

Robert E. DeWreede : 紅藻スギノリ目 : 最近の研究についての紹介
(Department of Botany, The University of British Columbia)

Max H. Hommersand* · Suzanne Fredericq** · D. Wilson Freshwater*** · Jeffery Hughey* : *rbcl* 塩基配列解析と形態学的証拠に基づくスギノリ科 (紅色植物門, スギノリ目) の分類における最近の進展

rbcl の分子解析データと形態学的な証拠をもとに, イギス科の7属と3未記載属を含む62種, 65分類群の系統分類について考察した。*rbcl* の解析の結果, 次の7系列が明らかになった: (1) '*Gigartina*' *alveata*, (2) *Rhodoglossum* / *Gigartina*, (3) *Chondracanthus*, (4) *Ostiophyllum*, (5) *Sarcothalia*, (6) '*Gigartina*' *skottsbergii*, (7) *Iridaea* / '*Sarcothalia*', *Mazzaella*, *Chondrus* を含む大クレード。これらの系列および *Chondrus* は強く支持されたが, *Iridaea* / '*Sarcothalia*' と *Mazzaella* の2つのグループはブーツストラップでは支持されなかった。コンピューターを用いて, 異なる発生段階の嚢果の断面写真を色分けしてトレースし, 雌性生殖器官の形態を比較解析した。嚢果には7つのタイプがみられ, *rbcl* 系統樹で明らかになった種グループと一致した: (1) '*Gigartina*' *alveata* グループは果胞子嚢をつける細胞系がアポミクシスによって配偶体細胞から生じる, (2) *Rhodoglossum* / *Gigartina* グループは造胞系がまわりの外被を突き抜け, 徐々に外被細胞と融合する, (3) *Chondracanthus* グループは造胞系が外被を突き抜けるが, 発達段階の後期にしか外被細胞と融合しない, (4) *Sarcothalia* グループは, 外被が二次的に生じた配偶体細胞系から造胞系に取って代わり, 造胞系は末端の管状造胞系細胞によって外被細胞と連絡する, (5) *Iridaea* グループは *Sarcothalia* グループと似ているが, 外被が髄層細胞と二次的配偶体細胞系の混合で構成されている, (6) *Mazzaella* グループは, 真の外被を欠き, 造胞系が末端管状細胞を介して, 変化した配偶体細胞と連絡する, (7) *Chondrus* グループは, 造胞系が髄層を突き抜け, 連結細胞 (conjuctor cell) を介して, 変化した髄層細胞に連絡し, 両者の間に二次ピットコネクションが形成される。さらに, これらのグループ内の属は四分胞子嚢の形成様式によって特徴づけられる。(*Department of Biology, Coker Hall, Univeristy of North Carolina, **Department of Biology, University of Southwestern Louisiana, ***Center for Marine Science Research,)

Ricardo Scrosati · Robert E. DeWreede : スギノリ科 (紅色植物門) の個体群における生態的に類似した配偶体と胞子体間の安定比をシミュレートする個体群統計学的モデル

スギノリ科の個体群では, 配偶体が胞子体に比べて数の上で優勢であることが多い。もし配偶体と胞子体が生態的に類似しているならば, 両者の比 (G:T比) は1で安定するはずであるという暗黙的な仮定にもとづいて, いくつかの仮説がこの現象を説明するために提案されてきた。我々は, 両世代は生態的に類似していると考え, この仮定をテストするための個体群統計学的モデルを開発した。ほとんどの個体群統計学の確率のため定義した生態的類似性は, 胞子の産出率を除いて比較的率直である。第一のモデルセットでは, 両世代の生態的類似性を表すものとして, 両者ともに同一の藻体当たり胞子産出率を考えた。モデルの反復 (計算) により, 初期G:T比に関わらず, 3年生および多年生藻体では安定G:T比は1に収束したが, 1年生藻体では初期G:T比が1ではないと安定G:T比が1に収束しなかった。しかし, 果胞子と四分胞子は大きさが異なるため, 胞子の産出率が同一であっても生態的に類似ではない可能性がある。第二のモデルセットでは, この科の生活史に従って, それぞれの世代の最も低い胞子産出率を考慮した: 2個体の配偶体から1つだけ果胞子嚢が生じ, そこから果胞子が1つ形成される; 1個体の四分胞子体からは1つだけ四分胞子嚢が生じ, そこから4つの四分胞子が形成される。モデルの反復 (計算) により, ほとんどのケースでG:T比は2.8に収束し, 1年生藻体では, 初期G:T比を1とすると2年ごとにG:T比が1になった。両世代間の胞子産出率の相対比を変えずに, 絶対的な胞子産出率を増加させても, 両世代に同じ死亡率を与え, マトリックスモデル (行列モデル) に密度非依存的死亡率を組み込んでも, 結果は変わらなかった。モデルと野外調査の両方の組合せは, ある個体群において観察されたG:T比に最も関係する両世代

間の生態学的差異を、よりすばやく明らかにできると思われる。(*Center of Biological Research of the Northwest, Marine Biology, **Department of Botany, The University of British Columbia)

Emily C. Bell : 流動水槽測定 of 破波帯への応用

流動がスギノリ科の仲間の生存にどれ程影響を及ぼすかについては、近年かなり理解されつつある。特に、波にさらわれる海藻の生存について、機械論的に予測するための方法が開発され、藻類学者にとっては強力な手段となってきた。しかし、それらの方法の一つの限界は、破波帯の流動における大型藻の流体力学的データがないことである。その代わりとして、測定限界以上の流速 ($10\text{-}20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) を、低速の流動水槽測定 ($<3.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) により推定する方法が支持されている。そのような推定は、大型藻のように流れの中で形状を変化させることのできる柔軟な生物にとっては、特に薄弱となってしまふ。本研究では、スギノリ科の三つの仲間を用いて、高流速に対する流動水槽データの推定を行うための、一般的な二つの方法について評価を行った。その方法の一つは、最大流速における藻体の連続的な形状変化を考慮し、もう一つは考慮しない方法である。どちらのモデルの限界も明瞭であり、最大流速にさらされる大型藻において、環境によって影響される世代の測定を改良する必要がある。加えて、機器の設計がスギノリ科の生活史の特性に与える影響について考察した。(Department of Biological Sciences, University of Rhode Island)

Thierry Chopin · Brian F. Kerin · René Mazerolle : 紅藻綱スギノリ目の系統分類指標としてのフィココロイド化学 : 総説とフーリエ変換赤外拡散反射分光法を用いた最近の進展

藻類の細胞壁の多糖構造が分類学的に重要であることは、過去数十年にわたって何度も強調されてきたが、系統的に討究されたことはなかった。近年、紅藻の分類やフィココロイドの生化学分析は大きく変化してきた。紅藻 167 属 (24.7%), 470 種 (11.5%) の代表的なものの細胞壁成分について文献を調べた。Chopin and Whalen によって開発されたフーリエ変換赤外拡散反射分光法によるカラギーナン同定法は、様々な種の紅藻におけるフィココロイドの研究に用いられている。本研究では、スギノリ目の 28 科 (68.3%), 88 属 (50.6%), 224 種 (27.9%) の代表的なものについて解析を行った。最近の分子系統樹と照らし合わせると、鍵となるフィココロイド属性のいくつかの分布パターンは、科もしくは目レベルのグルーピングと相関があることがわかったが、さらに多くの種の解析が必要である。オキツノリ科、イボノリ科およびスギノリ科では、世代の違いによる細胞壁成分の生化学的变化が知られているが、新たに解析した種でも同様の傾向がみられた (例外が二つ)。しかし、このパターンはスギノリ目他の科ではみられなかった。(Center for Coastal Studies and Aquaculture, Department of Biology, University of New Brunswick)

大塚重人* · 須田彰一郎** · 李 仁輝*** · 渡辺眞之**** · 小柳津広志***** · 松本聡** · 渡辺信***** : *Microcystis* 属 (シアノバクテリア) の形態種および培養株の諸特性 — 一種分類の再考に向けて

Microcystis 属の形態種および株の特性を明らかとするため、日本の様々な湖沼から分離された 24 株を用いて、細胞の大きさ、成育適性温度、耐塩性、化学従属栄養性、光従属栄養性、DNA の G+C 含量、全脂肪酸組成、および *cpcBA* 遺伝子間領域の PCR 増幅産物の制限断片長多様性 (PCR-RFLP) を試験した。その結果、*Microcystis* 属の各種は、表現形質における多様性に乏しいことが示された。まず、細胞の大きさは株間で重複しており、種の識別との間に明確な関係は認められなかった。成育適性温度と耐塩性においては、株間でわずかな違いが見られるのみであった。化学従属栄養能力および光従属栄養能力を持つものはなかった。脂肪酸組成においては、構成成分には違いがなかったが、各成分の相対量には差が見られた。また、全ての株の DNA G+C 含量は 39 - 43% の範囲におさまり、よくまとまった値を示した。PCR-RFLP 試験の結果に基づいたグループ分けからは、形態によって記述された *Microcystis* 属の種分類が、遺伝的な背景を反映していないことが示された。(* 東京大学大学院農学生命科学研究科 (応用生命化学専攻), ** 財団法人地球・人間環境フォーラム, *** 筑波大学大学院生物科学系研究科, **** 国立科学博物館植物研究部, ***** 東京大学大学院農学生命科学研究科 (農学国際専攻), ***** 国立環境研究所生物圏環境部)

秋岡英承*・馬場将輔**・正置富太郎***・William H. Johansen****：北日本におけるサンゴモ属 *Corallina* (紅色植物門, サンゴモ目) により優占される磯のターフについて

北海道におけるサンゴモ属により優占されるターフについて潮間帯に3ヶ所のサイトを設けて調査をおこなった。これらのサイト (A, B, C) は岩盤の傾斜, 波浪の強さ, 潮汐周期中の干出時間の長さが異なっている。月毎のサンプルは直立藻体の形態やその他の特徴のために分析された。最も強く波浪にさらされるサイトAはミヤヒバ *Corallina* sp. X が, サイトBとCはジリヒバ *C. pilurifera* が優占していた。異なったサイトでの個体群は生殖器巢の発生量, 着生性無節サンゴモ種ヒメゴロモの被度, 含有堆積物量, 方形枠当り直立藻体数, 枝間の融合の数, 枝の絡み合いの程度, 直立藻体の乾燥重量, 直立藻体の長さ, 不定枝の発生総量, ヒメゴロモを除いた着生種の数そして生息する動物種の種類と数が異なっていた。91の動物種がこのターフから記録された。サンゴモ属のターフは乾燥, 着生藻の負荷そして藻食動物の発生量を包含するその微細環境に内在する条件により形態学的に影響されていた。(*北海道教育大学函館校生物学教室, **海洋生物環境研究所, ***北海道水産学部水産植物学教室, 現:北海道大学大学院水産学研究科育種培養学講座水産植物学教室, ****Department of Biology, Clark University)

瀧下清貴・内田有恒: 渦鞭毛藻類由来 psbA 遺伝子のクローニングおよびその塩基配列の決定: 渦鞭毛藻類の葉緑体の起源

6種の渦鞭毛藻類 *Prorocentrum micans* Ehrenberg, *Amphidinium carterae* Hulburt, *Heterocapsa triquetra* Stein, *Lingulodinium polyedra* (Stein) Dodge, *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech, *Alexandrium catenella* (Whedon et Kofoid) Balech より光化学系IIの構成成分, D1タンパク質をコードする遺伝子 psbA のクローニングおよびその塩基配列の決定を行った。Hoechst 33258を加えた塩化セシウム密度勾配遠心によって, *A. catenella* の全DNAよりサテライトDNAバンドを分離し, そこからPCR法によって psbA を検出した。このことから渦鞭毛藻類では psbA は葉緑体ゲノムにコードされることが示唆された。渦鞭毛藻類のD1タンパク質の推測されるアミノ酸配列を見る限り, その前駆体から切り出されるはずの'C-terminus extension'は存在しなかった。D1タンパク質のアミノ酸配列情報に基づく分子系統解析において6種の渦鞭毛藻類は単系統であり, 紅藻類, クリプト藻類, 不等毛植物とクラスターを形成することが示された。この結果からペリディニタイプ渦鞭毛藻類の葉緑体は紅藻類を起源としていることが示唆された。(京都大学大学院農学研究科海洋分子微生物学研究室)

D. G. Müller*・F. C. Küpper**・H. Küpper*: 感染実験によって明らかになった, 海産褐藻類(褐藻綱)における二つの真核寄生物, *Eurychasma dicksonii* (卵菌門) と *Chytridium polysiphoniae* (ツボカビ門) の広い宿主域

Eurychasma dicksonii (Wright) Magnus (卵菌門) あるいは *Chytridium polysiphoniae* (Cohn) H. E. Petersen (ツボカビ門) によって感染された褐藻ピラエラ *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellman の単藻培養株を用いて, これらの病原体の宿主域を調べた。褐藻綱の13目にわたる48種について感染実験を行ったところ, 45種は *Eurychasma* によって, 23種は *Chytridium* によって感染が可能だった。二つの病原体は世代時間に関して宿主特異的な違いがみられた。*Pylaiella* では, 最短サイクルが *Eurychasma* で16日, *Chytridium* で6日だったのに対して, *Acinetospora* ではそれぞれ1日および5日以上だった。コンブ類(コンブ目)のような異形世代交代種の微視的世代に対する, 寄生生物の激しい攻撃について示し, 大型藻の集団動態に対する潜在的な調節因子として考察する。(*Faculty of Biology, University of Konstanz, **Biological Station, CNRS)

江原 恵***・北山太樹***・渡邊一生*・稲垣祐司****・林-石丸八寿子****・大濱 武****: 核, ミトコンドリア, 葉緑体遺伝子による不等毛植物 (NIES 548) の包括的分子系統解析

現在 NIES 548 は黄緑藻の一種 *Tribonema marinum* として保持されている。我々はチトクロームオキシダーゼサブユニットI(*cox 1*)遺伝子の1.1Kbの塩基配列を決定し, 分子系統解析を行ったところ, この分子系統樹上で, NIES 548 は, 黄緑藻ではなく, 褐藻のクレードに含まれた。NIES548のミトコンドリア遺伝暗号を調べると, 黄

緑藻の遺伝的特徴である AUA/メチオニン型の遺伝暗号ではなく、AUA コドンは褐藻と同様にイソロイシンをコードしていることがわかった。これら *cox 1* 遺伝子の解析により得られた結果を確かめるため、葉緑体 *tufA*、および核の SSUrRNA の分子系統解析も行った。いずれの遺伝子による分子系統樹も明らかに NIES548 は黄緑藻のクレードに属さず、褐藻のクレードに属した。加えて、光学顕微鏡観察も行ったところ、NIES548 は分枝していた。この形態的特徴は、明らかに *Tribonema* の分類基準と異なる。以上のことより、我々は NIES548 は褐藻の一種であり、黄緑藻の *Tribonema marinum* とは異なるものであると結論した。(*大阪大学理学部生物科学専攻, **神戸大学内海機能教育研究センター, ***国立科学博物館植物部門, ****生命誌研究館, *****CIAR, Department of Biochemistry, Dalhous University, ***** 基礎生物学研究所細胞生物学部門)

上井進也・増田道夫：日本産紅藻新種 *Pterosiphonia tanakae* セトウチハネグサについて

瀬戸内海広島島湾よりハネグサ属の新種 *Pterosiphonia tanakae* セトウチハネグサ (イギス目, フジマツモ科) を記載した。本種はハネグサ属のほかの多くの種と 7-10 個の周軸細胞および、わずかに発達する皮層細胞の存在という 2 つの特徴で区別される。さらに *P. paucicorticana* Dawson とは互生の分枝様式により、また *P. javanica* (Martens) De Toni および *P. spinifera* (Kuetzing) Norris et Aken とは 5 回以上分枝し、扇状にひろがる直立軸で区別される。本種はさらに未成熟の状態において毛状枝を多く形成するという特徴をもつ。(北海道大学大学院理学研究科生物科学専攻)

Phycological Research

英文誌 47 巻 4 号掲載論文和文要旨

Andrey A. Gontcharov・Makoto M. Watanabe：日本におけるチリモ類の希少種および新種について

日本の様々な陸水域から採集したサンプルの中から、多くの希少なあるいは未知のチリモ種が確認された。本論文において、チリモ科の新種 *Staurastrum tsukubicum* sp. nov. を記載し、これまでヨーロッパにしか見られなかった日本新産種 *Staurastrum levanderi* Grönbl. と *Cosmarium dilatatum* Lutkem. in Järnefelt et Grönblad について報告する。また、*Euastrum englerii* Schmidle var. *madagascariense* Bourr. et Manguin は *Euastrum biverrucosum* nom. nov. et stat. nov. に変更する。これらの形態は光学顕微鏡および走査型電子顕微鏡を用いて観察し、分類学的類縁性について考察した。(国立環境研究所生物圏環境部)

Orlando Necchi Jr*・Ciro C. Z. Branco**：南東ブラジルの河川における *Batrachospermum delicatulum* (紅色植物門, カワモズク目) の雌雄異株集団のフェノロジー

Batrachospermum delicatulum (Skuja) Necchi and Entwisle の雌雄異株集団の季節の変遷について評価を行った。南東ブラジル、サンパウロ州北東部の三流河川 (20°43'S, 49°13'W) において、肉眼的サイズの配偶体の成長期間中、晩秋 (5 月) から早春 (10 月) にかけて各週ごとに調査した。その集団の被度、頻度、クロロフィル含有量は、調査期間を通して変動した。被度と頻度は、成長期間の初期と終期で最も低い値を示し、7 月~8 月 (冬期) に最も高い値を示した。配偶体の成長は高照度と低温度が関与しており、このことは河川環境におけるカワモズク目藻類のほとんどの観察と一致する。成長期間中の生殖的特性は比較的大きく変異し、被度、頻度、クロロフィル含有量との相関はみられなかった。この集団で観察されたフェノロジーのパターンは、藻体あたりの精子囊の数とともに、同時期に発達する雌雄配偶体の比率によって、特徴づけられる：(1) 雄性配偶体の割合が多いと、受精した藻体 (果孢子体) の比率が高い、(2) 藻体あたりの精子囊形成率が高いと、成長期間中により高い受精率を示す、(3) 集団中の雄性配偶体の割合が多い場合、藻体あたりに形成される精子囊が多くなる。これらの特徴は、主として水温とイオン含有量に関連していた。雌性配偶体に対する雄性配偶体の比率の低さと受精率の高さを考慮すると、調査した集団はかなり効率よく受精を行っていると考えられる。群落内で雌雄の生殖枝が混ざり

合うことによって、隣接する個体間で外部交配が起こるために、動水性環境下にある雌雄異株種は高い受精率を示すという説があり、本データはその仮説と一致する。効率の良い生殖戦略は、*B. delicatulum*の雌雄異株集団、雌雄同株集団、およびその混在集団でも報告されており、異なる特性によってうまく河川で繁殖するよう適応したと解釈できる。(*São Paulo State University, Botany Department, **Central University of Rio Preto, Biology Department)

瀧下清貴・中野江一郎・内田有恒：特殊な色素組成を有する渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi* (ギムノディニウム目、渦鞭毛藻綱) の葉緑体遺伝子の予備的分子系統解析

主要カロテノイドとしてペリディニンではなくフコキサンチンおよびフコキサンチン誘導体 (19'-hexanoyloxyfucoxanthin, 19'-butanoyloxyfucoxanthin) を含有する葉緑体を持った渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi* Miyake et Kominami ex Odaより3つの葉緑体遺伝子 (D1 proteinをコードする) psbA, (P700 chlorophyll a apoproteinをコードする) psaA および小サブユニットリボソーム RNA (pl-SSU rRNA) をクローニングし、その塩基配列の決定を行った。そしてD1 protein, P700 chlorophyll a apoproteinのアミノ酸配列, pl-SSU rRNAの塩基配列の情報をもとに分子系統樹の作成を行った。D1 proteinの系統樹では、*G. mikimotoi*はペリディニンを有する渦鞭毛藻類と単系統を形成し、この系統において最も根に近いところから分岐した。渦鞭毛藻類の系統は不等毛植物のシスターグループであり、渦鞭毛藻類/不等毛植物の系統は紅藻類/クリプト藻類の系統とクラスターを形成した。P700 chlorophyll a apoproteinの系統樹では *G. mikimotoi*は紅藻類、クリプト藻類、不等毛植物とクラスターを形成した。pl-SSUrRNAの系統樹では *G. mikimotoi*はハプト藻類と単系統を形成し、紅藻類や不等毛植物と近縁であった。これらの分子系統解析の結果から *G. mikimotoi*の葉緑体は rhodoplast lineage であることが示唆された。ペリディニンを有する渦鞭毛藻類のD1 proteinでは、その前駆体から切り出されるはずの'C-terminus extension'が存在しないのに対し、*G. mikimotoi*では存在し、その長さはどの光合成生物由来のものとも異なっていた。(京都大学大学院農学研究科)

花方信孝・Nehama Malinsky-Rushansky**・Zvy Dubinsky***：イスラエル・キネレット湖の真核ピコプランクトン、*Mychonastes homosphaera* (緑藻綱、緑色植物門)

イスラエルのキネレット湖から真核ピコプランクトンを単離した。この藻は、細胞が球形あるいは卵形で、細胞壁表面に網状の隆起があり、自生胞子を形成する。葉緑体は盃状あるいはマントル状でピレノイドをもたない。これらの形態および微細構造の特徴から、この藻を *Mychonastes homosphaera* (Skujala et Puncočhářová) と同定した。18SリボソームDNAに基づく系統解析では、この藻は狭義の緑藻綱に属し、鞭毛装置の基底小体が直線状に並ぶ(12/6配列)藻群の基部に位置した。(*東京大学先端科学技術研究センター, **Israel Oceanographic and Limnological Research, Kinneret Limnological Laboratory, ***Department of Life Science, Bar-Ilan University)

Myung Sook Kim・In Kyu Lee： *Neosiphonia flavimarina* gen. et sp. nov. の記載とイトグサ属(紅色植物門、フジマツモ科)の分類学的再評価

韓国西岸のBangpoから採集された *Neosiphonia flavimarina* gen. et sp. nov. (イギス目、フジマツモ科)の栄養および生殖発生について研究を行った。本種の外形はイトグサ属 *Polysiphonia* に似ているが、栄養および生殖構造が明確に異なる。藻体を維持する堅固な基部は、周縁細胞壁から切り出された、密により集まった仮根で構成されている。直立した無限成長枝は各分節から螺旋状に側枝原基を生じる。造果枝は3細胞から成る。精子囊枝は毛状枝の第一枝上に形成され、末端には1つ、場合によっては2つの大きな中性細胞を生じる。四分孢子囊は、無限成長枝の毛状枝基部細胞に隣接する第二周縁細胞から生じ、螺旋状に配列する。いくつかの分類学的特徴について近縁な属と比較すると、*Neosiphonia*は *Polysiphonia*とは独立した系統位置を占めており、本属は一側分枝構造の *Fernandosiphonia* に極めて近縁であると結論した。*Polysiphonia*のいくつかの種について、関連した命名上の変更も提案する。(Department of Biology, Seoul National University)