

定常火道流モデルから推測される霧島山新燃岳のマグマ溜まりの状態 States of magma chamber of Shinmoe-dake, Kirishima Volcano as inferred from steady flow conduit model

田中 良^{1*}, 橋本 武志²

TANAKA, Ryo^{1*}, HASHIMOTO, Takeshi²

¹北海道大学大学院理学院自然史科学専攻, ²北海道大学大学院理学研究院

¹Graduate School of Science, Hokkaido University, ²Faculty of Science, Hokkaido University

1. はじめに

爆発的噴火から非爆発的噴火への遷移は、しばしば見られる現象である(例えば、1991-92年ピナツボや1980-86年セントヘレンズ)。この噴火様式の遷移の要因については、系の非線形性に起因する多重定常解の存在など、様々な議論が行われている(例えば Kozono and Koyaguchi, 2009 や Woods and Koyaguchi, 1994)。2011年の霧島山新燃岳噴火でも、1月26日-27日の準プリニー式噴火から、28日以降の溶岩噴火への遷移が起こっている。本研究では、Kozono and Koyaguchi (2010)の一次元定常火道流モデルを2011年の新燃岳噴火に適用し、火道内を上昇するマグマが破碎しなくなる条件を探索するという手法で、溶岩噴出移行時のマグマ溜まりの状態を推定することを試みた。この噴火では、マグマ噴出量や噴出期間が明らかにされているだけでなく、各種地殻変動観測からマグマ溜まりの位置もほぼ特定されており、さらに噴出物の分析に基づいて、モデルに与えるべき重要なパラメーターのいくつかが推定されている。この点で、今期の新燃岳噴火は、火道流モデルを適用して、火道内あるいはマグマ溜まりの状態を定量的に考察できる希少な事例であると考えた。上記モデルでは、円筒火道内を流れるマグマは等温の気液二相を仮定しており、気液の相対速度を認めることで鉛直方向への脱ガスが取り入れられている。またマグマの粘性は揮発性成分量と結晶量に依存するとした。

2. 結果と考察

モデルパラメーターを様々な値に変化させた数値計算により、火道を上昇する途中でマグマが破碎するかどうかは、初期含水率、噴出率、温度、火道径に依存することが確認できた。そこで、溶岩噴出率(40 m³/s)を固定し、マグマの温度範囲を950-1050 (鈴木他, 2011; 宮城他, 2011)と仮定して、火道径(10-50 m)を与え、溶岩ドーム噴火になるための初期含水率の条件を求めた。その結果、初期含水率の上限値は、火道半径10mの場合で1.5-3.8 wt%と推定された(噴出率は観察事実に基づいて40 m³/sを仮定)。火道径を大きくすると、含水率の上限値はさらに小さくなる。一方、準プリニー式噴火前の初期含水率は岩石学的研究から3-4 wt%と推定されている(鈴木他, 2011)。これより、準プリニー式噴火から溶岩ドーム噴火への遷移において、含水率の低下が起こっていたことが示唆される。

多重定常解をもつような系であっても、噴出率と火道長を与えると、それを満たすマグマ溜まりの圧力は一意的に決まることが数値計算により確認できた。火道長として、GPS観測から推測されているマグマ溜まりの深さである6-8 km(防災科研, 2011; 気象庁, 2011; 国土地理院, 2011)を与え、溶岩噴出率と温度は上述の推定値を用いる。初期含水率として、先に求めた非爆発的噴火溶岩ドーム噴火になるための上限値を与えると、この諸条件を満たすマグマ溜まりの圧力として、岩石学的研究から推定されている噴火前のマグマ溜まり圧と大きく食い違わない値が得られた。GPS観測により、準プリニー式噴火で力源が収縮したことが推測されており、これはマグマ溜まりの圧力低下を示唆しているが、この際のマグマ溜まりにおける圧力低下量は比較的小さかったことが推察できる。

マグマ溜まりの体積を観測によって推定するのは難しく、各種地殻変動観測でもその変化量しか推定することができない。しかし、本研究では2つの方法を用いてマグマ溜まりの体積を推定することを試みた。一つは、ある期間のH₂O放出量、マグマ溜まりの体積減少量、含水率の低下量を与えて、それを満たすマグマ溜まりの体積を推定する方法である。もう一つは、ある期間の圧力低下量とマグマ溜まりの体積減少量の関係から、マグマ溜まりの体積を推定する方法である。

後者の方法で推定したマグマ溜まりの体積は、前者と比較してかなり大きいという結果が得られた。これを矛盾なく説明するものとして、例えば、収縮に伴った圧力の低下に關与するやや大きなマグマ溜まりの一部に、準プリニー式噴火で効率的な脱ガスに供された領域があり、その領域のマグマが噴出して溶岩ドームを形成した、という概念モデルが考えられる。