

伊豆沼・内沼水域に生息する淡水カイメンについて

船山典子^{1*}・益田芳樹²・毛利蔵人¹

¹京都大学大学院理学研究科生物科学専攻生物物理学教室分子発生学講座
〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 TEL 075-753-4200 FAX 075-753-4203
e-mail funayama@mdb.biophys.kyoto-u.ac.jp
²川崎医科大学医学部生物学教室 〒701-0192 岡山県倉敷市松島 577
e-mail masuda@med.kawasaki-m.ac.jp
* 責任著者

キーワード: 骨片 淡水カイメン ヌマカイメン ヨワカイメン ミュラーカイメン

2009 年 1 月 29 日受付 2009 年 2 月 8 日受理

要旨 伊豆沼・内沼水域の岸近く 5 カ所で淡水カイメンを採集し, その骨片の形状から種を同定した. カワカイメン *Ephydatia fluviatilis* の生息の有無を調べることが当初の目的であったため, 各地点で生息している全ての淡水カイメンの種類を調べたという調査ではないが, ヨワカイメン, ミュラーカイメン, ヌマカイメンの3種類の淡水カイメンの生息を確認できたので報告する. 伊豆沼・内沼からの淡水カイメンの報告は 75 年ぶりであり, ヨワカイメンはこれまで記録がなかった種である.

はじめに

カイメンは進化的に最も古い多細胞動物で, 約 6 億年前に出現し進化してきたと考えられている, 非常に多数の種を含む動物門である. カイメンは海に生息する種, 淡水に生息する種があり, どちらも水を濾過して微生物や微小な有機物などを栄養としている. 体の中に網目状に広がる水管* (溝系) の側面に, 襟細胞室という, 1本の鞭毛を持った細胞 (襟細胞) が内向きに並んだ袋状の構造が非常に多数あり, この襟細胞が鞭毛を動かすことで体外から体の表面に数多くある小孔を通り水管へと水流を生じさせ, 主に襟細胞が水流に乗ってきた微小物を取り込む (Funayama et al. 2005a). カイメンは栄養物であるかないかに関わらず, ある程度小さいものであればいったん取り込む性質を持っている. 異物である場合は

* 水管 (溝系) の形態は種によって様々である. ここではカワカイメンを含む多くのカイメンが持つ網目状の構造を代表として説明した.

襟細胞が吐き出し、それらが襟細胞から分泌される粘液と絡まってまとまり、比較的大きな粒子となって、水管を通じて最終的に大孔より体外に放出される。この一連の過程で大きめの粒子となった異物は水中で沈殿するため、ろ過摂食者であるカイメンは水質の浄化にも関与していると考えられている (Tokyo Cinema Co. Ltd 1996)。

日本産の淡水カイメンは、現在までのところ、11 属 25 種の記録があるが、その内日本全国に分布している種は、ヨワカイメン *Eunapius fragilis*, ミュラーカイメン *Ephydatia muelleri*, カワカイメン *Ephydatia fluviatilis*, カワムラカイメン *Heteromeyenia stepanowii* である。また、マツモトカイメン *Heterorotula multidentata*, ミマサカジーカイメン *Trochospongilla pennsylvanica* という、外来種ではないかと考えられる種の分布が最近広がっている (益田・佐藤 1993, 益田 2006)。

宮城県内の淡水カイメンの記録としては、古くは柳井津 (飯島魁 1899[#], 川村 1916) があり、また、東京大学の佐々木信男博士が 1925~1940 年の間に精力的に調査され、この期間内にヌマカイメン 15 カ所、ヨワカイメン 13 カ所、アナンデルカイメン 7 カ所、センダイカイメン *Radiospongilla sendai* 6 カ所、フンカコウカイメン *Radiospongilla crateriformis* 2 カ所、ミュラーカイメン 30 カ所、カワムラカイメン 5 カ所の記録がある (なお、この期間内にも地名が変わっていること、古い記録であるため、現在の地名との照合ができていないこと、記載の詳しさにバラツキがあることなどから、同じ採集場所を複数に数えている可能性がある)。これらの佐々木信男博士の採集した標本は東北大学に所蔵されている。

今回私達は、研究対象であるカワカイメン *Ephydatia fluviatilis* が伊豆沼に生息しているかを調査する目的で、伊豆沼・内沼水域での淡水カイメンのサンプリングと、骨片標本作製による種の同定を試みた。伊豆沼・内沼は面積約 3.9 km² の仙台平野北部 (38° 43' N, 141° 07' E) に位置する淡水湖沼である。また、自然堤防によって形成され、最大水深 1.6m の浅い水域であるとされている。伊豆沼水域での淡水カイメンの記録は 1934 年の佐々木信男博士によるものがあり (Sasaki 1936), ミュラーカイメンとヌマカイメンが得られている (表 1)。しかしそれ以来の記録は見つかっておらず、今回の調査は約 75 年ぶりであると考えられる。

表 1. 伊豆沼水域での淡水カイメンの記録 (Sasaki 1936)

東北大学所蔵淡水海綿標本 29			
標本番号	種名		
(23-2)	ミュラーカイメン <i>Ephydatia muelleri</i>	宮城県登米市迫町新田	Dec.7.1934
(37-1)	ヌマカイメン <i>Spongilla lacustris</i>	宮城県登米市迫町新田	Dec.7.1934
(41-18)	ミュラーカイメン <i>Ephydatia muelleri</i>	宮城県登米市迫町新田	Dec.7.1934

方法

サンプリング地点

淡水カイメンは、川または湖の底石の側面、または下面、アシの根元、水中の杭・ある程度古い橋柱・ある程度古い護岸のコンクリート壁面・船着き場の水中につるしてある古タイヤ等、多岐にわたる場所に

[#]川村 1916 に引用がある。古い論文のため、元の論文を探し当てるが出来なかった。

固着して生息している。これまでの調査から、特に古タイヤは固着しやすいためか、生息場所として好まれる傾向にある印象を持っていたため、栈橋の橋柱、つるしてあるタイヤ、荒川流入部の水路や沼の護岸を中心に調査した。得られた淡水カイメン個体は、京都大学に持ち帰り、実体顕微鏡下で芽球の有無及び形状を観察した。芽球が含まれているサンプルの内、代表的なものを選び、骨片標本を作成した。

骨片標本作製および種の同定

芽球を含むカイメン組織の一部をスライドガラスの一端に置き、濃硝酸を数滴たらした。アルコールランプで下から熱し、有機物(タンパク質性組織)は濃硝酸により分解、洗浄して骨片のみにした。乾燥冷却後、封入し、顕微鏡下で観察した。骨片による種の同定は、淡水カイメンの分類を長く行なっている益田が行なった。

サンプリング地点

今回は以下の 5 つの地点(図 1)で、淡水カイメンのサンプリングを行なった。即ち、1 伊豆沼北岸の栈橋、2 荒川流入部、3 内沼栈橋、4 三工区堤防、5 二工区堤防。

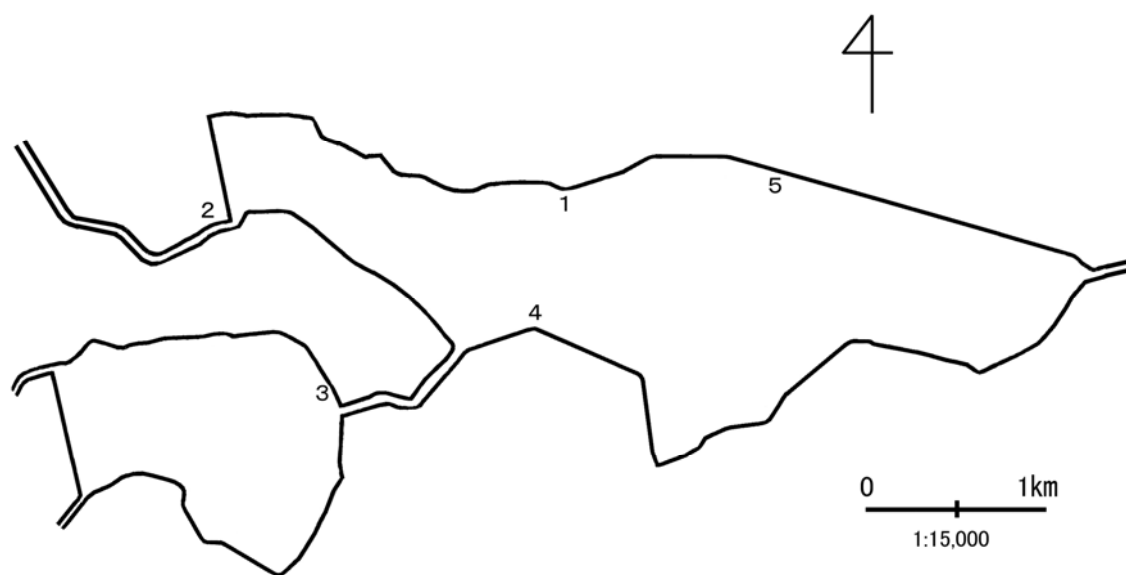


図 1. 淡水カイメンの調査ポイント

結果と考察

地点 1, 3 の栈橋では、栈橋につるしてある古タイヤに淡水カイメンが生息していた。地点 4, 5 では、主に沼の浅い部分の石の側面または裏に淡水カイメンが生息していた。地点2の荒川流入部の護岸には、全く淡水カイメンの生息が観察出来なかった。

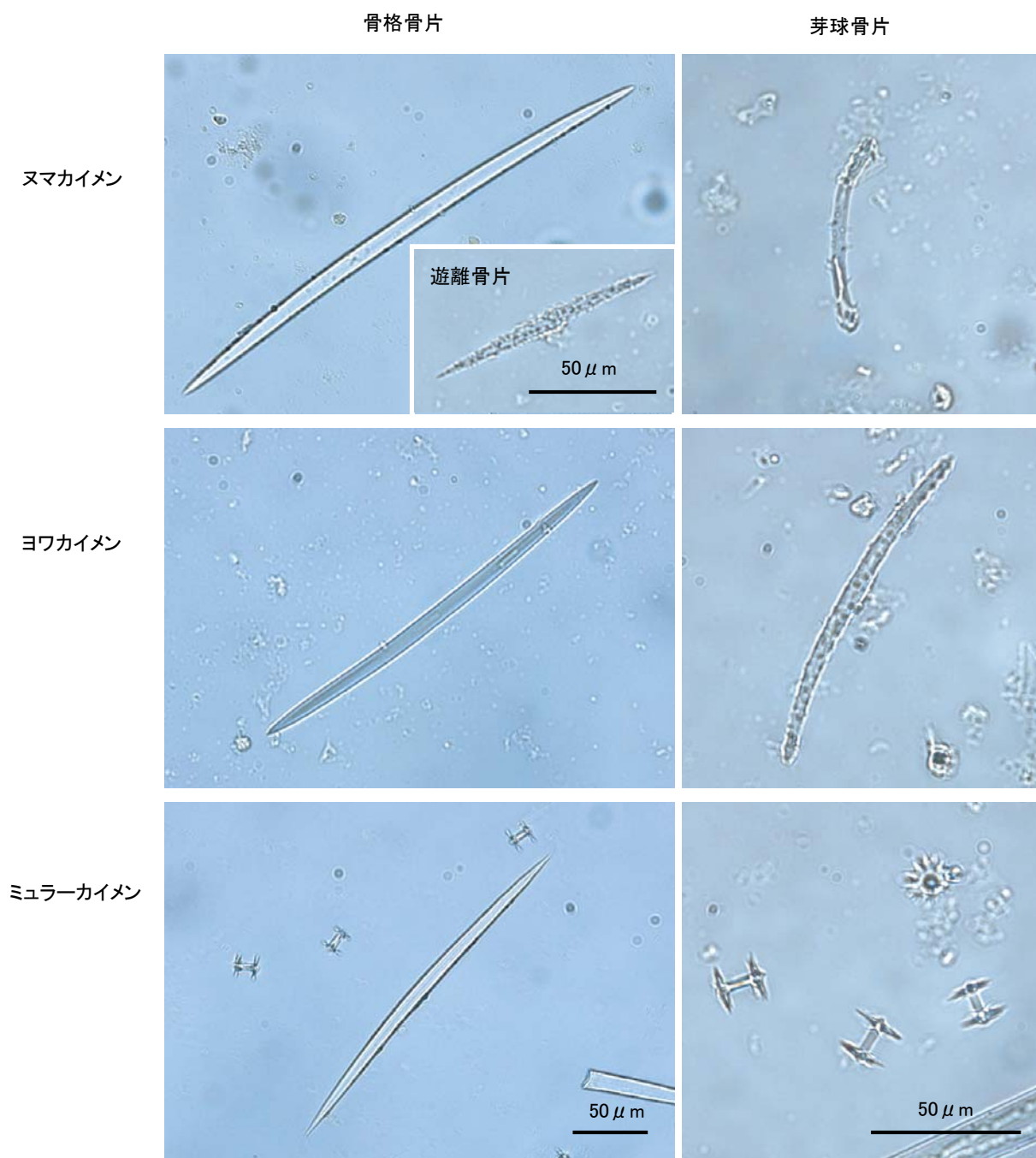


図 2. 伊豆沼・内沼から得られた淡水カイメン各種の骨片

淡水カイメンの分類はおもに形態学的な分類形質により行なわれてきている。カイメンの形、色、堅さなどは、水の流速など生息場所の条件、共生藻、季節などにより変化するため、種の同定には補助的にしか用いることが出来ない。従って分類形質としては骨片(殆どの種で、ケイ酸(SiO_2) $_n$ が主成分)の形が最も多く用いられている。骨片は ケイ酸を沈着させる酵素などから成る繊維(axial filament)の周りに主にケイ酸が沈着することで形成される(Funayama et al. 2005b, Mohri et al. 2008)。他には芽球(無性生殖のため形成される、コラーゲンの殻の中に幹細胞が多数つまっている球状体)の形態、芽球

口の構造なども用いられる。骨片には、体を支える為の「骨格骨片」、種によってみられる骨格から遊離して存在する「遊離小骨片」、芽球殻の強度を増すために殻に埋まっている「芽球骨片」がある。淡水性カイメンの種の中には、骨格骨片が非常に類似している種が多い為、芽球骨片の情報なしには種の同定が不可能なものもあり、今回は芽球を持つカイメンについて、骨片標本作製を行ない、種を同定した。

ヌマカイメン *Spongilla lacustris*

ヌマカイメンの芽球は芽球の殻が薄いタイプと厚いタイプがある。芽球の大きさが不揃いであることも特徴である。骨格骨片はやや湾曲した両針体で長さは 200～350 μ m、直径 6～8 μ m である(以下、骨片の長さについては、「びわ湖の底生動物 III」に記述されているものを引用している(滋賀県琵琶湖研究所 1993))。遊離小骨片は湾曲した両針体で中央が太く両端に向かい次第に細くなり両端は鋭く尖る。長さは 50～90 μ m、直径 2～6 μ m で小さな棘で覆われている。芽球骨片はやや湾曲した棒状体で鉤型の棘を両端寄りに多く持ち、長さは 50～90 μ m、直径 3～5 μ m である。

ヨワカイメン *Eunapius fragilis*

ヨワカイメンの骨格骨片はやや湾曲した両針体(両端が尖っている)で、琵琶湖産のものでは 170～230 μ m、直径 6～11 μ m(以下、骨片のサイズについては、全て琵琶湖産のもの報告を述べる(滋賀県琵琶湖研究所 1993, 益田・佐藤 1994))。遊離骨片はない。芽球骨片は先端が丸いか、または尖った有棘の中央がやや太い棒状で、琵琶湖産のものでは、長さ 75～145 μ m、直径 5～15 μ m である。ヨワカイメンの芽球は複数の芽球の殻が融合していることが知られている。

ミューラーカイメン *Ephydatia muelleri*

ミューラーカイメンの骨格骨片は真直かやや湾曲した両針体で両端は鋭く尖る。両先端を除いて全面に尖った小棘があり、長さは 200～350 μ m、直径 9～20 μ m である。遊離骨片はない。芽球骨片は深い切れ込みのある車輪状の盤を両端に持ち、盤の直径は 20～25 μ m、軸の長さは 12～20 μ m と、盤より軸の長さが短い。

表 2. 伊豆沼・内沼の各調査地点における淡水カイメンの調査結果

	ヌマカイメン	ミューラーカイメン	ヨワカイメン
1 伊豆沼北岸の棧橋	○	○	○
2 荒川流入部	ND	ND	ND
3 内沼棧橋	○	○	○*
4 三工区堤防	○	○	○
5 二工区堤防	ND	ND	○

*調査地点 3 では、ヨワカイメンに加えて、ヨワカイメン属で種の同定が出来なかったサンプルが1つあった。ND: 採集した中にはこの種は見つからなかった。

表 2 に各調査地点で生息が確認された淡水カイメンの種類をまとめた。本調査では全国に分布していることが知られている4種のうち、ヨワカイメン、ミユラーカイメン、加えてヌマカイメンが、調査地点 1, 3, 4, の 3 カ所に生息していた。調査地点 5 ではヨワカイメンしか同定出来ていないが、ヌマカイメンは形態的に容易に見分けられる場合が多いため、採集しなかった可能性がある。また、芽球を形成していなかった個体が各調査地点で複数得られており、今回同定した以外の種の淡水カイメンも生息している可能性は残っている。

謝辞

この調査に全面的に協力、計画して下さい、東北大学の田村宏治教授、山形大学の横山潤准教授に深く感謝いたします。また、調査に参加協力くださいました宮城県伊豆沼・内沼環境保財団の進東健太郎さん、藤本泰文博士、東北大学の菊池永祐教授、菊池研究室の安野翔さん、田村研究室の野呂美幸さん、若狭甫さん、横山研究室の佐藤崇之さん、成田貴之さんに心から感謝いたします。

引用文献

- Funayama, N., Nakatsukasa, M., Hayashi, T. & Agata, K. 2005a. Isolation of the choanocyte in the fresh water sponge, *Ephydatia fluviatilis* and its lineage marker, *Ef annexin*. Dev. Growth Differ. 47: 243-253.
- Funayama, N., Nakatsukasa, M., Kuraku, S., Takechi, K., Dohi, M., Iwabe, N., Miyata, T. & Agata, K. 2005b. Isolation of Ef silicatein and Ef lectin as molecular markers for sclerocytes and cells involved in innate immunity in the fresh water sponge, *Ephydatia fluviatilis*. Zool. Sci. 22: 1113-1122.
- 川村多實二. 1916. 日本産淡水海綿検索表及び産地. The Zool. Soc. Jap. 329: 100-101.
- 益田芳樹. 2006. 日本産淡水カイメンの概説及び日本産の種について. タクサ 20: 15-20.
- 益田芳樹・佐藤國康. 1993. 淡水海綿の話—その4—. 兵庫陸水生物 43: 45-51.
- 益田芳樹・佐藤國康. 1994. 淡水海綿の話—その5—. 兵庫陸水生物 45: 59-66.
- Mohri, K., Nakatsukasa, M., Masuda, Y., Agata, K. & Funayama, N. 2008. Toward understanding the morphogenesis of siliceous spicules in freshwater sponge: Differential mRNA expression of spicule-type-specific silicatein genes in *Ephydatia fluviatilis*. Dev. Dyn. 237: 3024-3039.
- Sasaki, N. 1936. The Fresh-Water Sponges obtained in Northwest Honshu Japan. Saito Ho-on Kai Mus. Res. Bull. 9: 1-30.
- 滋賀県琵琶湖研究所. 1993. びわ湖の低生動物—水辺の生きものたち— III カイメン動物, 扁形動物, 触手動物, 環形動物, 甲殻類篇.
- Tokyo Cinema Co. Ltd. 1996. 淡水海綿—多細胞動物の始まりを生きる—Life of the freshwater

sponge (DVD). <http://tokyocinema.net/sponge.htm>.

Izunuma-Uchinuma Wetland Researches 3: 41-47, 2009

Freshwater sponges in Lake Izunuma-Uchinuma

Noriko Funayama^{1*}, Yoshiki Masuda² & Kurato Mohri¹

¹ Department of Biophysics, Graduate School of Science, Kyoto University
Kitashirakawa-Oiwake, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, Japan
TEL +81-81-75-753-3649 FAX +81-75-753-4203
e-mail funayama@mdb.biophys.kyoto-u.ac.jp

² Department of Biology, Faculty of Medicine, Kawasaki Medical School
Matsushima 577, Kurashiki, Okayama 701-0192, Japan
e-mail masuda@med.kawasaki-m.ac.jp

* Corresponding author

Abstract Freshwater sponges were collected from five sites in the water near the edge of the Lake Izunuma-Uchinuma and were identified based on the morphology of spicules. Although this investigation was carried out to make a search for *Ephydatia fluviatilis* and not a comprehensive survey of sponge species, we found three species of freshwater sponges: *Eunapius fragilis*, *Ephydatia muelleri*, and *Spongilla lacustris*. This report made the first record of sponges from Lake Izunuma and Uchinuma since about 75 years ago and *Eunapius fragilis* was newly recorded from these lakes.

Keywords: *Ephydatia muelleri*, *Eunapius fragilis*, *Spongilla lacustris*, freshwater sponge, spicule

Received: January 29, 2009 / Accepted: February 8, 2009