

遺構保存用の親水性ポリマーが土壌中の水分移動に与える影響 Effects of Hydrophilic Polymer on Moisture Movement in Historic Site Soils

○三石 正一 宮崎毅 溝口勝 井本博美

○MITSUIISHI Shoichi MIYAZAKI Tsuyoshi MIZOGUCHI Masaru IMOTO Hiromi

1. はじめに

遺跡の露出展示を行う場合、遺構表面にポリマーを散布して遺構表面を強化する。しかし、その際に、大きく三つの問題（①乾燥崩壊、②塩類析出、③黴や藻類の発生）が生じる。これらのうち①と②は、土壌水の蒸発が原因と考えられ、最近では親水性ポリマーを用いて土壌水分の蒸発の抑制を行い、良好な状態で遺構を保てるようになってきた。しかし、それでも塩類の析出は起こっている。

これまで遺跡保存の分野では、様々な種類のポリマーが土壌に散布されてきたが、それらのポリマーと土壌中の水の移動との関係を明らかにした実験報告等はほとんどない。そこで本研究では以下の目的で実験を行った。

（1）親水性ポリマーを散布することによる土壌の水分特性への影響を調べる。

（2）親水性ポリマーが蒸発過程の水分移動に与える影響を明らかにする。

2. 実験

2.1 試料

東京都西東京市東京大学田無農場から採取した立川ローム（深さ 40~60cm）の 2mm 篩通過分を試料として用いた。実験に使用したポリマーは、ポリシロキサン-ポリオキシアルキレンオリゴマー（分子量 700、以下 SAO）と、ポリエチレングリコール（分子量 400、以下 PEG）である。散布量はそれぞれ 2kg m^{-2} とした。

2.2 方法

（1）水分特性

Decagon Devices, Inc. の WP4 Dewpoint PotentiaMeter を使用してポリマーを含む試料中の

水ポテンシャルを測定した。実験条件を表 1 に示す。

（2）蒸発実験

直径 5cm、高さ 20cm のカラムに土試料を所定の乾燥密度 (0.46Mg m^{-3}) で充填する。このカラムを脱イオン水で下方から 24 時間飽和させた後、24 時間排水し、排水後にポリマーを所定量カラム上面に散布した。そのカラムをチャンバー内（温度 25°C 、相対湿度 70%）のターンテーブル上に置き、試料表面から自然蒸発させ、24 時間毎にカラム重量とマトリックポテンシャルを測定した。また実験開始から 30 日後に各層の含水比を測定した。こうした実験を無散布試料、SAO、PEG を散布した試料について行った。

表 1 ポリマー散布による水分特性変化の実験条件

実験試料	含水比
無散布	0.5,1.0,1.4,2.0
立川ローム+SAO	0.5,1.0,1.4,2.0*+SAO (4g)
立川ローム+PEG	0.5,1.0,1.4,2.0*+PEG (4g)
SAO+脱イオン水	0.5,1.0,1.5,2.0
PEG+脱イオン水	0.5,1.0,1.5,2.0

*立川ロームの含水比

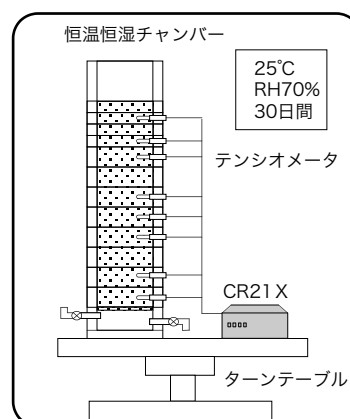


図 1 蒸発実験装置図

3. 結果と考察

3.1 水分特性

図2に無散布試料と立川ロームにSAOとPEGを散布した試料の水分特性曲線を示す。親水性ポリマーを散布すると同一ポテンシャルにおける含水比が増大する結果となった。この傾向はSAOよりもPEGを散布した試料で顕著にあらわれた。このことから、親水性ポリマーの散布が土壌の保水性を高めることを確認することができた。

3.2 蒸発実験

図3にSAO、PEG、無散布試料の蒸発速度を示す。親水性ポリマーを散布した試料の蒸発速度は無散布試料の1/2~1/3程度にまで低下した。30日を経過した段階でもポリマーを散布した試料の蒸発速度は無散布試料の半分程度であった。またポリマーを散布した試料において初期の蒸発速度に違いが見られるが、これはカラム試料の初期水分量が飽和に近いいためSAOではポリマーに収着されにくい水が先に蒸発したのに対し、PEGではSAOよりも水になじみやすいため土壌中にSAOよりも広く浸透したため徐々に蒸発速度が上昇したものと考えられる。

図4にSAO散布試料のマトリックポテンシャルの時間変化、図5にSAO試料の各深さの不飽和透水係数を示す。無散布試料の不飽和透水係数はどの深さでも同じ値となったが、SAO散布試料は同じ体積含水率でも、表層に近い深さ2.5cmの不飽和透水係数は他の層よりも小さい値となった。これは親水性ポリマーが表層で水の移動速度を低下させているために、深さが浅くなるにつれて不飽和透水係数が低下していったためと考えられる。

4. おわりに

親水性ポリマーを土壌表面に散布することで、保水性を高め、蒸発過程にともなう土壌中の水分移動速度が低下することがわかった。また同じ親水性ポリマーでも、種類によって土壌中の水分移動速度が異なることもわかった。これはポリマーの粘度や表面張力などの物性値に関係していると考えられる。今後は土壌-ポリマー系中での水移動のメカニズムの解明、そのメカニズムに与える塩類の影響などの研究にも取り組んでいきたい。

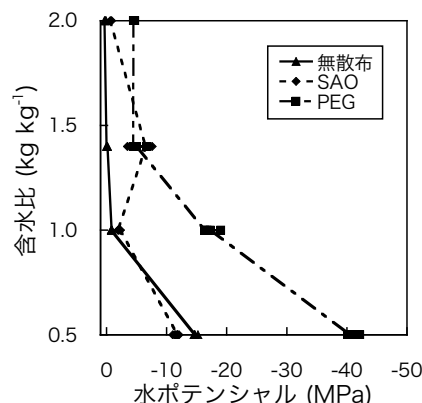


図2 ポリマー散布後の立川ロームの水分特性

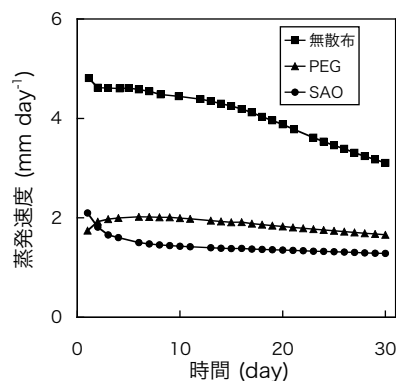


図3 各試料の蒸発速度

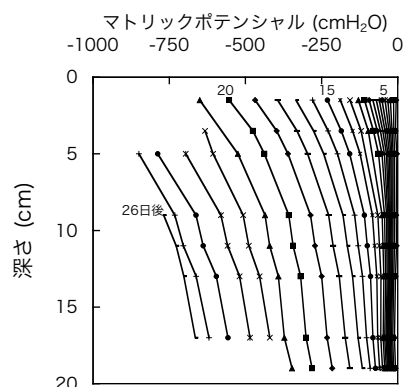


図4 SAO 散布試料のマトリックポテンシャル時間変化

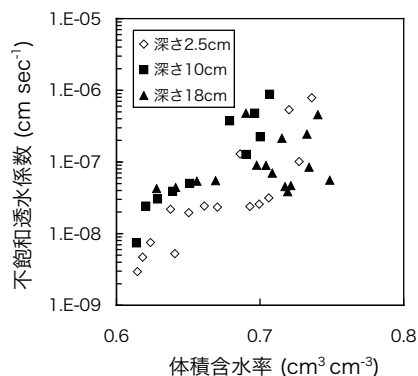


図5 ポリシロキサン(SAO)散布試料の不飽和透水係数