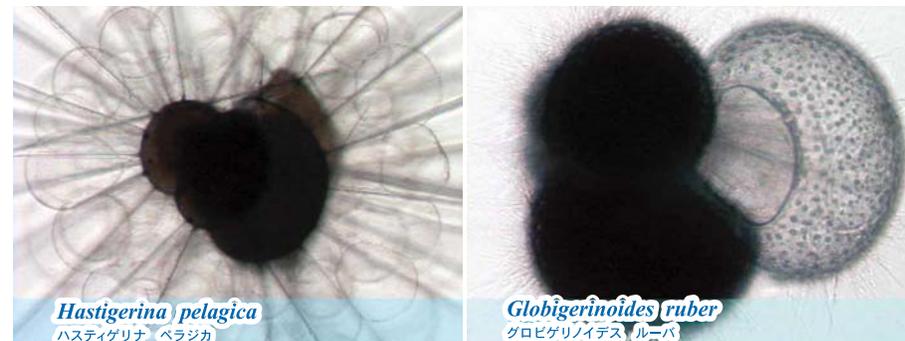


古環境解明の重要な手がかりとして注目される 浮遊性有孔虫を飼育し、 その生態をDVDにまとめる

およそ5億7千万年前、先カンブリア時代に誕生したといわれる有孔虫は、アメーバに近い原生動物の一種であり、炭酸カルシウムの殻を持つ。海底の堆積物を顕微鏡で調べると、0.1~0.5 mmほどの有孔虫の殻が数多くみつかる。この殻には、有孔虫が生息していた時代の海洋の環境に関する様々な情報が残されており、古環境を解明するための重要な手がかりとして注目されている。独立行政法人海洋研究開発機構・むつ研究所の木元克典研究員は、まだほとんど解明されていない浮遊性有孔虫の生態と海洋環境の関係を明らかにするため、その飼育実験に取り組んできた。そして、この数年間の観察によって明らかになった浮遊性有孔虫の行動に関する貴重な映像を、今年の夏、DVD『浮遊性有孔虫の生態』にまとめた。このDVDは一般にも頒布される。

木元 克典 研究員
むつ研究所 むつ研究グループ



木元研究員が、現在むつ研究所で飼育している浮遊性有孔虫は、寒冷な環境に生息する4種類。スパイン（棘）を形成する種としない種がいる。上の写真はDVDに収められている浮遊性有孔虫のうちの2種

Blue Earth編集部（以下BE）これまでの観察の成果を、DVD『浮遊性有孔虫の生態』にまとめられたそうですね。木元 むつ研究所で浮遊性有孔虫の飼育実験を始めて3年目になります。その前にも、沖縄へ機材を持ち込んで観察をしていました。顕微鏡で浮遊性有孔虫を観察していると、原形質（体の軟体部）の動きなどがとても興味深い。これを映像として記録していったらおもしろだろうなと思って、ビデオを撮りためてきました。今年3月に、有孔虫を研究する人たちの集まりで、むつ研究所が行っている浮遊性有孔虫の飼育実験を紹介したときに、その映像を見ていただきました。そうしたら、みなさんとても驚いて、興味を持ってくださいました。また、博物館などから、「生きた有孔虫を提供してもらえないだろうか」といった相談もありましたので、この際、多くの人たちに浮遊性有孔虫の生態を見てもらうためにも、こうした映像をまとめてみようかなと思ったのです。

BE 有孔虫の研究をしている方々にとっても、驚くような映像だったんですね。木元 有孔虫は底生生活を営むものと浮遊生活を営むものに大別されます。波打ち際などで容易に採取できるよう

な底生の有孔虫の生態については比較的研究が進んでいるのですが、浮遊性有孔虫については、わかっているようで、実はわからないことがまだまだたくさんありますし、飼育実験もほとんど行われていないと思います。また、こんなことを言うと語弊があるかもしれませんが、有孔虫の研究は、どちらかといえば地質学や古環境に関するものが中心で、これまで生きた生物としては、しっかり見られてこなかったように思います。ですから、浮遊性有孔虫の生態についての映像に反応があったのでしょうか。

BE 今回まとめられたDVDでは、浮遊性有孔虫の種類から、チャンパー（炭酸カルシウムの殻室。原形質が入り出す無数の孔があることから有孔虫の名が付いた）やスパイン（棘）の形成、仮足（移動や捕食などに用いられる原形質が糸状に変形した足）の動きなど、様々な行動が紹介されていますね。

木元 DVDをつくる時、とにかく浮遊性有孔虫の動きのおもしろさを見ていただきたいという思いがありました。そして、多くの人たちに生きた有孔虫にもっと興味を持ってもらいたいです。海底堆積物のなかに残された有孔虫の殻は、古環境を理解するための

指標として確かに重要です。しかし、本来は有孔虫の生態を理解し、有孔虫がどのような環境の情報をその殻に記録し得るのかがわかってから、古環境の研究に応用するのが手順だと思います。ところが、現在の状況を見ると、有孔虫の生態を知るより先に、解析結果を出すことが優先されているように感じます。まずは、生き物としての有孔虫の生態にもっと関心を持っていただきたいと思うのです。

DVDで紹介された 興味深い行動

木元 今回のDVDでは、まずこれまで飼育してきた浮遊性有孔虫の種類を紹介し、それらが見せてくれた様々な行動を、断片的ではありますが項目ごとにまとめ、これによって浮遊性有孔虫



これまで浮遊性有孔虫の様々な生態をビデオカメラで撮影し、データとして記録してきた。



アルテミアを捕食する G. bulloides

粘性のある仮足で動物プランクトンを捕らえる浮遊性有孔虫(左下)。他にも珪藻を食べる種など、様々な捕食行動が紹介されている。



共生藻はスパインの表面を流れる原形質流動によって移動する

浮遊性有孔虫のなかには、渦鞭毛藻(写真矢印)などの藻類を殻の内側や細胞内に共生させるものがある。

の一連の生態、生活環のようなものを見ていただきたいと考えました。そのなかでも、最もおもしろいのは排泄行動ではないかと思えます。体のなかでいらなくなったものを、どのようにして体の外に排出するのか、その様子が収められています。浮遊性有孔虫の殻やスパインの表面にはつねに原形質が流動しています。食べ物を捕まえたときには、それを吸収するために、原形質が本体の方へ引き寄せられるように動いていくのですが、あるとき、何かを包み込んだ原形質が、スパインの上を外側へ流れていく様子が見られたのです。これは何だろうと観察を続けると、スパインの先端に達した原形質は、排泄物と思われるものを包み込んだまま、スパインの先へと流れ出て、そのままブツと途切れてしまいました。排泄物だけを放出するのではなく、原形質も一緒に切り捨ててしまったのです。

BE 自分の体より大きな動物プランクトンなどを捕食する様子や、浮遊性有孔虫と共生する藻類がいることも非常に興味深いですね。

木元 浮遊性有孔虫の種によって動物プランクトンを主食にするものと植物プランクトンを主食にするものがあります。有孔虫の仮足は非常に粘性が強く、



20ccほどの培養管で浮遊性有孔虫を飼育。飼育用水槽の水温は常に一定に保たれている。

活発に動く動物プランクトンでも、一度捕らえられたら脱出はほぼ不可能です。しかし、何でも食べるわけではなく、動物プランクトンを主食とする有孔虫に珪藻などをくっつけてやっても、捕らえずに捨ててしまいます。藻類の共生についても、持つ種と持たない種があります。ただ、渦鞭毛藻などの共生藻類と有孔虫とが、どのようなやり取りをしているのかは、まだよくわかっていません。おそらく共生藻類が光合成によって作り出した栄養分を有孔虫がもらっているのだと思いますが、栄養状態が悪いときには、藻類そのものも食べてしまうかもしれません。また、観察中に、有孔虫が共生藻類を体の外に捨ててしまう様子を見たこともあります。なぜ捨ててしまったのかはわかりません。飼育環境下でのストレ

スかも知れませんが、殻の中で珪藻が増えすぎたからかも知れません。顕微鏡をのぞいていると、本当にいろいろな発見があります。

BE 遊走子(配偶子)の放出も紹介されていますね。

木元 はい。遊走子は別の遊走子と合体して次の世代をつくると考えられていますが、まだ確認されていません。次の世代がどのようにして誕生するのか、それがこれからの飼育実験の大きなテーマです。これを明らかにしないと彼らの生活環が閉じませんからね。

古環境解明のための研究も準備中

BE 詳しい生態がほとんどわかっていない浮遊性有孔虫の飼育実験では、飼育水槽の管理など、いろいろと苦労があると思いますが。

木元 そうですね。水温については、厳密にコントロールすることが可能ですが、光の量などは彼らが生きている自然の環境とは異なっていると思いますし、コントロールしにくい部分ですね。また、現在は20ccほどのガラス製の培養管のなかで培養していますが、そのなかでエサとなる珪藻や動物プランクトンなども入れますから、培養管



形成中のスパインの先端部

炭酸カルシウムで形成されるスパイン(棘)は、体長の数倍の長さに達する。また、一度つくったスパインを自ら折ることもある。



排泄物はスパインの表面の原形質流動に乗ってスパインの先端まで運ばれる。

体内から出た排泄物がスパインの表面をゆっくり移動し、その先端から排泄物を包み込んでいた原形質とともに切り捨てられる様子。



Gruberの遊走子放出

次の世代が誕生する過程はまだ確認されていないが、そのカギを握る遊走子が放出される様子はDVDにも収められている。写真中の小さな黒い点のほとんどが有孔虫(右)から放出された遊走子であり、その放出数は数万個にも達する。

のなかの化学的な性質も徐々に変化しています。たとえば、同じ種類の有孔虫を同様の条件で飼育していても、一緒に入れた珪藻の繁殖などが、隣の培養管と大きく異なったりすることがあります。小さな培養管のなかの物質循環をコントロールするというのは極めて難しいですね。少しでも培養管中の環境の変化を小さくしようと、オートクレーブ滅菌(高圧蒸気殺菌)した珪藻を与えようといった実験も試みています。試行錯誤でいろいろとやってみていくしか手はありません。

BE 研究では、飼育方法そのものを開発していくことに加え、飼育条件を変えて、浮遊性有孔虫が環境の変化にどのように対応していくかを観察することも求められるのではないかと思います。

木元 おっしゃるとおりです。有孔虫は炭酸カルシウムの殻をつくります。そして、その殻には、水温や塩分などの環境因子に関するたくさんの情報が、化学成分の違いとして間接的に記録されています。殻は有孔虫が死んだ後も海底の堆積物のなかに残るため、それが古環境の指標になるわけです。私は、これまで有孔虫の殻の化学分析を専門に研究してきました。たとえば、殻に含まれるマグネシウムは、水温が高いほど殻に取り込まれやすいといわれています。この相関関係に基づいて、殻のマグネシウム含有量を温度計として利用するための研究が、世界中で進められています。私も、同じ種類の浮遊性有孔虫を異なる温度条件で飼育することによって、殻に含まれるマグネシウム比がどのように変化するか、ま

た、海底堆積物から得られた殻のマグネシウム比と温度の関係は、飼育実験で得られた結果とどう異なるのかといった研究を行っていくための準備を、現在、進めているところです。

BE 飼育実験のさらなる成果をまとめたDVDの第2集にも期待しております。

木元 実は今回のDVDで発表していない、もっとおもしろい浮遊性有孔虫の生態も観察しています。それらをまとめたパート2も、ぜひつくりたいと思っています。



「浮遊性有孔虫の生態」

木元 研究者らが手づくりで作成したDVD『浮遊性有孔虫の生態』。販売予定価格は1,760円(税込)。飼育実験によって明らかにされた浮遊性有孔虫の興味深い行動が数多く収められている(約30分)。購入方法等については海洋研究開発機構のホームページに掲載される予定。ホームページ <http://www.jamstec.go.jp>