

令和 6 年 5 月 24 日

報道機関 各位

能登半島北東部の温泉水から深部流体成分の混入と  
化学成分の変動を観測

## ■ ポイント

- ・群発地震の震源が集中している能登半島北東部の温泉を定期的に調査し、化学・同位体組成の時間変動を測定しました。
- ・深部流体成分の混入を示す高いヘリウム同位体比を流体の上昇域直上で観測しました。
- ・調査の結果、地震活動・地殻変動に伴う、マントル起源物質を含む深部流体成分の混入率の変化などを反映していると考えられるデータが得られました。

## ■ 概要

能登半島北東部を震源とする群発地震が長期的に継続しており、地下深部に存在する流体の挙動が地震の原因となっている可能性が指摘されています。富山大学・金沢大学・東京大学・高知大学からなる研究チームは、深部流体の供給源が直下に存在すると考えられている震源集中地域内に位置する温泉を調査し、2022 年以降に顕著な化学・同位体組成の変動を観測しました。これはマントル起源物質を含む深部流体成分の混入率の変化などを反映したものと考えられます。本研究結果に関して日本地球惑星科学連合 2024 年大会（開催日：2024 年 5 月 26 日から 31 日）で研究発表が行われる予定です。予稿は、それに先立ち同学会ウェブサイトにて 2024 年 5 月 17 日（金）（日本時間）に掲載されました。

## ■ 研究の背景

2024 年 1 月 1 日に発生した令和 6 年能登半島地震では甚大な被害がもたらされました。能登半島北東部を震源とする群発地震は、この大地震以前からも長期的に継続しており、地下深部に存在する流体の挙動が地震の原因となっている可能性が指摘されています。能登半島北部の温泉の中には、高い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比<sup>\*1</sup>を持つものが存在し、深部起源物質の影響が表層で強く見えることが知られています。温泉水・地下水の化学・同位体組成は、地震活動に伴う地下水系の構造変化などに起因して変化することが知られており、能登半島北東部の温泉水の化学・同位体組成も地震活動・地殻変動に応じて変化してきた可能性があります。本研究では、近年の地震活動・地殻変動に応じて能登半島北東部の地下で発生した現象の理解を目指して、当該地域の温泉の調査を実施しました。

## ■ 研究の内容・成果

富山大学・金沢大学・東京大学・高知大学からなる本研究チームは、能登半島北東部の地

震現象・地殻変動に伴い地下で生じた物質循環を解明することを目的として、当該地域の温泉水・遊離ガスの化学・同位体組成の時間変動を調査しました。2022年6月から2024年2月にかけて、定期的に能登半島北東部の8か所（図1）で温泉水・遊離ガス試料を採取し、イオン濃度や同位体比を測定しました。

地点ASYでは、特に顕著な化学データの変動が観測されました。この地点は、深部流体の供給源が直下に存在する可能性が指摘されている震源集中地域上に位置します。陰イオン濃度、水の酸素同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$  値）・水素同位体比（ $\delta\text{D}$  値）に関しては、2023年5-10月においては2022年時点よりも低い状態が継続しましたが、その後2024年1月のM7.6地震直後にかけて上昇し、2022年時点と近い値に変動しました。また、大気成分を補正した $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比は2022年から2023年7月にかけて顕著に低下し、その後2024年1月のM7.6地震直後にかけて2022年時点の値と同程度まで上昇しました。陰イオン濃度や $\delta^{18}\text{O}$  値、 $\delta\text{D}$  値の変動は、地震活動に伴う岩盤の透水性の変化と関係しているものと考えられます。 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比の変動は、深部流体の挙動に伴うマントル起源物質を含む深部流体成分の混入率の変化や、岩盤亀裂の増大に伴う一時的な水-岩石反応の促進を反映した可能性があります（図2）。

#### ■ 今後の展開

これからも調査を継続することで、令和6年能登半島地震後のデータを蓄積して地震前のデータと比較し、地震活動に伴い地下で発生した現象の解明を目指します。

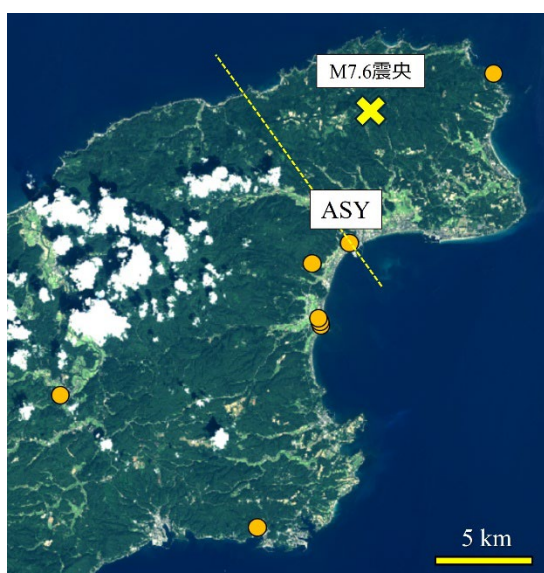


図1. 能登半島北東部における調査地点

○印は本研究の調査地点、×印は2024年1月1日に発生したM7.6地震の震央を示します。また、破線部の断面模式図を図2に示します。本図は「地理院地図（電子国土Web）」（国土地理院）（<https://maps.gsi.go.jp/>）で出力した図を修正して作成しました。

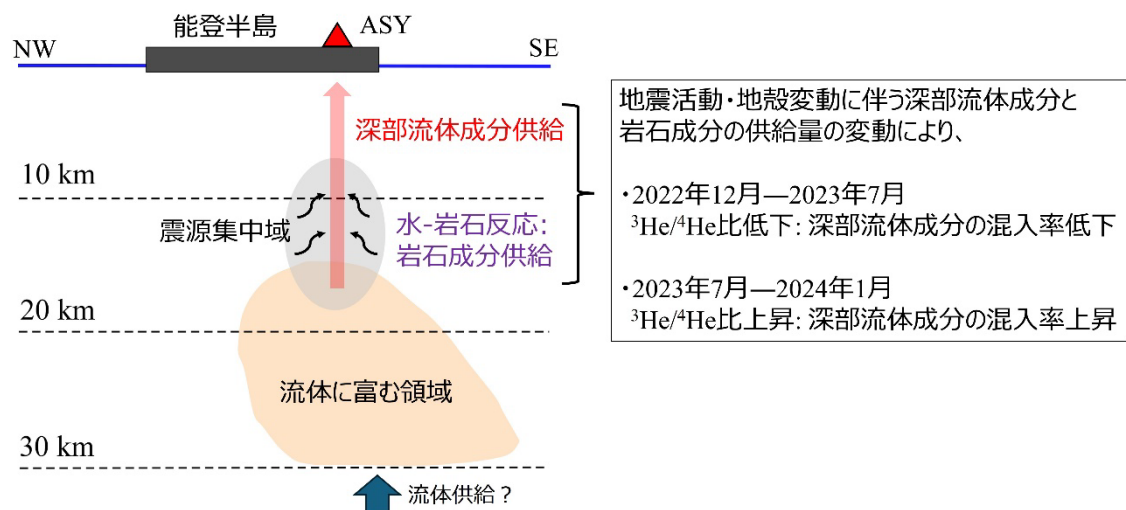


図 2. 地点 ASY 地下における物質循環の模式図

$^3\text{He}/^4\text{He}$  比のデータから推定される地点 ASY 地下の物質循環像を示します。本図は Nishimura et al. (2023, *Scientific Reports* 13, 8381) の Figure. 4 を基にして作成しました。

【用語解説】

※1)  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比

ヘリウムの安定同位体比をこのように表します。ヘリウムには質量数 3 と 4 の安定同位体が存在し、主に  $^3\text{He}$  は地球形成時に宇宙空間から固体地球内部に取り込まれた始原的な成分、 $^4\text{He}$  はウランやトリウムの放射壊変で生成された  $\alpha$  粒子です。マントル中の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比は地殻や大気よりも高いため、温泉水・地下水中の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比が高ければ深部（マントル）起源物質の混入率が高いと解釈することができます。

【発表詳細】

題目：

2022 年以降の能登半島北東部地下の物質循環に関する地球化学的研究

著者：

鹿児島涉悟<sup>1)</sup>、河本結名<sup>1)</sup>、森下知晃<sup>2)</sup>、高畑直人<sup>3)</sup>、佐野有司<sup>4)</sup>、平松良浩<sup>2)</sup>

1) 富山大学 2) 金沢大学 3) 東京大学 4) 高知大学

発表学会・セッション名：

日本地球惑星科学連合大会 2024 年大会・U-15 [J] 2024 年能登半島地震(1:J)

発表日時：

2024 年 5 月 28 日 17:15～（ポスター発表）

**本件に関するお問い合わせ先**

**【研究に関すること】**

富山大学 学術研究部理学系

特命助教 鹿児島 涉悟

TEL : 076-445-6577 Email : kagos@sci.u-toyama.ac.jp

金沢大学 理工研究域地球社会基盤学系

教授 平松 良浩

TEL: 076-264-6519 E-mail: yoshizo@staff.kanazawa-u.ac.jp

**【広報担当】**

富山大学総務部総務課広報・基金室

TEL: 076-445-6028 E-mail: kouhou@u-toyama.ac.jp

金沢大学理工系事務部総務課総務係

TEL: 076-234-6951 E-mail: s-somu@adm.kanazawa-u.ac.jp

東京大学大気海洋研究所附属共同利用・共同研究推進センター広報戦略室

E-mail: kouhou@aori.u-tokyo.ac.jp

高知大学広報・校友課広報係

TEL: 088-844-8643 E-mail: kh13@kochi-u.ac.jp