

## 酸素同位体比プロファイルからみた

### アリソガイ *Coelomactra antiquata* (二枚貝：バカガイ科) の成長

横山紀樹<sup>1</sup>・近藤康生<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>高知大学大学院総合人間自然科学研究科理学専攻・<sup>2</sup>高知大学自然科学系理学部門

### Growth of *Coelomactra antiquata* (Bivalvia: Mactridae) as Viewed from Oxygen Isotope Profile

Toshiki Yokoyama<sup>1</sup>, Yasuo Kondo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Studies in Sciences, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University;*

<sup>2</sup> *Sciences Unit, Natural Sciences Cluster, Kochi University*

#### Abstract :

An oxygen isotope profile was obtained for one individual of *Coelomactra antiquata* (Bivalvia: Mactridae) washed ashore on a sandy beach of Atsumi Peninsula, Aichi Prefecture, central Japan. The  $\delta^{18}\text{O}$  profile of this individual shows two cycles with two peaks corresponding to summer and two valleys to winter. The profile of  $\delta^{18}\text{O}$  and growth line density shows a clear relationship: Times of greater  $\delta^{18}\text{O}$  values, or lower water temperature, correspond to those of greater growth line density, or smaller growth rate. This individual is therefore found to have grown actively in summer, while shell growth slowed down in winter. Dark lines associated with subtle steps on the surface of shell are found to correspond to winter season, and less obvious dark lines to summer. These shell features may help to estimate the growth history of both living and fossil individuals of this species.

キーワード : *Coelomactra antiquata*, バカガイ科, 二枚貝, 酸素同位体, 成長線

Keywords: *Coelomactra antiquata*, Mactridae, bivalve, oxygen isotope, growth line

## はじめに

アリソガイ *Coelomactra antiquata* (Spengler, 1802) は、相模湾以南の、九州や中国沿岸などの潮間帯下部～水深 20 m の細砂底に生息するバカガイ科二枚貝で、成熟すると殻長が 120 mm、殻高が 100 mm を越える個体もあり、バカガイ科二枚貝の中でも比較的大きく、かつ薄質の殻を特徴とする (波部<sup>1)</sup> および松隈<sup>2)</sup>).

本種の化石は、静岡県に分布する更新統掛川層群大日層から産出し (Ozawa *et al.*<sup>3)</sup>), 高知県でも鮮新統唐ノ浜層群穴内層より類似の標本が産出する (山岡ほか<sup>4)</sup>). 筆者らは、日本沿岸海域で重要な位置を占めるバカガイ科二枚貝に関する研究を進めており (横山・近藤<sup>5)</sup>), 本稿では、バカガイ科二枚貝の進化史を解明する一環として、酸素同位体比分析から現生アリソガイの成長履歴を推定した.

## 分析標本, 酸素同位体比分析および成長線観察

今回用いたアリソガイの試料は、愛知県田原市渥美半島で著者の一人近藤が採取した、殻長 119.5 mm、殻高 98.0 mm の右殻である (図 1a; 登録番号 KSG-ty100).

酸素同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) は、生息場の海水温が高くなると成長に伴って付加する貝殻に相対的に軽い通常の酸素  $^{16}\text{O}$  が多く取り込まれるため値が小さくなり、海水温が低くなると重い同位体である酸素  $^{18}\text{O}$  が多く取り込まれるため大きい値を示す. 酸素同位体比測定には、アリソガイの殻表面を成長輪に沿ってグラインダーを用いて削って採取した粉末試料を用いた. 粉末試料は、殻表面を殻頂側から腹縁に向かって成長方向に向かって 19 点で採取した (図 1b). その後、粉末試料の安定同位体を、高知大学海洋コア総合研究センターの質量分析計 MAT-253 を用いて測定した. また、標準物質は NBS-19 を使用した.

潮下帯に生息する二枚貝では 1 日に 1 本、微細成長線が形成されることが多く (大野<sup>6)</sup>), その間隔は殻成長の速度を表す指標となる. 本研究では、測定を簡便にするため、殻の成長方向の断面における 1 mm あたりの微細成長線の本数(成長線密度)で成長速度を表すことにした. 成長線密度が大きいことは成長線間隔が狭く、成長が停滞していることを表し、逆に成長線密度が小さいと成長が活発であることを示す.

成長線の観察は、殻断面のレプリカを作成して行った. 殻断面のレプリカは、貝殻の断面を研磨し成長線や殻構造などの断面に見られる凹凸を、塩酸に浸すことで際立たせ、酢酸エチルで表面を溶かしたアセチルセルロースフィルムに押し付けて転写、断面の凹凸の複製することで作成した (山岡ほか<sup>7)</sup>). 今回は、酸素同位体比分析用の粉末試料を採取後のアリソガイを殻の正中線に沿って切断、研磨し、希塩酸に 1 分間浸して転写し観察した. その後、殻表面に沿って 0.5 mm の区間を設定し、区間内の成長線の本数から成長線密度を求めた.

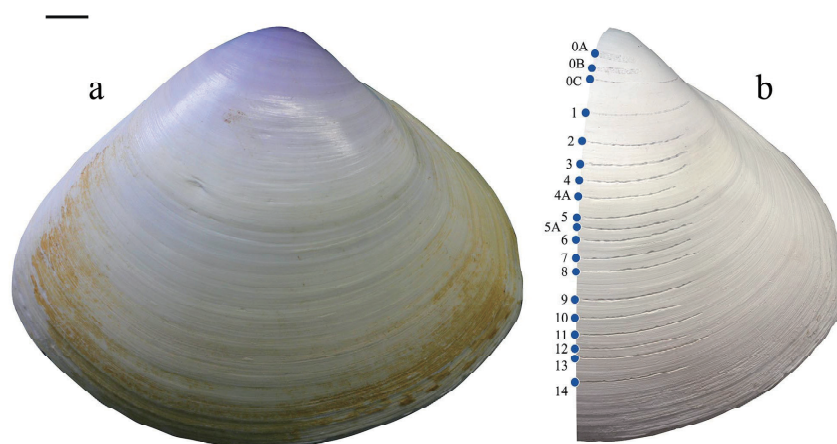


図 1. a: 試料としたアリソガイ, b: 酸素同位体試料採取点 (スケールバー: 10 mm)

## 酸素同位体比測定結果と成長線密度の変化

測定された酸素同位体比の分析値 ( $\delta^{18}\text{O}$  値) と成長線密度の値を図 2 に示す。

$\delta^{18}\text{O}$  値のプロファイルは、上方 ( $\delta^{18}\text{O}$  値が小さくなる向き) に緩やかな山と、下方 ( $\delta^{18}\text{O}$  値が大きくなる向き) に鋭い谷を描き、全体として明瞭な 2 サイクルを示すことが分かった。 $\delta^{18}\text{O}$  値のいくつかの極小値のうち、初めのサイクルで最小の極小値は $-2.55\text{‰}$  (試料採取点 0C)、二つ目のサイクルの最小の極小値は $-2.59\text{‰}$  (試料採取点 9) であり、どちらも同程度の値が記録されている。これに対して、極大値はそれぞれのサイクルで 1 回ずつ明瞭に認められ、初めのサイクルの極大値が $-0.32\text{‰}$  (試料採取点 5)、二つ目のサイクルの極大値が $-0.29\text{‰}$  (試料採取点 12) であり、やはり同程度の値である。初めのサイクルの最小の極小値から極大値に向かう直前 (試料採取点 4A) まで  $\delta^{18}\text{O}$  値は徐々に大きくなり、最初の極大値の直前から極大値にかけては急激に大きくなって極大値に達する。その後、急速に $-2.55\text{‰}$  (試料採取点 7) まで小さくなる。二つ目のサイクルの極小値以降は、初めのサイクルとは異なり、急速に大きくなって二度目の極大値に達している。

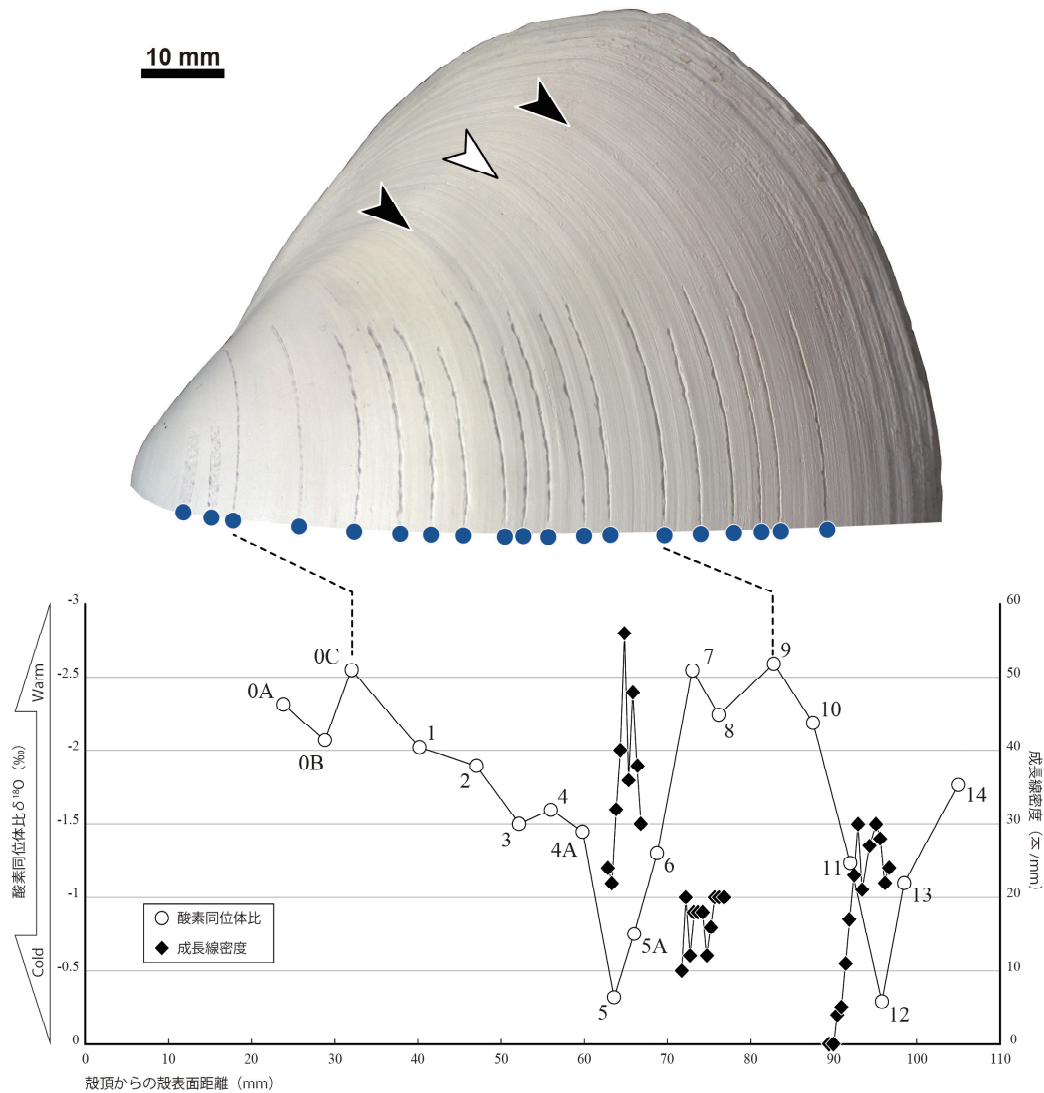


図 2. 酸素同位体比及び成長線密度のプロファイルと殻表面の微細な段差。

成長線密度を計測できたのは図 3 に示す区間のほか一部であったが、酸素同位体比プロファイルとの関連を読み取ることができ、成長線密度は  $\delta^{18}\text{O}$  値と連動した推移を示した。最初の  $\delta^{18}\text{O}$  極大値直前で成長線密度は 22 本/mm と小さいが、急激に 56 本/mm と大きくなり、最初の密度の高い値のピークに達する。その後、 $\delta^{18}\text{O}$  値が小さくなるとともに、急激に 30 本/mm まで小さくなる。二つ目のサイクルの最小  $\delta^{18}\text{O}$  極小値に達する前、これに準じた  $\delta^{18}\text{O}$  値の  $-2.55\text{‰}$  を示す試料採取点 7 の前後では、成長線密度は 10-20 本/mm である。二つ目のサイクルの最小  $\delta^{18}\text{O}$  極小値から  $\delta^{18}\text{O}$  極大値への急速な  $\delta^{18}\text{O}$  値の降下の際に、成長線密度は 0 本/mm から 30 本/mm まで急激に大きくなる。すなわち殻成長の速度は水温が高いほど大きくなる傾向が明らかとなった。

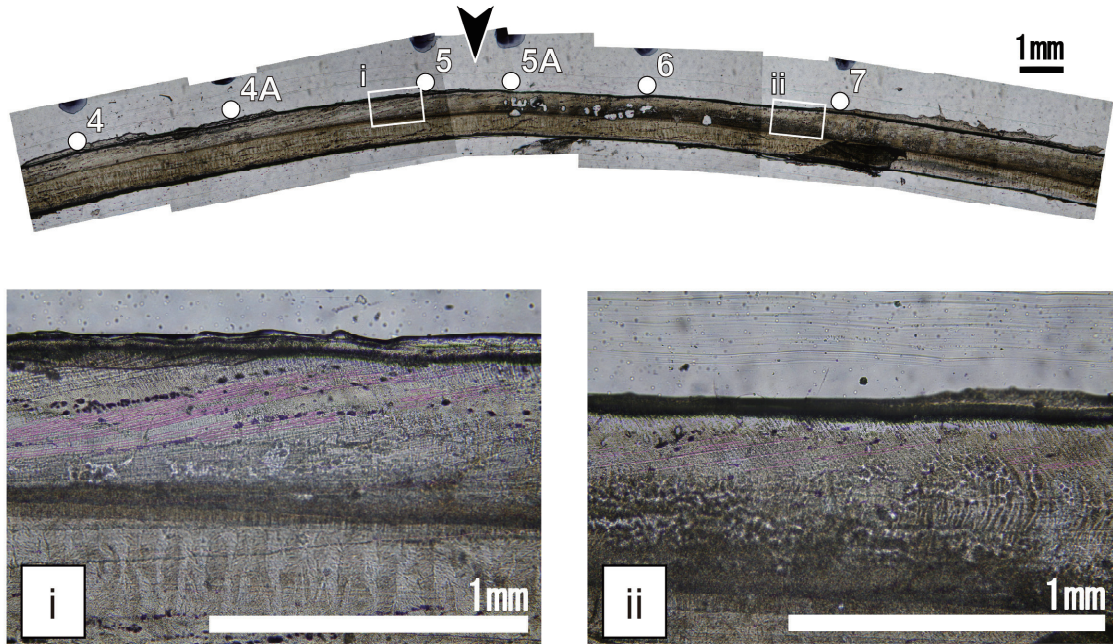


図 3. 成長線観察ができた試料採取点 4-7 間における成長線密度の変化。  
試料採取点 5-5A 間の矢印は、図 2 中の矢印の内の殻頂側の黒矢印に当たる。

### アリソガイの成長

アリソガイの酸素同位体比プロファイルには明瞭な上昇と下降のサイクルが見られ、2 回のサイクルにおける最小  $\delta^{18}\text{O}$  極小値付近では成長線密度は小さい（殻成長量が大きい）のに対して、 $\delta^{18}\text{O}$  極大値付近では成長線密度は大きい（殻成長量が小さい）という酸素同位体比の変動と成長線密度の連動性がはじめて明らかとなった。

本試料の  $\delta^{18}\text{O}$  値は、 $-2.55\text{‰}$ （試料採取点 0C）、および  $-2.59\text{‰}$ （試料採取点 9）という 2 回の極小値（グラフ上のピーク）、および  $-0.32\text{‰}$ （試料採取点 5）および  $-0.29\text{‰}$ （試料採取点 12）という 2 回の極大値（グラフ上の谷）を示し、前者は夏季の最高水温期、後者は冬季の最低水温期を示す。夏季に当たる  $\delta^{18}\text{O}$  極小値では成長線密度は小さくなり、逆に冬季に当たる  $\delta^{18}\text{O}$  極大値では成長線密度は大きくなっている。これは、水温の高い夏季に本種の成長が活発になっていることを示している。

次に、今回得られたアリソガイの酸素同位体比プロファイルと殻表面の暗色バンド、およびわずかな段差（以下、暗色バンドと呼ぶ）について考察する。今回用いたアリソガイの殻表面には、腹縁部を除いて、わずかな暗色バンドが 3 つ確認でき、それぞれ試料採取点 5-5A 間、9、12 に対応する（図 2 中の矢印）。試料採取点 5-5A 間に対応する 1 つ目の暗色バンドと試料採取点 12 に対応する 3 つ目の暗色バンド（図 2 中の黒の矢印）は  $\delta^{18}\text{O}$  値が大きく、成長線密度も大きくなる箇所に対応し、試料採取点 9 に対応する 2 つ目の暗色バンド（図 2 中の白の矢印）は  $\delta^{18}\text{O}$



値が小さく、成長線密度も小さい箇所に対応している。つまり殻表面に見られるわずかな暗色バンドは夏季と冬季に対応し、周期的に形成されていると考えられる。しかし、試料採取点 9 と同じく夏季に当たる  $\delta^{18}\text{O}$  極小値である試料採取点 0C に対応する殻表面では暗色バンドは形成されていない。殻表面のわずかな暗色バンドは、成長初期には形成されないものと思われる。これらの特徴は、現生のみならず化石においても、個々の標本について殻成長の履歴を推定する際に役立つ。

また、 $\delta^{18}\text{O}$  値と成長線密度のそれぞれの極大値や極小値は完全には一致せず、 $\delta^{18}\text{O}$  極小値に遅れて成長線密度の極大値が見られる。これは、殻成長に対して海水温への生理的な応答がわずかに遅いことを示唆しているのかもしれない。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり、山岡勇太博士および本学大学院生で同じ研究室に所属する中山健太郎さんには、ご助言、ご指導いただいた。記して、謝意を表す。

### 引用文献

- 1) 波部忠重, 日本産軟体動物分類学 二枚貝綱/掘足綱, p.178-186, 図鑑の北隆館, 東京. (1997)
- 2) 松隈明彦, バカガイ科. 日本近海産貝類図鑑, 奥谷喬司 (編), p.963-967, 東海大出版会, 東京. (2000)
- 3) Ozawa, T., Tanaka, T., and Tomida, S., Pliocene to Early Pleistocene warm water molluscan fauna from the Kakegawa Group, central Japan. *Nagoya Univ. Furukawa Museum, Special Report*, 7, 205 p., 3 figs., 1 table, 31 plates. (1998)
- 4) 山岡勇太・近藤康生・高月崇成・中山健太郎, 高知県安田町に分布する鮮新統穴内層最下部の亜熱帯的な外浜・陸棚混合貝化石群, 高知大学学術研究報告, **62**, 25-32. (2013)
- 5) 横山紀樹・近藤康生, 鮮新統穴内層から産出するバカガイ科二枚貝 *Mactra* sp. の殻形態: バカガイ属現生種との比較. 日本古生物学会第 166 回例会予稿集 (東京; 早稲田大学), ポスター発表 P16, p. 44. (2017)
- 6) 大野照文, 二枚貝の微細成長縞形成時間間隔の多様性. 日本ベントス研究会誌, **37**, 35-48. (1989)
- 7) 山岡勇太・大塚祐輔・近藤康生, 現生ザルガイ科二枚貝 *Fulvia mutica* (トリガイ) の祖先種, 鮮新統穴内層産 *Fulvia* sp. の殻形態と生息環境, 化石, **98**, 5-15. (2015)

平成29年 (2017) 10月12日受理

平成29年 (2017) 12月31日発行