

Allende隕石から発見されたCAI-コンドリュール混合物質のAl-Mg年代学 Al-Mg systematics of a compound CAI-chondrule object from Allende

若木 重行^{1*}, 伊藤 正一¹, 田中 剛², 塚本 尚義¹

Shigeyuki Wakaki^{1*}, Shoichi Itoh¹, Tsuyoshi Tanaka², Hisayoshi Yurimoto¹

¹北海道大学理学研究院自然史科学部門, ²名古屋大学環境学研究科

¹Natural History Sci., Hokkaido Univ., ²Earth Environment Sci., Nagoya Univ.

Allende隕石に含まれるCAI-025は、CAIとコンドリュールの混合物質であり、anorthite、spinel、olivine、Alを含むlow-Ca pyroxeneを含む中心部と、中心部を完全に囲むコンドリュール組成の火成リムとの二つの領域より構成される。岩石学的観察および希土類元素組成、酸素同位体組成の研究より、CAI-025中心部もまた、CAIとコンドリュール物質がおよそ3:7の質量比で混合し熔融した混合物質であることが示された。中心部のspinelは、¹⁶Oに富む環境下で凝縮によって形成された前駆CAIに由来する熔融残渣であり、一方、anorthiteおよびolivineは中程度に¹⁶Oに富む環境下でCAIとコンドリュールの混合メルトから結晶化したと考えられる。このように、CAI-025中心部は、異なる環境下で異なる加熱イベントを経験してきたと考えられるが、それぞれのイベント間の時間的差異は明らかでない。本研究では、これらのイベントに年代学的な制約を与えるため、CAI-025中心部の構成鉱物に対してSIMSを用いた局所Al-Mg同位体分析を行った。

局所Al-Mg同位体分析は、北海道大学の二次イオン質量分析計(Cameca ims-1270)を用いて行った。spinelおよびolivineの分析はmulti-collection法で、anorthiteの分析はピークジャンピング法で行った。²⁶Mg過剰 ($\delta^{26}\text{Mg}^*$) は、CAIの同位体分別係数0.51400 (Davis et al. 2002)を用いて質量分別効果の補正を行ったのち、地球の値からの差を千分率で表した。

CAI-025中心部のspinelは明らかな²⁶Mg過剰をもち、その $\delta^{26}\text{Mg}^*$ は 0.53 ± 0.15 、²⁷Al/²⁴Mgは 2.53 ± 0.19 (n = 10)、であった。Olivineも、有意な²⁶Mg過剰を示した ($\delta^{26}\text{Mg}^* = 0.30 \pm 0.08$, n = 10)。また、olivineの²⁷Al/²⁴Mgは0.01以下であった。Anorthiteは、²⁷Al/²⁴Mgが55.8から227まで分布したものの、有意な²⁶Mg過剰を示さなかった ($\delta^{26}\text{Mg}^* = 1.6 \pm 2.8$, n = 10)。

Spinelは、olivineより高い $\delta^{26}\text{Mg}^*$ を持つため、spinel結晶化時には²⁶Alが存在していたと考えられる。一方、anorthiteは²⁶Al壊変の痕跡を持たず、anorthite結晶化時にはすでに²⁶Alが壊変しきっていたと考えられる。この事は、spinel結晶化とanorthite結晶化の間に有意な時間差が存在する事を示す。Olivineは、²⁶Mg過剰をもつが、olivineの²⁷Al/²⁴Mgが低い事から、この過剰がolivine中で²⁶Alが壊変した事に起因するとは考えられない。従って、Olivineの²⁶Mg過剰は、olivineが結晶化したCAI-chondrule混合メルトの持っていた²⁶Mg過剰を反映している事になる。混合メルトの²⁶Mg過剰は、REE組成より示唆された混合比と中心部のAlおよびMg存在度を用い、前駆CAIのAlおよびMg存在度に文献値(Mason and Taylor, 1982)を仮定することで計算できる。前駆CAIが形成時にcanonical ²⁶Al/²⁷Al比を持っており、CAIとchondruleの混合が²⁶Alの壊変終了後に生じたと仮定すると、CAI-chondrule混合メルトの $\delta^{26}\text{Mg}^*$ は0.25と求められる。これはolivineの $\delta^{26}\text{Mg}^*$ とよく一致する。一方CAIとchondruleの混合が、まだ²⁶Alの存在している時代に生じたと仮定すると、混合メルトの $\delta^{26}\text{Mg}^*$ はさらに低くなる。この結果は、²⁶Alが壊変しきった後にolivineの結晶化が生じた事を示唆する。Olivineとanorthiteの結晶化は同時期だと考えらる。Al-Mg年代学によって、前駆CAI段階に起こったspinel結晶化と、CAI-chondrule混合の間には有意な時間差がある事が明らかになった。

キーワード: CAI,コンドリュール, CAI-コンドリュール複合物質, Al-Mg年代学,原始太陽系星雲
Keywords: CAI, chondrule, CAI-chondrule compound object, Al-Mg chronology, solar nebular