

# 鳥取砂丘砂の熱伝導率の水分・NaCl濃度・温度依存性について

## Effects of Water Content, NaCl Concentration, and Temperature on Thermal Conductivity of Tottori Dune Sand

○望月 秀俊, 坂口 巖, 井上 光弘

Mochizuki Hidetoshi, Sakaguchi Iwao, Mitsuhiro Inoue

1. はじめに 環境に優しい農業を持続的に維持するためには、水・農薬・肥料の効率的利用が必要である。このためには土壌中の水・熱・溶質の同時移動を解析する必要がある。一般に、土壌中の水・熱・溶質の同時移動は、各要素についての偏微分方程式を連立して解くことで解析される。この時、必要となる各要素の移動係数(透水係数, 溶質分散係数, 熱伝導率など)は、水分量や温度, 溶質濃度を変数とした関数として、正確に把握する必要がある。本研究では、こうした移動係数の一つである土壌の熱伝導率を取り上げた。土壌の熱伝導率は水分量・塩類濃度・温度などによって変化する。これまでの研究には、水分・塩類濃度依存性<sup>(1)-(3)</sup>, 水分・温度依存性<sup>(4)-(6)</sup>を扱ったものはあるが、3要因について総合的に扱ったものは見当たらない。そこで本研究では、鳥取砂丘砂の熱伝導率の水分・NaCl濃度・温度依存性を総合的に明らかにし、望月ら(2002)の実験式の適用性を検討することを目的とした。

2. 実験 鳥取砂丘砂の熱伝導率はKD2を用いて測定した。測定は3回行い、その平均値を測定値とした。試料の乾燥密度は1.57Mg/m<sup>3</sup>とし、その他の実験条件をTable 1に示した。

Table 1 測定条件 Experimental Conditions

Temperature: T°C	5, 40
Mass Basis Water Content: w%	5, 10, 15
NaCl Concentration: Cmol/kg	0.0, 1.0, 2.0

3. 結果 5, 40°Cにおける測定結果をFigs. 1, 2に示した。

水分依存性: Fig. 1 (a), (c)に示したように、含水比5-15%では、温度とNaCl濃度に関わらず、熱伝導率は含水比の増加に伴って直線的に上昇した。また40°Cでは、NaCl濃度が高いほど、含水比の増加に対する熱伝導率の上昇が大きかったが、5°CではNaCl濃度によらずほぼ一定だった。

NaCl濃度依存性: Fig. 1 (b), (d)に示したように、NaCl濃度 0-2.0 mol/kgの範囲では、温度や含水比に関わらず、熱伝導率はNaCl濃度の上昇に伴って直線的に低下した。5°Cでは含水比にかかわらず、熱伝導率の変化は小さかったが、40°Cでは含水比w=5%で、熱伝導率の低下が最も大きかった。

温度依存性: NaCl濃度C=0.0mol/kgの場合、含水比に関わらず40°Cの場合の方が熱伝導率は高かったが、C=2.0mol/kgの場合は、逆に5°Cの場合の方が高かった。C=1.0mol/kgの場合、w=5%では差はなかったが、w=10, 15%では5°Cの場合の方が高かった。一般に土壌の熱伝導率は温度が高いほど高くなるとされているが、NaCl濃度が高い場合には、低くなることもあることがわかった。

4. モデルの適用 本研究でも、熱伝導率の水分・NaCl濃度依存性を同時に表現する望月ら(2002)の実験式(Eq. (1))を用いてフィッティングを行い、鳥取砂丘砂の場合(5, 40°C)の係数と決定係数をTable 2に示した。また、得られた係数を用いて計算した熱伝導率をFig. 2に平面で示した。

Table 2 Eq. (1)の係数と決定係数

Fitting Parameters for Eq. (1) and Coefficients of Determination

Temperature: T°C	a	b	c	d	R <sup>2</sup>
5	.00050	-.0222	.0341	.599	.991
40	.00683	-.1533	.0221	.775	.955

$$\lambda = awC + bC + cw + d \quad (1)$$

5, 40°Cのどちらの場合も測定された熱伝導率と近い値を示したうえで、決定係数も高く、Eq. (1)は、温度5, 40 °C, 含水比5-15%, NaCl濃度0.0-2.0 mol/kgの条件では、鳥取砂丘砂の熱伝導率の水分・NaCl濃度依存性をよく表現できることがわかった。

5. **まとめ** 鳥取砂丘砂の熱伝導率の水分・NaCl濃度・温度依存性を調べ、NaCl濃度が高い場合には、既往の研究<sup>(6)</sup>とは異なり、温度が低い方が熱伝導率が高くなることなどがあることなどを明らかにした。

また、本研究の測定範囲では、望月ら(2002)の実験式は、鳥取砂丘砂にも適用できることがわかった。

**参考文献** (1)望月ら(2002); 農士学会講演要旨集, p.348-349. (2)Abu-Hamdeh and Reeder (2000); *SSSAJ*, p.1285-1290. (3)Noborio and McInnes (1993); *SSSAJ*, p.329-334. (4)Momose and Kasubuchi (2002); *EJSS*, p.599-606. (5)Hiraiwa and Kasubuchi (2000); *EJSS*, p.211-218. (6)Campbell et al. (1994); *SS*, p.307-313

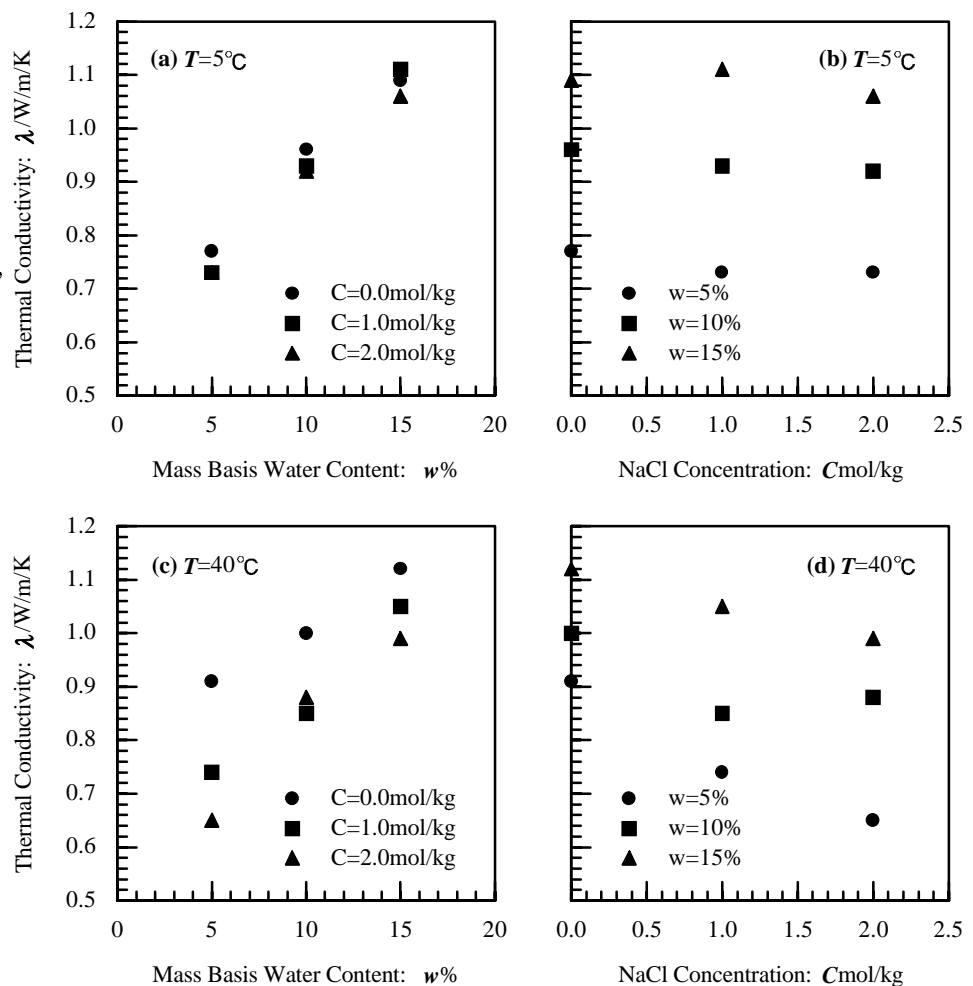


Fig. 1 鳥取砂丘砂の熱伝導率の水分・NaCl濃度依存性(5, 40°C)

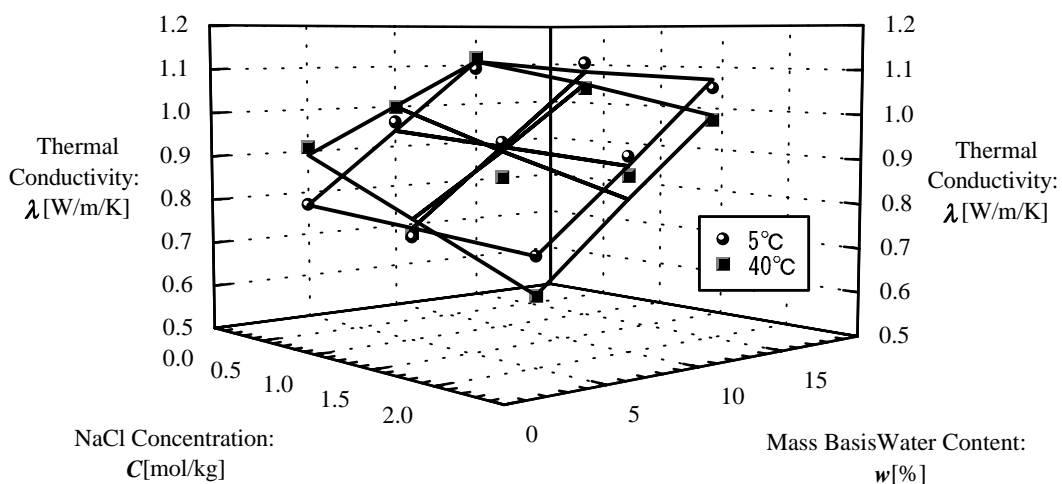


Fig. 2 鳥取砂丘砂の熱伝導率の水分・NaCl濃度・温度依存性