

## Allende 隕石に含まれる複合 CAI の岩石学と酸素同位体組成

## Petrology and oxygen isotopic composition of a compound CAI from Allende meteorite

# 若木 重行 [1]; 伊藤 正一 [1]; 田中 剛 [2]; 塚本 尚義 [1]

# Shigeyuki Wakaki[1]; Shoichi Itoh[1]; Tsuyoshi Tanaka[2]; Hisayoshi Yurimoto[1]

[1] 北大・理; [2] 名大・環境・地球環境

[1] Natural History Sci., Hokudai; [2] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ.

炭素質コンドライトを構成する主要な構成要素には、Ca や Al に富む難揮発性包有物 (CAI) と、Mg および Si に富むコンドリュールがある。絶対年代測定によって、CAI とコンドリュールの形成年代には、およそ二百万年の隔たりがある事が報告されている (Amelin et al., 2002)。このような形成年代の差に加えて、CAI とコンドリュールには化学組成・同位体組成の違いがある事から、これらの物質は原始太陽系星雲内において異なる加熱機構によって形成したと考えられている (Wood, 1996)。しかし近年、CAI とコンドリュールの複合物質が複数報告され (Itoh and Yurimoto, 2003; Krot et al., 2005)、CAI 形成とコンドリュール形成が同時代・同加熱機構によって生じた事、あるいは CAI とコンドリュールが混合した状態で加熱を受け再溶融した事が示唆されている。このように複合物質の熱史から、CAI 形成とコンドリュール形成との関係に制約を与える事が期待されているが、研究例は少なく限られている。本研究では、Allende 隕石 (CV3) より発見されたコンドリュール組成のリムをもつ複合 CAI (CAI-025) に対して、走査型電子顕微鏡による岩石学的観察および二次イオン質量分析計 (Cameca ims-1270) による構成鉱物の局所酸素同位体分析を行い、その形成過程を考察した。二次イオン質量分析には、ビーム系 2~10 ミクロンの Cs<sup>+</sup> 一次イオンを用い、標準試料には対象鉱物と同一の鉱物結晶を用いた。本研究における標準試料の繰り返し分析精度 (1SD) は、d17O、d18O 共に約 2 パーミルであった。

CAI-025 は、Al に富む中心部と Mg に富むリムに区別できる。中心部は、主に半自形でフランボイド状のスピネル、半自形のカンラン石、カンラン石上に成長した少量の Al を含む低 Ca 輝石、それらをポイキリティックにとり囲む斜長石より構成される。スピネルはまれに微小なペロプスカイトを含み、また、表面に微小な FeNiS 粒子を伴う。一方、リムはカンラン石・低 Ca 輝石・斜長石によって構成され、コンドリュールと類似した組織を示す。中心部の主成分化学組成は、組織より示唆される鉱物結晶化順序 (スピネル、カンラン石、低 Ca 輝石および斜長石) と調和的だが、一般的な CAI と比較すると Si 成分に富み Al-rich コンドリュールの組成と類似している。リムの化学組成はコンドリュールの化学組成範囲と一致する。

CAI-025 構成鉱物の酸素同位体組成は、すべて 3 酸素同位体図上で CCAM ライン上にプロットされる。スピネルは、地球の酸素同位体組成と比較して約 40 パーミルほど <sup>16</sup>O に富み分析誤差を優位に超えた同位体組成の異なる 3 つのグループを形成した。カンラン石および低 Ca 輝石の酸素同位体組成は中心部とリムで差はなく、どちらも D<sup>17</sup>O = -12.6 ~ -2.9 の範囲に分布する。中心部の斜長石は <sup>16</sup>O に乏しく、D<sup>17</sup> 値は -2.7 ~ 0.8 であった。

CAI-025 の結晶化順序と酸素同位体組成の間には相関が見られ、結晶化順序の早い鉱物ほど <sup>16</sup>O に富む酸素同位体組成を示す。中心部のスピネルおよびカンラン石は半自形であるので、CAI-025 は部分溶融を経験していると考えられる。スピネルの酸素同位体組成には分布が見られるが、スピネル中の酸素自己拡散係数が小さいため (Ryerson and McKeegan, 1994)、スピネルの酸素同位体組成が部分溶融による加熱に伴う二次的な拡散によって変化する事は考えにくい。従って、スピネルに見られる酸素同位体組成の分布は個々のスピネルが晶出した際の母液の酸素同位体組成の違いを反映していると考えられ、酸素同位体組成の異なる条件下で複数回の部分溶融が生じた事が示唆される。また、中心部とリムでカンラン石・低 Ca 輝石の酸素同位体比が一致する事は、CAI 中心部およびコンドリュール組成のリムが相対的に <sup>16</sup>O に乏しい環境下で溶融状態にあった事を示す。CAI 組成メルトの相平衡から、カンラン石および低 Ca 輝石は CAI 組成のメルトから晶出しないと考えられる。従って、CAI 中心部ではカンラン石の形成以前に主成分組成の変化が生じたと考えられ、CAI 組成の中心部に対して Si に富むコンドリュール組成の物質が混合した事が示唆される。スピネル粒子の表面の微小な FeNiS 粒子の存在は、コンドリュール組成物質の混合と調和的である。以上より CAI-025 は、<sup>16</sup>O に富む CAI 前駆物質からスピネルが晶出したのちに、CAI およびコンドリュール組成の物質が共存し相対的に <sup>16</sup>O に乏しい環境下で部分溶融を繰り返し形成されたと考えられる。