

光合成細菌によるアラゴナイト質トラバーチンの日輪形成

Phototrophic bacteria forming daily rings in aragonite travertine

奥村 知世 [1]; 高島 千鶴 [2]

Tomoyo Okumura[1]; Chizuru Takashima[2]

[1] 広大・理・地惑; [2] 広大・理・地惑

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

トラバーチンは二酸化炭素とカルシウムイオンを大量に含む温泉水からの炭酸塩（カルサイトやアラゴナイト）沈殿物であり、国内に多数発達する。一般的にトラバーチンには様々な非生物的/生物学的プロセスにより、mm から sub-mm サイズのラミナが発達していることが知られており、過去のストロマトライトと類似したものもある。従来の研究では、カルサイト質トラバーチンのラミナについては、シアノバクテリアの代謝活動を反映した日輪であることが報告されている(高島・狩野, 2006)。本研究で対象とする長湯温泉のアラゴナイト質トラバーチンのラミナは、長い針状結晶で構成されるN層と、小径の結晶によるL層の繰り返しであり、前者は夜間に、後者は昼間にできることがわかっている。このうち、L層に認められる薄いサブラミナは光合成により分泌された細胞外高分子物質 (Extracellular polymeric substances; 以下 EPS) による結晶成長阻害によりできると予想されたが(高島・奥村, 2007)、明確な証拠を得るには至っていない。そこで、FISH(Fluorescence in situ hybridization) 法を用い、微生物の堆積物中での分布に注目して、日輪の形成過程の解明を試みた。

本研究では、大分県竹市長湯温泉の大規模なトラバーチン堆積場から採集した、水が急速に流れるところで形成している硬質なサンプルと、水が緩やかに流れる場所で形成した軟質なサンプルを研究対象とした。サンプルは、固定後に冷暗所で保存し、ドイツのゲッチンゲン大学地球科学センターで FISH 法・染色・共焦点レーザー走査型顕微鏡 (CLSM) による観察を行った。

Toluidine Blue O で染色した硬質な堆積物中では、昼間にできる L 層に EPS が濃集していることが確認された。FISH 法による堆積物中の微生物観察では、ベータプロテオバクテリアが硬質・軟質両サンプル中に最も多く存在することが分かり、それらは L 層のサブラミナの間と、ラミナに垂直な割れ目に分布していることが確認された。また、垂直な割れ目の部分にはシアノバクテリアも確認された。

FISH 法を用いた観察結果は、ベータプロテオバクテリアが日輪の形成に関与していることを示す。このグループには光合成細菌である紅色非硫黄細菌が含まれ、それらは有機物を炭素源および光合成の水素受容体として利用する従属栄養細菌である。すなわち、昼間のトラバーチン表面で紅色非硫黄細菌が活発な光合成をする際に L 層のサブラミナが形成されると考えられる。Toluidine Blue O で染色された EPS は酸性多糖類とタンパク質を主成分とし、微生物マットの支持・保護の役割を担う。基質中の官能基に陽イオンをバインドし、炭酸塩の過飽和度を変化させることから、ストロマトライトの形成において注目される物質である。EPS は昼間割れ目に存在するシアノバクテリアにより大量に生産され、トラバーチン表面を覆うと、水中のカルシウムイオンがバインドされるため、炭酸カルシウムの過飽和度は局所的に下がり鉱物沈殿は阻害されるようになる。しかし、表面に広がった EPS を紅色非硫黄細菌が消費すると、バインドされていたカルシウムイオンが開放されるため、局所的に過飽和度は上がり、微小な結晶が沈殿する。昼間はこのように EPS の生成と分解が絶えず繰り返され、L 層のサブラミナを形成する。一方、夜間は EPS による沈殿の阻害・促進が起らないため N 層が形成される。

長湯温泉のアラゴナイト質トラバーチンはサイズ・形態ともに、始生代後期から原生代にかけて産出しているストロマトライト、特に、厚さが mm 以下のラミナをもつ *ministoromatolite* と呼ばれるものに酷似している。これらがトラバーチンと同様のプロセスでできたのであれば、*ministoromatolite* の縞状組織は日輪であると考えられ、極めて大きい成長速度をもっていたと復元される。

引用文献

高島千鶴・狩野彰宏 (2006) 入之波温泉トラバーチンの堆積速度と日輪組織. 地質学雑誌, 112, 482-485

高島千鶴・奥村知世・狩野彰宏 (2007) 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. 地球惑星科学関連合同 2007 年大会講演要旨