

十和田八戸火砕流堆積物中の樹木年輪を用いた<sup>14</sup>Cウイグル・マッチング年代  
<sup>14</sup>C wiggle-matching age of tree rings in the Towada-Hachinohe pyroclastic flow deposits

坂田皓亮<sup>1</sup>・奥野 充<sup>1\*</sup>・藤木利之<sup>2</sup>・小林哲夫<sup>3</sup>  
Kosuke Sakata<sup>1</sup>, Mitsuru Okuno<sup>1\*</sup>, Toshiyuki Fujiki<sup>2</sup>, Tetsuo Kobayashi<sup>3</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>鹿児島大学地震火山地域防災センター

<sup>1</sup>Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University, Nanakuma,  
Fukuoka 814-0180, Japan.

<sup>2</sup>Department of Applied Science, Faculty of Science, Okayama University of Science, Ridai-cho,  
Okayama 700-0005, Japan.

<sup>3</sup>Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto,  
Kagoshima 890-0065, Japan.

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

### Abstract

The Towada-Hachinohe pyroclastic flow is a non-welding dacitic to rhyolitic pyroclastic flow deposit (ca. 40 km<sup>3</sup> in volume). The tephra (To-H) associated with this eruption is correlated with the volcanic glass NEEM1502.60m (22 grains) from the Greenland ice core, which has been dated to 15.7 ± 0.2 ka b2k (2σ). In a nearby area, a buried forest lies directly beneath this tephra and radiocarbon (<sup>14</sup>C) dates of approximately 13 ka BP have been obtained. In addition, van der Plicht *et al.* (2012) obtained 16,534–16,204 cal BP (2σ) by wiggle-matching 34 <sup>14</sup>C ages from an approximately 350-year-old buried tree to the calibration dataset IntCal09. We matched them to the IntCal20 and obtain 15,775–15,710 cal BP (2σ) using the computer program Oxcal ver. 4.4. We measured ten <sup>14</sup>C ages of buried tree (99 annual rings) collected from the pyroclastic flow deposits (40° 31'57.8"N, 141° 11'30.8"E) with accelerator mass spectrometry (AMS) and obtained <sup>14</sup>C ages of 13,338–13,137 BP. These <sup>14</sup>C ages were matched with IntCal20 and yielded 15,886–15,774 cal BP (2σ). Assuming that the To-H age from the ice cores is the true (reliable) age, the matching ages with the IntCal09 are more than 500 years old. Comparing the matching results of matching with the IntCal20, a larger number of annual rings and measurement data, provides a narrower range of calendar date (i.e., higher precision).

**Keywords:** Towada-Hachinohe pyroclastic flow deposit; radiocarbon wiggle-matching age; tree-rings

### 1. はじめに

十和田八戸火砕流は、非溶結のデイサイト～流紋岩質火砕流堆積物（体積約40 km<sup>3</sup>）であり、この噴火によって現在の十和田カルデラが形成された（Fig. 1: Hayakawa, 1985）。この噴火に伴うテフラ（To-H）は、グリーンランド氷床コアの火山ガラス NEEM1502.60m（22粒）に対比され、その年代は 15.7 ± 0.2 ka b2k (2σ) が得られている（Bourne *et al.*, 2016）。一方、火砕流中に産する樹幹試料から約13 ka BPの放射性炭素（<sup>14</sup>C）年代が得られている（大池ほか, 1977）。Horiuchi *et al.* (2007) は、埋没樹幹2本の<sup>14</sup>C年代（計9点）をIntCal04（Reimer *et al.*, 2004）と比較して約15.5 cal ka BPの暦年代を得た。van der Plicht *et al.* (2012) は、樹齢約350年の埋没樹幹の<sup>14</sup>C年代（34点）を暦年較正データセット

IntCal09 (Reimer et al., 2009) にウイグル・マッチングして16,534–16,204 cal BP ( $2\sigma$ ) を得た。筆者らも火砕流堆積物中 (40° 31' 57.8" N、141° 11' 30.8" E) の樹幹試料を採取し、加速器質量分析 (AMS) 法により樹木年輪の<sup>14</sup>C年代を測定してウイグル・マッチング年代を得たので、その結果を報告する。

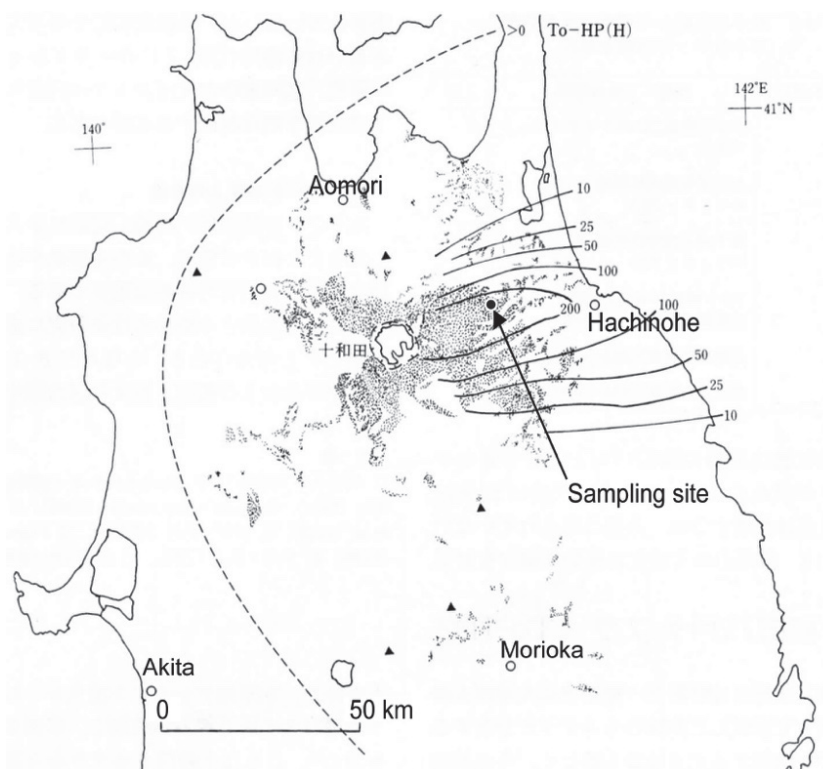


Fig. 1 Map showing distribution of the Towada-Hachinohe pyroclastic flow deposits (Machida and Arai, 2003) and location of sampling site.

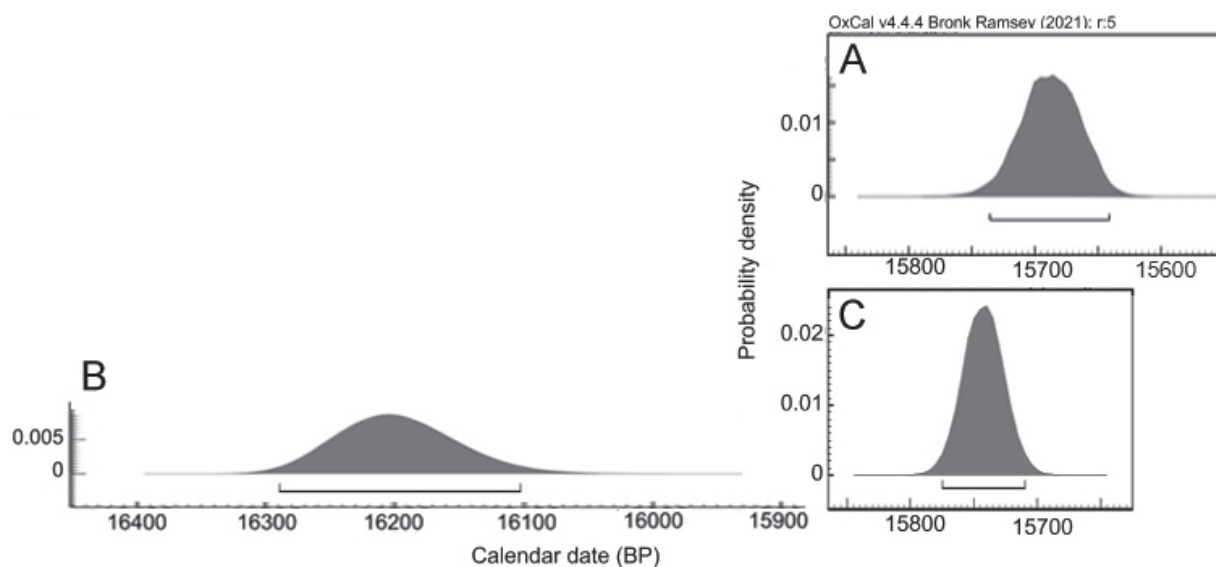


Fig. 2 Probability distribution showing results of <sup>14</sup>C wiggle-matching on previous data using a computer program Oxcal ver 4.4. (A) Data set from Horiuchi et al. (2007) with the IntCal20, (B) and (C) Data set from van der Plicht et al. (2012) with the IntCal09 and IntCal20, respectively.

2. 既存<sup>14</sup>CデータのIntCal20とのウイグル・マッチング

既述のように埋没樹幹の年輪試料について、Horiuchi *et al.* (2007) と van der Plicht *et al.* (2012) が<sup>14</sup>C年代セットを報告している。この研究では、コンピュータプログラムOxcal ver 4.4 (Bronk Ramsey, 2009) を用いて、これらをIntCal20 (Reimer *et al.*, 2020) にマッチングして、それぞれ15,736–15,641 cal BP ( $2\sigma$ ) と15,775–15,710 cal BP ( $2\sigma$ ) が得られた (Fig. 2)。これらは、Horiuchi *et al.* (2007) では約100年古くなる程度であるが、van der Plicht *et al.* (2012) では500年以上も若くなった。その結果として、両者はほぼ一致するようになった。なお、van der Plicht *et al.* (2012) の<sup>14</sup>C年代セットは、Oxcal ver 4.4を用いてIntCal09にマッチングさせると16,287–16,104 cal BP ( $2\sigma$ ) となる (Fig. 2)。

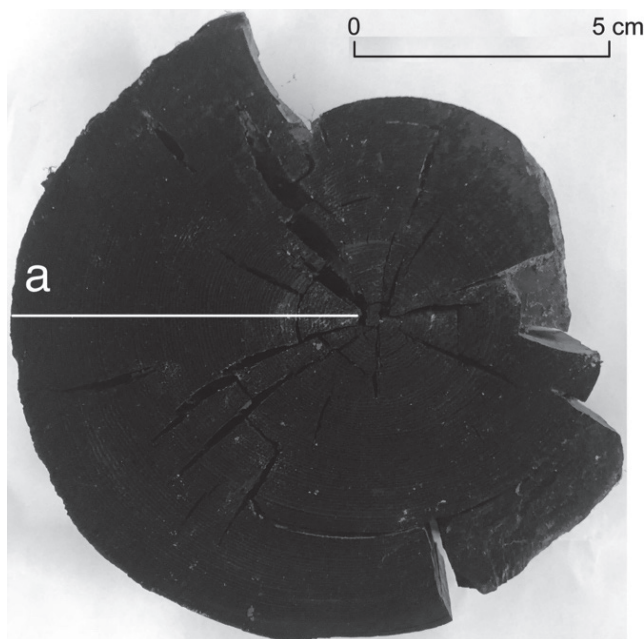


Fig. 3 Photograph showing disk sample of 19121901\_S-4.  
Annual ring was measured and counted along the Line a.

Table 1 Result of AMS <sup>14</sup>C dating of sample 19121901\_S-4.

Ring Number	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	<sup>14</sup> C age (BP)	Error ( $\pm 1\sigma$ )	Lab. Code (IAAA-)
7	-23.4	13,137	45	211529
16	-20.1	13,189	45	211530
25	-21.0	13,277	46	211531
40	-21.6	13,265	46	211532
50	-21.0	13,226	46	211533
55	-22.3	13,338	46	211534
69	-20.7	13,200	45	211535
77	-21.4	13,229	46	211536
90	-20.6	13,179	45	211537
95	-20.3	13,235	44	211538

The ring number was counted from the center to outside.

### 3. 採取樹幹の<sup>14</sup>C年代測定とウイグル・マッチング

本研究でも火砕流堆積物から採取した樹幹試料（19121901\_S-4、直径14 cm）について、<sup>14</sup>C年代測定とウイグル・マッチングを行った。まずディスク試料の小口面を紙やすり（#400、#600、#800、#1200）を用いて整形し、年輪数と年輪幅を測線aに沿って計測して99年輪を確認した（Fig. 3）。ディスク試料から1年輪ずつ切り出して、酸-アルカリ-酸（AAA）処理を行った。このように前処理した試料10点について（株）加速器分析研究所に<sup>14</sup>C測定を依頼した。試料19121901\_S-4から得た10点の<sup>14</sup>C年代は13,338–13,137 BPを示した（Table 1）。これらの<sup>14</sup>C年代をコンピュータープログラムOxcal ver. 4.4を用いてIntCal20にマッチングすると15,886–15,774 cal BP（2σ）が得られる（Fig. 4）。

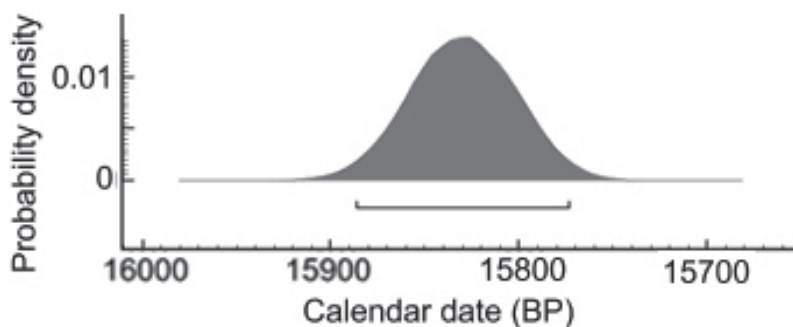


Fig. 4 Probability distribution of <sup>14</sup>C wiggle-matching on the sample 19121901\_S-4 with the IntCal20.

### 4. 議論

氷床コアから得られたTo-Hの年代15.7 ± 0.2 ka b2kを真の（信頼できる）年代と仮定すると、van der Plicht *et al.* (2012) のIntCal09とのマッチングは500年以上も古い年代を得たことになる。一方で同じIntCal20に対するマッチング結果では、すべての年代セットが氷床コアによる年代と重複する。さらにこれらを比較すると、年輪数や測定点数がより多いvan der Plicht *et al.* (2012) が得られる暦年代の範囲も絞られる。<sup>14</sup>Cウイグル・マッチングによる年代決定では、測定試料の年輪数や測定点数を十分に確保することに加え、より精緻な暦年較正データセットがその前提となることが改めて確認された。

### 謝辞

本稿は、筆頭著者が福岡大学理学部地球圏科学科に提出した2021年度卒業論文の一部をまとめたものである。研究を進めるにあたり、同学科の三好雅也教授、鮎沢潤博士、柚原雅樹博士らに有益な助言をいただいた。記して謝意を表します。

### 引用文献

- Bourne, A.J. *et al.* (2016) Underestimated risks of recurrent long-rang ash dispersal from northern Pacific Arc volcanoes. *Sci. Rep.*, **6**, 29837, doi: 10.1038/ srep29837.
- Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **51**, 337–360.
- Hayakawa, Y. (1985) Pyroclastic geology of Towada Volcano. *Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo*, **60**, 507–592.
- Horiuchi, K. *et al.*, 2007, Radiocarbon analysis of tree rings from a 15.5-cal kyr BP pyroclastically buried forest: A pilot study. *Radiocarbon*, **49**, 1123–1132.
- 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.
- 大池昭二・松山力・竹内貞子 (1977) 八戸浮石層直下の埋没化石林の<sup>14</sup>C年代－日本の第四紀層の<sup>14</sup>C年代 (118)－. *地球科学*, **31**, 136–137.

- Reimer, P.J. et al. (2004) IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0–26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, **46**, 1029–1058.
- Reimer, P.J. et al. (2009) IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **51**, 1111–1150.
- Reimer, P.J. et al. (2020) The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*, **62**, 725–757.
- van der Plicht, J. et al. (2012) Dating of Late Pleistocene tree-ring series from Japan. *Radiocarbon*, **54**, 625–633.

#### 日本語要旨

十和田・八戸火砕流の噴火に伴うテフラ (To-H) は、グリーンランド氷床コアの火山ガラス NEEM1502.60m (22粒) に対比され、その年代は  $15.7 \pm 0.2$  ka b2k ( $2\sigma$ ) である。このテフラの直下には埋没林があり、約13 ka BPの放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) 年代が得られている。Horiuchi et al. (2007) は、IntCal04との比較から約15.5 cal ka BPを、van der Plicht et al. (2012) は、樹齢約350年の樹木年輪の  $^{14}\text{C}$  年代 (34点) をIntCal09にマッチングして16,534–16,204 cal BP ( $2\sigma$ ) を得ている。著者らは火砕流堆積物 ( $40^{\circ}31'57.8''\text{N}$ ,  $141^{\circ}11'30.8''\text{E}$ ) 中の樹木試料 (直径14 cm、年輪99枚) を加速器質量分析計 (AMS) で測定し、10点の  $^{14}\text{C}$  年代をIntCal20にマッチングしたところ15,886–15,774 cal BP ( $2\sigma$ ) を得た。氷床コアのTo-H年代が真の (信頼できる) 年代であると仮定すると、IntCal09とのマッチング (van der Plicht et al., 2012) は500年以上も古い年代が得られたことになる。IntCal20とのマッチング結果を比較すると、年輪数や測定データの多い方が暦年代の幅が絞られる (=高精度) ことがわかった。