

火山灰質土壌面からの蒸発量

熊本大学工学部 学生員 ○山口峰夫 村上俊樹

正会員 下津昌司 矢北孝一

1. はじめに

蒸発散現象は水循環プロセスの一部として、熱収支及び水収支の両面から長時間スケールで重要な要素である。つまり人間の生活環境全般にわたっての温度緩和・抑制の機能を有し、一方長期間の水資源としての損失項である蒸発量の量的評価は、実用的にも重要である。しかしその機構は水分変化に対し非線形的でかつ複合的であるために、近年多くの研究が行われているが、未解明な点が多く残されている。

蒸発は水分の供給源である土壌面、水蒸気として移動する大気境界層、植生の3つの要素が連結した過程であるが、従来の研究では主として大気境界層の中での現象として、一方では土壌中での現象と別個に扱われており、最近になって相互に関連させた研究が行われ始めた。

そこで本研究では、高い保水性と特徴的な水分特性を持つ火山灰質土壌面からの蒸発を対象として、

- ① 土壌側の水分変化を通しての蒸発と、大気側での水蒸気移動としての蒸発の両面から定量的な比較を行う。
- ② 長期的な蒸発量算定に際し、各地点の気象月報のような比較的容易に得られるデータに基づいた蒸発量の精度

まずこれらの2点について検討を行うための研究の第一段階である。

2. 観測の概要

観測は阿蘇外輪山西側に位置する熊本空港(高遊原台地)に隣接した熊本テクノポリス敷地(標高149m)内フィールドにおいて平成5年6月以降観測を行っている。フィールドは裸地で、表層は火山灰質土壌(黒ボク)である。観測項目と機器の設置状況を図-1に示す。

3. 算定方法

蒸発量算定には熱収支法¹⁾(ボーエン比法)を基準とすることにする。熱収支法は2高度での気温、水蒸気圧を T_1, T_2, e_1, e_2 、乾湿計定数 γ とすると(1)式によりボーエン比(顕熱伝達量/潜熱伝達量)が既知となるため、純放射量 R_n 、地中伝導熱 G 、水の蒸発潜熱 l から(2)式により蒸発量 E が算出される。

$$\beta = \gamma \frac{T_1 - T_2}{e_1 - e_2} \quad (1)$$

$$E = \frac{1}{l} \frac{R_n - G}{1 + \beta} \quad (2)$$

蒸発量推定にはペンマン式¹⁾²⁾((3)式)と補完式¹⁾((4)式)、ハーモン式³⁾((5)式)を用いて算出した。

$$E = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{R_n}{l} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f_{u_2}(u_2)(e_{sa} - e_a) \quad (3)$$

$$E = 1.52 \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{R_n}{l} - \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f_{u_2}(u_2)(e_{sa} - e_a) \quad (4)$$

$$E = 0.14 D_0^2 p \quad (5)$$

ここで Δ :飽和水蒸気圧曲線の勾配 f_{u_2} :風速関数 u_2 :風速 e_{sa} :飽和水蒸気圧 D_0 :日照時間 p :平均気温に対する飽和絶対湿度である。

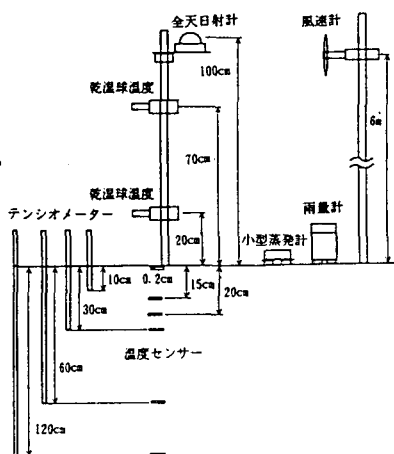


図-1 観測機器の配置

4. 測定結果の一例

図-2に熱収支観測の一例として10月10～14日の観測結果を示す。2日前に降雨があったにもかかわらず、地中伝導熱と顕熱輸送量の占める割合が多く、裸地面蒸発の特性を良く表している。

図-3に9、10の2カ月間の各方法により算出した蒸発量と蒸発位の経日変化、図-4に土壤吸引圧(pF値)の経日変化を示す。これらの結果から各蒸発位とも蒸発量の傾向と似通った推移をしている。また10cmの土壤吸引圧がpF2.7を超えるあたりから極端な蒸発量の減少が生じ、蒸発位より小さな値を示した。

この状況下での水理水頭プロファイルによりゼロフラックス面が30cmから60cmの間であると推定し、図-5に30cmと60cmの土壤吸引圧(pF値)と、算出した蒸発量と蒸発計蒸発量の比であるパン係数の関係を示す。通常パン係数はほぼ一定の値を示すが、土壤が乾燥状態になるとパン係数は小さい値を示している。このことから蒸発に対する土壤の蒸発抑制が起こったことが考えられる。

表-1は各蒸発量推定法の定量的な比較を示し、各月の観測した日の合計を表している。ハーモン式の値はかなり大きな値を示している。

表-1 各蒸発量推定量の比較(mm)

	9月	10月
蒸発量	37.1	39.3
ペンマン式	53.7	44.0
補完式	51.5	24.3
計器蒸発量	81.9	67.5
ハーモン式	72.1	53.0

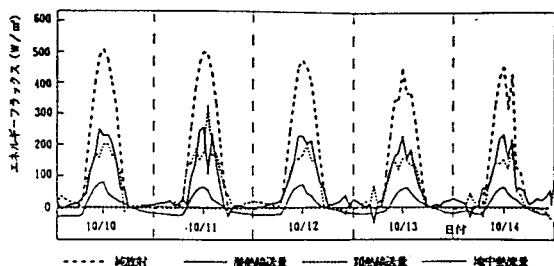


図-2 熱収支成分の日中変化

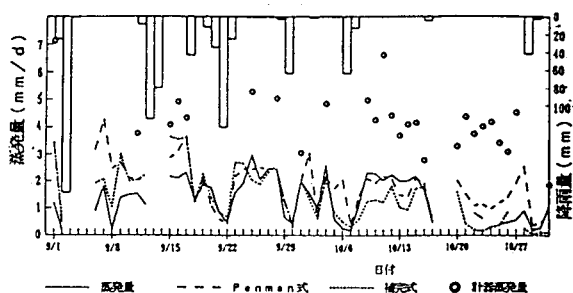


図-3 蒸発量と蒸発位の経日変化

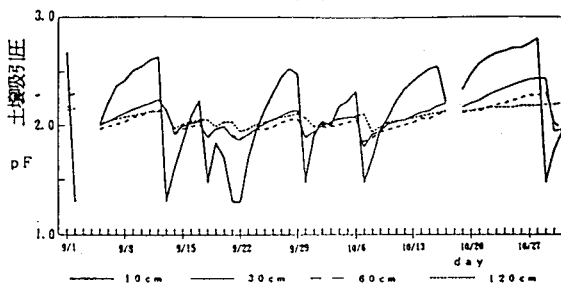


図-4 土壤吸引圧の経日変化

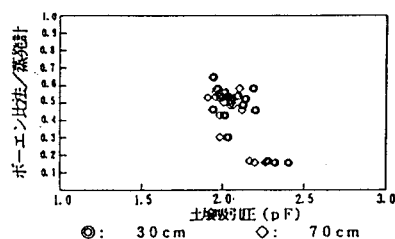


図-5 パン係数と土壤吸引圧の関係

- 参考文献 1)大槻恭一, 三野徹, 丸山利輔「計器蒸発量、蒸発散位と実蒸発散量の関係」農土論集(111)1984.
2)三浦健司, 奥野林太郎「ペンマン式による蒸発散位計算方法の詳細」農土論集(164), 1993.
3)「水理公式集」土木学会, p145, 1975.