

海洋生物

地球が6度目の「大量絶滅」の
危機に瀕している今こそ
海洋生物の神秘と多様性を
学ぶことが重要

Interview with

遠藤一佳

東京大学 大学院理学系研究科
地球惑星科学専攻
地球惑星環境学科 教授

現在、地球は短期間に全生物種の75%以上が姿を消すという「大量絶滅」の危機を迎えており、海洋生物の多様性も著しく損なわれつつある。あらためて生物の尊さを学ぶためにも、分子古生物学の視点から海洋生物の神秘と多様性を紐解くことが求められている。

いかにして多様な動物が誕生したのか

先生が実施している研究内容についてお聞かせください。

遠藤一佳 | 古生物のなかでもシャミセンガイをはじめとした腕足動物（約5.4億年前～2.5億年前の古生代と呼ばれる時代に海洋底で大繁栄していた二枚の貝殻を持つ無脊椎動物）に着目し、そのDNAに刻まれた情報を最大限に活用し、地球と生物の相互作用の歴史である「進化」を紐解く研究をしています。たとえば、その一環として現存するシャミセンガイのDNAや化石記録を調べたり比較したりすることで、その進化の過程を明らかにする研究に取り組んでいます。

そういった研究からどのようなことが判明してきましたか。

遠藤 | 地球の動物は約5.4億年前の「カンブリア紀の爆発」のときに爆発的に進化したといわれており、腕足動物もまたその時期に誕生したことがわかっています。ただ、もともとは現存するほとんどの動物のグループがこのときに成立したと考えられてきましたが、

実はそれ以前の原生代（約25億年前～5.4億年前）の後半からカンブリア紀にかけて祖先的な動物が誕生したことが明らかになってきました。とはいえ、それまでは目も消化器官も貝殻も持たなかった生物がカンブリア紀前期の短い期間に、現在の動物にみられる多様なボディプランを確立させたのは間違いありません。

なぜこの時期に多様なボディプランが確立されたのでしょうか。

遠藤 | 生物が多様化し、食う食われるの生態系が成立したことで、それぞれの動物が目を進化させたり、貝殻をつくったりしていったのでしょうか。いわば生物間での進化の競争に拍車がかかったのがこの時期だったのだと思います。

そのほか、環境変化も大きな要因として考えられます。たとえば、酸素はおよそ22億年前に地球大気にもたらされましたが、原生代の後半には今ほど豊富にはありませんでした。それが「カンブリア紀の爆発」の前（約7～6億年前）に増えたのではないかと想定さ

れているのです。おかげで、動物は身体をつくるのに必要なコラーゲンを合成できるようになり、また、ミトコンドリアでエネルギーを多く生み出せるようになり、一気に動物が増殖できたと考えられます。

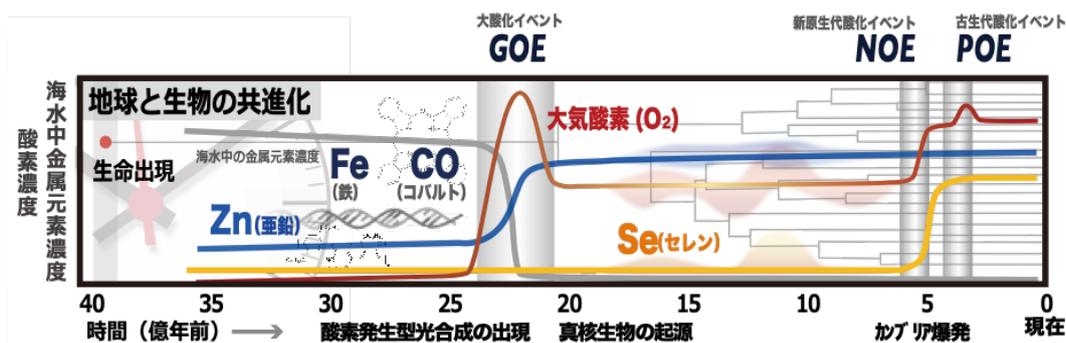
また、古生代に入ってから、石炭紀（約3.6億年前～3億年前）において、木質（森林）をつくる植物が進化したのですが、木質を分解できる微生物が存在せず、有機物の分解に酸素が消費されなくなったため、酸素が増加し大気中の酸素濃度が現在より高くなりました。その証拠として自然発生の山火事で生じた木炭が地質記録に多く残されています。ま

た、この時期に、おそらく酸素増加の影響で陸上の生物が巨大化し、翼幅が60cmを超えるトンボなどが進化したことが化石の調査で明らかになっています。

気候変動も生物の進化に影響を与えてきたのでしょうか。

遠藤 | もちろんです。たとえば、現在の地球は間氷期と呼ばれる氷河時代のなかでも穏やかな時期にあるとされていますが、恐竜がいた中生代（約2.5億年前～6600万年前）は今よりもはるかに温暖でした。が、それより前の古生代末は氷河時代でした。石炭紀に木質

【図1】 大気中酸素濃度の変遷と地球生命史



海洋生物の進化と現在の危機

が進化しましたが、その形成に使われた大気中の二酸化炭素が、分解によって大気中に戻されることがなかったため、結果的に大気中の二酸化炭素濃度が低下し、気温が低下したのです。その後、酸素を分解する微生物が進化し、ふたたび気候が温暖になったことは、その後の中生代における恐竜の繁栄と無関係ではなかったはずです。

そういった地球規模の気候や大気の変化は海洋にも影響をおよぼしたのでしょうか。

遠藤 | 気温の変化は海水温に影響しますし、大気中の酸素量が増えれば海洋中の酸素濃度が増えますし、二酸化炭素量が増えれば海洋の酸性化が進みます。また、そういった海水温や酸素・二酸化炭素の状況に応じて、海洋中の各種イオン（カルシウムなどのミネラル）の量も変化します。

たとえば、海嶺にある玄武岩は海水と反応して、マグネシウムを取り込み、カルシウムを海洋中に放出します。とくに白亜紀（約1.5億年前～6600万年前）はマントル・プルームやそれと連動したプレート運動の影響で

この反応が活発化、さらに火山活動が盛んになったために二酸化炭素が大気中に頻繁に放出され、海洋中で多くの炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）が生成されることになりました。とくに白亜紀は炭酸カルシウムのなかでも、ウニやホタテの殻を形成する「カルサイト」という鉱物ができやすい時期であり、カルサイトをつくる生物の進化を促しました。ドーバー海峡の白亜の崖はこの時期に形成されたココリスの化石で崖全体がつくられています。これは当時の海水の組成がカルサイトをつくるのに都合がよかったことの証拠とされています。ちなみに、現在の海洋はカルサイトと同じ炭酸カルシウムでありながらも結晶構造が異なる「アラゴナイト」が生成されやすい状況にあります。このアラゴナイトは真珠やサンゴ礁などを構成する鉱物で、現在はこれらのアラゴナイトをつくる生物が生育しやすい海洋環境にあります。

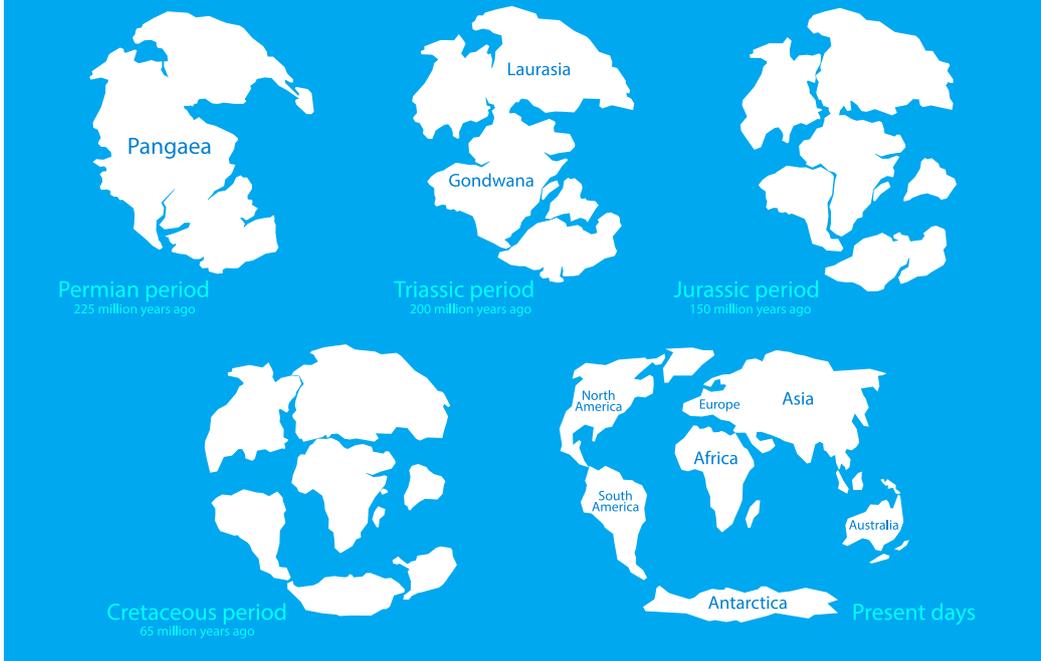
海の配置やエリアによって海洋生物の種類や多様性は異なるのでしょうか。

遠藤 | 古生代の後期、地球上にはパンゲアと



生物のつくる炭酸カルシウムの結晶多形

CONTINENTAL DRIFT



パンゲアにはじまる大陸形成の推移

いう巨大な大陸がありましたが、それが分裂して現在のアフリカやヨーロッパ、アメリカなどの大陸が形成されました。ちなみに、太平洋はパンゲアの外洋として昔から存在しましたが、大西洋はパンゲアの分裂にともなってきた海であり太平洋に比べて歴史が浅いため、生物の多様性が太平洋に比べて低いと考えられます。日本周辺においても太平洋と日本海とでは海の成り立ちが異なるため、生物の多様性は異なります。日本海は約2000万年前に成立した新しい海なので、太平洋に比べると生物の種類は少なくなっています。ただし、日本海は海水準の変動等にもない、周囲の海から完全に隔離されることもある閉鎖的な環境にあるため、日本海にしか生息しない生物も存在しますし、これからも多くの生物が独自の進化を遂げていく可能性が十分にあるでしょう。

先生の研究領域である腕足動物はどのような進化を遂げたのでしょうか。

遠藤 | 腕足動物に関しては、古生代の頃からそれほど形が変化していないものが多いといわれています。それだけに古生代から長期間にわたり変わらぬ形をつくるDNAを有しており、貴重な研究対象となっているのです。ただ、未記載のものも多く、依然として新種が見つかります。とくに深海は調査が行き届いていないので、これからの調査が期待されます。

「生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム」(IPBES) は「人間の活動によって約100万種の動植物が絶滅危機にさらされている」と発表していますが、そのあたりについてはどのような印象をお持ちでしょうか。

遠藤 | 短期間に全生物種の75%以上が姿を



オオシャミセンガイ(有明海:絶滅危惧1B)

消すこともあった「大量絶滅」は、5億年の間に5回発生しており、現代はその6回目に相当するともいわれています。その原因がすべて人類に起因するものとはいきませんが、その多くに人類が関与しているのは間違いありません。

腕足動物であるシャミセンガイも影響を受けているのでしょうか。

遠藤 | 経済発展による干潟の埋め立てや人口増加による水質悪化等があると、干潟にその多くの仲間が生息するシャミセンガイにとって厳しい環境になっていきます。シャミセンガイの他にも、浅海に生息する貝類の牡蠣やホタテ、アコヤガイが大量死した例なども観測されているので、海洋生物の動向にはさら

に注視していかなければなりません。

もちろん、その一方で環境が改善されたことで、海洋生物の多様性が回復したケースもあります。たとえば、日本周辺の海域においては1970年代には公害などの影響で多様性が著しく低下し、シャミセンガイもほとんど採取できなくなっていました。実際、高度経済成長期以前は東京大学の理学系研究科附属臨海実験所(三崎臨海実験所:神奈川県三浦市)の周辺で普通に採取できていたのですが、私が学生の頃にはすっかり希少なものになっていました。ですが、最近は海洋環境が改善されたことで、その実験所の周辺でも比較的簡単に採取できるようになってきました。ただ、注意しなければならないのは、ひと口にシャミセンガイといってもその仲間は何種類も存在しており、そのうちのいくつかは絶滅の危機に瀕していることです。事実、有明海に生息するオオシャミセンガイは絶滅危惧1類に指定されています。こういった状況を鑑み、最近では遺伝子の塩基配列を調べるDNAバーコーディングという手法を取り入れて、海洋生物の生息状況についてより詳細な調査を進めているところです。今後はシャミセンガイをはじめとした海洋生物の多様性の実態とその変動がより詳細に明らかになっていくでしょう。

INTERVIEWEE:

遠藤一佳 えんどう・かずよし

東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻
地球惑星環境学科 教授

1963年生まれ。東京大学理学部卒業後、連合王国(スコットランド)グラスゴー大学でPh.D.取得。筑波大学准教授を経て、現在、東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻教授。専門は分子古生物学。著書に『古生物の科学4 古生物の進化』(共著、朝倉書店)、共訳書に『進化の運命—孤独な宇宙の必然としての人間』(サイモン・コンウェイモリス、講談社)などがある。

