

CAIsにある2種類のanorthiteが持つマグネシウム同位体比異常について

Mg isotopic anomalies of two types of anorthite in CAIs

牛久保 孝行 [1], 比屋根 肇 [2], 杉浦 直治 [3], アレキサンダー ウリヤノフ [4]

Takayuki Ushikubo [1], Hajime Hiyagon [2], Naoji Sugiura [3], Alexander Ulyanov [4]

[1] 東大 理 地惑, [2] 東大・理・地球惑星物理, [3] 東大・理・地球惑星, [4] モスクワ州立大・地質

[1] Earth and Planetary Phys., Univ. of Tokyo, [2] Dept. Earth Planet. Phys., Univ. Tokyo, [3] Earth & Planet. Physics. Univ. of Tokyo, [4] Dept. Geology, Moscow State Univ.

二次イオン質量分析計 (SIMS) を用いてCAIsにある異なる起源のanorthiteのマグネシウム同位体比測定を行い、消滅核種 ^{26}Al の存在量を調べた。その結果primary anorthiteからは結晶の縁や亀裂周辺ではマグネシウム同位体比異常が小さくなるという傾向が見られた。これはマグネシウムの同位体拡散によるものと考えられる。またsecondary anorthiteにもマグネシウム同位体比異常が見られることから、secondary anorthiteの形成はこれまで考えられていたよりも早い時期、まだ ^{26}Al が存在した時点で既に行われていたということが示された。

本研究では2つのCAIs：CAI1 (Allende) とE44(Efremovka)にあるanorthiteに注目し、東京大学にある二次イオン質量分析計 (SIMS) を用いてマグネシウム同位体比測定を行った。

CAIsには形成起源の異なる2種類のanorthite：CAIs形成時に晶出したprimary anorthiteと後の変成作用によって作られたsecondary anorthiteがある。E44にあるanorthiteはほぼ自形である事、CAIsに典型的なfassaiteやmeliliteといった鉱物と共存している事からprimary anorthiteと考えられる。一方CAI1にあるanorthiteは他形である事、必ずgrossularと対になって存在している事から、CAIsのmeliliteを分解して出来たsecondary anorthiteと考えられる。

E44のprimary anorthiteのマグネシウム同位体比測定の結果、同位体比異常から求まる $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生値は $4.47\text{E}-5$ から $8.65\text{E}-6$ と大きくばらついており、しかもanorthite結晶の縁や亀裂近傍で低い値を示すという傾向がある事が示された。また、CAI1のsecondary anorthiteには初生値にして $1.9\text{E}-5$ (上限値 $2.6\text{E}-5$) 程度の同位体比異常がある事が示された。過去のanorthiteのマグネシウム同位体比測定の結果からは、それぞれanorthiteのマグネシウム同位体比異常から求まる $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生値は、CAIsの $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生値の2つのピーク： $5\text{E}-5$ と0にほぼ対応している事が分かっており、secondary anorthiteを形成した変成イベントは親核種 ^{26}Al が壊変して失われた後 (CAIs形成からの時間差にして数百万年) にあったと考えられてきた。またanorthiteの中には $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生値が2つのピークの間値を示すものがあり、この原因はCAIsが何らかの理由で加熱された際にprimary anorthiteのマグネシウム同位体比異常の情報が部分的に消されたためだと解釈されてきた。

本研究の測定結果のうちE44のanorthiteに見られたマグネシウム同位体比異常の分布は、マグネシウムの同位体交換で同位体比異常の情報が失われたと解釈する事が妥当であり、中間的な $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生値に対するこれまでの解釈を支持するものである。しかしCAI1のsecondary anorthiteにもマグネシウム同位体比異常が見られたことから、secondary anorthite形成イベントはこれまで考えられていたより早い時期 (まだ ^{26}Al が存在していた時期；CAIs形成からの時間差が百万年程度またはそれ以下) にも存在していた事が明らかになった。また中間的な $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生値の原因には、primary anorthiteの同位体擾乱だけではなく変成作用によるsecondary anorthite形成の時間差を示しているものもある事がわかった。