

Allende 隕石中の Fluffy Type A CAI の酸素同位体分布

Oxygen isotopic distributions in a Fluffy Type A CAI from Allende meteorite

原園 耕路[1], 坎本 尚義[2]

Koji Harazono[1], Hisayoshi Yurimoto[2]

[1] 東工大・理・地惑, [2] 東工大・院理工・地惑

[1] Earth and Planetary Sci., TiTech, [2] Earth & Planet. Sci., TiTech

<http://www.geo.titech.ac.jp/yurimotolab/>

Allende 隕石中の Fluffy Type A CAI を SEM-EDS を用いて岩石学的記載を行い, SIMS を用いて鉱物ごとの酸素同位体分布を決定した。岩石組織から考えられる結晶化順序は spinel, fassaite, 最後に melilite である。melilite と fassaite は粗粒な結晶なのでメルトから結晶化したことが示唆される。酸素同位体比は spinel のみが 160 成分に富み, melilite, fassaite は 160 成分に乏しかった。これらの結果から, メルトは, 星雲ガスから直接凝縮して形成されたか, CAI の前駆物質が再加熱を受けて形成されたという二つの過程が考えられる。

難揮発性元素である Ca や Al に富む鉱物から構成されている CAI は, 炭素質コンドライトに特徴的に含まれている。その形成年代は 45.6 億年前と太陽系で最も古く, そのため原始太陽系初期の情報を保持している。CAI は鉱物割合, 化学組成により, Type A, B, C の三つに分類される。その中でも Type A は compact と fluffy という二つに分けられる。この Fluffy Type A CAI は, 入り組んで複雑な岩石組織と鉱物の化学組成から, 星雲ガスからの直接凝縮物であると考えられている (MacPherson and Grossman 1984)。

Clayton et al. (1973) により, 初めて CAI 中の鉱物に 160 成分に富むという酸素同位体の異常が発見された。各鉱物とその酸素同位体の間に関係は 160 成分に富む端成分と 160 成分に乏しい端成分の混合によるものであると考えられている。これ以降, 多くの CAI で鉱物の酸素同位体比が測定されてきた。しかしながら, Fluffy Type A CAI は個々の鉱物が小さいので, 従来の方法では酸素同位体の測定が困難である。そのため, 酸素同位体組成の観点からの報告はほとんどない。

そこで, Allende 隕石中の Fluffy Type A CAI (A2a) の形成過程を解明するために SEM-EDS を用いて岩石学的記載を行い, SIMS を用いて各鉱物ごとのマイクロスケールの酸素同位体分布を決定した。

A2a は十数個の fragment から成っていた。個々の fragment の大きさは数百 μm 程度で, それぞれリムに囲まれていた。また fragment は内部に fassaite が存在するものとしいないものがあった。A2a は Melilite (55vol.%) , spinel (15vol.%) , fassaite (4vol.%) , alteration products (25vol.%) , hedenbergite (1vol.%) の鉱物により構成されている。Fassaite は fragment の内部とリムに存在した。リムは層状を成しており, 内側から外側に向かって alteration products, Fe を含む spinel, 細粒な fassaite, hedenbergite の順になっていた。Melilite は Al-rich で, reverse zoning は見られなかった。Alteration products 中の spinel には Fe が含まれていた。Fassaite は内部のものとリムのもので化学組成が異なり, 内部のものは Ti, Al に富んでいたが, リムのものは Ti, Al に乏しかった。Melilite と内部の fassaite は, 数十~数百 μm 程度の粗粒な結晶であることからメルトから結晶化したと考えられる。組織から考えられる, 構成鉱物の結晶化の順序は spinel, 内部の fassaite, 最後に melilite である。

A2a の各鉱物の酸素同位体比は 3 酸素同位体図上の CCAM ラインに沿って分布した。各鉱物の酸素同位体比は spinel のみが 160 成分に富み, 他の鉱物 (melilite, 内部とリムの fassaite, alteration products, hedenbergite) は 160 成分に乏しかった。

岩石学的記載と酸素同位体分布から考えられる A2a の形成過程は二つである。(1) Wood and Hashimoto (1993) により, ダストに富む星雲ガスからはメルトが凝縮し得るという報告がされている。160 成分に富む spinel を核にして 160 成分に乏しいガスからメルトが凝縮し, そのメルトからまず fassaite が, 続いて melilite が結晶化したと考えられる。(2) Yurimoto et al. (1998) は, 一つの鉱物中の酸素同位体分布の結果から, 鉱物ごとの酸素同位体比は熔融時にメルトと星雲ガスの間で交換されたことを示していると報告している。160 成分に富む A2a の前駆物質が再加熱されたが 160 成分に富む spinel のみ生き残り, 他の部分は熔融する。生成した 160 成分に富むメルトと 160 成分に乏しい星雲ガスの間で, 酸素同位体の交換をした結果, 160 成分に乏しいメルトができる。そのメルトから fassaite, そして melilite が順次結晶化したとも考えられる。