

噴火の時間間隔を制御する要因：マグマ供給系のモデルによる解析

What controls time intervals between volcanic eruptions: Analysis using a magma plumbing model

井田 喜明^{1*}, 及川 純¹

IDA, Yoshiaki^{1*}, OIKAWA, Jun¹

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

噴火がどんな時間間隔で発生するかは、噴火機構の考察にとって、また噴火予知にとって基本的な問題である。噴火はほぼ一定の時間間隔で周期的に発生することがある。例えば、最近 100 年程度の期間を見ると、有珠山では 30 年前後、三宅島では 20 年前後の間隔で噴火が繰り返されて、それが次の噴火の時期を知る目安になってきた。しかし、このふたつの火山でも、噴火の規模や性質は噴火毎に異なるし、更に過去にさかのぼると、噴火の間隔がこの周期から大きくはずれることもある。他の火山に目を転ずると、発生時期に明確な周期性が認められない火山も少なくない。

キラウエア火山やエトナ火山など、噴火を頻繁に繰り返す火山には沢山の噴火記録がある。これらの火山について噴火の時系列を解析してみると、発生時期に周期の様な特徴的な時間スケールは認められず、時系列はむしろフラクタルの性質をもつという (Dubois and Cheminee, JVGR 45, 197-208, 1991)。ただし、同じ火山でも解析する時期によってフラクタル次元にばらつきがあり、フラクタルであるとする解釈は確立されたとは言えない。この種の解析には噴火発生時期のデータが豊富に必要なので、解析が可能な火山は実際にはごく限られる。

このような背景のもとに、噴火の時間間隔や規模を決める物理的な要因を解明する目的で、簡単なマグマ供給系のモデルを用いて解析を始めた。噴火の周期性は、深部から一定の割合でマグマだまりに供給されたマグマが、その容量を超えたときに地表に溢れ出すと考えれば、定性的には理解できる。噴火の周期的な発生を簡単な微分方程式を用いて定量的に定式化するモデルとして、著者はマグマだまりの圧力に従って出口で通路が粘性的に閉鎖するというモデルを以前提案したことがある (Ida, GRL, 23, 1457-1460, 1996)。今回の解析には、それを改良したモデルを用いる。解析の主要な興味は、下部から入ってくる流量の変動や、上部から出ていく流れの状態によって、噴出の周期性や規模がどんな影響を受けるかにある。

今回の解析に用いたモデルは、マグマだまりと接続された上部火道でマグマの多様な上昇様式を設定できるが、発表では上部火道に単に一樣なマグマの流れを仮定する。以前のモデルと同じく、マグマだまりの圧力はマグマの蓄積量に比例して弾性的に増減し、その圧力の変化に応じて上部火道につながる出口が粘性的に閉鎖すると考える。ただし、出口の閉鎖を支配する粘性率は、出口の半径が小さくなると指数関数的に増大すると仮定する。下部から供給される流量が一定で、上部火道も一樣な流れで満たされる場合には、このシステムはマグマがほぼ周期的に蓄積と放出を繰り返す解をもつ。この周期解で下部からの供給量を大きくすると、噴出の時間間隔はその反比例に近い割合で減少し、最大噴出率も多少減少する。このとき噴出量は増加する。

今回の発表では、下から供給される流量に周期的な変動があるときに、地表への噴出がその変動からどんな影響を受けるかを問題にする。数値シミュレーションの結果を見ると、供給流量の周期が噴出の固有周期と同程度かそれより短い場合には、噴出の周期は多少長くなり、最大噴出率も多少増加するものの、時間的には両方ともほとんど一定な状態を保つ。逆に、供給流量の周期が噴出の固有周期よりも十分に長いと、噴出の周期と噴出量は供給流量の変化に合わせて変動する。供給流量の周期がその中間にある場合に限り、噴出に不規則な乱れが生ずる。

キーワード: 噴火, 周期性, マグマ, マグマだまり, マグマ供給システム, 数値シミュレーション

Keywords: volcanic eruption, periodicity, magma, magma chamber, magma plumbing system, computer simulation