

珪藻学会第 40 回研究集会（オンライン開催）プログラム

期 日：2020 年 12 月 5 日（土）・6 日（日）

会 場：Zoom ミーティング ID とパスコードは第 1 日目（12 月 5 日）の AM9:00 に参加登録の際にご記入頂いたメールアドレスに送付します

学会会長・集会会長：出井雅彦

第 1 日 12 月 5 日（土）

12:00 受付開始

13:00 開会 学会会長・集会会長挨拶

13:05 オンライン参加ガイダンス

《招待講演 1》

【座長 佐藤晋也】

13:10 ニュージーランド沿岸域における浮遊性珪藻 *Pseudo-nitzschia* 属の遺伝的多様性と記憶喪失性貝毒産生能

★西村朋宏, J. Sam Murray (ニュージーランド, コースロン研究所), Muharrem Balci (トルコ, イスタンブール大学), Holly Bowers (アメリカ, モスランディング海洋研究所), Kirsty F. Smith, D. Tim Harwood, Lucy Thompson, Jacqui Stuart, Sarah Challenger, Tony Bui, Catherine Moisan, Lesley L. Rhodes (ニュージーランド, コースロン研究所)

13:40 休憩

《一般講演》

【座長 伯耆晶子】

13:50 (1) モンゴル北部ウランブルガス湖の珪藻化石群集と完新世後期の環境変化

○福本 侑 (大阪市立大・理), 藤木利之 (岡山理科大・理), 那須浩郎 (岡山理科大・生物地球), Davaadorji Saindovdon (モンゴル教育大学)

14:05 (2) 珪藻化石群集から明らかになった高知県土佐清水市の沿岸低地における古環境変動と津波堆積物

○嶋田侑真, 澤井祐紀 (産総研・地質調査総合センター), 藤野滋弘 (筑波大・生命環境系), 中島 礼, 松本 弾 (産総研・地質調査総合センター), 岡田里奈 (弘前大・理工学研究科)

14:20 (3) 韓国海岸湿原堆積物から得られた珪藻遺骸群集について

●鹿島 薫 (九州大・理)

14:35 (4) 1960 年代の北太平洋と南大洋におけるバルマ藻群集—温暖化による激減 vs 過小評価—

○保科一輝, 上里有紀 (山形大学・理工), Richard W. Jordan (山形大学・理)

14:50 休憩

【座長 齋藤めぐみ】

15:00 (5) 深層学習を用いた *Eucampia* Index の自動検出手法の確立

○石野沙季, 板木拓也 (産総研)

15:15 (6) 滑走する *Navicula* sp. に押されて動くシリカビーズ

○井出祐貴, 岩崎悟至, 松川雄二 (東理大), 真山茂樹 (東京珪学研), 梅村和夫 (東理大)

15:30 (7) 珪藻が海鳥の羽に付着する過程の再現実験

○吉岡夢生, 鈴木秀和, 神谷充伸 (海洋大・院・藻類), 綿貫 豊 (北大・資源生態)

【座長 渡辺 剛】

15:45 (8) デジタルホログラフィック顕微鏡による生きた珪藻細胞の物性マッピング

●梅村和夫, 平山航太, 松川雄二, 井出祐貴, 山崎時生, 竹田悠純 (東理大・理), 真山茂樹 (東京珪学研), 武村政春 (東理大・理)

16:00 (9) 螺旋状群体を形成する *Aulacoeira ambigua* 単藻培養株に見られた群体の形状変化

●根来 健, 大塚泰介 (琵琶湖博物館)

16:15 (10) *Epithemia* のスフェロイドボディと葉緑体の遺伝

○鎌倉史帆, 佐藤晋也 (福井県大・海洋生物)

16:30 休憩

《招待講演 2》

【座長 豊田健介】

- 16:45 珪藻グルメ学～盗葉緑体性渦鞭毛藻 *Durinskia capensis* における珪藻嗜好性とその用途多様性～
 ＊Norico Yamada（ドイツ，コンスタンツ大学），David G. Mann（イギリス，エジンバラ王立植物園），
 Bernard Lepetit, Jochen M. Buck, Peter G. Kroth（ドイツ，コンスタンツ大学），John J. Bolton（南アフリ
 カ，ケープタウン大学），Przemyslaw Dąbek, Andrzej Witkowski（ポーランド，シュチェチン大学），So-
 Yeon Kim（韓国，群山大学校），Rosa Trobajo（スペイン，カタルーニャ農業食品研究所）
- 17:15 事務連絡
 17:30 総会（珪藻学会会員のみ）

第2日 12月6日（日）

- 8:30 受付開始
 9:00 オンライン参加ガイダンス

《招待講演 3》

【座長 大塚泰介】

- 9:05 珪藻と造水処理－汽水域珪藻がアメリカの水不足を救う
 ＊池端慶祐（米国，テキサス州立大，理工・工学・土木工）
- 9:35 休憩

《一般講演》

【座長 辻 彰洋】

- 9:45 (11) 被殻形態からみたクチビルマガイケイソウ属 *Seminavis* とフナガタケイソウ属 *Navicula* の類縁関係
 ○笹野 凧，鈴木秀和，神谷充伸（海洋大・院・藻類），長田敬五（日歯大・新潟・生物）
- 10:00 (12) 紅藻ソゾ類の藻体上から見出された海産無縦溝珪藻 *Falcula* sp. の形態と分類学的検討
 ○菅原一輝，太田梨紗子，鈴木秀和，神谷充伸（海洋大・院・藻類），長田敬五（日歯大・新潟・生物）
- 10:15 (13) 淡水産管棲珪藻 *Nitzschia* sp. の形態と分類学的検討
 ○牟田神東陽奈，鈴木秀和，神谷充伸（海洋大・院・藻類），長田敬五（日歯大・新潟・生物）
- 10:30 (14) 北太平洋及びベーリング海における *Proboscia* 属の seasonal forms の観察と新種の報告
 ○上里有紀，保科一輝（山形大学・理工），Richard W. Jordan（山形大学・理）
- 10:45 休憩

【座長 長田敬五】

- 10:55 (15) コタキナバルのマングローブ林における底質付着珪藻の分類学的研究
 ●中村美穂（東京珪藻学研），真山茂樹（東学大，東京珪藻学研），吉田輝明（Universiti Malaysia Sabah・
 Borneo Marine Research Institute）
- 11:10 (16) 「田んぼの生きもの全種データベース」に掲載された珪藻について
 ●大塚泰介（琵琶湖博物館），北野大輔（滋賀県農業技術振興センター）
- 11:25 (17) 瞬間凍結劈開による珪藻被殻断面の研究への応用
 ●真山茂樹（東学大，東京珪藻学研），真山なぎさ（東京珪藻学研）
- 11:40 最優秀発表賞表彰（発表者左肩の○は選考対象者，●は一般発表，★は招待講演）
 11:50 学会会長・集會会長挨拶
 12:00 閉会

要旨集

招待講演 1

○西村朋宏*・J. Sam Murray*・Muharrem Balci**・Holly Bowers***・Kirsty F. Smith*・D. Tim Harwood*・Lucy Thompson*・Jacqui Stuart*・Sarah Challenger*・Tony Bui*・Catherine Moisan*・Lesley L. Rhodes*：ニュージーランド沿岸域における浮遊性珪藻 *Pseudo-nitzschia* 属の遺伝的多様性と記憶喪失性貝毒産生能

Pseudo-nitzschia 属は約55種から構成され、そのうち約半数の種は、記憶喪失性貝毒を産生することが知られている。これより、本毒に起因する食中毒の発生リスクを評価するためには、本属藻類の種組成および本毒産生能を明らかにすることが重要である。

2018年から2020年にかけて、ニュージーランド沿岸域の21地点より海水試料を採取し、それらより99株の本属藻類培養株を確立した。全株についてITS領域などに基づく分子系統解析を行った結果、それらは14種(*P. americana*, *P. arenysensis*, *P. australis*, *P. calliantha*, *P. cuspidata*, *P. delicatissima*, *P. fraudulenta*, *P. galaxiae*, *P. hasleana*, *P. heimii*/*P. subpacific*, *P. multiseri*, *P. multistriata*, *P. plurisecta* および *P. pungens*) にそれぞれ属した。さらに、*P. delicatissima* は2つのsubclade (I, II) に分かれた。これらのうち、*P. arenysensis*, *P. delicatissima* subclade II, *P. galaxiae*, *P. hasleana* および *P. plurisecta* は、本国初報告となる種またはサブクレードであった。これら14種に属する38株の記憶喪失性貝毒産生能をLC-MS/MSを用いて分析した結果、2種(*P. australis* および *P. multiseri*) の培養株が本毒を産生することが明らかとなった。

(*Cawthron Institute, New Zealand, **Istanbul Univ., Turkey, ***Moss Landing Marine Labs, USA)

招待講演 2

○Norico Yamada*・David G. Mann**・Bernard Lepetit*・Jochen M. Buck*・Peter G. Kroth*・John J. Bolton***・Przemysław Dąbek****・Andrzej Witkowski*****・So-Yeon Kim*****・Rosa Trobajo*****：珪藻グルメ学～盗葉緑体性渦鞭毛藻 *Durinskia capensis* における珪藻嗜好性とその用途多様性～

Dinotomとは、珪藻を三次葉緑体として用いているKryptoperidinales科の渦鞭毛藻の総称である。Dinotomの細胞内共生珪藻は被殻と細胞膜を除く全ての珪藻オルガネラを保持しており、このことから彼らは進化途上にある非常に初期の葉緑体であると見なされている。これまで、dinotomはその細胞分裂を制御することにより共生珪藻を永久的に保持することができると考えられてきた。しかしながら昨年、我々は、一部のdinotomは盗葉緑体性であり、彼らの共生珪藻は一時的に渦鞭毛藻細胞内に保持されるものの、宿主との同調分裂機構が欠如していることを発見した。そのため、盗葉緑体性dinotomの細胞内共生珪藻は渦鞭毛藻細胞の分裂毎に徐々に失われ、宿主は新たな自由生活性の珪藻を常に取り込むことで光合成を行っている。我々は、盗葉緑体性dinotomと、珪藻を永久的に保持できるdinotomの比較により、どのようにして進化初期の葉緑体が発達するのかを解明できるのではないかと考えている。

本研究では、盗葉緑体性dinotomである*Durinskia capensis*を用いて、その珪藻の嗜好性、さらに捕食された珪藻がその後どのような運命を迎えるのかを、捕食実験、RT-qPCRそしてPAMによる光合成効率の測定により検証した。複数種の自由生活性珪藻との培養実験から、*D. capensis*は多くの種類の珪藻を捕食することができることが証明された。一方でその捕食行動には嗜好性があり、*Nitzschia cf. agnita*のみを積極的に捕食することが観察された。この珪藻種はまた、*D. capensis*による捕食後には盗葉緑体として光合成による炭素固定を行うことができる。対照的に、*N. cf. agnita*以外の捕食された珪藻はPSII活性を保持するものの、カルビンベンソンサイクル活性を失うことが示唆された。*D. capensis*は*N. cf. agnita*を主な盗葉緑体として用いる一方で、その他の珪藻葉緑

体をATP供給源として駆動しているようである。

(*Konstanz Univ., **Royal Botanic Garden Edinburgh, ***Cape Town Univ., ****Szczecin Univ., *****Kunsan National Univ., *****IRTA)

招待講演 3

池端慶祐：珪藻と造水処理—汽水域珪藻がアメリカの水不足を救う

水処理において、珪藻は富栄養化や水質汚染の指標、ろ過助剤としての珪藻土といった役割の他、緩速ろ過施設における目詰まりの原因として知られている。しかし、珪藻そのものを浄水・汚水処理に積極的に利用する試みは今までほとんどなかった。これは水道原水や下水に溶解しているシリカの濃度が10~20mg/l程度と低く、珪藻を生物処理に用いるには効率あまりよくないこと、シリカそのものは毒性が低く水質汚濁物質としての性格がないことに起因すると思われる。しかし、下水の再利用が一般的な米国では近年、逆浸透膜を用いた高度処理が盛んで、その処理工程において濃縮されたシリカが逆浸透膜上で析出し、造水能力を阻害することが知られてきた。筆者らは*Gedaniella flavovirens*(=*Pseudostausira trainorii*)等の汽水域珪藻類を用いた、逆浸透膜濃縮液の処理技術を2012年に開発、現在も研究を続けている。今回の講演ではこの技術開発の経緯を最新の研究結果を交えて報告する。

汽水域珪藻はカリフォルニア州キングス郡の農業灌漑排水の蒸発池から採集した水試料などから培養し、単離されたものを用いた。蒸発池は塩分濃度が1000mg/l~20000mg/lと幅広いことが特徴で、同時に灌漑排水に由来する栄養塩・シリカ濃度が高く珪藻の繁殖に適した環境となっている。単離された*G. flavovirens*, *Nitzschia communis*などをカリフォルニア州の高度再生水処理場から得られた逆浸透膜濃縮液に添加し、光生物処理を行うと数日で95パーセント以上のシリカ、アンモニア態窒素、リン酸が除去できた。光生物処理後はさらに逆浸透膜処理をすることで再利用可能な水の回収率を向上させることができ、同時に濃縮液の廃棄に必要なコストや環境負荷を低減することができる。

現在までに10を超える施設からの濃縮液試料で試験が行われた他、屋外での流水式光生物処理装置の構築と運転、蒸発池から採集された珪藻種のスクリーニング試験などが試みられた。蒸発池で採集された汽水域珪藻は塩濃度への感受性が低く、ほとんどの濃縮液試料が有効に処理できることが分かった。また、*Gedaniella*属や*Nitzschia*属に加え、*Anomoeoneis*属、*Halamphora*属などの多くの珪藻種がシリカ、栄養塩除去に有効であることが分かった他、青森県尾駱沼で採集された*G. flavovirens* 2株も同様に利用できることが確認された。

(米国、テキサス州立大、理工・工学・土木工)

(1) ○福本 侑*・藤木利之**・那須浩郎***・Davaadorji Saindovdon****：モンゴル北部ウランブルガス湖の珪藻化石群集と完新世後期の環境変化

モンゴル北部、セレンゲ県に位置するウランブルガス湖において採取した全長250cmのボーリングコア試料について珪藻化石の分析を行った。試料は有機質シルト~砂で、炭素年代測定より最下部はおおよそ4~3千年前であった。分析は5cm間隔で行った。

当湖の水深は1m前後であるため、出現種の多くは付着・半浮遊性種であったが、最も優占した種は*Stephanodiscus minutulus*で、最大で80%に達した。その他に*Stausirella pinnata*, *Pseudostausira elliptica*などが多く出現し、これらの顕著な増減からコアは5つの珪藻帯に分けられた。おおよそ2.8千年前以降、付着性種に代わって浮遊性種が優占するようになり、モンゴル各地の古環境データから示されている湿潤化傾向と整合的であった。数百年の短期間における特定の種の増減もみられた。2~1.6千年前には乾燥化によると考えられる*Stausira*属の増加がみられ、1.6千年前以降は*Cocconeis*属、*Navicula*属などの複数の付着性種が出現、増加したが、1.1~0.9千年前には湿潤化による浮遊性種の増加がみられた。コア最上部の0.9千年前以降では*Stausira incerta*が特徴

的に増加した。

今試料では *Staurosira* 属や *Pseudostaurosira* 属の種間で、出現傾向に違いが見られたのが特徴であった。今後、花粉分析結果などを加えた古環境の考察を進めていくと同時に、追加で炭素年代を測定することで年代モデルの精度の向上を進める予定である。

(* 大阪市立大・理, ** 岡山理科大・理,
*** 岡山理科大・生物地球, **** モンゴル教育大学)

(2) ○嶋田侑真*・澤井祐紀*・藤野滋弘**・中島 礼*・松本弾**・岡田里奈***: 珪藻化石群集から明らかになった高知県土佐清水市の沿岸低地における古環境変動と津波堆積物

高知県土佐清水市の沿岸低地において、最大深度 1.24m までの柱状堆積物を採取した。堆積物中の珪藻化石を観察した結果、過去約 600 年間における環境変化と津波堆積物の存在が明らかになった。調査地の古環境は、砂質干潟からラグーンのような静穏な環境に遷移し、その後淡水の湿地へ変化したと推定された。静穏環境下で堆積した泥質堆積物中には、2 枚の砂質イベント層(砂層 A, B)が見られた。下位の砂層 B の中には汽水~海水に生育する珪藻種が含まれていたことから、海水の流入により堆積したイベント層であると考えられた。また、砂層 B の堆積後には海水の影響が強くなっており、この環境変化は地震に伴う海岸の沈降によって引き起こされた可能性がある。さらに、CT 画像による堆積物の観察を行ったところ、砂層 B には現世の津波堆積物からも報告されている級化構造や明瞭な基底面が観察された。以上の古生物学的・堆積学的特徴から、砂層 B を南海トラフで発生した地震による津波堆積物と結論付けた。大型植物化石による ^{14}C 年代測定の結果、砂層 B の堆積年代は 540–497 cal yr BP (西暦 1411–1453 年)と推定された。この確率年代には歴史地震の発生年代が含まれておらず、砂層 B は未知の地震による津波堆積物の可能性がある。しかしながら、測定試料の選定や測定時の誤差を踏まえると、1361 年正平地震もしくは 1498 年明応地震による津波堆積物の可能性も残されている。

(* 産総研・地質調査総合センター, ** 筑波大・生命環境系,
*** 弘前大・理工学研究科)

(3) 鹿島 薫: 韓国海岸湿原堆積物から得られた珪藻遺骸群集について

2019 年 8 月 1 日より 2020 年 7 月 31 日まで、韓国地質資源研究院(韓国大田市)に客員研究員として滞在した。期間中は韓国の海岸低地・湿原におけるボーリングコア試料を用い、試料中に含まれる珪藻遺骸群集および休眠孢子遺骸を観察した。韓国海岸域は一般に潮位差が大きく、潮流も早いため、珪藻遺骸は強く破損した状態で観察される。殻面が保存されていても、種同定の基礎となる、殻縁部や殻面突起構造などは失われていることが多い。また、比較的丈夫な殻を有する種のみが集積する傾向があり、環境変動の復元に対しての障害となる。

そこで、韓半島を取り巻くように 4 地域を選定し、合計 10 本のボーリングコア試料から産出する珪藻遺骸について、その写真図版集と種カタログを作成した。これに基づいて珪藻遺骸群集を計数し、堆積環境を推定するための分類群の設定を行った。これらをまとめた環境種群としては、浮遊生は海水生淡水-汽水生、淡水性に 3 分し、付着生は海水生、淡水-汽水生、淡水好酸性、淡水不定性、淡水半浮遊生に 5 分した。また、休眠孢子は海水生、淡水生に区分した。休眠孢子は堆積物中に保存されやすく、暴風などの過去の災害堆積物の推定に有効であることがわかった。

(九州大・理)

(4) ○保科一輝*・上里有紀*・Richard W. Jordan**: 1960 年代の北太平洋と南大洋におけるバルマ藻群集—温暖化による激減 vs 過小評価—

珪藻と近縁関係にある珪質微細藻類のバルマ藻は、1976 年に初めて報告されて以来、分類や分布が研究されてきた。本研究では、1960 年代に北太平洋と南大洋で採取された 329 フィルター試料を、走査型電子顕微鏡を用い観察計数を行った。

北太平洋において、1960 年代のバルマ藻は今日よりも 10–100 倍産出量が多く、優占種が *Triparma columacea* f. *convexa* と *T. strigata* から、*Tetraparma pelagica* へ移行した一方、南大洋においては、この半世紀で産出量、優占種の変動は小さかった。

Hoshina *et al.* (in press) は 1970 年代以降の北太平洋の温暖化(Miller *et al.*, 1994) がバルマ藻群集に影響を与えた可能性があるとした。しかしながら、その他にも、北太平洋における先行研究では、バルマ藻計数時の過小評価もあったのではないかと考えられる。実際に、南大洋に生息するバルマ藻の種数は北太平洋の半分程度で、分類の確立も早かったため、十分にこの可能性があると考えられる。

今後は、先行研究で用いられた試料を観察していき、どの程度の過小評価があったのかを検討していく。

(* 山形大・理工, ** 山形大・理)

(5) ○石野沙季*・板木拓也*: 深層学習を用いた *Eucampia* Index の自動検出手法の確立

南大洋で観察される *Eucampia antarctica* の細胞連鎖数は緯度によって異なることが指摘されており、連鎖数を評価するための *Eucampia* Index (terminal valve と intercalary valve の比率) は古環境指標として注目されている(例えば Kaczmarek *et al.*, 1993)。一方で、*Eucampia* Index が何の環境要因で変化するののかについての検証は十分に行われていない。その原因として、南大洋の広大な海域で *Eucampia* Index を大量に計測するには通常群集解析より 5–20 倍の視野での観察が必要であり、人力による作業量が膨大になることが挙げられる。そこで本研究では、産業技術総合研究所が開発した微化石分取システム(The microfossil Classification and Rapid Accumulation Device: miCRAD)を用いて、*Eucampia* Index を通常の珪藻観察用スライドから自動で検出する手法を確立した。

筆者らは日本珪藻学会第 39 回研究会にて、*E. antarctica* valve の画像のみからなるデータセットを用いて、terminal もしくは intercalary valve を分類するモデルの成果を報告した。本研究では、南大洋の 15 地点で採取された表層堆積物サンプルを用いて珪藻観察用スライドを作成し、スライドからランダムに撮影した粒子画像のデータセット(様々な種の珪藻殻や鉱物・岩石片を含む)を用いて、堆積物粒子中の terminal と intercalary valve の存在比(つまり *Eucampia* Index)を検出するためのより実用的なモデルの作成を行った。本発表ではそのモデルの精度について検証した結果を報告する。

構築したモデルでテスト用の画像セット(計 2,309 枚)を分類した結果、テスト用に用意した画像セットの *Eucampia* Index が 0.80 であったのに対し、作成したモデルの予測値は 0.76 であった。*Eucampia* Index を人がカウントした場合のエラーは ± 0.053 (Whitehead *et al.*, 2002) であることから、作成したモデルの分類能力は人の作業に値する結果であることが示された。今後は、表層堆積物だけでなく堆積物コアを用いて、より古い時代の *E. antarctica* 化石の分類でも精度を上げることができるようモデルの強化を行う予定である。

(* 産業技術総合研究所)

(6) ○井出祐貴*・岩崎悟至*・松川雄二*・真山茂樹**・梅村和夫*: 滑走する *Navicula* sp. に押されて動くシリカビーズ

これまでに当研究室では滑走する *Navicula* sp. を光学顕微鏡で動画観察し、幾何学的重心の位置座標の軌跡を描くことで個々の細胞の滑走速度などを定量解析してきた。本研究では、滑走運動の推進力を直接測定するための初歩的な試みとして、*Navicula* sp. の細胞懸濁液にマイクロビーズを添加し、細胞に押されたビーズの動きを解析した。

Navicula sp. を単離培養し、植え継ぎから 11–14 日経過してよく滑走している細胞を観察に使用した。ポリスチレン製シャーレに細胞懸濁液と平均直径 20 μm のシリカ製マイクロビーズを入れ、室温で倒立顕微鏡動画観察を行った。細胞がビーズにぶつかる直前から、細胞が離れてビーズが静止するまでを二次元動画計測ソフトウェア Move-tr/2D を使用し、個々のビーズと細胞の幾何学

的重心の座標から、それぞれの移動距離を求めた。

細胞に押されたビーズの中から無作為に抽出した10個の移動距離は0.64 μm から11.3 μm の範囲であった。また、細胞に押された後に元の位置に戻るビーズもあった。直径20 μm 、密度1.8 g cm^{-3} のビーズの質量は7.5 ng である。培地中のビーズとシャーレの静止摩擦係数を0.5と仮定するとビーズが動きだすのに必要な摩擦力の最小値は37 pN と計算される。このことから、珪藻がビーズを押す力は、少なくとも数十 pN 程度はあるものと推測される。

本研究は将来的には固体表面上を滑走する珪藻細胞の推進力や仕事を推定できる可能性がある。

(* 東理大, ** 東京珪学研)

(7) ○吉岡夢生*・鈴木秀和*・神谷充伸*・綿貫 豊**：珪藻が海鳥の羽に付着する過程の再現実験

珪藻は、微細藻類の中でも種の多様性が高い。これには、様々なものを媒介して移動し、分散したことが要因の1つであると考えられる。特に付着珪藻は、基質に付着し生育するため、海流や風以外に動物も媒介すると推測される。発表者のこれまでの研究により、潜水性の海鳥・ウトウの羽から海産付着珪藻を確認した。このほとんどがウトウの採餌海域周辺に生育する種であることから、付着珪藻が基質からはがれ、一時的に浮遊生活を送っているところで羽に再度付着したと考えられる。ウトウの海域滞在中に珪藻が羽に付着する現象を現場で観察することは難しい。よって本研究では、海洋中の付着珪藻が新しい基質の付着に要する時間を推定するため、実際の環境を想定した実験を行った。

採集した付着珪藻を水槽内に加え、懸濁液をつくり、エアレーションや水流ポンプを用いて攪拌した。水槽中にプラスチック板をつらし、経過時間別に回収し、1 cm^2 あたりの細胞数を計数した。

観察の結果、15分後に *Nitzschia* や *Navicula* など滑走する種を確認し、30分~60分後には粘液で直立して付着する *Licmophora* や *Tabularia* を確認した。180分後には付着珪藻が250細胞以上確認された。ウトウが海域で着水する時間は15分未満であることが多いが、60分以上着水する場合もある (Kato *et al.* 2003)。よって、ウトウが海域に滞在中に、珪藻が羽に付着できることが示された。

(* 海洋大・院・藻類, ** 北大・資源生態)

(8) ○梅村和夫*・平山航太*・松川雄二*・井出祐貴*・山崎時生*・竹田悠純*・真山茂樹**・武村政春*：デジタルホログラフィック顕微鏡による生きた珪藻細胞の物性マッピング

ホログラムを活用した顕微鏡は1960年代に既に開発されていたものの、汎用の顕微鏡として用いるにはさまざまな架台があった。近年、デジタル技術を駆使し、トモグラフィ技術を融合させたホロトモグラフィが実現したことで状況が変わり、デジタルホログラフィック顕微鏡 (DHM) を生物系のユーザーも使える段階に入った。単に形状観察を行う顕微鏡と考えると共焦点レーザー顕微鏡などと競合することになるが、細胞内の屈折率などをマッピングできる顕微鏡、いわば物性測定の顕微鏡と捉えると利用価値の高い新技術といえる。

本研究では、海で採集して単離しないままの *Cylindrotheca* sp., 単離培養した *Nitzschia* sp. および *Navicula* sp., 比較のために生きた HeLa 細胞, ポリスチレンビーズ (直径6 μm), シリカビーズ (5 μm) を DHM 観察し、三次元形状のデータを取得とともに、細胞内の屈折率分布の解析を行った。HT-2 (Tomocube 社, 韓国) を用い、常温または温度制御下で純水, 液体培地, または寒天培地中で観察した。実験の結果、生きた珪藻細胞の観察は単離しない場合でさえ容易であった。ただし、*Nitzschia* sp. については、細胞懸濁液を2枚のガラスに挟んで観察したところ、破裂する細胞もあった。液の蒸発により浸透圧変化が生じた可能性が考えられる。屈折率等の解析により、*Cylindrotheca* sp. の屈折率解析を行ったところ、被殻, 原形質, 空胞と葉緑体を屈折率の違いで見分けられる可能性が示された。今後、被殻の体積など

を三次元画像解析から求めるなどの応用が期待できる。

(* 東理大・理, ** 東京珪学研)

(9) ○根来 健・大塚泰介：螺旋状群体を形成する *Aulacoseira ambigua* 単藻培養株に見られた群体の形状変化

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen には、群体が直線状のものや螺旋状のもの2型がある。両者は同一の分類群であるという見解 (たとえば小林ら 2006) と、異なる Morphotype あるいは品種であるという見解 (たとえば辻・伯耆 2001) に分かれている。このたび螺旋状の *A. ambigua* を単離し、継代培養を行ったところ、培養過程で螺旋構造の崩れが観察されたので報告する。

琵琶湖北湖から2020年3月17日に、4株の螺旋状 *A. ambigua* をマイクロピペット法により単離した。マイクロプレートを用いて初期培養を行い、その後栓付試験管に移殖して、20 $^{\circ}\text{C}$, L:D=12:12の恒温培養器内で、Csi 培地を用いて静置培養した。

培養開始当初には単離培養時と同様、全ての株が螺旋状群体を形成していた。しかし徐々に螺旋構造が崩れて、ゆるく波打つ群体が大部分を占めるに至った。ただし螺旋の崩壊の程度は、同時に単離した株間でも異なっていた。単離後5か月を経た頃から形成された増大胞子から生じた初期の群体もゆるく波打っていた。

琵琶湖から採集された *A. ambigua* でも螺旋密度のばらつきが認められるが、本研究の培養下で観察されたような、ゆるく波打つ群体は観察されていない。直線状群体と螺旋状群体が単なる環境変異なのか、それとも遺伝的変異なのかについては、さらなる検討が必要である。

なお本研究は、(株)SeedBankの協力のもと同社の恒温培養器を用いて行ったものである。

(琵琶湖博物館)

(10) ○鎌倉史帆・佐藤晋也：Epithemia のスフェロイドボディと葉緑体の遺伝

珪藻 *Epithemia* は細胞内に「スフェロイドボディ」をもつ。スフェロイドボディは独自のゲノムを有し、その起源はシアノバクテリア共生体であると考えられている。スフェロイドボディに関する進化的研究は近年増加しており、ミトコンドリアや葉緑体と比べ成立時期が新しい (~12 Ma) ことや、窒素固定オルガネラへ進化する過程にある可能性が示唆されている。これらの特徴から、スフェロイドボディはオルガネラ進化の初期段階の理解に新たな知見を与えるモデルとして注目されている。オルガネラ進化の過程で獲得されると考えられている特徴の一つに、オルガネラの片親遺伝現象がある。しかし、スフェロイドボディでは片親遺伝についてこれまで検証されていなかった。そこで本研究では、このオルガネラ (共生体) の進化の状況をより深く理解するために、*Epithemia* のスフェロイドボディと葉緑体の遺伝様式を明らかにした。

スフェロイドボディおよび葉緑体のゲノムに多型をもつ *E. gibba* var. *ventricosa* の交配可能な2株を用い、有性生殖の誘導とF1株の確立を行った。親株に特異的な多型を分子マーカーとして用いることで、F1株のもつスフェロイドボディと葉緑体がどちらの親株に由来するのか調べた。その結果、スフェロイドボディではランダムな片親遺伝 (F1世代の細胞はどちらか一方の親からのゲノムをもち、その割合が偏らない) がみられ、葉緑体とは異なる遺伝パターンを示した。

(福井県大・海洋生物)

(11) ○笹野 凪*・鈴木秀和*・神谷充伸*・長田敬五**：被殻形態からみたクチビルマガイケイソウ属 *Seminavis* とフナガケイソウ属 *Navicula* の類縁関係

クチビルマガイケイソウ属 *Seminavis* は、フナガケイソウ科 Naviculaceae に属する底生羽状珪藻で、これまでに22種が記載されている。本属の殻面の外形は半披針形であるが、分子系統解析では殻面の外形が披針形のフナガケイソウ属 *Navicula* と近縁であるとされた (Bruder & Medlin 2008)。本研究では、本邦沿岸から得た *S. basilica* Danielidis, *S. exigua* Chen Zhuo & Gao, *S. robusta*

ta Danielidis & D.G. Mann, *S. strigosa* (Hust.) Danielidis & Economou—Amili, および *S. ventricosa* (W. Greg.) M. Garcia—Baptista の5種について、生細胞の形態および殻と帯片の微細構造を観察した。

先行研究の記録と併せて、本属の属ランクの分類形質について検討した。本属は、縦溝極裂が殻の二次側に向けて鉤状に湾曲、殻内面の縦溝極末端が蝸牛舌状、胞紋の外部開口がスリット状などの *Navicula* の主要な形質 (Cox 1999) をもつ。また、本属の多くは軸域内面の一次側に発達した修飾肋 (accessory rib) をもち、その形態と発達度合いが類似した *Navicula* の種類が存在する。本属はこれらの点に加え、殻面の外形が半披針形、殻帯の幅が殻の一次側に比べて二次側の帯面で広く、形態の異なる2つの葉緑体をもつという形質により特徴づけられることが明らかになった。以上のことから本属の進化の過程を考察すると、本属は *Navicula* のうち発達した修飾肋をもつ種と近縁な祖先をもち、分化の過程で上記の派生形質を獲得したと考えられる。

(* 海洋大・院・藻類, ** 日歯大・新潟・生物)

(12) ○菅原一輝*・太田梨紗子*・鈴木秀和*・神谷充伸*・長田敬五** : 紅藻ソゾ類の藻体上から見出された海産無縦溝珪藻 *Falcula* sp. の形態と分類学的検討

Falcula Voigt は現在4種のみが知られる小さな分類群で、これまで本属に関する報告は極めて少ない。今回、北海道忍路、茨城県大洗、千葉県勝浦、神奈川県三浦、静岡県下田の潮間帯に生育する紅藻ソゾ類、およびその近縁種の藻体上から、本属に帰属する未記載種を得た。

細胞は単体で、殻端で基質に付着する。葉緑体は板状で2個。殻面の外形は弓形で、殻端は広円形。帯面の外形は長方形。殻長10–32 μm、殻幅2.3–3.5 μm。軸域は狭く腹側に寄る。条線は単列で、その密度は43–44本/10 μm。胞紋の形状は楕円形で、各胞紋は複数の小孔からなる篩板で閉塞される。殻端小孔域はスリット状。半殻帯は10枚程度の帯片から構成される。いずれの帯片も片端開放型で、半殻帯の両端において開放端と閉鎖端が交互に重なる。それぞれの帯片は殻と同様の胞紋列を伴う。

本種の形態は、殻端小孔域がスリット状で、胞紋の形状が楕円形である点で *F. media* Voigt に似るが、本種の方が殻長が小さく、帯面の外形が長方形になる点で形態学的に異なる。

葉緑体の遺伝子 *rbcl* を用いて、分子系統解析を行なった。本種は、近年 *Falcula* から独立した *Pseudofalcula hyalina* (Takano) F. Gómez, Lu Wang & Senjie Lin とは系統的に異なることが示唆された。本属に関する分子データはこれまで存在しておらず、本研究が初である。

(* 海洋大・院・藻類, ** 日歯大・新潟・生物)

(13) ○牟田神東陽奈*・鈴木秀和*・神谷充伸*・長田敬五** : 淡水産管棲珪藻 *Nitzschia* sp. の形態と分類学的検討

沖縄県西表島の船浮の小川および浦内川上流より、管棲珪藻 *Nitzschia* に帰属する未記載種を得た。今回は、生細胞及び被殻構造についての詳細な観察と、それに基づく分類群の検討を行ったので、その結果を報告する。

群体は叢状で、色は茶褐色。糸状のチューブが付着基部から不規則に分枝し、全体として放射状に広がる。チューブの太さは10–20 μm、群体全体でほぼ一定である。細胞はチューブ内を前後に滑走する。葉緑体は板状で2枚、細胞の中央にある核を挟んで位置する。殻面の外形は狭披針形、殻端は嚙状。帯面の外形は披針形。殻面、帯面共に両殻端が僅かに曲がる。殻長は105–139.5 μm、殻幅は3.5–4.5 μm。条線は1列の円形または楕円形の胞紋から構成され、条線密度は10 μmあたり23–26本、殻面全体で平行に並ぶ。縦溝は殻縁にあり線状、外裂溝の両中心末端は共に大きく殻面側に湾曲、両極末端は殻縁から離れて殻の中心線付近でやや鉤状に曲がる。内裂溝の両中心末端は同軸上で真っ直ぐに終わり、両極末端は僅かに曲がり蝸牛舌状を成す。小骨密度は10 μmあたり5–7個。半殻帯は6–7枚の帯片から構成される。いずれの帯片も片端開放型で、半殻帯の両端において開放端と閉鎖

端が交互に重なる。接殻帯片の帯片内接部は、僅かに波打ち、帯片中肋に沿って1列の胞紋列をもつ。

本種の被殻形態は、*Nitzschia prolongata* Hustedt に似るが、胞紋の形状や管棲である点、生育環境が淡水である点に相違が確認された。

(* 海洋大・院・藻類, ** 日歯大・新潟・生物)

(14) ○上里有紀*・保科一輝*・Richard W. Jordan** : 北太平洋及びベーリング海における *Proboscia* 属の seasonal forms の観察と新種の報告

Proboscia 属は先行研究より、spring form と winter form (両方とも vegetative stage) をつくるということが明らかになっている。しかし、現生種であっても両形態の対応は十分ではなく、観察例も少ない。本研究では、北太平洋及びベーリング海のフィルター試料を用いて *Proboscia* 属の形態を走査型電子顕微鏡にて観察した。

観察の結果、*P. alata*, *P. eumorpha*, そして新種と思われる spring と winter, heterovalvate form を確認した。*P. eumorpha* の winter form の確認は本研究が初である。本研究海域において通常見られる *P. subarctica* は本研究で観察した1960年代の試料では見られなかった。新種と思われる形態は 'barboi' 系列に属すると考えられ、*P. subarctica* 同様 clasper の存在は確認できなかった。新種の winter form は *P. eumorpha* のそれと酷似しており、現時点では判別は困難である。

P. subarctica の両形態は Takahashi et al. (1994) に記載があるが、Cupp (1943) のイラストとは spring form の形態が異なっていること、ベーリング海のセグメント・トラップ試料の観察から winter form の形態の一つではないかと考えられる。

(* 山形大学・理工, ** 山形大学・理)

(15) ○中村美穂*・真山茂樹**・吉田輝明*** : コタキナバルのマングローブ林における底質付着珪藻の分類学的研究

マングローブが生育する熱帯から亜熱帯の海岸域や河口域は急速な発展途にある場合が多く、都市化による森林の減少や、ゴミの流入が問題となっている。珪藻は環境変化の指標として有用な生物であるが、当該地域における珪藻フロアの研究は少なく、出現種の写真を伴う報文や、タイプ標本や原記載を含む古典の文献に言及した分類学的研究はほとんどない。

本研究は、マレーシアサバ州コタキナバルのマングローブ林における底生珪藻群集の特性解明をめざし、分類学的基礎を構築することを目的とした。

2018年2月と12月に採集した試料から33属87分類群を同定し、命名規約と照合した。その結果、*Frustlia* (1種), *Halamphora* (1種), *Nitzschia* (2種), *Petronis* (1種), *Tryblionella* (1種) については、従来記載がなく新種と考えられた。また8分類群は新組合せおよびランクの変更が必要であった。

87分類群のうち約4割は、メキシコやカリブ海の島々、ブラジルなどの中南米、ベトナムやインドネシア及びオセアニア地域のマングローブ環境には出現しておらず、同様の環境条件下であっても、フロアの地域間における類似性は必ずしも高くはないことが示唆された。また2月と12月で共通して出現したものは10分類群のみであり、群集組成は時期によっても大きく変化することが示された。

(* 東京珪藻学研, ** 東学大, 東京珪藻学研,

***Universiti Malaysia Sabah・Borneo Marine Research Institute)

(16) ○大塚泰介*・北野大輔** : 「田んぼの生きもの全種データベース」に掲載された珪藻について

「田んぼの生きもの全種データベース」は、桐谷圭治編 (2010) 「改訂版 田んぼの生きもの全種リスト」のデータを引き継いで増補更新し、インターネット経由で閲覧できるデータベースとしたものである。2020年11月6日の公開時点で、日本の水田とその周辺環境に出現する6,305種の生物を掲載している。



本データベースには408種（公開時点）の珪藻が掲載されている。日本国内の水田の珪藻植生報告13本に基づき、異名同種を整理して明らかな誤同定などを除外した結果である。最新の分類学的知見に基づいて属の所属を整理しなおしたところ、最も多くの種（変種、品種を含む）が掲載されているのは *Pinnularia* 属で51種、続いて *Nitzschia* 属が40種であった。これは実際の水田における出現種の傾向を概ね反映している。

日本の水田珪藻に関する報告は概して古く、上記13本のうち9本までが1944～66年に著されたものである。線描や写真が示されている種は一部に過ぎず、多くが学名のリストアップのみであるため、同定の正否を判断することが難しい。また同定根拠として当時最もよく用いられてきた Hustedt (1930) は、現在の分類学に照らせば明らかな誤同定を含んでいる。したがってデータベースの精度を上げるためには、残されている線描や写真からの再同定を試みるとともに、博物館などに収蔵されている水田珪藻の標本を再検討する必要がある。

(* 琵琶湖博物館, ** 滋賀県農業技術振興センター)

(17) ○真山茂樹*・真山なぎさ**：瞬間凍結劈開による珪藻被殻断面の研究への応用

機械部品の設計図には通常三面図が用いられる。これは部品の形を正確に示すためである。珪藻被殻では、殻断面と縦断面の形は、それぞれ殻面観、帯面観より理解されるが、正確な横断面の形は容易に把握できなかった。我々は液体窒素中で冷やした金属ブロック上に置いたカバーガラスに、珪藻懸濁液を滴下することで、瞬時に被殻を劈開する方法を開発した。

本法では、近年、被殻断面作成に用いられる集束イオンビーム (FIB) 装置による切削で見られる試料のアーチファクトが生じないという、切削で消失する側の被殻断面も観察できる利点がある。

本法による *Surirella* と *Iconella* の被殻断面では翼の角度を測定することができた。これは他の翼を持つ属においても適用できる。また、*Cymbella* では殻面と殻套が腹側と背側で作る角度の違いを観察できた。また、*Nitzschia* の種では、横断面が長方形のもの、平行四辺形のもの、台形のを明瞭に区別できた。*Cymbella janischii* では殻内面に存在する遊離点の閉塞が、貫殻軸方向に伸びる襞状構造であることが示された。これは系統的に近縁とされる *Didymosphenia* の遊離点の閉塞構造とは異なるものである。さらに、*Pinnularia* の分裂後の細胞では、親被殻と一致する部位の形成中の殻を観察できた。形成殻の中心部ではシリカの顆粒が不規則に充填されていたが、表面付近では垂直方向にシリカ粒子が重合するものであった。本法は殻形成過程の解明においても有用である。

(* 東学大, 東京珪学研, ** 東京珪学研)