

(1) 実施機関名：

京都大学理学研究科

(2) 研究課題(または観測項目)名：

比抵抗連続観測による阿蘇中岳火口浅部熱水系モニタリングの高度化

(3) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

イ. 地震発生・火山噴火の可能性の高い地域

(4) その他関連する建議の項目：

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

火山噴火の多様性を普遍的に説明できるモデルを構築するには、現象を高精度にモニターする事が必要である。特に、地下浅部における火山性流体の挙動は火山学にとって本質的に重要である。マグマが上昇して地下熱水系に到達する、あるいはある深さでマグマが上昇を停止し、マグマから分離した火山ガスが地下熱水系に到達するといった過程を把握することが、噴火予測の高精度化に求められている。こうした現象に伴う地下火山性流体の状態変化を捉える為の観測手法を確立することは、火山噴火の多様性を理解する上で重要な情報であり、噴火予知の高精度化に大きく貢献する。本研究では、電磁気学的な手法を用い火山体浅部における火山性流体の状態変化を捉える事を目的とする。また、こうして得られる結果と、地震観測、地磁気観測、水位観測などから得られる結果と対応をとる事で、浅部熱水系の状態変化が火山活動とどのような対応を持つかを明らかにする。

近年、TDEM 法を基にした高精度・高時間分解能の浅部比抵抗連続観測システムが開発され実用化されている。平成 21 年度からの 5 か年において、阿蘇中岳火口周辺において、こうした観測システムを用いた観測点アレイを構築する。また、高時空間分解能での連続比抵抗モニタリングを実施し、火口直下の熱水だまりについて、これまでの研究から示唆される数ヶ月単位の短いタイムスケールで生じる熱水系状態変化に伴う比抵抗値変化、領域の拡大・縮小を捉える。また、現在実施している地震観測、地磁気観測、水位・水温観測などの結果との比較から、熱・水収支モデルのパラメータの最適化を行いモデルの高精度化を行う。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度：

平成 21 年度

比抵抗モニタリングの予備観測を実施し、観測・データ解析システム構築の為の、基礎的な情報を収集する事を主目的とする。

平成 22 年度

比抵抗連続観測システムを展開し、連続観測を実施する。

京都大学で行われている既存の研究・観測(地震観測、磁場観測、火口湖水位・温度観測による放熱量推定)を継続して行う。磁場観測の高度化を行う。現状の現地収録観測をテレメート化しより欠足の少ない観測データ取得を目指す。これにより、高い時間分解能で地下の熱的状态推移を推定する。

平成 23 年度

比抵抗連続観測及びその他の観測を継続する。

火口湖からの放熱量推定の高度化を行う。火口湖水位を連続的に測定するためレーザー距離計による観測を行う。無線温度計による火口湖水温連続観測を行う。

平成 24 年度

比抵抗連続観測及びその他の観測を継続する。

比抵抗観測から得られる結果を基に火口の浅部熱水系モデルを構築する。

平成 25 年度

比抵抗連続観測及びその他の観測を継続する。

抵抗観測から得られる浅部熱水系モデルについて、磁場観測、放熱量推定から得られる結果との比較・評価を行いモデルの高精度化を目指す。

(7) 平成 23 年度成果の概要 :

平成 23 年度は、阿蘇火山及び中岳火口周辺及びにおいて比抵抗モニタリングを実施した。観測には、テラテクニカ社製 TDM 比抵抗連続観測システム ACTIVE を用いた。この観測では、観測対象領域から 1km 程度の位置に電流送信局を設置しそこから矩形電流を大地に送信する。また観測対象領域中に磁場観測用のレシーバを設置し、矩形電流で急激に電流を送信・遮断した際の大地の磁場過渡応答を捉えることによって地下の比抵抗構造を探查する。対象領域である中岳火口周辺では、火口から酸性の火山ガスが常時放出されている事、また火口周辺では特に夏場に雷雨が多発する事から、繰り返し観測を行う方法を用いた。23 年度には 4 月、5 月、7 月及び 9 月にくり返し TDM 観測を実施した。磁場レシーバ点は中岳火口を囲む 4 点に設置し、火口の北・約 1km に電流送信局を設置した (図 1)。この観測から得られたレスポンス曲線を図 2 に示す。この図では、横軸が周波数、縦軸が磁場レスポンスの強度を表す。この図から、4 月～5 月の間に長周期側 (1 ~ 5Hz) でレスポンス曲線が大きく変化しているのがわかる。ただしこの長周期帯の変化は火口北側の点 (A02) では見られない。さらに 5 月～7 月の間では、すべての観測点で短周期側 (20 ~ 100Hz) のレスポンス曲線に有意な変化が見られた。4 ~ 5 月のレスポンス曲線の変化は、この期間に比較的深部、且つ火口の南側を中心に地下比抵抗に変化が生じたことを示す。また 5 ~ 7 月の間に浅部の広い範囲で地下比抵抗に変化が生じたことを示す。

この観測期間中阿蘇山では顕著な活動度の変化が見られた。阿蘇山の活動は 2010 年の後半頃から活性化の兆候を示し、火口底の湯だまりの水位が急激に減少を始めていた。4 月の Active 観測の頃には湯だまりがほぼ干上がった状態となっていた。この後、5 月には中岳火口で小規模な噴火が生じ、阿蘇山の噴火警戒レベルが初めて 2 に設定された。しかし、梅雨期の記録的な大雨を経た 6 月下旬ころまでには噴火活動は沈静化し火口底の湯だまりも火口底をほぼ覆うほどに回復、静穏な状態が現在まで続いている。

こうした 2011 年の活動と関連させてレスポンス曲線の時間変化を解釈すると、4 ~ 5 月の長周期側の変化から、火口南側の比較的深い領域で、5 月の小規模噴火に関連して地下の温度状態・熱水分布に変化が生じたと考えられる。それに続く 5 ~ 7 月の短周期側の変化は、梅雨期の大雨で湯だまりが回復し浅部比抵抗が低下したことを示すものと考えられる。

これら比抵抗観測の他に、平成 23 年 11 月には湯だまりに水温計を投入し、湯だまり水温の連続モニタリングを実施した。

(8) 平成 23 年度の成果に関連の深いもので、平成 23 年度に公表された主な成果物 (論文・報告書等) :

宇津木充, 鍵山恒臣, 小森省吾 (2011) MT 法を用いた鶴見・伽藍火山周辺域における地下比抵抗構造調

その 2, 大分県温泉調査研究会報告書, 査読無, 第 62 号, 29-34, 2011.

鍵山恒臣, 吉川慎 (2011) 長湯温泉周辺の表層電気伝導度分布, 大分県温泉調査研究会報告書, 査読無, 第 62 号, 9-12, 2011.

(9) 平成 24 年度実施計画の概要 :

平成 24 年度においては、引き続きくり返し TDM 観測を継続する。またより空間分解能を高める為に、レスポンス曲線の長周期帯で変化が見られた火口の南側に 2~3 点程度くり返し観測点を新設する。特に、23 年度に得られたデータが火山活動起因のものであることを確かめる為、1 年を通してデータを取得し地下比抵抗の年周期的変化の影響等を評価する。

また、得られたデータの定量的な解釈の為、地下比抵抗構造解析の為のプログラム群の整備に取り組む。これについては地下比抵抗の 1 次元解析を行う簡便なプログラムの開発から始め、最終的には 3 次元的な構造解析及び比抵抗変化解析が可能なプログラム開発を目指す。

また、京都大学で行われている磁場観測等、既存観測を継続して行う。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

担当者： 宇津木充 (京大・理)

参加者： 鍵山恒臣、大倉孝宏、吉川慎、井上寛之 (京大・理)、神田径 (京大・防災研)

この他に、当施設の機関研究員、京都大学の大学院生 (2~3) 名が参加する。

他機関との共同研究の有無：有

小山崇夫 (東大・地震研)

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター

電話：0967-67-0022

e-mail：utsugi@aso.vgs.kyoto-u.ac.jp

URL：http://www.vgs.kyoto-u.ac.jp/

(12) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名：宇津木充

所属：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター

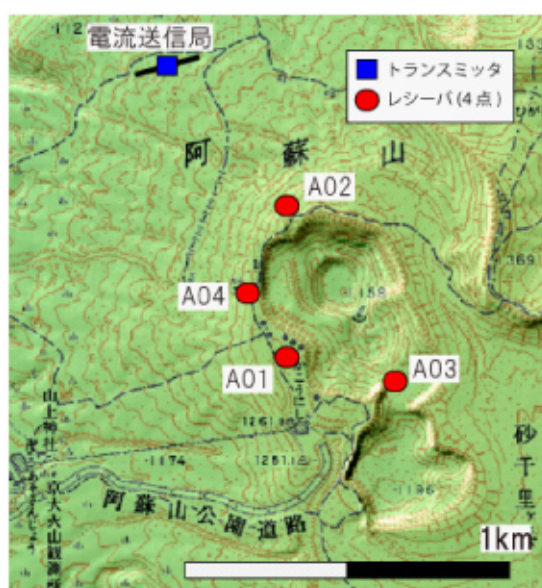


図 1. 中岳火口周辺の Active 観測点網

中岳火口を囲む 4 点に磁場観測用レシーバ点を設置した。また火口北約 1km に電流送信局を設置した。

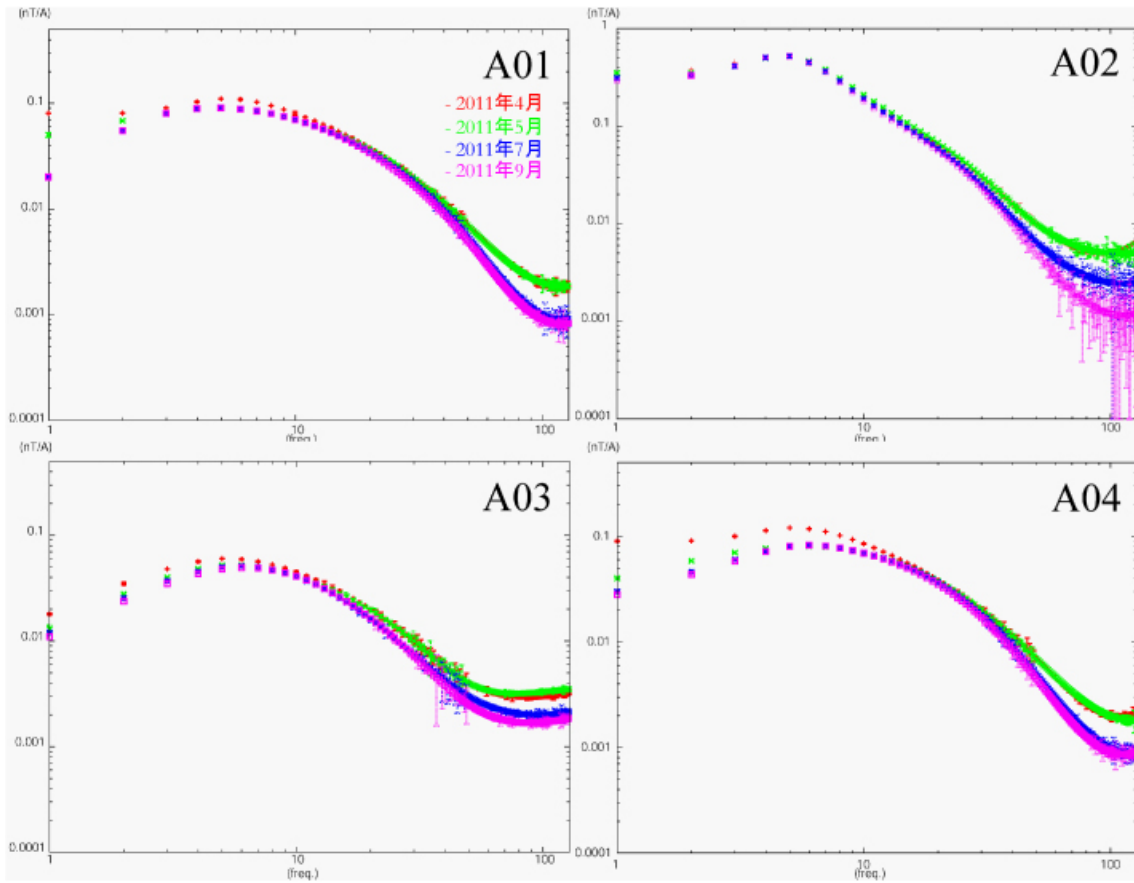


図 2. 各観測点で得られたレスポンス曲線

各観測点 (A01 ~ A04) で得られた 2011 年 4 月、5 月、7 月及び 9 月のレスポンス曲線。