

原生代末期 - 古生代前期における深海の酸化還元環境：メスバウアー分光法による遠洋深海チャートの検討

Redox of the latest Proterozoic-Early Paleozoic deep ocean: Moessbauer spectroscopic analysis of deep-sea chert

佐藤 友彦 [1]; 磯崎 行雄 [2]; 松尾 基之 [3]

Tomohiko Sato[1]; Yukio Isozaki[2]; Motoyuki Matsuo[3]

[1] 東大・地惑; [2] 東大・総合・広域; [3] 東大院・総合文化・広域科学

[1] Univ. Tokyo Komaba; [2] Earth Sci. & Astron., Univ. Tokyo Komaba; [3] Univ. of Tokyo, Komaba

生命進化は、地球大気組成、とくに酸素分圧の変遷に大きく影響を受けてきた。原生代末において、大型生物出現の直前に、地球表層における酸素分圧が上昇し、それまで長期間酸素欠乏状態にあった深海水が初めて酸化になったと考えられているが、酸化の程度や時期の詳細は未解明である。

地球表層の大半を占める海洋底の遠洋深海堆積物は、グローバルな環境変動を記録している。しかし、ジュラ紀より古い時代の海洋底は、プレート沈み込みにより失われたため、200 Ma 以前の遠洋深海の記録は、過去の付加体中の遠洋深海チャートから読み取るほかない。

本研究では、付加体中に産する原生代末期 - 古生代前期の遠洋深海チャート試料について、 ^{57}Fe メスバウアー分光法を用いて含有鉄化学種を同定し、当時の深海における酸化還元状態の解明を試みた。試料は、英国 Wales 州（後期原生代）、ロシア南部 Gorny Altai 山地（エディアカラ紀 - カンプリア紀）、カナダ東部 Newfoundland 島（オルドビス紀）、およびモンゴル中央部 Bayanhongor 地域（デボン紀）から採取された層状チャートである。

測定で得られたメスバウアースペクトルに対し、個々のピークの線形結合によるカーブフィッティングを行った。その結果から求めたメスバウアーパラメーター（異性体シフト、四極分裂、内部磁場）の値を、標準試料の実測値や文献値と比較することにより、鉄化学種の同定を行った。今回測定した全てのチャート試料中には、1種のセクステット（6本1組のピーク）および2種のダブルット（2本1組のピーク）に対応する計3種の鉄化合物が識別された。すなわち、赤鉄鉱（ Fe_2O_3 ）、常磁性3価鉄、および常磁性2価鉄である。さらに、Gorny Altai 山地の試料には第4の鉄化学種（未同定）がわずかに識別された。黄鉄鉱（ FeS_2 ）のピークは、常磁性3価鉄のピークと重なり合うが、これらを分離するために、黄鉄鉱のピーク位置を予め固定してフィッティングを行った。

各試料が共通して含有する主な鉄鉱物は、明瞭なセクステットを呈する赤鉄鉱である。このことから、4地域で得られたチャートは、いずれも「酸化的」な環境で堆積したことが示唆される。ここでは、 $\text{Fe(III)}/\text{Fe(II)}$ の酸化還元電位により、チャート堆積環境を評価している。すなわち、原生代末期 - 古生代前期の深海では、3価の鉄が水酸化鉄として沈積した後、続成作用を経て赤鉄鉱として固定されたと考えられる。ちなみに、鉄を2価の状態を含む黄鉄鉱は、いずれの試料にも認められない。

この結果から、P-T 境界の Superanoxia や、ジュラ紀 Toarcian OAE などの特異な時期を除くと、原生代末期まで含め、顕生代の遠洋深海は基本的に酸化的な条件が保たれてきたことが明らかになった。一方、先カンブリア時代の深海は一般に還元的であったと推定されているが、今回の結果から、遅くとも原生代末までには、深海底における溶存酸素量が、鉄を3価の状態に酸化する程度まで増加していたことが示唆された。今後、さらに古い時代の遠洋深海チャートを検討することで、地球史において深海底が初めて酸化になった時期の特定が期待される。