

下北半島北部に分布する田名部 D テフラの ジルコン・フィッション・トラック年代

桑原拓一郎¹

Takuichiro Kuwabara (2008) Fission-track age of the Tanabu D tephra appearing in the northern Shimokita Peninsula, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 59 (5/6), p. 267-270, 4 figs, 1 table.

Keywords: Middle Pleistocene, FT dating, Tanabu D tephra, history of volcanic activity, Osore-yama Volcano, Shimokita Peninsula

1. はじめに

下北半島北部にある恐山火山(第1図)の第四紀における火山活動史を議論する上で、田名部 D テフラの放射年代測定が必要である。田名部 D テフラは、それを覆う下位より田名部 C-A テフラと呼ばれる3枚のテフラとともに、恐山を給源とする中期更新世のテフラである(桑原・山崎, 2000, 2001)。恐山の火山活動史は大きく3つのステージに分けられている(富樫, 1977)。それは初期に小規模な成層火山的な形態として存在した釜臥山活動期に始まった。それから、多数でかつ大量の火砕流が生じた主活動期となった。そして、カルデラを形成後、カルデラ内で溶岩流が流出するとともに火砕丘と溶岩円頂丘が生じ、更に火砕流がカルデラの内側と山体東部に流下した後カルデラ活動期に至った。田名部 D テフラは主活動期の噴出物とされる(桑原・山崎, 2001)。田名部 D テフラの放射年代値を得ることは、恐山のこれら火山活動史のステージとテフラの噴出履歴に1つの時間目盛りを割り振ることになる。

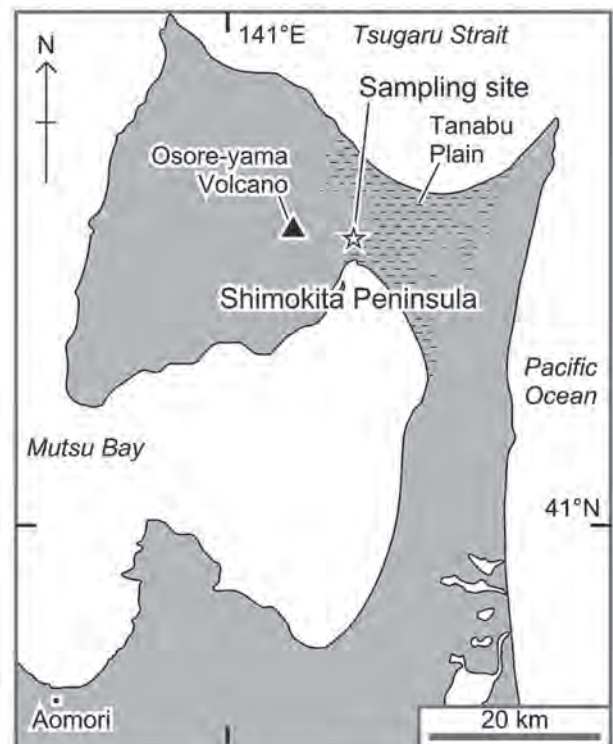
これまでに田名部 D テフラの放射年代測定が試みられることはなかった。釜臥山活動期の噴出物に対しては、カリウム・アルゴン(K-Ar)法によって 740 ± 30 (1 σ) ka (釜臥山溶岩流)と 810 ± 30 (1 σ) ka (障子溶岩流)が得られている(伴ほか, 1992)。主活動期の末期の噴出物に対しては、ジルコン結晶を用いたフィッション・トラック(FT)法によって 180 ± 20 (1 σ) ka (正津川軽石流堆積物, 田名部 C テフラの火砕流ユニット)が得られている(桑原, 2006)。主活動期の末期から後カルデラ活動期の初期にかけての噴出物に対しては、電子スピン共鳴(ESR)法によって190~320 kaの4個の年代(火砕流堆積物)が得られている(Imai and Shimokawa, 1988)。後カルデラ活動期の噴出物に対しては、放射性炭素(¹⁴C)法(β 線計測法)によって 47 ± 2 (1 σ) ka 以前(火砕流堆積物直下の泥炭, スケールアウト)が得られている(富樫・松本, 1988)。しかし、恐山の火山活動史を議論する上で、既に得られている年

代測定値は豊富ではない。

そこで、今回、田名部 D テフラに対して、ジルコン結晶を用いた FT 法による年代測定を初めて試みた。

2. 試料採取

試料は、恐山東麓のむつ市落野沢において採取した(第2図)。ここでは、層厚0.3~0.6 mのローム層を挟んで、田名部 A-D テフラが露出する(第3図)。これらのテフラは、火砕流堆積物、軽石層、及び成層する火山灰層から成る層厚0.8 m以上の給源近傍のテフラとして認められる。なお、田名部 D テフラと田名部 C テフラとは斜交しており、ここでは両者は不整合関係にある。ま



第1図 恐山火山及び田名部平野の位置。

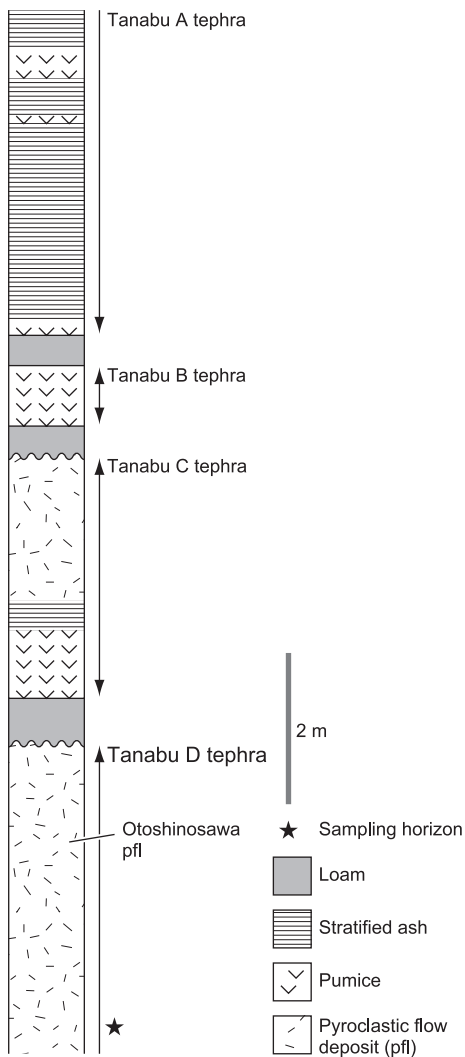
Fig. 1 Locations of Osore-yama Volcano and Tanabu Plain.

¹地質情報研究部門(Institute of Geology and Geoinformation, GSJ)



第2図 試料採取地点 (北緯 41° 18' 3", 東経 141° 10' 9", 世界測地系). 国土地理院数値地図 25,000「青森」に加筆.

Fig. 2 Sampling site (41°18'3"N, 141°10'9"E). Revised from Digital Topographic Map 25,000 Aomori by Geographical Survey Institute.



第3図 試料採取地点の地質柱状図.

Fig. 3 Geological columnar section at the sampling site.

た, 田名部Cテフラと田名部Bテフラについても同様に, ここでは不整合関係にある.

ここでの田名部Dテフラは, 火砕流ユニット (落野沢軽石流堆積物; 桑原・山崎, 2001) として露出する (第3図). その層厚は4.1 m以上あり, 下限は確認できない. 露出部では, シルトサイズの灰 - 茶色の火山灰の基質中に, 粒径2 cm程度の橙 - 灰色の軽石と粒径1 cm程度の赤 - 灰色の未発砲な石質岩片が多産する. これら軽石と石質岩片は, 最大で, 粒径がそれぞれ5 cmと4 cmに達する. 試料は, 露出部のうち下限 - 下限の約0.6 m上位から採取した.

3. 試料処理

測定は, 株式会社京都フィッシュン・トラックへ依頼した. 第四紀テフラに対する標準的な手順 (例えば檀原, 1995; Danhara *et al.*, 2007) に準拠して, ゼータ較正による外部ディテクター法 (ED2) で測定を行った. 試料はジルコン結晶の含有量が少ない. そこで, 6.0kgの試料を前処理して, 約100粒子のジルコン結晶を得た. 得られたジルコン結晶は, いずれも無色のやや摩耗した結晶であり, 均質であった. 測定には, 平滑な面を持つジルコン結晶50粒子を対象とした. エッチングは水酸化カリウムと水酸化ナトリウム各1モル共融液を用い, 225°で46時間にわたって行った. 熱中性子照射は日本原子力研究所 JRR-4原子炉の気送管を用い, 総熱中性子線量の測定には標準ガラス NIST-SRM612にDAPディテクターを密着させて行った. 年代算出の際は, $\zeta = 352 \pm 4$ (Danhara *et al.*, 2007) とした.

4. FT 年代測定の結果

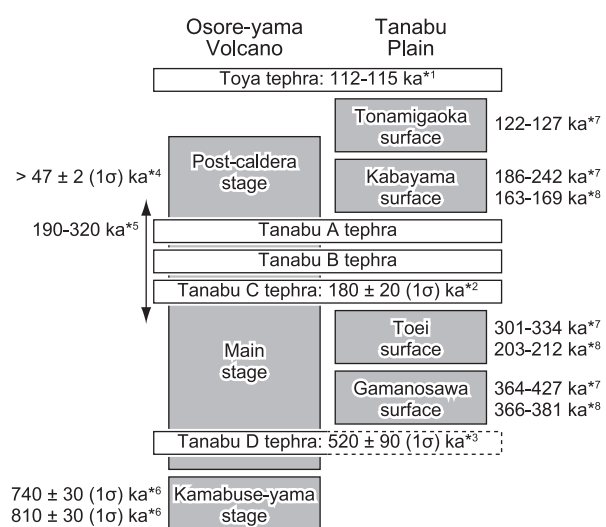
測定対象としたジルコン結晶50粒子中1粒子を除外した49粒子のデータから, FT法による年代値として 520 ± 90 (1 σ) ka が得られた (第1表). この場合, 年代算出に用いた全ジルコン結晶のFT粒子年代データは, P (χ^2) 値が97%であり, χ^2 検定 (有意水準: 5%) に合格する. 除外したジルコン結晶1粒子は, 自発FTの計測数 (Ns) と誘発FTの計測数 (Ni) がそれぞれ61と1474に達していた. 他のジルコン結晶49粒子各粒子の自発FTの計測数 (Ns) と誘発FTの計測数 (Ni) はいずれもそれぞれ0~6と2~302であり, 除外したジルコン結晶1粒子は他のジルコン結晶と比較して異質性が認められた. そこで, 色や形には違いは認められなかったものの, 除外したジルコン結晶1粒子を外來結晶と判断した.

第 1 表 田名部 D テフラの FT 年代.

Table 1 FT age of the Tanabu D tephra.

Tephra	No. of crystals	Spontaneous ps (cm ⁻²)	Ns	Induced pi (cm ⁻²)	Ni	Dosimeter pd (cm ⁻²)	Nd	P(χ^2) (%)	r	U (ppm)	Age ($\pm 1\sigma$) (ka)
Tanabu D (Otoshinosawa pfl)	49	2.60 $\times 10^4$	38	1.28 $\times 10^6$	1876	7.287 $\times 10^4$	4372	97	0.855	170	520 ± 90

p and N are the density and the total number of fission tracks counted, respectively. The analysis was made by the external detector method (ED2, external surface). The age was calculated using a dosimeter glass NIST-SRM612 and age calibration factor $\zeta = 352 \pm 4$ (Danbara *et al.*, 2007). $P(\chi^2)$ is the probability of obtaining the χ^2 value for ν degrees of freedom (where $\nu = \text{number of crystals} - 1$). r is the correlation coefficient between ps and pi. U is uranium content. The sample was irradiated using the pneumatic tube of JRR-4 reactor unit of Japan Atomic Energy Research Institute.



*1 Stratigraphy with radiometric ages; Machida and Arai (2003). *2 FT dating; Kuwabara (2006). *3 FT dating; this study. *4 14C dating; Togashi and Matsumoto (1988). *5 ESR dating; Imai and Shimokawa (1988). *6 K-Ar dating; Ban *et al.* (1992). *7 Marine isotope stage correlation; Kuwabara (2005). *8 Constant uplift assumption; Kuwabara (2005).

第 4 図 テフラ, 恐山の火山活動, 及び田名部平野の海成段丘の形成の編年のまとめ. 桑原 (2006) に加筆.
Fig. 4 Chronological summary between tephras, volcanism on the Osore-yama Volcano, and marine-terrace formation on the Tanabu Plain. Revised from Kuwabara (2006).

5. 考 察

今回得た田名部 D テフラの FT 法による年代 (520 \pm 90 (1 σ) ka) に基づくと, 恐山の主活動期の開始は, 50 万年前程度までさかのぼることとなる (第 4 図). 恐山の釜臥山活動期の噴出物からは 740 \pm 30 (1 σ) ka と 810 \pm 30 (1 σ) ka が得られている (伴ほか, 1992). これら釜臥山活動期の噴出物の年代と今回得た FT 年代との比較から, 恐山における釜臥山活動期と主活動期との時間間隙は, 最大でも 20 万 - 30 万年程度と見積もられる.

一方, 今回得た FT 法による年代に基づくと, 田名部 D テフラをもたらした噴火と田名部 C テフラをもた

らした噴火との間に大きな時間間隙が認められることとなる (第 4 図). 田名部 C テフラからは 180 \pm 20 (1 σ) ka が得られている (桑原, 2006). この年代と今回得た FT 年代との比較から, 田名部 D テフラの噴火と田名部 C テフラの噴火との間の時間間隙は 35 万年程度と見積もられる. 田名部 D テフラと田名部 C テフラとは不整合関係とされ, この間のテフラ層序に関する知見が得られていない (桑原・山崎, 2001). そのため, 田名部 D テフラの噴火から田名部 C テフラの噴火にかけての恐山のテフラの噴出履歴に関する情報がこれまでに得られていない. この噴出履歴の欠落期間は, 以上の見積もりから, 35 万年程度に達することとなる.

ところで, 今回得た FT 法による年代に基づくと, 田名部 D テフラをもたらした噴火は, 恐山の東側の田名部平野 (第 1 図) に分布する蒲野沢面と呼ばれる段丘面の形成に先行する可能性がでてきた (第 4 図). 田名部平野の海成段丘として, 高位のもの (古いもの) から順番に蒲野沢面, 東栄面, 樺山面, そして最終間氷期最盛期すなわち酸素同位体比ステージ 5e (約 12.5 万年前; Bassinot *et al.*, 1994) の時期に形成したと考えられる斗南ヶ丘面が分布する (岩崎, 1987; 桑原・山崎, 2000, 2001; 桑原, 2005). 田名部 D テフラの噴火は, 層序関係に基づいて樺山面の形成よりもさかのぼることは知られているが, 蒲野沢面と東栄面の形成との順序関係は曖昧となっている (桑原・山崎, 2001; 桑原, 2005). 蒲野沢面と東栄面の形成期は中期更新世の後半と推定されている (桑原, 2005, 2006). 今後, 蒲野沢面と東栄面, 及び田名部 D テフラとの層位関係を野外で確認する必要がある.

6. まとめ

恐山火山を給源とする田名部 D テフラから, FT 法による年代として 520 \pm 90 (1 σ) ka が得られた. この年代に基づくと, 恐山の火山活動史に対して, 主活動期の開始は遅くとも 50 万年前程度までさかのぼること, 田

名部 D テフラをもたらした噴火と田名部 C テフラをもたらした噴火との間に 35 万年程度の時間間隙が認められること、そして田名部 D テフラの噴火は田名部平野の蒲野沢面の形成期に先行する可能性があることが指摘できる。

謝辞：株式会社京都フィッシュン・トラックの檀原 徹氏、岩野英樹氏、そして奥野博子氏からは、試料採取から本稿執筆に至るまで、協力を得た。以上の方々に感謝します。試料処理は、独立行政法人原子力安全基盤機構「平成 19 年度地層処分に係る地質情報データの整備」として実施した。

文 献

- 伴 雅雄・大場与志男・石川賢一・高岡宣雄 (1992) 青麻-恐火山列, 陸奥燧岳, 恐山, 七時雨および青麻火山の K-Ar 年代-東北日本弧第四紀火山の帯状配列の成立時期-。岩鉱, **87**, 39-49.
- Bassinot, F.C., Labeyrie, L.D., Vincent, E., Quidelleur, X., Shackleton, N.J. and Lancelot, Y. (1994) The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **126**, 91-108.
- 檀原 徹 (1995) 第四紀テフラの高精度フィッシュン・トラック (FT) 年代測定-ジルコンとガラスを用いた測定法の確立に向けて-。第四紀研究, **34**, 221-237.
- Danhara, T., Iwano, H., Kobayashi, H. and Tsuruta, T. (2007) A report on fission-track data of zircon and apatite age-standards for age calibration using diallyl phthalate (DAP) resin detectors and a minor revision of zeta values by Danhara et al. (2003). *Jour. Geol. Soc. Japan*, **113**, 77-81.
- Imai, N. and Shimokawa, K. (1988) ESR dating of Quaternary tephra from Mt. Osore-zan using Al and Ti centres in quartz. *Quatern. Sci. Rev.*, **7**, 523-527.
- 岩崎孝明 (1987) 下北半島北東部における中・後期更新世堆積物層序。駒澤地理, no.23, 109-123.
- 桑原拓一郎 (2005) 下北半島田名部平野における海成段丘構成物の形成と相対的海面変化。第四紀研究, **44**, 131-144.
- 桑原拓一郎 (2006) 下北半島北部に分布する正津川軽石流堆積物のジルコン・フィッシュン・トラック年代。地質雑, **112**, 294-297.
- 桑原拓一郎・山崎晴雄 (2000) 下北半島・田名部低地帯における海成段丘の形成と田名部累層の堆積過程および地殻変動。月刊地球, **22**, 711-716.
- 桑原拓一郎・山崎晴雄 (2001) テフラから見た最近 45 万年間の恐山火山の噴火活動史。火山, **46**, 37-52.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺]。東京大学出版会, 336p.
- 富樫茂子 (1977) 恐山火山の岩石学的研究。岩鉱, **72**, 45-60.
- 富樫茂子・松本英二 (1988) 液体シンチレーション法による 4-5 万年の ^{14}C 年代測定。地調月報, **39**, 525-535.

(受付：2008年3月24日；受理：2008年7月31日)