

雲仙火山体内の熱過程

Thermal processes in the body of Unzen Volcano

藤光 康宏[1]; 大木 良介[2]; 江原 幸雄[1]

Yasuhiro Fujimitsu[1]; Ryosuke Oki[2]; Sachio Ehara[1]

[1] 九大院・工・地球資源; [2] 九大院・工

[1] Earth Resources Eng., Kyushu Univ.; [2] Eng., Kyushu Univ.

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

雲仙火山の 1990-95 年噴火では、ドーム形成直後に 700 近くの噴気温度が観測されるとともに、噴火停止後 10 年を経過した時点でも噴気の最高温度は 300 を超えている。一方、雲仙科学掘削のフェーズで実施された火道掘削では、温度検層から推定された現在の火道温度は 200 以下という、火道掘削前の予測 (700 程度) に比べて著しく低いものとなった。本研究では、温度が著しく低下していた火道の冷却過程を解明するとともに、雲仙火山体に存在するいくつかの地熱現象を説明する雲仙火山全体の熱過程モデルを作成することを試みた。

1) 火道の冷却過程モデル

火道貫入モデルに基づいて火道の冷却計算を行った。一定の厚さと広がりを持った平板状のダイク (温度 850) が火山体直下に貫入し、火山地形に対応した地下水流動が生じている火山体内で冷却する過程を検討した。はじめに、幅の厚いダイク (南北方向の厚さ 300m) の貫入を想定したが、火道掘削が行われた時点での火道中心の温度の計算値は 700 を越えた。一方、火道掘削の結果から推定された火道の厚さ (南北方向の厚さ約 30m) から数値モデル上で南北方向の厚さ 25m、東西方向の長さ 100 ~ 300m の火道を設定した場合、火道の中心においても計算値は 200 程度になり、実測温度に近い温度が実現された。このことから、予想よりも低い火道温度は、火道の厚さが 30m 程度と薄かったことと、火山体内を流下する地下水による冷却によりもたらされたものであることが推定された。また、このような小規模のダイクの貫入では、その周辺に高温流体の活発な対流系が形成される可能性が低いことも推定された。

2) 雲仙火山全体の熱過程モデル

雲仙火山の中心部には、活発な噴気活動を示す雲仙地獄や、現在地表では地熱活動が見られないが変質帯の露頭が存在し、深部では広範囲に高温 (深さ 1km で 200 以上) が存在する領域 (以下「雲仙西部地下高温体」) あるいは、西側山麓には高温の小浜温泉 (最高温度約 100)、東側山麓にはやや低温の島原温泉 (最高温度約 35) といったように、多くの地熱地域が存在する。そこで、簡単な熱源モデルにより、雲仙火山体に発達する地熱現象を統一的に説明することを試みた。

「雲仙西部地下高温体」は深部において高温の広がり最も大きく、また今回の噴火活動でも、この深部地下にはより規模の大きなマグマだまり (地殻変動を説明する力源 C で、普賢岳の西 4km で深さ 7km) の存在が推定されていることから、ここを繰り返しマグマが注入されることにより長期にわたって高温を維持するマグマ溜まりが存在する地域であると仮定した。この安定した熱源により、やがて地熱流体の上昇流が発生し、そして火山地形に規制され側方流動に転じることが推定される。

数値モデルでは、この側方流動による小浜温泉と島原温泉の発生の可能性を検討した。また雲仙地獄は「雲仙西部地下高温体」より深部地熱活動が活発であり、上述した熱源による側方流動では説明が困難と考えられるので、より浅く、かつ若い熱源で説明することを試みた。その結果、中心の深さが 7km で、東西 1km × 南北 1km × 高さ 8km 程度のマグマ溜まりが、少なくとも今から 1~2 万年前以降から存在すれば、「雲仙西部地下高温体」が形成しうることが明らかにされた。また、この熱源によって形成される上昇流から派生する東西への側方流動によって、島原温泉および小浜温泉における地熱流体の上昇流が生じることも示された。単純化した地下構造のため、熱水の上昇位置と実際の小浜温泉の位置とは厳密には一致しないが、小浜温泉に対応する熱水上昇地域では 200 という推定貯留層温度が再現された。しかし、数値モデルで算出された放熱量は実測値の 1/2 程度であることから、小浜温泉は「雲仙西部地下高温体」下の熱源だけによって形成されたのではなく、小浜温泉のさらに西側に推定されている熱源 (橘湾下の深さ 15km 程度にマグマの存在が推定されている) の寄与も否定できない。一方、島原温泉は熱的 (放熱量および温度) には「雲仙西部地下高温体」下の熱源によって形成されたと考えることができるが、マグマ性ガスの混入が認められていることから、供給熱量としては少量であるが、「雲仙西部地下高温体」下の熱源以外の寄与 (別のマグマ溜まりの存在) も推定される。最後に、雲仙地獄下の熱源であるが、現在の活発な地熱活動を説明するためには、比較的新しい時期に、深さ数 km 程度の比較的浅部に熱源 (貫入したマグマ) を設定する必要がある。