

木綿布を用いた土壌表層塩分除去

Removal of Salt Near Soil Surface using a Cotton Cloth

○藤巻晴行 岡野晃子

○Haruyuki Fujimaki Akiko Okano

1 はじめに

灌漑農地において塩分を土から除去するためにリーチングが広く行われているが、リーチングには大量の良質な水が必要であり、また、排水路に排出された塩水は下流域に塩の負荷を与える。補足的な除塩技術として、塩類捕集シートを用いた方法が安部らにより提案されている。これは乾燥地の強力な蒸発力による土壌溶液の毛管上昇を利用し、土壌表面に敷設された捕集布に集積した塩類を系外に除去する除塩方法である。既往の研究では捕集布を土壌表面に敷設する際に少量の灌水を行っているが、実際に現場で適用するにはあまり効率的とはいえない。そこで本研究では、灌漑日から数日経過し、土壌中に水分が十分残存している状態で捕集布を敷設することを想定した条件でカラムによる塩類集積・除塩実験を行った。また、土壌面蒸発に伴う土壌中の溶質移動に対して数値解析を行いカラム実験と比較した。さらに、既往の研究では行われていなかった実地実験を行い、塩類捕集シートを用いた除塩法の有用性を確認・検討した。

2 実験方法

2.1 室内カラム実験と数値解析

供試土壌にはナイルデルタ土壌を使用した。捕集布には厚手の黒色木綿布を使用した。内径 3.8cm、高さ 10cm のカラムに、0.001M CaCl_2 水溶液でリーチングし風乾させた供試土壌を密度 1.22g/cm³ となるよう均一に充填した。充填したカラムは 0.02M CaCl_2 水溶液を入れた容器の中に静置し、下部の小孔より毛管飽和させた。24 時間後に飽和したカラムを容器から取り出し 0.2cm 深に熱電対を埋設し、恒温室内において塩類集積実験および除塩実験を開始した。

カラムを電子天秤上に置き、放射量を調節して地温を一定に保ちながら送風して塩類集積を促し、重量変化から蒸発量を求めた。カラムの平均体積含水率がおよそ 0.5 になった時点で捕集布を土壌表面に圧着させた。蒸発速度が塩類集積実験の初期速度に比べ 1/4 以下になった時点で実験を終了し、水分および塩分分布を求めた。

数値解析に必要な水分移動特性は、土壌についてはテンシオメータ使用型蒸発法およびサイクロメータ法で、捕集布については吸引法、サイクロメータ法、テンシオメータ不使用型非常蒸発法によって求めた。溶質拡散の屈曲係数は半ブロック法で、物理的分散係数は定常湿潤法を用い測定を行い、それぞれ曲線あてはめを行った。数値解析には WASH_1D(差分法)を用いた。

2.2 実地試験

エジプトの Zankalon 村の圃場において実地試験を行った。圃場では畝間灌漑によって生育初期のソラマメが栽培されていた。畝は南北方向に高さ約 8cm の台形状に通っており、畝間間隔は約 80cm であった。2012 年 12 月 16 日に畝間灌漑が行われ、3 日後の 12 月 19 日に幅 20cm、長さ 40cm の黒色木綿布を任意の複数地点の畝上に敷設した。捕集布は掌で 1cm 程度の沈下が生じる程度の荷重を与えて密着させた。捕集布の回収および採土は敷設後 8 日経過した 12 月 27 日に行った。採土は畝の頂点と頂点から東側に 8cm の地点で行った。それぞれ表層(0~1cm)、深さ 1~2cm、5cm、10cm の土壌を採取し、体積含水率、電気伝導度を測定した。電気伝導度から算出した各地点の塩分量から、区分求積法によって捕集布を敷設していた土壌に含まれる塩分量を求め、除塩率を計算した。

3 結果と考察

3.1 室内カラム実験と数値解析

布の水分移動特性を Fig.1 に示す。サクシオンが 10cm から 100cm に変化すると体積含水率が約 0.45 も減少することがわかる。水分分布および塩分分布の結果を Fig.2 に示す。布に移行した塩分を、布を含む

カラム全体に含まれる塩分で除して求めた除塩率は 9.3%であった。数値解析で求めた除塩率は 9.0%とカラム実験でのそれと近い値となったが、表層の水分を過大評価していた。積算蒸発量の経時変化を Fig.3 に示す。終盤で蒸発速度を過小評価している。これらの要因としては、収縮に伴う側方の亀裂(隙間)からの蒸発を一次元モデルではうまく解析できないことなどが考えられる。

3.2 実地試験

回収した布と採土した土壌の水分および塩分分布の一例を Fig.4 に示す。

捕集布の除塩率を算出したところ 2.3% (1.3~3.0%) で、カラム実験に比べかなり低い値となった。理由としては①実地試験の時期が冬であり、塩類捕集シートを用いた方法にとって重要である蒸発速度が低かったこと②畝の高さが 8cm と低く毎回の灌漑の度にリーチングされて土壌中に塩類が少なかったこと③回収した際の土壌水分が高かったため、布に十分移行する前に回収した可能性があること④布の回収 2 日前にごく少量の雨が降ったとの証言があることから、布に移行した塩類の一部がリーチングされたことなどが考えられる。

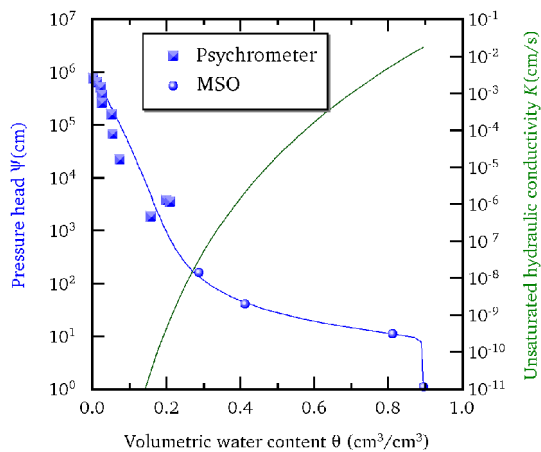


Fig.1 Hydraulic properties of the black cloth

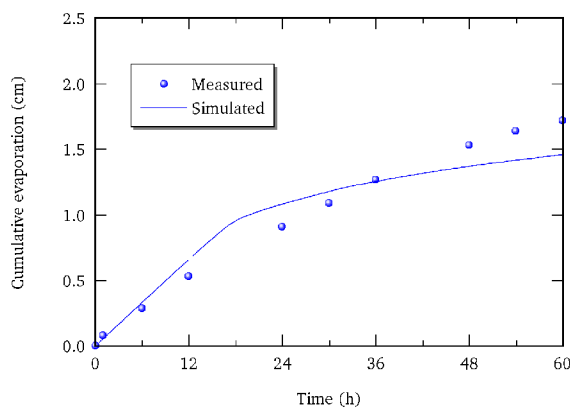


Fig.3 Comparison of measured and simulated cumulative evaporation

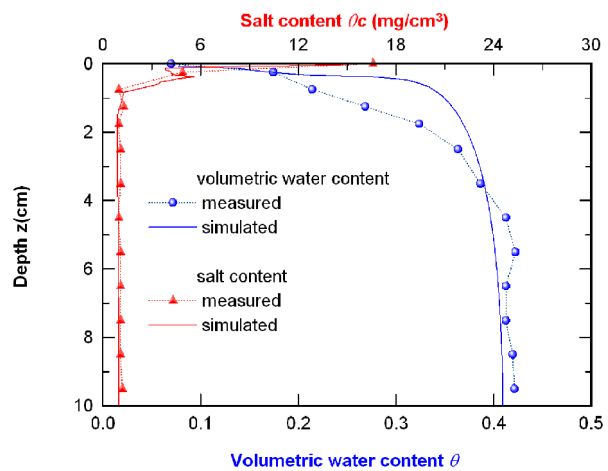


Fig.2 Profiles of volumetric water content and salt content

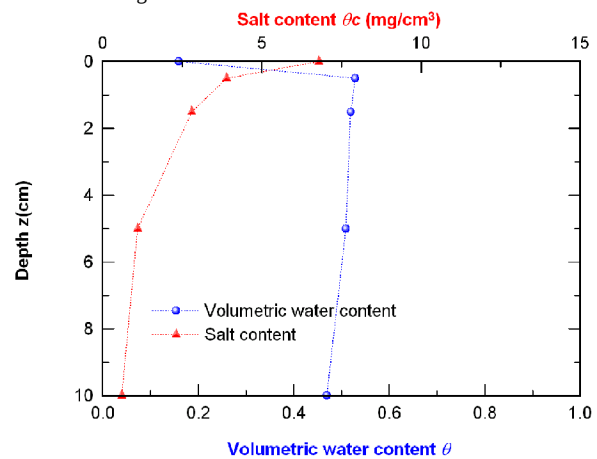


Fig.4 Profiles of volumetric water content and salt content of No. 1 (n=8)

4 まとめ

本研究では木綿布を用いた除塩法についてカラム実験と現地実験を行い、カラム実験については数値解析との結果の比較を行った。除塩率は9%程度で、条件が良ければ本方法は有望であると考えられる。除塩率の数値解については実測値と良く一致したが、表層の体積含水率に関しては若干のずれがみられた。また、現地実験の除塩率はカラム実験と比較して低い値となった。除塩率を向上させるためには、夏など蒸発量が多い時期や天気が続く時期に行い、また、高い畝を対象に行い、なるべく捕集布を長期間敷設できる条件で実施することが望ましい。