

## 火山における熱水がマトリックス電気伝導度に与える影響の定量的検討

# 小森 省吾 [1]; 鍵山 恒臣 [2]; 高倉 伸一 [3]; 三村 衛 [4]  
[1] 京大・理・火山研; [2] 京大・理; [3] 産総研; [4] 京大・防災研

### Quantitative examination of the effect of hydrothermal fluids on matrix conductivity of volcanic edifice

# Shogo Komori [1]; Tsuneomi Kagiya [2]; Shinichi Takakura [3]; Mamoru Mimura [4]  
[1] AVL, Kyoto Univ.; [2] Graduate School of Science, Kyoto Univ.; [3] Geological Survey of Japan, AIST; [4] DPRI, Kyoto Univ.

Volcanic edifices often have hydrothermal systems in the shallow subsurface due to release of volcanic gases from magma. Geochemical and some geophysical methods have estimated the mass flux of volcanic gases. Electrical conductivity structure surveys, one of geophysical methods, have potential for the estimation of the fluxes of volcanic gases, because volcanic gases increase pore fluid conductivity of a volcanic aquifer drastically by increasing salinity and temperature. However, electrical conductivity structure obtained from electromagnetic methods is bulk conductivity, that is the sum of pore fluid conductivity and matrix conductivity. Especially for volcanic and geothermal fields, matrix conductivity is also increased by hydrothermal alteration. Therefore, both pore fluid conductivity and matrix conductivity must be taken into account for the estimation of mass flux of volcanic gases from bulk conductivity structure. So far, the quantitative relation between volcanic gas fluxes and the spatial distribution of pore fluid conductivity was shown by Komori and Kagiya (2008, 2009), and Komori et al. (2010). However, the way to take the effect of matrix conductivity into account has not been yet established.

Komori et al. (2010) conducted electrical conductivity measurements on the drillcore samples obtained from low-temperature and low-salinity part beneath Unzen Volcano, and demonstrated that estimated matrix conductivities show quite low value ( $10^{-4}$  -  $10^{-3}$  S/m). Generally, in contrast, strongly altered rock matrices are often found at high-temperature and high-salinity area. These suggest that matrix conductivity can be the function of temperature and salinity of pore fluid.

This study aims to quantify the matrix conductivity by the function of temperature and salinity of pore fluid. To achieve this objective, the authors performed the electrical conductivity measurements on the drillcore samples obtained from Beppu geothermal field under the condition of controlled pore fluid conductivities, and estimated matrix conductivities using Revil's model (Revil et al., 2002). It was found that matrix conductivities of the samples at high-temperature Beppu geothermal field are estimated to be the order of  $10^{-1}$  S/m, which is 2-3 orders of magnitude larger than those at low-temperature field of Unzen. Comparing these results with those obtained from Komori et al. (2010), quantitative examination between matrix conductivity, salinity, and temperature were attempted. The authors will present the some of findings obtained from this examination.

一般的に、火山体では地下のマグマから放出される揮発性物質と帯水層中の地下水の相互作用により熱水系が発達している。マグマからどれだけの揮発性物質が帯水層中に放出されているかについては、地下水・温泉水・噴気の同位体分析・成分分析や、自然電位測定・孔井内温度測定の結果を用いた数値シミュレーションを用いることで、いくつかの火山において定量化が試みられてきている。火山体の電気伝導度もまた、マグマからの揮発性物質放出量の推定に利用できる可能性がある。というのも、マグマから放出された揮発性物質は帯水層中の間隙水に溶解することで、間隙水の温度・溶存成分濃度を増加させ、飛躍的に導電性を高めるからである。しかしながら、電磁気探査によって得られる情報は、間隙水の電気伝導度とマトリックス電気伝導度が組み合わさったバルク電気伝導度である。特に、火山体においては、熱水変質によってマトリックス電気伝導度も非常に高くなると考えられており、バルク電気伝導度構造から揮発性物質放出量を推定するためには、間隙水とマトリックスの導電性双方の寄与を考慮しなければならない。間隙水の電気伝導度の空間分布と揮発性物質放出量との定量的関係は、小森・鍵山 (2008, 2009)、小森・他 (2010) により明らかにされているが、マトリックスの電気伝導度の定量的な考慮については未だその手法が確立されていない。

Komori et al. (2010) は、雲仙火山において山体掘削で得られたコアを用いた電気伝導度測定を行い、比較的低温・低溶存成分濃度の熱水が存在している領域ではマトリックス電気伝導度が  $10^{-4}$  -  $10^{-3}$  S/m と非常に低く、熱水変質を殆ど受けていないことを推定した。このことと、多くの地熱地帯・火山地域において高温・高溶存成分濃度の熱水が噴出する場においてマトリックスが著しく変質している観察的事実とを考え合わせると、マトリックスの電気伝導度は、熱水の温度と溶存成分濃度の関数で表現することができる可能性があることが示唆される。

本研究では、マトリックスの電気伝導度を熱水の温度と溶存成分濃度の関数で表現することを目的とする。上記の目的を達成するため、熱水変質が顕著な別府地域の掘削コアサンプルを利用して、制御された間隙水の電気伝導度下におけるバルク電気伝導度測定を行い、Revil の式 (Revil et al., 2002) を用いてマトリックスの電気伝導度を推定した。その結果、高温の熱水が存在する領域での岩石のマトリックス電気伝導度は  $10^{-1}$  S/m のオーダーで推定された。これは、雲仙火山における、低温の熱水が存在する領域でのマトリックスの電気伝導度よりも 2-3 桁高く、別府地域における岩石のマトリックスは熱水変質により導電性が増加したことが推察された。この結果と、雲仙火山における熱水変質を殆ど受けていない地域のマトリックス電気伝導度 (Komori et al., 2010) とを比較し、熱水の温度・溶存成分濃度の変化に対するマトリックスの電気伝導度の変化を定量的に検討した。今回は、予察的ながら、これらの研究内容から得られた知見に

ついて発表する。

謝辞 電気伝導度測定にあたり，京都大学地球熱学研究施設の大沢信二教授に別府観測井のコアと掘削報告書を提供していただきました。京都大学防災研究所の清水博樹技術職員に実験室・間隙水浸水装置を拝借しました。本研究は，科研費 課題番号 21403003 基盤研究 B「台湾北部の火山地熱系の構造に関する研究 - 琉球弧南北両端部における比較」の補助のもと行われました。ここに感謝致します。