

マグマ供給系のモデルによる噴火時系列の解析：マグマの温度変化の効果 Analysis of eruption sequences based on a model of magma plumbing system: Effects of variable magma temperatures

井田 喜明^{1*}, 及川 純²

Yoshiaki Ida^{1*}, Jun Oikawa²

¹ アドバンスソフト株式会社, ² 東京大学地震研究所

¹ Advance Soft Co., ² Earthquake Res. Inst., Univ. of Tokyo

噴火がどんな規模と時間間隔で発生するかは、噴火機構の理解にとって、また噴火予知にとって基本的な問題である。この問題を著者らは簡単なマグマ供給系のモデルを用いて解析しようと試みている。解析の目的は噴火の時系列がどんな物理条件で決まるかを知ることであり、解析の基礎はマグマだまりの圧力に従って出口の通路が粘性的に開閉するというモデル (Ida, GRL, 23, 1457-1460, 1996) におかれる。昨年の連合大会では、この力学モデルを用いてマグマ供給量の周期的な変化に噴火時系列がどんな応答をするかを調べ、噴火の規模や時間間隔にある程度のばらつきが生ずることを示した。しかし、それは現実の噴火の多様性を説明するにはかなり不十分であったので、今回の発表ではマグマの温度変化の効果をモデルに組み込んで解析を進める。

モデルの力学的な部分は、マグマの供給や放出とともに圧力が変動するマグマだまりと、圧力の変動に応じて開閉する出口通路から成る。マグマの圧力は蓄積量とマグマだまりの容量の差に応じて弾性的に変動し、出口通路は通過するマグマの圧力変化で周囲の岩石が粘性流動を起こすことによって開閉する。出口から流出するマグマの流量は、簡単な常微分方程式を解くことによって時間の連続的な関数として計算されるが、モデルの有する非線形性のために特定の短い時間に集中し、実質的には間欠的な噴火の発生を表現する。この力学的な応答に加えて、今回は熱がマグマだまりの周囲に熱伝導で逃げる効果を考慮する。マグマの温度は供給される高温のマグマとの混合と熱伝導による冷却の兼ね合いで決まり、マグマの粘性率の変化を通して流出流量に影響する。

計算結果を見ると、マグマの供給流量が一定なときには、マグマの温度は供給と冷却の兼ね合いで決まる一定値に収束し、出口通路の開閉やマグマの噴出などの力学的な過程にほとんど関与しない。しかし、供給流量が周期的に変動すると、マグマの温度は熱伝導に依存する独自の時間遅れをもって追従して噴出過程に影響する。計算される噴火の時間間隔や噴出量は、何回かの噴火を束ねて周期的にゆらいたり、全体的に増大や減少をする時期をつくったりしながら多様な変化をたどる。その間にマグマの温度も変動するが、その変化は相対的に緩やかである。噴火の時系列は供給の周期や熱伝導の大きさを敏感に反映して複雑な様相を示す。

計算結果の時間軸を拡大して個々の噴火の経過を見ると、噴火期間中の供給流量の時間変化は供給のピークの前後でほぼ対称になっている。供給流量はピークに向けてある時間をかけて増大し、ほぼ同じ時間の後に終息に至る。同一の噴火時系列の中で比べると、供給の継続時間は大きな噴火の方が短くなる傾向をもつ。噴火の最中にマグマの温度は多少上昇するが、その温度変化はわずかである。

現実の噴火の発生は極めて多様なので、そこから多くの噴火に共通する普遍的な性質を抽出するのは簡単ではない。また、噴火時系列の特徴について統計的な結論を引き出すには、大抵の火山で噴火事例のデータが少なすぎる。モデルによる解析を介在にして、このような困難を少しずつ解消するのが解析の当面の課題である。

キーワード: 火山噴火, 噴火時系列, マグマの温度, マグマだまり, マグマ供給系, 数値シミュレーション

Keywords: volcanic eruption, eruption sequences, magma temperature, magma chamber, magma plumbing system, computer simulation