

浅間火山年縞トウファの酸素・炭素同位体組成に記録される古気候・イベント情報の評価
 Evaluation for information on paleoclimate and event recorded in stable isotopic compositions of an annually-laminated tufa, Asama volcano, central Japan

柚原 雅大¹、*勝田 長貴¹、阿部 理²、内藤 さゆり¹、川上 紳一¹

Masahiro Yuhara¹, *Nagayoshi Katsuta¹, Osamu Abe², Sayuri Naito¹, Shin-ichi Kawakami¹

1.岐阜大学教育学部、2.名古屋大学大学院環境学研究科

1.Faculty of Education, Gifu University, 2.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

トウファは方解石を主体とした縞状堆積物であり、その縞状構造は年間降水量や平均気温を反映した年縞からなることから、高時間分解能で古環境を復元できるものとして注目されている。トウファの酸素・炭素同位体組成に関する研究はこれまで数多く行われており（例えば、Matsuoka et al. 2000）、それらの変動は水温の季節変動やそれによる脱ガス効果を反映するものとみなされている。一方で、 $\delta^{18}\text{O}$ や $\delta^{13}\text{C}$ の変動幅や絶対値については、必ずしも理論値と一致するものではなく、これまでに多くの検討がなされている（例えば、Yan et al. 2012）。本研究では、活火山地帯で初めて発見された浅間火山の年縞トウファ方解石に関して、その $\delta^{18}\text{O}$ や $\delta^{13}\text{C}$ に記録される古気候情報の評価を行なった。

トウファ同位体組成分析は、2012年に採取した濁川河床の現生トウファが用いられた。まず、マイクロドリルを用いて、0.1 mm間隔、深さ0.1 mmで分取した。これらの試料の $\delta^{18}\text{O}$ と $\delta^{13}\text{C}$ を炭酸塩前処理装置付同位体比質量分析計（Delta V + GasBench II、総合地球環境学研究所既設）を用いて測定した。 $\delta^{13}\text{C}$ はDelta Plus、 $\delta^{18}\text{O}$ は $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 平衡法を用いて分析を行った。DICの化学種（ CO_2 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} ）の割合とそれらの $\delta^{13}\text{C}$ 同位体分別効果の計算は、CO2SYS (Lewis and Wallace, 1998)が用いられた。

トウファの $\delta^{18}\text{O}$ と $\delta^{13}\text{C}$ は共に、明瞭な季節変動を示し（ $r=0.71$ ）、Mgに富む夏季の縞では相対的に低い値を、Mnに富む冬季の縞では高い値を示す。河川水 $\delta^{18}\text{O}_w$ が年間を通じて源泉とトウファ堆積場で差が見られないことから、トウファ $\delta^{18}\text{O}_c$ の変動は水温効果で生じている（ $\delta^{18}\text{O}_c - \delta^{18}\text{O}_w = -0.0051T + 3.2509$; $R = 0.75$ ）。河川水 $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ は、アルカリ度、pH、水温から推定されるDIC変動と同調（ $r = 0.64$ ）しながら季節変動する。DICの98%は HCO_3^- からなり、方解石の沈殿には HCO_3^- が寄与する。これらのことから、河川水 $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ の季節変動は、トウファ方解石の沈殿に伴って HCO_3^- が消費され、より多くの重い ^{13}C が夏季に河川水中から除去されている。

トウファ $\delta^{13}\text{C}$ 変動の最大値と最小値の差は約0.5%であるが、河川水 $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ から推定される HCO_3^- 起源の方解石（ CaCO_3 ）の理論値は約3.7%であった（約7.4倍）。一方、 $\delta^{18}\text{O}$ についてもトウファ $\delta^{18}\text{O}$ が約0.6%であるのに対して理論値が約4.9%であった（約8.1倍）。これらの原因は、以下の2つの効果で説明することができる。

Zheng (1999)にもとづくトウファ $\delta^{18}\text{O}$ から推定される平均水温は約17°Cであったことから、トウファ方解石の多くは夏季に形成されたものと見なされる（方解石の成長速度の不均一性）。このことは、トウファ年縞の夏縞が針状方解石（層厚約1.0 mm）、冬の縞が微粒結晶（層厚約0.1 mm）で形成されることから支持される。これに加えて、マイクロドリルで微小に変形した縞状構造を採取したことによって平均化が生じたと考えられる（サンプリングによる平滑化）。

トウファ $\delta^{13}\text{C}$ は2004年の晩夏（9月ごろ）に異常な減少値が認められた。この時期、浅間火山は21年ぶりの中規模噴火（9月1日～11月14日；気象庁）が発生した。濁川の源泉から堆積場にかけての湧水は、火山性由来の低 $\delta^{13}\text{C}$ 値（ガス起源の $\delta^{13}\text{C} = -11\sim-9\%$ ）を持つ CO_2 からなる。その割合は、トウファ堆積場周辺では湧水中の約50%が火山性由来の CO_2 とされる（鈴木・田瀬, 2010）。このため、トウファ $\delta^{13}\text{C}$ に見られた減少値のひとつの可能性として、火山活動に伴って、湧水からの火山性 CO_2 の噴出量が増加し、河川 $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ さらにはトウファ $\delta^{13}\text{C}$ が一時的に減少した証拠と見なされる。

キーワード：トウファ、安定同位体、火山

Keywords: Tufa, Stable isotope, Volcano

