

バードオリビンコンドリュールの3次元構造

Three-dimensional structures of barred olivine chondrules

土山 明[1], 川畑 俊晴[2], 上杉 健太郎[3], 中野 司[4], 坂口 千恵[5]

Akira Tsuchiyama[1], toshiharu kawabata[2], Kentaro Uesugi[3], Tsukasa Nakano[4], Chie Sakaguchi[5]

[1] 阪大・院理・宇宙地球, [2] 阪大・理・宇宙地球科学, [3] 東工大・理・地惑, [4] 地質調査所, [5] 岡大・固地研・PML

[1] Earth and Space Sci., Osaka Univ., [2] Earth and Space Sci., Osaka Univ., [3] Earth and Planetary Sci., Tokyo I. T., [4] Geological Survey of Japan, [5] PML.ISEI.Okayama Univ Misasa

バードオリビンコンドリュールの3次元構造をX線CT法および薄片観察により調べた。大多数のコンドリュールは球を潰したようなオプレート状外形をもち、その短軸にほぼ垂直に板状のオリビン結晶が並んでいる。これは溶融時にコンドリュールがスピニングしていた証拠の一つではないかと考えられる。オプレート状外形の偏平率から見積もられる回転速度はおおよそ100-200 rpsであり、コンドリュール成因論に今後大きな制約を与えるものと考えられる。

コンドライト隕石を特徴づけるコンドリュールの数~5を占めるバードオリビン(B0)コンドリュールは、薄片下で同時消光する棒状のオリビン結晶が平行に並んでいるという特異な組織をもっている。本研究の目的は、このB0コンドリュールの3次元構造を明らかにし、コンドリュールの生成条件に制限を与えることにある。Allende隕石(CV3)から取り出した2つのB0コンドリュールについて、大型放射光施設であるSPring-8においてX線トモグラフィック顕微鏡[1]を用いてX線CT撮影をおこなった。その外形は球を潰したようなオプレート状であった。1つのコンドリュールでは、一方向にほぼ平行にならんだ板状のオリビン結晶がコンドリュール全体を占めており、この板状結晶の伸びの方向はオプレート外形の短軸にほぼ垂直であった。一方もうひとつのものでは、少なくとも3方向以上の板状結晶が観察されたが、最大の体積を占める平行板状結晶の伸びの方向はオプレート外形の短軸にほぼ垂直であった。もしすべてのB0コンドリュールの外形が回転対称をもつオプレート状で、この短軸に垂直にオリビンの板状結晶が並んでいるとすると、2次元的な断面である薄片でも、棒の伸びの方向はコンドリュール外形のみかけの短軸方向に常に垂直であるはずである。このことを確かめるために、炭素質、普通、エンスタタイトコンドライト合計15種類中の44個のB0コンドリュールの薄片観察をおこなった。コンドリュール外形の短軸(みかけ上の偏平率は0.5-1)の方向と、平行棒状結晶の伸びの方向(棒状結晶の方向が複数の場合には一番大きな面積を占めるものを選んだ)とのなす角度を測定した。約9割のコンドリュールはこの角度が70-90度の範囲に入り、X線CT法で観察された3次元構造をもっていることがわかった。一方、残りの約1割は0-30度程度の角度をもち、予想されたものと逆の組織を示した。またコンドリュールの伸びの方向に対して30-70度という斜めに棒状結晶が伸びているものは、集積後に変形を受けているコンドライト中のもの以外には、見出せなかった。

これまでの斑状組織をもつコンドリュールについてのX線CT法を用いた研究[2]によれば、コンドリュール中に存在する空隙がオプレートの短軸に集中していることが見い出されている。これはコンドリュールが溶融時に回転していて、外形がオプレート状になり、また遠心力により低密度の空隙が回転軸である短軸付近に移動したものと解釈できる。今回明らかとなったB0コンドリュールの3次元構造も、溶融時とそれに続く結晶作用時における回転に起因していることが強く示唆される。もともとは球に近かったコンドリュール外形が、オリビン結晶の異方的な成長により、板状結晶の伸長方向に延ばされてオプレート状になる可能性もある。しかしながら、これでは板状結晶の伸長方向がコンドリュール外形の短軸方向に対してほぼ平行なものを説明することはできない。また偏平率0.5といった極端に扁平したものも説明できないであろう。回転により何故板状結晶の伸長方向が短軸に対してほぼ垂直(あるいは平行)になるのかに関しては、(1)回転によるコンドリュールメルト組成の分別や(2)回転しているメルトへの外来粒子の付着による不均一核形成なども考えられるが、はっきりとした理由は現在のところはまだ良くわからない。

もしコンドリュールが回転していたとすると、遠心力とメルトの表面張力との釣り合いを考えることにより、オプレート状外形の偏平率から回転速度が推定できる。これによると、今回X線CT法で3次元観察をおこなったB0コンドリュールに関しては、100-200回転/秒となり、このような高速回転からコンドリュール成因論に今後大きな制約が与えられるものと考えられる。

[1] Uesugi et al. (1999) Proc. SPIE, vol.3772, 214-221. [2] Kawabata et al. (1999) Antarctic Meteorites, XXIV, 64-66.