

# 浮遊性有孔虫チャンバー形成モデル その2: — 実在する形態との比較 —

木元克典<sup>1</sup>, 吉野隆<sup>2</sup>, 岸本直子<sup>3</sup>, 松岡篤<sup>4</sup>, 栗原敏之<sup>4</sup>, 石田直人<sup>4</sup>, 松浦執<sup>5</sup>

1)(独)海洋研究開発機構地球環境観測研究センター, 2)東洋大学工学部, 3)(独)宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部, 4)新潟大学理学部, 5)東海大学開発工学部

E-mail:[kimopy@jamstec.go.jp](mailto:kimopy@jamstec.go.jp)

## A Simple Model for Chamber Formation of Foraminifera -Part 2: Comparison between actual and simulated morphologies

K. Kimoto<sup>1</sup>, T. Yoshino<sup>2</sup>, N. Kishimoto<sup>3</sup>, A. Matsuoka<sup>4</sup>, T. Kurihara<sup>4</sup>, N. Ishida<sup>4</sup>, and S. Matsuura<sup>5</sup>

1) IORGC/JAMSTEC, 2) Toyo Univ., 3) ISAS/JAXA, 4) Niigata Univ., 5) Tokai Univ.,

Keywords: Planktic foraminifera, chamber formation,

### 1. はじめに

海洋に生息する微小な有殻動物プランクトンは、5億年という長い地球史のなかで、繁栄と消滅を繰り返しながらさまざまな形態をとりながら現在に至る。その過程を地層に残されている化石記録からひもとくと、とりうる形態の法則性が垣間見える。そこには何等かの合理性が介在しており、生物種が繁栄してゆくためにとらなくてはならない精密な骨格の基本設計、ボディプランが存在するはずである。

我々はこのような考えに基づき、海洋プランクトンの進化や多様性についての理学的・工学的統一解釈とその応用を目指した横断型の研究プロジェクトを進行させている[1]。プランクトンの形態を数理的に解析するための方法のひとつとして、吉野ほか[2]は海洋に生息する単細胞動物プランクトンの一種である浮遊性有孔虫の殻室（チェンバー）の形態形成を再現する単純なモデルを提案した。本講演では、この数理モデルを用い、シミュレーション結果と実際に存在する浮遊性有孔虫との形態の比較検討を行うことを目的とした。

### 2. 浮遊性有孔虫の形態について

浮遊性有孔虫は約0.1 ~ 0.5 mm程度の小さなプランクトンで、現在約40種が世界の海洋で知られている。水深約200m（有光層）よりも浅い海にほとんどの種類が生息しており、水深によって棲み分けを行っている。浮遊性有孔虫は、炭酸カルシウムで作られた複数の球形～垂球形、あるいは平板形のチェンバーが螺旋状に配列して付加成長してゆく形態をとるが、ひとつのチェンバーを短時間で一度に作り、一定時間を置いて次のチェンバーを作る、というサイクルを繰り返して成長する。浮遊性有孔虫のほとんどの種類はトロコイド状旋回を示すが、いくつかの種類で平面旋回を示す種が存在する。それぞれのチェンバーは内部で口孔（Aperture）を介してひとつに繋がっており、内部は細胞質が充填している。種類によってチェンバーの形態および配列が異なり、これをもとにした基本的な分類体系ができあがっている。

### 3. 結果

上記数理モデルを用いて再現できた浮遊性有孔虫の例を示す。左がシミュレーションによるモデル、右図が現在生息している浮遊性有孔虫の電子顕微鏡写真である。（ここで示す4つのパラメータは、本講演集の吉野ほか [2] による1) 半径の拡大の仕方 $r_n$  2) 2球の連結距離 $d_n$  3) 球の中心を結ぶ線の曲がり方 $\theta_n$  4) z軸へ高さの増え方を $h_n$  にそれぞれ対応している。）

図1 : *Globigerinita glutinata* (Egger)

$$(r_n = 1.3, d_n = 1.4, \theta_n = 4.4, h_n = 0.3)$$

本種は、おもに亜表層の水温躍層付近に多く生息するが、栄養塩など条件が揃うと、熱帯から亜寒帯まで幅広い海域に適応する事ができる。最終巡回は3~3.5室で構成される。

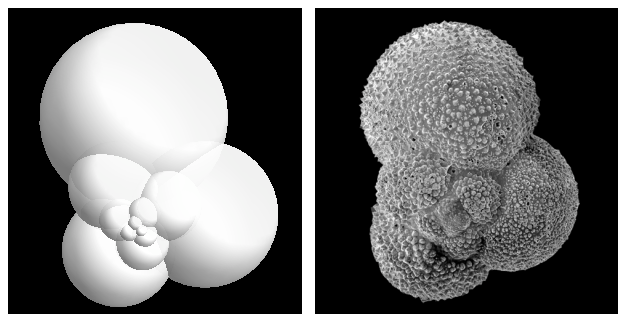


図2 : *Neogloboquadrina incompta* (Cifelli)

$$(r_n = 1.2, d_n = 1.3, \theta_n = 5.0, h_n = 0.25)$$

本種は、おもに温帯-亜寒帯域に生息する種で、最終巡回が4~4.5室のチェンバーで構成される。

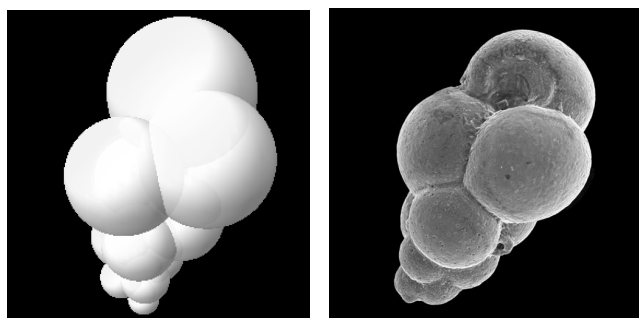
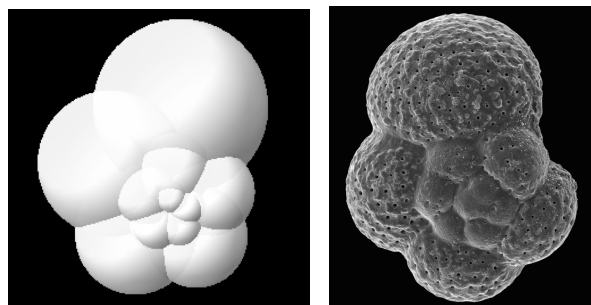


図3 : *Gallitellia vivans* (Cushman)

$$(r_n = 1.15, d_n = 1.3, \theta_n = 4.4, h_n = 0.4)$$

主に熱帯の沿岸海域に多く産出する。最終巡回は3室で構成され、巻きの高さが上の2種に比べて高い。この形態は白亜紀に最初に出現し、海洋の95%以上のプランクトンが絶滅した白亜紀/第三紀境界の環境変動を乗り越えている。

#### 4. 議論

本モデルを用いたシミュレーションにより、現在生息している浮遊性有孔虫うち、4科6属についての基本的な形態を再現することができた。これらについては、上記4パラメータでチェンバーの配列が決定されているといえる。とくに、チェンバーの中心同士を結ぶ線の角度  $\theta_n$  が最も大きな要素を占めており、このパラメータを変更する事により、浮遊性有孔虫のみならず底生有孔虫（海底面に生息する有孔虫）の一部の属までの説明が可能になることがわかった。これは有孔虫の地質時代における形態の変化と、海洋環境の変遷の対応を考える上で重要なパラメータであるとおもわれる。逆に、シミュレーションでは表現されるが、地球史の中で（おそらく）一度も存在しなかった形態については、有孔虫にとって何らかの不都合があったため、繁栄できなかった可能性も指摘できる。このような数学的アプローチは、長い時間を経て最適化された生物の「形の意味」を考える上で重要な情報を提供するといえる。

#### 文献

- [1] 岸本直子ほか(2007) 横断型プランクトン研究プロジェクトについて, 形の科学会誌, 21, 37-38 (シンポジウム要旨) .
- [2] 吉野ほか(2008) 浮遊性有孔虫チャンバー形成モデル その1: モデルと実装, 形の科学会誌, 本号 (シンポジウム要旨)