

## 白亜紀海洋無酸素事変における海洋底層の酸化還元状態の変動：生物擾乱強度の定量化からの示唆

### Fluctuations in benthic redox condition through the Cretaceous ocean anoxic event indicated by the bioturbation intensity

# 荷福 洸 [1]; 坂本 竜彦 [2]; 飯島 耕一 [3]; 小川 奈々子 [4]; 大河内 直彦 [5]; 前田 晴良 [6]; 高嶋 礼詩 [7]; 西 弘嗣 [8]; 岡田 尚武 [9]

# Ko Nifuku[1]; Tatsuhiko Sakamoto[2]; Koichi Iijima[3]; Nanako, O. Ogawa[4]; Naohiko Ohkouchi[5]; Haruyoshi Maeda[6]; Reishi Takashima[7]; Hiroshi Nishi[8]; Hisatake Okada[9]

[1] 京都大・理・地鉱 / IFREE, JAMSTEC; [2] IFREE, JAMSTEC; [3] 海洋研究開発機構、IFREE; [4] JAMSTEC/IFREE; [5] 海洋研究開発機構; [6] 京都大・理・地鉱; [7] 東海大・海洋・海洋資源; [8] 北海道大・理・自然史科学; [9] 北大・理・地球惑星

[1] Geol. & Mineral., Fac. Sci., Kyoto Univ. / IFREE, JAMSTEC; [2] IFREE, JAMSTEC; [3] IFREE, JAMSTEC; [4] IFREE, JAMSTEC; [5] JAMSTEC; [6] Geol. & Mineral., Fac. Sci., Kyoto Univ.; [7] Marine Sci. & Tec., Tokai Univ.; [8] Dept.Natl.His.Sciences, Fac.Sci., Hokkaido Univ.; [9] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

白亜紀中期は活発な火成活動を背景として、温暖化が極度に進行した時代である。この時代には、しばしば海洋の広範囲に貧/無酸素水塊が発達し、有機物に富む黒色頁岩が堆積したことが知られている。このイベントは海洋無酸素事変 (Ocean Anoxic Event: OAE) と呼ばれており、当時の地球環境および生物活動に大きな影響を与えたことが知られている。しかし、実際にどのようなメカニズムで貧/無酸素水塊が形成されたかについては現在も議論が続いている。その理由のひとつとして、海洋無酸素事変の発生から終息にいたるまでの、貧/無酸素水塊の発達と消滅の過程自体がまだ十分に解明されていないということがあげられる。そこで本研究は、白亜紀アプチアンに起きた汎世界的な海洋無酸素事変 OAE1a (約 120Ma) について、当時の海洋底層の酸化還元状態の変動を高時間解像度で復元することを試みた。この OAE1a に関して、多くの地域では、炭素同位体比の負のスパイクと同時に黒色頁岩の堆積が開始されたことが知られている。

本研究では、当時の西テチス海北部で堆積した半遠洋性の地層である、フランス南東部ボコンチアン堆積盆の OAE1a 相当層を対象として研究をおこなった。本研究には陸上掘削コアおよび露頭からの連続切り出し試料を使用した。調査地の岩相は、下位から石灰岩・泥灰岩の互層、有機物および黄鉄鉱に富んだ暗灰色の泥岩および頁岩 (OAE1a 相当層)、明灰色でより石灰質な泥岩～泥灰岩へと変化する。ここで本研究では、地層中に残された生物擾乱強度の変動を高解像度かつ定量的/半定量的に評価することを試みた。具体的には、OAE1a 相当層を含む総層厚約 18 m の層準について、深度方向に 5mm 間隔 (OAE 層およびその近傍層)、もしくは 10mm 間隔 (その他の層準: 石灰岩, 石灰質泥岩～泥岩層) で計測区間を設定し、各計測区間内の基質岩相に対する生痕化石 (Burrow) の占める割合 (面積比) と各計測区間内に含まれる Burrow の短径の最大値・最小値・最頻値を計測した。また、同一の計測区間を使用して、各計測区間内に存在するラミナの保存度 (発達度) の計測もおこなった。ラミナの保存度は、計測区間内に存在するラミナの面積を百分率で示した。これら生物擾乱強度・ラミナの保存度に加えて、黄鉄鉱の濃集度の肉眼観察および非破壊蛍光 X 線コアロガー ("TATSCAN-F1, F2") で計測した主要元素組成も考慮して、堆積時の酸化還元状態を復元した。OAE1a 相当層の層序および相対的な年代は、本地域の炭素同位体比変動を Menegatti et al. (1998) に対比することにより推定した。

本研究の結果、OAE1a 相当層およびその上下の層準を通じて生物擾乱強度が周期的に変動しており (層厚約 300cm, 50cm, 15cm 周期 = 約 76 万年, 約 12 万年, 約 4 万年周期など)、このサイトではもともと海洋底層の溶存酸素量が周期的に変動するような環境だったことが推定された。このような環境を背景として、OAE1a 発生時には、以下のような酸化還元状態の変動が起きていたことが推定された (1) このサイトでは、炭素同位体比の負のスパイクが起きる直前の約 40 万年前に生物擾乱強度が急激に減少し、この層準から炭素同位体比の負のスパイクがおきる層準まではほとんど生物擾乱は認められなかった。さらにこの区間には、しばしば極細粒の黄鉄鉱が高密度で濃集する層準が認められた。そのため、この期間は主に Euxinic ~ Anoxic の間で海洋底層の酸化還元状態が変動していたと推定される (2) 炭素同位体比の負のスパイク直後の約 60 万年間に相当する層準では、しばしば周期的に変動する弱い生物擾乱 (層厚約 15cm 周期 = 約 4 万年周期) が発達するが、いくつかの層準では生物擾乱は認められない。そのため、この期間は主に Anoxic ~ Dysoxic の間で酸化還元状態が変動していたと推定される (3) 炭素同位体比の負のスパイクから約 60 万年後以降に相当する層準では、生物擾乱強度は周期的な変動 (層厚約 15cm 周期 = 約 4 万年周期) を示しながらも、徐々にその強度が強くなっていく。そのため、この期間に海洋底層の酸化還元状態は Dysoxic から Oxidic へと、より酸化的な状態へ漸移していったと推定される。以上の結果をもとに、本発表では OAE1a 発生時の貧/無酸素水塊の発達・衰退過程とその形成のメカニズムについて考察をおこなう。

#### [参考文献]

Menegatti et al. (1998), *Paleoceanography*, 13, 530-545.