

## Ferrihydrite 形成に与える微生物の効果 -天然と in situ 実験の沈殿速度の比較

## Comparison of the effect of microbe on ferrihydrite formation between nature and in situ experiment

# 笠間 丈史[1], 村上 隆[1]

# Takeshi Kasama[1], Takashi Murakami[2]

[1] 東大・理・鉱物

[1] Mineralogical institute, University of Tokyo, [2] Mineralogical Inst., Univ. of Tokyo

Ferrihydrite が無機的に形成される環境下で、微生物の効果調べるために、鉄沈殿物の観察と天然における Fe の沈殿速度を見積もり、in situ 実験によって微生物による Fe の沈殿速度を求めた。その結果、つらら状鉄沈殿物の乾燥重量が 111g、溶液量が 256g、流速が 18.5ml/min の場合、38mg/month/1g of ferrihydrite であった。In situ 実験により、微生物による沈殿速度は 15mg/month/1g of ferrihydrite であった。これらの結果から、微生物の存在により、40-60% の沈殿速度の増加があることがわかった。

Ferrihydrite は地球表層において初期段階で容易に形成される低結晶度の鉄鉱物であり、 $> 200\text{cm}^2/\text{g}$  と非常に大きな比表面積をもつ。また、河川や地下水、湖・海底など地球表層の至るところに形成されていて、様々な元素（例えば Zn, U）の固定や遅延といった移行に与える影響は大きいと思われる。このように元素の再分配に関わる ferrihydrite は無機的にも生成されるが、微生物によっても形成されることが知られている。そこで、我々は ferrihydrite が無機的に形成される環境下での微生物の効果調べ、天然で起こっている反応を理解することを目的とし、今回、天然における Fe の沈殿速度を見積もり、in situ 実験によって微生物による Fe の沈殿速度を求め、両者を比較・検討した結果を報告する。

調査地域の関温泉は新潟県南西部に位置し、妙高山に点在する温泉の一つである。その源泉の上方にある洞窟につらら状の鉄沈殿物が形成されている。つらら状鉄沈殿物は 4-5Si を含む ferrihydrite が大部分を占め、その他に amorphous silica や calcite が観察された。熱力学的データから、つらら状鉄沈殿物中を流れている溶液 ( $\text{pH}=5.8-6.2$ ,  $E_h=240-270\text{mV}$ , Fe の活動度  $=2.69 \times 10^{-4}$ ) は ferrihydrite について過飽和であり、無機的な反応によって容易に沈殿することがわかっている。しかしながら、このような環境下でも、鉄沈殿物中には微生物(全細菌数)が  $1.0 \times 10^{10}$  個体/1g of ferrihydrite 存在し、少なくとも 4 種の鉄バクテリア(Gallionella, Leptothrix, Toxothrix, Siderococcus?) が観察されている。薄片観察と ethidium bromide を用いた DNA 染色から、つらら状鉄沈殿物を構成している大部分が微生物で、それらの細胞の周りに ferrihydrite が付着していることが観察された。そして、つらら状鉄沈殿物の内部は空隙が多く、密度も約  $0.52\text{g}/\text{cm}^3$  と非常に小さいことから、微生物の周りには溶液が十分供給されていると思われる。

天然における Fe の沈殿速度は、つらら状鉄沈殿物を切断し、切断前と後の溶液中の Fe 濃度と流速から見積もった。沈殿速度は鉄沈殿物の大きさとその中を流れる溶液量や流速などに依存しており、鉄沈殿物の乾燥重量が 111g、溶液量が 256g、流速が 18.5ml/min の場合、38mg/month/1g of ferrihydrite であった。この値は無機的な反応と微生物による効果の両方が寄与したものである。

In situ 実験では、微生物が生存しているつらら状鉄沈殿物とそれを加熱処理によって滅菌したものを準備し、天然の溶液を用いて、Fe の濃度変化を比較した。その結果、微生物による沈殿速度は 15mg/month/1g of ferrihydrite であった。これらの結果から、微生物の存在により、40-60% の沈殿速度の増加があることがわかり、微生物は ferrihydrite に過飽和な溶液でも ferrihydrite の沈殿速度を増加させ、ferrihydrite を取り巻く環境に与えるインパクトは大きいと考えられる。