



びわはく

A Journal exploring new Lake Biwa studies



特集 琵琶湖の珪藻

CONTENTS

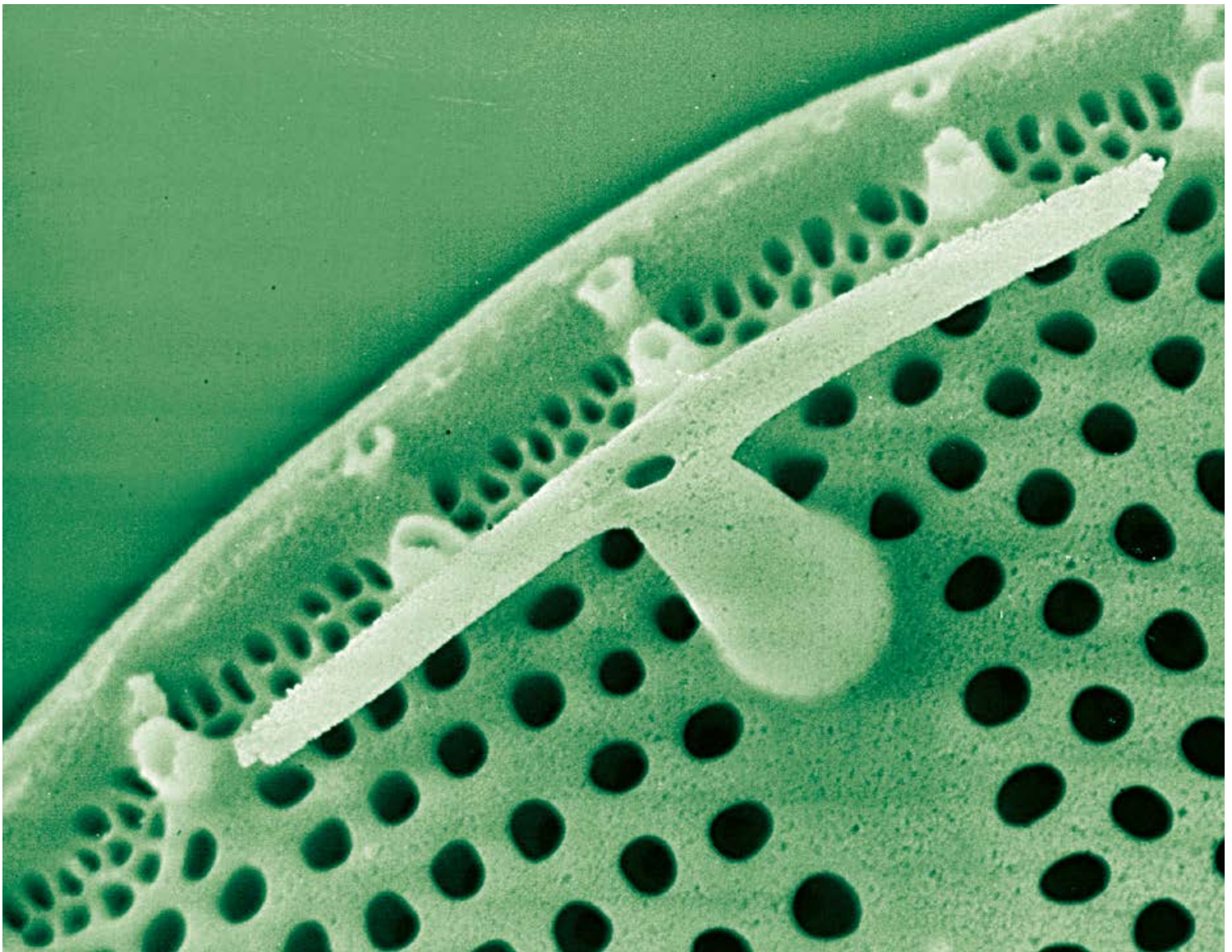
- P.1 《研究最前線》…………… 琵琶湖の固有種 スズキケイソウの進化の謎に迫る
- P.5 《トピック》…………… はしかけさんが琵琶湖から見つけた珪藻が新種記載されるまで
- P.7 《とっておきの収蔵資料》… 微小生物データベースのお披露目
《私たちとびわ博》……… 珪藻で過去の環境を探る
- P.8 《はしかけ探訪》…………… たんさいぼうの会
《企画展示予告》…………… (仮) ビワマス：海を忘れたサケ - その進化の謎に迫る -
- P.9 《フィールドレポーター調査報告》… オオミノガは滋賀県でも絶滅の危機なのか？
- 裏表紙 《展示室から》…………… ディスカバリールームで見つけてみよう！

第2号

2018 December

Biwahaku

Vol. 2



▲これは何？(正解はウラ表紙に)

びわこ こゆうしゅ
琵琶湖の固有種

なぞ せま
スズキケイソウの進化の謎に迫る

辻 彰洋・大塚 泰介

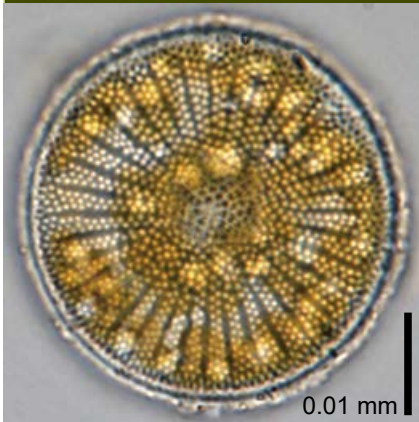


図1 スズキケイソウの生体

スズキケイソウは、円盤状の形をした黄色い単細胞の植物プランクトンで珪藻のなかまです(図1)。大きさは、直径が0.01～0.04 mm、肉眼ではほとんど見えません。この小さなスズキケイソウの秘密を、過去も現在も多くの研究者が追いかけています。スズキケイソウのどこが、それほど面白いのでしょうか？

二度発見されたスズキケイソウ

スズキケイソウは、二度発見されました。最初の発見は明治時代までさかのぼります。滋賀県水産試験場が、魚類の餌資源として琵琶湖のプランクトン調査を行い、その成果を明治44年(1911年)に「琵琶湖水産調査報告 第壹巻」として出版しました。その中で「コスシノディスカス」(*Cossinodiscus*)として報告されたもの(図2)が、スズキケイソウの最初の報告です¹⁾。コスシノディスカスは、恐らくコスキノディスクス(*Coscinodiscus*)を間違えて記したものだと思われる。しかしコスキノディスクスは海のプランクトンで、琵琶湖のような淡水の湖には出現しません。

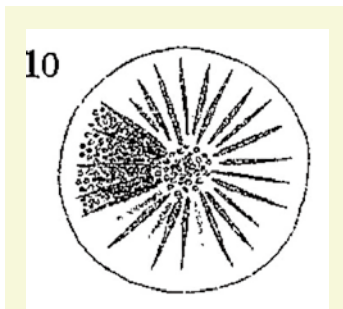


図2 明治44年に報告された“スズキケイソウ”

時代は下って1936年、満州のハルビンで珪藻の分類研究をしていた亡命ロシア人のスクボルチョフ(B.W. Skvortzow)氏は、京都帝国大学の川村多実二氏から送られた琵琶湖の底泥に含まれていたスズキケイソウを観察し、大形のものをステファノディスクス・カルコネンシス(*Stephanodiscus carconensis*)、小型のものを同変種プシラ(*S. c. var. pusilla*)と同定しました²⁾。

この種はアメリカ西海岸から珪藻化石としてのみ見つかったもので、現在では琵琶湖だけに生き残って

いる遺存固有種ということになります。

小林弘氏(東京学芸大学)が1976年、「琵琶湖産のものを、カルコネンシスと同定してよいのか甚だ疑問である」との一文を記しています³⁾。著者の一人の辻は、琵琶湖博物館の特別研究員として琵琶湖の珪藻を研究していた頃、この一文に引っかかり、ステファノディスクス・カルコネンシスとされているものを調べ始めました。アメリカの有名な珪藻研究者であるカリフォルニア科学アカデミー(世界最大の自然史博物館)のコサイオレック館長(J.P. Kociolek)に連絡を取り、自宅の地下に泊めていただきながら、アメリカの地層に出現する本物のカルコネンシスの顕微鏡観察を始めました。すぐに、琵琶湖のものはアメリカのカルコネンシスとは全く異なることが分かりました。次に、顕微鏡を携えて、ウィーン自然史博物館に収められているカルコネンシスの基準標本を観察しに行きました。そして琵琶湖のものがこれとは全く異なる、過去に報告されていない新種であることを確認しました。そこで辻は、コサイオレック氏と共著で2000年に大形のスズキケイソウ(ステファノディスクス・スズキイ：*Stephanodiscus suzukii*)と小形のスズキケイソウモドキ(*S. pseudosuzukii*)を新種記載しました⁴⁾。これが、第2の発見です(図3)。

種小名のスズキイは、琵琶湖の環境保全に尽力され、辻の研究者人生を導いて下さった故鈴木紀雄氏(滋賀大学名誉教授)にちなんでつけました。このように新種記載をするとき、学名に人物の名前をおり込むことを献名と呼びます。

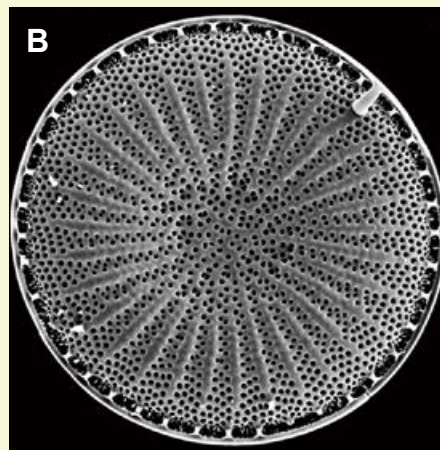
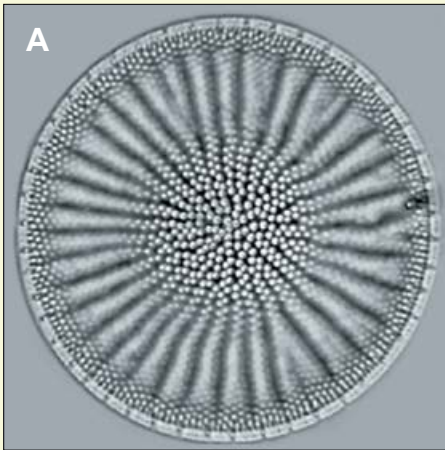


図3 スズキケイソウ

(*Praestephanos suzuki*)

直径 0.01 ~ 0.04 mm のプランクトン珪藻。冬場に琵琶湖北湖で多く見られる。

A: 光学電子顕微鏡写真

B: 走査型電子顕微鏡写真

0.01 mm

その後、国立科学博物館の齋藤めぐみ氏がスズキケイソウとスズキケイソウモドキは同じものであると発表し、著者の一人の大塚らも大形のスズキケイソウを培養すると小型のスズキケイソウモドキに変化していくことを明らかにしたので、現在は両者をスズキケイソウ一種にまとめています。

新属だったスズキケイソウ

種を新しく記載するとき、分類学者は、その種が既存のどのグループ（属）に属しているかを明らかにする必要があります。辻は、スズキケイソウを新種記載するときにステファノディスクス属 (*Stephanodiscus*) の一種ステファノディスクス・スズキイとして記載しました。しかし気になることがありました。その一つが走査型電子顕微鏡でスズキケイソウの殻を裏側から観察した時に認められる、非常に小さな有基突起の脚の数です。ステファノディスクス属の有基突起の脚の数は、2脚か3脚のみが知られていたのですが、スズキケイソウには3脚だけでなく4脚のものもありました。また、この脚の部分が凹みの中に存在しました(図4)。4脚の有基突起を持つ属としては海洋のタラシオシラ (*Thalassiosira*) が知られていますが、スズキケイソウはタラシオシラとも違います。

珪藻の和名は後ろに属の和名をつけることが一般的

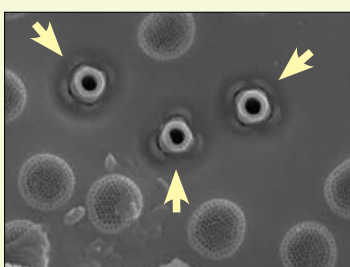


図4 殻の裏側から見たスズキケイソウの有基突起(写真の矢印)。左右の2つは4脚、中央下は3脚。

です。ステファノディスクス属には「カスマルケイソウ属」という和名がつけられているので、ステファノディスクス・スズキイの和名は本来「スズキカスマルケイソウ」となります。しかし、辻は、スズキケイソウがカスマルケイソウでないかもしれないと感じていたため、将来的な混乱を避けるためにあえて「スズキケイソウ」と属の和名を後ろにつけない和名を採用しました。

辻が国立科学博物館に研究官として赴任したところから、珪藻でも遺伝を用いた分子系統解析によって類縁関係を調べられるようになりました。そこで辻も、スズキケイソウの分子系統解析に挑戦しました。2011年2月に滋賀大学教育学部の協力を得て、琵琶湖北湖でスズキケイソウを採集しました。採集には目の細かい特注の大形プランクトンネットを用いました。スズキケイソウは珪藻としては大きい方ですが、それでも通常の40ミクロン目のプランクトンネットではほとんどが網目を抜けてしまうからです。採集したスズキケイソウを実験室に持ち帰り、顕微鏡の下で6個体のスズキケイソウを拾って小さなチューブに取り出し、キレックスと呼ばれる小さなビーズを使って遺伝子を取り出すことに成功しました。この遺伝子を解析して、他の珪藻との類縁関係を調べました。

普通の珪藻の分子系統解析は、もう少し簡単です。顕微鏡下で生きた1個体の珪藻を取り出し、培養液に入れて光と温度条件を整えて培養すると、うまくいけば数ヶ月以内に珪藻が大量に増えてくれます。1個体から分裂で増えたものなので、全ての個体は同じ遺伝子を持つクローンです。こうして増殖したクローン株からは十分な量のDNAを取り出すことができますので、容易に系統解析を行うことができます。しかし、

残念ながら当時、私たちはスズキケイソウをクローン培養できなかったので、わずかな細胞から抽出したごく少量のDNAをもとに実験を行わざるを得なかったのです。現在では、半年程度であれば、スズキケイソウをクローン培養することができます。しかし増殖速度はたいへん遅く、今でも実験に十分なDNAを得ることは難しいのです。

こうして、苦心の末に幸運にも抽出できたスズキケイソウの塩基配列から、驚くべき事が分かりました。スズキケイソウはステファノディスクス（カスママルケイソウ）属とは明らかに異なっていたのです（図5）。私たちは4カ所の遺伝子座で実験を行いました、いずれも結果は同じでした。これで、スズキケイソウの新種記載の時に感じていた疑問が解消しました。スズキケイソウは、ステファノディスクスとは属レベルで異なる新属だったのです。そこで辻らは、他の属と形態がどのように違うのかを走査型電子顕微鏡を使って細かく調べ、2014年に新属プラエステファノス（*Praestephanos*）属を設立しました。それにともない、スズキケイソウの学名はプラエステファノス・スズキイ（*Praestephanos suzukii*）になりました。また、ヨーロッパや北米の高緯度地帯に幅広く分布するコスモポリタン（汎世界種）のプラエステファノス・トリポルス（*P. triporus*）が近縁で同じ属に入る事も分かりました。遺伝解析では、それぞれの種がいつ分かれたのか（分岐年代）も推定できます。スズキケイソウとプラエステファノス・トリポルスの分岐年代は、おおむね70万年前と推定されました⁵⁾。

琵琶湖底で発見されたスズキケイソウの化石

スズキケイソウが新種記載されたことで、スズキケイソウは遺存固有種ではなく、琵琶湖で進化した新固有種の可能性が大きくなりました。珪藻の進化を研究するとき、遺伝子による間接的な証拠だけでなく、化石の直接的な証拠も用いることができます。もし、スズキケイソウが琵琶湖で進化したならば、その記録が化石として湖底堆積物に残っているかもしれません。

2つのグループによって研究が進められました。愛媛大学の加三千宣氏らのグループは、琵琶湖の高島沖で1986年に採掘された141mのボーリングコアを用いて研究を行い、過去40万年の間にスズキケイソウの祖先種が何度も形を変えていること、過去の

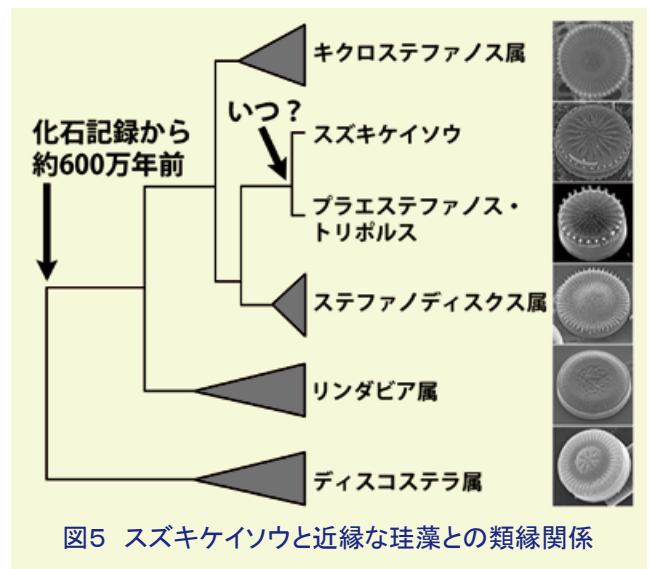


図5 スズキケイソウと近縁な珪藻との類縁関係

気候変動がスズキケイソウ祖先種の形の変化、すなわち進化に影響を与えている可能性が大きいことを示しました^{6,7)}。国立科学博物館の齋藤めぐみ氏らのグループは、琵琶湖の沖島と北小松のほぼ中間点で1971年に採集された200mコアを用いて30万年間のスズキケイソウの祖先種の解析を行い、2種類の祖先種を新種として記載しました。また、もっとも深い（古い）部分からプラエステファノス・トリポルス（*Praestephanos triporus*）に似た種類が見つかりました⁸⁾。このプラエステファノス・トリポルスは、辻の遺伝解析でスズキケイソウと近縁とされています。これらの研究結果は、スズキケイソウがコスモポリタンのプラエステファノス・トリポルスから進化してきた事を示唆しています。私たちがそう信じていました。

400万年前のスズキケイソウの化石

琵琶湖は現在の三重県伊賀市の辺りで400万年以上前に生まれ、消長を繰り返しながら北西に移動してきたと考えられています。そのため、現在の琵琶湖の湖底の堆積物には過去40万年ほどの記録しか残されていませんが、古琵琶湖層群と呼ばれる堆積物には400万年以上前の記録も残っています。

さらに近年、東海層群亀山層と呼ばれる三重県の伊勢湾西岸に広がる地層が、同時代の古琵琶湖層群と一連のものである可能性がでてきました。琵琶湖博物館ではこの東海層群の珪藻について研究を進めてきました。東海層群は珪藻化石の産出が少なく、産出する場合でも海産の珪藻が多く混じっていて再堆積が疑われることがあります。しかし、地層の目利きが、再堆積

が起こっていないと考えられる地層を選んで採集すると、ちゃんと湖の珪藻の化石が出てきます。

大塚の協力により珪藻研究を行ってきた滋賀県立大学大学生の服部圭治氏（現名古屋大学）らは、琵琶湖博物館の里口保文が採集した東海層群亀山層の地層サンプルに含まれる珪藻化石を研究しました。すると、約380万年前の地層から、スズキケイソウとたいへんよく似た珪藻化石が見つかりました。辻が2014年にプラエステファノス属を新属とする根拠とした特徴がこの珪藻からも見つかり、スズキケイソウの祖先種であると考えられました。この祖先種は面白いことに、齋藤氏らが新種報告した20～25万年前のスズキケイソウの祖先種よりも、現生のスズキケイソウに似ています。また、田中宏之氏（前橋珪藻研究所）と南雲保氏（日本歯科大学）が三重県伊賀市の約380万年前の上野層から見出した珪藻も、大塚が滋賀県甲賀市の約310万年前の阿山層から見出した珪藻も、同じようにプラエステファノス属の特徴を持ち、スズキケイソウとよく似ていました。

スズキケイソウが世界に広がった？

先に「スズキケイソウがコスモポリタンのプラエステファノス・トリポルスから進化してきた」と述べました。しかし、この2種の分岐年代がおおむね70万年前なのに、東海層群や古琵琶湖層群からそれよりずっと古い300～400万年前のスズキケイソウの祖先種が出てくることは、この説明と矛盾します。私たちがスズキケイソウの祖先種と考えてきた化石は、コスモポリタンのプラエステファノス・トリポルスの祖先種なのでしょうか？この化石は、大形で特徴的なので、世界に分布していたとすれば、必ず他の地域からも報告されるはずですが、現在のところ、この化石は古琵琶湖層群と東海層群からしか見つかっていません。



辻 彰洋

国立科学博物館・植物研究部 菌類・藻類研究グループ 研究主幹。専門は淡水棲珪藻の分類と生態。下阪本にあった京大生態学センターで学位取得後、琵琶湖博物館、琵琶湖研究所（現：琵琶湖環境科学研究センター）でポストドクを行い、現職で研究を続けている。スズキケイソウは、人生で初めて発見した新種なので思い入れが強く、国立科学博物館でもあここに展示されている。

ん。これはいったい、どういうことなのでしょう？
私たちは悩んだ末、さしあたって以下の仮説が最も確からしいという結論に至っています。

1. 古琵琶湖層群と東海層群の古い時代から、スズキケイソウの祖先がこの地域でのみ進化してきました。
2. ある時にスズキケイソウの一部から小型のプラエステファノス・トリポルスが進化し、世界中に分布を広げました。
3. 一方、スズキケイソウは現代に至るまで固有種として琵琶湖水系にのみ生育しています。

この2種が分かれたと推定される70万年前の琵琶湖は、現在の深く大きな湖になる以前で、「堅田湖」と呼ばれる浅い湖だったと考えられます。このような浅い水域に適応して小型化したスズキケイソウの祖先種は、現在の深い湖に適応した大型のものよりは、他の水域に広がりやすかったと考えられます。

私たちは現在、より正確な分岐年代を知るために、スズキケイソウとプラエステファノス・トリポルスの全ての遺伝子を読むこと（全ゲノム解析）に挑戦しています。また化石についても、特にスズキケイソウとプラエステファノス・トリポルスが分岐したであろう時代に堆積した、堅田層の化石を詳しく調べる必要があります。いずれも様々な困難があり、苦しんでいます。でも、琵琶湖で進化し、琵琶湖にしかいなかった生物が、ある日を境に進化して全世界に広がっていたと考えるとロマンを感じませんか？私たちの研究は、今も続いています。

あなたも一緒に研究してみませんか？

【引用文献】

- 1) 滋賀県水産試験場 (1912) 琵琶湖水産調査報告 第壹巻. 95pp. +5 fig. +6 pls. 滋賀県水産試験場.
- 2) Skvortzow BW (1936) Diatoms from Biwa Lake, Honshu Island, Nippon. Philippine Journal of Science 61: 253-296, 8 pls.
- 3) 小島貞男・小林弘 (1976) ケイソウ植物⑤. 素顔の水処理微生物 (総集版 I). 水 (臨時増刊) 18 (7): 82-83.
- 4) Tuji A, Kociolek JP (2000) Morphology and taxonomy of *Stephanodiscus suzukii* sp. nov. and *Stephanodiscus pseudosuzukii* sp. nov. (Bacillariophyceae) from Lake Biwa, Japan, and *S. carconensis* from North America. Phycological Research 48: 231-239.
- 5) Tuji A, Mohri Y, Ki J.S, Jung SW, Julius ML (2014) Phylogeny of *Praestephanos* gen. nov. (Thalassiosirales, Bacillariophyceae) based on *Stephanodiscus suzukii*, and related freshwater thalassiosiroid diatoms. Plankton & Benthos Research 9: 132-140.
- 6) Kuwae M, Yoshikawa M, Inouchi Y (2002) A diatom record for the past 400 ka from Lake Biwa in Japan correlates with global paleoclimatic trends. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology 183: 261-274.
- 7) 加三千宣・吉川周作・榎木 (加) 玲美 (2007) 過去40万年間における琵琶湖の *Stephanodiscus* 属の種遷移と殻の形態変化. Diatom, 23: 71-81.
- 8) Saito-Kato M., Tanimura Y, Mori S, Julius M (2015) Morphological evolution of *Stephanodiscus* (Bacillariophyta) in Lake Biwa from a 300 ka fossil record. Journal of Micropalaeontology 34: 165-179.

はしかけさんが琵琶湖から見つけた 珪藻が新種記載されるまで

大塚 泰介

新種らしき珪藻の発見

「はしかけ」制度は、琵琶湖博物館と理念を共有し、博物館と一緒に活動をしようとする人たちのための制度です。その活動グループの一つに「たんさいぼうの会」があり、珪藻などの単細胞生物を研究しています。珪藻の細胞は、宝石のオパールと同じ材質（二酸化ケイ素の非晶質）でできた「被殻」に覆われています。被殻は上下2枚の「殻」と、多くの場合にはその間をつなぐ数枚の「殻帯」からできています。私たちは、主に殻の形態を観察して珪藻を分類しています。

たんさいぼうの会の前身である「珪藻の会」が発足した2002年、珪藻の研究を始めたばかりだった会員の中井大介さんは、琵琶湖博物館そばの赤野井湾から珍しい珪藻を見つけました。1995年に新属記載されたばかりのゴムプオスフェニア属 (*Gomphosphenia*) の一種なのは明らかですが、図鑑を見ても論文を探しても、ぴったり当てはまる種がありません。そこでこの珪藻を翌2003年の日本珪藻学会で報告したところ、日本を代表する珪藻学者たちの誰もが、この珪藻を見たことがないとのことでした。この時点で私たちは、この珪藻が新種であることをほぼ確信しました。

しかしそれから約10年間、この珪藻の新種記載は全く進みませんでした。どの試料にもわずかしか入っておらず、十分な分類学的検討ができなかったからです。その間に、私たちは新種記載のための道具立てを、はからずも準備することになりました。



大塚 泰介

琵琶湖博物館・総括学芸員、専門分野は微生物学。2000年4月より滋賀県立琵琶湖博物館勤務。琵琶湖博物館はしかけ・たんさいぼうの会 影の会長。2010年より「琵琶湖地域の水田生物研究会」を開催。日本のミズズ最長記録保持者（ハツタミズ：96 cm）

円弧構成モデル

たんさいぼうの会初代会長を務めた有田重彦さんも、当時、70歳にして珪藻研究を始めたばかりでした¹⁾。金属工学の技術者である有田さんの珪藻研究へのアプローチは、きわめて特異でした。珪藻の殻の構造を幾何学的な要素の組み合わせとしてとらえ、徹底して測定し、CAD（コンピュータ支援設計）上で再現することを試みたのです。

ほどなくして有田さんは、珪藻の外形が互いに滑らかに接する円弧の組み合わせとしてほぼ完全に表現できることを発見し、羽状目珪藻の外形に関する「円弧構成モデル」を提唱しました（図1）^{2,3)}。円弧構成モデルを用いることで、例えば、これまで珪藻の殻の端が「丸い」「とがっている」などと感覚的に表現していたところを、「半径○○ミクロンの円弧」というように数値で表せるようになりました。

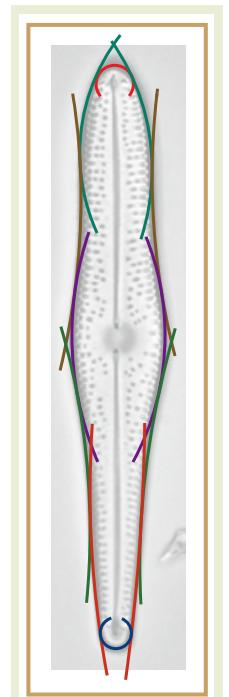


図1
円弧構成モデル

珪藻の形態変異を統計的に扱う方法の開発

珪藻は細胞分裂をするとき、被殻の内側に新しい殻を形成します。そのため、細胞分裂を繰り返すたびに、小さな殻がふえていきます。そしてある段階で2つの細胞が接合して「増大胞子」を形成し、「初生殻」と呼ばれる最大サイズの殻に戻ります。縦長の形をした珪藻が細胞分裂を繰り返すと、殻長はしばしば初生殻の半分以下にまで短くなります。しかし、殻幅は少ししか小さくならないことが多く、種によっては僅かに幅が大きくなることさえあります（図2）。

細胞分裂に伴ってサイズもプロポーションも大きく変わってしまう珪藻の形態をとらえるために、私は、

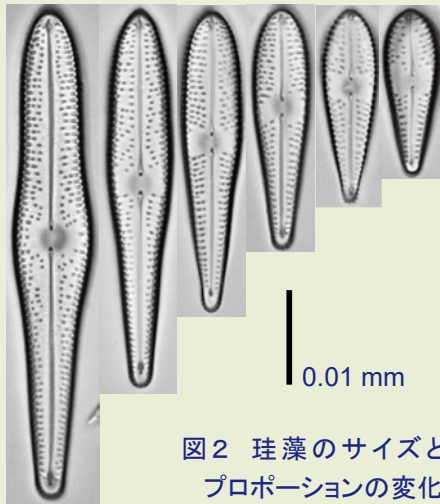


図2 珪藻のサイズとプロポーションの変化

生物の相対成長を表すアロメトリー式を応用しました。たとえばヒトは成長の過程で、身長も頭も大きくなっていきます。しかし、頭の方が成長の割合が小さいため、小さいうちは頭が相対的に大きく、成長につれて頭が相対的に小さくなっていきます。このようなプロポーションの変化を伴う相対成長で、測定値どうし の関係を示すのがアロメトリー式です。珪藻の場合、殻が成長するのでなく、逆に細胞分裂とともに小さくなっていくのですが、試してみると測定値どうし の関係がアロメトリー式でよく表されることがわかりました。そこで私は、ある種の珪藻の測定値どうしが示すアロメトリー式の誤差範囲内に、種の判定をしたい珪藻のデータが収まるかどうかを調べることによって、同種か別種かを判定する統計手法を開発しました。

珪藻との再会、そして新種記載

琵琶湖南湖の湖底で2012年頃^{ころ}から、北米原産のミクロセイラ・ウォーレイ (*Microseira wollei*; 旧名 *Lyngbya wollei*) というラン藻^{らんそう}が茂るようになりました。私は2012年9月、琵琶湖南湖で水草のモニタリングをしていた芳賀裕樹(琵琶湖博物館)から、このラン藻と、その上に付着する珪藻の種類を調べるよう頼まれました。顕微鏡をのぞいてみると、何と付着珪藻の中で最も多かったのが、10年来探し求めたあの珪藻だったのです。しかし、この試料は、新種記載のための材料とするには量が少なすぎました。そこで2014年9月、今度は私から芳賀に頼んで、調査時^{いかり}にかかったミクロセイラ・ウォーレイを大量にとっ ておいてもらいました。顕微鏡下で観察すると、

2012年9月の試料よりは少ない割合ながらも、やはりこの珪藻が多く含まれていました。

走査型電子顕微鏡による微細構造^{びさい}の観察と、光学顕微鏡写真^{こうがく}の計量形態学的な検討^{けいたいがく}によって、新種かどうかを検討しました。走査型電子顕微鏡で観察したこの珪藻の微細構造(図3)は、宮古島から辻彰洋さん(国立科学博物館)と私が2016年に記載したゴムプオスフェニア・リュウキュウエンシス (*Gomphosphenia ryukyuensis*)⁵⁾とそっくりでした。しかし、これまで私たちが研究してきた円弧構成モデルと、アロメトリーを用いた統計手法を用いて定量的に分析したところ、この種類はゴムプオスフェニア・リュウキュウエンシスを含め、これまでに知られている似た種類のどれとも異なることがわかりました。こうして2018年3月、この珪藻に琵琶湖にちなんだゴムプオスフェニア・ビワエンシス (*Gomphosphenia biwaensis*) という学名をつけて新種報告しました⁶⁾。中井さんと私が新種の確信^{いた}を抱いてから、実に15年の時を経ての新種報告でした。

私たちは、琵琶湖にちなんだ学名だけでなく、もっと一般に親しみやすい和名も必要だと考えました。そこで2018年4月、琵琶湖博物館のマイクロアクリウムで和名を募集したところ、318通の応募^{おうぼ}がありました。その中から栗東市在住のサカイマキさんが提案した「オウミノシズケイソウ」に決定しました。

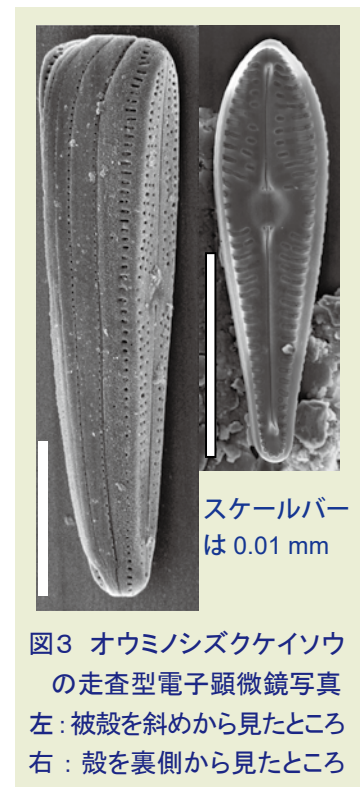


図3 オウミノシズケイソウの走査型電子顕微鏡写真
左: 被殻を斜めから見たところ
右: 殻を裏側から見たところ

【引用文献】

- 1) 有田重彦 (2010) 70歳からの珪藻研究. *Diatom* 26: 53.
- 2) 有田重彦・大塚泰介 (2004) 円弧構成モデルによる *Navicula* 殻外形の記述. *Diatom* 20: 191-198.
- 3) 有田重彦・大塚泰介 (2005) 円弧構成モデルによる羽状目珪藻の殻外形の記述. *Diatom* 21: 135-141.
- 4) Ohtsuka T, Hanada M, Nakamura Y (2004) SEM observation and morphometry of *Encyonema leei* (Krammer) nov. comb. *Diatom*, 20: 145-151.
- 5) Tuji A (2016) *Algae aquae dulcis Japonicae exsiccatae*. Fascicle VII. Nos. 121-140. National Museum of Nature and Science, Tsukuba, Japan, 42 pp.
- 6) Ohtsuka T, Kitano D, Nakai D (2018) *Gomphosphenia biwaensis*, a new diatom from Lake Biwa, Japan: description and morphometric comparison with similar species using an arc constitutive model. *Diatom Research*, 33: 105-116.



しゅうぞう とっておきの収蔵資料

びしょうせいぶつ

微小生物データベースのお披露目

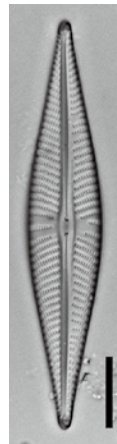
ひろめ

嘱託職員（微小生物担当）
井上 晴絵

琵琶湖博物館の展示室で見られる資料は、ほんの一部であることをご存知ですか？実は資料のほとんどは博物館の地下、「収蔵庫」と呼ばれる部屋に保管されています。なかでも微小生物資料^{*}については約2万点が収蔵庫に保管され、展示や研究、教育活動に活用されています。特に研究面では、採集者と採集された時代・場所が明らかな資料は極めて重要な証拠^{しやうこ}となります。大塚泰介（琵琶湖博物館）と辻彰洋氏（国立科学博物館）は、川村多実二氏（後の京都帝国大学教授）が約100年前に採集し、ロシア人のスクボルチョフ氏が研究した琵琶湖底泥資料^{ていでい}に含まれていた珪藻^{けいそう}を研究し直すことで、スクボルチョフ氏が記載した変種のいくつかを独立した種へと格上げしました。この資料も琵琶湖博物館の収蔵庫に保管されています。膨大な資料の中には、まだまだ新種^{ねむ}が眠っている可能性があるのです。

そんな貴重な微小生物資料ですが、これまではその多さゆえに収蔵庫から探し出して活用するのも大

変でした。このたび、もっと多くの方々に有効活用していただけるよう、資料情報を新たに「微小生物データベース」として公開し、どなたでもお気軽に琵琶湖博物館ホームページから検索・閲覧^{けんさく えつらん}していただけるようになりました。収蔵庫^{ねむ}に眠る可能性を皆さん自身が発見すべく、ぜひ一度、「微小生物データベース」をのぞいてみて下さい。



↑ 微小生物の収蔵庫

← スクボルチョフの研究資料の再検討により、変種から独立した種に格上げされた珪藻の1つ。スケールバーは0.01 mm。

^{*} 微小生物資料：琵琶湖博物館では、昆虫類と貝類を除く顕微鏡サイズの生物資料を指す。



私たちとびわ博

かんきょう

珪藻で過去の環境を探る

はしかけグループ・琵琶湖梁山泊
滋賀県立米原高校地学部

米原高校地学部では、昨年度までの研究^{いぶき}で、伊吹山^{りょうせん}、霊仙山^{おひだけ}、御池岳とその周辺の古環境の人間活動による影響^{えいきやう}の変遷^{へんせん}について調査してきました。その調査^{りゆうし}で、粒子が細かく黄色い地層を発見し、調べてみると、そこには珪藻の化石が多く含まれていました。これが珪藻に興味を持ち始めたきっかけです。

その後、高等学校文化連盟の自然科学部門の研修

会で琵琶湖博物館の大塚学芸員から珪藻についての話を聞き、珪藻を用いて古環境を研究していこうと考えました。

珪藻には様々な種があり、それぞれ生息環境^{ちが}が違います。そのため、地層に含まれる珪藻化石を分析することで、水深や流れの有無、酸性かアルカリ性か、電解質^{でんかいしつ}が多かったか、など当時の水環境を推測することができます。しかし、珪藻はとても小さく、学校の顕微鏡^{けんびきよう}で種を判別するのは非常に困難だったため、琵琶湖博物館にある高倍率の顕微鏡をお借りし、大塚学芸員にご指導^{しんどう}いただきながら同定をしています。現在はまだ大量の試料を処理し、珪藻を同定している段階ですが、最終的には、昨年度も行ってた花粉化石分析と、微粒炭^{びりゅうたん}分析に加え、珪藻化石を分析することでより詳しい古環境^{くわ}の復元を目指していきたいと考えています。（文：渡邊 達也）



琵琶湖博物館で珪藻を同定する





たんぼう
はしかけ探訪

たんさいぼうの会

会長：津田 久美子



「たんさいぼうの会」は、単細胞生物に興味をもつ人たちのグループです。当初は珪藻（ケイソウ）に興味を持って集まった会員が「(仮称)珪藻の会」として2002年に活動を開始しました。現在は「単細胞生物」を広く扱っていますが、対象が主に珪藻であることには変わりありません。会員の年齢層は10代から80代まで幅広く、職業や性別も様々です。

会員以外の方から、よく、「どうして珪藻が面白いの？」と問われることがあります。最大の魅力は、やはり珪藻の殻の美しさでしょうか。珪藻はワカメやコ

ンブなどの褐藻に近い仲間ですが、単細胞で、細胞は珪酸質（ガラス質）の被殻に包まれています。殻の形は様々で、また殻には精巧で緻密な模様が刻まれています。最近では分子分類も行われるようになりましたが、今でも殻の形や模様の違いを手がかりに分類をすることが主流です。種類数が多いことも珪藻の大きな特徴です。約2万種が記載されており、現在も毎年多くの新種が発表されています。さらに、生育環境（例えば水の汚れ、酸性・アルカリ性）によって出現する珪藻の種類が異なるため、水質判定や犯罪捜査、そして化石による古環境復元などに使われています。何らかのきっかけで珪藻に関わるうちに、その奇妙な形態や種類の多さ、不思議な生態に魅かれ、会員として研究に触れるようになった人が多いと思います。

会員は会の活動のうち特に興味を持った部分にマイペースで参加しています。年1回程度行っている珪藻の採集旅行「たんさいぼうの小さな旅」が好きで参加している会員もいます。一方で、研究成果をあげて学術誌に論文を発表するまでになった会員もいます。珪藻以外の様々なことも気さくに話せる雰囲気があるのも、「たんさいぼうの会」の魅力です。

もし活動に興味をもたれた方がおられましたら、下記までご連絡ください。一緒に「たんさいぼう」の世界を楽しみましょう！

【連絡先】 e-mail: hashi-keisou@biwahaku.jp



あれ!? こんなところに珪藻が！

2019年度 企画展示予告

(仮) ビワマス：海を忘れたサケ —その進化の謎に迫る—

総括学芸員：桑原 雅之

琵琶湖固有種のビワマスは、刺身でよし、焼いてもよしと、どう料理しても美味しくいただける琵琶湖の幸です。また、最近ではトローリングによる釣りも確立され、レジャーフィッシングの対象魚としても人気が出てきました。

このビワマス、琵琶湖（北湖）の発達に伴って進化してきました。その過程で、近縁なアマゴと交雑を起こしながらも、深く大きく広がっていく北湖を利用することで純血を保って来たことがわかってきました。ほかにも、謎に包まれていたビワマスの進化と生態が、近年明らかになりつつあります。

2019年度の企画展示では、このビワマスの全てを紹介いたします。ご期待ください。



オオミノガは滋賀県でも絶滅の危機なのか？

フィールドレポーター かばしま 梶島 昭紘

ミノムシは身近な昆虫の一つです。冬、木の葉が落ちた枝にぶら下がっている姿に親しみを感じる方も多いことでしょう。一方で、木々の葉を食べる害虫として駆除の対象でもあります。ミノムシはミノガの仲間の幼虫で、小枝や葉で蓑(みの)を作るので蓑虫(ミノムシ)と呼ばれます。オスは翅のあるガになりますが、メスはうじ虫型で、蓑の中で一生を過ごし、蓑のなかに卵を産みます。オスはメスの蓑に飛んで来て交尾します¹⁾。

ミノムシの仲間の一つであるオオミノガの幼虫は、1995年頃から九州など西日本で姿を消し始め、絶滅のおそれのある種としてレッドデータリストに載せられている地域もあります。減った原因は、オオミノガに寄生するオオミノガヤドリバエ(寄生バエ)だと言われています。このハエは原産地が中国南西部です。西日本に定着していた寄生バエの分布が気候温暖化などの影響で北上して拡大することが予想されます。しかし、滋賀県では寄生バエに関する情報がありませんでした。

フィールドレポーター調査では、オオミノガの幼虫と寄生バエの数を調べるのを主な目的にして、滋賀県内でよく見つかるミノムシの調査を2006年度から始めて、2011年度、2016年度の5年間隔で3回行いました。調査の対象種は4種類で、オオミノガ、チ



写真1 調査したミノムシの種類(撮影: 梶島 昭紘)

ヤミノガ、クロツヤミノガ、ニトベミノガです(写真1)。ここでは主に、2016年度調査結果を、これまでの調査結果と比較しながら報告します。

2016年度調査では4種類のミノムシが県内全域で見つかりました。過去2回も同じ傾向でした。よく見つかるのは、公園、住宅地、田畑周辺、神社・寺です。オオミノガ、チャミノガ、ニトベミノガは90%が樹木についていました。クロツヤミノガは80%が樹木についていましたが、約15%はコンクリートや土などの壁で見つかりました。よく見つかる樹木はサクラ、ウメでした。図1は、発見されたミノムシの種の割合を、調査年度ごとに分けたものです。2016年度は、オオミノガが35%、チャミノガが35%、クロツヤミノガ18%、ニトベミノガが5%でした。オオミノガは各年度とも同じくらいの割合で見つかり、絶滅はしていませんでした。一地点で見つかる数は1個から5個以上までさまざまでした。チャミノガは2011年度には、全体の50%と多く見つかりましたが、なぜか2016年は減りました。クロツヤミノガは2011年度よりも発見された割合が上昇しました。ニトベミノガは3回の調査全てで少ししかみつきませんでした。

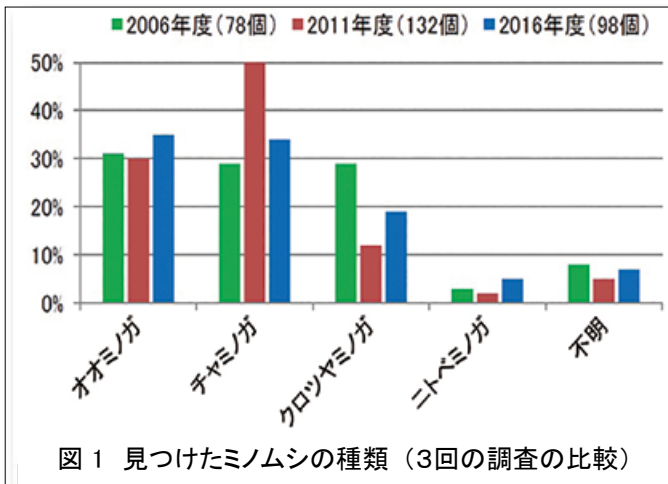




写真2 蓑の中の例（撮影：柁島昭紘）

2016年度調査では、レポーターから12月から4月に採集して送って頂いた標本76個を、全て切開して確認しました。どの種類でも蓑の中には生きた幼虫や幼虫が羽化した殻や綿毛が観察されましたが、オオミノガだけは35%の蓑に寄生バエの蛹（さなぎ）が見つかりました（写真2）。他のミノムシには寄生バエの蛹は見つかりませんでした。羽化した後の割合は、オオミノガが23%、チャミノガが93%、クロツヤミノガが75%、ニトベミノガが80%でした。生きた幼虫がいた割合は、オオミノガ42%、チャミノガ7%、クロツヤミノガ25%、ニトベミノガ20%でした。チャミノガではほとんど羽化した後でした。図2は、オオミノガの蓑を切開して観察した結果を調査年度ごとに分けたものです。2016年度の生きた幼虫が見つかった割合は2006年度と同じ程度でしたが、2011年度よりは増えました。寄生バエの蛹が見つかった割合は各年度35～36%で同じレベルでした。この結果からオオミノガは、多くの幼虫が寄生バエによって命を落としながらも、2016年度まで生き延びてきたことがわかります。

オオミノガの報告地点の2016年度の分布を図3に示します。寄生バエの蛹が見られるのは県南部に多いですが、湖北にも見られました。生きた幼虫も県南部、湖西に見られ、県南部では寄生バエの蛹が見つかった同じ場所で生きた幼虫も見つかりました。2011年

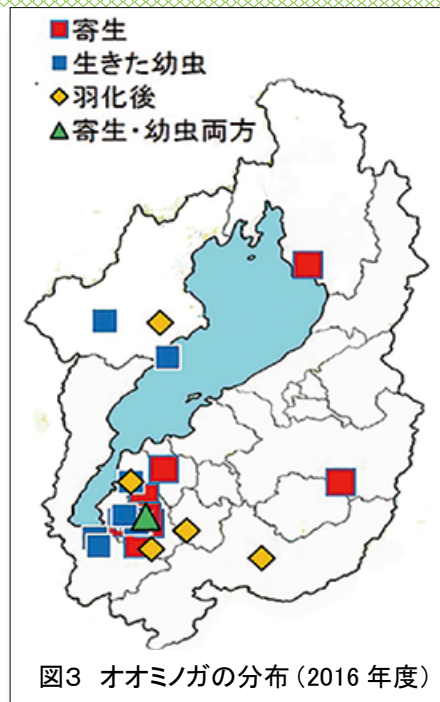


図3 オオミノガの分布（2016年度）

度の結果では寄生バエの蛹の分布が県南部から湖北に拡大しているように見られましたので、オオミノガが絶滅しつつあるのではないかと危惧されました。しかし、2016年度の結果からはそうした傾向はみられず、寄生バエとオオミノガ幼虫の生存が一進一退であることが明らかになりました。

最後に、オオミノガヤドリバエは原産地が中国南西部の暖かい地域です。この寄生バエが拡大した影響でオオミノガの生息数が減るといような生物の様々な変化が、気候温暖化の影響を教えてくれている可能性もあります。また、2016年度調査ではチャミノガの発見数が減少していました。何かの変化の兆候かもしれませんが、理由が分かっていません。ミノムシを観察していくことで気候温暖化や生態系の変化の新しい発見があるかも知れません。これからも引き続き関心を持って観察していきたいと思います。

【引用文献】

- 1) 岡島秀治（2010）昆虫（新ポケット版学研の図鑑）学研教育出版

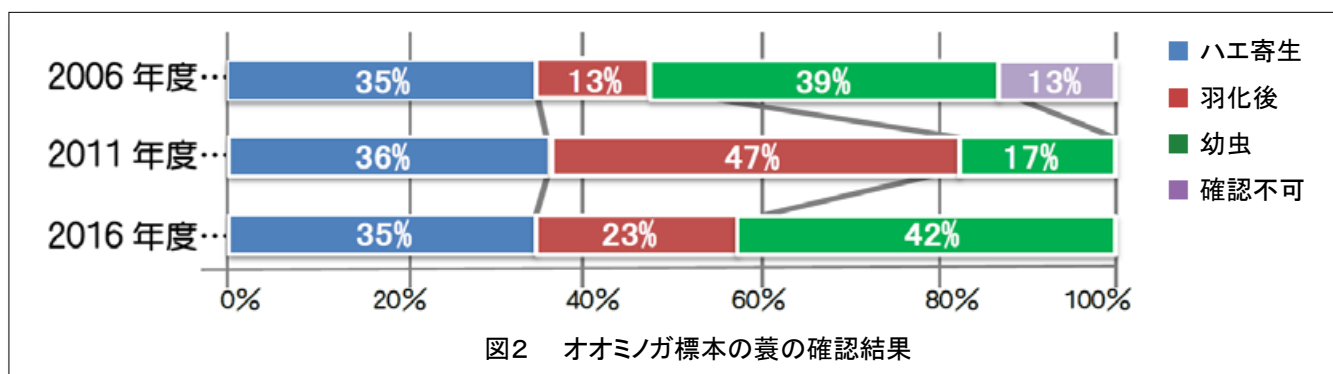


図2 オオミノガ標本の蓑の確認結果

展示室から

大人も子どもも、一緒に発見！

2018年7月6日、ディスカバリールームが新しく生まれ変わりました。琵琶湖博物館の入口となる展示室、それがディスカバリールームです。大人も子どもも一緒になって、博物館で発見する喜びを知ってほしいという思いから生まれました。

新しくなったディスカバリールームには、たくさんの生き物たちがかくれています。今回はコーナーごとに楽しみ方のポイントを紹介し、親子で、あるいはお友達と協力し合って、発見する喜びを体感してみませんか。

さがしてみよう！

ディスカバリールームには、ハシブトガラスやフクロウなど4種類の鳥がとまっています。昔、琵琶湖を行き来してお米やこんぶなどを運んでいた丸子船の形をしたステージから、双眼鏡を使って探してみましょ。ディスカバリールームには、ほかにたくさんの生き物がかくれています。

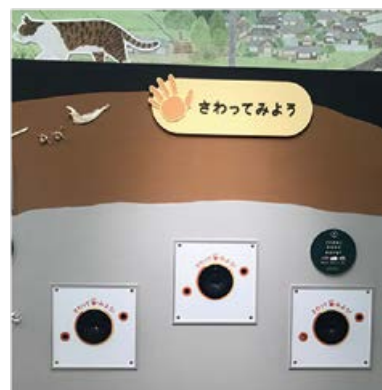


見つけてみようー生き物のすみかー

タヌキになったつもりでトンネルに入ってみましょ。近くにはアカネズミにミミズやモグラ、冬眠中のヒキガエルなど地面の下にもたくさんの生き物たちが暮らしています。頭の上からはキツネがネズミをねらっています。のぞき筒をのぞくと、こんどは何が見えますか。そこにすむ生き物たちの気持ちになって暮らしぶりをみてみましょ。

さわってみよう！

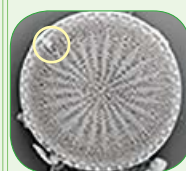
ネコが歩くいつもの通学路の地面の下深く、そんな場所にもいろんなものが埋まっています。イノシシのホネ、昔の人のお茶碗、化石になった貝が見えますね。穴の中には、実物の化石と、化石のレプリカ、野洲川の石が入っています。重さや温度、手触りなど、手の感触だけで感じ取ってみましょ。



ほかにもたくさん・・・

生き物のおいをかいたり動物が出す音の仕組みを体験したり、小さな生き物を拡大して観察できるコーナーなど、生き物を身近に感じる体験がいっぱいです。リニューアル前から人気のあったザリガニも健在です。子どもだけでは見つからない、大人だけでも気づかない仕掛けがたくさんかくれています。ぜひ親子で楽しんでください。

【編集後記】珪藻特集、いかがでしたか？「びわはく」ではこの第2号から、その号ごとのテーマを前面に押し出すことにしました。自ら企画を立てて原稿を依頼し、原稿を書き、そして編集する。何か同人誌のような…。(T. O) ヘッケルの珪藻スケッチや芸術的な珪藻の電顕写真に魅せられ、琵琶湖の珪藻発見の実話には感動!! 本号の編集は驚きの連続でした。(J. M.)



■びわはく 第2号 Biwahaku 2018 Vol. 2
 ■発行日：平成30年12月15日
 ■発行所：滋賀県立琵琶湖博物館 住所：草津市下物町1091 Tel：077-568-4811 Fax：077-568-4850 HP：https://www.biwahaku.jp
 ■編集：大塚泰介 / 大槻達郎 / 松村順子
 ■表紙デザイン：出口武洋
 ■印刷所：モリワキ印刷

*表紙の写真は、スズキケイソウの走査型電子顕微鏡写真の一部(○で囲んだ部分)を拡大し画像処理したものです(琵琶湖博物館所蔵)。

ディスカバリールームで見つけてみよう！

主任学芸員
中村 久美子