

大型ライシメータをベースにした 裸地蒸発量のシミュレーションモデル

京都大学防災研究所 正 員 池淵 周一
 京 都 大 学 大 学 院 学 生 員 土 谷 史郎
 京 都 大 学 大 学 院 学 生 員 ○久保 和幸

1. 目 的 流域からの正確な蒸発散量を知ることは治水・利水などの面からみても非常に重要であるにもかかわらず、影響因子が多様であることなどからその研究は他の水文・気象関係の研究に比べて立ち後れているというのが現状である。本研究では特に裸地からの蒸発を取り上げ、宇治グランド地空相互作用実験場に設置された大型ライシメータをはじめとする各種観測機器による観測値を1、3、6、12、24 時間平均データとし、裸地蒸発量と他の気象要素との間で重回帰分析を展開することにより一般気象要素による実用的な裸地蒸発量の推定式を各時間間隔毎に求めようとするものである。

2. 大型ライシメータ 本研究で用いた大型ライシメータは機械式計量器の上に半径600mm、有効高さ600mmの土砂タンクが設置されたもので、現在は土砂タンクの上端が地表面と一致するように埋設されている。この土砂タンク内を浸透してきた水は貯水タンクにプールされ貯水型流量計によってその積算排水量が測定される。ここから得られるライシメータの重量とライシメータからの積算排水量、さらに雨量計から得られる降雨量から実際の裸地からの蒸発量を求めることができる。

3. 観測された気象要素 本研究では昭和62年9・10月の2ヶ月間を観測・解析の対象期間とした。図1に示したのは実験場から得られた気象データのうち主なものの9月における時系列変化であり、上から降雨量(mm)、地表面土壌水分量(重量%)、純放射量(W/m²)、地表面温度(°C)、気温(°C)、風速(cm/sec.)、日蒸発量(mm/day)の順となっている。ここで降雨量と日蒸発量を除いてはすべて1時間平均データである。ただし雨量計などの問題から降雨時の日蒸発量は欠測扱いとした。

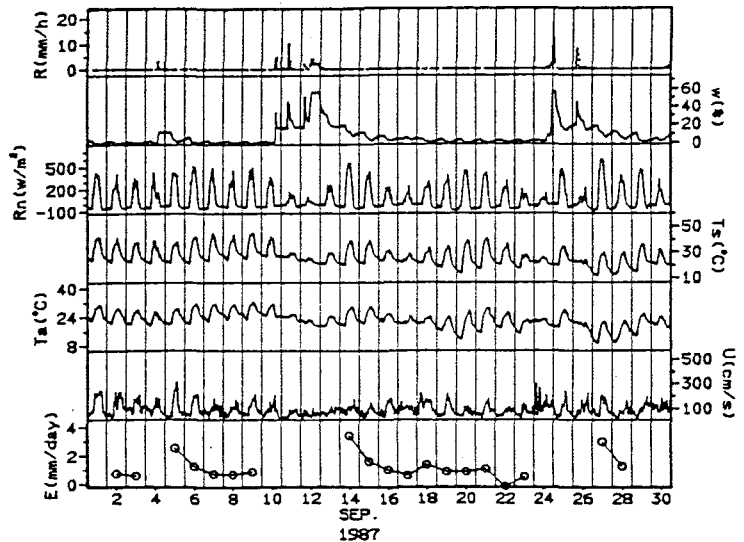


図1 主な気象要素の9月における時系列変化

4. 重回帰分析 3. で挙げた観測値を1、3、6、12、24 時間平均データとし実際に回帰分析を行うわけであるが、データが少ないことによる回帰係数の不安定を避けるために従来から湖面蒸発量推定式として用いられてきたPenman式に抑制項として土壌水分量による項を乗じた拡張Penman式を回帰式として採用した¹⁾。表1に拡張Penman式とその回帰係数および回帰式の説明力の指標として相関比の2乗を示した。ここで飽和水蒸気圧、水蒸気圧はそれぞれ気温、気温と露点温度から求められ、単位は(mbar)

である。また、 Δ は気温から求められる変数であり、 γ は定数である²⁾。時間間隔の取り方については原則として0時から24時までとしているが、この表からもわかるように12時間間隔の場合回帰式の説明力は6、24時間間隔のものに比べてわずかに低くなっている。そこで6時から18時、18時から6時というように時間をとることにより昼と夜に分け回帰式の説明力がどの様に変化するかをみようとしたのが表中の12'であり、もとの12時間間隔のものに比べて説明力は上がっている。この表より時間間隔が長くなると説明力が上がっていくように思われる。さらに、各時間間隔において得られた回帰式による裸地蒸発量の推定値と実際の観測値の時系列変化を比較することによりそれぞれの回帰式の再現性を評価しようとしたものが図2である。図の対象期間は各時間間隔に対して1日、3日、6日、半月、1ヶ月間となっており、また、蒸発量の変化を捉え易いようになるべく降雨のあった直後とした。この図を見ても、やはり3時間以上の時間間隔では高い再現性が得られていることがわかる。

5. 結 論 以上、実験場から得られたデータを用いて重回帰分析を展開し、各時間間隔における裸地蒸発量の推定式を求めた結果、3時間以上の時間間隔についてはかなり実用的に蒸発量を推定できることがわかった。また、1時間間隔の場合については、観測値の精度による影響のためにこのような結果になったと考えられ、観測機器の精度向上が望まれるが大型ライシメータによる精度向上はかなり困難である。今後はさらにデータを蓄積することにより、本研究で得られた裸地蒸発量の推定式の検証を行い、さらに、実験場内の他の観測機器から得られるデータを用いて物理的根拠のある基礎方程式系をベースにしたシミュレーションを展開し、その一つのアウトプットとして裸地蒸発量の算定を行い、大型ライシメータ値との比較から、基礎方程式の妥当性の検証などに拡張していきたい。

表1 拡張Penman式とその回帰係数

$$\text{回帰式: } E = (a + bV_s) \times \left\{ \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{R_{\text{net}}}{f} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} (cU + d) \times (E_a^* - E_a) \right\}$$

Time interval	a	b	c	d	η^2
1	1.81×10^{-4}	3.79×10^{-5}	1.10×10^{-1}	4.83×10^1	0.227
3	1.84×10^{-4}	3.43×10^{-5}	8.25×10^{-1}	9.88×10^1	0.618
6	1.49×10^{-4}	3.03×10^{-5}	2.27×10^0	2.35×10^2	0.726
12	2.78×10^{-4}	4.44×10^{-5}	3.33×10^0	7.83×10^1	0.628
12'	1.07×10^{-4}	2.30×10^{-5}	1.09×10^1	2.57×10^2	0.812
24	3.74×10^{-4}	5.83×10^{-5}	4.49×10^0	-1.01×10^0	0.833

E=蒸発量 Rnet=純放射量 Vs=地表面水分量 U=風速
 E_a^* =飽和水蒸気圧 E_a =水蒸気圧 Δ =気温-蒸気圧線の勾配
 γ =乾湿計定数 f=蒸発潜熱 η =相関比

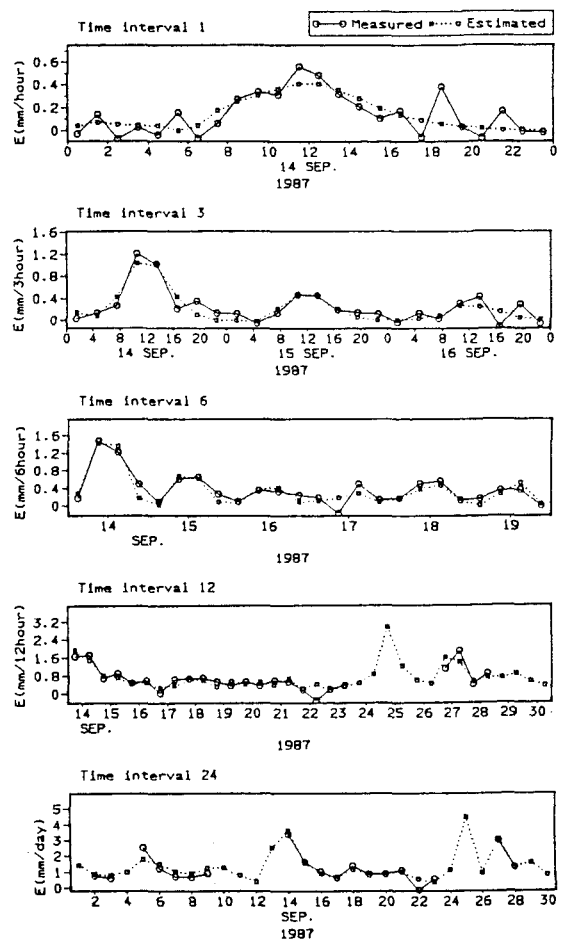


図2 拡張Penman式による推定値と観測値

- 1) 砂田憲吾、池淵周一；林地流域における日蒸発散量の推定、土木学会論文集、第387号／II-8、pp.247-254、1987.11
- 2) W.H.Brutsaert, Evaporation into the Atmosphere, D.reidal Publishing Company