

カナダ、ハーン累層(1.9Ga)のストロマトライトの縞の時系列解析

Time series analysis of the lamination of the stromatolites in the Hearne Formation, Canada(1.9Ga)

岡庭 輝幸 [1], 高野 雅夫 [2], 熊澤 峰夫 [3], 川上 紳一 [4], 磯崎 行雄 [5]

Teruyuki Okaniwa [1], Masao Takano [2], Mineo Kumazawa [3], Shin-ichi Kawakami [4], Yukio Isozaki [5]

[1] 名大・理・地球惑星, [2] 名古屋大・理・地球惑星, [3] JNC・東濃, [4] 岐阜大・教育, [5] 東大・総合・広域

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ, [2] Dep. Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ., [3] Tono, JNC, [4] Fac. Educ. Gifu Univ., [5] Earth Sci. & Astron., Univ. Tokyo Komaba

堆積物の縞からリズムとイベントを検出し、当時の環境変動を解読するために、19億年前のカナダ、ハーン累層最上部のストロマトライトについてSXAMを用いて化学柱状図を作成し、時系列解析を行なった。その結果、Ca, Si, Kおよび層厚の周期に約6枚と9枚の共通したピークが見られた。また、主成分分析により抽出された第一主成分のスペクトルにおいては、この二つのピークがより明瞭に検出された。もし一枚の縞が年層だと仮定すると、これは19億年前のストロマトライトの縞に数年程度の周期的変動が記録されていることを意味する。

堆積物の縞からリズムとイベントを検出し、それにより天体力学系周期や地球環境変動を解読するという研究は、全地球史解読の中心研究課題の一つである。その中で本研究では、極めて良好な縞の保存されている19億年前のカナダ、ハーン累層最上部のストロマトライトについて化学柱状図を作成し、時系列解析を行なった。

このストロマトライトは、非対称な三角錐状のドーム構造(底辺5~10cm, 高さ3~5cm)を持ち、垂直断面ではsurface normalに成長した200 μ m~1mm orderの緻密な縞が観察される。鉱物は主にドロマイトと石英から成り、主要元素はCa, Mg, Si, Fe, K, Alである。MgとCaの分布は一致し、ドロマイトを示す。Feは一部ヘマタイトとして散在しているが、おもにドロマイトの2価のサイトを置換して入る。またSiは主として石英、微量のK, Alは白雲母などの粘土鉱物として含まれる。縞は、肉眼では数100 μ mの緻密な明暗互層となっており、側方に非常に連続性が良く、層厚はほぼ一定である。暗層は主にドロマイトの細粒結晶からなり、明層は主に石英とドロマイトの粗粒結晶からなる。

化学柱状図作成のためにまず、走査型X線分析顕微鏡(SXAM)を用いて主要元素のうち分析可能なCa, Fe, Si, Kの4つについてストロマトライト断面の元素濃度分布を測定した。一枚の画像は512x512pixelのデジタルデータで、測定範囲は10.24x10.24mmである。測定領域を一部重複させて画像を連続して測定し、堆積方向に約20cmの元素濃度分布画像を得た。次に、それぞれの画像について縞に沿った方向に値を平均し、元素濃度プロファイルを作成した。さらに、一枚の縞が一定期間で堆積したことを仮定し、Kプロファイルのピークの半値幅の位置を縞の境界として一層当たりの平均元素濃度と平均層厚に換算したプロファイル(Kバンドプロファイル)を作成、時系列解析を行なった。時系列解析はFFTと、2パラメータAICを評価基準とする存否法を用いた。また、Kバンドプロファイルの主成分分析により、各プロファイルに共通な成分を抽出し、そのプロファイルについても同様に時系列解析を行なった。

フーリエ解析の結果では、Ca, Si, Kおよび層厚の周期に約6枚と9枚の共通したピークが見られた。一方Feではこの2つの周期付近に明瞭なピークはなく、より長周期側にピークを持っていた。第一主成分のスペクトルにおいては、この二つのピークがより明瞭に検出され、各元素に共通な周期であることが確認された。ただし第一主成分においてCa, Fe, Si, K, 層厚の寄与率はそれぞれ0.37, 0.02, 0.16, 0.23, 0.22となっており、Feの寄与率は極端に小さく、やはり別の挙動を示している。また、存否法の解析においても同様に、6枚と9枚の共通な周期がFe以外からは検出された。

このストロマトライトは、ドロマイト化や珪化の影響を被っている点において、明らかに元素濃度のパターンは初生的ではないが、今回各元素等の変動に共通な周期性が検出されたことは、なにかしら初生的な情報を保持していると考えられる。そして、Jones(1981)で指摘されたように、もし一枚一枚の縞が年層としたならば、ストロマトライトの縞に数年程度の周期的変動が記録されていることを意味する。現在の地球におけるこの程度の時間スケールの周期的な環境変動といえば、例えばENSOのような気候変動が挙げられる。これは、周期は異なるにせよ、19億年前にもこのような数年程度の気候変動が存在することを示唆する結果かもしれない。