

## 新第三紀熱水変質地帯での鉄酸化バクテリアによる鉱物生成

### Formation of minerals by iron-oxidizing bacteria in hydrothermally altered area of Neogene period

# 河野 元治[1], 富田 克利[2]

# Motoharu Kawano[1], Katsutoshi Tomita[2]

[1] 鹿大・農・生物資源, [2] 鹿大・理・地球環境

[1] Fac. Agri., Kagoshima Univ, [2] Earth and Environmental Sci., Kagoshima Univ

熱水変質地帯の湧水中でのバクテリアによる鉱物生成について検討した。この熱水変質地帯はスメクタイト、レクトライト、雲母、パイライトを主体とし、パイライトの酸化のためこの地域の湧水は高濃度のFe(II)及びSO<sub>4</sub>の含有、低pH及び低Ehを特徴とする。この湧水中には、鉄酸化バクテリアが生息し、ジャロサイト及びフェリハイドライトを生成している。湧水中のバクテリアを用いて、Fe(II)を含む液体培地で培養実験を行った結果、同様の鉄鉱物の生成が確認され、湧水中での鉄鉱物の生成には鉄酸化バクテリアが関与していることが確かめられた。

【はじめに】地球表層環境には、無機化学種の酸化(Fe(II), Mn(II), H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>)や還元(Fe(III), Mn(IV), SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>)を生体の代謝エネルギーとして利用する化学合成細菌が生息している。これらの微生物のうち、鉄酸化細菌は環境中のFe(II)をFe(III)に酸化してエネルギー(電子)を獲得し、その結果として環境中に鉄鉱物を析出させる。このようなバクテリア起源の鉄鉱物は、温泉や鉱泉、鉱山排水等での鉄水酸化物や鉄硫酸塩鉱物の生成例がよく知られている。今回、鹿児島県枕崎地域に分布する新第三紀熱水変質地帯の湧水を調査したところ、湧水の流れに沿って、フェリハイドライトとジャロサイトを主体とする褐色沈着物の生成が広い範囲で認められた。この沈着物の分析と、Fe(II)を含む液体培地での培養実験の結果、これらの鉄鉱物は湧水中に生息するバクテリアのFe(II)酸化作用により生成していることが明らかとなった。

【試料及び実験】鹿児島県枕崎地域には新第三紀の熱水変質地帯が分布し、数カ所の湧水が認められる。今回検討した試料は、雲母とパイライトを主体とする熱水変質地帯の湧出口から流水に沿って1.5m間隔で3箇所を選び、水のpH、Eh、温度を測定後、岩石、水、水中の沈着物をそれぞれ採取した。これらの試料について、岩石のXRDと水の化学分析を行い、沈着物についてはXRD、TEM、SEM及びEDX分析を行った。さらに沈着物中のバクテリアについて、Fe(II)を含む液体培地とFe(II)及びKを含む液体培地での培養実験を行い、バクテリアと鉄鉱物生成との関連を検討した。

【結果】湧出口に最も近い水は、pH=3.35、Eh=214mVを示し、主な化学組成は、Fe (115 ppm); Mg (57ppm); Na (56ppm); Si (46ppm); Ca (31ppm); K (8.9ppm); Mn (4.2ppm); SO<sub>4</sub> (944ppm); Cl (85ppm)である。この湧水中に生成した褐色沈着物はフェリハイドライトとジャロサイトを主体とし、岩石表面を2.0mm以下の厚さで覆っている。SEM観察によると、ジャロサイトは直径1.0µm以下の球状からブロック状形態を示し、理想組成に比べKの量が著しく少ない。フェリハイドライトは長さ5.0µm以下の繊維状から針状形態を示し、XRDによる2.54の強い回折ピークを特徴とする。また、流水表面の数カ所に、3.4付近にブロードな回折ピークを示す皮膜状のフェリハイドライト様鉱物が認められる。なお、沈着物中には菌体表面に不定形鉄鉱物を析出させた多くのバクテリアが観察されることから、湧水中の鉄鉱物の生成にはこれらのバクテリアの関与が示唆される。そこで、10mM Fe(II)を含む液体培地(pH=2.96, Eh=237V)にバクテリアを含む各沈着物の懸濁液0.1mlを添加して30日間の振とう培養を行った結果、培養期間約5日で培養液の黄色化が生じ、その後すべての培地でフェリハイドライトの析出、Fe濃度低下(4.6-4.8mM)、pH低下(pH=2.22-2.23)、Eh上昇(Eh=286-287mV)が進行した。ここで生成するフェリハイドライトは湧水中のものと同様に繊維状から針状形態を示し、高濃度のSO<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>/Fe 0.1)を吸着している。同様に、10mM Fe(II)と同濃度のKを含む液体培地(pH=2.96, Eh=237V)に各沈着物を添加した場合、約5日の培養で培養液の黄色化、その後ジャロサイトと若干のフェリハイドライトの析出、Fe濃度低下(3.5-6.1mM)、pH低下(pH=2.30-2.35)、Eh上昇(Eh=279-283mV)が進行した。一方、沈着物を添加しない培地では培養液の変色及び鉄鉱物の析出は生じず、Fe濃度、pH、Ehにも変化が認められない。したがって、これらの培養実験のpH条件ではFe(II)の自然酸化はほとんど進行せず、鉄鉱物の生成には明らかにバクテリアによるFe(II)酸化作用が関与しているものと思われる。