

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|---|
| 題目(和文) | |
| Title(English) | Characteristics of hydrothermal system causing phreatic eruptions inferred from resistivity and geochemical structures |
| 著者(和文) | 関香織 |
| Author(English) | Kaori Seki |
| 出典(和文) | 学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11056号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:神田 径,小川 康雄,中島 淳一,上野 雄一郎,太田 健二,大場 武 |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11056号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文) | 博士論文 |
| Category(English) | Doctoral Thesis |
| 種別(和文) | 論文要旨 |
| Type(English) | Summary |

論文要旨

THESIS SUMMARY

| | | | | |
|--|------------------|----------|---|----------------------|
| 系・コース： Department of, Graduate major in | 地球惑星科学 地球惑星科学 | 系 コース | 申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested | 博士 (理学) Doctor of |
| 学生氏名： Student's Name | 関 香織 | | 指導教員 (主)： Academic Supervisor(main) | 神田 径 |
| | | | 指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub) | |

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

水蒸気噴火は、国内外で数多く発生する火山噴火様式の一つである。水蒸気噴火の噴出物には、本質物であるマグマがほとんど含まれず、熱水変質を受けた岩片が含まれることから、水蒸気噴火は熱水系に起因するものだと考えられている。しかしながら、水蒸気噴火は一般に規模が小さいため、現在の観測網では前駆現象を捉えることが難しく、また噴火メカニズムも解明されていないため、水蒸気噴火の予測には至っていない。水蒸気噴火のキーとなる構造として、キャップ層の存在が挙げられる。キャップ層は、熱水変質鉱物の不透水性により流体の上昇を妨げる働きをする。そのため、キャップ層の下部では温度・圧力が高められ、蒸気や過熱水が存在すると考えられてきた。しかしながら、キャップ層の描像は研究ごとに異なっており、その構成鉱物や厚さ、深さに大きな違いが見てとれる。

本研究は、水蒸気噴火の発生が懸念される噴気地帯において、比抵抗構造調査と噴気・温泉水の分析を行い、両者の結果を比較して得られた熱水系の構造から、地表付近に発達したキャップ層と、その下部に蓄えられた蒸気や過熱水の存在を見出した。これまでの比抵抗構造の研究では、火山体に広く発達したスメクタイトから成る厚いキャップ層がしばしば推定され、水蒸気噴火の発生にも関わっていると考えられてきた。しかしながら、小規模な噴火として発生する水蒸気噴火の噴出物は、地下浅部に起源をもつ場合がほとんどで、火山体に広く発達するような広域的なスメクタイトのキャップ層が噴火に直接影響を与えているのか疑わしい。そこで本研究では、水蒸気噴火を過去に繰り返し、現在でも活発な地熱地帯を形成している立山地獄谷と箱根大涌谷を対象に、稠密な比抵抗構造探査と噴気・温泉水の分析を行い、水蒸気噴火発生場としての熱水系の構造の推定を行った。

立山地獄谷では、4万年前以降繰り返し水蒸気噴火が発生しており、現在も活発な噴気と温泉活動が見られる。本研究で推定された地獄谷の比抵抗構造から、地表から深さ 100 m までに薄い低比抵抗層が発達し、その下部には比較的高比抵抗を示す領域が見出された。地獄谷の噴気・温泉水は、マグマ性成分を高く保持し、地下浅部で気液二相状態にあることが、化学組成および同位体比組成から示唆された。地球化学的に示唆された気液二相領域が存在する深さと、比抵抗構造で捉えた高比抵抗体の領域が一致し、さらに高比抵抗体の上面付近には局所的な膨張源も推定された。このことから、地表付近の低比抵抗層はキャップ層として働き、下部に気相の溜りを形成しうると考えられた。また一部の温泉水は、気相に由来していることが推定され、気液二相に分離した際の温度を反映していると考えられた。

箱根大涌谷では、2015 年 6 月に小規模な水蒸気噴火が発生した。大涌谷においても稠密な比抵抗構造調査を実施したところ、噴火により形成された火口直下から 100 m ほどの深さにかけて薄い低比抵抗帯が広がり、それ以深は比抵抗値が高くなっていることが明らかになった。噴火活動に伴って観測された地表変位の膨張源は、この薄い低比抵抗帯の直下に位置していることから、低比抵抗帯はキャップ層であると解釈された。一方、低比抵抗領域は地表付近以外にも広く分布しており、ボーリング試料の分析結果から、スメクタイトから成る変質領域であることが示唆された。噴火活動に伴って発生した地震の多くは、この広域の変質帯の下部で起きていることから、従来の比抵抗構造調査で推定されてきたスメクタイトに富むキャップ層だと考えられる。しかし、2015 年噴火の噴出物の解析から、噴出物の鉱物組み合わせが地表付近に見出された薄い低比抵抗体の解析結果と一致したことから、2015 年の水蒸気噴火は、地表浅部のキャップ層の一部が破壊されたことにより発生したと考えられる。また、噴気ガスの化学組成および水の同位体比分析から、大涌谷内に存在する噴気ガスは、マグマ由来成分を高く保持しているが、大涌谷の外側のガスは、火山性流体の熱水系内での滞留時間が長いた

め、マグマ性成分が失われていることが示唆された。また、高比抵抗の領域では、気液二相状態にあるがわかった。以上の結果から、2015年の噴火は、地表付近のキャップ層の一部が破壊され、その下部の気相に富む流体溜りが減圧することで発生したことが示唆された。

過去に水蒸気噴火を繰り返してきた二つの地熱地帯の研究から、以下のような浅部熱水系の描像が得られた。従来推定されてきた広域的なキャップ層とは区別される、地表付近に発達したキャップ層の存在を、高密度の比抵抗構造調査から発見した。この地表付近のキャップ層の下部は、相対的に比抵抗値が高くなっており、噴気や温泉水の化学分析から、この領域には気相に富む熱水の存在が示唆された。また、地熱地帯で観測された局所的な膨張源は、薄い地表のキャップ層と、その下部の熱水溜りの境界付近に位置しており、地表の薄いキャップ層が水蒸気噴火の発生に重要な役割を果たすと考えられる。水蒸気噴火を予測する上では、この浅部の薄いキャップ層の位置や形状とその下部の熱水溜りの温度・圧力状態を把握することが不可欠である。その結果、熱水系の状態をモニタリングすることが可能になり、噴火機構の解明へと繋がることが期待される。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

| | | | | | |
|--|------------------|----------|---|-----------------|------|
| 系・コース： Department of, Graduate major in | 地球惑星科学 地球惑星科学 | 系 コース | 申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested | 博士 Doctor of | (理学) |
| 学生氏名： Student's Name | 関 香織 | | 指導教員 (主)： Academic Supervisor(main) | 神田 径 | |
| | | | 指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub) | | |

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Phreatic eruption is one of the volcanic explosion styles, occurring frequently all over the world. The ejecta of phreatic eruptions do not contain juvenile materials but often contain hydrothermally altered minerals, suggesting that explosions occur in the shallow hydrothermal system. Forecasting this type of eruption is still difficult because the precursory events are often too small for current observation techniques to detect and because the eruption mechanism is not fully understood. The cap layer is a key structure for causing phreatic eruptions. It is formed by precipitation of minerals from hydrothermal fluids and/or alteration of surrounding rocks, and prevents hydrothermal fluids from upwelling to the surface. Accordingly, hydrothermal fluids could be confined beneath the cap layer to form a reservoir of vapor and/or superheated water, where the pressure and temperature are considered to be in relatively high state. However, there are various images of cap layers for each field of study from the viewpoint of constituent minerals, thickness, depth and so on. In this thesis, the shallow hydrothermal systems of two geothermal areas where phreatic eruptions could occur are investigated from high-resolution resistivity structure model and the geochemical analysis of the fumarolic gas and hot-spring water, and then a general image of the cap layer and the accompanying reservoir beneath it is shown. Previous studies on resistivity structures have often found thick cap layers composed of smectite-rich rocks widely distributed over the volcanic edifices. However, it is doubtful whether the regional smectite cap layer could directly control the occurrence of phreatic eruption, since analysis of the ejecta indicates that the eruption initiates in a shallow depth. The thin surface cap layer inferred from this study has developed just below the phreatic eruption crater or the active fumarolic zone, and is different from the regional smectite cap layer in terms of constituent minerals. The resistivity is relatively high beneath this surface cap layer, where the presence of hydrothermal fluids rich in the vapor phase is inferred from the chemical analyses of the fumarolic gas and hot-spring water. Furthermore, in the two surveyed geothermal areas, the source locations of localized surface deformation were estimated around the boundary between the surface cap layer and the underlying reservoir. I conclude that the thin surface cap layer plays an important role in the occurrence of phreatic eruptions. In other words, in order for phreatic eruption to occur, it is required to destroy and blow away this surface cap layer. In forecasting phreatic eruptions, it is essential to know the position and shape of the shallow thin cap layer and the temperature/pressure state of hydrothermal reservoir beneath it. As a result, it would be possible to monitor the physical and chemical state of the shallow hydrothermal system as a preparation zone of phreatic eruption, and to lead to clarification of the eruption mechanism.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).