

伊豆弧の衝突と南部フォッサマグナ地域の山地形成：
低温領域の熱年代学による知見

小林 侑生*・末岡 茂**・福田 将真**・長谷部 徳子***・
田村 明弘***・森下 知晃***・田上高広*

Izu-Bonin arc collision and mountain formation of the South Fossa Magna
region : New insight from low-temperature thermochronometry
Yumi Kobayashi*, Shigeru Sueoka**, Shoma Fukuda**, Noriko Hasebe***,
Akihiro Tamura***, Tomoaki Morishita*** 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

研究背景

南部フォッサマグナ地域は、本州弧と伊豆—小笠原弧、すなわち島弧と島弧の衝突が現在も進行する世界でも特異な地域の1つである。したがって、南部フォッサマグナ地域では、島弧同士の衝突によって大陸地殻が成長していく過程を研究することが可能である。南部フォッサマグナ地域では、四万十帯や秩父帯の帯状構造に、中新世以降に複数の花崗岩体が貫入し、さらに伊豆—小笠原弧の地殻ブロックが南方から衝突することで地殻構造が改変され、複雑な地下構造を成していると考えられている。伊豆—小笠原弧の地殻ブロックは、中期中新世以降に最大で4回、本州弧に衝突したと考えられている。その際に、被衝突体である本州弧で生じた変形は、水平方向については地質構造や古地磁気等の解析により検討されているが(天野ほか, 1999; 狩野, 2002; 平田ほか, 2010など)、鉛直方向の知見はほとんど得られていない。そこで本研究では、被衝突体である本州弧側の山地において、隆起・削剥史を定量的に検討し、地殻ブロックの衝突イベントとの関係を解明しようと試みた。具体的には、南部フォッサマグナ地域及びその周辺地域の白亜紀から中新世の花崗岩類を対象に、低温領域の熱年代学的手

法である、アパタイトのフィッション・トラック(AFT)法、アパタイトの(U-Th)/He (AHe)法を行い、さらに岩石の形成年代の推定のために、ジルコンのウラン—鉛(U-Pb)法を用い、南部フォッサマグナ地域及びその周辺地域の岩石の冷却・削剥史と衝突ブロックの関連を議論した。研究地域としては、南部フォッサマグナ地域内の関東山地・身延山地に加えて、南部フォッサマグナ周辺の筑波山・足尾山地・奥秩父でも解析を行い、比較・検討を行った。

結果・解釈

南部フォッサマグナ周辺地域の筑波山の花崗閃緑岩で 37.0 ± 5.9 Ma, 沢入花崗閃緑岩(足尾山地)で 44.1 ± 4.0 Ma, 奥秩父で 14.7 ± 4.7 MaというAFT年代が得られた。これらの岩石の形成年代(筑波山の花崗閃緑岩のRb-Sr全岩アイソクロン年代: 58-62 Ma [Arakawa and Takahashi, 1988], 沢入花崗閃緑岩体の黒雲母K-Ar年代: 92.6 ± 0.6 Ma [Sudo et al., 1998], 奥秩父における角閃石K-Ar年代: 10.5 ± 1.5 Ma [Ueno and Shibata, 1986])と合わせて考えると、筑波山の花崗閃緑岩と沢入花崗閃緑岩のAFT年代は伊豆弧の衝突開始より古い時代の冷却・削剥を、奥秩父の

AFT年代は岩体貫入時の急冷を反映していると考えられる。一方、甲府花崗岩体（関東山地）の一部の地点では、 7.6 ± 1.0 Ma, 9.2 ± 2.2 Ma, 3.0 ± 0.5 MaというAFT年代が得られた。これらは伊豆弧の衝突開始以降の年代を示しており、また岩体形成年代と考えられている黒雲母と角閃石のK-Ar年代（9-12 Ma [Saito et al., 1997]）よりも有意に若い。

より閉鎖温度が低いAHe年代については、筑波山の花崗閃緑岩で 21.8 ± 6.7 Ma, 沢入花崗閃緑岩で 42.8 ± 19.8 Ma, 奥秩父で 3.4 ± 0.8 Ma, 関東山地で 5.7 ± 1.7 Ma, 3.8 ± 1.1 Ma, 3.6 ± 1.1 Ma, 身延山地で 2.6 ± 0.4 Maの年代が得られた。これらのAHe年代はすべてAFT年代よりも若い誤差 2σ の範囲で一致した。

岩石の形成年代よりも若いAFT年代が得られた地点においては、岩体の貫入以降の隆起・削剥イベントを反映している可能性が考えられる。しかし、Yamada and Tagami (2008)によると、伊豆ブロックの衝突（ ~ 1 Ma）前後において、伊豆ブロックに最も近い場所に位置している丹沢山地の削剥速度には増加が見られない。したがって、ブロックの衝突が隆起・削剥イベントに影響を及ぼさない可能性も考えられる。

一方、本研究で実施したトラック長を用いた逆解析の結果によると、関東山地の北部、中央部及び身延山地では、1 Ma頃に急冷が見られ、奥秩父及び関東山地の南部においては、4-5 Ma頃に急冷が見られた。急冷の年代のみから考えると、1 Maは伊豆ブロックの衝突時期、4-5 Maは丹沢ブロックの衝突時期と一致する。すなわち、これらの地殻ブロックの衝突イベントが、本州弧の山地形成の直接的な原因となっている可能性がある。ただし、以上の解釈は年代の同時性のみ依存しており、各衝突イベントと被衝突体の変形について直接検証されたわけではない。冷却年代と衝突イベントの時期の関係の詳細な検討は、今後の課題として挙げられる。

謝辞

鉱物分離については、（株）京都フィッシュン・トラックの檀原 徹博士と岩野英樹博士に実施していただいた。 ^{252}Cf による照射処理及びAHe年代測定については、Melbourne大のBarry Kohn教授、ジルコンU-Pb年代測定については、JAEAの横山立憲博士、EPMA分析については、JAEAの清水真由子氏と佐野直美氏にご助力いただいた。

引用文献

- 天野一男, マーティン J. アンドリュウ, 田中 館宏橋, 金栗聡, 依田直樹, 会津隆, 1999. 島弧—島弧テクトニクスと体積盆の形成—南部フォッサマグナを例として—, 構造地質, 43, 11-20
- Arakawa, Y. and Y. Takahashi, 1988. Rb-Sr ages of granitic rocks from the Tsukuba district, Japan, *J. Min. Petr. Econ. Geol.*, 83, 232-240
- 平田大二, 山下浩之, 鈴木和恵, 平田岳史, 李毅兵, 昆慶明, 2010. プロト伊豆-マリアナ島弧の衝突付加テクトニクス—レビュー—, 地学雑誌, 119 (6), 1125-1160
- 狩野謙一, 2002. 伊豆弧衝突に伴う西南日本弧の地殻構造改変, 地震研究所彙報, 77, 231-248
- Saito, K., K. Kato and S. Sugi, 1997. K-Ar dating studies of Ashigawa and Tokuwa granodiorite bodies and plutonic geochronology in the South Fossa Magna, central Japan, *The Island Arc*, 6, 158-167
- Sudo, M., K. Uto, K. Annno, O. Ishizuka and S. Uchiumi, 1998. SORI93 biotite: A new mineral standard for K-Ar dating, *Geochem. Jour.*, 32, 49-58
- Ueno, H. and K. Shibata, 1986. Radiometric ages of quartz diorite bodies related to the Chichibu

pyrometasomatic deposits and their
relevance to the metallogenic epoch,
J. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.,
81, 77-82
Yamada, K., and T. Tagami, 2008.
Postcollisional exhumation history of

the Tanzawa Tonalite Complex, inferred
from (U-Th)/He Thermochronology and
fission track analysis, Journal of
Geophysical Research, 113, B03402,
doi:10.1029/2007JB00536