

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25440222

研究課題名(和文) タマクラゲ属ヒドロ虫類の新宿主獲得による種分化についての系統進化学的研究

研究課題名(英文) Phylogenetic study of speciation by new host acquisition in the epizoic hydroid *Cytaeis* (Cnidaria, Hydrozoa)

研究代表者

並河 洋 (NAMIKAWA, Hiroshi)

独立行政法人国立科学博物館・動物研究部・研究主幹

研究者番号：40249909

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、主に腹足類を宿主とする日本産タマクラゲ属(*Cytaeis*)ヒドロ虫類について、形態学的・発生学的情報と分子情報に基づき種の実体を明らかにするとともに、分子系統樹を作成して宿主特異性の観点から属内の系統関係を解析した。その結果、既知種4種に未記載種4種を加えた8種を確認することができた。これらの種は、それぞれ相異なる特定の宿主動物の体上で生活しており、宿主特異性が高いことが明かとなった。このことから、本属の種は、異なる新宿主を獲得することを種分化の要因の一つとして、地球上に出現したと考えられた。

研究成果の概要(英文)：Morphological, life-historical, and molecular study was carried out in order to clarify the phylogenetic relationships in the epizoic hydroid *Cytaeis* and reveal the causes of speciation in this genus in term of host specificity. In this study, eight *Cytaeis* species (*C. imperialis*, *C. kakunumae*, *C. nuda*, *C. uchidae*, *C. sp. 1*, *C. sp. 2*, *C. sp. 3*, and *C. sp. 4*) living on the different host species, mainly gastropods, were collected from Japan. The acquisition of new different host species is regarded as one of causes of speciation in this genus, because these *Cytaeis* species are exclusively host specific hydroids living on the distinct hosts respectively.

研究分野：動物系統分類学

キーワード：ヒドロ虫 *Cytaeis* 宿主特異性 固着性動物 種分化

## 1. 研究開始当初の背景

生物の多様性を生み出す種分化のメカニズムを明らかにすることは、進化系統分類学上重要なテーマである。

水生生物には、海綿類やサンゴ類、ホヤ類などのように、何かに固着して生活する動物（固着動物）が多く存在している。このような固着動物には、岩石などの無機質なものを以外に、他の生物の体表を付着基盤として利用しているものがある。その中には特定の動物（以後、宿主とする）の体上にのみ生息するもの（宿主特異的な種）もある。これら宿主特異的な種は宿主の数だけ存在することとなり、結果として、宿主特異性が固着動物の多様性を高める要因のひとつになっていると考えられる。また、宿主特異的な種は、その宿主が地球上に出現することなしには出現し得ないことであり、宿主との関係を考慮して固着動物の多様化の実体解明をおこなうことは、種分化のメカニズムを明らかにするためのモデル研究として意義のあることと考えられる。

海産ヒドロ虫類であるタマクラゲ属(*Cytaeis*)の種は、ポリプ群体がそれぞれ相異なる特定の腹足類を宿主としていることが知られている（図1、矢印はポリプを示す）。このヒドロ虫類内の系統関係を明らかにし、更に、それを宿主特異性と関連付けることができれば、固着動物の種分化の実体解明に貢献するものと考え、本研究を着想した。

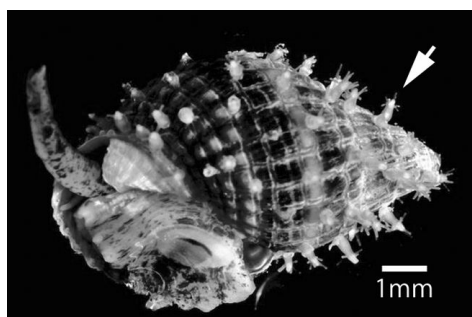


図1. ムシロガイ上の *Cytaeis uchidae*

## 2. 研究の目的

本研究は、主に腹足類の貝殻上で生活する日本産タマクラゲ属ヒドロ虫類について、形態学的・発生学的情報と分子情報に基づき系統関係を明らかにし、特異的な動物体上に固着生活するヒドロ虫類の種分化の実体解明に寄与することを目的とする。具体的には、日本産タマクラゲ属の種について形態学的・発生学的研究に基づく分類学的研究をすすめ、それをもとに同定された研究材料について分子系統解析を行い、この属内の系統関係を解明する。

## 3. 研究の方法

### (1) 研究材料の収集と維持

関東周辺を中心に本州各地からタマクラゲ属ヒドロ虫類の宿主として知られていた腹足類（主にムシロガイ科、フデガイ科、イトマキボラ科）をはじめ様々な海産生物を採集し、それらの体表上を実体顕微鏡下で観察し、ヒドロ虫類が棲息していた場合には研究室に持ち帰った。ヒドロ虫がクラゲを形成した段階でタマクラゲ属の種かどうか識別できるため、採集したヒドロ虫は、室内飼育により継続的に維持管理した。

### (2) 日本産タマクラゲ属ヒドロ虫類の形態学的・発生学的研究に基づく分類学的研究

日本産タマクラゲ属には1960年代に記載された既知種3種(*Cytaeis uchiae*, *C. nuda*, *C. imperialis*)が知られていた。最近の研究において、本属には2013年に記載された *Cytaeis kakinumae* を含めて、さらに複数種が存在することが示唆された。このことを背景に、本研究では、宿主動物との対応関係も考慮しつつ、本属の種の実体解明をすすめた。具体的には、クラゲ形成によりタマクラゲ属の種と判明したヒドロ虫については、さらに、遊出したクラゲの

形態学的情報に宿主の違いを付加して種の識別を行った。

### (3) 日本産タマクラゲ属ヒドロ虫類の分子系統解析

上記にて種の実体が明らかになったタマクラゲ属の種の遺伝子を解析し、得られた塩基配列を基に系統樹を作成して、本属のヒドロ虫類の種分化の実体解明をすすめた。具体的には、クラゲ等の形態的特徴をもとに同定した研究材料に対して、ユニバーサルプライマーを利用してミトコンドリア DNA の CO1 と 16SrDNA の塩基配列を決定し、それらをもとに分子系統解析を行った。

## 4. 研究成果

本研究において、形態学的情報、発生学的情報、分子情報に基づき、日本産タマクラゲ属として既知種 4 種に未記載種と思われる 4 種を加えた 8 種が確認された。それらのヒドロ虫類の宿主としては、従来知られていたムシロガイ類、フデガイ類、イトマキボラ科の種に加え、シロガサガイ科、トウガタガイ科、オニノツノガイ科に属する腹足類並びにヒメヤドカリ居住の巻貝であった。

既知種である *Cytaeis uchidae* は、従来ムシロガイ科のムシロガイやアラレガイ、アラムシロガイを宿主とするとされていたが、今回、ムシロガイのみに特異的に棲息していることが判明した。アラレガイについては、下記のとおり、*C. imperialis* の宿主であり、本属のヒドロ虫類については形態のみでは同定が困難であることが示されたと考えられる。原記載後報告のなかった *Cytaeis nuda* については、模式産地の相模湾では新たに標本を得ることができなかったが、日本海側の富山湾にて収集することができ

た。本種は、海綿類（キヌトメバリカイメン）で被覆されているナガニシやコナガニシの貝殻上にも棲息しており、腹足類に海綿類を加えた複雑な相互関係が本種の維持には必要であることが明らかとなった。*Cytaeis imperialis* は、原記載における宿主ハナムシロガイに加えて、アラレガイやキヌボラというムシロガイ科の腹足類にも棲息していることが判明した。さらに、本種では、遊離する時の水温によりクラゲの形態に差が生じることが判明した。このことは、ヒドロ虫類では新知見であり、最も重要な類別形質とされるクラゲの形態のみでは種の識別が困難であることを示し、ヒドロ虫類の分類学に一石を投じるものと考えられた。*Cytaeis kakinumae* は、フデガイ科のベニフデガイの貝殻上から発見され 2013 年に記載されたが、本研究においてムシロガイ科のキビムシロの貝殻上にも棲息していることが明らかとなった。*Cytaeis* sp. 1 はシロガサガイ科のサガミシロガサのみを、*Cytaeis* sp. 2 はトウガタガイ科のイトカゲギリ属の 1 種を、そして、*Cytaeis* sp. 3 はオニノツノガイ科のイゼキトゲニナをそれぞれ宿主としていた。*Cytaeis* sp. 4 は、ヤドカリ類のヒメヤドカリが居住する巻貝の貝殻上に特異的に棲息していた。本属のヒドロ虫類で腹足類以外の動物を宿主としているのは初めての発見である。なお、本属を含むタマクラゲ科に関しては、遊離後餌を食べて成長するクラゲをもつタマクラゲ属とそれをもたないナマコウミヒドラ属 (*Perarella*) に分類されていた。本研究の分子情報解析により、ナマコウミヒドラ類のなかで退化的なクラゲ（遊離直後に餌を食べることなく配偶子放出するクラゲ）をもつ *Cytaeis* sp. 4 もタマクラゲ属のクレードに含まれることが判明したため、タマクラゲ科の属レベルの再検討が必要であるという重要な系統分

類学的な知見を得ることができたと考えられる。以上のように、タマクラゲ属には、*C. uchidae* のように宿主と1対1の特異的な関係にあるものと *C. imperialis* や *C. kakinumae* のように1対多の関係にあるものが存在したが、それぞれの種が新宿主を獲得することにより種分化したことが示唆された。また、海綿なしでは生きることができない *C. nuda* やヒメヤドカリ居住の巻貝を宿主とする *C. sp. 4* の存在は、本属の種が、腹足類を先ず宿主として地球上に出現したが、その後2次的に他の動物も利用する種が平行的に出現したと考えられた。

ヒドロ虫類が宿主上で生活するためには、プラナラ幼生がその宿主に着生し、ポリプに変態ことが不可欠である。これまでに、ウミヒドラ科(Hydractiniidae)の一部のヒドロ虫類において、特定種のバクテリアの存在が、プラナラ幼生の着生・変態に必要であるということが知られている。本属においても、それぞれの種が宿主とする動物体上に繁殖する特定のバクテリアによってプラナラ幼生の着生・変態が誘導されているのではないかと推定される。今後は、ヒドロ虫と宿主上のバクテリアとの関係性も明らかにし、タマクラゲ属における種分化の要因の解明をさらに進めたいと考えている。

## 5. 主な発表論文等

[ 雑誌論文 ] (計1件)

Namikawa, H., 2014. *Cytaeis nuda* Rees, 1962 (Cnidaria: Hydrozoa) from Toyama Bay, Japan. National Museum of Nature and Science Monographs, (44): 23–27. 査読無

[ 学会発表 ] (計5件)

並河洋・亀田勇一、日本産タマクラゲ属ヒドロ虫類の分類学的検討 .日本動物分類学会第51回大会, 2015

年6月13日, 広島大学(広島県・東広島市).

並河洋, 相模湾動物相調査史の新たな1ページを開く JAMBIO 沿岸生物合同調査 .日本動物学会第86回大会シンポジウム「海産無脊椎動物 生命情報の宝の山 III - JAMBIO 沿岸生物合同調査特集」, 2015年9月18日, 朱鷺メッセ(新潟県・新潟市).

遠藤一樹・亀田勇一・出口竜作・並河洋, タマクラゲ属における分子系統解析と緑色蛍光発色パターン. 日本動物学会第85回大会, 2014年9月11日, 東北大学(宮城県・仙台市).

並河洋・石森彩希・出口竜作 他4名, 館山湾から「保坂丸ドレッジ」で採集されたタマクラゲ科ヒドロ虫類. 日本動物分類学会第49回大会, 2013年6月8日, 宮城教育大学(宮城県・仙台市).

並河洋・出口竜作, 日本産タマクラゲ属のヒドロ虫類における蛍光発色パターンの類別形質としての有用性. 日本動物学会第84回大会, 2013年9月26日, 岡山大学(岡山県・岡山市).

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

並河洋 (NAMIKAWA, Hiroshi)

国立科学博物館・動物研究部・研究主幹

研究者番号: 40249909

(2) 連携研究者

佐々木猛智 (SASAKI, Takenori)

東京大学・総合研究博物館・准教授

研究者番号: 70313195

出口 竜作 (DEGUCHI, Ryusaku)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号: 90302257