

深部地下環境における微生物によるコロイド生成

Formation of colloidal iron hydroxide by deep subsurface bacteria.

岩月 輝希[1], 村上 由記[2], 長沼 毅[3]

Teruki Iwatsuki[1], Yuki Murakami[2], Takeshi Naganuma[3]

[1] サイクル機構, [2] 広大・生物圏科学, [3] 広大・生物生産

[1] JNC-TGC, [2] Biosphere Science, Hiroshima Univ., [3] Appl. Biol. Sci., Hiroshima Univ.

岐阜県東濃地域の土岐花崗岩を対象に、地下深部の微生物活動と地球化学的状態の関係を把握するために、生物化学的プロセスにより生成されるコロイド粒子について調査解析を行った。その結果、鉄の化学種が酸化還元平衡状態にある弱還元状態の深度から採取された鉄関連バクテリアは、水酸化鉄コロイドを生成する能力があることが明らかになった。生物化学的プロセスにより生成した水酸化鉄コロイドは地下水の浸透とともに強還元状態にある地下深部まで移行し、鉄還元バクテリアに再利用されている可能性が示唆された。

深部地下環境に生息する微生物は、地下水の化学組成や鉱物生成などに関与し、地下の水理・地球化学環境に影響を与える可能性がある。しかし、実データに基づいた研究例は少ない。岐阜県東濃地域では、深部花崗岩中の地下水の地球化学特性および花崗岩中に生息する微生物について研究が行われている。本研究では、微生物活動による鉱物生成について知見を得ることを目的として、鉱物生成時の前駆物質となりうるコロイドに着目し、微生物のコロイド生成能力についてバッチ試験に基づく解析を行った。試験では花崗岩中の地下水（11 試料：最大深度 840m）から単離された鉄関連バクテリアを用い、走査型電子顕微鏡（SEM-EDS）により、培養液中のコロイドの観察・分析を行った。

観察・分析の結果、各深度の微生物培養液中には外径 1 ミクロン程度のコロイド粒子が多数観察された。また、これらのコロイド粒子は、鉄を主成分とすることが確認された。鉄関連バクテリアは深度約 130m と深度約 330m、深度約 650m に、コロイド粒子は深度 130m 付近と深度 330m 付近に、それぞれの存在量のピークが見られた。これまでの地球化学調査により、深度 330m 付近では、主に鉄の化学種（ $Fe^{2+}/Fe(OH)_3$ ）の酸化還元平衡反応により酸化還元電位が約 0mV の弱還元状態にあり、深度 500m 以深では主に硫黄の化学種（ $FeS_2/SO_4^{2-}/HS^-$ ）の酸化還元平衡反応により酸化還元電位が約 -280 ~ -380mV の強還元状態にあることが判っている。このような酸化還元環境を考慮すると、深度約 130m と深度約 330m のサンプリング地点に生息している鉄関連バクテリアは鉄酸化バクテリアであり、深度約 650m の鉄関連バクテリアは鉄還元バクテリアであると推察される。鉄の化学種の酸化還元平衡にある深度（深度約 130m と深度約 330m）では、電子の供受がしやすいと考えられることから、その深度に生息する鉄関連バクテリアは、 Fe^{2+} を酸化し、 $Fe(OH)_3$ コロイドを生成する能力があると推測される。培養液中においてもコロイドの生成量と鉄関連バクテリアの存在量は比例しており、コロイド粒子は無機のプロセスでなく、生物化学的プロセスにより生成したと考えられる。一方、深度約 650m の培養液中で鉄コロイドが生成しない理由については、もともと生息している鉄還元バクテリアに Fe^{2+} を酸化しコロイドを生成する能力がないためと考えられる。

以上の観察結果から、特定の微生物はコロイドを生成する能力を持ち、地球化学環境条件と微生物の存在量、微生物活動によるコロイド生成量は密接な関連があることが明らかになった。