

キャピラリーバリアを利用した浅いベイドスゾーンにおける塩水移動の制御 Prevention of Saline Water Movement in Shallow Vadose Zone by Using Capillary Barrier of Soil

○森井俊広*・杉崎瑞穂**・高橋かほり**・古川峻**・鈴木哲也*・河合隆行***

T. Morii, M. Sugisaki, K. Takahashi, S. Furukawa, T. Suzuki and T. Kawai

1. はじめに

砂層とその下部に礫層を重ねた土層地盤は、両層の土の相対的な保水性の違いによりキャピラリーバリア機能を発揮する。これにより、地表面から浸潤する降雨やかんがい水は両層の境界面の上部で捕捉され、深層部への浸潤が遮断される^{1,2)}。地盤中に敷設された礫層は、その下の地盤から毛管力によって上昇してくる水分に対しても遮断機能をもつ。地下水に塩分が含まれている場合には、下方からの塩水上昇を効果的に遮断し、塩分集積を抑制することにつながる。圃場に造成したキャピラリーバリア地盤に、塩分を含んだ模擬地下水を供給し、キャピラリーバリア機能による塩水の上昇遮断とそれに伴う地表植生への影響を調べた。

2. 塩水制御実験

図 1(a)に示すように、ビニールハウス内で、コンテナボックス（内寸 L610×W410×H315）を 3 個ずつ直列状に配置した実験プロットを準備した。3 個のコンテナボックスは、下部位置でビニールホースにより連結し、定水位給水ボックスにつないだ。コンテナボックスを設置したのち、底面から厚さ 16.5cm まで砂（代表粒径 0.3mm）を埋め戻し、次いで、図 1(b)に示す左側の直列配置 G50 では、厚さ 5cm に礫（代表粒径 5.5mm）を敷設し、残り厚さ 10cm には再び砂を埋め戻した。右側の配置 G25 では、厚さ 16.5cm まで砂を埋め戻したのち、その上に礫を厚さ 2.5cm で敷設し、残り厚さ 10cm は G50 と同じように砂を埋め戻した。中央の配置 S では、底部から地表面まで同じ砂を投入し埋め戻した。

地下水位は、一律、コンテナボックス底面から高さ 11.5cm になるように設定した。直列配置 S50 と S25 では、地下水面と敷設した礫層の底面との間隔は 5cm となり、砂の毛管上昇高さ 10cm に比べ十分に短い距離となっている。地下水として供給する水は、質量比で 10,000ppm の NaCl 濃度とした。地下水面からの塩水の毛管上昇と礫層による遮断機能をモニターするため、直列状の配置 G50 と G25 のそれぞれの中央位置のコンテナボックスにおいて、礫層底面より 1cm 直下の下部砂層内、礫層底面より 1cm 直上の礫層内、ならびに礫層上面より 1cm 直上の上部砂層内の 3 か所に、土壌水分・EC・温度センサー 5TE（Decagon Devices 社製）を埋設した。砂のみの地盤である直列配置 S の中央のコンテナボックスでは、G50 と同じ深さ位置にセンサーを埋設した。



(a) 全景 (中央列は塩水により枯死; 後述)

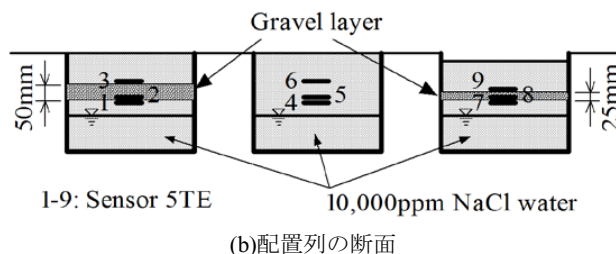
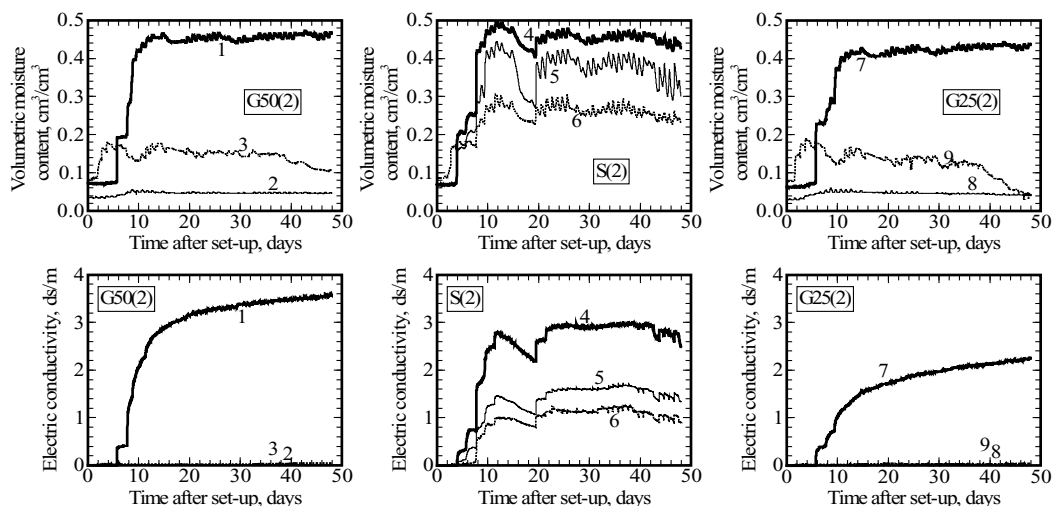


図 1 地下水からの毛管上昇水の遮断を調べるための実験圃場

*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University, **前新潟大学農学部生産環境科学科 Formerly of Faculty of Agriculture, Niigata University, ***新潟大学災害・復興科学研究所 Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University; **Keywords:** キャピラリーバリア, 地下水, 塩水



Note that 1 to 9 indicate numbers of the sensor 5TE embedded in the soil.

図2 地盤内で測定された体積含水率(上段の3図)および電気伝導度(下段の3図)の経日変化

9月3日に地下水の供給を開始したのち、9月13日にミズナを移植し、10月21日に収穫した。この間、各コンテナボックスに蒸発量3~4mmに相当する750~1,000cm³を地表かん水した。

3. 結果

図2に、5TEで測定した体積含水率 θ と電気伝導度ECの時間変化を示す。すべてのコンテナボックスに地下水が供給されるようになった1週間目あたりより、G25(2)およびG50(2)において、礫層より下の下部砂層で、地下水面からの毛管上昇により θ とECが急増し、2週間目あたりではほぼ飽和に近い含水状態に達しているのが分かる(G25(2)ではセンサー番号7番、G50(2)ではセンサー番号1番)。しかし礫層内(それぞれセンサー番号8番、2番)では、湿気により多少の微増はあるものの θ はほとんど変化しておらず、ECでみると塩分の侵入(上昇)はまったく認められない。センサー番号9番と3番のECはほとんどゼロを指しており、礫層の上部の θ の増加には、下部砂層から礫層を通過してくるような水分は全く含まれていない、つまり地下水面からの毛管上昇が礫層によって完全に遮断されている。礫層を敷設していない砂層のみのS(2)では、地表かん水の浸潤と地下水面からの毛管上昇によりかなり高い含水状態になっており、ECの変化からいうと、G25(2)とG50(2)に敷設されている礫層より高い位置まで塩分の上昇が生じているのが分かる。これに応じて、中央の配置Sでは、すべてのミズナが枯死した(図1(a)参照)。

4. まとめ

礫層を敷設した実験ヤードで模擬地下水により塩水を供給し、キャピラリーバリアによる塩水の上昇遮断とそれに伴う地表植生への影響を調べた。礫層の敷設により確実に塩水上昇を抑え、地表の植生の塩分障害を除去できることを明らかにした。土のキャピラリーバリアによってもたらされる地表面近傍での浸潤水の捕捉と貯留機能、ならびに地下水からの毛管上昇を遮断できる制御機能を利用することにより、たとえば、農学分野では、塩分集積の少ない効果的な節水かんがい農法の展開が可能になる。地盤工学分野でみるなら、地下水からの毛管水の遮断機能を恒常的に維持できるため、盛土式の廃棄物処理施設の開発につながっていくのではないかと考えられる。

参考文献

- 1) Morii, T., Takeshita, Y., Inoue, M. and Matsumoto, S.: Alternatives measures for soil slope stability using capillary barrier of soil, *Proceedings of the 4th Asia-Pacific Conference on Unsaturated Soils*, Vol. 1, 319-324, 2009.
- 2) Morii, T., Inoue, M., Komatsu, G., Kadoguchi, R. and Takeshita, Y.: Effective water harvesting using capillary barrier of unsaturated soils, *Proceedings of the 5th Asia-Pacific Conference on Unsaturated Soils*, Vol.2, 857-860, 2011.