

噴気の化学組成, 同位体比, 希ガス組成に基づきマグマの情報を得ようとする試み: 草津白根山, 箱根山, 台湾大屯山への応用

Attempt to obtain the information on magma based on the chemical, isotopic and rare gas composition in fumarolic gases

大場 武 [1]; 澤 毅 [2]; 平 徳泰 [3]; 大和田 道子 [4]; 森川 徳敏 [5]; 風早 康平 [6]

Takeshi Ohba[1]; Takeshi Sawa[2]; Noriyasu Taira[3]; Michiko Ohwada[4]; Noritoshi Morikawa[5]; Kohei Kazahaya[6]

[1] 東工大・火山流体研; [2] 東工大・火山流体; [3] 東工大・火山; [4] 産総研・地質情報; [5] 産総研・深部地質; [6] 産総研地調

[1] Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology; [2] V.F.R.C.; [3] Volca.Flu.Res.Cen., Titech; [4] Inst. Geol. and Geoinfo., GSJ, AIST; [5] Res. Center for Deep Geol. Evniron., GSJ, AIST; [6] Geol. Surv. Japan, AIST

<http://www.ksvo.titech.ac.jp>

日本において有史の噴火がないものの、噴気活動があるために活火山に分類されている火山がいくつか存在する(たとえば、箱根山)。そのような火山について噴火活動に対する潜在能力を推定することは、長期的な火山災害防止のために重要である。

噴火活動に対する潜在能力は、マグマに溶解している揮発性成分の濃度や泡の量に関係すると考えられる。揮発性成分の濃度が高く泡が十分に存在すればマグマは浮力を獲得し上昇するだろう。しかし、地下に現に存在するマグマの揮発性成分の量を知る方法は存在しない。メルトインクルージョンから得られるマグマの揮発性成分濃度は過去の噴火に関連したマグマにおける濃度でしかない。

揮発性成分の中で、CO₂ と H₂O を比較すると、CO₂ はシリケートメルトに対する溶解度が低く、H₂O に比べて、マグマチャンバーの圧力においても気相に分配しやすい。そこで、地下に静置しているマグマから放出される揮発性成分の CO₂/H₂O 比はマグマの脱ガス進行に従い、次第に低下してくるだろう。地下においてマグマから放出されるガスの CO₂/H₂O 比を推定できれば、マグマの脱ガス進行の度合いを推定するひとつの有用な手がかりになる。

地下に埋もれたマグマから放出される高温のガスは、必然的に深部の地下水と相互作用し、熱水系を形成する。先ず、高温ガスは冷たい地下水と混合し、熱水流体が形成されるだろう。その熱水流体は上昇し、地下浅部において沸騰し、蒸気相と熱水相を形成する。その蒸気相は噴気として地表に放出されるが、さらに地表近くで、地下水との相互作用や温度低下に伴う蒸気相の部分的凝縮が起きている (Ohwada, et al. 2003, Sawa et al. 2006)。

マグマから放出された高温ガスが噴気として地表に到達するまでには以上のような複雑な過程を経ている。本研究では、その過程を噴気の化学組成、H₂O の安定同位体比、希ガスの組成などの相関から解明し、さらにマグマ性高温ガスの CO₂/H₂O 比を推定する。高温ガスと地下水の相互作用を解明するには、それぞれの端成分に特徴的な値を有する以下のパラメータを使うのが有効である。

18O/16O 比 (H₂O): 高温ガス = +8 ~ +10 ‰, 地下水 = -8 ~ -5 ‰

36Ar/H₂O 比: 高温ガス = 0, 地下水 = 7.4E-10

CO₂/H₂O 比: 高温ガス > 0 (火山により異なる), 地下水 = 0

モデル計算によれば、高温ガスと地下水の相互作用の結果、高温ガスの水蒸気が冷却・凝縮され減少する一方で、CO₂ や 36Ar などは蒸気相に選択的に分配するために、最初に発生する蒸気相 (= 一次蒸気) の CO₂/H₂O, 36Ar/H₂O 比は元の高温ガスの比よりも高くなる傾向がある。また同位体比の低い地下水と混合するために発生する蒸気の水素同位体比は高温ガスの同位体比よりも低下する。

モデル計算で予測されるパラメータ間の相関は、草津白根山、箱根山、台湾大屯山などの噴気の実験結果と大まかには整合的であった。モデル計算に基づく、噴気の 36Ar/H₂O 比と 18O/16O 比の相関から、マグマ性ガスと深部地下水の混合比率が与えられる。この比率を用いて、噴気の CO₂/H₂O 比と 18O/16O 比の相関から未知の値であるマグマ性ガスの CO₂/H₂O 比を推定することができる。噴気の実験値とモデル計算を比較した結果、草津白根山、箱根山、台湾大屯山におけるマグマ起源高温ガスの CO₂/H₂O 比は、それぞれ、0.006, 0.0055, 0.031 と推定された。

一般に噴気地帯には、轟音を伴い強烈に放出される噴気もあれば、弱々しく蒸気が立ち上る噴気もあり、放出状況はさまざまである。以上のような CO₂/H₂O 比の推定に利用できるのは、勢いの強い噴気の組成であることが多かった。勢いの弱い噴気は一次蒸気から大きく離れた組成と同位体比を示し、水蒸気の凝縮や地表近くの地下水との相互作用の影響を受けている。