

TDR 含水率による土壌酸化還元電位の推定

Estimation of Soil Redox Potential Using TDR-Measured Water Content

宇野浩輔¹・庄子侑希¹・加藤孝²・○登尾浩助²
Kosuke Uno¹, Yuki Shoji¹, Takashi Kato², and ○Kosuke Noborio²

1. はじめに

近年、地球温暖化は世界的な問題であり、早急な対策が求められている。温室効果ガスの中でもメタンは発生源の60%以上は人間活動が原因であり、その中でも水田からのメタンの発生量は全体の約12%と多くを占めている。また Yu and Patrick(2004)は水田土壌を異なる酸化還元電位(ORP)条件下で培養して二酸化炭素・メタン・亜酸化窒素の発生量を測定したところ、これらのガスの積算発生量は酸化還元電位が+180~-150mVの範囲で最小となることを発見した。

温室効果ガス発生量が最小となるような ORP の範囲を維持した灌漑計画を立てるには ORP の経時測定が必要である。しかし、ORP の測定は電極と土壌の接触具合など、安定した測定を行うことはそれほど容易ではない。そこで、土壌水分量の変化に対応して ORP が変化することに着目した。土壌含水率を測定する TDR 法は比較的安定した経時測定が可能である。TDR プローブは安価にしかも容易に作製でき、データロガーを用いることで経時的に測定も可能である。本研究では、TDR と ORP 計を設置し水田土壌を充填したアクリルカラムにおいて、間断灌漑を行い、土壌含水率と ORP の関係を明らかにすることで、含水率による ORP の予測が可能であるかどうかを調査することを目的とする。

2. 実験方法と材料

本研究では、平塚市の水田から採取したかく乱土を風乾し、2mm ふり通過分を内径 10cm、一段あたりの高さ 5cm のアクリルカラムを7段積み重ねて図1のように充填した。同様のカラムを2本用意した。また深度 5cm、10cm、15cm には 3 線式 TDR プローブ (ロッド長 70mm)、T 型熱電対、テンションメーター、ORP 白金電極を挿入した。更に深度 10cm に溶存酸素計と ORP 計(METTLER TOLEDO 社製)を挿入した。用意した 2 本のカラムは 25°C に保った恒温槽

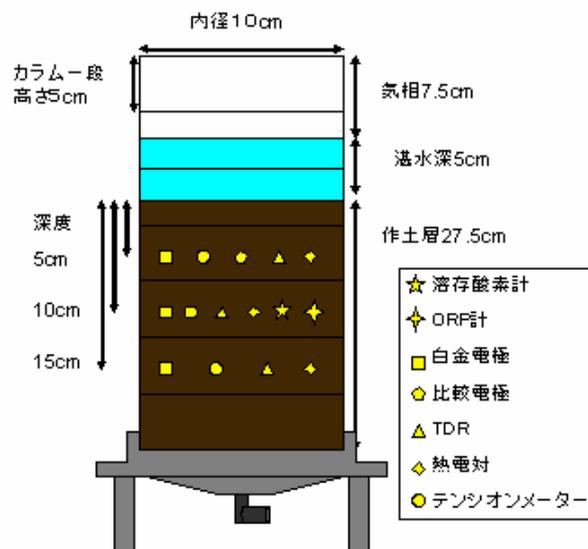


図1 実験装置の概略図
Fig. 1. Diagram of experimental column

¹元明治大学農学部 Formerly School of Agriculture, Meiji University

²明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University

キーワード：土壌、TDR、水田灌漑 soil, time domain reflectometry, rice paddy field irrigation

内に入れて実験した。カラム下部のコックから蒸留水をマリOTT管を用いて徐々に浸透させ、湛水深 5cm に安定するように給水した。土壌飽和後、ORP が低下し、一定の値に安定したら、給水を止めてカラム下部から落水した。ORP が増加し同じように一定の値に安定したら再びマリOTT管で給水を行い湛水状態にした。ORP、体積含水率、温度の測定はデータロガー（キャンベル社製 CR1000）を用いて 1 分間隔で測定した。実験に先立って、TDR 法により測定した比誘電率 ϵ と体積含水率 θ (m^3/m^3) の関係を式(1)のように決定した。

$$\theta = 0.0000146\epsilon^3 - 0.00126\epsilon^2 + 0.0426\epsilon - 0.00846 \quad (1)$$

3. 実験結果

風乾土への給水時は体積含水率が急上昇しすぐに値が安定するのに対して、ORP の値は緩やかに低下し安定するまでに 10 日以上かかった (図 2)。一方、カラムから落水する場合は、ORP の値は給水時と同じようなペースで緩やかに上昇した。しかし、体積含水率は給水時とは異なり緩やかに減少し、10 日以上経過しても安定せず減少し続けた。給水時には土壌含水率の増加が急激であるため、ORP の予測を行うのは難しいと思われるが、落水時は土壌水分の排水が緩やかに行われるため ORP の予測を出来る可能性が示唆された。

そこで、12 月 17~29 日の落水時における体積含水率と酸化還元電位の関係を調べたところ、有為 ($P < 0.001$) な線形関係が得られた (図 3)。体積含水率は、酸化還元電位測定時刻における TDR による深さ 5, 10, 15cm での測定値の平均値を使った。体積含水率が緩慢に変化する落水時には、TDR 法による θ の測定値から ORP の推定が可能であった。精度の高い推定を行うためには更にデータを集める必要がある。

4. 謝辞

本研究の一部は、科研費（基盤研究(A)18208021）と明治大学科学技術研究所 2008 年度重点研究 B の助成により行った。深謝致します。

5. 引用文献

Yu, K. and W.H. Patrick, Jr.: Redox window with minimum global warming potential contribution from rice soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 2086-2091 (2004)

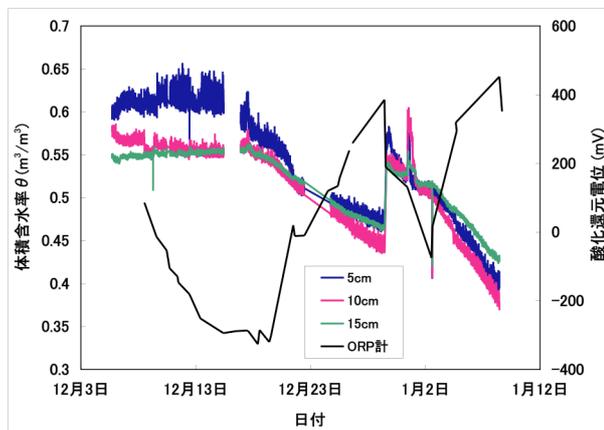


図 2 体積含水率と酸化還元電位の経時変化
Fig. 2. Temporal changes in volumetric water content and redox potential

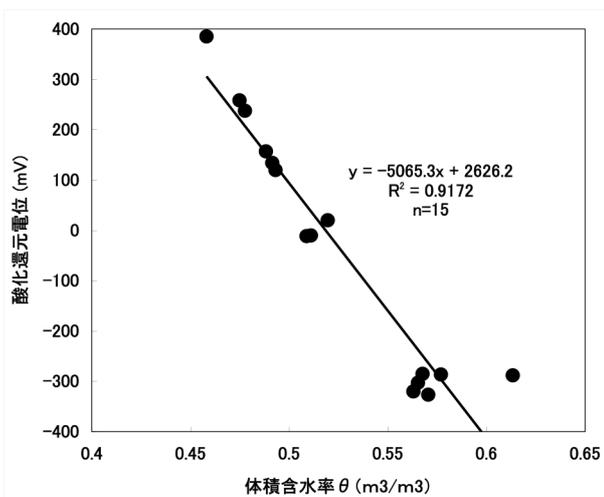


図 3 排水時の体積含水率と酸化還元電位の関係
Fig. 3. Relationship between volumetric water content and redox potential during drainage