

泥炭下層土を有する転作畑における二酸化炭素とメタンの土中濃度分布 Profiles of CO₂ and CH₄ concentration in mineral topsoil and peat subsoil

○奥田涼太・長竹 新
Ryota Okuda, Arata Nagatake

1. はじめに

北海道最大の水田地帯である石狩川流域には泥炭土を基盤とした転作田が数多く存在する。水田を畑利用するために排水を行うと、泥炭土の乾燥が進行し有機物の分解量が大きくなり、農地の沈下速度が増加する。転作田として農地を持続的に利用していくためには泥炭分解の抑制手法の確立が必要である。しかし、水田転作田として利用されている農地における泥炭分解量の評価事例は少なく、沈下に対する分解の寄与も分からない。そこで、深度別の泥炭分解量の定量化を目的とし、農地表面の二酸化炭素(CO₂)・メタン(CH₄)フラックスと、土中のCO₂・CH₄の濃度分布の測定を行った。

2. 方法

2022/7/14~9/28に北海道新篠津村の転作田一筆(約115×60m)で調査を行った。圃場には管底の深さが80~100cmにかけての下り勾配の暗渠が10m間隔で埋設されている。調査期間中は圃場内で大豆が栽培されていたため裸地調査区を設け、裸地区内で地表面のCO₂・CH₄フラックス($q_{z=0,CO_2}$ 、 $q_{z=0,CH_4}$)と土中のCO₂・CH₄濃度(C_{CO_2} 、 C_{CH_4})分布の測定を暗渠直上から5m離れた地点で行った。300×300×600mmのチャンバーを地表面に、5、15、30、50、70、90cm深に土壤水分計と温度計、土壤空気採取管を設置した。チャンバー内の空気をCO₂アナライザー(LI-COR)に循環して、CO₂濃度の時間変化から $q_{z=0,CO_2}$ を求めた。10mLのバイアル瓶に5分間隔で5回チャンバー内の空気を採取し、実験室に持ち帰り測定した濃度変化から $q_{z=0,CH_4}$ を求めた。各深度の土壤空気をバイアル瓶に採取し、実験室に持ち帰り C_{CO_2} 、 C_{CH_4} 分布を測定した。CO₂は赤外線CO₂コントローラ(富士電機)を、CH₄はFID付ガスクロマトグラフィー(SHIMADZU)で濃度を測定した。フラックス、濃度分布の測定は期間中9回、3反復で行った。調査地点の土層構成は0~13、13~20cmは作土層、20~30cmは硬盤層、30~54、54~73、73~100cmは泥炭土層だった(Fig. 1)。土壤硬度は下層の泥炭土ほど柔らかく、上層ほど地下水位変動の影響で乾燥・分解が進行していると考えられる。

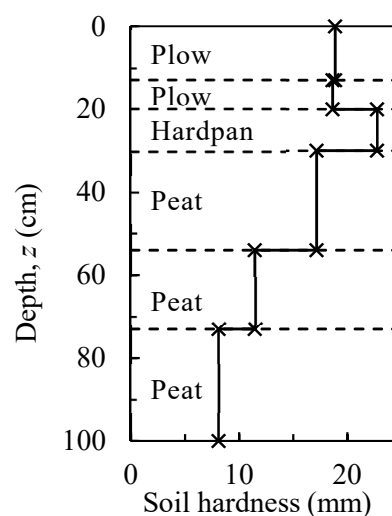


Fig. 1 Profile of soil hardness

3. 結果と考察

全測定期間における C_{CO_2} は 0 cm 深(大気)が約 400

ppmV と一番低く、50~70 cm 深でピークになり、以深で濃度が再び低くなる逆くの字型の分布になった。ピーク深度の C_{CO_2} は 70000~100000 ppmV (7~10%) で、大気の 200 倍程度の濃度だった。土中における CO_2 の流れはピーク深度を境に鉛直上向き・下向きに分かれていると考えられる。測定期間中は作土層、硬盤層、70 cm 深までの泥炭土層で有機物が分解され、地表面から CO_2 が排出されたと推察された。7/14, 7/22 の $q_{z=0,CO_2}$ はそれぞれ 207, 74.2 $mgC\ m^{-2}\ h^{-1}$ と約 2.8 倍の差があったが、30 cm 深までの濃度勾配に大きな違いは見られなかった (Fig. 2)。 $q_{z=0,CO_2}$ の違いが生じた要因の一つとして、7/22 と比べて 7/14 の方が 30 cm 深までの地温が高く、微生物活性も高くなり分解が進行しやすい条件だったことが挙げられる (Fig. 3)。また、7/22 と比べて 7/14 は硬盤層とその上の作土層が乾燥状態で (Fig. 4)、ガス拡散係数も大きかったと推察できる。7/22 と比べて 7/14 の C_{CO_2} が小さかったのは、0~30 cm 深のガス拡散係数が大きいことが影響したためだと考えられる。

CH_4 濃度はいずれの測定日でも 30 cm 深が最小となり、上層、下層に向かうにつれおおむね直線的に増加する分布になった (Fig. 2)。30 cm 深の C_{CH_4} は 1.1~2.0 ppmV で大気よりやや低く、30~90 cm 深間で大きな濃度勾配が生じていた。下層の嫌気的な層で発生した CH_4 が上層の好気的な層に移動し、メタン酸化菌により消費された可能性が考えられた。7/22, 9/22 における 5 cm 深の C_{CH_4} は大気濃度より大きく、両日とも $q_{z=0,CH_4}$ は正であるはずだが、実際には 7/22 の $q_{z=0,CH_4}$ は $-198\ \mu gC\ m^{-2}\ h^{-1}$ で負だった。

今後、採取した不攪乱試料でガス拡散係数を測定し、土中の $CO_2 \cdot CH_4$ フラックスを求め、炭素収支から有機物の分解に大きく寄与している深度 (層) を検討する予定である。

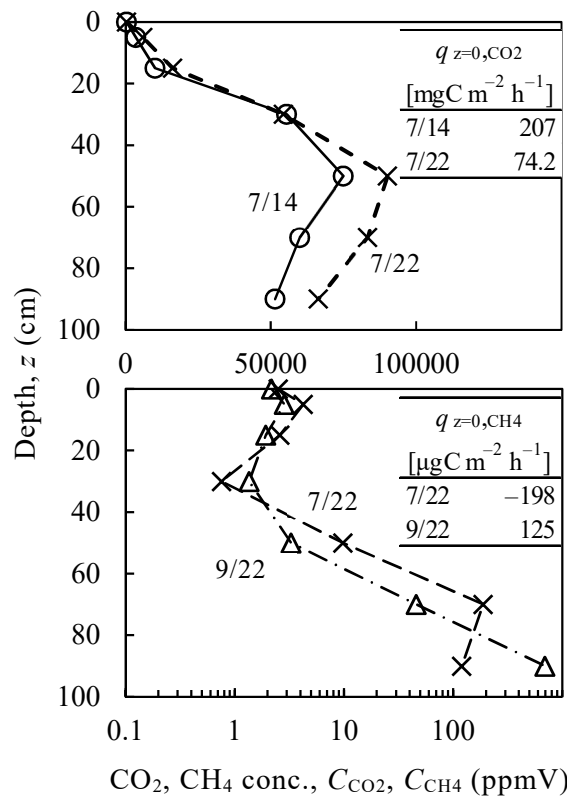


Fig. 2 Profiles of CO_2 and CH_4 conc.

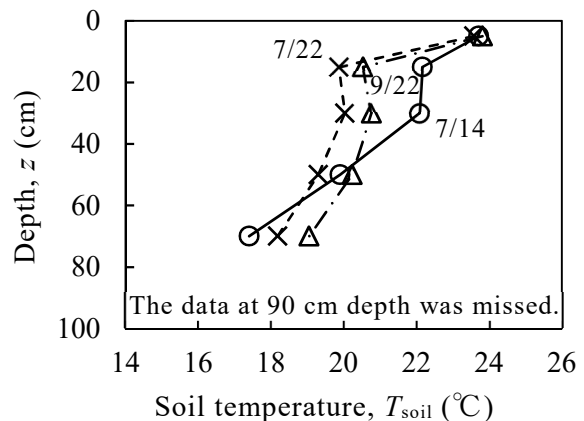


Fig. 3 Profiles of soil temperature

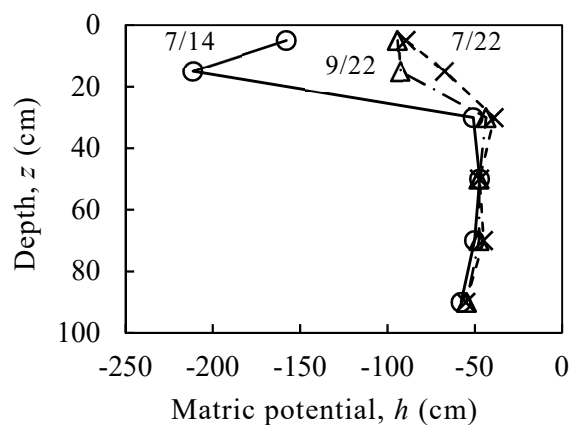


Fig. 4 Profiles of matric potential