

カナダ東部、原生代前期 Gowganda 層 (Huronian 累層群) における堆積岩の赤色度と岩相変化

Facies change and color variation of Paleoproterozoic sedimentary rocks of the Gowganda Formation, Huronian Supergroup, Canada

平井 建丸[1]; 田近 英一[2]; 多田 隆治[3]; 磯崎 行雄[4]; 山本 信治[5]; 後藤 和久[6]; 橘 省吾[7]; Kirschvink Joseph L. [8]

Takemaru Hirai[1]; Eiichi Tajika[2]; Ryuji Tada[3]; Yukio Isozaki[4]; Shinji Yamamoto[5]; Kazuhisa Goto[6]; Shogo Tachibana[7]; Joseph L. Kirschvink[8]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 東大・理・地惑; [3] 東大・理・地惑; [4] 東大・総合・広域; [5] 東大・理・地質; [6] 東大・理・地球惑星; [7] 東大・理・地球惑星; [8] カルテック・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.; [2] Dept. Earth Planet. Sci., Univ. of Tokyo; [3] DEPS, Univ. Tokyo; [4] Earth Sci. & Astron., Univ. Tokyo Komaba; [5] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ; [6] Earth and Planetary Sci., Univ. Tokyo; [7] Earth and Planet. Sci., Univ. of Tokyo; [8] GPS, Caltech

1. はじめに

カナダ・オンタリオ州ヒューロン湖北岸地域一帯に露出する Huronian 累層群は、原生代初期の氷河時代の記録を残した代表的な地層群である。この地層群が堆積したと推定される 22 ~ 24 億年前は、多くの研究者によって地球大気中の酸素濃度が急激に上昇したと考えられている時期である。酸素濃度増加は、砕屑性パイライトなど特定の酸化還元環境でのみ形成される鉱物の有無や質量に依存しない硫黄同位体分別作用の記録などによって議論されている。しかしながら、この時期全体に渡って大気海洋環境が還元的なものから酸化的なものへと具体的にどのように変化したのかについて、地質学・堆積学的な手法に基づき、実際の露頭・コアの連続的な観察によって議論した研究は多くない。

本研究の調査対象である Huronian 累層群はまさにこの酸素増加イベントがあったとされる時期に形成された地層群であり、地球表層環境が酸化的なものへと変化する様子を詳細かつ連続的に記録している可能性がある。特に Gowganda 層から上位で岩石の色が赤くなり、それが大気海洋の酸化過程と関係している可能性がある。Young et al. (2001) など多くの研究者が同累層群に注目して地質学的な研究を行っており、その堆積環境についてはこれまでも詳細な議論がなされているが、地球大気中の酸素増加イベントを堆積環境とともに復元することを目的とした研究はあまり多くない。そこで本研究では、Huronian 累層群の堆積学的な観察とその色によってその堆積環境の変化と酸化還元状態の変遷を復元し、どのように酸化還元環境が変化したのかを議論する。

2. 堆積環境の復元

Huronian 累層群は 3 回にわたる氷河時代の繰り返しの記録を残している。それらのうちもっとも上位に位置する Gowganda 層は同累層群において酸化的な環境を示唆する赤色層が初めて現れる堆積層であり (Rainbird and Donaldson, 1988)、地球表層環境が酸化的に変化する過程を記録している可能性が高いと考えられる。また Bekker et al. (2001) によれば、同層は南アフリカ北西部に露出する同年代の氷河堆積物である Makganyene Diamictite 層と対比できる可能性がある。Kirschvink et al. (2000) はこの Makganyene Diamictite 層直上に堆積した縞状鉄鉱床およびマンガン鉱床に注目し、氷河期直後に酸素濃度の急激な上昇が生じた結果、鉄・マンガンの大規模な酸化・沈殿が生じたというシナリオを提唱している。そこで今回の発表ではこの Gowganda 層における堆積環境の変化と酸化還元状態の変化を反映すると考えられる色の変化の関係を明らかにすることを試みる。Gowganda 層の堆積環境の推定は、主としてボーリングコアおよび露頭から取得した岩石試料の観察・記載による岩相の認定に基づいて行う。

Gowganda 層は 2 つの部層 (下位から Coleman 部層および Firstbrook 部層) に分けられ、ボーリングコア試料は Coleman 部層の基底から上位の Lorrain 層下部までを含んでいる。Coleman 部層はダイアミクタイト層とそれに続くドロップストーンを含み葉理のある泥質岩層、上方細粒化した砂岩層が 4 回以上繰り返しており、氷河の拡大・後退が何度も繰り返していたことを示唆する。Firstbrook 部層は厚い平行葉理を持つ泥質岩層の上に波状構造をもつ細粒砂岩層、タービダイトが頻繁に挟在する中粒砂岩層、平行および斜交葉理をもつ中粒砂岩層が堆積し、Lorrain 層下部の細粒礫岩層がこれに続く。これらの特徴から、氷河が後退した後に海水準もしくは湖面が急激に上昇して安定し、再び低下して陸源砕屑物が堆積したと考えられる。

3. 岩石の赤色度を用いた酸化還元度の推定

Gowganda 層の岩石を連続的に観察すると、下位から上位に向かって堆積岩の色が緑色から赤色に変化することが分かる。この色の変化が鉄の酸化度の違いによるものであり、地表環境の酸化還元状態の変化を反映したものであるとすれば、赤色度の変化をもちいて堆積環境の酸化還元状態を議論できるはずである。そこで色の変化を定

量的に測定し、鉱物組成の変化と比較することで、その変化の原因を検討した。これまでボーリングコアの各試料について分光光度計を用いて色を測定し、氷河期直後から赤い泥岩が堆積し始めるなど色の変化が岩相の変化と対応していることが分かった。またいくつかの試料について XRD で鉱物組成を調べた結果、赤色度 (a^*) が赤鉄鉱の含有量を反映していることが明らかとなった。今後は、さらにこれが初生的な Fe^{2+} / Fe^{3+} の変化を反映したものであるかを検証したいと考えている。