

## 西オーストラリア・ピルバラにおけるDXCL掘削コアを用いた32億年前の海洋底環境復元:層序及び硫黄同位体の解析結果

### Reconstruction of 3.2Ga ocean floor environment from DXCL Drilling cores, Pilbara, Western Australia.

坂本 亮<sup>1\*</sup>, 清川 昌一<sup>1</sup>, 伊藤 孝<sup>2</sup>, 池原 実<sup>3</sup>, 奈良岡 浩<sup>1</sup>, 山口 耕生<sup>4</sup>, 菅沼 悠介<sup>5</sup>, 細井 健太郎<sup>3</sup>, 宮本 弥未<sup>2</sup>

Ryo Sakamoto<sup>1\*</sup>, Shoichi Kiyokawa<sup>1</sup>, Takashi Ito<sup>2</sup>, Minoru Ikehara<sup>3</sup>, Hiroshi Naraoka<sup>1</sup>, Kosei E. Yamaguchi<sup>4</sup>, Yusuke Suganuma<sup>5</sup>, Kentaro Hosoi<sup>3</sup>, Yasue Miyamoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学地球惑星科学部門, <sup>2</sup>茨城大学教育学部, <sup>3</sup>高知大学海洋コア総合研究センター, <sup>4</sup>東邦大学理学部化学科・JAMSTEC・NASA, <sup>5</sup>国立極地研究所

<sup>1</sup>Earth and Planetary Sci, Kyusyu Univ., <sup>2</sup>Education, Ibaraki Univ., <sup>3</sup>Core Research, Kochi Univ., <sup>4</sup>Chemistry, Toho Univ., JAMSTEC, NASA, <sup>5</sup>National Institute of Polar Research

西オーストラリア, ピルバラ海岸グリーンストーン帯には32億年前の低変成度のデキソンアイランド層及びクリバービル層が分布している。これらの地層はグリーンストーン帯の中でも連続性の良い層序を残しており, 詳細な野外調査の結果から海洋性島弧における海底堆積物であると考えられている (Kiyokawa et al., 2006など)。この連続層について未風化の試料を採取し, 詳細な堆積相解析・化学分析を行う事で当時の海洋底環境復元に大きな制約を与える事が可能である。本研究では2007年のDXCL掘削(Yamaguchi et al., 2009)によって得られた3本の掘削試料(下位よりDX, CL2, CL1)を用いて, これらの層の詳細な岩相・層序記載および硫黄同位体分析を行い, 当時の海洋底環境の復元を試みた。

#### <岩相・層序変化>

掘削試料の全層厚約130 mのうち, 変形の無い連続コア(層厚DX: 45 m, CL1: 30 m CL2: 23 m)について各岩石の層厚及び層数を測定し, 構成物の層序変化を求めた。

DXコアはデキソンアイランド層上部にあたり, 主に粘土サイズの粒子を含む黒色頁岩(1705層)・層状黄鉄鉱(1395層)・灰色チャート(298層)で構成される。CL1及びCL2コアはクリバービル層下部にあたり, 主にシルトサイズの粒子を含む黒色頁岩(CL2: 219層, CL1: 276層), 層状黄鉄鉱(CL2: 44層, CL1: 137層), 火山碎屑物からなるシルト-細粒砂岩(CL2: 10層, CL1: 27層, DXには無し)で構成される。1層ごとの厚さに着目すると, 特に黒色頁岩において, それぞれ平均DX: 2.1 cm, CL2: 9.5 cm, CL1: 14.4 cmと上方厚層化する。また層状黄鉄鉱はDX下部: 10 cm, 上部: 3 cm, CL2: 0.6 cm, CL1: 0.3 cmと上方薄層化し層数も大きく減少する。

#### <安定硫黄同位体分析>

コア中の黄鉄鉱を含む黒色頁岩粉末63試料について安定硫黄同位体分析を行い, DXで-1.9から+12.9‰, CL1で+1.7から+24.9‰, CL2で+4.4から+26.8‰の $\delta^{34}\text{S}$ 値が得られた。CL1及びCL2では分別幅が広がっており, より重い値になる傾向が見られた。また太古代には $\text{SO}_2$ ガスの光分解によって発生する質量非依存性同位体分別が顕著に見られる(Farquhar et al., 2000)。この強度を示す $\Delta^{33}\text{S}$  ( $\Delta^{33}\text{S} = \delta^{33}\text{S} - 0.515 \times \delta^{34}\text{S}$ ) 値は, 全体で-0.9から+0.7‰の狭い範囲におさまり, 各コアの黄鉄鉱には質量依存の同位体分別が卓越する事が確認された。

#### <まとめ>

堆積場: デキソンアイランド層からクリバービル層にかけて, 1)黒色頁岩の単層の厚層化(数cmから数十cm)及び粗粒化, 2)黄鉄鉱層の薄層化及び出現頻度の減少, 3)火山碎屑物薄層の出現の特徴が見られた。よってこれらの地層の堆積場は, 静穏な嫌氣的堆積場から粒子供給が増

え、嫌氣的ではあるが徐々に浅くなり、しばしば火山活動の影響を受ける堆積場に変遷したと考えられる。

$\delta^{34}\text{S}$ 値及び $\Delta^{33}\text{S}$ 値：-1.9‰から+26.8‰を示す $\delta^{34}\text{S}$ 値は、外部からの硫酸の供給のない環境下において硫酸還元菌が活発に活動していた事を示唆する。このような環境として、堆積物上に海水との物質交換が殆ど無い厚い有機物層が形成していたと考えられ、この内部において硫酸還元が進行し、重い同位体比を持つ黄鉄鉱が形成したと考えられる。また質量依存の分別が卓越する事は、堆積場付近の海水中に光分解の影響を受けた物質が少なく、また堆積場も光分解を受けにくい環境であったことを示唆する。

以上の事より、約32-30億年前のデキソンアイランド・クリバービル層について、著しく嫌氣的で有機物が多く沈殿する静穏な堆積場から次第に火山活動の影響を受ける浅い堆積場が変わる堆積場の変遷が復元された。当時の海底では厚い嫌氣的滞留層が形成され、より深いところでは熱水活動の影響による硫化物層が堆積し、上部では硫酸還元菌が非常に活発に活動していたと考えられる。

キーワード: DXCL掘削, 黒色頁岩, 黄鉄鉱, 硫黄同位体比, 太古代, 表層環境

Keywords: DXCL Drilling, black shale, pyrite, sulfur isotope ratio, Archean, surface environment