

断層の年代測定に関する研究—境峠断層の例—

伊藤久敏*・高橋 晋**

Study on dating fault rocks —an example of the Sakai-toge fault—
Hisatoshi Ito* and Susumu Takahashi**

* 原子力発電環境整備機構, Nuclear Waste Management Organization of Japan

** 東電設計株式会社, Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.

はじめに

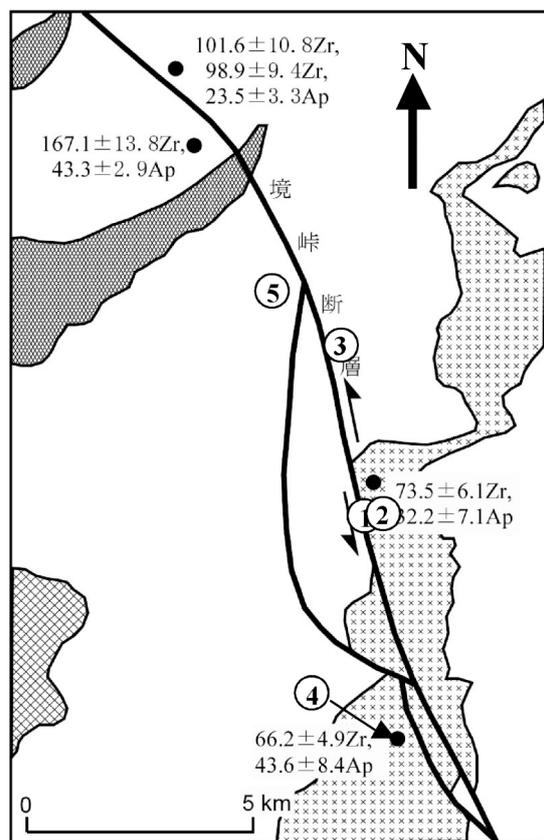
原子力発電環境整備機構（以下、NUMO）は、原子燃料のリサイクルの過程で発生する高レベル放射性廃棄物等を地層処分（地下300m以深）する実施主体である。最終処分施設建設地は、3段階の調査（文献調査、概要調査、精密調査）・選定を経て行われる。これらの調査の中では、断層の活動履歴についても調べる必要があるため、坑井掘削や坑道掘削により地下深部において遭遇する可能性のある断層岩の年代値を用いた評価方法の検討を行っている。

NUMOでは、断層岩を対象とした年代測定法に関する文献調査の結果、有望な年代測定手法としてK-Ar法、FT法、ESR法を選定し、これらに関して、平成19年度に、別途境峠断層で得られた既存試料を対象とした年代測定を実施した。このうち、以下では、FT法に関して得られた知見を中心にその概要を述べる。なお、詳細は別途報告予定である。

境峠断層とその選定理由

境峠断層—神谷断層（帯）は、長野県西部の焼岳付近から伊那盆地に至る、北北西—南南東方向の延長約60kmの左横ずれ断層である。これらは美濃帯ジュラ紀付加コンプレックスと白亜紀花崗岩に3～5kmの左横ずれ変位を与えると同時に、接峰面図で表現される大地形にも同程度の変位を与えている（林・狩野, 2000）。

この境峠—神谷断層は、その長さと同基盤岩変位量から見ると、糸魚川—静岡構造線と阿寺断層と



-  中期更新世-完新世火山岩類 (乗鞍火山)
-  鮮新世火山岩類 (野麦峠火山岩類)
-  後期白亜紀-古第三紀初期深成岩類 (奈川花崗岩)
-  ジュラ紀堆積岩コンプレックス (美濃帯)

Fig.1 Simplified geology with sampling localities (modified from Ito and Taniguchi, 2002). Open circles denote the sampling localities in this study. Site numbers are those referred to in Table 1.

の間にある最大級の断層である（狩野・佐藤, 1988）。第四紀後期におけるこの断層の活動性については、

数カ所で変位地形の存在が指摘され、確実度 I ~ II, 活動度 A ~ B 級の活断層とみなされている (活断層研究会編, 1991)。ここでは境峠—神谷断層 (帯) のうち、その北西側の約 30 km の延長を持つセグメントを林・狩野 (2000), 狩野ほか (2001) にしたがって境峠断層と呼ぶ。

本研究の対象として、境峠断層を選定した主な理由は以下による。

- 異なる岩種 (花崗岩と堆積岩) 内で発達した断層であることから、岩種の相違が断層岩を対象とした年代測定法に及ぼす影響について評価できる。
- 母岩を対象に K-Ar 法や FT 法による年代測定の報告がある。特に、伊藤・谷口 (2002), 伊藤 (2003) により母岩を対象とした FT 法により活断層の活動開始時期・削剥量の推定が行われている。

試料採取および年代測定結果

試料採取は Fig. 1 に示す 5 箇所 (母岩: 4 箇所, 断層: 1 箇所) で実施した。なお、断層での試料採取箇所 (採取地点: ソグラ沢) では、花崗岩分布地域にシュードタキライト, カタクレーサイトおよびウルトラカタクレーサイトからなる断層岩

が分布した。このうち、シュードタキライトとウルトラカタクレーサイトの 2 箇所からジルコンを得、それぞれについて FT 年代を求めた。母岩の 4 箇所は、断層を挟む東西の花崗岩および砂岩から各 1 箇所採取した。母岩試料のうち、断層の東側の 2 試料についてはジルコンとアパタイトの FT 年代を求めたが、西側の 2 試料はアパタイト FT 年代のみ求めた。FT 年代測定は、京都フィッショントラック株式会社に依頼し、実施した。年代測定結果を Table 1 に示す。同表には、比較のため、伊藤・谷口 (2002) の結果も示した。なお、ジルコンについてはすべての試料でトラック長測定を行った結果 (実施機関: 京都フィッショントラック株式会社), 断層岩を含む、すべての試料で、ジルコンのトラック長短縮は認められなかった。

考察

境峠断層の活動開始時期

Table 1 より、境峠断層から得られたシュードタキライトおよびウルトラカタクレーサイトのジルコン FT 年代として、約 62 Ma が得られた。この年代は、母岩の花崗岩のジルコン FT 年代 (約 74 Ma) より有意に若く、トラック長の短縮は、母岩も含め、認められなかった。以上の結果

Table 1 Summary of the fission-track dating results on the Sakai-toge fault and its host rocks.

Site	Rock type	Mineral	Age (Ma)	
			This study	Ito and Taniguchi (2002)
<i>Fault rocks</i>				
1	Granite (pseudotachylite)	Zircon	61.3±2.1	*
1	Granite (ultracataclasite)	Zircon	62.7±2.2	*
<i>East of the fault</i>				
2	Granite (host rock)	Zircon	73.6±2.3	73.5±6.1
2	Granite (host rock)	Apatite	42.8±4.9	32.2±7.1
3	Sandstone (host rock: hornfels)	Zircon	62.3±2.2	101.6±10.8
3	Sandstone (host rock: hornfels)	Apatite	38.9±2.7	23.5±3.3
2&3	<i>Weighted mean</i>	<i>Apatite</i>	39.8±2.4	25.0±3.0
<i>West of the fault</i>				
4	Granite (host rock)	Zircon	*	66.2±4.9
4	Granite (host rock)	Apatite	59.2±5.2	43.6±8.4
5	Sandstone (host rock)	Zircon	*	167.1±13.8
5	Sandstone (host rock)	Apatite	41.2±1.7	43.3±2.9
4&5	<i>Weighted mean</i>	<i>Apatite</i>	42.9±1.6	43.3±2.7

Age error is 1 σ .

から、①白亜紀に貫入した奈川花崗岩は、約 74 Ma にジルコン FT 法の閉鎖温度 (約 250°C) まで冷却した、②約 62 Ma にシュードタキライトやウルトラカタクレサイト中のジルコンは、熱により完全にアニーリングし、その後は、二次的再加熱を受けず、現在に至った、が考えられる。②は、シュードタキライトとウルトラカタクレサイトが、約 62 Ma もしくはそれ以前に形成されていたことを意味する。すなわち、境峠断層の活動開始時期は約 62 Ma もしくはそれ以前であったことが考えられる。シュードタキライトはガラス質であることから、高温で短時間に生成される。このことから、一つの可能性として、約 62 Ma の断層活動による加熱によりシュードタキライトが生成され、この熱は (既に存在していた?) ウルトラカタクレサイトに対して、ジルコン FT を完全にアニーリングする程度に再加熱したことが推定される。

今回年代測定を行った砂岩 (境峠断層の東約 200m 地点で採取) のジルコン FT 年代は 62.3 ± 2.2 Ma となり、伊藤・谷口 (2002) の対応する試料の年代 (101.6 ± 10.8 Ma) とは大きく異なる結果が得られた。本試料は、ホルンフェルス化した砂岩であるので、奈川花崗岩の貫入時の熱による若返りが考えられる。しかし、得られたジルコン FT 年代は、奈川花崗岩の貫入年代 (> 74 Ma) よりも若く、断層岩のジルコン FT 年代と一致している。このことから得られたジルコン FT 年代は約 62 Ma の断層活動により完全にアニーリングされた年代を示す可能性が考えられる。しかし、採取した試料自体には断層の影響を示す組織は認められないことから、奈川花崗岩の北側の花崗岩体が約 62 Ma に貫入し、砂岩がアニーリングされた可能性も考えられる。これは今後の課題である。

境峠断層の再活動時期

伊藤・谷口 (2002) は、境峠断層の東側のアパタイト FT 年代が、西側に比べ、有意に若いことを示した (Table 1)。このことと、いくつかの仮定

を基に、伊藤 (2003) は境峠断層の活断層としての活動開始時期と断層運動による差別的な隆起・削剥量を見積もった。今回、伊藤 (2003) と同様に、断層の東西のアパタイト FT 年代 (花崗岩と堆積岩の加重平均年代) を求めたところ、両者とも 40~43 Ma を示し、有意な差は得られなかった (Table 1)。

以上より、現段階では、断層の東西でアパタイト FT 年代に差があるかどうかを判断することは困難であり、より多くの地点での試料採取を行った上で再評価すべきであると考えられる。なお、アパタイト FT 年代は、岩種を問わず 20 Ma より古い年代を示す。従って、試料採取箇所周辺では、20 Ma には (アパタイト FT 法の閉鎖温度に相当する) 地温 100°C 以下の地下 (地温勾配 30°C/km の場合、地下 3 km 以浅) に位置し、現在、地表に露出するに至ったと言える。

文献

- 伊藤久敏, 2003, フィッション・トラック法を用いた活断層の活動開始時期と削剥量の推定—境峠断層の例—。フィッション・トラックニュースレター, 16, 37-39.
- 伊藤久敏・谷口友規, 2002, フィッション・トラック法を用いた地殻の熱的安定性の検討。フィッション・トラックニュースレター, 15, 31-34.
- 狩野謙一・佐藤博文, 1988, 境峠断層 (木曾山地北部—飛騨山地南部の活断層) の基盤岩変位量。地質雑, 94, 51-54.
- 狩野謙一・林 愛明・丸山 正, 2001, 飛騨山地南部・境峠断層の第四紀後期の活動性。第四紀研究, 40, 203-210.
- 活断層研究会編, 1991, 新編日本の活断層—分布図と資料。東京大学出版会。437p.
- 林 愛明・狩野謙一, 2000, 変位地形と基盤岩の構造から推定される活断層の活動史—木曾山脈を横切った飯田-松川断層と境峠-神谷断層を例に—。号外地球, 31, 34-45.