

シアノバクテリア表面における炭酸カルシウム形成過程

Calcium carbonate formation processes on cyanobacterial surface

*白石 史人¹、尾森 武尊¹、富岡 尚敬²、甕 聡子²、菅 大暉³、高橋 嘉夫³

*Fumito Shiraiishi¹, Takeru Omori¹, Naotaka Tomioka², Satoko Motai², Hiroki Suga³, Yoshio Takahashi³

1. 広島大学、2. 海洋研究開発機構、3. 東京大学

1. Hiroshima University, 2. JAMSTEC, 3. The University of Tokyo

酸素生成型光合成細菌であるシアノバクテリアは、周辺の水化学組成によっては石灰化することが知られている。そのような石灰化したシアノバクテリアの化石は特に顕生代において広く見られ、その産出頻度の変動は過去の海水化学組成（特にpHなど）を復元するために重要である。シアノバクテリアの石灰化には1) 光合成によるCaCO₃飽和度の上昇、および2) 細胞外高分子（EPS）の酸性官能基による結晶核形成場の提供が重要であると考えられている。天然試料に基づく先行研究からは、石灰化の有無や様式におけるEPSの重要性が指摘されている。しかしながら、特に石灰化様式については、結晶の形態や配列、前駆体（非晶質炭酸カルシウム：ACC）の有無などにおけるEPSの影響について、未だ理解が進んでいない。そこで本研究は、培養シアノバクテリアを用いてEPSの物理的・化学的特性と石灰化様式の関係について検討を行った。

まず、EPS特性の異なる4種類のシアノバクテリア（*Spirulina*, *Phormidium*, *Scytonema*, *Leptolyngbya*）を培養した。酸塩基滴定およびレクチン結合解析の結果から、4種類とも酸性官能基を含むEPSを分泌していることが示された。次にシアノバクテリアを水槽（pH = 約8.5, [Ca²⁺] = 2 mM, DIC = 2 mM）に移し、光を照射して石灰化実験を行った。微小電極（pH, O₂, Ca²⁺）によるモニタリングから、4種類のシアノバクテリアは程度に差があるものの、全て光合成によってCaCO₃沈殿を誘導していることが確認された。しかしながら、透過型電子顕微鏡（TEM）や走査型透過X線顕微鏡（STXM）などの観察から、形成されるCaCO₃の特徴はシアノバクテリアの種類によって大きく異なっていることが明らかとなった。特に*Spirulina*, *Phormidium*, *Scytonema*の周囲で形成された方解石にはACC・多結晶（サブミクロンサイズ）・超構造などの特徴が見られ、酸性EPS上におけるACCナノ粒子を介した核形成が示唆される。一方、上記3種類のシアノバクテリアに比べてEPS分泌量が非常に小さい*Leptolyngbya*では、そのような特徴はほとんど見られない。これらの結果から、シアノバクテリア表面において以下のようなCaCO₃形成過程が考えられる：1) 酸性EPS上でACCナノ粒子が形成、2) 成長したACC粒子中で結晶化が進行し、サブミクロンサイズの方解石多結晶が形成、3) それらが単結晶方解石へと成長し、ACCや方解石多結晶が部分的に残存する。

キーワード：CaCO₃、シアノバクテリア、EPS

Keywords: CaCO₃, Cyanobacteria, EPS