

Ningqiang 隕石中の多孔質な Type A CAI の酸素同位体分布 Oxygen isotopic distribution of a porous Type A CAI from Ningqiang chondrite

浜田 怜奈^{1*}, 坂本 直哉², 坂本 尚義³

HAMADA, Leina^{1*}, SAKAMOTO, Naoya², YURIMOTO, Hisayoshi³

¹ 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻, ² 北海道大学創成研究機構, ³ 北海道大学理学研究院自然史科学部門

¹Natural History Sci., Hokudai, ²CRIS, Hokudai, ³Natural History Sci., Hokudai

隕石中の Ca や Al に富む難揮発性包有物 (CAI, Calcium-Aluminum-rich Inclusion) は、最も古い年代を示す岩石であり、質量に依存しない酸素同位体異常を示すことがよく知られている。気相から凝縮したと考えられている細粒 CAI には、しばしばミクロンサイズの穴が見られるが、穴そのものに言及した研究は少ない (Lin and Kimura, 2003; Wasson et al., 2000)。そこで、本研究では Ningqiang 隕石中に発見した多孔質な粗粒 CAI の岩石学的記載と酸素同位体分析を行い、穴の成因を明らかにすることで、CAI 形成過程で生じたイベントを明らかにすることを目的とした。

試料の組織観察と元素分析にはエネルギー分散型 X 線分析装置付き電子顕微鏡 (FESEM-EDS, JEOL JSM-7000F; Oxford INCA Energy) を用いた。結晶方位解析には電子線後方散乱回析 (EBSD, HKL Channel 5) と光学顕微鏡を用いた。酸素同位体分析には二次イオン質量分析計 (SIMS, CAMECA ims-1270) を用いた。

本研究で観察した粗粒 CAI は大きさ約 2 × 2mm で、一部不規則な部分があるがほぼ円形に近い外形を持つ。この CAI の大部分はメリライト、ディオプサイド、スピネル、ペロプスカイトなどの高温鉱物から構成されているが、薄片上で CAI 全体の 30% 近くの面積を小さな穴 (void) が占める多孔質な構造を持つ。CAI の外縁はメリライト-スピネル-アノーサイト-ディオプサイドから成る Work-Lovering rim によって取り囲まれている。全岩組成は Type A CAI に位置し、メリライトの存在度が高いことから、ペロプスカイトの多い Type A CAI に分類された。

本 CAI には細粒 CAI に見られるような 3 ミクロン以下の小さな穴に加え、丸みを帯びた不規則な形状の 10-30 ミクロンサイズの大きな穴が観察された。前者は、5 ミクロン程の小さなメリライト結晶と 2-3 ミクロンのペロプスカイトが集まる 50-100 ミクロンの領域と、Work-Lovering rim のすぐ内側の領域に分布する。後者は、300 ミクロン以上の大きなメリライト単結晶の内部に分布する。

小さな穴がある領域のメリライト結晶は、中心がオケルマナイト成分に富み、外側がゲーレナイト成分に富む逆累帯構造を示した。Type A CAI の逆累帯構造を持つメリライトはガスから凝縮したと考えられており (MacPherson and Grossman, 1984)、この領域のメリライトの酸素同位体比は結晶ごとに異なり、 $\delta^{18}\text{O} = -40$ から 0 パーミルの間の値を持っていた。そのため、小さな穴のある領域のメリライトは溶融を経験していないと考えられる。そして、小さな穴はメリライトやペロプスカイトが凝縮・集積する過程で形成したと考えられる。

大きな穴を内包するメリライト結晶は、穴が分布する領域でゲーレナイト成分に富み (ak2-5)、穴の無い領域はオケルマナイト成分に富んでいた (ak15-24)。それぞれの領域で酸素同位体組成も異なり、穴の無い領域は $\delta^{18}\text{O} = -20$ から -10 パーミル、穴のある領域は $\delta^{18}\text{O} = -5$ パーミルであった。また、CAI の一部の領域では、穴の近くにネフェリンが存在していた。ディオプサイドとアノーサイトのリム構造が穴の周囲の壁にできている穴もあった。Ningqiang 隕石には、母天体上で水質変質を受けポーラスになったと考えられている CAI が報告されている (Sugita et al., 2009)。本 CAI の大きな穴が水質変質により形成したとすれば、メリライト結晶のゲーレナイト成分に富む部分から優先的に穴があくか、穴があく過程でメリライトがゲーレナイト成分に富む必要がある。今後化学組成のゾーニングとメリライトの結晶成長の関係を詳しく解析し、大きな穴の成因を考察していきたい。

キーワード: 穴, CAI, 酸素同位体組成, Ningqiang, メリライト

Keywords: void, CAI, oxygen isotopic composition, Ningqiang, melilite