

流れがサンゴ骨格の酸素・炭素同位体比に与える影響について：ハナヤサイサンゴの例

Influence of water flow on skeletal oxygen and carbon isotopic composition in the branching coral *Pocillopora damicornis*

鈴木 淳 [1]; 中村 崇 [2]; 山崎 秀雄 [3]; 菘島 佳代 [4]; 川幡 穂高 [5]

Atsushi Suzuki[1]; Takashi Nakamura[2]; Hideo Yamasaki[3]; Kayo Minoshima[4]; hodaka kawahata[5]

[1] 産総研・地質情報; [2] 九大・理・天草臨海/琉大・理; [3] 琉大・理; [4] 産総研; [5] 東京大学大学院新領域創成科学研究科
[1] GSJ/AIST; [2] AMBL, Kyushu Univ. / Univ. Ryukyus; [3] Fac Science, Univ Ryukyus; [4] AIST; [5] GFS and ORI, U of Tokyo

<http://staff.aist.go.jp/a.suzuki/>

【はじめに】造礁サンゴ骨格は、週単位の時間分解能で古気候情報を保持しうる優れた古環境研究試料である。サンゴ骨格の酸素同位体比の変化は、海水温と海水の酸素同位体比（塩分に相関）を反映する。しかし、サンゴ骨格には酸素・炭素同位体比が平衡値からずれるという「生物学的効果（vital effect）」の存在が知られており、これは石灰化反応に内在する反応速度論的同位体効果によるものと解釈されている。サンゴ骨格の形成が同位体に関して非平衡反応であっても、平衡値からのズレが一定であれば、サンゴ骨格は高精度な水温計として利用でき、多くの地点でサンゴ骨格を用いた古気候解析が成果を挙げている。しかし、骨格形成速度の変化が、骨格の酸素同位体比に影響するとする報告が近年相次いでいる。造礁サンゴの成長は、海水の流動に大きく影響されることが知られており、もし流れ環境に起因する成長速度の違いが骨格の酸素同位体比に影響すると、サンゴ酸素同位体比水温計の誤差要因になりうる。本研究では、枝状のハナヤサイサンゴ（*Pocillopora damicornis*）を用いて、流れ環境が骨格の酸素・炭素同位体比に与える影響を検討した。

【試料・方法】ハナヤサイサンゴの屋外水槽による実験は琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所で行われた。各4群体のハナヤサイサンゴを 20 cm s^{-1} （流水区）および 3 cm s^{-1} 以下（止水区）の水槽内で約2年間に渡り飼育し、群体サイズおよび水中重量の計測を行った（Nakamura and Yamasaki, 2005）。

酸素・炭素同位体比分析用の骨格試料は、次の2通りの方法で採取した。まず、1本の枝の伸長に伴う同位体比変化を捉えるために、流水区および止水区の各1群体の群体上部および下部の枝を基部から切断し、歯科技工用のドリルを用いて、枝側面を削除後、枝の伸長方向に約0.5 mm 間隔で微小試料を採取粉碎の後、分析に供した。一方、群体内の枝の位置による同位体比の変化を捉えるため1群体から20-30個の枝先端部を長さ約2 mm 採取して分析に使用した。群体の上部および側方に伸長した枝に加え、群体の下部および内部の枝についても対象とした。安定同位体比の測定には、炭酸塩自動前処理装置付 Micromass 社製質量分析計 OPTIMA を用いた（VPDB スケール）。

【結果・考察】実験期間中の群体サイズおよび水中重量の増加は、止水区よりも流水区で大きかった。流水区の群体の長さ約5 cm の枝には、飼育期間に相当するおよそ2サイクルの酸素同位体比変化が認められ、これは水温の季節変化に対応すると考えられる。枝の成長速度は 6.28 mm y^{-1} の範囲にあり、枝先端部約2 mm の成長に要する時間は、1.24ヶ月と推定される。枝先端部の酸素・炭素同位体比には、次のような特徴が認められた。

1) 枝先端部の酸素同位体比は、およそ-2.0 per mil（平衡値）から-5.5 per mil の範囲にあり、最大で平衡値から約-3.5 per mil の低下を示す。これは、ハマサンゴの場合とほぼ同等の非平衡の程度である。

2) 各群体の酸素同位体比最小値（約-5.5 per mil）は群体外側の枝先端部に見られ、両実験区の群体ともによく一致し、この部位では流れ環境が酸素同位体比に与える影響は小さいと思われる。すなわち、反応速度論的效果の変動が抑制されていると考えられる。

3) 酸素・炭素同位体比ともに群体内変異（intraclony variability）は、止水区よりも流水区のほうが有意に大きい。枝が密に成長した流水区群体では光の自己遮蔽効果による群体内の光環境の多様化に対応して、骨格成長速度の差異が生じ、同位体比に影響している可能性がある。これは、反応速度論的效果による骨格同位体組成の差異が顕在化していると解釈される。

上述の結果は、群体部位によって枝の成長速度が違い、枝先端部試料の形成期間が試料ごとに異なるという問題を考慮してもなお認められる傾向である。外側枝の先端部は、活発な石灰化が進行している部位であって、非平衡の程度は安定した底打ち状態になっている可能性が考えられる。比較的大光量（ $500 \text{ umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ）の飼育環境の影響も想定される。ハナヤサイサンゴのような枝状群体では、成長速度の大きい枝の先端部を用いることにより、炭酸塩の酸素同位体比水温計を高精度に適用しうると思われる。本研究の結果は、生物殻の酸素・炭素同位体比の「生物学的効果」の起源および「反応速度論的同位体効果」の発現に関わる現象解明への示唆に富む。