

## (U-Th)/He 熱年代学を用いた中国山地の隆起・削剥史の推定

### Estimation of the uplift and denudation history of the Chugoku Mountains using (U-Th)/He thermochronology

旭 祐輔\*・福田将真\*\*・末岡 茂\*\*・Barry Kohn\*\*\*・田上高広\*

Yusuke Asahi\*, Shoma Fukuda\*\*, Shigeru Sueoka\*\*,  
Barry 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

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

#### はじめに

中国山地は、西南日本弧の火山弧に沿って分布する島弧平行方向の山地であり、中国地方の分水界をなす。中国山地に点在する侵食小起伏面と新・古第三系の分布に基づくと、中国山地南部の吉備高原周辺は、中期中新世の日本海拡大以降、大きな隆起・沈降や変位・変形を受けず現在に至ったと指摘されている（田中・鈴木, 2021）。一方、吉備高原の一部には中期中新世の海成層が残存することから、中国山地の本格的な隆起はそれ以降と考えられる（田中・鈴木, 2021）が、その隆起過程・隆起メカニズムは未解明である。隆起要因としてはフィリピン海プレートの沈み込み（中嶋, 2018）、断層活動（多井, 1975）、マグマの底付け（乙藤, 2021）などが提案されているが、詳細なメカニズムは未だ明らかではない。そこで本研究では、地質時間スケールの隆起・削剥史を推定可能な熱年代学を中国山地に適用した。

#### 研究手法

熱年代学とは、放射年代測定法と鉱物固有の閉鎖温度を利用して岩石・鉱物の温度-時間履歴を復元する学問領域である（末岡・田上, 2019）。地下深部で形成された岩体上昇・削剥により冷却したと仮定すると、得られた熱履歴を「地

温勾配が一定」等の仮定を置くことによりその地点の削剥履歴に読み替えることができる。本研究では、中国山地中部

（広島～島根県）を横断する測線上で採取した岩石から分離したアパタイトおよびジルコンに対し、低温領域の熱年代法である(U-Th)/He法（以下、He法）を適用した。これにより、アパタイトHe法（AHe法：閉鎖温度55～80℃; Farley, 2000）とジルコンHe法（ZHe法：閉鎖温度160～200℃; Reiners et al., 2004）の温度範囲における熱履歴を制約できると期待される。

#### 熱年代測定結果と解釈

ZHe年代（n=9）は74.3～15.1 Ma、AHe年代（n=6）は41.0～12.7 Maを示した。ZHe年代は、Iida et al. (2015) が報告したジルコンU-Pb年代（花崗岩の固結年代を近似）と同様に北ほど若くなる傾向を示すが、年代値の減少傾向はZHe年代の方が急であり、花崗岩の固結年代差だけでは説明できない（Fig. 1）。またAHe年代も概ね南から北へ若返る傾向を示し、特に島根県北部・安来市～広島県北部・庄原市の試料では25.2～12.7 Maと、日本海の拡大開始時期（約21～15 Ma; 星, 2018）と同程度か有意に若い年代が得られた。これら若い年代の解釈としては、①後期新生代

の火山岩クラスター (Nguyen et al., 2020) に近接していることから、火成活動による局所的再加熱が年代を若返らせた可能性、②中期中新世以降の中国山地の急速な隆起・削剝に起因する可能性の二つが考えられる。最北端地点では AHe 年代と ZHe 年代が誤差範囲で一致する (Fig. 1) ため、①の再加熱説がより整合的と考えられる。

### 今後の展望

現測線より西側 (島根・広島県) で、火山岩クラスター分布域を避けた追加試料の熱年代測定を行い、隆起・削剝のみを反映した年代パターンを取得することで隆起過程を検討する予定である。また、今回の試料についてアパタイトフィッション・トラック法を適用し、火成活動による再加熱と削剝による単調冷却を判別する予定である。

### 謝辞

本研究は科研費若手研究「西南日本弧における熱年代学的研究：南海トラフ大地震のメカニズム解明を目指して」(課題番号：21K14021, 代表：福田将真) の成果の一部である。(U-Th)/He 分析に際し、Abaz Alimanović 氏の多大な技術支援に感謝する。

### 引用文献

- Farley, K. A., 2000, Helium diffusion from apatite: General behavior as illustrated by Durango fluorapatite. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **105**, 2903-2914.
- 後藤 篤, 2001, 日本列島の隆起準平原の平坦化の時期：フィッション・トラック年代学からのアプローチ. *科学研究費助成事業報告書*, 10440144.
- 星 博幸, 2018, 中新世における西南日本の時計回り回転. *地質学雑誌*, **124**, 675-691.
- Iida, K., Iwamori, H., Orihashi, Y., Park, T., Jwa, Y.-J., Kwon, S.-T., Danhara, T., Iwano, H., 2015, Tectonic reconstruction of batholith formation based on the spatiotemporal distribution of Cretaceous–Paleogene granitic rocks in southwestern Japan. *Island Arc*, **24**, 205-220.
- Iwano, H., Orihashi, Y., Hirata, T., Ogasawara, M., Danhara, T., Horie, K., Hasebe, N., Sueoka, S., Tamura, A., Hayasaka, Y., Katsube, A., Ito, H., Tani, K., Kimura, J.-I., Chang, Q., Kouchi, Y., Haruta, Y., Yamamoto, K., 2013, An inter-laboratory evaluation of OD-3 zircon for use as a secondary U–Pb dating standard. *Island Arc*, **22**, 382-394.
- 中嶋 健, 2018, 日本海拡大以来の日本列島の堆積盆テクトニクス. *地質学雑誌*, **124**, 693-722.
- Nguyen, T. T., Kitagawa, H., Pineda-Velasco, I., Nakamura, E., 2020, Feedback of slab distortion on volcanic arc evolution: Geochemical perspective from late Cenozoic volcanism in SW Japan. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **125**, e2019JB019143.
- 岡本 晃, 2023, 低温領域の熱年代学に基づく四国山地の削剝史の推定. 京都大学修士論文.
- Okudaira, T., Hayasaka, Y., Himeno, O., Watanabe, K., Sakurai, Y., Ohtomo, Y., 2001, Cooling and inferred exhumation history of the Ryoke metamorphic belt in the Yanai district, south-west Japan: Constraints from Rb–Sr and fission-track ages of gneissose granitoid and numerical modeling. *Island Arc*, **10**, 98-115.
- 乙藤洋一郎, 2021, MMCO 時期以降の吉備高原の隆起量の推定：削剝量にもとづいて. *地質技術*, **11**, 5-17.

- Reiners, P. W., Spell, T. L., Nicolescu, S.,  
Zanetti, K. A., 2004, Zircon (U-Th)/He  
thermochronometry: He diffusion and  
comparisons with  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating.  
*Geochimica et Cosmochimica Acta*, **68**, 1857-  
1887.
- 末岡 茂・田上高広, 2019, 低温領域の熱年  
代学の原理と地殻浅部のテクトニクスへ  
の応用. *地学雑誌*, **128**, 707-730.
- 多井義郎, 1975, 中新世古地理からみた中国  
山地の準平原問題. *地学雑誌*, **84**,  
133-139.
- 田中元・鈴木茂之, 2021, 新・古第三系の分  
布に着目した岡山県中西部における吉備  
高原地域の地形特性. *岡山大学地球科学  
研究報告*, **27**, 19-27.
- Yuhara, M., Ohira, H., Owada, M., Kamei, A.,  
Kagami, H., 1999, Geochronological  
study of the Habu Granodiorite in the  
eastern Yamaguchi Prefecture,  
Southwest Japan. *Memoirs of the  
Geological Society of Japan*, **53**, 323-331

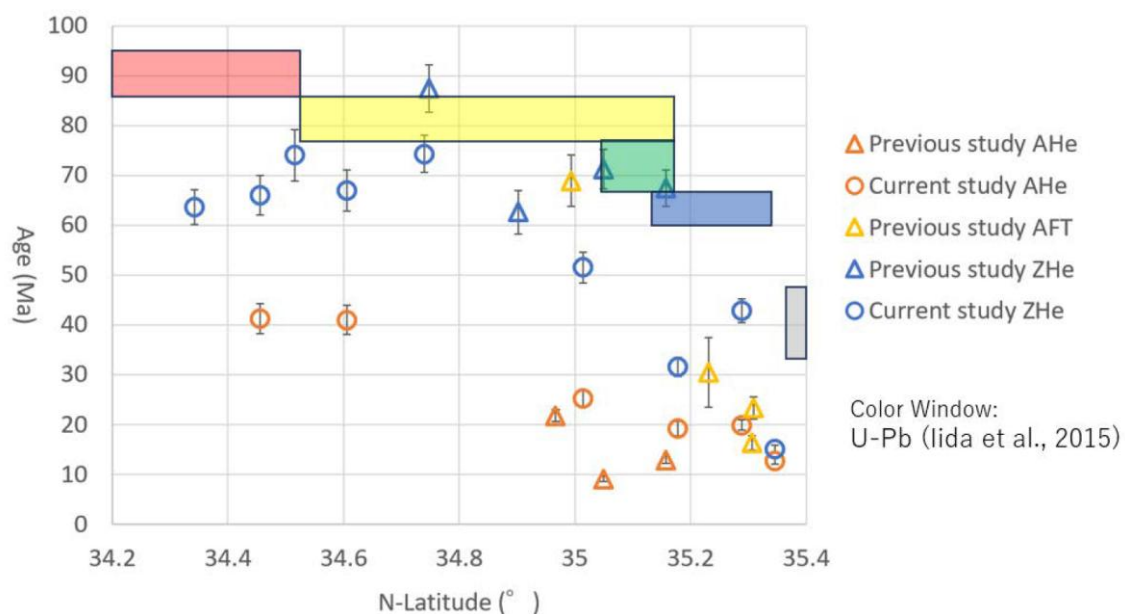


Fig. 1 N-latitude vs. thermochronological age plot combining previous data with new results from this study (The error bars represent  $2\sigma$ ). Horizontal color windows represent for U-Pb dates in Iida et al. (2015). Previous data from Okamoto (2023), Goto (2001), Iwano et al. (2013), Okudaira et al. (2001) and Yuhara et al. (1999).