

マグマ貫入に伴う熱水対流系の発達と自然電位変動

Developing Hydrothermal System and Self-potential Changes Associated with Magma Intrusion

橋本 武志[1], 田中 良和[2], 鍵山 恒臣[3]

Takeshi Hashimoto[1], Yoshikazu Tanaka[2], Tsuneomi Kagiya[3]

[1] 京大理, [2] 京大・理・地球熱学研究施設, [3] 東大震研

[1] Inst. Geotherm. Sci., Kyoto Univ., [2] Aso Volcanological Laboratory Kyoto Univ., [3] Earthquake Research Institute, University of Tokyo

<http://w3.vgs.kyoto-u.ac.jp/staff/hasimoto/index.html>

著者らは、1991年の平成新山溶岩ドーム出現の直前から、雲仙火山山頂部において自然電位の観測を行っている。雲仙火山では、200年近くの休止期間を経て1991年にマグマが地表に噴出した。従って、1991年のイベントは水理学的に見ると、それまで熱源がなく準定常的な流れ場にあったと考えられる山体に、ある時点で高温の熱源がセットされたものととらえることが出来る。火山学的には、地下浅部で熱水対流系が形成されていくとともに、貫入マグマが周辺の地下水と関わりつつ、どのように冷却していくのかという視点から問題設定が可能である。我々は、地表の自然電位観測から間接的に地下の流動系の推移を探ろうとしてきた。現在進行中の火道掘削プロジェクトでは、地下の透水係数や温度場の情報が直接測定によって得られるはずなので、雲仙は、我々がこれまで観測から「想像」していた地下の物理的状態を検証する絶好の場でもある。

自然電位観測の結果からは、ドーム貫入に伴って山頂部では急激な電位の上昇が起こり、その後5年程度の時間スケールで対流系が発達したというイメージを描くことが出来る。2002年現在もこの対流系は消滅しておらず、冷却中の火道からの熱によって準定常的な状態が維持されているものと推測される。こうしたシナリオを検証するために、極めて単純化されたモデルではあるが、2次元の流体流動計算を行った。計算に使用したコードはYusa(1986)に改良を加えたものであり、2次元の飽和帯水層における流れ場と温度場を計算できる。図1には、計算の一例として、傾いた火道に相当する熱源(温度一定)を計算領域の中央部に置き、透水係数を10の-12乗(m²)としてその時間発展をシミュレートした結果を示す。図は計算開始から20年後の状態を示している。流れ場(上図)を見ると、火道の上面側で対流系が形成されていることがわかる。一方、火道の下面側では顕著な対流が見られない。これは、火道の下面側では、加熱された流体は浮力によって火道に張り付く形で地表へ上昇してしまうためであると考えられる。温度場(中央)は深部から地表に向かって高温領域が広がる分布をしている。このような基本的な流れ場、温度場の特徴は、熱源配置後10年程度の時間スケールで形成された後、準定常状態になることがわかった(ただし、時間スケールは場の透水係数に依存する)。また、対流の発達した火道の上面側では、地表面の鉛直速度場(下図)に示されたように、流体上昇域の近傍に下降域が形成される。このことは、対流系の発達過程では、高電位の領域が広がるだけでなく、周辺部では低電位域が形成され得ることを意味している。我々の観測でも、ドーム貫入後の数年間にわたり、ドームの西方で顕著な電位の低下が観測されている。

今後は、熱源の冷却過程を取り入れた計算や、不飽和帯の取り扱い、3次元での計算をすすめるとともに、火道掘削によって得られる境界条件を使ってモデルの検証を行う予定である。

なお、本研究は、雲仙火山科学掘削振興調整費の援助を受けて実施した。

