

土壤中における有機ヒ素化合物の吸着挙動に関する研究 A study on the adsorption behavior of organoarsenic compounds in soil

田中雅人*, 高橋嘉夫

東京大学, 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

Masato Tanaka* and Yoshio Takahashi

The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan

1 はじめに

ヒ素の水質汚染の主な原因は天然由来の亜ヒ酸・ヒ酸などの無機ヒ素化合物である。一方で、有機ヒ素化合物は除草剤や農薬などの用途で使用され、環境中に存在しており、これらの人為起源の有機ヒ素化合物もまた水質汚染の原因となり得る。土壤中におけるヒ素化合物の吸着挙動を理解することは、ヒ素化合物による水質汚染の機構の解明や予測モデルを作成する上で重要であると考えられる。しかし、土壤中における有機ヒ素化合物の吸着挙動についてはあまり研究がなされていない。本研究では、有機ヒ素化合物の土壌への吸着実験を行い、広域 X 線吸収微細構造(EXAFS)測定および量子化学計算により吸着構造の解析を行った。さらに、それらの結果とフェリハイドライトへの吸着構造解析の結果との比較を行った。

2 実験

農環研の水田の表層土壌試料に 5 g に対してメチルアルソン酸(MMA)、ジメチルアルソン酸(DMA)、フェニルアルソン酸(PAA)およびジフェニルアルソン酸(DPAA)を含む水(5 ml)を添加し、それぞれ 25°C の条件下で 24 時間振とうした。その後、固液を分離して得た土壌試料を用いて SPring-8 BL01B1 および PF BL-12C にて As K 吸収端 XAFS 測定を行い、吸着構造を解析した。また、有機ヒ素化合物のフェリハイドライトへの吸着構造のクラスターモデルについて B3LYP/6-31+G*の計算レベルで構造最適化を行い、吸着構造における原子間距離を求めた。

3 結果および考察

土壌に吸着させた MMA, DMA, PAA および DPAA の EXAFS 解析の結果、動径構造関数の 3.0 Å 付近に水溶液試料には見られないピークが現れていることから、土壌中の鉱物と内圏錯体を形成していることが明らかとなった(図 1)。また、土壌についての動径構造関数は、いずれもフェリハイドライトについての動径構造関数の結果[1]に類似していた。フィッティングによって得られた As-Fe 原子間距離は 3.25 Å 程度であり、量子化学計算の結果と良く一致した。このことから、これらの有機ヒ素化合物が土壌中に

おいて、主にフェリハイドライトに吸着していることが示唆された。

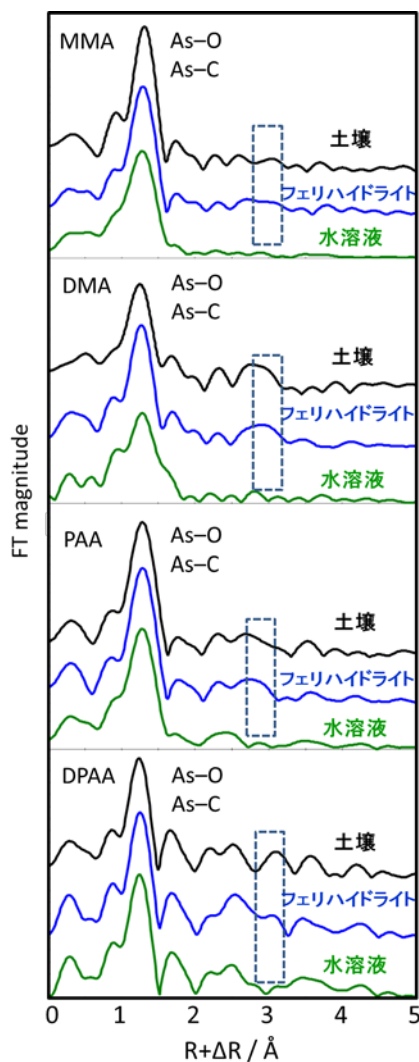


図 1. 有機ヒ素化合物を吸着させた土壌およびフェリハイドライト試料と水溶液試料についての As K 吸収端 EXAFS スペクトルから得られた動径構造関数

参考文献

[1] Tanaka, et al. (2014) J. Colloid Interface Sci. 415, 13.

* tanamasa@eps.s.u-tokyo.ac.jp