

アパタイト結晶の水素拡散実験 Hydrogen diffusion experiment of apatite crystal.

伊藤 正一^{1*}; 橋口 未奈子²; 坂口 勲²; 坂田 周平¹; 平田 岳史¹

ITO, Shoichi^{1*}; HASHIGUCHI, Minako²; SAKAGUCHI, Isao²; SAKATA, Shuhei¹; HIRATA, Takafumi¹

¹ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, ² 独立行政法人 物質・材料研究機構

¹Department of Earth and planetary sciences, Kyoto University, ²National institute for materials science

近年、コンドライト隕石、分化隕石、月、火星などの地球外物質試料を用いた太陽系や地球の水の起源についての研究が盛んに行われている (e.g., Greenwood et al., 2008; Greenwood et al., 2011; Alexander et al., 2012). なかでも月や普通コンドライト隕石に含まれる含水鉱物の一種であるアパタイト結晶の水の定量及び水素同位体組成を用いた月のマグマ中の水の起源や地球軌道付近の水の起源に注目した研究が行われている (e.g., Greenwood et al., 2011; Yanai et al., 2014 JGU). しかしながら、マグマ中や母天体中での熱変成に伴うアパタイト結晶の水素拡散挙動が不明瞭であるため、アパタイト結晶に含まれる水の起源の議論は明らかになっていない。

本研究では、アパタイト結晶の水素拡散挙動を理解するため、フッ素アパタイトを用いて水素拡散実験を行った。

水素拡散実験に用いたフッ素アパタイト結晶は、一つの自形の Durango 産アパタイト結晶から複数切片を C 軸に対して鉛直方向に切り出し、ダイヤモンドで研磨して鏡面に仕上げた結晶を使用した。大気圧 D₂O/O₂ ガス雰囲気下で 400 °C-700 °C の温度下で数時間アニールし、試料中に D₂O を拡散させた。D₂O ガスの圧力は、60 °C の飽和蒸気圧下で行った。D の濃度プロファイルを取得するために、京都大学設置の二次イオン質量分析装置 (Cameca ims-4f-E7) と NIMS 設置の二次イオン質量分析装置 (Cameca ims-4f) を用い、水素拡散係数を求めた。D の濃度を求めるための標準試料として、Durango 産フッ素アパタイトに 40 keV の加速電圧で dose 量 5x10¹⁴ ions/cm² の D イオン打ち込みした試料を用いた。また、実験に先立ち、結晶に含まれる水素を定量分析し、全マス分析により他の不純物を同定・定性分析した。

深さ方向 D 濃度プロファイルと水素濃度プロファイルを比較すると、試料表面付近から内部にかけて D の自己拡散が認められる領域では、元々含まれる水素との交換で重水素の拡散が起こっている事が確認された。

本発表では、水素拡散実験により取得したアパタイト結晶の水素拡散係数を報告し、アパタイト結晶の水素拡散挙動について議論する。

キーワード: 水素, アパタイト, 拡散係数, 初期太陽系, 二次イオン質量分析系

Keywords: Hydrogen, apatite, diffusion coefficient, early solar system, SIMS