

照来層群歌長流紋岩から得られたジルコンU-Pb年代

長田充弘*・福田将眞*・末岡 茂*・中嶋 徹*
梶田侑弥**・南 沙樹**・岡本 晃**・田上高広**

U-Pb zircon dates from the Utaosa Rhyolite of the Teragi Group
Mitsuhiro Nagata*, Shoma Fukuda*, Shigeru Sueoka*, Toru Nakajima*,
Yuya Kajita**, Saki Minami**, Akira Okamoto** and Takahiro Tagami**

*日本原子力研究開発機構, Japan Atomic Energy Agency

**京都大学, Kyoto University

はじめに

近年, ジルコンを用いた年代測定 (例えば, U-Pb法, フィッション・トラック法 (以下 FT), (U-Th)/He法など) が一般的な手法となりつつあり, 2つ以上の分析 (年代, 温度, 同位体比など) を同時に行う技術開発も発達してきている (例えば, Iwano et al., 2020; Yuguchi et al., 2020). また, 従来では測定が困難であった若い地質单元 (例えば, 5 Ma未満) もジルコンを用いた年代測定が盛んに行われている (例えば, Ito et al., 2013; Minami et al., 2021). こうした近年の研究動向を踏まえると, 若くて複数の分析に対応した標準試料の需要が今後期待される. 兵庫県~鳥取県に分布する照来層群歌長流紋岩からは, 3.07-2.42 MaのジルコンのFT年代や(U-Th)/He年代が先行研究で得られており (宇都ほか, 1994; Tagami et al., 2003; Fukuda et al., 2021; 福田ほか, 2022), 照来層群歌長流紋岩中のジルコンは(U-Th)/He年代の標準試料の候補としても期待されている (例えば, 福田ほか, 2022). 小論では, 照来層群歌長流紋岩では検討されていなかったジルコンU-Pb年代について報告し, その意義を述べる.

調査地域の地質概説

照来層群 (弘原海・松本, 1958) は兵庫県~鳥取県に分布し, 基盤岩である花崗岩や漸新

統~中新統北但層群を不整合に覆う. 照来層群は一般に, 下位より基底礫岩層, 歌長流紋岩, 湯谷礫岩層, 春來泥岩層, および寺田火山岩類からなると理解されている (例えば, 宇都ほか, 1994; 古山・長尾, 2004). ただし, 歌長流紋岩は照来層群にみられる流紋岩 (溶岩・火山砕屑岩) の総称的区分であり, 厳密には湯谷礫岩層などより上位に分布するものもある (例えば, 宇都ほか, 1994).

年代測定試料

採取した試料は宇都ほか (1994) のTRG04と同一露頭の試料 (TRG04-21) とTRG05の露頭付近の試料 (TRG07-21) である. これらの試料は春來泥岩層よりも上位に位置する歌長流紋岩に該当する. TRG04 (TRG04-21) からは 2.52 ± 0.04 Maの黒雲母 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年代 (Uto et al., 1997), 2.48-2.30 Maの黒雲母K-Ar年代 (宇都ほか, 1994), 2.72 ± 0.22 MaのジルコンFT年代 (宇都ほか, 1994), および2.61-2.42 Maのジルコン(U-Th)/He年代 (Tagami et al., 2003; Fukuda et al., 2021; 福田ほか, 2022) が得られている. また, TRG05 (TRG07-21) からは 2.42 ± 0.42 Maの黒雲母K-Ar年代 (宇都ほか, 1994), 3.07 ± 0.36 MaのジルコンFT年代 (宇都ほか, 1994), および 2.66 ± 0.15 Maのジルコン(U-Th)/He年代 (Fukuda et al., 2021; 福田ほか, 2022) が得られている.

ジルコンU-Pb年代測定手法

基本的な測定の手順や分析条件などは Minami et al. (2021) とほぼ同様なので、以下にその概要のみ述べる。鉍物分離によって得られたジルコンは、樹脂包埋し、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構東濃地科学センター設置の電界放出型電子プローブマイクロアナライザ (JEOL JXA-8530F) を用いて、カソード・ルミネッセンス (CL) 像を取得した。CL 像観察の結果、歌長流紋岩2試料のジルコンはいずれもシャープな自形を呈し、コアやリムといった構造は認められず、顕著な累帯構造も認められなかった。その後、同センター設置のレーザー焼灼マルチコレクター誘導結合プラズマ質量分析装置 (Analyte G2 + Neptune-Plus) を用いてU-Pb同位体分析を行った。未知試料と共に測定したOD-3ジルコン (Iwano et al., 2013; 参照値 33.0 ± 0.1 Ma) は参照値と整合的であった。得られたデータは諸鉛補正や放射非平衡補正 (例えば, Sakata, 2018) をおこなっていない。

U-Pb年代測定結果

TRG04-21のジルコン21粒子22点から3.0–2.5 Maの $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年代が得られ、これらの年代は誤差範囲で重複する。それらのTh/Uは0.44–1.23を示す。22点による加重平均値は 2.65 ± 0.16 Ma (2σ ; MSWD = 0.13) を示した。一方、TRG07-21のジルコン19粒子20点から2.9–2.5 Maの $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年代が得られ、これらの年代は誤差範囲で重複する。それらのTh/Uは0.67–1.38を示す。20点による加重平均値は 2.66 ± 0.15 Ma (2σ ; MSWD = 0.079) を示した。

考察

小論の結果より、TRG04-21およびTNG07-21から 2.65 ± 0.16 Ma および 2.66 ± 0.15 Ma の加重平均値を得た。これらはそれぞれの地点ごとに得られている測定手法の異なる

各年代 (詳細は採取試料の欄) と誤差範囲で重複する (図1)。従って、最も高い閉鎖温度を示すU-Pb年代の閉鎖温度の約900°Cから(U-Th)/He年代の閉鎖温度である約160°Cまで急冷したことを示す (図1)。本研究で得られた年代は照来層群歌長流紋岩の形成年代に近似されると考えられる。

また、本研究で得られたジルコン (特にTRG04-21) は、次のような点からFukuda et al. (2021) や福田ほか (2022) が指摘している(U-Th)/He年代だけでなく、U-Pb年代の標準試料の候補であると考えられる。1) 得られたジルコンがいずれも自形であること、2) ジルコンのCL像はコア・リムといった構造や累帯構造がなく、比較的均質であること、3) 本研究で得られた個々のU-Pb年代は誤差範囲で重複し、古い年代を示すものがなく、比較的均質であること、および4) 本研究で得られたU-Pb年代の加重平均値は、上述したように先行研究の他の測定手法で得られた年代と誤差範囲で重複することである (図1)。今後もこれらのジルコンを用いて様々な測定 (濃度, 同位体, 年代など) を行い、標準試料としての適性を評価していく。

謝辞

本研究は、平成31年度放射性廃棄物共通技術調査等事業 (放射性廃棄物に係る重要な基礎的技術に関する研究調査の支援等に関する業務) (国庫債務負担行為に係るもの) の成果の一部である。株式会社京都フィッシュン・トラックの岩野英樹博士と檀原 徹博士には、小論にかかる鉍物分離をしていただいた。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構東濃地科学センターの皆様には、CL撮影や年代測定に際して、様々な便宜をはかっていただいた。以上の方々に、深く御礼申し上げる。

文献

Fukuda S. et al., 2021. Evaluation of zircon from the Pliocene Utaosa rhyolite Japan

- as reference material for (U-Th)/He thermochronometry. Abstract of Thermo2021 (17th International Conference on Thermochronology), Santa Fe (online hybrid).
- 福田ほか, 2022. ジルコン(U-Th)/He法の年代標準試料の探求(続報): 複数のジルコン試料における年代学的検討. *フィッション・トラック ニュースレター*, 35, 7-10.
- 古山・長尾, 2004. 照来コールドロンのK-Ar年代. *火山*, 49, 181-187.
- Ito, H. et al., 2013. Earth's youngest exposed granite and its tectonic implications: the 10-0.8 Ma Kurobegawa Granite. *Scientific Reports*, 3, 1-5.
- Iwano, H. et al., 2020. Zircon fission-track and U-Pb double dating using femtosecond laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry: A technical note. *Island Arc*, 29, e12348.
- Iwano, H. et al., 2013. An inter-laboratory evaluation of OD-3 zircon for use as a secondary U-Pb dating standard. *Island Arc*, 22, 382-394.
- Minami et al., 2021. Two pulse intrusive events of the Pliocene Tanigawa-dake granites revealed from zircon U-Pb dating. *Earth, Planets and Space*, 73, 231.
- Sakata, S. 2018. A practical method for calculating the U-Pb age of Quaternary zircon: Correction for common Pb and initial disequilibria. *Geochemical Journal*, 52, 281-286.
- Tagami, T. et al., 2003. (U-Th)/He geochronology of single zircon grains of known Tertiary eruption age. *Earth and Planetary Science Letters*, 207, 57-67.
- Uto, K. et al., 1997. Laser-heating $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating system of the Geological Survey of Japan: System outline and preliminary results. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 48, 23-46.
- 宇都ほか, 1994. 山陰地方東部, 鮮新統照来層群火山岩類の K-Arおよびフィッショントラック年代. *地質学雑誌*, 100, 787-798.
- 弘原海・松本, 1958. 北但馬地域の新生界層序: 近畿西北部の新生界の研究(その1). *地質学雑誌*, 64, 625-637.
- Yuguchi, T. et al., 2020. Simultaneous determination of zircon U-Pb age and titanium concentration using LA-ICP-MS for crystallization age and temperature. *Lithos*, 372, 105682.

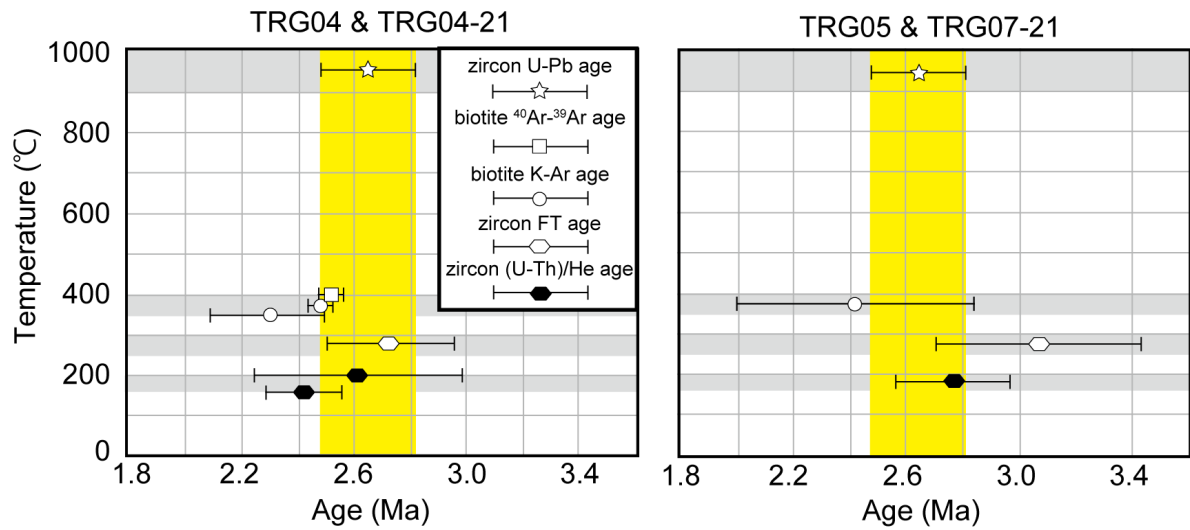


図1. TRG04 (TRG04-21) とTRG05 (TRG07-21) の照来層群歌長流紋岩から得られている年代のまとめ

Fig. 1. Summary of ages obtained from the Utaosa Rhyolite of the Teragi Group at TRG04 (TRG04-21) and TRG05 (TRG07-21).