

平成 23 年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

- 特定共同研究(A) 特定共同研究(B) 特定共同研究(C) 一般共同研究
 地震・火山噴火予知研究 施設・実験装置・観測機器等の利用
 データ・資料等の利用 研究集会

2. 課題番号または共同利用コード 2011 - G - 09

3. プロジェクト名、研究課題、集会名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文：地磁気変換関数による火山活動モニタリングの試み英文：An attempt to monitor the volcanic activity using geomagnetic transfer function4. 研究代表者所属・氏名 東京工業大学火山流体研究センター・神田 徑
(地震研究所担当教員名) 小山 崇夫

5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

| 氏名 | 所属・職名 | 利用・参加内容または 施設,装置,機器,データ | 利用・参加期間 | 日 数 | 旅費 支給 |
|-------|----------------------|-------------------------------|---|--------|----------|
| 神田 徑 | 東京工業大学火山流体研究センター・准教授 | 設置場所の調査・準備 観測機器設置 データ回収 | 2011/7/25-29 2011/8/8-10 2011/9/20, 11/10 | 10 | 無 |
| 小川 康雄 | 東京工業大学・教授 | 観測機器設置 | 2011/8/8-10 | 3 | 無 |
| 山脇 輝夫 | 東京工業大学・研究員 | データ回収 | 2011/11/10 | 1 | 無 |
| 小山 崇夫 | 東京大学地震研究所・助教 | 観測機器設置 | 2011/8/8-10 | 3 | 有 |

6. 研究内容 (コンマ区切りで3つ以上のキーワードおよび400字程度の成果概要を記入)

キーワード：地磁気変換関数、火山活動、モニタリング、比抵抗構造

本研究は、草津白根山湯釜周辺で地磁気三成分の連続観測を行い、地磁気変換関数の変動として火山活動の把握を行うことを目的としている。地磁気変換関数は、磁場変動水平二成分と鉛直成分との応答を表す関数で、地下の比抵抗構造（とりわけマグマや熱水などに代表される低比抵抗体）を反映する量として知られている。地磁気三成分観測は、東京工業大学の2か所の観測施設敷地内において、旧型の地電流測定装置を2台使用し、付属するフラックスゲート型磁力計により毎日夜中の2時間30分間に8Hzサンプリングで行なった。近傍に商用電源がないため、ソーラーパネルを設置し、バッテリーにて駆動している。変換関数の推定は、1日毎に行ない時系列を作成した。精度の良い推定ができたのは、8秒より長い周期のデータのみであった。現在、冬季道路閉鎖中であるため、11月初旬までの約3ヶ月間のデータしか得られていないが、変換関数の大きさにはこれまでのところ顕著な変動は見られていない。

7. 研究実績報告（公表された成果のリスト*¹または 2000～3000 字の報告書）

(*¹論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無、ポイント数、電子ファイル添付のこと)

神田径・小山崇夫・小川康雄・山脇輝夫・寺田暁彦・ボーンチャイスク、ソングフン，草津白根山における地磁気連続観測，日本火山学会 2011 年度秋季大会，謝辞への記載有，4 ポイント

はじめに

草津白根山湯釜周辺では、過去に水蒸気爆発が繰り返し発生している。最近では、1996 年 2 月のごく小規模な噴火を最後に 15 年間噴火は発生していないが、2009 年 3 月に、湯釜火口内に新たな高温領域が複数箇所を確認されるなど、熱的な活動は高まっており、湯釜火口から 500m 以内への立入規制が継続している。本研究は、草津白根山湯釜周辺で地磁気三成分の連続観測を行い、地磁気変換関数の変動として火山活動の把握を行うことを目的としている。地磁気変換関数は、磁場変動水平二成分と鉛直成分との応答を表す関数で、地下の比抵抗構造（とりわけマグマや熱水などに代表される低比抵抗体）を反映する量として知られている。

これまでの研究から、水蒸気爆発の準備領域では、活動火口浅部における熱水変質した難透水性の蓋と、その直下に蒸気の卓越した熱水流体溜りが存在することが明らかになりつつある。水蒸気爆発は、この熱水流体溜りへの過剰な火山流体の供給によって溜り内の温度・圧力が高まり、何らかのトリガーで発生すると考えられる。従って、熱水流体溜り内での蒸気相の成長過程を捉えることができれば、水蒸気爆発発生に至る過程の理解が進み、トリガーとなる事象を明らかにする突破口が得られるはずである。上記、火口浅部の構造の電気的性質は、難透水性のキャップが低比抵抗、高温の蒸気は高比抵抗を示すと考えられる。従って、蒸気相の発達に伴って、比抵抗は増加することが期待される。過去に九重火山では、1995 年の水蒸気爆発の前と後における電気探査による繰り返し観測から、顕著な比抵抗の変化が得られている。噴火前に高比抵抗だった領域が噴火後は一桁以上比抵抗値が低下したことが報告され、噴火前には蒸気相の発達で高比抵抗を示した領域が、噴火後の冷却によって熱水溜まりへと変化したと解釈されている（江原・他，2003）。

我々は、平成 22 年度の地震研究所一般共同研究(2010 - G - 20)などにより、草津白根山湯釜周辺に地磁気全磁力観測網を整備し、地表面の温度観測からはわからない火山体内部の熱的状態の推移をモニタリングしている。岩石の持つ磁化が高温になるほど弱くなるという性質を利用するものであるが、水蒸気爆発発生場と考えられる高温の熱水流体溜りの状態を把握することができるほぼ唯一の方法であると言える。また、湯釜周辺では、地震観測やGPS観測など力学的モニタリングが行われていることに加え、分担者の小川らによって火口近傍での地下数 km 程度までの三次元比抵抗構造が明らかにされている(小川・他，2011)ことから、水蒸気爆発の準備領域における構造変化を捉え、変動源を明らかにするには最適のフィールドである。以上のような背景のもと、新たに地磁気三成分の連続測定から比抵抗構造の変化をモニタリングする本研究を計画した。

観測装置の設置とこれまでに得られているデータ

設置作業は、2011 年 8 月 8 日から 10 日にかけて、東京工業大学の観測施設 2 か所（湯釜北東、湯釜北西）に於いて行なった。地磁気三成分の測定装置として、地震研究所が所有する旧型の地磁気地電流測定装置（U-43）を 2 台借用した。U-43 に付属するフラックスゲート型磁力計は、観測施設におけるノイズを避けるため施設から 10m 程度離れた敷地内に埋設し、本体のデータの収録部については両施設内に設置した。借用した観測装置に対しては、地震研究所担当教員の承諾の下、磁力計と収録部を接続するケーブルを 30m に延長する改造を本研究経費により行っている。電源については、観

測施設の電源を賄う太陽電池設備の脚部に太陽電池パネル（84W）を複数枚取り付け、鉛蓄電池（105Ah）3個に接続して、観測施設とは独立の電源供給系を運用している。この太陽電池パネルやその取り付けのためのアルミアングル等を本研究経費により調達した。

測定は、太陽電池コントローラによるノイズ混入を避け、自然電磁場変動のS/Nの良い夜間の2時間30分(00:00~02:30 JST)のみ、32Hz サンプリングで行なっている。測定装置の電力消費が大きい（通常 1.2A）こと、使用可能なCFカード容量の上限が2Gbであることを考慮し、冬季の道路閉鎖期間中も途切れることなくデータ取得ができることも念頭にスケジューリングした。

地磁気変換関数(Tipper)は、周波数領域において、磁場鉛直成分($H_z(\omega)$)が磁場水平2成分($H_x(\omega)$, $H_y(\omega)$)の応答関数として表される際の複素係数($T_x(\omega)$, $T_y(\omega)$)である。また、 $(-Re(T_x), -Re(T_y))$ は、インダクションアローと呼ばれ、低比抵抗体の方向を指す性質がある。

$$H_z(\omega) = T_x(\omega) \cdot H_x(\omega) + T_y(\omega) \cdot H_y(\omega)$$

今回、観測された1日分の地磁気三成分データ(9000秒間)から、RRRMT code (Chave et al., 1987)を用いてその日のTipperを算出し、周波数毎に時系列を作った。草津白根山山頂部へ車でアクセス可能な国道292号線が冬季期間中閉鎖されるため、データ期間は11月初旬までの約3ヶ月間である。バッテリーの不調により途中数日間の欠測もあったが、概ね良好なデータが取得できている。解析の結果、精度のよいTipperの算出ができたのは、8秒より長い周期のデータのみであった。また、火山活動との対比を行うには十分なデータが得られていないが、Tipperの大きさにはこれまでのところ顕著な変動は見られていない。なお、観測は現在も継続している。冬季は、道路閉鎖によってノイズ源が大幅に減るため、また、積雪によって温度が安定するため、S/Nの向上が見込める。今後、冬季のデータ解析を行い、より短周期成分の変動の抽出を行なってゆく予定である。