

火山体崩壊に起因する火山災害軽減のためのパイロット研究：
木片の ^{14}C 年代と火山岩塊の Sr 同位体比からみた前橋泥流の時空分布
**A pilot study for the mitigation of volcanic hazard caused by collapse of volcano:
Maebashi mudflow deposit in time and space estimated from
 ^{14}C ages of wood blocks and Sr isotope ratios of volcanic blocks**

佐藤興平^{1*}・南 雅代²・中村俊夫²・武者 巖³・柴田 賢⁴
Kohei Sato^{1*}, Masayo Mlinami², Toshio Nakamura², Iwao Musha³, Ken Shibata⁴

¹ 気象庁気象大学校・² 名古屋大学宇宙地球環境研究所・³ 前橋市元総社町・

⁴ 元名古屋大学年代測定資料研究センター

¹ Meteorological College, Japan Meteorological Agency, Asahi Kashiwa 277-0852, Japan,

² Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8601, Japan

³ Motosoja 146-1, Maebashi, 371-0846, Japan

⁴ Formerly Dating and Material Research Center, Nagoya University, Kurozasa-Izumi, Miyoshi, 470-0232, Japan

* Corresponding author. E-mail: satoko7117@tbz.t-com.ne.jp

Abstract

Age of the Maebashi mudflow deposit, currently estimated to be 24,000 BP, was re-evaluated by AMS- ^{14}C dating of a wood specimen from an outcrop on the Tone River bank. The specimen yielded 22,570±60 BP ($\pm 1\sigma$). The calibrated age was 27,180–26,589 cal BP ($\pm 2\sigma$) and 3000 years older than the previous estimate. Origin and distribution of the Maebashi mudflow deposit were identified by $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of volcanic blocks within the mudflow deposits, in comparison with $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ data for surrounding volcanoes. The mudflow was generated by the collapse of Asama volcano, flowed down along the Agatsuma and Tone rivers, and deposited in the wide area around Maebashi and Takasaki. Distribution of the Stone Age remains appears to reflect the extent of the Maebashi mudflow deposit.

Keywords: Maebashi mudflow deposit; ^{14}C age; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio; Asama volcano; Paleolithic age

1. はじめに

前橋市街の地下には、前橋泥流と呼ばれる火山性砕屑物からなる地層が分布する。前橋泥流は火山岩角礫と比較的細粒の火山性砕屑物が渾然一体となって堆積した厚さ 10–15 m の無層理の地層で、前橋だけでなく高崎市側の地下にも広がっているらしい（例えば、新井，1971）。この歴大な堆積物の供給源としては、地理的に近い赤城山や榛名山の火山体を想定するのが順当と思われるが、新井（1971，1993）は、堆積物に含まれる重鉍物の特徴などから、遠く離れた浅間山が供給源と推定した。

また、前橋市街の中心部には、「岩神の飛石」と呼ばれ 1938 年に国の天然記念物に指定された安山岩の巨石が産する（佐藤，1992）。この巨石の起源については、天然記念物指定時には赤城山とされ、新井（1971）も赤城火山起源の流れ山が浅間山起源の泥流で 2 次的に移動したという折衷案のような説を出していたが、前橋泥流が浅間山起源という自説との間には不調和な側面があった

(佐藤, 2016). この謎めいた巨石の起源については, その Sr 同位体比を周辺火山の Sr 同位体比のデータ (Notsu et al., 1985, 1987) と比較することにより, 「岩神の飛石」の供給源は赤城山でも榛名山でもなく, 浅間火山起源であることがほぼ確定した (佐藤ほか, 2017). 現在の地表では, 新期の堆積物に隠されて「岩神の飛石」と前橋泥流の関係は観察できないが, 文化財再調査の一環として行われたボーリング調査によって, この巨石が前橋泥流に直接接することが確認されたという (前橋市教育委員会, 2016). これらの結果は, 「岩神の飛石」が前橋泥流とともに遠く離れた浅間火山からもたらされたものであることを強く示唆する.

しかし, この前橋泥流の堆積時期に関するデータは極めて乏しく, 学術論文として公表された年代データとしては, 前橋駅近くの利根川左岸で採取された木片の $24,000 \pm 650$ BP という ^{14}C 年代 (新井, 1967) がほとんど唯一のものである. この報告から既に半世紀の時間が経過しており, この間に ^{14}C 年代の測定技術や年代較正のための研究は長足の進歩を遂げている現状をふまえると, 最新の技術を用いて年代を検証しておく必要があると思われる. また, 前橋泥流は新期の火山灰や河川堆積物あるいは別の泥流堆積物に被われており, その全容を把握するのは容易ではない. 泥流の判定は, これまで露頭やボーリングコアの見かけに頼っており, 調査者によって異なる分布図が提示される場合がある. 「岩神の飛石」の起源解明に有力な手掛かりを与えてくれた同位体地球化学的な手法を適用すれば, 前橋泥流の分布について客観的な判断基準を提供できると期待される.

そこで我々は, 泥流堆積物に含まれる木片を採取して年代を測定すると共に, 泥流中の初生的とみられる火山岩角礫や巨石の Sr 同位体比 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) を測定して起原を特定することで, 前橋泥流の時空分布を解明する研究を進めてきた. ここでは予察的な検討結果を報告したい. 「岩神の飛石」の起源については佐藤 (2016) と佐藤ほか (2017) を, 木片の予察的な年代測定の結果については佐藤ほか (2018) を参照されたい.

2. 木片の ^{14}C 年代と火山岩の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比

2.1 木片の ^{14}C 年代の測定

図 1 に前橋泥流の外観と ^{14}C 年代を測定した木片の産状を示した. この露頭の位置は図 2A に ^{14}C を付けた菱形マークで示した. 地層に埋没している試料には, 周囲から炭酸塩や腐植酸などの炭素を含む外来物質が入り込む. 本来の年代に影響を及ぼすこれらの汚染物質を取り除くため, 本研究では試料に対して ABA 処理 (Acid-Base-Acid 処理) を行った後に ^{14}C 年代測定用のグラファイトを作成した. 木片の産状や試料の前処理の詳細については佐藤ほか (2018) を参照されたい.

慎重な化学前処理を経て作成したグラファイトにつき, 名古屋大学宇宙地球環境研究所のタンデトロン加速器質量分析計 2 号機で ^{14}C 年代を測定した. 得られた年代値は $22,570 \pm 60$ BP となった. この年代値を IntCal13 を用いて暦年較正した年代値は, $27,180\text{--}26,589$ cal BP ($\pm 2\sigma$) となる. この結果は, これまで流布してきた「前橋泥流は 2.4 万年前」という通説より約 3000 年古いことを示す (佐藤ほか, 2018).

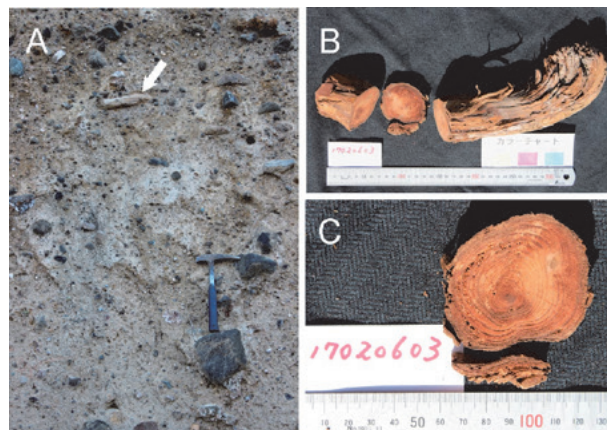


図 1. 前橋泥流の外観と ^{14}C 年代を測定した木片 (17020603) の産状および切断面.

A: 前橋泥流の露頭で見出された木片 (矢印). 角礫は安山岩質溶岩. 右下のハンマーは上下 33 cm. B: 木片試料の外観と切断片. 物差しは全長 33.5 cm. C: 切断面の拡大写真 (年輪が見える). 物差しの数値は mm 単位. 佐藤ほか (2018) 参照.

2.2 火山岩の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の測定

前橋—高崎地域の前橋泥流の広がりを確認するため、主に河川に露出する安山岩質火砕岩の巨石から試料を採取した。平坦な市街地では地層の観察が極めて難しく、試料採取も河床や河岸の露頭に限られる。洪水や人手による再移動の可能性がなかったと思われる径3–4 mの巨石に着目したが、泥流に埋没しており初生的であることが確認できる安山岩の角礫(径50–70 cm)も測定対象とした。比較のため、吾妻川の中流域や浅間山麓の流れ山(応桑泥流)も測定対象に加えた。試料の前処理や測定方法の詳細については、佐藤ほか(2017)を参照されたい。

測定の結果得られた $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、0.70394–0.70423の狭い範囲に入り、「岩神の飛石」について得られた0.70415(佐藤ほか, 2017)とともに浅間火山の火山岩12個の公表データ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比=0.70416–0.70430, Notsu et al, 1987)とほぼ一致する。烏川水系など現在の利根川水系とは別の河川の試料でも浅間山起源とみられる結果が得られ、赤城山や榛名山起源と判定される岩石は見出されなかったことが注目される(図2A)。

3. 考察：泥流の分布と石器時代の遺跡

前橋泥流の流下経路と火山岩塊の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比から推定した泥流の分布域を図2Aに示した。泥流の広がりとは対比するため、図2Bには群馬県内の石器時代の遺跡の分布を同一縮尺で示した。日本列島に旧石器文化が存在したことが初めて明らかになった岩宿遺跡は、赤城山の南麓に位置する(図2B)。岩宿文化は岩宿I文化(約3.5万年前)と岩宿II文化(約2.5万年前)に分けられ、広域テフラのAT(約3万年前)がこれら2層の石器産出層の間に産する。岩宿文化の年代は火山灰の対比に基づくもので、石器と共存する炭質物の年代測定で決められたものではないという(小菅将夫, 2018 私信)。しかし、この年代値が正しいとすると、今回の木片の ^{14}C 年代測定による前橋泥流の約2.7万年前という年代は、2つの岩宿文化の間に浅間山の崩壊と前橋泥流の流下・堆積という大事件が起こったことを意味する。前橋泥流の分布域に遺跡の発見例が少ないのは(図2B)、岩宿I文化の痕跡が厚い泥流堆積物の被われてしまったためかも知れない。泥流分布域の遺跡は、岩宿II文化あるいは縄文草創期のものである可能性が高い。浅間山の崩壊は、火山活動初期に形成された黒斑火山が活発なマグマ噴火を繰り返す中で生じたと考えられるので(佐藤ほか, 2018)、頻繁な火山噴出物の降下と巨大な泥流が岩宿文化の継続を中断させた可能性が考えられよう。火山活動で被災しなかった旧石器時代人も、寒冷な気候に加え降灰や泥流による環境の悪化が原因で、他の地域に移住していったのではなかろうか。図2Bに示した遺跡について時代ごとの分布を詳しく調べれば、古代人の生活環境の変化と火山活動の推移との関係が読み取れるかも知れない。

謝辞

群馬県高崎市の富岡賢治市長と株式会社「倉屋」の高橋正一氏、中之条町「歴史と民俗の博物館」学芸員の剣持直樹氏および長野県佐久市塚原の池田信二氏からは試料採取にあたって多大なご支援をいただいた。みどり市「岩宿博物館」館長の小菅将夫氏と群馬県のテフラに詳しい沼田市の久保誠二氏からは、数々のご助言をいただいた。以上の皆様に深謝します。

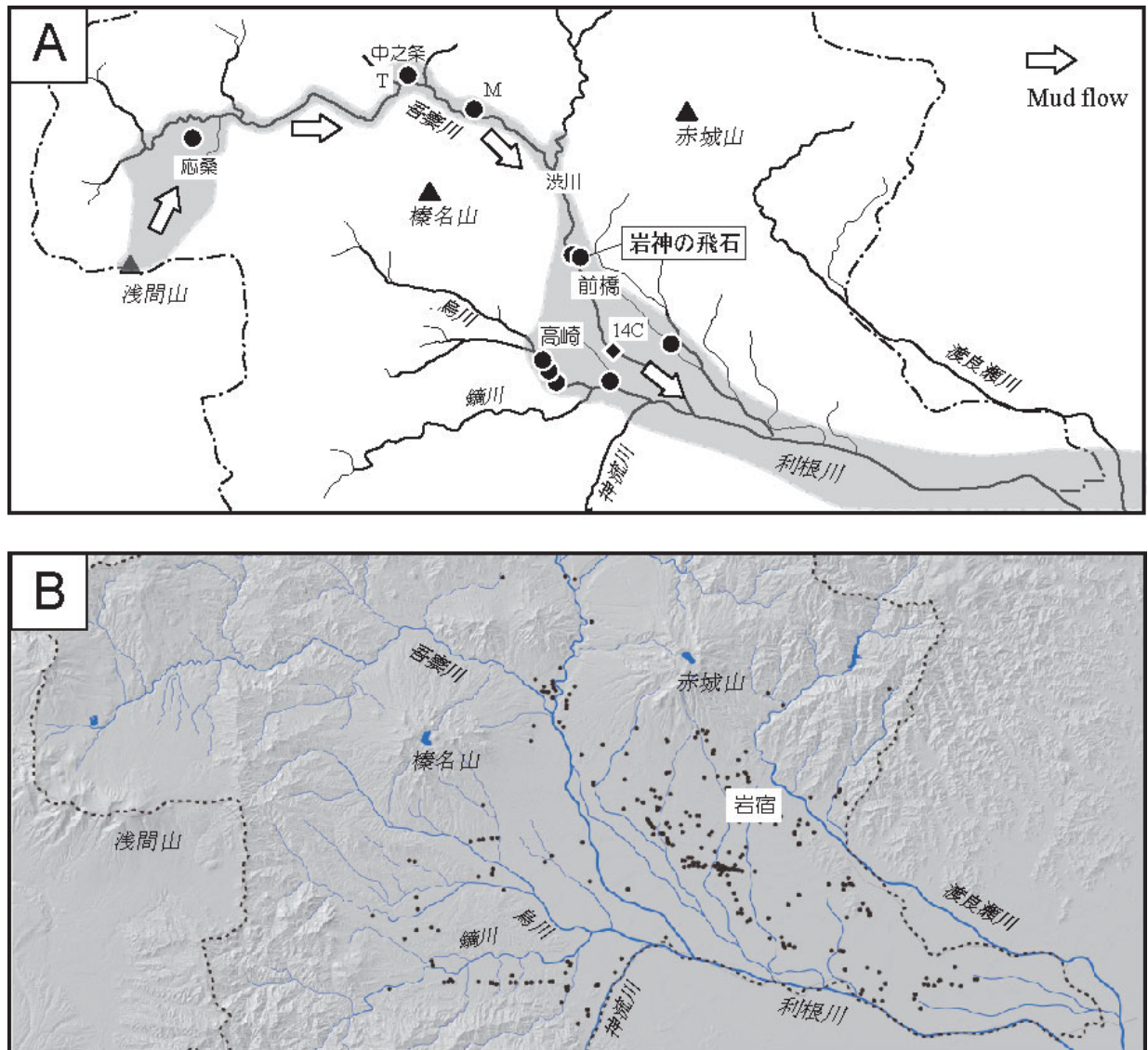


図2. 群馬県内の前橋泥流と石器時代の遺跡の分布。

A: 群馬県内の前橋泥流の分布 (灰色。矢印は流下方向を示す)。黒丸は $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を測定した安山岩質火山岩塊で、「岩神の飛石」と同様に全試料が浅間山起源と解される値を示す (本文参照)。浅間山の周辺では新期の火山噴出物に被われて、前橋泥流の上流部にあたる山体崩壊堆積物は応桑付近にのみ露出する (応桑泥流)。流下経路となった吾妻川の谷筋では、浸食や道路工事などで泥流堆積物の多くが消失して現在では余り見られなくなっている。中之条町の天然記念物「とうけえし」(T) や小野子山南西斜面の村上に産する溶結火砕岩 (M) は、現在の河床から 30–50 m も高い所にあり、当時の泥流の規模を推定する手掛かりを与える。前橋–高崎地域より下流については、前橋泥流の分布を特定する証拠を得ていない。 ^{14}C を付けた菱形は ^{14}C 年代を測定した木片の産出地点。

B: 石器時代の遺跡の分布 (岩宿フォーラム実行委員会, 2008)。これらの遺跡には、岩宿Ⅰ文化 (約 3.5 万年前) と岩宿Ⅱ文化 (約 2.5 万年前) に相当する遺跡 (旧石器時代) の他に、縄文時代草創期の遺跡 (新石器時代) も含まれる。直線的な遺跡の配列は、道路工事に伴う発掘で発見されたもの。前橋–高崎地域では、道路や宅地開発の工事が多数行われてきたはずであるが、A に示した前橋泥流の分布域には遺跡の発見例が少ないことが注目される。

引用文献

- 新井房夫 (1967) 前橋泥流の噴出年代と岩宿 I 文化遺跡. —日本の第四紀層の ^{14}C 年代 XXXIII—. *地球科学*, 21, 46–47.
- 新井房夫 (1971) 地形・地質, 『前橋市史』第 1 巻, 第 1 編「自然」, 第 2 章, 8–66.
- 岩宿フォーラム実行委員会 (2008) 「更新世の地形発達史と遺跡群形成」岩宿フォーラム・/シンポジウム 2008 予稿集.
- 前橋市教育委員会 (2016) 国指定天然記念物 岩神の飛石 環境整備事業報告書, 前橋市教育委員会, 78pp.
- Notsu, K., Kita, I., Yamaguchi, T. (1985) Mantle contamination under Akagi volcano, Japan, as inferred from combined Sr-O isotope relationships. *Geophys. Res. Lett.*, 12, 365–368.
- Notsu, K., Aramaki, S., Oshima, O., Kobayashi, Y. (1987) Two overlapping plates subducting beneath central Japan as revealed by strontium isotope data. *Jour. Volc. Geotherm. Res.*, 32, 195–207.
- 佐藤興平 (1992) 関東地方の天然記念物, *地質ニュース*, 453, 25–37.
- 佐藤興平 (2016) 巨石の天然記念物「岩神の飛石」の起源について. *群馬県立自然史博物館研究報告*, 20, 133–140.
- 佐藤興平・南 雅代・大島 治・鈴木和博・柴田 賢 (2017) Sr 同位体比からみた「岩神の飛石」の起源 (予報). *群馬県立自然史博物館研究報告*, 21, 29–38.
- 佐藤興平・南 雅代・中村俊夫・柴田 賢・児嶋美穂・武者 巖 (2018) 木片の ^{14}C 年代測定による前橋泥流堆積時期の再検討 (予察). *群馬県立自然史博物館研究報告*, 22, (印刷中)

日本語要旨

約 2.4 万年前とされてきた前橋泥流につき, 利根川河岸の露頭から採取した木片の AMS- ^{14}C 年代を高精度で測定し, $22,570 \pm 60$ BP ($\pm 1\sigma$) を得た. 暦年校正した年代は $27,180$ – $26,589$ cal BP ($\pm 2\sigma$) となり, 従来の推定より 3000 年ほど古いとの結論が得られた. また, 泥流に含まれる安山岩質火山岩塊の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を測定して, 泥流の起源と広がりを検討した. その結果, 前橋–高崎地域の平坦部のほぼ全域に浅間山起源の泥流が広がっており, その分布と泥流が流下した旧石器時代の遺跡の分布とが相関している可能性があるとの見通しが得られた.

キーワード: 前橋泥流; ^{14}C 年代; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比; 浅間火山; 旧石器時代