

# 土のキャピラリー・バリアにより貯留された灌漑水の有効利用

Effective use of irrigation water infiltrated and stored in soil by capillary barrier of soil layers

○貴堂史子\*・井上光弘\*\*・森井俊広\*\*\*・藤井尚\*・土屋裕輝\*\*\*

Ayako Kido\*, Mitsuhiro Inoue\*\*, Toshihiro Morii\*\*\*, Sho Fujii\* and Yuuki Tichiya\*\*\*

## 1. はじめに

砂層とその下部に礫層を重ねた地盤層は、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・バリア機能を発揮する<sup>1)</sup>。灌漑あるいは降雨により下方浸潤が生じると、キャピラリー・バリアにより、砂層と礫層の境界面の上部で浸潤水が保持・貯留される。灌漑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、節水の効果が期待できる。本文では、土のキャピラリー・バリア機能によって貯留された水分による作物の生育促進の効果を、圃場における植生実験により調べた。

## 2. 実験方法

図1に示すように、ビニールハウス内の砂地圃場に、幅70cm×長さ90cmの8個の実験区画を造成した。約4m×2mの区画をいったん深さ30cmに掘削したのち、G1~G4区画では、礫材(硅砂1号)を厚さ10cmに敷設したのち、掘削した砂を埋め戻した。S1~S4区は、掘削した砂をふたたび埋め戻した。いずれも、砂の埋戻しに際して基肥と殺虫剤を混合した。投入質量と土層の容積から算定した礫層の乾燥密度は平均 $1.81\text{g/cm}^3$ 、定容積採土から求めた砂地盤の乾燥密度は平均 $1.5\text{g/cm}^3$ であった。図2は、砂とG区に用いた礫の粒径加積曲線である。平均粒径は砂で $0.25\text{mm}$ 、礫で $6\text{mm}$ となっている。図3には、土柱法で測定した砂と礫の水分特性曲線を示す。砂の空気侵入値は約16cm、礫の水侵入値は約1cmであった。

実験因子として、礫層の有無(つまりG区とS区の別)に加えて、灌漑方法と灌漑水量を考慮した。このため、図1のS1, S2とG1, G2の区画では、深さ5cmに埋設したシーパーホースによる地中灌漑、その他の区画ではジョウロによる散水灌漑を採用した。また、S2, S3とG2, G3区画では灌漑水量を蒸発散量の1/2程度、その他の区画

では1/4程度を目安に設定した。実験区画を造成したのち、9月26日にミズナ(商品名:京みぞれ)を播種し、10月21日に間引き、11月2日に収穫

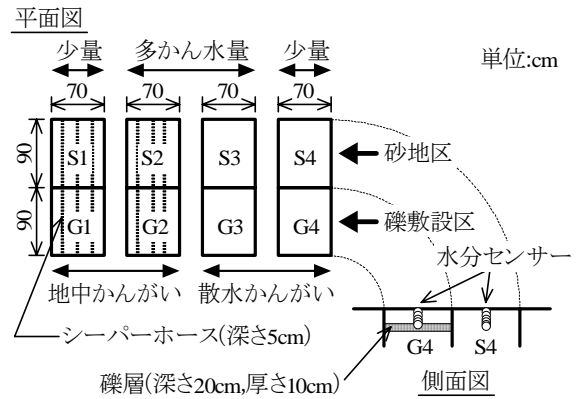


図1 実験圃場の区画と因子条件

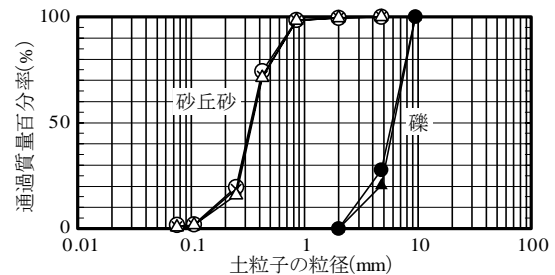


図2 実験区画に用いた砂と礫の粒径加積曲線

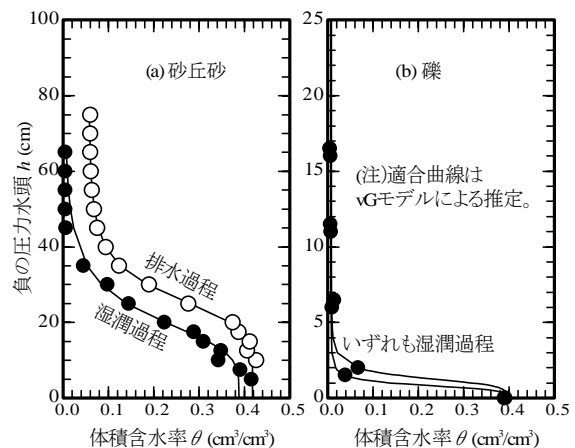


図3 砂と礫の水分特性曲線(土柱法による)

所属: \*鳥取大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Tottori University, \*\*鳥取大学乾燥地研究センター ALRC, Tottori University, \*\*\*\*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード: 土のキャピラリー・バリア Capillary barrier of soil, 灌漑水 Irrigation water, 土の不飽和水分特性 Unsaturated hydraulic properties of soil

を行い、草丈、新鮮重および乾物重を測定した。この間、G4区画およびS4区画において、地盤内に埋設した土壌水分センサー（Theta Probe SM200およびML2X）により深さ方向の体積含水率 $\theta$ をモニターした。

### 3. 実験結果

図4に、播種から収穫に至るまでの期間に、砂のみのS4区ならびに礫を敷設してキャピラリー・バリア機能を持たせたG4区で測定した地盤内の深さ方向の $\theta$ の変化を比較する。S4区の10月4日および12日の測定値で、深さ18cm位置の $\theta$ が低くなっているのは、天日により極端に乾燥した砂を埋戻してしまっただけである。その後の散水灌漑の継続によりこの深さ位置にも水分がまわるようになり、収穫近くの10月下旬から11月上旬にかけては、表層付近で水分量が少なく、深部になるにつれ増加する水分特性曲線に類似した一般的な水分分布となっている。これに対し、礫を敷設したG4区では、砂層と礫層の境界面の上部領域で多くの水分が保持・貯留された。境界面の直ぐ下の礫層内の測定位置では $\theta$ がほとんど変化していないことから、砂層内に貯留された水分は植物の生育に利用されるとともに蒸発によっても消費されていったと判断される。

図5は、収穫したミズナの草丈、新鮮重および根の新鮮重の測定結果である。いずれも、各試験区で収穫した6本の植生の平均値である。これらの生育量に対して、実験因子である灌漑方法、灌漑水量および礫の有無の影響を分散分析により調べると、図5に $p$ 値として併記したとおりである（それぞれの因子を方法、水量および礫と略記する）。草丈に対し、礫の有無、つまりキャピラリー・

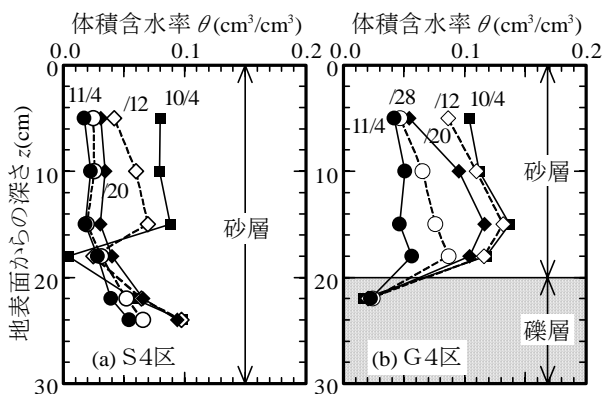


図4 地盤内の水分分布の変化

バリア機能が統計的に有意な影響を持っていることがわかる。新鮮重に対しても、統計的な有意性はないが、相対的に影響度は高いといえる。しかしながら、根の新鮮重に対してはまったく影響がない結果となった。収穫した根の分布深さが約7cmであり、図4から分かるように、貯留された水分を必ずしも有効に利用できる状況にはなかったことが一因しているとも推察される。

### 4. まとめ

砂地地盤に礫を敷設し、土のキャピラリー・バリア機能が植生の生長量に及ぼす効果を調べた。地盤内に敷設した礫層の上部で、浸潤した灌漑水が定常的かつ効果的に捕捉されること、ならびにキャピラリー・バリア機能によって捕捉された水分量が植生の草丈に統計的に有意な影響を及ぼすことを確認できた。今後、植生の根域を考慮して、礫層の敷設深度を変えた実験を継続して行う必要があるかと考える。礫層による水分移動遮断機能は、地下水からの毛管上昇に対しても働き、塩分集積を効果的に制御できる可能性を持つ。この特性についても検討を加えたい。

参考文献 1) 森井俊広・上原り香・神田美沙・井上光弘:キャピラリー・バリアを利用した斜面減災に関する技術検討, 平成20年度農業農村工学会大会講演会, 626-627, 2008

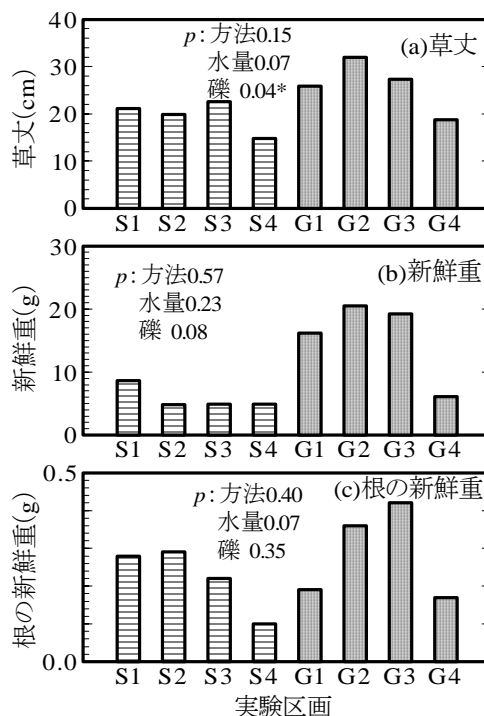


図5 播種後約2ヶ月に収穫したミズナの生育量