

バデリアイトのフィッション・トラック年代測定に向けて：
エッチング実験の結果とその考察

中嶋 徹*・福田 将真*・長田 充弘*・檀原 徹**・
岩野 英樹**・末岡 茂*

Toward fission-track dating of baddeleyite:
first reports and discussions on etching experiments

Toru Nakajima*, Shoma Fukuda*, Mitsuhiro Nagata*, Tohru Danhara**,
Hideki Iwano** and Shigeru Sueoka*

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

** (株)京都フィッション・トラック, Kyoto Fission-Track Co., Ltd.

はじめに

バデリアイト (baddeleyite, ZrO_2) はジルコンと並び天然に産出するジルコニウム鉱物の一種である。バデリアイトは SiO_2 に不飽和な岩石に主に産出することから、一部のアルカリ火成岩やスカルン鉱床の年代測定に用いられており、U-Pb年代測定が実用化されている (Heaman & LeCheminant, 1993) ほか、(U-Th)/He年代測定の適用例も報告がある (Metcalf & Flowers, 2013)。バデリアイトのフィッション・トラック (FT) 年代測定に成功すれば、これまで年代測定が難しかったアルカリ火成岩の熱史の復元に資することができる。本論ではバデリアイトFT年代測定の実用化に向け行ったFTエッチング実験の結果と、その簡単な考察を行う。

檀原ほか (1999) は、複数種の試薬を用いてバデリアイトのFTのエッチング実験を行った。その結果、研磨痕の拡大が観察される一方で、自発、誘導FTは観察されなかったと報告している。本研究では、檀原ほか (1999) で用いられたものと同一試料のバデリアイト (U.S.S.R: 第一稀元素化学工業提供試料) を使用した。檀原ほか (1999) は当試料のU-Pb年代を約1.5 Ga, ウラン濃度を約150 ppmと報告している。

NaOH-KOH混合溶液を用いた実験

バデリアイトをハンドピッキング後、テフロンシートに埋め込み、ダイヤモンドペーストを用いて表面を研磨した。NaOH-KOH混合溶液を用いて、228°Cの温度条件で段階的にエッチングを行い、反射像と透過像をそれぞれ観察した。

観察結果された反射像と透過像を図1に示す。エッチング時間3時間で研磨痕の出現が確認され、その後6時間、12時間で研磨痕の更なる拡大と、表面の粗面化が観察された。一方、FTと思しき線状の組織は観察されなかった。

HF溶液を用いた実験

上記の手順でマウントを作成し、40% HF溶液を用いて20°Cの温度条件で段階的にエッチングを行い、反射像と透過像をそれぞれ観察した。

観察結果された反射像と透過像を図2に示す。0.5時間時点で研磨痕の出現が観察され、その後、2時間、20時間で研磨痕の更なる拡大が観察された。一方、FTと思しき線状の組織は観察されなかった。

考察

2種類の試薬を用いたエッチング実験では研磨痕の拡大が観察されたことから、バデリアイトがこれらの試薬によりエッチングされたこと

が確認された。一方、それぞれの実験においてFTと思しき線状の組織は観察されなかった。FTが観察されなかった原因として、①FT密度が極端に低い、②FTが実験中に熱アニールされている、③何らかの理由でバデリアイトのFTが選択的にエッチングされづらい、等が予想される。①については、使用した試料のウラン濃度の報告値 (150 ppm: 檀原ほか, 1999) を考慮すると、FT密度が極端に低い可能性は考えにくい。また②については、HFを用いた室温での実験においてもFTが観察されなかったことから、熱アニールによりFTがリセットされている可能性も低い。

③に関連する先行研究として、バデリアイトのFTを観察したO'Connell et al. (2020) がある。この研究ではTEM観察により、XeイオントラックがアパタイトやジルコンのFTのようなアモルファス化した領域としてではなく、単斜晶系から正方晶系への線状相転移領域 (約2.5 nm幅)として認定されることを報告している。そのため、本研究でFTがエッチングされなかったことは、バデリアイトのFTがアモルファス化しておらず、エッチングされにくいことが原因として考えられる。また、バデリアイトの単斜晶と

正方晶の薬品耐性に差がなければ、試薬を用いてFTを選択的にエッチングすることは困難であると予想される。

以上を踏まえると、ジルコンと同様の方法でのバデリアイトFTのエッチングは困難であると予想されるが、TEMやAFMによるlatent trackの観察などFT密度を計測することができれば、熱年代計として使用できる可能性がある。今後もバデリアイト FT法の確立へ向けて可能性を探ってゆく。

文献

- 檀原 徹, 岩野 英樹, 吉岡 哲, (1999). フィッション・トラックニュースレター, 12, 45.
- Heaman, L.M., LeCheminant, A.N. (1993). *Chemical Geology*, 110, 95–126.
- Metcalf, J. R., Flowers, R. M. (2013). In *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 45, 223.
- O'Connell, J. H., Lee, M. E., Skuratov, V. A., Rymzhanov, R. A. (2020). *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, 473,1–5.

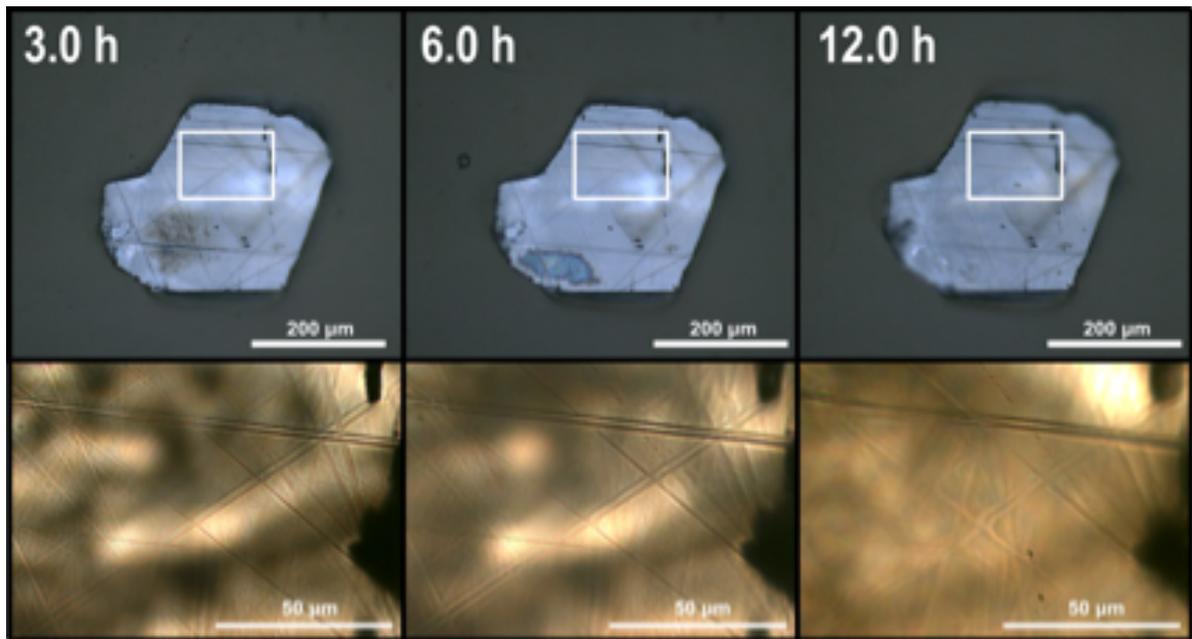


図1. NaOH-KOH混合溶液によりエッチングされたバドリアイトの反射像(上)と拡大領域の透過像(下). 研磨痕が徐々に拡大してゆく様子が見られる.

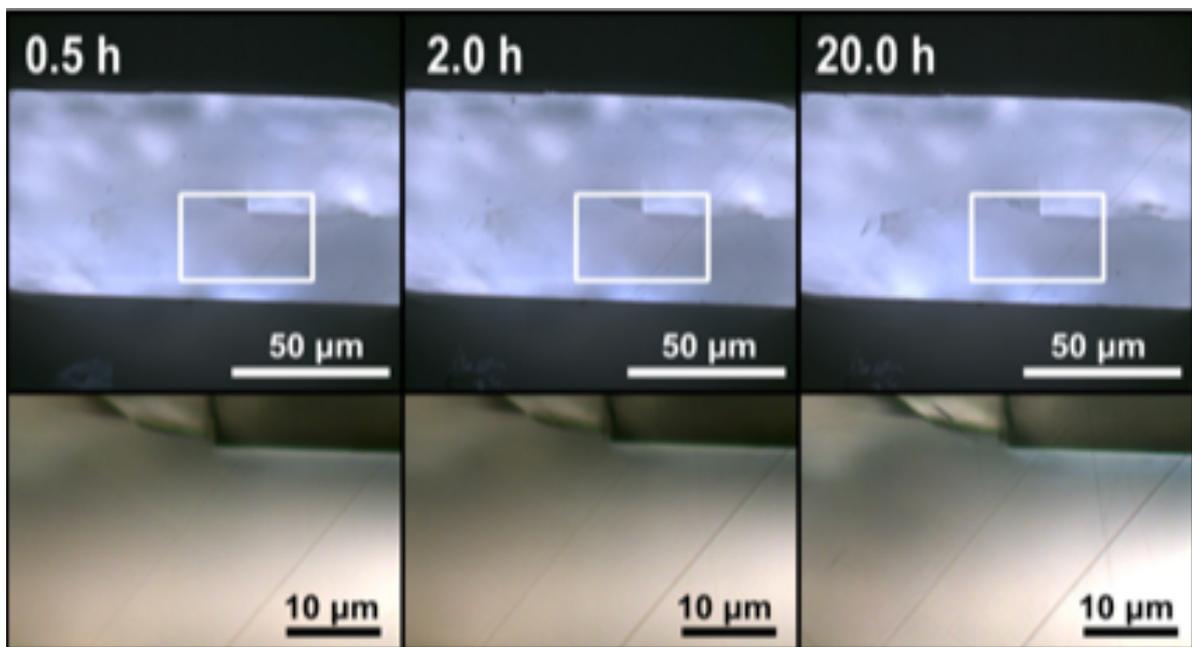


図2. HF溶液(40%)によりエッチングされたバドリアイトの反射像(上)と拡大領域の透過像(下). NaOH-KOH混合溶液と同様に研磨痕が徐々に拡大してゆく様子が見られる.