

Ⅱ-42 樹種が異なる樹木についての蒸散量の現地観測とモデル化

徳島大学 学生会員 ○元山 知範

徳島大学 学生会員 森沢 哲也

徳島大学 正会員 端野 道夫

1. はじめに

蒸散とは、光合成が行われる際、樹体内の水分が葉の気孔より大気中に放出される現象である。本研究では針葉樹(スギ、ヒノキ)、広葉樹(アベマキ、コナラ)それぞれ単木におけるヒートパルス速度の現地観測を実施し、筆者らによって構築されてきたヒートパルス蒸散モデル¹⁾を用い蒸散量の推定を行った。

解析対象は徳島県山川町奥野井(針葉樹)および脇町横野(広葉樹)森林試験地である。奥野井試験地の地点概要は標高 250 m、年降雨量 1289mm、平均気温 14.6℃である。横野試験地の地点概要は標高 600 m、年降水量 1024mm、平均気温 13.2℃である。また、スギ、ヒノキとも樹高約 20 mであり河道付近に生育している。アベマキ、コナラは樹高約 8 mであり山腹斜面に生育している。

2. ヒートパルス蒸散モデルの概要

$$S_{TR} = -\alpha(E_T - E_s) - \beta \frac{d(E_T - E_s)}{dt} + \gamma E_s \quad (1)$$

本研究に使用したヒートパルス蒸散

モデルは樹液流速を基に蒸散量を(1)

$$V_h = K E_s^p \quad (2) \quad E_T = \phi \cdot R_n \quad (3)$$

~(4)式よって推定する。また、本流

$$\phi = \phi_m \exp(-\zeta \cdot S_{TR}) \quad (\Delta e < \Delta e_{cr})$$

域では土壌水分の影響を考慮しない。

$$\phi = \phi_m \exp\{-\zeta \cdot S_{TR} - \eta(-\Delta e - \Delta e_{cr})\} \quad (\Delta e > \Delta e_{cr}) \quad (4)$$

ここに、 S_{TR} ：水分ストレス高、

E_s ：吸水強度、 E_T ：蒸散強度、 V_h ：ヒートパルス速度、 R_n ：純放射量、 ϕ ：蒸散係数、 ϕ_m ：水分ストレスが0である場合の蒸散係数、 Δe ：飽差、 Δe_{cr} ：蒸散抑制が働き始める飽差である。

本モデルにおいて同定しなければならないパラメータは α 、 β 、 γ 、 K 、 p 、 Δe_{cr} 、 ζ 、 η の8個である。このうち、蒸散係数に関するパラメータである η 、 ζ により蒸散量の季節変化が表現できると考える。また、本研究では $\phi_m = 1$ に固定する。

パラメータ同定法は、各パラメータに適当な初期値を与えた後、ヒートパルス速度の実測値と推定値の誤差2乗和を評価関数として定め、この値が最小になる最適パラメータをSIMPLEX法を用い探索する。

3. 蒸散量推定結果

紙数の関係で推定された蒸散量が最も多くなる7月に限定しヒートパルス速度の観測値と推定値および推定蒸散量の時間変化を図-1示す。また、蒸散量を求める際の基準値となる純放射量も示す。この図よりヒートパルス速度の再現性が樹種が異なる針葉樹、広葉樹のいずれについても良好であることが分かる。また、土壌水分による蒸散抑制作用について考慮しなかったにも関わらず、他の月におけるヒートパルス速度の再現性も良好であった。このことより両試験地においては蒸散抑制が掛かるほど土壌水分が減少しないと考えられる。また、本モデルではヒートパルス速度と樹冠における蒸散強度の関係を定式化していることから、蒸散強度も同程度の精度で推定できていると判断される。

同定されたパラメータを表-1に示し、 ζ 、 η の季節変化を図-2、図-3に示す。 ζ についてはアベマキを除き下に凸の傾向が見られる。なお、6月～10月におけるパラメータの値は針葉樹、広葉樹ともにほぼ一定となった。また、 η は季節変化見られないが、パラメータの値が針葉樹、広葉樹の違いで差が見られた。

次に月平均日蒸散量および蒸散係数を表-2に示す。同定に用いた日数が少数であることから気象条件の影響を強く受けていると考えられ蒸散量の月変化について論じることができない。5月～10月における平均蒸散係数はスギ 0.371 ヒノキ 0.472 アベマキ 0.624 コナラ 0.637 となり針葉樹に比べ広葉樹の蒸散係数が高い。このことから針葉樹に比較し広葉樹の蒸散能力が高いと考えられる。

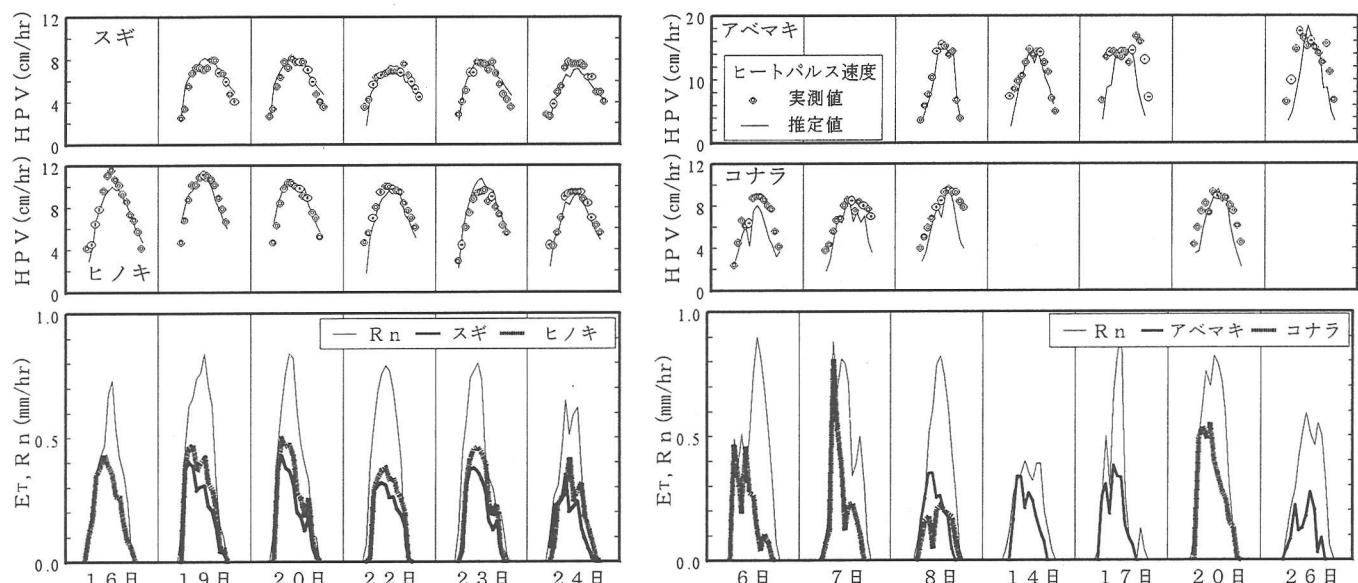


図-1 ヒートパルス速度の観測値，推定値および蒸散量の時間変化(2000 7月)

表-1 同定されたパラメータ

	常緑針葉樹		落葉広葉樹	
	スギ	ヒノキ	アベマキ	コナラ
α	1.342	1.013	0.713	0.724
β	0.768	0.537	0.165	0.171
γ	5.190	3.326	8.132	7.254
K	145.941	162.414	156.296	132.801
p	0.584	0.598	0.618	0.606
Δe_{cr}	10.925	10.869	13.393	11.215

			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
			ζ	η	ζ	η	ζ	η	ζ	η
常緑針葉樹	スギ	ζ		106.0	38.0	31.9	37.2	41.4	44.9	
		η		0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	
	ヒノキ	ζ	53.7	41.1	30.0	22.8	31.6	41.1	24.1	
		η	0.027	0.027	0.029	0.027	0.027	0.027	0.027	
落葉広葉樹	アベマキ	ζ	53.7	62.2	44.4	33.8	23.4	26.8	40.4	58.1
		η	0.027	0.013	0.010	0.012	0.009	0.008	0.014	0.021
	コナラ	ζ		28.9	30.4	30.8	32.1	28.7	25.6	20.2
		η		0.009	0.010	0.008	0.013	0.011	0.008	0.008

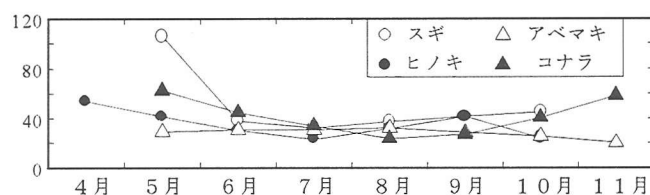


図-2 ζ の季節変化

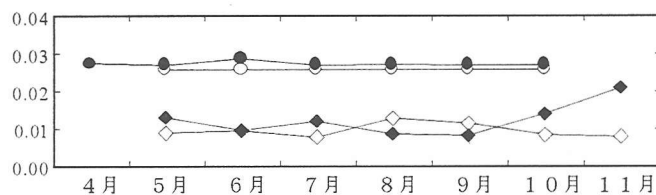


図-3 η の季節変化

表-2 月平均日蒸散量(mm)と蒸散係数

蒸散量(蒸散係数)	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	平均
常緑針葉樹	スギ	1.09(0.172)	2.35(0.421)	2.49(0.362)	2.11(0.405)	2.06(0.358)	1.55(0.508)		1.94(0.371)
	ヒノキ	2.18(0.349)	2.48(0.380)	2.58(0.504)	2.96(0.466)	2.79(0.454)	2.27(0.401)	2.29(0.629)	2.51(0.455)
落葉広葉樹	アベマキ		2.14(0.732)	2.27(0.744)	2.52(0.661)	2.62(0.583)	2.05(0.437)	1.35(0.586)	1.95(0.640)
	コナラ		1.33(0.566)	2.51(0.781)	2.56(0.682)	2.25(0.576)	2.14(0.573)	2.09(0.642)	1.97(0.634)

4. まとめ

樹種が異なる針葉樹、広葉樹にいずれについてもヒートパルス速度の再現は良好であり、蒸散量の推定は高い精度で行えたと考える。針葉樹、広葉樹でのヒートパルス速度の現地観測より蒸散量を推定した結果、5月～10月における平均日蒸散量はスギ 1.94 ヒノキ 2.51 アベマキ 1.97 コナラ 1.95(単位: mm)、年平均蒸散係数はスギ 0.371 ヒノキ 0.472 アベマキ 0.624 コナラ 0.637 となった。広葉樹における蒸散係数が高いことから、広葉樹における蒸散能力が高いと考えられる。ヒートパルス速度を計測するセンサー部の劣化や、雨水が侵入しセンサーに誤作動を及ぼすことなどの点については今後の検討課題としたい。

参考文献

- 1) 吉田・端野・村岡：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
蒸散水文水資源学会誌，6 (3)，pp.224-253，1993，