

八ヶ岳火山の最新軽石噴火による
Yt-Pm4 テフラの放射性炭素年代

大石 雅之*

(2015年1月27日受付, 2015年8月28日受理)

¹⁴C Dating of the Yt-Pm4 Tephra, the Youngest Pumice Fall
from the Yatsugatake Volcano, Japan

Masayuki Oishi*

The Yatsugatake volcano located on the volcanic front in central Japan, has been active since the Middle Pleistocene, with many N-S trending eruptive centers. Little work has been previously performed on the age determination for the Late Pleistocene and/or Holocene age. Therefore, it is necessary to reconstruct the activity during that time duration. In this paper, I report a new AMS dating result of the Yt-Pm4 tephra, which is the youngest pumice fall from the Yatsugatake volcano. The pumice fall is actually from the Yokodake, one of the volcano located on the northernmost part of Yatsugatake. A ¹⁴C age of 30667 ± 130 yr BP (32951–32333 cal BP: 2σ) was obtained from the charred wood collected at the uppermost part of the silty soil which is covered directly by the Yt-Pm4 tephra, suggesting that the eruption of the Yt-Pm4 tephra occurred at ca. 32 cal ka BP. The Yokodake consists of nine lava flows (Y₁ to Y₉, from oldest to newest). The stratigraphic position of Yt-Pm4 tephra is between Y₅ and Y₆. In addition, Okuno and Kobayashi (2010) estimated the eruptive age of Y₉ lava flow to be 2.35–2.15 cal ka BP. This means that the younger four lava flows (Y₆–Y₉) erupted in 29.85–29.65 ky. The magma discharge rate at Yokodake, including the volume of Yt-Pm4 tephra, is calculated to be ca. 0.0102 km³/ky. It is emphasized, based on the age determination, that small-scale eruptive activities have been continuous in the northern part of Yatsugatake volcano even during Late Pleistocene and Holocene.

Key words: Yatsugatake volcano, Yt-Pm4 tephra, Late Pleistocene, AMS dating, Yokodake

1. はじめに

八ヶ岳は、本州中部の長野・山梨県境に位置し、複数の火山が南北約 21 km に連なる火山列である (Fig. 1). 中央部の夏沢峠を境に、「南八ヶ岳」・「北八ヶ岳」と称されている。

八ヶ岳火山列の噴出物の分布や岩相については、特に河内 (1974–75) や河内 (1977), 八ヶ岳団体研究グループ (1976) 等によって記載されてきた。しかしながらこれらの研究では、噴出物の岩石学的特徴の記載を中心に行っており、年代に関する議論が不足していた。最近になって、K-Ar 法を主とした年代測定 (例えば、松本・他, 1999), 精密な野外調査 (例えば、西来・他, 2007) により噴火史が再検討された。その結果として、河内 (1974–75, 1977)

による「古八ヶ岳期」・「新八ヶ岳期」という活動ステージが、噴出物の岩質も重視することで、120~80 万年前の八柱火山の活動と、約 50 万年前以降の八ヶ岳火山列の活動に再区分された (西来・他, 2007)。一方、八ヶ岳火山列の最新期、すなわち概ね後期更新世から完新世にかけての活動に関しては、いまだにデータが十分に示されていない。気象庁は 1 万年以内に噴火があったとして北八ヶ岳の横岳 (南八ヶ岳の横岳と区別するため、北横岳と呼ばれることもある) を活火山に認定している (気象庁, 2003; 気象庁, 2013)。奥野 (1995) は、2.4 ka 以前と 0.8 ka に、横岳周辺で火山灰 (それぞれ NYk-2, NYk-1) を降下させる噴火があったとし、さらに 0.8 ka の噴火については、横岳南麓に分布する八丁平溶岩 (Y₉; 河内,

*〒360-0194 熊谷市万吉 1700
立正大学 地球環境科学部地理学科
Department of Geography, Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University, 1700 Magechi, Kumagaya,

Saitama 360-0194, Japan.

Corresponding author: Masayuki Oishi
e-mail: ooisim@ris.ac.jp

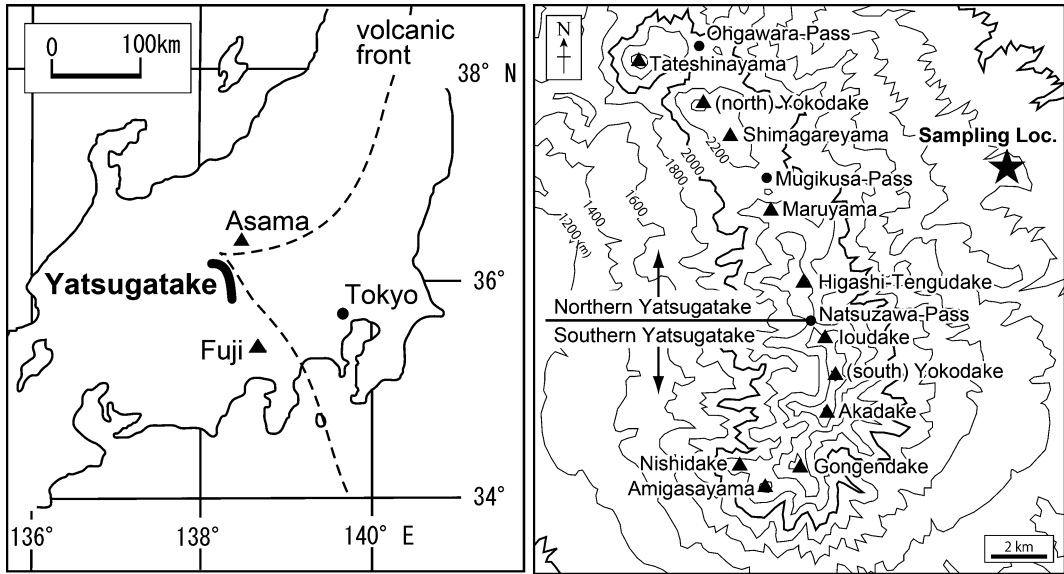


Fig. 1. Maps of the Yatsugatake volcano. Star shows the observation and sampling locality.

1974-75) の流出を伴っているとされた。その後、奥野・小林 (2010) は、NYk-1 火山灰は明確なテフラ層であるか疑わしいとし、2.35~2.15 cal ka BP に NYk-2 火山灰と Y₉ 溶岩流の噴出があったとした。

八ヶ岳火山列で、後期更新世以降に遠隔地まで噴出物を拡散させた大規模爆発的噴火の堆積物として、中谷 (1970) や Kawachi *et al.* (1978), 大石・鈴木 (2004) によって記載された 5 枚の降下軽石 (八ヶ岳新期テフラ群) がある。それらのうち最も新しい八ヶ岳新期第 4 テフラ (YPm-IV; 中谷, 1970, Yt-Pm4; 大石・鈴木, 2004) は、Kawachi *et al.* (1978) 以降、横岳起源であるとされてきたものである。本テフラの年代については、70 年代から 80 年代にかけて、1.4 万年前とのフィッション・トラック (FT) 年代 (八ヶ岳団地研究グループ, 1976), 13000 ± 650 y.B.P. とする Suzuki (1974) の FT 年代, 23490 ± 1150 y.B.P. とする ¹⁴C 年代 (稲田, 1986) が示されている。2000 年以降も新たな年代値が報告されているが、本テフラの層位が、30 cal ka BP (Smith *et al.*, 2013) の始良丹沢テフラ (AT: 町田・新井, 1976) の下位である (大石・鈴木, 2004) ことに矛盾しているデータが多い。例えば、大石・鈴木 (2004) は、層序と風化火山灰土層の堆積速度に基づき、Yt-Pm4 テフラの年代を 29 ka、大石・塚本 (2004) は、光ルミネッセンス (Optically Stimulated Luminescence; OSL) 法に基づき 28~25 ka と求め、大石 (2010) ではこれらをまとめて 29~25 ka (未補正值) としている。しかしながら、大石・鈴木 (2004) の年代値算出では、風

化火山灰土の堆積速度は一定であると仮定しており、大石・塚本 (2004) の OSL 法では、Yt-Pm4 テフラ以外の軽石層について層序と矛盾する結果が得られているので、別の年代測定法で見直しをはかる必要がある。

八ヶ岳火山列は、その体積が 140 km³ (Nishiki *et al.*, 2011) という大規模な火山で、活動期が周辺の噴出中心も含めて 100 万年間以上に渡るため、時間軸を入れた活動史解明は将来の活動予測に必須である。特に最も新しい降下軽石である Yt-Pm4 テフラを噴出し、さらに約 2 ka に NYk-2 火山灰と溶岩流の噴出があった横岳は重要なターゲットである。

そこで本研究では、Yt-Pm4 テフラについて、これまで実施例のない加速器質量分析 (AMS) による放射性炭素年代測定を行い、またこれに基づいて横岳の噴火史について検討したので報告する。

2. Yt-Pm4 テフラの¹⁴C 年代測定

2-1 試料採取位置

今回年代測定を行った試料は、横岳山頂から東南東約 11 km の、長野県南佐久郡小海町豊里の露頭 (N36° 03' 48.37", E138° 26' 34.51": WGS84) で採取した (Fig. 1)。本地点は、大石・鈴木 (2004) で Loc. 10 として記載された地点である。ここでは、露出する約 5.5 m の風化火山灰土層中に、下位から Yt-Pm1, Yt-Pm2, Yt-Pm3, Yt-Pm4 の 4 枚の明瞭な降下軽石層が挟在する (Fig. 2)。最上位に認められる Yt-Pm4 テフラは、層厚が 70 cm のオレンジ

Table 1. Result of ^{14}C dating.

Sample name	Lab. No.	Material	$\delta^{13}\text{C}$ (%)	^{14}C date (yrBP $\pm 1\sigma$)	Cal. Range (probability)
110721-4	PLD-19042	wood	-26.46 \pm 0.12	30667 \pm 130	32951-32333 BC (95.4 %)

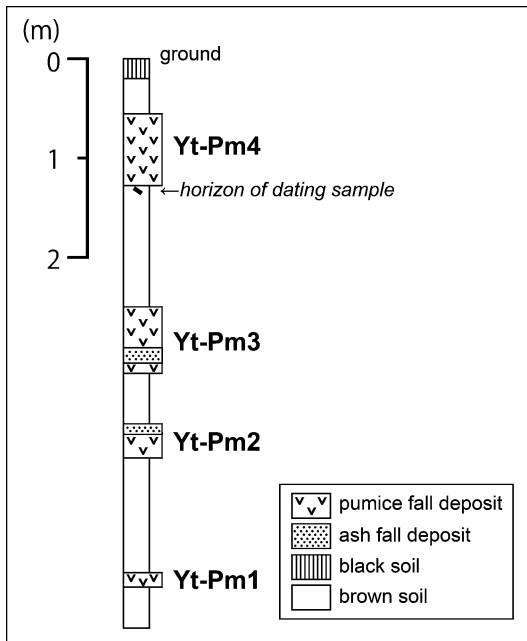


Fig. 2. Columnar section of the outcrop.

ジ色を呈する降下軽石からなる層である。Yt-Pm1, Yt-Pm2, Yt-Pm3 の3枚のテフラについては、いずれも降下軽石層と細粒火山灰層からなるが、Yt-Pm4 テフラは細粒火山灰層を伴わないので、粒径変化によって複数の堆積ユニットを定義することはできない。軽石粒は、繊維状によく発泡し、最大と思われる粒子3個の平均をとった平均最大粒径は40mmである。斑晶鉱物として、斜長石、斜方輝石、単斜輝石、磁性鉱物と、わずかに普通角閃石が認められる。

年代測定試料は、Yt-Pm4 テフラの直下約1.5cm以内に点在する炭化した樹木片のうち、大きさ約1×0.5cm程度で板状のものである。本試料を含有する層は、Yt-Pm4 に直接覆われる風化火山灰土層である。テフラ直下の埋没土壌は、そのテフラの噴出年代とみなせるとされている(例えば、奥野, 1999, 2001; Okuno *et al.*, 1997)。大石・鈴木 (2004) は本地域の風化火山灰土の堆積速度

をおおよそ3.5cm/kyと見積もっていることから、1.5cmの風化火山灰土が堆積するのに要する時間は単純に見積もって約0.4kyである。今回報告する年代値は実際の噴火年代よりも古く見積もっている可能性があるが、それは400年程度であると考えられる。

2-2 測定および暦年較正方法

AMSを用いた放射性炭素年代測定は、株式会社パレオ・ラボに依頼して行った。試料は前処理として、超音波洗浄、酸-アルカリ-酸洗浄を行った。次に、試料調製後、加速器質量分析計(パレオ・ラボ社, コンパクト AMS: NEC製1.5SDH)を用いて測定を行った。得られた ^{14}C 濃度について同位体分別効果の補正を行った後、 ^{14}C 年代、暦年代を算出した。 ^{14}C 年代(yrBP)の算出には、 ^{14}C の半減期としてLibbyの半減期5568年を使用した。暦年較正には、OxCal 4.2および較正曲線データとしてIntCal 13 (Bronk Ramsey, 2009; Reimer *et al.*, 2013)を使用した。

2-3 測定結果およびその評価

Yt-Pm4 テフラ直下の土壌中から見出された炭化木片のAMS年代は、30667 \pm 130yrBPであり、暦年較正した値は、32951~32333calBP(2 σ) (Table 1)であった。

前述のとおり、大石 (2010) はYt-Pm4 テフラの年代を29~25kaとした。これに対し本研究の未補正值30667 \pm 130yrBPは約2~6ky古い値となった。しかし、層序的観点からすると、Yt-Pm4 テフラ直上のATテフラが暦年較正後の値で30calkaBPであることと矛盾しない。このことから、本研究の年代値は妥当であると判断できる。

3. 考察

3-1 横岳の活動史

横岳は9枚の安山岩質溶岩(古い方から、Y₁~Y₉溶岩)からなる溶岩ドーム状の火山体である(Kawachi *et al.*, 1978)。しかし、溶岩の直接年代測定が行われていないので、溶岩との被覆関係が既知のYt-Pm4 テフラの年代を用いて、横岳の活動時期について議論する。

これまで29~25kaと推定されてきたYt-Pm4 テフラの噴出年代は、本論で約32calkaBPと改訂された。一

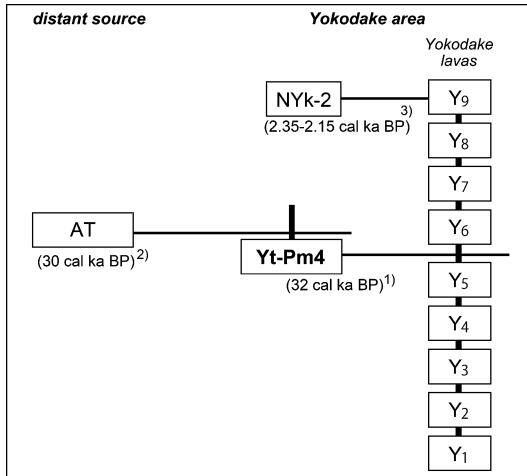


Fig. 3. Ages and stratigraphic relation of the Yokodake lavas and some time marker tephra beds. Age data are after the following: 1) this study, 2) Smith *et al.* (2013), 3) Okuno and Kobayashi (2010).

方、Yt-Pm4 テフラは Y₅ 溶岩と Y₆ 溶岩との間の層準であることが報告されている(大場・河内, 1997)。したがって、Y₁ から Y₅ までの古い 5 枚の溶岩流は約 32 ka までに噴出し、Y₆ から Y₉ までの新しい 4 枚の溶岩流は、32 ka 以降に噴出したものと推定できる (Fig. 3)。さらに、奥野・小林 (2010) は横岳周辺に分布し、約 2.35~2.15 cal ka BP との年代値が得られている NYk-2 火山灰が Y₉ 溶岩流に伴う噴出物である可能性を示唆した (Fig. 3)。これらのことから、Y₆ から Y₉ までの時間は約 29.85~29.65 ky になる。Kawachi *et al.* (1978) では、Y₆、Y₇、Y₈、Y₉ の各溶岩流の噴出量をそれぞれ 0.03、0.04、0.03、0.003 km³ としているので、この間の噴出率は約 0.0035 km³/ky となる。Yt-Pm4 テフラの噴出量は大石・鈴木 (2004) により 0.2 km³ DRE と見積もられており、この体積も含めると、その噴出率は約 0.0102 km³/ky となる。

3-2 八ヶ岳火山列の最新時期の活動

Yt-Pm4 テフラの ¹⁴C 年代が約 32 cal ka BP であることは、八ヶ岳火山列で大規模な軽石を噴出する爆発的噴火が、最近約 3.2 万年間発生していないことを示唆する。一方、山体上部における局所的な活動が 3.2 万年前以降にもあったことは明白である。前述のとおり、横岳で少なくとも 2 ka 頃まで溶岩流や火山灰が噴出していた。また、八ヶ岳火山列ほぼ中央部の天狗岳北麓に堆積するすりばち池溶岩が、¹⁴C 年代値で 23600 ± 100 または 24600 ± 100 年前 (河内, 1974-75) に噴出したとされており、現在でも溶岩堤防や溶岩じわなどの地形が明瞭に保存されていることは、新しい年代値とも調和的である。

ところで、西暦 887 年または 888 年に発生した、天狗岳からやや北方のニューにかけての東側山腹を崩壊源とする天月川岩屑なだれ (河内, 1983) は、その誘因が非火山性であったことを積極的に証明するデータがない。したがって今後も火口近傍の表層近くの層位でテフラの搜索をし、時代の確定していない溶岩との関係も調査することで、八ヶ岳火山列の最新時期の活動について解明していくことが求められる。

4. まとめ

八ヶ岳火山列の横岳を起源とする Yt-Pm4 テフラの年代を、AMS 年代測定法により再考した。テフラ直下の風化火山灰土層中の炭化木片の年代測定により、30667 ± 130 yrBP、暦年較正した値で、32951~32333 cal BP が得られた。この数値は従来の研究によるものに比べて約 2~6 ky 古い値であるが、Yt-Pm4 テフラの上位にある AT の年代値 (30 cal ka BP: Smith *et al.*, 2013) と矛盾しない。また後期更新世以降も八ヶ岳火山列で噴火活動があったことが明白になった。

本論は、査読者の三宅康幸氏、田島靖久氏および編集担当の鈴木由希氏のアドバイスにより大きく改善された。記して感謝いたします。なお本研究は、株式会社パレオ・ラボの「第 6 回若手研究者を支援する研究助成」を用いた研究の一環として行われた。

引用文献

- Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **51**, 337-360.
- 稲田孝司 (1986) 旧石器文化と動物相。九州の旧石器文化 (II), 7-19.
- 河内晋平 (1974-75) 蓼科山地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所。
- 河内晋平 (1977) 八ヶ岳地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所。
- 河内晋平 (1983) 八ヶ岳天月川岩屑流。地質学雑誌, **89**, 173-182.
- Kawachi, S., Nakaya, S., and Muraki, K. (1978) YPm-IV pumice bed in Northern Yatsugatake, Yatsugatake Volcanic Chain, central Japan. Studies on Yatsugatake tephra, Part I. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **29**, 21-33.
- 気象庁 (2003) 火山噴火予知連絡会による活火山の選定及び火山活動度による分類 (ランク分け) について。報道発表資料, 平成 15 年 1 月 21 日。
- 気象庁 (2013) 日本活火山総覧 (第 4 版), 725-730.
- 町田 洋・新井房夫 (1976) 広域に分布する火山灰一始良 Tn 火山灰の発見とその意義。科学, **46**, 339-347.
- 松本哲一・宇都浩三・水野清秀 (1999) 蓼科山地域に分布する北八ヶ岳火山岩類の K-Ar 年代。日本火山学会講演予稿集, p. 20.
- 中谷 進 (1970) 八ヶ岳東麓のテフラー特に八那池軽石

- 流を覆うテフラ層中の軽石一。軽石学雑誌, **3**, 30-35.
- 西来邦章・松本哲一・宇都浩三・高橋 康・三宅康幸 (2007) 中部日本, ハケ岳地域の火山活動期の再検討。地質学雑誌, **113**, 193-211.
- Nishiki, K., Takahashi, K., Matsumoto, A., and Miyake, Y. (2011) Quaternary volcanism and tectonic history of the Suwa-Yatsugatake Volcanic Province, Central Japan. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **203**, 158-167.
- 大場孝信・河内晋平 (1997) 北ハケ岳火山群横岳 YPm-IV 軽石層の噴出時期の岩石化学・鉱物学的考察。地球惑星科学関連学会 1997 年合同大会予稿集, p. 466.
- 大石雅之 (2010) 斑晶鉱物の屈折率に基づくハケ岳新时期テフラ群川上テフラの給源火口推定。地学雑誌, **119**, 33-45.
- 大石雅之・鈴木毅彦 (2004) ハケ岳火山を起源とする新时期テフラ群の層序と噴火史。火山, **49**, 1-12.
- 大石雅之・塚本すみ子 (2004) OSL 年代測定を用いたハケ岳新时期テフラの降下年代の再検討。日本第四紀学会講演要旨集, P-24, 121-122.
- 奥野 充 (1995) 古土壌の加速器¹⁴C 年代による噴火年代の推定。名古屋大学加速器質量分析器業績報告書, 6 号, 43-53.
- 奥野 充 (1999) テフラの¹⁴C 年代—現状と今後の展望—。月刊地球, 号外 **26**, 39-42.
- 奥野 充 (2001) テフロクロノロジーと¹⁴C クロノロジー。第四紀研究, **40**, 461-470.
- 奥野 充・小林哲夫 (2010) 北ハケ岳・横岳溶岩ドームにおける最新のマグマ噴火。地形, **32**, p. 343.
- Okuno, M., Nakamura, T., Moriwaki, H., and Kobayashi, T. (1997) AMS radiocarbon dating of the Sakurajima tephra group, southern Kyushu, Japan. *Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res.*, **B123**, 470-474.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hafflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M., and van der Plicht, J. (2013) IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, **55**, 1869-1887.
- Smith, V. C., Staff, R. A., Blockley, S. P. E., Ramsey, C. B., Nakagawa, T., Mark, D. F., Takemura, K., Danhara, T., and Suigetsu 2006 Project Members (2013) Identification and correlation of visible tephra in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. *Quaternary Science Reviews*, **67**, 121-137.
- Suzuki, M. (1974) Chronology of Prehistoric Human Activity in Kanto, Japan. *Journal of the Faculty of Science, the University of Tokyo*, **4**, 395-469.
- ハケ岳団体研究グループ (1976) ハケ岳火山活動の概要—とくに中期洪積世以降の火山活動について—。地球科学, **30**, 87-94.

(編集担当 鈴木由希)