

水収支観測による火山活動のモニタリングー九重火山1995年噴火の例ー

Monitoring of volcanic activity by the observation of water balance-A case study of 1995 eruption of Kuju volcano, central Kyushu-

江原 幸雄 [1]

Sachio Ehara [1]

[1] 九大・工・地球資源

[1] Earth Resources Eng., Kyushu Univ.

九重火山は1995年10月11日、水蒸気爆発を起こし、同年12月に2度目の水蒸気爆発を起こした。この2度目の水蒸気爆発後、新火口群の活動は一時的に低下したが、その後回復し、噴火後3年以上活発な水蒸気噴出活動が継続している。本研究では、火口から放出される水蒸気量と重力変動観測から推定される質量変化を組み合わせ、火口周辺地下の水収支を明らかにした。その結果、噴火直後、急増した高温火山ガスにより火口周辺の地下水が加熱され蒸気化し、一時的に質量不足の状態になったが、その後、マグマからの高温火山ガスの供給量低下と周辺からの地下水の補給とにより、次第に新しい水理学的平衡状態に向かいつつあることが推定された。

1. はじめにー九重火山1995年噴火と水蒸気噴出活動ー

大分県南西部にある九重火山は1995年10月11日、水蒸気爆発を起こし（噴出物総量20000m³、中田ほか、1996）、同年12月に2度目の水蒸気爆発を起こした（噴出物総量5000m³、中田ほか、1996）。最初の水蒸気爆発による噴出物からは新たなマグマ関与の可能性が指摘された（波多江ほか、1997）。

この2度目の水蒸気爆発後、それまで活発に水蒸気を噴出していた新火口群の活動は一時的に低下したが、その後回復し、噴火後3年以上を経過した1998年12月においても、新火口群および噴火前から存在していた噴気地域からは合計数100MWに達する多量の熱が主として水蒸気の形で放出されている（噴火前に噴気地域から放出されていた熱量は約100MW。そして、最初の噴火後の2ヶ月間は2000MWを越える多量の熱が放出されていた）。

2. 噴火後の地震活動・地盤変動

噴火後の火口周辺の地震活動には特に目立った変化はなく（1日10個程度の2kmより浅い微小地震活動）、また火口周辺の地盤は噴火後単調に沈降しつつあり、力学的現象の観測からは、噴火後にマグマが移動したとは認められていない（Sudo et al., 1998、齋藤英二氏私信）。なお、噴火後の震源は新火口周辺の直下ではなく、新火口より300m程度北側の、噴火前から噴気活動が存在していた地域に集中していることが、噴火前と同一の観測点による震源決定の結果から、最近明らかになった。すなわち、新たな火口が開口したにも拘わらず、噴火前後において震源はほとんど変化していない。

3. 水収支観測

本研究では以上のような噴火活動の特徴を示す九重火山において、火口から放出される水蒸気量と重力変動観測から推定される質量変化を組み合わせ、火口周辺の水収支を明らかにすることを試みた。

(1) 火口から放出される水蒸気量の変化

新火口および噴火前から存在していた噴気地域からの水蒸気放出量および放熱量の変化をリモートセンシングにより、噴火後継続的に観測した。その結果に基づき、噴火直後から約3年間にわたる総水蒸気放出量を算出した。このうち、約35%をマグマ起源水とし、新たなマグマから脱ガスしたものと仮定すると、少なくとも直径500mを越える（マグマを球状と仮定した場合）マグマが今回の噴火に関与したのではないかと推定される。また、新火口群および噴火前から存在していた噴気地域からの水蒸気放出量を適当な時期に区分して、各時期における水蒸気噴出量およびその中に含まれるマグマ起源水の量を評価した。

(2) 新火口群周辺地域において重力変動観測を繰り返した。その結果、噴火直後短期間一時的に重力が増加する傾向が見られたが、その後、急激に減少、やがてゆっくりとした減少傾向となった。これらの重力変動の空間的分布を見ると、いずれも新火口群を中心とする同心円状となっており、観測された重力変動は噴火活動に関連したものと考えられる。そこで、適当な期間に区分した重力変動分布に、ガウスの定理を適用して、質量変化を見積もった。

(3) 新火口群地下における熱－流体プロセスを以下のように仮定し、それに基づき、水収支の量的な評価を行うこととした。すなわち、「高温のマグマ性ガスが地下深部から供給され、新火口群周辺の地下水を加熱する。そして、加熱された熱水の一部が蒸気化され、最終的に新火口群および噴火前から存在していた噴気地域から水蒸気として放出される。失われた地下水は周囲から次第に補充される。」というものである。その結果、噴火直後

(特に最初の噴火後の2ヶ月間)は加熱・蒸気化される地下水量が多い反面、周囲からの地下水の補給が十分でなく、質量不足(圧力減少)の状態にあった。しかしながら、やがて、深部からのマグマ性ガス供給量が減少するとともに、周囲から地下水の補給が増加し、新火口群地下の流体流動は新しいバランス状態に向かいつつあると判断される。

4. おわりに

九重火山1995年噴火を例に取り、火口からの水蒸気噴出量と重力変動観測から求められる正味の質量変化から、新火口群地下における水収支を算出した結果、噴火直後急増した高温火山ガスにより火口周辺の地下水が加熱され蒸気化し、一時的に質量不足の状態にあったが、その後の、マグマからの高温ガスの供給量低下と周辺からの地下水の補給とにより、次第に新しい水理学的平衡状態に向かいつつあることが推定された。すなわち、水収支の観測から、火山活動が次第に安定化するプロセスを明らかにすることができた。