

モンゴル・ツォクトオボーにおける ADR による土壌水分量の測定：温度依存性の影響

鳥取大学 学生会員 ○友行 功美
鳥取大学大学院 正会員 中村 公一

1. はじめに

近年、地球温暖化や砂漠化の進行により中国・モンゴルにおける黄砂の発生量は多い傾向にあり、人間への健康被害や動植物や自然に対する環境被害など様々な問題を引き起こしている。鳥取大学では 2011 年度より黄砂発生メカニズムの解明や影響評価などを目的とした黄砂プロジェクトを進めており、気象・地表面状態と黄砂発生との関係解明のために、現地において黄砂発生に影響すると考えられる因子の観測を行っている。

現地ではクラストと呼ばれる土の層が地表面に存在する。このクラストの状態も黄砂の発生量に影響を与える一因であり、クラスト形成・崩壊メカニズムを明らかにすることは黄砂発生メカニズムの解明に繋がると言える。そのため、現地土壌水分量の挙動を知ることはクラスト形成メカニズムを知る上で非常に有用である。そこで、本研究では現地観測結果の体積含水率の正確な挙動を調べることを目的とし、現地観測に用いられている土壌水分計の黄砂におけるキャリブレーションのための実験と温度補正に関する実験を行った。また、実験結果を用いて現地観測結果に対して補正を行った。

2. 現地観測地点の概要

現地観測はモンゴル、ゴビ砂漠の北部ツォクトオボー（北緯 44.42 度，東経 105.32 度）（図-1）で行われている。ケッペンの気候区分は寒冷な砂漠気候（BWk）に属し、一年を通して乾燥している。年間降水量は約 100mm でそのほとんどが夏の間に降り、12 月から 2 月にかけては降雪もある。現地観測は 2012 年 3 月 24 日に開始された。ADR 土壌水分計は深度方向に地中 1cm から地中 50cm まで異なる 8 深度で観測を行っている。



図-1 観測地点

3. ADR 土壌水分計を用いた実験及び結果

ADR 土壌水分計は誘電率を求めることで安価で簡便に地中温度と体積含水率を測定できるが、含有鉱物による誘電率の違いから土壤ごとに出力電圧と体積含水率の関係が異なるため、キャリブレーションを行う必要がある¹⁾。図-7 に示した現地観測結果の地中温度と体積含水率からも温度の影響を受けていることがうかがえる。また、ADR 土壌水分計における体積含水率の測定値は地中温度の変化に影響を受けることが示唆されている¹⁾。そこで、黄砂のキャリブレーション、温度影響に関する室内試験を行った。用いた土壌水分計を図-2 に示す。これは現地観測に使用されているものと同型である。また、土壌水分計を設置した供試体を図-3 に示す。土壌水分計はどの実験でも供試体表面に鉛直に差し入れた。



図-2 ADR 土壌水分計

（1）黄砂のキャリブレーション
試料は現地で採取された黄砂を用いた。ビーカー内に水分量を変化させた試料を間隙比が一定になるように作製し、その供試体に土壌水分計を設置して出力電圧を調べた。実験は $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ に制御された恒温室内で行った。

（1）黄砂のキャリブレーション

試料は現地で採取された黄砂を用いた。ビーカー内に水分量を変化させた試料を間隙比が一定になるように作製し、その供試体に土壌水分計を設置して出力電圧を調べた。実験は $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ に制御された恒温室内で行った。

誘電率の平方根 $\sqrt{\epsilon}$ と体積含水率 θ に線形関係があることと $\sqrt{\epsilon}$ が電圧 V の 5 次多項式で表せることが Miller&Gaskin¹⁾ によって把握されている。この 2 つの式から求められるキャリブレーション式の係数は、 $\sqrt{\epsilon}$ と θ の関係式の切片 a_0 と傾き a_1 から得られる。本実験で得られた



図-3 挿入時の様子

キーワード 現地観測，体積含水率，ADR

連絡先 〒680-094 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学工学部土木工学科土質工学研究室

T E L 0857-31-5986

出力電圧 V を代入して求めた $\sqrt{\varepsilon}$ と炉乾燥法によって求めた体積含水率を図-4 示す. 本実験で得られた係数は $a_0=13.7$, $a_1=1.5$ であった. この係数をキャリブレーション式に代入して得たキャリブレーションカーブと Miller&Gaskin¹⁾ が提案した有機質土と無機質土, また下部²⁾ が提案した中国黄土のキャリブレーションカーブを図-5 に示す. 実験で得たキャリブレーションカーブは他のものと比べて体積含水率の増加に対する出力電圧の増加が小さい結果となった.

(2) 温度の影響に関する検討

本実験は, 自然状態の含水比の試料で (1) と同様の間隙比である供試体を塩ビパイプに作製し土壌水分計の設置後, 乾燥炉に入れて炉内の温度を変化させ出力電圧の値の変動を調べた. この実験より得られた温度と出力電圧の関係と, ある出力電圧の値での体積含水率を (1) の実験結果から得られたキャリブレーション式を用いて求めた体積含水率の関係を図-6 に示す. 体積含水率と温度には線形関係が見られ, $\frac{d\theta}{dt}$ は $0.007\text{m}^3/\text{m}^3/\text{C}$ であることがわかった.

4. 補正式の現地計測結果への適用

この結果を用いて得た体積含水率と温度の関係から基準温度を 20°C として補正を行った. 補正前と補正後の体積含水率と温度を図-7 に示す. 補正後は補正前と比較すると一日の変動幅が小さくなっており, これは地中温度の高低に体積含水率の測定値が影響されていることを示しており, 温度の影響を補正することができたと言える.

5. 結論

本研究では, ADR 土壌水分計と現地から採取した黄砂を用いた実験を行い, キャリブレーション式を求めた. また, 観測で得られた体積含水率の挙動を調べるために温度影響に関する実験を行い, 得られた結果から現地観測結果の体積含水率に対して補正を行った. 補正後の体積含水率は温度の影響とみられる日変動が小さくなった.

参考文献

- 1) Miller J.D. and G.J. Gaskin (1996): The development and application of the ThetaProbe soil water sensor. MLURI Technical Note, 14p., Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, U.K.
- 2) 下辺 悟 (2004): ADR 含水量測定に及ぼす締固め方法の影響. 土木学会第 59 回年次学術講演会概要集, 59, 803~804

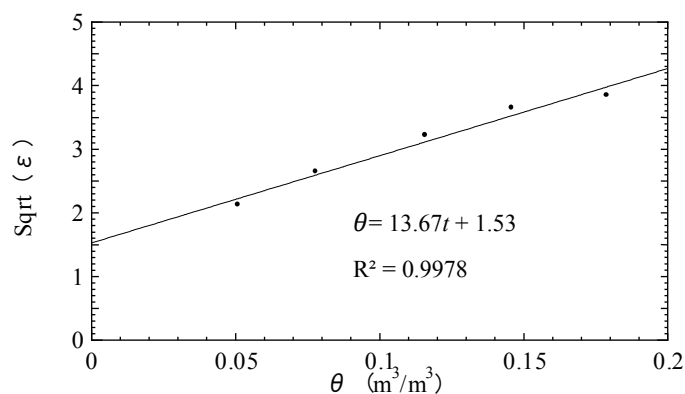


図-4 体積含水率と $\sqrt{\varepsilon}$

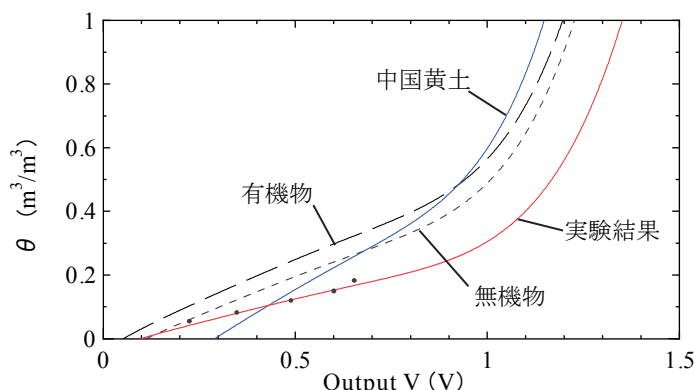


図-5 キャリブレーションカーブ

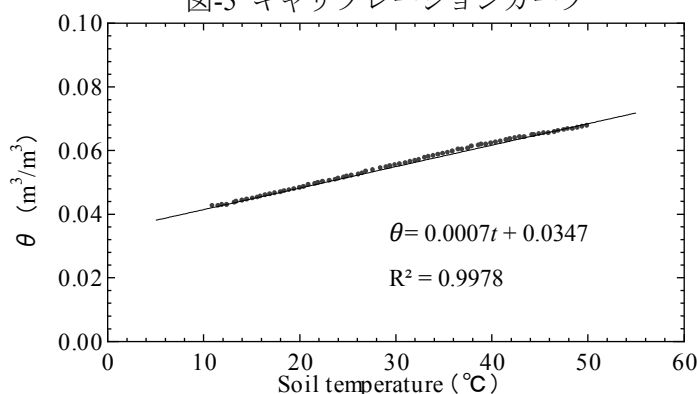


図-6 地中温度と体積含水率

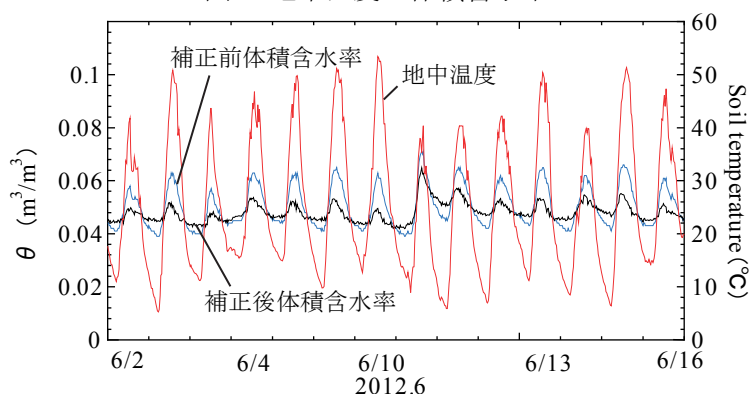


図-7 地中 1cm の地温と補正前後の体積含水率