

硫黄・炭素同位体組成で推定するペルム紀中 - 後期境界における海洋環境変遷 Sulfur and carbon isotope study for understanding environmental changes across the Middle/Late Permian boundary

丸岡 照幸^{1*};磯崎 行雄²

MARUOKA, Teruyuki^{1*}; ISOZAKI, Yukio²

¹ 筑波大学・生命環境系, ² 東京大学大学院・総合文化研究科

¹University of Tsukuba, ²University of Tokyo

ペルム紀末の大量絶滅は顕生代最大規模であったとされているが、この絶滅イベントは単一の事象ではなく、ペルム紀中期-後期 (Guadalupian-Lopingian; G-L) 境界、狭義のペルム紀-トリアス紀 (Permian-Triassic; P-T) 境界の二つのイベントからなることが指摘されている [1, 2]。生物相が回復するよりも前に次のイベントが起こったことで、絶滅の規模が拡大したと考えられている [3]。これまで狭義の P-T 境界に関わる研究は精力的に進められてきているが、G-L 境界に関わる研究例は少なく、何が起きたのかについては不明な点が多い。しかし、ペルム紀末の大量絶滅を本質的に理解するためには、G-L 境界に関する研究は不可欠であり、本研究でもこの境界について取り扱う。硫黄・炭素同位体比に関する議論を組み合わせて G-L 境界における海洋環境の変遷を議論する。

宮崎県高千穂町の上村地域に分布する古海山起源のペルム系中部上部統石灰岩を対象とした。海洋硫酸の硫黄同位体比の復元に使われる炭酸塩構造置換態硫酸 (carbonate-associated sulfate; CAS) は文献 [4] にある方法に従って回収した。酸処理後の残渣を回収し、その硫黄・炭素同位体比分析も行った。残渣の硫黄・炭素同位体はそれぞれ硫化物・有機物の同位体を表す。炭酸塩鉱物の同位体に関しては、すでに Isozaki et al. [5] に報告があり、本研究でもその値を議論に用いる。

G-L 境界を挟む上位下位両方で、 $\delta^{34}\text{S}_{\text{CAS}}$ と $\delta^{13}\text{C}_{\text{carbonate}}$ の逆相関を見出した。通常の海洋では、堆積物への有機物供給量の増加に伴い硫化物埋没量が増加する。前者は $\delta^{13}\text{C}_{\text{carbonate}}$ 、後者は $\delta^{34}\text{S}_{\text{CAS}}$ として記録されるので、これらの指標は正相関を示すことが多い。硫酸還元が堆積物内で起こっている酸化海洋では、バクテリアの利用可能な有機物のほとんどは堆積物に供給される前に (沈降中に) 酸化されている。したがって、有機物供給量が増加すると (濃度が低いがわずかに残る) バクテリア利用可能な有機物量が増加する。このために硫酸還元量は有機物供給量と相関する。一方で、硫化水素が海水に存在するような貧酸素状態の海洋では、バクテリアによる硫酸還元によって沈降中の有機物が酸化分解される。このために硫化物生成量が増えると有機物埋没量は減少し、 $\delta^{34}\text{S}_{\text{CAS}}-\delta^{13}\text{C}_{\text{carbonate}}$ の逆相関を示すことになる。この逆相関の存在は、G-L 境界前後の海洋ですでに貧酸素環境が生じていたことを示している。

G-L 境界では $\delta^{34}\text{S}_{\text{CAS}}-\delta^{13}\text{C}_{\text{carbonate}}$ 逆相関の傾きが変化している。これは海洋に供給される C/S 比が変化したことを示し、火山活動様式の変化を示している。境界後には CO_2 により富んだ火山活動へと変化したことを示している。

[1] Jin, Y.G., Zhang, J. and Shang, Q.H. (1994) Can. Soc. Petr. Geol. Mem., 17, 813-822. [2] Stanley, S.M. and Yang, X. (1994) Science, 266, 1340-1344. [3] Isozaki, Y. (2009) J. Asian Earth Sci. 36, 459-480. [4] Kampschulte, A., Bruckschen, P., Strauss, H. (2001) Chem. Geol. 175, 165-189. [5] Isozaki, Y., Kawahata, H. and Ota, A. (2007) Global Planet. Change 55, 21-38.

キーワード: ペルム紀中 - 後期境界, 大量絶滅, 海洋無酸素, 炭酸塩置換体硫酸, パンサラッサ

Keywords: Guadalupian-Lopingian boundary, mass extinction, oceanic anoxia, carbonate-associated sulfate, Panthalassan paleoatoll carbonates