

通水が土中の酸化還元電位に与える影響

Change in Soil Redox Potential with Soil Water Flow

○渡辺晋生^{*}・池田悠希子^{*}・武藤由子^{**}・取出伸夫^{*}

Kunio WATANABE^{*}, Yukiko IKEDA^{*}, Yoshiko MUTO^{**}, Nobuo TORIDE^{**}

はじめに

農地からの硝酸の地下水への流下や、メタンや亜酸化窒素の大気への放出が、世界的に問題となっている。農地の環境負荷を低減するには、水分移動をともなう土中の炭素や窒素の動態や形態変化の理解が重要である。こうした形態変化は、微生物活性に関与する土中の水分状態、酸化還元状態、温度、pHなどに依存する。しかし、水分移動をともなう条件下において酸化還元電位（Eh）の変化を調べた例は少ない。そこで本研究では、水の流れや土中の炭素・窒素濃度の違いが土の酸化還元電位に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

試料と方法

2011年7月に三重大学附属農場の畑土を採土した。乾土あたり一割の豊浦砂を加えた畑土に水を混合し、水分飽和とした。この際、異なる濃度のグルコース（0, 0.5, 1, 2 g/100g 乾土）および硝酸カリウム（0, 0.24, 0.48, 0.72 g/kg）を試料に添加した。そして、試料を内径5 cm、高さ15 cmのアクリル鉛直カラムに乾燥密度が1.59 g/cm³になるように均一に詰めた。図1に実験装置の概要を示す。

試料上端に灌水し、カラムに空気が入らないように密閉した。土の表面から2.5, 7.5 cmの位置にEh測定用の白金電極とpHセンサー、EC測定用の四極センサー、圧力測定用のテンシオメータをカラム側面より挿入した。また12.5 cm深に、Eh測定用の比較電極を挿入した。試料を充填し50時間経過後、定量送液ポンプを用いて、硝酸カリウム溶液（0, 0.01, 0.04, 0.06 mol/L）をカラム上端より下端へ流した。この際、カラム下端からの排水量と排水の硝酸濃度をそれぞれ計測した。全ての実験は25°Cの恒温室で行った。

結果と考察

溶液を通水しない状態で、グルコースと硝酸カリウム添加した試料（それぞれ乾土1gあたり0.5g:0g, 1g:0g, 1g:0.72）の7.5 cm深で測定した土中のEhの時間変化を示す。図中にはグルコースのみ0.5 g/g添加した試料のpHの変化も併記した。横軸は、灌水開始からの経過時間である。グルコースのみを加えた試料を灌水した場合、Ehは灌水後-300 mVまで急降下し、その後徐々に0 mV近くまで上昇し、再び下降した。これは、微生物の呼吸によ

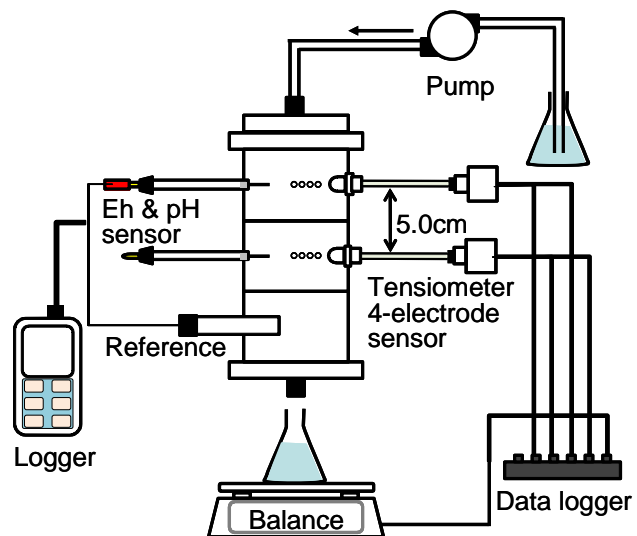


図1 装置の概要

*三重大学生物資源学部 Faculty of Bioresources, Mie University

**岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University キーワード：通水過程,酸化還元電位,窒素循環

る土中水中の酸素の消費にともなう水素の発生、水素の消費、酸化物の還元それぞれに対応する。この際、pHも水素の影響でEhと類似の挙動を示した。グルコースの添加量を増やす、あるいは硝酸カリウムを添加することでC/N比を下げると、Ehが上昇する時間が早くなった。これは、土中の微生物が増殖し、有機物の分解スピードが上がったためと考えられる。

次に、グルコースのみを加えた試料(0.5 g/g)に蒸留水を流すと、7.5 cm深さではEhが上昇する時間が数10時間早くなり、Ehの上昇幅も200 mV以上大きくなった(図3)。また、流速が速いほど、Ehが上昇する時間は早くなった。流速による差は2.5 cm深より7.5 cm深で大きく表れた。これは、浸透水中の酸素の影響によると考えられる。

蒸留水のかわりに硝酸カリウム溶液を流すと、溶液濃度が高いほどEhの上昇時間は早くなり、上昇幅も大きくなった(図4)。これは硝酸イオンが還元土壌の酸化剤となるためである。また、Ehが変化すると、その増減とともに溶液の浸透速度が増減した。これは、土壌間隙における水素ガスの発生・消費が、Ehだけでなく、土の透水性にも影響を与えているためと考えられる。そこで、通水開始後のEhの上昇期間のEhと浸透速度の関係を調べた(図5)。溶液の濃度が高いほど、浸透速度に対する酸化還元電位の変化が大きくなることわかる。

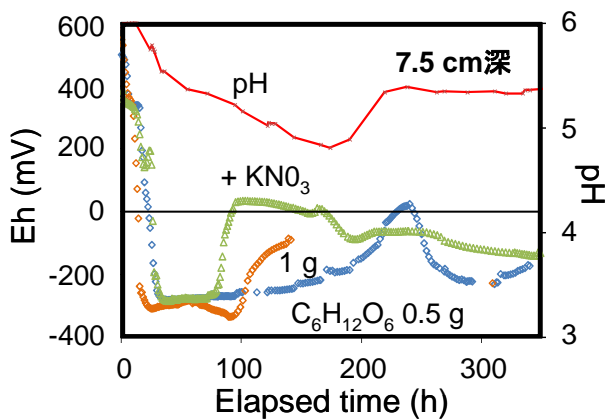


図2 浸透速度0における土中のEh変化
Change in soil redox potential without water flow

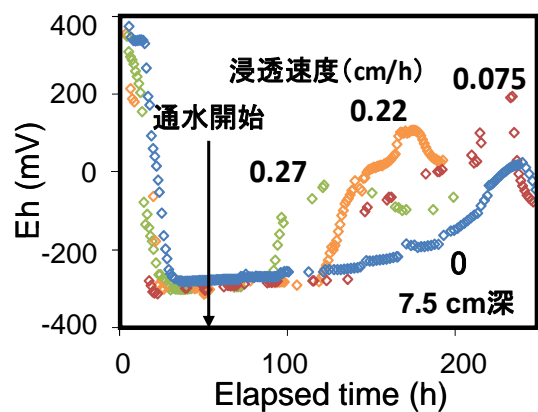


図3 異なる浸透速度におけるEh変化
Redox potential in the soils with different water fluxes

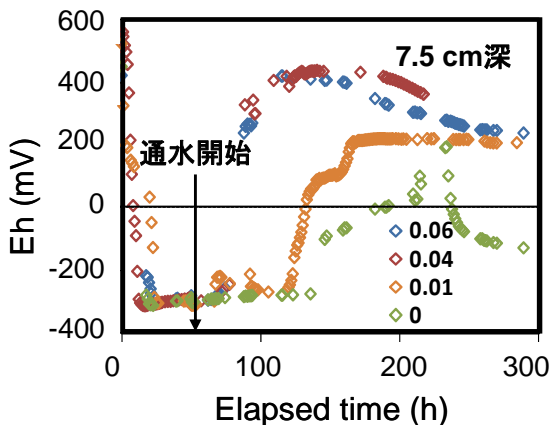


図4 異なる溶液濃度におけるEh変化
Redox potential in soils with different KNO₃ concentration

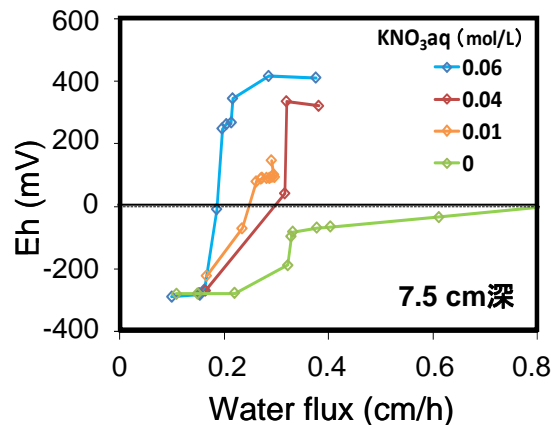


図5 Eh上昇期間のEhと浸透速度
Relationship between water flux and redox potential.