

氏 名	やま だ くに み 山 田 国 見
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3016 号
学位授与の日付	平 成 18 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	Thermochronology using (U-Th)/He dating method: investigation for effects of secular disequilibrium on (U-Th)/He ages and uplift history of the Tanzawa Mountains in the South Fossa Magna region. (ウラン・トリウム・ヘリウム法による熱年代学: 放射系列の非平衡状態が年代に与える影響と南部フォッサマグナ地域、丹沢山地の上昇史の研究)
論文調査委員	(主 査) 助教授 田 上 高 広 教 授 嶋 本 利 彦 教 授 小 畑 正 明

論 文 内 容 の 要 旨

さまざまな放射年代測定法のうち、ベクレルによる放射能の発見後、最初に試みられた (U-Th)/He 法は、その後一世紀近くに渡ってほとんど省みられなかった。しかし近年、地質学的に意味のある非常に閉鎖温度の低い (アパタイトの場合 100°C 以下) 冷却年代であると再解釈され、アパタイト、ジルコン、スフェーン等を用いた熱年代学的研究が行われている。特にアパタイトの閉鎖温度は良く研究された他のどの放射年代法と比べても低い。また、この方法は壊変定数が U-Pb 法に比べて 6~8 倍大きく、放射起源ヘリウムの蓄積が始まった時点での初期ヘリウムを無視できることから放射起源ヘリウムが少量でも容易に検出でき、質量分析装置中のブランクヘリウムの量が無視できることから少量のヘリウムを高精度で測定することができるなど原理的に若い試料の年代測定に適している。

ただし、約 1Ma 以下の (U-Th)/He 年代については、U-238 の放射壊変系列における化学的な分別が放射平衡を前提とした年代に無視できない影響を与えることが指摘されている。約 300ka という若い試料では影響が検出されているが、実際にどの程度の年代まで補正が必要なのかは明らかではなかった。これはその閉鎖温度の低さを利用して (U-Th)/He 法を低温領域を対象とする熱年代計として用いる上で重要な課題であり、さらなる系統的な研究が必要であった。

本研究では (U-Th)/He 法の放射非平衡による影響について火山岩の K-Ar 年代を用いて詳細に研究し、次にこの補正を考慮した (U-Th)/He 熱年代法を実際の上昇帯に適用した。まず、九州、豊肥火山地域の若い火山岩を高精度で K-Ar 年代測定した。これにより各岩体の噴出年代を決定し、山甲川流紋岩については広域火山灰の給源である耶馬溪火砕流堆積物との年代関係をはっきりと決めることができた。渡神岳火山岩類についてはガウス正磁極期中の反転イベントよりも若い年代を示し、今回測定した岩体が渡神岳山頂に分布するいわゆる渡神岳火山岩類と異なる岩体である可能性を示した。

次に、噴出後急冷した火山岩は異なる放射年代法の間で等しい年代を示すと考えられるから、既に高精度で年代を決定した豊肥火山地域の火山岩の K-Ar 年代と、新たに測定した (U-Th)/He 年代とを比較することで (U-Th)/He 年代における放射非平衡の影響の程度を明らかにした。これにより、~0.3-0.4Ma 程度でも非平衡の影響は観察されること、これまでよりも化学分別の程度が大きなアパタイトに対しても補正が有効であること、理論上の限界よりも低い 0.7Ma 程度で非平衡の年代に対する影響は見られないこと、が明らかになった。

そして、非平衡の影響について調べられた (U-Th)/He 熱年代法とフィッション・トラック法を現世の活動的な島弧島弧衝突帯である南部フォッサマグナ地域に露出する丹沢トータル岩複合岩体に対して適用した。まず、複合岩体の (U-Th)/He 年代はサンプリングの地域や高度との相関を示さず、従来の放射年代に比べてはるかに一様な結果となった。これはジルコン (U-Th)/He 年代である $3.3 \pm 0.2\text{Ma}$ 、~200°C 以降は岩体が一様に上昇・冷却したことを意味し、この時期について示されたのは本研究が初めてである。また、~5-7Ma 以降の上昇速度には時期によって 3 倍程度の変化が見られた。この変動は時期的には伊豆小笠原弧と日本弧の多重衝突に伴う南部フォッサマグナ地域のテクトニクス場の変化を反映する

と解釈される。

論文審査の結果の要旨

本学位申請論文は、近年実用化された (U-Th)/He 年代測定法について、重要な問題点の一つである若い試料における放射非平衡の与える影響を実験的に評価するとともに、現世の活動的な島弧島弧衝突帯である南部フォッサマグナ地域に露出する丹沢トータル岩複合岩体に対して適用し、その上昇冷却史復元に初めて成功したものである。

地球／惑星を構成する物質の年代測定は、地球惑星系の時間発展に伴う様々な現象を解き明かすための枠組みを与えることから、新しい手法の導入と確立は多くの重要な新知見をもたらしてくれる。ベクレルによる放射能の発見後、最初に試みられた放射年代測定法である (U-Th)/He 法もその例外ではない。この方法は、時間と共に鉱物中に蓄積される He が拡散により散逸しやすいため年代値を過小見積もりする事が多く、その後一世紀近くに渡ってほとんど忘れ去られていた。しかし近年、その年代が非常に閉鎖温度の低い（アパタイトでは約 70°C）冷却年代を示す事が再認識され、地質学的に重要な情報を与える事が明らかになった。現在では、アパタイト、ジルコン、スフェーンなどの含ウラン鉱物を用いた熱応答性のきわめて高い熱年代学的方法として、大陸地殻に関係する様々な熱現象を解明するために応用され始めている。また、この方法は、同位体測定のブランクが低いことと壊変定数が大きいことから、若い試料に対する時間分解能が高いというもう一つの特徴を持つ。このため、若い火山活動や造山運動の解析に広く適している。

この方法にはいくつかの問題点が残されているが、その一つが U-238 の放射壊変系列における非平衡の影響の評価と補正である。これは、(U-Th)/He 法において、放射平衡を前提として年代値を求める事から生じる。従って、本来若い試料に限られた問題であるが、上記した (U-Th)/He 法の特徴を生かすためには、実際にどの程度の年代まで補正が必要なのかを正確に知る必要があった。そこで本研究では、九州豊肥火山地域の若い火山岩について、高精度な K-Ar 年代と (U-Th)/He 年代とを比較・検討した。これにより、約 0.3-0.4 Ma 程度でも非平衡の影響は観察されること、これまでよりも化学分別の程度が大きなアパタイトに対しても補正が有効であること、また、理論上の限界より低い 0.7Ma 程度でも非平衡の年代に対する影響は見られないこと、が明らかになった。

そして次に、この方法を用いて、南部フォッサマグナの衝突現象解明の鍵の一つである、丹沢トータル岩複合岩体の上昇冷却史を初めて明らかにした。ジルコンとアパタイトの (U-Th)/He 年代は、採取した試料の地域や高度との相関を示さず、従来の放射年代に比べてはるかに一様な冷却年代を与えた。これはジルコン (U-Th)/He 年代である 3.3 ± 0.2 Ma、約 200°C 以降、岩体が一様に上昇・冷却したことを意味する。また、約 5-7Ma 以降の上昇速度には時期によって 3 倍程度の変化が見られた。これは、伊豆小笠原弧と日本弧の多重衝突に伴う南部フォッサマグナ地域のテクトニクス場の変化を反映すると解釈される。

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。