

# 火砕流堆積物における密度およびサイズ分離構造のメカニズム

## Mechanism of density and size segregation in deposits of pyroclastic flow

# 三谷 典子[1]; Matuttis Hans-Georg[2]; 門野 敏彦[3]

# Noriko Mitani[1]; Hans-Georg Matuttis[2]; Toshihiko Kadono[3]

[1] 東大・地震研; [2] 電通大・機械制御工学; [3] IFREE

[1] ERI, Univ Tokyo; [2] Mechanical and Control Eng., Univ. of Electro-Communications; [3] IFREE

火砕流堆積物の主な特徴の一つに、大きい破片の密度およびサイズによる垂直方向の分離が挙げられる。つまり火山灰をマトリックスとして、軽石は上方に、重い岩片は下方にそれぞれ集中して観測される。堆積の仕方はいくつかのタイプに分けられる(C. J. N. Wilson, J. Volcanol. Geotherm. Res., vol.8, 231, 1980)。軽石の場合はサイズが大きいものほど上方に堆積するサイズ逆級構造が、岩片の場合はサイズが大きいものほど下方に堆積するサイズ順級構造がしばしば同時に観測され、`type 2`と呼ばれる(Wilson 1980)。また、サイズに依らずに軽石が上方に岩片が下方に集中して堆積する`type 3`と呼ばれるものもある(ちなみに`type 1`は軽石や岩片が密度やサイズに依らずに混在するような堆積の仕方である)。

今回、これらの火砕流堆積物の構造を生じるメカニズムを探るため、ガスを含まない粉粒体の粗い斜面上の流れを数値的に調べた。マトリックス粒子と異なる密度やサイズを持つ、軽石や岩片に見立てた異物粒子のマトリックス中での振舞いに注目した。

計算には、軟体球モデルを用いた二次元離散要素法を適用した。数値計算によると、粒子のもつ重力エネルギーの一部が底面の凹凸によってランダムエネルギーに変換され、マトリックス粒子は流動化した。そのマトリックス粒子中を異物粒子は密度に従い上昇および下降し、異物とマトリックス粒子の密度差が増加するほど、また異物のサイズが増加するほど、上昇および下降速度は増加した。このことは軽い異物の逆級化および重い異物の順級化が同時に起きていることを示しており、`type 2`に対応している。さらに時間が経過すると、サイズに依らずに軽い異物は上方に集中し重い異物は下方に集中した。これは`type 3`に対応している。これらの結果は、ガスのない粉粒体の流れによって、火砕流堆積物に観測される密度およびサイズ分離構造が再現できることを示しており、さらに、走行距離が長くなるほどサイズ分離が顕著になることを示唆している。

次にこのような密度およびサイズ分離のメカニズムを考察した。マトリックス粒子の持つ粉体圧力は高さに対して単調に減少することがわかった。粉粒体の負の圧力勾配は浮力を生じる。従って、軽い異物は重力よりも大きい粉体圧力を受けるため上昇し、重い異物は下降する。さらに異物がマトリックス粒子に対して移動するとき、異物は流動化しているマトリックス粒子から粉体粘性抵抗を受ける。計算結果から、異物の振舞いは円盤にかかる液体粘性抵抗のオセーンの式に従うことが示された。この抵抗力はサイズ依存性を持ち、このことが異物の上昇あるいは下降速度のサイズ依存性を生じる原因となることがわかった。