

熱水流動を考慮した火山体磁化構造時間変化モデル

Numerical simulation of volcanomagnetic effects due to hydrothermal activity.

○ 大久保綾子・神田径・石原和弘

○ Ayako Okubo, Wataru Kanda, Kazuhiro Ishihara

We have developed postprocessors to calculate the geomagnetic field variations caused by hydrothermal activities in the volcanic area. They use distributions of temperature and pressure inside the volcano, which are results of a numerical simulation for hydrothermal activity. The two dominant mechanisms of volcanomagnetic effects are considered here: thermomagnetic and piezomagnetic effects. The aim of this study is to evaluate numerically (1) how the volcanomagnetic changes are observed in the presence of hydrothermal activity and (2) how topography or cap rock affects them. In the presentation, we will show some results of case studies based on different hydrothermal activity models.

1. はじめに

地表における地磁気連続観測は、火山体浅部の熱的状态を把握するのに有効であり、多くの火山で行われている。これは、火山体内部の加熱・冷却によって、岩石中の磁性鉱物の消磁・帯磁が起こる熱磁気効果を捉えようとするものである。しかしながら、火山活動に伴う地磁気変化の原因には、この他に圧磁気効果や界面動電現象などが考えられる。観測データからこれらを分離する術はなく、熱磁気効果のみによって解釈されているのが現状である。

また、解釈のための熱磁気効果モデルにも問題がある。多くの場合、ある期間内の空間分布の差を、等価磁気双極子に代表される非常に限定的なモデルを用いて説明しようとするものであるが、1)データが積分されているためモデルが大雑把、2)モデルに時間的連続性がない、3)モデルの形状が火山学的イメージと合致しない等の問題がある。これらの問題は、時系列で観測している大部分のデータが使われていないことに起因しており、従来までのモデルでは火山活動との関連を定量的に説明するには不十分である。

一方、噴火の準備過程に観測された地磁気変化を圧磁気効果で解釈した例はない。これは圧磁気効果が一般に一時的な変動であると考えられているからである。しかし、地下熱水系で増圧過程が進行する場合、地下浅部にキャップロックなど不透水岩体があると、間隙水圧は非常に高まる事が報告されており(Hayba and Ingebritsen, 1997)、圧磁気効果として熱磁気効果と同等の時間スケール

の磁場変動が地表で期待できる可能性がある。

本研究では、火山体内部の熱水流動に着目し、熱水流動シミュレータを利用した、熱磁気効果・圧磁気効果に起因する磁化構造の時間変化モデルの構築を考えた。

2. ポストプロセッサの開発

(1) 熱磁気効果

熱水流動シミュレータが出力する温度分布を火山体内部の岩石の温度分布として使用し、岩石磁化の温度依存性を用い、磁化分布を求める。

(2) 圧磁気効果

熱水流動シミュレータで計算された火山体内部の間隙流体の圧力分布を、周囲の岩石に作用する有効応力の分布に焼き直し(c.f. Reid, 2004), Sasai (1980)の線形ピエゾ磁気効果の一般式から、磁化変化を求める。

(1)(2)ともに、地表における磁場計算は、地形を考慮するため、円錐台の磁場公式(Rikitake, 1951)を一般化した笹井(1991)の手法を用いた。

3. シミュレーションによるケーススタディ

開発したポストプロセッサを用いて、マグマ貫入イベントにより熱水系が擾乱を受けた後の、熱磁気効果・圧磁気効果に起因する地表での地磁気変化をそれぞれ数値的に評価した。講演では、地形の効果、マグマの貫入の深さ、キャップロックの効果などを想定した、いくつかのケーススタディの結果について紹介する。