

阿蘇火山中岳火口湯溜まりの水・熱・塩化物イオン収支

Water, heat and chloride budgets of the crater lake at Naka-dake, Aso volcano, Japan

齋藤 武士 [1]; 大沢 信二 [2]; 橋本 武志 [3]; 寺田 暁彦 [4]; 吉川 慎 [5]; 大倉 敬宏 [6]

Takeshi Saito[1]; Shinji Ohsawa[2]; Takeshi Hashimoto[3]; Akihiko Terada[4]; Shin Yoshikawa[5]; Takahiro Ohkura[6]

[1] 京大地熱研; [2] 京大・理; [3] 北大・理・地震火山センター; [4] 京大・火山研; [5] 京大・理; [6] 京大・理・火山研

[1] Institute for Geothermal Sciences, Kyoto University; [2] BGRL; [3] Inst. Seismol. Volcanol., Hokkaido Univ.; [4] AVL, Kyoto Univ.; [5] Aso Volcanological Laboratory, Kyoto Univ.; [6] AVL, Kyoto Univ.

1. はじめに

九州、阿蘇火山の中岳火口は1993年の噴火以降、湯を湛えた状態(湯溜まり)が続いている。近年の阿蘇火山の活動は、湯溜まり 土砂噴出 火口底赤熱 ストロンボリ式噴火というサイクルを経ることが知られており(例えば Tanaka, 1993)、現在の状態がいつ、どのようにして次の噴火へと至るのか、注視されている。しかし、湯溜まりの形成・維持システムについてはよく分かっていない。湯溜まりの湯がどこから来るのか? 湯を70度、あるいはもっと高温に保つための熱はどのように供給されているのか? 実は阿蘇中岳のように、活動中の火口に水が溜まるケースは世界でも多くない(例えば Pasternack and Varekamp, 1997)。日本では草津白根火山の湯釜が良く知られており、これまでも多くの研究がなされてきた(例えば Ohba et al., 1994)。しかし阿蘇火山は火口が深く、作業を行うに危険かつ困難であるため、基礎的な測量を含めほとんど研究が進んでいなかった。今回我々は火口湖の測角測量を行い、火口の形、特に火口底付近の地形を測量すると共に、湯量のより正確な見積もりを行った。さらに橋本による水位変動観測データと大沢による湖水の化学分析データをもとに、火口湯溜まりの水・熱・塩化物イオン収支を検討したので、ここに報告する。

2. 水・塩化物イオン収支

水収支と塩化物イオン収支に関するボックスモデルを立て、両者を併せて解くことで火山性ガスによる供給と湖底からの浸透量を見積もった。塩化物イオンは地下からの火山性ガス起源で、湖底からの浸透でしか失われないため、火山性ガス供給量と湖底からの浸透量を見積もるのに良く利用される(例えば Hurst et al., 1991; Ohba et al., 1994)。大沢は湯溜まりの地球化学的性質を明らかにするために、湯溜まりからの採水をこれまでに4回行い、分析値を報告している(例えば大沢ほか, 2003, 九大地熱・火山研究報告)。この塩化物イオン濃度を湯溜まりの濃度として採用した。

水位変動に関しては、気象庁がこれまでも火山情報の中で表面積を「割」で表しており、それなりの指標にはなるが、鉛直方向の変化は記録しておらず、採用することができない。これに対して、橋本は正確に水位変化を見積もるために、測角測量と映像解析を行い、1991年から2000年までの水位変化を明らかにした(例えば橋本ほか, 2001年火山学会)。このデータと最近測量したデータをもとに、2000年以降の水位変動を見積もった。以上のデータと気象庁阿蘇山測候所の気象データ(水温・気温・風速・大気圧・降水量・日射量)、さらに平尾ほか(2001)のFT-IRによる南壁噴気ガスの塩化物イオン濃度のデータをもとに、大沢が採水した2000年8月4日、2003年4月22日、2003年8月4日の間の2期間に関して収支計算を行った。この期間、湯溜まりの水位は単調に10m以上減少した。

その結果、供給される水は4400-7400m³/dayであり、火山性ガスによる供給は3500-5800m³/dayと見積もられた。最も少なく見積もっても全インプットのうち6割は火山性ガスによることになる。湯溜まりの湯は降水起源であるとする説があるが、降水による供給は460-2900m³/dayであり、最も多く見積もっても全インプットの4割程度でしかない。蒸発量は3900-5900m³/dayであり、湯溜まりに供給される水の大部分は蒸発によって失われている。また火口湖底から浸透して失われる水は800-2100m³/dayであり、供給量と同じ桁の量の水が失われていることが明らかとなった。最大で全アウトプットの4割が浸透で失われていることになり、この量は無視できない。

3. 熱収支

熱収支に関しても同様にボックスモデルから、火山性ガスによる熱供給量と火口からの放熱量を見積もった。その結果、ガスによる熱供給量は110-200MWとなった。その大部分は湖面からの蒸発(100-150MW)によって失われており、このことは湯溜まりが地下からの熱を効率的に放熱していることを示している。また水収支の結果とあわせると、火山性ガスのエンタルピー(Hvolc)は2600-4600kJ/kgとなる。この値は数百度の乾き蒸気、過熱蒸気のエンタルピーに相当する。

4. おわりに

2006年夏に一端大きく減少した湯溜まりはその後の降雨などにより湯量を回復し、現在は静かな状態を保っている。この好機に4年ぶりの採水を行うことを、この春に計画している。2000-2003年当時からの変化を見積もる上でも、また次の活動を評価する上でも、重要なデータとなることが期待される。