



阿寒カルデラ地下に大規模マグマだまりの可能性

～将来の火山活動の予測・評価に重要な手がかり～

ポイント

- ・北海道阿寒カルデラで電磁探査を行い、深さ約 30 km までの 3 次元構造を解明。
- ・雌阿寒岳と雄阿寒岳の地下に階層的なマグマだまりと供給経路を示唆する構造を発見。
- ・火山活動の評価や噴火の予測に将来つながる重要な基礎情報を提示。

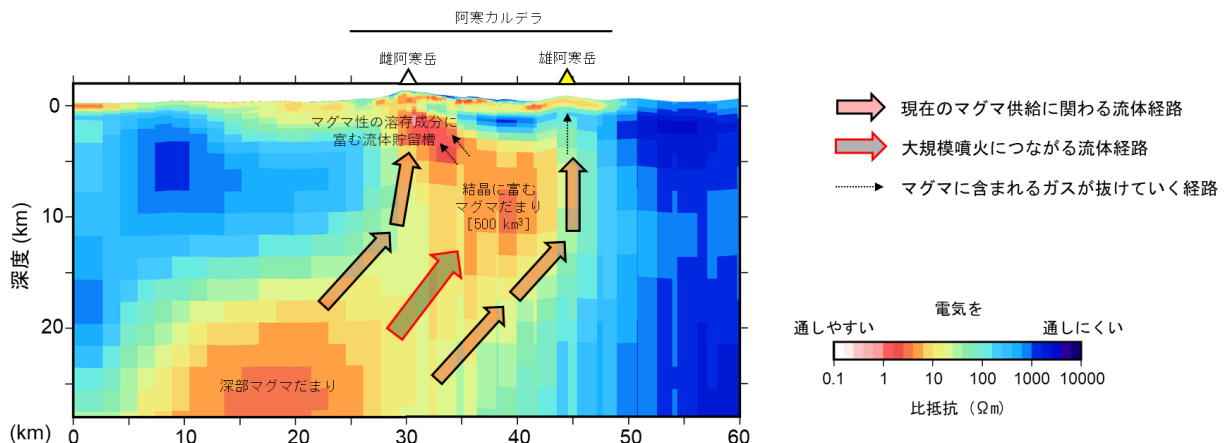
概要

北海道大学大学院理学院博士後期課程の井上智裕氏（研究当時）、同大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センターの橋本武志教授、田中 良助教、九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センターの相澤広記准教授、名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センターの市原寛講師、産業技術総合研究所再生可能エネルギー研究センターの山谷祐介研究チーム長らの研究グループは、北海道東部に位置する阿寒カルデラ^{*1}で MT 法^{*2}電磁探査を実施し地下の比抵抗構造を明らかにしました。

阿寒カルデラは阿寒湖を中心とし、活火山である雌阿寒岳と雄阿寒岳が分布する火山地域です。本研究により、両火山に挟まれた地下 3～15 km の深さに、体積約 500 km³ に及ぶ大規模なマグマだまりの存在を示唆する領域が確認されました。この領域ではマグマの結晶化が進んでいるものの、なお約 10～20 %程度（約 50～100 km³）の溶融マグマが残存している可能性があります。また、2016～2017 年頃にカルデラ中央部で観測された地盤変動は、この領域の直上でのマグマ貫入によるものと推定され、本研究で得られた地下構造と整合的であることが分かりました。

本研究は、阿寒カルデラにおける地下のマグマ供給系^{*3}の関係を理解するうえで重要な知見を提供するものです。将来の大規模噴火の可能性評価に資する基礎情報となるだけでなく、近年の水蒸気噴火や火山活動活発化のメカニズムの理解にも貢献できる可能性があります。

なお、本研究成果は、2026 年 3 月 16 日（月）公開の Earth, Planets and Space 誌にオンライン掲載されました。



【背景】

カルデラ形成を伴うような大噴火は数万年から数十万年に一度程度とされる非常に稀な現象であるものの、ひとたび発生すれば広域に大きな影響を及ぼします。阿寒カルデラでは約 15~20 万年前にこうした大噴火を経験しています。しかし、この地域で将来もこのような大噴火が起こる可能性や、カルデラ内の活火山である雌阿寒岳や雄阿寒岳の活動との関係についてはほとんど分かっていませんでした。このため、地下にどの程度のマグマが存在し、どのように供給されているのかを把握することが重要な課題となっています。

【研究手法】

本研究では、地下の電気の通りやすさ（比抵抗）を調べる MT 法（電磁探査）を用いて、阿寒カルデラ周辺の地下構造を調査しました。MT 法は、地球内部を電磁波が伝わる際の特徴から、比抵抗という物理量の分布として地下をイメージする手法です。地下構造調査に広く用いられますが、阿寒カルデラ全体を対象とした調査は本研究が初めてです。研究チームは対象地域に多数の観測点を展開して電磁場のデータを取得しました（図 1）。さらに、得られたデータに、既存の観測データも加え、3次元解析を行うことで、地下約 30 km までの比抵抗構造を高解像度で推定しました（図 1）。

比抵抗は岩石の温度や部分溶融したマグマ、地下流体の存在に敏感に変化するため、本手法によりマグマだまりやマグマの供給経路を推定することが可能になります。

【研究成果】

探査データを解析した結果、カルデラの下には深部から浅部へと連続するマグマ供給系構造が存在することが明らかになりました。特に、雌阿寒岳と雄阿寒岳に挟まれたカルデラ中央部の地下約 3~15 km には、マグマだまりの存在を示唆する低比抵抗領域が確認されました。この領域ではマグマの結晶化が進んでいるものの、なお溶融状態にあるマグマが一定量残存している可能性があります。

さらに解析結果全体を見渡すと（図 2）、阿寒カルデラのマグマ供給系は、

- (1) カルデラ西側の深部マグマだまり
- (2) 上述したカルデラ中央部の結晶に富むマグマだまり
- (3) 雌阿寒岳直下に分布するマグマ性の溶存ガス成分（イオン）に富む流体貯留層

からなる多層的な地下構造として統一的に解釈できることが明らかになりました。こうした構造は、岩石学的な先行研究で複数のマグマだまりの存在が指摘されていることとも調和的です。

また、2016~2017 年にかけてカルデラ中央部で観測された地殻変動の増圧源は (2) の領域の直上に位置していることや、雌阿寒岳の深部低周波地震^{*4}は (1) の縁辺部で発生していることも分かりました（図 2）。これらの観測事実は、本研究で推定されたマグマ供給系と整合的です。

以上の結果から、深部マグマだまりからカルデラ中央部の浅部マグマだまりへ高温のマグマや流体が注入されることで浅部マグマだまりが活発化し、雌阿寒岳などで火山活動が高まる可能性が示されました。本研究は、阿寒カルデラにおけるマグマ供給系の全体像を 3 次元的に示し、火山活動の進行過程を統一的に説明する新たな地下構造モデルを提案するものです。

【今後への期待】

カルデラ火山の地下構造を詳細に解明することは、火山活動の仕組みを理解し、将来の噴火可能性を評価するうえで重要な知見を与えます。本研究により、阿寒カルデラの地下におけるマグマ供給系の立体的な構造が示されたことで、近年の雌阿寒岳の水蒸気噴火との関係を統一的に理解するための

基礎情報が得られました。カルデラ形成を伴うような大噴火は数万年から数十万年に一度程度とされる非常に稀な現象であり、本研究結果が直ちに大噴火の切迫性を示すものではありません。しかし、地下に存在するマグマの状態や移動過程を把握することは、火山活動の長期的な評価に不可欠です。本研究成果は、今後の観測研究や数値シミュレーション研究と組み合わせることで、阿寒カルデラのみならず世界のカルデラ火山における火山活動評価の高度化に貢献することが期待されます。

【謝辞】

本研究は、文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」及び「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」と東京大学地震研共同利用（2020-F2-04, 2021-F2-04, 2022-F2-04）の援助を受けたものです。

論文情報

論文名	Dense magnetotelluric imaging of the Akan Caldera (Hokkaido, Japan): insights into its magma plumbing system and caldera-forming reservoir (北海道・阿寒カルデラにおける高密度マグネトテルリック法イメージング：マグマ供給系とカルデラ形成マグマだまりへの示唆)
著者名	井上智裕 ¹ (研究当時)、 ² (研究当時)、 ³ 、橋本武志 ⁴ 、相澤広記 ² 、市原 寛 ⁵ 、田中 良 ⁴ 、山谷祐介 ³ (¹ 北海道大学大学院理学院、 ² 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、 ³ 国立研究開発法人産業技術総合研究所、 ⁴ 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、 ⁵ 名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)
雑誌名	Earth, Planets and Space (地球惑星科学分野の専門誌)
DOI	10.1186/s40623-026-02398-8
公表日	2026年3月16日(月)(オンライン公開)

【参考図】

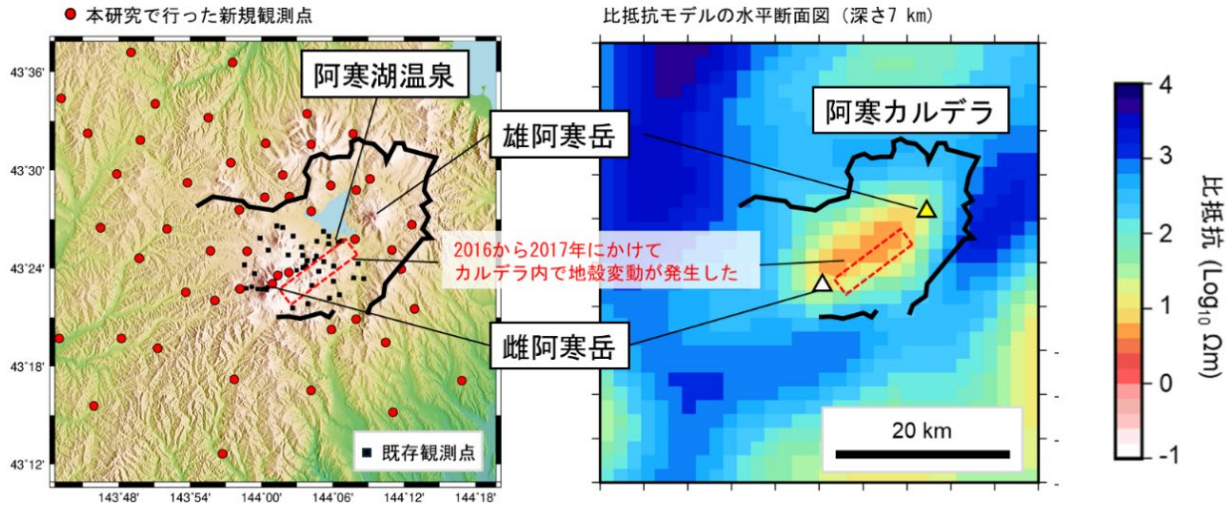


図 1. 本研究で行った MT 法観測点の位置図（左）と解析比抵抗モデルの深さ 7 km 水平断面図（右）。阿寒カルデラ内外で 2020～2023 年（毎年 8 月～9 月）に MT 法観測を行い、新規に電磁場データを取得した（左図）。既存点と合わせて合計 98 点のデータを用いて 3 次元比抵抗構造を推定した（右図）。得られた比抵抗モデルと火山の位置や地殻変動域を比較したところ、雌阿寒岳と雄阿寒岳の間に広がる低比抵抗領域の存在が判明した。

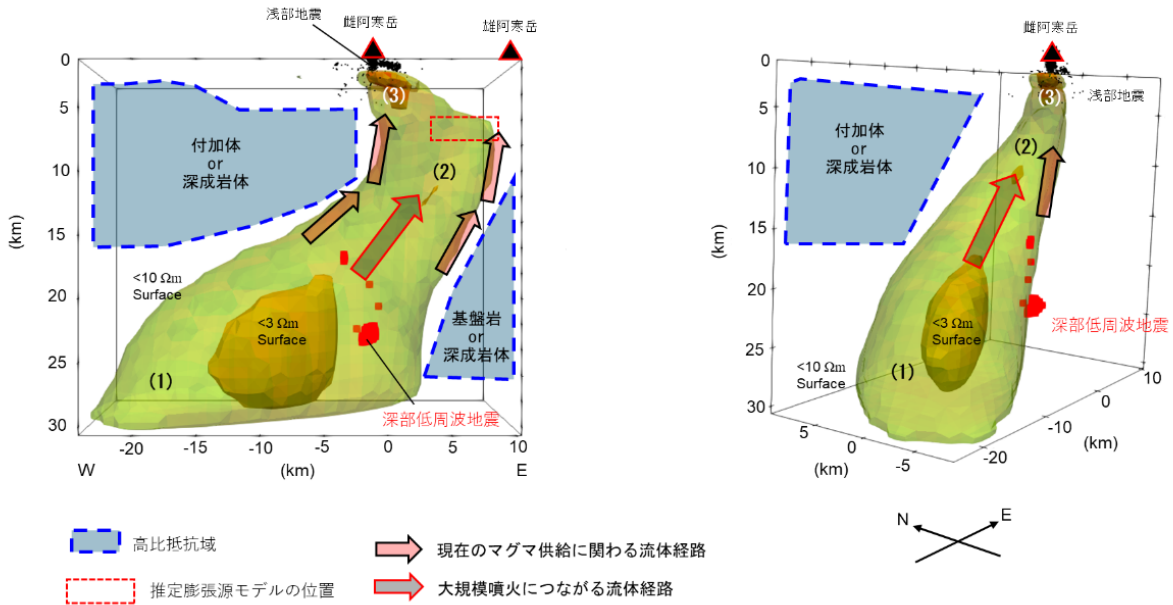


図 2. 低比抵抗域全体の 3 次元イメージ。外側は 10Ωm 以下、内側は 3Ωm 以下の領域を示す。低比抵抗域と雌阿寒岳周辺の地震活動を比較して、低比抵抗域の縁に震源が分布することが分かった。さらに、雌阿寒岳と雄阿寒岳の間の低比抵抗域が平らであり、推定膨張源の位置や形状及びカルデラの形と対応していることから、カルデラ形成に関わるマグマだまりの存在を提案した。

【用語解説】

- *1 カルデラ … 噴火活動によってできた大きな陥没地形のこと。
- *2 MT（マグネトテルリック）法 … 地磁気嵐などによる自然の電磁場変動を信号源として、大地に誘導された電磁場を地表で計測することによって地下比抵抗構造を推定する探査技術。
- *3 マグマ供給系 … マグマだまりや火道といった、マグマの蓄積場所・上昇及び移動経路のこと。
- *4 深部低周波地震 … 普通の地震に比べて振動周波数が低い地震。地下深部から地表までのマグマの供給に関係していると考えられている。