

自然電位定量的評価のための流動電位実験

Laboratory Experiments of Streaming Potential Aiming for Quantitative Evaluation of Self-Potential Data

橋本 武志[1]; Vicari Annamaria[2]

Takeshi Hashimoto[1]; Annamaria Vicari[2]

[1] 北大理; [2] カタニア火山研究所

[1] Inst. Seismol. Volcanol., Hokkaido Univ.; [2] INGV, Italy

はじめに:

多孔質媒質中の流体流動に伴って電位差が生成されることは古くから知られるところである。この現象を応用して、地表面の電位分布(自然電位)から火山体内部の流体流動を推定しようとする試みは近年盛んになりつつある。自然電位分布によって火山体内部の熱エネルギーや熱水対流系の規模についてアセスメントを行うことは原理的には可能である。しかし、現実的には、電気伝導度と透水係数、そして流動電位係数(もしくはゼータ電位)の不確定要因があるため、必ずしも精度の良い推定ができるわけではない。これらのうち、電気伝導度分布に関しては、MT法等の物理探査によってある程度現実的な構造を与えることも可能である。また、透水係数についても、ボーリング調査等がある場合には数桁のオーダー範囲で制約を与えることは可能であろう。ゼータ電位に関しては後に述べるようにいくつかの深刻な問題がある。我々の当面の目標は、自然電位は火山における熱エネルギー推定に本当に有効なのかどうかを見極めることであり、仮にそうであるならば、地表の自然電位異常と山体内部の熱エネルギーの間に、数桁程度の精度で対応が付けられる定量的取り扱いを可能にすることである。

野外データからの示唆:

これまで、火山の活動火口を中心とした高電位異常が多数報告されており(例えば, Zablocki, 1976; Hashimoto and Tanaka, 1995), 多くの場合それは地下に形成された熱水対流系による流動電位であると解釈されている。また、数値計算によってそれを再現する試みもいくつかある(例えば, Ishido and Pritchett, 1999)。しかし、一方で、著者らは、地質学的に火山としての寿命をほぼ終えたと考えられている利尻火山に明瞭な高電位異常があることや、熱水系が発達していると考えられる草津白根火山で逆に山頂部が低電位となっているという観測結果を得た。また、明らかに高温の流体が上昇している噴気の近傍で高電位異常が認められないという事例もある。自然電位を火山のエネルギー評価に利用するならば、我々は、こうした事例に対しても consistent なモデルを提示しなければならぬ。著者らは、そのためには岩石-水の系におけるゼータ電位の振る舞いについてさらに理解を深める必要があると考える。

ゼータ電位測定:

我々は、以下の点に着目して粉碎岩石サンプルを用いたゼータ電位測定を行いつつある。講演では、実験装置の紹介と予察的結果について発表する。

(1) これまで行われてきたいくつかの岩石-水の系に関する室内実験(例えば Ishido and Mizutani, 1981)から、ゼータ電位の値には程度の差こそあれ、少なくとも自然状態におけるその符号に関しては負であると考えられてきた。ところが、Hase et al. (2003)の室内実験は、ゼータ電位の符号が正となる事例が希ではないことを主張した。彼らの主張が正しいとすると、自然電位異常の正負によって地下の流体流動に定性的な解釈を与えることが極めて危険であることになる。正のゼータ電位がどの程度普遍的な現象なのかを明らかにするとともに、符号反転が鉱物組成によるものであるならばその原因鉱物を特定する必要がある。

(2) 岩石-水系のゼータ電位に見られる一般的傾向として、強いpH依存性がある。流動水が強酸性の場合には、中性域で負の符号を持っていたゼータ電位が正の値をとる場合があることが知られている。また、ある種の金属イオンは、固液界面に特異吸着し、ゼータ電位に大きな影響を与えることが知られている。草津白根のように、流動水が酸性であり、かつ溶存成分に富む状況での自然電位について考察するには、実際の流動水に近い条件で実験を行う必要がある。