

シアノバクテリアマットの凸構造形成と堆積物埋没に対する形態変化：ストロマトライトの層形成についての培養実験

Convex structures of cyanobacterial mat and their shape change in sediment-cover experiment with respect to stromatolitic layering

山本 純之 [1]; 磯崎 行雄 [2]

Atsushi Yamamoto[1]; Yukio Isozaki[2]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 東大・総合・広域

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.; [2] Earth Sci. & Astron., Univ. Tokyo Komaba

ストロマトライトに見られる形態的多様性の変遷は、シアノバクテリアを主とする微生物群集構造の進化と関連づけて考えられている。しかし、マットを作るシアノバクテリアのどの種がどのようにストロマトライトの形態を決定するかについては、未だ解明されていない。バクテリアマットが形成する突起は、石灰化してストロマトライトの凸形態として保存されると考えられる。シアノバクテリアは細胞本体の周囲に多糖類を分泌し、石灰化はこの多糖類中のカルボキシル基がCaイオンと結び付くことによるとされる (Dupraz and Visscher, 2005 等)。本研究では、複数種のシアノバクテリア純粋株を各々単独で長期間培養し、各種がバクテリアマット上に形成する凸状突起の形態を観察する事によって、シアノバクテリアマットの生長様式がストロマトライトの形態形成に与える影響について考察した。使用したシアノバクテリア (10 種) は、東京大学分子細胞生物学研究所から分譲された純粋培養株で、31 種、常時照明下で培養を行った。実験には、Caイオンを多量に含まず、バクテリアマットの石灰化が起こらないA-1培地を使用した。

実験の結果、使用した10種のうち、3種で平坦なマットの形成が、残り7種で凸型突起を持つマットの形成が確認された。形成された突起は、シアノバクテリア本体が突起を形成するタイプ1 (*Phormidium luridum* var. *olivaceum* (IAM M-99) 等、5種) および、シアノバクテリアの分泌する多糖類が突起を形成するタイプ2 (*Nostoc* sp. HK-01 (IAM M-270) 等、2種) に区分できる。いずれのタイプも、約3~4カ月の5段階からなるマット形成サイクルを持つことが観察された。すなわち、1) 非形成期、2) 形成開始期、3) 成長期、4) 拡大期、および5) 消失期である。突起はこのうちの2) から5) の段階で観察される。突起のサイズはタイプ1よりもタイプ2の方が大きい。また、突起が顕在化する3) および4) の段階は、タイプ1では数日間継続し、タイプ2では2~3カ月間継続する。

以上の観察から、鉱物沈殿が急速な温泉等の特殊環境を除けば、天然でタイプ1が保存される可能性はほとんどなく、大多数のストロマトライトの形成には、タイプ2のシアノバクテリアの働きが重要であると推定される。

現世ストロマトライト中のシアノバクテリアは碎屑物による埋没に対抗して棲息している。この点に注目し、マットの培養開始から1週毎にシルト大のガラスビーズでマットを覆う実験を行い、各タイプのバクテリアマットの埋没に対する挙動を観察した。ビーズ被覆間隔は、シアノバクテリアのマット形成に要する最短時間と、マット消失開始の最短時間の1週間とした。実験の結果、タイプ1ではマット形成の段階が4) から5) に移行する週にのみ1層のバクテリア層がビーズ中に埋没・保存された。一方、タイプ2では2) から4) の段階が観察される期間に碎屑物層を加えた回数と同数の多糖類層がビーズ中に残される事が確認された。また、どちらのタイプにおいてもマットが生長しない段階では有機物層が形成されず、厚いビーズ層のみが堆積した。従って、マットが1サイクル経る間に形成される層構造は、タイプ1では厚い碎屑物層と薄いバクテリア層のペアとなり、一方、タイプ2では比較的厚い碎屑物部と、碎屑物層/多糖類層互層部のペアとなる。

以上のことから、碎屑物が定期的に供給される環境下でマット形成サイクルが繰り返されれば、タイプ1では、バクテリア由来の薄い有機物層と碎屑物層のユニットが順次積層すると考えられる。同様の条件下でも、タイプ2では、多糖類由来の有機物層密集部が形成され、この密集部と厚い碎屑物部のユニットが繰り返し累重する。また、マット形成サイクルの周期はいずれのマットタイプも種毎に一定であるので、繰り返される1ユニットの厚さが一定という特徴を持つと予想される。一定量の碎屑物が定期的に供給される自然環境下でも、本研究で確認した2タイプの互層構造が初生的に形成されうる。しかし、これらの層構造の保存は続成作用に伴う有機物分解の程度に依存すると推定される。本研究で観察された2種のシアノバクテリアマットが実際の化石および現世ストロマトライトにおいて識別可能かどうか、条件に合う堆積環境が実際に存在するかも含め、現在検討中である。