

蒸発試験による水蒸気透過膜の特性評価

Characteristic test of water vapor permeable membrane by evaporation experiment

望月 秀俊* 小岩崎 真**

MOCHIZUKI Hidetoshi* KOIWASAKI Makoto**

はじめに

乾燥地における水資源はきわめて限られている。乾燥地では、灌漑や降雨によって土壤中に浸入した水は、その直後には液状水として下方に浸透するが、長い乾季では、大部分の水は水蒸気となって上方に移動すると考えられる。そこで水蒸気移動を把握することが、乾燥地における土壤中の水移動を把握する上で必要不可欠となる。しかし、水は液状水としても、水蒸気としても移動するため、水蒸気移動特性(水蒸気拡散係数など)を把握することはきわめて難しい。

近年、液状水は透過できないが、水蒸気は透過できる、水蒸気透過膜が開発された。この膜を用いれば、液状水移動と水蒸気移動を分離して、水移動を容易に把握できることが予測されるが、その前に、この水蒸気透過膜の特性を明らかにしておく必要がある。そこで、本研究では、蒸発試験を行うことで、水蒸気透過膜の水蒸気透過特性を把握することを目的とした。

実験

相対湿度を塩溶液で調節したデシケータ内に静置した、土壌サンプルの質量変化を経時的に測定し、各期間の蒸発速度を算出した後、水蒸気透過膜で覆った試料と覆っていない試料の結果を比較した。土壌サンプルは、含水量を調整した土壌をプラスチック製円筒サンプラーに所定の乾燥密度(Table 1)で充填し、半数のサンプルについては水蒸気透過膜を用いて土壌表面を覆い(Fig. 1)、質量を測定した後、デシケータ内に静置した(Fig. 2)。実験は 25 °C の恒温室内で行った。質量測定は、実験開始後 0, 3, 6, 9, 21, 33, 45, 69, 93, 117, 165, 213, 261 時間後に行った。供試土壌は、中国陝西省楊凌土壌、マサ土(鳥取大学農学部附属農場にて採取)、鳥取砂丘砂の3土壌である。その他の実験条件は Table 1 に示した。

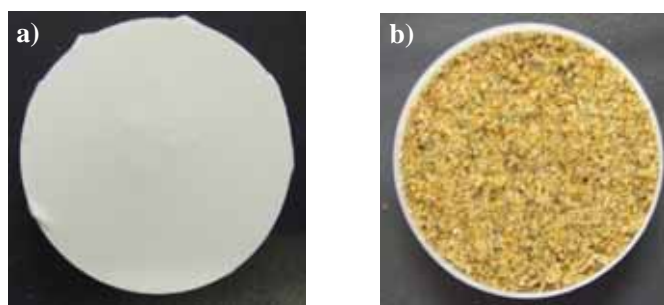


Fig. 1 Soil samples, **a)** covered with water vapor permeable membrane, and **b)** NO-covered (Tottori dune sand)



Fig. 2 Experimental apparatus

* 鳥取大学乾燥地研究センター, Arid Land Research Center, Tottori University

** 鳥取大学大学院農学研究科, Graduate School of Agriculture, Tottori University

キーワード: 水蒸気透過膜, 蒸発試験, 蒸発速度, 水蒸気移動, 水蒸気拡散係数

Table 1 Experimental Conditions

Soil Sample	Dry Bulk Density Mg m ⁻³	Initial Water Content m ³ m ⁻³ (pF)	Relative Humidity in Desiccator
Yangling soil	1.36	.14 (4.2), .19 (3.5), .38 (2.0)	.4, .6, 1.0
Masa soil	1.34	.16 (2.0), .28 (1.5)	.4, .6, .7, 1.0
Tottori dune sand	1.50	.020 (4.2), .025 (3.5), .039 (2.0), .126 (1.5)	.4, .6, .7, 1.0

結果と考察

算出された蒸発速度を比較した結果を、Fig. 3 に示した。横軸は水蒸気透過膜で覆っていない試料の蒸発速度(mm s⁻¹)、縦軸は水蒸気透過膜で覆った試料の蒸発速度(mm s⁻¹)である。楊凌土壌の蒸発速度は 10⁻⁸ - 10⁻⁶ mm s⁻¹、マサ土は 10⁻⁷ - 10⁻⁵ mm s⁻¹、鳥取砂丘砂は 10⁻¹⁰ - 10⁻⁵ mm s⁻¹であった。マサ土と鳥取砂丘砂の蒸発速度は、藤巻(1998)の結果と同等の値を示した。土壌・初期含水量・デシケータ内の相対湿度にかかわらず、時間の経過にともなって試料の含水量が低下し、蒸発速度も低下した。

水蒸気透過膜で覆った試料の方が、水蒸気透過膜で覆っていない試料より、小さな蒸発速度を示した。すなわち、水蒸気透過膜は蒸発速度を、楊凌土壌では 30%、マサ土と鳥取砂丘砂では 10% 低下させた。3 土壌を総合してみると、水蒸気透過膜は蒸発速度を 10% 低下させた。蒸発速度を区切って、さらに詳しく解析する必要はあるが、細粒土(楊凌土壌)から粗粒土(鳥取砂丘砂)まで、含水量に関わらず、水蒸気透過膜は 10% 程度、蒸発速度すなわち水蒸気移動を抑制する特性があることが明らかになった。

おわりに

3つの土壌を用いた蒸発試験によって、水蒸気透過膜の水蒸気透過特性を明らかにした。その結果、土壌や水分量にかかわらず、水蒸気透過膜は 10% 程度水蒸気移動を抑制することを明らかにした。また、この膜を用いて、土壌中の水蒸気移動を支配する水蒸気拡散係数を、簡易に測定できる方法が開発できる可能性が示された。

謝辞:本研究は、21 世紀 COE プログラム「乾燥地科学プログラム」(代表 鳥取大学乾燥地研究センター 恒川篤史教授)の一部によって遂行された。また、本研究で供試した水蒸気透過膜は、平松産業株式会社から譲与されたものである。実験の一部は中国科学院水土保持研究所で行った。記して謝意を表します。

参考文献:1) C.W. Boast (1986) 35 Evaporation from bare soil measured with high spatial resolution, Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods, SSSA, Madison, USA, 2) 藤巻晴行 (1998) 学位論文「砂質土壌における土壌面蒸発と塩類集積に関する基礎的研究」, 鳥取大学

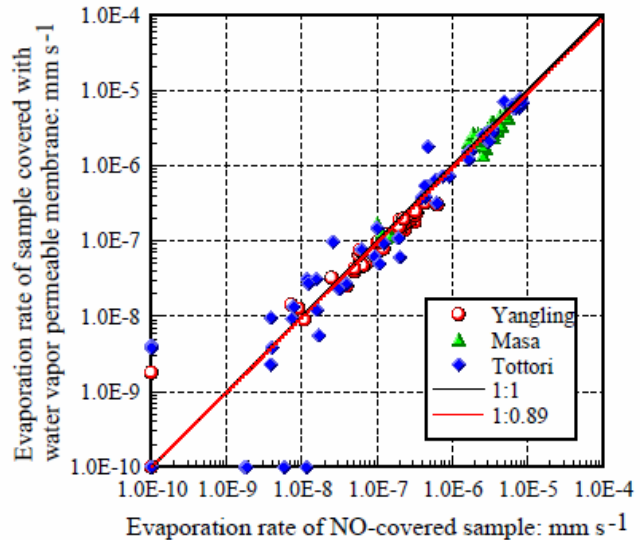


Fig. 3 Comparison of evaporation rate of samples covered with water vapor permeable membrane, and NO-covered