

マグマ溜まり上昇モデルによる階段図のモデル化：恵山火山を例として Modeling a stepwise diagram of discharge rate by an upward migration of magma chambers: An example from the Esan volcano

三浦 大助^{1*}

MIURA, Daisuke^{1*}

¹(財)電力中央研究所

¹CRIEPI

1. はじめに

火山の長期活動史は、マグマ供給系において、マグマがどのように供給・蓄積・噴出するかを考える場合に、重要な手掛かりとなる。例えば、長期間の平均噴出率（長期噴出率）は、地殻のより深部あるいは上部マントルからのマグマ供給について考察する際の重要な観測量である。長期噴出率は、噴出量と再来周期の関係を示す階段図として表され、マグマ溜まりを含むマグマ供給系と火山活動の進化に関する理解を促し、長期の火山活動予測に資することができる（例えば Spera and Crisp, 1981; Wedge, 1982; Tsukui et al., 1986; White et al., 2006）。一般に、火山の誕生から終了まで、活動の消長を全て記録するデータはなかなか得難いことから、マグマ供給系と火山活動の進化について理解を深めるために、階段図をモデル化することは依然として重要である。これまでに階段パターンの類型分類（小山・吉田, 1994）や、噴火実績への時間予測モデルの適用（Bacon, 1982; Valentine and Perry, 2007）等が議論されている。本講演では北海道の恵山火山を例に階段図のモデル化を試みた。

2. 恵山火山の長期噴出率

北海道の恵山火山は、45-50ka以降に活動を開始した若い活火山で、珪長質-中間組成質の溶岩ドーム群を主体とする。恵山火山は、その誕生から現在までの長期噴出率の変化が認められることから（三浦・土志田, 2011, 火山学会）、階段図のモデル化に最適な火山の一つである。噴火マグニチュード M4 以上の溶岩ドーム群による 50,000 年間の長期噴出率は $2.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ を示す。恵山火山では、31ka までに 4 回の M4 級噴火が起こり、22,400 年の休止期間ののうち、8.6ka に最新の大噴火 (M5) が起こった。初期 4 回の M4 噴火では、 $4.2\text{-}5.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ の長期噴出率である。この期間の再来周期は平均 4000 年であるが、後のイベントほど噴出量が小さく再来周期も短いという特徴を持つ。

3. 上方移動モデル

単純な 2 次元弾性モデル (Hydraulic connection model; Pinel et al., 2010) を用いて、恵山火山の階段図のモデル化を試みた。このモデルの利点は、深部からのマグマ供給率が一定でも、マグマ供給系の条件変化により、階段パターンの変化を再現できることである。ここでは、マグマは非圧縮性とし、噴出量はマグマ溜まり内部の過剰圧と静岩圧の差圧 (P_e) に比例すると仮定する。恵山火山で見られた「噴出量が小さく再来周期も短くなる階段パターン」は、溜まり半径 (R_c) と深さ (H_c) 比の変化として表すことができる。すなわち、マグマ溜まりが地表付近に向かって徐々に上昇すると、マグマ溜まり壁面の静岩圧が小さくなることから、噴火に必要な差圧 (P_e) が小さくなり、比例して噴出量が小さくなる。マグマ溜まりが十分に上昇した場合、すなわち R_c/H_c 比が 1.0 になる場合、差圧 (P_e) は 0 となりマグマは噴出しなくなる。この結果、深部からのマグマ供給が継続している・いないに拘わらず、地表では噴火休止期間が顕現する。22,400 年に渡る長期の休止期間はこのように説明できる。その後、地表付近のマグマ溜まりは冷却されるが、一定の深部マグマ供給が継続している場合は、冷却を上回る熱供給が生じる任意の深さでマグマ溜まりは再生を始めると予想される。それは休止期間に入る直前のマグマ溜まりよりおそらく深い位置に生じ、次の噴火のためのマグマ溜まりが準備されることになる。

4. 今後の課題

R_c/H_c 比を変化させるモデルとしては、上方移動モデルと膨張モデルがあり、恵山のような小規模マグマ溜まりには上方移動モデルが適している。また、大型のカルデラ火山では、膨張モデルが適すると予想される。これらの異なったマグマ溜まりの形成・進化過程を単純化し、階段図に見られる噴火サイクル・噴火休止期間の周期性をモデル化して、長期活動予測に結びつけることが今後の重要課題である。

キーワード: 火山, 噴火史, マグマ溜まり, 移動

Keywords: volcano, eruption history, magma chamber, migration