

造礁サンゴによるリンの取込が溶存態リン酸の酸素安定同位体比に与える効果 Variation in the oxygen isotope ratio of dissolved orthophosphate induced by uptake process by hermatypic corals

Ferrera Charissa M.¹; 渡邊 敦¹; 灘岡 和夫¹; 梅澤 有³; 森本 直子²; 中村 隆志¹; 宮島 利宏^{2*}
FERRERA, Charissa M.¹; WATANABE, Atsushi¹; NADAOKA, Kazuo¹; UMEZAWA, Yu³; MORIMOTO, Naoko²; NAKAMURA, Takashi¹; MIYAJIMA, Toshihiro^{2*}

¹ 東京工業大学大学院情報理工学研究科, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 長崎大学水産学部
¹Tokyo Institute of Technology, ²AORI, University of Tokyo, ³Faculty of Fisheries, Nagasaki Univ.

水域におけるリンの生物地球化学的動態を理解するためのツールとして、溶存態リン酸の酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}_p$) をリン酸の起源のトレーサーとして利用する方法が近年注目を集めている。リン酸の酸素安定同位体比はリン酸を利用する生物による同位体効果を受けるため、生物によるリンの利用形態を把握するための情報源としても利用できる可能性がある。しかしながら生物過程における $\delta^{18}\text{O}_p$ に対する同位体効果については、生物体内では酵素に媒介されるリン酸と周囲の水分子との酸素同位体交換による強い平衡化の作用が働くという事実以外は、まだ十分に解明が進んでいない。 $\delta^{18}\text{O}_p$ を水域のリン・サイクルのトレーサーとして有効に利用できるようになるためには、一次生産者によるリン酸の取込過程など、リン・サイクルを支配する主要な生物化学的プロセスについて、その反応速度論と $\delta^{18}\text{O}_p$ に対する同位体効果の大きさを評価してデータベース化する必要がある。

本研究では、熱帯・亜熱帯沿岸海洋生態系の主要な一次生産者の一つである造礁サンゴを用いてモデル実験を行い、サンゴによるリン酸の取込に伴う酸素同位体効果を評価した。実験では石垣島とルソン島の沿岸海域から採集したサンゴ (*Porites cylindrica*, *Heliopora coerulea*, *Acropora digitifera*) を用い、屋外水槽内で数日間馴化飼育を行ったのち、実験水槽で自然光条件下、 NO_3^- と PO_4^{3-} を添加して 72-120 時間の飼育実験を行った。実験中定期的に飼育海水を採取し、 PO_4^{3-} の濃度と酸素安定同位体比の分析に供した。

自然条件下に比べてかなり高い PO_4^{3-} 濃度で実験を行ったため、実験期間中 PO_4^{3-} はサンゴによってほぼ一定の速度で取り込まれた。石垣島の実験では、サンゴ表面単位面積あたりの取込速度は冬季よりも夏季の方が高く、温度依存性が認められた。サンゴ種間での取込速度の違いは明瞭ではなかった。実験初期の $\delta^{18}\text{O}_p$ は、実験海水との同位体交換平衡値に比べて 3%程度低い値であった。実験期間中、多くの飼育系では PO_4^{3-} の取込に伴って $\delta^{18}\text{O}_p$ が上昇し、いくつかの系では実験海水との同位体交換平衡値よりも高くなったが、取込にかかわらず $\delta^{18}\text{O}_p$ がほとんど変化しない系もあった。このことは、実験中の $\delta^{18}\text{O}_p$ の上昇は、海水との同位体交換平衡化によるものではなく、サンゴに特有の取込に伴う速度論的同位体効果によるものであることを示唆している。この同位体効果の大きさには種間差があり、*A. digitifera* で最も大きく *H. coerulea* で最小であった。

自然環境下では PO_4^{3-} の濃度はこの実験において用いられた濃度よりも 1 桁以上低いことから、自然界における造礁サンゴをはじめとする一次生産者によるリンの代謝回転ははるかに速く、それが $\delta^{18}\text{O}_p$ に及ぼす効果も大きくかつ短時間で現れると考えられる。このことは、 $\delta^{18}\text{O}_p$ をリンの代謝回転の指標として利用する場合の有効性を保証する反面、サンゴ礁のような貧栄養海域において外来性 PO_4^{3-} のトレーサーとして起源評価に $\delta^{18}\text{O}_p$ を利用する際の限界をも示している。

キーワード: リン酸, 同位体効果, 酸素安定同位体, 造礁サンゴ, 沿岸海洋生態系

Keywords: Phosphate, Isotope effect, Stable isotopes of oxygen, Hermatypic coral, Coastal marine ecosystem