

蒸発散量算定式の実用的精度の検討

熊本大学工学部 学生員 ○宮川慎吾 森川慎也 正会員 下津昌司 矢北孝一

1. はじめに

蒸発散現象は、水循環過程の一部として水資源的にはマイナスの側面を持つが、近年都市域の中での気候緩和に果たす役割を含め、蒸発散現象の定量的評価は意義のある課題となっている。ここでは、簡易的な計算法として広く用いられている大気気象要素による蒸発散量推定式の精度について、火山灰質土壌における裸地面、芝地面の2種類を対象とした観測結果に基づき検討を行う。

2. 観測地概要と観測方法

観測は、阿蘇外輪山西側に位置する、テクノリサーチパーク内の熊本大学地域共同研究センター敷地内フィールド(高度149m)に、15m四方の芝地、裸地、コンクリートの観測フィールドをそれぞれ隣接して設置し行った。観測は、平成8年7月から行い、途中7月20日と10月14日からの2回に渡り5、6日の集中観測を行った。観測項目と観測機器の配置状況を図-1に示す。

3. 蒸発散量算定法

蒸発散量算定には、(1)に示す熱収支式¹⁾に渦相関法¹⁾によりそれぞれ求めた顕熱輸送量(2)式を用いて算出し、それを基準の値として採用した。顕熱輸送量は、高度1mに設置された三次元超音波温度・風速計により観測し求めた。

$$Rn = IE + H + G \quad (1) \quad H = \rho C_p \overline{\omega' \theta'} \quad (2) \quad \beta = \frac{H}{IE} \quad (3)$$

ここで、 Rn : 純放射量、 IE : 潜熱輸送量、 H : 顕熱輸送量、 G : 地中伝達熱、 ρ : 空気密度、 C_p : 空気の定圧比熱、 ω' : 鉛直風速変動量、 θ' : 温位変動量、オーバーバーは平均を表す。今回は比較のため、ボーエン比法¹⁾による算定も行う。これは、2高度の乾湿球温度計から顕熱と潜熱の比であるボーエン比(3)を求め、(1)式を用いて蒸発散量を求めるものである。また、蒸発散量の推定は、式(4)のペンマン式²⁾、式(5)の補完式³⁾、式(6)のハーモン式⁴⁾を用いて行った。

$$E_p = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{Rn}{I} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f_{U_2}(U_2)(e_{sa} - e_a) \quad (4)$$

$$E_c = 1.52 \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{Rn}{I} - \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f_{U_2}(U_2)(e_{sa} - e_a) \quad (5)$$

$$E_H = 0.14 D_o^2 P \quad (6)$$

ここで、 Δ : 飽和水蒸気圧の勾配、 f_{U_2} : 風速関数、 U_2 : 高度2m風速、 e_{sa} : 飽和水蒸気圧、 e_a : 水蒸気圧、 D_o : 日照時間、 P : 日平均気温に対する飽和絶対湿度を表す。

4. 観測結果

まとまった降雨直後に行った7月20日～25日までの6日間と、10月15日～18日までの4日間の集中観測について解析を行った。ここでは、その特徴的なものとして、7月21日と25日の芝地面、裸地面での熱収支の配分を図-2に示す。21日は、19日までの総雨量95mmの雨の後で、地表面は湿潤状態にあるため、芝地面、裸地面ともに純放射のエネルギーは大半が潜熱輸送量へと変換されている。25日になると、芝地面では21日とあまり変わらない配分を示すが、裸地面では、顕熱輸送量への配

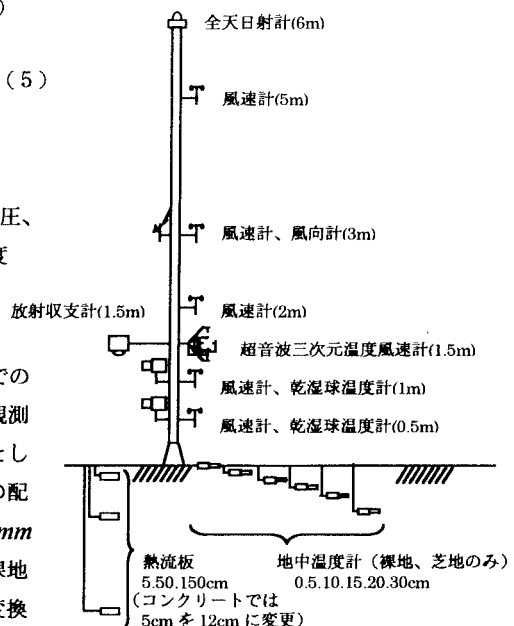


図-1 観測機器プロフィール

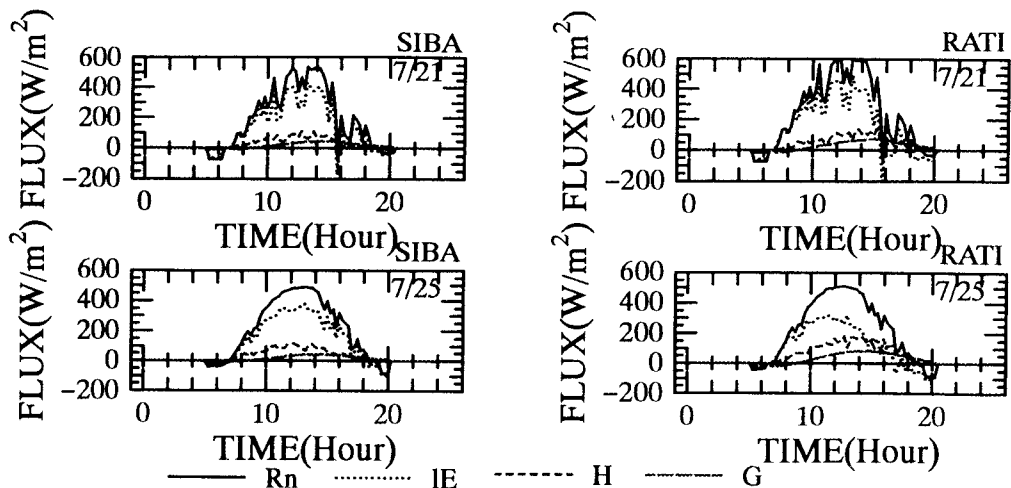


図-2 熱収支の配分

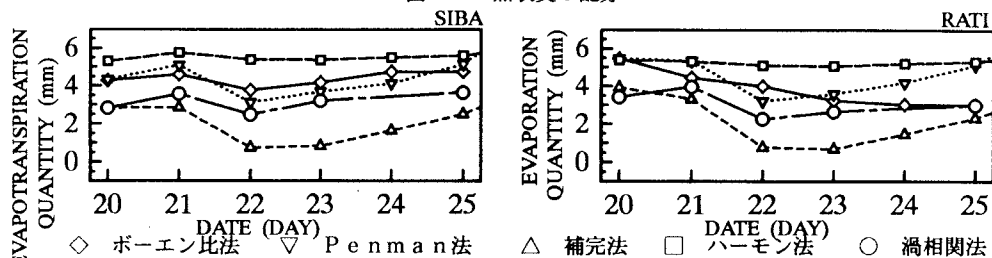


図-3 蒸発散量の経日変化

分が増加している。保水能力が高いとされる黒ボクであるが、地表面に乾燥層が形成されるにつれ、これによって蒸発が抑制される傾向があると考えられ、その影響が降雨後きわめて早い段階で現れてきている。またこのことは、芝地面と裸地面との間のアルベドの変化にも影響を与えており、アルベドにあまり変化がみられない芝地面に対し、裸地面ではアルベドが次第に大きくなっていることが確認される。湿潤状態において、潜熱輸送量が純放射量に支配されることから、長期的な蒸発散量を考えると、アルベドの変化による蒸発散量の変化は少なからず定量的評価に影響を及ぼすと考えられる。次に、20日から25日までの芝地面と裸地面の各種算定式による推定蒸発散量日積算量の経日変化を、図-3に示す。渦相関法の芝地面では、期間中経日変化の幅は小さく定常的な値で推移しているのに対し、裸地面では降雨終了直後の湿潤状態から乾燥状態に変わるにつれ、わずかながら減少傾向が認められる。これに対しボーエン比法の値は、裸地面では乾燥に伴う現象傾向が鮮明であり、芝地面では植生による影響のためか定常的な値を示している。これらの算定式による絶対値には差があるが、変化の傾向には対応が認められる。その他の推定値と比較すると、まず芝地面ではハーモン法をのぞいて変化の傾向はいずれも対応しているが、絶対値については多少の差がある。次に裸地面においても、やはりハーモン法では推定精度は低い。ペンマン法と補完法では、湿潤状態では適用可能といえるが、乾燥するにつれてその精度は低下することは、この式の適用条件から言ってやむを得ない結果といえる。

5. 終わりに

本報では、降雨直後における蒸発散量算定式の精度について述べてきたが、裸地面では地表面の状態の変化が、かなり蒸発散量の変化に影響を与えていることが伺える。今後は、地表面の状態をより確実にフィードバックできる蒸発散量推定式について検討が必要と思われる。

参考文献

- 1) 近藤純正：水環境の気象学
- 2) 三浦健志、他：ペンマン式による蒸発散位計算方法の詳細、農土論集 1993
- 3) 大槻恭一、他：計器蒸発量、蒸発散位と実蒸発量との関係、農土論集 1984
- 4) 土木学会：水理公式集