

衝撃によるマーチソン隕石からの水素の脱ガスと同位体比変化

Shock-induced devolatilization and isotope behavior of hydrogen of Murchison meteorite

岡本 道意 [1]; 杉谷 健一郎 [2]; 阿部 理 [3]; 橋本 重将 [4]; 三村 耕一 [5]

Michioki Okamoto[1]; Kenichiro Sugitani[2]; Osamu Abe[3]; Shigemasa Hashimoto[4]; Koichi Mimura[5]

[1] 名大・環・地球環境; [2] 名大・環境・都市; [3] 名大・環境・地球環境; [4] なし; [5] 名大・理・地球惑星

[1] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ; [2] Nagoya Univ; [3] GSES, Nagoya Univ.; [4] none; [5] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

【はじめに】

衝撃は宇宙空間では極めて普遍的な現象であり、太陽系物質も様々な衝突現象を経験してきたであろう。また、マーチソン隕石は炭素質コンドライトの1つであり、太陽系初期の情報を保持した始原的な物質であると考えられている。よって、マーチソン隕石を用いた衝撃実験を行うことは、太陽系物質の収縮から惑星形成までの進化を知る上で大変意義深い。Tyburczy et al. (2001) は、衝撃によりマーチソン隕石から水素が脱ガスし、その際に同位体比が変化することを確認している。しかし、この衝撃実験では圧力範囲の幅は狭い(30.5-38.6 GPa)。実際の隕石は、35GPa以下の様々な衝撃圧力を被ったことが報告されている(Scott et al., 1992)。よって、衝撃による隕石からの水素の脱ガス・同位体比変化について更に詳しく検討するためには、より幅広い圧力領域での実験をする必要がある。そこで、本研究ではマーチソン隕石を用いて6-37 GPaの圧力領域での衝撃実験を行った。また、マーチソン隕石の水素を供給している代表的な物質を用いた衝撃実験も同時に行い、それら供給源物質が隕石の脱ガス時にどのように寄与しているかを考察した。

【実験】

マーチソン隕石中の水素の供給源物質は蛇紋石と有機物の2つで、有機物の主成分は macromolecular carbon(以下 M.C.) と呼ばれる酸不溶成分であると考えられている。そこで本実験では、マーチソン隕石、地球の蛇紋岩粉末、隕石から抽出した M.C. を出発物質として用いた。

粉碎したマーチソン隕石、蛇紋岩粉末、M.C. をステンレス製容器に詰め、そこに弾丸を衝突させて試料に衝撃圧力を伝播させた。回収した試料を真空下で酸化銅とともにバイコール管に封管し、900 で加熱することにより、試料から H₂O を含む気体を発生させた。その後真空ライン内で H₂O のみを回収し、インディアナ垂鉛とともに 500 で加熱することにより H₂O を H₂ に還元させ、質量分析計で水素同位体比を測定しそれを deltaDSMOW 値に換算した。試料中の水素量は、還元させた H₂ を一定容積中にそれぞれ拡散させ、その時の圧力を測定することで求めた。出発物質と衝撃を受けた試料の水素量を比較することにより、衝撃による隕石からの脱水素量を計算した。

【結果と考察】

衝撃圧力の増加に伴い、マーチソン隕石、蛇紋石、M.C. 全てについて脱水素量は増加した。衝撃を受けた隕石の deltaD 値は、脱水素量の増加に伴い、出発物質の deltaD 値(+11.7 ‰) から+59.6 ‰まで増加し、それ以上の脱水素量では - 87.6 ‰まで一方的に減少することが分かった。衝撃を受けた蛇紋石の deltaD 値は全て出発物質より高く、ある脱水素量までは圧力の増加に伴い増えるが、それ以上の脱水素量では同じ値を示した。一方、衝撃を受けた M.C. の deltaD 値は、常に出発物質の値よりも低く、脱水素量の増加に伴い減少した。

以上の結果をもとに、マーチソン隕石からの水素の脱ガス・同位体挙動に対して、それぞれの供給源物質の脱ガス・同位体挙動がどの程度寄与しているかを考察した。衝撃を受けたマーチソン隕石の deltaD 値は、その中にある供給源物質それぞれの deltaD 値とその存在割合で決まる。そこで、任意の同一圧力での蛇紋石と M.C. の脱水素量と同位体比変化の結果を用いて、マーチソン隕石が示す脱ガス・同位体変化を見積もった。しかし、衝撃を受けた隕石の deltaD 値が、出発物質のそれよりも高くなるという本実験の結果を説明することはできなかった。その原因として、供給源物質の存在状態の違いに起因する、以下の2つが考えられる。1. 供給源物質は隕石中に存在する場合には、脱ガスする成分が複数あることでお互いの脱ガスが促進されるために、単独で存在するときよりも脱ガスしやすくなること。2. 1で述べた脱ガスしやすくなる傾向は、供給源物質によって異なるため、隕石中に存在する場合には、任意の同一圧力での蛇紋石と M.C. の存在割合の変化の仕方が、単独で存在する場合と異なること。今後は、この2つの要因に注目してさらに研究していくことが必要であろう。