

インドネシア・東部ジャワの鍾乳石の炭素・酸素同位体比と降水量との時系列比較 Comparison of Stable Isotope Time Series of Stalagmite and Meteorological Data from East Java, Indonesia

福永卓也¹, 渡邊 裕美子^{1*}, 坂井三郎², 田上高広¹, 竹村恵二³, 余田成男¹

Takuya Fukunaga¹, WATANABE, Yumiko^{1*}, Saburo Sakai², Takahiro Tagami¹, Keiji Takemura³, Shigeo Yoden¹

¹ 京大・理・地惑, ² 海洋研究開発機構, ³ 京大・理・地熱

¹EPS, Kyoto Univ., ²JAMSTEC, ³Institute of Geothermal Research

鍾乳石は100年~10万年程度の長期間において、連続成長可能であり、ウラン放射非平衡年代測定法で正確に年代決定できるという特徴があるため、陸域の古気候を復元する地質学的試料として、近年、盛んに研究されている。

本研究地域である東南アジア熱帯域は、エルニーニョ南方振動(ENSO)など世界規模で気候に影響する現象が起こる地域であるにも関わらず、いくつかの研究例があるに過ぎない。先行研究において、石筍中の同位体比変動は主に降水量に起因するものであるとされているが、細部の解釈は分かれており、洞窟毎、石筍毎に異なる可能性もある。そこで、本研究では、2007年にインドネシア・ジャワ島東部のBribin洞窟で採取された石筍試料BRI09aにおいて成長縞の計数とU-Th非平衡年代の比較により年代モデルを構築し、既に福永(卒論、2010)で年代モデルが構築されている石筍試料BRI10aにおいて、石筍中の同位体比の降水量プロキシとしての評価を行った。降水量プロキシとしての評価は以下のように行った。

1. 同位体比が降水量をどう反映しているかを判断するため、同位体分別が速度論的分別か平衡論的分別かを推定する。
2. 石筍中の同位体比の気候プロキシとしての信頼性を検討するために、成長軸に沿った炭素/酸素安定同位体比分析を行い、同位体時系列と降水量データを比較する。

まず、石筍試料BRI09aを用いて、成長縞の計数とU-Th非平衡年代の比較による年代モデルの構築を行った。その結果、U-Th放射非平衡年代は 1038 ± 52 yrs(2 σ)であった。また、成長縞の枚数は年代測定を行った箇所の上端までで 879 ± 10 (2SE)枚、下端までで、 1018 ± 38 (2SE)枚であった。薄片観察において不整合は確認されず、石筍試料BRI09aの成長縞は年縞が支配的であることを示唆する。しかし、年代値より成長縞の枚数がわずかに少なく、薄片上において石筍の先端が欠損している可能性が高い。そのため、古気候復元においては先端の層厚設定に注意を払う必要がある。

次に、福永(卒論、2010)で年代モデルが既に構築されている石筍試料BRI10aにおいて、同位体比を測定し、同位体分別過程と降水量プロキシとしての信頼性を検討した。石筍中の炭素同位体比と酸素同位体比はよく相関する($R=0.75$, $p<0.01$)。また、石筍中の同位体比は、採取した地下水から平衡論的同位体分別が生じたと仮定し見積もった理論値より高い傾向にある。これらの結果は二酸化炭素の脱ガスを示唆しており、石筍試料BRI10aでは二酸化炭素の脱ガスにより炭素/酸素安定同位体比の動的同位体分別がコントロールされローカルな降水量が記録されていることが推定される。

ジョグジャカルタの降水量(1937年~2008年)と炭素/酸素安定同位体比を比較検討すると、先端を2006年10月~2007年5月の雨季に成長したと仮定すると良く相関する($R=-0.44$, $p<0.01$, $R=-0.59$, $p<0.11$)。このことは試料採取年月(2007年8月)と矛盾しない。石筍試料BRI10aの安定同位体比はローカルな降水量を記録しており、この地域の降水量プロキシとして有用であることが分かった。

また、ENSOのプロキシとしては役に立たない可能性が大きいことも分かった。これはENSOの指数であるSOIやNINO-4が降水量と相関が良い月(6月~12月、9月~11月)が、同位体比が記録している降水量の月(10月~5月)とズレていることに起因する。

本研究の結果、石筍試料BRI10aの炭素/酸素安定同位体比は降水量のプロキシとして用いることができることがわかった。また、同じBribin洞窟において石筍試料BRI09aの年代モデルが構築されたことにより、石筍試料BRI10aとの比較研究が可能となった。今後、比較研究によって石筍に記録されている安定同位体比と降水量の関係に対する理解が進むことが期待される。