

土壌水の浸潤が土壌二酸化炭素ガス挙動に与える影響 Effect of infiltration on behavior of soil carbon dioxide gas

○菅野祐一郎* 高松利恵子* 田中勝千* 藤川智紀** 井本博美***

KANNO Yuichiro, TAKAMATSU Rieko, TANAKA Katsuyuki, FUJIKAWA Tomonori, IMOTO Hiromi

1. はじめに

近年、地球温暖化の原因物質である二酸化炭素(CO₂)の吸収源として農地土壌が注目されており、農地土壌におけるCO₂の放出・吸収量の解明のためには、土壌中におけるCO₂ガス挙動を把握することが重要であると考えられる。内田ら(2008)は、ルートマットやその直下の緻密化した層(以下、高密度層)がみられる特徴的な土壌構造を有する採草地において、降雨に伴い土壌CO₂ガス濃度が増加または減少することを観測し、浸潤過程において土壌中のCO₂ガス挙動が異なる変化を示す要因について検討した。しかし、これら要因の詳細な解明には、降雨による土壌水分量の変化は短期であるため連続的な測定が必要となり、現場土壌の不均一性や温度変化の影響を受けて土壌中のCO₂ガス挙動は変化するため、土壌水の浸潤が土壌CO₂ガス挙動に与える影響を明らかにするには、室内カラム実験が有効であると考えられる。本研究では土壌カラムを用いて、採草地でみられた特徴的な土壌構造とその比較として全層で均一な土壌構造を再現し、浸潤に伴う土壌CO₂ガス濃度の時間変化を連続的に観測することで、土壌水の浸潤が土壌CO₂ガス挙動に与える影響を明らかにすることとした。

2. 実験

青森県十和田市に位置する北里大学獣医学部附属フィールドサイエンスセンター(FSC)の採草地における深さ5~30 cmまでの攪乱土をアクリル製の円筒カラムに充填した(Fig.1)。充填した土壌の乾燥密度を任意に2種類設定し、実験1では全層を乾燥密度0.75 g cm⁻³に、実験2では採草地でみられた特徴的な土壌構造を模し、6~15 cmを高密度層として乾燥密度0.90 g cm⁻³、それ以外の層を0.75 g cm⁻³とした。土壌カラム内を飽和後、カラム底部を地下水位80 cmに設定し、排水が生じなくなった時点から、各深さに埋設したガス採取管から土壌ガスを採取した。その後、土壌カラム表層へと脱気水を供給し、3時間および6時間間隔で土壌ガス濃度を測定した。採取したガス試料は、TCD付ガスクロマトグラフ(Agilent Technologies社)を用いてCO₂ガス濃度を分析した。また、実験は恒温室内(20±1℃)で行なわれた。

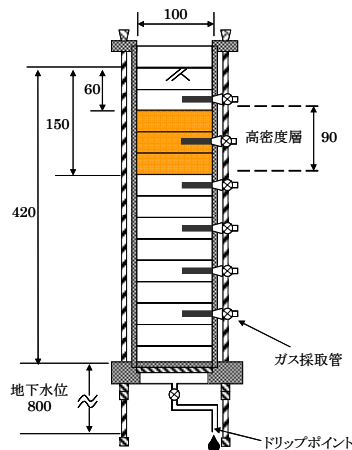


Fig.1 土壌カラム概要(実験2)
Schematic diagram of soil column (Experiment 2)

*北里大学獣医学部 School of Veterinary Medicine, Kitasato University, **東京農業大学地域環境科学部 Faculty of Regional Environmental Science, Tokyo University of Agriculture, ***東京大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo

土壌CO₂ガス挙動, 土壌水, 浸潤過程

3. 結果・考察

Fig.2 に浸潤に伴う土壌 CO₂ ガス濃度の変化を示した。給水開始前に土壌ガス濃度を定期的に測定し、それらに変化が見られなかったことから定常状態と判断した。定常状態において、実験 1(Fig.2 (a))では深さ方向に一定の傾きで土壌 CO₂ ガス濃度は増加したのに対し、実験 2(Fig.2 (b))では高密度層において土壌 CO₂ ガス濃度は急激に増加し、それ以上では高い濃度で一定となった。この急激な土壌 CO₂ ガス濃度の増加は、高密度層において CO₂ ガスの拡散移動が阻害されるとともに、土壌微生物からの CO₂ 発生量が最大となったためだと考えられた。このことから高密度層が土壌 CO₂ ガス濃度分布に大きく影響することがわかった。浸潤過程において、実験 1 では、給水 3 時間後から 27 時間後にかけて土壌カラム全層において土壌 CO₂ ガス濃度は徐々に増加した。実験 2 では、給水 3 時間後から 30 時間後にかけて高密度層の土壌 CO₂ ガス濃度は徐々に減少したのに対し、高密度層直下(深さ 16.5 cm)の土壌 CO₂ ガス濃度は増加した。土壌カラム内の CO₂ ガスは土壌微生物からの呼吸作用により生成されているため、浸潤による水分量の変化が土壌微生物からの呼吸量に関与していると考えられた。全層で均一な土壌構造となっている実験 1 では、浸潤に伴い土壌微生物の活性が高まることで、土壌 CO₂ ガス濃度は増加したと考えられた。一方、実験 2 では、高密度層において浸潤が停滞したことで、気相率が著しく低下し、土壌微生物からの呼吸作用が抑制されたとともに、溶解度が高い CO₂ ガスが土壌水に溶解したことで、高密度層の土壌 CO₂ ガス濃度が浸潤に伴い減少したと考えられた。高密度層直下では、高密度層における気相率の低下が高密度層以深における CO₂ ガスの上層への拡散移動を阻害し、土壌 CO₂ ガス濃度は増加したと考えられた。土壌水の浸潤過程において、高密度層と高密度層に設定していない層では土壌水分状態が異なり、浸潤に伴う土壌水分量の増加が土壌微生物の呼吸量に与える影響が異なったこと、また、浸潤が停滞する高密度層では土壌水への溶解反応の影響が大きいため、実験 1 と実験 2 では浸潤に伴う土壌 CO₂ ガス挙動は異なる変化を示したと考えられた。しかし、本実験では浸潤に伴う土壌水分量の変化を捉えていない。今後は、土壌水分量の変化を捉え、浸潤過程における土壌ガス挙動を詳細に把握し、検討する必要がある。

4. 結論

土壌カラム実験により、浸潤に伴う土壌 CO₂ ガス濃度の変化を捉えることができた。浸潤が土壌 CO₂ ガス挙動に与える影響を土壌 CO₂ ガス濃度の変化から検討した結果、浸潤の違いにより土壌微生物からの呼吸量が増加すること、土壌水への溶解反応が生じることで土壌 CO₂ ガス挙動が大きく異なることが示唆された。

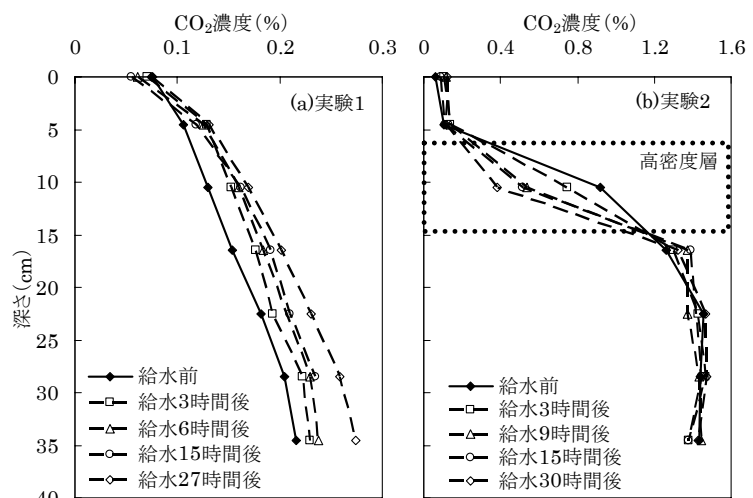


Fig.2 浸潤に伴う土壌 CO₂ ガス濃度の変化
Change of soil CO₂ concentration with the infiltration