

## 土壌圧縮が土壌呼吸に与える影響に関する研究 Effects of soil compaction on soil heterotrophic respiration

○杉浦有香<sup>1</sup> 濱本昌一郎<sup>2</sup> 山崎琢平<sup>1</sup> 西村拓<sup>1</sup>

○Yuka Sugiura<sup>1</sup>, Shoichiro Hamamoto<sup>2</sup>, Takuhei Yamasaki<sup>1</sup>, Taku Nishimura<sup>1</sup>

### 1. はじめに S

土壌構造に影響する営農上の問題に、農業機械の踏圧等による土壌圧縮がある。土壌呼吸のうち従属栄養生物の呼吸は、溶存する基質の拡散(溶質拡散係数が指標となる)や酸素の拡散(ガス拡散係数が指標となる)に制限されることが知られている(Skopp et al., 1990)が、土壌圧縮による土壌構造の変化に伴う溶質・ガス拡散性の変化と土壌呼吸速度の関係は十分に解明されていない。本研究は、土壌圧縮による土壌呼吸の変化を、溶質・ガス拡散係数の実測値の変化、および団粒破壊に伴う呼吸量増加の2点に着目して明らかにすることを目的とした。

### 2. 供試土壌および実験方法

黒ボク土圃場(福島県福島市)および低地土圃場(福島県郡山市)で2023年5月に採取した作土(深度10 cm)の攪乱試料を使用した。

#### a. 土壌呼吸速度およびガス・溶質拡散係数の測定

土壌を任意の圧縮条件(乾燥密度)および水分条件に調整するために、5 mmふるいを通過した攪乱土壌を100 cc コアに充填した試料を作成した。圧縮条件は圃場の乾燥密度を参考に決定し、黒ボク土で0.85, 0.9775, 1.105 g cm<sup>-3</sup>, 低地土で1.30, 1.45, 1.55 g cm<sup>-3</sup>の各3条件とした。水分条件は黒ボク土で飽和度0.1-0.7の間の5条件、低地土で飽和度0.3-0.7の間の4条件とした。試料作成後に、土壌呼吸速度・ガス拡散係数・溶質拡散係数を同一の土壌コアで測定した。土壌呼吸速度は、密閉した培養びん内に土壌コアを静置し、0, 24, 48時間後の容器内のCO<sub>2</sub>濃度をガスクロマトグラフで測定して算出した。

#### b. 団粒の破壊と土壌呼吸速度に関する実験

土壌を乾式篩で0.25 mm未満(黒ボク土のみ), 0.25-2, 2-5 mmに分画し、水分量を水分飽和度で0.3, 0.45, 0.7(黒ボク土では乾燥密度0.85 g cm<sup>-3</sup>, 低地土では乾燥密度1.30 g cm<sup>-3</sup>換算時)に調整した。各条件について、団粒を崩さない場合と乳鉢で破壊した場合の土壌呼吸速度を測定した。

### 3. 結果・考察

水分飽和度とガス拡散係数および溶質拡散係数の関係を図1に示す。ただし、溶質拡散係数は分配係数を先行研究値に近い0.2 L kg<sup>-1</sup>(Hamamoto et al., 2008)として算出した値を表示している。相対ガス拡散係数と相対溶質拡散係数の交点の水分量は、黒ボク土の高圧縮(乾燥密度1.105)条件を除き、圧縮に伴って低水分側へ移動した。溶質拡散とガス拡散が土壌呼吸を制限するという考え方に

1 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

2 北海道大学大学院農学研究院 Graduate School of Agriculture, Hokkaido University

キーワード 土壌構造, 土壌圧縮, 土壌呼吸, 温室効果ガス, 水分飽和度

基づくと、この結果は、圧縮によって土壌呼吸のピークが低水分側に移動しうることを示唆する。しかし、本実験では水分量に対する土壌呼吸の明確なピークが現れなかった(図2)。多くの先行研究は水分飽和度 0.6 付近に土壌呼吸のピークが存在すること報告しているが、本実験ではピークがより高水分側に存在していたもしくは存在しなかった可能性がある。

圧縮条件と土壌呼吸速度の関係について、黒ボク土では圧縮によって土壌呼吸速度が低下していたが、低地土では圧縮と土壌呼吸速度の明確な関係が見られなかった(図2)。

図3に、各粒径および破壊条件の団粒の土壌呼吸速度を示す。ほとんどの粒径画分で、破壊条件の土壌呼吸速度が大きかった。団粒が破壊されることで、保護されていた基質が利用可能になった(Mordhorst et al., 2014)ことが考えられる。また、粒径が小さいほど土壌呼吸速度が大きく、マイクロ団粒内の環境が基質の分解に適していない(微生物の基質へのアクセス性の悪さや酸素供給の減少による微生物活動の低下)ことが示唆された。

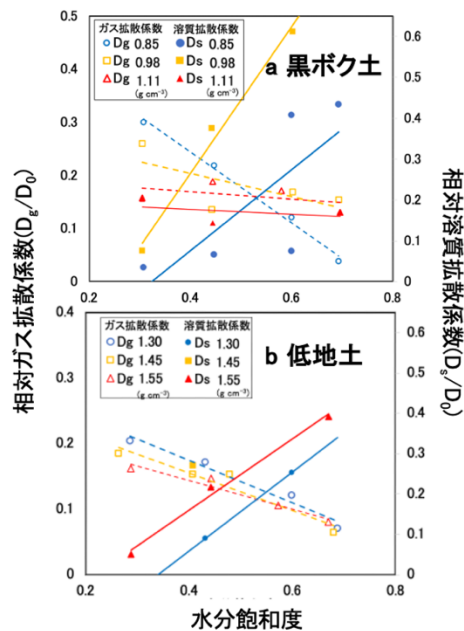


図1. 水分飽和度と相対ガス拡散係数( $D_g/D_0$ )および相対溶質拡散係数( $D_s/D_0$ )の関係  
Relationships between water-filled pore space and diffusion coefficients of (a) volcanic ash soil and (b) lowland soil

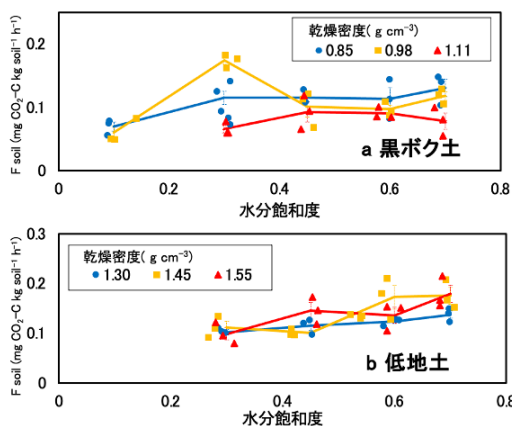


図2. 水分飽和度と土壌呼吸速度の関係  
Relationships between water filled pore space and the rate of soil respiration of (a) volcanic ash soil and (b) lowland soil

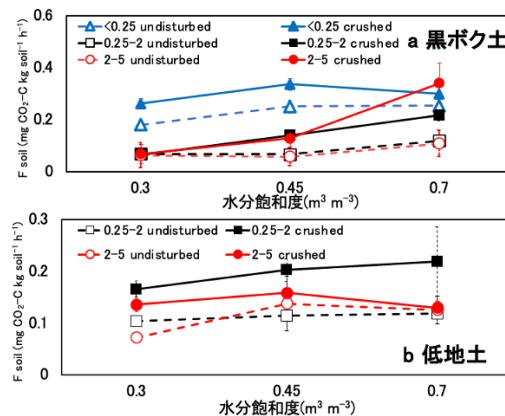


図3. 団粒のサイズおよび破壊条件ごとの土壌呼吸速度  
(水分飽和度は黒ボク土で乾燥密度0.85 g cm<sup>-3</sup>、低地土で1.30 g cm<sup>-3</sup>換算のもの)  
The rate of soil respiration of undisturbed and crushed aggregates of (a) volcanic ash soil and (b) lowland soil

#### 4. まとめ

同一土壌コアを用いて土壌呼吸速度・ガス拡散係数・溶質拡散係数を測定した。拡散係数の結果からは圧縮によって土壌呼吸のピークが低水分側に移動しうることが示唆されたが、実測値では水分量に対する土壌呼吸の明確なピークは現れなかった。圧縮の程度と土壌呼吸速度の明確な関係は現れなかったが、しばしば圧縮に伴って生じる団粒破壊によって、団粒の土壌呼吸速度が増加することが示された。

参考文献: Skopp, J., Jawson, M. D., Doran, J. W. (1990): Steady-State Aerobic Microbial Activity as a Function of Soil Water Content, Soil Science Society of America Journal, 54, 1619-1625,

Mordhorst, A., Peth, S., Horn, R. (2014): Influence of mechanical loading on static and dynamic CO<sub>2</sub> efflux on differently textured and managed Luvisols. Geoderma 219-220, 1-13

Hamamoto, S., Perera, M. S.A., Kawamoto, K., Komatsu, T. (2008): The Solute Diffusion Coefficient in Variably Compacted, Unsaturated Volcanic Ash Soils, Vadose Zone Journal, 8, 942-952

謝辞: 本研究は内閣府ムーシヨット型農林水産研究開発事業(管理人: 生研支援センター)の補助を受けた。また、土壌の採取について農研機構東北農業研究センターおよび福島県農業総合センターの協力を受けた。ここに記してお礼申し上げます。