

初期続成過程を模擬したシアノバクテリア細胞の加熱実験 - 細胞中の有機官能基の加熱変化について -

Experimental study on durability of organic components in cyanobacteria during diagenesis

伊規須 素子 [1]; 横山 正 [2]; 中嶋 悟 [3]; 上野 雄一郎 [4]; 下嶋 美恵 [5]; 太田 啓之 [5]; 丸山 茂徳 [6]

Motoko Igisu[1]; Tadashi Yokoyama[2]; Satoru Nakashima[3]; Yuichiro Ueno[4]; Mie Shimojima[5]; Hiroyuki Ohta[5]; Shigenori Maruyama[6]

[1] 東工大・理・地惑; [2] 阪大・理・宇宙地球; [3] 阪大・理・宇宙地球; [4] 東工大・環境理工; [5] 東工大・生体システム・地球史セ; [6] 東工大・理・地惑

[1] Dept. of Earth and Planetary Sciences, Titech; [2] Dept. Earth and Space Science, Univ. Osaka; [3] Dept. Earth & Space Sci., Osaka Univ.; [4] Dept. Env. Sic. Tech., Tokyo Tech.; [5] Dept. of Bioscience, Research Center for the Evolving Earth and Planets, Titech; [6] Earth and Planetary Sci., Tokyo Institute of Technology

地球の生命の歴史の約 80 %の時代を支配してきたのはバクテリア様微生物である。これらの微生物の痕跡は、地層中に化石として保存されている。従来、太古代の微化石の認定は、顕微鏡などによる形態観察と化学構造や安定炭素同位体組成の分析に基づいて行われてきた。しかし、太古代の微化石の認定基準については未だに議論がなされており、様々な分析手法を用いた研究が行われている。近年、顕微ラマン分光法によって、微化石が炭質物から成ることが容易に判別可能になった (例えば Kudryavtsev et al., 2002)。また、顕微赤外分光法によって、炭質物中の極性分子について調べることが可能になった (例えば Marshall et al., 2005)。原核生物化石に関しては、約 8.5 億年前の中央オーストラリア、Bitter Springs Formation から産出された黒色チャート中のバクテリア化石を構成する有機物中に、鎖状炭化水素の C-H 結合や芳香族の C-C 結合が存在することが示唆された (Igisu et al. 2006)。バクテリアを含む堆積物が続成作用を受け微化石が生成する過程で、バクテリアを構成する有機物の分子構造は変化すると考えられる。本研究では、Bitter Springs 微化石から検出された有機物の形成過程を調べることを目的とした。具体的には、続成過程を模擬した現生のシアノバクテリアの加熱実験を行い、細胞中の有機官能基の変化を顕微赤外分光法で調べた。

実験では、まず約 70 μm のホットプレート上で CaF₂ のディスクにシアノバクテリア (*Synechocystis* sp. PCC6803) を滴下した後、過飽和シリカ溶液を滴下し蒸発乾固させ、シアノバクテリアが非晶質シリカに埋包された試料を作成した。次に、作成した試料を加熱ステージに乗せ、顕微赤外分光計に取り付け、加熱ステージを一定の温度に保ちながらその場観測を行い、赤外スペクトルの時間変化を調べた。加熱その場観測は、1) 大気下での実験と、2) 加熱ステージに Ar ガスを流した低酸素濃度条件下での実験の 2 種類を行った。

その結果、両方の実験でシアノバクテリア中の各有機官能基は加熱とともに減少し、減少速度は高温ほど大きかった。また、低酸素濃度下での実験では、大気下での実験よりも減少速度が小さくなった。これらの実験結果を速度論的に議論するために有機官能基の減少を 1 次反応と仮定して各実験での速度定数 k を求めた。速度定数 k の温度依存性を基に < 200 °C での反応速度を見積もると、脂肪族炭化水素の C-H 結合 ($\sim 2925\text{cm}^{-1}$) の減少は、N-H・O-H 結合 ($\sim 3300\text{cm}^{-1}$) やアミド結合 ($\sim 1660\text{cm}^{-1}$ と $\sim 1515\text{cm}^{-1}$) よりも遅い反応であることが示唆された。これらの結果は、シアノバクテリア細胞中の脂肪族炭化水素 (C-H 結合) は細胞の中で最も加熱に耐性のある結合であることを示し、約 8.5 億年前のバクテリア化石から脂肪族炭化水素の C-H 結合が検出されたことと調和的である。