

36Ar/H2O比と18O/16O比の相関に基づく火山噴気の形成モデル：箱根山と草津白根山への応用

Formation model of fumarolic gases by the 36Ar/H2O and 18O/16O ratios applied to Mt. Hakone and Mt. Kusatsu-Shirane

大場 武 [1]; 澤 毅 [2]; 平林 順一 [3]; 風早 康平 [4]; 森川 徳敏 [5]; 大和田 道子 [6]

Takeshi Ohba[1]; Takeshi Sawa[2]; Jun-ichi Hirabayashi[3]; Kohei Kazahaya[4]; Noritoshi Morikawa[5]; Michiko Ohwada[6]

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

[1] Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology; [2] V.F.R.C.; [3] VFRC, Tokyo Inst. Tech.; [4] Geol. Surv. Japan, AIST; [5] Res. Center for Deep Geol. Environ., GSJ, AIST; [6] Res. Center for Deep Geol. Environ., GSJ, AIST

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

【序】

水蒸気爆発は火山爆発の一形態で、その原因は熱水リザーバの圧力増加である。活火山における噴気の放出はいかに強度が増大しても噴火には分類されないが、強度増大の極限として水蒸気爆発が位置づけられる。噴気の形成メカニズムを理解することは、水蒸気爆発の理解につながる可能性を秘めている。

箱根山は有史時代の噴火は無いが、噴気の放出強度が増大する現象が記録されている。2001年には地殻変動が観測され、同時に大涌谷において蒸気井の圧力が高まる現象が起きている。本研究では箱根山大涌谷において噴気を採取し、36Ar/H2O比、H2Oの18O/16O比を測定することにより、噴気の形成過程を考察する。

【36Ar/H2O-18O/16O解析法】

噴気中のH2Oの水素および酸素同位体比はマグマ性端成分と天水性端成分を区別することを可能とするが、日本のような中緯度地域では、dD-d18O平面上において、マグマ性端成分と天水性端成分の混合線の傾きが、偶然にも水の100付近での蒸気-熱水間の分別の傾きと一致してしまう。噴気同位体比は同平面上で右上がりの直線分布を示すことが多い。このために、観測値が、両成分の混合か、それとも分別効果を示しているのか、判別し難いという問題がある。この解決のためにH2O以外の成分、例えば、典型的なマグマ成分であるCO2を導入する。噴気のCO2/H2Oとd18Oを相関させることにより、混合と分別の効果を区別することが可能となる。CO2/H2O比を利用する場合の問題点は、マグマ端成分の値が個々の火山により異なることである。CO2の代わりに36Arを用いる試みは、Ohwada et al. (2003)により草津白根山の噴気に適応された。36Arは地球の進化過程で大部分が大気に局在し、マグマ起源の流体については、36Ar/H2O比は非常に小さいと考えられる。これに対し天水起源の地下水は大気起源の36Arを平衡濃度で溶存している。そのH2Oに対するモル比は平衡時の気圧、水温により若干変化するが約7.4E-10である。通常の火山熱水系では、マグマ性端成分と天水性端成分の36Ar/H2O比はそれぞれ、0、7.4E-10と仮定できるだろう。また天水起源の地下水が地下で加熱され沸騰し蒸気相を発生すると36Arは大部分が蒸気相に移行する。36Arを用いることにより地下水の沸騰現象を知ることが可能となる。これらの特徴はCO2を用いた方法にはない利点である。

【箱根山】

箱根山カルデラの中央火口丘山麓の噴気地帯で計12のガス試料を採取した。採取においては空気の混入を避けるために5M KOH溶液を入れ脱気した真空ビンに採取地点で噴気を導入した。真空ビンのヘッドスペースに溜まった気体(R-gas)をオンラインでガスクロマトグラフ(GC)に注入し、ガス成分(H2, He, O2, N2, CH4)を定量した。その際の注入圧を用いてR-gasのモル数を計算した。H2Oの採取モル数は、採取前と後の真空ビンの重量差から計算した。GC分析によりHe/H2O比が決定される。真空ビンのR-gasの一部をガラス管に封入・保存し、その後希ガス用質量分析計により、36Ar/4He比を決定した。この値と先のHe/H2O比を組み合わせ、36Ar/H2O比を得た。H2Oの酸素同位体比は、真空ビンとは別に噴気の凝縮水を採取し、CO2-H2O平衡処理の後、安定同位体比質量分析計で測定した。

GC分析の結果、一つの試料を除いてO2は検出されず、採取の際の空気の混入は極めて少なかった。11の試料の36Ar/H2O比は、5.4E-10~3.3E-9の範囲だった。大気と平衡にある水の値である7.4E-10よりも低い値を示す試料は1つのみで、この試料はd18Oが+1.4‰と高く、マグマ性成分の寄与が示唆される。

草津白根山の噴気の場合は、36Ar/H2O比が7.4E-10よりも低い試料が大半であり、箱根山の結果は対称的である。Sawa et al. (2005)によると、大涌谷の噴気はマグマ性ガスを多く含んだ水蒸気と天水起源の水蒸気の混合で形成される。ここで天水起源の地下水が加熱され発生する蒸気の36Ar/H2O比を考えてみる。地下水が100%蒸気になれば、その36Ar/H2O比は7.4E-10であるが、仮に10%が蒸気になればその36Ar/H2O比は十倍になる。これはArが蒸気相に強く分配しやすいためである。箱根山の噴気の36Ar/H2O比が7.4E-10よりも高いという結果は部分的に気化した天水起源蒸気の付加として説明できる。また、草津白根山では、加熱され地表近くで大気起源のArを失った地下水の寄与が強かったが、箱根山ではそのような地下水の寄与は大きくないと推定される。