

丹沢トータル岩体の (U-Th)/He 年代
山田国見*・田上高広*・K. A. Farley**

(U-Th)/He ages of Tanzawa tonalite

Kunimi Yamada*, Takahiro Tagami* and K.A. Farley**

* 京都大学大学院理学研究科, Graduate School of Science, Kyoto Univ.

** カリフォルニア工科大学地質学惑星科学教室, Div. Geological & Planetary Sciences, CIT.

まえがき

(U-Th)/He 年代法はウラン、トリウム元素の放射壊変に基づく年代測定法である。また娘核種として用いるヘリウム 4 の結晶内での拡散速度は比較的速く、これらの点でフィッション・トラック法といくつかの共通点を持つ。また実際の実験において、結晶ひとつひとつの (U-Th)/He 法への向き不向きを顕微鏡下で評価しなければならない点も共通している。一方で自発核分裂とアルファ壊変の定数の差から、数 Ma といった若い年

代に対しての測定誤差に関しては、(U-Th)/He 年代のほうが小さくなることが期待される。ただしアルファ粒子の運動エネルギーに起因する結晶の大きさと形状からの年代に対する補正値を含む測定誤差、結晶内の親核種分布の不均一の可能性(とそれによる系統誤差)、親核種に関して系が閉じてから極めて若い (<~500ka) 場合のウランとトリウムの非平衡に起因する系統誤差など、絶対年代としての信頼性は測定誤差に比べれば低いものにならざるを得ない。それでも注意深く扱うこ

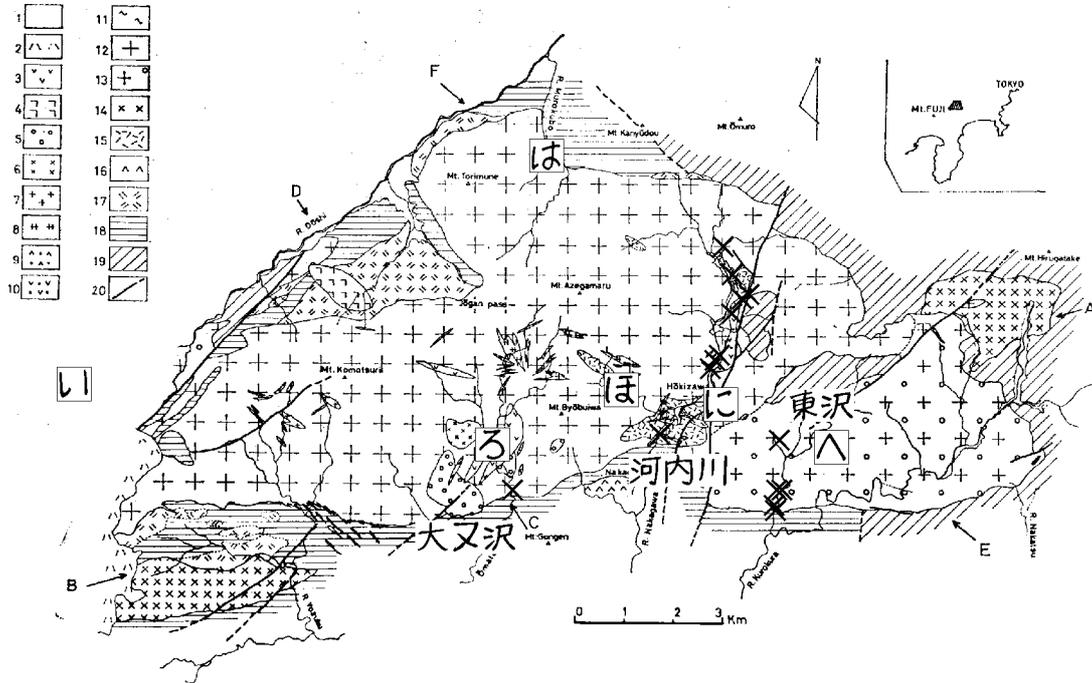


図 1: 丹沢トータル岩複合岩体 (Takita, 1974 に加筆)。×は本研究での資料採取地。い-へは図 2 の横軸に対応。岩層区分は 1. 堆積物, 2. 富士火山灰, 3. 地蔵平侵入岩類 (大又火砕岩除く), 4. 角閃石ひん岩, 5. 大又火砕岩, 6. 富士見型, 7. モミの木沢型, 8. 地蔵沢型, 9. 用木沢型, 10. 板小屋沢型, 11. 箱根沢型, 12. 畦ヶ丸型, 13. ユウシン型, 14. 熊木沢型, 15. 大滝沢型, 6-15. 丹沢トータル岩複合岩体, 16. 丈象斑岩, 17. 斑れい岩類, 18. 変成岩類, 19. 丹沢層群, 都留層群, 20. 断層。なお、記述されていないが"い"の地域はユウシン型丹沢トータル岩複合岩体が露出する。

とで従来得られなかった新しい知見を得ることも可能であろう。ここでは現在研究中の丹沢トータル岩体低温冷却史に関して、主に (U-Th)/He 年代に関連する事柄を述べる。

なお、本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（特別研究員奨励費）による研究成果の一部である。

地質概略

丹沢トータル岩体は神奈川県丹沢山地の中心に位置する南北 5km、東西 20km の複合深成岩体である (Takita, 1974: 図 1)。南部フォッサマグナ地域に産する深成岩体としては甲府複合岩体に次ぐ大きさを誇り、また最も新しい冷却年代を示す (Kawano and Ueda, 1966)。深成岩体を取り巻く丹沢層群はいわゆるグリーンタフ類であり、主として陸源物質をほとんど含まない海洋性の塩基性火山噴出物の堆積層で構成され、その一部は広域変成作用を示し、微化石等からその年代は中新世とされている。ただし一部に主に陸源物質で構成される礫岩層を持つ。南部フォッサマグナ地

域の北向き鋭角構造とその外側の帯状構造の屈曲、伊豆小笠原弧を乗せたフィリピン海プレートの運動方向、断層解析等から丹沢層群は伊豆半島以前に北上し本州に衝突した伊豆小笠原弧の火山島だと指摘されている (Niitsuma, 1982)。丹沢層群の南北にある浅海性堆積層の年代から、丹沢トータル岩体を含む源丹沢層群 (丹沢島) の本州弧への衝突は~8 Ma、伊豆島の衝突は 1-2 Ma とされている。このことから、丹沢層群の冷却上昇過程を明らかにすることは島弧同士の衝突による付加体の変形・成長過程と地形の発達史の解明につながる。丹沢トータル岩体に関するこれまでの年代学的研究の結果は図 2 である。

試料は岩体東部の中沢沿いで 5 カ所、中東部の河内川沿いで 11 カ所、中部の大又沢沿いで 1 カ所採取した (図 1)。ほとんどは新鮮な完晶質花崗岩質の岩石だが、アパタイト、ジルコンの含有量については大きな差が見られ、中にはまったくそれらを含まない岩石もあった。分離はアイソダイナミックセパレーターとジヨードメタンを用いて行い、一部はフッ酸ないし硝酸で処理した。

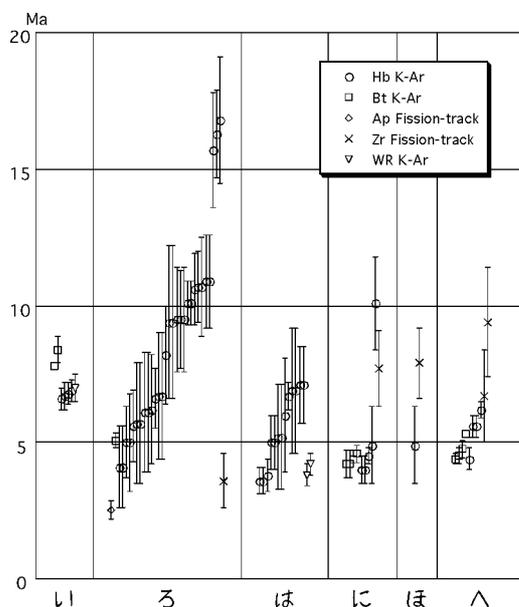


図 2: 丹沢トータル岩体既報年代一覧。横軸は図 1 の地域毎、年代法毎に若い順に並べてある。Kawano and Ueda (1966): WR K-Ar; Sato et al. (1986, 1990): Hb, Bt K-Ar, Ap Fission-track; Saito et al. (1991): Hb, Bt K-Ar; Ito et al. (1989): Zr Fission-track から作図。

(U-Th)/He 法

実験はカリフォルニア工科大学で行った。実験の詳細については Farley (2002) を参照された。前述した (U-Th)/He 年代値の不確かさをなるべく小さなものにするため、十分な結晶が得られた試料については 2 つずつの年代測定を行った。それぞれの年代値は単結晶ではなく、4 粒の結晶から得られた多粒子年代である。

結果と解釈

現在、アパタイト (U-Th)/He 年代は 25 の、ジルコン (U-Th)/He 年代は 24 の予察的な値を得ている。このうち、大又沢沿いのひとつの岩石から得た 2 つずつのアパタイト、ジルコンの (U-Th)/He 年代は全て 0.07 Ma の範囲で極めて良い一致を示した。ここで大又沢沿いには大又火砕岩あるいは地蔵平侵入岩と呼ばれる、第四紀に貫入した火成岩が一部に露出しており (活動が終

わり山体部分は全て削剥されてしまった火山の火道の名残とされる。松田, 1991), アパタイトとジルコンの年代が一致することからいったん冷却した後再加熱→急冷という冷却過程をたどった可能性が高く, トーナル岩体の冷却年代とは無関係と考えられる。また, ジルコンの年代のひとつは 7 Ma 以上と明らかに異常に古い値を示し, この原因としては例えば親核種の不均一分布が考えられる (例えば Tagami et al., 2003a の Fig. 1, 2 を参照)。

残りの値は特に地域的な偏りや傾向を示さなかった。このことから少なくとも東部丹沢トーナル岩体はジルコン (U-Th)/He 年代の閉鎖温度 (約 180°C, Tagami et al., 2003b) 以降水平に上昇・削剥されたと考えられる。上述した 5 つの年代を除くとアパタイトの平均年代は約 1.9 Ma, ジルコンの平均年代は約 3.3 Ma の値を得た。既報年代と合わせて閉鎖温度と年代値の関係を図 3 に示す。ホルンブレンド K-Ar 年代における過剰アルゴンの見積もりによって直線または低温で素早く冷える特殊な冷却過程があったとする説 (Sato et al., 1986, 1990) と高温ほど素早く冷える自然な冷却過程であったとする説 (Saito et al., 1991) があるが, (U-Th)/He 年代だけに注目するとやや後者より見える。

まとめ

丹沢トーナル岩体の東部を中心に約 25 ずつのアパタイト, ジルコン (U-Th)/He 年代を測定し, 一部を除いた平均値として約 1.9, 3.3 Ma の値を得た。一ヶ所を除いてははっきりとした地域的な偏りはなく, 少なくとも 200°C 程度以下では全体的に水平に近い状態で上昇したと考えられる。唯一の例となった第四紀の貫入を受けた大又沢付近では, それに起因すると思われるジルコン (U-Th)/He 年代の若返りが見られ, アパタイト (U-Th)/He 年代と良く一致することから貫入後速やかに冷却したと考えられる。

今後, フィッション・トラック年代や Ar-Ar 年代を含め丹沢トーナル岩体全体の年代データを

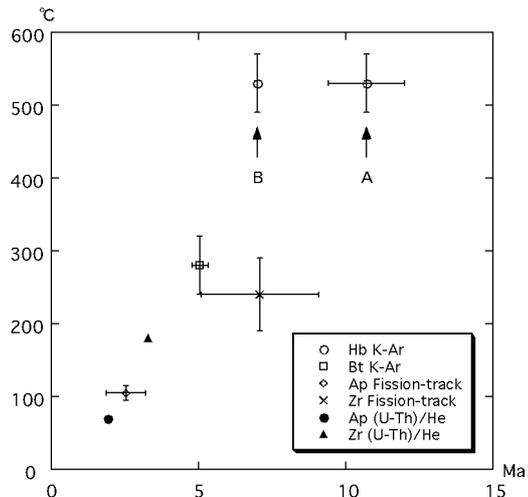


図 3: 丹沢トーナル岩体冷却過程。既報論文で採用された年代値と各年代法の閉鎖温度から作図した。(U-Th)/He 年代については予察的な値であるから誤差は記入しなかった。A は Sato et al. (1986), B は Saito et al. (1991) によるホルンブレンド K-Ar 年代。

充実させるとともに, それらを岩体の上昇に関する地形学あるいは測地的なデータと比較検討することで南部フォッサマグナ地域の成長史解明につなげたい。

文献

- Farley, K. A., 2002, *Rev. Min.*, 47, 819-844.
- Ito, H., R. B. Sorkhabi, T. Tagami, and S. Nishimura, 1989, *Tectonophysics*, 166, 331-344.
- Kawano, Y. and Y. Ueda, 1966, *J. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, 56, 41-55 (in Japanese with English abstract).
- 松田時彦, 1991, 丹沢山地の地質と生い立ち, 南の海からきた丹沢——プレートテクトニクスの不思議, 神奈川県立博物館編, 有隣堂。
- Niitsuma, N., 1982, *Chikyū*, 4, 326-333 (in Japanese).
- Saito, K., I. Otomo, and T. Takai, 1991, *J. Geomag. Geoelectr.*, 43, 921-935.
- Sato, K., K. Shibata, and S. Uchiyumi, 1986, *J. Geol. Soc. Japan*, 92, 439-446 (in Japanese with English abstract).

Sato, K., M. Suzuki, and K. Shibata, 1990, *J. Geol. Soc. Japan*, 96, 69–72 (in Japanese with English abstract).

Tagami, T., K. A. Farley and D. F. Stockli, 2003a, *EPSL*, 207, 57–67.

Tagami, T., K. A. Farley and D. F. Stockli, 2003b, *Geochim. et Cosmochim. Acta* 67, S1, A466.

Takita, R., 1974, *J. Geol. Soc. Japan*, 80, 505–523.