

大型ライシメータを用いた樹木蒸散量の計測に関する予備実験

徳島大学大学院 学生員 ○ 福本 憲弥
 徳島大学工学部 正員 端野 道夫
 徳島大学工学部 正員 吉田 弘

1. はじめに 流域水収支を把握し、水資源の開発・維持計画を策定するためには、流域蒸散量の確かな推定が必要である。これまでさまざまな蒸散量推定手法が提案されてきたが、現場で成木の蒸散量を実測するのが困難であるため、推定値の妥当性を十分に検証できていない。そこで本研究では、成木の蒸散量を実測するために、大型ウェイングライシメータを試作し、約10年生のスギを用いて屋外蒸散実験を行った。続いて実測された蒸散量と、これまでに本学で開発してきたヒートパルス蒸散モデル¹⁾による推定値とを比較検討した。

2. ライシメータを用いた屋外蒸散実験 実験は、図-1に示す装置を用いて行った。樹木と容器全体の重量を4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に、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、浸透排水によるみかけの重量変化を補正する必要がある。そこで浸透水量は、転倒マス型雨量計を用いて10分間隔で測定した。また、蒸散量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、蒸散流速計および気象観測塔に設置した測器によりそれぞれ測定した。

風による樹木の振動を極力防ぐために、装置の周囲を透明ビニールシートで囲い、また土壌面からの蒸発を防ぐため表面はビニールシートで覆ってある。こうした配慮にもかかわらず、重量データには若干小刻みな変動がみられたため、10分から1時間の間で移動平均処理を施した。蒸散量の算定は(1)式によった。

算定された蒸散量と、蒸散量の重要な指標であるヒートパルス速度の経時変化を比較したところ、明らかに両者は異なったことから、容器の重量は蒸散以外の因子の影響を受けていると推察された。そこでそれらの影響を解明するために校正実験を行った。

$$E(i) = X(i) - X(i-1) - PE(i) \quad (1)$$

ここに、 $E(i)$ ：時刻*i*での蒸散量、 $X(i)$ ：時刻*i*での移動平均処理後の重量、 $PE(i)$ ：時刻*i*での浸透水量である。

3. 校正実験と重量校正式 校正実験では、蒸散以外の因子が容器重量に及ぼす影響を計測する必要がある。そこで木の蒸散活動をほぼ完全に停止させるために、樹木全体を遮光シートで覆った。したがって、重量変化は容器からの浸透水量のみで決まり、これで説明できない変動成分に周囲環境の変化による影響が現れる。

そこで、浸透水量による重量変化を補正した重量について、午前0時の重量を基準とした相対変動量を W と定義し、これを表現するために気温変化、風速および風向を説明変数とした重回帰式

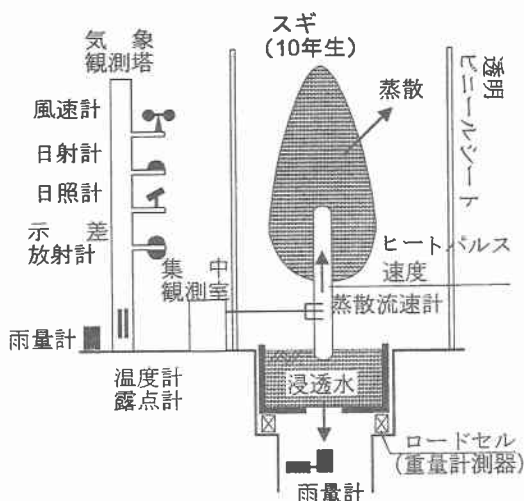


図-1 ライシメータおよび実験装置概要

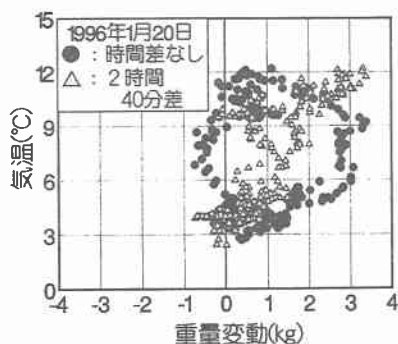


図-2 気温と重量変動の関係

表-1 重回帰係数と決定係数

	a	b	c	d	R ²
1月19日	-2.37	0.3451	0.0029	0.0015	0.8940
1月20日	-1.32	0.3251	-0.0165	0.0170	0.8358
1月21日	-1.61	0.3531	0.0140	-0.0097	0.7715
19~21日	-1.99	0.3580	0.0059	-0.0045	0.7339

の定式化を試みた。

まず気温と重量変動の相関を検討すると、図-2のようにループを描くので、両者の間には時間遅れが存在すると考えられる。そこでループが閉じるような両者の時間差を求め、これを考慮に入れた気温の項を説明変数の1つとした。時間差は日によって異なるが、日中と夜間の平均温度差で説明できることを確認している。

容器は図-3のように南東隅のみが固定支持であり、その他が可動支持であるため、風を受けると円弧運動する。容器の水平変位を防ぐようにボールベアリングで容器と側壁が1点接触するように止めている。このため、容器が側壁に押しつけられる方向に風を受けた場合わずかながらも摩擦力が働き、ロードセルが負担する重量は減少する。そこで風速に加えて風向も重要な因子と考え、図-3のように風向の数値化を行い、風速 v と風向値 ω の積を風応力の影響を表現する項として説明変数に加えた。

以上のように説明変数を設定した上で、(2)式のような重回帰式を定式化した。

$$W = a + b \cdot \Theta + c \cdot (v \cdot \omega) + d \cdot (v^2 \cdot \omega) \quad (2)$$

ここに、 W ：午前0時を基準とした重量変動、 Θ ：時間差を考慮した気温、 v ：風速、 ω ：風向値、 a, b, c, d ：重回帰係数である。

1996年1月19日から21日に行った較正実験の結果に、(2)式を適用して表-1に示す重回帰係数を得た。一例として1月19日の重量変動を再現した結果を図-4に示す。再現性は概ね良好と判断される。

4. 推定値と実測値の比較 ヒートパルス蒸散モデル¹⁾による蒸散量の推定値と、ライシメータによる実測値とを比較したのが図-5である。比較のために、重量で表現される実測値を葉面積で除すことにより水深へ換算した。全般的にみて、両者の経時変化は概ね一致するが、部分的には大きな差異が見受けられる。較正実験時には、遮光シートに作用する風応力が重量変化に大きく影響してくるが、通常は遮光シートで覆っていないため、特に風速・風向条件において異なっており、較正式を適用する際にこのことを配慮しなければならない。

5. おわりに 以上のことからライシメータを用いた蒸散量の計測と、これによるヒートパルス蒸散モデルの検証の可能性が示された。しかし引き続き較正実験を行うことで、更なる重量較正法の検討が必要である。

参考文献 1) 吉田，端野，村岡：水文・水資源学会誌，6(3)，pp.244-253，1993。

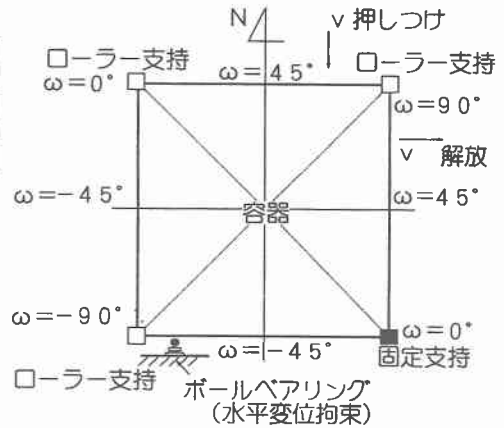


図-3 風向の数値化方法

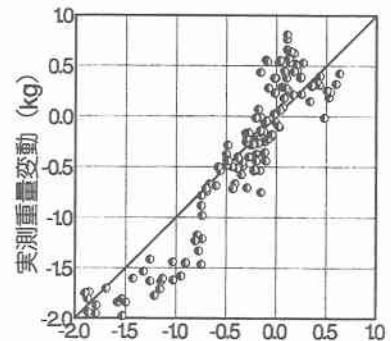
較正式による重量変動（kg）
（1996年1月19日）

図-4 重量変動の再現結果

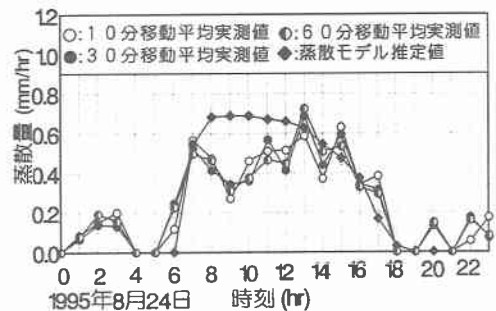


図-5 推定値と実測値の比較