

水田土壌における鉄鋼スラグの異なる施与法が ORP と鉄分布に与える影響

Effects of different application methods of steel slag on ORP and iron distribution in paddy soils

松村 皓平¹・土井 俊弘²・笹本 涼太³・登尾 浩助⁴

¹明治大学 農学部・²明治大学 研究知財戦略機構・³明治大学大学院 農学研究科・

⁴明治大学 農学部

要旨(Abstract)

水田から排出されるメタンの抑制が期待される鉄鋼スラグ資材を用い、施与法を変更することで酸化還元電位(ORP)の経時変化と鉄の分布に差が生じるかを明らかにするため、本実験を行った。結果、鉄鋼スラグ施肥が ORP に与える影響は確認されなかった。鉄鋼スラグの施与量が少なかったこと、水面に鉄の被膜が形成されたこと、マリオット管の接続部と ORP 計との位置関係がポットによって若干異なっていたことが結果に影響を及ぼした可能性が考えられる。

キーワード：水田，メタン，鉄鋼スラグ，酸化還元電位

Key words: rice paddy, methane, steel slag, oxidation reduction potential (ORP)

1. はじめに

水田稲作が抱える問題の一つはメタンの排出である。メタンは温室効果ガスの一つであり、その発生源の多くを水田が占めている。そのため、水田からのメタン排出抑制のための研究が進められており、土壌への鉄鋼スラグ資材の散布がその一つである。鉄鋼スラグにはケイ酸や石灰、酸化鉄が含まれ、特に鉄は水田土壌中における還元反応を通じてメタン排出を抑制する(Hu et al., 2020)。加えて、鉄の還元に関与する鉄還元菌とメタン生成に関与するメタン生成菌は競合関係にあることが知られている。また、ケイ酸は稲へのストレスを軽減する効果が期待される(間藤ほか 1991)。

これまでに圃場試験やポット試験において、鉄鋼スラグ資材を施与した研究は数多く行われているが、施与深度の違いによる酸化還元電位(ORP)の経時変化や鉄の分布の違いに着目した研究は少ない。本研究では鉄鋼スラグの施与深度の違いが ORP および鉄分布の経時変化に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

1) 供試土壌および含鉄資材

次の 2 種類の土壌を質量割合で 1:1 になるように混合して供試土壌とした。

①明治大学生田キャンパス(神奈川県川崎市)の南圃場から黒ボク土を採取。粗大有機物を取り除いた後に風乾し、2mm ふるい通過分を使用した。

②市販の黒土(あかぎ園芸)を購入し、粗大有機物を取り除いた後に炉乾し、2mm ふるい通過分を使用した。

含鉄資材として市販の鉄鋼スラグ資材(くみあい 粒状テツシリカ)を乳鉢で粉末状に破碎して用いた。なお、含鉄資材中の酸化鉄の割合は 13~15%であった。

2) 実験装置および条件

実験装置の概要を図 1 に示す。ポットは 1/2000a ワグネルポットを用い、ポットへの給水はマリオット管を通してのみ行った。湛水条件は実験開始から 14 日目まで水深 4cm、15 日目以降は非湛水条件で行った。

本研究では対照区(C)、鉄表層施与区(ST)および鉄全層施与区(SA)の 3 ポットで実験を行った。各条件における鉄鋼スラグおよび稲わら施与量を表 1 に示す。なお、稲わらは長さが

1cm 以下になるように切断して用いた。

3) ORP および鉄の測定

ORP を測定するため、白金電極を各ポットに 7cm と 14cm の深さになるように設置した。

鉄の測定は、検土杖を用いて 1 ポットにつき 3 つの土壌サンプルをポット鉛直方向から採取し、深さ 5cm ごとに分け、2 価鉄および 3 価鉄濃度の測定を行った。

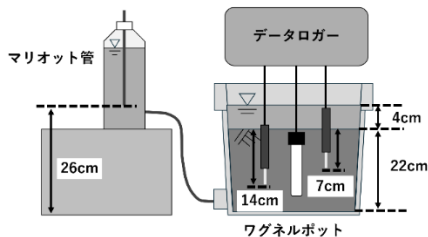


図 1 実験装置の模式図

表 1 含鉄資材および稲わら給与量

条件	土壌総量 (kg)	含鉄資材(0~22cm) (g)	含鉄資材(0cm) (g)	稲わら (g)
対照区 (C)	8.3	0	0	83.0
鉄表層施肥区 (ST)	8.1	6.5	6.5	81.0
鉄全層施肥区 (SA)	8.4	13.0	0	84.0

3. 結果

1) ORP の経時変化

図 2 に時間経過による ORP の変化を示した。なお、9 日目は停電のためデータが欠損した。全てのポットで先行研究(浅見・高井 1970)において報告されているように湛水初期での急激な値の下降と上昇が確認されたが、その上昇量はポットや深さによって異なっていた。しかし、2 回目の下降後の ORP 値はポットや深さによる差が見られなかった。

2) 鉄の測定

深さごとの 2 価鉄および 3 価鉄の濃度を表にまとめて提示する予定である。

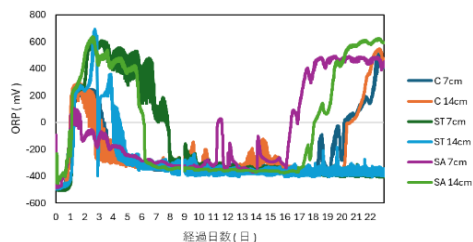


図 2 ORP の経時変化

4. 考察

1) ORP の経時変化

湛水開始直後の急激な電位の下降および上昇は、易分解性有機物の分解とそれに伴う水素の発生が原因であると考えられる。ポット間での増加量の差は実験開始時の飽和度の違いや実験装置の個体差によって生じたと考えられ、今後の検討が必要である。また、水面での鉄の被膜形成や施与した含鉄資材が少量であったことが 2 回目の ORP 値の下降に差が出なかった原因であると考えられる。

2) 鉄の測定

これから追加する予定である。

5. おわりに

本研究は水田からのメタン排出の抑制効果が期待できる鉄鋼スラグ資材について、その施与法によって ORP や鉄分布の違いを評価した。その結果、ポットや深さによる ORP 値の減少に差は確認されなかった。追加実験による反復数の確保や実験装置の改良、メタン発生への影響の調査を実施予定である。

参考文献等

- 1) Jinli Hu, Hongtao Wu, Zheng Sun, Qi-an Peng, Jinsong Zhao, and Ronggui Hu (2020) Ferrous Iron Addition Decreases Methane Emissions Induced by Rice Straw in Flooded Paddy Soils. ACS Earth Space Chem. 2020, 4, 843-853.
- 2) 浅見輝男, 高井康雄 (2001) 水田土壌中における遊離鉄の行動に関する研究 (第 4 報), 日本土壤肥科学雑誌, 41 巻 2 号 p.48~55
- 3) 間藤徹, 村田伸治, 高橋英一 (1991) イネへのケイ酸施用が有用である理由, 日本土壤肥科学雑誌, 62 巻 3 号 p.248~251