

トウファ堆積物から推定される微生物岩組織の規制要因 Controlling factors of microbialite textures inferred by a tufa deposit

半澤 勇作^{1*}; 奥村 知世²; 白石 史人¹
HANZAWA, Yuhsaku^{1*}; OKUMURA, Tomoyo²; SHIRAIISHI, Fumito¹

¹ 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻, ² 独立行政法人海洋研究開発機構海洋・極限環境生物圏領域
¹Hiroshima university, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

微生物岩は底生微生物群集による碎屑物の捕獲・結束, または鉱物沈殿場形成によって集積した生物成堆積物を起源とし, 生命-水-鉱物の相互作用によって形成される。その代表例は, 葉理を持つストロマトライトと, 凝集状のスロンボライトである。地球史において, ストロマトライトは約 35 億年前から出現し, 13 億年前に全盛を迎える。その後, ストロマトライトは減少に転じ, 特に約 5 億年前にはそれと入れ替わるようにスロンボライトが出現する。その原因は未だに理解されていないが, 同時期に起きた全球凍結や後生生物の急速な進化など, 地球史・生命史における重大イベントに起因している可能性があり, 環境変化や生物進化を理解する上で重要な事象であろう。この主要な微生物岩の変遷について詳細に検討するためには, 現世の微生物堆積物の研究が不可欠であるが, 現在の海洋環境ではストロマトライト・スロンボライト共に非常に稀である。一方, それらは陸域において比較的豊富に存在することから, 本研究では淡水域に発達する微生物成炭酸塩堆積物であるトウファに着目し, 微生物岩の堆積組織を規制する要因を明らかにすることを目的とした。

トウファは一般的にストロマトライトのような葉理を発達させる。しかし, 岡山県高梁市上野に見られるトウファは, 水流条件の違いによってストロマトライト状組織だけでなくスロンボライト状組織も発達させ, 特異な産状を示すことから研究対象とした。水化学組成においては, ストロマトライト状・スロンボライト状トウファの堆積場とも大きな差は見られず, 一般的なトウファ堆積場のそれと同様であった。トウファ表面に分布する微生物と, 微生物の代謝生成物である細胞外高分子 (EPS) を染色して共焦点レーザー走査顕微鏡で観察したところ, その分布は二つの堆積物間で大きく異なっていた。スロンボライト状トウファの表面では, 球状シアノバクテリアが密に生息して直径約 500 μm の半球状の高まりを形成しており, EPS はその内部と周囲に満遍なく分布していた。一方ストロマトライト状トウファの表面の大部分では方解石が露出しており, 糸状シアノバクテリアが一部 EPS を伴って疎らに分布していた。薄片で両堆積物の垂直断面を観察したところ, スロンボライト状トウファでは, 堆積物表面には直径約 500 μm の方解石の単結晶が見られ, その表面では球状シアノバクテリアが, その周囲では糸状シアノバクテリアが生息している様子が見られた。一方, ストロマトライト状トウファでは, 直径約 10 μm の細粒な方解石結晶からなっており, 堆積物内部では糸状シアノバクテリアが垂直に分布して葉理を形成していた。これらの堆積物に生息する微生物群集を同定するために, 16S rRNA 遺伝子の系統解析を行ったところ, どちらの堆積物も微生物群集の約半数がシアノバクテリアであり, その他の群集組成も大部分が共通していた。しかし, スロンボライト状トウファには, ストロマトライト状トウファには認められない 5 系統の微生物が検出された。このことは, スロンボライト状トウファを構成する微生物群集の方が高い多様性を持つことを表している。またシアノバクテリアに関しても, スロンボライト状トウファの方が高い多様性を持っていた。

以上の結果から, ストロマトライトとスロンボライトの堆積組織の違いは, 微生物と EPS の構成の違いに起因することが示唆された。この知見に基づけば, 約 5 億年前における, 主要な微生物岩の変遷は, カンブリア爆発と同時期に微生物群集の進化も加速した結果である。

キーワード: 微生物岩, ストロマトライト, スロンボライト, トウファ, 炭酸塩岩
Keywords: microbialite, stromatolite, thrombolite, tufa, carbonate rock