

# XAFS による鉄細菌由来酸化鉄の局所構造変化の追跡

岡山大学工学部 橋本英樹, 古谷充章, 藤井達生, 高田潤

## 緒言

鉄酸化細菌の一種である *L. ochracea* は、その細胞外にユニークな鞘状構造をもつ低結晶性の酸化鉄を形成することが知られている(Fig.1)。鞘の直径は約 1  $\mu\text{m}$  であり、その長さは数百  $\mu\text{m}$  にも及ぶ。このように微生物が合成した無機物は非常に面白い形状をもち、材料学的にも興味深い。そこで本研究では、*L. ochracea* により形成された鉄細菌鞘のみを分離回収し、その微細構造を詳細に解明することを試みた。

鉄細菌鞘は、微生物が常温・常圧の環境下で形成する非常にユニークな形状を持った非晶質状の酸化鉄である。しかし、その結晶構造は熱処理を加えることで非晶質状から結晶質へと緩やかに変化する。そこで熱処理に伴う結晶化の過程を、Fe 原子周りの局所構造に注目し、Fe K 吸収端の EXAFS スペクトルにより追跡した。

## 実験

鉄細菌鞘の Fe K 吸収端の EXAFS 測定は、PF ビームライン BL-12C で行った。鉄細菌鞘は、京都府城陽市の浄水施設から採取し、蒸留水中で水簸を数回行い、混入した砂泥を除いたものである。精製された鉄細菌鞘は、常温で真空乾燥の後、さらに 100°C ~ 800°C の温度で大気中、1 時間の加熱を行った。そして最後に、得られた試料を BN 粉末と混合、ペレット状に成型し、測定試料とした。XAFS 測定は通常の透過法で常温で行い、得られたスペクトルの解析は、市販の解析ソフト REX2000 (Rigaku) により行った。解析にあたって必要な後方散乱振幅や位相シフトの値は、FEFF により計算した  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  結晶の値を代入した。

## 結果

EXAFS 解析の結果、鉄細菌鞘の動径分布関数 (RDF) は、低結晶性鉄鉱物であるフェリハイドライト (2-line) のものと非常に良く似ていた[1]。すなわち、鉄細菌鞘中の Fe イオンは酸素イオンの 6 配位八面体に取り囲まれている。熱処理温度

500°C 以下では RDF パターンに中距離~長距離秩序は見られず、高い非晶質性を保ったままであった。一方、熱処理温度が 600°C 以上になると RDF パターンに中距離秩序が見られ始め、局所的に結晶化が進行し、800°C では  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  へと完全に結晶化した。Fig.2 に RFD の逆フーリエ解析から求めた Fe-O 結合距離の熱処理温度依存性を示す。ただし、酸素の配位数は 6 に固定している。熱処理温度の上昇とともに徐々に減少した Fe-O 距離が、500°C を境とする結晶化の開始とともに、逆に伸長する様子を明らかに捕らえている。

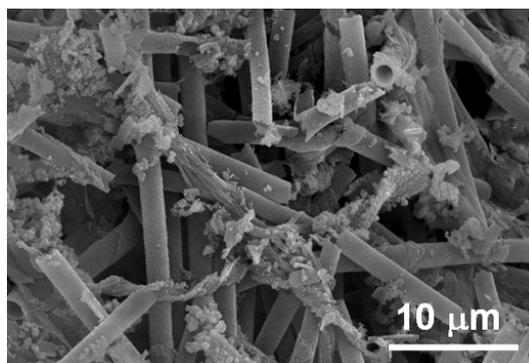


Fig. 1, Tubular iron oxides produced by *L. ochracea*.

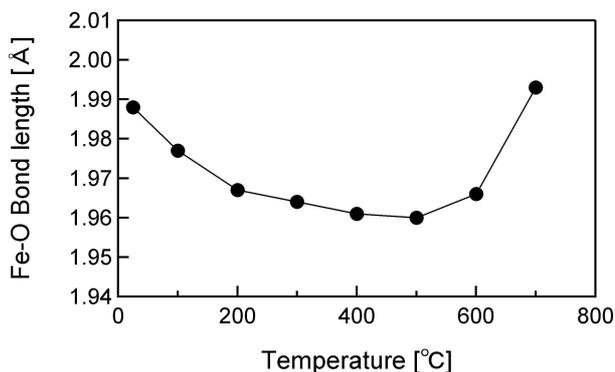


Fig. 2, Fe-O bond length of biogenic iron oxides as a function of the heat-treated temperature.

## 文献

[1] A. Manceau and V.A. Drits, Clay Mineral. 28, 165 (1993).