

## サーモ TDR による植物根が土壌の熱特性に与える影響の評価

### Evaluating effect of plant roots on soil thermal properties with thermo-TDR

小田奈苗<sup>1</sup>・小島悠揮<sup>1</sup>・川島知之<sup>2</sup>・神谷浩二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学工学部・<sup>2</sup>岐阜大学大学院自然科学技術研究科

**要旨：**根が持つ様々な機能を評価する際には、根群密度を把握することが重要である。本研究では、サーモ TDR センサによる根群密度推定手法の開発を目標とし、植物根が土壌の熱特性に与える影響を評価した。その結果、根群密度が増加すると体積熱容量、熱伝導率ともに減少することが分かった。既往の研究とは異なる重要な発見であると考えられ、今後この現象の解明に向けて更なる研究を進める必要がある。

**キーワード：**サーモ TDR, 植物根, 土壌熱特性

**Key words:** thermo-TDR, plant roots, soil thermal properties

#### 1. はじめに

植物根は、土壌に対して様々な機能を持っている。例えば、土壌のせん断補強効果や侵食抵抗、またファイトレメディエーションによる土壌浄化効果などがあげられる。これらのような根が持つ様々な機能を評価する際には、根群密度などの根の形態を把握することが重要である。根群密度の把握には土壌断面法が広く用いられるが、植物の生育に与える影響が大きい。また、一度の調査によって根圏土壌を攪拌してしまう問題点がある。そこで、植物の生育に与える影響を最小に抑え、継続的に評価する方法として、サーモ TDR による測定手法を提案する。サーモ TDR では土壌の電気特性と熱特性を測定するが、それらの土壌特性から根群密度が推定できる可能性がある。そこで本研究ではその第一段階として、植物根が土壌の熱特性に与える影響を解明することを目的とした。

#### 2. 実験方法

内径 12 cm、深さ 12 cm のポットに高さ 5 cm まで乾燥密度  $760 \text{ kg m}^{-3}$  で黒ボク土を充填した。各ポットにてギニアグラスを栽培し、その間サーモ TDR によって土壌の体積含水率と熱特性を測定した (写真 1)。様々な根群密度を再現するために播種量を 1 ポットにつき種 10

粒、20 粒、30 粒、40 粒と変化させた。実験には、Liu et al. (2008) のデザインのサーモ TDR (プローブ外径 2.1 mm、長さ 50 mm、プローブ間隔 8 mm) を使用した。サーモ TDR は土壌中の深さ 2.5 cm に設置した。サーモ TDR の制御・計測には TDR100、データロガー CR1000、マルチプレクサー AM16/32、AM416、SDMX-50 (いずれも Campbell Scientific) を用い、6 時間に 1 回の頻度で測定を行った。ギニアグラスの栽培は  $25^{\circ}\text{C}$  の恒温室内にて、観葉植物用蛍光灯による常時照射条件下で行った。発芽後の初期成育期間では、2 日に 1 回 30ml の給水を行った。発芽から 2 週間経過後は、3 日に 1 回ポット毎の様子を観察しながら給水し、良好な水分状態を保持するよう努めた。

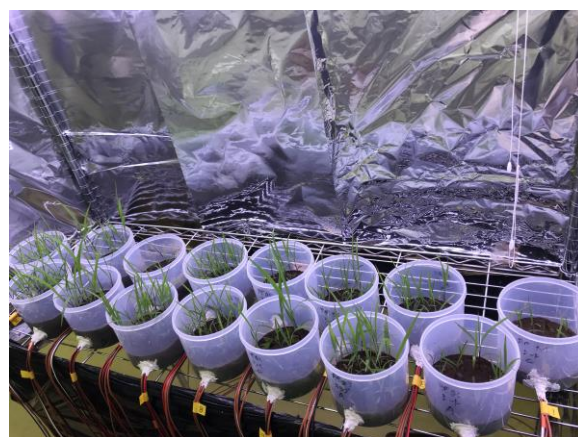


写真 1 栽培中のギニアグラス

栽培は約2か月間行った。測定終了後、ギニアガラスの地表面上部を刈り取り、炉乾燥（24時間 105℃）にて乾燥重量を測定した。また地下部分の根を取り出すため1mm篩と0.5mm篩を用いて土粒子と根を分離させた。さらに根に密着した土を丁寧に水で洗い流し、炉乾燥（24時間 105℃）にて根の乾燥重量を求めた。黒ボク土の乾燥密度も同様に炉乾燥（24時間 105℃）させて測定した。得られた根の乾燥重量を土壌の体積で除すことで、根群密度を求めた。各ポットの根群密度と、サーモ TDR による計測結果から、根の存在が土壌特性に与える影響について評価した。

### 3. 結果と考察

図1にサーモ TDR によって測定された根群密度が異なる土壌の体積含水率と熱特性の関係性を示した。ここで炉乾燥によって測定されたポット A~D の根群密度は 1.2, 2.0, 2.1, 2.6 kg m<sup>-3</sup> で、ポット A と D では2倍以上の差があった。図1から根群密度の増加によって体積熱容量、熱伝導率ともに減少していることが分かった。例えば、体積含水率 0.30 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> の場合を見てみると、ポット D の体積熱容量は、ポット A より 1.08 MJ m<sup>-3</sup> °C<sup>-1</sup> (40%) も小さかった。またポット D の熱伝導率はポット A の熱伝導率より 0.24 W m<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> (39%) 小さかった。

間隙に根が侵入することを考えると、根群密度の増加によって熱特性は増加すると予想されたが、今回それとは反対の結果が得られた。根群密度の増加による熱特性の減少については、根の生長によって土粒子同士の接続性が分断され、乾燥密度が低下した可能性が考えられる。一方で、既往の研究では、Fu et al. (2020) がトウモロコシの根の生長に伴い土壌の熱特性が増加することを示している。ただし Fu et al. (2020) の実験は、本研究とは植物種や土壌の性質が大きく異なることから、根が土壌の熱特性に与える影響は土壌や植物の種類によ

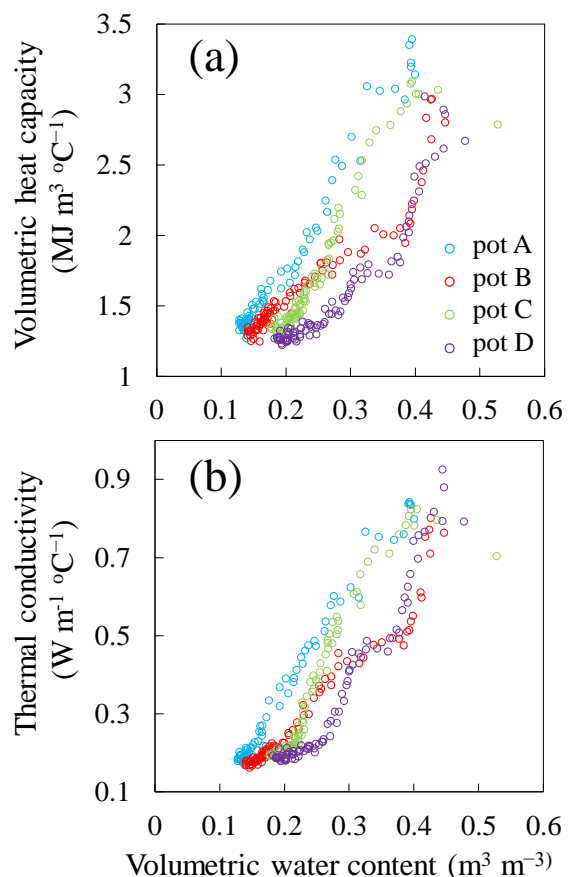


図1 根群密度が異なる土壌の体積含水率と体積熱容量(a)および熱伝導率(b)との関係

て異なると考えられる。特に今回用いた黒ボク土は火山灰由来で有機物含量が高く、乾燥密度が低い特殊な土壌であることも影響していると考えられる。Fu et al. (2020) は、植物根が熱特性に与える影響を de Vries 式などの理論式を用いて表現したが、今回のケースではそれらの式は利用できず、新たなモデルの開発が必要になると考えられる。

### 4. 終わりに

サーモ TDR による土壌中の根群密度推定に向けて、植物根が土壌の熱特性に与える影響について評価した。その結果、根群密度の増加による熱特性の減少という新たな現象が確認された。今後は様々な植物や土壌を用いて、この現象の再現性やモデル化について取り組む予定である。

【参考文献】  
Fu et al. (2020) Geoderma 370:114352  
Liu et al. (2008) SSSAJ 78:1859-1868.