

2007年度桜島集中観測—電磁気構造探查序報

桜島電磁気構造探查グループ

[橋本武志・Tony Hurst (北大理)・坂中伸也・山田健太 (秋田大工学資源)・
小川康雄・相澤広記 (東工大火山流体)・高倉伸一・大久保綾子 (産総研)・
小山崇夫 (東大震研)・小林宰 (金沢大理)・田中良和・宇津木充・井上寛之・
小森省吾 (京大理)・神田径・石原和弘・山崎友也・高山鉄朗・為栗健 (京大防災)]

Joint Observation Campaign of Sakurajima Volcano in 2007 — A preliminary report of EM field experiments —

Sakurajima Volcano EM field Experiment Group

We conducted an aeromagnetic survey over the Aira caldera and an audio-frequency magnetotelluric (AMT) survey on Sakurajima volcano in November 2007 as a part of the 10th Joint Observation Campaign of Sakurajima Volcano. The surveys were carried out within a framework of the 7th National Project for Prediction of Volcano Eruptions. The main objective of the surveys is to evaluate the eruption potential of Sakurajima volcano: a magma reservoir of Sakurajima is considered to be located at about 10 km beneath the Aira caldera and large eruptions of the historical age occurred at the foot of the volcano with accompanying a large quantity of lava effusion. We succeeded in acquiring high density magnetic data at about 40000 points over the caldera and high quality AMT data at 27 sites on the volcano. Preliminary results are reported.

1 はじめに

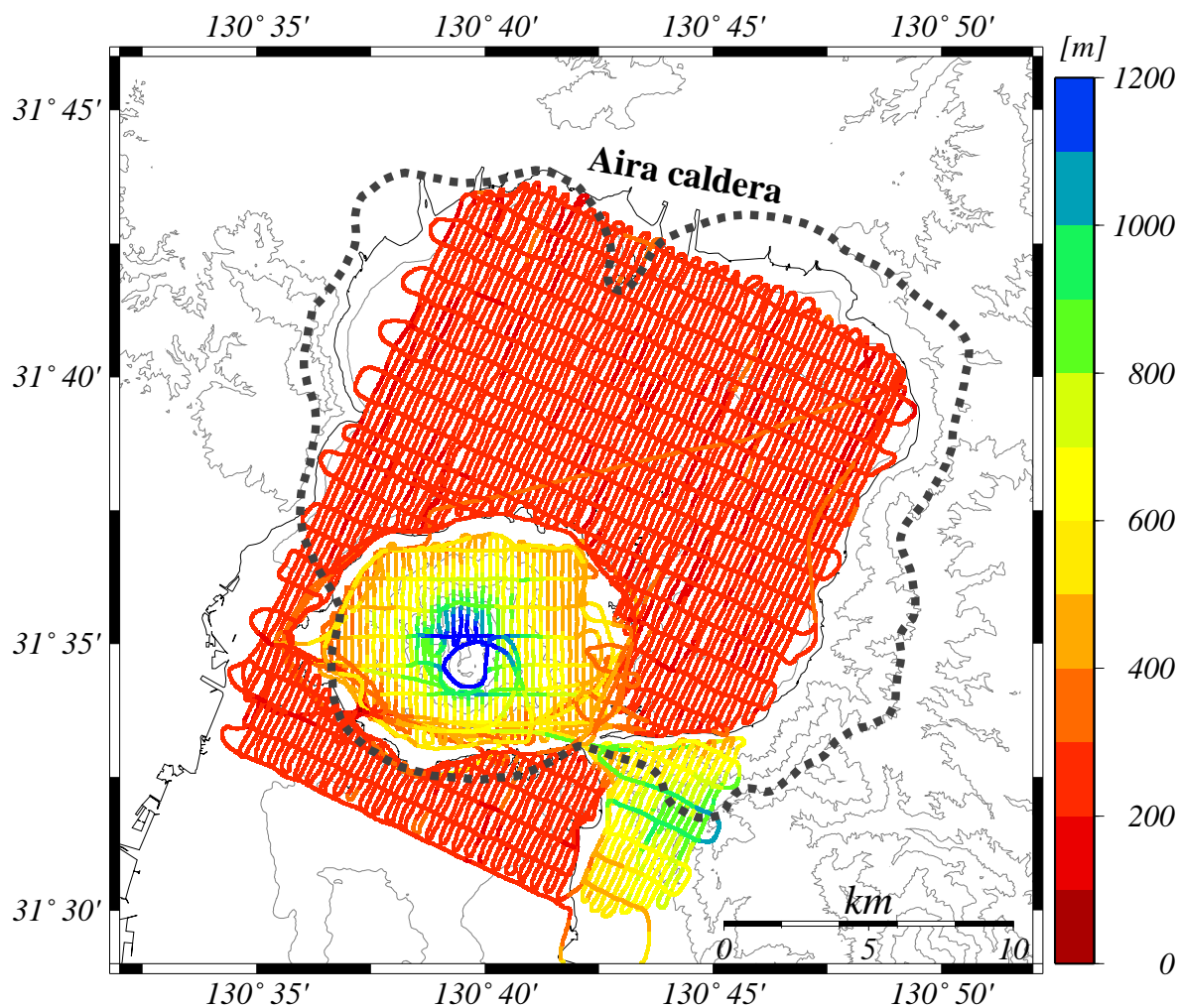
桜島火山では、1955年より南岳山頂における爆発的噴火活動が継続している。1914年の大正噴火以後、隆起を続けていた桜島周辺の地盤は、この山頂噴火活動の活発化に伴い、1980年代には一旦沈降傾向を示すようになった。しかし、噴火活動が低下する1990年代前半に再び隆起に転じ、現在でもこの傾向は継続している。このことは、始良カルデラ地下に存在すると考えられているマグマ溜まりにおいて、マグマの蓄積が進行していることを意味している(井口・2006)。火山活動は、2001年頃からは極めて低調に推移したが、2006年6月には昭和溶岩を流出した昭和火口において58年ぶりに噴火が発生するなど、活発化の兆しが見られる。最近50年間は、南岳山頂火口からの爆発的噴火が活動の中心であったが、歴史時代に溶岩流を流出した噴火(天平宝字、文明、安永、大正)では、いずれも山腹に火口を形成している。1946年の昭和噴火も、約7年間の噴火活動を経て溶岩流出に至っており、2006年に再開した昭和火口の現在の活動においても、溶岩流出を伴うような噴火へと今後発展してゆく可能性もある。火山活動が活発化してきたタイミングで山体の地下構造を把握しておくことは、今後の活動評価を行う上でも重要な資料となりうる。

そのような背景の下、桜島火山の集中総合観測が実施された。桜島火山における集中観測は、1996年以來11年ぶり10回目である。電磁気グループでは、観測項目の一つとして、始良カルデラ全域に

わたるヘリコプターを用いた空中磁気測量と AMT (Audio-frequency Magnetotellurics) 法による浅部比抵抗構造調査を行った。本稿では、それらの観測の概要とこれまでに得られている結果について簡単に報告する。

2 観測の概要とこれまでに得られている結果

空中磁気測量は、2007年10月29日から11月2日にかけて実施された。桜島および始良カルデラを含む $22.5\text{km} \times 16.5\text{km}$ の領域において、桜島島外は、北北東 - 南南西方向に 67 測線 (250m 間隔)、西北西 - 東南東方向に 23 測線 (1km 間隔)、桜島島内は、南北方向に 40 測線 (250m 間隔)、東西方向に 7 測線 (1km 間隔) に沿って 0.1Hz 間隔の全磁力測定を行った (第 1 図)。飛行速度および測定高度は、海上が毎時約 90km で対地約 150m、陸上は毎時約 60km で対地約 300m であった。総飛行時間

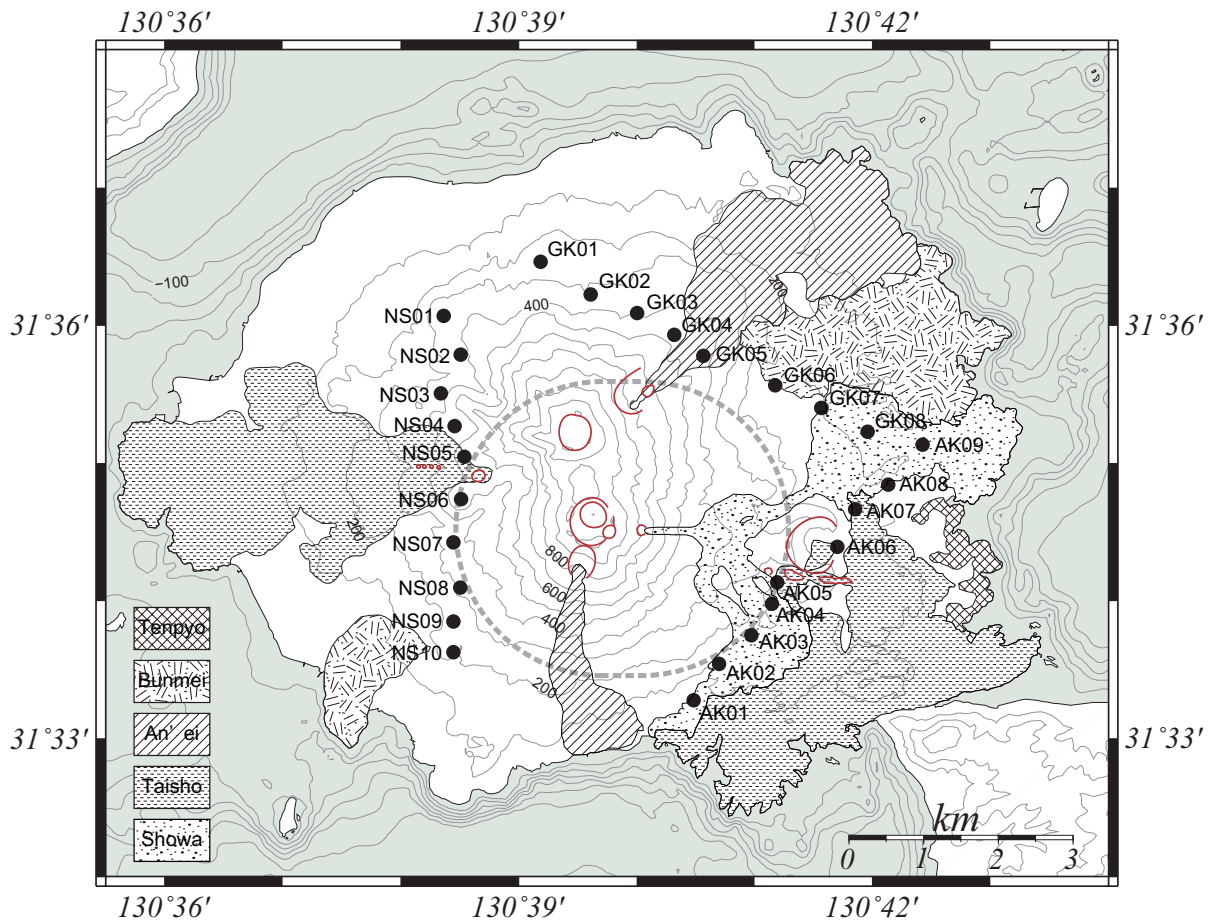


第 1 図: 2007 年 11 月に実施された空中磁気測量の飛行軌跡。飛行高度で色分けしている。

Fig. 1: The flight track of the aeromagnetic survey carried out in November 2007. The track was colored by flight height.

は約 25 時間で、総飛行距離はおよそ 2000km、取得データ数は約 40,000 点にのぼる。測量計画については、神田・石原 (2007) で既に述べているが、今回の測量では、ほぼ当初計画通りのデータを取得することに成功した。これまでの解析によって、桜島については、桜島北東部の安永溶岩の流下域が高磁化を示しており、表層に現れている溶岩流と対応する高磁化域も見られる。また、桜島北東の新島およびその周辺で比較的磁化の高い領域が見られるほか、若尊カルデラ南側の地形的高まりに対応するような高磁化域も得られている。なお、探査結果の詳細については、別稿 (宇津木・他; 大久保・他, 本論文集) で報告されるので省略する。

観測システムは、前回の浅間火山における探査 (橋本・他, 2006) 等で使用したものと同じであるが、新たな試みとして、磁場データのリアルタイム伝送を今回取り入れた。測定データは、通常、磁力計のメモリに書き込まれ、フライト終了後に回収される。しかし、フライト中にデータの取得状況が把握できないため、データ回収時になって初めてデータ取得に不備があったことが判明し、測定をやり直さざるをえないことが過去に何度もあった。フライトのコストは、飛行時間に単純比例するので、このような事態は避けたいところであった。そこで我々は、磁力計からのリアルタイムシリアル出力



第 2 図: AMT 観測点位置図。主要な火口および歴史時代の溶岩分布 (福山・小野, 1981) を示す。破線は南岳火口および昭和火口から 2km の立入禁止領域。

Fig. 2: Location of the AMT sites. The main craters and distribution of the historical lava were also drawn (Fukuyama and Ono, 1981). The dashed line indicates the off-limits zone of 2km from the Minami-dake crater and from the Showa crater.

を無線モデムで受け、2.4GHz帯の無線を使用して40m上空のヘリコプター内PCへ送信するというシステムを導入した。機体を透過してのデータ受信には不安もあったが、指向性のダイバーシティアンテナを機体下部の窓に貼り付けることで、10Hz間隔のデータ転送にほぼ成功している。

AMT観測は、2007年10月30日から11月4日にかけて実施された。桜島火山では、爆発的な噴火を繰り返す南岳山頂火口から2km以内が立ち入り禁止となっているため、山体を取り囲むような3測線を設定し、山麓の合計27観測点でAMT法による電磁場測定を行った(第2図)。測定周波数は1~10400Hzであるので、地表付近から深さ1~2km程度までの比抵抗構造の推定を目指した。上記のような活動状況にある桜島火山の浅部構造を明らかにし、山腹からの噴火可能性を評価することが主たる目的である。今回の測定では、一部の観測点を除いて数千~2Hz程度まで良好なデータが取得できている。

予察的な解析の結果、以下のような比抵抗構造の特徴が明らかとなった。(1)桜島山麓の浅部比抵抗構造は、表層溶岩に対応する高比抵抗層、その下の(海)水を含む低比抵抗層で表現できる。第1層の高比抵抗層は、桜島西側~北西側で厚く、東側~南東側で薄い。(2)桜島の南東山麓に設定した測線では、8世紀に溶岩を流出した鍋山周辺の地下において、高比抵抗層が厚く分布している。また、鍋山の南西側やや深部では、基盤の盛り上がりに対応する可能性のあるやや高比抵抗体が見つかった。(3)西麓に設定した南北測線では、測線の北側では溶岩層が厚いが、その下部には地下水の混入もあると思われる。(4)北麓に設定した測線では、北西側で溶岩層が厚く、南東側で薄く分布している。溶岩層の下部は、やはり地下水の混入によりやや比抵抗が低下している。

謝 辞

始良カルデラにおける空中磁気測量を実施するにあたり、鹿児島県危機管理防災課、鹿児島市安心安全課、始良カルデラ周辺自治体および関係諸機関には、多大なご協力をいただきました。また、国土交通省大阪航空局鹿児島空港事務所には、ヘリコプターの飛行に関して便宜を図っていただきました。桜島におけるAMT観測の実施にあたっては、国土交通省九州地方整備局大隈河川国道事務所ならびに同桜島砂防出張所、鹿児島森林管理署にご協力をいただきました。記してお礼申し上げます。

参考文献

福山博之, 小野晃司, 桜島火山地質図, 火山地質図, 1, 地質調査所, 1981.

橋本武志, 茂木 透, 鈴木敦生, 山谷祐介, 三品正明, 中塚 正, 小山悦郎, 小山崇夫, 相澤広記, 平林順一, 松尾元広, 野上健治, 小川康雄, 氏原直人, 鍵山恒臣, 神田 径, 大久保綾子, 田中良和, 宇都智史, 宇津木 充, 平成17年度浅間山電磁気構造探査の概要, CA研究会2006年論文集, 79-80, 2006.

井口正人, マグマの蓄積過程にある始良カルデラ, 月刊地球, 28, 115-121, 2006.

神田 径, 石原和弘, 始良カルデラにおける磁気構造探査のねらいについて, CA研究会2007年論文集, 148-155, 2007.