

加速器質量分析法による九重火山群, 黒岳火砕流堆積物の放射性炭素年代

AMS Radiocarbon Age of the Kurodake Pyroclastic-flow Deposit in Kuju Volcanic Group, SW Japan

奥野 充* 長岡信治**
 國分(齋藤) 陽子***
 中村俊夫**** 小林哲夫*****

*Mitsuru Okuno**, *Shinji Nagaoka***,
*Yoko Saito-Kokubu****,
*Toshio Nakamura***** and
*Tetsuo Kobayashi******

平成29年11月30日受理.

- * 福岡大学理学部地球圏科学科
 Department of Earth System Science, Fukuoka University, Fukuoka 814-0180, Japan
- ** 元長崎大学教育学部 (2011年7月10日逝去)
 Formerly Nagasaki University, Nagasaki 852-8521, Japan (passed away on 10 July, 2011)
- *** (国研)日本原子力研究開発機構東濃地科学センター
 Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency, Toki, Gifu 509-5102, Japan
- **** 名古屋大学宇宙地球環境研究所年代測定研究部
 Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Nagoya 464-8601, Japan
- ***** 鹿児島大学名誉教授
 Emeritus Professor, Kagoshima University, Kagoshima 890-0065, Japan

Corresponding author: M. Okuno,
 okuno@fukuoka-u.ac.jp

はじめに

中部九州の九重火山群 (Fig. 1) は, 20 座以上の溶岩ドームと小型の成層火山からなる複成火山で, 30 km³ 以上の総体積を持つ (小野, 1963; 松本, 1983; 太田, 1991; 鎌田, 1997; 長岡・奥野, 2014, 2015; 川辺ほか, 2015). この火山群では, 約 53.5 ka BP (Okuno et al., 2017) の飯田火砕流堆積物以降, 多くの溶岩ドームとそれに伴う火砕流堆積物 (block-and-ash flow 型) が形成されてきた.

九重火山群の最新の溶岩ドームである黒岳溶岩ドームは, 比高約 700 m, 底辺の長径約 3 km, 体積約 1.6 km³ と最大である. 黒岳の噴火活動は, まず黒岳円頂丘溶岩 (高塚山: Tk) が成長し, 次いでその北東に前岳溶岩 (Me) が絞り出されるように流出した (太田, 1991). 黒岳火砕流堆積物 (Kj-Kd; Kamata and Kobayashi, 1997) は, 前岳溶岩の先端部が崩壊して形成された

Abstract

Kuju volcanic group, located in central Kyushu, Japan, consists of over twenty volcanoes (lava domes as well as small stratovolcanoes). The Kurodake, largest lava dome with a volume of 1.6 km³, generated Kurodake pyroclastic-flow (Kj-Kd) and ash-fall (Kj-KdA) deposits. To refine age of the Kurodake eruption, we conducted radiocarbon dating of a charred wood trunk in the Kj-Kd with an AMS system at Tono Geoscience Center, JAEA. The obtained ¹⁴C date, 1505 ± 40 BP (JAT-8677, δ¹³C = -23.8 ‰), can correspond to 1310-1423 cal BP (probability = 74.6 %), 1430-1442 cal BP (2.4 %) and 1456-1521 cal BP (23.0 %) in 2σ confidence level. The medium probability date, 1391 cal BP, is consistent with the stratigraphy and provides the reliable age for the Kj-Kd.

Keywords: Kuju volcanic group, Kurodake, radiocarbon age, block-and-ash flow deposit, lava dome

ものである. Kj-Kd の放射性炭素 (¹⁴C) 年代は, 含まれる炭化木片について 1710 ± 50 BP が既に得られており (Kamata and Kobayashi, 1997), 約 1.6 cal ka BP (2σ で 1522-1776 cal BP) に相当する. 黒岳降下火山灰 (Kj-KdA) は, この Kj-Kd の ash cloud に由来し, 見かけ体積は 0.016 km³ である (長岡・奥野, 2014). 一方, Kj-KdA の下位にある阿蘇 N2 降下火山灰・スコリア (Aso-N2: Miyabuchi, 2009) の ¹⁴C 年代は, 直下の土壌試料について 1600 ± 60 BP (Beta-87170) が得られており (宮縁・渡辺, 1997), 約 1.5 cal ka BP (2σ で 1354-1617 cal BP) に相当する. 長岡・奥野 (2015) は, 両者の中央値 (Median Probability) は層位と逆転するが (Fig. 2), 誤差範囲ではほぼ同じ時期であると考えた. 今回, 日本原子力研究開発機構の施設供用制度を利用して, Kj-Kd の炭化樹幹の ¹⁴C 年代を測定した. なお, ¹⁴C 年代の表記は, 奥野ほか (2013) にしたがった.

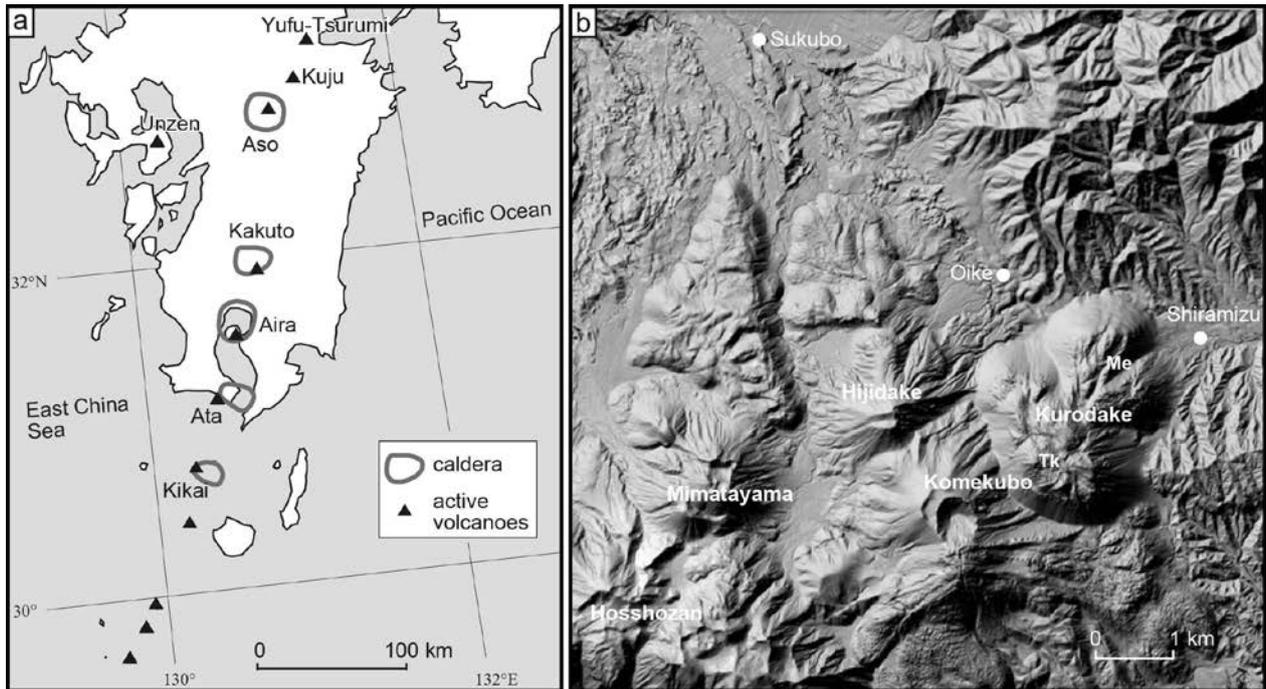


Fig. 1. Index maps. (a) Map showing the distribution of volcanoes on Kyushu Island. (b) Topographic map of the north-central and -eastern parts of Kuju volcanic group. Solid circles indicate locations of representative outcrops in Fig. 2. Basement map was prepared by GSI (Geospatial Information Authority of Japan). Tk: Takatsukayama, Me: Maedake.

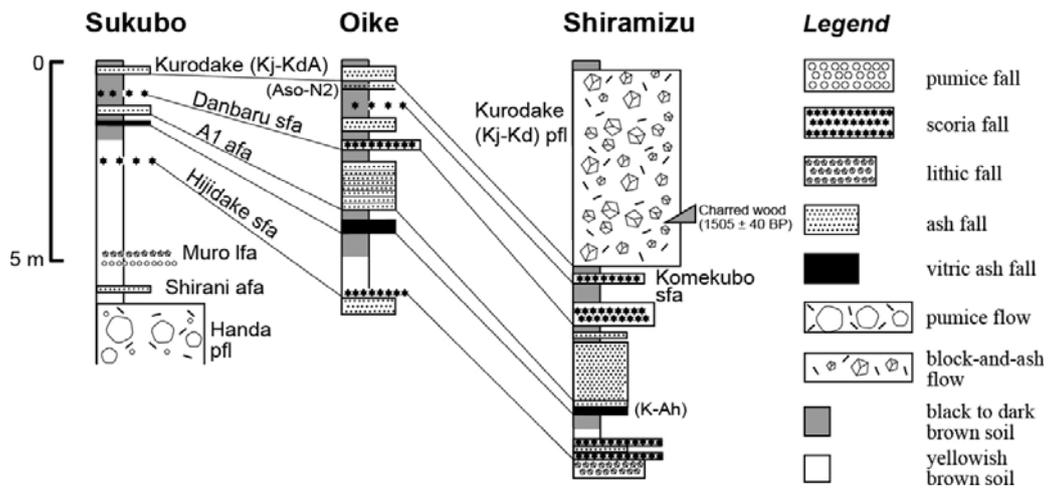


Fig. 2. Columnar sections showing stratigraphic relation of the Kurodake pyroclastic-flow (Kj-Kd), ash-fall (Kj-KdA) deposits and other tephras from Kuju and Aso volcanoes (after, Nagaoka and Okuno, 2014). sfa: scoria-fall, lfa: lithic-fall, afa: ash-fall, pfl: pyroclastic-flow deposits.

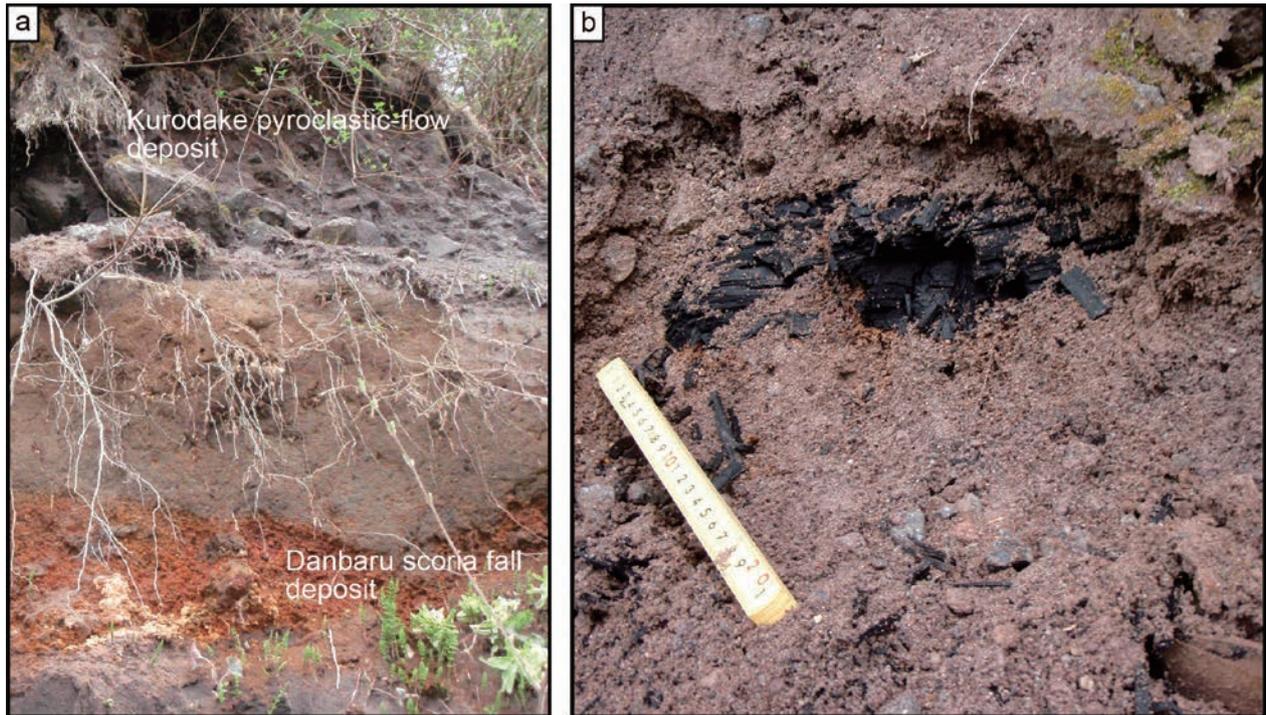


Fig. 3. Photographs at Shiramizu section in Fig. 2. (a) Occurrence of the Kurodake pyroclastic-flow (Kj-Kd) and Danbaru scoria-fall deposits. (b) Close up of charred wood trunks in the Kj-Kd.

測定試料および ^{14}C 年代測定

測定試料は Kj-Kd 中の炭化樹幹（直径約 12 cm）である（Fig. 3）。この炭化樹幹から採取した破片の表面を蒸留水で洗浄後，酸-アルカリ-酸（AAA）処理を行った。AAA 処理した試料と酸化銅を石英管に真空封入し，電気炉で 850°C ，3 時間加熱した後，生じた気体を精製して二酸化炭素を得て，これを水素還元法（Kitagawa et al., 1993）でグラファイト化した。このグラファイトの ^{14}C 濃度を，日本原子力研究開発機構東濃地科学センターの NEC 社製 15SDH-2 型加速器質量分析装置（Saito-Kokubu et al., 2015）を用いて測定した。 ^{14}C 濃度の標準体として NIST OxII（シュウ酸）を，バックグラウンド値には IAEA C1（大理石）を使用した。 ^{14}C 年代値の算出には，Libby の半減期 5568 年を用い，試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値により同位体分別効果（中村，1995）を補正した。

結果と考察

得られた ^{14}C 年代は， $1505 \pm 40 \text{ BP}$ （JAT-8677， $\delta^{13}\text{C} = -23.8 \text{ ‰}$ ）である。この年代値を ^{14}C 年代-暦年代データセット IntCal13（Reimer et al., 2013）とコンピュータソフト Calib 7.1（Stuiver and Reimer, 1993）を用いて暦年較正すると， 2σ で $1310\text{--}1423 \text{ cal BP}$

（74.6 %）， $1430\text{--}1442 \text{ cal BP}$ （2.4 %）， $1456\text{--}1521 \text{ cal BP}$ （23.0 %）が得られる（Fig. 4）。その中央値が 1391 cal BP であることから，本稿では Kj-Kd の年代として約 1.4 cal ka BP を採用する。

この結果は，Kamata and Kobayashi（1997）で報告された約 1.6 cal ka BP よりも誤差範囲を僅かに超えて若い年代を示す。Kj-KdA は，Kj-Kd の流下に伴う ash cloud に由来するもので（長岡・奥野，2014），黒岳溶岩ドーム，Kj-Kd および Kj-KdA はほぼ同時に形成されたと考えられる。Kj-KdA の下位にある Aso-N2 は，別府湾のコア試料からも検出されており（Takemura, 1995; 古澤・梅田，2000），最近，コアの高精度年代モデルから $1470\text{--}1490 \text{ cal BP}$ （ 1σ ）が得られている（Yamada et al., 2017）。この年代は，Aso-N2 直下の土壌層から得られた約 1.5 cal ka BP （宮緑・渡辺，1997）とよく一致している。今回得られた Kj-Kd の年代（約 1.4 cal ka BP ）は，Aso-N2 との層位関係と整合的であることから，より信頼できるものであるといえよう。

謝 辞

環境省くじゅう自然保護官事務所の担当官には，国立公園内の試料採取の申請方法の指導と許可をいただいた。この研究の一部に，日本学術振興会の科学研究費補助金・基盤研究（B）（課題番号：17300295，研究代表者：奥村晃史），基盤研究（C）（課題番号：

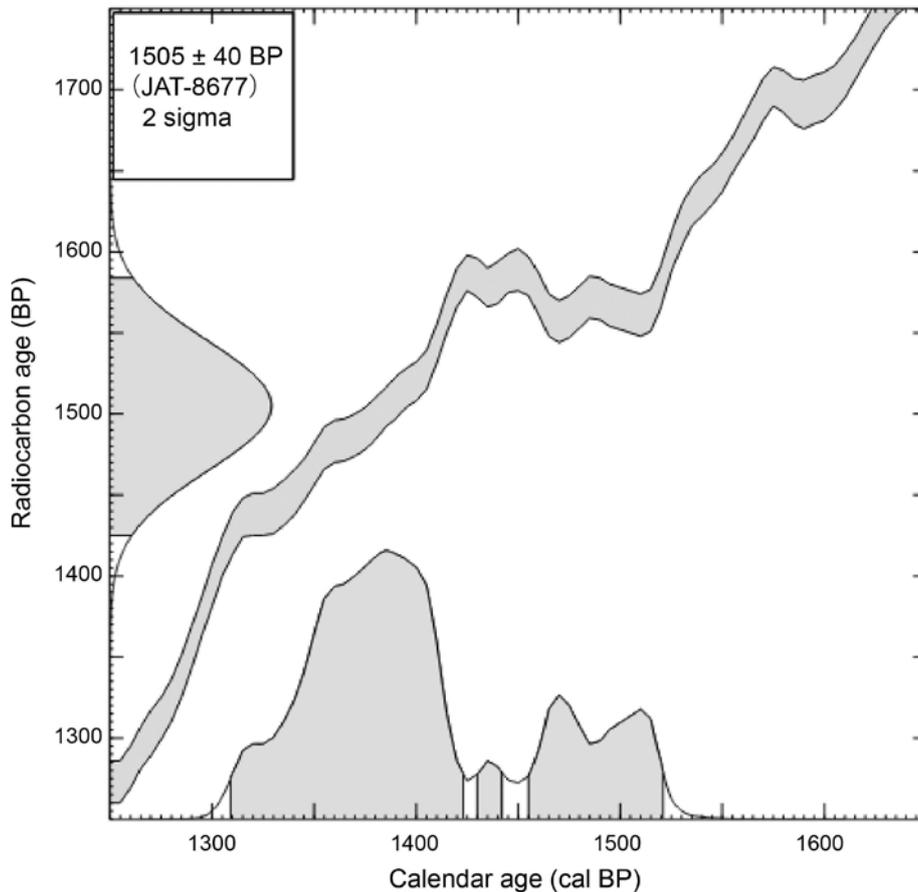


Fig. 4. Probability distribution of calendar age from 1505 ± 40 BP using the computer program Calib 7.1 (Stuiver and Reimer, 1993) with dataset of IntCal13 (Reimer et al., 2013).

18500781, 研究代表者：長岡信治)を使用した。福岡大学の田口幸洋教授と(株)ダイヤコンサルタントの筒井正明博士には、粗稿を読んで有益なコメントをいただき、本稿の内容は大幅に改善された。以上、記して御礼申し上げます。

文献

- 古澤 明・梅田浩司, 2000, 別府湾コアにおける最近 7000 年間の火山灰層序ーピストンコア中の火山灰と阿蘇, 九重火山のテフラとの対比ー. 地質雑, **106**, 31-49.
- 鎌田浩毅, 1997, 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)「宮原地域の地質」. 地質調査所, 127p.
- Kamata, H. and Kobayashi, T., 1997, The eruptive rate and history of Kuju volcano in Japan during the past 15,000 years. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, **76**, 163-171.
- 川辺禎久・星住英夫・伊藤順一・山崎誠子, 2015, 九重火山地質図. 火山地質図 no. 19, 産総研地質調査総合センター, 6p.
- Kitagawa, H., Masuzawa, T., Nakamura, T. and Matsumoto, E., 1993, A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS ^{14}C measurements. *Radiocarbon*, **35**, 295-300.
- 松本徹夫, 1983, 九重火山群の火山地質学的研究. 山口大学理学部地質学鉱物科学教室, 91p.
- Miyabuchi, Y., 2009, A 90,000-year tephrostratigraphic framework of Aso Volcano, Japan. *Sediment. Geol.*, **220**, 169-189.
- 宮縁育夫・渡辺一徳, 1997, 埋没黒ボク土層の ^{14}C 年代からみた完新世阿蘇火山テフラの噴出年代. 火山, **42**, 403-408.
- 長岡信治・奥野 充, 2014, 九重火山のテフラ層序. 月刊地球, **36**, 281-296.
- 長岡信治・奥野 充, 2015, 九州中部, 九重火山群の噴火史. 地形, **36**, 141-158.
- 中村俊夫, 1995, 加速器質量分析 (AMS) 法による ^{14}C 年代測定の高精度化および正確度の向上の検討. 第四紀研究, **34**, 171-183.
- 太田岳洋, 1991, 九重火山群, 東部及び中部域の形成史. 岩鉱, **86**, 243-263.
- 奥野 充・中村俊夫・及川輝樹・荻谷愛彦, 2013, 放

- 放射性炭素 (^{14}C) 年代をどのように報告するか？ 月刊地球, **35**, 565-568.
- Okuno, M., Nagaoka, S., Saito-Kokubu, Y., Nakamura, T., Kobayashi, T., 2017, AMS radiocarbon dates of pyroclastic-flow deposits on the southern slope of the Kuju volcanic group, Kyushu, Japan. *Radiocarbon*, **59**, 483-488.
- 小野晃司, 1963, 5万分の1地質図幅「久住」及び同説明書. 地質調査所, 106p.
- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hafliðason, 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.
- Saito-Kokubu, Y., Matsubara, A., Miyake, M., Nishizawa, A., Ohwaki, Y., Nishio, T., Sanada, K. and Hanaki, T., 2015, Progress on multi-nuclide AMS of JAEA-AMSTONO. *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res., Sect. B*, **361**, 48-53.
- Stuiver, M. and Reimer, P.J., 1993, Extended ^{14}C data base and revised CALIB 3.0 ^{14}C age calibration program. *Radiocarbon*, **35**, 215-230.
- Takemura, K., 1995, Holocene eruptive activity recorded as volcanic glass in the sediments of Beppu bay, central Kyushu, Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ. (Geol. Mineral.)*, **57** (2), 1-10.
- Yamada, K., Takemura, K., Kuwae, M., Yamamoto, M. and Danhara, T., 2017, Revised ages of late Holocene tephras in Beppu Bay, central Kyushu, southwest Japan. *Quat. Int.*, **452**, 33-42.

(要 旨)

奥野 充・長岡信治・國分（齋藤）陽子・中村俊夫・小林哲夫, 2018, 加速器質量分析法による九重火山群，黒岳火砕流堆積物の放射性炭素年代. 福岡大学理学集報, 48, 1-5. (Okuno, M., Nagaoka, S., Saito-Kokubu, Y., Nakamura, T. and Kobayashi, T., 2018, AMS radiocarbon age of the Kurodake pyroclastic-flow deposit in Kuju volcanic group, SW Japan. *Fukuoka Univ. Sci. Rep.*, **48**, 1-5.)

中部九州の九重火山群は，20座以上の溶岩ドームと小型の成層火山からなる複成火山である。黒岳溶岩ドームは，体積約 1.6 km^3 と最大であり，黒岳火砕流堆積物 (Kj-Kd) と黒岳降下火山灰 (Kj-KdA) を伴う。本研究では黒岳溶岩ドームの噴火年代を確認するため，Kj-Kd の炭化樹幹の放射性炭素 (^{14}C) 年代を日本原子力研究開発機構東濃地科学センターの加速器質量分析装置を用いて測定した。得られた ^{14}C 年代は $1505 \pm 40 \text{ BP}$ (JAT-8677, $\delta^{13}\text{C} = -23.8 \text{ ‰}$) で，暦年較正すると $1310\text{--}1423 \text{ cal BP}$ (74.6 %), $1430\text{--}1442 \text{ cal BP}$ (2.4 %), $1456\text{--}1521 \text{ cal BP}$ (23.0 %), その中央値は 1391 cal BP である。この結果は Kj-KdA の下位にある阿蘇 N2 テフラ (約 1.5 cal ka BP) との層位関係とも整合的であることから，より信頼できる Kj-Kd の噴火年代であると考えられる。