



腐植物質およびその類縁化物の生成過程と その電気化学的構造解析

Hu Tingting¹, 笠井拓哉^{1,2}, 出町豊子², 片山新太^{1,2}

国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学¹工学研究科、²未来材料・システム研究所

キーワード：細胞外電子伝達物質，人工土壌，腐植化，窒素組成

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・資源化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が細胞外電子伝達機能を有することを見だし、各種微生物反応の活性化に関する応用研究とともに、細胞外電子伝達機能の発生消失過程に関する基礎研究を進めている¹。これまで、有機炭素やイオウの細胞外電子伝達への関与を調べてきたが、窒素含有成分の関与は未だ不明のままとなっている。そこで、タンパク質性物質の腐植化過程における細胞外電子伝達能の変化と、それに伴う窒素組成を調べた。

2. 実験内容

タンパク性有機物を人工土壌（石英砂+カオリン）に 10%(w/w)添加し、マトリックポテンシャルを -1m として 20°C 暗条件下で 1 年間腐植化した。腐植化期間の異なる試料の細胞外電子伝達能をペンタクロロフェノール脱塩素反応を指標に試験するとともに、窒素 K 末端の X 線吸収端近傍構造 (XANES) を調べた。

3. 結果および考察

タンパク性有機物としてミルクを対象として、腐植化過程に伴う細胞外電子伝達能の変化を調べた。腐植化 1 ヶ月後で 30%、6 ヶ月後で 63%（いずれも炭素基準）の分解が起こった。腐植化前の新鮮ミルクには細胞外電子伝達能がみられたが、腐植化 1 ヶ月後にはその能力は失われた。しかし 6 ヶ月後には再び細胞外電子伝達能が生じた。腐植化 1 ヶ月後と 6 ヶ月後の試料の窒素 K 末端 XANES を比較したところ、 399.6 eV （ヘテロサイクリック窒素、 C-N=C ）には変化がなかったのに対し、 398.2 eV （ピリジン窒素²）および 400.9 eV （ピロール窒素³）が 1 ヶ月後から 6 ヶ月後の腐植化期間に増加した。ピリジン窒素とピロール窒素の増加が、1 ヶ月後から 6 ヶ月後の腐植化期間に細胞外電子伝達能が再度出現することと関連していることが示唆された。

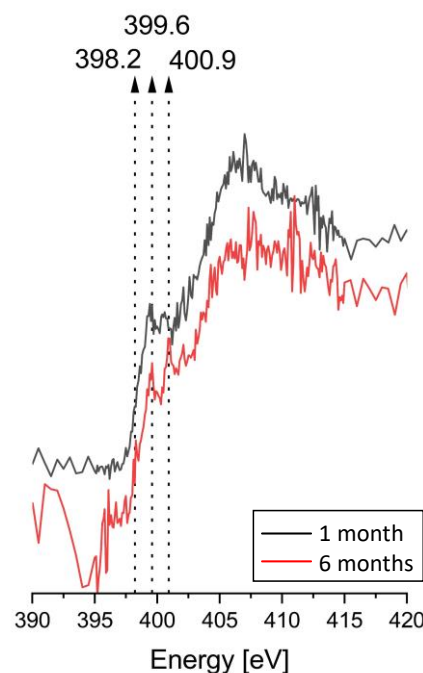


Fig. 1 Nitrogen K-edge XANES spectra of milk incubated in artificial soil for 1 and 6 months.

4. 参考文献

1. Hu, T., Pham, D.M., Kasai, T., Katayama, A. (2022) Emergence of Extracellular Electron Mediating Functionality in Rice Straw-Artificial Soil Mixture During Humification, *IJERPH*, 19, 15173.
2. Yabuta, H. et al. (2014). X-ray absorption near edge structure spectroscopic study of Hayabusa category 3 carbonaceous particles. *Earth, Planets Space*, 66(1), 1-8.
3. Liu, S., et al. (2021). Carbonized polyaniline activated peroxymonosulfate (PMS) for phenol degradation: Role of PMS adsorption and singlet oxygen generation. *Applied Catalysis B: Environmental*, 286, 119921.