

インドネシア・ジャワ島西部の鐘乳石中の炭素・酸素同位体比変動
北愛美*・渡邊裕美子*・坂井三郎**・福永卓也*・田上高広*・竹村恵二*・余田成男*

Carbon and oxygen isotopic variations of a stalagmite
from western Java Island, Indonesia
Manami Kita*, Yumiko Watanabe*, Saburo Sakai**, Takuya Fukunaga*,
Takahiro Tagami*, Keiji Takemura* and Shigeo Yoden*

* 京都大学大学院理学研究科, Graduate School of Science, Kyoto University

** 海洋研究開発機構, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

はじめに

鐘乳石は、陸域での連続的な古気候記録が得られることに加え、U/Th年代測定による高精度な年代決定が可能であることから、近年注目されている古気候プロキシである。赤道域は、地球規模の大気海洋循環を駆動している重要な地域にもかかわらず、現在でも古気候記録が少なく、特に年々～100年という高分解能での研究は十分に行われていない。そこで本研究では、アジア赤道域の降水量を復元しその変動に影響を与える要因を探るため、インドネシア・ジャワ島西部のCiawitali洞窟で採取された年縞をもつ石筍試料(CIAW15a)の炭素・酸素同位体比($\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$)を年々スケールで分析し、その時系列変動をウェーブレット解析した。その結果、過去500年間(1440～2001年)において石筍試料CIAW15aの $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ はよく似た変動を示し、エルニーニョ南方振動(ENSO)や、太陽活動の変動と関連があることが明らかになった。

研究方法

石筍試料CIAW15aについては、これまでにWatanabe et al. (2010)で年代モデルと、 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ の古気候プロキシとしての信頼性の評価に関して研究成果が公表されている。石筍試料CIAW15aの $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ は降水量の観測データと良い負の相関があることから、地域的な降水量のプロキシになることが示されている。そのため、これらの安定同位体比の値が低い(高い)時期には降水量は多い(少ない)と解釈できる。

この研究結果をふまえ、石筍試料CIAW15aの $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ から、研究地域における過去500年間の降水量の変動を復元した。安定同位体比の測定に用いた試料は、石筍試料CIAW15aから成

長軸に沿って過去500年分(1440～2001年)に相当する部分を年々スケールで削り出し、作成した(泉谷, 2010)。

さらに、卓越する変動の周期とその時期を知るため、過去500年間の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ の時系列データについて、ウェーブレット解析を行った。

結果・考察

過去500年間(1440～2001年)で、石筍試料CIAW15aの $\delta^{13}\text{C}$ は-14.146～-10.991‰、 $\delta^{18}\text{O}$ は-9.033～-4.960‰の値で変動する。

$\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{18}\text{O}$ の時系列データは、過去500年において増減の傾向がほぼ一致している。そして、長期的に見ると、太陽活動の指標となる黒点数の観測データ・氷床の ^{10}Be 濃度・年輪の ^{14}C 濃度と正の相関がある。特に太陽活動の極小期には、 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ は明確な減少を示す。このことから、西ジャワでは太陽活動が何らかのプロセスで降水量の変動に影響を及ぼしていることが考えられる。

$\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{18}\text{O}$ の時系列データをウェーブレット解析した結果には、共通して、2～7、10～20、40、60～80年の周期性が見られた。

ウェーブレット解析の結果において、2年～7年の周期には同時に明確なシグナルがあらわれたが、この2～7年周期はENSOの周期性に対応している。現在の気候システムにおいて、研究地域の降水はENSOの影響を強く受けている。今回の結果は、現在の気候システムと同様に、過去500年間でも研究地域で降水量の増減にENSOが影響していることが示唆される。特に2～7年周期が明確に卓越する時期(1475～1525年、1600～1800年、1950～1965年)があり、ENSOの変動を反映している可能性が考えられる。

また、 $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{18}\text{O}$ のウェーブレット解析の結

果には、550年、1750年、1800年付近により長い10～20年周期の変動が強くあらわれている。世界中の古気候記録で黒点数の変動と関連した11（22）年周期が報告されている。前述の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ の時系列変動に10～20年周期が卓越する時期は、黒点数が多い時期に対応している。このことから、太陽活動が活発な時期にだけ、黒点数の11（22）年周期が降水量の変動にあらわれるのではないかと考えられる。ただし、太陽活動が比較的活発だったと考えられる時期でも、ウェーブレット解析図にシグナルがあらわれていない時期もある（1850年付近）。

今後、さらに過去1000年間にさかのぼり、石筍試料CIAW15aの安定同位体比から降水量を復元し、その変動に影響を与える要因とプロセスを明確にしていく。

参考文献

- 泉谷健太郎, 2010, インドネシアの石筍に刻まれた過去400年にわたる安定同位体比変動. 京都大学大学院理学研究科修士論文.
- Watanabe Y., Matsuoka H., Sakai S., Ueda J., Yamada M., Ohsawa S., Kiguchi M., Satomura T., Nakai S., Brahmantyo B., Maryunani A. K., Tagami T., Takemura K. and Yoden S., 2010, Comparison of stable isotope time series of stalagmite and meteorological data from West Java, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 293, 90–97.