



腐植物質とその類縁モデル化合物の構造解明

PHAM, Minh Duyen¹、笠井拓哉^{1,2}、出町豊子¹、片山新太^{1,2}

¹名古屋大学未来材料・システム研究所、²名古屋大学大学院工学研究科

キーワード：細胞外電子伝達、腐植物質、ケイ素、イオウ、土壌、底質

1. 背景と研究目的

近年、微生物と電極の間の電子授受を利用した環境浄化システムや発電システムの開発が期待されている。本研究グループは、固体腐植物質ヒューミン（以下、ヒューミン）に細胞外電子伝達機能が見られることを見だし^[1]、その安定性から生物電気化学システムへの応用研究を進めるとともに、基礎研究として土壌・底質に含まれるヒューミン中の細胞外電子伝達を担う化学構造の解明を進めている。今回は、ヒューミンに含まれるケイ素の状態に対するヒューミン抽出操作の影響を調べた。

2. 実験内容

各地から得た土壌・底質から、NaOH と HF を用いた洗浄を繰り返し、不溶性残渣としてヒューミンを抽出し凍結乾燥した。また、同様の操作を繰り返した再抽出ヒューミンを調整した。細胞外電子伝達能は、ヒューミン依存性ペンタクロロフェノール脱塩素微生物群の嫌氣的脱塩素活性の有無により評価した。再抽出検査による固体腐植ヒューミン中の硫黄の酸化還元状態の変化の有無を、ケイ素の K 吸収端の X 線吸収微細構造(XAFS)スペクトル変化により評価した。凍結乾燥試料を、十分に混ぜ均一化した後、直径 5 mm、厚さ約 1 mm のペレットとし、測定に供試した。XAFS スペクトル測定時には、ペレット試料を 1 気圧のヘリウムガス内におき、部分蛍光法を用いて測定した。標準物質としてケイ酸を用いた。

3. 結果および考察

ヒューミンの抽出操作の細胞外電子伝達能への影響および含有ケイ素の酸化還元状態の変化への影響を調べた。ヒューミン依存性ペンタクロロフェノール脱塩素培養物を用いて生成される代謝産物のクロロフェノール分析により、再抽出ヒューミンの細胞外電子伝達能は保持され、抽出操作の影響を受けなかった。また、ケイ素の K 吸収端スペクトルを調べたところ、ほぼ SiO₂として存在し、再抽出の影響は殆どみられなかった (Fig.1)。ヒューミン中のケイ素組成は、NaOH と HF を用いたヒューミンの抽出操作に殆ど影響を受けないことが示された。酸化還元しやすいヒューミン含有元素であるイオウの K 吸収端スペクトルからも影響が小さいことが示された。以上から、ヒューミンに含まれる各元素の酸化還元状態は、酸アルカリを用いた抽出操作にもかかわらず、試料採取場所の酸化還元状態を反映しているものと推察された。

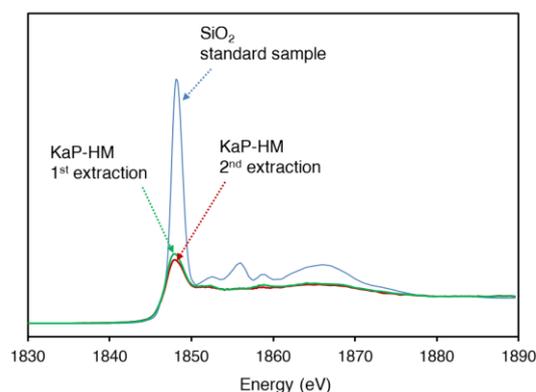


Fig. 1 Si K-edge XAFS spectra of KaP-HM at 1st and 2nd extraction. In both samples, Si is only existed at the form of SiO₂.

4. 参考文献

1. D.M. Pham, T. Kasai, M. Yamaura, A. Katayama (2021) Humins: No longer inactive natural organic matter, *Chemosphere*, 269, 128697.