

白頭山－苦小牧（B-Tm）テフラの年代学的研究

－正確な年代決定のために－

奥野 充

(福岡大学理学部地球圏科学教室)

1. はじめに

白頭山（Baitoushan/Paektushan）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）の国境にあり、中国側では長白山（Changbaishan）とよばれる。10世紀ごろの巨大噴火による白頭山－苦小牧テフラ（B-Tm）は、北海道、東北北部にまで分布している（図1：町田ほか，1981；Machida *et al.*, 1990；町田，1996）。このB-Tmをもたらした噴火は、プリニー式噴火による白頭山下軽石（B-pfa）と、これに続く大規模火砕流噴火による長白火砕流堆積物（C-pfl）からなると考えられている（Machida *et al.*, 1990；町田・白尾，1998）。火山ガラスの化学組成については、B-pfaは均一な珪長質であるが、C-pfl以降ではSiO₂の含有量が65～75%と広範囲にばらついている（Machida *et al.*, 1990）。北海道や東北北部に分布する降下火山灰でも同様の不均一性が認められることから、C-pflのco-ignimbrite ash-fallであると考えられている。なお、Machida *et al.* (1990)ではC-pflの上位に円地降下軽石（E-pfa）と白山火砕流堆積物（F-pfl）が記載されているが、町田・光谷（1994）はF-pflをC-pflの一部に、E-pfaをAD 1702の噴火記録に対比している。このB-Tmの体積は、 $96 \pm 19 \text{ km}^3$ と算出されている（Horn and Schmincke, 2000）。また、東北地方ではB-Tmの1～3cm下位に、十和田カルデラから噴出した十和田aテフラ（To-a）が分布しており、『扶桑略記』に記述されたAD 915の出羽国（現在の秋田県と山形県）での降灰に対比されている（町田ほか，1981）。

町田（1992）は、白頭山の周辺で繁栄していた渤海国の滅亡（AD 926）の背景にB-Tmをもたらした巨大噴火の影響があった可能性を指摘している。そのため、B-Tmの正確な年代決定はきわめて重要であり、その後も、年輪年代法（町田・光谷，1994；光谷，2001）、年縞編年学（福沢ほか，1998）、史料による推定（早川・小山，1998；赤石ほか，2000）、¹⁴C ウィグルマッチング（Horn and Schmincke, 2000；中村ほか，2000）など、数多くの年代学的研究が試みられている。本稿では、それぞれの手法の特徴をふまえてこれらを整理して、B-Tmの正確な年代決定について検討する。

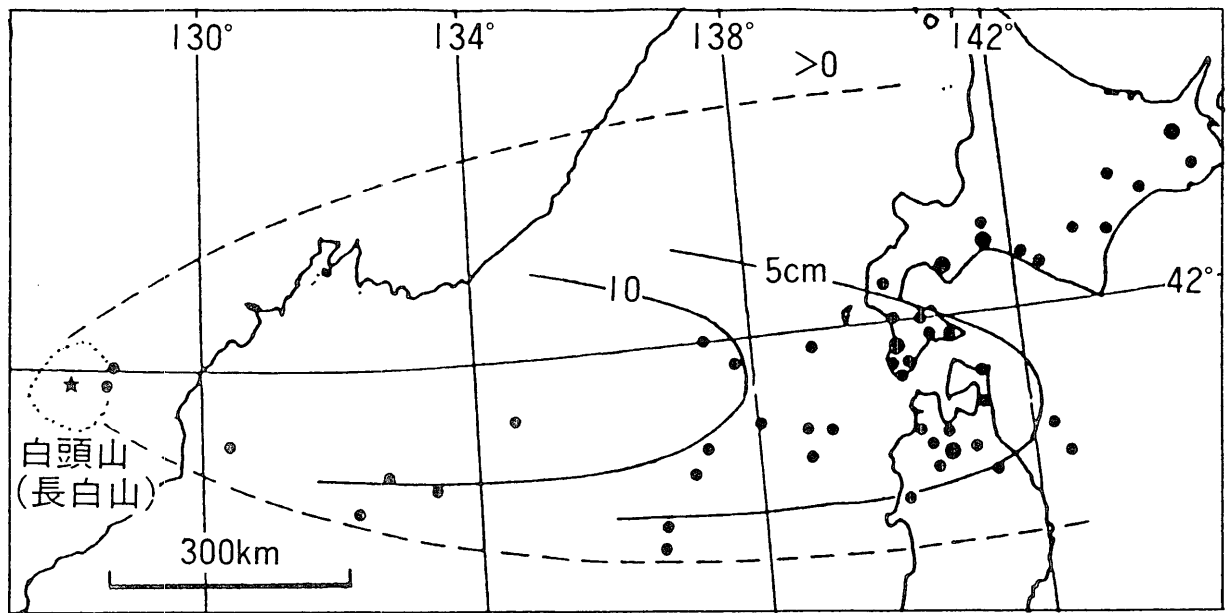


図1 B-Tmの分布図 (町田・新井, 1992)

2. これまでの研究

2-1. 年輪年代法

白頭山の北山麓に分布する長白火砕流堆積物 (C-pfl) には、炭化樹幹 (長白カラマツ, チョウセンマツ) が多数産出している (町田・光谷, 1994; 光谷, 2001). 現生標本の年輪パターンの検討により, 長白カラマツでは試料相互の相関関係が高いことから, 年輪年代法に適していると判断されている. さらに, この長白カラマツと青森県下北半島産のヒノキアスナロ (ヒノキ科) の標準パターンには, 有意な相関関係が認められている. これまでのところ, 下北半島産のヒノキアスナロの暦年標準パターンは, AD 924 から AD 1325 までが作成されているが, C-pfl の年輪年代法による年代決定には, さらに7世紀まで遡る必要があるという. なお, 樹皮をもつ炭化樹幹 (チョウセンマツ) の最外年輪の木材組織の顕微鏡観察から, 成長を止めていた冬期から春期にかけての季節に噴火がおこったと推定されている (町田・光谷, 1994; 光谷, 2001).

2-2. 年縞編年学

福沢ほか (1998) は, 青森県小川原湖の湖底堆積物にみられる年縞と火山灰 (To-a, B-Tm) を観察して, 2枚の火山灰の間 (厚さ7cm) に22枚の明暗ラミナセットを確認している. To-aがAD 915に降灰した (町田ほか, 1981) として, B-TmはAD 937の春からAD 938の春~夏?に降灰したと推定されている. また, 明暗ラミナ2セットが1年間で堆積する例がわずかながら知られている (福沢, 1995). その場合には, AD 915の11年後であるAD 926にB-Tmの噴火があったということになる (福沢ほか, 1998).

小川原湖での B-Tm の火山ガラスには、下位から上位に向かって苦鉄質→珪長質の変化が認められ、Machida *et al.* (1990) の E-pfa 以降の組成変化に対応する可能性が考えられている(福沢ほか, 1998)。E-pfa は、既述のように B-pfa および C-pfl とは別の休止期を挟んだ後世の噴火によると考えられている(町田・光谷, 1994; 町田・白尾, 1998)。この E-pfa を AD 937~938 の噴出物とすれば、B-pfa および C-pfl の噴出は AD 926 以前まで遡る可能性も出てくる。ただし、より規模の小さな E-pfa のみが広域に分布する可能性はきわめて低いであろう。どちらにしても、今後、白頭山近傍でのテフラ層序と火山ガラスの化学組成の変化傾向を詳しく検討して、各ユニットの対比を確実にしていく必要がある。

2-3. 史料による推定

これまでのところ、白頭山の 10 世紀ごろの巨大噴火を直接記述したものは知られていない。早川・小山 (1998) は、AD 946 にかんがりの鳴動があったという『高麗史』などの記述と、『興福寺年代記』に 946 年 11 月に奈良付近で降灰したという記述(木村, 1978)を、東南東方向に分布軸をもつ(町田・白尾, 1998; Horn and Schmincke, 2000)白頭降下軽石(B-pfa)の噴出に対比される可能性を指摘している。ただし、奈良周辺に分布するテフラそのものは検討されていない。奈良県と三重県の県境に位置する池ノ平湿原では、深度 26 cm 付近に厚さ 1 cm 程度の火山灰があり、『興福寺年代記』の AD 946 に降灰したという記述に相当する可能性が既に指摘されていた(松岡ほか, 1983)。この火山灰を採取して B-Tm に対比できる可能性を検討したところ、斑晶鉱物として斜長石、石英、イルメナイトが認められ、火山ガラスの化学組成も B-Tm のそれとは一致しない(和田恵治, 私信)。なお、この付近は AD 838 に伊豆諸島の神津島から噴出した天上山テフラ(Iz-Kt)の降灰域内にあることが『続日本後紀』の記載から推定されており(杉原ほか, 2001)、この Iz-Kt に対比される可能性もある。今後の課題である。早川・小山 (1998) は、翌年 2 月に『貞信公記』や『日本紀略』に記載された雷鳴を長白火砕流(C-pfl)の噴出に対比して、北海道、東北北部の B-Tm もこのときに降灰したものと推定している。

一方、赤石ほか (2000) は、『日本紀略』の記述にもとづいて、939 年 1 月に遠方での爆発による空震があったと推定し、これを B-Tm の噴火によるものと考えている。

2-4. ^{14}C ウィグルマッチング

白頭降下軽石(B-pfa)や長白火砕流堆積物(C-pfl)に含まれる樹幹について、これまで多数の ^{14}C 年代が報告されている。C-pfl から採取された炭化樹幹について、 1050 ± 70 BP, 1120 ± 70 BP (趙, 1981) および 1410 ± 80 BP (Zhao, 1987) の ^{14}C 年代が得られている。また、根本ほか (1998) は南東麓の B-pfa から直立樹幹(カラマツ)を採取し、 1150 ± 60 BP と 1300 ± 50 BP の ^{14}C 年代を得ている(田中ほか, 1998)。

Horn and Schmincke (2000) は、白頭山の南東麓の B-pfa から採取した樹皮つきの直立樹幹を用いて ^{14}C ウィグルマッチングを行い、 969 ± 20 cal AD と求めている。ただし、ウィグルマッチングに用いた樹幹の年輪数や ^{14}C 年代値など、詳細は記載されていない。一方、Dunlap (1996) は、ほぼ同じ試料と方法によって 1039 ± 18 cal AD の年代を得ており、Horn and Schmincke (2000) の結果とは約 70 年の違いがある。また、中村ほか (2000) も ^{14}C ウィグルマッチングを試みている (図 2)。B-Tm の噴出年代を AD 937 としても大きく矛盾しないが、年輪数が 30 枚と少ないため具体的な年代決定には至っていない。なお、Stuiver *et al.* (1998) の暦年校正データ (INTCAL 98) は 10 年単位であり、正確な年代決定のためには 1 年単位の暦年校正データを準備する必要がある。

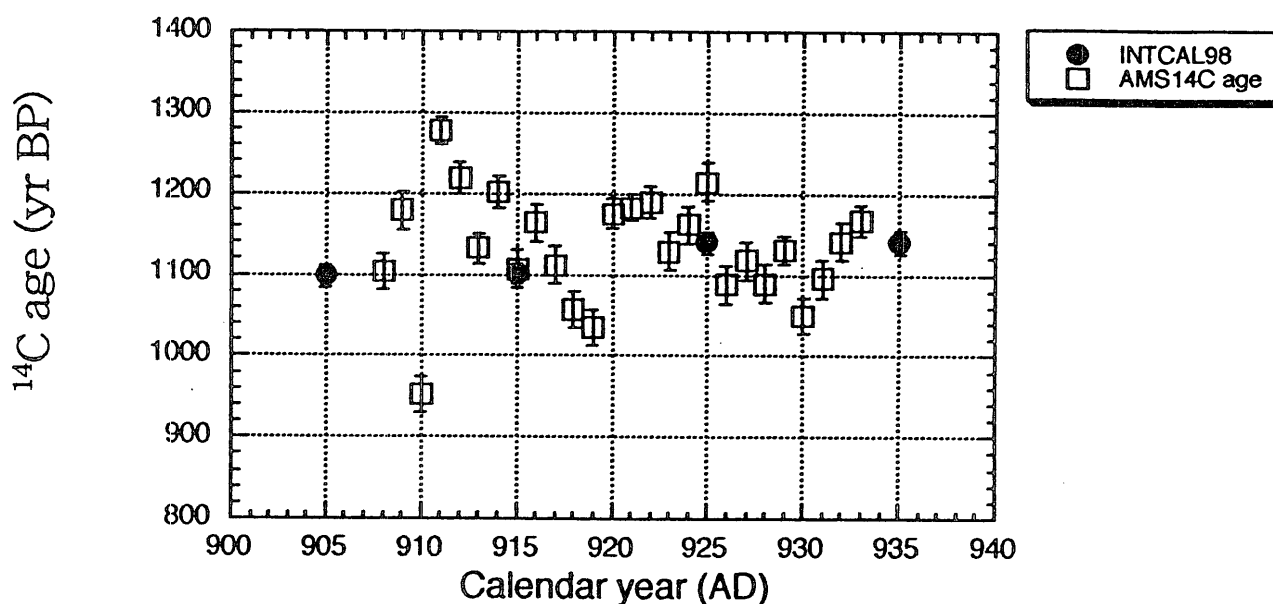


図 2 炭化材の最外年輪を AD 937 にした場合の INTCAL 98 との比較 (中村ほか, 2000)

3. まとめと今後の展望

このように B-Tm の噴出年代について、多数の研究がなされている。得られた (校正) 暦年代は、AD 926, 937~938, 939, 947~948, 969, 1039 などであり、100 年を超える範囲にばらついている。これらはどれも決定的ではない。また、いくつかの研究では、To-a の年代が AD 915 であることが前提になっているが、『扶桑略記』は To-a の噴火を直接記述したものではない。ただし、秋田県大館市での To-a に伴う泥流堆積物中の埋没家屋 (赤石, 1999) の建材 (最外年輪の保存されている杉板) の年輪年代 (すなわち伐採年代) は AD 912 であり、To-a の噴火はそれ以降におこったと推定されている (赤石ほか, 2000)。史料による噴火年代の推定では、噴火現象と史料との対応がずれることがあり、堆積物の ^{14}C 年代もあわせて、その対比の妥当性を検証する必要がある (奥野, 2001 など)。

泥炭層の ^{14}C 年代を用いて、挟在するテフラの較正暦年代を求めることができる（例えば、奥野, 2001）。筆者らは、既に森吉山（熊井ほか, 2001）や大雪旭岳（和田ほか, 2001）において B-Tm が挟在する泥炭層を採取しており、同様の方法によって B-Tm とその下位の To-a, 上位の摩周 b (Ma-b) をセットにして、その噴出年代で絞り込む予定である。

謝辞

本稿は、2002年2月16日に東北大学東北アジア研究センターで開催された「白頭山10世紀巨大噴火とその歴史効果」第2回公開シンポジウム（基盤研究 (B) 海外学術調査, 課題番号: 13573012, 代表者: 谷口宏充）における講演内容に加筆・修正したものである。池ノ平湿原の火山灰は、北川浩之助教授（名古屋大学大学院環境学研究科）と共同で採取し、和田恵治助教授（北海道教育大学旭川校）に火山ガラスの化学組成を測定していただいた。なお、この研究には、科学研究費補助金（基盤研究 (A) (1) 課題番号: 11308002, 代表者: 奥村晃史, 基盤研究 (B) (2) 課題番号: 13490013, 代表者: 北川浩之, 基盤研究 (B) (2) 課題番号: 13480020, 代表者: 中村俊夫, 基盤研究 (C) (2) 課題番号: 12640461, 代表者: 宇井忠英）の一部を使用した。記して謝意を表します。

引用文献

- 赤石和幸 (1999) 十和田火山, 毛馬内火砕流に伴う火山泥流堆積物中から平安時代の埋没家屋の発見. 地質学雑誌, **105**, xxiii-xxiv.
- 赤石和幸・光谷拓実・板橋範芳 (2000) 十和田火山最新噴火に伴う泥流災害—埋没家屋の発見とその樹木年輪年代—. 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集 (CD-ROM), Qa-P009.
- Dunlap, CE (1996) Physical, chemical, and temporal relations among products of the 11th century eruption of Baitoushan, China/North Korea. PhD thesis, Univ Calif Santa Cruz, 215p.
- 福沢仁之 (1995) 天然の「時計」・「環境変動検出計」としての湖沼の年縞堆積物. 第四紀研究, **34**, 135-149.
- 福沢仁之・塚本すみ子・塚本 齊・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—苫小牧火山灰 (B-Tm) の降灰年代の推定. Laguna (汽水域研究), no. 5, 55-62.
- 早川由紀夫・小山真人 (1998) 日本海をはさんで 10 世紀に相次いで起こった二つの大噴火の年月日—十和田湖と白頭山—. 火山, **43**, 403-407.
- 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.
- 木村博一 編 (1978) 奈良市災害編年史. 奈良市, 70p.

- 熊井修一・栗山知士・毛利春治・佐藤三七・林 信太郎 (2001) 森吉山山頂付近に堆積する2枚の広域テフラについて—B-Tm と To-a—. 秋田地学, no. 49, 1-6.
- 町田 洋 (1992) 火山噴火と渤海の衰亡. 謎の王国・渤海 (中西 進・安田喜憲編), 角川選書, 104-129.
- 町田 洋 (1996) 泥炭地における最近 1000 年間のテフラ—クッチャロカルデラ美留和—. 第四紀露頭集—日本のテフラ, 109.
- 町田 洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラス—日本列島とその周辺. 東京大学出版会, 276p.
- 町田 洋・光谷拓実 (1994) 中国・北朝鮮国境における長白山の噴火年代に関する樹木年輪年代学的研究 (中間報告). 地学雑誌, 103, 424-425.
- 町田 洋・白尾元理 (1998) 写真でみる火山の自然史. 東京大学出版会, 204p.
- 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 Zhao, D.C. (1990) The recent major eruption of Changbai Volcano and its environmental effects. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, no. 25, 1-20.
- 松岡数充・西田史朗・金原正明・竹村恵二 (1983) 紀伊半島室生山地の完新統の花粉分析. 第四紀研究, 22, 1-10.
- 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.
- 中村俊夫・丹生越子・小田寛貴・太田友子・成瀬由紀子・光谷拓実 (2000) ウィグルマッチング法による白頭山噴火時期の検討. 日本文化財科学会第 17 回大会研究発表要旨集, 238-239.
- 奈良国立文化財研究所 (1990) 年輪に歴史を読む—日本における古年輪学の成立—. 同朋舎出版, 195p.
- 根本直樹・田中和夫・田中克人 (1998) 朝鮮民主主義人民共和国から見た白頭山. 地質学雑誌, 104, xix-xx.
- 奥野 充 (2001) テフロクロノロジーと ^{14}C クロノロジー. 第四紀研究, 40, 461-470.
- Stuiver, M., Reimer, P. J., Bard, E., Beck, J. W., Burr, G. S., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, G., van der Plicht, J. and Spurk, M. (1998) INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon*, 40, 1041-1083.
- 杉原重夫・福岡孝昭・大川原竜一 (2001) 伊豆諸島, 神津島天上山と新島向山の噴火活動. 地学雑誌, 110, 94-105.
- 田中克人・根本直樹・田中和夫 (1998) 朝鮮民主主義人民共和国, 白頭山周辺に分布する軽石層中の埋没樹幹の ^{14}C 年代. 地球惑星科学関連学会 1998 年合同大会予稿集, 197.
- 和田恵治・中村瑞恵・奥野 充 (2001) 旭岳の表層にみられる広域火山灰の化学組成とその給源火山の特定. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, no. 35, 9-18.
- 趙 大昌 (1981) 長白山火山爆発対植被発展演替関係の初歩探討. 森林生態学系統研究, 2, 81-87.

Zhao, D. (1987) Preliminary studies on volcanic eruptions and historical vegetation succession in the eastern mountain area of north-east China. In *The temperate forest ecosystem* (Hanxi, Y., Zhan, W., Jeffers, J. N. R. and Wood, P. A. eds.), ITE Symposium, 20, Institute of terrestrial ecology, The Lavenham Press, Lavenham, 27-28.

A review on chronological study of the B-Tm tephra

Mitsuru OKUNO

(Department of Earth System Science, Fukuoka University)

Abstract

This paper provides a review on chronological study of the Baitoushan-Tomakomai tephra (B-Tm). Various techniques (dendrochronology, varve chronology, historical documents and ^{14}C wiggle-matching) have been applied for the high-accurate dating of the tephra. However, These results are scattered beyond 100 years (from AD 926 to 1039). Therefore, eruption age of the B-Tm is still unfixed.

Key words: Baitoushan-Tomakomai tephra (B-Tm), dendrochronology, varve chronology, historical documents and ^{14}C wiggle-matching

公表論文など

1. Jones, A. P., Shimazu, H., Oguchi, T., Okuno, M. and Tokutake, M. (2001年7月) Late Holocene slackwater deposits on the Nakagawa River, Tochigi Prefecture, Japan. *Geomorphology*, **39**, 39-51.
2. 長岡信治・奥野 充・新井房夫 (2001年7月) 10万～3万年前の始良カルデラ火山のテフラ層序と噴火史. 地質学雑誌, **107**, 432-450.
3. Okuno, M., Nakamura, T., Kamata, H. and Kobayashi, T. (2001年7月) Radiocarbon dating of paleosol intercalated with tephra layers in Japan. In E. Juvigné and J.P. Raynal (eds) "TEPHRAS, chronology/chronologie, archeology/archeologie", 67-71.
4. 奥野 充 (2001年11月) 縄文巨木群が語る富士町の自然. 「巨木は語る－佐賀県富士町における縄文の埋没巨木群と現存巨木群－」, 佐賀県富士町, 9-18.
5. 奥野 充・長岡信治・長谷義隆・森 勇一・此松昌彦・中村俊夫・高橋利彦・西田民雄 (2001年11月) 佐賀県富士町, 雷山南斜面から出土した埋没樹木 (調査報告). 「巨木は語る－佐賀県富士町における縄文の埋没巨木群と現存巨木群－」, 佐賀県富士町, 33-45.
6. 奥野 充 (2001年12月) 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.
7. Okuno, M., Nagaoka, S., Hase, Y., Mori, Y., Konomatsu, M., Takahashi, T., Nakamura, T. and Nishida, T. (2001年12月) 5.2 - 5.8 ka BP paleo-environment of the southern slope of Mount Raizan, Japan. *Radiocarbon*, **43**, 703-710.
8. 藤沢康弘・奥野 充・中村俊夫・小林哲夫 (2002年1月) 九州北東部, 鶴見火山の最近3万年間の噴火活動. 地質学雑誌, **108**, 48-58.
9. 及川輝樹・奥野 充・中村俊夫 (2002年2月) 北アルプス南部, 焼岳火山の最近3000年間の噴火史. 地質学雑誌, **108**, 88-102.
10. 奥野 充 (2002年3月) 水蒸気噴火の噴火史研究. 金沢大学文学部地理学報告, no. 10, (印刷中).