



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Compositional information on the calcification medium in reef-building corals derived from identification of mineral phases [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	甕, 聡子
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第11378号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55684
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Satoko_Motai_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 甕 聡子

学 位 論 文 題 名

Compositional information on the calcification medium in reef-building corals derived from identification of mineral phases

(造礁性サンゴ骨格を形成する鉱物相が示す石灰化母液の組成)

生物活動によって生み出される鉱物は生体鉱物と呼ばれるが、その形成過程については生物活動が直接的に関与している場合も多く、明らかになっていない点も多い。熱帯・亜熱帯領域の浅海に生息する造礁性サンゴもその一つで、カルシウム炭酸塩 (CaCO_3) から形成される外骨格が、サンゴ生育温度圧力条件で生成する熱力学的安定相である calcite ではなく、準安定相である aragonite からなることは古くから鉱物学者を悩ませてきた問題である。さらに近年になって、サンゴ骨格に含まれる微量元素の分布が古環境復元の指標として利用可能なことがわかってきたため、サンゴ骨格構成鉱物の研究は生体鉱物学の中心課題の一つとなっている。サンゴ骨格は、骨格と造骨片細胞の間を充填している石灰化母液と呼ばれる溶液から aragonite 結晶が析出することで形成されると考えられている。aragonite が析出する石灰化母液の化学組成は、骨格がどのように形成されるのかを議論する上で必要な重要情報である。しかし、石灰化母液の存在領域は $1\mu\text{m}$ 以下と狭いため、母液の化学的情報を直接測定して得ることは困難である。そこで本研究では、石灰化母液から析出したサンゴ骨格を形成する鉱物の微細組織観察、及び、鉱物相同定を行うことから、石灰化母液の化学的情報の推定を試みた。

はじめに、塊状サンゴ骨格 (*Porites lobata*) の構造において大部分を占める fiber 領域の透過電子顕微鏡による微細組織観察を行った。その結果、光学顕微鏡下で成長縞と呼ばれる縞模様が、透過顕微鏡下では aragonite 中に取り込まれた微量元素の分布に伴う、試料作成時の研磨効率の違いにより形成したと考えられる試料の厚み変化として観察されることを見出した。この厚さコントラストは、aragonite の結晶方位 c 軸に伸長した針状結晶を横切るように配列しており、成長縞に伴う鉱物粒径の周期的な変化は観察されない。このことは、成長縞を含む fiber 領域の aragonite 析出が、石灰化母液からの無機的なものであり、かつ、石灰化母液中の CaCO_3 濃度が常に過飽和の条件であったことを示している。

サンゴ骨格を構成する鉱物は、これまで主に X 線回折分析を用いて同定され、aragonite 単相からなるとされてきた。そのため、骨格の化学組成分析で検出される CaCO_3 以外の元素は、aragonite に固溶しているか、あるいは、表面や粒界に吸着していると考えられてきた。しかし、X 線回折分析では体積比で数%以下の微量な鉱物を検出するのは難しく、これら元素で構成される鉱物を検出できてない可能性も否定できない。そこで、透過電子顕微鏡および FT-IR を用いて塊状サンゴ骨格 (*Porites lobata*) 中の aragonite 以外の鉱物を注意深く探索した結果、周囲の aragonite 結晶と特定の結晶方位関係を持つ halite (NaCl) の共存を見出した。この発見は、サンゴ骨格の石灰化過程において aragonite 以外の鉱物が石灰化母液から同時に析出しうることを世界で初めて示したものである。また、石灰化母液が海水と同じ組成を持つとき aragonite や halite との共存が予想される gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) が観察されないことから、サンゴの石灰化母液は周囲の海水よ

りも Na^+ 、 Cl^- に富む、もしくは、 SO_4^{2-} に乏しいことを示した。

無機ならびに生物源のカルシウム炭酸塩において、準安定相鉱物である aragonite が形成する要因のひとつとして考えられているのは、母液中の Mg/Ca モル比である。そこで、造礁サンゴ稚ポリプを Mg/Ca 比を調整した異なる数種の人工海水中で飼育し、形成された骨格の鉱物相同定を行うことで、海水と石灰化母液の Mg/Ca 比の関係を明らかにすることを試みた。試料は枝状サンゴ骨格 (*Acropora digitifera*) を用い、X 線回折、ラマン分析、透過電子顕微鏡により鉱物同定を行った。その結果、実験を行ったすべての人工海水で形成したサンゴ骨格が aragonite 単相からなることが示され、海水からのカルシウム炭酸塩の無機的析出実験 (Morse et al., 1997) の結果と調和的であることが明らかになった。このことは、造礁サンゴ稚ポリプの石灰化母液中の Mg/Ca 比は、周囲の海水の Mg/Ca 比をほぼ反映していることを意味する。また、共生藻が存在しない造礁サンゴ稚ポリプに関する本研究の結果と、Ries et al. (2006) が行った共生藻が存在するサンゴからの骨格形成実験の結果とを比較検討することにより、共生藻が海水から Ca^{2+} を石灰化母液に取り込む過程に大きく関与していることを明らかにした。