原子間力顕微鏡を用いた東南極リュツォ・ホルム岩体のジルコンFT年代測定

本田千晶*・長谷部徳子*・松木　篤*・水上知行*・田村明弘*・伊藤健太郎*・
岩田尚能**・石川尚人***

Fission track dating on zircons from Lützow-Holm complex of East Antarctica by atomic force microscopy

Chiaki Honda*, Noriko Hasebe*, Atsushi Matsuki*, Tomoyuki Mizukami*, Akihiro Tamura*, Kentaro Ito*, Naoyoshi Iwata** and Naoto Ishikawa***

* 金沢大学, Kanazawa University
** 山形大学, Yamagata University
***京都大学，Kyoto University

はじめに

フィッション・トラック（FT）年代測定は鉱物中のウラン(主に^{238}U)の自発核分裂を利用した年代測定法である．核分裂によって生じるトラックの数は時間に比例するので，その数とウラン濃度を測定して年代値を算出する．しかし，FTの密度が高くなるにつれFT同士の重なり合いが激しくなるため，現在行われている光学顕微鏡を用いたFT法では，必要なエッチング(試薬によるトラックの拡大)時間と分解能の限界により，測定できる密度がある程度制限される．Ohishi and Hasebe (2012)は，原子間力顕微鏡(AFM:Atmic Force Microscope)を用いてジルコンを観察し，FTの認定を行った．さらに大石他（2012)ではAFMを利用して実際にFTを計数し，年代決定を行った．本研究では，AFMを使用してさらに古い年代(約500Ma) の試料の年代測定を試みた．

実験

第35次・第46次日本南極地域観測隊により東南極大陸のアウストホブと日の出岬の2地域から採取されたリュツォ・ホルム岩体の岩石から分離したジルコンで観察を行った．日の出岬から採集した試料HND06no.2はペグマタイトから採取されアパタイトFT年代が約380Ma(高岡他,2013)であった．日の出岬から採取された他の岩石からは，約1000MaのジルコンU-Pb年代が報告されている．(Shiraishi et al., 1994, 2003) であった．また，K-Ar年代も報告されており，ホルンブレンドで約530Ma，白雲母で約500Ma，黒雲母で約480Maである（Fraser and McDougall, 1995）．アウストホブデから採取した試料AU1は片麻岩質花崗岩でアパタイトFT年代が約345Ma(高岡他,2013)であった．同岩体からは変成時期を表すジルコンU-Pb年代が約550Ma (Shiraishi et al., 1994, 2003)，K-Ar年代がホルンブレンドで約490Ma，黒雲母で約475Maの報告がある（Fraser and McDougall, 1995）．ジルコンのFT年代を求めるにあたり，まず適切なエッチング時間の検証を行った．KOH:NaOH=1:1モル比のエッチング液230℃で2時間エッチングしたところ，かなりエッチングが進んでしまい，時間が長すぎることが判明した．そこでHND06no.2は60分から，AU1は20分から段階エッチングを行った．その結果，HND06no.2は75分，95分で，AU1は40分，60分の段階エッチングを行った後，AFMで観察し，年代算

出を行った．

結果と考察

AU1で2粒子，FT年代を求める事ができた．ひとつは2200±300Ma，もう一粒子は910±230Maと算出された．FT年代決定のためのウラン濃度測定の際に，^{238}U-^{206}Pb年代を同時に求めた．それぞれ1050±50Ma，1010±50Maであり，コンコーディアにのっていた．このU-Pb年代はリュツォ・ホルム岩体の変成年代（約500Ma）ではなく火成活動を示す値と一致している (Shiraishi et al., 1994)．2000MaのFT年代はU-Pb年代よりも古く，正しい年代とは言えない．その原因としては，FTを計数する際，αリコイルトラックを数えたことが考えられる．αリコイルトラックとFTは十分なエッチングを行うと，その形状の違いから区別することができる．しかし，古いジルコンでAFM観察を行うためのエッチング条件では，二つのトラックの形状の違いが明らかにあるころには，FTが多すぎるためジルコンが黒くなって観察ができなくなったり，エッチングされやすいためジルコンが小さくなって，マウントしてあるテフロンシートからエッチング中に落ちてしまう．AFM観察を行う事のメリットはエッチング時間を短縮することによりFTを計数できる事にあったはずだが，αリコイルトラックとの区別の都合上，AFMによる測定可能年代（FT密度）に上限がある事がわかった．

HND06no.2からは１粒子のみFT年代を計算できた．このFT年代は200±40Maとかなり若く見積もられた．U-Pb年代は870±70Maでありコンコーディアから少し外れていた．ジルコンのFT年代は2σの誤差範囲でアパタイトFT年代と重なるため，この若い値が統計的なばらつきによるもので低温域での急速な冷却を示すのか，あるいは，エッチング不足でトラックが十分な大きさになっておらず，年代を若く見積もっているのか，複数粒子の測定を行い吟味する必要がある．

文献

Fraser, G.L. & McDougall, I. (1995) K/Ar and ^{40}Ar/^{39}Ar mineral ages across the Lützow-Holm Complex, East Antarctica. Pro. NIPR Symp. Antarctic Geosci. 8, 137-159.

Ohishi, S. & Hasebe, N.(2012) Observations of Fission-tracks in Zircons by Atomic Force Microscope, Radiation Measurements, 48, 554-556.

大石新之介・長谷部徳子・福間剛士（2012）短時間エッチングジルコンの原子間力顕微鏡(AFM)による高解像度観察，フィッショントラックニュースレター，25, 43-45.

Shiraishi, K., Ellis, D.J., Hiroi, Y., Fanning, C.M., Motoyoshi, Y. & Nakai, Y. (1994) Cambrian orogenic belt in East Antarctica and Sri Lanka: implications for Gondwana assembly. Jour. Geol. 102, 47–65.

Shiraishi, K., Hokada, T., Fanning, C. M., Misawa, K. & Motoyoshi, Y. (2003) Timing of thermal events in eastern Dronning Maud Land, East Antarctica. Polar Geosci. 16, 76–99.

高岡美咲・長谷部徳子・石川尚人・岩田尚能・田村明弘・荒井章司（2013）南極・昭和基地周辺の岩石のアパタイトフィッショントラック年代測定，フィッション・トラック ニュースレター，26, 32-33.