

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 12 日現在

機関番号：13701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700947

研究課題名(和文) 河川堆積物を用いた活火山地域における環境指標の確立と気候変動・噴火活動の検出

研究課題名(英文) Detecting climatic changes and volcanic activity records in laminated tufa of Asama volcano

研究代表者

勝田 長貴 (KATSUTA, Nagayoshi)

岐阜大学・教育学部・准教授

研究者番号：70377985

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：浅間火山の濁川は山体南麓の炭酸泉から湧出した河川であり、その河床には縞状炭酸塩(トゥファ)が堆積している。本研究は、過去3年間2ヶ月ごとに現地水質調査、堆積物の縞の成長及び水の化学成分の監視を行なった。その結果、濁川トゥファの縞状構造は年縞であり、その化学成分は、水質や水の化学成分の季節変動を反映し、夏季の縞はMgに富む緻密な針状方解石、Mnの多孔質の方解石微粒子からなることを見出すことができた。また、トゥファの形成には、炭酸泉のアルカリ度が重要なファクタであることが、濁川と同じ炭酸泉から流出する蛇堀川の調査から明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Nigori River is tufa-depositing stream that flow out from carbonic springs in southern foot of Asama volcano, central Japan. We conducted bi-monthly observations and analyses for the water and tufa during about 3 years from 2011 to 2014. The Nigori River tufa has annually laminated textures which are characterized by repeated layers of dense summer acicular crystals alternating with porous winter fine particles. The constituent materials of these two layers are calcites. But the chemical compositions of calcite are Mg-rich in summer and Mn-rich in winter which reflect seasonal changes in physical properties (water temperature, alkalinity, PWP-rate, etc) and water chemistry (Ca²⁺, Mn²⁺, dissolved oxygen, etc). Survey of Jabori River in Asama volcano which have a similar springs to Nigori River, revealed that an important factor of tufa-formation in an active volcanic area is an alkalinity of carbonic springs.

研究分野：地球環境システム学

キーワード：トゥファ 浅間火山 炭酸泉 年縞 方解石 Mg Mn 季節変動

1. 研究開始当初の背景

トUFFアは湖沼や河川の淡水環境で形成され、その縞状組織は1年に1枚の層を成す年縞とされている。そこには、気温や降水量といった気候変動の情報が季節単位で記録されていることが知られている。一方で、これまでのトUFFアは石灰岩地帯の湖沼や河川の水塊で形成されたものを研究対象とし、それ以外の堆積環境で形成されるトUFFアについてはこれまで全く研究されてこなかった。

2. 研究の目的

本研究では、活火山地帯で初めて確認された浅間火山の濁川トUFFアに関して、河川の水質と河床堆積物の生成過程の観測を通して、トUFFアに記録される環境変動を導き出し、その結果をもとに、河床や河岸段丘崖中のトUFFアから活火山地域の気候変動と火山活動イベントを検出することを目的とした。

3. 研究の方法

浅間南麓を湧泉とする濁川流域において、湧泉から下流約5キロメートルの範囲(標高差約500メートル)を研究対象とし、7つの臨時観測点を設けて、3年間2ヶ月ごとの観測を行った。これと並行して、トUFFアの生成条件を解明するために、濁川と同じ水質を持つ蛇掘川の流域の調査ならびに夏季に2年間の観測を実施した。

現地では、水質特性(水温、pH、酸化還元電位、溶存酸素濃度、導電率、流量、気温)、0.45 μm メンブレン濾過による採水、中和滴定によるアルカリ度測定を行なった。また、トUFFア堆積場において、観測毎にトUFFアを採取し、偏光顕微鏡観察によりトUFFアの縞状構造の成長過程を監視した。

水の化学成分については、陽イオン濃度(Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+})をICP-OESで、陰イオン濃度(F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-})をイオンクロマトグラフィーでそれぞれ定量した。河床堆積物では、EPMA、XRD、XANES、SXAMを用いて分析を行なった。

4. 研究成果

濁川の水温は、気温変動を反映した季節変動が認められる。その振幅は、湧泉からトUFFア堆積場にかけて増大し、湧泉では年間約1°Cの振幅であるのに対して、トUFFア堆積場では約10°Cで変動する。方解石飽和度指数は、トUFFア堆積場では年間を通して過飽和(0.5以上)であることが判明し、年間を通じて方解石が沈積していることが推察される。一方で、トUFFア堆積場での方解石沈殿量は、水温変動に起因して、夏季にPWP-rate(無機方解石沈殿速度)及び方解石の堆積量が増加する。それに伴う水の導電率、アルカリ度、 Ca^{2+} 濃度が減少傾向を示す。また、冬季の水温低下の時期には、水の Mn^{2+}

濃度や溶存酸素濃度の上昇が認められた。こうした水の化学成分の季節変動は、河床のトUFFアに記録されていることが明らかとなった。

濁川河床の現生トUFFアは、夏季に緻密な針状方解石、冬季に多孔質の微粒子方解石からなる年縞である。その化学成分は、夏季の方解石がMg、冬季の方解石がMnに富み、その割合はモル比で夏季が

$\text{Ca}_{0.97}\text{Mg}_{0.02}\text{Mn}_{0.01}\text{CO}_3$ 、冬季が

$\text{Ca}_{0.97}\text{Mg}_{0.01}\text{Mn}_{0.02}\text{CO}_3$ であった。夏季の縞のMg濃度の上昇は、方解石生成時の水温上昇とPWP-rate(方解石無機沈殿速度)に起因している。一方、冬季の縞を特徴づけるMnの濃集は、室内実験でこれまでに明らかとされている水温低下による沈殿速度の減少とそれに伴う方解石のMn取り込み量の増加で説明することができる。濁川では、冬季に溶存酸素量が増加する。この時期に水の Mn^{2+} 濃度も上昇することを確認した。こうした現象はミシシッピー川(北米)で確認されており、それによると冬季の水温低下によってマンガン酸化などの微生物活動による酸化機能が低下したことで説明されている。濁川でも同様の原因で冬季の水の Mn^{2+} 濃度が上昇し、それと共に、方解石中のMn濃度の上昇にも寄与しているものと推察することができる。また、河岸段丘崖の古トUFFアにも同様の化学成分の季節変化が認められ、方解石中のMgとMn量はその当時の水温変化、すなわち気候変化を記録した環境変動指標であることが本研究により見出すことができた。これらの環境指標は、石灰岩地帯のトUFFアではこれまで認められておらず、その原因は、河川水のMgやMn濃度が吸い倍程度高いことによるものである。

炭酸泉を源とする河川でのトUFFアの堆積には、源泉中のアルカリ度が重要なファクタとなっており、蛇掘川では濁川に比べて半分程度(3~3.5 meq/L)であることが、トUFFアの堆積を生じさせない要因となっている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計7件)

Nishimoto, S., Yoshida, H., Asahara, Y., Tsuruta, T., Ishibashi, M., Katsuta, N. (2014) Episyenite formation in the Toki granite, central Japan. *Contribution to Mineralogy & Petrology*, **167**, 960. 査読有

Murakami, T., Takamatsu, T., Katsuta, N., Takano, M., Yamamoto, K., Takahashi, Y., Nakamura, T., Kawai, T. (2012) Centennial-to millennial-scale climate shifts in continental interior Asia repeated between warm-dry and cool-wet conditions during the last three interglacial states: Evidence from uranium and biogenic silica in the sediment

of Lake Baikal, southeast Siberia.
Quaternary Science Reviews, **52**, 49–59. 査読有

Katsuta N., Shimizu, I., Helmstaedt, H., Takano, M., Kawakami, S., Kumazawa, M. (2012) Major element distribution in Archean banded iron-formation (BIF): Influence of metamorphic differentiation. *Journal of Metamorphic Geology*, **30**, 457–472. 査読有
小嶋 智, 木戸豊大, 勝田長貴, 永田秀尚, 植木岳雪, 沼本晋也, 中村俊夫, 池田晃子, 大谷具幸 (2013): 三重県多気郡大台町園川上流のせき止め湖堆積物の岩相と年代. *日本応用地質学会平成25年度研究発表会講演論文集*, p.7–8. 査読無

村上拓馬, 勝田長貴, 川上紳一 (2013): アジア大陸内陸部の間氷期における乾燥・湿潤サイクル: 湖沼堆積物コア解析による解読からみた気候システム. *科学*, **83**, 1087–1089. 査読無

勝田長貴, 川上紳一 (2013): 1万2900年前のヤンガードリアス期における寒冷化の始まりをめぐる論争: そのトリガーは、地球外天体衝突によるものか? *科学*, **83**, 859–861. 査読無
内藤さゆり, 勝田長貴, 濱野由理衣, 川上紳一 (2013): ケプラー式天体望遠鏡の仕組み: 初等中等教育における天文分野の授業に必要な基礎知識. *平成24年度岐阜大学教育学部研究報告自然科学*, **37**, 43–49. 査読無

[学会発表](計 13 件)

池田久士・柴田健二・國分(齋藤)陽子・村上拓馬・勝田長貴: バイカル湖湖底堆積物の酸化還元元素の定量分析と古気候復元. 地球化学学会, 富山大学(富山県富山市), 2014年9月.

池田久士・村上拓馬・勝田長貴: アジア大陸内陸部における過去3.3万年間の古環境復元. 地球惑星科学連合2014年大会, パシフィコ横浜会議センター(神奈川県横浜市), 2014年4月.

Katsuta N., Takano M., Shimizu I., Kawakami S., Kumazawa M., Helmstaedt H. (2013): Irregularity of thickness distribution on the mesobandings of Archean BIF, The International Biogeoscience Conference 2013. Nagoya University (Nagoya, Aichi Prefecture, Japan), November, 2013.

小嶋智・木戸豊大・勝田長貴・永田秀尚・植木岳雪・沼本俊夫・中村俊夫・池田晃子・大谷具幸: 三重県多気郡大台町園川上流のせき止め湖堆積物の岩相と年代. 応用地質学会, 名古屋大学(愛知県名古屋市), 2013年10月.

勝田長貴・服部真衣・内藤さゆり・村上拓馬・川上紳一: 浅間火山山麓から湧出した沢の水質変化. 地球惑星科学連合2013年大会, 幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市), 2013年5月.

清水以知子・勝田長貴・村上拓馬: 蛇紋岩の脱水反応によるスラブマントルの酸化作用. 地球惑星科学連合2013年大会, 幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市), 2013年5月.

勝田長貴・長屋徹・西出紗耶加・村上拓馬・川上紳一: 浅間火山山麓から湧出した沢の水質と河床堆積物の季節変化. 陸水物理研究会, 三重大学(三重県津市), 2012年11月.

Katsuta N., Naito S., Murakami T., Hasebe N., Kashiwaya K. (2012): High-resolution X-ray fluorescence core mapping analysis of Darhad (north Mongolia) sedimentary sequences, The 9th East Asia International Workshop “Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Asia—from Continent to Island Arc”. Kobe University (Kobe, Hyogo Prefecture, Japan), October, 2012.

Murakami T., Katsuta N., Kawai T. (2012): Interglacial climate changes in central Asia inferred from concentration variations of U and bioSi in Lake Baikal sediments, The 9th East Asia International Workshop “Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Asia—from Continent to Island Arc”. Kobe University (Kobe, Hyogo Prefecture, Japan), October, 2012.

勝田長貴・清水以知子・高野雅夫・川上紳一・Helmstaedt H・熊澤峰夫: 太古代縞状鉄鉱層のバンドの厚さの不規則性とその成因. 日本地質学会第118年学術大会, 大阪府立大学(大阪府大阪市), 2012年9月.

勝田長貴・村上拓馬・西出紗耶加・川上紳一: 活火山山麓から湧出した沢の水質変化と河床堆積物の組成変化. 日本陸水学会第77回大会, 名古屋大学(愛知県名古屋市), 2012年9月.

勝田長貴・清水以知子・高野雅夫・川上紳一・Helmstaedt H・熊澤峰夫: 太古代 BIF の化学組成構造とその成因. 地球惑星科学連合2012年大会, 幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市), 2012年5月.

村上拓馬・勝田長貴・高野雅夫・山本鋼志・高橋嘉夫・中村俊夫・河合崇欣: ロシア・バイカル湖湖底堆積層の化学状態と堆積記録. 地球惑星科学連合2012年大会, 幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市), 2012年5月.

[図書](計 3 件)

Katsuta N., Shimizu, I., Takano, M., Kawakami, S., Helmstaedt, H., Kumazawa, M. (2013) Fractal nature of the band-thickness in Archean banded iron formation in the Yellowknife greenstone belt, Northwest Territories, Canada. *Climate Change and*

Regional/Local Responses, InTech, Vienna, Austria. ISBN 978-953-51-1132-0
Katsuta N., Murakami T, Wada Y, Takano M, Kunugi M, Kawai T. (2012), Continental erosion/weathering changes in central Asia recorded in the Holocene sediment from Lake Hovsgol, Northwest Mongolia, by synchrotron μ -XRF mapping analyses. *International perspective on global environmental changes*, InTech, ISBN 979-953-307-109-0, Vienna, Austria.

Murakami, T., Katsuta N., Takamatsu, T., Takano, M., Yamamoto, K., Nakamura, T., Kawai, T. (2012), Response of biogenic silica production in Lake Baikal and uranium weathering intensity in the catchment to global climate changes. *International perspective on global environmental changes*, InTech, ISBN 979-953-307-109-0, Vienna, Austria.

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
<https://aris2.gifu-u.ac.jp/profile/ja.b97v14.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

勝田 長貴 (KATSUTA Nagayoshi)
岐阜大学・教育学部・准教授
研究者番号：70377985

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：