

榛名火山の後期更新世及び完新世噴出物から得られた炭素 14 年代

下司信夫^{1,*}・大石雅之^{2,3}

Nobuo Geshi and Masayuki Oishi (2011) The ¹⁴C ages of the late Pleistocene – Holocene volcanic products erupted from the Haruna volcano. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 62(3/4), p. 177-184, 3 figs, 1 table.

Abstract: We report nine new datings of the three major pyroclastic eruptions of the younger Haruna volcano, at the central part of Japan. Two ¹⁴C ages were obtained from the Shirakawa pyroclastic flow deposit, three ages from the Futatsudake Shibukawa tephra, and four ages from the Futatsudake Ikaho tephra, erupted from the younger Haruna volcano. The ¹⁴C ages, 44740±450 yr BP and 45030±620 yr BP obtained from the Shirakawa pyroclastic flow deposit, indicate the age of the Hassaki eruption, oldest and largest eruption of the Younger Haruna volcano. Three ¹⁴C ages ranging from 1540 to 1640 yr BP are obtained from the Haruna Futatsudake Shibukawa tephra. The four samples obtained from the Haruna Futatsudake Ikaho tephra shows same ¹⁴C ages of 1480 yr BP. These ¹⁴C ages confirm the age of three major eruptions of the Younger Haruna volcano. The eruption age of the Futatsudake Shibukawa tephra is the late 5th century – early 6th century. The eruption age of the Ikaho tephra is considered as between the late 6th century and the beginning of the 7th century.

Keywords: eruption, volcano, pyroclastic flow deposit, radiocarbon age, Haruna Volcano, tephra chronology

要 旨

新期榛名火山の主要な 3 回の火砕噴火の噴出物について、炭素 14 年代値が得られたので報告する。得られた年代値は白川火砕流堆積物から 2 件、二ッ岳渋川テフラから 3 件、二ッ岳伊香保テフラから 4 件である。白川火砕流から得られた年代値は 45 ka であり、これは新期榛名火山最初で最大の火砕噴火の年代を示す。二ッ岳渋川テフラから得られた年代値は 1540 ~ 1640 yr BP であり、また二ッ岳伊香保テフラからはいずれも 1480 yr BP の年代値が得られた。これらの結果は、二ッ岳渋川噴火は 5 世紀末 ~ 6 世紀初頭にかけて、伊香保噴火は 6 世紀後半から 7 世紀初頭にかけて発生したことを示す。

1. はじめに

榛名火山は群馬県中部に位置する直径約 20km、最高点である掃部ヶ岳の標高が 1449m の大型の成層火山である。榛名火山の山体の主要部は中期更新世に形成された。その後約 15 万年間の休止期ののち、後期更新世 ~ 完新世にかけて発生した数回の噴火により、山頂部に榛名カルデラと複数の溶岩ドームが形成された。これらの活動によって、榛名火山東麓の広い範囲に降下テフラが

飛散・堆積し、また山麓部には火砕流が広がった (第 1 図)。なかでも、榛名カルデラの形成に伴い噴出したと考えられる榛名八崎テフラ、および古墳時代に噴出した榛名二ッ岳伊香保テフラは北関東 ~ 東北地方南部に広く分布し、重要な鍵層として使われている。これらの噴火年代を精度良く決定することは、榛名火山の活動史を理解するためのみならず、この地域の鍵層としてのテフラの年代に制約を与えるため、地史や考古学編年上も重要である。今回、5 万分の 1 地質図幅「榛名山」の調査によって、新たにこれら後期更新世 ~ 完新世の噴出物に関する複数の炭素 14 年代値が得られたので報告する。

2. 噴出物の概要

榛名八崎テフラ (白川火砕流堆積物)

榛名火山では、後期更新世から噴火活動が再開した。この後期更新世以降の活動を、本論では新期榛名火山と呼ぶ。新期榛名火山の活動の初期には、榛名火山の山頂部で大規模な火砕噴火が発生し、東麓に降下軽石が飛散したほか、榛名火山の山腹に軽石流が流下した。また、この噴火により山頂部に榛名カルデラが形成されたとされる (大島, 1986)。新井 (1962) は、この噴火によって噴出し榛名山東方に分布する降下軽石層を榛名八

¹ 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

² 首都大学東京 都市環境学部 (Tokyo Metropolitan University)

³ 現所属: 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

* Corresponding author: N. GESHI, Central7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: geshi-nob@aist.go.jp

崎浮石層と命名し、また榛名山の南山麓に広く分布する火砕流堆積物を白川 Pyroclastic flow deposit と命名した。新井 (1962) は榛名八崎浮石層と白川 Pyroclastic flow deposit の層序関係から、これらが同一の噴火による噴出物であると指摘した。一方、大島 (1986) は、榛名川沿いの上室田付近に分布する本層を室田火砕流と呼んだ。本報告では、一連の噴火で噴出した降下軽石を新井 (1962) に従い八崎降下軽石、火砕流堆積物を白川火砕流堆積物と呼び、両者を合わせて榛名八崎テフラと呼ぶ。白川火砕流堆積物は、榛名カルデラから噴出し古期榛名火山の山体のほぼ全域を覆ったと考えられる。特に、南南西及び南東斜面の榛名川及び榛名白川の谷沿いには厚い堆積物が現存している。これまで八崎降下軽石からは $44 \pm 4.5\text{ka}$ の FT 年代値 (鈴木, 1976)、白川火砕流堆積物からは $40.5 \pm 3.5\text{ka}$ の炭素 14 年代値 (大島, 1986) が報告されている。

榛名ニッ岳テフラ

新井 (1979) は 6 世紀ごろにニッ岳付近で発生した噴火が、数 10 年の間隔をおいて発生した 2 回の噴火に分離できることを指摘し、それに基づき沼尾川火砕流堆積物を 2 層に区分し、下位の 6 世紀前半ごろ噴出した火砕

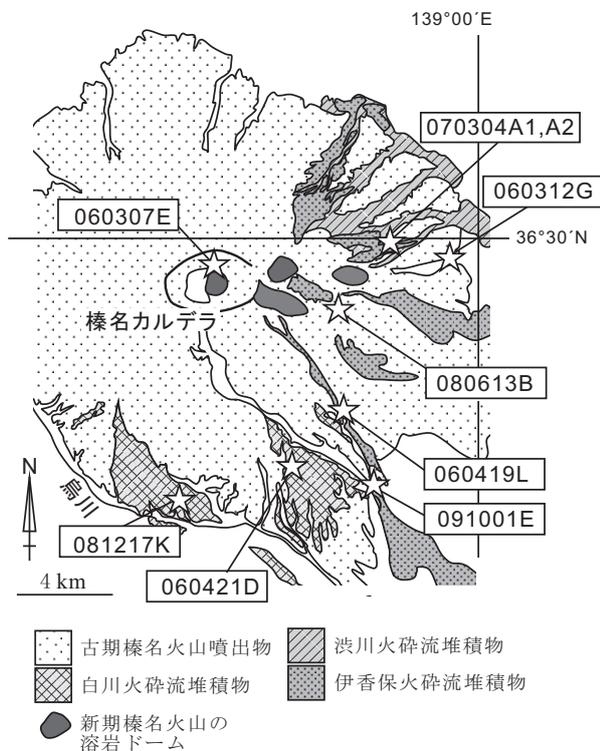
流堆積物をニッ岳第 1 火砕流堆積物、上位の火砕流堆積物をニッ岳第 2 火砕流堆積物と命名した。

6 世紀ごろにニッ岳周辺で相次いだ 2 回の噴火による噴出物のうち、新井 (1962) は下位の噴出物であるニッ岳第 1 火砕流に伴う降下テフラをニッ岳降下火山灰層 (FA) と命名した。早田 (1989) は、6 世紀ごろの 1 回目の大規模な噴火に伴うこれら一連のテフラを一括して榛名-渋川テフラ層 (Hr-S) と命名し、S 1 ~ S12 に細分した。この噴火の推移は早田 (1989)、Soda (1996) によって詳細にまとめられている。それによると、噴火初期にはマグマ水蒸気噴火が発生し、細粒の火山灰が榛名山東麓に降下した。つづいて、軽石質火砕流が榛名山東麓の谷沿いに流下し、それに伴う火砕サージは榛名山東麓の扇状地面を広く覆い、その一部は利根川を越えて現在の前橋市付近まで到達した。渋川市行幸田地区の中筋遺跡は本噴火による火砕サージによって被災・埋没した古墳時代の集落遺跡である (渋川市教育委員会, 1987)。本報告では、この噴火による一連のテフラのうち、火砕流堆積物を榛名ニッ岳渋川火砕流堆積物、降下テフラを榛名ニッ岳渋川降下テフラと呼ぶ。

6 世紀ごろにニッ岳周辺で相次いだ 2 回の噴火による噴出物のうち、新井 (1962) は上位の噴出物に属する降下軽石層をニッ岳浮石層 (FP) と命名した。新井 (1979) は、沼尾川沿いに分布する火砕流堆積物のうち、2 回目の噴火に伴う火砕流をニッ岳第 2 火砕流と呼び、これと同時に噴出した降下軽石層をニッ岳降下軽石層 (FP) と改称した。早田 (1989) は、一連の噴出物を榛名-伊香保テフラ層 (Hr-I) と総称した。ここでは、この噴火によるテフラのうち、降下テフラを榛名ニッ岳伊香保降下テフラ、火砕流堆積物を榛名ニッ岳伊香保火砕流堆積物と呼ぶ。この噴火の推移は早田 (1989) によってまとめられている。それによると、まず噴火の初期に大量の軽石質の降下テフラが噴出し北東方向に飛散した (町田・新井, 2003 など)。渋川市子持地区の黒井峰遺跡はニッ岳伊香保噴火の降下軽石によって被災・埋没した古墳時代の集落の遺跡として知られている (群馬県北群馬郡子持村教育委員会, 1991)。本降下テフラは宮城県内でも確認される (町田ほか, 1984)。降下テフラの噴出の末期には軽石質火砕流が発生し、榛名山東麓の沼尾川、滝沢川などの谷沿いに流下した。一連の噴火の最後にはニッ岳溶岩ドームが形成された。

3. 年代測定試料

榛名火山山麓に分布する白川火砕流堆積物および榛名ニッ岳渋川テフラ、伊香保テフラに埋没した炭化植物を採集した。年代測定に用いた試料は、白川火砕流堆積物から 2 地点 2 試料、榛名ニッ岳渋川テフラから 3 地点 3 試料、榛名ニッ岳伊香保テフラから 3 地点 4 試料である (第 2 図, 第 1 表)。なお噴出物の対比は、大島 (1986)



第 1 図 榛名火山の概略的地質図。大島 (1986) に基づく。年代試料の採取地点を示す。

Fig. 1 Outline of the Geological Map of the Haruna Volcano after Oshima (1986). The sampling locations of the dating sample are shown.

及び早田 (1989) に従った。以下、それぞれの試料の産状について記載する。

試料 060421D (白川火砕流堆積物)

榛名山南山麓の古期榛名火山扇状地上に位置する、高崎市十文字町の広域農道フルーツライン沿いの露頭 (北緯 36 度 24 分 13 秒、東経 138 度 54 分 33 秒: 以下すべての緯度経度は世界測地系 WGS84) である。2010 年 5 月現在露頭は消滅している。本地点では白川火砕流堆積物は厚さ約 1.5m の無層理・塊状の軽石流堆積物として分布している。白川火砕流堆積物の基底部約 20cm は、それより上位に比べてやや細粒で平行ラミナが発達する。年代測定に用いた試料は軽石流堆積物の基底部に含まれる、直径約 5cm の炭化木片である。

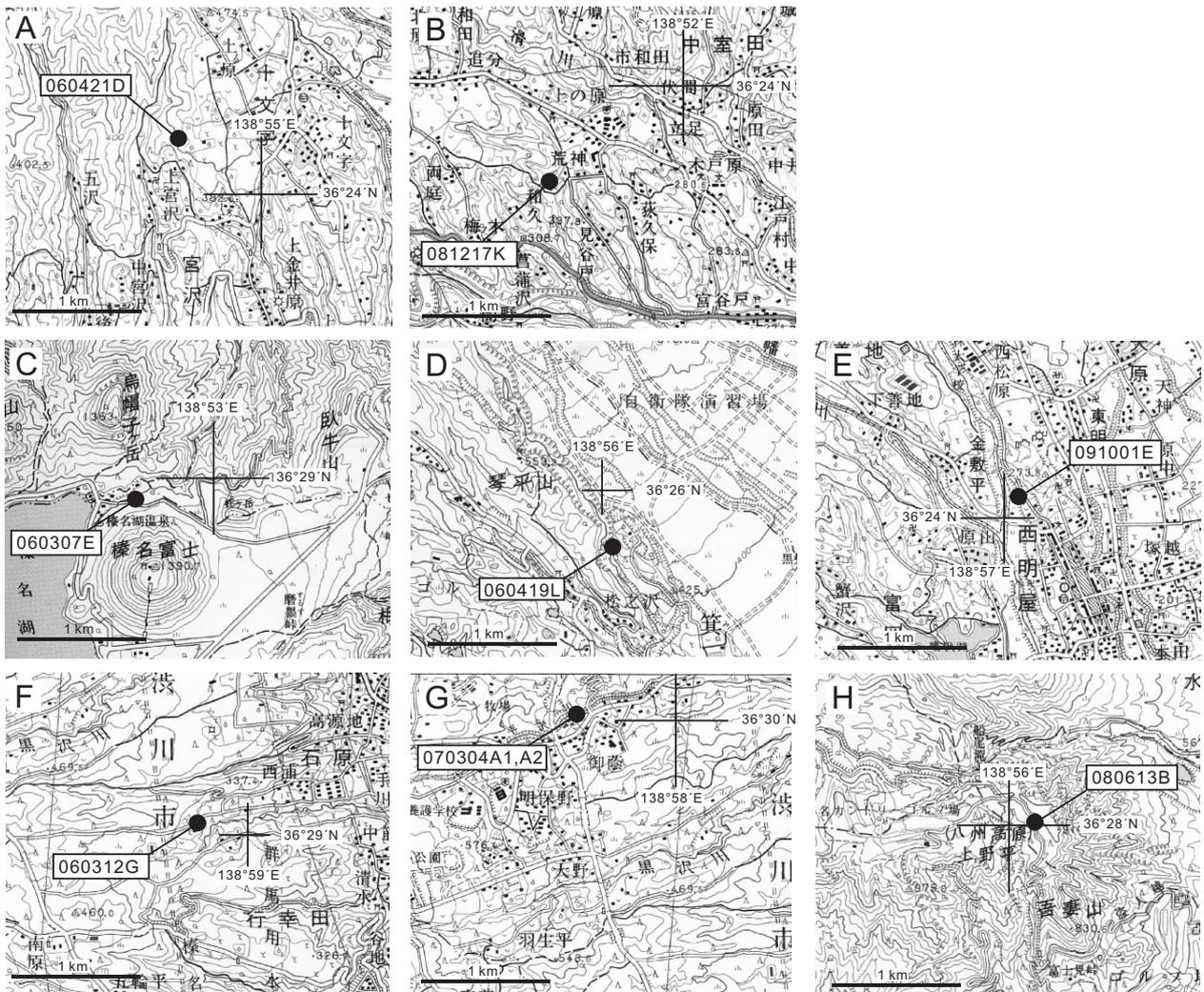
試料 081217K (白川火砕流堆積物)

榛名山南山麓の高崎市中室田町榎の内の、白川火砕流

堆積物を作る火砕流扇状地を下刻する谷壁の露頭 (北緯 36 度 23 分 36 秒、東経 138 度 51 分 17 秒) である。2010 年 5 月現在露頭は現存している。本地点では白川火砕流堆積物は、厚さ 5m 以上の砂質ロームを覆って、厚さ約 20m のほぼ無層理・塊状の軽石流堆積物として分布する。白川火砕流堆積物の下面から約 30cm のローム層中には炭化植物片が多く含まれる。年代測定に用いた試料は白川火砕流堆積物下面から約 5cm 下位の粘土質ローム中に含まれていた径約 0.5cm、長さ約 10cm の枝状の炭化木片である。円柱状の外形、同心円状の年輪、樹皮の付着状況から小枝と考えられる。

試料 060307E (渋川火砕流堆積物)

榛名湖北東の高崎市榛名湖町の榛名カルデラ床に位置する人工露頭 (北緯 36 度 28 分 53 秒、東経 138 度 52 分 35 秒) である。2010 年 5 月現在露頭は消滅している。地表直下の厚さ約 0.3m の黒色土の下に、厚さ 2m 以上



第 2 図 年代測定試料の採取地点。国土地理院発行 5 万分の 1 地形図「榛名山」を使用。

Fig. 2 Detail maps for each sampling point.

第1表 榛名火山の後期更新世～完新世噴出物から得られた炭素14年代

Table 1 The ¹⁴C ages obtained from the late-Pleistocene-Holocene tephra of Haruna Volcano

試料番号	Lab-ID	地点	年代測定対象地層	試料	Conventional age (yrBP)	¹⁴ C	δ ¹³ C(‰)	pMC(%) (δ ¹³ C補正後)	1σ 暦年代範囲
060307E	IAAA-62477	高崎市榛名湖	渋川火砕流堆積物	炭化木片	1540±30		-23.42±0.56	82.54±0.25	430-490AD (36.2%), 510-520AD (1.6%), 530-570AD (30.4%)
060419L	IAAA-70380	高崎市箕郷町松之沢	渋川火砕流堆積物	炭化木片	1540±40		-23.98±0.52	82.56±0.38	430AD-570AD (68.2%)
091001E	IAAA-91119	高崎市箕郷町西明屋	渋川火砕流堆積物	炭化木片	1640±30		-26.14±0.77	81.50±0.33	430AD-570AD (68.2%)
080613B	IAAA-82928	吉岡町上野田 上州平	伊香保火砕流堆積物	炭化木片	1480±30		-22.27±0.60	83.21±0.31	560AD-619AD (68.2%)
070304A1	IAAA-70381	渋川市御蔭	伊香保降下軽石	炭化植物片	1480±30		-23.75±0.72	83.20±0.35	555AD-615AD (68.2%)
070304A2	IAAA-70382	渋川市御蔭	伊香保降下軽石	炭化植物片	1480±30		-7.60±0.44	83.22±0.35	555AD-615AD (68.2%)
060312G1	IAAA-60239	渋川市行幸田	伊香保降下軽石	炭化植物片	1480±40		-8.30±0.88	83.21±0.37	545AD-620AD (68.2%)
060421D	IAAA-80783	高崎市宮沢町上宮沢	白川火砕流堆積物	炭化木片	44740±450		-20.56±0.40	0.38±0.02	
081217K	IAAA-82291	高崎市中室田町榎の内	白川火砕流堆積物	炭化木片	45030±620		-31.99±0.97	0.37±0.03	

の渋川火砕流堆積物が露出している。年代測定に用いた試料は、軽石流堆積物中に含まれていた径約2cmの炭化木片である。円柱状の外形、同心円状の年輪、樹皮の付着状況から小枝と考えられる。

試料 060419L (渋川火砕流堆積物)

榛名山南東山麓の高崎市箕郷町松之沢の榛名白川の左岸沿い(北緯36度25分37秒、東経138度56分8秒)の露頭である。2010年5月現在露頭は現存している。榛名白川の扇状地堆積物の礫層を覆って、厚さ約10mの渋川火砕流堆積物が局所的に分布する。本地点の渋川火砕流堆積物は複数のフローユニットからなり、最大径数10cmの角閃石安山岩軽石塊を多量に含む軽石流堆積物と、砂～細礫サイズの軽石片に富み、層理の発達した火砕流堆積物からなる。本地点の渋川火砕流堆積物には多数の炭化木片が含まれる。年代測定に用いた試料は軽石流堆積物中に含まれていた径約1cmの樹皮のついた炭化木片である。円柱状の外形、同心円状の年輪、樹皮の付着状況から小枝と考えられる。

試料 091001E (渋川火砕流堆積物)

榛名山南東山麓の高崎市箕郷町西明屋に位置する、榛名白川左岸の(北緯36度24分7秒、東経138度57分2秒)の露頭である。2010年5月現在露頭は現存している。榛名山麓の扇状地堆積物の礫層を覆って、厚さ約10mの渋川火砕流堆積物が分布する。本地点の渋川火砕流堆積物は、異質岩片と思われる緻密な溶岩塊に富む角礫層で、少量の角閃石安山岩軽石が含まれる。年代測定に用いた試料は、角礫層の基質に含まれていた、径数mm、長さ1cm弱の破断片状の炭化木片である。

試料 060312G (伊香保降下テフラ)

榛名山東山麓の扇状地面上に位置する(北緯36度29分2秒、東経138度58分41秒)人工露頭である。2010年5月現在露頭は消滅している。扇状地堆積物の垂円礫層を覆う黒土層を覆って、厚さ約0.8mの渋川火

砕流堆積物が分布する。その上位に、約2cmのやや腐植に富む層を挟み、厚さ約0.6mの伊香保降下テフラ堆積物が分布する。本地点における伊香保降下テフラは、淘汰の良い白色角閃石安山岩軽石層からなり、軽石粒子の径は5～10cmである。年代測定に用いた試料は伊香保降下軽石層の基底部に含まれている、径数mm、長さ1cm前後で樹皮が保存された炭化植物片である。形状や樹皮の状況から細い樹枝と考えられる。

試料 070304A1,A2 (伊香保降下テフラ)

榛名山東山麓の渋川市明保野の扇状地面上に位置する(北緯36度30分2秒、東経138度57分29秒)人工露頭である。2010年5月現在露頭は現存している。扇状地堆積物の上に発達するローム層を覆って、厚さ0.4mの火山灰からなる渋川降下テフラ及び火砕流堆積物が分布する。その上位に、厚さ約2.5mの二ッ岳降下テフラ堆積物が分布する。本地点における伊香保降下テフラは、淘汰の良い白色角閃石安山岩軽石層からなり、軽石粒子の径は5～15cmである。年代測定に用いた試料は伊香保降下軽石層の基底部に含まれる、径約3mm、長さ1cmの樹皮が保存された炭化植物片(070304A1)及び、径1mm、長さ1cm前後の繊維状の炭化植物片の集合体(070304A2)である。形状から試料070304A1は細い樹枝、試料070304A2は草本類と考えられる。

試料 080613B (伊香保火砕流堆積物)

榛名山東部の吉岡町上野田の上野平に位置する(北緯36度28分3秒、東経138度56分5秒)道路沿いの人工露頭である。2010年5月現在露頭は現存している。本地点では地表面直下に厚さ約0.3mの表土の下に、厚さ約1mの伊香保火砕流堆積物が分布する。本地点の伊香保火砕流堆積物は白色軽石塊を多量に含み、基質は砂～細礫サイズの軽石片からなる軽石流堆積物である。粒径等によって区別される複数のユニットが認識できる。年代測定に用いた試料は、火砕流堆積物中に含まれる径

約5cmの炭化木片である。形状及び樹皮の被覆状況から本試料は小枝と考えられる。

4. 測定及び結果

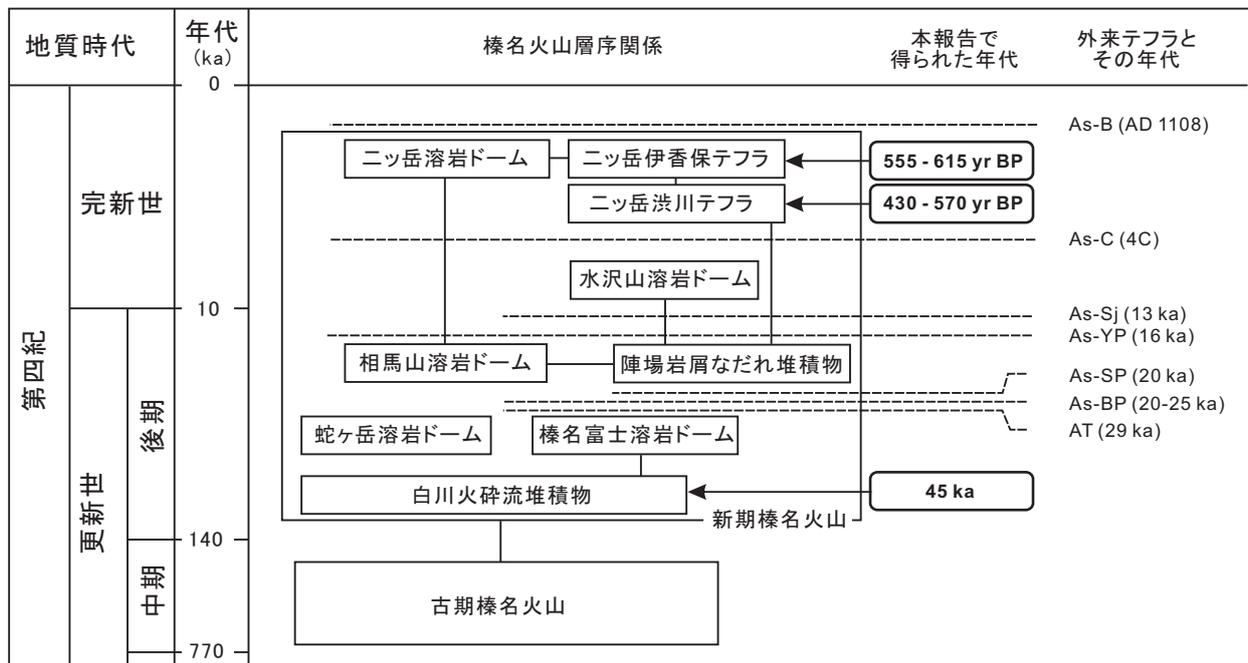
年代測定はすべて、株式会社加速器分析研究所に依頼し行った。試料の前処理は、ハンドピックによる清掃のち、酸処理、アルカリ処理、酸処理による不純物を除去した。その後、試料を酸化銅と反応させながら加熱し二酸化炭素精製を行ない、精製した二酸化炭素を還元しグラファイト化したものを測定試料とした。測定は加速器分析研究所所有のNEC Pelletron 9SDH-2を使用し、測定時の標準試料はNISTの提供するシュウ酸を用いた。¹⁴C年代値はLibbyの半減期5568年を用いて算出し、測定値は $\delta^{13}\text{C}$ 値により同位体分別効果の補正を行った。また、榛名二ッ岳洪川テフラ、伊香保テフラの年代値については、OxCalv4.1校正プログラム(Bronk Ramsey, 1995)を用いた暦年校正を行った。校正曲線はReimer *et al.* (2004)による。

得られた年代測定結果は、それぞれの噴火イベントの噴出物ごとによく一致した(第1表)。白川火砕流堆積物から採取した2試料から得られたConventional ¹⁴C Ageは、44740 ± 450 yr BP (IAAA-80783)と45030 ±

620 yr BP (IAAA-82291)で、これらの値は誤差の範囲で一致する。洪川テフラから採取した3試料のうち、2試料(IAAA-62477, 70380)はConventional ¹⁴C Ageの中央値が1540 yr BPであった。また、試料091001E (IAAA-91119)はConventional ¹⁴C Ageの中央値が1640 yr BPであった。伊香保テフラから採取した4試料(IAAA-60239, 70381, 70382, 82928)はいずれも、Conventional ¹⁴C Ageの中央値が1480 yr BPであった(第1表)。

5. 考察

今回得られた各テフラの年代値を第3図にまとめた。榛名八崎テフラの年代としては、これまで八崎降下軽石からは44 ± 4.5 kaのFT年代値(鈴木, 1976)、白川火砕流堆積物からは40.5 ± 3.5 kaの炭素14年代値(大島, 1986)が知られていた。今回の調査により、2地点の試料から誤差の範囲で一致する約45kaの炭素14年代値が得られた。これはこれまで報告された年代値とほぼ一致する。榛名八崎テフラは、榛名火山の山頂部にある榛名カルデラの形成に関係する噴火と考えられている。榛名八崎テフラの噴火とそれ以降の榛名火山の活動はいずれも角閃石安山岩が噴出しており、それ以前の活動とは岩石学的特徴が異なることから、新期榛名火山として区別



第3図 新期榛名火山の層序関係図。外来テフラの略号; AT: 始良T_nテフラ, As-BP: 浅間板鼻褐色軽石, As-SR: 浅間白糸軽石, As-YP: 浅間板鼻黄色軽石, As-Sj: 浅間総社軽石, As-C: 浅間C軽石, As-B: 浅間B軽石(浅間天仁軽石)。テフラの名称及び年代は中山(1978), 町田ほか(1984), 早田(1990, 1995, 1996), 町田・新井(2003)による。

Fig. 3 Stratigraphic relationship of the volcanic products of the Younger Haruna Volcano. AT: Aira-Tn tephra, As-BP: Asama Itahana Brown pumice, As-Sr: Asama Shiraito pumice, As-YP: Asama Itahana Yellow pumice, As-Sj: Asama Soja pumice, As-C: Asama C pumice, As-B: Asama B pumice. Ages of the tephra are after Nakayama (1978), Machida *et al.* (1984), Soda (1990, 1995, 1996) and Machida and Arai (2003).

される。今回の年代測定結果は、新期榛名火山の活動開始時期を制約する。

古墳時代に発生した2回の大きな噴火のうち、初めの噴火で噴出した二ッ岳渋川テフラの年代は、考古資料との関係から6世紀前半と推測されてきた(町田ほか(1984), 坂口(1986)など)。中村ほか(2008), 早川ほか(2009)は二ッ岳東山麓の本テフラに埋没した樹幹に対しウイグルマッチング年代測定を行い、 $489 \pm 3 / -6$ cal ADの年代値を報告している。今回得られた炭素14年代値の暦年較正年代は、430~570 cal AD (68.2% probability)であり、中村ほか(2008)等の結果と矛盾しない。従って、中村ほか(2008)らの結果も考慮すると、本層の年代は5世紀末と考えられる。

古墳時代に発生した二回目の大規模な噴火によって噴出した二ッ岳伊香保テフラの年代は、考古資料との関係から6世紀中葉または後半と推測されている(町田ほか, 1984; 坂口, 1986)。今回得られた本テフラの炭素14年代値の暦年較正年代は555~615 cal AD (68.2% probability)である。従って、本層の形成年代は6世紀後半から7世紀初頭であると考えられる。

二ッ岳渋川テフラと伊香保テフラの間には、保存のよい地点では厚さ数cmの腐植質の土壌が認められ、20~30年程度の時間間隔が推測されていた。また、それぞれのテフラに埋没した考古遺跡の年代からも20~30年程度の時間間隔が推測されている(坂口, 1986)。中村ほか(2008)の榛名渋川テフラのウイグルマッチング年代や、今回得られたそれぞれのテフラの年代から、榛名渋川テフラの噴火と伊香保テフラの噴火間隔はこれまでの予想よりやや長く、50年以上の間隔をおいて発生したと考えられる。

6. まとめ

新期榛名火山の活動初期に発生した、榛名八崎降下軽石・白川火砕流堆積物から、45 ka前後の炭素14年代を得た。

榛名二ッ岳渋川テフラから得られた炭素14年代値の暦年較正年代は、430~570 cal AD (68.2% probability)であり、中村ほか(2008), 早川ほか(2009)によるウイグルマッチングの結果と合わせ、この噴火の年代は5世紀末と考えられる。

榛名二ッ岳伊香保テフラから得られた炭素14年代値の暦年較正年代値は、555~615 cal AD (68.2% probability)であり、この噴火の年代は6世紀後半から7世紀初頭であることを支持する。

文献

Bronk Ramsey, C. (1995) Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: *The OxCal program*. *Radiocarbon*, vol.37, p.425-430.

- 新井房夫(1962) 関東盆地北西部地域の第四紀編年. 群馬大学紀要自然科学編, vol.6, p.1-79.
- 新井房夫(1979) 関東地方北西部の縄文時代以降の指標テフラ層. 考古学ジャーナル, no.157, p.41-52.
- 群馬県北群馬郡子持村教育委員会(1991) 黒井峯遺跡発掘調査報告書. 第11集. 456p.
- 早川由紀夫・中村賢太郎・藤根久・伊藤茂・廣田正史・小林絃一(2009) 榛名山で古墳時代に起こった渋川噴火の理学的年代決定. 日本地球惑星科学連合2009年大会予稿集, V159-008.
- 町田 洋・新井房夫・小田静夫・遠藤邦彦・杉原重夫(1984) テフラと日本考古学—考古学研究と関係するテフラのカタログ—. 渡辺直経編「古文化財に関する保存科学と人文・自然科学」, p.865-928.
- 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.
- 中村賢太郎・早川由紀夫・藤根久・伊藤茂・廣田正史・小林絃一(2008) ウイグルマッチング法による榛名渋川噴火の年代決定(再検討). 日本第四紀学会講演要旨集, vol.38, p.18-19.
- 中山茂樹(1978) 碓氷川流域の河岸段丘. 駒沢地理, vol., 14, p.245-252.
- 大島 治(1986) 榛名火山. 日本の地質「関東地方」編集委員会編「関東地方」, p.222-224.
- Reimer, P.J., Baillie M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand C.J.H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C.B., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W. van der Plicht, J., Weyhenmeyer, C.E., (2004) IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26cal kyr BP. *Radiocarbon*, vol.46, p.1029-1058.
- 坂口 一(1986) 榛名二ッ岳起源FA・FP層下の土師器と須恵器. 群馬県教育委員会編「荒砥北原遺跡・今井神社古墳群・荒砥青柳遺跡」, p.103-119.
- 渋川市教育委員会(1987) 中筋遺跡発掘調査概要報告書. 渋川市発掘調査報告書 vol.13, 16p.
- 早田 勉(1989) 6世紀における榛名火山の2回の噴火とその災害. 第四紀研究, vol.27, p.297-312.
- 早田 勉(1990) 第一章 群馬県の自然と風土. 群馬県史編さん委員会編「群馬県史 通史編1 原始古代1」, p.37-129.
- 早田 勉(1995) 第2章 地形と地質, 第2節 テフラからさぐる浅間山の活動史. 御代田町誌・自然編, p.22-43.
- Soda, T., (1996) Explosive activities of Haruna volcano

and their impacts on human life in the sixth century
A.D. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan
University*, vol.31, p.37-52.

早田 勉 (1996) 関東地方～東北地方南部の示標テフ
ラの諸特徴 ―とくに御岳第 1 テフラより上位の
テフラについて―. 名古屋大学加速器質量分析計業

績報告書 (VII). 名古屋大学年代測定資料研究セン
ター. p. 256-266.

鈴木正男 (1976) 過去を探る科学. 234p.

(受付: 2010 年 6 月 21 日; 受理: 2010 年 12 月 27 日)

