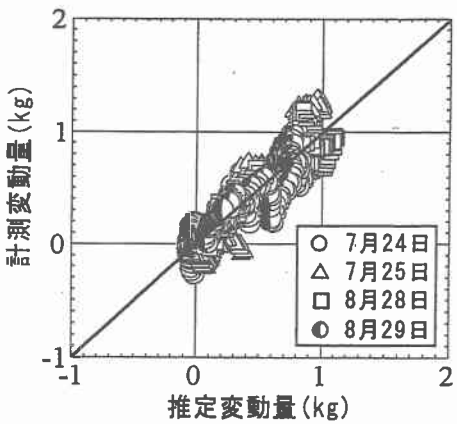


図-3 較正式による重量変動再現結果

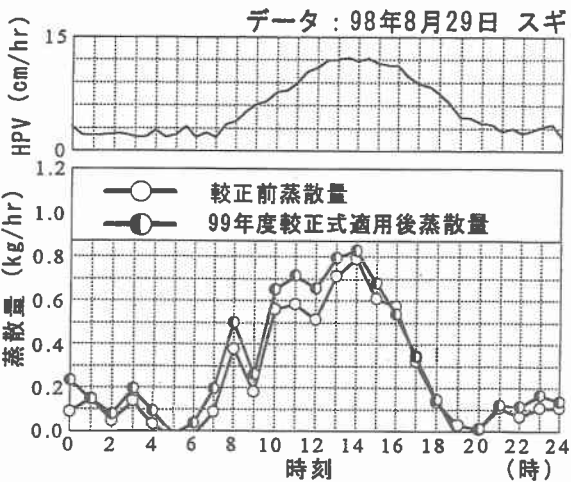


図-4 構成式適応前後の蒸散量

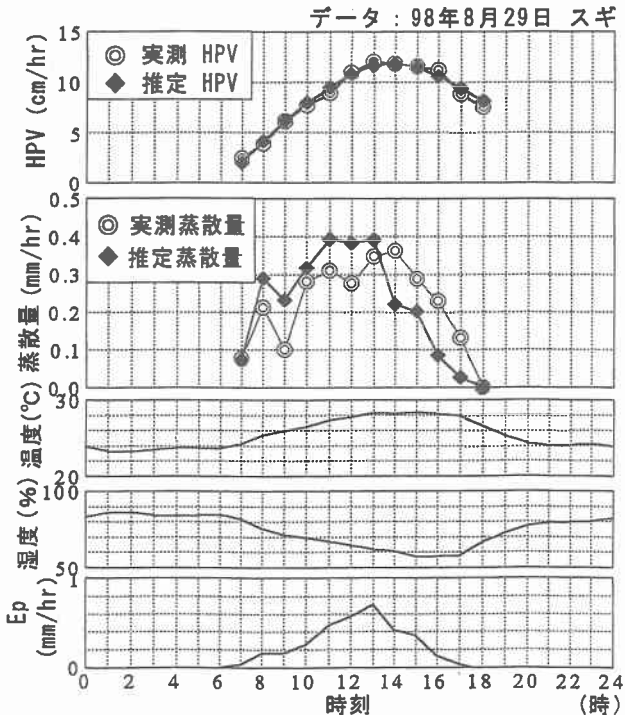


図-5 モデルによる推定値と実測値の比較