

氏 名	むら 村 上 雅 紀
学位の種類	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 2775 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学位論文題目	Zircon fission-track thermochronology of fault zones: short-term heating experiments and thermal history analysis of Nojima fault and Asuke shear zone, Japan (断層帯のジルコンフィッシュントラック熱年代学：短時間加熱実験および野島断層と足助剪断帯の温度履歴解析)
論文調査委員	(主 査) 助教授 田 上 高 広 教 授 嶋 本 利 彦 教 授 平 島 崇 男

論 文 内 容 の 要 旨

断層運動による熱の発生と輸送を熱年代学によって定量的に評価することは、地震断層の力学、変動帯の熱収支、そして断層の運動履歴などを明らかにするための重要な手がかりとなる。本研究では、まず高温短時間加熱実験を行い、ジルコン中のフィッシュン・トラック (FT) のアニーリングされる条件を求めた。その結果、912℃-3.9秒と858℃-10.4秒の加熱をしたジルコン中のFTはほぼ完全に消滅した。これは、シュードタキライトの生成条件にはほぼ相当する事から、ジルコンFT法はその年代決定に十分有効であることが分かった。

次に、この結果に基づき、淡路島平林地域において野島断層を掘削した地質調査所750mボーリングコア試験とシュードタキライトを含むトレンチ試料、そして愛知県足助剪断帯から採取されたシュードタキライト試料についてジルコンFT解析を行った。その結果、次のことが明らかになった。

(I) 地質調査所750mボーリングコアFT分析

断層近傍に顕著なFTの短縮が見出された。これは領家花崗岩類の初期冷却後現在までの間に、ジルコンFTのアニーリング領域での加熱が断層沿いに起こったことを示す。ジルコンFTの年代と長さの分布から、約30-40Maの最終冷却が記録されていることが分かった。また、熱異常帯の幅を約20mと絞り込むことができた。岩石の変形/変質データも参照すると、この加熱は熱水活動によることが示唆される。

(II) 野島断層シュードタキライトのFT分析

トレンチ調査で採取された幅2-10mmのシュードタキライトを対象に、ジルコンFT分析をおこなった。その結果、シュードタキライトのジルコンFT年代は約56Maを示し、周囲の領家花崗岩類の初期冷却年代 (74Ma) よりも有意に若いことが分かった。また、断層摩擦発熱のような高温短時間 (1000℃-5秒間) の加熱を仮定し、その熱拡散と Tagami et al. (1998) のモデルからFT短縮帯の幅を計算すると約2.5mmとなり、実際の分析結果と大きく矛盾しないことが分かった。従って、56Maはシュードタキライトの最終生成年代であると解釈される。

以上より、野島断層については断層近傍における2つの熱以上帯の存在が明らかになった：(1) 熱水活動によるものと思われる幅約20mの熱異常帯 (約30-40Ma)、(2) 断層摩擦発熱によるものと思われる幅2-10mmの熱異常帯 (約56Ma)。これらの結果から、野島断層の初期形成は56Ma以前にさかのぼり、従来大阪層群の分布から推定されていた形成時期 (1.2Ma: Murata et al., 2001) よりも遙かに古いことが分かった。

(III) 足助剪断帯田振露頭シュードタキライトのFT・ウラン鉛年血年代測定

露頭で採取された幅11cmのシュードタキライトを対象に、FT及びウラン鉛年代測定をおこなった。その結果、シュードタキライトのジルコンFT年代は約53Maを示し、周囲の領家帯花崗岩のジルコンFT初期冷却年代及びウラン鉛年代 (72-73Ma) よりも有意に若いことが分かった。また、シュードタキライト直近の断層駕氏から得られたジルコン中から、

再加熱を示唆する短縮FTも見つかった。従って、53Maはシュードタキライトの最終生成年代であると解釈される。

論文審査の結果の要旨

本学位申請論文は、断層運動による熱の発生と輸送の定量的評価を目指して、ジルコン中の核分裂飛跡（フィッション・トラック、以下FT）の短時間加熱による修復・消滅（アニーリング）特性の実験的決定と、ジルコンFT熱年代学を用いた野島断層と足助剪断帯の温度履歴解析を行ったものである。

断層運動による熱の発生と輸送を理解することは、地震発生の力学とエネルギー収支を明らかにする上できわめて重要であり、また、変動帯の熱収支や造山運動の研究のためにも欠かすことができない。このための重要な束縛条件として、断層帯の温度上昇とその時間変化の定量的検討、即ち温度履歴解析が必要であり、そのための有効なアプローチの1つが、放射年代による岩石の温度履歴解析、いわゆる熱年代学である。しかしながら、実験の困難さや適切な試料の入手の難しさ、また、得られたデータの解釈の難しさなどのため、研究はこれまでほとんど発展してこなかった。本論文は、世界に先駆けてこのような問題に正面から取り組んだものであり、その研究成果は以下の3点に要約される。

まず、断層摩擦発熱を想定した数秒程度の正確な加熱実験を行うために、黒鉛炉と放射温度計を組み合わせた加熱装置をセットアップし、ジルコンの標準試料を用いてFTの短時間加熱条件での熱アニーリング特性を決定した。これによって、ジルコンFT熱年代計が断層摩擦熱など短時間スケールの温度履歴解析に適用できることを初めて明らかにした。

次に、この方法を用いて、野島断層（平林地域）の掘削試料とトレンチ試料についての温度履歴解析を行った。その結果、断層付近でジルコン中のFTがアニーリングされていること、また、断層面内の位置によって、記録されている熱異常帯の幅と最終冷却の時期に違いがあることが明らかになった。そこで、1次元熱伝導計算とジルコンFT熱年代計のアニーリングモデルから、断層摩擦熱を熱源とする場合に予想される平均トラック長のプロファイルを求めた。これと実際の解析データとの比較から、トレンチ試料は断層摩擦発熱によるシュードタキライトの最終生成の時期を記録していること、また、掘削資料は熱水による地殻深部からの熱輸送の時期を記録していることが示唆された。この研究は、活断層に対して信頼度の高い熱寧第学解析を世界に先駆けて行った重要な貢献であり、加えて、地震発生帯において形成されと考えられるシュードタキライトの年代決定のためのブレイクスルーともなった。

さらに、ジルコンを用いたシュードタキライトの年代学を確立するために、足助剪断帯に産する溶融の証拠が明確なシュードタキライトおよびその周辺の岩石をFT法とウラン鉛法により分析した。その結果、シュードタキライトのジルコンFT年代は周囲の領家花崗岩類のジルコンFT年代及びウラン鉛年代よりも有意に若いことから、断層摩擦発熱によるシュードタキライトの最終生成の時期を示すと解釈される。この研究にやって、シュードタキライトにジルコン年代学を適用する際の方法論が更に深められた。

以上のように、本論文は、博士（理学）の学位論文として価値あるものと認められる。論文内容とそれに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。