

霧島新燃岳の享保噴火の<sup>14</sup>Cウイグル・マッピング年代  
<sup>14</sup>C wiggle-matching age determination of the Kyoho eruption of  
Kirishima-Shinmoedake volcano, SW Japan

原 慎治<sup>1</sup>・奥野 充<sup>1\*</sup>・藤木利之<sup>2</sup>・中村俊夫<sup>3</sup>・南 雅代<sup>3</sup>・木村勝彦<sup>4</sup>・小林哲夫<sup>5</sup>  
Shinji Hara<sup>1</sup>, Mitsuru Okuno<sup>1\*</sup>, Toshiyuki Fujiki<sup>2</sup>, Toshio Nakamura<sup>3</sup>, Masayo Minami<sup>3</sup>,  
Katsuhiko Kimura<sup>4</sup>, Tetsuo Kobayashi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>福岡大学理学部地球圏科学科・<sup>2</sup>岡山理科大学理学部基礎理学科・<sup>3</sup>名古屋大学宇宙地球環境研究所・  
<sup>4</sup>福島大学共生システム理工学類・<sup>5</sup>鹿児島大学地震火山地域防災センター

<sup>1</sup> Faculty of Science, Fukuoka University, Jonan-ku, Fukuoka 814-0180, Japan.

<sup>2</sup> Faculty of Science, Okayama University of Science, Kita-ku, Okayama 700-0005, Japan.

<sup>3</sup> ISEE, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan.

<sup>4</sup> Faculty of Symbiotic System Science, Fukushima University, Kanayagawa, Fukushima 960-1296, Japan.

<sup>5</sup> Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan.

\*Corresponding author. E-mail: okuno326@gmail.com

### Abstract

The Kyoho eruption of Shinmoedake volcano in the Kirishima volcano group has been dated to 1716-1717 AD based on descriptions in ancient documents. This period is difficult to calibrate calendar years from radiocarbon (<sup>14</sup>C) ages, but the correct age can be obtained by applying <sup>14</sup>C wiggle-matching. In this study, five tree trunk samples (samples A to E) were collected from three locations at the eastern foot of the Shinmoedake. Annual rings were cut out from sample E into single-year rings and conducted <sup>14</sup>C measurement using accelerator mass spectrometry (AMS). To obtain accurate age for the Kyoho eruption, wiggle-matching technique was applied with computer program OxCal 4.4.2. As a result, the age of the outermost annual ring was found to be 1697-1731 cal AD with a confidence interval of 95.4%, which is consistent with the chronology of ancient documents.

**Keywords:** Kirishima-Kyoho eruption; accelerator mass spectrometry (AMS); radiocarbon wiggle-matching

### 1. はじめに

霧島火山群、新燃岳火山の享保噴火(井村・小林, 1991)は、山之口郷(宮崎県都城市山之口)や高原郷(宮崎県高原町)の行政記録文書である「古今山之口記録」と「高原所系図巻冊」、薩摩藩の藩史である「三州御治世要覧年代記」などに記述されており(及川ほか, 2012)、その年代が西暦1716~1717年であることがわかっている。一方、西暦1600年以降の暦年較正曲線には、放射性炭素(<sup>14</sup>C)年代に複数の暦年候補があるため(Stuiver and Pearson, 1986)、一義的に年代決定することが困難になる。<sup>14</sup>Cウイグル・マッピング(wiggle-matching)は、樹木年輪などから得られる複数の<sup>14</sup>C年代(データセット)をIntCal20(Reimer *et al.*, 2020)などの暦年較正曲線と照合して、高精度に年代範囲を求め方法である(Pearson, 1986)。筆者らは新燃岳東麓(Fig. 1)の3ヶ所から樹幹試料A~C(地点1: 31° 54' 28.6"N, 130° 54' 26.5"E)、試料D(地点2: 31° 54' 33.0"N, 130° 54' 20.1"E)、試料E(地点3: 31° 54' 30.3"N, 130° 54' 19.4"E)の計5点を採取した。

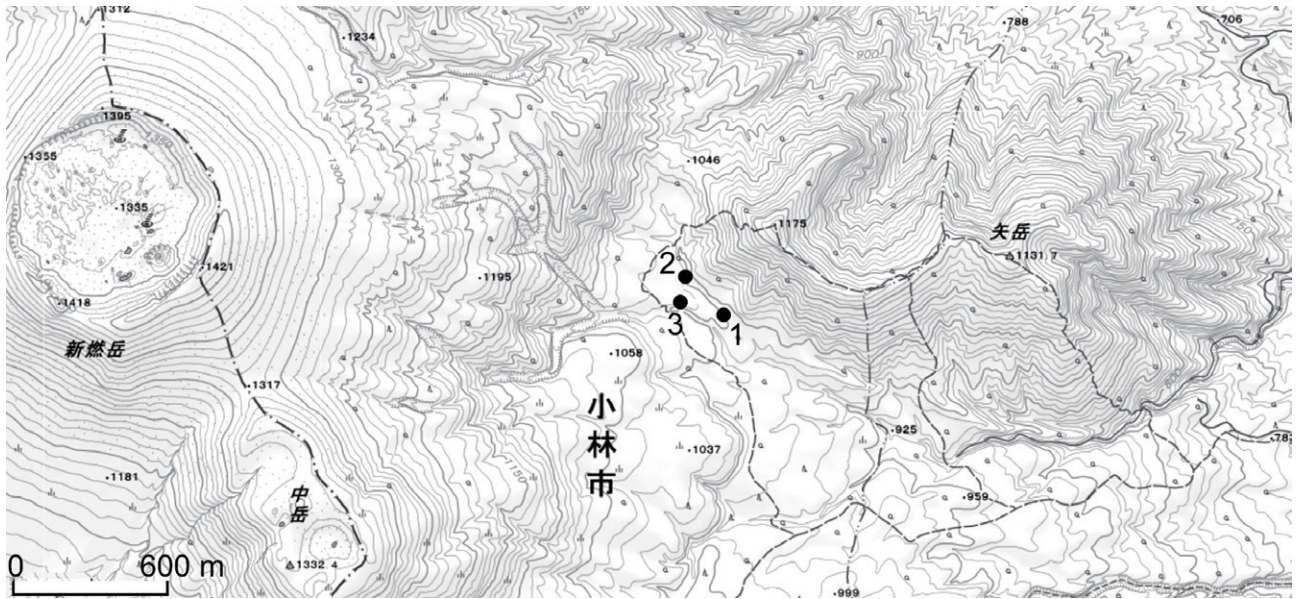


Fig. 1 Topographic map around Shinmoedake volcano showing the sampling sites 1 to 3. “GSI Map” published from the Geospatial Information Authority of Japan was used as the base map.

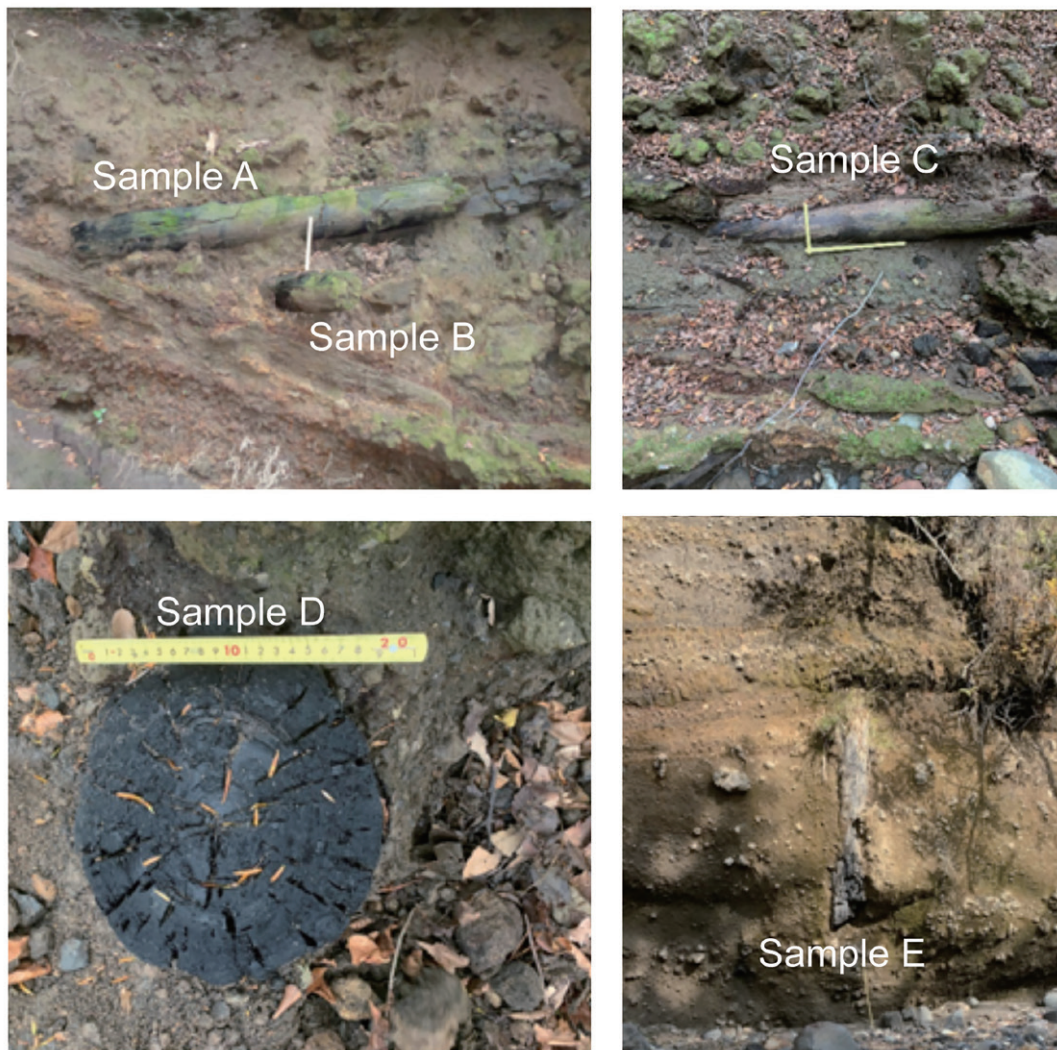


Fig. 2 Photographs showing occurrence of samples A to E.

## 2. 試料採取および分析方法の概要

採取した樹幹試料A～Eは、すべて享保噴火の堆積物により埋没して産する (Fig. 2)。これらはすべて樹皮が保存されており、最外年輪を確認することができる。採取試料の小口面を鋸により整形した後、試料に付着していた砂泥を洗い流した。さらに#400、#800、#1200の耐水研磨紙を使用して表面を研磨した。一部には#40、#80、#120、#240の研磨紙・耐水研磨紙も使用した。実体顕微鏡下でスケールと共に写真撮影し、デジタル画像上で計測・変換した。これまで試料A、B、Eの3点で年輪を計測した。本稿では、そのうちの試料E (Fig. 3) の結果を報告する。年輪試料は測線E-1に沿って切り出し、酸-アルカリ-酸 (AAA) 処理を施し、炭酸塩と二次的に混入した有機物を除去した後、蒸留水で洗浄・乾燥させた。E-110、E-115、E-125、E-130、E-150 (数字は最外年輪からの数) の5点はグラフィット・ターゲットを作製し、名古屋大学宇宙地球環境研究所の加速器質量分析計 (AMS) を用いて $^{14}\text{C}$ 年代を測定した。E-100、E-120、E-140の3点は、AAA処理した試料を (株) 加速器分析研究所 (IAAA) に送付し $^{14}\text{C}$ 年代測定を依頼した。得られた $^{14}\text{C}$ 年代 (BP) を、コンピュータプログラムOxCal 4.4.2 (Bronk Ramsey, 2009, 2017; Bronk Ramsey *et al.*, 2001) を用いてIntCal 20 (Reimer *et al.*, 2020) にマッチングして試料Eの枯死年代を求めた。

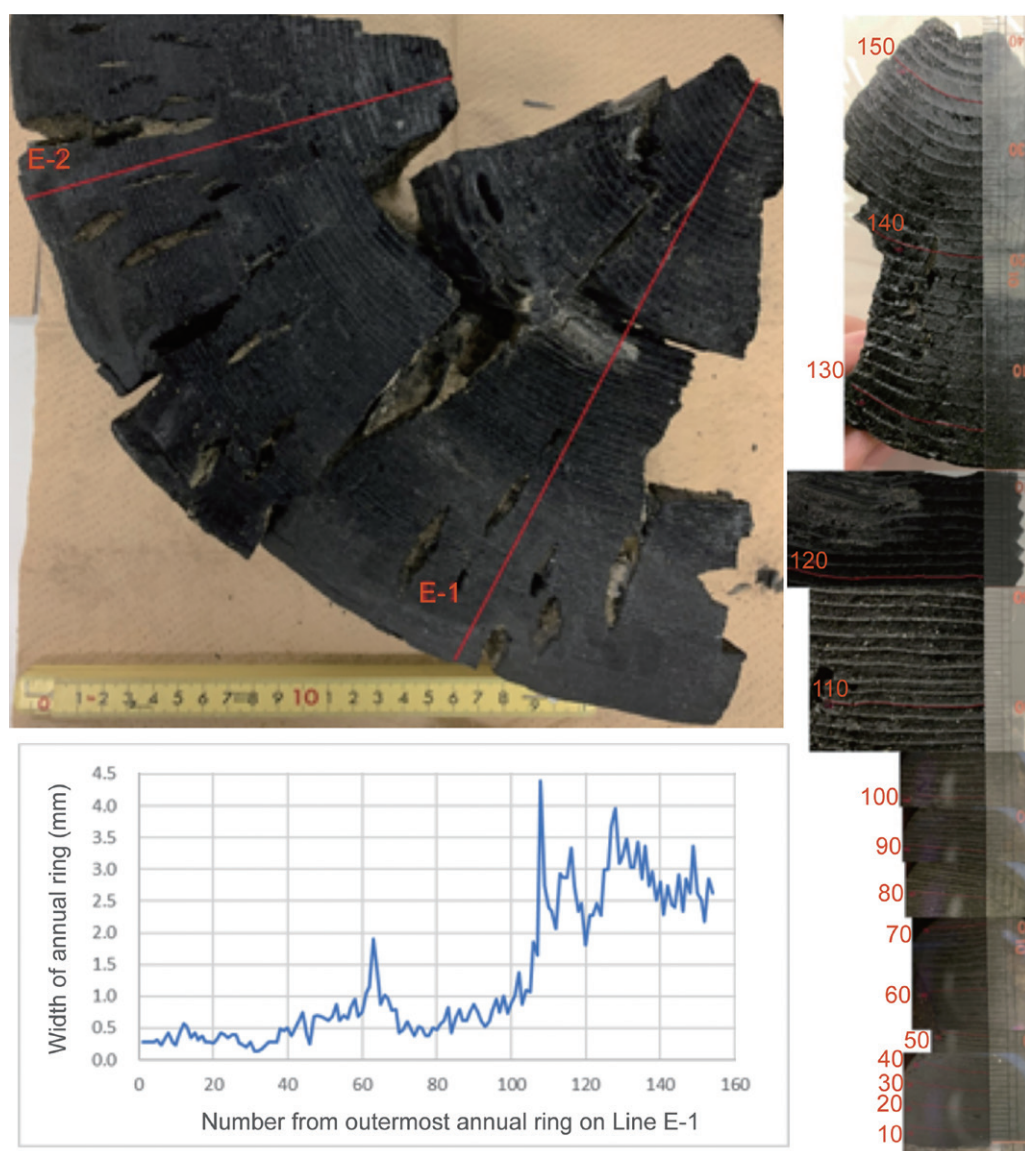


Fig. 3 Photograph showing measurement lines E-1 and E-2 on sample E (upper left), microscopic photo of E-1 for annual ring measurement (right) and width of annual ring of E-1 (lower left).

Table 1  $^{14}\text{C}$  dating results for sample E

Sample code	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$^{14}\text{C}$ age (BP)	Lab. No.
E-150	-21.3	308 ± 21	NUTA2-27271
E-140	-25.0	377 ± 22	IAAA-191094
E-130	-24.0	336 ± 22	NUTA2-27270
E-125	-22.4	340 ± 22	NUTA2-27269
E-120	-24.2	380 ± 22	IAAA-191093
E-115	-24.9	336 ± 22	NUTA2-27268
E-110	-25.7	362 ± 23	NUTA2-27267
E-100	-22.1	373 ± 21	IAAA-191092

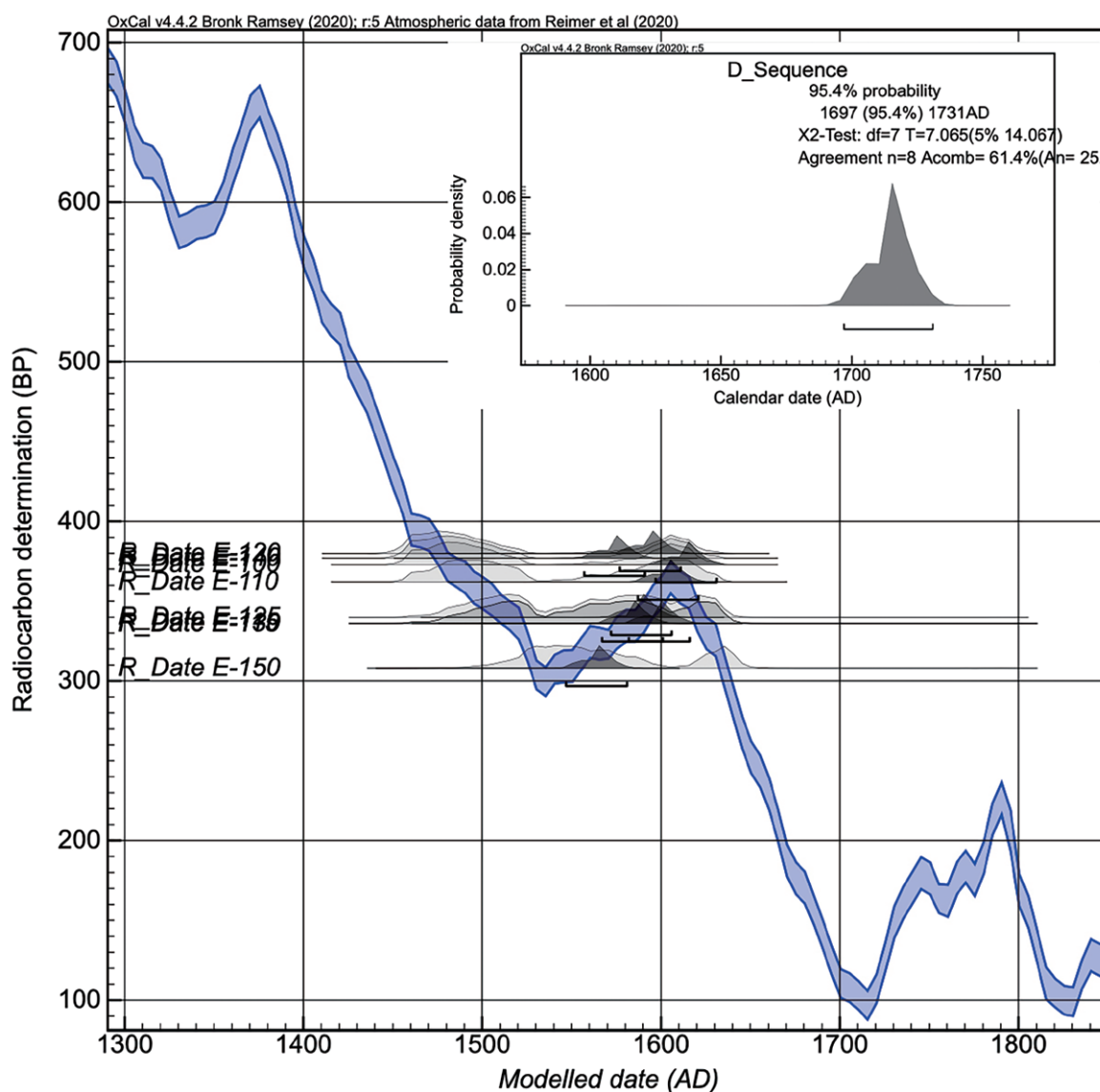


Fig. 4  $^{14}\text{C}$  wiggle-matching results for sample E. Plot on the calibration curve IntCal20 and single probability distribution (top right in the box).

### 3. 結果と考察

試料Eについて、測線E-1で154枚、測線E-2で138枚の年輪が計測された。測線E-1での年輪幅は最大4.4 mm (E-108)で、最小0.1 mm (E-31とE-32)であり、E-63 (1.9 mm) 付近のピークを除いて、最外年

輪から100年未満では、年輪幅は1 mm未満であった (Fig. 3)。

得られた8点の $^{14}\text{C}$ 年代をTable 1に、 $^{14}\text{C}$ ウイグル・マッチングの結果をFig. 4に示す。95.4%の信頼区間で最外年輪の年代は1697~1731 cal ADであった。それぞれ単独の年代値では、2または3ヶ所で暦年較正曲線IntCal02と交差するが、8点セットでマッチングするとFig. 4のようにプロットできる。試料Eの $^{14}\text{C}$ ウイグル・マッチング年代は、噴火記録の年代である西暦1716~1717年と整合的な結果を示した (Fig. 4)。ただし、西暦1610年付近にあるIntCal02のピーク (Fig. 4) とより確実に照合するには、最外年輪から100年未満の年輪についても追加測定する必要がある。

## 謝辞

この研究は、筆頭著者である原の2019年度卒業論文 (2020年1月提出) の一環として行われ、その一部は、名古屋大学宇宙地球環境研究所共同利用・共同研究「加速器質量分析装置等利用 (共同利用)」として実施した。現地調査に際し、九州森林管理局 (宮崎森林管理署) には現地調査の許可をいただき、福岡大学理学部地球圏科学科4年生 (当時) の長友拓磨氏、中山貴義学芸員をはじめとする宮崎県総合博物館の関係各位、霧島ネイチャーガイドクラブの古園俊男代表ならびに皆様にご協力いただいた。記して謝意を表します。

## 引用文献

- Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **51**, 337–360.
- Bronk Ramsey, C. (2017) Methods for summarizing radiocarbon datasets. *Radiocarbon*, **59**, 1809–1833.
- Bronk Ramsey, C., van der Plicht, J. and Weninger, B. (2001) 'Wiggle matching' radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **43**, 381–389.
- Reimer, P., Austin, W.E.N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A., Kromer, B., Manning, S.W., Muscheler, R., Palmer, J.G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reim Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Fahrni, S., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Sakamoto, M., Sookdeo, A., Talamo, S. (2020) The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*, **62**, 725–757.
- Stuiver, M. and Pearson, G.W. (1986) High-precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950–500 BC. *Radiocarbon*, **28**, 805–838.
- 井村隆介・小林哲夫 (1991) 霧島火山群新燃岳の最近300年間の噴火活動. 火山, **36**, 135–148.
- 及川輝樹・筒井正明・大學康宏・伊藤順一 (2012) 文献史料に基づく江戸期における霧島火山新燃岳の噴火活動. 火山, **57**, 199–218.
- Pearson, G.W. (1986) Precise calendrical dating of known growth-period samples using a 'curve fitting' technique. *Radiocarbon*, **28**, 292–299.

## 日本語要旨

霧島火山群、新燃岳の享保噴火は、古文書の記述にもとづいて西暦1716~1717年であることがわかっている。この時期は、放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) 年代から暦年を較正することが難しいが、 $^{14}\text{C}$ ウイグル・マッチング法を適用することで正確な年代を得ることができる。本研究では、新燃岳東麓の3ヶ所から樹幹試料 (試料A~E) を採取した。そのうちの試料Eから1年単位で年輪を切り出し、加速器質量分析計 (AMS) を用いて計8点の $^{14}\text{C}$ 年代測定を行い、OxCalによるウイグル・マッチングから年代を求めた。その結果、最外年輪 (枯死) の年代は、95.4%の信頼区間で1697~1731 cal ADとなり、古文書の年代とも矛盾しない。