

カナダ・スティープロックにおける30億年前の海洋堆積物を用いた海洋化学変動の推定と微生物活動の関連

Microbial activity and ocean chemistry recorded in 3,000 million-years-old sedimentary rocks from Steep Rock, Ontario, Canada.

配川 正隆 [1]; 掛川 武 [2]; 新妻 祥子 [3]

Masataka Haikawa[1]; Takeshi Kakegawa[2]; Sachiko Niitsuma[3]

[1] 東北大・理・地球物質; [2] 東北大・理・地球物質; [3] 東北大院・理

[1] Dep. Mineral. Petrol. & Econ. Geol., Tohoku University; [2] IMPE., Tohoku Univ.; [3] IMPE., Tohoku Univ.

太古代における海洋環境は古くから盛んに議論されてきた(例えば Beukes, 2004)。そのなかでも大きな論点の1つになっているのが「太古代の海洋がいつから酸化になったか」という問題である。地球は、生物が誕生するまでは海洋においても大気中においても酸素を含まない環境であったと言われている。最初の生命は一般的に嫌気性微生物であったと考えられ、生命発生後もしばらくは酸素を含まない海洋が継続されたことが予想される(Nisbet and Sleep, 2001)。しかし、太古代のある時期に酸素発生型光合成細菌が出現し、海洋を酸化的なものへと変えていくこととなった。その変化がいつ、どのようにして起こったかについては未だにはっきりした答えが出ておらず、激しい論争の対象となっている(Summons et al., 1999)。

本研究ではカナダ・オンタリオ州のスティープロック地域を研究対象にした。ここには、約30億年前の海洋堆積物を起源とする岩石が分布している。巨大なストロマトライトが出現するなど、微生物活動の痕跡が残されていることも、このフィールドを選択した理由である。現地で地質調査を行い、微生物活動の考察などを通して、当時の海洋の酸化還元状態を復元することを目的とした。分析は偏光顕微鏡を用いた組織観察、元素分析計を用いた炭素含有量の測定、質量分析計を用いた炭素安定同位体比の測定、エネルギー分散型X線分析装置(EDS)を用いた主要元素の同定、卓上X線分析顕微鏡(XGT)を用いた元素マッピングを行った。

地質調査の結果、下層から順にストロマトライトを含む炭酸塩岩、黒色チャート、縞状鉄鉱層が見られた。このうちストロマトライト中には酸化マンガンの包有物が見られ、酸化バナジウムが点在している様子も確認された。これらの堆積物は当時の浅海に大量の酸素が溶存していたことの有力な証拠となる。また炭酸塩岩の最上部付近には、高い有機炭素含有量を示す黒色頁岩が見られた。黒色頁岩は一般的に酸素が存在せず、有機物が酸化されずに沈殿するような環境において形成される。これらの結果を複合すると、当時の海洋には酸化還元境界が存在し、浅海と深海においては酸化還元状態が異なっていた可能性がある。これまでの研究によって、海洋における酸化還元境界の登場は27億年以降であると考えられていた。しかし本研究によって、30億年前の海洋においても酸化還元境界が存在していた可能性を示すことができた。