

EPSにより支配されたアラゴナイト質トラバーチンの日輪形成プロセス

Processes forming daily rings controlled by EPS in aragonite travertines

高島 千鶴 [1]; 奥村 知世 [2]; 狩野 彰宏 [3]

Chizuru Takashima[1]; Tomoyo Okumura[2]; Akihiro Kano[3]

[1] 広大・理・地惑; [2] 広大・理・地惑; [3] 広大・理・地球惑星

[1] Earth Science, Hiroshima Univ.; [2] Earth and Planetary sciences, Hiroshima Univ.; [3] Earth and Planetary Sys. Sci., Hiroshima Univ

トラバーチンは多量のカルシウムと二酸化炭素を含む温泉水から沈澱する炭酸塩堆積物であり、日本に広く発達する。様々な非生物的/生物学的プロセスにより、トラバーチンは特有の構造を示し、過去のストロマトライトと類似する1mm以下のラミナを持つものもある。本研究では大分県竹田市の長湯温泉に堆積したトラバーチンについて、ラミナの形成プロセスを議論する。長湯温泉は別府の南西25kmに位置し、中性でナトリウム/マグネシウム/炭酸水素系の泉質を持ち、溶存成分に富む。トラバーチンの鉱物組成はアラゴナイトであり、おそらく水の高いMg/Ca比を反映している。

水が急速に流れる場所では、トラバーチンは普通にsub-mmのラミナを作る。ラミナは長い針状結晶の集合体であるN層と、より小径の結晶からなりさらに細かいラミナを示すL層からなる。L層のサブラミナは厚さ10ミクロン程度であり、緻密なものと同様に空気に富むものが繰り返す。また、トラバーチンには約1mm間隔で垂直な割れ目があり、そこにはフィラメント状シアノバクテリアが認められる。ラミナが日輪であることを確認するために、33時間におよぶ連続観測を行い、トラバーチン試料を採集し、水の化学組成を測定した。その結果、L層が昼間に、N層が夜間に発達することが解明し、EPMAを用いた元素マッピングではL層でMg/Ca比が高いことが判明した。また、日照量以外の化学的・物理的条件には昼夜で大きな差は認められなかった。

これらの結果は、日輪が基本的にシアノバクテリアの光合成に支配されている事を示唆し、この事は染色法や蛍光観察の結果により支持される。フィラメント状シアノバクテリアは昼間に堆積物の表面へ向けて上昇するが、夜間には割れ目中に留まる。DAPIとToluidine Blueで染色した試料では、細胞外高分子物質(EPS)がL層、特に空隙質サブレイヤーに存在していることが確認された。

EPSは日輪形成の鍵となる物質である。それは日中シアノバクテリアにより分泌され、トラバーチン表面に粘着質なフィルムを作り、局所的なMg/Ca比の増加により長い針状結晶の成長を阻害する。そのため、昼間はMgに富む小径アラゴナイトによるL層が出来る。L層中の規則的なサブレイヤーの形成はおそらく表面への定期的なEPSの放出によるものであろう。シアノバクテリアにより分泌された粘着質なEPSは初めは表面張力によりアラゴナイトクラスト間の割れ目に停留する。EPSの連続的な分泌により表面張力が壊れると、EPSを含んだ粘着質な流体がフィルムを作る。トラバーチン表面では、安定した水流状態を反映して、フィルムの厚さは10ミクロン程度に保たれる。空隙質サブレイヤーはフィルム内で沈澱した方向性に乏しい小型針状結晶により作られ、緻密なサブレイヤーはフィルムの上で無機的に沈澱したものであろう。

また、日輪発達における光合成の影響を確認するために、トラバーチン表面に2日間人工的日陰を作った。実験前はN層が発達すると期待されたが、実際はN層・L層とは異なる空隙質な組織が発達した。この中には球形・ダンベル型のアラゴナイト沈澱物も認められた。これらは、従属栄養細菌の影響下で沈澱することが、従来の実験で確認されている。2日以下の時間で、微生物群集は従属栄養細菌が優勢になり、それらが長い針状結晶の沈澱を阻害したのだろう。