

非噴火時における火山浅部熱水系の時間発展と地上観測への応答

Numerical investigation of temporal changes in field observations associated with volcanic hydrothermal systems during inter-eruptive stages

*田中 良¹、橋本 武志¹、松島 喜雄²、石戸 経士²

*Ryo Tanaka¹, Takeshi Hashimoto¹, Nobuo Matsushima², Tsuneo Ishido²

1. 北海道大学、2. 産業技術総合研究所

1. Hokkaido University, 2. Geological Survey of Japan

火口からの噴気活動が観察される火山において、非噴火時に噴気活動の消長、地磁気全磁力変化、地盤変動がしばしば同期して観測される（十勝岳、雌阿寒岳、樽前山、口永良部島など）。本研究では、非噴火時に山体内の状態変化をもたらすメカニズムとして、噴気火道の浅部における浸透率低下と、深部からの熱水供給率の変化に着目する。数値計算を用いることで、これらのメカニズムが地上の各種観測にどのような応答をもたらすかを系統的に検討することができる。そこで、本研究では、火山体浅部における温度・間隙圧の時間発展、地表における観測項目（噴気放熱率・地盤変動・全磁力）の応答を、熱水流動数値計算によって明らかにし、類型化することを試みる。

熱水流動数値計算は数値計算プログラムSTARと状態方程式BRNGAS(Pritchett, 1995)を用い、多孔質媒質中を流動する液相、気相、および気液2相の流れと、それらの流れに伴う岩石部への熱伝達を計算した。状態方程式BRNGASでは、流体の成分としてH₂Oと空気を、温度0~350 °Cの範囲で取り扱うことができる。計算は以下の手順で行った。計算領域を円錐の山体を模した地形を考慮した2次元円筒座標系に設定した。計算領域の軸中心には高浸透率の火道を配置し、それ以外の山体（母岩）は浸透率及び空隙率を一様とした簡単な構造とした。境界条件として計算領域の上端には温度圧力一定の空気に接する条件を、低標高側端には温度圧力一定の水と接する条件を与えた。高標高側端および下端には断熱不透水条件を与えた。また、上端グリッドには年間降水量相当の水の流入のソース、下端グリッドには地殻熱流量に相当する熱のソースを配置した。火口（火道最上部）からの噴気放熱率が100 MWとなるように火道最深部から熱水を供給し、準定常状態を計算した。その後、火道最深部からの熱水供給率を増加させた場合（熱水供給率増加）、火道内の1つのグリッドの浸透率を低下させた場合（火道閉塞）、これらの効果を同時に導入した場合、それぞれの温度および間隙圧の変化を観察した。

火道閉塞は、火道閉塞部より上部の火道周辺の低温化および間隙圧の減少、火道閉塞部より下部の火道周辺の高温化および間隙圧の増加を引き起こす。一方、熱水供給率増加は火道およびその周辺での温度、間隙圧の増加を引き起こす。火道閉塞と熱水供給率増加が同時に起こった場合には、火道閉塞部より上部の火道周辺での温度、間隙圧の変化傾向は火道閉塞部の浸透率低下量と熱水供給率増加量のバランスに影響される。ただし、火道閉塞部の低下後の浸透率が母岩の浸透率よりも小さい場合、熱水供給率増加量によらず、火道閉塞部上部における温度、間隙圧の低下が観察された。

発表では、これらの温度、間隙圧の変化により地表で観察される噴気放熱率、地磁気全磁力、地盤変動の変化傾向の組み合わせについても議論する。また、今後、母岩の浸透率、火道閉塞部の深さ、母岩中の難透水層の存在が火道閉塞および熱水供給率増加による温度および間隙圧変化に与える影響を検討する。

キーワード：熱水系、火道閉塞、熱水流動数値計算

Keywords: hydrothermal system, hydrothermal sealing, numerical simulation