

珪藻学会第37回研究集会（福井）プログラム

期 日：2017年10月14日（土）・15日（日）
会 場：三方青年の家（福井県若狭町鳥浜 122-27-1）
学会会長：南雲 保
集会会長：佐藤晋也

第1日 10月14日（土）

12:00 受付開始
13:00 入所式 オリエンテーション・三方青年の家 所長挨拶
13:20 開会 学会会長・集会会長挨拶

《 招待講演 水月湖の研究 》

【座長 佐藤晋也】

- 13:30 (S1) 水月湖年縞に認められる洪水層と周辺植生の変遷
○北川淳子（福井県里山里海湖研究所），小島秀彰（若狭三方縄文博物館），瀬戸浩二（島根大学エスチュアリー研究センター），入澤汐奈（島根大学総合理工学部），山田和芳（ふじの国地球環境史ミュージアム），吉田丈人（総合地球環境学研究所）
- 14:00 (S2) 水月湖年縞とわたしの珪藻研究
斎藤めぐみ（国立科博・地学）
- 14:30 (S3) 大量塩基配列解析を用いた湖沼堆積物中の真核微生物群集の解析
○片岡剛文・近藤竜二（福井県大・代謝）
- 15:00 休憩

《 口頭発表1 》

【座長 真山茂樹】

- 15:15 (1) 1640年北海道駒ヶ岳噴火津波が伊達市アルトリ岬周辺の珪藻群集に与えた影響とその後の群集変遷
○千葉 崇（MDPC），西村裕一（北大），石澤亮史（東北大）
- 15:30 (2) *Pseudostaurosira trainorii* におけるオルガネラの遺伝様式の解明
○中村憲章，磯野弘之，佐藤晋也（福井県大・藻類）
- 15:45 (3) *Epithemia* 属2種の形態比較および分子系統解析
○鎌倉史帆，阿知波里歩，佐藤晋也（福井県大・藻類）
- 16:00 写真撮影

《 ポスター発表1 》

- 16:20–17:05（各発表5分） 【進行 千葉 崇】
- (4) 小笠原諸島父島列島産アオウミガメ *Chelonia mydas* 背甲上の付着珪藻相～第3報～
○小林未宇，鈴木秀和（海洋大・藻類），菅沼弘行（ELNA），南雲 保（日歯大・生物），田中次郎（海洋大・藻類）
- (5) 北海道石狩湾産海藻上の付着珪藻相～第2報～
○江川隆昭，鈴木秀和，田中次郎（海洋大・院・藻類），松岡孝典，南雲 保（日歯大・生物）
- (6) 日本産ハナラビケイソウ属 *Denticula* の形態と分類
○数野 渚，鈴木秀和（海洋大・藻類），松岡孝典（日歯大・生物），三橋扶佐子（日歯大・共同研），田中次郎（海洋大・藻類）
- (7) *Gomphoneis minuta* における散在型の葉緑体核様体の分布様式
○根岸柚璃，真山茂樹（東学大・生物）
- (8) パルマ藻オルガネラゲノムの構造進化
○濱口拓朗，中村憲章（福井県大・藻類），一宮睦雄（熊本県大・環境），桑田 晃（東北水研），吉川伸哉，佐藤晋也（福井県大・藻類）
- 17:30 懇親会

第 2 日 11 月 15 日（日）

《 口頭発表 2 》

【座長 出井雅彦】

- 8:45 (9) パルマ藻の殻形成についての研究
 ○吉川伸哉（福井県大・藻類），山田和正（熊本県大・環境），桂 大貴（福井県大・藻類），一宮睦雄（熊本県大・環境），桑田 晃（東北水研），佐藤晋也（福井県大・藻類）
- 9:00 (10) 形態からサイズの影響を除くための主成分分析 — *Gomphosphenia* を例として
 ○大塚泰介（琵琶湖博物館），北野大輔（滋賀県大・環境科学）
- 9:15 (11) 多摩川河口干潟における珪藻群集特性：導電率の経時変動および底質の粒度分布に着目して
 ○田口芳彦，真山茂樹（東学大・生物）
- 9:30 休憩
- 【座長 鈴木秀和】
- 9:45 (12) 古琵琶湖層群甲賀層から見出された *Stephanodiscus* 属珪藻
 ○田中宏之（前橋珪藻研究所），南雲 保（日歯大・生物）
- 10:00 (13) 海に面した小規模な沿岸湖沼における珪藻遺骸を用いた津波・台風堆積物の同定
 鹿島 薫（九州大・理）
- 10:15 (14) 小笠原諸島の淡水珪藻類（予報）
 辻 彰洋（国立科博・植物）

《 ポスター発表 2 》

- 10:30-11:15（各発表 5 分）
- 【進行 佐藤善輝】
- (15) 秋田県田沢湖の完新世の珪藻化石群集変動
 ○福本 侑（立命館大・環太平洋），池田太一（九州大・理），石山大三（秋田大学・国際資源），山田和芳（ふじのくに地球環境史ミュージアム），鹿島 薫（九州大・理），原口 強（大阪市立大・理），松岡裕美，岡村 眞（高知大・理）
- (16) オホーツク海の氷生珪藻
 ○中村広基（九大院・理），今野 進（マリンワークジャパン），中塚 武（地球研）
- (17) ジグザグ群体を形成する日本新産の浮遊性珪藻 *Eunotia tukanorum*
 ○溝渕 綾，半田信司（広島県環境保健協会）
- (18) 多摩川河口域で得られた珪藻の塩分特性に関する培養実験
 ○野村洸真，佐藤史直，真山茂樹（東学大・生物）
- (19) 異形殻を持つ縦溝珪藻の 2 種の形態とその殻形成過程
 平林結衣，○真山茂樹，森内裕子（東学大・生物）
- 11:15 閉会 学会会長挨拶
- 11:20 退所式 所長あいさつ

(S1) ○北川淳子¹・小島秀彰²・瀬戸浩二³・入澤汐奈⁴・山田和芳⁵・吉田丈人⁶: 水月湖年縞に認められる洪水層と周辺植生の変遷

水月湖は福井県の嶺南地方にある三方五湖と言われる湖沼群の 1 つで、面積 4.15 km²、最大水深 34 m、周囲 9.85 km の沈降湖である。上部と下部の水循環が行われないため、湖底は硫化水素を含む無酸素の汽水となっている。このため、湖底には年縞堆積物が堆積し、その年縞を利用して、炭素 14 年代測定の限界までのキャリブレーションカーブの作成に成功している。年縞堆積物自体、正確な年代決定が可能で、火山灰の年代決定などにも利用されている。水月湖の年縞の年代を利用することで、周辺の災害の状況がより具体的にわかっていくことを、該当する災害にあった遺跡と隣接する日向湖の花粉分析結果で紹介する。

2015 年、隣接する日向湖で、マッケラスピストンコアラーとリムノスコアラーを用いて堆積物のサンプリングを行い、花粉分析を行った。堆積物にはおよそ 240 calAD と、700 calAD、1350 calAD に厚い洪水層が認められ、水月湖の堆積物のこれらの時代に对比できる洪水層と考えられる層の年代をみると、AD268 ± 33 年、AD774 ± 67 年、AD1248 ± 21 年におこった洪水と考えられた。近隣の遺跡でも AD268 ± 33 年の時代、洪水による土砂災害で遺跡が流されていることが判っている。周辺の植生も破壊され、回復するのに 50 年ほどかかっていることが判ってきた。

本研究は環境研究総合推進費 (課題番号: 4-1505) の支援を受け実施された。

¹ 福井県里山里海湖研究所, ² 若狭三方縄文博物館, ³ 島根大学エスチュアリー研究センター, ⁴ 島根大学総合理工学部, ⁵ ぶじの国地球環境史ミュージアム, ⁶ 総合地球環境学研究所

(S2) ○齋藤めぐみ: 水月湖年縞とわたしの珪藻研究

水月湖は、いまや世界に誇る「時を刻む湖」として、その名をどろかしている。発表者は、2002 年に水月湖から得られたボーリングコア SGP-12 (全長 3.85 m) を用いて、水月湖の古環境を推定する研究を始めた。この試料から、江戸時代初期の人為改変による海水浸入前の水月湖には、琵琶湖の固有種とされるズキケイソウ *Praestephanos suzukii* が生育していたことが明らかになった。すぐに、なぜ当時の水月湖にズキケイソウがいたのか? という疑問が湧いたが、その疑問はすぐには解決されなかった。機を待つ間に、発表者らによって、琵琶湖ボーリングコアに含まれる珪藻化石から、形態学的に *P. vestibulis* (*P. triporus* のシノニム) に一致する祖先から形態学的な進化をへて、最終間氷期 (約 12 万年前) にズキケイソウが誕生したことが示された。ズキケイソウの起源は琵琶湖にあることが支持された。

2006 年、水月湖にて切れ目のないボーリングコア SG06 が掘削された。このコアは、全長 73 m を超え、5 万年以上の年縞を含んでおり、最下部は最終間氷期に達している。2007 年、発表者は、かつての疑問を解決するために、このボーリングコア試料を分配してもらった機会を得た。そして、近頃ようやく、SG06 に含まれる珪藻化石の概要を明らかにすることができた。本発表では、水月湖 SG06 とその周辺から得られたズキケイソウについて報告し、水月湖のズキケイソウの由来について考える材料と今後の課題を示す。

(国立科学博物館・地学研究部)

(S3) ○片岡剛文・近藤竜二: 大量塩基配列を用いた湖沼堆積物における真核微生物群集の解析

地球上のあらゆる環境には微生物が存在し、微生物ループを介した物質循環が生態系の維持に重要であることが明らかとなりつつある。我々のグループはこれまでに、海洋や湖沼をフィールドにして、環境中での物質循環に関わる微生物 (真核・原核微生物を含む) を研究対象としてきた。本発表では、水圏の中でも豊富な有機物を基質に、微生物による物質循環が卓越していると考えられる湖沼堆積物を対象として、原核微生物の摂餌者である原生生物に着目した群集構造解析について報告する。

湖沼堆積物は、水柱環境で生息する生物の死骸などの有機物が沈降・堆積して形成されるため、微生物による有機物分解が活発な環境である。特に水の移動が少ない湖沼では、有機物分解に伴

う酸素消費が進行し、最終的には嫌気性原核微生物が卓越する環境となる。一般的に、これらの原核生物は、鞭毛虫、繊毛虫、アメーバを始めとする原生生物に摂餌され、さらに原生生物は動物プランクトンに摂餌される過程を経て、有機物が生食物連鎖へと再循環すると考えられているが、嫌気的な湖沼堆積物中で微生物ループを通じた物質循環が存在するかどうかに関する知見は少ない。また、形態や生活史が複雑な原生生物の種を特定し、その群集組成を把握するのは困難である。未知の微生物を含む群集組成を明らかにする場合、rRNA 遺伝子の共通領域を対象とした塩基配列解析が有効であるが、ゲノムならびに遺伝子コピー数が多様な真核生物の場合、少数の塩基配列による解析では群集構造を把握することは困難である。そこで我々は、18S rRNA 遺伝子を対象として、大量塩基配列分析が可能な次世代シーケンス法 (MiSeq, illumina) により、嫌気的な湖沼堆積物における原生生物群集の特徴を把握することを試みた。試料は、塩分濃度の異なる 3 つの湖沼 (琵琶湖: 淡水, 日向湖: 塩水, 水月湖: 汽水) において嫌気層が発達する時期に 2 回ずつ採集し、合計 6 試料を比較した。各試料から 34-90 万配列が得られ、98% の相同性を基準に作成した操作上分類単位 (OTU) のうち、18S rRNA 遺伝子と同定された OTU は 23,064 種類であった。OTU 数を Rarefaction curve により解析したところ、OTU に基づく群集構造解析に十分な数の塩基配列を得られており、琵琶湖 (10,026 OTUs), 日向湖 (2,950 OTUs), 水月湖 (1,804 OTUs) の順に組成が多様であることが推定された。また、クラスター解析では OTU 組成は湖沼毎に類似しており、経時的な変化が小さいことが示された。本研究により、嫌気的な堆積物中の原生生物組成は、多様かつ経時的に安定しており、湖沼により異なることが示された。

(福井県大・海洋生物資源)

(01) ○千葉 崇^{1,2}・西村裕一²・石澤亮史³: 1640 年北海道駒ヶ岳噴火津波が伊達市アルトリ岬周辺の珪藻群集に与えた影響とその後の群集変遷

北海道駒ヶ岳では 1640 年に山体崩壊を伴う噴火が起こった。この山体崩壊物が北の内浦湾に突入したことに伴い、大きな津波が発生したことが歴史記録及び地質記録から明らかになっている (西村・宮地 1998)。駒ヶ岳のある森町から見て対岸に位置する伊達市アルトリ岬周辺には少なくとも波高 8.5 m の津波が打ち寄せ、砂質の津波堆積物を堆積させた。その後、1663 年に有珠山が噴火し、アルトリ岬を含む広範囲の地域に火山灰が降り積もった (西村・宮地 1998)。本研究では、アルトリ岬の標高 7.1 m の地点において、ジオスライサーを用いて掘削された長さ 57 cm の地質試料中の珪藻群集を明らかにすることから、1640 年津波によりアルトリ岬周辺に形成されていた土壌に生育する珪藻群集に与えた影響と、その後の群集変化について検討した。

得られた試料の層序は、表層~深度 30 cm が泥炭質土壌、深度 30~49 cm が 1663 年有珠山噴火による軽石、深度 49~50.6 cm が泥炭質土壌、深度 50.6~53 cm が 1640 年駒ヶ岳噴火の火山灰深を含む砂質の津波堆積物、深度 53~57 cm が泥炭質土壌である。分析の結果、土壌中の珪藻群集は津波堆積物の堆積前後で異なっていた。津波堆積物堆積前の土壌からは、中性種 *Hantzschia amphioxys* 及び好酸性種 *Pinnularia borealis* が優占したのに対し、堆積後の土壌ではそれらが減少して好アルカリ性種 *Luticola mutica* や *Humidiphila contenta* var. *biceps* が顕著に増加した。このことから、1640 年津波堆積物の堆積前に比べて堆積後に形成された土壌の pH が上昇した可能性が示唆され、少なくとも 20 年程度は同傾向が続いたものと推定される。すなわち、津波がもたらした堆積物中のアルカリ成分の溶出により土壌の pH が上昇したことに伴い、珪藻群集が変化したと考えられる。

(¹MDPC, ²北大, ³東北大)

(02) ○中村憲章・磯野弘之・佐藤晋也: *Pseudostaurosira trainorii* におけるオルガネラの遺伝様式の解明

細胞内共生由来する葉緑体とミトコンドリアの遺伝はメンデルの法則に従わず、遺伝様式が生物種間で多様であることで知ら

れる。それらの遺伝様式を制御するメカニズムは共生体の進化過程、および細胞によるオルガネラの制御機能解明に重要であり、多くの生物種で解析が行われてきた。一方、珪藻におけるオルガネラの遺伝様式は数例が報告されたのみである。本研究では、珪藻におけるオルガネラの制御メカニズム解明へ向けた基礎を構築するため、雌雄株が確立され有性生殖の誘導が容易な無縦溝珪藻 *Pseudostaurisira trainorii* のオルガネラ遺伝様式を分析した。

オルガネラの雌雄を判定するマーカーを得るため、ゲノム解析から得た雌雄株それぞれの葉緑体とミトコンドリアゲノムから、雌雄間のゲノム構造の差異を探索した。そして、各オルガネラゲノムより数か所の短い挿入/欠損領域が認められ、それらのマーカーとしての有用性を PCR により確認した。

これら分子マーカーを用いて F1 世代におけるオルガネラ遺伝様式を分析した。その結果、本種の F1 世代においては、多くの生物種で報告される厳密な片親遺伝の様式は示さず、両親由来、片親由来のオルガネラをもつ F1 株が混在していた。また、葉緑体とミトコンドリアとで遺伝様式が一致しない株も F1 世代に存在した。珪藻におけるミトコンドリア遺伝は片親遺伝が報告されている。それと異なる本研究の結果は、オルガネラの遺伝様式が珪藻系統内で多様であることを示唆する。また、本研究は同一種の珪藻において葉緑体、ミトコンドリア双方の遺伝様式を明らかとした初めての研究である。

(福井県大・藻類)

(03) 鎌倉史帆・阿知波里歩・佐藤晋也： *Epithemia* 属 2 種の形態比較および分子系統解析

珪藻は生殖後に細胞サイズが増大する。そのため、直接的な生殖の証拠がなくとも、対象とする種の細胞サイズの変遷を継続的に調べることでフィールドにおける生殖の有無やその季節性を間接的に推定することが可能である。本研究は、福井県敦賀市の中池見湿地に出現する *Epithemia* 属珪藻の有性生殖の季節性について検証することを目的とした。さらに、生活環と形態との関連を考察するために、各 *Epithemia* 属種の形態観察を行い比較した。

サンプリング箇所では、*E. gibba* var. *ventricosa* と *E. acuminata* が毎月出現していた。*E. gibba* var. *ventricosa* の細胞サイズ計測の結果、増大胞子大の細胞が出現していることから、本集団内において自然環境でも生殖・増大胞子形成が起こっていることが示唆された。一方で、*E. acuminata* においては現地サンプル中の細胞サイズに大きな変動がみられず、生殖が起こっていることは示唆されなかった。あわせて培養株の交配実験を行った結果、*E. gibba* var. *ventricosa* では生殖を誘発できたのに対し、*E. acuminata* では生殖が起こらなかった。栄養細胞を酸洗浄して細胞壁を SEM で観察した結果、*E. gibba* var. *ventricosa* では帯片がより強固に上下の半被殻をつないでいるように見えた。一方で、*E. acuminata* では、オープンな帯片がはがれ、上下の半被殻がバラバラになっている様子が多く観察された。より柔軟な帯片構造をもつ *E. acuminata* のほうでは細胞サイズ縮小が起りにくいかもしれない。

(福井県大・藻類)

(04) 小林未宇¹・鈴木秀和¹・菅沼弘行²・南雲 保³・田中次郎¹：小笠原諸島父島列島産アオウミガメ *Chelonia mydas* 背甲上の付着珪藻相～第3報～

ウミガメ類の背甲上の珪藻相は回遊海域の特徴を反映している可能性があり、その滞在場所や回遊経路の解明への有用性が期待されている。本研究では小笠原諸島海域に生息するアオウミガメ背甲上の付着珪藻類について調査を行い、種組成を明らかにし、主な出現種の形態学的・分類学的考察を行うことを目的とした。

珪藻試料は東京都小笠原村父島と弟島での食用捕獲個体(2016年4月, 2017年4月)、産卵上陸個体および飼育個体(2016年7月, 2017年7月)の背甲表面から得た。生細胞を観察した後、被殻洗浄し、長田・南雲(2001)に従い永久プレパラートを作製、光学顕微鏡・電子顕微鏡で観察・写真撮影を行い、同定と種組成の算出を行った。

同定の結果 *Achnanthes elongata*, *Amphora* sp., *Hyalosira tropi-*

calis, *Hyalosira* sp., *Mastgloia obliqua*, *Navicula* sp., *Nitzschia* sp. 1, *Nitzschia* sp. 2, *Poulinea lepidochelicola*, *Poulinea* sp., *Rhopalodia pacifica*, *Tabularia parva* の出現を確認した。*P. lepidochelicola* と *A. elongata* はコスタリカ太平洋沿岸産ヒメウミガメの背甲上から報告された珪藻であり(Majewska et al. 2015, 2017)、本研究の結果と合わせるとウミガメ類の背甲上に共通して生育する珪藻であることが示唆された。

(¹ 海洋大・藻類, ² ELNA, ³ 日歯大・生物)

(05) 江川隆昭¹・鈴木秀和¹・田中次郎¹・松岡孝典²・南雲 保²：北海道石狩湾産海藻上の付着珪藻相～第2報～

石狩湾は北海道中西部に位置し、日本海に面する。演者らは、研究の少ない北海道沿岸における海藻上の付着珪藻相を知る第一歩として、石狩湾沿岸にて調査を行っている。本研究では前報に引き続き、本海域における海藻付着珪藻に関する基礎データの充実に図ることを目的とした。

研究試料は、第38回大会で報告した紅藻ウラソゾ *Laurencia nipponica*、紅藻フジマツモ *Neorhodomela aculeata* および緑藻ヤナシシオグサ *Cladophora opaca* に加え、褐藻ウスカヤモ *Scytosiphon gracilis* 上から得た。これらを定法に従い処理したのち、光学顕微鏡および走査電子顕微鏡による観察、写真撮影と同定、種組成の算出を行った。

現在までに18属19分類群15未同定分類群が確認され、出現頻度が高いものから順に *Navicula agnita*, *Navicula salinicola*, *Grammatophora marina*, *Cocconeis californica*, *Cocconeis scutellum* var. *parva* および *Pteroncola inane* であった。ウスカヤモ上では *Grammatophora marina*, *Navicula agnita*, *Pteroncola inane*, *Navicula salinicola*, *Nitzschia* sp. 1, *Rhoicosphenia marina* の順に優占した。

本報では、出現分類群の報告に加え、主な出現分類群の殻形態や付着様式について報告する。

(¹ 海洋大・藻類・院, ² 日歯大・生物)

(06) 数野 渚¹・鈴木秀和¹・松岡孝典²・三橋扶佐子³・田中次郎¹：日本産ハナラビケイソウ属 *Denticula* の形態と分類

ハナラビケイソウ属 *Denticula* は Kützing により新設された底生羽状類双縦溝珪藻である。本属について詳細な殻微細構造は十分に解明されていない。今回は本邦沿岸より採集した試料から *D. subtilis* Grunow と *Denticula* sp. との2種を得、光学および電子顕微鏡を用いて観察を行った。殻微細構造および先行研究との比較も含めた結果を報告する。

D. subtilis の殻形は線形披針形から披針形。殻長 6.0–17.5 μm, 殻幅 2.3–2.5 μm, 条線密度 34–40 本/10 μm, 肋密度 8–9 本/10 μm, 胞紋の直径 39.5–133.3 nm, 胞紋密度 30–40 個/10 μm。条線は単列の胞紋列からなる。外裂溝中心末端は殻套側にやや曲がるが、薄いシリカで覆われるため中心末端は存在しないように見える。接殻帯片には1列の胞紋列をもち、胞紋内部開口近くには1つの胞紋につき1個の小さな突起をもつ。

Denticula sp. の殻形は線形披針形から披針形。殻長 6.0–21.0 μm, 殻幅 2.0–2.8 μm, 条線密度 21–28 本/10 μm, 肋密度 7–10 本/10 μm, 胞紋の直径 77.8–155.0 nm, 胞紋密度 40–50 個/10 μm。条線は2列の胞紋列からなる。外裂溝中心末端は殻套側にやや曲がり孔状で終わる。接殻帯片には1列の胞紋列をもち、胞紋内部開口近くには低い段差をもつ。

(¹ 海洋大・藻類, ² 日歯大・生物, ³ 日歯大・共同研)

(07) 根岸柚璃・真山茂樹： *Gomphoneis minuta* における散在型の葉緑体核様体の分布様式

珪藻の葉緑体核様体は、葉緑体の縁に沿って存在するリング型が多い。しかし、*Pinnularia nobilis* (Ehrenb.) Ehrenb. では顆粒状の核様体が、葉緑体全域に散在する(Mayama and Shihira-Ishikawa 1994)。また、*Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm. では、葉緑体全域に散在する短冊状のピレノイドの両側に線状に核様体が存在する(Mayama et al. 2004)。演者らは従来、葉緑体全域に散

在する非顆粒状の核様体を、キンペラ目の *Cymbella*, *Encyonema*, *Gomphonema* の数種において観察してきた(未発表)。今回、同目に分類される *Gomphonema minuta* (Stone) Kociolek & Stoermer においても、散在する非顆粒状の葉緑体核様体を観察した。

本種の生細胞の光学顕微鏡観察では、*P. nobilis* に見られたような葉緑体中に散在する顆粒構造は認められなかった。しかし、DAPI 染色した細胞の蛍光顕微鏡観察では葉緑体中に散在する多数の蛍光ドットが観察された。また、Rhodamine123 染色した細胞では、葉緑体の縁や核周辺にミトコンドリアと思われる粒状の蛍光が観察された。

Technovit 樹脂に包埋し、PicoGreen 染色した細胞切片の共焦点レーザー顕微鏡観察では、蛍光は核と葉緑体中に認められた。葉緑体中で観察されたものは散在する小さな蛍光を放つ点で、それらは微かに蛍光を放つ縞状構造の上に位置していた。さらに葉緑体周辺の一部にも蛍光を発する部位が見られた。

今後は透過型電子顕微鏡を用いた観察を行い、細胞内微細構造と核様体分布の関係を確認する必要がある。

(東学大・生物)

(08) ○濱口拓朗¹・中村憲章¹・一宮睦雄²・桑田 晃³・吉川伸哉¹・佐藤晋也¹：パルマ藻のオルガネラゲノムの構造進化

パルマ藻は細胞がケイ素からなるプレートで覆われた2-5 μ mの微細藻類である。プレートの形態は種によって多様で、*Triparma* 属、*Tetraparma* 属、*Pentalamina* 属の3つの属に分かれている。パルマ藻の培養技術は近年確立され、珪藻と比べ、生物学的知見が少ない。パルマ藻は系統解析から珪藻の姉妹群であることが示され、珪藻の初期進化と起源の解明において重要であると考えられている。パルマ藻のゲノム解析から珪藻との進化的関係を理解することを目的に、本研究では珪藻において多くの知見が蓄積されているオルガネラゲノムに注目し、パルマ藻間、パルマ藻と珪藻の間でのミトコンドリアと葉緑体のゲノム構造を比較した。

3分類群のパルマ藻 (*Triparma laevis* f. *longispina*, *T. strigata*, *T. aff. verrucosa*) とパルマ藻クレードの根元で分岐する未記載分類群の計4分類群のオルガネラゲノムの配列を決定し、既知の *T. laevis* f. *inornata* と珪藻のゲノム構造を加え、それらの構成順序について比較した。パルマ藻のミトコンドリアゲノムは未記載分類群を除く4種で遺伝子の並びが保存されていたが、未記載分類群では転位や逆位が多く見られた。葉緑体ゲノムでは *T. laevis* f. *inornata* と *T. laevis* f. *longispina* の構造はほぼ同じであった。*T. strigata* と *T. aff. verrucosa* は *T. laevis* f. *inornata* と比較して部分的な逆位が見られたが大きな変化が見られなかった。未記載分類群は *T. laevis* f. *inornata* と共通した領域を保存しているが、順序の変化や多数の逆位が見られた。これに対し、珪藻のオルガネラゲノムは変化に富んでいた。

(¹ 福井県大・藻類, ² 熊本県大・環境, ³ 東北水研)

(09) ○吉川伸哉¹・山田和正²・桂 大貴³・一宮睦雄²・桑田 晃³・佐藤晋也¹：パルマ藻の殻形成についての研究

パルマ藻は、シリカの円形のプレート (shield, ventral) と非円形のプレート (dorsal, girdle) で覆われた単細胞藻類である。パルマ藻のシリカのプレートは、装飾や形状が中心類珪藻の栄養細胞の被殻や増大胞子の鱗片と類似していることが知られているが、プレートの形成過程は、ほとんど調べられていないため、それらの発生学的観点からの相同性は十分に検証されていない。本研究では、パルマ藻 *Triparma laevis* のプレートの形成過程の形態学的解析を行った。

透過型顕微鏡を用いたプレートの形成場所と放出過程の解析により、円形のプレートは細胞内部で形成されるが、非円形プレートは細胞膜直下で形成が開始することが示された。熱硫酸法によるシリカの重合過程の観察により、円形の shield プレートは常に中心珪藻と良く似た環状のパターンセンターから形成されるが、ventral プレートは環状の PC だけでなく線状の PC からも形成されることが示唆された。

(¹ 福井県大・海洋, ² 熊本県大・環境, ³ 東北水研)

(10) ○大塚泰介¹・北野大輔²：形態からサイズの影響を除くための主成分分析—*Gomphosphenia* を例として

珪藻殻の形状を分析する際には、アロメトリーを考慮する必要がある。細胞分裂に伴う殻サイズの減少の過程で、形が変化していくからである。殻サイズ分布が時間的に変動し、時にはサンプル中の殻がサイズ分布の一部しかカバーしないことがあるので、測定値を直接比較することは不相当である。また、サイズが互いに異なる珪藻を比較するとき、長さ/幅などの比は指標として不適切である。

主成分分析は、動物の計量形態学で一般的なサイズ成分(第1主成分)を形状成分(第2主成分以降)から分離することが知られている。また、珪藻の計量形態学でも、第1主成分は一般にサイズの縮小に関連し、第2主成分以降は形状に関連するサイズに依存しない成分であることが知られている (Pappas et al. 2014)。

Gomphosphenia biwaensis のタイプ個体群に属する144殻から、6つの計量形質を抽出して対数変換し、主成分分析を行った。第1主成分を除き、第2主成分以降が張る空間の中心からの Mahalanobis 距離を本種への帰属を判断する基準とした。タイプ個体群の中心からの距離は、概ねカイ二乗分布に従った。他個体群の同種と思われるものはほとんど99%信頼エリプソイド柱の中に納まったのに対して、これまでに報告された多種は全てその外側に位置した。本法は比較対象となる既存文献の顕微鏡写真が少ない時に、種の異同を確かめるのに有効であることが期待される。

(¹ 琵琶湖博物館, ² 滋賀県大・院・環境科学)

(11) ○田口芳彦¹・真山茂樹²：多摩川河口干潟における珪藻群集特性：導電率の経時変動および底質の粒度分布に着目して

河口干潟は潮汐作用により、水位や塩分が大きく変化するだけでなく、低潮時には強光、乾燥にさらされる環境域である。しかし、河口域における付着珪藻の群集組成と環境要因の関係を明らかにした研究は河川の淡水域のものとは比べると極端に少ない。

本研究では、殿町干潟及び六郷干潟と呼ばれる多摩川河口域の干潟において、導電率変動と底質の粒度に着目して珪藻種の群集組成と環境要因の関係を明らかにした。多摩川河口域の干潟は、低潮時に河口原点から上流4kmにわたって断続的に存在している。河口原点から上流4kmにわたって5調査地点で、2016年6月から2017年3月まで隔月で25試料を採集し、同時に現地の導電率を測定した。調査地点の導電率変動は、2016年11月及び翌年2月、5月にデータロガーを河床に2日間ないしは3日間設置して測定した。また、底質を構成する砂や泥の粒度分布はレーザー回折式粒度分布測定装置を用いて測定した。得られた群集、環境データをクラスター分析、除歪対応分析、正準対応分析を用いて解析した。

クラスター分析では大きく3つのクラスターに分けられた。すなわち、クラスター1は *Staurosira elliptica* (Schumann) D. M. Williams & Round で特徴づけられる上流地点の群集、クラスター2は *Catenula adhaerens* (Mereschkowsky) Mereschkowsky, *Planothidium lemmermannii* (Hustedt) E. A. Morales, *Planothidium* sp. 及び *Tabularia* sp. で特徴づけられる下流地点の群集、そしてクラスター3は *Navicula perminuta* Grunow で特徴づけられる群集であった。また、データロガーの結果から、クラスター1の群集が存在する環境は導電率が低い値で変動し、その幅が小さく、クラスター2の群集が存在する環境は導電率が高い値で変動し、その幅が大きくなる傾向がみられた。一方、クラスター3の群集が存在する環境は前述した2つのクラスターの中間的傾向を示すものの、変動幅の小さい環境や大きい環境下の群集も含んでおり、導電率変動とは別の環境要因が寄与している可能性が考えられた。正準対応分析では、下流の地点ほど採集時の導電率と底質粒子のメディアン径の値が大きくなる傾向が、そして上流の地点ほど粒度のばらつきが大きくなる傾向がみられた。上流の地点ほど淡水種が多く観察されることから、上流地点は流れが穏やかで細かい粒子や流下する淡水種が堆積しやすいことが考えられる。

(¹ 東学大・院, ² 東学大・生物)

(12) 〇田中宏之¹・南雲 保²：古琵琶湖層群甲賀層から見出された *Stephanodiscus* 属珪藻

三重県伊賀市に分布する古琵琶湖層群伊賀層から、琵琶湖に生育する *Praestephanos suzukii* と同属の珪藻を見出し、日本珪藻学会第 34 回研究集会（琵琶湖博物館 2014）で報告した。ところが伊賀層の上位である滋賀県甲賀市に分布する甲賀層からは *Praestephanos* 属が産出せず、*Stephanodiscus* 属の 2 分類群が産出した。これらの形態を報告する。

甲賀層から産出した *Stephanodiscus* 属の 1 分類群は、直径 25–72 μm、殻面は同心円状にうねり、間束線は中心ではやや不明瞭になるが放射状に分布し、殻面/殻套境界で 10 μm に (2) 3 (4) 本。束線中の胞紋列は殻面/殻套境界で 4–7 列。胞紋列中の胞紋は 10 μm に約 12 個である。SEM での観察によると、間束線は外側へ肥厚し、殻面有基突起の付随孔は 3 個（稀に 2 個）である。唇状突起は 2–4 個で、間束線末端に 1 個、他は束線中にある。

他方は大形で殻面はわずかに同心円状にうねるが、ほぼ平である。直径 70–115 μm、束線は放射状に分布し、間束線は殻面/殻套境界で 10 μm に 2–3 本。束線中の胞紋列は殻面/殻套境界で 5–10 列。点紋列中の点紋は 10 μm に約 11–12 個である。SEM での観察によると、間束線は外側では不明瞭であるが内側では明瞭で、殻面有基突起の付随孔は 3 個（稀に 2 個）、唇状突起は 2 (3) 個で、間束線末端（不明瞭）と束線中にある。

(¹ 前橋珪藻研, ² 日歯大・生物)

(13) 鹿島 薫：海に面した小規模な沿岸湖沼における珪藻遺骸を用いた津波・台風堆積物の同定

西日本太平洋沿岸では、連動型の巨大地震に伴う津波災害、さらに地球温暖化に伴う巨大台風災害に対する懸念が増加している。これに対する対策として、沿岸湖沼において多くの湖沼堆積物ボーリング掘削がなされ、過去の災害履歴の詳細な検討がなされるようになった。

本研究では、四国西岸・龍王池（明応地震津波、1707 年）および九州西岸・池田池（元寇台風、1281 年）の事例を示す。両湖沼とも、現在は海岸側を砂州で閉ざされ、淡水湖沼となっている。この砂洲の高度は低く、津波などの災害時に破壊され、海水の流入が予想された。

龍王池では、津波堆積層は下部砂層（層厚 10 cm）と上部泥層（層厚 50 cm）に区分された。*Thalassiosira* などの外洋環境種はほとんど産出せず、淡水の湿地・土壌に生息する種と *Diploneis smithii* など海岸などに付着する種が混在して産出した。

池田池においても、約 60 cm の攪乱堆積層が確認された。この堆積物を先行研究（Woodruff, 2015）では、元寇台風（1281 年）と同定している。海水生や干潟などに生息する種はほとんど産出せず、淡水の湿地・土壌に生息する種が産出した。

(九州大・理)

(14) 〇辻 彰洋：小笠原諸島の淡水珪藻類（予報）

本年 9 月に小笠原諸島の母島および父島の淡水域における微細藻類調査を行った。

小笠原諸島は海洋島として、過去に一度も大陸と陸続きになった事がなく、多くの動植物の固有種が存在していることが知られている。そのため、島内の多くの地域が世界遺産として、また国有林の保護地域として、厳密な管理がなされている。

このような海洋島の淡水珪藻フロアを日本の他地域のフロアと比較することは、日本固有種を考える上で、また、珪藻種の形成過程や、分散を考える上で重要な情報をもたらすと考えられる。

本発表では、小笠原諸島の水環境について紹介するとともに、今回の調査結果、分かってきた淡水珪藻フロアの概要について報告する。

(国立科博・植物)

(15) 〇福本 侑¹・池田太一²・石山大三³・山田和芳⁴・鹿島 薫²・原口 強⁵・岡村 真⁶・松岡裕美⁶：秋田県田沢湖の完新世の珪藻化石群集変動

秋田県、田沢湖で採取された湖底コア試料について珪藻分析を行った。ピストンコアで採取された軟泥の試料で、ラミナがみられ採取時の攪乱が小さいと考えられた上部 2.8 m、およそ過去 7 千年間の堆積部位について分析を行った。浮遊性種の *Thalassiosira* spp. がほぼ全層準で 90% 以上を占め、*Cyclotella* sp. や *Tabellaria* sp. などが局所的にそれぞれ 10% 未満で出現した。珪藻群集のカウントと同時に、円心目の殻直径を、5 μm 刻みごとに分けて記録していったところ、およそ 6–4 ka（暦年補正済み）の期間に直径の縮小化が見られた。この原因として、気候変動から発した湖水の栄養度や湖水循環などの変化が考えられた。また一方、別に採取された表層 30 cm のコアの予想的な分析では表層付近で *Surirella* sp. の増加が見られ、人為改変の影響が考えられた。

今後、化学分析などを加えて古環境の考察を進めていくと同時に、*Thalassiosira* spp. などの同定のために、SEM を使った詳細な検討を行う予定である。

(¹ 立命館大・環太平洋, ² 九大・理, ³ 秋田大・国際資源, ⁴ ぶじのくに地球環境史ミュージアム, ⁵ 大阪市立大・理, ⁶ 高知大・理)

(16) 〇中村広基¹・岡崎裕典¹・今野 進²・中塚 武³：オホーツク海の氷生珪藻

北半球最南端の季節海水域であるオホーツク海では、海底堆積物中の氷生珪藻化石を用いて海水被覆変動史を復元する研究がさかに行われてきた（例えば Shiga and Koizumi, 2000）。しかし、これまでのオホーツク海の海水復元研究において氷生種とされてきたのは、表層堆積物中の珪藻化石群集の分布から特定されたものであり、実際に海水被覆時に生息する群集は明らかにされていない。そこで本研究では、オホーツク海の海水被覆時に生息する氷生珪藻群集を明らかにすることを目的として、海水試料とセディメントトラップ沈降粒子試料に含まれる珪藻の群集解析を行った。セディメントトラップ試料は、海水被覆域に 2 年間係留されたものを用いた。Shiga and Koizumi (2000) によってオホーツク海の代表的な海水指標種とされた中に、*Fragilariopsis cylindrus* と *Bacterosira fragilis* がある。しかし、本研究の海水試料では、*F. cylindrus* は支配的であるのに対し、*B. fragilis* はほとんど出現しなかった。セディメントトラップ試料については、*F. cylindrus* の出現頻度は海水被覆のピーク時に大きく増加するが、*B. fragilis* は本格的な海水被覆の直前に最大の出現頻度を示した。したがって、*B. fragilis* は氷生種ではなく、低温・低塩分環境を好む沿岸種である可能性が高い。

また、セディメントトラップ試料に含まれる *Shionodiscus variantius* の被殻の内側には、*S. bioculatus* の被殻が高い確率で共存していることが分かった。共存する両種の被殻は、有基突起と唇状突起の配置や付随孔の数が同じである。*Shionodiscus bioculatus* は海水域以外では確認されておらず、氷生に関係した半内生休眠孢子である可能性がある。

(¹ 九大院・理, ² マリンワークジャパン, ³ 地球研)

(17) 〇溝淵 綾・半田信司：ジグザグ群体を形成する日本新産の浮遊性珪藻 *Eunotia tukanorum*

Eunotia は、その大部分が付着生活をしており、浮遊生活する種は限られている。その中でもジグザグ群体を形成するとされているものとして、古くから *E. asterionelloides* と *E. zasuminensis* が知られていたが、Wetzel が 2010 年にブラジルアマゾン川から *E. gomesii*, *E. lobi*, *E. tukanorum* と *E. waimiriorum* を報告し、既知の情報には複数種の存在の可能性を示唆している。今回、島根県出雲市を流れる斐伊川において、日本新産 *E. tukanorum* を確認した。本種を含む試料中には、浮遊性の珪藻類や緑藻類が多く認められたことから上流側のダムで生育していたものが河川に流下したと思われる。殻長は 10–28 μm、殻幅（端）2.7–3.3 μm、殻幅（中央）1.8–2.7 μm、条線密度 20–23/10 μm、2nd 個の細胞からなる群体

で 8 細胞のものが多くみられた。群体の形状はジグザグ群体と記載されているが、本試料の詳しく観察した結果、ジグザグと星状の様式が混在した定型であることが確認された。なお、国内では *E. asterionelloides* の報告が数件あるが、形態の詳細な記述はなく、国内の類似種についても詳細に調べる必要があることが示唆された。（広島県環境保健協会）

(18) [○]野村洸真¹・佐藤史直²・真山茂樹²：多摩川河口域で得られた珪藻の塩分特性に関する培養実験

河口干潟では、潮汐により河川水に混入する海水の割合が常に変動するうえ、干出時には底質表面から水分の蒸発が生じ、塩分濃度が変化する。このような環境において生育する珪藻の対塩分特性を把握することは、干潟における生物多様性を理解する上で重要である。

本研究では、多摩川河口域に位置する殿町干潟および六郷干潟から採取した 4 属 11 種の珪藻を用いて、培養実験をおこなった。実験ではダイゴ人工海水を用いた f/2 培地に、BBM 改変培地を混合し、様々な塩分濃度 (0.16~38.39‰:500~57000 μS/cm) になるよう調整した培地と多摩川の河口原点にて採水した汽水を用いた f/2 培地 (8.79‰:15000 μS/cm) を使用した。明暗周期 12:12 時間、21°C で培養し、細胞数を 24 時間ごとに最大 6 日計測した。

実験の結果、高い成長速度を示す塩分濃度の範囲が広い種と、その範囲が狭い種とが認められた。前者のうち *Navicula* sp. 3 は低めの塩分濃度の範囲 (2.6~30‰以下) で、*Amphora pseudoholsatica* Nagumo & H. Kobayasi と *Navicula* sp. 4 は高めの範囲 (11~38‰) で、また、*Gyrosigma fasciala* (Ehr.) Griffith & Henfrey はその中間的な範囲 (5~32‰) で高い成長速度を示した。また、高い成長速度を示す塩分濃度の範囲が狭い種のうち *Navicula perminuta* Hust., *Navicula* sp. 2, *Navicula* sp. 5, *Navicula* sp. 6 は低めの塩分濃度の範囲 (6‰以下) で、*Navicula* sp. 7 は高めの塩分濃度の範囲 (38‰以上) で、また、*Navicula* sp. 1 と *Planothidium* sp. はその中間的な範囲 (11~20‰) で良好に増殖した。

本研究結果と、古くから鹹水体系として知られる Kolbe (1927) の System der Halobien との対応を考察する。

(¹ 東学大・院, ² 東学大・生物)

(19) 平林結衣・[○]真山茂樹・森内裕子：異形殻を持つ縦溝珪藻 2 種の形態とその殻形成過程

Planothidium は、上下の殻で縦溝の有無や条線、胞紋構造などが異なる典型的な異殻性を示す単縦溝珪藻である。一方、双縦溝珪藻でも *Navicula diversistriata* Hust. や *Navicula heterovalvata* Simonsen のように、上下の殻で条線の密度や配列様式について相違が見られる種も存在する。

本研究では、海産の *Planothidium* sp. と *Navicula cf. diversistriata* を f/2 培地で培養し、その殻形態と形成過程を、光学顕微鏡及び電子顕微鏡で観察した。

Planothidium sp. の縦溝殻の条線は、殻面周辺では四重胞紋列であったが、中央に向かうにつれて単胞紋列に変化した。一方、無縦溝殻の条線は、ほとんどが二重胞紋列で構成されていた。また、縦溝殻では殻形成の初期段階で、条線の分枝と、縦溝中肋の極末端の殻二次側への屈曲が観察された。一方、無縦溝殻では中肋の両極末端は、初期段階では T 字状を呈した。また、無縦溝殻の形成初期段階では、痕跡的な短い縦溝が殻を貫通するスリットとして観察された。

N. cf. diversistriata では、条線が緩い放射状で密に配列する殻 (放射条線殻) と、平行でやや粗く配列する殻 (平行条線殻) が一組になって一個の被殻を構成していた。胞紋の外部開口は、放射条線殻では線形で、平行条線殻では線形、C 字形、I 字形と変異があり、個体群によっては、I 字形開口の中央部が閉ざされ、二重胞紋列を形成するものも見られた。一般的な *Navicula* 属の種において、殻の内面で、縦溝中肋の一次側は肋状に発達し、二次側に覆い被さるように存在する。しかし本種では一次側、二次側共、殻の長軸に沿って縦走する肋が発達していた。これらの肋の間には平坦な部位があり、そこに内裂溝が位置していた。殻形成の初期段階では、二次側中肋の内裂溝側に、毛羽立ったようなシリカの沈着が生じた。それが発達して縦走肋間の平坦な部位を形成することが観察された。このような形成過程は、典型的な *Navicula* 種の殻形成では見られないものである。しかし、分子系統解析では、本種は *Navicula* 属のクレード内に位置していた。

(東学大・生物)