

## 草津白根火山下の釣鐘型低比抵抗体に対する双極子電流を用いた電磁探査の感度

南拓人<sup>1</sup>・小川康雄<sup>2</sup>

1 東京大学地震研究所

2 東京工業大学理学院

Sensitivity of electromagnetic sounding using electric current dipoles against the bell-shaped low resistivity structure beneath the Kusatsu-Shirane volcano, Japan

Takuto Minami<sup>1</sup>・Yasuo Ogawa<sup>2</sup>

1 Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

2 School of Science, Tokyo Institute of Technology

## Abstract

For volcanic disaster prevention, constant monitoring of active volcanoes is becoming more and more important recently. In the Kusatsu-Shirane volcano, Gunma, Japan, we plan to install an accurate monitoring system using electric current dipoles, called ACROSS (Accurately Controlled Routinely Operated Signal System), which uses source electric signals from several transmitters with frequencies similar but slightly different among the transmitters. It was revealed from preceding MT studies that there is a bell-shaped low resistivity structure ~100 m beneath the crater lake of the Kusatsu-Shirane volcano, and that hypocenters of micro-earthquakes are located beneath the bell-shaped anomaly. This result possibly means a situation where the volcanic gas from deeper part is trapped by a clay cap associated with the bell-shaped low resistivity anomaly, which implies importance of monitoring this bell-shaped resistivity anomaly for hazard prevention.

In this study, we investigated responses of the bell-shaped resistivity anomaly to the electromagnetic (EM) sounding using horizontal electric dipoles by forward modellings, preceding the planned installation of ACROSS system in the Kusatsu-Shirane volcano. In our forward modellings, a vector finite element method (A method) was adopted with unstructured tetrahedral meshes. In the computational domain, a bell-shaped low resistivity anomaly (0.3 S/m) with a diameter of 500 m and a thickness of 200 m is located 100 m below the ground surface, embedded in a half-space background conductor (0.01 S/m). Following the installation plan, we set a 1 km horizontal electric current dipole at the ground surface 5 km away from the target area, and tested 1.0 A source electric currents with frequencies of 0.01, 0.1, 1.0, 10, and 100 Hz. We found from our calculations that, (1) in the received electric field, the horizontal component perpendicular to the source dipole axis is sensitive to the bell-shaped anomaly over all the tested frequencies, and that, (2) in the received magnetic field, the vertical component is sensitive to the anomaly only at higher frequencies. Furthermore, it was revealed that discrepancy in the amplitude and the phase of the received horizontal electric field can be proxies for difference in the thickness of the top of the bell-shaped anomaly. These results demonstrated efficiency of the EM sounding with horizontal electric dipoles in monitoring of the Kusatsu-Shirane volcano, and can be utilized to set up efficient distributions of transmitters and receivers in the installation of ACROSS system.

In this presentation, we plan to share our forward modelling method, the simulation results, and simulation results using real topography around the Kusatsu-Shirane volcanic area.

## Abstract

活火山モニタリングシステムの充実は、火山防災の観点から、近年ますます重要になっている。現在、草津白根火山では、複数の双極子電流ソースから互いに混信

しない周波数信号を送信する精密なモニタリングシステム（ACROSS; Accurately Controlled Routinely Operated Signal System）の構築が計画されている。草津白根火山では、火口直下に釣鐘型の低比抵抗キャップが存在し、微小地震がその下方に分布することが、これまでの MT 探査から明らかになっている。この結果は、深部からの火山ガスがこの釣鐘型の低比抵抗粘土キャップにトラップされている可能性を示唆しており、この釣鐘型低比抵抗体の状態を常時把握することが防災上重要である。

本研究では、草津白根火山で計画されている精密モニタリングシステムの構築に先立ち、システムに対する釣鐘型低比抵抗体の応答を、モデル計算によって調べた。モデル計算では、四面体有限要素法(A 法)を採用し、0.01S/m の一様大地に半径 500m・厚さ 200m の釣鐘型の低比抵抗体(0.3 S/m)を地下 100m に頂部がくるよう半球殻と円筒を用いて表現した。観測計画を考慮して、低比抵抗体から 5km 離れた地点で、長さ 1 km の水平双極子から 1A の電流を 0.01, 0.1, 1.0, 10, 100 Hz の 5 周波数で送信した場合の計算を行った。今回は、数値計算の精度を確かめる目的から、地形は考慮せず、低比抵抗体がない場合の解析解との比較も同時に行っている。計算の結果、計算した全ての周期で電流双極子と直交する水平電場成分に低比抵抗体の影響が出やすいこと、並びに、短周期の磁場鉛直成分に低比抵抗体の影響が出やすいことが明らかとなった。さらに、釣鐘型低比抵抗体の頂部の厚さを 200m から 50m に変化させた結果、電場水平成分の振幅・位相差として変化を検出できる可能性が高いことが明らかとなった。これらの結果は、火山体に対する電流双極子を用いた電磁探査の有用性を示唆しており、同様の計算を用いることで観測効率の高い観測アレイの構築が可能となる。

本発表では、上記の計算手法と計算結果に加え、実際の草津白根の地形を考慮した場合の計算結果についても併せて報告する予定である。