

板状粒子分散流体のレオロジーと組織形成シミュレーション

Numerical Simulation of Rheology and Texture Formation of Plate-like Particle Suspensions

西浦 泰介^{1*}, 川畑 博¹, 阪口 秀¹

Daisuke Nishiura^{1*}, Hiroshi Kawabata¹, Hide Sakaguchi¹

¹独立行政法人海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

粒子と流体が引き起こす地質学的現象として、剪断流動状態にあるマグマ中でメルトと結晶粒子層が分離するプロセスがある。このようなプロセスで、固化する前のマグマが流れて行く間に形成されるマグマ中の微構造は、岩石組織のみならずマグマの粘性にも影響を与える。したがって、岩石組織からマグマの流動状態を推定するためには、剪断流動状態にあるマグマ中での微構造形成メカニズムを明らかにすることが重要である。しかし、高温高压下におけるメルトや結晶粒子の微視的挙動は実験的に観察することが困難であるために、微構造の形成メカニズムを詳細に検討することができずにいる。そこで、この様に実験観測が厳しい環境におけるマイクロな現象に対しては、粒子運動と流体流れを連成させた数値シミュレーション手法を用いることが有効と考えられる。

本研究では剪断流動状態にある流体中の板状粒子挙動をモデル化し、粒子群の組織形成メカニズムについて数値シミュレーションを用いて調べる。まず、結晶粒子個々の運動を計算する個別要素法と流体計算を連成した三次元混相シミュレーション法を開発した。個々の結晶粒子は球形粒子を複数個バネで連結することにより模擬し、結晶粒子間には粘弾性接触力を、結晶粒子とメルト間に流体力学的相互作用力を働かせた。流体中に長径70ミクロン、短径30ミクロン、厚み10ミクロンの板状粒子を一定間隔毎に規則的に配置し、剪断応力を加えて板状粒子の配向過程やクラスター形成過程を調べた。

その結果、剪断流によって粒子が動き始め、粒子群がクラスター構造を形成するにしたがって懸濁液の粘性が一定値に向けて降下することが確認できた。特に、粒子濃度が高い時に、クラスターの成長が著しく見られた。またクラスター内に存在する粒子の剪断方向に対する配向方向は、結晶濃度が高いほど高角になり、一方クラスター外に存在する粒子はこれとほぼ直交する方向に配向した。本発表では、これらの剪断による板状粒子の配向およびクラスター形成に対するメカニズムを議論する。

キーワード: 個別要素法, 流体計算, シミュレーション, 岩石組織, 剪断

Keywords: Discrete element method, Computational fluid dynamics, Simulation, Rock texture, Shear