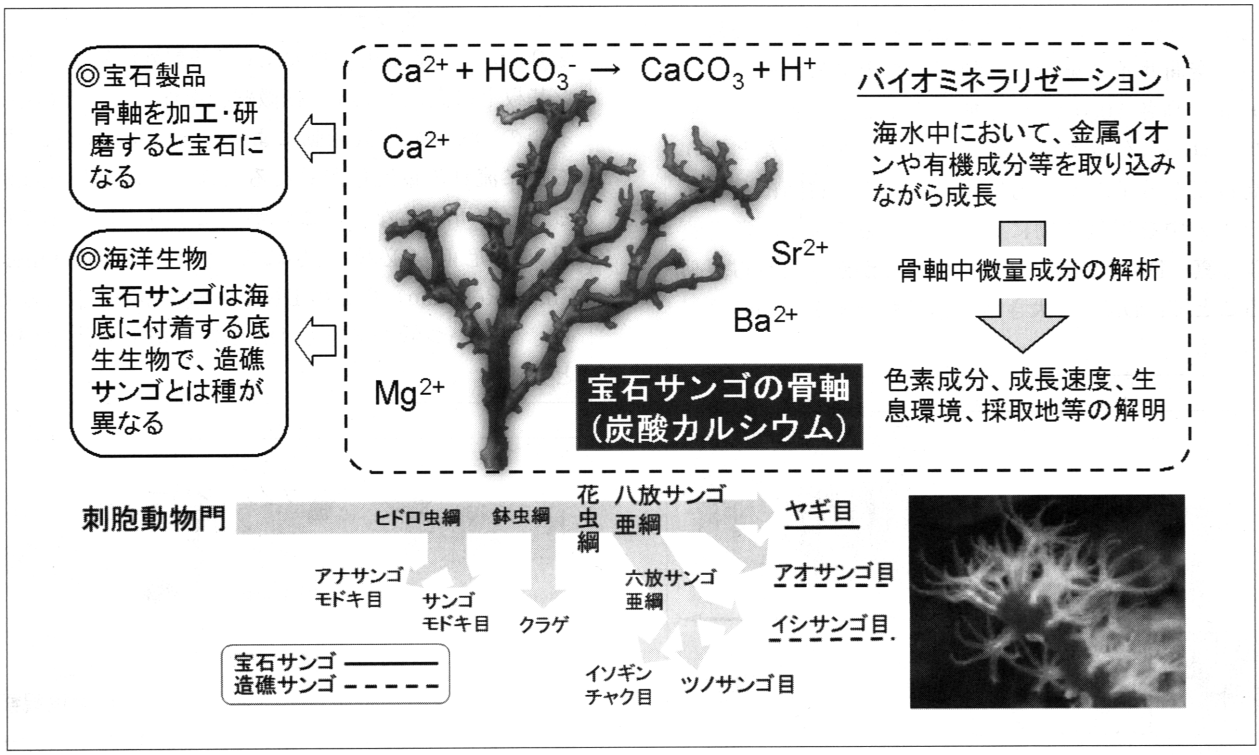
The Chemical Society of Japan

微量成分分析から宝石サンゴの謎を解明する

HASEGAWA Hiroshi
長谷川浩
金沢大学理工研究域物質化学系　教授



3月の誕生石である宝石サンゴ（コーラル）は，バイオミネラリゼーション*1により形成される無機鉱物である。海洋動物としての宝石サンゴは，クラゲやイソギンチャクの仲間であり，日本近海では水深数十mから300mの海底に分布している。海水の主要溶存成分であるカルシウムイオンと炭酸水素イオンより炭酸カルシウムのカルサイト（**表1**）をつくり，多数の微小な「骨片（**図1**）」と樹木状の「骨軸」を形成する[1]。

比較的大きく成長した骨軸は宝石の材料となる。研磨すると赤，桃，白色の美しい光沢がでるのは，宝石サンゴが形成する炭酸カルシウムは結晶が密に詰まっているからである。赤色成分としては，カロテノイド色素のカンタキサンチン（**図2**）が同定されている[2]。カロテノイド（$C_{40}H_{56}$）は，ニンジン，トマト，カボチャ等の植物だけでなく，フラミンゴの羽毛やサケ，マスの魚肉，伊勢海老等の動物に広く存在する色素である。混同されることが多いが，浅瀬に珊瑚礁をつくる造礁サンゴは，宝石サンゴとは亜綱のレベルで別の生物種である[1,3]。造礁サンゴが形成する硬組織は，成分が同じ炭酸カルシウムであってもアラゴナイト（**表1**）で，全体に細かな隙間が多く脆いので宝石にはならない。

宝石サンゴのバイオミネラリゼーションでは，炭酸カルシウム以外の微量元素（主にマグネシウム，ストロンチウム，バリウム等のアルカリ土類金属や硫酸イオン）が不純物として周囲から骨軸中に取り込まれる[4]。微量無機成分の含有量は，骨軸の内部から表層に向かっての成長過程において規則的に変化し，その結果，宝石サンゴの骨軸断面には同心円状の成長輪（年輪）が形成される（**図3**）。また，微量無機成分の組成比は，生息環境や海水中成分によっても変化する。世界の主要生息地から採取した宝石サンゴ骨軸中におけるMg/Ca，Ba/Ca比を調べると，各組成比は宝石サンゴの産地によって特徴的な値になる（**図4**）。

最近，宝石サンゴの希少性に国際的な注目が集まり（**図5**），ワシントン条約締結国会議において生物資源としての持続可能性が議論されている。宝石サンゴ中の微量元素は，生息環境や採取地を示す重要な科学的データとしての役割が期待される。

NII-Electronic Library Service

The Chemical Society of Japan

表1　炭酸カルシウムの結晶形。

	カルサイト（方解石）	アラゴナイト（アラレ石）
結晶系	三方晶	斜方晶
密度（g/cm^3）	2.7	2.9
モース硬度	3.0	3.5–4.0

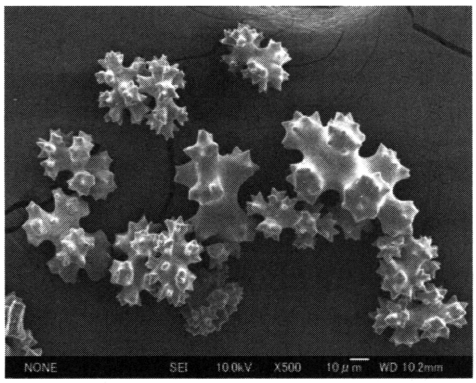


図1　体内（共肉部）に含まれる骨片の電子顕微鏡写真[3]：宝石サンゴの共肉部には，直径30–60マイクロメートル程の大きさの骨片が分布している。骨軸と同じカルサイトからできているが，骨軸形成との関連はまだ分かっていない。

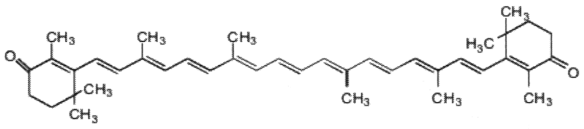


図2　宝石サンゴの色素成分：宝石サンゴの骨軸の赤色成分は，20世紀中頃まで鉄の錯塩と考えられていたが，現在ではカロテノイド系色素のカンタキサンチンであることが分かっている。宝石サンゴはカロテノイドをつくるために必要なゲラニルゲラニル二リン酸を生合成できないため，エサとして摂取した有機物粒子（植物プランクトンの遺骸を含む）からカロテノイドを得る。

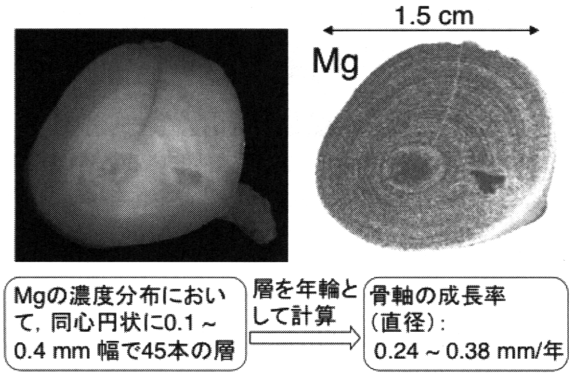


図3　シロサンゴ骨軸断面の顕微鏡写真（左図）とマグネシウムの濃度分布（右図）[4]：マグネシウムの濃度分布から年輪を明確に調べることができる。この年輪から成長速度を算出して，天然資源としての持続可能性を調査する。

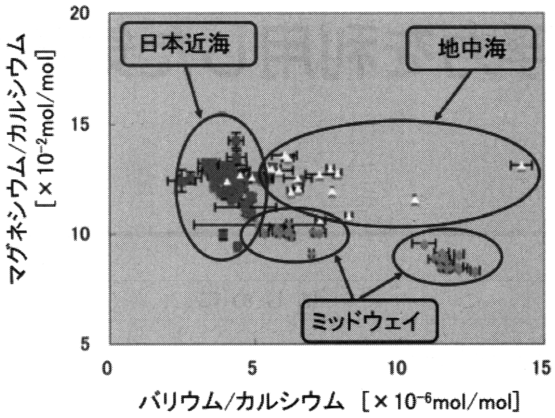


図4　骨軸中におけるMg/Ca比とBa/Ca比の関係[4]：宝石サンゴ中に含まれる微量無機元素の成分組成は，生息海域によって異なる。逆に言えば，無機元素の組成を化学分析することにより，宝石サンゴの産地を特定することができる。一方，造礁サンゴでは，同じ個体でも微量元素含有量の変動幅が大きいため産地同定は難しいが，微量元素や同位体の変化を利用してサンゴが生きていた大昔の水温や海水の成分組成等を推測可能である。

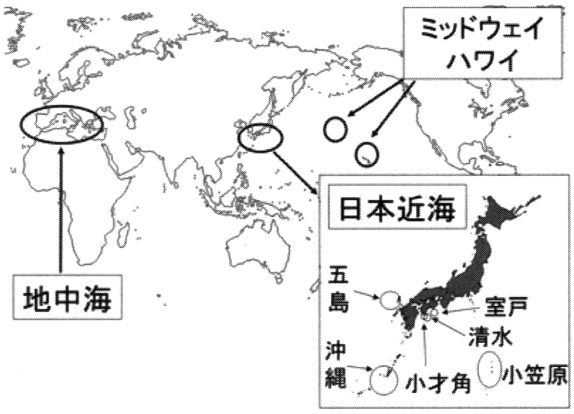


図5　宝石サンゴの主要な生息地[1]：宝石サンゴは，世界的に限られた海域にのみ分布しており，特に希少価値の高い赤色の宝石サンゴは，イタリアからスペインにかけての地中海と台湾から日本にかけての黒潮域から産出される。

参考文献

1）珊瑚の文化誌，岩崎　望　編，東海大学出版会，2008.
2）長谷川浩，岩崎　望，海洋と生物 2010, *32*, 50.
3）*Scientific, cultural and historical perspectives*, ed. by N. Iwasaki, Tokai University Press, 2010.
4）H. Hasegawa, M. A. Rahman, N. T. Luan, T. Maki, N. Iwasaki, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 2012, *414–415*, 1.

用語解説

＊1　バイオミネラリゼーション：生物の鉱物形成作用．生物がつくった無機鉱物の集合体は，「硬組織」と呼ばれる．身近な例として，サンゴ，貝殻，真珠，骨，歯，珪藻土が挙げられる．

［連絡先］920-1192 石川県金沢市角間町（勤務先）。

NII-Electronic Library Service