

# 北部フォッサマグナ谷川岳深成岩体のフィッション・トラック年代とジルコンのTh/U比

大平寛人\*・本多照幸\*\*

Fission track age and Th/U abundance ratio of zircon from the Tanigawadake Pluton, North Fossa Magna, Central Japan.

Hiroto OHIRA\* and Teruyuki HONDA\*\*

## はじめに

北部フォッサマグナ地域には新第三紀以降に貫入定置した花崗岩類が広く分布している。これらの花崗岩類の放射年代については、群馬・新潟県境に位置する谷川岳岩体について黒雲母のK-Ar年代(川野ほか, 1992 a)が、松本地域の和田・美ヶ原岩体についてはジルコンのFT年代(奥水ほか, 1987)などが報告されているものの、貫入年代・冷却年代ともに測定例が極めて少ない。今回、北部フォッサマグナ地域で最も大きな深成岩体である谷川岳岩体について、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試みた。あわせて放射化分析法によってジルコンのTh/U比を求め、フィッショントラック年代値におよぼす影響について検討した。

## 地質概要

谷川岳深成岩体の岩石学的研究は川野ほか(1992a)によって詳細になされている。それによれば、同岩体は周

囲から中心に向かうにつれて酸性岩へと変化する累帯深成岩体で、主に周辺相、主岩相、中心相の3つの岩相に区分されるとされる。周辺相は岩体周辺部あるいは古期の変成岩がルーフとして存在する尾根沿いなどに局所的に分布し、鏡下では斑状組織を示すことから、比較的急冷した岩相であるとされている。主岩相は岩体の主要部分を構成し、細粒等粒状の一部角閃石を含む輝石黒雲母花崗閃緑岩である。中心相は岩体中央部万太郎沢中流部に小規模に分布し、中粒等粒状の一部角閃石を含む黒雲母花崗閃緑岩～花崗岩である。いずれの岩相においても鏡下で斜長石の累帯構造が顕著であり、正累帯もしくは波動累帯構造を示すとされている。また岩石化学的特徴から一連の分化によって形成されたとされている(川野ら, 1992a)。本岩体の放射年代については、黒雲母のK-Ar年代が3.1~3.9Maであり、試料採取高度とK-Ar年代値の違いから、同岩体の定置後の上昇速度を約1400m/Maと推定している(川野ら, 1992b)。

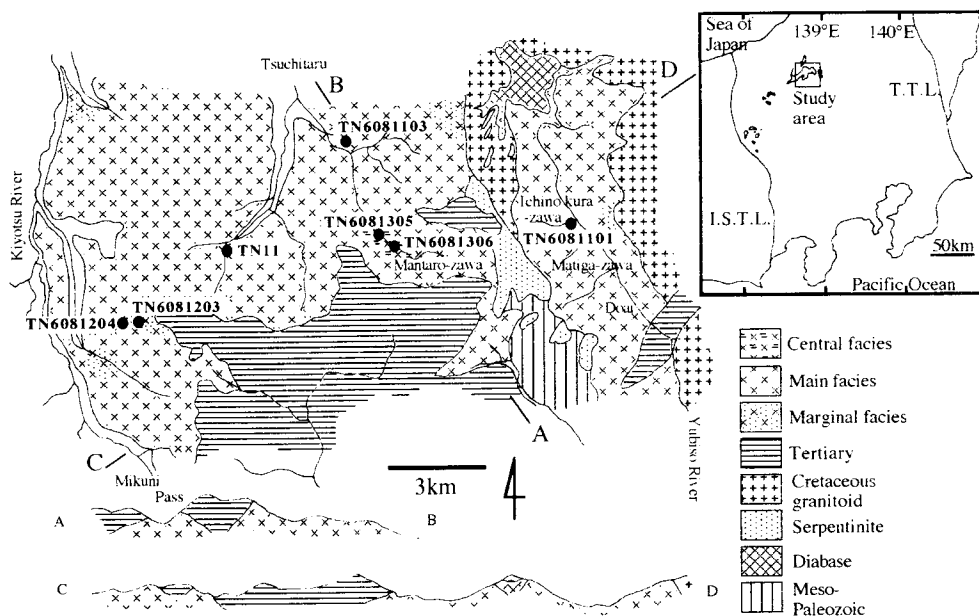


Fig.1 Geological map of the Tanigawadake pluton (Kawano et al., 1992) and sampling sites.

\*島根大学総合理工学部 Interdisciplinary Faculty of Science Engineering, Dept. of Geoscience, Shimane Univ.

\*\*武蔵工業大学原子力研究所 Atomic Energy Research Laboratory, Musashi Institute of Technology

## 試料および年代測定実験

試料採取位置を Fig. 1 に示した。できるだけ広域的に各岩相から試料を採取した。フィッシュトラック年代測定は、IUGS サブコミッションの勧告 (Hurford, 1990) に従って行った。

ジルコンを PFA テフロン樹脂に埋め込み、ダイヤモンドペースト (3, 1  $\mu\text{m}$ ) で 10  $\mu$  以上研磨し、完全な 4  $\pi$  面を露出させた。研磨深度は結晶内部の包有物を基準にした。エッチングは KOH-NaOH 共融液 (225°C) でテフロンピーカー中で 42~65 時間おこなった。エッチング後、誘発トラック検出のための白雲母を試料に張り付け、同様に白雲母を張り付けた線量ガラス NIST-SRM612 とともに、立教大学原子炉 (TRIGAII) の RSR で 20 分または 8 分の中性子照射を行った。照射後、試料および線量ガラスに張り付けてあった白雲母を 46% HF (25°C) でそれぞれ 9~10 分、50 分エッチングした。計数は Nikon OPTIPHOT に対物レンズ 100 倍 (ドライ) と接眼レンズ 10 倍を装着して行った。

一方、アパタイトは、ストルアース製のエポキシ系樹脂スペシフィック 20 に埋め込み、ダイヤモンドペースト (3, 1 および 0.5  $\mu$ ) で結晶の 1/3 以上を削剥研磨し、7% HNO<sub>3</sub> (25°C) で 45~50 秒間エッチングした。試料に白雲母を張り付け京都大学原子炉 (KUR) の気送管で 5 時間の中性子照射を行った。標準年代試料の繰り返し測定によって得られた値 (ジルコンの立教炉利用の場合 349  $\pm$  4、アパタイトで京大炉の場合 304  $\pm$  6) を基準として年代を算出した。

## FT 年代測定結果

今回得られたジルコンの FT 年代は岩体東部、一の倉沢出合の主岩相 (TN6081101) で 3.0  $\pm$  0.1 Ma であった。岩体西部の平標山頂から東方 500m 付近の主岩相 (TN6081204) で 3.3  $\pm$  0.2 Ma、ほぼ同地点における周辺相 (TN6081203) で 3.2  $\pm$  0.1 Ma であった。岩体中央~北部の関越トンネル湯沢側入口付近の主岩相 (TN6081103) で 2.9  $\pm$  0.2 Ma、岩体中央~南部の仙の倉谷徒渉点の主岩相 (TN11) で 2.9  $\pm$  0.2 Ma であった。岩体中央部万太郎沢中流付近の中心相では 3.0  $\pm$  0.1 Ma (TN6081306) および 3.0  $\pm$  0.1 Ma (TN6081305) であった。岩体西部の平標山付近の試料を除けば、ほとんどの試料が 2.9~3.0 Ma を示した。平標山付近の試料では主岩相と周辺相で 3.3 および 3.2 Ma と年代値の有意な差異は認められなかった。平標山付近の試料は他の試料 (2.9~3.0 Ma) に比較すると若干古く、高度による年代の差異

を示している可能性もあるが、2  $\sigma$  では誤差範囲が一部重なる。

一方アパタイトについては、ほとんどの試料で泡状・針状の包有物あるいは空隙を含み年代測定が不可能であったが、中心相において包有物の少ない粒子をわずかに含む試料 (TN6081306) で 2.4  $\pm$  0.3 Ma と測定された。

## ジルコンの Th/U 比

一般にカドミ比の低い原子炉では、炉内の中性子束にしめる熱外および速中性子の割合が高い (熱中性子の割合が低い) ため、白雲母上に 235 U 起源の誘発トラック以外に 232Th や 238U 起源のトラックがわずかに記録される。未知試料と標準試料間で、誘発トラック全体に占める非 235U 起源のトラックの割合が異なる場合には年代を補正する必要がある (大平ほか 1992、本多ほか、1999、印刷中)。今回、ジルコンの FT 年代測定で使用した立教炉 RSR のカドミ比も 3 以下と低いため (鈴木 1990)、試料中の Th, U を中性子放射化学分析法によって定量し、Th/U 比を求め、その年代値に与える影響を調べた。また、トラック法によって求めたジルコン中の U 濃度が、試料によっては 1000 ppm を越えるという本岩体のジルコンの特殊性からも、Th/U 比のチェックは重要と思われた。

Table 1 Th and U contents (ppm) and Th/U ratios in zircon samoles (Tanigawadake: TN and Fish Canyon Tuff: FCT) determined by Neutron Activation Analysis (NAA)

Sample	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U
TN6081101	780 $\pm$ 40	890 $\pm$ 40	1.1
TN6081103	1050 $\pm$ 50	760 $\pm$ 40	0.72
TN6081204	490 $\pm$ 30	390 $\pm$ 20	0.80
TN6081306	1500 $\pm$ 80	1420 $\pm$ 60	0.95
FCT	430 $\pm$ 10	280 $\pm$ 20	0.65
JG1a*	4.7 $\pm$ 0.6	12.4 $\pm$ 0.3	2.6
	(4.69)	(12.8)	(2.7)

\*JG1a is the Japanese granitic standard sample and numbers in parentheses are values certified by Geological Survey of Japan.

Table 2 Ratios (%) of fission track densities originating from <sup>235</sup>U, <sup>238</sup>U and <sup>232</sup>Th in zircon samples induced at RSR of Rikkyo Reactor.

Sample	<sup>235</sup> U (%)	<sup>238</sup> U (%)	<sup>232</sup> Th (%)	<sup>238</sup> U + <sup>232</sup> Th (%)
TN6081101	98.72	1.0	0.28	1.28
TN6081103	98.82	1.0	0.18	1.18
TN6081204	98.80	1.0	0.20	1.20
TN6081306	98.77	1.0	0.23	1.23
FCT	98.81	1.0	0.65	1.19

Ratios were calculated from thr reaction rate ( $n \sigma f \phi$ ) using (1)  $5.5 \times 10^{11} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$  for thermal neutron flux and  $4.7 \times 10^{10} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$  for fast neutron flux and (2) 582.2 barn (Mughabghab · Garber, 1973) for <sup>235</sup>U thermal neutron fission cross section and 0.12 barn and 0.05 barn (Stehn et al., 1965) for <sup>232</sup>Th and <sup>238</sup>U fast neutron fission cross sections, respectively.

放射化分析による U・Th の定量結果を Table 1 に示した。参考までにトラック法によって計算された U 濃度もあわせて示した。また、235 U、238 U および 232Th を起源とする誘発トラックの割合を反応率 ( $n\sigma\phi$ ) から計算し、Table 2 に示した。未知試料における 238 U および 232Th 起源の誘発トラックは、1.18~1.28% であり、標準試料 FCT のそれと比較して有為な差異は認められない。原研炉や立教炉など、カドミ比の低い国内の原子炉を使用した場合にも、試料の Th/U 比の影響はジルコンの場合にはかなり低いものと思われる。

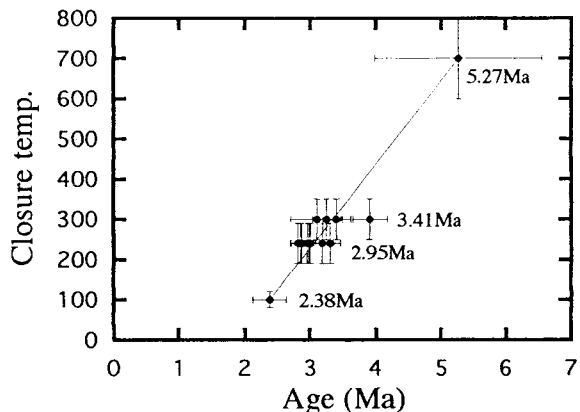


Fig.2 Cooling history of samples from the Tanigawadake pluton.

### 谷川岳深成岩体の冷却史

ジルコンのフィッシュントラック年代は岩体の冷却速度にもよるが、一般的には岩体が貫入定置後の上昇にともない冷却し、地下の 240°C の等温線を通じた年代を表すと解釈される (Brandon and Vance 1992, Hurford 1986)。平標山において主岩相と急冷した周辺相で年代の差が認められないことはこのことを支持する。ジルコンのフィッシュントラック年代が岩体の場所によらず 2.9~3.0Ma に比較的集中した値を示すことは、谷川岳岩体が岩体全域にわたって深部から均一に上昇してきたことを表している。Rb-Sr 全岩年代、 $5.27 \pm 1.28$ Ma (大平ほか、1998) を考慮した冷却曲線を Fig. 2 に示した。ジルコンとアパタイトの年代と閉鎖温度から、中心相におけるおおまかな冷却速度は 245°C/Ma と見積もられる。この冷却が、地下の等温線を通する上昇・冷却のみに起因するとし、グリーンタフ地域の地温勾配 4°C/Ma を一定と仮定すれば、岩体の上昇速度はおおまかに 6000m/Ma と見積もられる。

### まとめ

谷川岳深成岩体は貫入定置以降比較的安定した上昇場にあり、このことは中央隆起帯の形成に関連している。谷川岳岩体のジルコン中の Th/U 含有量は標準年代試料のそれに等しく、カドミ比が約 3 と低い原子炉で中性子を照射した際、FT 年代の補正の必要は認められなかった。

### 参考文献

- Brandon M.T. and Vance J.A.(1992) Tectonic evolution of the Cenozoic Olympic subduction complex, Washington State, as deduced from fission track ages for detrital zircons. *Am. J. Sci.*, 292, 565-636.
- Hurford A.J. (1990) Standardization of fission track dating calibration. *Chem.Geol.(Isotope Geosci. Sec.)*, 80, 171-178.
- Hurford A.J.(1986) Cooling and Uplift patterns in the Lepontine Alps. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 92, 413-427.
- 川野良信・柴田賢・内海茂・大平寛人 (1992b) 谷川岳深成岩体の K-Ar 年代. *岩鉱*, 87, 221-225.
- 川野良信・大平寛人・島津光夫 (1992a) 北部フォッサマグナ谷川岳鮮新世深成岩体の岩石学. *地質雑*, 98, 497-508.
- 輿水達司・山岸猪久馬 (1987) 北部フォッサマグナ新第三紀貫入岩類のフィッシュントラック年代. *地質雑*, 93, 773-776.