

初期水分量が砂丘砂における ZFP の降下に及ぼす影響について

Effect of initial water content on the downward movement of ZFP in sand dune sand

○坂井勝
Sakai Masaru

マグディ・カリル
Magdi Khalil

車知也
Kuruma Tomoya

宮崎毅
Miyazaki Tsuyoshi

1. はじめに

乾燥地において持続的に農業を行なうためには、適切な灌漑量の決定が必要となる。この灌漑量の決定のためには、水分の移動方向の境界となるゼロフラックス面 (zero flux plane: ZFP) を使うことが役に立つ。しかし ZFP を実験的とらえた例は少なく、またそのための適切な手法も明らかになっていない。実験的に ZFP を研究するためには、まず ZFP をとらえるための適切な条件が必要となる。そこで本研究では、試料の初期水分量に注目し、ZFP の動きについて考察する。

2. 実験

2.1 実験 1(高水分量): 内径 7.5cm、高さ 30cm のカラムに鳥取砂丘砂を乾燥密度 1.63g/cm^3 で充填した。地表面から 2 ポアボリュームの水を流し、試料をほぼ飽和状態とした。排水と熱源による蒸発を同時に起こし、その時の全ポテンシャルをテンシオメータを使って経時的に測定した。また、水分特性曲線から体積含水率を算出した。

2.2 実験 2(低水分量): 鳥取大学乾燥地研究センター内のガラス室内モデル圃場でサンプリングを行なった。調査地には 20mm の散水を施し、作業はその 48 時間後に行なった。深さ 1m の pit を掘り、深さ 5cm 毎に 100cc サンプラーによって土壌サンプリングを行なった。土壌試料は炉乾法によって体積含水率を求めた。また、水分特性曲線を使って全ポテンシャルを算出した。

2.3 実験 3(中間水分量): 内径 7.5cm、高さ 12cm のカラムに豊浦砂を乾燥密度 1.58g/cm^3 で充填した。カラムは 2 本用意し、試料表面からそれぞれ所定の量 (15mm、30mm) の散水を行なった。地表面には熱源を当て、蒸発を促進させた。散水はそれぞれ 48 時間毎に計 3 回ずつ行ない、3 回目の散水の 48 時間後にカラムを解体し、炉乾法により体積含水率を求めた。また、水分特性曲線を使って全ポテンシャルを算出した。

3. 結果と考察

3.1 実験 1: 体積含水率分布、全ポテンシャル分布を Fig. 1 に示す。高温の熱源の影響で試料表層のテンシオメータが測定不能となった。実験開始時は飽和状態であり、全ポテンシャル値が全層でおよそ 0cm となった 40 分後に排水が終わった後に上面からの蒸発によって水分量が減少した。高水分状態の砂では、透水係数が大きいため、排水は初期に終了し、その後徐々に蒸発が起こったことから、ZFP は 0 ~ 40 分の間にカラム底面へ向かって降下していったと考えられる。なお、底面では若干の蒸発現象を防ぐことができなかった

ため、少量の下向きフラックスが底面付近に発生した。

3.2 実験 2：体積含水率分布、全ポテンシャル分布を Fig. 2 に示す。水分量のピークは深さ 10cm 付近に現れたが、全ポテンシャルの勾配は深さ 2.5cm 以下ですべて正、または 0 の勾配となった。このことは 2.5cm 以下の水分移動はすべて下向き、または静止状態であったことを示しており、ZFP はそれよりも上方にあったことが分かった。これは乾燥した砂の低い透水性により、散水した水の大部分が表層付近にとどまっていたためであると考えられる。時間が経過し、さらに水分の浸潤と蒸発が進めば、ZFP は現位置よりも下方に現れると考えられる。

3.3 実験 3：体積含水率分布、全ポテンシャル分布を Fig. 3 に示す。15mm 散水したカラムにおいては、全層でおよそ同程度の水分量を示し、全ポテンシャル分布は実験 2 と同様に全層で正の勾配を示した。30mm 散水したカラムにおいては、下層へ行くほど水分量が多くなる分布を示した。この時の全ポテンシャル分布をみると、深さ 5cm に ZFP が現れた。3 回の散水によって試料中の水分量は実験 1 と実験 2 の中間と考えることができ、散水後 48 時間で ZFP が地表面から 5cm 降下したことをとらえることができた。

4. まとめ

試料中の ZFP は、初期水分量が飽和の時には 40 分で 30cm、 $0.02\text{cm}^3/\text{cm}^3$ の時には 48 時間で 2.5cm 以内、 $0.1 \sim 0.3\text{cm}^3/\text{cm}^3$ の時には 48 時間で 5cm 降下した。このことから、散水直後に始まる ZFP の地表面からの降下は、初期水分が高い時には速く、逆に低い時には遅いと言える。以上のことから初期水分量は ZFP の降下現象に著しい影響を与えることが分かり、乾燥地の灌漑計画において考慮すべき重要事項であることが分かった。

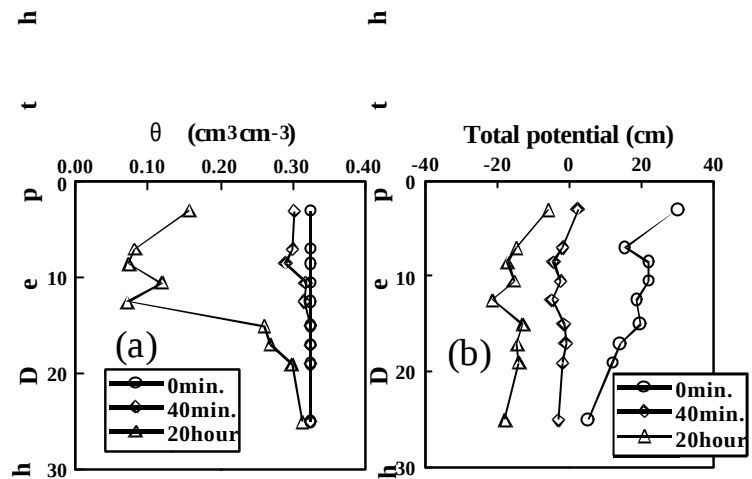


Fig. 1 Volumetric water content (a) and total potential (b) profile in Test 1

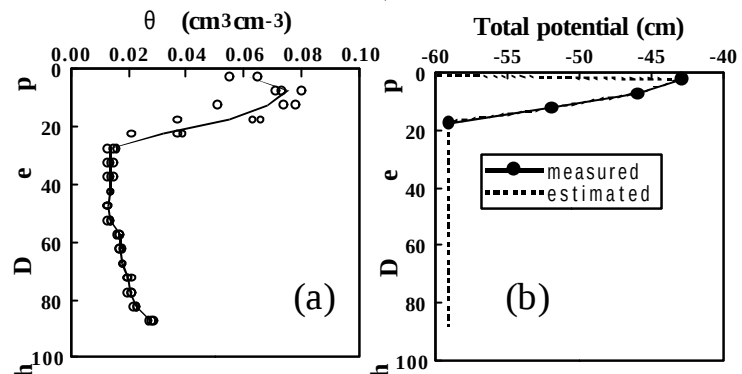


Fig. 2 Volumetric water content (a) and total potential (b) profile in Test 2

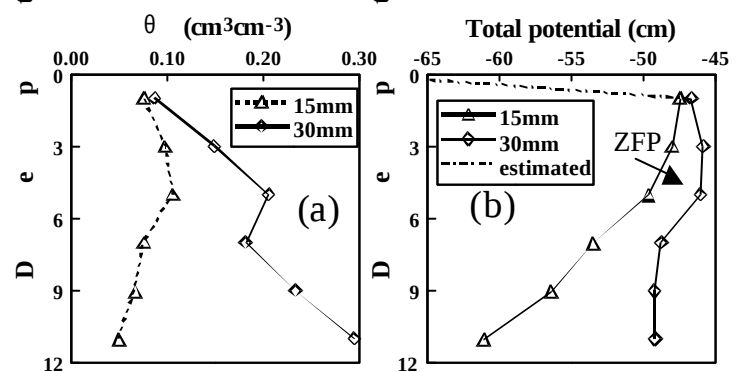


Fig. 3 Volumetric water content (a) and total potential (b) profile in Test 3