

# 共同研究成果報告書

## 十和田火山の噴火史におけるカルデラ形成 噴火と非カルデラ形成噴火の比較研究

原子力規制委員会 原子力規制庁

国立大学法人東北大学大学院理学研究科

国立大学法人東北大学東北アジア研究センター

令和7年1月

## 1. 研究目的

過去にカルデラ形成噴火を発生させ、その後非カルデラ形成噴火を繰り返し生じている火山においては、長期的な活動評価に資する知見の拡充を図る必要がある。本研究では、最後のカルデラ形成噴火以降の非カルデラ形成噴火におけるマグマの性状及びマグマ溜まりの状態を、過去のカルデラ形成噴火と比較することによって現在の活動状況がどの程度カルデラ形成噴火の準備過程と類似しているかを推定し、火山活動の現状評価に資する噴火の準備過程に関する知見を得る。

## 2. 研究内容

共同研究「カルデラ噴火及び非カルデラ噴火の比較研究」(令和元年～令和3年度)<sup>(1)</sup>では、カルデラ形成期に3回のカルデラ形成噴火を生じ、有史日本における最大規模の噴火を起こした十和田火山をケーススタディとして、カルデラ形成期におけるマグマプロセスを明らかにした。一方で最後のカルデラ形成噴火以降のポストカルデラ期における非カルデラ形成噴火のマグマプロセスは、カルデラ形成期のそれとは異なる複雑なシステムであることを示す結果を得た。そこで、十和田火山の現在の活動状況がどの程度カルデラ形成噴火の準備過程と類似しているかを推定するためには、カルデラ形成噴火以降の非カルデラ形成噴火を重点的に調査し、マグマプロセスを明らかにする必要がある。本研究では、ポストカルデラ期の非カルデラ形成噴火のマグマの性状及びマグマ溜まりの状態を把握するための岩石学的な調査を行うとともに、カルデラ形成噴火との火山活動や噴火形態の違いを比較する。

## 3. 実施方法

本研究では、十和田火山の噴出物について以下の調査・分析を行い、各噴火におけるマグマの性状とマグマ溜まりの状態を詳細に調査した。得られた結果を基に非カルデラ形成噴火とカルデラ形成噴火の違いを生じる岩石学的要因を比較するとともに、最後のカルデラ形成噴火以降のポストカルデラ期における非カルデラ形成噴火のマグマプロセスを明らかにし、最新の噴火活動から現在の十和田火山の活動状況がどの程度カルデラ形成噴火の準備過程と類似しているかを推定した。

### (1) 文献調査

先行研究の文献調査を基に、各噴火の噴火様式及び噴出物の分布、噴出量、噴火推移等の地質情報を整理した。必要に応じて、記載内容の確認及び補足のための現地調査を行った。

### (2) 岩石学的分析調査

各噴火エピソードにおけるマグマの性状とマグマ溜まりの状態を把握するために、各噴火エピソードにおける火山噴出物に対する詳細な岩石学的分析調査を行った。特にマグマ溜まりの状態を把握する上で重要な4つのパラメータ(化学組成、温度、圧力、含水量)を、XRF(蛍光X線分析装置:X-ray Fluorescence)を用いた全岩化学組成分析、EPMA(電子

線マイクロアナライザ：Electron Probe Micro Analyzer）を用いた各種鉱物・火山ガラス化学組成分析、全真空顕微 FT-IR（フーリエ変換赤外分光光度計：Fourier Transform InfraRed Spectroscopy）を用いたマグマ含水量の測定によって求めた。得られたデータを基にマグマ供給系やマグマの進化過程、マグマ溜まりの存在条件等のマグマの性状とマグマ溜まりの状態について把握した。

### （３）比較検討

上記の結果を基に、現在の十和田火山の地下に存在するマグマ溜まりの状態を推定した。特に、現在の十和田火山のマグマ溜まりがどの程度カルデラ形成噴火を生じるマグマ溜まりの条件を満たしているか、共同研究「カルデラ噴火及び非カルデラ噴火の比較研究」（令和元年～３年度）<sup>(1)</sup>で明らかにしたカルデラ形成噴火の状況と比較した。

## 4. 研究実施分担

| 項目           | 原子力規制庁 | 東北大学大学院<br>理学研究科 | 東北大学東北アジア<br>研究センター |
|--------------|--------|------------------|---------------------|
| (1) 文献調査     | ◎      | ○                | ○                   |
| (2) 岩石学的分析調査 | ◎      | ◎                | ◎                   |
| (3) 比較検討     | ◎      | ○                | ○                   |

（◎：主担当、○：副担当）

## 5. 共同研究参加者

| 氏名   | 所属部局・職名                         | 本研究における役割                      |
|------|---------------------------------|--------------------------------|
| 安池由幸 | 原子力規制庁技術基盤グループ地震・津波研究<br>部門 専門職 | 研究の統括                          |
| 廣井良美 | 同 技術研究調査官                       | 文献調査、各種分析                      |
| 佐藤勇輝 | 同 技術研究調査官                       | 〃                              |
| 鈴木昭夫 | 東北大学大学院理学研究科地学専攻 准教授            | 研究の統括                          |
| 栗林貴弘 | 同 准教授                           | IR による含水量の分析、<br>EPMA による鉱物の分析 |
| 長瀬敏郎 | 東北大学学術資源公開研究センター 准教授            | 〃                              |
| 伊藤嘉紀 | 東北大学総合技術部 技術専門員                 | 各種機器の調整・管理、分析<br>試料の調整         |
| 宮本 毅 | 東北大学東北アジア研究センター 助教              | 研究の統括、XRF 及び EPMA<br>による岩石の分析  |

## 6. 研究実施工程

| 年 度<br>項 目       | 令和 4 年度 |  |    |  | 令和 5 年度 |  |    |  |
|------------------|---------|--|----|--|---------|--|----|--|
|                  | 上期      |  | 下期 |  | 上期      |  | 下期 |  |
| (1) 文献調査         |         |  |    |  |         |  |    |  |
| ① 先行研究の文献調査      |         |  |    |  |         |  |    |  |
| ② 現地調査           |         |  |    |  |         |  |    |  |
| (2) 噴出物の岩石学的分析調査 |         |  |    |  |         |  |    |  |
| (3) 比較検討         |         |  |    |  |         |  |    |  |

## 7. 成果概要

十和田火山におけるポストカルデラ期の活動に伴う火山噴出物に対し、詳細な岩石学的検討を行い、カルデラ形成期との比較を行った。

十和田火山の噴出物は、カルデラ形成期とポストカルデラ期とで全岩主要元素組成において大きな相違は見られないが、全岩微量元素組成の Rb vs K トレンドにおいて傾きが異なる等明瞭な差が認められた。このことは、マグマ起源物質に含まれる液相濃集元素の含有量が異なることを示しており、カルデラ形成期とポストカルデラ期とでは地下深部のマグマ起源物質が異なることが明らかになった。またポストカルデラ期の噴出物はカルデラ形成期には見られなかった微量元素 Zr, Ba, Sr 等の特徴的な増加傾向を示し、さらに、全岩化学組成と連動して変化することが期待される鉱物化学組成・ガラス組成等が不一致である等、地下浅部マグマ溜まりが周囲に存在する地殻物質を溶融し、取り込んだと判断される結果を得た。これらの分析結果から、ポストカルデラ期とカルデラ形成期とでマグマ溜まりの周囲に存在していた地殻物質の種類が異なる、すなわちマグマ溜まりの形成深度が明瞭に異なることが示唆された。加えて、ポストカルデラ期の中でも、噴出物の微量元素の挙動に地殻物質の種類の違いによると考えられるいくつかのパターンが現れることから、ポストカルデラ期に繰り返し生じた噴火では、噴火エピソード毎に異なる深さでマグマ溜まりを形成していた可能性が示唆された。

またポストカルデラ期のマグマは、鉱物化学組成分析により苦鉄質マグマ由来の結晶が多く含まれることが明らかになり、最後の十和田カルデラ形成噴火の直後から継続して高温の苦鉄質マグマの注入を受けていたことが読み取れるが、最新の 2 回の噴火エピソードではその程度が減少している傾向が認められた。このことは、直近の十和田カルデラ地下深部ではマグマ供給系に何らかの変化が生じている可能性を示している。

以上より、十和田カルデラのポストカルデラ期はカルデラ形成期とは全く異なるマグマシステムによる活動を繰り返しており、噴火エピソード毎に異なる位置にマグマ溜まりを形成し、長期間の安定したマグマ溜まりを維持できる状態ではないこと、地下深部からの高温苦鉄質マグマの供給が減少傾向にあることが明らかになった。このことは、現在の十和田カルデラにおいてカルデラ形成噴火を生じ得る巨大マグマ溜まりの形成が依然として困難

な状態であることを示唆している。

## 8. 公表成果一覧

- (1) 広井良美、佐藤勇輝、宮本毅、「十和田火山におけるマグマ活動史：その5 ポストカルデラ期噴出物の特徴」、日本火山学会 2022 年秋季大会講演予稿集、A2-14、令和 4 年
- (2) 広井良美、佐藤勇輝、宮本毅、「十和田火山におけるマグマ活動史：その6 噴火エピソード E 噴出物の特徴と噴火様式」、日本火山学会 2023 年秋季大会講演予稿集、A3-23、令和 5 年
- (3) 佐藤勇輝、広井良美、宮本毅、「十和田火山におけるマグマ活動史：その7 ポストカルデラ期の Sr 同位体比」、日本火山学会 2023 年秋季大会講演予稿集、P42、令和 5 年

## 9. 参考文献

- (1) 原子力規制委員会 原子力規制庁、国立大学法人東北大学大学院理学研究科、国立大学法人東北大学東北アジア研究センター、「共同研究成果報告書 カルデラ噴火及び非カルデラ噴火の比較研究」、5p.、令和 5 年  
<https://www.nra.go.jp/data/000429032.pdf> (2025 年 1 月 15 日確認)