

PPS020-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 10:30-13:00

宇宙塵の形成：形状，組成，組織の関係

Formation of Cosmic Spherules: Relationships among Shapes, Compositions, and Textures

土居 政雄¹, 中本 泰史^{1*}, 中村 智樹², 山内 佑司³

Masao Doi¹, Taishi Nakamoto^{1*}, Tomoki Nakamura², Yuji Yamauchi³

¹ 東京工業大学, ² 東北大学, ³ 九州大学

¹Tokyo Institute of Technology, ²Tohoku University, ³Kyushu University

宇宙塵は地球外起源の球状シリケート組成微粒子であり、南極の氷や海洋底、成層圏などから採集されている。本研究では、一度はほぼ完全に溶融した宇宙塵を研究対象とする。

宇宙塵の化学組成やサイズ、組織などが分析されている。また、組成と組織の間には関係があるとも報告されている。一方、宇宙塵の形状や組成と形状、組織の間関係については、定量的な研究はなされていない。しかし、これらの間の関係を明らかにすることは、宇宙塵の性質やその形成過程を解明する上で、重要な課題である。本研究では、理論モデルも用い、これらの間の関係の解明を目指す。

私たちは、南極のトツキ岬の青氷原の氷中から採集された、903個の微隕石サンプルを用いた。これらは0.1mmから0.238mmの直径をもち、表面組成の分析によって抽出されたものである。この中から表面に溶け残りが無いものを選ぶと、525個となった。

さらに、表面が滑らかなサンプルを選んだ。これは、一度は完全に溶けたものを選ぶためである。滑らかな表面をもつもの50個に対し外形を測定した後、化学組成分析のために表面を削り平らな面を出した。この段階で、内部に空隙や溶け残りがあるものは、サンプルから外した。結局、27個のサンプルが残った。

測定された外形は、三軸不等楕円体で近似する。形状の測定後、EPMAによって化学組成を測定した。また、研磨断面を観察することにより、組織も調べた。

測定された組成と組織は、barred olivineとcryptocrystalline粒子が低いSiO₂濃度でオリビンに近い組成を持っているのに対し、ガラス状粒子は高いSiO₂比と輝石に近い組成を持っていること示した。組成と組織は、深く関連しているようである。

地球大気中の宇宙塵の運動を、理論的にモデル化した。運動方程式には、ガス摩擦力を考慮し、ガス密度は地球大気モデルを用いる。宇宙塵の変形を考慮するために、宇宙塵に作用する動圧も計算する。変形度は理論モデルを用いて評価する。宇宙塵の融点は、組成によって決まる。蒸発による宇宙塵組成の変化も、モデル化して考慮した。

数値計算の結果によると、最終的な組成は、大気への突入時の状況に依存する。元素の中では鉄が最も蒸発しやすいので、蒸発が進めば鉄が減少した組成になる。しかし、組成の測定結果と比較してみると、私たちのサンプル中の宇宙塵は、強い蒸発を受けていないことが分かる。このような場合には、最終組成はほぼ初期組成で決まる。

ほとんどのサンプルにおいて、測定された形状は理論計算結果とよく一致する。しかし一部の宇宙塵は、理論値よりも小さい変形度しか持たない。これは、これらの宇宙塵が動圧の低い状況で固化したことを示唆している。このようなことは、これらの宇宙塵が強い過冷却を経験した場合には起こりえると思われる。私たちはまた、変形度の小さい宇宙塵はガラス状組織をもち輝石に近い組成を持っているということに気づいた。輝石に近い組成を持つ粒子は結晶化しにくく、過冷却を経たのちガラス組織になりやすいことを考えると、これらの特徴は、動圧が形状を決めているという理論的理解と調和的である。

キーワード: 宇宙塵, 形状, 組成, 組織, 形成

Keywords: cosmic spherule, shape, composition, texture, formation