

II-26

表層土壌水分の面的分布量が 空間平均乱流フラックス算定に及ぼす影響

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 旻皎

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は陸域から大気への水・熱フラックスを大きく左右する。このため、土壌水分の面的分布を考慮したフラックスの定量的評価が大切であると考えられる。土壌水分の面的分布の誘因は、地形因子とそれ以外の要因が考えられる。本研究では、地形効果が少ない平坦地に着目した。

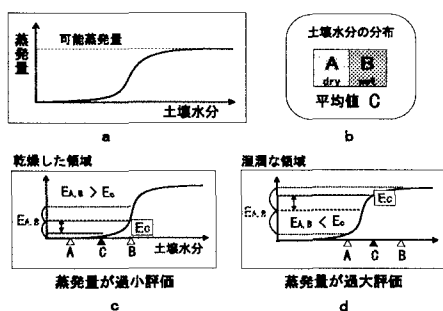


図 1: 蒸発量と土壌水分の関係

2 土壌水分分布が水・熱フラックスに与える影響について

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 に示す領域内で乾燥域 (A) と湿潤域 (B) に分かれている時、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、領域内の平均土壌水分値 (C) から求めた蒸発量を「単純平均蒸発量 (E_C)」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

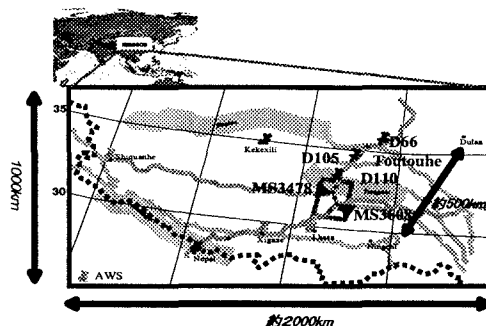


図 2: 観測地点の位置図

$E_C > E_{AB}$ 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。

3 地表面水文量の分布観測の概要

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、その一つとして、地表面水文量の面的分布量を把握するために以下の観測を行った。

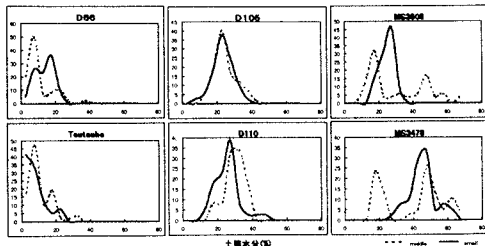
観測地点は、図 2 に示したように高原の南北方向に 6 箇所である。その各地点内で観測する領域の大きさを変え、一定間隔で測点を設け、表層水文量 (土壌水分、地温等) を計測した。

図 3 は、観測された全地点の土壌水分分布である。チベット高原の北の観測地点では、比較的乾燥し、南では、湿潤であることがわかる。

4 空間平均乱流フラックスの算定

4.1 水・熱フローモデルの概要

本解析に使用した鉛直一次元水・熱フローモデルは、凍土を対象としたモデルである。特徴として、凍土の融解を評価する際に大切な凍結層と未凍結層の境界が層厚さに関係なく求める事ができる。



縦軸：相対度数 (%), 横軸：土壌水分 (%)

図 3: 土壌水分分布図

モデルの詳細について、以下に記述する。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 土壌パラメータの同定

先に述べたチベットでの観測において短期間ではあるが、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いる。このデータを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、モデルのパラメータを同定した。計算結果を図4に示す。

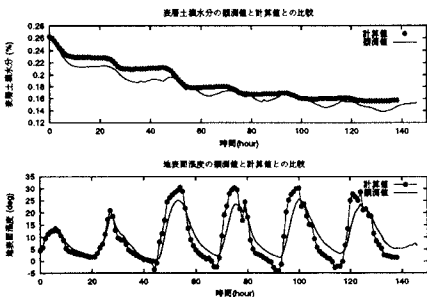


図 4: 実測値と計算値の比較図

4.3 平均化手法の検討

先述の観測により得られた土壌水分分布の分布量を用い、同定したモデルを適用し、領域内の平均蒸発量を算定する。算定する平均蒸発量は、面平均蒸発量と単純平均蒸発量である。解析結果として、乾燥傾向を示した地点(D66, Toutouhe)と湿潤傾向を示した地点(PAM site, MS3608)について、図5,6に示す。

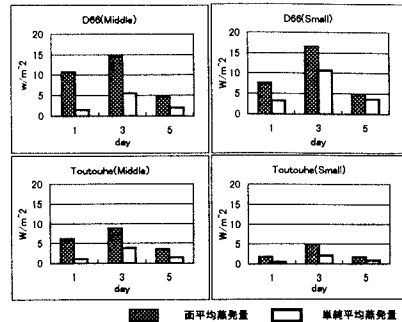


図 5: 乾燥地点での平均蒸発量の比較

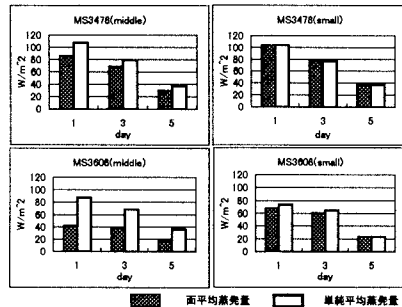


図 6: 湿潤地点での平均蒸発量の比較

解析結果より比較的乾燥している D66, Toutouhe 地点では、面平均蒸発量が単純平均蒸発量より大きくなる。一方、湿潤傾向である PAM, MS3608 地点では、面平均蒸発量が単純平均蒸発量より小さく算定された。

これは、冒頭で述べた蒸発量が土壌水分分布に依存していることを裏付けるものである。

5 まとめ

本研究によりわかった事を以下にまとめる。

- 観測よりチベット高原の南北方向で土壌水分の分布特性の違いを明らかにした。
- 解析結果より水分フラックスが土壌水分分布に依存していることが示された。

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