

トゥファ堆積場の地下水システムを反映した安定同位体比曲線の特徴

Local characters in the stable isotopic records of laminated tufa in Japan, reflecting the underground features.

堀 真子 [1]; 狩野 彰宏 [2]

Masako Hori[1]; Akihiro Kano[2]

[1] 広大・理・地球惑星システム; [2] 広大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Systems Sci., Hiroshima Univ; [2] Earth and Planetary Sys. Sci., Hiroshima Univ

はじめに

トゥファは、温帯から亜熱帯の石灰岩地域に発達する炭酸塩であり、内部に年縞組織を持つことから、陸域の古環境媒体として有望視されている。安定同位体比を用いた高解像度解析は、愛媛県城川町や岡山県新見市のトゥファで行い、酸素・炭素同位体比が極めて滑らかなサインカーブを描きながら同調して変化することがわかった。トゥファを堆積させる水の酸素安定同位体比は年間通じて比較的安定しており、トゥファに記録される酸素安定同位体比の季節変化は堆積時の水温に依存した同位体分別によるものであると考えられる。一方、炭素安定同位体比の季節変化は水の溶存炭酸(DIC)の変化を受け継いだものであり、気温変化に依存した、何らかの地下プロセスによって支配されていると考えられる。考えられるプロセスとして、1) 土壌二酸化炭素の生産量と、2) 自然換気によるガス交換が挙げられる。本研究では、安定同位体比の曲線が堆積場ごとの気候的・水文学的条件を反映していると考え、新たに2地点の安定同位体比分析を行った。調査地は、温帯域である岡山県大賀台長屋のトゥファと亜熱帯域の沖縄県宮古島のトゥファである。

結果と議論

長屋のトゥファからは、11年分の縞状組織を分析し、なめらかな炭素安定同位体比の変化とわずかに乱れた酸素安定同位体比の変化を得た。酸素安定同位体比の不連続なピークは夏季によく観察され、およそ1パーミルに達する。これは、低い同位体比をもつ夏の降水によって地下水の酸素安定同位体比が乱されるためであると考えられる。なめらかな炭素安定同位体比の曲線は、ここでの地下の換気量が通年安定していることを示唆する。換気によって地下で炭酸カルシウムが沈殿すると夏季の炭素安定同位体比が低下し、それによってトゥファに記録される炭素安定同位体比の振幅が増大する。地下水位が安定している場合、同位体分別に関わる外気の流入はゆるやかに変化するため、結果として炭素安定同位体比の曲線がなめらかになる。長屋では、石灰岩とその下部の砂岩・頁岩互層との地質境界がゆるく傾斜し、地下水塊を発達させる領域を制限していることと、湧水温度の変化が他地点に比べ大きいことから、比較的小さな地下水塊が発達していることが示唆される。

ムイガのトゥファは15年分の縞状組織と、それに対応したなめらかな酸素安定同位体比の季節変化を示した。酸素安定同位体比の変化幅はやや小さく、亜熱帯地域の気温変化が緩やかなことに一致する。炭素安定同位体比は、酸素安定同位体比の変化に同調した繰り返しを持たず、本州から報告されているトゥファに比べ、2~3パーミル高い値を示した。これは、ムイガの植生がC4植物であるさとうきびに大きく依存しているためであると考えられる。ムイガでは、気温の季節変化の幅が小さいことで土壌中の二酸化炭素量の季節変化が緩やかになり、炭素安定同位体比の振幅を小さくしている可能性がある。また、雨季の降水によって地下水位が極端に変化し、このことが地下の同位体分別に関わる外気の換気量を大きく変化させている可能性もある。

縞状トゥファの安定同位体比記録は様々な要因によって複雑に変化しているが、堆積場の気候と水文学的条件に大きく依存していることは間違いない。城川のトゥファは温帯域に発達するトゥファのモデルケースのひとつであり、比較的大きな地下水塊と安定した自然換気効果の特徴として持つ。長屋のような堆積場では極めて滑らかな炭素安定同位体比の変化曲線を、酸素安定同位体比の代わりに、時間軸の決定に利用することができると考えられる。