

顕微 FT-IR および顕微 Laser Raman 法による約 32 億年前の黒色頁岩中の有機物の起源の制約

Origin of organic matter in 3.2 Ga black shale revealed by infrared and laser Raman microspectroscopy

中村 智博^{1*}, 山口 耕生², 池原 実³, 清川 昌一⁴, 伊藤 孝⁵

NAKAMURA, Tomohiro^{1*}, YAMAGUCHI, Kosei E.², IKEHARA, Minoru³, KIYOKAWA, Shoichi⁴, ITO, Takashi⁵

¹ 東邦大学大学院理学研究科化学専攻, ² 東邦大学大学院理学研究科化学専攻, NASA Astrobiology Institute, ³ 高知大学海洋コア総合研究センター, ⁴ 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学専攻, ⁵ 茨城大学教育学部

¹Toho University, ²Toho University, NASA Astrobiology Institute, ³Kochi University, ⁴Kyushu University, ⁵Ibaraki University

地球史初期における生命進化を探る上で、堆積岩に残された有機物は極めて重要な情報を持つ。オーストラリア北西部 Pilbara 地方で行われた DXCL-DP(Dixon Island-Cleaverville Drilling Project; Yamaguchi et al., 2009) により約 32 億年前の黒色頁岩が 3 か所の層 (CL1, CL2, DX) で得られたが、その黒色頁岩中の有機物の起源を、受けた熱変成の程度と合わせて明らかにすることを目的に、抽出した kerogen について分光学的研究を行った。高知大学海洋コア総合研究センターの顕微 Laser Raman 分光装置と顕微 FT-IR 分光計を用いて、前者では 64 試料 (CL1: 22 個、CL2: 19 個、DX: 23 個)、後者では 9 試料 (CL1: 5 個、CL2: 4 個) の kerogen を測定した。Raman スペクトルからは有機物に特徴的なピークである D バンドと G バンドの中心波数および半値幅を求め、IR スペクトルからは脂肪酸炭化水素の CH₃ 基と CH₂ 基の非対称伸縮振動ピーク高の比を求めた。

Raman スペクトルの D・G バンドの中心波数は CL1, CL2, DX それぞれでわずかにシフトしているが、深度方向での差が小さいことから、有機物は層全体で一様に弱い熱変成を受けたと考えられる。一方、CL1, CL2 の半値幅が DX のそれより小さいので、上位の CL 層は下位の DX 層と比べて、より熱変成を受けたと考えられる。IR スペクトルの ν_{as} CH₃ と ν_{as} CH₂ のピーク高の比から、有機物を真核生物由来、バクテリア由来、アーキア由来の 3 種に分類できるとした研究がある (Igisu et al., 2009)。この方法を本研究の結果に適用すると、DXCL の約 32 億年前の黒色頁岩中の有機物の起源として、バクテリアや真核生物が候補として挙げられることになる。有機溶媒や酸に不溶である (つまり岩石中を液相で移動することのない) kerogen を生物起源とすることに関しては、産状および上記データのみならず炭素および窒素同位体組成に関する先行研究 (細井他, 2011、山田他, 2011、小林他, 2012) から何の矛盾もないが、とりわけ真核生物を起源とすることに関しては、現状ではその出現時期とされる年代を大いに遡ることになる約 32 億年前という DXCL 黒色頁岩の堆積年代からして、慎重な議論が必要となる。さらに、熱変成の際の有機物の変質 (Raman および IR スペクトルの変動) を定量的に考慮せねばならず、系統的な室内実験が必要となる。詳細な検討を重ねる必要があるが、もし本試料の熱変成の際の有機物の変質が極めて小さく、かつ Igisu et al. (2009) が有効であるならば、約 32 億年前の有機物の起源は既に極めて多様であった可能性がある。

キーワード: オーストラリア, 黒色頁岩, ケロジェン, レーザラマン, フーリエ変換赤外, 太古代

Keywords: Australia, Black Shales, Kerogen, Laser Raman, Fourier Transform Infrared, Archean