

熱変成を受けたCM隕石の分析と加熱再現実験の結果に基づく水を含む小惑星の加熱脱水過程の解明

Dehydration mechanism during heating of hydrous asteroids inferred from naturally and experimentally heated CM chondrites

中藤 亜衣子 [1]; 中村 智樹 [2]; 北島 富美雄 [3]; 野口 高明 [4]

Aiko Nakato[1]; Tomoki Nakamura[2]; Fumio Kitajima[3]; Takaaki Noguchi[4]

[1] 九大・理・地惑; [2] 九大・理・地球惑星; [3] 九大院・理・地球惑星; [4] 茨城大・理

[1] Earth and Planetary Sciences, Kyushu Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [3] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [4] Ibaraki Univ

太陽系形成期に水を含む小惑星内部で水質変成が生じ、その後ある時期に更に昇温し、加熱脱水が起った。しかし、その詳しい加熱脱水過程や熱源については未解明である。近年小惑星の観測と始原隕石の研究により、水を含む微小天体(主にC型小惑星)の多くは、加熱脱水していることが明らかになった。本研究では、そのような小惑星起源とされる始原隕石であるB-7904と、加熱を受けていないCMコンドライト隕石のMurchisonを用いて、観察と加熱脱水の再現実験を行うことにより、水を含む小惑星の加熱脱水過程の解明を目指した。分析は加熱を受けたB-7904、加熱を受けていないMurchisonの2つのCMコンドライト、Murchisonの加熱実験で得られた4つの生成物、計6つの試料について、偏光顕微鏡、電子顕微鏡、放射光X線回折、顕微ラマン分光を用い観察と分析を行った。加熱実験は閉鎖系高真空中で金属鉄を酸素分圧のバッファーとし、600と900で各々1時間と96時間の加熱を行った。

始原隕石の観察では、(1) Murchisonのマトリクス中の層状珪酸塩は熱変成を受けていないため脱水しておらず、B-7904は脱水している(2) B-7904は二次のolivine、金属鉄が見られる(3) 水質変成の程度はMurchison、B-7904ともに中程度である(4) FE-SEMで観察した結果、Murchison、B-7904ともに1 μ mよりも大きなolivineのFe-Mgゾーニングは見られなかった。以上の結果から、加熱実験では、(a) 初生olivine中のFe-Mgの相互拡散、(b) 二次生成鉱物であるolivineの結晶化度、(c) マトリクス中の層状珪酸塩の脱水の程度、(d) 非晶質炭素質物質の結晶化度という反応速度が異なる4つの過程に着目することにより、加熱脱水過程の温度と加熱時間を絞ることを試みた。また、鉱物組み合わせを再現することにより、温度と酸素分圧を推定した。次に、加熱実験で得られた4つの生成物を観察した結果、(a) 始原隕石と同様に実験生成物でも1 μ mよりも大きなゾーニングは観察できなかった。また、FE-SEMを用いて観察された900 96時間加熱の実験生成物の初生olivine中のFe-Mg拡散プロファイルはB-7904のプロファイルに近い結果が得られた。これらの拡散プロファイルから初生olivine中のFeの拡散速度を計算し、B-7904のプロファイルに適用するとB-7904は、900で最低20時間、600で50年間の加熱を受けたことになる。(b) 加熱実験生成物と始原隕石についてマトリクス中の層状珪酸塩をEPMAで分析したところ、加熱に伴って層状珪酸塩が脱水していることが確認された。脱水の程度を比較すると、B-7904は600で96時間以上、900では1時間以上の加熱を受けたという結果を得た。(c) serpentineが脱水分解してできた2次生成鉱物olivineの、X線回折線の半値幅は、B-7904は900で1時間の加熱実験生成物に近い。(d) 非晶質炭素質物質の結晶化度を顕微ラマン分光で分析し、D1-bandの半値幅が加熱と共に小さくなる傾向を確認した。B-7904と加熱実験生成物の結果を比較すると、B-7904のD1-bandの半値幅は900の加熱を受けた試料に近い、といった結果が得られた。更に、放射光X線回折分析によって得られた鉱物組み合わせから、B-7904の加熱時の温度は610以上988以下であったと推定される。

以上の始原隕石の観察及び実験で得られたデータに基づく、加熱を受けた始原隕石B-7904は900で1時間以上96時間以下で加熱したMurchisonに多くの特徴が類似しているという結果が得られた。このことはB-7904が短寿命放射性同位体の崩壊熱のような百万年のオーダーで持続する長時間低温の熱変成でなく、衝撃変成のような短時間高温の加熱により脱水した可能性が高いことを示唆する。