

milsil

ISSN 1882-5745 2018年1月発行 隔月6回発行 第11巻 第1号(通巻61号)

自然と科学の情報誌
[ミルシル]

No. 1
2018
Vol.11

特集

サンゴの 知られざる世界

新連載

DNAを知る

DNA、遺伝子、ゲノムの違いがわかりますか？

National Museum of Nature and Science

CONTENTS

「milsil(ミルシル)」について
「milsil(ミルシル)」の「mil(ミル)」は「見てみる」「聞いてみる」「やってみる」の「ミル」。そのような「ミル」から、新たな、そして豊かな「sil(シル=知る)」が得られるでしょう。この雑誌とともに、皆様が楽しい「ミルシル」体験をされることを願っています。

3 【特集】サンゴの知られざる世界

[全体監修] 並河 洋 (国立科学博物館動物研究部海生無脊椎動物研究グループ研究主幹)

3 「サンゴ」と名のつく動物たち

並河 洋 (国立科学博物館動物研究部海生無脊椎動物研究グループ研究主幹)

5 ミドリイシサンゴの進化の軌跡

服田 昌之 (お茶の水女子大学理学部生物学科教授)

8 生き物のすみかとしてのサンゴとサンゴ礁

—その保全の重要性—
大久保 奈弥 (東京経済大学経済学部生物学准教授)

11 宝石サンゴの世界

野中 正法 (沖縄美ら島財団総合研究センター統括)

15 海底に潜るイシサンゴ

千徳 明日香 (オーストラリア・クイーンズランド大学地球環境学部/日本学術振興会海外特別研究員)
徳田 悠希 (公立鳥取環境大学環境学部講師)

17 Focus 科学者の探究心にせまる

北米とアジアの恐竜の生態、進化を解き明かす

“野外で発掘”が研究の基本スタイル!

小林 快次 (北海道大学総合博物館准教授)

20 標本の世界

わが国のコケ植物研究の黎明期を語る笹岡久彦コレクション

樋口 正信 (国立科学博物館植物研究部長)

22 日本の国立公園 第4回

奄美群島国立公園 ～シマの文化が守り続ける固有種～

千葉 康人 (環境省奄美自然保護官事務所(奄美野生生物保護センター) 上席自然保護官) 取材協力
岩本 千鶴 (環境省奄美自然保護官事務所(奄美野生生物保護センター) 自然保護官) 取材協力

26 親子で遊ぼう! 科学冒険隊

#60 スマホで読み解く!? 雪の手紙

荒木 健太郎 (雲研究者/気象庁気象研究所予報研究部研究官) 監修

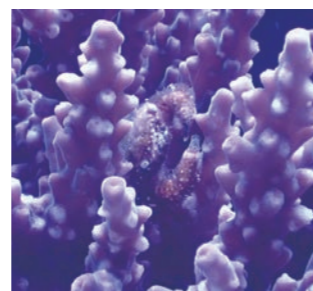
30 DNAを知る 第1回

DNA、遺伝子、ゲノムの違いがわかりますか?

32 NEWS & TOPICS

世界の科学ニュース & おもしろニュースを10分で

34 milsil カフェ / 編集後記 / 定期購読のお知らせ / 次号予告



サンゴのすき間にすむキモガニ
写真提供: 大久保 奈弥



表紙写真

小笠原諸島での潜水調査の折に撮影した写真です。暖かな海の太陽の光が届く水深には、このように枝状、塊状、テーブル状などさまざまな形をした造礁サンゴ(褐虫藻を共生させているサンゴ)が息づいています。
写真提供: 並河 洋

特集 サンゴの知られざる世界

[全体監修] 並河 洋 (国立科学博物館動物研究部海生無脊椎動物研究グループ研究主幹)

「サンゴ」と名のつく動物たち

クラゲやイソギンチャクのなかまには「サンゴ」と名のつく動物が含まれています。しかし、一口にサンゴといっても、見かけがまったく異なっていたり、見かけは似ていても異なるグループに属していたりと、サンゴと名のつく動物は多種多様です。



文・図版・写真
並河 洋 なみかわ ひろし
国立科学博物館動物研究部
海生無脊椎動物研究グループ研究主幹
1992年北海道大学大学院理学研究科博士課程
単位取得退学。博士(理学)。1992年より国立
科学博物館動物研究部研究員。主任研究員を経て、
2007年より現職。専門はヒドロ虫類の生物学。

クラゲやヒドラ、イソギンチャク、そして、サンゴのなかまは、刺胞動物とよばれます。ぷよぷよして水中を漂うクラゲと岩などにしっかりと固着する硬いサンゴとが同じなかまというのも不思議なものです。いずれも“刺胞”という毒液のカプセルをもつことなどで同じなかまの動物とされています。分類学上のくくりとしては、刺胞動物門です。刺胞動物門は、ヒドロ虫綱、箱虫綱、鉢虫綱、十文字クラゲ綱、そして、花虫綱の5綱に分けられています。このなかで、「サンゴ」と名のつく動物は花虫綱(イソギンチャクのなかま)にたくさん存在していますが、ヒドロ虫綱(ヒドラのなかま)にもみることが出来ます(図1)。

サンゴとは?と辞典で調べてみると、「骨格を形成する刺胞動物」と定義されています。サンゴ類は、骨格をつくることで、それを支えとして海底から立ち上がって多様な姿になっています(図2)。さらに、骨格といっても種類によってさまざまです。花虫綱の六放サンゴ亜綱に属するイシサンゴ類や八放サンゴ亜綱のアオサンゴ、クダサンゴ、そして、ヒドロ虫綱のアナサンゴモドキ類やサンゴモドキ類は石灰質の骨格をつくり、また、六放サンゴ亜綱のツノサンゴ類は角質の骨格をつくり、さらに、花虫綱の八放サンゴ亜綱に属するヤギ類と称される一群

には石灰質でできた骨格をもつサンゴ類(いわゆる宝石サンゴになる種類)のほかに、種類によって「骨片」とよばれる小さな石灰質の骨が互にくっつき合ったり、あるいは、角質のものが層状になって骨格をつくっているものもいます。なお、ヤギ類の骨格は「骨軸」と称されます。八放サンゴ亜綱には、さらに、体が軟らかく骨片が体にちりばめられた一般にソフトコーラルとよばれるウミトサカのなかまも存在しています。ヒドロ虫綱のサンゴモドキ類は、一見、八放サンゴ類の宝石サンゴ類に似ていますが、骨格にたくさんのすき間があるためにもろく磨いても宝石にならず、偽サンゴとよばれることがあります。なお、ツノサンゴ類の骨格は角質ながら硬くしっかりとしているため、磨いて宝石の黒珊瑚として扱われています。

サンゴ類の不思議な形

サンゴ類の多くは、動物であるのに樹木状や板状、塊状など不思議な形をしています(図2)。陸上の動物では考えられない姿です。どうしてこのような形をしているのかをサンゴ類の生活の様子から探ることとします(図3)。まず、刺胞動物には浮遊生活するクラゲと付着生活するポリプ(たとえば、イソ

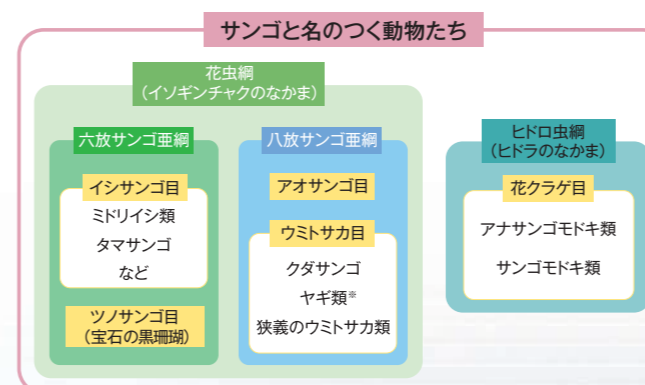


図1 サンゴと名のつく動物たちの分類
※ヤギ類は、現在の分類学では、広義でのウミトサカに含まれている。



図2 樹木状、板状、塊状など、さまざまな形をしたサンゴたち

ミドリイシサンゴの進化の軌跡



文・図版・写真
服田 昌之 はった まさゆき
 お茶の水女子大学理学部生物学教授
 1992年京都大学理学研究科生物物理学専攻
 博士後期課程修了。博士（理学）。国立遺伝学
 研究所助手、お茶の水女子大学助教授を経て、
 2016年より現職。1993年よりミドリイシ
 サンゴの進化と発生の研究を行っている。

環境変動を生き残った一つの系統から放散したミドリイシ属サンゴは、種分化と雑種化を繰り返す“網目状進化”をしています。本稿では、現在のサンゴ礁生態系の形成に重要な役割を果たしているミドリイシサンゴの、進化の軌跡を紹介します。

ろっぽう 六放サンゴ亜綱とイシサンゴ目の起原

ミドリイシ属を含め、現在のサンゴ礁をつくるサンゴの大多数はイシサンゴ目に属し、イソギンチャクとともに六放サンゴ亜綱に含まれます。イシサンゴとは石灰の骨をつくるイソギンチャクといってもよいくらいの生き物です。六放サンゴ亜綱がいつ出現したかは、骨をつくらぬ祖先種の化石が残りにくいことから明確にはわかっていませんが、化石記録や遺伝子の解析データを総合すると、古生代（約5億4100万～2億5200万年前）より以前にほかの刺胞動物とは系統が分かれていたようです。しかし古生代が終わるまでの間、六放サンゴのなかまは長らくマイナーな存在でした。古生代の地層からはサンゴの骨の化石が大量に見つかりますが、これらは四放サンゴや床板サンゴなどで、六放サンゴ亜綱とは異なる系統のようです。

ところが、浅い海に生息する動物の95%が絶滅したといわれる古生代ペルム期末期には、広大なサンゴ礁をつくっていた四放サンゴや床板サンゴも絶滅しました。その後、中生代（約2億5200万～6600万年前）に入っただけで、生き残った六放サンゴのなかからイシサンゴ目が出現し、急速に種類と生息数を増やし、新たなサンゴ礁をつくっていきました。中生代後半の白亜紀（約1億4500万～6600万年前）は、白

い石灰岩を指す白亜という名がつけられたように、大量の石灰岩が地層となりました。その石灰岩をつくったのは主に有孔虫という原生生物や円石藻という植物プランクトンでしたが、イシサンゴや貝などの動物たちも多く石灰岩を残しました。現在でもサンゴ礁やカキ礁などの石灰岩による地形がつくられています。

イシサンゴと褐虫藻の共生

動物が石灰の骨をつくるにはエネルギーが必要です。イシサンゴでは、体内に共生する褐虫藻という渦鞭毛藻の一種が光合成でつくった炭水化物に頼っています。渦鞭毛藻は中生代初頭に突如として出現しました。アメーバのような形の単細胞真核生物が、ほかの光合成をする単細胞藻類を飲み込んでまるで葉緑体のように細胞内に保持するようになったことで、新たな生き物が生じたのです。そして、この渦鞭毛藻のなかから動物の体内にすみ着くという変わり者の褐虫藻が出現し、イシサンゴの細胞内に入り込んで共生関係を結ぶという「事件」が起こり、その後のイシサンゴとサンゴ礁の繁栄につながりました。一方、古生代には褐虫藻がいなかったことから、四放サンゴや床板サンゴは骨をつくるエネルギーを何に頼っていたのか、骨やサンゴ礁ができる速度が遅かったのではないかといいことが謎として残っています。

ミドリイシ科とミドリイシ属の出現

現在のサンゴ礁では、ミドリイシ属が種類数でも生息数でも最も多く、サンゴ礁生態系における役割は重要です。ミドリイシ属のほかに4つの属がミドリイシ科にままとります（図1）¹。化石からの推定では、いまから約7000万年前にミドリイシ科が出現し、ミドリイシ属が約5400万年前に出現したと推定されています²。中生代と新生代の境界がいまからおおよそ6600万年前ですから、ミドリイシ科は中生代がまさに終わろうという時代に出現し、ミドリイシ属は新生代の始新世（約5600万～3400万年前）

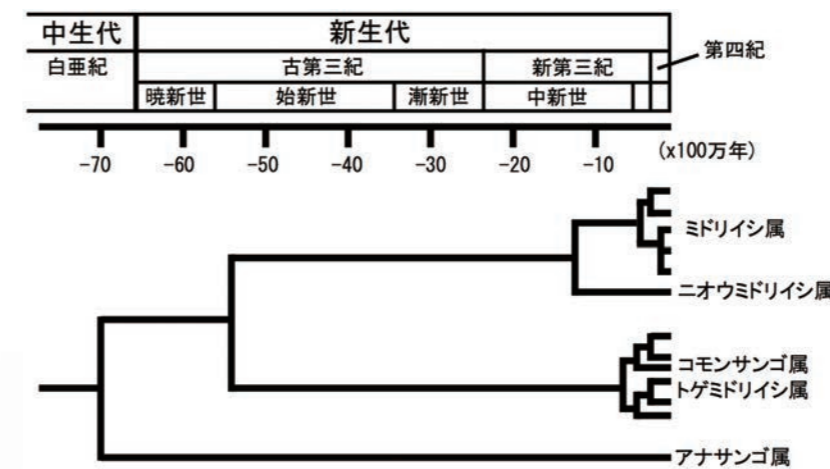


図1 化石とミトコンドリア遺伝子から推定したミドリイシ科の系統と分岐年代 (Fukami, H. et al. 2000¹ を元に作成) コモンサンゴ属とトゲミドリイシ属は遺伝的に区別できず、1属にまとめた方がよいと思われる。

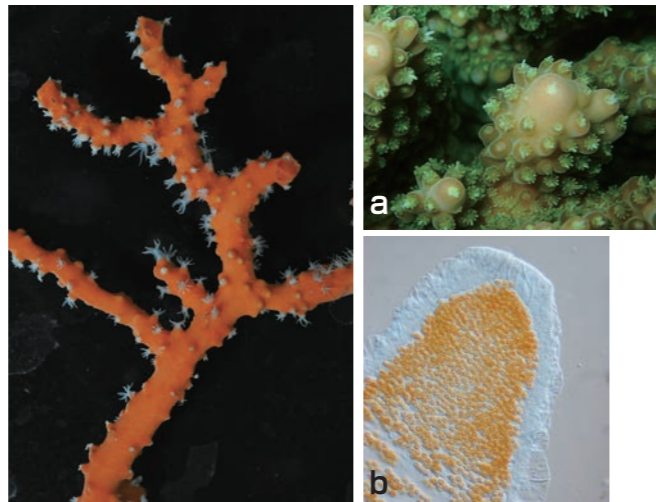


図4 ペニサンゴ（宝石サンゴの1種）の群体の一部とその触手の拡大 (a) とその触手に密着する球形の茶褐色のものが褐虫藻。

エネルギーを使って生活しているものが多く存在しています（図5）。これらのサンゴ類のなかには、刺胞を使って動物プランクトンを捕まえて食べることをやめて、すっかり褐虫藻に頼り切って生活しているサンゴ類もいます。褐虫藻が共生するサンゴ類、特にイシサンゴ類は、石灰質の骨格をつくる速度が速いために大きな群体を造り上げ、結果として大きな石灰質の層を残すこととなり、サンゴ礁（生物がつくった石灰質の骨格が集積してできた石灰岩の地形）の形成に大きくかかっています。一方、冷たい海や深海にもサンゴ類はすんでいます。これらのサンゴには褐虫藻は共生していません。しかし、最近の深海調査などにより、深海にも大きな群体のサンゴ類が集まって生息し、サンゴ礁を形成していることがわかってきました。これらの深海サンゴ類は、ゆっくりと長い年月をかけて成長してきたのかもしれませんが。一般的に暖かな浅い海にすみ褐虫藻を共生させているサンゴ類を「造礁サンゴ類」とよんでいます。このように深海でもサンゴ礁形成にかかわるサンゴ類がいることがわかってきたために、イシサンゴ類に関しては藻類が共生するかしなにかによって区別し、それぞれ「有藻性イシサンゴ類」、「非有藻性イシサンゴ類」とよばれることが多くなりました。

サンゴ類は海産動物にとってオアシス

群体性のサンゴ類には、多種多様な海産動物がすんでいます。樹状のサンゴ類ではカニ類などがその枝の間に隠れたり、塊状のサンゴ類では、ゴカイ類などがサンゴに穴を開けてすんだりしています。まるで陸上の樹木のように、そこには一つの生態系が成り立っています。サンゴ類が死んでしまうと、そこにすみ動物たちも生きていくことができません。海の生物の多様性を保つためにもサンゴ類を守っていかねばならないのです。

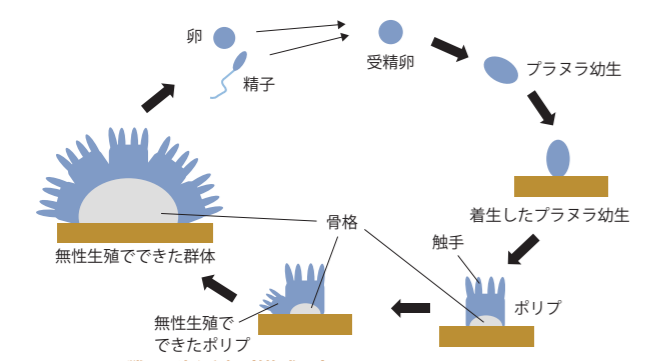


図3 サンゴ類の生活史（模式図）

ギンチャク) という2つの生活形があるとされていますが、刺胞動物の基本となる生活形はポリプです。クラゲは、ヒドロ虫綱の一部と箱虫綱、鉢虫綱にみられる生活形です。クラゲの多くは、繁殖時期に子孫を残すためにポリプから無性的につくられるもので、有性生殖するための器官といってもよいでしょう。なお、サンゴ類においては、ヒドロ虫綱のアナサンゴモドキ類がクラゲをつくりますが、それ以外にクラゲをつくるものはいません。サンゴ類は、一般的にポリプの体内でつくられた卵と精子を、幼生まで保育する場合を除いて、体外に放出します。卵は、海水中で受精し受精卵となってから発生が進み、やがてプラナラとよばれる幼生になります。プラナラ幼生は岩などにくっつくポリプに変態します。このようにしてできたポリプには無性的にポリプをつくるものが多く存在しています。この無性的に殖えたポリプ同士が離れることなくつながった状態で生活している姿を「群体」といいます。群体の場合、それぞれのポリプがえさを捕まえて食べるとともに、ポリプとポリプの間には栄養のやりとりがあったり、ポリプ間で役割分担があったりと、群体として一つの生命体となっています。不思議な形をしたサンゴたちは、群体です（図4）。これら群体性のサンゴ類は、それぞれに決まったやり方で骨格をつくりながらポリプを無性的に殖やしていき、それぞれのサンゴ独自の形をつくります。群体を構成するそれぞれのポリプの触手には刺胞が密集し、それを使って小さな動物プランクトンなどを捕まえて食べます。海の中にはプランクトンなどえさとなるものがたくさん漂っています。サンゴ類は、水流に乗ってやって来る小さなプランクトンなどを効率よく捕まえらるるよう、樹木などのような形をとってポリプの数を増やしたと考えられます。なお、サンゴ類には、群体をつくらずに、イソギンチャクのようにポリプ1個で生活している単体性のものもいます。深海には大きさが1cmしかない単体性のサンゴもいて、興味深い生活が垣間見られています（本特集 p.15～16 千徳・徳田の稿参照）。

体内に藻類がすみサンゴ、すまないサンゴ

暖かな浅い海にすみサンゴ類には、体内に褐虫藻という単細胞の藻類を共生させ、褐虫藻が光合成によって作り出す