

火山噴煙の3次元数値シミュレーション：周囲の風が噴煙高度に与える影響 3-D numerical simulations of eruption clouds: Effects of the environmental wind on column height

鈴木 雄治郎^{1*}, 小屋口 剛博¹
SUZUKI, Yujiro^{1*}, KOYAGUCHI, Takehiro¹

¹ 東京大学 地震研

¹ ERI University of Tokyo

噴煙は単位時間にマグマから大気に供給される熱エネルギーの直接的指標であり、爆発的噴火過程や噴火強度を推定する上で貴重な情報源となる。したがって、噴煙の観測と火口での噴出条件を定量的に正しく関係付けることが、火山学上・防災上に強く要請されている。噴煙高度と噴出条件の関係に関しては、従来より、風のない成層大気中で大気圧と平衡状態にある噴煙が水平方向に均質であると仮定した定常1次元モデルが提案されている [例えば, Woods, 1988]。この定常1次元モデルでは、大気状態とマグマ物性 (温度, 揮発成分量), 噴出条件 (噴出率, 噴出速度) を与えたときに、噴煙柱の高度 ($H_{no-wind,1D}$) が見積もられる。更に, Bursik [2001] は定常1次元モデルを風の影響がある条件まで拡張した。このモデルは、風の存在で噴煙による大気の取込み量が増加し、それによって噴煙の到達高度 ($H_{wind,1D}$) が $H_{no-wind,1D}$ より低下する可能性があることを示した。2011年1月26・27日の霧島山新燃岳噴火では、強い西風によってたなびく噴煙が人工衛星によって観測されている。この時の噴煙高度は、気象レーダー観測から7-8 kmであったと推定されている [新堀他, JPGU2011]。この噴火について、1次元モデルに基づいて観測されている噴出率から噴煙高度を見積もったところ、風がない場合の1次元モデル予測値 ($H_{no-wind,1D}$) は8.9-11.4 km, 風の効果を含めた1次元モデル予測値 ($H_{wind,1D}$) は4.2 km となり、いずれも実測値と有意に異なるものとなった。そこで、風が噴煙高度に与える影響を定量的に明らかにするために、3次元モデルで新燃岳噴火における噴煙高度を正しく再現することを目指した。

噴煙の非定常3次元モデル [Suzuki et al., 2005] の初期条件として水平方向に一樣な風を入れ、標高1400 m から火山灰と火山ガスの混合流体が噴出する様子をシミュレーションした。大気密度・圧力・温度と風速の高さプロファイルは、非静力学モデル (気象研究所 NHM) から求めた新燃岳付近の大気構造 [橋本他, JPGU2011] を与えた。マグマ温度と揮発成分量は岩石学的に求めた1000 K, 3 wt% [鈴木他, JPGU2011] をそれぞれ仮定した。噴出率は傾斜変動データを用いて見積もられた 10^6 kg/s [小園他, JPGU2011] とした。シミュレーションの結果、人工衛星から実際に観測された東?東南東にたなびく噴煙の再現に成功した。また、噴煙は火口から水平方向に12 km 離れた地点で高度7 km まで達し、レーダー観測データと定量的によく一致した。

噴煙高度に与える風の影響を見るために、風速の高さプロファイルを変化させたパラメータスタディを行い、3次元シミュレーション結果と1次元モデル予測 ($H_{wind,1D}$) の比較を行なった。その結果、噴出条件が同じにも関わらずその高度に多様性が見られた。噴煙の最高高度はいずれの場合も $H_{wind,1D}$ より高くなったが、水平方向に流れる噴煙の中心高度は $H_{wind,1D}$ と等しくなる場合とそれより高くなる場合があった。これらの結果より、噴煙高度は風のプロファイルによって変化することが分かる。したがって、噴煙高度に与える風の影響を1次元モデルで定量的に正しく予測するためには、その基礎となるメカニズム (例えば、エントレインメントに対する風の影響) を根本から見直さなければならない。

キーワード: 火山, 噴煙, 数値シミュレーション, 乱流混合

Keywords: volcano, eruption cloud, numerical simulation, turbulent mixing

SVC54-P13

会場:コンベンションホール

時間:5月20日 15:30-17:00

