

かんらん石微粒子急加熱・冷却による溶融／結晶成長組織 Melting and crystal growth textures developed in rapid heating and cooling of olivine fine particles

磯部 博志^{1*}; 榎藤 貴明¹

ISOBE, Hiroshi^{1*}; GONDO, Takaaki¹

¹ 熊本大学大学院自然科学研究科理学専攻

¹ Grad. Sch. Sci. Tech., Kumamoto Univ.

かんらん石は、普遍的に存在する鉱物の一つである。固体地球だけではなく、コンドライト隕石を特徴付けるコンドリュールにおいても、かんらん石は最も普遍的に存在する鉱物である。コンドリュール中のかんらん石は、前駆物質の加熱過程とメルト粒子の冷却過程に依存した多様な組織を示すことが知られている。本研究では、高温炉中で微粒子を自由落下させる実験系 (Isobe and Gondo, 2013) を用いて、かんらん石混合微粒子の急加熱／急冷却実験を行った。実験生成物には、かんらん石の相関係と拡散、核形成、結晶成長挙動によって規定されていると考えられる特徴的な溶融／結晶成長組織が得られた。

実験に用いた試料は、天然の Fo90 および Fayalite 組成のかんらん石、および中心組成 Fo55 の人工かんらん石結晶から調製した。これらを約 100 μ m 径となるよう粉碎し、混合粉末とした。混合操作により、異なる組成のかんらん石粒子を含む粒子が形成した。加熱・急冷実験は、酸素分圧及び総ガス流量を制御したケラマックス縦型小型管状炉を用いた。試料粒子は、2 秒以内に 1400° C に達し、約 1 秒間 1400° C 以上の高温を経験した後、1 秒以内に急冷される。試料粒子の炉心管内落下速度は粒径と正の相関を持つため、粒子の最高温度、冷却速度も粒径に依存する。相対的に大きな粒子は、最高到達温度が相対的に低く、冷却速度は大きいと推定される。実験生成物は、メルト生成比が大きな粒子は球形微粒子として、溶融しなかった粒子は出発物質と同じかんらん石結晶片として回収される。回収した粒子は、走査電子顕微鏡による外形の観察を行った後、同一試料を樹脂に包埋し、粒子内部組織の観察および組成分析を行った。

かんらん石の相関係図から推定される通り、Fayalite 組成のかんらん石粒子は完全に溶融し、Fo90 組成の結晶はそれ自身では溶融していない。Fo55 組成の結晶は、ソリダス温度に達したと思われる粒子では粒子内部で急速な部分溶融が生じたと思われる組織を示す。複数組成かんらん石の混合粒子では、Fayalite 組成かんらん石の融解によって生じた鉄に富むメルトに Fo90 および Fo55 組成の結晶が溶け込む現象が起こる。このため、結晶／メルト界面には大きな濃度勾配が生じる。

冷却過程においては、ほぼ全体が融けた粒子では、極めて大きな冷却速度により特徴的に形成される棒状かんらん石コンドリュールや溶融微小隕石に相当する組織が形成した。融け残りの Fo90 および Fo55 組成の結晶を含む粒子では、融け残り結晶表面からの成長組織が観察される。また、溶融メルト部では樹枝状結晶の成長が見られ、粒子表面の形状にもその影響が現れる場合がある。また、実験時の酸素分圧条件が磁鉄鉱安定領域であった場合、かんらん石結晶粒間に一定方位の磁鉄鉱樹枝状結晶が形成する場合も見られる。これら組織から、数秒以内の時間スケールにおけるかんらん石結晶の溶融／融解／核形成／結晶化過程について議論する。

キーワード: かんらん石, コンドリュール, 核形成, 結晶成長, 樹枝状結晶, 急冷組織

Keywords: Olivine, chondrule, nucleation, crystal growth, dendrites, quench texture