Japan Geoscience Union Meeting 2014
(28 April - 02 May 2014 at Pacifico YOKOHAMA, Kanagawa, Japan)

SVC50-05　　会場:315　　時間:5 月 2 日 10:00-10:15

噴火のタイプは上昇するマグマの流量と揮発性成分量で決まる
Eruption types determined by the mass flux and volatile component content of ascending magma flow

井田 喜明[1*] ; 及川 純[2]
IDA, Yoshiaki[1*] ; OIKAWA, Jun[2]

[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

噴火にはマグマが液体状態を保って流出する非爆発的な噴火とマグマが破砕されて噴霧流などの形で噴出する爆発的な噴火がある。伝統的な区分では、爆発的な噴火はさらに定常的に噴煙を高く上げるプリニー式噴火、火砕流をふんだんに流し出すプレー式噴火、瞬発的な強い爆発を伴うブルカノ式噴火、間欠的に噴泉を上げるストロンボリ式噴火などに分類される。爆発的な噴火と非爆発的な噴火の違いが脱ガス量に支配されることはよく知られているが、爆発的な噴火のタイプがどう決まるかは必ずしも明快に説明されていない。本発表では、爆発的な噴火のタイプが深部のマグマ上昇流の性質にどう依存するのかを、定常火道モデルに基づく単純なモデルで説明する。

マグマが地表に噴出するときの状態は、噴出時のマグマの流速と発泡度で表わせるが、発泡度はそれを決める揮発性成分量で代用できる。揮発性成分量は液体マグマ（結晶も含むマグマの液体部分）に対する質量比で表す。一方、深部のマグマの状態は液体マグマの流量（質量流量）と脱ガスが始まる前の揮発性成分量で表現するのが便利である。マグマ上昇流が定常状態にあるときには、液体マグマの流量は深さによらず一定になるので、このふたつの量はマグマが上昇を開始する深さに依存せずに深部の状態を表現できる。

地表の状態と深部の状態は定常火道流モデルを用いて結びつける。この計算で、揮発性成分は鉛直方向には相対運動を無視して液体マグマと同じ速度で上昇するものとする。気泡流の状態では、気化した揮発性成分がマグマ中を浸透流によって水平方向に移動する効果を考え、それが脱ガスを律速するものとする。マグマの上昇速度は中心ほど大きいために、減圧に伴う膨張の緩和に差ができて水平方向に圧力勾配が生じ、それが浸透流を駆動すると考えるのである（Ida, JVGR, 162, 172-184, 2007）。壁からマグマが受ける摩擦抵抗は、気泡流の状態では上昇速度に、噴霧流の状態では上昇速度の 2 乗に比例するとして、それぞれの抵抗係数を求める。揮発性成分の溶解度には水蒸気に対する関係を用いる。

火道流の積分は地表から地下に向かって実行する。地表の圧力を 1 気圧とし、噴出時の流速と揮発性成分量に様々な組み合わせを与えて、対応する地下深部での液体マグマの流量と揮発性成分量を計算するのである。計算結果を整理してみると、地下深部の条件と地表の噴出状態の関係は、その特徴によっていくつかのグループに分けられた。グループの各々が噴火タイプと対応づけられて以下のように解釈できるのである。

地下深部の揮発性成分量が十分に多いときは、地表からは高速の噴霧流が激しく噴出する。これが第 1 のグループで、プリニー式噴火と対応づけられる。噴出時の流速や揮発性成分量は、上昇途上の脱ガスによって調整されて、地下深部の揮発性成分量に依存せずに液体マグマの流量だけで決まる。揮発性成分量の多い状態で液体マグマの流量を下げていくと、あるしきい値以下で火道流の定常解が存在しなくなる。これが第 2 のグループで、この条件下では噴火は非定常になり、ブルカノ式やストロンボリ式噴火になるものと解釈できる。第 3 に、地下の揮発性成分量が少ないときには、発泡状態の悪いマグマが遅い速度で噴出する。この状態では噴出後に流速を加速するのは難しく、噴火は噴霧流が火砕流として流下するプレー式噴火になると解釈できる。

以上の解析と解釈によれば、様々な噴火タイプは液体マグマの上昇流量と脱ガス効率の兼ね合いで生まれる。噴火タイプが特徴的な性質をもつグループに分かれるのは、発泡や脱ガスを含むマグマ上昇流が強い非線形性をもつためである。

キーワード: 噴火タイプ, マグマ上昇流, 火道流モデル, 揮発性成分量, 脱ガス, 数値シミュレーション
Keywords: volcanic eruption type, ascending magma flow, conduit flow model, volatile component content, degassing, computer simulation