

白頭山北麓, 10世紀噴火のラハール堆積物の埋没樹木の¹⁴C ウィグルマッチング年代 ¹⁴C Wiggle-matching Age of a Wood Trunk in the Lahar Deposits Caused by the 10th Century Eruption at the Northern Foot of Baitoushan Volcano, China/North Korea

澤田恵美^{*1} 木村勝彦^{*1}
八塚槇也^{*2} 中村俊夫^{*3}
宮本 毅^{*4} 中川光弘^{*5}
長瀬敏郎^{*6} 菅野均志^{*7}
金 旭^{*8} 奥野 充^{*9}

*Megumi Sawada^{*1}, Katsuhiko Kimura^{*1},
Shinya Yatsuzuka^{*2}, Toshio Nakamura^{*3},
Tsuyoshi Miyamoto^{*4}, Mitsuhiro Nakagawa^{*5},
Toshiro Nagase^{*6}, Hitoshi Kanno^{*7},
Xu Jin^{*8} and Mitsuru Okuno^{*9}*

平成28年5月31日受理

Abstract

We performed accelerator mass spectrometry (AMS) radiocarbon dating of a wood trunk excavated from a lahar deposit (Unit H) on the northeastern foot of Baitoushan (Baekdusan) volcano on the border of China and North Korea. A wiggle-matching analysis was performed for nineteen radiocarbon ages of annual rings to the calibration curve IntCal13 using the computer software OxCal 4.3. The 136th annual ring of wood trunk counted from the outermost provided a model age of cal AD 797-816 in the 1-σ range and cal AD 791-827 in the 2-σ range. It means that the death age of this tree (i.e., eruption age) was estimated to be cal AD 932-951 in the 1-σ range and cal AD 926-962 in the 2-σ range. Our result agreed well with the age of B-Tm (AD 946) determined by the ¹⁴C spike dating method. Choosing characteristic periods of the calibration curve is effective to obtain the accurate age of the event (volcanic eruption) by ¹⁴C wiggle-matching.

Keywords: B-Tm, lahar deposit, ¹⁴C wiggle matching, AMS radiocarbon age, AD 774-775 ¹⁴C spike

はじめに

白頭山(中国名では長白山)は中華人民共和国(中国)と朝鮮民主主義人民共和国(北朝鮮)の国境に位置しており(Fig. 1), 10世紀噴火では総噴出量 100 km³ を超える白頭山-苦小牧テフラ(B-Tm)を噴出した(Horn and Schmincke, 2000; Machida et al., 1990; 町田ほか, 1981; 宮本ほか, 2004; 西本ほか, 2010). Machida et al. (1990)は, この10世紀噴火による一

連の堆積物を, 下位より二道白河岩屑なだれ堆積物(A-dav), 白頭山下軽石堆積物(B-pfa), 長白火砕流堆積物(C-pfl), 両江ラハール堆積物(D-ml), 円池降下軽石堆積物(E-pfa), 白山火砕流堆積物(F-pfl)の6層に区分した. その後, 西本ほか(2010)が10世紀噴火を再定義し, 3つの噴火フェイズに区分している(Fig. 2). すなわち, プリニー式降下軽石から火砕流堆積物を形成する一連の噴火が3回繰り返された. なお, D-mlは, 宮本ほか(2004)のUnit Hに相当し, Phase

^{*1} 福島大学共生システム理工学類
Faculty of Symbiotic System Science, Fukushima University, Fukushima 960-1296, Japan

^{*2} 福岡大学大学院理学研究科
Graduate School of Science, Fukuoka University, Fukuoka 814-0180, Japan

^{*3} 名古屋大学宇宙地球環境研究所年代測定研究部
Division for Chronological Research, Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Nagoya 464-8601, Japan

^{*4} 東北大学東北アジア研究センター
Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University, Sendai 980-8576, Japan

^{*5} 北海道大学大学院理学研究院
Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo 060-0810, Japan

^{*6} 東北大学総合学術博物館
Tohoku University Museum, Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan

^{*7} 東北大学大学院農学研究科
Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, Sendai 980-8572, Japan

^{*8} 吉林大学地球探測科学興技術学院
College of Geo-exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun 130-026, China

^{*9} 福岡大学理学部地球圏科学科
Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University, Fukuoka 814-0180, Japan

2のUnit Cの直後から発生したと考えられる。

この噴火は過去2000年間で地球上最大規模の噴火(VEI=7)のひとつであり、その年代を正確に知るため、年輪年代学(光谷, 2001), 年縞編年学(福澤ほか, 1998; 上手ほか, 2010; McLean et al., 2016; Okuno et al., 2011), 放射性炭素(^{14}C)ウイグルマッチング(Nakamura et al., 2007; 坂本, 2013; Xu et al., 2013; Yatsuzuka et al., 2010; Yin et al., 2012)など様々な手法から検討されてきた(奥野ほか, 2004, 2010; Sun et al., 2014)。最近, Oppenheimer et al. (2017)やHakozaki et al. (2018)が, AD 774-775の ^{14}C スパイク(Miyake et al., 2012, 2013)を利用した年代決定法(Wacker et al., 2014)を用いて, B-Tmの年代がAD 946の冬であることを明らかになり, 精度だけでなく正確度(真の年代との差)も評価できるようになった。

^{14}C 年代測定法では, 大気中の ^{14}C 濃度が一定であ

ると仮定されるが, 実際には大気中の ^{14}C 濃度は変動しており, ^{14}C 年代は暦年代に対して一律に変動しない。そのため較正曲線上にウイグルとよばれる凹凸が生じる。本稿で扱う ^{14}C ウイグルマッチングは, IntCal13(Reimer et al., 2013)などの ^{14}C 年代-暦年較正曲線と, 樹木年輪などの年代未知の試料中の ^{14}C 年代の変化が一致する範囲を絞り込む方法である(Pearson, 1986; 古城, 1995)。すなわち, この方法は, 年輪年代法における年輪幅変化のかわりに ^{14}C 年代(濃度)の変化を用いるものである。本研究でも, 白頭山北麓に分布する10世紀噴火に関連したラハール堆積物(Unit H)から採取した樹木年輪の ^{14}C 年代を測定して ^{14}C ウイグルマッチングを行った。本稿ではB-Tmの年代がAD 946であることを前提として, ^{14}C ウイグルマッチング法でより正確な年代を得るための方法について議論する。

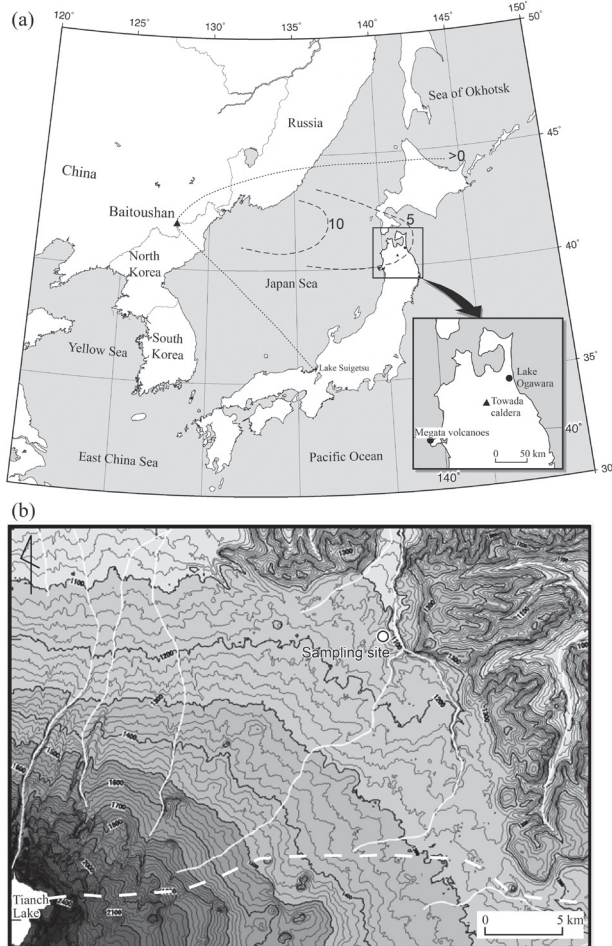


Fig. 1. Index maps. (a) Distribution of the B-Tm tephra by the 10th century eruption. Dashed lines with values indicate isopachs in cm (modified from Machida et al., 1990). Solid circles indicate representative lakes reported the B-Tm. Lakes Megata (Kamite et al., 2010), Ogawara (Fukusawa et al., 1998) and Suigetsu (MacLearn et al., 2016). (b) Topographic map of the northeastern slope of Baitoushan volcano. Open circle indicates location of sampling site. Counter interval is 20 meters.

測定試料および ^{14}C 年代測定

筆者らは2002年9月に白頭山北東麓に広く分布する軽石質ラハール堆積物(Unit H)から炭化材と未炭化材を多数確認し, 3地点から計12点採取した(奥野ほか, 2004)。採取試料の大部分は丸太状の樹幹であり, もとの形状を保持したまま炭化しているものが多い(Fig. 3)。本研究では, このうち未炭化で樹皮が残存する試料C5を用いた。この試料C5は, 直径60 cm, 年輪数314であり, 採取した12点のうち最大で

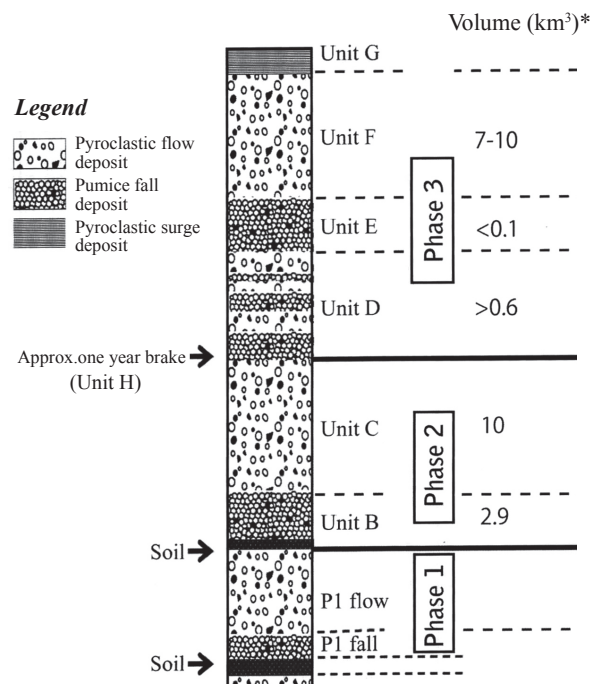


Fig. 2. Idealized columnar section of the 10th century eruption (modified from Nishimoto et al., 2010). * Volume of each unit was estimated by Miyamoto et al. (2004).

あり, 樹種はマツ属単維管束亜属 (チョウセンゴヨウ *Pinus koraiensis*) である. 年輪幅による年輪年代分析では, 5年移動平均法で標準化したデータ間の相関係数 = 0.391, tBT = 6.47 であり, 同じ樹種で樹皮を持つ試料 C3 と同一年の枯死が確認されている (Hakozaki et al., 2018). どちらも最外年輪は晩材まで形成されていることから, 成長停止期 (秋~春) に枯死したと判断される. この枯死季節は, 光谷 (2001) の結果ともよく一致する.

本研究では, 分析した埋没樹木 (試料 C5) の樹齢が 300 年を超えるため, 従来の研究よりも古い年代に遡ったウィグルに注目して, より正確にマッチングすることを狙った. すなわち, 最外年輪が AD 946 であるとすると, ¹⁴C 年代-暦年校正曲線上の ¹⁴C 年代が大きく変動する AD 754 ~ 811 に相当する年輪 (最外年輪から 136 層と 193 層の間) を対象として 3 年間隔, 計 20 点処理した (Table 1).

まず, ディスク試料から 5 mm 角程度の放射方向の棒状試料を切出し, 顕微鏡下でカミソリを使って 1 年輪毎に切り分けた. 試料表面を蒸留水で洗浄後, 酸-アルカリ-酸 (AAA) 処理を行い, フミン酸やフルボ

酸を除去した. AAA 処理した試料を酸化銅と共にバイコール® 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, 水素還元法 (Kitagawa et al., 1993) によりグラファイト化した. 名古屋大学の HVEE 社製加速器質量分析計 (AMS) を用いて, このグラファイトの ¹⁴C 濃度を測定した (Nakamura et al., 2000). ¹⁴C 濃度の標準体として NIST OxII (シウ酸) を, バックグラウンド評価には市販の Graphite 粉末を使用した. ¹⁴C 年代の算出には, Libby の半減期 5568 年を用い, AMS で測定した試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値により同位体分別効果 (中村, 1995) を補正した.

結果と考察

AD 780 に相当する年輪 1 点を除いて, 計 19 点の ¹⁴C 年代が得られた. これらの ¹⁴C 年代について, コンピュータソフト OxCal 4.3 (Bronk Ramsey, 2009; Bronk Ramsey et al., 2001) の D_Sequence を用いて, ¹⁴C 年代-暦年代データセット IntCal13 にウィグルマッチングした. 得られたモデル年代は, 1 σ で cal



Fig. 3. Photographs showing occurrence of analyzed wood trunk.

Table 1 Results of AMS ¹⁴C dating and wiggle-matching

| Dendro-yr (AD)* | Layer number** | $\delta^{13}\text{C}$ (‰)*** | ¹⁴ C age (BP) | Lab code # (NUTA2-) | Unmodelled age (AD, 2 σ) | | Modelled age (AD, 2 σ) | |
|--------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| | | | | | from | to | from | to |
| 754 | 193 | -24.8 | 1279 ± 32 | 10270 | 659 | 800 | 734 | 770 |
| 757 | 190 | -24.7 | 1297 ± 34 | 10269 | 660 | 770 | 737 | 773 |
| 760 | 187 | -25.0 | 1298 ± 33 | 10266 | 660 | 770 | 740 | 776 |
| 763 | 184 | -24.5 | 1285 ± 32 | 10265 | 660 | 774 | 743 | 779 |
| 766 | 181 | -25.2 | 1280 ± 32 | 10264 | 659 | 800 | 746 | 782 |
| 769 | 178 | -25.2 | 1300 ± 32 | 10263 | 660 | 770 | 749 | 785 |
| 772 | 175 | -25.2 | 1266 ± 33 | 10262 | 665 | 864 | 752 | 788 |
| 775 | 172 | -24.2 | 1196 ± 32 | 10261 | 713 | 945 | 755 | 791 |
| 778 | 169 | -25.2 | 1183 ± 33 | 10258 | 725 | 961 | 758 | 794 |
| 784 | 163 | -24.2 | 1222 ± 32 | 10256 | 690 | 888 | 764 | 800 |
| 787 | 160 | -24.4 | 1242 ± 32 | 10255 | 681 | 877 | 767 | 803 |
| 790 | 157 | -23.3 | 1166 ± 33 | 10254 | 771 | 968 | 770 | 806 |
| 793 | 154 | -22.7 | 1182 ± 33 | 10253 | 726 | 962 | 773 | 809 |
| 796 | 151 | -24.1 | 1188 ± 32 | 10252 | 720 | 950 | 776 | 812 |
| 799 | 148 | -23.0 | 1186 ± 32 | 10251 | 722 | 952 | 779 | 815 |
| 802 | 145 | -24.2 | 1218 ± 32 | 10249 | 690 | 890 | 782 | 818 |
| 805 | 142 | -25.6 | 1187 ± 33 | 10248 | 720 | 953 | 785 | 821 |
| 808 | 139 | -24.4 | 1246 ± 32 | 10247 | 678 | 875 | 788 | 824 |
| 811 | 136 | -23.4 | 1195 ± 32 | 10246 | 715 | 945 | 791 | 827 |

* The outermost ring corresponding to AD 946 is assumed. ** Annual rings were counted from the outermost ring. *** Measured by AMS.

AD 797 ~ 816, 2 σ で cal AD 791 ~ 827 である (Table 1, Fig. 4). このモデル年代は, 試料 C5 の最外年輪から数えて 136 層目の年輪に与えられたものであることから, この樹木の枯死年代 (= 噴火年代) としては, 1 σ で cal AD 932 ~ 951, 2 σ で cal AD 926 ~ 962 となる (Fig. 4).

今回の結果は, AD 774-775¹⁴C スパイク年代法によって得られた AD 946 (Hakozaki et al., 2018; Oppenheimer et al., 2017) を挟んでおり, 極めて調和的であるといえる. 一般に, より正確な年代決定を行うためには, 幅広い年代域からできるだけ多くの¹⁴C年代を得てウイグルマッピングする必要があると考えられる. この研究では, 約 60 年間から計 19 点の¹⁴C年代が得られているが, 年代幅もあまり広くなく, 測定数もそれほど多くない. それにも関わらず, かなり正確な結果が得られたのは, 当初から¹⁴C スパイクに相当する“¹⁴C年代の変動が大きい”AD 754 ~ 811 (AD 774-775 スパイクを含む) の期間に注目したことによると考えられる. したがって, 本研究のように¹⁴C年代-暦年較正曲線が特徴的な形状を示す年代範囲を狙えば, かなり正確な年代が得られることが期待できる.¹⁴C スパイクは AD 774-775 の他に AD 994 (Miyake et

al., 2013) や BC 660 (Park et al., 2017) にも報告されており, 今後, さらに増えていくと考えられる. また,¹⁴C年代(濃度)の変動が¹⁴C スパイクと呼べるほど顕著でない場合でも, ある程度特徴的な形状を持った時点タイポイントとして利用できる可能性がある.

謝 辞

本稿の内容は, 筆頭著者である澤田が福島大学に提出した 2005 年度卒業論文をもとにして, その後の研究も踏まえて加筆・訂正したものである. 韓国地質資源研究院 (KIGAM) の洪完博士と国立歴史民俗博物館の箱崎真隆博士には, 草稿に対して有益なコメントをいただいた. 白頭山での現地調査に際して, 東北大学の谷口宏充 名誉教授, 鹿児島大学の森脇広 名誉教授, 韓国梨花女子大学の金奎漢 名誉教授のご支援・ご指導いただいた. この研究の一部に, 日本学術振興会の科学研究補助金・基盤研究 (A) (課題番号: 17253007, 研究代表者: 谷口宏充), 基盤研究 (B) (課題番号: 17300295, 研究代表者: 奥村晃史), 基盤研究 (B) (課題番号: 19300300, 研究代表者: 中村俊夫) を使用した. 以上, 記して御礼申し上げます.

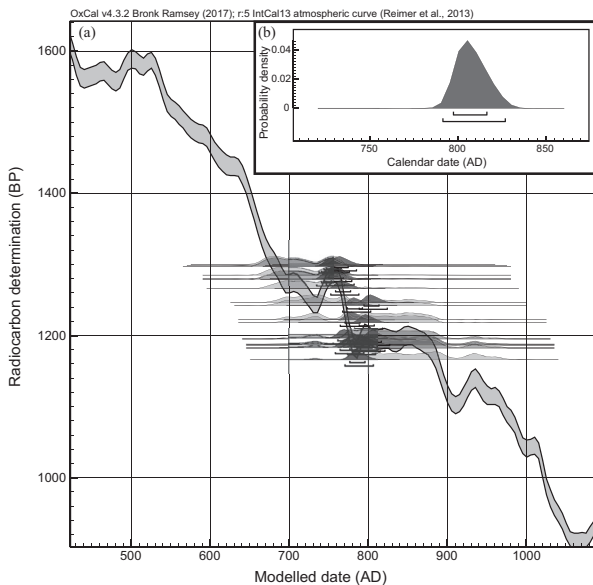


Fig. 4. Result of ¹⁴C wiggle-matching using the computer program OxCal 4.3 (Bronk Ramsey, 2009; Bronk Ramsey et al., 2001) with dataset of IntCal13 (Reimer et al., 2013). (a) Curve plot of 19 probability distributions. (b) Single plot for the 136th annual ring of wood trunk counted from the outermost.

文 献

- Bronk Ramsey, C., 2009, Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **51**, 337-360.
- Bronk Ramsey, C., van der Plicht, J., and Weninger, B., 2001, 'Wiggle matching' radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **43**, 381-389.
- 福澤仁之・塚本すみ子・塚本 斉・池田まゆみ・岡村 真・松岡裕美, 1998, 年縞堆積物を用いた白頭山-苦小牧火山灰 (B-Tm) の降灰年代の推定. *汽水域研究*, **5**, 55-62.
- Hakozaki, M., Miyake, F., Nakamura, T., Kimura, K., Masuda, K. and Okuno, M., 2018, Verification of the annual dating of the 10th century Baitoushan Volcano eruption based on AD 774-775 carbon-14 spike. *Radiocarbon*, **60**, 261-268.
- Horn, S. and Schmincke, H.-U., 2000, Volatile emission during the eruption of Baitoushan Volcano (China/North Korea) ca. 969 AD. *Bull. Volcanol.*, **61**, 537-555.
- 上手真基・山田和芳・齋藤めぐみ・奥野 充・安田喜憲, 2010, 男鹿半島, 二ノ目潟・三ノ目潟湖底堆積物の年縞構造と白頭山-苦小牧火山灰 (B-Tm) の降灰年代. *地質雑*, **116**, 349-359.
- Kitagawa, H., Masuzawa, T., Nakamura, T. and Matsumoto, E., 1993, A batch preparation method for

graphite targets with low background for AMS ¹⁴C measurements. *Radiocarbon*, **35**, 295-300.

- 古城 泰, 1995, 測定値の平均化とウィグル・マッチング-高精度年代決定のための二, 三のテクニックについて-. *第四紀研究*, **34**, 129-134.
- 町田 洋・新井房夫・森脇 広, 1981, 日本海を渡ってきたテフラ. *科学*, **51**, 562-569.
- Machida, H., Moriwaki, H. and Da-Chang, Z., 1990, The recent major eruption of Changbai Volcano and its environmental effects. *Geogra. Rep. Tokyo Metro. Univ.*, **25**, 1-20.
- McLean, D., Albert, P.G., Nakagawa, T., Staff, R.A., Suzuki, T., Smith, V.C., 2016, Identification of the Changbaishan 'Millennium' (B-Tm) eruption deposit in the Lake Suigetsu (SG06) sedimentary archive, Japan: Synchronisation of hemispheric-wide palaeoclimate archives. *Quat. Sci. Rev.* **150**, 301-307.
- 光谷拓実, 2001, 年輪年代法と文化財. *日本の美術* No. 421. 至文堂. 98p.
- Miyake, F., Nagaya, K., Masuda, K. and Nakamura, T., 2012, A signature of cosmic-ray increase in AD 774-775 from tree rings in Japan. *Nature*, **486**, 240-242.
- Miyake, F., Masuda, K. and Nakamura, T., 2013, Another rapid event in the carbon-14 content of tree rings. *Nature Communication*, **4**, 1748. DOI: 10.1038/ncomms2783.
- 宮本 毅・中川光弘・田中勇三・吉田まき枝, 2004, 白頭山 10世紀噴火の噴火推移. *東北大学東北アジア研究センター叢書*, **16**, 15-43.
- 中村俊夫, 1995, 加速器質量分析 (AMS) 法による ¹⁴C 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.
- Nakamura, T., Niu, E., Oda, H., Ikeda, A., Minami, M., Takahashi, H., Adachi, M., Pals, L., Gott dang, A. and Suya, N., 2000, The HVEE Tandetron AMS system at Nagoya University. *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B*, **172**, 52-57.
- Nakamura, T., Okuno, M., Kimura, K., Mistutani, T., Moriwaki, H., Ishizuka, Y., Kim, K.H., Jing, B.L., Oda, H., Minami, M. and Tanaka, H., 2007, Application of ¹⁴C wiggle-matching to support dendrochronological analysis in Japan. *Tree-ring Res.*, **63**, 37-46.
- 西本潤平・中川光弘・宮本 毅・谷口宏充, 2010, 白頭山 10世紀噴火のマグマ供給系システム: 岩石学および地球化学的手法からの検討. *東北大学東北アジア研究センター叢書*, **41**, 71-94.

- 奥野 充・木村勝彦・中村俊夫・石塚友希夫・森脇 広・金 奎漢, 2004, 白頭山苦小牧 (B-Tm) テフラの年代学的研究. 東北大学東北アジア研究センター叢書, **16**, 5-14.
- 奥野 充・八塚楨也・中村俊夫・木村勝彦・山田和芳・齋藤めぐみ・谷口宏充, 2010, 白頭山の10世紀噴火についての最近の年代研究 (レビュー). 東北大学東北アジア研究センター叢書, **41**, 103-111.
- Oppenheimer, C., Wacker, L., Xu, J., Galván, J.D., Stoffel, M., Guillet, S., Corona, C., Sigl, M., Cosmo, N.D., Hajdas, I., Pan, B., Breuker, R., Schneider, L., Esper, J., Fei, J., Hammond, J.O.S. and Büntgen, U., 2017, Multi-proxy dating the "Millennium Eruption" of Changbaishan to late 946 CE. *Quat. Sci. Rev.*, **158**, 164-171.
- Park, J., Southon, J., Fahrni, S., Creasman, P.P. and Mewaldt, R., 2017, Relationship between solar activity and $\Delta^{14}\text{C}$ peaks in AD 775, AD 994, and 660 BC. *Radiocarbon*, **59**, 1147-1156.
- Pearson, G.W., 1986, Precise calendrical dating of known growth-period samples using a 'curve fitting' technique. *Radiocarbon*, **28**, 292-299.
- 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., Haflidason, 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.
- 坂本 稔, 2013, 日本産樹木年輪の炭素 14 年代測定. 月刊地球, 号外 **63**, 114-120.
- Sun, C., You, H., Liu, J., Li, X., Gao, J. and Chen, S., 2014, Distribution, geochemistry and age of the Millennium eruptives of Changbaishan volcano, Northeast China - A review. *Front. Earth Sci.*, **8**, 216-230.
- Wacker, L., Güttler, D., Goll, J., Hurni, J.P., Synal, H.-A., and Walti, N., 2014, Radiocarbon dating to a single year by means of rapid atmospheric C-14 changes. *Radiocarbon*, **56**, 573-579.
- Xu, J., Pan, B., Liu, T., Hajdas, I., Zhao, B., Yu, H., Liu, R. and Zhao, P., 2013, Climatic impact of the Millennium eruption of Changbaishan volcano in China: new insights from high-precision radiocarbon wiggle-match dating. *Geophys. Res. Lett.*, **40**, 1-6.
- Yatsuzuka, S., Okuno, M., Nakamura, T., Kimura, K., Setoma, Y., Miyamoto, T., Kim, K.-H., Moriwaki, H., Nagase, T., Jin, X., Jin, B.-L., Takahashi, T. and Taniguchi, H., 2010, ^{14}C wiggle-matching of the B-Tm tephra, Baitoushan volcano, China/North Korea. *Radiocarbon*, **52**, 933-940.
- Yin, J., Jull, A.J.T., Burr, G.S. and Zheng, Y., 2012, A wiggle-match age for the Millennium eruption of Tianchi Volcano at Changbaishan, Northeastern China. *Quat. Sci. Rev.*, **47**, 150-159.

(要 旨)

澤田恵美・木村勝彦・八塚楨也・中村俊夫・宮本 毅・中川光弘・長瀬敏郎・菅野均志・金 旭・奥野 充, 2018, 白頭山北麓, 10 世紀噴火のラハール堆積物の埋没樹木の ^{14}C ウィグルマッピング年代. 福岡大学理学集報, **48**, 43-48. (Sawada, M., Kimura, K., Yatsuzuka, S., Nakamura, T., Miyamoto, T., Nakagawa, M., Nagase, T., Kanno, H., Jin, X. and Okuno, M., 2018, ^{14}C wiggle-matching age of a wood trunk in the lahar deposits caused by the 10th century eruption at the northern foot of Baitoushan volcano, China/North Korea. *Fukuoka Univ. Sci. Rep.*, **48**, 43-48.)

白頭山北東麓に分布する B-Tm に関連するラハール堆積物 (Unit H) から採取した未炭化の樹木年輪から 19 点の ^{14}C 年代が得られた。これらをコンピュータソフト OxCal 4.3 を用いて ^{14}C 年代-暦年代校正曲線 IntCal13 に対してウィグルマッピングすると、最外年輪から 136 層目の年輪に対して 1σ で cal AD 797-816, 2σ で cal AD 791-827 のモデル年代が得られた。すなわち、この樹木の枯死年代 (= 噴火年代) は、 1σ で cal AD 932-951, 2σ で cal AD 926-962 となり、 ^{14}C スパイク年代法による B-Tm の年代 (AD 946) とよく一致している。 ^{14}C 年代-暦年代校正曲線の特徴的な変動期間をウィグルマッピングの対象として選ぶ戦略が有効であることが示された。