



日本各地の水田土壤を培養した時の無機ヒ素の化学形態変化の比較

伊藤 虹児, 須田 碧海, 山口 紀子
農研機構農業環境研究部門

キーワード : ヒ素, 水田土壤微生物, メタトランスクリプトーム解析

1. 背景と研究目的

コメを生産する水田は還元条件であるため、土壤中のヒ素 As がイネに吸収されやすい亜ヒ酸 As(III)へ変化する。しかし As(III)の生成と溶出が土壤により異なる要因は、土壤理化学性から十分説明できない。それは、As 動態への土壤微生物の寄与が大きいためである。しかし日本の水田土壤中で As 動態に関与する微生物群集構造や As 代謝遺伝子の機能レベルは分かっていない。将来的に土壤理化学的情報と菌叢・As 代謝遺伝子の情報を基盤にコメの As 汚染リスクを予測するモデルを構築するため、本申請研究では湛水状態で静置培養した水田土壤中の無機 As の化学形態変化と併せて As 代謝遺伝子(*arrA*, *ttrA*, *arsM*)の発現量とそれら遺伝子を発現する微生物を解析することで、土壤溶液中 As 濃度に影響を及ぼすキープレイヤーを特定することを目的とした。

2. 実験内容

土壤溶液中 As 濃度レベルが異なる 3 つの水田土壤(高い順に soil no. 10, 4, 6)の風乾土 40 g を 120 mL PIPES buffer (pH = 7.2, 10 mM 乳酸)と混合し、25°C、暗所で静置培養した。湛水培養 0、3 日目の水田土壤を凍結乾燥し、XANES 分析を行うことで、固相中の As(III)の割合を調べた。さらに湛水培養 3 日目、9 日目、20 日目の水田土壤 no. 4, 6, 10 から total RNA を抽出・精製し、gene-targeted assembly によるメタトランスクリプトーム解析(Li et al. 2017)を行うことで *arrA*, *ttrA*, *arsM* を定性・定量した。

3. 結果および考察

3 日間の湛水培養によって、水田土壤 no. 4、6、10 の固相中の As(III)の割合がそれぞれ 23.4 ± 0.7 から $26 \pm 8.0\%$ 、 12.9 ± 2.2 から $13.9 \pm 1.1\%$ 、 25.3 ± 0.5 から $32 \pm 1\%$ と増加傾向であることが示された(図 1)。水田土壤のメタトランスクリプトーム解析の結果、世界的に研究されている異化的ヒ酸還元酵素遺伝子 *arrA* よりも、Muramatsu ら(2020)によって新たに As(V)還元活性が報告された *ttrA* ホモログの方がすべての土壤中で発現量が多かった。従って、本研究で用いた水田土壤中では *arrA* よりも *ttrA* ホモログが As 還元溶解に関与している可能性が高いと考えられた。*ttrA* を発現する優先種は土壤ごとに異なったものの、鉄、或いは硫黄還元細菌として知られるグループが As 還元溶解のキープレイヤーであることが示唆された。さらに、多様な微生物が *arsM* を発現していることが明らかとなった。

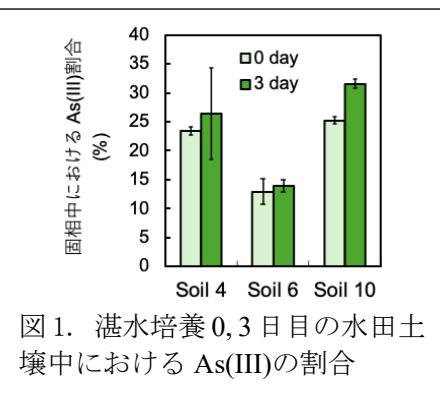


図 1. 湛水培養 0, 3 日目の水田土壤中における As(III)の割合

4. 参考文献

- Li DH, Huang YK, Leung CM, et al. MegaGTA: a sensitive and accurate metagenomic gene-targeted assembler using iterative de Bruijn graphs. *BMC Bioinformatics*. 2017;18; doi: 10.1186/s12859-017-1825-3.
- Muramatsu F, Tonomura M, Yamada M, et al. Possible involvement of a tetrathionate reductase homolog in dissimilatory arsenate reduction by *Anaeromyxobacter* sp. strain PSR-1. *Appl. Environ. Microbiol.* 2020; 86(23); doi: 10.1128/AEM.00829-20.

本研究は、農林水産省の戦略的国際共同研究推進委託事業（米国との共同研究分野）JPJ008837 の委託を受けて行ったものです。