

NanoSIMSを用いたHコンドライト中アパタイトの水濃度測定：インジウム埋込サンプルの活用

Water Content Analyses on Apatite Grains in H Chondrites by NanoSIMS : Application of Indium Mounting Method

*音田 知希¹、小池 みずほ¹、高畑 直人¹、佐野 有司¹、清水 健二²

*Satoki Onda¹, Mizuho Koike¹, Naoto Takahata¹, Yuji Sano¹, Kenji Shimizu²

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構 高知コア研究所

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 2. Kochi Core Center, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

普通コンドライトの母天体は一般に無水であったと考えられてきたが、落下Hコンドライトの一部にはハライト[NaCl]が存在することが報告されている[1][2]。このことは普通コンドライト母天体における水の関与を示唆している。普通コンドライト母天体の水の起源については未だによくわかっておらず、母天体が集積する際にもともと取り込まれていた可能性や、彗星のような氷を含む天体が母天体に衝突した可能性が指摘されている[1]。普通コンドライトの水の起源を明らかにすることは初期太陽系における水のふるまいを理解する上で非常に重要である。本研究では特にHタイプコンドライトに着目した。

アパタイト[Ca₅(PO₄)₃(F,Cl,OH)]はOH⁻, F⁻ およびCl⁻ を含むリン酸塩鉱物である。アパタイトはHコンドライトを含む隕石中に広く見られ、水やハロゲンなどの揮発性物質の情報を記録する[3]。さらに、Hコンドライト中のアパタイトの一部はハライトの形成過程と関連があることが指摘されており[2]、母天体上の水のふるまいを探る手がかりになると期待される。しかし、これまで報告されているHコンドライト中のアパタイトの水濃度は100-1000ppm程度[2]と低く、その水濃度を定量的に求めることは困難であった。

このような低い濃度の水をその場分析により定量できるという点で、二次イオン質量分析計(SIMS)はHコンドライトにおけるアパタイトの水濃度の定量において有効である。SIMSによる固体試料の質量分析では、しばしば試料をエポキシ樹脂に包有させる手法が用いられる。エポキシ樹脂は試料中の空隙に入り込んで埋めるため保持性が高く、隕石のような脆い固体試料を扱う際に適している。しかし、有機物である樹脂が試料の空隙に入り込むため、水の分析に対して影響を及ぼす。隕石試料にはクラックをはじめとした空隙が存在しているものが多く、隙間に入り込んだ樹脂による汚染が著しいため、水濃度および水素同位体の測定には不向きである。

本研究では固体試料を金属インジウムに埋め込む手法に着目した[4][5][6]。インジウムは融点が156°Cと低く、やわらかく加工しやすい金属である。金属インジウムに埋め込んだ試料は保持性ではエポキシ樹脂に劣るものの、主成分に水素を含まず、試料の空隙に入りこみにくいため、エポキシ樹脂よりも水の分析に対する影響は少ない。そのため、水濃度が比較的低い(H₂O~100-1000ppm)試料についてもSIMSを用いた水濃度・水素同位体分析を行えると期待される。実際に、De Hoog et al. (2014) [4]が中部大西洋海嶺の斑レイ岩に含まれるジルコンに対してCameca 4fを用いて測定した際に、エポキシ樹脂に埋め込んだ試料の水素イオン(H⁺)のバックグラウンドが165-180cpsであったのに対し、金属インジウムに埋め込んだ試料については18-21cpsであったと報告しており、金属インジウムに埋め込む手法により水素のバックグラウンドを小さくできることが確認されている。

本研究では東京大学大気海洋研究所のNanoSIMS 50を用い、アパタイト試料およびオリビン(アリゾナ州San Carlos産)試料について、エポキシ樹脂とインジウム樹脂に埋め込んだものの水濃度および水素同位体を分析し、比較検討した。さらに、インジウム埋め込みを行ったHコンドライト中のアパタイトにおける水濃度分析を行い、Hコンドライト母天体の水について議論した。

参考文献

[1] Zolensky et al. (1999) Science, **285**, 1377-1379.

- [2] Jones, McCubbin & Guan (2016) *Amer. Min.*, **101**, 2452-2467.
- [3] McCubbin & Jones (2015) *Elements*, **11**, 183-188.
- [4] De Hoog et al. (2014) *GCA*, **141**, 472-486.
- [5] Usui et al. (2012) *EPSL*, **357-358**, 119-129.
- [6] Shimizu et al. (2017) *Geochem. J.* (accepted)

キーワード : アパタイト、Hコンドライト、水濃度、NanoSIMS、インジウム埋め込み

Keywords: apatite, H chondrite, water content, NanoSIMS, indium mounting