四国山地における低温領域の熱年代データの空間分布とその解釈

福田 将眞*・岡本 晃**・Barry Kohn***・新正裕尚****・末岡 茂*・田上高広**

Spatial distributions of low-temperature thermochronometric data in Shikoku mountains and these interpretations

Shoma Fukuda*, Akira Okamoto**, Barry Kohn***, Hironao Shinjoe****, Shigeru Sueoka* and Takahiro Tagami**

* 日本原子力研究開発機構，Japan Atomic Energy Agency
** 京都大学，Kyoto University
*** メルボルン大学，University of Melbourne
**** 東京経済大学，Tokyo Keizai University

はじめに

四国山地はフィリピン海プレートの沈み込み帯に平行に分布する非火山性の隆起帯（e.g, Kamata & Kodama, 1999）であり，その形成メカニズムについては南海トラフにおけるプレートの沈み込みに伴う長期の歪の蓄積・解放に起因すると考えられる．四国山地は最大標高が2,000 m弱で急峻な地形が見られる一方で，内陸の河成段丘や侵食小起伏面の分布に乏しく（田力, 2005），地形学的指標に基づく従来法による隆起・削剥史の理解は進んでいない．地形学的指標に依存しない手法として，基盤岩の岩石・鉱物から直接的に熱史を復元できる低温熱年代法については，沿岸部を中心に散点的なデータの報告があるのみである（Sueoka & Tagami, 2019のFig. 3参照）．したがって，本地域における内陸部での低温領域の熱年代データを拡充・蓄積することで，熱年代値の空間的な傾向から四国山地の形成プロセスの解明が期待される．そこで，筆者らの研究グループでは地殻浅部（2〜6 km深度）の熱史・削剥史を推定可能なアパタイト・ジルコン(U-Th)/He法（以降，それぞれAHe法，ZHe法）およびアパタイトフィッション・トラック法（AFT法）に基づく熱年代学的分析を試みている．岡本（2023）ではそのうち四国山地に分布する中新世の花崗岩類について報告したが，本稿ではその後得られた中国山地のシルル紀〜白亜紀の花崗岩類，および高縄・讃岐山地の白亜紀花崗岩類の熱年代データについて報告する．

熱年代測定結果と解釈

山地横断方向の空間的な熱年代の傾向を把握するため，主に南北方向にサンプリングを行った．本研究で測定した試料は，シルル紀〜白亜紀の花崗岩類計9点であり，それぞれについて熱年代分析を試みた．AHeおよびZHe年代測定はメルボルン大学で，AFT年代測定は東濃地科学センターで実施した．結果として，8点のAHe年代は約52〜7 Ma，4点のAFT年代は約90〜21 Ma，9点のZHe年代は約200〜70 Maの範囲を示した．これらの値は各手法の閉鎖温度を考えると整合的な関係を示している．

岩体の形成年代ごとに熱年代値を見ると，シルル紀花崗岩（三滝花崗岩類）では，ZHe年代は約200 Ma（n=2），AFT年代は21 Ma（n=1）で，AHe年代は9〜7 Ma（n=2）の年代を示した．白亜紀岩体（高縄半島，讃岐山地）では，ZHe年代は90〜71 Ma（n=7），AFT年代は90〜70 Ma（n=3），AHe年代は50〜17 Ma（n=6）となった．岡本（2023修論）は中新世岩体（石鎚，宇和島，沖ノ島）の熱年代値について，ZHe年代が12〜7 Ma，AFT年代の誤差範囲が大きい石鎚の年代を除くと約10 Ma，AHe年代が8〜6 Maと報告した．

地質学的知見

得られた熱年代値の空間的傾向に着目する．ZHe年代では空間的に明瞭な増減傾向は見られず，中新世の岩体を除いて全て70 Maよりも古い年代が得られた．AFT年代は90～10 Ma前後であり，岩体の形成年代に依らず中央構造線より南側に向かって若化していく傾向が観察された．同様に，AHe年代も形成年代に関わらず，中央構造線より北側では60～20 Maの年代，南側は全て10 Maを切る若い年代となった．また，本研究で得られた年代データと近い既往研究の熱年代データ（ZFT年代: Shinjoe & Tagami, 1994; Tagami & Shimada, 1996; Walis et al., 2004, 黒雲母K-Ar年代: Shibata & Nozawa, 1967, AFT年代: Hasebe et al., 1993; 1997; 後藤，2001； 荒田 & 長谷部，2008）は，閉鎖温度の関係を考慮すると概ね整合的である．ただし，先行研究には堆積岩や変成岩を対象としたデータも含まれる．以降，閉鎖温度が最も低いAHe年代に焦点を当てて，その空間的傾向から四国山地の隆起・削剥履歴を議論する．

中央構造線より南部では，西南日本弧の時計回り回転の時期（18～16 Ma：星，2018）よりも有意に若いAHe年代が得られた．また，これらのAHe年代は，室戸半島における四万十帯の堆積岩のAFT年代に基づいて推定された，西南日本弧の10 Ma頃の広域的な冷却イベント（荒田 & 長谷部，2008）と整合的であり，フィリピン海プレートの斜め沈み込みが開始した3 Ma頃より有意に古い．これらの観察事実を総合すると，以下の仮説が考えられる：(a) 四国山地は時計回り回転イベントや大規模火成活動が生じた中期中新世頃に広域的な隆起を被り，10～6 Maに掛けて隆起・削剥が進行，(b) 中新世頃の広域的なイベントを経て，第四紀の東西圧縮による影響を受けたが，AHe年代が部分的に若返る程度の隆起・削剥（1～2 km未満）であったか，中央構造線より南側のみが沈み込みに伴う隆起・削剥が活発化した．今後は，AFT長測定に基づく熱史逆解析による10 Ma前後の冷却史の高精度化や，超低温の熱年代法（例えば，OSL法，MFT法など）の適用による第四紀の削剥史の制約により，上記仮説の検証と改訂が期待される．

謝辞

本報告は科学研究費用助成事業 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，代表者：福田 将眞」の成果の一部である．

引用文献

荒田孔明 & 長谷部徳子 (2008). アパタイトのトラック長分布からみた四万十帯の熱履歴—四国・九州について— FTNL 21, 39-41.

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—. 科研費報告書. 10440144.

Hasebe, N., Tagami, T., & Nishimura, S. (1993). The evidence of along-arc differential uplift of the Shimanto accretionary complex: Fission track thermochronology of the Kumano Acidic Rocks, Southwest Japan. Tectonophysics, 224(4), 327-335.

Hasebe, N., Tagami, T., & Nishimura, S. (1997). Melange-forming processes in the development of an accretionary prism: Evidence from fission track thermochronology. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 102(B4), 7659-7672.

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(9), 675-691.

Kamata, H., & Kodama, K. (1999). Volcanic history and tectonics of the Southwest Japan Arc. Island Arc, 8(3), 393-403.

岡本晃 (2023), 低温領域の熱年代学に基づく四国山地の削剥史の推定, 京都大学修士論文.

Shinjoe, H., & Tagami, T. (1994). Cooling history of the Sanbagawa metamorphic belt inferred from fission track zircon ages. Tectonophysics, 239(1-4), 73-79.

Shibata, K., & Nozawa, T. (1967). K-Ar ages of granitic rocks from the Outer Zone of Southwest Japan. Geochemical Journal, 1(3), 131-137.

Sueoka, S., & Tagami, T. (2019). Low-temperature thermochronological database of bedrock in the Japanese Islands. Island Arc, 28(4), e12305.

Tagami, T., & Shimada, C. (1996). Natural long-term annealing of the zircon fission track system around a granitic pluton. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 101(B4), 8245-8255.

田力正好．(2005)．河成段丘を用いて推定される内陸部の広域的地殻変動：現状と課題．地理科学, 60(3), 143-148.

Wallis, S., Moriyama, Y., & Tagami, T. (2004). Exhumation rates and age of metamorphism in the Sanbagawa belt: new constraints from zircon fission track analysis. Journal of Metamorphic Geology, 22(1), 17-24.