

後期古原生代の浅海域における酸化還元状態の変化：カナダ・ケープスミス帯

The redox condition of late Paleoproterozoic shallow marine environment: The Cape Smith Belt, Canada

*元村 健人¹、清川 昌一¹、池原 実²、佐野 貴司⁴、田中 健太郎³、三木 翼³、佐野 有司³

*Kento Motomura¹, Shoichi Kiyokawa¹, Minoru Ikehara², Takashi Sano⁴, Kentaro Tanaka³, Tsubasa Miki³, Yuji Sano³

1. 九州大学、2. 高知大学、3. 東京大学、4. 国立科学博物館

1. Kyushu University, 2. Kochi University, 3. University of Tokyo, 4. National Museum of Nature and Science

海洋の酸化還元状態の変化は海洋中の微量元素組成に大きな影響を与える事が知られている。先行研究では先カンブリア紀の海洋において生物必須元素濃度の低下により生物の進化が阻害されていた事が示唆されてきたが(Anber and Knoll, 2002), 先カンブリア紀を通じた海洋酸化還元状態については、未だ不明な点が多い。特に後期古原生代には大酸化事変により海洋環境が大きく変化したとされているが(Lyons et al., 2014), その詳細な変動過程や原因については明らかでない。そこで本研究では約50mの岩相層序と主要・微量元素組成, C-N-S同位体比を含む化学層序を構築し, 当時の海洋環境に関する検討を行なった。

本研究ではカナダ・ケープスミス帯のPovungnituk層群の北部より掘削されたコア試料を研究に用いている。コア試料に含まれる層序は約19億年前にスペリオルクラトンの縁辺に堆積した約50mの砂岩---黒色頁岩互層より構成され, 粗粒砂岩の優勢部から黒色頁岩の優勢部へと変化する上方細粒化のシーケンス(下部層)とその上位の細粒砂岩優勢部(上部層)に大きく分ける事ができる。

分析の結果, 下部層砂岩優勢部においてV濃度及び軽元素同位体比の変動が確認された。V濃度は55ppmから327ppmまで上昇し, その後緩やかに73ppmまで減少する。硫黄同位体比は, +12‰から-5‰まで減少し, その後緩やかに+14‰まで上昇する。有機炭素同位体比は-31‰から-33‰まで減少したのち緩やかに-32‰まで上昇する。窒素同位体比はおよそ+4‰から+9‰の間で変動する。

以上の分析結果は海洋の酸化還元状態の変動とその原因となる炭酸イオン及び硫酸イオン量の変化, 酸化還元状態の変化に伴う海洋表層の硝酸イオン量変化を示すと考えられる。層序最下部において, 黒色頁岩中のV濃度を有機炭素含有量(TOC)で規格化した値(<50 ppm/%)は同年代の強還元的環境(富H₂S)で堆積した黒色頁岩(Bravo Lake層: Partin et al., 2014)の値よりも低い値をとる。しかし下部層砂岩優勢部でV/TOCは上昇し(~105ppm/%), 先行研究によって得られたデータの平均値を超える。このようなV/TOCの上昇は, 海洋が弱還元的環境から強還元的環境へと変化したことに由来すると考えられる。また, 以上の見解はV濃度とTOCの相関関係を用いた酸化還元状態の復元結果と整合的である。窒素同位体比のデータ(+7 --+9 ‰)は現在の海洋と同じように高い値を示す。このことは硝化や脱窒, アンモニウム同化により, 海洋中の窒素同位体比が高くなっていった可能性を示す。有機炭素同位体比と硫黄同位体比データは同時期に変化しており($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$: -30.6 --33.2 ‰, $\delta^{34}\text{S}$: +11.9 --4.1 ‰), ある共通の地質現象によって環境変化が起きたことを示す。 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$, $\delta^{34}\text{S}$ の減少は軽いH¹²CO₃⁻やSO₄²⁻の流入が原因であると考えられ, それらを引き起こす地質現象として巨大火成活動や, 海退に伴う黒色頁岩等の酸化的風化が挙げられる。

キーワード：後期古原生代、酸化還元状態

Keywords: Late Paleoproterozoic, Redox condition