

連続無降雨期間における地表面からの蒸発特性

熊本大学工学部 学生員 ○鐘ヶ江昭浩 宮川 慎吾
熊本大学工学部 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システムを構成するサブシステムとして、水収支においてその量的算定は実用的に重要である。長期の蒸発量算定に際し、気象月報のような比較的容易に入手できるデータから精度よく算出するための第一段階として、主に大気気象要素を用いて種々の地表面からの蒸発量の算定および熱収支特性を比較する。また本年は例年にない小雨・高温年であったため、本報では長期無降雨期間中の観測結果を中心に検討を行う。

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熊本テクノリサーチパーク内の熊本大学地域共同センター敷地(標高149m)内フィールドに、火山灰質土壌(以後、黒ボク)裸地面、マサ土裸地面の2種の地表面を設け、平成6年5月以降観測を行っている。黒ボク裸地面における観測項目と機器配置の概要を図-1に示す。

3.蒸発量算定方法

蒸発量算定には式(1)に示す熱収支式にボーエン比法¹⁾を適用して算出し、これを基準とする。ボーエン比法は接地境界層内の2高度での気温(T_1, T_2 ;添字は1が高度20cm, 2が70cm)、水蒸気圧(e_1, e_2)、乾湿計定数 γ とすると、式(2)より算出されたボーエン比により潜熱(IE)と顕熱(H)の分配比が既知となり、純放射(Rn)、地中伝達熱(G)、水の蒸発潜熱(l)より、蒸発量(E)が式(3)により算出される。

$$Rn = H + IE + G \quad (1) \quad \beta = H / IE = \gamma \frac{T_1 - T_2}{e_1 - e_2} \quad (2) \quad E = \frac{1}{l} \frac{Rn - G}{1 + \beta} \quad (3)$$

蒸発量推定には式(4)のペンマン式¹⁾、式(5)の補完式¹⁾と式(6)のハーモン式²⁾を用いて算出した。

$$E_{PEN} = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{Rn}{l} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f_{U2}(U_2)(e_{sa} - e_a) \quad (4) \quad E_{HAM} = 0.14 D_o^2 p \quad (6)$$

$$E_{COM} = 1.52 \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{Rn}{l} - \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f_{U2}(U_2)(e_{sa} - e_a) \quad (5)$$

ここで、 Δ :飽和水蒸気圧曲線の勾配、 f_{U2} :風速関数、 U_2 :高度2m風速、 e_{sa} :飽和水蒸気圧、 D_o :日照時間、 p :平均気温に対する絶対飽和湿度

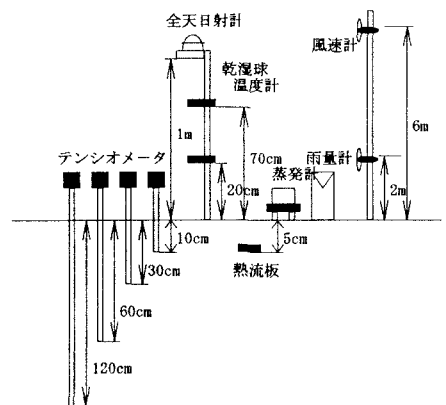


図-1 観測装置の模式図

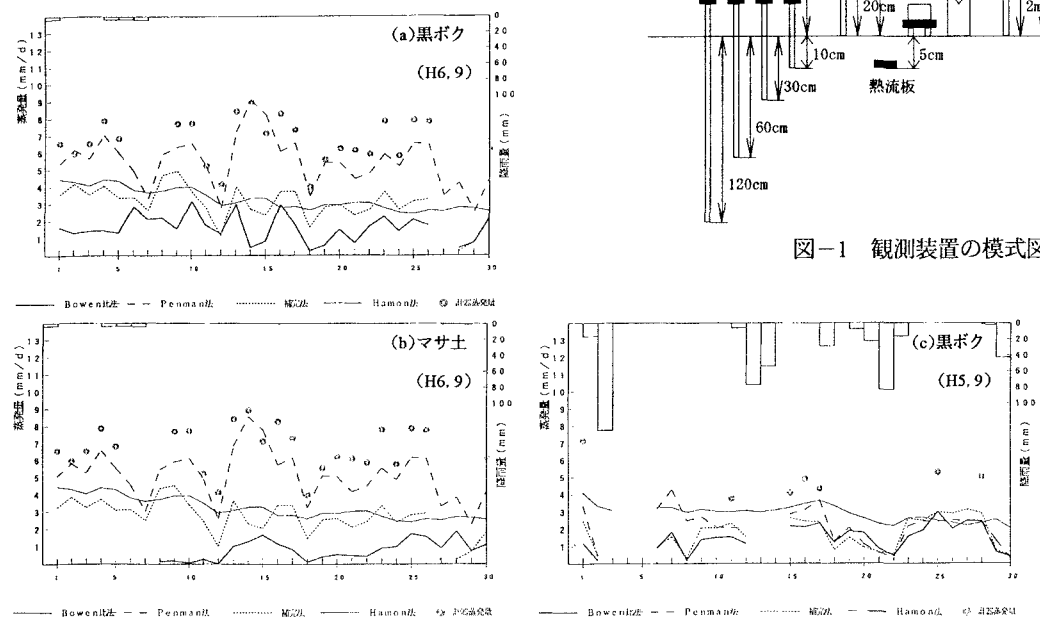


図-2 蒸発量および蒸発推定量の経日変化(平成6年9月の(a)黒ボク、(b)マサ土、(c)平成5年9月の黒ボク)

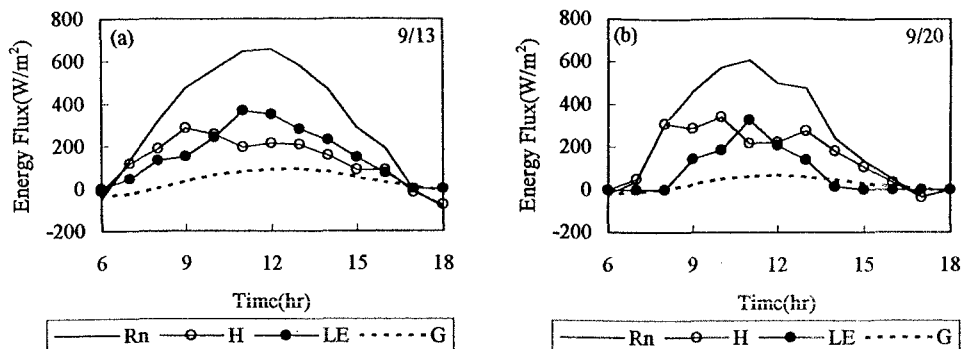


図-3 黒ボク裸地面の熱収支成分の日中変化((a)9月13日, (b)9月20日)

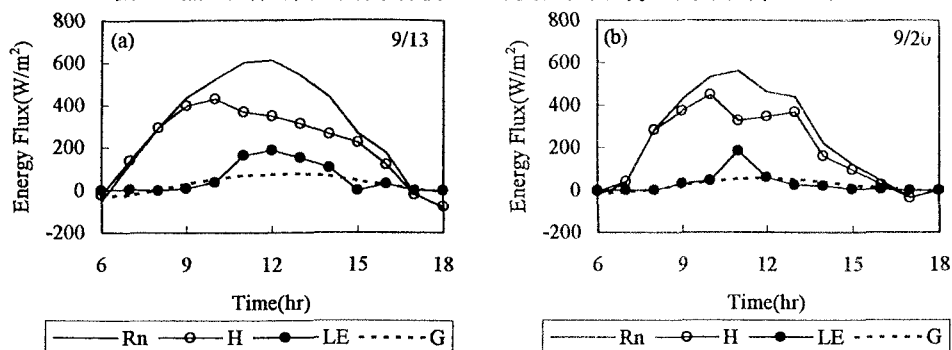


図-4 マサ土裸地面の熱収支成分の日中変化((a)9月13日, (b)9月20日)

4. 観測結果の一例

ここでは、最も長い連続無降雨期間を含む平成6年9月と比較のため湿潤状態が多かった平成5年9月(黒ボク裸地面のみ)の観測結果をとりあげることにする。図-2に9月の各地表面について各方法により算出した蒸発量と蒸発推定量の経日変化を示す。これらの結果から、土壤が乾燥状態であっても黒ボク面からの蒸発量はマサ土面と比べかなり多い。これは黒ボクの持つ高い保水性によるものと考えられる。一方マサ土面では降雨直後においても蒸発量は少なく、また各推定法の変動とは異なった推移をしている。

表-1に各地表面における各蒸発推定法の定量的な比較のため日蒸発量の月合計を表している。土壤面が湿潤状態という仮定のペンマン式はもちろん、乾燥状態においても比較的精度よく蒸発量推定できると言われている補完式でも精度よく推定できていない。黒ボク面でペンマン法と補完法はボーエン比法の日変化と相似関係で推移をしている。

つぎに図-3に黒ボク面、図-4にマサ土面の連続無降雨期間(9月12~27日)中の(a)13日と(b)20日における熱収支成分の日中変化を示す。両地表面とも乾燥が進行するにつれ潜熱輸送量の割合が減少し、それに代わって顕熱および地中熱量の割合が増加している。またマサ土面からの潜熱輸送量が極端に少ない。これは乾燥域での日中の熱収支観測³⁾においてしばしばみられる下向きの水蒸気移動、つまり水蒸気が凝結するという不自然な現象が観測され、ここではこの現象が観測されたデータを削除したためである。

5. おわりに

本報では、大気気象要素観測による連続無降雨期間中の蒸発特性を述べてきたが、土壤の極度の乾燥状態になると従来の観測方法による蒸発量算定法は不適当である⁴⁾という考えもあり、更なるデータの収集と土壤内部からのアプローチが必要である。

参考文献 1)大槻恭一、三野徹、丸山利輔：計器蒸発量、蒸発散位と実蒸発量の関係、農土論集、1984
2)水理公式集、土木学会、1975 3)檜山哲哉、山中勤、島田純、古藤田一雄：裸地面蒸発とそれに関わる諸現象、ハイドロロジー、1993 4)近藤純正、研究と目的、水文・水資源学会誌、1995

表-1 各蒸発推定量の比較

観測年月	H5, 9月	H6, 9月
地表面	黒ボク	黒ボク マサ土
ボーエン比法	37.1	46.7 18.8
ペンマン法	53.7	164.4 163.3
補完法	51.5	85.4 86.8
ハーモン法	72.1	97.9 98.1