

令和 8 年 2 月 24 日  
火山調査研究推進本部  
火山調査委員会

# 十和田の現状の評価及び調査研究方策

## 十和田の現状の評価

### 活動履歴

- ▶ 約22万年前に玄武岩質安山岩・デイサイトマグマによる活動を開始し、約6万1千年前以降巨大な火砕流噴火（VEI 6）が少なくとも3回発生することで、カルデラ（現在の十和田湖）が形成された。最新の巨大火砕流噴火は約1万6千年前に発生したデイサイト・流紋岩マグマによる活動で、これにより噴出した八戸火砕流は、青森・秋田・岩手県を広く覆った。
- ▶ 八戸火砕流噴出以降の後カルデラ期の活動は、当初は玄武岩質安山岩・安山岩マグマの活動であったが、安山岩から流紋岩マグマの活動に徐々に推移し、十和田湖内に御倉山（おぐらやま）や御門石（ごもんいし）に代表される溶岩ドームや、直径約3 kmの中湖（なかのうみ）火口が形成された。最新のマグマ噴火は、915年に中湖火口で発生したデイサイト・流紋岩マグマによる爆発的噴火で、総噴出量は2.3km<sup>3</sup>DRE（VEI 5）に達する。この活動により噴出した毛馬内（けまない）火砕流は、火口からの距離が最大約20kmに達し、降灰は東北・北海道地域を広く覆った。
- ▶ 最近1万年間には、数百年から約3,000年の間隔で6回の大規模な爆発的噴火（VEI 4～5）が発生しており、最後の噴火である915年の噴火からは1,100年以上が経過している。

### 調査観測結果

- ▶ 十和田周辺で発生する火山性地震は、平均的には年間100回程度であり、定常的な地震活動はあまり活発ではないものの、時折、短期間に集中的に発生することがある。日別地震回数が100回を超えた例としては、2014年1月、2023年7月、2024年11月の活動があり、これら以外にも一時的な地震数の増加が認められた（2016年7月、2018年4月、2019年10月、2020年7月など）。これらの火山性地震の多くは、中湖周辺の深さ4～7 kmを震源としている。
- ▶ 浅部の低周波地震活動もあまり活発ではないが、2015年2月から3月に3回、2020年6月に1回発生し、さらに2023年2月に3回発生した後には、火山性地震の発生頻度が高い状態にある。
- ▶ 火山性微動は、2014年1月以降、2024年6月14日に初めて観測された。
- ▶ 一元化震源カタログから中湖付近の地震のみを抽出して地震の発生頻度を見ると、2023年以降は頻度が高くなっているように見える。地震の発生頻度を見る場合には地震の検知能力の時間変化を考慮する必要があるが、地震予

知総合研究振興会の震源カタログにおいても同様な傾向が認められることから、2023年以降には地震活動がやや活発化している可能性がある。

- ▶ 十和田周辺では、2014年1月以前から地震活動について報告されている。1995年1月に十和田カルデラ南部で群発地震が発生し（東北大学, 1995）、その後も1996年、1997年、1998年に群発的な地震活動が認められた。また、それ以前の1981年から1983年も地震活動が活発であった。青森県が運用している地震観測網のデータを用いた解析によると、2001年から2002年の2年間に約830個の地震（マグニチュード（M） $\geq -1$ ）が震源決定され、うち約120個が低周波地震（深部低周波地震を含む）であったとしている（大谷・他, 2003）。これらの震源の多くは十和田湖南部に集中しており、特に御倉半島付近と十和田湖の南東での活動が活発であった。
- ▶ 十和田カルデラ内の地震について推定されているメカニズム解は、概ね正断層型となっており、東北地方の上部地殻内で発生する地震のメカニズムが、一部地域を除いて逆断層型や横ずれ型であることと対照的である。
- ▶ GNSS連続観測では、2023年前半以降、十和田湖を挟む東西の基線において、わずかな伸びの変化が認められ、同時期には中湖付近の地震発生頻度が増加している。当該基線のデータが得られるようになったのは2015年12月以降であり、それ以前の地殻変動については不明である。
- ▶ 十和田湖周辺の比抵抗構造調査の結果、地下の比抵抗構造が高分解能で明らかになっている（産業技術総合研究所, 2024）。それによると、標高300~350 mあたりでは御倉半島や中山半島の溶岩ドーム構造に対応する $1,000 \Omega \cdot \text{m}$ 以上の高比抵抗域が、中湖北寄りの標高-0.2~-2kmでは $1 \Omega \cdot \text{m}$ 程度以下の低比抵抗域が顕著である。後者については、比抵抗値はやや大きくなるものの深部（10km程度）へ向けて、ほぼ円柱状に伸びている。数値シミュレーション等による考察の結果、 $1 \Omega \cdot \text{m}$ 程度以下の低比抵抗域では透水性が高くなっており、円柱状の低比抵抗域を通して深部より上昇してきた熱水がそこに滞留してNaCl濃度が高くなっている可能性が示唆されている。
- ▶ 表面現象に変化は認められない。中湖の水深150m以深の水温は、最近100年近くの観測により、年間を通して $5^{\circ}\text{C}$ 程度であることが知られており、この水温異常の原因は、湖底部に比較的暖かい湧泉が存在するためと推定されている。近年行われた高分解能音波地層探査では、中湖の湖底から熱水が湧出している可能性を示す音響異常が認められている（Oikawa et al., 2015）。また、電気伝導度、水温、圧力（深度）の観測の結果からは、水深150m付近の火口壁から熱水の湧出が推定されている（Nishimura et al., 1999）。地殻熱流量の推定も行われており（Boehrer et al., 2013）、最近の推定結果

では約11W/m<sup>2</sup>と、同じカルデラ湖である支笏湖（しこつこ）や田沢湖の約0.3W/m<sup>2</sup>と比較すると有意に高い。

#### 現象の解釈及びメカニズムの推定

- 十和田周辺の地震活動は、特に中湖周辺で時折群発的な活動を見せながら継続している。震源は中湖を縁取るように集中して発生していることから、中湖周辺の地震活動は、最新の915年の噴火時の火道周辺で発生している可能性が考えられる。
- 2023年以降に観測されている十和田湖を挟む東西基線のわずかな伸びの変化は、地下の圧力源の増圧を示唆しており、それによる引張応力の増加が地震発生頻度の増加の原因となっている可能性が考えられる。

#### 想定される火山活動の推移等

- 現時点では噴火に直接結びつく現象は観測されていない。なお、湖水の存在により地殻変動源の推定や熱活動の推移の把握が困難であり、火山活動の評価を行う上での課題がある。
- 火山活動が活発化し噴火に至る場合、十和田での噴火履歴として報告されていないものの、小規模な水蒸気噴火が発生した場合のハザードとして、大きな噴石の飛散、火山灰の降下及び湖における津波や溢水（いっすい）の可能性が考えられる。過去の噴火履歴が示すように、マグマ水蒸気噴火やマグマ噴火に移行すれば、広範囲に影響を及ぼす火砕流や火砕サージも想定する必要がある。

#### 引用文献

- Boehrer, B., Fukuyama, R., and Chikita, K. A. (2013) Geothermal heat flux into deep caldera lakes Shikotsu, Kuttara, Tazawa and Towada. *Limnology*, **14**, 129-134. <https://doi.org/10.1007/s10201-013-0399-7>.
- Nishimura, R., Tsunogai, U., Ishibashi, J., Wakita, H., and Nojiri, Y. (1999) Origin of <sup>13</sup>C-enriched methane in the crater lake Towada, Japan. *Geochemical Journal*, **33**, 277-283. <https://doi.org/10.2343/geochemj.33.277>
- Oikawa, T., Kudo, T., Osamu, I., Sugimoto, Y., and Matsumoto, Y. (2015) Detailed morphology and structure of a caldera lake: lake Towada (Towada Caldera), NE Japan Arc. Abstract, IAVCEI 2015.
- 大谷佳子・渡邊和俊・高橋昌之・小菅正裕・田中和夫 (2003) 十和田湖周辺域における高周波地震及び低周波地震活動. 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, S045-P002.

産業技術総合研究所（2024）巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究．令和5年度原子力規制庁委託成果報告書．<https://www.nra.go.jp/data/000473729.pdf>（2025年12月閲覧）

東北大学（1995）1995年1月十和田カルデラに発生した群発地震について．火山噴火予知連絡会会報，**第61号**，1-3.

## 十和田の調査研究方策

十和田の評価のために機動的な調査観測を含めた以下の調査研究が必要である。

- 噴火ポテンシャル評価に資する詳細な地下構造を推定するための調査。
- 噴火の可能性の評価に資するため、地震等の地殻活動に関する調査。