

さんご骨格中のアラゴナイトについて

森 隆 二

Notes on Aragonite in Scleractinian Coral

Ryuji MORI

The writer conducted some experiments on the alteration of aragonite in recent and fossil scleractinian coral under various temperatures.

He used *Pavona frondifera*, *Acropora* sp., *Montipora hispida*, *Pectinia lactuca*, *Echinophyllia aspera* and *Acropora leptocyathus* as recent specimens and *Favia speciosa*, *Premocyathus compressus*, *Porites* sp. and *Goniopora* sp. as fossil specimens.

The materials of the specimens were experimented with DTA under normal pressure, and crystal structures of some of them were investigated by means of X-rays.

As a result of the experiments, the following can be said;

- 1) Recent and Quaternary scleractinian corals are aragonite in all of various species.
- 2) The aragonite in coral was inverted to calcite lower temperature (about 310°-320°C) than that of inorganic aragonite.
- 3) The DTA curves of the samples of recent and Alluvium fossil coral showed exothermic peak in the neighbourhood of 430°C.

It is supposed that some organic materials exist in the aragonitic materials.

1. ま え が き

さんご骨格の主成分は炭酸カルシウムで、ポリプの外胚葉に属する造骨細胞から分泌される¹⁾。最近、走査電子顕微鏡によるさんご骨格の微細構造の研究が多く行なわれ、J. S. Jell (1973²⁾) は、さんご骨格はC軸に平行に伸長しているプリズム状の微細アラゴナイト(あられ石)からできていて、骨格の成長は1世代の微結晶を単位として、微結晶の結晶化による単位の増大によるもので、隔壁では成長層がドームないしテント型の骨片に配列し、骨片は積み重なって円筒状ないし円柱状の柱の形となる。これらは光学顕微鏡でトラベキュラ(trabeculae)として観察されると報告している。Kl. Oekentorp (1973³⁾) は、古生代のさんご骨格がカルサイト(方解石)であることに注目して現棲さんご骨格の構成鉱物と古生代のその違いは、本源的に異なるのか、“化石化作用”による二次的鉱物によるものかを微細構造の観察から検討している。

一方、炭酸塩鉱物の鉱物学的研究は古くから行なわれ詳しく記載されている。非生物性炭酸カルシウムの温度、圧力平衡関係は Macdnard (1956⁴⁾) らにより研究され、アラゴナイトは高压型、カルサイトは低压型の結晶である。この二つの同質異像の他に炭酸カルシウムはバテライト(μ -CaCO₃)の結晶形をとりうるが、バテライトは人工のもので天然では発見されていない。

ここでは現棲および化石さんごの骨格物質の熱的变化について報告する。

この研究に際してさんごを鑑定していただき、その他さんご礁に関しいろいろ御教示して下さいました本学江口元起教授に深くお礼申し上げます。秩父盆地の化石さんごを提供して下さいました埼玉大学堀口万吉教授、X線回析を行っていただいた東京都土木研究所中山俊雄技師に感謝致します。

2. 試料と実験方法

試料は表1に示したように現棲さんごは小笠原、長崎県壱岐、対馬、フィリピン・ギマラス島沿岸産を用い、化石さんごは千葉県香付近沼さんご、千葉県地蔵堂層、埼玉県秩父盆地上横瀬層産さんごおよびフィリピン・ギマラス島隆起さんご礁のものを用いた。非生物性アラゴナイトとカルサイトは、それぞれ島根県松代鉱山産、合成炭酸カルシウム（粉末試薬）を用いた。

試料をめもの乳鉢で細粉化し、0.3~0.4gを示差熱分析装置(DTA)のサンプルホルダーに直接入れ、DTA曲線により吸熱、発熱の温度測定を行った。一部の試料について色素有機物をエタノール、ベンジンおよびベンゼン溶液で脱色して色素有機物によるDTA曲線の影響を調べた。転移鉱物組成確認のため一部の試料についてX線回析を行なった。

表 1. 試 料

試料 No.	試 料 名	備 考
1	Calcite	合成炭酸カルシウム（粉末試薬）
2	aragonite	島根県松代鉱山産
	学 名	産 地
3	<i>Pavona frandifera</i> (Lamarck)	東京都小笠原
4	<i>Acropora</i> sp.	〃
5	<i>Montipora hispida</i> (Dana)	〃
6	<i>Pectinina lactuca</i> (Pallas)	長崎県壱岐
7	<i>Echinophyllia aspea</i> (Ellies et Solander)	〃
8	<i>Acropora leptocyathus</i> (Brook)	長崎県対馬
9	<i>Favia speciosa</i> (Dana)	千葉県香 沼さんご
10	<i>Premocyathus compresus</i> Yabe & Eguchi	千葉県地蔵堂層
11	<i>Porites</i> sp.	埼玉県秩父盆地上横瀬層
12	<i>Goniopora</i> sp.	フィリピン・ギマラス島 隆起さんご石灰岩

3. 結 果

非生物性アラゴナイトと合成炭酸カルシウム（粉末試薬）を、それぞれアラゴナイトとカルサイトの標準 DTA 曲線とし、それぞれの試料の DTA 曲線を比較して図1に示した。

- 1) 非生物性の吸熱ピークが490°Cにありアラゴナイトからカルサイトへの転移が急激に進み従来の実験結果 (W. Kleber 1940) とほぼ一致する。CaCO₃ が CaO と CO₂ に分解する際の吸熱ピークは、いずれも920°C付近である。
- 2) 現棲さんご骨格の結晶形は、種類によらず全てアラゴナイトである。
- 3) 試料 No. 3~10は310~320°Cに吸熱ピークを示し、試料 No. 3のX線回析を行ない未熱

森：さんご骨格中のアラゴナイトについて

処理のもの、350°Cまで熱したもの、さらに450°Cまでのものから、それぞれアラゴナイト、アラゴナイトとカルサイトの混合物、カルサイトのみが検出され、この吸熱ピークがアラゴナイトからカルサイトに急激に転移することを示す。

- 4) 化石サンゴは地蔵堂層（洪積世）のものまではアラゴナイトで、上横瀬層（中新世）及び隆起さんご石灰岩のものはカルサイトである。
- 5) 千葉県沼さんごの試料までには420~430°Cに発熱ピークが認められる。（試料 No. 6は390°C付近）
- 6) 少量の色素有機物はDTA曲線の発熱、吸熱ピークの温度に影響しない。

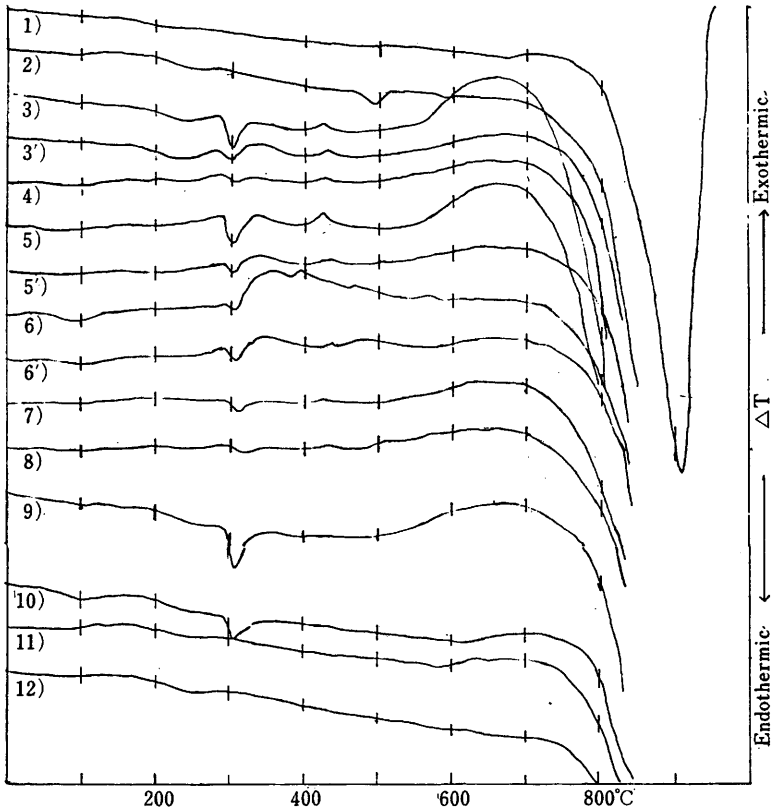


図 1. 各試料の示差熱分析曲線

各曲線の数字は表 1 の試料 No. を示す。3'), 5'), 6') は各試料の物質の色素有機物処理を行なった試料番号

分析条件：昇温速度、10°C/min チート速度、150 mm/h, DTA 感度、2), 3), 3'), 9), 10), 11), 12) は 100 μV その他は 250 μV 中性物質、Al₂O₃ 熱電対、pt-pt Rh-pt, サンプルカップは不使用、三田村理研工業製示差熱分析装置による

4. 考 察

非生物性アラゴナイトの研究で、アラゴナイトは常圧で準安定な鉱物であり、常圧下455~500°Cで急激にカルサイトに転移するといわれている⁵⁾。しかし、時間をかけると比較的低温でも容易に

カルサイトに移り、とくに水の存在によって合成アラゴナイトは40°Cで転移が進む⁶⁾。

生物硬組織の鉱物組成は多くの研究が行なわれ、かなり明らかになっている。特に石灰質の貝殻物質に関する研究は多く、神谷(1973⁶⁾)は圧力50kg~100kg/cm²の間では圧力の増加とともにアラゴナイトからカルサイトへの転移速度が速くなり、常圧では現棲種が約300~350°C、化石種(成田層産)では250°Cでカルサイトへの転移が進むと報告している。また石灰溶液の合成実験から、多像結晶が沈澱する際に有機物や微量元素が結晶形の決定に影響すると報告している。(北野, 1967⁷⁾, 1971⁸⁾)

今回の実験結果からさんご骨格中のアラゴナイトは、常圧下で450°Cで完全にカルサイトになり、非生物性アラゴナイトより低温で転移し、現棲種から沼さんごまでには420~430°C付近に小さな発熱ピークが認められるのはさんご骨格中の有機物、特にタンパク質⁹⁾の酸化燃焼によるものと推定される。化石さんごでは、第三紀のものはカルサイトに転移しており第2図版3,4に示したように再結晶化が進み、骨格の微細構造の変化が考えられる。前述のように室内実験ではアラゴナイトは常圧で準安定な鉱物で容易にカルサイトに転移するが化石さんご中のアラゴナイトの保存が比較的良好なのは骨格中のタンパク質や微量元素、特にアラゴナイト結晶形をとるSrCO₃, BaCO₃, PbCO₃, カルサイト結晶形をとるMgCO₃, ZnCO₃の含有量がアラゴナイトの安定性に影響するものと考えられ、微細構造の研究と比較検討する必要がある。

引用文献

- 1) K. Hayashi: Palao Trop. Biol. Sta. Stud., 2 169~176 (1937)
- 2) J. S. Jell: 2nd. International Coral Reef Symposium (Great Barrier Reef Australia) Abstracts, 96 (1973)
- 3) Kl. Oekentorp: ditto, 97~98 (1973)
- 4) G. J. F. Macdonald: Amer. Min., 41, 744~756 (1956)
- 5) 吉木文平: 鉱物工学, 技報堂, 223~226 (1963)
- 6) 神谷英利: 地球科学, 27-1 19~23 (1973)
- 7) 北野 康: 科学, 37, (7), 366~372 (1967)
- 8) 北野康他: 地質雑, 77, (9), 535~545 (1971)
- 9) 魚住悟, 岩田圭示: 地質雑, 77, (2), 71~76 (1971)

森：さんご骨格中のアラゴナイトについて

第2図 版説明 (Explanation of Plate 2)

- Figs. 1. *Pavona frondifera* (Lamarck), recent, Loc. Ogasawara Islands, Radial section, (X 6)
Figs. 2. *Galaxea fascicularis* (Linné), Recent, Loc. Philippines, Trabeculae in the Septa, Longitudinal Section (X 12)
Figs. 3. *Goniopora* sp. Loc. Philippine Guimarus Island, Rising Limestone, Cross Section (X 12)
Figs. 4. *Porits* sp. Miocene, Loc. Kamiyokoze formation Chichibu Basin Saitama Pref. Cross Section, (X 6)

第2図版 (plate 2)

