

土のキャピラリーバリア機能を利用した節水かんがいシステムの開発 —ヨルダン川西岸地区における適用可能性調査—

Water saving irrigation using capillary barrier -Feasibility study in West Bank of the Jordan River, Palestine-

○森井俊広*・藤巻晴行**・井上光弘***

Toshihiro MORII, Haruyuki FUJIMAKI and Mitsuhiro INOUE

1. はじめに

砂層とその下部に礫層を重ねた土層は、互いの水分保持特性の相対的な違いにより、キャピラリーバリア (Capillary barrier: CB) 機能を発揮する。降雨あるいは地表面かんがいにより浸潤が生じると、この機能により、砂層と礫層の境界面の上部で浸潤水が保持・貯留され、さらに下方の礫層への水分移動が抑制される。かんがい水を不必要に下層へ浸潤させることなく、有効に植物生育に供することができるため、節水の効果をもつ。CBは、また、下方にある地下水からの毛管上昇を遮断することから、地下水からの供給に由来する塩分集積を抑制することができる(森井ら, 2015)。礫材は現地で比較的簡単に入手でき、特別な技術や知識がなくても層状に敷設することができ、また自然材料であることから環境調和性にも優れた利点をもつ。

本文では、このような土のCBの機能を調べるため、2015年9月3日から10日にかけてパレスチナヨルダン川西岸地区を渡航調査し、Ramallah市郊外Baituniyaにキャピラリーバリア (Capillary Barrier: CB) 試験区を設け、自然気象条件下における土壌水分動態の長期計測を開始した。現地の土からふるい分けにより中礫分サイズの礫を容易に入手できるか、礫層を敷設することにより、降雨量が少ない自然気象条件下でも効果的に土中水分を捕捉できるかどうかについて、土壌水分量の長期モニターにより確認することを、当面の調査目的とした。本文では、これらの調査試験の結果を紹介する。

2. CB試験区の造成と土壌水分計測

Baituniyaに位置するWadi Al-Fawar谷の南側斜面部(N31°53'30", E35°08'27")をCB試験区とした。図1にCB試験区を示す。中央のオリ



図1 CB試験区の全景 (Baituniya)

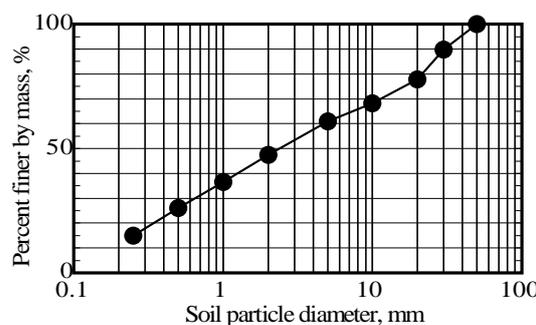


図2 試験区の掘削土の粒度

ブの樹の手前に広がる小区画が埋め戻したCB試験区である。現地で、風乾状態で求めた土の粒度を図2に示す。おおよそ幅90cm、長さ160cmの長方形区画をスコップで掘り、この掘削土より粒径15mm以上の中礫ないし粗礫をふるい分けた。これを、図3に示すように幅60cm、長さ30cmほどの範囲に厚さ3cmから5cmに敷設し、そののち掘削した土を埋め戻し、手の甲でたたきながら、周辺地盤と同じ程度の密度になるように締固めた。図4に、試験区の平面図と断面図を示す。同図の左より、深さ20cmに礫を敷設した小区画、礫は敷設せず掘削土を埋め戻した小区画、ならびに深さ30cm位置に礫を敷設した小区画を準備した。

礫層の敷設と埋め戻しに際し、小型土壌水分

*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University, **鳥取大学乾燥地研究センター Arid Land Research Center, Tottori University, ***鳥取大学名誉教授 Professor Emeritus, Tottori University
キーワード: キャピラリーバリア, 節水かんがい, 塩分集積, パレスチナ西岸地区



図3 ふるい分けた礫の敷設

センサーEC-5 (Decagon Devices 社製) を、図4に示すように、計9本埋設した。CB試験区に隣接して、雨量計 ECRN50 (Decagon Devices 社製) を設置し、1時間間隔で雨量計測を行った。

3. 計測結果

図5に、2015年9月から2016年2月にかけての140日間にわたる計測結果を示す。横軸に経過時間、縦軸にEC-5により測定された体積含水率、ならびに第2縦軸に雨量計 ECRN50 による時間雨量をまとめている。

当該期間は、相対的に雨の多い雨季とされており、計測開始から30日目あたりの10月下旬頃より土壤水分は全体に高くなってきている。その中で、相対的にはあるが、礫敷設によるCB機能が十分に発揮されているのが分かる。つまり、礫を敷設していない図5(b)では、地表水から入ってきた水分は深部(ここでは深さ33cm位置)にむけて単純に浸潤するだけであるが、深さ20cm位置に礫を埋設した小区画(図5(a))では、礫層の直上部で浸潤水が捕捉され、礫層の下部(深さ25cm位置)に向けた水分移動はかなり抑制されている。深さ30cm位置に礫層を埋設した図5(c)では、図5(a)ほど顕著ではないが、礫層による浸潤水の捕捉の様子を見ることができる。

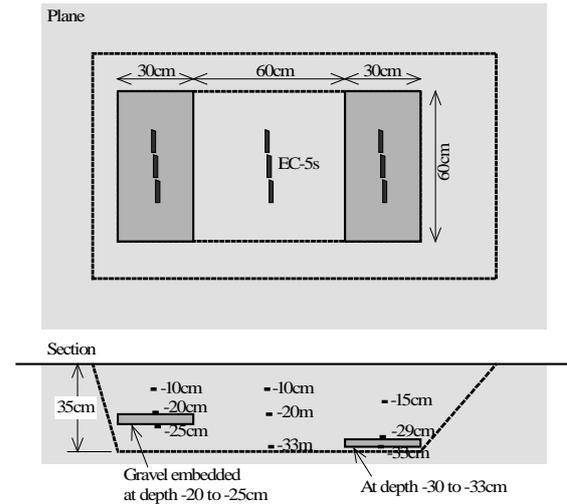


図4 試験区と土壤水分センサーの設置位置

4. まとめ

土のキャピラリーバリア機能を利用して節水かんがい、あるいは局所的なウォーターハーベスティングを展開することは、技術的に十分に可能であると考えられる。今後、現地計測データを蓄積し、それらの分析にもとづき、キャピラリーバリアの展開を通して水資源が希少な半乾燥地・荒蕪地の農業振興につなげていきたいと考える。

本調査研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業による基盤研究(A)「キャピラリーバリア盛土による放射性廃棄物・汚染物質の長期貯蔵保管工法の提案」ならびに挑戦的萌芽研究「現地砂礫を活用した環境調和+節水型の畑地かんがい法の展開」より経費支援をいただいた。ここに記して深く感謝したい。

参考文献

森井俊広・藤巻晴行・井上光弘: 土のキャピラリーバリア機能を利用した効率的な畑地かんがい, 平成27年農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp.60-61, 2015.

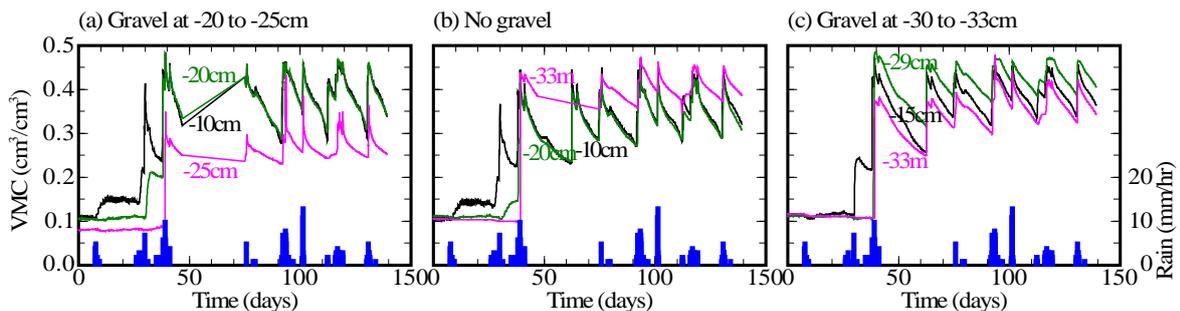


図5 降雨と体積含水率(VMC)の計測結果(2015/9/29開始, 40-80日間の(a)および雨量は欠測)