

II-6

日蒸発散量の推定について

山梨大学工学部 正員 砂田憲吾
 京都大学防災研究所 正員 池淵周一
 山梨県土木部 丸茂人士

1. はじめに

流域の水収支を考える上で重要な蒸発散量の推定のために、これまで大別して2通りのアプローチがとられてきた。一つは試験流域での一定期間(1年,水文年)の水収支に基づくものであり、他の一つは蒸発散過程に注目して微小区画におけるエネルギー収支や拡散機構に基づく解析である。この両者を繋ぐ経験式については必ずしも現象の物理機構を十分反映しているとは言い難く、多くの場合蒸発散能の形で提示されるので、実蒸発散量(以降,単に蒸発散量と呼ぶ)の見積りには適当な補正係数や別の検討¹⁾が必要となる。本研究は、工学的見地から必要となるある程度の広域からの蒸発散量に対して、より物理機構を重視した推定式の提案を目差している。本稿はその手始めとして、詳細な微気象観測によって推定された日蒸発散量を観測値とみなし、それを通常観測による気象要素で回帰したのち、より高い精度で水文資料が得られているとされる試験地流域に適用して水収支法による検証を試みたものである。ここでの検討によれば、一般気象資料のみによる日単位,年単位の双方とも満足する蒸発散推定式提案の可能性が調べられると共に、逆に一地点での観測(推定)値の絶対値や代表性についても基本的なチェックがなされることになる。

2. 日蒸発散量の観測と推定

2.1 熱収支法による蒸発散量の観測——著者の一人(池淵)は八王子多摩丘陵の自然林地内において熱収支法による蒸発散量の観測推定を行っている。試験地の概要,観測システム,推定法の詳細はすでに発表されている²⁾ので省略するが、林内植生は下草を伴う平均樹高16mの落葉広葉樹が主体であり、ごく一般的な自然林の状況を呈している。推定された蒸発散量と純放射量との関係はFig.1のようであり、湿度,風速,土壤水分量を考慮しながら純放射量を基本とした日蒸発散量式が得られそうである。

2.2 日蒸発散量の推定——上述の観測による推定値を観測値($E_{obs.}$)とみなし、日蒸発散量の回帰式を考える。蒸発散量の推定法には、1) 蒸発計値補正法, 2) 熱収支法, 3) 傾度法, 4) 渦相関法, 5) 組合せ法, 6) 経験法などがあるが、物理性を根拠とするには2)~5)が適当であり、特に実用面から一般気象資料を前提とするには5)のPenmanの式を基本とすることが考えられる。ただし、水面蒸発を基礎とするPenmanの蒸発散能を地表実蒸発散量に対応させるために土壤水分量の変化を考慮する。すなわち、推定の基礎式として式(1)を用いる。

$$E_s = \frac{W}{\Delta + \gamma} \left\{ \frac{-\Delta \cdot R_n}{\rho} + \gamma f(u)d \right\} \text{-----(1)}$$

ここに、 E_s :日蒸発散推定値(mm/day), Δ :温度~飽和蒸気圧線のこう配, γ :乾湿計定数, R_n :純放射量, $f(u)$:風速 u の関数, d :飽差であり、 W は単位地表面積当たりの飽和面

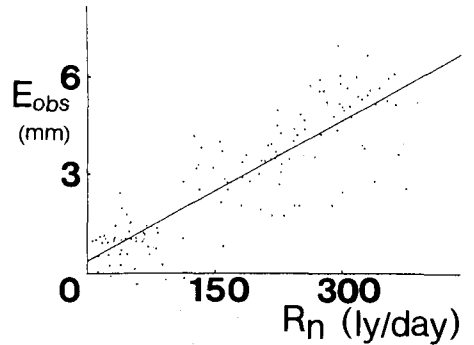


Fig.1 観測(推定)蒸発散量と純放射量

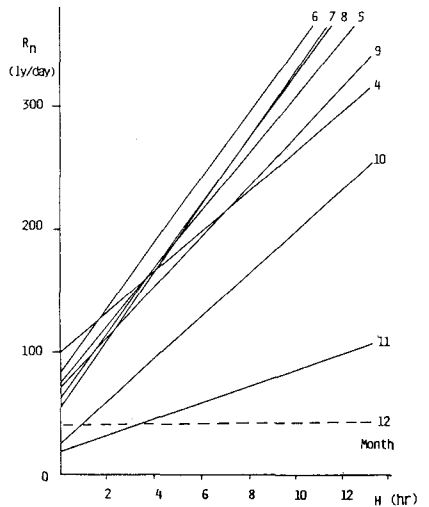


Fig.2 純放射量と日照時間

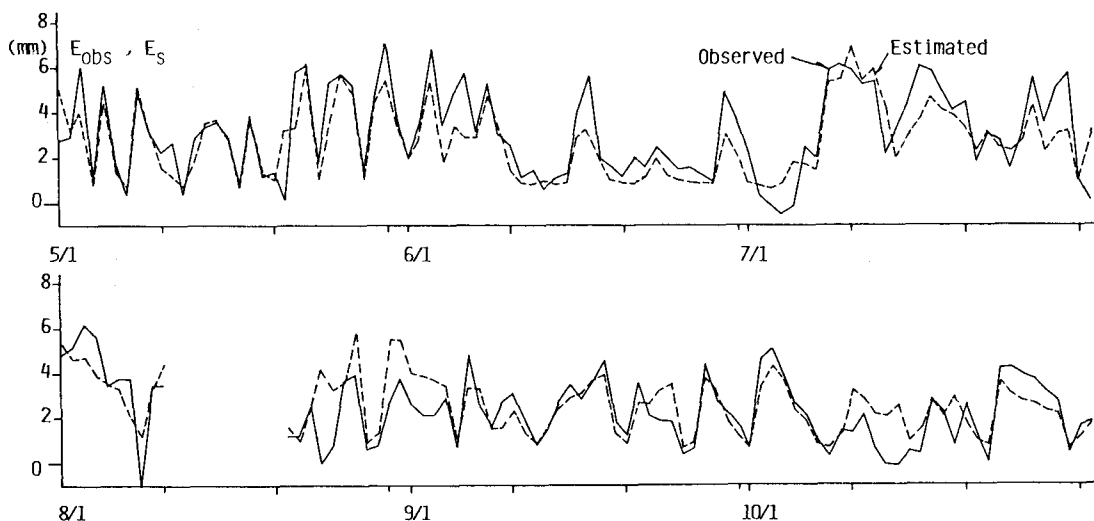


Fig.3 日蒸発散量の推定値と観測値との比較

積比率を表す。式(1)の諸量のうち、 R_n, W を以下のように一般気象要素で表現する。

八王子試験地での R_n に対し、月別に日照時間(H)との関係調べるとFig.2のような直線関係が得られ、その回帰式は $R_n = 383 \cdot Q \cdot H + 59$ (ly/day)となる。ここに、 Q は流域の緯度、季節時期による単位時間当たりの日射量である。一方、虫明ら²⁾によれば、土壌水分量(対飽和含水率比 θ/θ_0)は降雨後経過日数(T)により、 $\theta/\theta_0 = K \cdot 10^{-\alpha T}$ で表される。ここに、 K は定数、 α は地表面下5cmの深度で年間を通じほぼ $\alpha = 0.01$ (day^{-1/2})。従って、飽和面積比率は土壌の空隙率 λ を用いて $W = (\lambda \cdot \theta/\theta_0)^{2/3}$ となる。風速関数 $f(u)$ は24時間平均風速 u を用いて1次式で近似する。

以上を式(1)に代入し、 λ, K を未知一定として整理したのち最適な係数を定めれば回

$$E_s = \frac{10^{-0.0067\sqrt{T}}}{\Delta + \tau} \left\{ 9.5 \Delta \frac{(383QH + 59)}{l} + (0.15 + 0.06u) \tau d \right\} \quad \text{--- (2)}$$

帰式として式(2)を得る。Fig.3は推定値と観測値の比較(rms.誤差 1.2mm)であり、良好な結果を示す。

3. 試験流域水収支による検証

式(2)の適合性と観測値(絶対値, 代表性)の妥当性を調べるために、水収支検討流域として適当とされる³⁾ 神流川流域(373Km²), 釜淵試験地(0.03Km²)資料で検証した。気象資料については、前者では秩父、前橋のデータを平均し、平均高度により気温補正をし、後者では新庄のデータを用いた。比較はFig.4のようになる。釜淵での水収支による値は積雪地水収支期間のとり方にも原因してバラツクが、計算推定値は神流川では大きめに、釜淵では小さめの傾向をとり両者の中間的な妥当な結果となっている。

4. おわりに

日蒸発散量について、一般気象資料に基づく推定式が提示され比較的良好な結果が得られた。この段階で八王子試験林地内での観測推定値の絶対値のほぼ妥当なことも実証されたと考えている。一方、式(2)は蒸散効果が陽に考慮されていないため、このままでは林地以外の流域に直ちに適用するのは不都合である。さらに各種の試験地資料でこの点の克服について検討しながら、より高精度かつ簡潔な日蒸発散量推定方法を目ざしてゆきたい。

【参考文献】 1) 大槻・三野・丸山:農土論集(112),1984 3) 虫明・岡・小池:水講論集(29),1985
 2) 池淵・澤井:水資源研究センター報告(3),1983 4) 榎根・竹内:地理評(44),1971

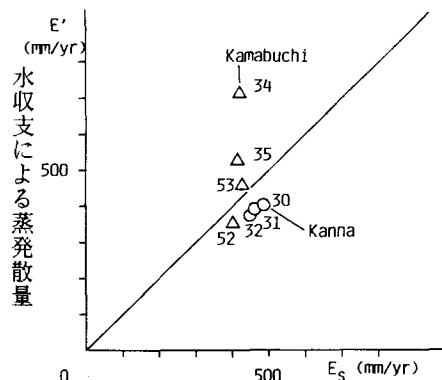


Fig.4 推定蒸発散量の検証