

土壌の違いがダイズ圃場における温室効果ガス動態に与える影響
Effects of soil type on the seasonal variations in soil gas concentrations and fluxes at soybean fields

○杉浦有香¹ 濱本昌一郎¹ 二瓶直登² 平敏伸³ 平山孝⁴ 松波寿弥⁵ 市橋泰範⁶ 西村拓¹
○Yuka Sugiura¹, Shoichiro Hamamoto¹, Naoto Nihei², Toshinobu Taira³, Takashi Hirayama⁴, Hisaya Matsunami⁵, Yasunori Ichihashi⁶, and Taku Nishimura¹

1. はじめに

土壌呼吸は、土壌水分・地温・有機物含有量等の土壌の物理化学的要因に影響されることが知られている。これらの要因は土壌によって異なるため、土壌の種類と農地を介した CO₂ 動態の関係を把握することは重要である。特に、土壌水分が CO₂ 動態に与える影響を正確に把握するためには短時間スケールの連続的な観測が必要である (Wood et al., 2013)。本研究では、土壌の種類がダイズ圃場における CO₂ 動態に与える影響を明らかにすることを目的とし、黒ボク土と低地土のダイズ圃場を対象に土壌ガス(CO₂ および O₂)濃度・土壌水分・地温の連続モニタリングを実施した。

2. 研究対象地および測定方法

福島県福島市(黒ボク土)および福島県郡山市(低地土)の2箇所のダイズ圃場を対象サイトとした。各圃場には、無栽培区・牛糞肥料区・化成肥料区の3処理区を設けた。各圃場の牛糞肥料区の深度10 cm 土壌の基本的物理性を表1に示す。6月から10月のダイズ生育期間中、土壌に埋設したセンサーを用いて2深度(10 cm, 25 cm)のCO₂ およびO₂濃度、4深度(2 cm, 10 cm, 18 cm, 25 cm)の体積含水率・地温・電気伝導度・水ポテンシャルを30分もしくは1時間間隔で測定した。さらに、ダイズの開花期に4深度(5cm, 10 cm, 18 cm, 25 cm)で採取した不攪乱試料を用いて、ガス拡散係数・通気係数・水分特性曲線を測定した。測定したCO₂濃度とガス拡散係数を用いて、深度0-10 cm および10-25 cm のCO₂フラックスを算出した。また、深度0-10 cm のCO₂フラックスから深度10-25 cm のCO₂フラックスを差し引くことで、深度10 cm のCO₂生成速度を求めた。

表1. 研究対象地の土壌の基本的物理性
Soil physical properties in the study field

土壌の種類	乾燥密度(g cm ⁻³)	間隙率(%)	飽和透水係数(cm s ⁻¹)	粒径分布(%)		
				粘土	シルト	砂
黒ボク土	0.69	72.8	7.75 × 10 ⁻³	14.5	29.9	52.8
低地土	1.43	45.3	4.38 × 10 ⁻⁴	21.6	23.1	42.8

1 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 2 福島大学 食農学類 Faculty of Food and Agricultural Science, Fukushima University, 3 福島県 会津坂下農業普及所 Aizubange Agriculture Promotion Office, 4 福島県農業総合センター Fukushima Agricultural Technology Centre, 5 農研機構 東北農業研究センター Tohoku Agricultural Research Center, NARO, 6 理化学研究所バイオリソース研究センター RIKEN BioResource Research Center

キーワード 温室効果ガス, ダイズ, 土壌呼吸, 連続モニタリング, 水分飽和度

3. 結果および考察

図 1 に各圃場の牛糞肥料区での CO₂ 濃度の時系列グラフを示す。深度 10 cm の CO₂ 濃度は土壌の種類による顕著な差がなかったが、深度 25 cm の CO₂ 濃度は黒ボク土よりも低地土で高かった。これは、低地土は黒ボク土よりも深度が深いほど気相率が小さく、相対ガス拡散係数も小さくなったことによると考えられる。

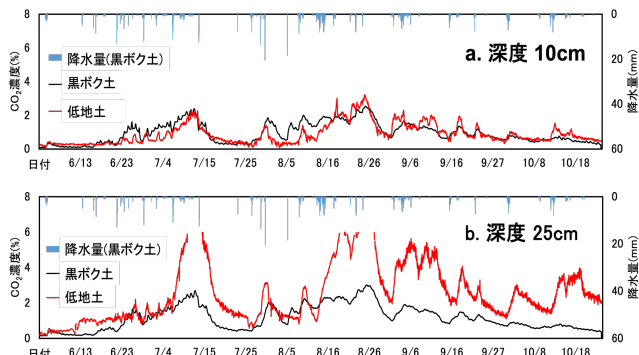


図 1. 牛糞肥料区での CO₂ 濃度の経時変化

Time-series variations in CO₂ concentration of cow manure plot at (a) 10 cm depth and (b) 25 cm depth

図 2 に各圃場の牛糞肥料区の深度 10 cm における CO₂ 生成速度を示す。観測期間中 CO₂ 生成速度は低地土よりも黒ボク土で大きかった。観測期間中は、特に深度 0-10 cm において黒ボク土の気相率が低地土よりも大きかったことから、黒ボク土の圃場では大気から酸素が供給されやすく、土壌呼吸が促進されたことが考えられた。

図 3 に各処理区の体積含水率および水分飽和度と深度 0-10 cm の CO₂ フラックスの関係を示す。CO₂ フラックスが最大となる最適水分飽和度は、土壌の種類や処理区にかかわらず 0.5-0.6 付近であった。

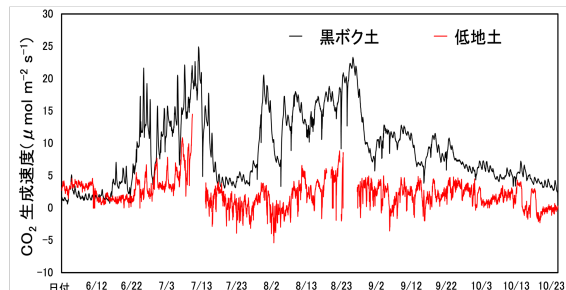


図 2. 深度 10 cm CO₂ 生成速度の経時変化
Time-series variation of the rate of CO₂ production

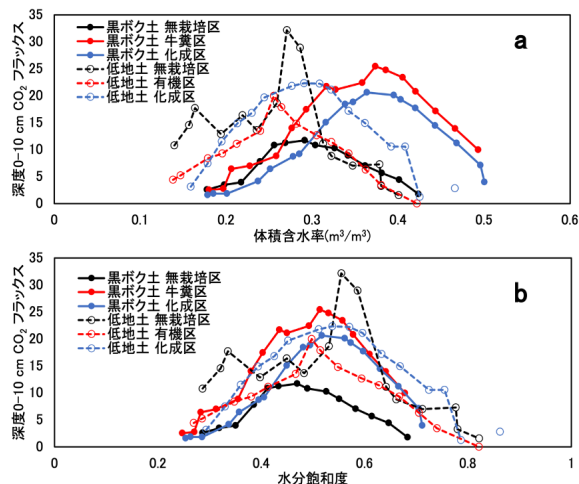


図 3. 0-10 cm CO₂ フラックスと
(a) 体積含水率, (b) 水分飽和度 の関係
Relationships between CO₂ flux at 0-10 cm depth and
(a) volumetric water content and (b) water saturation

4. まとめ

黒ボク土と低地土のダイズ圃場を対象に、土壌ガス濃度・土壌水分・地温を 6~10 月のダイズ栽培期間を通して連続測定した。気相率およびガス拡散性が低い低地土では、黒ボク土に比べ 25 cm 深度の CO₂ 濃度が高くなり、作土層 (10 cm 深度) の CO₂ 生成速度は低かった。一方、CO₂ フラックスが最大となる水分飽和度は、本研究の対象地では土壌の種類や処理区の違いによらず 0.5-0.6 付近であった。

参考文献: Wood, T. E., Detto, M., Silver, W. L. (2013): Sensitivity of Soil Respiration to Variability in Soil Moisture and Temperature in a Humid Tropical Forest. PLoS ONE 8(12): e80965

謝辞

本研究は内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業(管理法人: 生研支援センター)の補助を受けた。ここに記してお礼申し上げます。