

箱根山大涌谷地熱地帯における火山ガスの化学組成および同位体比の変化

Change in the chemical and isotopic composition of volcanic gases from Owakudani geothermal area of Mt. Hakone, Japan

大場 武 [1]; 澤 毅 [2]; 平 徳泰 [3]

Takeshi Ohba[1]; Takeshi Sawa[2]; Noriyasu Taira[3]

[1] 東工大・火山流体研; [2] 東工大・火山流体; [3] 東工大・火山

[1] Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology; [2] V.F.R.C.; [3] Volca.Flu.Res.Cen., Titech

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

1. 序

箱根山は神奈川県西部に位置するカルデラ式火山で、標高 1438m の中央火口丘神山を有する。その北山麓の標高 1000m の付近の大涌谷には地熱地帯があり、観光地となっている。2001 年 6 月から 11 月にかけて中央火口丘近傍で群発地震が発生した [1]。同年 6 月下旬から中央火口丘を中心とする体積膨張による地殻変動が観測され、地下 5km よりも浅部で $2 \times 106\text{m}^3$ の体積増加があったと推定された [2]。

箱根温泉供給株式会社は昭和 5 年以来大涌谷で蒸気井の蒸気と冷水を混合させ温泉水を造成し、旅館等に供給してきた [3]。2001 年の 7 月 19 日に掘削深度 800m の 52 号蒸気井の出口圧力が異常に増大し、温泉水造成装置が破壊された。7 月 28 日には蒸気が上空に向けて勢い良く放出される状態になり、観光客が滞在する場所にもガスが拡散するようになった。

我々は 2001 年から 2006 年にかけて、52 号井の蒸気、および 52 号井から南西方向に 250m 離れた場所にある自然噴気を採取・分析した。本研究ではそれらの化学組成と同位体比の時間変化に対して解釈を行う。

2. 蒸気井の観測結果

52 号井の温泉造成装置は 2002 年に再建された。温泉造成装置では、冷水と蒸気を接触させて温水を作る。冷水の注入流量と、蒸気温度、温水温度から、蒸気の放出流量を推定することができる。2002 年の放出流量は、207 ton/day で、2003、2004、2005、2006 年にはそれぞれ、66、37、41、35 ton/day へ低下した。

蒸気温度は、2001 年 9 月は 163.3 と高かったが、2001 年 11 月には、136 まで低下した。2002 年から 2005 年にかけて温度は単調に上昇し 152 に達したが、2006 年 11 月には 143 に低下した。

蒸気の CO₂/H₂O 比は温度と逆の変化パターンを示した。すなわち、2001 年 9 月から 11 月にかけて上昇した。その後は 2005 年にかけて単調に減少し、2006 年には増加に転じた。H₂O の酸素同位体比は、0.6~4.9 ‰ の範囲で変化した。

3. 自然噴気の観測結果

噴気温度は、95.5~97.8 の範囲の変化に限られた。時間の経過に対して明確な一定の傾向は見られなかった。CO₂/H₂O 比は 2001 年に低かったが、2002 年に上昇し、その後は単調な低下つづき、2006 年に上昇に転じた。これとほぼ同様な変化のパターンが、C/S 比に見られた。

4. 時間変化の解釈

52 号井から放出される蒸気は HCl や SO₂ を含み、H₂O の同位体比は高く、マグマ起源の特徴を示している。CO₂/H₂O 比の変化が大きく H₂O の同位体比の変化が小さい傾向があり、CO₂/H₂O 比の変化は地下における H₂O 蒸気の凝縮が原因のひとつとして考えられる。この解釈は、CO₂/H₂O 比の時間変化と蒸気温度の変化の関係と整合的である。すなわち、凝縮が強く起こることは、ガスが地下で冷却を強く受けていることを意味し、蒸気温度は低下する。

蒸気井の CO₂/H₂O 比の時間変化パターンは、自然噴気の時間変化パターンとよく似ている。このことは、両者の起源が同一であり、同時に変化が起きていることを暗示している。2006 年 11 月には蒸気井、自然噴気とも CO₂/H₂O 比が上昇している。一方で、2006 年 11 月の蒸気流量は前年と比べて変化がなく、CO₂/H₂O 比の上昇が、マグマ活動の活発化によるとは考えられない。CO₂/H₂O 比の上昇はマグマと蒸気井の底の位置との間で起きた現象と考えられる。

箱根山では 2006 年 9 月と 10 月に群発地震が起きている。群発地震が地下における火山ガス通路の近くに新たな亀裂を作ったとは考えられないだろうか？新たに生じた亀裂は温度が低いので、そこに蒸気が流通すれば冷却され、H₂O がより多く凝縮し、CO₂/H₂O 比は上昇するだろう。このような解釈によれば、2006 年 11 月の CO₂/H₂O 比の上昇は、群発地震による影響とみなされる。

[1] 棚田他 (2001) 日本火山学会講演予稿集,p42

[2] 西村・村上 (2001) 日本火山学会講演予稿集,p43

[3] <http://www.hakoneonsen.com/>

謝辞 大涌谷における火山ガス採取および情報提供において、神奈川県温泉地学研究所、箱根温泉供給株式会社にご協力いただきました。小坂丈予氏、吉田稔氏には研究のご指導いただきました。ここに記して感謝いたします。