

微粒子加熱 / 急冷実験により生成した樹枝状磁鉄鉱を含む球状粒子 Dendritic magnetite spherules produced by fine particle heating / quenching experiments

磯部 博志^{1*}, 権藤 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.

磁鉄鉱は、副成分鉱物として多くの岩石に産出し、形成条件に応じて様々な結晶形態を示すことが知られている。火成岩においては、しばしばメルトから結晶化するリキダス相として産出するため、正八面体の自形結晶を示す。しかし、噴出した溶岩の急冷縁など、極めて高い冷却速度を経て結晶化した場合、特徴的な樹枝状または骸晶組織を示す (e.g. Szramek et al., 2010)。また、超高層大気への突入による急加熱及び急冷却を受けた微小隕石にも、樹枝状組織を示す磁鉄鉱が存在する (e.g. Genge, 2008, 2006, Toppani and Libourel, 2003)。

本研究では、高温炉中で微粒子を自由落下させる実験系を構築し、急加熱 / 急冷却による結晶組織を再現するための実験を行った。火山灰粒子を用いた急加熱 / 急冷却実験により、極めて特徴的な組織を示す樹枝状磁鉄鉱からなる粒子を得たため、その結果を報告する。また、隕石粉末を用いた実験では、溶融した微小隕石を再現することに成功した (権藤・磯部, 2012)。

実験は、酸素分圧及び総ガス流量を制御するための CO₂, H₂ 及び Ar ガスのコントローラを設置したケラマックス縦型小型管状炉を用いた。炉心管上部には、先端部を直径約 0.5mm のオリフィス状に加工した石英ガラス管を設置した。これにより直径約 0.1mm の粉末試料を一定の割合で炉心管内に落下させ、炉心管下端に設置したアルミナるつぼ内に回収する。

粒子の落下速度は、炉心管下端から標準状態で総量約 1 l/min のガスを供給することによって制御した。炉心管内でガス温度が 1200 °C となったとき、ガスの上昇速度は約 11 cm/sec となる。高温時のガスの粘性を考慮すると、静止気体中で落下するケイ酸塩粒子の終端速度は、直径 60 μm で約 6.5 cm/sec, 100 μm で 18 cm/sec, 150 μm で 41 cm/sec となるため、上昇ガス流を伴う炉心管内では、直径 100 μm の粒子の落下速度は約 7 cm/sec となる。このため、炉心管内最高温度を約 1520 °C に設定した状態で、高温部の約 10cm 上から落下させた直径約 100 μm の粒子は、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 秒以内で急冷されることとなる。直径 0.1mm 程度の微粒子であれば、放射による熱輸送によって温度平衡に達するまでの時間は十分短く、このような温度履歴は実現可能である。

この実験系を用いて、粒径 60 ~ 160 μm に分級した桜島火山灰の急加熱 / 急冷却実験を行った。個々の火山灰粒子には、斜長石、輝石、磁鉄鉱、ガラス質石基が様々な割合で含まれ、中には磁鉄鉱を極めて高い体積比で含むものも存在する。実験の結果、回収された火山灰粒子はその過半がよく溶融し、極めて整った球形を示した。ガラス質石基や斜長石を主とする粒子は、透明なガラス粒子となっていた。

磁鉄鉱を主に含む粒子では、急冷組織である樹枝状結晶が粒子全体にわたる構造を示して存在し、極めて特徴的な外観を呈していた。また、粒子表面に特定の結晶方位を向けて成長している樹枝状磁鉄鉱を持つ粒子も得られた。これら特徴的な磁鉄鉱結晶組織について報告すると共に、微粒子の加熱 / 冷却速度等と磁鉄鉱組織の関係について議論する。

キーワード: 磁鉄鉱, 樹枝状結晶, 急冷組織, 微粒子

Keywords: magnetite, dendritic crystal, quench texture, fine particles