

有機酸存在下での Allende 隕石水質変成実験

Hydrous alteration experiments of Allende meteorite with organic acid

磯部 博志[1]; 久保 沙依美[2]

Hiroshi Isobe[1]; Sayomi Kubo[2]

[1] 熊大・理・地球科学; [2] 熊大・理・地球科学

[1] Dept. Earth. Sci., Fac. Sci., Kumamoto Univ; [2] Dept. Earth Sci., Fac. Sci., Kumamoto Univ.

はじめに

Murchison 隕石など CM コンドライト隕石には, spinach と呼ばれる特徴的な含水層状ケイ酸塩鉱物が存在する。その形成過程は, 母天体上での水質変成作用によるものと考えられており, 原始太陽系における液体の水が関与した最初の変質過程の一つであると考えられる。その形成条件は, CM コンドライト隕石母天体の経た熱履歴の解明ばかりではなく, 水を含む揮発成分の存在条件を理解する重要な手がかりとなりうる。そのため, 隕石試料中の層状ケイ酸塩鉱物の詳細な観察や, 水質変成現象を再現する合成実験が多数試みられて来た。

原始太陽系に存在した揮発成分は水ばかりではなく, CO₂ や NH₃, CH₄ などが存在したとされる。原始太陽系ガスの冷却に連れて, これらから有機物が形成したと考えられている。CM や CI コンドライトには, 原始太陽系起源と考えられる carboxylic acid 等の有機物の存在が報告されている。このため, 母天体上で含水層状ケイ酸塩を作った水質変成作用の際, 有機酸が共存していた可能性があると思われる。本研究では, 水質変成を受けていない始原惑星物質として Allende 隕石を用い, 代表的有機酸である酢酸存在下での水質変成実験を行った。

実験

Allende 隕石粉末 50mg を, 純水, 0.1N または 1N 酢酸溶液 50mg と共に銀または金キャプセルに封入し, テフロンまたは耐熱合金製圧力容器を用いて 100, 150 または 200 度 C で 1 ~ 8 週間保持した。実験生成物は, 粉末 X 線回折及び SEM-EDS を用いて解析した。

結果及び考察

純水または 0.1N 酢酸溶液を用いた実験生成物では, 150 度 C 8 週間, 200 度 C では 1 週間以降の試料で serpentine の形成が見られた。200 度 C 4 週間で XRD でのカンラン石のピークは失われる。serpentine の形成は, Allende 隕石マトリックス起源の鉄に富む微粒のカンラン石が反応することで始まる。serpentine は, カンラン石結晶粒間を埋める繊維状物質として観察される。Mg に富むカンラン石の反応は比較的遅れるが, 鉄に富む serpentine 組成の反応縁が成長していくことが観察された。この反応縁は, 0.1N 酢酸溶液を用いた実験生成物で最も発達している。

1N 酢酸溶液を用いた実験では, serpentine の形成は 200 度 C 8 週間の実験でわずかに見られるのみであり, 他の実験では形成されなかった。一方, 150 度 C 4 週間以降の実験生成物では, Allende 隕石中の CAI 物質起源と思われる, gehlenite 結晶の成長が観察された。

本実験により形成された serpentine の組成は Murchison 隕石中の spinach 物質の組成範囲とほぼ一致する。spinach 物質の起源は, その産状や組成により, コンドリュール中のメソスタシスガラスへの鉄の付加を伴う水質変成や, マトリックス物質起源とする研究がある。spinach 物質の主成分である serpentine の前駆物質は, Allende 隕石の鉄に富むマトリックスに類似したものであったとすれば, 水質変成の際の鉄の付加は必要とされない可能性がある。

また, 本研究により, serpentine の形成は, 純水よりも 0.1N 酢酸溶液の方がわずかに促進されていることが示された。過剰な有機酸の存在は, 150 ないし 200 度 C において serpentine の形成を阻害する。一方, 有機酸は gehlenite の成長を促進している。これらの事実は, 母天体上の水質変成に関与した物質, 特に有機物の存在条件に対する制約条件を与えるものと考えられる。