

雲仙火山の熱的観測と火道冷却状態の推定

Thermal observations of Unzen volcano and estimation of its conduit cooling condition

藤光 康宏[1], 江原 幸雄[1], 西島 潤[1]

Yasuhiro Fujimitsu[1], Sachio Ehara[2], Jun Nishijima[3]

[1] 九大院・工・地球資源

[1] Dept. Earth Resources Eng., Faculty of Eng., Kyushu Univ., [2] Earth Resources Eng., Kyushu Univ., [3] Earth Resources Eng., Kyushu Univ

<http://geothermics.mine.kyushu-u.ac.jp/>

1999年、2000年に、雲仙火山の熱的観測を実施した。赤外熱映像による放熱量測定によれば、ドームから放出されている放熱量は次第に減少している。1m 深地温では、ドームの噴気付近に比較し、普賢岳山頂付近は温度低下を示した。FT-IR を用いた火山ガスの遠隔観測では、CO / CO₂ 濃度比の値からマグマの初期温度に近い地下平衡温度が推定された。これらの観測結果を受け、火道冷却のモデルの作成を進めた。1999年度の2次元熱伝導モデルでは対流の効果を考慮する必要があることが判り、2000年度は地形を簡略化した気液2相3次元モデルを作成した。その結果、火道内の貫入マグマは依然として700℃を越える高温を保持していること等が推定された。

九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門は、1999年度より開始した科学技術振興調整費「雲仙火山：科学掘削による噴火機構とマグマ活動の解明」のプロジェクトに参加しており、3年間の第一期研究においては、研究項目名「1. 火道の実体的研究による噴火機構の解明に関する研究 (3) 火道冷却過程及び熱水系形成の解明 放熱量観測に基づく熱水系生成過程のモデル化」というテーマで調査を実施している。このテーマの中で地球工学講座地球熱システム学研究室では、普賢岳平成新山周辺地域において、放熱量をはじめとする各種の熱及び流体の流れに関する観測を繰り返し、観測結果に基づいて熱水系の広がり、地熱異常の程度及びその時間変化を明らかにすると共に、本研究による結果及び他の研究による結果を総合し、地熱系の概念モデル・数値モデルを作成し、平成新山下に発達しつつある熱水系の描像を定量的に明らかにすることを目指している。

現在、普賢岳平成新山周辺地域において、(a)ドーム表面温度、ドーム周辺地中温度の分布とその経時変化観測、(b)ドームからの放熱量の経時変化観測、(c)ドームから放出される火山ガス成分の遠隔観測、(d) 線スペクトル強度分布の測定、という熱的観測を実施し、熱水系の広がり及び地熱異常の程度を明らかにしつつある。これらの主な成果は以下のようなものである。

赤外熱映像による放熱量測定は、撮像地点が1カ所であることから、ドーム全体からの放熱量ではなく撮像範囲のものに限られてはいるものの、1999年及び2000年の観測でドームから放出されている放熱量は次第に減少していることが判った。一方熱異常を示す面積は広がってきている。

1m 深地温測定の結果では、雲仙火山山麓の標高-地温の関係の補外線よりドーム周辺の地温は低くなっており、ドーム周辺の浅層地温は、雲仙火山山麓に比べて地表水(天水)の流入による冷却効果をより強く受けていると思われる。ドーム周辺の浅層地下の限られた地点には弱い高温異常が見られる。また2000年8月から12月までの経時変化では、普賢岳山頂付近は温度低下を示す一方、ドームの噴気付近は温度を維持しているように見える。

FT-IR を用いた火山ガスの遠隔観測ではCO、CO₂を検出した。光源温度の低さと対象噴気孔-観測点間の位置関係や距離の遠さから、得られたスペクトルからの定量分析の信頼性は高くないものの、CO/CO₂濃度比の値から推定された地下平衡温度は900℃以上を示し、マグマの初期温度に近い地下平衡温度が推定された。

線スペクトル強度分布の測定は、各測点において300秒間の測定時間で、40K、214Bi、208Tlについてネットカウント法により解析した。ドーム周辺の線強度異常点(214Bi、208Tlのカウント値がそれぞれ全測点平均から1%より大きい測点)は、測定範囲内ではごく限られた地点だけで主にドームの西側に集中している。これらの異常点はそれほど多くなく分布範囲も狭いことから、活発な熱水系の存在を示しているとは考えづらい。しかし異常点の場所と推定される火道位置を考慮すると、火道の存在を反映しているかもしれない。

以上の熱的観測の結果から、溶岩ドーム・普賢岳山頂付近は、全体的に天水等による冷却を受けているものの、局部的には高温ガスにより保温されている、という概念モデルを構築した。この概念モデルを基に、火道冷却のモデルの作成を進めた。最初に熱伝導のみで説明することを試み、1999年度には2次元熱伝導による冷却モデルを作成した。しかし、火道冷却は通常の熱伝導だけでは説明できず、対流の効果を考慮する必要があることが判った。そこで、2000年度は気液2相の対流を考慮し、溶岩ドームを中心に東西5km、南北4.6kmの範囲で地形を簡略化した3次元モデルを作成した。その結果、ある程度冷却しているのは火道の浅い部分(現モデルではブロック分割が大きいため深度の見積もりは難しいが、地表より数100m程度)だけで、それ以深の貫入マグマは依然として700℃を越える高温を保持しているが、逆に高温であるのは火道とその周辺に限られる、と推定される。また、

観測ではドーム周辺に弱い地温異常が見られるが、卓越した流体の流れは火道を上昇する高温の気体と山体地表から浸透する地下水の下降流であり、ドーム周辺地下に活発な熱水系が形成されている可能性は少ないと推定される。