

飽和チャオソイルカラムの析出塩量評価

福井大学大学院 学生員 ○寺崎 寛章
 福井大学工学部 城戸 拓人
 福井大学工学部 正会員 福原 輝幸

1. はじめに

筆者らは、土壤塩害防止のための適切な水管理方法を検討するために、中国の代表的土壌の一つであるチャオソイル（主に中国西北部の塩害地域に分布する土壌）の塩移動について研究を行っている¹⁾。従来より蒸発に伴う土壌中の塩移動に関する研究は数多く報告され、塩移動の予測モデルの開発が行われている。モデルの中には地表面の析出塩量が計算され、塩害の観点から興味深いものではあるが、実測値との比較までには到っていない。この意味で、強乾燥下における土壌表面付近の塩移動予測は十分であるとは言い難い²⁾。

そこで本研究では、析出塩量を正確に測定する2種類の方法を提案するとともに、これらの方法を用いて飽和チャオソイルカラムの塩移動実験より析出塩量の経時変化を求めたので、ここに結果を報告する。

2. 実験概要

実験は恒温恒湿室内において温度 25℃、相対湿度 35%の下で行った。実験では、Fig.1 に示すような高さ 0.01m、内径 0.1m のリングを積み重ねた全長 0.25m の塩化ビニル製カラム 5 本を用いた。各リングの体積含水率 θ および含塩率 S_c ($=$ 塩質量/乾燥土質量 $\times 100$ (%)) は、炉乾燥法と塩分濃度計（朝日ライフサイエンス製）により求めた。別途に用意した 1 本のカラムには熱電対を 8 本挿入し、土壌温度を求めた。蒸発量は最小読み 0.1g の重量計（Mettler 製）で測定した。

次に実験条件について述べる。カラムには粉砕機（1mm のスクリーン使用）を通したチャオソイルを充填密度 $= 1260\text{kg/m}^3$ で均一に充填した。自然状態の S_c は 0.03% で、気乾状態の θ は 0.01 である。土壌充填後、塩水（質量濃度 $C_0=2\%$ ）を自然給水し、地下水位を地表面から 0.1m 下方に設定し、赤外線ランプ（250W）を照射し、蒸発を促進させた。なお実験期間中、地下水位を一定に保った。

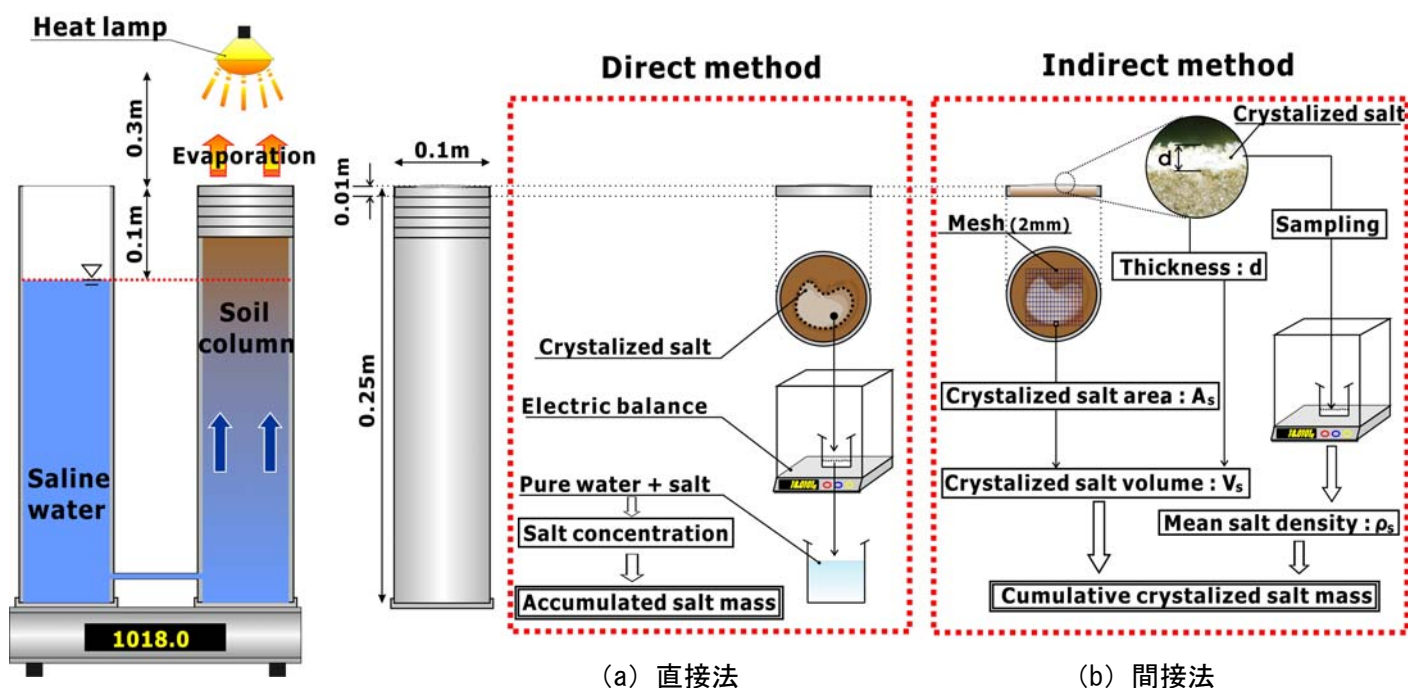


Fig. 1 析出実験概要図

Fig. 2 析出塩の採取方法

キーワード チャオソイル、塩集積、析出塩量、塩析出速度

連絡先 〒910-8507 福井県福井市文京3丁目9-1 TEL 0776-27-8595

FAX 0776-27-8746

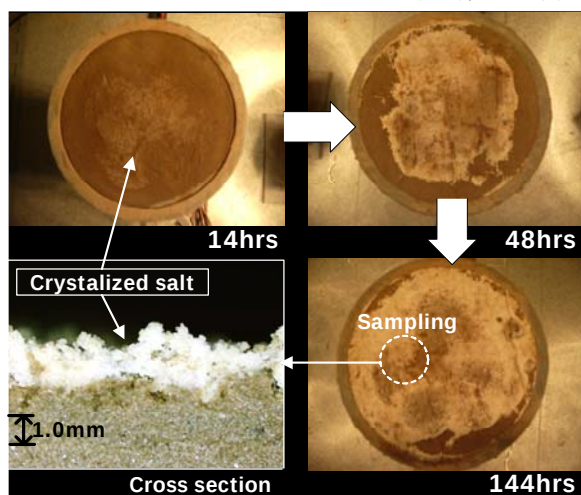


Photo. 1 塩析出の様子

3. 析出塩量測定

Fig. 2 は本研究で用いた 2 種類の析出塩の採取方法を示す。

Fig. 2 (a) は土壌表面に析出した塩を直接に採取する方法である（以下、直接法と呼称）。析出塩量 M_s は塩を純水の中に溶かした後、塩濃度を測定することにより求められる。

Fig. 2 (b) は画像から M_s を求める方法である（以下、間接法と呼称）。間接法では画像より析出面積 A_s を、デジタルマイクロスコプ（ソニック製 BS-D8000 II）により析出厚さ d を、それぞれ測定し、析出体積 $V_s (=A_s \times d)$ を求める。これに、サンプリングによる平均塩密度 ρ_s を乗じることで、 $M_s (= \rho_s \times V_s)$ は計算される。

4. 実験結果

4.1 塩析出特性 塩析出の様子を Photo. 1 に示す。塩析出は目視により実験開始12時間後に初めて確認した。

Fig. 3 は、直接法と間接法により得られた M_s および塩析出速度の経時変化を示す。直接法および間接法による M_s の測定結果に大きな差異はない。カラム内の塩収支、すなわち単位時間当りの全層塩量増分+析出塩量増分=供給塩量は満たされている（誤差は6%である）ことから、両方法とも信頼性は高いと言える。また、 M_s は時間とともにほぼ線形的に増加し、塩析出速度はおよそ $4.5 \text{ (g/m}^2\text{/hr)}$ となる。

4.2 蒸発速度と地表面温度 Fig. 4 に蒸発速度 V_e および地表面温度 T_s の経時変化を示す。 V_e はランプ照射24時間までは急激に減少し、それ以降は徐々に減少する傾向にある。これに対して、 T_s は初めの24時間まで上昇し、その後は一定となる。通常 T_s が高くなれば地表面の飽和水蒸気密度は高くなるため、 V_e は大きくなるはずである。この予想に反した結果は、実験初期の地表面の水分状態（例えば水表面積）が時間経過に伴い微妙に変化し、平衡状態に落ち着いてきたためと推察される。また他の原因として①高塩濃度による地表面の水蒸気密度の低下、②塩析出層の発達に伴う水蒸気移動抵抗の増大が考えられ、今後、本結果の要因分析を行う。

5. おわりに

本研究では、飽和チャオソイル中の塩析出実験を行い、析出塩量を測定する方法を提案するとともに、蒸発速度および析出塩量の経時変化を調べた。

その結果、理論モデルの検証に供するデータを得ることができた。今後は更なるデータの蓄積に努める。なお、本研究は、平和中島財団の研究助成金（代表 福原輝幸）により行われた。ここに、記して謝意を表す。

参考文献：1) 寺崎 寛章，門野 浩二，福原 輝幸，Yang Jingsong，He Chao：飽和チャオソイルカラム中の塩分移動に関する基礎的研究，土木学会第60回年次学術講演概要集，II-044，pp 87-88, 2005。

2) 藤巻 晴行，取出 伸夫，山本 太平，井上 光弘：浅い地下水面を持つ砂丘砂カラムからの土壌面蒸発に伴う溶質移動，農業土木学会論文集，No. 190，pp 77-86, 1997。

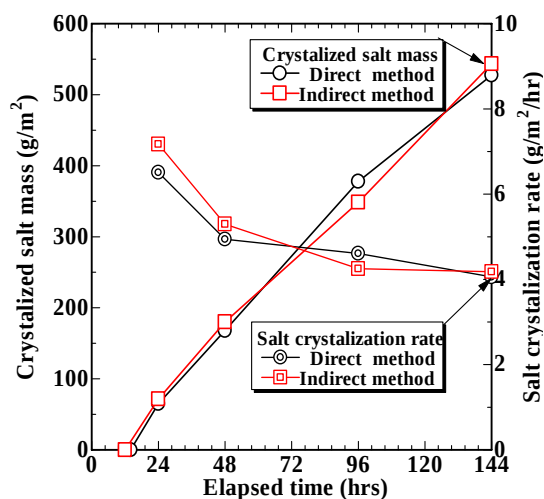


Fig. 3 析出塩量と塩析出速度の経時変化

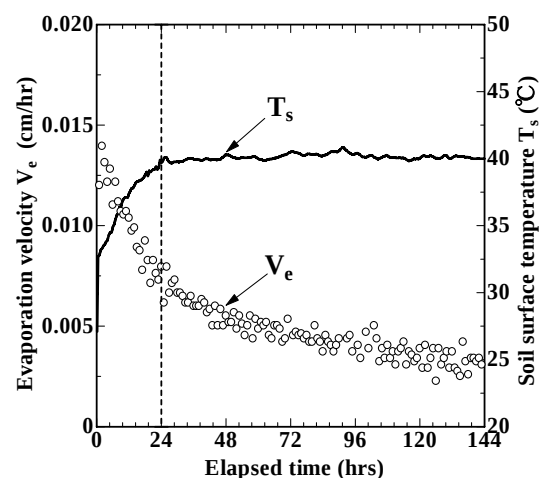


Fig. 4 蒸発速度と地表面温度の関係