

Theoretical study for physical meanings of the grain-size distribution (GSD) in pyroclastic fall deposits with applications to the 2011 Shinmoe-dake subplinian eruption

入山, 宙

<https://hdl.handle.net/2324/1806822>

出版情報 : 九州大学, 2016, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :



氏 名	入 山 宙			
論 文 名	Theoretical study for physical meanings of the grain-size distribution (GSD) in pyroclastic fall deposits with applications to the 2011 Shinmoe-dake subplinian eruption (降下火砕堆積物中の粒子サイズ分布に関する理論的研究と新燃岳 2011 年噴火への応用)			
論文調査委員	主 査	九州大学	教授	寅丸 敦志
	副 査	九州大学	准教授	池田 剛
	副 査	東京大学	教授	小屋口剛博
	副 査	北海道大学	名誉教授	山本 哲生

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

粒子の沈降によって形成した堆積物中での粒度特性と、供給源での粒度特性との数学的関係の記述は、地質学の重要な課題であるにもかかわらず、現在まで明確な数学的議論がなされてこなかった。入山宙氏は、火山噴火を題材として、この問題に果敢に挑戦し、十分普遍的な数学的表現を見出した。具体的には、巨大火山噴火によって発生した傘型噴煙から堆積した火砕物堆積層を題材として粒径分布関数に関して理論的考察を行った。さらに、その結果を、2011 年霧島新燃岳噴火の堆積物に応用し、粒子供給源である火口での噴出率の時間変化を推定できることを示した。

傘型噴煙は、プリニー式と呼ばれる巨大噴火によって発生した噴煙が、上空 10 km 以上の高度で水平に広がったものである。その傘型噴煙には、火砕物粒子（マグマが破碎した軽石や火山灰）が含まれており、傘型噴煙の水平拡大に伴い、地上には火砕物粒子が堆積層を形成する。この堆積層中の粒子サイズの特長すなわち粒径分布関数は、粒径の違いによる分級作用や風の影響のため、噴出時の火口での粒径分布関数と同一ではない。

入山氏は、Lagrange 的考察によって、粒子数の保存則と、粒子サイズの関数としての到達時刻を表す時間関係式が、この問題では基礎方程式になることを発見し、それらの基礎方程式に基づいて、堆積層の層厚の時間発展、及び堆積層内の位置の関数としての粒度分布関数を、一般論として導出した。この一般論に基づいて、供給源での粒径分布関数がべき分布で一定であり、噴煙の高さも一定であり、かつ風がない場合について、堆積層内での粒径分布関数を、現実的な粒子降下速度を用いて導出した。その結果を、自ら分析した新燃岳 2011 年噴火に応用し推定した噴火の継続時間が、実際の観測結果とおおよそ一致することを示した。この結果の意義は、堆積物の分析データのみから、その噴火の継続時間を推定できる方法論の可能性を示したことで、過去の膨大な噴火堆積物から噴火の継続時間が推定できることを示唆している。

風がなく、一定の高さから粒子が堆積する場合、必ず、粒度が上方に向かって小さくなる正級化構造が形成されることが、入山氏の解析から示される。一方、一回の噴火で堆積した降下火砕堆積物でも、正級化構造だけではなく、逆級化構造(粒度が上方に向かって大きくなる)の例も観測されているが、その原因や、どちらが起こるかという条件に関しては、これまで厳密な議論が行われてこなかった。入山氏は、風と噴煙内部の粒子輸送を考慮して、一般論をさらに展開することによって、

逆級化構造が形成される条件を厳密に導出し、級化構造に対する風の影響を数学的に明らかにした。この結果を、新燃岳 2011 年噴火の堆積物で観測される逆級化構造に応用することによって、この噴火では風の影響によって逆級化構造が形成されたのではなくて、供給源すなわち火口において、粒子サイズが相対的に大きいサイズに時間とともに変化した可能性を示唆した。

以上の結果、これまで厳密な数学的記述がなされていなかった堆積層中の粒度分布の物理的意味について、供給源での粒度分布との関係をあらわに表現する数学的関係を導出し、その応用として、火山噴火堆積物の粒度分析結果から火口での噴出率や粒度分布、風の影響などを推定するための基礎を提出した学術的貢献は極めて大きいと評価できる。

よって、本研究者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。