

マグマの脱ガスが火山の電気伝導度構造に与える影響の定量的関係 (2) 熱の影響について

Quantitative examination of the effect of magma degassing on the electrical conductivity structure of a volcano

小森 省吾^{1*}, 鍵山 恒臣², ジェリー フェアリー³

Shogo Komori^{1*}, Tsuneomi Kagiya², Jerry Fairley³

¹京大, 理, 地球惑星, ²京大理, ³アイダホ大, 地球科学

¹Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ, ²Graduate School of Science, Kyoto Univ, ³University of Idaho

マグマから発散した揮発性物質は、火山体中へ散逸してゆく。揮発性物質のうち、CO₂やSO₂のような比較的水溶性に乏しい物質は、その多くが火口あるいは土壌を通して大気中へ放出されるが、Clのような水溶性に富む物質は、帯水層中の水に溶解し、帯水層の電気伝導性を高めると考えられる。現在、揮発性物質の放出量は、CO₂、SO₂の火口・噴気孔からの直接観測による推定(COSPEC, DOAS)や地球化学的手法により、いくつかの火山で定量化がなされている。火山の電気伝導度構造もまた、マグマからの揮発性物質放出量の推定に、電磁気学的な観点から制約条件を与えることができる可能性がある。鍵山(1998)は、霧島硫黄山における電磁気調査で、帯水層の電気伝導度が火口から遠ざかるにつれ次第に減少してゆくことを明らかにした。このことは、火口付近で帯水層に付加された水溶性の揮発性物質が、山体外部へ輸送・散逸していることを示唆する。このような電気伝導度の減衰は他の火山においても見られる(例えば Keller and Rapolla, 1974, Srigutomo, 2008, 小森・鍵山, 2008)が、その原因については未だ定量的な検討がなされてこなかった。

どれだけの揮発性物質がどのように帯水層中に散逸するかという定量的な考察は、数値計算を用いることが有効な手段である。これまで著者らは、簡単なモデル構築と解析解による検討の結果(小森・鍵山, 2008, 2009)、帯水層の電気伝導度の減衰は、単に火口からの水溶性成分の付加のみでは説明できず、天水の付加が必要であること、減衰の程度は、天水の付加の割合で大きく変化することを明らかにした。

今回の発表は、小森・鍵山(2008, 2009)で無視してきた、火山中心からの熱の移動が帯水層の電気伝導度分布に与える影響を考察することが主な目的である。

数値計算にあたり、以下の仮定を用意する：1. 熱・揮発性物質の付加は、火山中心のみからなされる。2. 定常状態を仮定する。3. 帯水層の厚さ、帯水層を構成する岩石の物性は一定であるとする。支配方程式には、連続の式、ダルシーの法則、溶存物質についての移流拡散方程式、熱についての移流拡散方程式を用いた。

これらの方程式を無次元化した後、Patankar(1980)による陰解法による離散化を行う。離散化された方程式は、適切な境界条件と与えられた火山中心からの溶存成分・熱のフラックス・帯水層上部からの天水の付加量の下に解かれる。

計算は100(鉛直方向)×50(水平方向)の2次元のグリッドで行い、初期条件は、境界条件を除いた領域全てで無次元温度=0、溶存成分の無次元濃度=0とした。直近の反復計算間の計算残差が十分小さくなった時点を選定して定常状態に達したとみなした。

本発表では、上記に基づいた条件により数値解析を行い、熱の移動を考慮に入れた、揮発性物質の散逸量と火山体の電気伝導度分布の定量的関係について考察する。

キーワード:揮発性物質,脱ガス,電気伝導度構造

Keywords: magmatic volatiles, magma degassing, electrical conductivity