

4. 全体成果概要

陸域火山の霧島硫黄山を対象に、水蒸気噴火前後でのキャップロック構造の変化の解明を行い、2018年4月の水蒸気噴火前と噴火後のMT応答関数の比較から、霧島硫黄山地下の比抵抗構造が変化していることが分かった。すなわち噴火以前の構造に対し、噴火後はキャップロック構造に対応すると考えられる低比抵抗域が水平方向に拡大し、その形状もより「つりがね状」になっており、高間隙水圧の流体を貯めこみやすい構造に変化したと推定された。この結果は、より規模の大きな水蒸気噴火を起こす可能性が増したと考えられる。また、「つりがね状」の低比抵抗領域の頂部付近は高比抵抗化したと推定され、高温化や酸性化により流体をためこむ「蓋」の頂部が弱くなっている可能性がある。一方で、地表の地熱活動の活発化が見られる領域の地下で、表層から深さ200m程度が低比抵抗化していることが明らかであり、この低比抵抗化が熱水変質の進行を意味するのか、それとも熱水の寄与が大きくなっているのかを明らかにすることは、水蒸気噴火を予測する上で重要な課題といえる。

更に、霧島硫黄山でキャップロック構造とされる地質試料の岩石・鉱物学的特徴の解明を行い、2024年現在の比抵抗構造がボーリングコア試料で直接測定した比抵抗値と整合的であることが確認された。地質試料が採取されたことによって、形成史、硫黄帯及び硫酸酸性熱水の影響を受けた変質の変遷、現在の物性値の測定が一元的に行われ、現在の難透水層の物性とその形成過程を知る手がかりが得られた。

海域火山の孀婦海山周辺域において、中央火口丘やカルデラ並びに鳥島リフトを横切る測線を設定し、反射法探査とサブボトム・プロファイリングを実施した。反射断面からは、カルデラ底の平坦な部分に、2022年から2024年または1987年から2023年にかけての水深の変化分と調和的である海底直下に最大約70mもの厚さの音響的に透明な層が確認された。サブボトム・プロファイリングからは、カルデラ底の下に厚さ数mの音響的にやや透明な層を確認した。これらの結果は、海底地形調査で得られた地形変化は土砂の堆積によるものであることを示唆する。

5. 成果の論文発表・口頭発表等

(1) 陸域火山の総合的な評価に資する基礎情報調査: 霧島硫黄山

(a) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
相澤広記・松島喜雄・松永康生ほか	広帯域 MT 繰り返し観測により推定した霧島硫黄山浅部低比抵抗層の変化	2025年度火山学会秋季大会	2025年10月(予定)
草野有紀・井村 匠・山元孝広・古川竜太ほか	水蒸気噴火を発生する火山下の難透水層試料の岩石・鉱物学的特徴—霧島硫黄山の例	2025年度地質学会(熊本)	2025年9月(予定)

(b) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

無し

(2) 海域火山の総合的な評価に資する基礎情報調査: 孀婦海山周辺域

(a) 成果の論文発表・口頭発表等

無し

(b)特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

無し

6. 地域連携及び外部評価

6.1 地域連携

地域連携については、陸域火山に関して、地元自治体である宮崎県危機管理課、同県えびの市、また霧島山火山防災協議会の火山専門家に、事業趣旨と調査計画の説明を行った。特に関連の深いえびの市には、2024年12月に市長、基地・防災課、商工観光課に事業内容の説明を行い、得られた調査結果の概要報告を商工観光課に行った。海域火山に関して、東京都総合防災部に調査結果の概要を報告した。

6.2 外部評価委員会

適切かつ効果的に調査研究を進めるため、地球物理学並びに地質鉱物学を専門とする3名の外部有識者から構成される外部評価委員会を設置して、2025年3月17日に研究実施状況及び成果を報告し、事業内容についての助言と評価を得た。

6.3 外部評価委員会構成員(敬称略、当時)

<委員>

鍵山恒臣 京都大学 名誉教授

大場 司 秋田大学国際資源学部 教授

筒井智樹 京都大学防災研究所附属火山防災研究センター 特定教授

<文部科学省>

相澤幸治 文部科学省研究開発局地震火山防災研究課 火山調査管理官

酒井和紀 文部科学省研究開発局地震火山防災研究課地震火山室 調査官

<実施機関>

藤原 治 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門 部門長

石塚吉浩 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門 副部門長

松島喜雄 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門 キャリアエキスパート

古川竜太 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門火山活動研究グループ グループ長

草野有紀 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門火山活動研究グループ 主任研究員

朝比奈大輔 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門地質変動研究グループ 主任研究員

山元孝広 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門 招へい研究員

藤江 剛 海洋研究開発機構地震火山部門地震発生帯研究センター センター長

相澤広記 九州大学理学研究院附属地震火山観測研究センター 准教授

井村 匠 山形大学理学部 講師

7. むすびと今後の課題

陸域の霧島硫黄山では、2018 年水蒸気噴火前後に変化したと言われている火山下の低比抵抗層について、噴火前に実施された研究と同一にして測定し解析された。その結果、噴火以前の構造に対し、噴火後はキャップロック構造に対応すると考えられる低比抵抗域が水平方向に拡大し、その形状もより「つりがね状」になっており、高間隙水圧の流体を貯めこみやすい構造に変化したと推定された。この結果は、より規模の大きな水蒸気噴火を起こす可能性が増したと考えられる。また、「つりがね状」の低比抵抗領域の頂部付近は高比抵抗化したと推定され、高温化や酸性化により流体をためこむ「蓋」の頂部が弱くなっている可能性がある。

また、霧島硫黄山で深度 275m の試錐から得た地質試料の検討を行った結果、水蒸気噴火を発生させる火山下の難透水層の掘削に成功したといえる。しかしながらその変質鉱物相には複数の粘土鉱物が認められ、低比抵抗体の解釈として一般的に言われるような一元的な粘土鉱物（スメクタイト）層ではないことがわかった。現在の霧島硫黄山周辺の熱水活動は最大でも最近数百年間の火山活動の結果であり、比抵抗構造は現代の地下構造のスナップショットに過ぎない。一方、地質試料は形成してから現在までに被ったすべての現象の積分結果である。今後の地質試料の解析から熱水変質の詳細な順序を整理し、測定された物性値との関係を精査することにより、比抵抗構造から地下の火山活動の変化を読み取ることができるようになると考えられる。

海域においては、2023 年 10 月に地震の規模に比べて大きな津波が発生し、顕著な地形変化が確認された孀婦海山が基礎情報調査の対象として選定され、音波による反射法探査やサブボトム・プロファイリングによる地下構造探査を実施した。本事業では、調査航海の実施が 2025 年 2 月から 3 月と非常に遅い時期でもあったために、十分な解析を行うことはできなかったが、2023 年 10 月の孀婦海山の活動を理解する上で重要な基礎的なデータを収集し、速報的な解析を実施することができた。孀婦海山の基礎情報調査に関する本事業は終了するが、ここで得られたデータ並びに本事業以外で取得した屈折法探査データ、自然地震データの解析や岩石や泥等の試料の分析を進めていくことによって、火山としての孀婦海山の理解を深めていく必要がある。

以上