

増富鉱泉における層状炭酸塩堆積物の構造とその生成プロセス

The structural formation processes of banded carbonates in Masutomi Mineral Springs

田中 義太郎[1], 田崎 和江[2]

Yoshitarou Tanaka[1], Kazue Tazaki[2]

[1] 金大・理・地球, [2] 金沢大・理・地球

[1] Earth science, Kanazawa Univ., [2] Dept. Earth Sci., Kanazawa Univ.

石灰岩地域や温泉・鉱泉地にはきれいな縞模様を持つ堆積物が見られる。バイオマットはしばしばこのような層状構造を持った生体鉱物《バイオミネラル (biomineral)》を形成する。これらの層状構造には、形成当時の環境変化やそれにもなう生物活動の違いが刻まれている。本研究では、山梨県増富鉱泉丹生沢ポイントにおける層状堆積物の微細構造の観察、分析を行うことにより、層状構造の形成要因や生体鉱物としての層状堆積物生成プロセスについて考察を行った結果を報告する。また、これに限らず、様々な層状構造の境界面での生物の役割に着目した研究は、ストロマトライトや他の層状物質の研究に大きく貢献できると考えられる。

陸水圏には必ず微生物が存在している。微生物の中でも、原核生物や単細胞真核生物で構成され肉眼で観察できる規模の膜状、層状構造物をバイオマット(微生物被膜)という(田崎ほか 1997)。また、石灰岩地域や温泉・鉱泉地にはきれいな縞模様を持つ堆積物が見られる。バイオマットはしばしばこのような層状構造を持った生体鉱物《バイオミネラル (biomineral)》を形成する。Awaramik and Margulis(1974)によれば、“ストロマトライトは微生物が構築する堆積物構造で内部に細かいラミナを持つもの”と定義されることから、層状の固化したバイオマットは現世のストロマトライトといえる。山梨県増富鉱泉の沈殿物は、ラジウムや他の元素について多くの詳細な分析が行われている。赤井(1997)ではさらに、沈殿物中に多量のケイ藻やシアノバクテリアが見られ現在生成中のストロマトライトが存在するとしている。これらの沈殿物は層状堆積物を形成しており、その形成には環境の変化やそれにもなう生物活動の違いが刻まれている。そこで本研究では、増富鉱泉丹生沢ポイントで水質調査、層状堆積物の採取、そして層状微細構造の観察、分析を行い、層状構造の形成要因や生体鉱物としての層状堆積物生成プロセスについて考察を行うことを目的とした。

山梨県北巨磨郡須玉町増富鉱泉は地質学的に粗粒黒雲母花崗岩地域に位置し、石灰岩の薄層もしばしば認められる。水質調査および試料採取は増富鉱泉丹生沢ポイントにおいて夏と冬の二度行い、縦約2 m、横約1 m、厚さ約10 cmの層状堆積物を採取した。鉱泉水のpH、Eh、EC、DOには季節による大きな変化は認められないが、WTでは変化が認められた。層状堆積物の薄片では、結晶の緻密な層(約5 mm)と多孔質な層(約3 mm)が交互に扇形に重なり合いながら層状構造を形成しており、結晶の緻密な層と多孔質な層の間には黒色や赤褐色の境界層(50~100 μm)も認められた。EPMAでは、Caが高濃度に広く分布しており、先の境界層にはSi、FeおよびAsの濃集が認められた。結晶の緻密な層と多孔質な層をそれぞれXRD分析した結果、ともにカルサイト(CaCO₃: 3.04、2.29、2.10)の顕著なピークのみが認められ、アラゴナイトやドロマイトなど他の炭酸塩は認められなかった。また、FT-IRでは両層ともにC-H結合が認められた。さらに、NCSコーダーで炭素の定量分析を行った結果、無機・有機炭素の合計を示す全炭素量は両層ともほぼ同量であった。しかし、過酸化水素水処理による有機物量の比較からは、緻密な層よりも多孔質な層の方が多く有機物を含むことが認められた。また、菌類などを染色するために赤インクと酢酸を薄片に加え光学顕微鏡で観察した結果、境界層付近に長さ約100 μmの糸状生物がカルサイトの結晶成長方向に沿って多数認められた。塩酸によりカルサイトを溶解させた試料をSEM-EDXにより観察および分析した結果、前記した糸状生物が認められ、元素分析を行うと生物にしばしば認められるP、S、KのピークとともにCaの強いピークを示した。

増富鉱泉における層状堆積物はカルサイトによって構成されている。しかし、有機物を示すC-H結合や有機炭素の混在、結晶成長方向に沿って存在する生物が観察されたことから生物が関与して構築された生体鉱物であると考えられる。また、各種の分析および観察結果から以下のような層状堆積物の生成プロセスが考えられる。まず生物活動が穏やかな時期は、様々な微粒子や生物自身が結晶核となり無機的なカルサイトの形成が起こる。その結果、やや有機物の多い多孔質な層(約3 mm)が形成される。ところが、生物活動が活発になると、生物の光屈性により藻類などは方向のそろった成長を行う。Shiraiwa et al. (1993)によると、光合成による生物のCO₂固定はカルサイト形成を促進させる。その結果、生物の成長方向に沿ったカルサイト形成が行われ、方向性のあるカルサイトの緻密な層(約5 mm)が形成される。

以上のように生物活動の活性、不活性はカルサイト形成を大きく左右していると考えられ、この縞模様は季節変化を表していることが示唆される。これまでに無機的に考えられてきた鉱物の安定領域や生成過程も、有機物の存在下で大きく変化する可能性がある。この層状炭酸塩堆積物に限らず、様々な層状構造の境界面では生物学的関与が密接に関わってくることが考えられ、境界面での生物の役割に着目した研究はストロマトライトや他の層状物

質の研究に大きく貢献できると考える。