

同位体を利用した草津白根山火山熱水系の研究

A study for the volcanic hydrothermal system of Mt. Kusatsu-Shirane with the use of stable isotope

大場 武[1], 野上 健治[2], 中村 一茂[3], 鈴木 隆[3], 大和田 道子[3], 平林 順一[4]

Takeshi Ohba[1], Kenji Nogami[2], Kazushige Nakamura[3], Takashi Suzuki[4], Michiko Ohwada[3], Jun-ichi Hirabayashi[5]

[1] 東工大・火山流体研, [2] 東工大・草津白根, [3] 東工大・火山流体研究センター, [4] 東工大・火山流体研究セ

[1] Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, [2] Kusatsu-Shirane Volcano Obs., TIT, [3] Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Inst. Tech., [4] VFRC., Titech, [5] VFRC, Tokyo Inst. Tech.

1. 序

草津白根山は水蒸気爆発を起こす典型的な火山で、水蒸気爆発の原因は熱水リザーバの破壊であると考えられている。水蒸気爆発型噴火を予知するには熱水リザーバの物理化学的な状態を知る必要がある。草津白根の山頂北側には噴気が分布しており、噴気は熱水リザーバからもれ出てきた気相により形成されている。本研究では噴気の時間的変化を調べ、草津白根山の熱水系について地球化学的モデルを提案する。

2. 観測

草津白根山の山頂北側に分布する自然噴気から3つを選び出し、2001年7月から11月にかけて、11回の採取を行い、化学組成、H₂OのD/H、180/160比を測定し、短期的な時間的な変化を調べた。一つの噴気孔については1997年から2000年にかけて一月に1回噴気の採取を行い長期的な時間変動を調べた。

3-1. 結果(短期観測)

観測に選んだ3つの噴気孔、N4、N10、N12の内、N10の噴気は放出圧が強く、轟音を伴った。これに対しN4とN12の噴気の放出圧は小さかった。2001年7月から11月にかけてN4とN12の噴気温度は93~94℃、N10の温度は103~104℃と安定していた。N10とN12のCO₂/H₂O比を比べると、N10の値が増加する時はN12の値が減少するという逆相関の関係が見られた。ところがH₂Oの180/160比については、N10とN12の間に正相関の時間変動が観測された。

3-2. 結果(長期観測)

1997年から2000年までのN10の長期観測において、噴気温度は101~105℃の変動を示した。CO₂/H₂O比は0.006~0.013、H₂Oの180/160比はd180(SMOW)=-8~0‰と大きく変動し、草津白根山付近の月降水量との相関がみられた。即ち、毎年9月頃の降水の多い時期から約1月遅れてCO₂/H₂O比が増加し180/160比が減少した。

4. 考察

N10の長期的な変動は草津白根山の地下に存在する気相と液相が共存する熱水リザーバの変化で説明される。熱水リザーバが高温のマグマ性ガスと地下水の混合で形成されるとし、エンタルピーと同位体について保存則を適用すると、地下水の混合比が増加する時、気相の分率が減少し気相のCO₂/H₂O比は上昇し、180/160比は減少する。この気相が地表に達しN10噴気を形成すると考えられる。CO₂/H₂O比や180/160比の変動と降水量が相関し、さらに時間のずれが見られることから降水が浸透し熱水リザーバに影響を与えるには約1月の時間を要すると推定される。長期観測でみられたCO₂/H₂O比の変動はリザーバの気相の変化で予測される幅よりも大きく、高温のマグマ性ガスのCO₂/H₂O比が変動した可能性を示唆する。

短期観測で見られたN10のCO₂/H₂O比、180/160比の変動は熱水リザーバの気相分率の変動で説明できるが、N12の変動は説明できない。N12の変化を説明するにはN10に類似した先駆的なガスに対し、天水の同位体比を有する水蒸気を付加させる。熱水リザーバへの地下水の寄与が大きい時に、天水水蒸気がN12に大きく寄与していたとするなら、天水の同位体比は低いので、熱水リザーバの気相の180/160比の減少と天水蒸気の付加は傾向が一致する。しかし天水蒸気はCO₂を含まないので、熱水リザーバの気相のCO₂/H₂O比の上昇は天水蒸気の付加により相殺され、場合によっては減少に転ずる。このためCO₂/H₂O比について、N10とN12の間で逆相関の時間変動がみられたと考えられる。