

チベット高原における地表面水文学の 空間分布特性を考慮した水・熱フラックスの算定

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○広瀬 望
長岡技術科学大学 正会員 陸 旻岐

長岡技術科学大学 正会員 小池俊雄
山梨大学工学部 正会員 石平 博
長岡技術科学大学大学院 学生会員 田殿武雄

1 はじめに

チベット高原における表層土壌水分の空間的分布が、陸域から大気への水・熱エネルギーの輸送量を大きく左右しており、この輸送量を知るためには、表層土壌水分の面的分布を定量的に把握することが大切である。

2 蒸発量に与える土壌水分分布の影響

図 1-a に、土壌水分と蒸発量の関係を示す。

この図 1-a を使い、土壌水分が図 1-b のようにある領域内で乾燥域 (A) と湿潤域 (B) に分かっている時、蒸発量に与える影響について考える。なお、土壌水分が面的に分布している場合、それぞれの土壌水分から求めた蒸発量を「面平均蒸発量 (E_{AB})」とし、領域内の土壌水分の平均値 (C) から求めた蒸発量を「単純平均蒸発量 (E_C)」と呼ぶこととする。

まず、比較的乾燥している場合を仮定すると、図 1-c のように $E_C < E_{AB}$ となり、単純平均蒸発量を用いると、蒸発量が過小評価される。次に、比較的湿潤な場合を仮定すると、図 1-d のように $E_C > E_{AB}$ となり、蒸発量が過大評価される。

すなわち、領域内の蒸発量算定には、土壌水分の平均値のみならず、その分布状態を考慮する必要がある。土壌水分分布は、斜面向きや凹凸の組合せ等の地形効果に依存することが知られているが、平坦地でも大きな分布がみられることがある。

3 チベット高原における観測の概要

1997 年 8 月に、チベット高原において GAME-Tibet の予備観測が実施された。観測対象領域を図 2 に示す。観測内容について、以下に示す。

気象データは、AWS により長期に観測され、ま

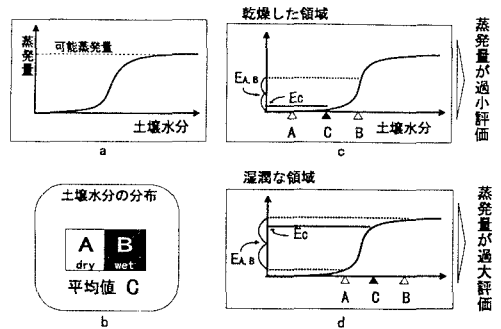


図 1: 蒸発量と土壌水分の関係

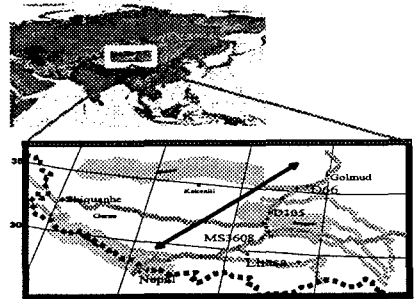


図 2: 観測対象領域図

た、土壌水分、地温の鉛直プロファイルも同時に観測されている。

表層水文学 (土壌水分、地温、アルベド等) は、高原スケールで南北方向に観測領域を 6 箇所設け、100m 間隔で計測した。図 3 は、観測された平坦地での土壌水分分布の一例で、比較的乾燥している地点 (D66) に比べ湿潤な地点 (MS3608) は、土壌水分分布のレンジが極めて大きい事が示された。

4 地形効果の無い所での分布評価

蒸発量の空間平均について考える際に、地形効果の無い所での土壌水分分布の影響について、モデル化を行なうための解析手法を検討した。

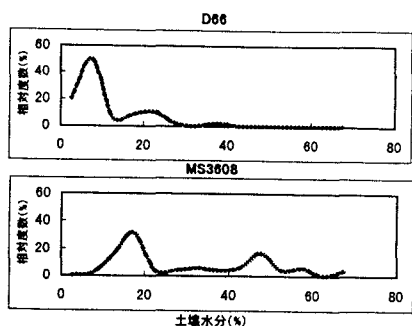


図 3: チベット高原南北地点の土壤水分分布図

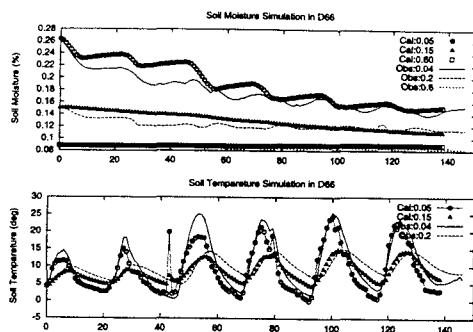


図 4: 実測値の計算値の比較図

4.1 凍土一次元モデル¹⁾の概要

使用した凍土一次元モデルは、熱輸送について基本的に熱収支計算を行い、蒸発量は、 β 法と Priestly Taylor の式を使用し、蒸発抑制を考慮した。

また、水分移動については、鉛直一次元 Richards 方程式を使用し、各土壌パラメータは、式 (1)、(2) を用いた (Clapp and Hornberger(1978))。

$$\psi = \psi_s(\theta/\theta_s)^{-b} \quad (1)$$

$$K = K_s(\theta/\theta_s)^{2b+3} \quad (2)$$

ここで、 ψ, K, θ は、毛管ポテンシャル、透水係数、体積含水率であり、 ψ_s, K_s, θ_s は、飽和時の毛管ポテンシャル、透水係数、体積含水率を表す。

4.2 解析内容

4.2.1 モデルの適用

1997年8月の観測で短期間ではあるが、大気(気象データ)と陸面(土壌プロファイル)のデータセットが取得されており、このデータを凍土一次元モデルに与え、実測と計算の鉛直プロファイルの時系列を比較し、一次元モデルのパラメータを同定した。計算結果を図4に示す。

4.2.2 蒸発量の算定

次に面平均蒸発量と単純平均蒸発量を求め、両者を比較検討した。以下に解析条件について述べる。

解析に用いた凍土一次元モデルでは、降水により地表面土壌水分が一様になるため、土壌水分の分布が表現できないので、降水は、与えない事とした。また、降水を与えないため、蒸発量は、表

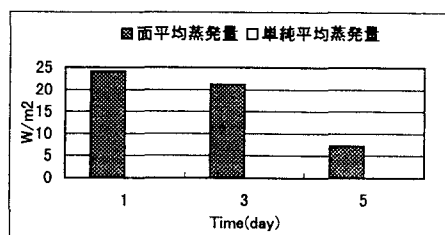


図 5: 乾燥帯 (D66) での蒸発量

層の水分量で決まるため、短期間(1,3,5日)の平均値で算出した。

4.3 解析結果

比較的データの揃っている乾燥域の D66 地点での解析結果を示す。図5を見ると、面平均蒸発量より、単純平均蒸発量の方が大きく算出され、模式的に示した図1と同様の結果となった。

5 まとめ

解析結果は、土壌水分の空間分布が蒸発量に与える影響を裏付けており、土壌水分の空間分布を考慮することが、水・熱フラックスの算定に、非常に大切であることがわかった。

今後は、検討結果を踏まえて、透水係数等の土壌特性に着目し、解析を行い、土壌水分の面的はらつき考慮したモデルを構築していく予定である。

参考文献

- 1) 石平博, 小池俊雄: 永久凍土帯での一次元的な水・エネルギー輸送の変動に関する基礎的研究, 水工学論文集, 第41巻, pp.233-238, 1997