

カナダ・ガンフリント層に記録された初期原生代海洋の酸化還元状態とそれに対応した微生物活動

Paleoproterozoic redox condition and microbial activity that recorded in Gunflint Formation, Ontario, Canada.

石田 章純 [1]; 掛川 武 [2]

Akizumi Ishida[1]; Takeshi Kakegawa[2]

[1] 東北大・地学専攻; [2] 東北大・理・地球物質

[1] Inst. Min. Pet. Econ. Geol. Tohoku Univ.; [2] IMPE., Tohoku Univ.

初期原生代に大気・海洋の酸化還元状態が変化したことが様々な地質学的証拠から言われている。特に、硫黄の安定同位体比における質量非依存同位体分別効果に注目した研究 (Farquhar *et al.*, 2003) からは、およそ 23 億年前ころから大気中に酸素が安定的に存在するようになった可能性が示唆されている。酸素の増加は地球・生命の進化に直結している問題である。大気中の酸素の増加は嫌気性生物にとって壊滅的な状況を作り出す。それまで地球上に繁茂していたであろう嫌気性の生物は酸素の増加によって堆積物の深部など嫌気的な環境に“封印”されることになる。このことはつまり酸素の増加によって1つの地質セクションに異なる生態系が棲み分けを行う可能性を示唆している。浅海性の堆積物には酸素増加によって進化した“新しい”生物が、深海性の堆積物には嫌気性の“古い”生物が保存されるのである。20億年前の地層を探ることによって、酸素増加による生物進化の過程を1つの地質セクション中に見出すことができるのである。

地質調査はカナダオンタリオ州のガンフリント層で行った。この層は過去の研究から浅海性及び半遠洋性の堆積物からなることが示唆されている。ガンフリント層のいくつかの部分にはウーライトが含まれており、岩相は主に炭酸塩岩、チャート、黒色頁岩からなった。

有機炭素含有量および硫黄含有量を採取したすべての試料について測定した。そのうち数十試料についてケロジェンの抽出を行い、組成分析及び炭素安定同位体比の測定を行った。

典型的ないくつかの試料については偏光顕微鏡を用いた鉱物観察を行い、より詳細な鉱物の同定のためにEPMAを用いた観察を行った。

その結果、ガンフリント層のS/C比は現在の海洋に近いものであることがわかった。また数種類の形態の異なる黄鉄鉱が存在することがわかった。そのうちフランボイダル状の黄鉄鉱には微量成分としてヒ素が含まれていた。この他の黄鉄鉱や周囲の炭酸塩岩中にはヒ素は含まれていなかった。このことは、フランボイダル状の黄鉄鉱は周囲の黄鉄鉱と異なり水中で形成された可能性を示唆している。リン酸塩鉱物の局所的な存在も観察された。このことから活発な生物活動があったことが示唆される。これらの証拠からガンフリント層堆積時には海洋中に酸化還元境界が存在したことがわかる。現代の海洋でもこのような境界付近では生物生産性が高まることが知られており、ガンフリント層堆積時も同様に生物活動が活発であったことがうかがえる。また、典型的ないくつかの岩石について有機地球化学的分析を行った。その結果、シアノバクテリアのバイオマーカーである2-メチルホパンなどが見つかり、基本的な第一次生産者がシアノバクテリアであることが分かった。

ケロジェンの組成分析の結果、酸化還元状態によってNの固定量に差が生じる可能性を示すことができた。ケロジェンの ^{13}C は-33.6~-31.4%でH/Cの値と同位体の値の相関関係を見て続成作用の要因を推定した。レイリー同位体分別効果の式から、(1)堆積前から ^{13}C にはバリエーションがあって同じ属性作用を受けたか、(2)同じ ^{13}C から異なる属性作用を受けたか、のどちらかであることを示すことができた。また、これら炭素同位体組成は一次生産者がシアノバクテリアであったとする結論と符合する。