草津白根火山・湯釜火口周辺における土壌水銀放出帯
Emission regions of gaseous elemental mercury around Yugama crater lake at Kusatsu-Shirane volcano, Japan

*寺田 暁彦[1]、水谷 紀章[1]
*Akihiko Terada[1], Noriaki Mizutani[1]

1. 東京工業大学理学院火山流体研究センター
1. Volcanic Fluid Research Center, Faculty of Science, Tokyo Institute of Technology

1. はじめに

草津白根火山は，近年は水蒸気爆発を繰り返す火山として知られている．一般に，火口周辺の地下数 100 m程度には熱水が存在する．このような熱水へ高温火山ガスが注入されることで地下浅部における熱・エネルギーの均衡が崩れ，熱水が急激に気化・膨張することが，水蒸気爆発の発生機構の一つとして挙げられる．

火口周辺に伏在する熱水は，粘土等で構成される不透水性のキャップロックに覆われていることが多い．その形成過程やその後の噴火活動等を反映して，キャップロックは力学的に不均質である．そのようなキャップロックの力学的な不均質性を明らかにして，過去の噴火発生場所と比較することは，水蒸気爆発発生機構を検討するばかりでなく，将来の噴火発生場所を予測するために重要である．

草津白根火山は，1805年以来，水蒸気爆発を繰り返してきた活動的火山である．当地の熱水やキャップロックの位置は，電磁気学的手法に基づく地下構造調査（MT 探査）から示唆されている．しかし，MT 探査における空間分解能は数 100 m 程度であるのに対し，近年，火口周辺で発生した水蒸気爆発の火口列は幅数 10 m 程度である．そのため，キャップロックの不均質と噴火割れ目との関係は不明である．特に，同火山・白根火砕丘南側斜面には観光客が訪れるため，地下浅部構造の詳細は防災上重要である．

2. 水銀放出率測定手法の適用

本研究では，土壌ガスとして地上へ放出される揮発性成分の1つである単体の気体水銀（以下，GEM）の面的分布に注目した．深部から上昇した水銀種は，その大半が GEM として地下浅部の熱水系の気相に分配される．また，熱水系周辺に存在する変質鉱物に含まれる水銀は，熱水系の温度変化に鋭敏に応答して揮発して大気へ放出される．このような GEM は，周囲よりも透水性の高い破砕帯を優先的に経由し地上へ放出されるであろう．そのため，GEM 放出率分布は地下浅部透水係数の不均質を反映していることが期待される．

3. 測定方法

本研究では，従来よりも短時間で多点観測可能な非循環系 Dynamic Flux Chamber 法を構築した．測定は，直径 7 cm のポリプロピレン製の半円筒容器を地表面に被せることで行う．すなわち，一定時間内に地表面から揮発した水銀を含む容器内部の空気を，原子吸光法を原理とした GEM 濃度測定装置へ導入する．本装置では，GEM を金アマルガム法により濃縮することで低濃度を精度よく測定する．得られた GEM 濃度は，本研究で構築した簡単な数値モデルを用いて単位時間・面積あたりの GEM 放出率へ変換される．

測定は，草津白根山周辺の合計81点において2017年9月10 - 14日，および2018年8月30日 - 9月13日に行った．白根火砕丘南側斜面については約 100 - 200 m 間隔で8本の東西測線を設定し，合計64点で測定した．このほか，同地域における平均的な GEM 放出率を検討するため，火口から最大 6 km 程度離れた場所に観測点を設けて17点で測定した．

4. 結果と議論

得られた GEM 放出率の範囲は 0.8 - 67×10^{-3} ng/m^2/s，中央値は 3.1×10^{-3} ng/m^2/s である．この範囲は，世界各地の火山熱水系周辺で測定された GEM 放出率の値の範囲に概ね一致する．白根火砕丘南側斜面では，水釜南部から南西・南東方向に伸長する高 GEM 放出率帯が初めて観測された．これらの領域の GEM 放

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

出率は白根火砕丘周辺の背景値より約10倍高い．

湯釜火口湖から南西方向へと伸びる高放出率帯（A）は過去の火口列（割れ目）の位置に一致するほか， MT探査から示唆される地下構造の不連続にも矛盾しない．すなわち，Aは地下の破砕帯を反映していると思われる．一方，南東方向へ伸びる高放出率域（B）には対応する火口列が確認できない．過去の噴火記録によれば，湯釜内部にはBと同じ北西－南東方向の割れ目が出現したことがある．すなわちBも伏在した破砕帯に対応すると考えられる．地表面で火口列が確認されないのは，この領域が過去の噴出物に厚く覆われているためであろう．このBの南東端は湯釜火口中心から 700 m 離れた国道付近まで伸びており，Bは将来的に水蒸気爆発を起こし得る領域として留意する必要がある．

本研究を行うにあたり，文部科学省科研費・基盤研究(B)（18H01290）を使用しました．

キーワード：単体気体水銀、草津白根火山、熱水系、水蒸気噴火
Keywords: Gaseous elemental mercury, Kusatsu-Shirane volcano, Hydrothermal system, Phreatic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.