

猛毒を持つ立方クラゲ ～その正体と不思議な生活史～

(公財) 黒潮生物研究所 戸篠 祥 (Toshino, Sho)

はじめに

毎年、夏になるとビーチは多くの海水浴客で賑わう。しかし海水浴を楽しむ人々をチクリと刺し、せっかくの思い出を台無しにしてしまう厄介者がいる。その犯人が立方クラゲである。“電気クラゲ”や“イラ”とも呼ばれるアンドンクラゲは益過ぎになると大量に現れ、海水浴場を閉鎖に追い込む。また、沖縄県では猛毒を持つ立方クラゲの1種ハブクラゲによる刺傷被害が年間200～400件発生しており、これまでに3件の死亡例が報告されるなど公衆衛生上の大問題となっている(岩永ら2006)。

このように毎年出現する立方クラゲだが、その生態や生活史はこれまで謎に包まれていた。そこで本稿では、最近の研究成果により明らかになった立方クラゲの正体やその一生についてご紹介したい。

立方クラゲのからだのつくり

立方クラゲはその名の通り立方体の傘を持ち、その四隅には触手が備わる(図1)。触手には強烈な刺胞毒があり、刺されると火のように痛むヒクラゲや人を死に至らしめる程の猛毒をもつハブクラゲが知られている。傘の縁近くには、6つの眼と網膜、1個の平衡石を備えた感覚器があり、物を立体視することができると言われている(図1)。触手の付け根には葉状体と呼ばれる船のオールのような構造があり、遊泳時の細かい方向転換に役立っている。また、傘の縁にはスカート状の擬縁膜があり、その中には体中に栄養を届けるための管が張り巡らされている。生殖巣は木の葉のような形をしており、顕微鏡で観察すると精巣には波模様、卵巣には多数の卵が見られる。

立方クラゲの分類

一般的にクラゲと呼ばれる生物は、毒針を持つ刺胞動物門と毒針を持たない有櫛動物門(クシクラゲ)に大別される。刺胞動物門に属するクラゲ類は立方クラゲ綱、鉢クラゲ綱、ヒドロクラゲ綱、十文字クラゲ綱の4綱である。立方クラゲは

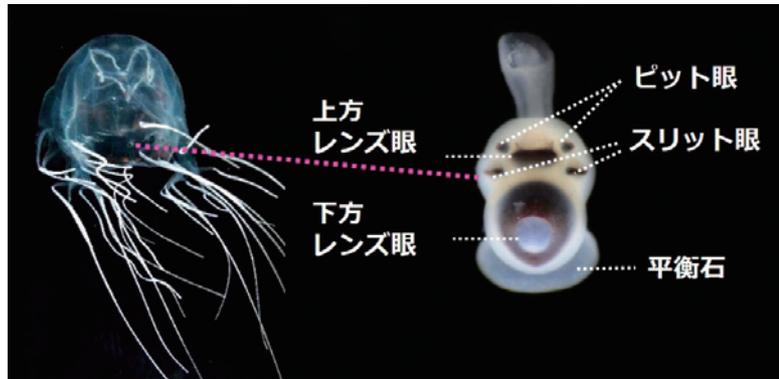


図1. ハブクラゲと感覚器

立方クラゲ綱(箱虫綱)に属するクラゲ類の呼称である。“ハコクラゲ”とも呼ばれる立方クラゲだが、ヒドロクラゲ綱の管クラゲ目にも“ハコクラゲ”の和名を持つ種が存在するので、混同しないよう注意したい。

立方クラゲ綱はアンドンクラゲ目とネッタイアンドンクラゲ目の2目から構成され、約50種が知られている(Bentlage et al. 2010)。立方クラゲの分類学的研究は2000年代から盛んに行われるようになり、新科や新属の設立、種の記載がなされ、分類体系が整頓されつつある。この分類再編に伴い、日本でもほとんどの種の学名が変更された(Straehler-Pohl & Toshino 2015)。日本では5種の立方クラゲが知られるのみであったが、最近の研究により新たに4種が追加された(表1)。

今のところ、ヒクラゲ、リュウセイクラゲの2種は日本固有種である。リュウセイクラゲは2015年に記載されたばかりのネッタイアンドンクラゲ目の新科新属新種である(Toshino et al. 2015a)。本種は一見するとアンドンクラゲに良く似ているのだが、馬蹄形の胃糸束や感覚器の覆いにフラップを持つことから区別できる。

立方クラゲ類の生態

立方クラゲは夜行性で昼間は海底近くをぼんやりと漂っていることが多い。夜になると活発になり、積極的に摂餌を行う。産卵を行うのも夜である。また、立方クラゲは正の走光性を持ち、光に集まってくる習性がある。

立方クラゲは梅雨が明けた初夏あたりから現れ始める。稚クラゲはカイアシ類

表1. 日本産立方クラゲ類の和名と学名

和名	学名
アンドンクラゲ	<i>Carybdea brevipedalia</i> Kishinouye, 1891
ワタツミクラゲ	<i>Carybdea xaymacana</i> Conant, 1897
ヒメアンドンクラゲ	<i>Copula sivickisi</i> (Stiasny, 1926)
ミツデリッポウクラゲ	<i>Tripedalia cystophora</i> Conant, 1897
ヒクラゲ	<i>Morbakka virulenta</i> (Kishinouye, 1910)
ハブクラゲ	<i>Chironex yamaguchi</i> Lewis & Bentlage, 2009
リュウセイクラゲ	<i>Meteorona kishinouyei</i> Toshino, Miyake & Shibata, 2015
フクロクジュクラゲ	<i>Alatina moseri</i> (Mayer, 1906)
コモレビクラゲ	<i>Alatina morandinii</i> (Straehler-Pohl & Jarms, 2011)

や甲殻類の幼生、稚魚などを食べて成長し、海水浴シーズンには最大サイズに達する。お盆過ぎに海水浴するとクラゲに刺されると言われるが、それは立方クラゲの盛期と重なるからである。傘の高さが20cm以上にもなる大型種の高クラゲはイワシやアジなどの魚類の他、イカや多毛類なども捕食することが知られている(岡田ら 2013)。このように高次捕食者である立方クラゲにも天敵がいる。それがカワハギやウマズラハギなどのハギ類やウミガメである。彼らは強力な歯でクラゲの傘をがぶりと食いちぎるようにして捕食する。

野外での立方クラゲの寿命は1年以内で稚クラゲは2~3か月で成熟して産卵し、その生涯を終える。産卵様式は、ほとんどの種では海中に精子や卵をばらまき体外受精であるが、体内受精を行う種もある。例えば、九州や南西諸島に生息するヒメアンドンクラゲはオスとメスがカップルを作り、交尾行動を行うことが知られる(Lewis *et al.* 2008)。まず、オスとメスは触手と触手を繋ぎ、固く結ばれる。そして、オスは体内から精子の詰まった精包を取り出し、触手を使ってメスの体内へ送り届ける。精包を受け取ったメスの卵巣内では受精が起こる。メスは受精後1~2日でゼラチン質の卵嚢を海藻や海草などへ産み落とす。卵嚢内には刺胞が充填されており、捕食者から卵を守る役割を果たすと考えられる(Toshino *et al.* 2014)。

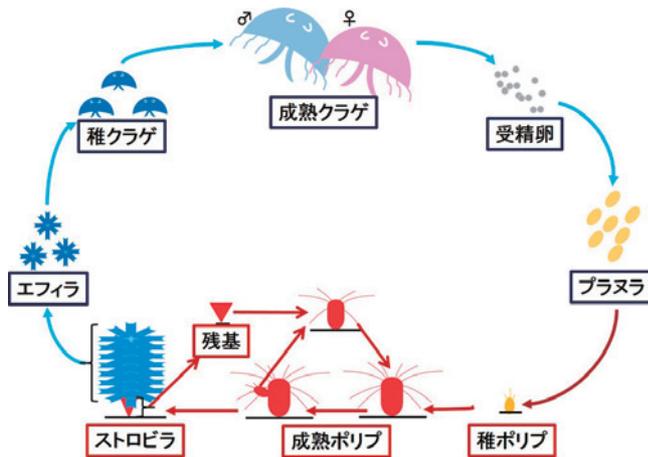


図2. ミズクラゲの生活史

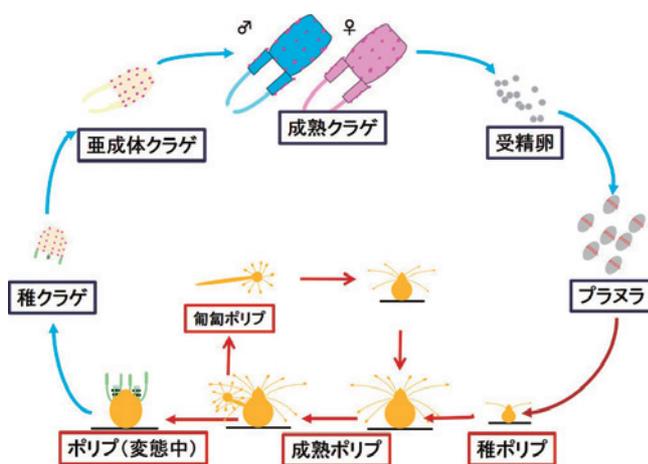


図3. 立方クラゲの生活史

立方クラゲの生活史

一般的なクラゲの生活史はミズクラゲに知られるように、底生生活し無性生殖するポリプと浮遊生活し有性生殖するクラゲの2つの世代を交番する(図2)。一方、立方クラゲについては、どこでどのように生まれて成長成熟し子孫を残すのかは長年の謎であった。その全生活史が解明されたのは1971年のことである(Werner *et al.* 1971)。小型種のミツデリッポウクラゲの全生活史が明らかにされた。受精卵から発達したプラナラは特徴的で、他の刺胞動物には見られないような複数の赤い眼点をからだの赤道面に備えていた。着定したプラナラは、小さな単立性のポリプへ発達した。ポリプの内部構造を見てみると、鉢クラゲのポリプのような放射相称の体のつくりを持たず、胃を仕切る隔膜や縦走筋肉系を全く欠いた。このようなポリプは鉢クラゲではなく、むしろヒドロクラゲのポリプに近い構造である。

また、ほとんどのクラゲはミズクラゲが行うストロビレーションのように、1つのポリプから複数のクラゲが生まれる。一方、立方クラゲ類のポリプはチョウウヤカブトムシのように、ポリプがそっくりそのまま1個体のクラゲへ完全変態する(図3)。このような変態様式は他のクラゲには知られておらず、立方クラゲ類特有である。この当時、立方クラゲは鉢クラゲ綱の1目である立方クラゲ目として扱われていた。しかしながら、立方クラゲのポリプは内部構造やクラゲへの変態様式が鉢クラゲ綱とは全く異なることから独立し、新たに立方クラゲ綱が設立された(Werner 1973)。

立方クラゲの系統関係

立方クラゲの系統関係を考察するには刺胞動物の進化を辿らなければならないだろう。刺胞動物門の祖先はプラナラのような形をしていたと言われており、そこからイソギンチャクやサンゴのような

クラゲを出さない花虫綱が出現した。そしてポリプとクラゲが合わさったような形態を示す十文字クラゲ綱が出現し、次にポリプとクラゲを世代交代する立方クラゲ綱、鉢クラゲ綱、ヒドロクラゲ綱が出現した(Collins *et al.* 2006)。この3綱のうち、多様な形態を示すポリプやクラゲを持つヒドロクラゲ綱は他とは独立したグループである。立方クラゲ綱と鉢クラゲ綱は上述したように、かつて同じグループであったが現在は互いに独立した綱である。両綱ではそれぞれのポリプが分化し、そこからクラゲが生じたとされている。すなわち、立方クラゲではポリプが単純化し完全変態を行うようになり、鉢クラゲではポリプは単純化せず、ストロビレーションを行うようになった(Toshino *et al.* 2015b)。

しかしながら、立方クラゲの「綱」としての階級を揺るがす発見がなされた。鉢クラゲのような生活史を送る立方クラゲが見つかったのである。それがヒクラゲ

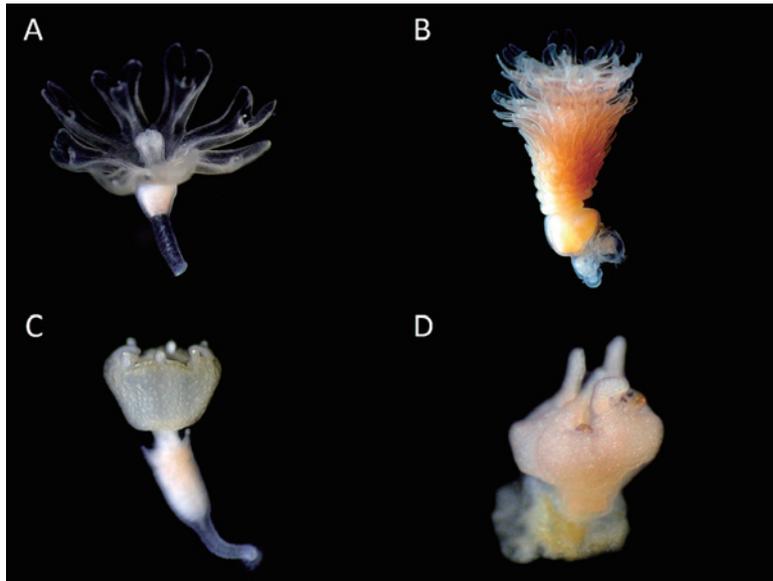


図4. ポリプからクラゲへの変態様式。(A) ストロビレーション(モノディスクタイプ); (B) ストロビレーション(ポリディスクタイプ); (C) ストロビレーション(ヒクラゲ); (D) 完全変態(立方クラゲ)。

である (Toshino *et al.* 2013)。ヒクラゲのプラヌラは立方クラゲ特有の眼点を欠き、ポリプは壺状ではなくチューリップ状で長い柄を持っていた。また、ポリプは他の立方クラゲに知られるような芋虫状の匍匐ポリプではなく、楕円形の遊泳ポリプを出芽した。さらに驚くべきことに、ポリプは上部がくびれてクラゲになり、ポリプの下部は残基として基質に残存した。つまり、ヒクラゲは鉢クラゲのストロビレーションまでやってのけたわけである。このヒクラゲと鉢クラゲの生活史の類似点は、立方クラゲと鉢クラゲが近縁であることを強く支持するものだと考えられる。

鉢クラゲのストロビレーションには大きく分けて、多数のクラゲを生み出すポリディスクタイプと1個体のクラゲのみを生み出すモノディスクタイプの2種類がある (図4A, B)。ヒクラゲはモノディスクタイプに相当する (図4C)。これまで鉢クラゲでは、「ポリ」から「モノ」が分化していったと考えられていたが (Collins *et al.* 2006)、実は「モノ」が先なのではないだろうか? その答えの鍵となるのが、ストロビレーションを行うヒクラゲである。立方クラゲと鉢クラゲは最も近縁でその共通祖先はすでにモノディスクタイプのストロビレーションを行っていた。そして立方クラゲではヒクラゲを除き、ストロビレーションではなく完全変態を行うように分化していったと推察する。

あとがき

立方クラゲは刺傷被害をもたらす厄介者の一方、その長い触手をたなびかせて泳ぐ姿は涼しげで実に美しい。水族館で見かける機会があれば足を止め、じっくりと観察してほしい。

謝辞

本研究を行うにあたり、北里大学海洋生命科学部の三宅裕志准教授、朝日田卓教授、林崎健一准教授、広島大学の大家攻教授、浦田慎博士、中口和光氏、山口修平氏、近藤裕介氏、岡田昇馬氏、平林丈嗣博士、加茂水族館の奥泉和也氏、新江ノ島水族館の足立文氏、なぎさ水族館の濱津芳弥氏、琉球大学の中野義勝氏、波利井佐紀准教授、沖縄県衛生環境研究所の戸田節子氏、安座間安仙氏、神谷大二郎氏、仲間幸俊氏、福地斉志氏、海遊館の村井貴史氏、九十九島水族館の秋山仁氏、いおワールドかごしま水族館の築地新光子氏、鴨川シーワールドの平塚達也氏、新潟市水族館マリニピア日本海の戸倉溪太氏には大変お世話になった。深く感謝申し上げます。なお、本研究の一部は、公益財団法人水産無脊椎動物研究所研究助成を受けて行われた。

引用文献

Bentlage B, Cartwright P, Yanagihara AA, Lewis C, Richards GS, Collins AG (2010) Evolution of box jellyfish (Cnidaria: Cubozoa), a group of highly toxic invertebrates. *Proc R Soc B* 277: 493-501.
Collins AG, Schuchert P, Marques AC, Jankowski

T, Medina M, Schierwater B (2006) Medusozoan Phylogeny and Character Evolution Clarified by New Large and Small Subunit rDNA Data and an Assessment of the Utility of Phylogenetic Mixture Models. *Syst Biol* 55 (1): 97-115.

岩永節子, 城間侂, 金本昭彦, 大場淳子, 勝連盛輝, 岡田敏 (2006) ハブクラゲ等海洋有毒生物の生態と防除に関する調査研究. 平成15~17年度亜熱帯地域の有害・有毒生物に関する調査研究報告書 (3年間のまとめ). 財団法人亜熱帯総合研究所, pp. 49-57.

Lewis C, Kubota S, Migotto AE, Collins AG (2008) Sexually dimorphic cubomedusa *Carybdea sivickisi* (Cnidaria: Cubozoa) in Seto, Wakayama, Japan. *Publ Seto Mar Biol Lab* 40: 1-8.

岡田昇馬, 近藤裕介, 大家攻, 中口和光, 山口修平, 浦田慎, 足立文, 戸篠祥, 三宅裕志 (2013) 瀬戸内海に産する大型立方クラゲ、ヒクラゲの夜間出現パターンと潮汐との関連及び魚類との種間関係. 2013年度日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 宮城.

Straehler-Pohl I, Toshino S (2015) *Carybdea morandinii*—New investigations on its life cycle reveal its true genus: *Carybdea morandinii* Straehler-Pohl & Jarms, 2011 becomes *Alatina morandinii* (Straehler-Pohl & Jarms, 2011). *Plankton Benthos Res* 10-4: 167-177.

Toshino S, Miyake H, Ohtsuka S, Okuizumi K, Adachi A, Hamatsu Y, Urata M, Nakaguchi K, Yamaguchi S (2013) Development and polyp formation of the giant box jellyfish *Morbakka virulenta* (Kishinouye, 1910) (Cnidaria: Cubozoa) collected from the Seto Inland Sea, western Japan. *Plankton Benthos Res* 8-1: 1-8.

Toshino S, Miyake H, Iwanaga S (2014) Development of the small box jellyfish *Copula sivickisi* (Stiasny, 1926) (Cnidaria: Cubozoa: Carybdeidae: Tripedaliidae) collected from the Ryukyu Archipelago, southern Japan. *Plankton Benthos Res* 9-1: 1-10.

Toshino S, Miyake H, Shibata H (2015a) *Meteorona kishinouyei*, a new family, genus and species (Cnidaria, Cubozoa, Chirodropida) from Japanese Waters. *Zookeys* 503: 1-21.

Toshino S, Miyake H, Ohtsuka S, Adachi A, Kondo Y, Okada S, Hirabayashi T, Hiratsuka T (2015b) Monodisc strobilation in Japanese giant box jellyfish *Morbakka virulenta* (Kishinouye, 1910): A strong implication of phylogenetic similarity between Cubozoa and Scyphozoa. *Evolution & Development* 17-4: 231-239.

Werner B (1973) New investigations on systematics and evolution of the class Scyphozoa and phylum Cnidaria. *Publ Seto Mar Biol Lab* 20: 233-241.

Werner B, Cutress CE, Studebaker JP (1971) Life cycle of *Tripedalia cystophora* Conant (Cubomedusae) *Nature* 232: 582-583.