

## 熱年代学と地震学とのリンク - 跡津川断層のフィッション・トラック温度履歴解析による断層強度推定 Thermal Anomaly and Strength of Atotsugawa Fault, Central Japan, Inferred from Fission-Track Thermochronology

山田 隆二<sup>1\*</sup>, 溝口 一生<sup>2</sup>YAMADA, Ryuji<sup>1\*</sup>, MIZOGUCHI, Kazuo<sup>2</sup><sup>1</sup> 防災科学技術研究所, <sup>2</sup> 電力中央研究所<sup>1</sup>NIED, <sup>2</sup>CRIEPI

熱年代学の応用分野の一つとして、断層の活動史の復元と断層周辺の熱異常の検出がある。断層活動に伴う時間と温度の情報を読み出すことで、破壊に伴うエネルギー収支等に対する制約が得られる。これまでフィッション・トラック (FT) 法を用いた熱年代学的解析によって、いくつかの断層周辺の熱異常の検出が行われている。ここではもう一步進めて、断層を構成する物質の物性値に制約を与えることを試みた。

跡津川断層系の断層破砕帯露頭にて採取した試料から分離したジルコン・アパタイトのフィッション・トラック年代測定を行ったところ、一つの断層粘土試料において熱異常が検出された (Yamada et al., 2009)。跡津川と高原川の合流点から約 1.5 km 上流で、神岡鉱山・佐古西構造坑道の抗口 (海拔約 370 m) 付近の跡津川右岸約 20 m の間に、飛騨変成岩類を原岩とする 6 個の雁行する断層破砕帯が確認された。各破砕帯の幅は約 20-30 cm で、中心部には 1-3 cm 厚の断層ガウジが分布するが目立つ pseudotachylyte 層はみられない。年代測定試料は、各ガウジ部と約 10 cm 離れた破砕岩部および、比較対象として破砕の少ない離れた 2 地点から得た。年代測定の結果、ほとんどのジルコン FT 年代値 (120-150 Ma) とアパタイト FT 年代値 (44-60 Ma) は飛騨帯に貫入した花崗岩類の定置年代と一致した。一つのガウジ試料のアパタイト FT は、統計的に有意に若い年代 ( $32.1 \pm 3.2$  Ma) とユニモーダルな長さ分布を持ち、2 次的な加熱による熱異常の影響を示唆する。熱異常が認められたのは約 2cm と非常に狭い範囲で採取されたガウジ試料であるため、熱源としては、破砕帯が高温流体に満たされたのではなく、おそらくアパタイト年代頃にガウジを生じさせた最初の断層運動による摩擦発熱の可能性が高い。

上記の熱異常の原因として単一の断層摩擦発熱を想定し、摩擦による仕事は全て熱に変換されると仮定して発熱・拡散モデリングによって摩擦係数と試料の初期深度を評価した。摩擦熱の拡散に要する時間は断層活動間隔に比べて十分短いため、複数回の発熱の蓄積は無視できる。FT データと露頭における試料の配置から、摩擦発熱中心部のアパタイト FT 年代はリセットするが、10 cm 地点ではどちらもありセットしないと言う制約が得られる。1 次元の熱拡散モデルを用いて、ガウジの内部と外部における温度の経時変化を計算した。モデル空間は、10 cm 厚の発熱部と 1000 cm の周辺の岩石から構成される。初期条件は、一定の深度における均等な温度分布を与える。地温勾配、岩石密度、熱容量、熱伝導率およびすべり速度はそれぞれ 30 °C/km、1000 J/kg K、3.0 W/m K、1 m/s の定数を与えた。総すべり量は 1858 飛越地震の規模が Mw7.0-7.9 と見積もられることを考慮し 5 m とした。計算の結果、実効加熱時間はスリップ時間よりも有意に長く、特定の地点において最高温度に到達するには発熱から遅延が生じる。中心部と 10cm 地点における最高温度は摩擦係数と初期深度により異なるが、その継続時間はそれぞれ約 100 秒間と約 10000 秒間とほぼ一様な値となった。これらを実効加熱時間とし、ジルコン・アパタイト FT の annealing kinetics を用いて温度条件に変換すると、中心部の最高到達温度は 400 - 750 °C、10 cm 地点では 250 °C 以下の範囲となる。これらの制約条件を満たす初期深度と摩擦係数の組み合わせを求めた結果、深度 2km では 0.6 以上、3km では 0.4 - 0.8 と推定された。この値は、跡津川断層から採取したガウジ試料を用いて行った室内摩擦実験によって得られた値 (約 0.6) とほぼ同じである。今回は間隙水の影響を考慮していないが、間隙水がある場合、温度上昇は上記の計算よりも低くなるためより大きな強度が必要となる。従って、これらの見積りは下限値と見なされる。

Yamada, R. et al, 2009, In: Thermochronological Methods: From Paleotemperature Constraints to Landscape Evolution Models, Lisker, F., Ventura, B., Glasmacher, U. A. (Eds.), 331-337, The Geol. Soc., London, 324.

キーワード: 熱年代学, FT, 断層強度, 摩擦発熱, 跡津川断層

Keywords: Thermochronology, Fault strength, Frictional heat, FT, Atotsugawa Fault