

Archean 黒色チャートのラマン分光分析

Raman spectroscopy of Archean black cherts

北島 富美雄 [1]; 清川 昌一 [2]; 池原 (大森) 琴絵 [3]; 稲本 雄介 [4]; 池原 実 [5]; 伊藤 孝 [6]; 山口 耕生 [7]

Fumio Kitajima[1]; Shoichi Kiyokawa[2]; Kotoe Ikehara-Ohmori[3]; Yusuke Inamoto[4]; Minoru Ikehara[5]; Takashi Ito[6]; Kosei E. Yamaguchi[7]

[1] 九大院・理・地球惑星; [2] 九大・理・地惑; [3] no; [4] 九大・理・地惑; [5] 高知大・海洋コア; [6] 茨城大学・教育; [7] JAMSTEC

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [2] Earth & Planetary Sci., Kyushu Univ.; [3] no; [4] Earth and Planetary sci., Kyushu Univ.; [5] Center Adv. Marine Core Res., Kochi Univ.; [6] College of Education, Ibaraki University; [7] JAMSTEC and NASA Astrobiology Institute

【はじめに】 有機化合物は、堆積相に取り込まれた後、埋没とともに進行する熱変成によって徐々に熟成し、グラファイト化していくが、グラファイト化がどこまで進行したのかは熱変成の程度の指標となる。Archean のチャートからは、微生物様の構造物がしばしば報告されているが、これらのチャートに含まれる炭素質物質の起源を考えるうえで、受けた熱変成の程度を見積もっておくことは重要である。グラファイト様物質のラマンスペクトルでは、 1600cm^{-1} 付近と 1350cm^{-1} 付近に 2 本のラマンバンドが現れることが知られている。結晶性のよいグラファイトでは 1600cm^{-1} 付近の G (Graphite) バンド 1 本のみが現れるが、結晶性がよくないグラファイトでは、 1350cm^{-1} 付近に D (Defects) バンドと呼ばれるもう 1 本のラマンバンドが現れる。グラファイト結晶子の発達に伴い、D バンドは G バンドに比べ相対的に小さくなる。G バンドと D バンドの比はグラファイトの a 軸方向の長さ (L_a) と相関があるとされている。しかし、この関係は低熱変成度のサンプルでは、必ずしも成り立たないことが近年指摘されている (低熱変成度のサンプルでは、熱変成とともに D バンドの強度がむしろ大きくなる)。また、Beysac et al. (2002) および Allwood et al. (2006) によれば、グラファイト様物質のラマンスペクトルは上記の D バンドと G バンドの 2 成分だけではなく、4~5 成分から成り立っているという。そこで、今回の実験では、ビトリナイト反射率既知の石炭試料との比較を行いながら、太古代黒色チャート (3.3-3.2Ga) に含まれる炭素質物質のラマンスペクトルを測定し、それらの熟成度を考察した。

【サンプルと実験】 測定には JEOL JRS-SYSTEM2000 顕微ラマン分光システムを用いた。励起光は Ar^+ レーザー (波長 514.5nm)、ビーム径は 2 μm である。サンプル表面での照射エネルギーは 1.0mW である。石炭試料は、紀伊半島または九州の白亜系四万十帯の砂岩から分離したビトリナイトを包埋したもの 9 試料である (橋本ほか 2004)。ビトリナイト反射率はおよそ 1~6 の範囲に分布する。黒色チャートは、西オーストラリア、海岸ビルバラグリーンストーン帯・クリパービル層群のデキソンアイランド層および南アフリカ、バーバートン帯のオンファワット層群の最上部であるメンドン層 (マサウリチャート) から採取したもの、数サンプルである。デキソンアイランド層の黒色チャートには、微生物様の構造体を含むものがある (Kiyokawa et al., 2006)。黒色チャートのうゑに BIF (縞状鉄鉱層) が堆積する太古代に特徴的なシークエンスがあることが知られている。黒色チャートでは、岩片そのものの切断面を測定した。

【結果と考察】 得られたラマンスペクトルを 4~5 成分から成ると仮定して波形分離を行い解析した。ビトリナイト反射率の増大に伴い、ビトリナイトの G-バンドの中心波数は、高波数側にシフトし、半値幅は減少した。ビトリナイト反射率を横軸とし、中心波数または半値幅を縦軸にとってプロットしてみると、それぞれ明瞭な正の相関および負の相関が見られた。また、G-バンドの半値幅を縦軸とし、中心波数を横軸とすると明瞭な負の相関を示した。太古代黒色チャートの G-バンドの中心波数はどれもビトリナイトの G-バンドの中心波数よりも高波数側にあった。また、半値幅もビトリナイト反射率の最も高い石炭と同程度に狭かった。黒色チャートの産出地の熱変成度は比較的低いとされているが、炭素質物質の“熟成度”としては、高い程度に達していることをこれらの結果は示唆している。また、G-バンドの半値幅と中心波数を縦軸、横軸にとった図に黒色チャートのデータをプロットしてみると、ビトリナイトのデータから成る回帰直線上にはのらず、別の領域にまとまる傾向が見られた。回帰直線上にプロットされなかったのは、黒色チャート中の炭素質物質の起源物質がビトリナイトとは異なるためと考えられ、また、ほぼ同じ領域にデータがまとまったのは、黒色チャートの熟成度が皆ほぼ同じ程度に達していることを示していると考えられる。