

## 微小重力下でのケイ酸塩物質の凝縮・凝集カインेटクスに対する酸素分圧依存性

The effect of the oxygen pressure to the condensation and accumulation kinetics under microgravity

# 小島 秀和[1], 塚本 勝男[1], 佐藤 久夫[2], 長嶋 剣[1], 野澤 純[1]

# Hidekazu Kobatake[1], Katsuo Tsukamoto[2], Hisao Satoh[3], Ken Nagashima[4], Jun Nozawa[4]

[1] 東北大・理・地球物質, [2] 産総研・地調、微小領域同位体研

[1] Inst. Min. Pet. Econ. Geol. Tohoku Univ., [2] Faculty of Science, Tohoku University, [3] MIGA, GSJ, AIST, [4] Geology, Sci., Tohoku Univ

ケイ酸塩物質の平衡条件はこれまでに詳細に研究されてきたが、原始太陽系星雲内における凝縮カインेटクスを調べるような実験的研究はこれまであまりなされてこなかった。

これは重力環境下での実験では熱対流が存在するために、凝縮粒子形成時の過飽和度、およびその形成場所を決定することが困難であったためである。

この問題を解決するために、我々は航空機を利用した微小重力環境下でこの熱対流を抑え、ケイ酸塩物質の凝縮実験を行った。雰囲気ガスの凝縮カインेटクスへの影響を調べるために、我々は酸素含有量を異なるガスを用いた。

今回の実験ではサン・カルロス olivine、Enstatite、CAI ガラスおよび Gehrenite を出発物質として用いた。これら出発物質は実験前に融解させ、球にしたものを用いた。

こうして準備した出発物質を Pt 線（直径：0.1mm）で保持し、真空チャンバー内に固定した。

この真空チャンバーの基底圧力は約 10 Pa である。純粋な Ar ガスまたは 1000ppm の酸素を含む Ar ガスをチャンバー内に充填させることで、真空チャンバー内の全圧が、 $10^5$  Pa または  $10^3$  Pa となるように制御を行った。出発物質の加熱・蒸発は CO<sub>2</sub> レーザー照射によって行った。出発物質の温度の測定は pyrometer を用いて行い、その周りのガスの温度分布測定は、Pt-Pt10Rd 熱電対およびマイケルソン型高速位相シフト干渉計を用いることで行った。

蒸気ガスから凝縮した微粒子は、それぞれ蒸気源から (A)14 mm、および (B)18 mm の 2 ヲ所で透過電子顕微鏡用のグリッドに集められた。このようにして回収した凝縮粒子に対して TEM および AFM を用いた観察を行った。

TEM 観察から、微小重力において enstatite 蒸発ガスから凝縮した粒子すべてアモルファスであったことが分かった。CCD カメラによる画像および pyrometer による温度測定から enstatite を蒸発させた音頭ははそれらの融点であることが分かった。球状の温度分配を仮定した場合、粒子の回収を行った位置 (A) の温度および (B) の温度はそれぞれ 350, 300, K である。

純粋な Ar ガス中で形成された粒子と O<sub>2</sub> を含む Ar ガス中で形成された粒子との間でそれぞれのサイズにおいて違いが見られた。 $10^3$  Pa において酸素とアルゴン混合ガス中で形成された粒子のサイズが約 26 nm (標準偏差=8 nm) であったのに対し、 $10^3$  Pa に純粋な Ar ガス中で形成された粒子のサイズは 75 nm (標準偏差=36) であった。 $10^5$  Pa において純粋な Ar の中で形成された粒子は同様にアモルファスであり、それらのサイズは 61 nm (標準偏差=13 nm) であった。

これらの粒子は互いに付着することにより、ネットワーク状の凝集体を形成していた。

粒子同士の付着面の直径 ( $x$ ) の粒径 ( $r$ ) に対する割合 ( $x/r$ ) は酸素濃度に依存して著しく変化することが分かった。純粋な Ar ガスで全圧  $10^3$  Pa、および  $10^5$  Pa において形成された凝集体における ( $x/r$ ) 比は、それぞれ 0.35 と 0.44 あったのに対し、O<sub>2</sub> Ar 混合ガス中で形成された凝集体における ( $x/r$ ) 比は 0.73 であった。

粒子サイズの違いは、酸素を含むガス中では酸素を含まないガス中における実験に比べより高い過飽和達していたであろうということを示唆している。しかし Ar ガス中の酸素濃度はわずか 1000ppm であり、この酸素分圧は平衡条件を変化させ、過飽和度を上昇させるほど高くはない。したがって酸素を含むガス中で形成した凝縮粒子径の減少は、核形成を妨げ高過飽和度状態になるように、界面自由エネルギーが増加したということを示していると考えられる。

また、さらに、高い界面自由エネルギーは、表面積を縮小するために粒子同士のネッキングを加速するであろう。これらのことから酸素が、ケイ酸塩物質の界面自由エネルギーを増加させ、凝縮および凝集カインेटクス変化させると重要な役割を果たしていると考えられる。