

CIコンドライト組成をもった非晶質珪酸塩の水質変成実験: 鉄を含まない系と含む系

Hydrothermal alteration experiments of synthetic amorphous silicates with CI chondritic composition: systems with and without FeO

野口 遼 [1]; 村田 敬介 [1]; 土山 明 [2]; 磯部 博志 [3]; 中村 智樹 [4]; 野口 高明 [5]; 茅原 弘毅 [6]

Ryo Noguchi[1]; Keisuke Murata[1]; Akira Tsuchiyama[2]; Hiroshi Isobe[3]; Tomoki Nakamura[4]; Takaaki Noguchi[5]; Hiroki Chihara[6]

[1] 阪大・理・宇宙地球; [2] 阪大・院理・宇宙地球; [3] 熊大院・自然科学・地球環境科学; [4] 九大・理・地球惑星; [5] 茨城大・理; [6] 阪大・理・宇宙地球

[1] Earth and Space Sci., Osaka Univ.; [2] Earth and Space Sci., Osaka Univ.; [3] Dept. Earth Environ. Sci., Fac. Sci., Kumamoto Univ.; [4] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [5] Ibaraki Univ; [6] Dept. of Earth and Space Sci., Osaka Univ.

炭素質コンドライトは最も始原的な隕石であり、太陽系初期の情報を記録している。中でもCI,CM,CR,TLに分類されるグループは強い水質変成作用を受けており、その水質変成過程は太陽系始原物質の進化を考える上で重要である。炭素質コンドライトの母天体での水質変成条件やプロセスを理解するために、これまで enstatite や olivine などの結晶質試料や隕石を出発物質とした水質変成実験が行われてきた [1]。

一方、星間空間の赤外線天文観測によると、珪酸塩ダストは非晶質である [2]。太陽系の進化過程において星間塵は分子雲に取り込まれ、熱変成などの様々なプロセスを経た後にコンドライト母天体として集積する。このようなダストの履歴を考慮すると、水質変成の出発物質として結晶質珪酸塩だけでなく、より始原的な非晶質珪酸塩の存在を考慮することが必要である。そこで我々は、炭素質コンドライト母天体での珪酸塩の水質変成過程や水質変成条件を明らかにする為に、非晶質珪酸塩を出発物質とした水質変成実験を行った。本研究では、二種類の非晶質珪酸塩を作成し、水質変成実験の出発物質として用いた。

一つ目のものは、Feを除いたCIコンドライト組成 ($\text{Na}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{NiO}$) を持つ非晶質珪酸塩で、ゾルゲル法によって作成した。さらに、非晶質-結晶質混合系の場合として、非晶質珪酸塩を 750°C で20時間加熱することによって、一部が forsterite の結晶となった試料を作成し、水質変成実験の出発物質とした。水質変成実験はテフロン製容器を内装した SUS-316 製耐圧容器を用いて行い、試料と純水を入れて様々な温度時間条件 ($100-200^\circ\text{C}$, 24時間 - 3週間) で加熱した。実験生成物は粉末 X 線回折、電界放出走査型電子顕微鏡、赤外分光光度計を用いて観察・分析した。過去の結晶質試料を出発物質とした水質変成実験では、純水中での変成において、serpentine の生成速度は非常に遅い結果が得られていたが [1]、本実験では純水を用いた実験でも saponite、serpentine、calcite といった鉱物が生成する事が分かった。さらに、今回の出発物質からは、まず非晶質珪酸塩から saponite が生成し、その後 saponite と forsterite が反応して serpentine が生成する過程が見られた。 150°C 以上の温度条件では最終的に serpentine が安定に存在した。この実験結果の一部はすでに報告済みである [3]。

二つ目の出発物質は Fe を含む CI コンドライト組成 ($\text{Na}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{FeO}-\text{NiO}$: FeS に対応する Fe の分だけ FeO を除いた) を持った非晶質珪酸塩であり、これもゾルゲル法によって作成した。水質変成実験は内側に Ag-Pd 合金、外側に Au の二重管を容器として行い、様々な出発物質 (非晶質珪酸塩、非晶質珪酸塩+金属鉄、非晶質珪酸塩+硫化鉄) と溶液 (純水、一規定のアンモニア水) を入れて 300°C で5日間および30日間加熱した。鉄の酸化還元状態は、内側の容器に wustite (FeO) と magnetite (Fe_3O_4) を入れることによりバフアした。実験生成物は粉末 X 線回折、電界放出走査型電子顕微鏡、赤外分光を用いて観察・分析した。鉄を入れなかった系と同様に、serpentine、calcite といった鉱物が生成し、さらに magnetite が生成した。

今回の実験における珪酸塩中の FeO の有無による生成鉱物種、変成条件などの相似点と類似点から、コンドライトの変成条件や変成過程について議論する。

[1] Ohnishi & Tomeoka (2006) Meteoritics & Planetary Science 42:49-61.

[2] Kemper et al. (2004) Astrophysical Journal 609:826-837.

[3] 野口ら (2007) 惑星科学会秋季講演会要旨集:76.