

熱水流動を考慮した熱水系卓越火山における地磁気全磁力変化・地盤変動モデル（その1）-十勝岳  
2008-2009年の変化を例として-

Numerical model of temporal changes in magnetic total field and ground deformation due to  
hydrothermal system in volcanoes (1). - A case study on Tokachi-dake volcano, Japan -

\*田中 良<sup>1</sup>、橋本 武志<sup>1</sup>、石戸 経士<sup>2</sup>、松島 喜雄<sup>2</sup>

\*Ryo Tanaka<sup>1</sup>, Takeshi Hashimoto<sup>1</sup>, Tsuneo Ishido<sup>2</sup>, Nobuo Matsushima<sup>2</sup>

1.北海道大学、2.産業技術総合研究所

1.Hokkaido University, 2.AIIST

水蒸気爆発の発生場であると考えられる熱水系の発達した火山ではしばしば局所的な地盤変動や地磁気変化が観測される。橋本（2015）によれば、実際に水蒸気爆発が発生した口永良部島やその準備過程にあると考えられる幾つかの火山で、火口下数100 m程度の浅部における温度上昇を示唆する消磁やそれと同期する膨張性地盤変動がこれまで観測されてきた。北海道中央部に位置する十勝岳においても火口浅部における消磁と膨張性的地盤変動が同時期に観測されている。十勝岳は1926年、1962年、1988-89年にマグマ水蒸気噴火～マグマ噴火を経験しているが、それらの噴火間に水蒸気噴火を繰り返している（気象庁、2013）。2008年から開始された繰り返し地磁気全磁力測量により2009年までに62-2火口下での消磁を示す変化が観測された（橋

本・他、2010）。また、2007年以降GPS測量による基線長変化から62-2火口下の膨張を示唆する地殻変動が観測されている（気象庁、2015）。橋本・他（2010）では、この地磁気変化を熱消磁であると仮定し、深部から供給された水蒸気が消磁源深さで相変化し、潜熱放出後その液相が流下、蓄積するというメカニズムを提案した。そして同期間における噴気放熱率の低下量との比較から、熱消磁のためには深部からの供給量増加は必ずしも必要ではないことを指摘した。しかし、橋本・他（2010）は火道内における温度圧力条件を適当に仮定した半定量的な検討であり、熱水流動数値計算モデル等を用いてモデルの妥当性を検討する必要がある。

水蒸気爆発のためには火山浅部の相当量の水、圧力を閉じ込めるシール構造（キャップロック）、熱水を加熱する熱源が存在し、シール構造内の圧力が高まる必要があると考えられる。しかし、このような構造や物理過程が水蒸気爆発に先行してどのような全磁力変化、地盤変動を生じるかは明らかになっていない。本発表ではそのケーススタディとして、十勝岳の全磁力変化と地盤変動を説明する物理的に矛盾のないメカニズムを熱水流動数値計算によって提案することを目的とする。火口浅部にキャップロックが存在し、火口からの噴気放出はキャップロックの割れ目を浸透した蒸気によるもので、割れ目の浸透率が低下することで火口からの噴気放出量の減少、キャップロック周辺の温度圧力増加が引き起こされるとする作業仮説を立て、熱水流動数値計算によってこの仮説の妥当性を検討した。検討には数値計算プログラム“STAR”と状態方程式“HOTH20”（Pritchett, 1995）を用い、多孔質媒質中を流動する液相、気相、および気液二相の流れと、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“HOTH20”では、取り扱える流体は水一成分のみであるが、850℃までの高温領域を取り扱うことができる。

計算は以下の手順で行った。まず、地形の影響を考慮するために十勝岳山頂を始点とし、山体中腹の温泉と火口を横断する二次元断面を近似した地形を与えた。実際の計算領域は三次元であるが、断面に直行方向のグリッドを1つに設定することで擬似的に二次元とした。次に、適切な地下水位を与える山体の浸透率を推定した。この時、山体の浸透率は一様としている。境界条件として計算領域の上端および低標高側端には温度圧力条件を、下端および高標高側端には断熱不透水条件を与えた。また上端の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。推定した浸透率を用いて火山活動開始前の準定常状態を計算した。次に、高浸透率領域を火口直下に伸びる鉛直火道と温泉標高に位置する水平チャンネルに、一部に割れ目を持つ低浸透率のキャップロック構造を火口浅部に配置し、火道下端から熱水を供給することで火口からの噴気放出、中腹からの温泉湧出を再現した。その後、キャップロック構造の割れ目の浸透率を変化させ、キャップロック付近の温度圧力状態の変化を観察した。その結果、割れ目の浸透率の低下が噴気量の減少、キャップロック付近の温度圧力増加を引き起こすことが確認された。これは作業仮説が少なくとも自己矛盾をはらむものではないことを示唆する。今後、ポストプロセッサにより、計算された地下の温度圧力変化と地表で実際に観測された地磁気全磁力変化や地盤変動との比較を行い、定量的な検討を

行う。

キーワード：数値計算、熱水系卓越火山、水蒸気爆発、地磁気全磁力、地盤変動

Keywords: numerical simulation, hydrothermal system, phreatic explosion, magnetic total field,  
ground deformation