

数値シミュレーションによる薩摩硫黄島硫黄岳の火山熱水系の考察

Mathematical simulation of magma-hydrothermal system at Iwodake volcano, Satsuma-Iwojima

松島 喜雄 [1]

Nobuo Matsushima[1]

[1] 産総研

[1] G.S.J

活動的な火山では、活発な噴気活動やその周囲に広がる地中温度異常域などの熱的異常が観測される。そのような活動は、地下に貫入したマグマに起因し、活動をもたらす要因として、マグマそのものと周囲の地層や地下水との熱伝達、マグマから脱ガスした火山ガスの流動が挙げられる。火山ガスが火道を上昇して大気へ多量に放出されている場合に、その周囲には上昇する火山ガスを熱源とした熱水系が火山体内に形成される。マグマから脱ガスした火山ガスが火道を通して上昇する際に、その一部は周囲へ散逸する。そのような散逸した火山ガスや、それが地下水と混合して凝縮した噴気凝縮水が、山頂や山腹の噴気孔、噴気孔の周囲に広がる噴気地、海岸で流出する温泉を形成している。

本研究では、山頂火口にて火山ガスの放出が極めて活発な、薩摩硫黄島硫黄岳を対象として熱水系の数値シミュレーションを実施することにより、脱ガスした火山ガスを主体とした熱水系の形成過程について検討を行った。

その結果、マグマ熱水系の形成に必要な条件は次のようにまとめられる。

1) マグマからの定常的な脱ガス。火道を上昇する火山ガスの一部が周囲の地層へ散逸することによって硫黄岳の山体内に熱水系が形成され、地表では温度異常が現れることが確認された。脱ガスがない場合においても、マグマを熱源とした熱水対流が生じるものの、それは地下水位下に限られ、地表で温度異常は現れない。このような熱水系が形成されるためには、数百年のタイムスケールにおける長期間の継続した脱ガス活動が必要である。

2) 周囲の地層の透水係数が大きいこと。透水係数がある程度大きくないと、形成される熱水系は十分な拡がりを持つことはない。硫黄岳の場合、観測されたような地表面温度異常域の拡がり(700m程度)を説明するためには周囲の地層の透水係数として 10^{-13}m^2 程度が必要である。透水係数は局所的には不均質であるが、ここで得られた値は山体全体の平均的な値とみなすことができる。この 10^{-13}m^2 という透水係数の値を用いて計算される地下水位およびトレーサーの移動速度は、硫黄島内の観測井の水位と、トリチウム濃度から推定される地下水の平均滞留時間の観測結果と矛盾しない。

3) 脱ガスの深度が浅すぎないこと。火山ガスが上昇する過程で周囲の地層に散逸するため、その量は経路に依存する。そのため、脱ガスの深度が浅すぎると周囲に散逸する量が少なくなり形成される熱水系の規模も小さくなる。硫黄岳の場合、観測されるような地表面温度異常の拡がりを説明するためには、海水準程度の深度で脱ガスする必要がある、それより浅くなると観測事実と矛盾する。ただし、地下水位(海水面)以下にマグマのヘッドがくると脱ガスの環境が変わるため、さらに検討が必要である。