

融解法を用いたマーチソン隕石からのプレソーラーグレインの分離法の開発

Presolar grains isolation using fusion technique from Murchison meteorite

松濤 誠之[1], 永島 一秀[2], 坎本 尚義[3], 長沢 宏[4]

Yoshiyuki Matsunami[1], Kazuhide Nagashima[2], Hisayoshi Yurimoto[3], Hiroshi Nagasawa[4]

[1] 東工大 理 地球惑星科学, [2] 東工大・理工・地球惑星, [3] 東工大・院理工・地惑, [4] 学習院・理・化学

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst of Tech, [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. Tech., [3] Earth & Planet. Sci., TiTech, [4] Chemistry., Gakusyuuin

[序]1980年代より、炭素質コンドライト中から同位体比が太陽系の値とは数100から数1000パーミルオーダー大きく異なる粒子が数多く発見され、それらはプレソーラーグレインと呼ばれている。これらは太陽系形成以前に進化した星の周りで形成された。そして太陽系形成時に分解されずに、炭素質隕石のマトリックス中に取り込まれたと考えられている。プレソーラーグレインは星の内部での核合成や、星の進化に関する情報を直接保持している唯一の物質である。

従来プレソーラーグレインの分離回収にはシカゴ大学のグループが開発した酸を用いて隕石を分解する方法が広く用いられている(Amari et al., 1994)。シカゴグループの方法はシリケート成分をフッ酸を用いて除去し、その残渣からプレソーラーグレインを見つけ出す方法である。現在までに報告されているプレソーラーグレインのほとんどがこの方法で分離、回収された物である。本研究ではNaOHを用いた岩石融解法(Chan et al., 1983)を用いて炭素質コンドライト中のシリケート成分を融解し、その残渣を同位体分析しプレソーラーグレインを分離する方法の開発を行った。異なった方法でシリケート成分を除去することにより、今までの結果を独立に検証することができ、また新しい組成や形状のプレソーラーグレインを発見することが期待できる。

[実験]実験試料としてはMurchison CM2炭素質コンドライトを用いた。試料は実体顕微鏡下において、デンタルツールを用いてマトリックス物質0.1gを注意深く取り出した。その粉末と、2グラムの顆粒NaOHをニッケルつぼ中でよく混合した。融解は摂氏500度に設定したマッフル炉内で行った。融解手順はまず4分間加熱したのち、一度つぼを炉から取り出し、融液と固体試料とをよく攪拌した。さらに試料を4分間加熱し、合計8分の加熱処理を行った。冷却後、融解試料をイオン交換水50mlに溶解させ、ピーカーに移し変えた。この時に析出した鉄の水酸化物の沈殿は6mol%の塩酸30mlを加えることで溶解した。このときの溶液のpHは約3であった。その後、遠心器を用いて約0.5ミクロン以上のサイズの粒子を沈降させ溶液の上澄み60mlを除去した後、イオン交換水を加え希釈した。この希釈の作業は溶液が中性になるまで繰り返し行い、最終的に5ミリリットルの中性溶液にした。このように作成した粒子を含んだ溶液5マイクロリットルを7x7mmの銅板上で蒸発乾固させ観察に用いた。

[結果および考察]X線分析装置付走査電子顕微鏡(JEOL JSM-5310LV, Oxford LINK-ISIS)を用いて融解残渣に含まれる鉱物を同定した。その後投影型二次イオン質量分析装置(Cameca社製ims-1270)と二次元固体撮像素子(Stacked CMOS Active Pixel Sensor:SCAPS (Kunihiro et al., 2001))を組み合わせた同位体顕微鏡システム(Yurimoto et al., 2003)を用いて同位体分析した。

同位体比分析を行った合計300個の粒子のうち10%は鉱物を同定できなかった。同定できた鉱物のうち約70%(数密度)が5~20ミクロンのスピネル(MgAl₂O₄)で、約20%が5~20ミクロンのクロマイト(FeCr₂O₄)であった。残りの10%の粒子の中には約5ミクロンの溶け残りのフォルステライト(Mg₂SiO₄)や、大きさ約5~20ミクロンのマグネタイト(Fe₃O₄)、大きさ約10~15ミクロンのヒボナイト(CaAl₁₂O₁₉)などが含まれていた。また大きさ約1~4ミクロンのグラファイトと思われる炭素の特性X線のピークのみが観察される粒子も発見された。これらフォルステライト、マグネタイト、ヒボナイト、グラファイトと思われる粒子の個数の比は約2:2:1:1であった。今回はSiC粒子は発見できなかった。

このうちグラファイトと思われる粒子の中から、¹³C/¹²C炭素同位体比が地球の同位体比と比較して約+4000パーミル大きい粒子を発見した。またその形状は自形の六方晶形を保持している。これは以前報告されたプレソーラーグラファイト粒子(Zinner et al., 1995)に非常に似ている。

以上のようにプレソーラーのグラファイトを融解法で分離、回収することに成功した。今後は新たな組成や、形状のプレソーラーグレインを見つけることを目指す。