

分光式質量分析計による石筍中の流体包有物の水の同位体組成測定法の開発 Cavity ring-down spectroscopy for the isotope ratio measurements of water from fluid inclusions in stalagmites

植村 立^{1*}; 仲本 壯志¹; 儀保 雅一¹; 三嶋 悟¹; 浅海 竜司²

UEMURA, Ryu^{1*}; NAKAMOTO, Masashi¹; GIBO, Masakazu¹; MISHIMA, Satoru¹; ASAMI, Ryuji²

¹ 琉球大学 理学部 海洋自然科学科, ² 琉球大学 理学部 物質地球科学科

¹University of the Ryukyus, ²University of the Ryukyus

氷床コアと同様に過去の環境変動を記録し、かつ正確に年代が決定できる鍾乳石は、近年世界中で盛んに研究されている。なかでも、石筍の酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) はモンスーン強度の復元などに利用されるが、降水や気温など様々な要因がその変動に寄与していると考えられ、その解釈は容易ではない。一般に、石筍の内部には CaCO_3 を生成した原料の滴下水が保存されていることが多い。高湿度の鍾乳洞内では、蒸発に起因する同位体分別が生じないため、石筍に含まれる流体包有物の水は、滴下水の同位体比を保存していると考えられる。 CaCO_3 を生成した水 (H_2O) と CaCO_3 のあいだの酸素同位体比の差は、温度のみに依存すると予想されるため、これに基づいて石筍生成時の気温を定量的に復元できると考えられる。これまでの研究では、水の同位体比は、水を他の気体に変換した後で磁場型の質量分析計を用いて測定されてきた (e.g. Dennis et al., 2001)。本研究では、測定の簡略化を目指して、抽出した水の同位体比を水分子のままキャビティリングダウン式分光計 (CRDS) で測定するラインを作成した。測定ラインは、真空下で水を抽出する前処理部と水同位体比を測定する検出器 (L2130-I Picarro) から構成されている。市販の液体試料を気化し CRDS に導入する装置 (Vaporizer, V1102-I, Picarro Ltd.) を参考にして、少試料量での測定に適した気化装置を制作した。開発した気化装置は内容積の小型化などにより、市販装置の約 10 分の 1 の試料量で測定可能となった。石筍中の流体包有物の測定精度は、同位体比が均一な同一層から石筍試料を複数切り出し、測定することで評価した。測定した石筍試料の重さは平均 151 mg (77 - 286 mg) で、抽出された水の量は平均 0.12 micro-L (0.01-0.26 micro-L)、同位体比測定の繰り返し精度は $\delta^{18}\text{O}$ で $\pm 0.2\text{permil}$ 、 δD で $\pm 1\text{permil}$ であった。この結果は、一般に高精度・高感度であるとされる IRMS を用いた研究と比較しても最高精度の研究と同等であり、必要試料量についてはこれまでの研究よりも少ない。年代が現在に近い沖縄の石筍の流体包有物の同位体組成は、現在の沖縄の降水と誤差範囲内で一致していた。この結果は、石筍中の流体包有物から過去の降水の同位体比組成を保存していることを示している。

キーワード: 安定同位体比, 流体包有物, 鍾乳石, 石筍, 古気候, CRDS

Keywords: Stable isotope, Fluid inclusion, Speleothem, Stalagmite, Paleoclimate, CRDS