

II-35

裸地面蒸発に関する大気境界層-土壌水分同時観測

日本工営株式会社 正員 ○浅沼 順

東京大学生産技術研究所 正員 虫明功臣・沖 大幹

小池雅洋・弘中貞之

1. はじめに

蒸発散過程は、特に乾燥地における水資源開発や、開発にともなう水文環境の変化あるいは地球規模の気候変動に大きな影響を与える大気-陸面相互過程の解明といった問題において重要であるにもかかわらず、計測が難しく、またモデル化も遅れている分野である。本研究が対象とする裸地面からの蒸発過程は、大気中の乱流による水分輸送と不飽和土壌内での水分輸送が同時に行われるため、その現象の解明には境界層内の微気象要素と土壌内の水分・熱フラックスの多要素にわたる同時観測が必要であると考えられる。本研究では、野外において大気-土中同時観測並びに、室内における土壌の水文学的性質の試験を行い、両者の結果を用いて、乾燥裸地面からの蒸発過程の特性を明らかにした。

2. 野外観測及び室内試験の概要

野外観測は、東北大学理学部気象学講座との共同観測という形で実施され、主に境界層大気内の微気象要素の観測を東北大学側が担当し(近藤・三枝, 1991)、筆者ら東京大学側は主に土壌内の水分分布の観測と土壌の物理的性質の室内試験を担当した。

1) 野外観測…観測地点は、東京大学生産技術研究所千葉実験所構内の30m四方の裸地であり、観測期間は1990年7月下旬～10月初旬である。東京大学側による観測項目を表1に示す。

2) 室内試験…吸引法とサリコメータの兼用によって $pF=0\sim6$ までの水分特性曲線を(弘中・虫明, 1991)、加圧板法によって不飽和透水係数を求めた。

3. 解析結果

1) 水収支法による蒸発量の算定

サリコメータの観測結果から水収支法によって蒸発量を算定し、これを $\theta-E$ 比法による蒸発量(近藤・三枝, 1991)と比較した。水収支法は、 θ フラックス面(開発, 1989)より上の土柱に対して以下の水収支式を適用し、蒸発量を求めるものである。

$$E = P - \Delta M \quad (P: \text{雨量}, E: \text{蒸発量}, \Delta M: \text{土壌水分増加量})$$

ただし、最も浅いサリコメータ(地表面下5cm)の位置における水分フラックスをここでは蒸発量とした。

図1に53日間の日蒸発量の比較を示す。量的には相違があるが、傾向では良く一致している。図2は降雨直後の1週間の無降雨期間における時間蒸発量の比較である。土壌の乾燥にしたがって、水収支法による蒸発量は減少していくが、 $\theta-E$ 比法による蒸発量はそれほど変化しないことがわかる。

2) 乾燥した土壌における水分フラックスの算定

裸地面蒸発に伴う土壌内の水分フラックスの中で、特に表層付近において水蒸気フラックスがどれだけ関わっているかを調べるために、Milly(1984)による非等温場における不飽和水分移動方程式を用いる。

表1 観測項目

観測項目	測器及び観測方法	時間間隔	備考
雨量	転倒式雨量計	1分	
水理ポテンシャル	テンシオメータ	1分	15深度(1~300cm)
体積含水率	炉乾法	1時間~1日	6深度(0~15cm)
顕熱フラックス	超音波風速計		(海上電気SAT-300)
地表面温度	放射温度計	10分	(ミノルタTR-0510)

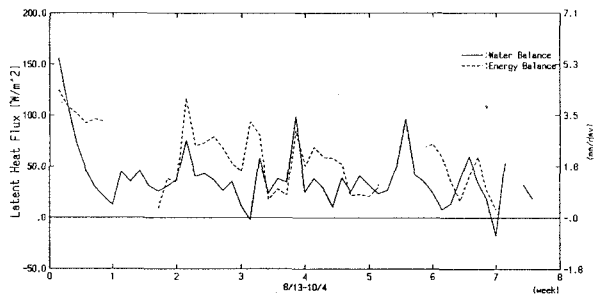


図1 日蒸発量の算定結果比較

$$J_l / \rho = -K \nabla \phi - K i$$

$$J_v / \rho = -D \psi_v \nabla \phi - D_{T_v} \nabla T$$

J_l : 液体水フラックス、 J_v : 水蒸気フラックス、 ρ : 密度

ϕ : マトリックスポテンシャル、 T : 温度、 i : z 軸方向の単位ベクトル

K : 透水係数、 $D \psi_v$ 、 D_{T_v} : 輸送係数

図3は、 K と $D \psi_v$ をプロットしたものである。炉乾法によって測定した体積含水率を水分特性曲線を介してマトリックスポテンシャルに変換し、これを上式に代入してフラックス成分を求めた。地表面及び地表面下1cmにおける算定結果を図4に示す。図3から予想されるように、乾燥が進むにともなう、表層付近では水蒸気フラックスが支配的になることがわかる。さらに、0cm(地表面)と1cmにおける水蒸気フラックスがほとんど同じ値であることから、このあいだの層を水蒸気が通過するだけであることがわかる。

謝辞 本研究は文部省科学研究費重点領域研究(課題番号01646003番)の援助を受けた。解析には東北大学理学部地球物理学教室気象学講座より提供された地温データを用いた。また観測及び解析にあたっては、千葉工業大学大学院生吉永貴行君の協力を得た。ここに記して、謝意を表す。

参考文献 近藤・三枝, 1991: 裸地面蒸発の熱収支・水収支同時観測, 1991年春季大会予稿集, 気象学会(印刷中) / 弘中・虫明, 1991: 熱電対マイクロメータによる高吸引圧領域の水分保持特性の測定, 土木学会第46回年次学術講演会(印刷中) / 開発, 1989: 気象研究ノート167, 91-112, 日本気象学会 / Milly, 1984: *Water Resources Res.*, 20, 1075-1085.

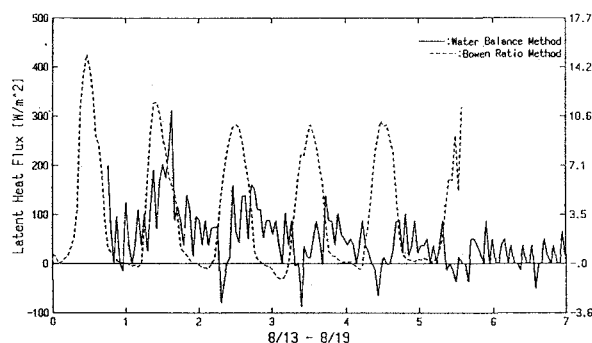


図2 時間蒸発量の算定結果比較

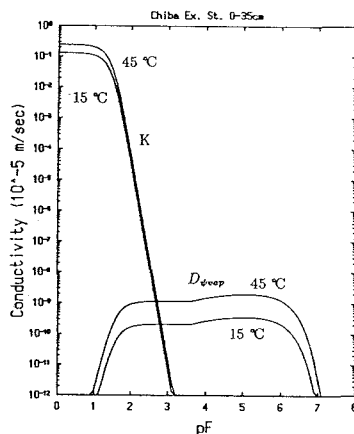


図3 透水係数と水蒸気輸送係数

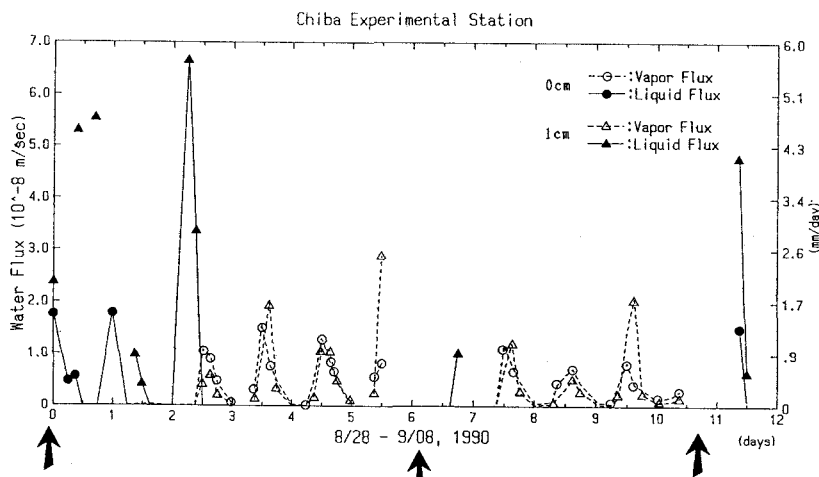


図4 水分フラックスの成分の時間変化(矢印は降雨のあった時刻)