

マーチソン隕石中の孤立オリビン粒子の酸素同位体：コンドルールのオリビンと異なる起源

Oxygen isotopes in isolated olivine grains from Murchison: A separate origin from chondrule olivines.

Iffat Jabeen[1], 比屋根 肇[2]

Iffat Jabeen[1], Hajime Hiyagon[2]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 東大・理・地球惑星科学

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo, [2] Dept. Earth & Planet. Sci., Univ. Tokyo

炭素質コンドライト中のオリビンはコンドルールの主要構成鉱物であるが、マトリックス中に孤立して存在する粒子としても存在する。そのような孤立オリビン粒子の起源については、ガスからの凝縮物なのか、コンドルールメルトから結晶化したものなのか、いまだに議論がある[1,2]。現在まで、酸素同位体に関しては、O1およびCOコンドライト中の孤立オリビン粒子に関する研究がわずかに存在する[3,4]。これら孤立オリビン粒子の起源と形成過程を探るため、我々はマーチソン CM2 隕石の孤立オリビン粒子およびコンドルールのオリビンに対して、走査型電子顕微鏡 - エネルギー分散型 X 線分析 (SEM-EDS)、カソードルミネッセンス (CL) およびイオンマイクロプローブによる酸素同位体分析をおこなった。

凍結粉碎法を用いて分離した孤立オリビン粒子 (125-250 ミクロンサイズ) を標準試料のサンカルロスオリビンとともにエポキシで径 25mm のガラス板に固定し研磨した。また、マーチソン隕石の薄片もつくり、そこにもサンカルロスオリビンを埋め込んで一緒に研磨した。酸素同位体分析はカメカ社のイオンプローブ IMS 6F を用いて {5} の方法にしたがっておこなった。標準試料のサンカルロスオリビンは、試料分析の前、途中、後に何度も分析した。分析精度 (1 シグマ) は、デルタ 170, デルタ 180 がそれぞれプラスマイナス 1.1 パーミル, 1.2 パーミルであった。標準試料として合成フォルステライトも使い、オリビン中のファヤライト成分の違いによるマトリックス効果をチェックした。その結果、今回の実験条件ではほとんどマトリックス効果は存在せず、サンカルロスオリビンと純粋のフォルステライトで、デルタ 180 の値でわずか 1 パーミル程度の違いしか生じなかった。

分析にあたり、5 つのグループ分けをおこなった。(i) Mg に富む孤立オリビン (MgOl), (ii) Mg に富むコンドルールのオリビン, (iii) Fe に富む「孤立オリビン」(おそらく Fe に富むコンドルールのオリビンのかけら), (iv) Fe に富むコンドルールのオリビン, (v) Mg に富むコア (Ol-core) と Fe に富むリム (Ol-rim) を持つ孤立オリビン粒子。

酸素の 3 同位体図において、Mg に富むコンドルールオリビン (MgChOl) と Fe に富むコンドルールオリビン (FeChOl) は異なる分布を示す。MgChOl のデータは CCAM ライン上に乗り、デルタ 180 は -3.8 から +5.4 パーミルである。一方、FeChOl のデータはより地球の質量分別 (TF) 線に近く、TF 線より約 2 パーミル低いところに分布する。Fe に富む「孤立オリビン粒子」のデータ分布は FeChOl のデータ領域と全く重なり、両者が共通の起源であることを示唆する。化学組成の類似性、前者にメルト包有物が存在する事実もこの考えを支持する。

一方、Mg に富む孤立オリビン粒子 (MgOl) は、酸素同位体的に他のグループとは全く異なっている。MgOl のデータ分布は、CCAM ライン付近から始まるが、CCAM ラインのはるか右側まで広がる。CCAM ラインから右側へのずれは、マトリックス効果が原因ではないと考えられる。なぜなら純粋なフォルステライトですらマトリックス効果がほとんどみられなかったからである。したがって、今回の酸素同位体分析結果は、Mg に富む孤立オリビン粒子がコンドルールオリビンとは別起源であることを強く示唆する。それらの粒子が難揮発性の性質を持つこと (0.7wt% に達する高い CaO, および 0.0-0.06wt% の低い MnO) は、Mg に富む孤立粒子がガスからの凝縮でできたことを示唆しているのかもしれない。しかし、同じく凝縮で生成されたと考えられるアメーバオリビン (AOA) (粒子サイズ, 酸素同位体組成が大きく異なる) との関連はよくわからない。

参考文献

[1] Weinbruch, S. et al. (2000) MAPS, 35, 161-171. [2]. Jones, R.H. GCA, 1992, 56, 467-482. [3] Leshin, L. A. et al. (1997) GCA, 61, 835-845. [4]. Jones, R.H. et al. (2000) MAPS, 35, 849-857. [5]. Hiyagon H. and Hashimoto A. (1999) Science, 283, 828-831. [6]. Jabeen et al. (1998). Antarctic Meteorite Research, 11, 124-137.