

富士山犬涼み山溶岩流における溶岩洞窟の成因

Formation Process of Inusuzumi-Yama Lava Cave System in Mt.Fuji

本多 力[1], 小川 孝徳[1]

Tsutomu Honda[1], Takanori Ogawa[2]

[1] 富士山火山洞窟学研究会

[1] Mt.Fuji Volcano-Speleological Society, [2] Mt.Fuji Volcano-Speleological Society

概要：富士山犬涼み山溶岩流内に存在する溶岩洞窟群に対し、円管内ビンガム流体流動モデルを用いてその空洞形成プロセスの説明を試みた。一般に、上流部の高傾斜地においては、等高線に垂直に向いたチューブ状の洞窟が多く見られる。単純な傾斜円管内重力駆動流動モデルを用いると、空洞高さと傾斜度から溶岩がチューブから抜け出するための限界降伏応力値が得られる。一方、下流側の平坦部では流れは方向の選択性を失い放射状に広がった小さな空洞が形成されている場合が多い。溶岩流内で発生したガスの圧力が溶岩を押し出し空洞を形成したものと考えると、先に得られた限界降伏応力値を使い水平円管内差圧駆動流動モデルで必要差圧を計算することができる。得られた限界降伏応力値やガス圧は溶岩流として妥当な値と考えられ、傾斜地では重力ポテンシャルが、平坦地ではガス圧が主な駆動力となり溶岩を押し出し駆動を形成されたものと推定される。

1. はじめに

富士山西側に位置する側火山である犬涼み山（標高1210メートル）はほとんど溶岩流のみを噴出し扁平な楕状の山を成している。犬涼み山溶岩流は、中期溶岩と見なされており、富士山溶岩中でも粘性が小さく流動性に富み、大量の溶岩を流した、日本では珍しい楕状火山と考えられている（津屋、1971）。その溶岩洞窟群は朝霧高原東域に広く分布し、犬涼み山溶岩流の上流部では犬涼み山風穴第1～12、ムジナ穴、下流部では三ツ池穴をはじめとして、鶉穴、姥穴、新穴、人穴、間々下穴などが知られている。小川（1980）によりその存在や位置／測量図がまとめられているが、現在不明なものや未測量のものもあり、その全貌を把握するためフィールド調査を再開し（伊東ほか、2001）その成因の検討を行っている。抜け殻モデル適用による傾斜部の洞窟形成の検討は富士山の溶岩チューブ洞窟全般に対してすでに着手されているが（本多、2001）ここでは特に犬涼み山風穴群の洞窟形成について、上流部の高傾斜部、さらに下流側の平坦部についても検討を進めた結果を報告する。

2. 傾斜部の溶岩洞窟形成

上流部の高傾斜地においては、等高線に垂直に向いたチューブ状の洞窟が多く観察される。ビンガム流体がある傾斜角の円筒管内で重力により定常流動を行っているとし、円管内の速度分布に対する傾斜角、粘性、降伏応力、円筒半径の関係を検討した。一定の圧力勾配の下では、ずり応力は軸からの距離に比例し、軸上では0、管壁上では最大値をとる。壁におけるずり応力が溶岩の降伏応力より小さいと溶岩は流れ出ないことになる。これより、空洞形成のための溶岩の傾斜角と洞窟半径および降伏応力値の関係を求めることができる。このモデルを用いると、空洞高さと傾斜度から溶岩がチューブから抜け出するための限界降伏応力値（2500から5000ニュートン/平方メートル）が得られる。

3. 平坦部の溶岩洞窟形成

下流部の平坦地においては洞窟は方向の選択性を失い放射状に広がった小さな空洞は形成されることが多い。流路が上流部から連通している場合は、慣性力やヘッド差が溶岩を押し出し空洞を形成させると考えられるが、連通してない場合は、溶岩流内で発生したガスの圧力が溶岩を押し出し空洞を形成したものと考えられる（ガス圧が溶岩を押し出せない場合は、レンズ状の単なるガス空洞をつくるか、あるいは天井が薄ければガスに突き破られておわる）。ビンガム流体が一定差圧で水平円筒管内で定常流動を行っているとし、円管内の速度分布に対する差圧、粘性、降伏応力、円管半径および円管長さの関係を検討した。壁におけるずり応力が溶岩の降伏応力より小さいと溶岩は流れないことになる。これより、空洞形成のための溶岩の洞窟半径と洞窟長さおよび限界差圧の関係を求めることができる。先に得られた限界降伏応力値を用いて限界差圧を計算すると、直径1メートル、長さ20メートルの空洞の形成に対して必要差圧2～4気圧が得られる。

4. おわりに

犬涼み山溶岩流の溶岩洞窟群に対する、抜け殻モデルによる洞窟形成の解釈のために、重力による傾斜円管内ビンガム流動モデルとガス圧力による水平円管内ビンガム流動モデルを用いた。その結果、溶岩として妥当な限界降伏応力値やガス圧が得られた。これにより、傾斜地では重力ポテンシャルが、平坦部ではガス圧が、溶岩押し出しの主な駆動力となり空洞を形成するものと推察される。なお、ほかの大規模溶岩流（たとえば青木ヶ原溶岩流）の上流部傾斜地と下流部平坦地でもこのような洞窟の特徴が観察されている。さらに詳細な構造の検討を行うために、今後とも犬涼み山および青木ヶ原溶岩流について調査を継続してゆく予定である。