



環境中の細胞外電子伝達物質の 生成と消失における構造変化の解明

Hu Tingting¹, Ha Biec Nhu¹, 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、それに伴う炭素組成および窒素組成を調べた。

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 -1mV として 20℃暗条件下で 2 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、炭素および窒素 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牛肉を対象として、人工土壌中での腐植化過程に伴う細胞外電子伝達能の変化を調べた。腐植化前の新鮮牛肉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 1 年後には高い細胞外電子伝達能がみられた。この間、炭素濃度は 6.23%の初期値から 1.66%まで減少した。腐植化 1 ヶ月後と 1 年後の窒素 K 末端 XANES を比較したところ、ペプチド窒素が減少する一方で、アミノ窒素、ピリジン窒素²⁾ピロール窒素³⁾が増加した (Fig.1)。ミルクの腐植化で見られた傾向と同様に、ピリジン窒素とピロール窒素の増加が、細胞外電子伝達能が再出現することと関連していることが示唆された。

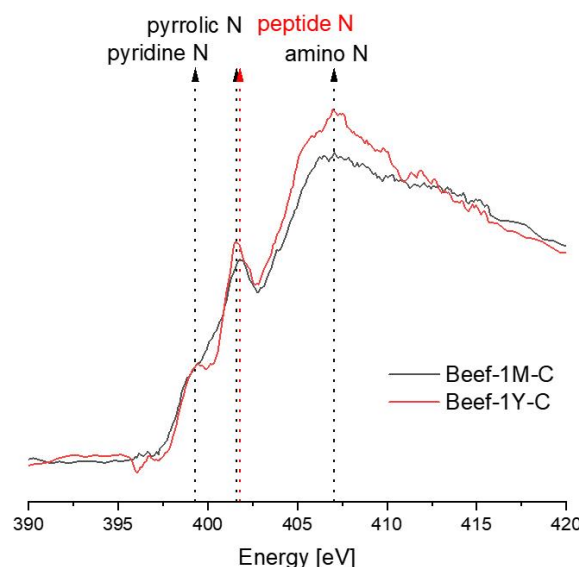


Fig. 1 Nitrogen K-edge XANES spectra of beef incubated in artificial soil for 1 month and 1 year.

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.