

薩摩硫黄島火山硫黄岳の火道浅部密度構造解析：2．火道内マグマ対流モデルにおける意義

Density distribution of magma in the conduit of Mt. Iwodake, Satsuma-Iwojima volcano: 2. Conduit Magma Convection Model

篠原 宏志 [1]; 田中 宏幸 [2]

Hiroshi Shinohara[1]; Hiroyuki Tanaka[2]

[1] 産総研; [2] 東大・地震研

[1] GSJ, AIST; [2] ERI, Univ. Tokyo

薩摩硫黄島硫黄岳で実施されたミュオンラジオグラフィーの結果、硫黄岳山頂火口直下に発泡マグマと考えられる低密度領域が見つかった。これは、火道内マグマ対流の頂部が火口底地表近傍にまで達していることの初めての直接的証拠である。本講演では、硫黄岳における火道内マグマ対流モデルの必要性と制約条件を紹介し、それを踏まえてミュオンラジオグラフィーから得られた密度構造の意義とそこから得られる新たな制約条件について議論を行う。

硫黄岳山頂からはSO₂放出量にして1000t/d程度の高温火山ガスの放出が長期間継続している。この大量の火山ガスの定常的活長期にわたる供給は、地下深部から地表近傍に至る火道内マグマ対流により生じていると提唱されている。火道内マグマ対流は、エトナ、ストロンボリなど粘性の低い玄武岩質マグマの火山においてはその妥当性が認められつつあるが、硫黄岳のように粘性の高いデイサイト質～流紋岩質マグマの火山においてはその存在状態や適応の妥当性について未だ疑問が呈されている。火山ガスの起源は地表近傍のマグマであるという状況証拠はとして、マグマ温度に近い高温噴気存在やメルト包有物組成からの低圧脱ガスの必要性などが提示されてきた (Saito et al., 2001 等)。しかし、数百年以上山頂におけるマグマ性噴火活動が認められていない硫黄岳の直下浅部に定常的にマグマが活動していることも容易には想像しがたく、その直接的な証拠が必要とされてきた。

硫黄岳におけるミュオンラジオグラフィーの結果、硫黄岳火口直下深度280mまでの浅部に密度0.5 g/cm³程度の低密度領域が直径160mの大きさで存在していることが明らかにされた (田中他、本大会)。周囲の山体の密度が2.0 g/cm³程度であるためこの密度は空隙率で75%に相当する。このような低密度は通常の岩体・堆積物では説明困難である。特に硫黄岳山頂火口内は火山ガスによる強度の酸性変質が進んでいるため、火口直下に大きな空洞や高い空隙率の岩体が長期間保持されているとは考えにくい。そのため、この低密度領域は空隙率80%に達する高発泡度のマグマであると考えるのが妥当である。

マグマは上昇に伴う減圧によりH₂O等のガス成分が離溶・発泡するが、気泡の体積分率の増加と共に気泡ネットワークを通じたガス浸透流により発泡マグマからのガスの分離が促進される。そのため、高発泡度のマグマは安定ではなく、長期間火道浅部に定置していたとは考えられない。高発泡度のマグマが定常的に存在するためには、常に新たな未脱ガスマグマの供給により高発泡度マグマを生成し、発泡度の低下したマグマを置き換える必要がある。この過程は、まさに火道内マグマ対流の最上部における脱ガスにより生成した高密度脱ガスマグマの沈降とそれを置き換える未脱ガスマグマの上昇に対応する物である。そのため、硫黄岳火口直下の低密度領域の存在は、火道内マグマ対流が浅部で生じていることの直接的な証拠と見なすことができる。

粘性の高い流紋岩質マグマが対流するためには、大きな火道が必要である。最近の薩摩硫黄島のマグマは、高温で含水量が少ないため、流紋岩質マグマとしては比較的粘性が低く脱水による粘性増加も小さいが、玄武岩質マグマより数桁粘性が大きく、脱ガス量を説明するに十分な対流速度を得るためには、直径100m以上の火道が必要であると推定されている (Kazahaya et al., 2002)。硫黄岳火口直下の低密度領域の直径は160mであり、この推定とよい一致をしており、高粘性の流紋岩質マグマの対流が可能であることを示している。ただし、低密度領域が顕著であるのは火道浅部のみであり、280m以深では低密度異常は顕著ではない。この密度の増加は、高圧下での気相の密度の増加によるマグマ密度の増加に加え、低密度に貢献している未脱ガス発泡上昇流マグマの体積 (断面積) が火道最上部に比較して減少しているために生じていると推定される。火道内マグマ対流は、火山ガス放出量を説明する必要性から提唱されているが、その実体の制約条件に関する観測データなどは乏しく、対流そのものの理解は立ち後れていた。今回のミュオンラジオグラフィーにより明らかとなった、低密度領域の存在や分布はマグマ対流火道の大きさ・形・流動様式などに対する重要な制約条件となる。また、噴火活動が生じていない硫黄岳の火口直下地表近傍まで対流マグマが達していることが明らかにされたことは、火口周辺での地震活動の原因や噴煙活動と噴火活動の推移過程を解明していく上での基礎条件として重要である。