



水田土壤に含まれる鉄の化学状態解析

川瀬 更紗¹, 高濱 謙太郎², 近藤 始彦¹

1 名古屋大学大学院生命農学研究科, 2 東海国立大学機構統括技術センター

キーワード：鉄, 水田土壤, 作物科学, イネ

1. 背景と研究目的

水田土壤中の遊離酸化鉄は根の活性維持に関与すると考えられ多収水田の指標のひとつとされている。一方、近年水田土壤中では鉄還元菌が生物学的窒素固定を担っている可能性が示唆されており、土壤に鉄資材を施用することで、イネの生育が促進することも報告されている^[1]。鉄還元菌は電子受容体に Fe^{3+} を使うと考えられており、窒素固定活性の増加に関与する鉄の詳細な化学形態およびそのメカニズムの解明が期待される。本研究では、異なる土壤特性を示す圃場の土壤を長期間培養し、土壤中 Fe の化学形態変化を調査した。

2. 実験内容

イネの収量が異なる様々な水田（名古屋大学東山キャンパス圃場、同大学院生命農学研究科附属フィールド科学教育研究センター東郷フィールド圃場、その他）から採取した土壤に対し、透過法または 7 素子 SDD を用いた蛍光法により、 Fe の K 吸収端 XAFS 測定を行った。参照試料として、 α - $FeOOH$ 、 γ - $FeOOH$ 、 $FeSO_4$ 等の試薬を窒化ホウ素と混合し、ペレット化したものを透過法で測定した。測定データの処理、線形結合フィッティングによる鉄の酸化状態推定等は、XAFS 解析ソフトウェア Athena を用いて行った。

3. 結果および考察

図 1 に、イネの収量が低い水田から採取した土壤 A、イネの収量が高い水田から採取した土壤 B と、 $Fe(III)$ の参照試料 (α - $FeOOH$ 、 γ - $FeOOH$ 、 α - Fe_2O_3 、 γ - Fe_2O_3) 及び $Fe(II)$ の参照試料 ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 、 FeO) について、 Fe の K 吸収端 XANES スペクトルを示す。土壤 A のスペクトルの吸収端は 7122.3 eV にあり、 $Fe(II)$ の参照試料である $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ の吸収端と一致している。一方、土壤 B のスペクトルの吸収端は 7125.4 eV にあり、 $Fe(III)$ の参照試料である α - $FeOOH$ 、 γ - $FeOOH$ の吸収端と一致している。さらに、参照試料のスペクトルを使用した線形結合フィッティングによる解析で、土壤 A は約 53% の $Fe(II)$ と約 47% の $Fe(III)$ を含む、土壤 B は約 10% の $Fe(II)$ と約 90% の $Fe(III)$ を含むことが示された。鉄還元菌は $Fe(III)$ を電子受容体として窒素固定を行うことが知られており、 $Fe(III)$ を多く含む土壤 B の方が $Fe(II)$ を多く含む土壤 A より窒素固定能が高まる可能性が示唆される。実際の水田土壤

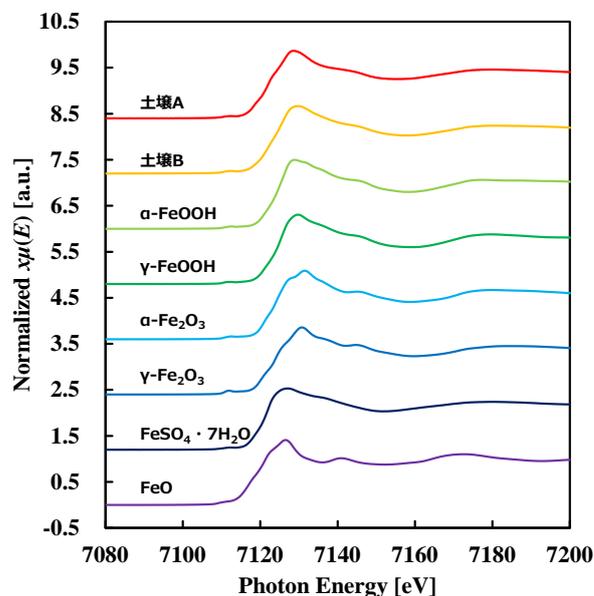


図 1 土壤 2 試料 (A, B) 及び参照試料 7 種類の XANES スペクトル

は、比較的酸化的環境である表層部と、比較的還元的環境である深部に分かれており、それぞれ異なる化学状態の Fe が存在して窒素固定に関与していると考えられている。しかし、実際の水田土壤

における Fe の化学形態と、イネの生育における Fe の機能や窒素固定及び窒素吸収のメカニズムについての知見は限られる。今後、Fe の化学形態についての XAFS を利用した解析を継続するとともに、同時にプロファイル分析による土壌層別の酸化還元状態調査、窒素固定量や収量の経時変化の調査を実施する予定である。

4. 参考文献

1. Enhancement of the nitrogen-fixing activity of paddy soils owing to iron application. n application. Y. Masuda, Y. Shiratori, H. Ohba, T. Ishida, R. Takano, S. Satoh, W. Shen, N. Gao, H. Itoh, K. Senoo, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 67, 243-247, 2021 <https://doi.org/10.1080/00380768.2021.1888629>