

塩クラスト厚と塩クラスト内塩量の関係

福井大学大学院 大学院生 学○草間 政寛
 福井大学大学院 研究員 正 寺崎 寛章
 福井大学大学院 教授 正 福原 輝幸

1. はじめに

塩水を含む土壌が乾燥する過程においては、蒸発に伴う上向き水分移動によって、地表で塩の析出が発生し、やがて堅密な薄層(塩クラスト)が地表付近で形成される¹⁾。

析出塩および塩クラストは蒸発フラックスの低下やアルベドの増加を介して、土壌中の熱・水分移動に影響を及ぼすことが知られている^{2), 3)}。しかしながら、塩クラストについてはなお不明な点が多く、塩クラストの形成・発達過程や塩クラストの物性値に関する研究例は少ない。

そこで本研究では、中国の代表的な塩害土壌であるチャオソイル(シルト質粘土ローム)を用いて、飽和から乾燥に至る過程での塩クラストの形成および塩クラスト厚と塩クラスト内塩量の関係について調べたので、その結果を報告する。

2. 実験概要

実験は恒温恒湿室内にて、マイクロスコープ、最小読み 1/1000g の電子重量計および塩分濃度計を用いて行われた。以下に、実験手順を示す(図1を参照)。

(1) 内径 7.7mm、高さ 10mm の塩化ビニルパイプの底部にアクリル板を接着した円筒容器(以下、リング)を作製し、塩水飽和状態のチャオソイルを充填密度 1600kg/m^3 でリングに均一に充填した後、余盛土を取り除く。

(2) ヒートランプ(125W)の下方 0.25m にリング土壌を設置し、ランプを照射することで蒸発を促進し、絶乾状態まで乾燥させる。

(3) マイクロスコープを用いて土壌断面を撮影し、塩クラスト厚 $h(\text{mm})$ を画像解析によって求める。

(4) リング上面より上方(地表)に出現した析出塩および塩クラスト(サンプル a)を削り取る。その後、リング内の塩クラスト(サンプル b)とその下方の塩性土壌(サンプル c)を分離し、それぞれの単位面積当りのサンプル質量 M_a , M_b および $M_c(\text{kg/m}^2)$ を測定する。なお、塩クラストは図1の(3)に示す土壌断面の表層に見られる白色部分であり、乾燥すると容易に塩性土壌から剥離する。

(5) 各サンプルを淡水 V_{w-a} , V_{w-b} および $V_{w-c}(\text{m}^3)$ に溶かし、溶液の塩濃度 C_a , C_b および $C_c(\text{kg/m}^3)$ を測定し、単位面積当りのサンプル内塩量 $M_{\text{salt}-a}$, $M_{\text{salt}-b}$ および $M_{\text{salt}-c}(\text{kg/m}^2)$ を計算する。

なお、 $M_{\text{salt}-a}$, $M_{\text{salt}-b}$, $M_{\text{salt}-c}$, 全塩量 $M_{\text{salt}} (= M_{\text{salt}-a} + M_{\text{salt}-b} + M_{\text{salt}-c}) (\text{kg/m}^2)$, 析出塩量 $M_{\text{crystal}}(\text{kg/m}^2)$ および塩クラスト内塩量 $M_{\text{crust}}(\text{kg/m}^2)$ は、それぞれ次式で与えられる。

$$M_{\text{salt}-a} = \frac{V_{w-a} C_a}{A} \quad (1)$$

$$M_{\text{salt}-b} = \frac{V_{w-b} C_b}{A} \quad (2)$$

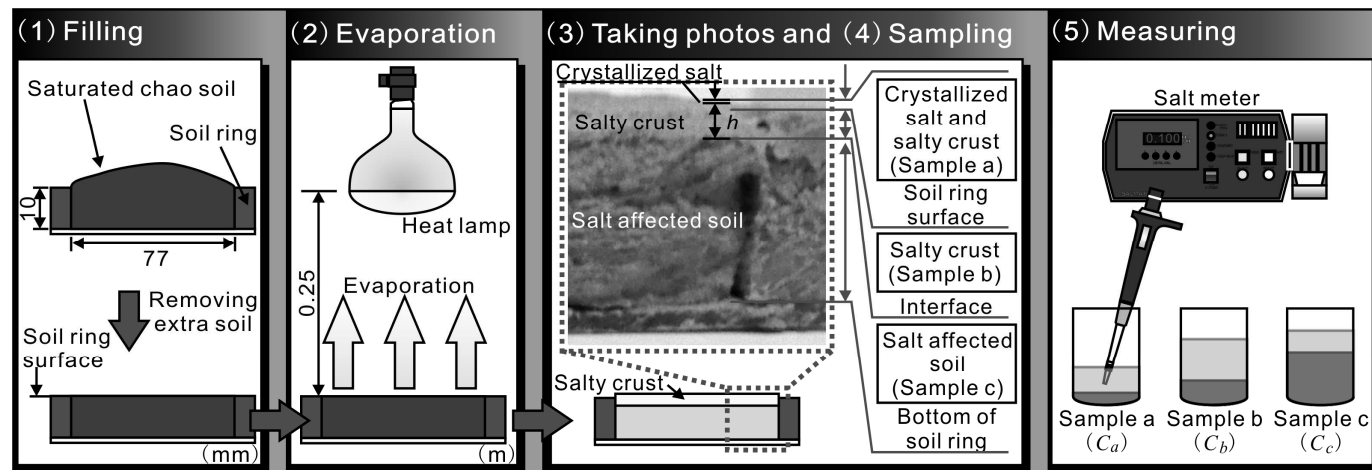


図1 実験フロー

キーワード：チャオソイル、塩移動、塩集積、塩クラスト

連絡先：〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科 環境熱・水理研究室 TEL 0776-27-8595

$$M_{saltc} = \frac{V_{w-c} C_c}{A} \quad (3)$$

$$M_{salt} = M_{salt-a} + M_{salt-b} + M_{salt-c} \quad (4)$$

$$M_{crystal} = M_{salt-a} - (M_a - M_{salt-a}) \frac{M_{salt-b}}{M_b - M_{salt-b}} \quad (5)$$

$$M_{crust} = M_{salt-b} + (M_a - M_{salt-a}) \frac{M_{salt-b}}{M_b - M_{salt-b}} \quad (6)$$

ここに、 A はリング断面積(m^2)である。

3. 実験結果

図 2 は $M_{crust} = 0.97kg/m^2$ (図 2(a))および $0kg/m^2$ (図 2(b))に対する乾燥後の土壌断面を、マイクロソープで撮影した写真である。図 2(a) 上部の白色部分は塩クラストであり、下層の塩性土壌との間に明確な界面(Interface)が存在する。なお、界面下の塩性土壌は乾燥状態でも軟弱で、塩の成層化は見られなかった。

図 2(b)に見られた土壌クラストは、厚さ $0.10mm$ であり、極めて薄い。図 2(a)の塩クラスト厚および(b)の土壌クラスト厚を比較すると、前者は後者より 1 オーダー厚いことより、本実験に関するクラストの形成は、主に塩の硬化に起因すると考えられる。

図 3 は異なる M_{salt} に対する $M_{crystal}$, M_{crust} および M_{salt-c} の質量比率を表す。 $M_{crystal}$ は M_{salt} の 2%以下であり、 M_{salt} の大小に関わらず極めて小さい。実際に析出塩は殆ど見られなかった。また、 M_{crust} は M_{salt} の増加に伴い 76%から 88%へ増加し、 M_{salt} の主成分であった。

図 4 は h と M_{crust} の関係を示す。本実験の範囲内において、 h は M_{crust} の増加に伴い線形的に増加し、以下の式により表される。

$$h = 1.30M_{crust} \quad (7)$$

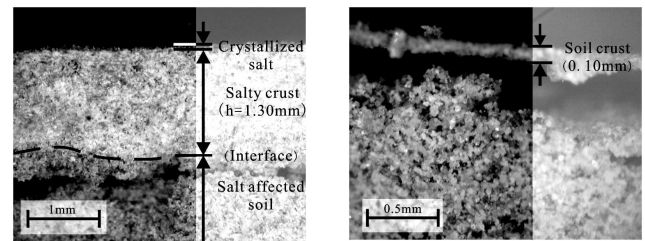
式(7)より、塩クラストの塩密度は、 M_{crust} に関わらず概ね一定($769kg/m^3$)であった。

4. おわりに

本研究では塩水飽和チャオソイルの乾燥実験を行い、地表の析出塩、その下にある塩クラストおよび塩クラスト下の塩性土壌に含まれる塩量をそれぞれ測定するとともに、塩クラスト厚の測定を行った。その結果、塩クラスト厚は塩クラスト内塩量に線形比例することが明らかになった。

参考文献

- 1) 金塚千晶, 藤巻晴行 : 表面剥離法による塩類集積土壌からの除塩, 農業農村工学会全国大会講演要旨集 pp.492-493, 2010
- 2) 島野隆寛, 藤巻晴行, 井上光弘, 安部征雄, 中根和



(a) $M_{crust} = 0.97kg/m^2$

(b) $M_{crust} = 0kg/m^2$

図 2 乾燥後の土壌断面

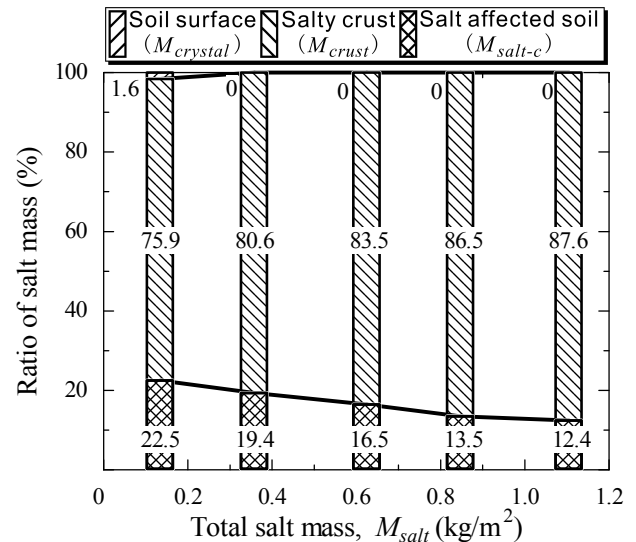


図 3 土壌塩量比率

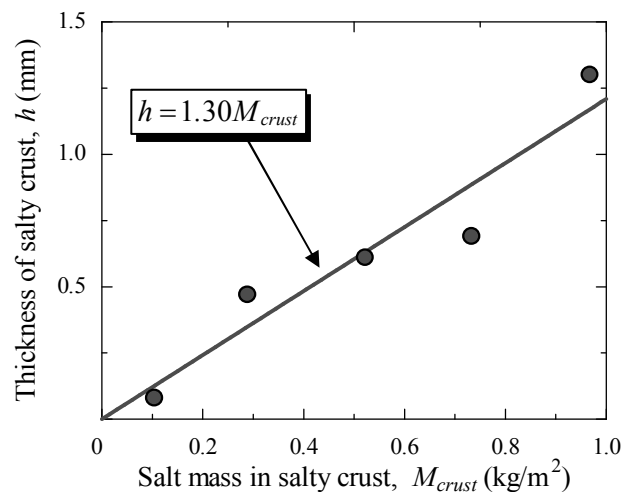


図 4 塩クラスト厚と塩クラスト内塩量の関係

郎 : 塩クラストによる蒸発抵抗の土壌および溶質依存性, 農業土木学会全国大会講演要旨集, pp.810-811, 2005

3) Haruyuki Fujimaki, Sho Shiozawa, Mitsuhiro Inoue : Effect of salty crust on soil albedo, Agricultural and Forest Meteorology, Volume 118, Issues 1-2, pp.125-135, 2003

謝辞

本研究では、公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団の平成 22 年度研究助成(代表:寺崎寛章)を受けた。ここに記して謝意を表す。