



水稻根近傍のヒ素の形態分析

山口紀子 牧野知之

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター

1. 背景と研究目的

コメのヒ素濃度の国際基準が定まり、土壌からコメへのヒ素の移行を低減する栽培技術開発が急務となった。土壌中のヒ素のイネへの吸収されやすさは、ヒ素の化学形態により異なる。ヒ素は、酸化状態では5価のヒ酸として、還元状態では3価の亜ヒ酸として存在している。ヒ酸に比べ、亜ヒ酸のほうが土壌構成成分への吸着力が弱い。イネの栽培期間中、水を張った水田土壌は還元状態になる。還元状態では土壌から脱離しやすい亜ヒ酸の存在割合が増加すること、土壌中でヒ素を吸着している鉄鉱物が溶解することにより、ヒ素が可溶化してしまう。一方、イネは、根の通気組織を通して地上部から根に酸素を送り込むことにより還元状態の水田土壌においても生育できる。根の周辺土壌は、イネの根を通して酸素が供給されるため、局所的な酸化状態となる。このため還元環境下で溶存状態にあった2価鉄イオンが根の周りにおいて酸化し、水酸化鉄として沈着する。根に沈着した水酸化鉄は鉄プラークともよばれる。水酸化鉄がヒ素を吸着しやすいことから、鉄プラークは、土壌から溶け出したヒ素を吸着し、根からのヒ素吸収を抑制するバリアとして機能すると考えられてきた。本研究は、水稻根の周辺のヒ素と鉄の分布と化学形態を明らかにすることを目的とした。

2. 実験内容

湛水期間中（還元状態）のイネ栽培ポットから、水稻根を含むよう土壌を採取した。根と土壌の位置関係を保ったまま薄い膜上に加工し、土壌薄片を作成した。20 μ mの集光ビームを用いて、BL5S1において土壌薄片の根の近傍の元素マッピングをおこない、薄片上のヒ素と鉄の分布を分析した。さらにヒ素の蓄積部位において、ヒ素K吸収端のX線吸収スペクトル近傍構造（XANES）を測定し、亜ヒ酸とヒ酸の存在割合を最小二乗法フィッティングにより算出した。

3. 結果および考察

水稻根の周辺では、ヒ素が鉄プラーク上に集積していた。これは、土壌溶液に溶出したヒ素が拡散により根の近傍に輸送された後、鉄プラークに吸着し、根内部へのヒ素の移行が制限されていることを意味する。しかし、XANES分析の結果、鉄プラーク上のヒ素の大部分は脱離しやすい亜ヒ酸として存在していることが示された（図1）。鉄プラークに吸着したヒ素を脱離しにくくするためには、根の近傍でヒ素の酸化を促進する必要がある。落水後にヒ素が鉄プラーク上で酸化される現象が報告されているが¹、今後、鉄プラーク上でヒ素の酸化を促進できる条件について詳細に検討をしていきたい。

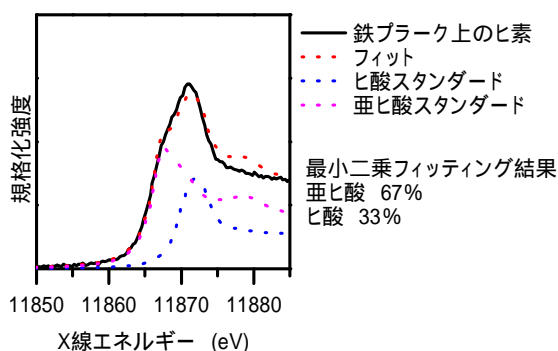


図1 鉄プラーク上に集積したヒ素のXANES

4. 参考文献

1. N. Yamaguchi et al. (2014) Arsenic distribution and speciation near rice roots influenced by iron plaques and redox conditions of the soil matrix, Environ. Sci. Technol., 48(3), 1549-1556