

## 熱年代学を用いた北上山地の隆起・削剥史の推定

梶田侑弥\*・福田将真\*\*・末岡 茂\*\*・長谷部徳子\*\*\*・  
田村明弘\*\*\*・森下知晃\*\*\*・Barry P. Kohn\*\*\*\*・田上高広\*

Estimation of the uplift/denudation history in Kitakami Mountains  
by thermochronology

Yuya Kajita\*, Shoma Fukuda\*\*, Shigeru Sueoka\*\*, Noriko Hasebe\*\*\*,  
Akihiro Tamura\*\*\*, Tomoaki Morishita\*\*\*, Barry P. Kohn\*\*\*\* and Takahiro Tagami\*

\* 京都大学, Kyoto University

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

\*\*\* 金沢大学, Kanazawa University

\*\*\*\* メルボルン大学, University of Melbourne

### はじめに

東北日本弧は太平洋プレートが日本海溝に沿って沈み込むことで形成された島弧で、日本海溝に平行方向の大地形が明瞭に分布している特徴がある。そのため東北日本弧は島弧のテクトニクスを議論するのに適した場所であり、主に構造地質学の観点から様々な研究がなされてきた(例えば天野・佐藤, 1989; 佐藤, 1992; Nakajima, 2013)。しかし、島弧のテクトニクスを議論する上で重要となる定量的な山地形成史に関する研究は少ない。そこで本研究は、第四紀火山が存在せず比較的最近の熱構造は山地全域で安定的であると考えられる東北日本弧前弧域の北上山地を対象に熱年代学を用いた隆起・削剥史の検討を行った。

北上山地の定量的な山地形成史の先行研究は、地形学および熱年代学によるものがある。小池・町田(2001)は、河成段丘・海成段丘の分布高度から、北上山地は10万年オーダーにおいて緩慢な隆起( $<0.3$  mm/yr)をしていると考察した。しかし、地形学的見地からは山地形成史において重要な100万年スケールの隆起・削剥史の議論が難しい。また熱年代学を用いたFukuda et al. (2020)では北上山地は古第三紀を通じて非常に安定した削剥速度( $<0.05$  mm/yr)であると推定した。ただし

北上山地を1つのユニットとして捉え、山地内の詳細な熱史・削剥史の議論は十分であるとは言えない。

### 手法

本研究では熱年代学的手法としてアパタイトフィッシュン・トラック(AFT)法およびアパタイト(U-Th-Sm)/He(AHe)法を用いた。閉鎖温度はそれぞれAFT法で約90~120°C(Ketcham et al., 1999)、AHe法で約55~80°C(Farley, 2000)である。地温勾配が一定であることなどを仮定し、これらの閉鎖温度を深度情報に読み替えることができる。つまり、熱年代学では得られた年代値と各手法の閉鎖温度から、岩石や試料が地表まで上昇する過程(削剥史)を考察する。さらに試料採取地点を山地全体に広げることで、山地の隆起・削剥史に関する知見が得られる。

### 結果・考察

本研究ではAFT年代は8地点測定し139.4~78.6 Ma, AHe年代は3地点測定し51.2~36.1 Maが得られた。Nakajima(2013)によると、東北日本弧脊梁地域をはじめとして、出羽山地や前弧海盆は島弧横断方向の圧縮応力によって隆起を経験したとされる。本研究対象地

域の北上山地でも同様に島弧横断方向の圧縮応力による隆起が予想される。そこで、北上山地内の系統的な形成史を推定するため、本研究結果と先行研究のデータ（後藤，2001；Fukuda et al., 2020, 福田 未公表データ）を、東経を縦軸として年代値を横軸としてプロットした（図1）。AFT年代は山地東縁から東経141.6度付近まで徐々に若返り（140～80 Ma），それより西側はおよそ80 Maで一定の年代値となっている。AHe年代は東経141.45度付近より東側はおおよそ50～40 Maを示すが最も西側の地点ではおよそ90 Maという古い年代値となっている。ただし、最も西側の地点では、AHe年代が閉鎖温度の高いAFT年代より古い値を示しており、熱水活動などの局所的な短時間加熱イベントを反映している可能性がある（Reiners, 2009）。地温勾配一定を仮定すると、AFT年代からはおよそ70 Ma以降東から西に平均削剥速度が次第に早くなると推測される。AHe年代からはおよそ30 Ma以降平均削剥速度は東西で違いがないか、東側の方が大きいことが示唆される。

しかし、東北日本弧における火山フロントの位置は太平洋プレートの沈み込み角度の変化に伴い移動しており、50 Ma以前は現在の北上山地東縁に火山フロントがあった（Yoshida, 2001）。そのため単純に地温勾配が時空間的に一様であったと仮定するのは難しい。したがって、火山フロントが現在の位置とほとんど変わらない10 Maより若い年代において熱年代学的検討を行いたい。今後、トラック長を用いた熱史逆解析やより閉鎖温度の低い熱年代学的手法（例えば電子スピン共鳴年代測法）の適用を行う予定である。

#### 謝辞

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30-31年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。また、本研究は平成26-30年度文部科学省新学術研究領域「異なる時空間スケールにお

ける日本列島の変形場の解明」（代表：鷺谷威，課題番号26109003）によって助成された。

#### 引用文献

- 天野一男・佐藤比呂志，1989，東北本州弧中部地域の新生代テクトニクス，地質学論集，32，81-96
- Farley K. A., 2000, Helium diffusion from apatite: general behavior as illustrated by Durango fluorapatite. *J. Geophys. Res.* 105, 2903-2914.
- Fukuda, S., Sueoka, S., Kohn, B.P., 2020, (U-Th)/He thermochronometric mapping across the northeast Japan Arc: towards understanding mountain building in an island-arc setting, *Earth, Planets and Space*, 72:24
- 後藤篤，2001，日本列島の隆起準平原化の時期—フィッショソ・トラック年代学からのアプローチ，科研費報告書，10440144.
- Ketcham, R.A., Donelick, R.A. and Carlson, W.D., 1999, Variability of apatite fission-track annealing kinetics: III. Extrapolation to geological time scales, *American Mineralogist*, 84, 1235-1255
- 小池一之・町田洋，2001，日本の海成段丘アトラス，東京大学出版
- Nakajima, T., 2013, Late Cenozoic Tectonic Events and Intra-Arc Basin Development in Northeast Japan. *InTech, Rijeka*, 153-189. doi: 10.5772/56706
- Reiners, P.W., 2009, Nonmonotonic thermal histories and contrasting kinetics of multiple thermochronometers, *Geochimica et cosmochimica acta*, 73, 12, 3612-3629
- 佐藤比呂志，1992，東北日本中部地域の後期新生代テクトニクス，地質調査所月報，43，119-139

Yoshida, T. 2001. The evolution of arc magmatism in the NE Honshu arc, Japan. *Tohoku Geophysical Journal*, 36, 131–149.

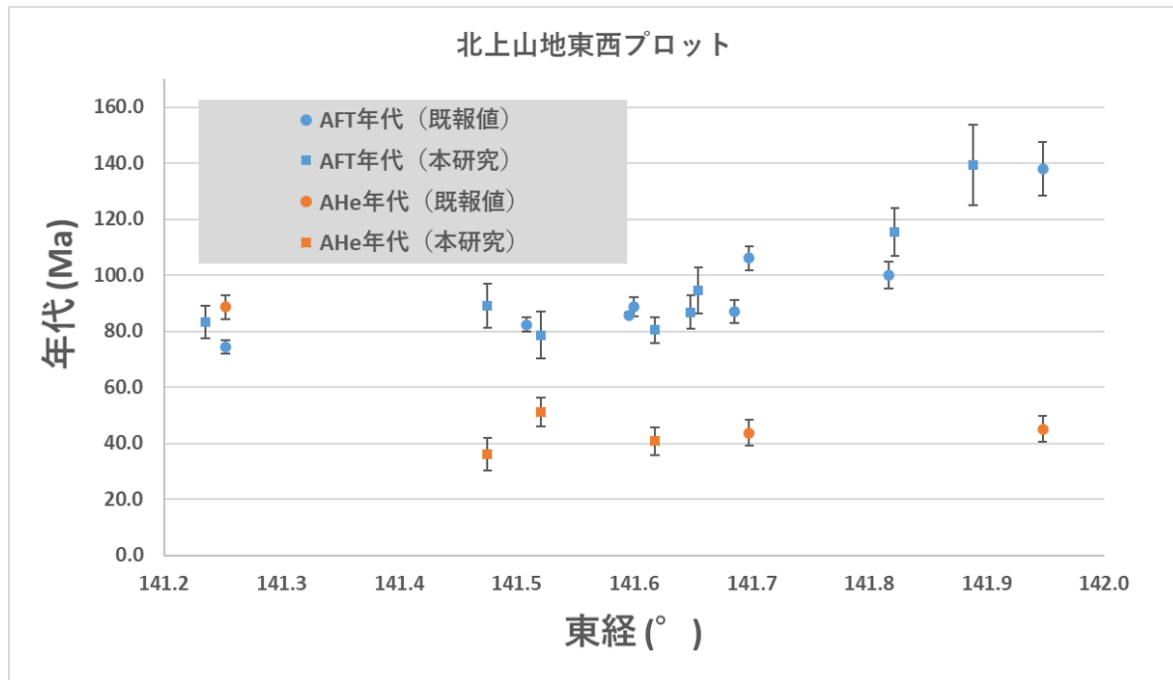


図1 北上山地における東経VS.年代プロット. AFT年代の既報値は後藤 (2001) と福田 未公表による. AHe年代の既報値はFukuda et al. (2020)による.