

噴煙活動の解析に基づく有珠山 2000 年噴火活動の終息時期予測の試み

A tentative study for the prediction of the end-of-eruption of Usu volcano

福井 敬一[1]

Keiichi Fukui[1]

[1] 気象研

[1] MRI

有珠山 2000 年噴火活動に伴って北西山麓火口群の噴煙によって放出されている熱量、H₂O 量を噴煙映像データから plume rise の方法により求めた。これらデータに、マグマからの熱伝導と、マグマから帯体層に注入される水蒸気によって地下水が熱せられることにより噴煙が発生しているというモデルを適用し、マグマ起源の H₂O 放出量を見積もった。その結果、貫入したマグマのうち半分が 2000 年 10 月半ばまでに脱ガスし、マグマが完全に脱ガスし噴火活動が終息するのは 2001 年夏ごろになると推定された。

1. はじめに

2000 年 3 月 31 日、21 年ぶりに噴火活動を開始した有珠山は 2001 年 3 月 1 日現在も噴火活動を続けている。今回の活動では複数の火口から噴火したが、現在、西山火口で活発な地熱活動を示し、金毘羅山火口では小規模な水蒸気爆発を繰り返している。

気象庁では噴火開始前から遠望観測装置によって噴煙観測を行っていたが、噴火後は北海道開発局などの監視カメラによって各火口における噴火活動の連続的な映像データが得られている。

2. 噴煙による放熱率、H₂O 放出率

北海道開発局サイロ展望台および虻田 1 監視カメラ映像データを用いて、鍵山 (1978) の方法によって、噴煙によって放出されている熱量を見積もった。主に、1 枚の画像による噴煙の上昇形態から求める方法を取り、風速については別途映像データから求めた。見かけ上、噴煙が真上に上昇してこの方法で求めることが困難な場合は、噴煙の上昇高度と時間との関係、高層観測データから求めた。解析には 30 秒毎にリサンプリングした映像を用いた。このため、200m 以下の小規模な噴煙については計測不能ことが多い。

金毘羅山火口からの放熱率は 4 月初旬約 2000MW であったものが 5 月にかけてしだいに減少し、5 月以降は約 350MW でほぼ一定であった。西山火口群からの噴煙についても 4 月初旬の約 1000MW から 5 月初めの 150MW にまでしだいに減少し、以降同じ水準を維持している。平均的な値を議論するために十分な解析が進んでいる 4 月初めから 10 月 15 日までの期間 (197 日) の金比羅山火口群からの平均放熱率は 530MW、西山火口群からは 280MW となった。この熱がすべて水蒸気によってもたらされたと考えれば平均的な H₂O 放出率は各々 210kg/s、110kg/s となる。5 月以降の平均的な H₂O 放出率は各々 140kg/s、60kg/s となる。

3. 噴煙活動のモデル化とマグマ起源の H₂O 放出量、脱ガスマグマ量

噴煙はマグマ起源の水蒸気とこの水蒸気が地表に噴出する過程で取り込んだ地下水やマグマの熱で熱せられた地下水を起源とするものが混ざっていると考えられる。噴火活動の推移を見るためにはマグマ起源の水蒸気量の時間的な変化を見る必要がある。このため、マグマからの熱伝導と、マグマから細管を通して注入される水蒸気とで帯水層が熱せられ、これらによって生じた水蒸気が噴煙となるというモデル (湯原 (1968) を基本とし、水蒸気密度、比熱などの温度圧力依存性を考慮した) でマグマ起源の H₂O 放出率を見積もった。

帯水層の深さを 0.3km (海面)、マグマ溜まりの深さを GPS データなどから推定されている 0.5km とし、マグマと帯水層とをつなぐ管の半径を 1m とした場合、この期間に金毘羅山、西山両火口群から放出されている熱量 810MW のうち約 300MW が熱伝導によって説明可能であり、H₂O 放出率 320kg/s のうちマグマ起源の H₂O 放熱率は 110kg/s と推定される。マグマの比重を 2、H₂O 含有率を 3 wt% と仮定すると、この期間に脱ガスしたマグマ量は 0.6×10^{11} kg となる。土木研究所のレーザー測量から求められた総隆起量 6000 m^3 がマグマ貫入量とすれば貫入したマグマ 1.2×10^{11} kg の半分が 4 月初めから 10 月半ばまでの約 200 日間で脱ガスしたことになる。

4. 活動終息時期の予測

5 月以降の両火口からの放熱率 500MW、H₂O 放出率 200kg/s から同様にしてマグマ起源の H₂O 放出率を求めると 70kg/s となり、1 日あたり 2×10^8 kg のマグマが脱ガスしていることになる。従って、噴煙活動が同じ規模で継続すれば 10 月半ばを起点として約 300 日ですべてのマグマが脱ガスすることになる。このモデルで使用するパラメータのうちマグマと帯水層との間の管の半径を 0.3 ~ 3m に変えた場合でも、すべて脱ガスするまでの日数は約 30 日増減するのみである。結果に最も大きな影響を与えるものはマグマ溜まりと帯水層の間の距離と熱伝導率である。もし、この距離が大きくなればマグマ起源の H₂O の量が大きくなり、0.5km 程度以上離れていた場合、すでに脱ガスが終了していることになる。活発な熱水対流系が形成されていれば熱伝導の寄与が大きくなりマグマ起源の H₂O 量は少なくなりもっと長期間活動は継続することになる。例えば、もし、マグマが地下水と接触していたりするこ

となどによりマグマからの顕熱のみで噴煙が形成されているとすると、貫入したマグマがすべて冷却しつくすには10年ほどかかることになり、現在規模の活動はこの程度の期間継続することになる。逆に今後噴煙活動がどのように推移するか観測することにより、マグマと地下水との関係、噴火活動が終息する条件についての情報を得ることができる。