

R-01-2023

MFRI Research Report

山梨県富士山科学研究所研究報告書

第51号

重点化研究

「富士火山北東麓における噴火履歴の解明
—湖底堆積物を使ったテフラ層序の高精度化」

令和4年度

山梨県富士山科学研究所

R-01-2023

MFRI Research Report

山梨県富士山科学研究所研究報告書

第51号

重点化研究

「富士火山北東麓における噴火履歴の解明
—湖底堆積物を使ったテフラ層序の高精度化—

令和4年度

山梨県富士山科学研究所

はじめに

富士山の火山防災対策をより実効性の高いものとするためには、高精度な噴火履歴情報に基づき将来起こりうる火山災害を想定することが不可欠です。弊所では平成 26 年度以降、富士山の火山学的研究を精力的に進めてきており、中でも、降下火砕物層（以下、テフラ層）の解析は高精度な噴火履歴の推定に大きく貢献して参りました。しかしながら、山体近傍では地表面の侵食等により必ずしも全てのテフラ層が連続的に保存されているわけではなく、土壌の発達により個々のテフラ層の識別が困難になる場合も多いのが現状です。そのため、より詳細な噴火履歴の解明のためには、連続的に堆積した山麓の湖底堆積物を使って、火山近傍で得られた情報を補完する手法が有効です。

こうした背景から、本重点化研究「富士火山北東麓における噴火履歴の解明－湖底堆積物を使ったテフラ層序の高精度化」では、富士山の噴火履歴の高精度化のため、山中湖の湖底堆積物を対象とした放射性炭素年代測定により過去 8,000 年間で堆積したテフラ層の年代推定を試みています。本研究がより詳細な富士山の噴火履歴の解明につながり、県民の安全・安心な暮らしを守る富士山の火山防災対策の一助となることを願っております。

山梨県富士山科学研究所

所 長 藤 井 敏 嗣

目 次

はじめに

概要編

I 研究の概要

I-1 研究テーマおよび研究期間	1
I-2 研究体制	1
I-3 研究目的	1
I-4 研究成果の概要	2
I-4-1 堆積物中の有機化合物を使った年代推定手法の確立	2
I-4-2 山中湖の堆積物コアを使った過去 8,000 年間のテフラ層序と噴出年代の解明	2
I-5 研究成果の発表	2
I-5-1 誌上发表	2
I-5-2 口頭発表	3
I-6 謝辞	3

本編

II 研究成果報告

II-1 研究の背景・目的	5
II-2 堆積物中の有機化合物を使った年代推定手法の確立	5
II-2-1 はじめに	5
II-2-2 試料及び手法	5
II-2-3 結果及び考察	7
II-3 山中湖の堆積物コアを使った過去 8,000 年間のテフラ層序と噴出年代の解明	8
II-3-1 山中湖におけるリザーバー年代の層位変化	8
II-3-2 堆積物コアの年代-深度モデルの改定	8
II-3-3 山中湖湖畔のテフラ層序との比較	9
II-4 引用文献	10

概 要 編

I 研究の概要

I-1 研究テーマおよび研究期間

研究テーマ：

富士火山北東麓における噴火履歴の解明－湖底堆積物を使ったテフラ層序の高精度化

研究期間

令和元年度（平成 31 年度） ～ 令和 3 年度（3 年間）

I-2 研究体制

研究代表者：山本 真也（富士山火山防災研究センター）

共同研究者：吉本 充宏（富士山火山防災研究センター）

亀谷 伸子（富士山火山防災研究センター）

横山 祐典（東京大学 大気海洋研究所）

宮入 陽介（東京大学 大気海洋研究所）

大河内 直彦（海洋研究開発機構）

菅 寿美（海洋研究開発機構）

I-3 研究目的

富士山では将来の噴火に備え、防災マップの整備や避難計画等の策定が進められている。こうした火山防災対策をより実効性の高いものとするためには、高精度な噴火履歴情報に基づき将来起こりうる火山災害を想定する必要がある。富士山科学研究所では平成 26 年度以降、富士山の火山学的研究を精力的に進めており、雁の穴火口を特定するなど、防災マップ改訂の基礎となる多くの新知見を明らかにしてきた（富士山火山防災対策協議会，2021）。中でも、降下火砕物層（以下、テフラ層）の解析は高精度な噴火履歴の推定に大きく貢献してきた。しかしながら、山体近傍では地表面の侵食等により必ずしも全てのテフラ層が連続的に保存されているわけではない。また、土壌の発達により個々のテフラ層の識別が困難になる場合も多い。そのため、より詳細な噴火履歴の解明のためには、連続的に堆積した山麓の湖底堆積物を使って、火山近傍で得られた情報を補完する必要がある。

富士山北東麓では、先行研究による陸上掘削調査の結果、既存層序との関係が不明のテフラ層が見つかるなど、未解明の噴火が多数存在することが明らかとなった。一方、山中湖の湖心で 1998 年に採取された過去 8,000 年分の湖底堆積物からは 29 のテフラ層が見つかったが、年代測定に用いる炭質物がほとんど産出しないため年代モデルの精度が悪く、既存層序との対比が不明なものも多い。そこで本研究では、富士山の噴火履歴の高精度化のため、山中湖の湖底堆積物を対象に放射性炭素（ ^{14}C ）年代測定を行い、過去 8,000 年間で堆積したテフラ層の噴火年代を明らかにすることを目的とする。

I-4 研究成果の概要

I-4-1 堆積物中の有機化合物を使った年代推定手法の確立

本研究では、山中湖湖底の最表層の堆積物中（以下、表層堆積物）に含まれる有機化合物（脂肪酸及び色素化合物）の放射性炭素年代（ ^{14}C 年代）測定を行い、その堆積年代を明らかにした。比較のため、同一試料中に含まれるあらゆる有機物（有機化合物や植物片、粒子状有機物等）を一括した全有機炭素（total organic carbon; TOC）や植物片等についても ^{14}C 年代測定を行なった。その結果、表層堆積物中のいくつかの有機化合物（ C_{16} 、 C_{24} 及び C_{28} 脂肪酸やクロロフィル *a*）の放射性炭素同位体比（ $\Delta^{14}\text{C}$ ）は、湖水中の溶存無機炭素（dissolved inorganic carbon; DIC）に比べ低く、水草植物片の $\Delta^{14}\text{C}$ に近い値を示したことから、これら化合物が水草由来の有機物の影響を受けている可能性が明らかとなった。また、表層堆積物中の C_{26} 脂肪酸やクロロフィル *a* の分解産物（フェオフィチン *a*、パイロフェオフィチン *a*）は、水草植物片に比べ更に低い $\Delta^{14}\text{C}$ を示し、土壌等からの古い有機物の影響が示唆された。一方、堆積物中の TOC の $\Delta^{14}\text{C}$ は、秋の湖水中の DIC の $\Delta^{14}\text{C}$ と整合的な値を示しており、リザーバー年代*を補正した TOC の ^{14}C 年代を用いることでより精度の高い年代モデルの構築が可能であることが示唆された。

*リザーバー年代：一般に湖水中の DIC の放射性炭素年代（ ^{14}C 年代）は、地下水等の影響により大気に比べ古い年代を示すことが知られている。この大気と湖水の ^{14}C 年代差はリザーバー年代と呼ばれている。

I-4-2 山中湖の堆積物コアを使った過去 8,000 年間のテフラ層序と噴出年代の解明

本研究では、山中湖の堆積物コア中の全有機炭素（total organic carbon; TOC）の放射性炭素年代（ ^{14}C 年代）測定を 15 の深度レベルで行い、リザーバー年代を補正した上で、堆積物コアの年代-深度モデルの作成を行った。山中湖のリザーバー年代は、堆積物コア中の TOC の ^{14}C 年代と植物化石の ^{14}C 年代及び年代既知の宝永スコリア（富士山宝永噴火の噴出物）、カワゴ平テフラの ^{14}C 年代を同層準で比較することにより求めた。その結果、過去 8,000 年間に堆積した 29 層のテフラ層の噴火年代を平均誤差 ± 80 年の精度で明らかにすることができた。更に、これらテフラ層の年代を山中湖畔で報告されている既存テフラ層序と比較した結果、従来の陸上の地層調査では報告されていないテフラが少なくとも 6 層含まれていることが明らかとなった。本研究の結果は、従来の研究が、富士山北東麓におけるテフラの分布範囲や噴火頻度を過小評価していた可能性を示すもので、火山防災上重要な新知見である。今後、これらテフラの解析を進めることで、富士山北東麓における噴火履歴の高精度化がより一層進むことが期待される。

I-5 研究成果の発表

I-5-1 誌上発表

- 1) Yamamoto, S., Miyairi, Y., Yokoyama, Y., Suga, H., Ogawa, N.O., Ohkouchi, N., 2020, Compound-specific radiocarbon analysis of organic compounds from Mount Fuji proximal lake (Lake Kawaguchi) sediment, central Japan. Radiocarbon 62, 439-451.
- 2) Ota, K., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Yamamoto, S., Miyajima, T., 2021, Lake water dissolved inorganic carbon dynamics revealed from monthly measurements of radiocarbon in the Fuji Five Lakes, Japan. Elementa: Science of the Anthropocene 9: 1. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.00149>.

- 3) Yamamoto, S., Nishizawa, F., Yoshimoto, M., Miyairi, Y., Yokoyama, Y., Suga, H., Ohkouchi, N., 2021, Dating lake sediments using compound-specific ^{14}C analysis of C_{16} fatty acid: A case study from the Mount Fuji volcanic region, Japan. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 22, e2020GC009544.

I-5-2 口頭発表

- 1) Yamamoto, S., Miyairi, Y., Yokoyama, Y., Suga, H., Ogawa, N.O., Ohkouchi, N., 2019, Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会.
- 2) 山本真也・西澤文勝・吉本充宏・宮入陽介・横山祐典・菅寿美・大河内直彦, 2019, 河口湖堆積物コア中の直鎖脂肪酸の化合物レベル放射性炭素年代. 日本有機地球化学 2019 金沢シンポジウム.
- 3) 山本真也・西澤文勝・吉本充宏・宮入陽介・横山祐典・菅寿美・大河内直彦, 2019, 化合物レベル ^{14}C 年代法による富士山北麓・河口湖堆積物コア中の火山噴出物の年代推定. 日本地球化学会 2019 年年会.
- 4) 太田耕輔・横山祐典・宮入陽介・山本真也, 2019, 富士五湖における表層水中溶存無機炭素の放射性炭素年代の月毎変動と炭素リザーバー効果. 日本第四紀学会 2019 年大会.
- 5) Yamamoto, S., Nishizawa, F., Yoshimoto, M., Miyairi, Y., Yokoyama, Y., Suga, H., Ohkouchi, N., 2020, Compound-specific ^{14}C analyses of fatty acids as potential dating tools for lake sediments: A case study from Lake Kawaguchi, central Japan. JpGU-AGU Joint Meeting 2020. (Invited Paper)
- 6) Ota, K., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Yamamoto, S., 2020, High resolution carbon reservoir effect fluctuations derived from surface water dissolved inorganic radiocarbon of Fuji Five Lakes. JpGU-AGU Joint Meeting 2020.
- 7) Ota, K., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Yamamoto, S., Miyajima, T., 2020, Lake water distribution derived from surface water oxygen and hydrogen isotopes around Fuji Five Lakes. JpGU-AGU Joint Meeting 2020.
- 8) 太田耕輔・横山祐典・宮入陽介・山本真也, 2020, 富士五湖における表層水中溶存無機炭素の放射性炭素年代の月毎変動と地下水の炭素リザーバー効果. 日本第四紀学会 2020 年大会.
- 9) Ota, K., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Yamamoto, S., Miyajima, T., 2021, Unveiling the black box: monthly measurements on dissolved inorganic radiocarbon in Fuji Five lakes water to understand the lake specific reservoir ages. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会.
- 10) 山本真也・西澤文勝・吉本充宏・太田耕輔・宮入陽介・横山祐典・菅寿美・大河内直彦, 2021, 富士五湖の湖底堆積物を用いた富士山の噴火履歴の高精度化. 日本地質学会第 128 年学術大会
- 11) Ota, K., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Yamamoto, S., Miyajima, T., 2021, Long term monthly measurements on water dissolved inorganic radiocarbon to understand the seasonal radiocarbon changes in three of Fuji Five lakes, Japan. 15th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry (AMS-15).

I-6 謝辞

本研究の一部は、東京大学大気海洋研究所共同利用研究（受付番号 158, 2019; 158, 2020; 162, 2021）として行われた。記して感謝いたします。

引用文献

富士山火山防災対策協議会（2021）富士山ハザードマップ(改訂版)検討委員会報告書，185p.

本 編

II 研究成果報告

II-1 研究の背景・目的

富士山では将来の噴火に備え、防災マップの整備や避難計画等の策定が進められている。こうした火山防災対策をより実効性の高いものとするためには、高精度な噴火履歴情報に基づき将来起こりうる火山災害を想定する必要がある。富士山科学研究所では平成 26 年度以降、富士山の火山学的研究を精力的に進めており、雁の穴火口を特定するなど、防災マップ改訂の基礎となる多くの新知見を明らかにしてきた（富士山火山防災対策協議会，2021）。その中でも、降下火砕物層（以下、テフラ層）の解析は高精度な噴火履歴の推定に大きく貢献してきた。しかしながら、山体近傍では地表面の侵食等により必ずしも全てのテフラ層が連続的に保存されているわけではない。また、土壌の発達により個々のテフラ層の識別が困難になる場合も多い。そのため、より詳細な噴火履歴の解明のためには、連続的に堆積した山麓の湖底堆積物を使って、火山近傍で得られた情報を補完する必要がある。

富士山北東麓では、先行研究による陸上掘削調査の結果、既存層序との関係が不明のテフラ層が見つかるなど、未解明の噴火が多数存在している。一方、山中湖の湖心で 1998 年に採取された過去 8,000 年分の湖底堆積物（YA-1）からは 29 のテフラ層が見つかったが、年代測定に用いる炭質物がほとんど産出しないため年代モデルの精度が悪く、既存層序との対比が不明なものも多い。そこで本研究では、富士山の噴火履歴の高精度化のため、山中湖の湖底堆積物を対象に放射性炭素（ ^{14}C ）年代測定を行い、過去 8,000 年間で堆積したテフラ層の噴火年代を明らかにすることを目的とする。

II-2 堆積物中の有機化合物を使った年代推定手法の確立

II-2-1 はじめに

湖沼堆積物中には、様々な生物に由来する有機物が含まれており、有機物の ^{14}C 年代から正確な堆積年代を推定するためには、有機物種間における ^{14}C 年代の違いやその要因についての理解が必要不可欠である。そこで本研究では、山中湖の表層堆積物に含まれる各種有機化合物（脂肪酸及び色素化合物）の ^{14}C 年代測定を行い、その堆積年代を明らかにした。比較のため、同一試料中に含まれる全有機炭素や植物片等についても ^{14}C 年代測定を行なった。

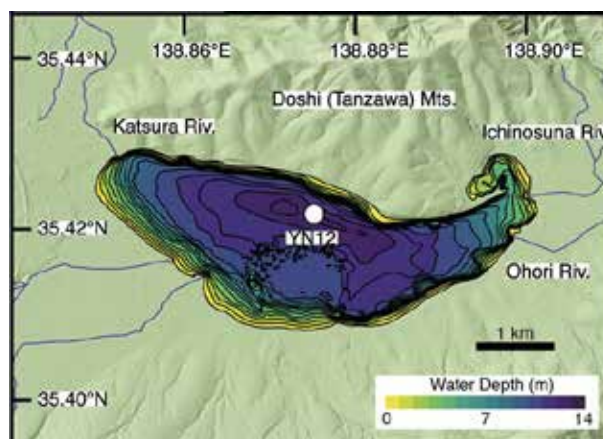


図 1 試料採取地点

II-2-2 試料及び手法

分析に用いた試料は、2018 年に湖心で採取した表層約 10 cm の堆積物である（YN12；図 1）。堆積物試料は、凍結乾燥後、有機溶媒による抽出を行い、対象化合物の同定・定量を行なった（図 2）。更に、これら化合物を高純度で分取するため分取 LC システム（図 3）を新たに立ち上げ、個別の有機分子の分離・精製を行



図2 本研究の分析の流れ

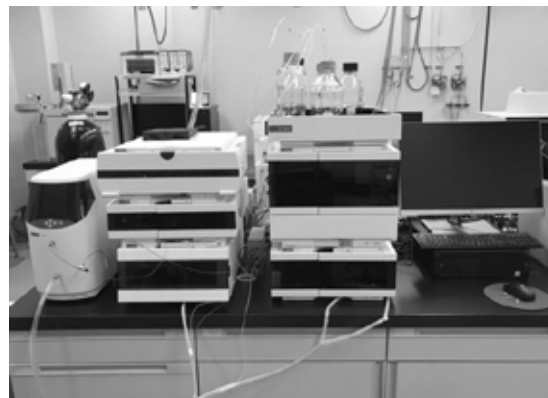


図3 本研究で使用した分取 LC システム

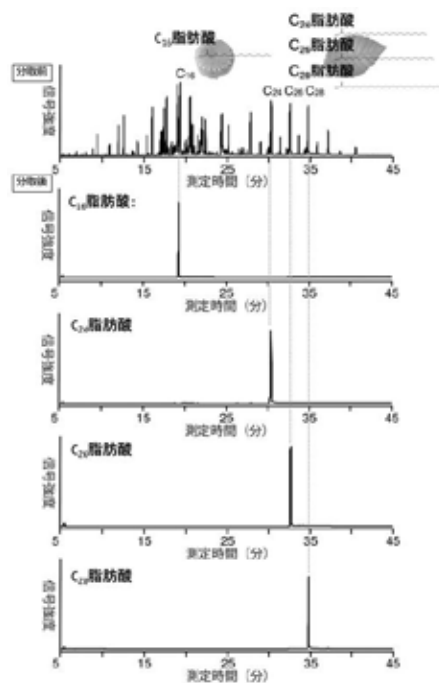


図4 分取 LC による脂肪酸メチルエステルの単離・精製結果

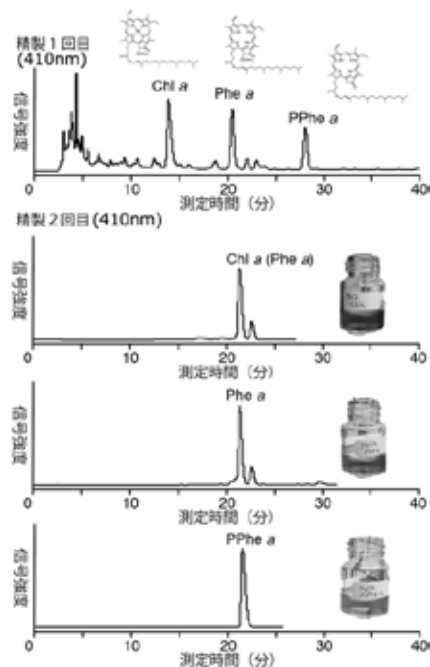


図5 分取 LC による色素化合物の単離・精製結果

なった (図4、5)。また、水洗した堆積物残渣から炭化植物片および水草植物片をピンセットで選別した。放射性炭素年代測定は、東京大学大気海洋研究所のシングルステージ型加速器質量分析装置を用いた。乾燥粉末化した堆積物試料に有機溶媒 (ジクロロメタン/メタノールの混合溶媒) を加え、超音波抽出により脂質成分を得た。得られた抽出物は、濃縮・けん化後、中性成分と酸性成分にわけ、シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより脂肪酸を分離した。年代測定対象脂肪酸の単離・精製には、高速液体クロマトグラフシステム (HPLC; アジレント Infinity II シリーズ) を用いた。精製された化合物 (純度 95.9%~100%) は、シリカゲルカラムでカラム由来の不純物を取り除いた後、Yokoyama et al. (2010) の手法によりグラファイトターゲットを作成し、東京大学大気海洋研究所のシングルステージ加速器質量分析計 (AMS) により放射性炭素同位体比 ($\Delta^{14}\text{C}$) の測定を行った (Yokoyama et al. 2019)。

得られた $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、メチルエステル化で溶媒から付加された炭素 ($\Delta^{14}\text{C} = -991\text{‰}$; Yamane et al. 2014) の

補正を行った後、Stuiver and Polach (1977)により ^{14}C 年代を求めた。また暦年較正及び年代深度モデルの作成には、Oxcal v4.2 (較正曲線データ: Intcal13) を使用した。

II-2-3 結果及び考察

図 6 に、山中湖の表層堆積物中の有機物の放射性炭素同位体比 ($\Delta^{14}\text{C}$) の分布を示した。 $\Delta^{14}\text{C}$ は、その値が大きいほど、測定された物質の年代が新しいことを意味する。堆積物中から産出した炭化植物片の $\Delta^{14}\text{C}$ は $139 \pm 3\%$ であり、大気核 (水爆) 実験により大気 CO_2 の $\Delta^{14}\text{C}$ が増加する AD1952 年以降に生育した植物に由来することが示唆された (図 6)。炭化植物片の $\Delta^{14}\text{C}$ から推定される堆積年代 (AD1990 年) は、堆積速度 ($1.04 \pm 0.14 \text{ cm/年}$; 2000 年から 2014 年の平均値; Lamair et al., 2019) から算出される表層堆積物の年代 (2008 年–2018 年) に比べ 18~28 年古

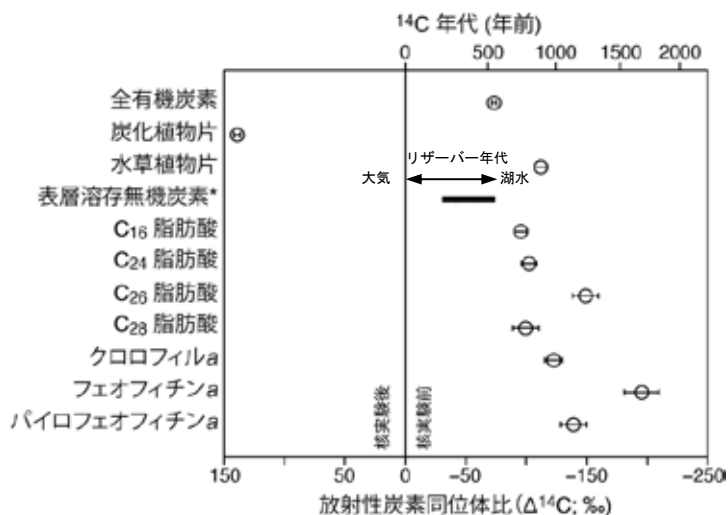


図 6 山中湖の表層堆積物中の全有機炭素・植物化石・有機化合物の ^{14}C 年代の比較 (Ota et al., 2021)

く、これら炭化植物片が燃焼後土壌として堆積した後、湖に流入していたことが示唆された。一方、同堆積物中の水草植物片の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は $-112 \pm 5\%$ であり、炭化植物片に比べ低い値を示した (図 6)。山中湖では、流入河川水中の溶存無機炭素 (dissolved inorganic carbon; DIC) の $\Delta^{14}\text{C}$ が $-138 \pm 2\%$ と湖水に比べ低い値を示すことが報告されており (Ota et al., 2021)、水草がこうした河川由来の DIC を光合成に利用していた可能性が示唆された。

表層堆積物中のいくつかの有機化合物 (C_{16} 、 C_{24} 及び C_{28} 脂肪酸やクロロフィル *a*) の $\Delta^{14}\text{C}$ は、湖水中の DIC に比べ低く (-95% ~ -122%)、水草植物片に近い値を示した (図 6)。また、 C_{26} 脂肪酸やクロロフィル *a* の分解産物 (フェオフィチン *a*、パイロフェオフィチン *a*) の $\Delta^{14}\text{C}$ は、水草植物片に比べ低くなっており (-139% ~ -195%)、土壌等からの古い有機物の影響が示唆された。これらのことから、山中湖で有機化合物に基づく年代推定を行う場合、水草や再堆積した有機物の寄与の影響を考慮する必要があることが明らかとなった。一方、湖水中の DIC の $\Delta^{14}\text{C}$ は、一般に地下水等の影響により大気に比べ古い ^{14}C 年代を示すことが知られている (Ota et al., 2021)。山中湖では、全有機炭素 (total organic carbon; TOC) の $\Delta^{14}\text{C}$ ($-73 \pm 2\%$) と秋の湖水中の DIC ($-66 \pm 8\%$; Ota et al., 2021) が整合的な値を示しており (図 6)、大気-湖水間の年代差 (リザーバー年代; 図 6 中の両矢印) を補正した TOC の放射性炭素年代値を用いることでより精度の高い年代モデルの構築が可能であることが示唆された。

II-3 山中湖の堆積物コアを使った過去 8,000 年間のテフラ層序と噴出年代の解明

II-3-1 山中湖におけるリザーバー年代の層位変化

湖底堆積物中の全有機炭素 (TOC) の ^{14}C 年代から実際の堆積年代を推定するためには、リザーバー年代 (大気-湖水間の ^{14}C 年代の差) の補正が不可欠である。そこで本研究では、山中湖の堆積物コア (YA-1; 図 7) 中の TOC の ^{14}C 年代測定を 15 の深度レベルで行い、山中湖におけるリザーバー年代の層位変化を明らかにした。リザーバー年代は、堆積物コア中の TOC の ^{14}C 年代と植物化石 (Yamamoto et al., 2018) 及び年代既知の宝永スコリア (富士山宝永噴火の噴出物) やカワゴ平テフラの ^{14}C 年代を同層準で比較することにより求めた。放射性炭素年代測定は、東京大学大気海洋研究所のシングルステージ型加速器質量分析装置を用いた。

その結果、深度 919 cm~494 cm で 625 ± 63 年~ 791 ± 46 年のリザーバー年代が得られた (図 8)。一方、深度 350 cm~85 cm では 848 ± 70 年~ 898 ± 32 年のリザーバー年代が得られ、浅い深度でやや古い年代を示すことが明らかとなった。

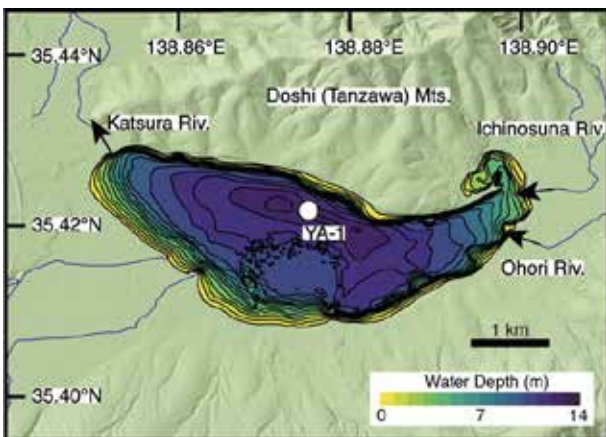


図 7 堆積物コア採取地点

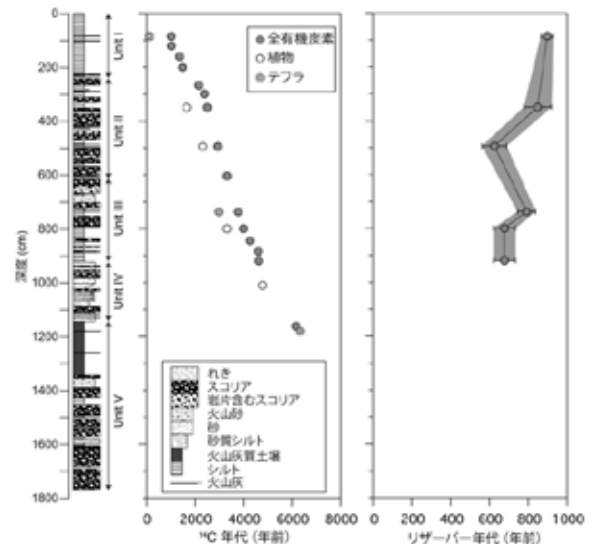


図 8 山中湖の堆積物コアの ^{14}C 年代測定結果とリザーバー年代の層位学的変化

II-3-2 堆積物コアの年代-深度モデルの改定

^{14}C 年代から実際の堆積年代 (暦年代) を求めるためには、 ^{14}C 年代を較正 (キャリブレーション) する必要がある。本研究では、上記 II-3-1 の研究で得られたリザーバー年代を基に TOC の ^{14}C 年代を補正した上で、 ^{14}C 年代の較正を行い山中湖の堆積物コアの年代-深度モデルの作成を行った。年代-深度モデルの作成には、OxCal 年代較正解析プログラム (v4.4.4; Bronk Ramsey, 2009) 及び Intcal20 較正曲線 (Reimer et al., 2020) を用いた。その結果、図 9 に示す各堆積物ユニット境界の較正年代 (^{14}C 年代を暦年代に較正した年代) が、旧モデル (Yamamoto et al., 2018) と比較して最大で約 770 年新しくなることが明らかとなった。特に、現在の山中湖の成立を示す Unit II/I 境界では、鷹丸尾溶岩中の炭化木の ^{14}C 年代や古地磁気の方角解析から推定されている鷹丸尾溶岩の年代 (西暦 687 ± 60 年; 田場ほか, 1999; 西暦 600-700 年; 馬場ほか, 2017) と整合的な年代 (西暦 740 ± 60 年) が得られた。このことは、現在の山中湖が鷹丸尾溶岩流による堰き止めによって成立したことを強く示唆している。

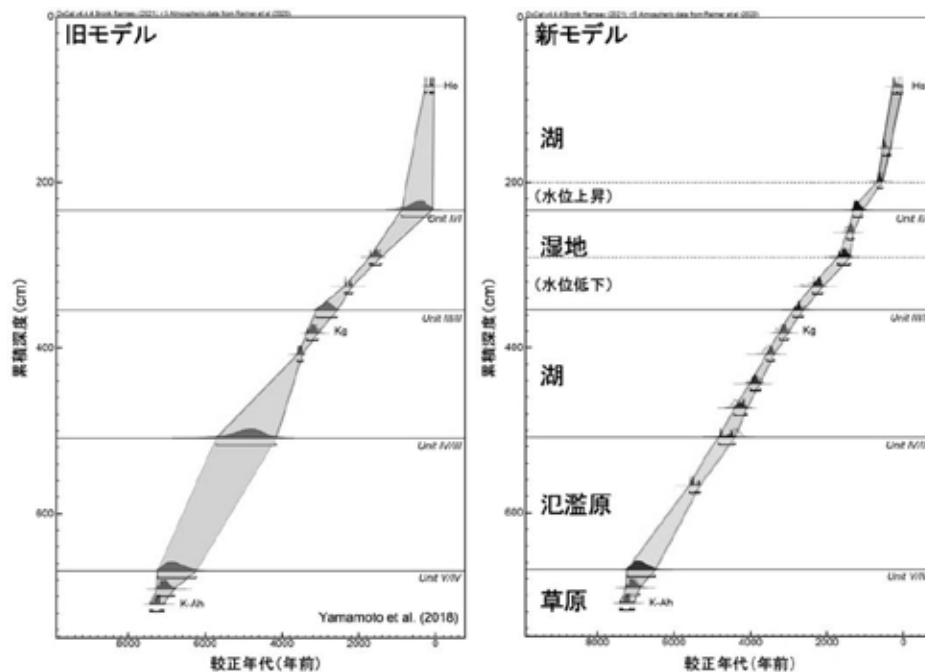


図9 山中湖の堆積物コアの年代-深度モデルの比較
 (左) Yamamoto et al. (2018) (右) 本研究

II-3-3 山中湖湖畔のテフラ層序との比較

上記 II-3-2 の年代-深度モデルを山中湖の湖底堆積物中のテフラ層に適用したところ、過去 8,000 年間に堆積した 29 層のテフラ層 (YT0~28; 図 10) の堆積年代を平均誤差±80 年の精度で明らかにすることができた。更に、これらテフラ層の年代を山中湖畔で報告されている既存層序と比較した結果、T10~T29 が、湖畔における S-25~S-10 のテフラ層に相当する年代を示すことが明らかとなった (図 10)。一方、T8 以前に堆積したテフラ層については、T1 が約 7,000 年前の S-3 と、T2 が約 5,500 年前の S-5、S-6 に近い年代を示した他は対応する年代のテフラがなく、山中湖の堆積物コア中には従来の陸上調査では報告のないテフラが少なくとも 6 層 (図 10 の*で示したテフラ) 含まれていることが明らかとなった。本研究の結果は、従来の研究が、富士山北東麓におけるテフラの分布範囲や噴火頻度を過小評価していた可能性を示すもので、火山防災上重要な新知見である。今後、これらテフラの解析を進めることで、富士山北東麓における噴火履歴の高精度化がより一層進むことが期待される。

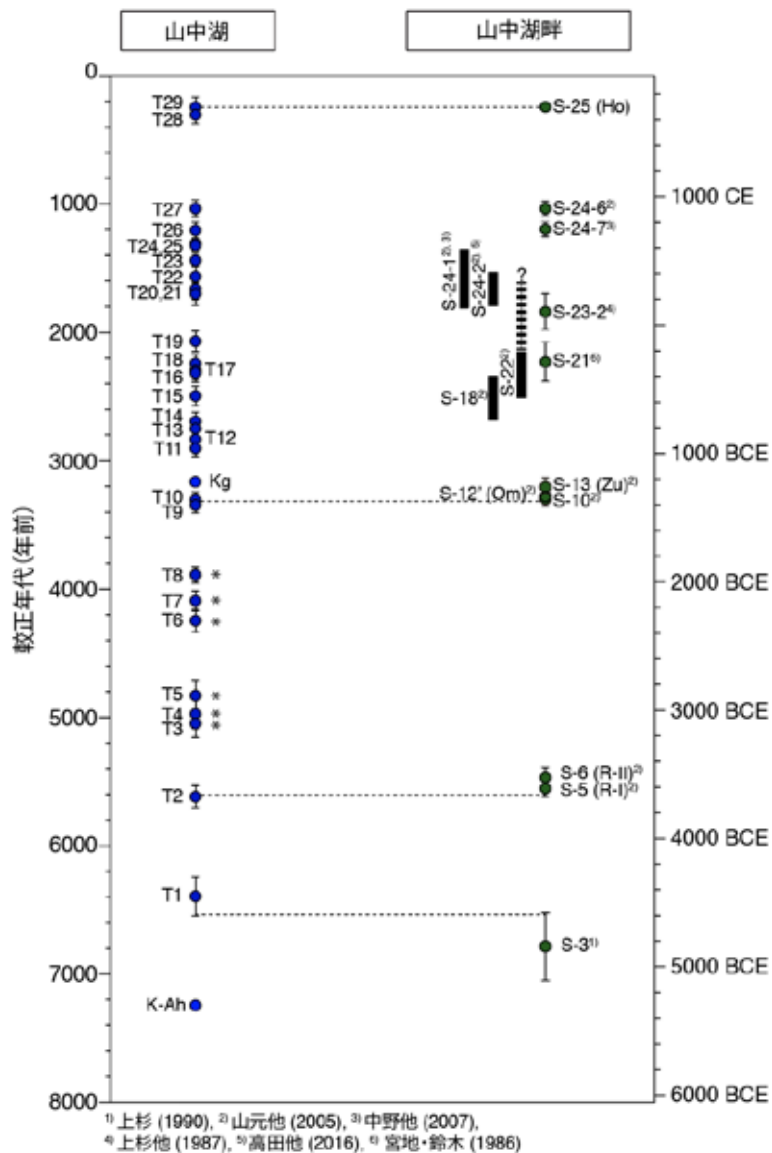


図 10 山中湖の堆積物コアと山中湖湖畔の陸上セクションから得られたテフラ層序の比較
 *印が本研究で新たに明らかとなった未報告テフラ

II-4 引用文献

馬場章・吉本充宏・金丸龍夫・渋谷秀敏 (2017) 富士火山, 古地磁気的手法を用いた AD450~800 の噴火推移の検討. 地球電磁気・地球惑星圏学会第 142 回講演会講演要旨.

Bronk Ramsey, C., 2009, Bayesian analysis of radiocarbon dates: Radiocarbon, v. 51, p. 337-360.

富士山火山防災対策協議会 (2021) 富士山ハザードマップ(改訂版)検討委員会報告書, 185p.

宮地直道・鈴木茂 (1986) 富士山東麓, 大沼藍沢湖成層のテフラ層序と花粉分析. 第四紀研究 25, 225-233.

Lamair, L., Hubert-Ferrari, A., El Ouahabi, M., Yamamoto, S., Schmidt, S., Auwera, J.V., Lepoint, G., Boes, E., Fujiwara, O., Yokoyama, Y., De Batist, M., Heyvaert, V.M.A. (2019) Late Holocene changes in erosion patterns in a lacustrine environment: landscape stabilization by volcanic activity versus human activity. Geochemistry,

Geophysics, Geosystems, 20. <https://doi.org/10.1029/2018GC008067>

中野俊・高田亮・石塚吉浩・鈴木雄介・千葉達郎・荒井健一・小林淳・田島靖久 (2007) 富士火山, 北東麓の新时期溶岩流及び旧期火砕丘の噴火年代. 地質調査研究報告 57, 387-407.

Ota, K., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Yamamoto, S., and Miyajima, T. (2021) Lake water dissolved inorganic carbon dynamics revealed from monthly measurements of radiocarbon in the Fuji Five Lakes, Japan: *Elementa*, v. 9, p. 1-14, doi:10.1525/elementa.2020.00149.

Reimer, P.J. et al. (2020) The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0-55 cal kBP): *Radiocarbon*, v. 62, p. 725-757, doi:10.1017/RDC.2020.41.

Stuiver MP, Polach HA. (1977) Discussion: Reporting of ^{14}C data. *Radiocarbon* 19(3):355-363.

田場ほか (1999) 音波探査による山中湖西端部の湖底地形. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」34, 121-128.

高田亮・山元孝広・石塚吉浩・中野俊 (2016) 富士火山地質図 (第2版). 特殊地質図 12, 産総研地質調査総合センター, 56p.

上杉陽 (1990) 富士火山東方地域のテフラ標準柱状図 -その1 : S-25~Y-114-. 関東の四紀 16, 3-28.

上杉陽・堀内真・宮地直道・古屋隆夫 (1987) 新富士火山最新期のテフラ -その細分と年代-. 第四紀研究 26, 59-68.

山元孝広・高田亮・石塚吉浩・中野俊 (2005) 放射性炭素年代測定による富士火山噴出物の再編年. 火山, 第50巻, 53-70.

Yamamoto, S., Uchiyama, T., Miyairi, Y., and Yokoyama, Y. (2018) Volcanic and environmental influences of Mt. Fuji on the $\delta^{13}\text{C}$ of terrestrially-derived n-alkanoic acids in sediment from Lake Yamanaka, central Japan: *Organic Geochemistry*, v. 119, p. 50-58, doi:10.1016/j.orggeochem.2018.02.002

Yamane M, Yokoyama Y, Miyairi Y, Suga H, Matsuzaki H, Dunbar RB, Ohkouchi N. (2014) Compound-Specific ^{14}C Dating of IODP Expedition 318 Core U1357A Obtained Off the Wilkes Land Coast, Antarctica. *Radiocarbon* 56:1009-1017.

Yokoyama Y, Koizumi M, Matsuzaki H, Miyairi Y, Ohkouchi N. (2010) Developing ultra Small-scale radiocarbon sample measurement at the University of Tokyo. *Radiocarbon* 52:310-318.

Yokoyama Y, Miyairi Y, Aze T, Yamane M, Sawada C, Ando Y, de Natris M, Hirabayashi S, Ishiwa T, Sato N, et al. (2019) A single stage Accelerator Mass Spectrometry at the Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*:1-6.

R-01-2023

令和4年度
山梨県富士山科学研究所研究報告書
第51号

MFRI Research Report

2023年発行

編集・発行
山梨県富士山科学研究所

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾 5597-1

電話 : 0555-72-6211

FAX : 0555-72-6204

<https://www.mfri.pref.yamanashi.jp/>
