

Li X.¹ Marella T. K.²•Tao L.¹•Li R.¹•Tiwari A.²•Li G.¹:
分離した汽水性珪藻 3 株における最適生長条件と脂肪酸分析
Xiao-li Li,¹ Thomas Kiran Marella,² Ling Tao,¹ Rong
Li,¹ Archana Tiwari² and Gu Li¹: Optimization of growth
conditions and fatty acid analysis for three freshwater
diatom isolates

珪藻類は大量、かつ多様性に富むグループである。それらはバイオテクノロジーへの応用のために活用できる多くの生理活性物質とともに高い脂質含量を持つ。これらは魅力的な物質であるにも関わらず、珪藻類は培養が困難なため生産プロジェクトにおいて十分に検討されてこなかった。分離した汽水性珪藻 3 株の *Cyclotella* sp., *Synedra* sp. および *Navicula* sp. の生長に好適な条件を探索するために、温度や pH と同様に N, P, Si や Fe における試験を従来の一因子試験を行った。また、これらの生長におけるシリカの代替としてナノシリカの効果を調べるとともに、分離した珪藻類において最も生長性の良い栄養や環境条件の組み合わせを探索した。シリカは生長において最も大きな影響があった。次いで、リンや鉄であった。*Synedra* sp. の好適な生長条件は、N:30mg L⁻¹, P:3 mg L⁻¹, Si:14.8 mg L⁻¹, Fe:0.448 mg L⁻¹, 温度 25°C, pH 8 であった。*Navicula* sp. では、N:20mg L⁻¹, P:2.5 mg L⁻¹, Si:19.7 mg L⁻¹, Fe:0.112 mg L⁻¹, 温度 30°C, pH 7.5–8 であった。*Cyclotella* sp. では、N:20mg L⁻¹, P:2.5 mg L⁻¹, Si:19.7 mg L⁻¹, Fe:0.448 mg L⁻¹, 温度 30°C, pH 7.5–8 であった。ナノシリカは、*Navicula* sp. と *Cyclotella* sp. の生長にネガティブな影響はあったが、*Synedra* sp. においてはそのような影響は認められなかった。脂肪酸分析では、C16:0, C16:1(n-7), C18:0 および C20:5(n-3) が主要な脂肪酸として示され、従来と改良した培地の間での脂肪酸メチルエステル分析において有意差は認められなかった。本研究により、海洋性よりも研究が少ない汽水性珪藻類の生長特性について新たな知見を得ることができた。(¹Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuhan, China, ² Noida International University, Gautam Budh Nagar, India)

土井耕作^{1,2}・本多大輔^{2,3}: 形態的特徴と系統関係に基づいたラビリンチュラ菌綱の *Thraustochytrium globosum* に対する新属および新組み合わせ *Monorhizochytrium globosum* gen. nov., comb. nov. の提唱
Kosaku Doi^{1,2} and Daisuke Honda^{2,3}: Proposal of *Monorhizochytrium globosum* gen. nov., comb. nov. (Stramenopiles, Labyrinthulomycetes) for former *Thraustochytrium globosum* based on morphological

features and phylogenetic relationships

ヤブレツボカビ属 (*Thraustochytrium*) は、ラビリンチュラ菌綱のヤブレツボカビ科 (*Thraustochytriaceae*) のタイプ属である。この属は、胞子囊の細胞壁の形態や原基体の有無など、遊走細胞の形成時にみられる形質で特徴づけられている。しかしながら、多系統群であることや、種間で特徴に重なりがあることなど、分類学的な問題点が指摘されていた。特に、タイプ種 *T. proliferum* や 2 番目に記載された種 *T. globosum* は、採取された時に観察された形態的特徴に基づいて記載されており、培養条件での観察はなされていない。この属に対する分類学的な問題点を解決するためには、それぞれの種について、培養条件での生活史と系統的位置の把握が重要と考えられた。そこで、*T. globosum* のタイプ産地から株の取得を試みたところ、本種の特徴が認められる NBRC 112723 株の分離に成功した。培養条件では、この株は他のヤブレツボカビ類の複数の種で観察される特徴を示した。また分子系統解析では、この株は未同定株によって構成される系統群に位置し、この系統群のいくつかの株は、特徴的な形質を共有していた。そして、分類基準に基づいて、*T. globosum* とタイプ種 *T. proliferum* は、明確に区別できると結論づけた。従って、我々はヤブレツボカビ科の *T. globosum* に対して、新属 *Monorhizochytrium* の設立を提唱する。(^{1,2,3} 甲南大学)

Hayashida G.¹ • Schneider C.² • Espíndola L.³ • Arias D.³ • Riquelme C.⁴ • Wulff-Zotte C.^{5,6} • Díaz-Palma P.⁷ • Rivas M.^{1,6}: バイオテクノロジー応用に向けた物質の潜在的な資源として Salar de Atacama (北部チリ) の微生物マットから分離された緑色植物門微細藻の特徴
Gladys Hayashida,¹ Carlos Schneider,² Liliana Espíndola,³ Diana Arias,³ Carlos Riquelme,⁴ Cristian Wulff-Zotte,^{5,6} Paula Díaz-Palma⁷ and Mariella Rivas^{1,6}: Characterization of a Chlorophyta microalga isolated from a microbial mat in Salar de Atacama (northern Chile) as a potential source of compounds for biotechnological applications

微細藻類は不飽和脂肪酸、リン脂質、糖脂質やカロテノイドなど食品や薬品分野において有用な物質を含む重要な資源である。北部チリの Atacama 砂漠は地球上で最も乾燥している砂漠のひとつであり、極限環境に適応した新しい微小生物を研究するための素晴らしい自然の実験室である。微細藻類の株、本論文における CH03 は、Salar de Atacama にある塩湖水の微生物マットから分離された。18S リボソーム RNA 遺伝子による遺伝的な解析では、この株は *Chlorella*

sorokiniana の既知の塩基配列と相同性が認められた。我々の結果により、この微細藻類は、極端な高塩分環境で生育していたにもかかわらず、室内環境下での汽水培地へ適応することが明らかとなった。Bold の基本培地内で新規に分離された CH03 (A) の脂肪酸分析は、改変型 F/2 培地内で *in vitro* で培養された CH03 (B) や *C. sorokiniana* の他の 5 株、*C. vulgaris* の 3 株の脂肪酸分析結果と異なり、ステアリン酸含量が高く、高度不飽和脂肪酸を持っていなかった。本株が持つ主な生化学的成分はタンパク質 (64.3–73.6%) と脂質 (26.6–32.6%) であった。本研究では、CH03 株はタンパク源として活用できると考えられ、この脂質を含む微細藻類は将来的な研究の生物学的なモデルとして室内で簡単に培養されていくと思われる。^(1,3,4,5) University of Antofagasta, Antofagasta, Chile, ²University of Concepción, Los Angeles, Chile, Chile, ⁶Scientific and Technology Research Center for Mining (CICITEM), Antofagasta, Chile, ⁷Ministry of the Environment, Government of Chile, Santiago, Chile)

Mansouri H.・Talebizadeh R. : *Nostoc linckia* の生長、色素および紫外線防御物質におけるインドール-3-酪酸の効果

Hakimeh Mansouri and Rahil Talebizadeh: Effects of indole-3-butyric acid on growth, pigments and UV-screening compounds in *Nostoc linckia*

本研究では、*Nostoc linckia* を用いて生長におけるインドール-3-酪酸 (IBA) の効果といくつかの一次および二次代謝産物について調べた。この点において、藻類を 0, 0.01, 0.1, 1, 10 および 100 μM の IBA を添加して 14 日間培養した。IBA が 10 や 100 μM の濃度では、*N. linckia* の湿重量としての生長は促進された。IBA 処理は、いずれの濃度においてもヘテロシスト形成を活性化させた。さらに、低濃度の IBA (0.01, 0.1, 1 μM) はクロロフィル a やカロテノイドの蓄積を促進する効果があった。一方、高濃度の IBA はフィコシアニン、アロフィコシアニンやフィコエリスリンの蓄積を促進した。この場合、IBA 濃度が 10 μM でより効果的であった。タンパク質含量の著しい減少は、IBA 濃度が 0.01 μM の処理で認められた。全ての IBA 濃度において、糖含量の減少が認められたが、低い濃度ほどより顕著に認められた。100 μM を除く全ての濃度において、ブドウ糖結合マイコスポリン様アミノ酸 (OS-MAAs) が増加した。低い濃度ほど OS-MAAs 含量の増加はより顕著であった。しかしながら、IBA が 10 や 100 μM の濃度では、スキトネミン含量が減少した。これらの結果より、IBA は *N. linckia* の重量、ヘテロシスト形成および光合成色素において大きな効果が認められた。(Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran)

Machiko Yamada¹・Mayuko Otsubo¹・Yuki Tsutsumi¹・Chiaki Mizota¹・Yuka Nakamura¹・Kazuya Takahashi²・Mitsunori Iwataki²: 浮遊珪藻 *Skeletonema* 属の系統解析と種同定におけるミトコンドリアコードチトクロム c 酸化酵素-1 遺伝子の有用性

Machiko Yamada,¹ Mayuko Otsubo,¹ Yuki Tsutsumi,¹ Chiaki Mizota,¹ Yuka Nakamura,¹ Kazuya Takahashi² and Mitsunori Iwataki²: Utility of mitochondrial-encoded cytochrome c oxidase I gene for phylogenetic analysis and species identification of the planktonic diatom genus *Skeletonema*

浮遊珪藻 *Skeletonema* 属の分類や生物地理学研究には、通常 SSU rDNA と LSU rDNA の配列が用いられているが、これらはマルチコピーであるためバーコーディングへの使用には適さない。そこで、SSU rDNA と LSU rDNA (D1-D3) と共にミトコンドリアコード *cox1* 遺伝子を用いて *Skeletonema* の系統解析を行い、同分類群の種を区別する要因を特定すると共に 3 種遺伝子マーカーの有用性を評価した。3 種のマーカーによる *Skeletonema* 属の系統樹では、同一種で構成される 6 つのクレードを形成した。クレード I は *S. japonicum*, *S. grethae*, *S. pseudocostatum*, *S. tropicum*, II は *S. menzelii*, III は *S. dohrnii* と *S. marinoi*, IV は *S. costatum*, *S. potamos*, *S. subsalsum*, V は *S. grevillei*, そして VI は *S. ardens* で構成された。しかし、これらのクレードの分枝順はマーカーの間で一致しなかった。クレード III では *S. marinoi* 6 株の *cox1* 配列が同一で、系統樹ではこれらはナポリ湾産株を除く *S. dohrnii* と単系統群を形成した。それ故に、*S. dohrnii* と *S. marinoi* の種としての区別は支持されなかった。また、クレード IV の *S. costatum* と *S. subsalsum* は単系統群を形成し、*cox1* では *S. potamos* が姉妹群となったが、この関係は LSU rDNA と SSU rDNA では見られなかった。クレード II の *S. menzelii* は、*cox1* では表現型が区別される 2 つのサブクレードを形成した。*cox1* では各クレードが高く支持され、種内種間の変異を充分に検出でき、シングルコピーとしてタンパク質をコードし、用いるプライマー数が比較的少ないなどから、*Skeletonema* の種同定にあたり最も有用な遺伝子マーカーであることが確認された。⁽¹⁾ 福岡女子大学, ⁽²⁾ 東京大学

Goecke F.¹・Vítová M.¹・Lukavský J.²・Nedbalová L.³・Řezanka T.⁴・Zachleder V.¹: 微細藻類の増殖率、脂質、色素に対するレアアースの効果

Franz Goecke,¹ Milada Vítová,¹ Jaromír Lukavský,² Linda Nedbalová,³ Tomáš Řezanka⁴ and Vilém Zachleder¹: Effects of rare earth elements on growth rate, lipids, fatty acids and pigments in microalgae

電子テクノロジーによるレアアース (REEs) の広範囲な利用は、農業に対して付随的に環境負荷を引き起こ

してきた。しかしながら、微細藻類など一次生産者への影響は十分に理解されていない。我々は、バイオテクノロジーとしての興味から、これらが2種の微細藻類へ及ぼす影響を研究した。黄緑藻 *Trachydiscus minutus* (Eustigmatophyceae, Ochrophyta), と緑藻 *Parachlorella kessleri* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) を、ミネラルとして REEs: セリウム, ガドリニウム, ランタン, ルテチウム, プラセオジウム, スカンジウム, およびモナザイト (これらのレアアースが豊富な鉱物), の塩化物を $10 \mu\text{mol L}^{-1}$ 含有する培地で培養した。我々は、増殖率が平均光強度 ($20, 50, 150, 300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) によって変化することを観察した。*P. kessleri* の高い増殖率は、どのようなランタノイドによっても影響されず、光強度に比例して減少した (一時間あたりの分裂回数が、0.2 から 0.04 までの間で)。それに対して、*T. minutus* の増殖率は、最適光条件の $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で、*P. kessleri* に比べて約3倍低く、光強度がこれより高い、または低い条件では増殖率は減少した。 Ce^{3+} , La^{3+} や Sc^{3+} が存在する状況では、同じ光条件における *P. kessleri* の増殖率に対して、増殖率は顕著に増加した。両種の最適光条件における色素と脂質の構成は以下のものであった。構成脂質 (乾燥重量パーセント) は、個々のレアアースの存在によって、わずかに変化した。しかしながら、不飽和脂肪酸を消費して、飽和脂肪酸が増加していた。REEs が色素に与える影響には変化が見られた: Ce^{3+} , Gd^{3+} , La^{3+} や Sc^{3+} が存在する条件では、ルテイン, ビオラキサンチン, β -カロチンやクロロフィルなどの主要色素の濃度が増加した、一方で、 Pr^{3+} や Lu^{3+} を含有しているとこれらの色素は減少した。^(1,2) CAS, Třeboň, Czech Republic, ⁽³⁾ Charles University, Prague 2, Czech Republic, ⁽⁴⁾ CAS, Prague 4, Czech Republic)

Chang F. H.^{1,2} · Sutherland J.¹ · Bradford-Grieve J.¹: 形態, 微細構造, 生化学および分子データを基にした Dictyochaes (Dictyochophayceae) の分類学的再考
Fook Hoe Chang,^{1,2} Judy Sutherland¹ and Janet Bradford-Grieve¹: Taxonomic revision of Dictyochaes (Dictyochophyceae) based on morphological, ultrastructural, biochemical and molecular data

珪藻類 Dictyochaes の分類はそれらのシリカ骨格の構造を基本としてきた。本研究では、シリカ骨格に加えて、それ以外の形態, 微細構造, 色素や分子の特徴が本グループの珪藻類の分類に使用した。*Dictyocha octonaria* の微細構造についてはほとんど知られておらず、骨格姿勢や無殻形態についても調べた。形態学的データを基にした分岐学的解析や核をコードするスモールサブユニットリボソーム DNA を基にした分子系統解析は、十分に支持される単系統の Dictyochaes に帰属した。*D. octonaria* と *D. speculum* は単系統となり、強く支持された。*Dictyocha* 属の3種のクレードにおいては、*D. fibula* が他の2種である *D. speculum* と

D. octonaria とは明らかに区別された。GenBank 内の天然の真核生物の塩基配列情報を基にすると、*D. octonaria*/*D. speculum* クレード内で2もしくは3つの未記載種が存在し、Dictyochaes 内にも2つの未記載属が存在した。これらの発見により、3種の珪藻において分類の再考が必要である。*D. fibula* は *Dictyocha* 属のタイプ種であるので、我々は *D. octonaria* と *D. speculum* をそれぞれ *Octactis* 属の *O. octonaria* Havasse と *O. speculum* (Ehrenberg) F. H. Chang, J. M. Grieve & J. E. Sutherland, *comb. nov.* に再度割り当てることを提唱する。⁽¹⁾ National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd, Wellington, New Zealand, ⁽²⁾ The Open University of Hong Kong, Hong Kong SAR)

Wejnerowski L.¹ · Wojciechowicz M. K.² · Glama M.³ · Olechnowicz J.⁴ · Dziuba M. K.¹ · Cerbin S.¹: *Aphanizomenon gracile* (Cyanobacteria, Nostocales) の単独の末端細胞は分裂し、トリコームを新たに生み出すことができる

Lukasz Wejnerowski,¹ Maria K. Wojciechowicz,² Małgorzata Glama,³ Julia Olechnowicz,⁴ Marcin K. Dziuba¹ and Sławek Cerbin¹: Solitary terminal cells of *Aphanizomenon gracile* (Cyanobacteria, Nostocales) can divide and renew trichomes

糸状藍藻 *Aphanizomenon gracile* CCALA8 株の末端細胞を形態的に判別する証拠を見つけるために分裂能力やトリコームの形成能力を調べた。我々の持っている知見に基づくと、形態的に様々に変化した末端細胞の分裂は Nostocales の藍藻類において可能なことである。しかし、この過程はいくつかの種においてのみ観察されてきた。*A. gracile* の末端細胞は他の栄養細胞のトリコームと形態的に異なった。それらは透明ではなく、培養時に単独の細胞として観察される時がある。したがって、これらの細胞が分裂やトリコームを形成できることは想像できる範囲であった。我々は光学および透過型電子顕微鏡により末端細胞を観察した。顕微鏡観察では、隔膜がトリコームに繋がっている末端細胞と単独の末端細胞のいずれにも形成されることを明らかにした。我々の研究は、*A. gracile* の末端細胞において分裂やトリコームを新たに生み出すことを示す初めての報告である。これまでにこのような結果は、もう一つの Nostocales の藍藻類 *Raphidiopsis mediterranea* においてのみ報告されている。また、我々の発見は、タイプ種 (*A. flos-aquae*) がトリコームの分裂や新生ができない透明細胞を持つ *Aphanizomenon* 属内でさらに多くの変異があることを意味している。一方、*A. gracile* は単独の末端細胞分裂によりさらに増殖することができる。*Aphanizomenon* 属の *A. flos-aquae* のようなタイプ種とは異なる *A. gracile* が持つこの付加的な特性は、*A. gracile* と *A. flos-aquae* との間の多くの遺伝的な関係性を考慮しつつ、これらの種の分類学的な位置を明らかにし

ていく価値があるかもしれない。(1,2,3,4 Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland)

Diharmi A.^{1,2}・Fardiaz D.²・Andarwulan N.²・Heruwati E. S.³: 3つの異なるインドネシア沿岸海域から採集された *Eucheuma spinosum* より抽出されたカラギーナンの化学的・物理的特性

Andarini Diharmi,^{1,2} Dedi Fardiaz,² Nuri Andarwulan² and Endang S. Heruwati³: Chemical and physical characteristics of carrageenan extracted from *Eucheuma spinosum* harvested from three different Indonesian coastal sea regions

3つの異なるインドネシア沿岸海域から採集された *Eucheuma spinosum* より抽出されたカラギーナンの化学的・物理的特性を決定した。これらの海域は本種が養殖されている。カラギーナンは熱アルカリを使って抽出し、沈殿、乾燥、粉碎を行った。カラギーナンの特性は生産条件、灰分、ミネラル、硫酸塩含量、官能基、分子量そして粘度分析で決定した。物理的特性については、ゲル強度をテクスチャーアナライザーで、粘度をラピッド・ビスコ・アナライザーにより評価した。Sumnep 産 ($34.81 \pm 5.83\%$) と Takalar 産 ($37.16 \pm 3.26\%$) のカラギーナン生産量は、Nusa Penida 産 ($25.81 \pm 1.93\%$) よりも比較的高かった。カルシウム含量は、マグネシウム、カリウム、ナトリウムの含量よりも高く、カドミウム、鉛、水銀やヒ素は全てのカラギーナンから検出されな

かった。灰分量は 29% 程度で、硫酸塩含量は 30 ~ 32% の範囲にあり、産地ごとの差はなかった。硫酸塩含量の存在は、 1373 cm^{-1} の吸収帯で FTIR により判別された。Takalar 産のカラギーナンの分子量は比較的高く、Takalar 産のカラギーナンのゲル強度も Nusa Penida 産や Sumenep 産のそれらよりも有意に高かった。同様に、80°C から 20°C まで冷却していくと、Takalar 産のカラギーナンの粘度は Sumenep 産や Nusa Penida 産のそれらに比べるとより高い粘度を示した。これらの結果から、Nusa Penida 産、Sumenep 産および Takalar 産のカラギーナンが、80°C から 20°C までの冷却時のゲル強度や粘度および生産量を除いて類似の物理化学特性を持つ iota- カラギーナンと判断された。(1Riau University, Pekanbaru, Indonesia, 2Bogor Agricultural University, Bogor, Indonesia, 3Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Republic of Indonesia, Jakarta, Indonesia)



英文誌 64 巻 3 号表紙

新属および新組み合わせ *Monorhizochytrium globosum* NBRC 112723 の *Pyropia* sp. との 2 員培養下で観察された形態。*Pyropia* sp. に外質ネットを侵入させている様子 (左上) と、遊走細胞の形成過程の連続観察像。

Phycological Research

英文誌 65 巻 4 号掲載論文和文要旨

渡邊裕基^{1,2,3}・森川太郎⁴・三根崇幸⁴・川村嘉広⁴・Nishihara G. N.⁵・寺田竜太^{1,2}: アマノリ養殖工程中に行われる冷凍保存がナラワスサビノリの光合成に与える影響の経時変化と回復

Yuki Watanabe,^{1,2,3} Tarou Morikawa,⁴ Takayuki Mine,⁴ Yoshio Kawamura,⁴ Gregory N. Nishihara⁵ and Ryuta Terada^{1,2}: Chronological change and the potential of recovery on the photosynthetic efficiency of *Pyropia yezoensis* f. *narawaensis* (Bangiales) during the sporelings frozen storage treatment in the Japanese Nori cultivation

日本のアマノリ養殖では、その養殖工程中に一部の養殖網は冷凍保存され、冷凍保存された網は必要に応じて解凍

後、養殖網の交換に用いられる。本研究では、ナラワスサビノリ *Pyropia yezoensis* f. *narawaensis* の佐賀 5 号という養殖株を使用し、冷凍保存中の光合成効率の経時変化をパルス変調クロロフィル蛍光法 (PAM) により測定した。冷凍前の乾燥時の最大量子収率 (F_v/F_m) は直線的に減少し、0.1 まで低下した。冷凍中の F_v/F_m は、0.10 ~ 0.14 の間で低い値を維持していた。海水中にて 10 分もしくは 3 時間の解凍後の F_v/F_m は急速に回復し、14 日間の冷凍ではそれぞれ 0.29, 0.47 に達した。一方で 71 日間の冷凍では、それぞれ 0.15, 0.29 に留まり、冷凍保存の長期化により回復速度が低下することが示唆された。ただし、一般的な冷凍期間である 47 日間の冷凍後、通常通り養殖をした藻体の F_v/F_m は、冷凍を経

ていない藻体のものと概ね一致したことから、現在の冷凍期間であれば深刻な影響はないと考えられた。⁽¹⁾ 鹿児島大学,³ 学振特別研究員 DC2,⁴ 佐賀県有明水産振興センター,⁵ 長崎大学)

堀口健雄¹・森谷 隼²・Pinto S. K.²・寺田 竜太³: 日本国・鹿児島県, 馬毛島沖の海底 (水深 36 メートル) からの砂地性渦鞭毛藻の新種 *Pyramidodinium spinulosum* (渦鞭毛藻綱)

Takeo Horiguchi,¹ Rui Moriya,² Sohail K. Pinto² and Ryuta Terada³: *Pyramidodinium spinulosum* sp. nov. (Dinophyceae), a sand-dwelling non-motile dinoflagellate from the seafloor (36 m deep) off Mageshima Island, Kagoshima, Japan

北西太平洋の亜熱帯に位置する鹿児島県馬毛島沖の海底 36 メートルから、新種の底生性渦鞭毛藻 *Pyramidodinium spinulosum* Horiguchi, Moriya, Pinto & Terada を記載した。本種の生活環は、優勢なドーム状の付着性栄養細胞とごく短時間存在する遊走細胞からなる。無性生殖は、不動細胞中で 2 個の遊泳性の娘細胞を形成することによりおこなわれる。放出された遊泳細胞はごく短時間泳いだのち、変形してドーム状の栄養細胞に直接戻る。一回りの生活環にかかる時間は変異が大きく、時として大変長くなるが、培養条件下で 5 日間～38 日間であった。不動細胞は細胞壁に囲まれ、その表面は長さの異なる多く (80～130 本) の刺状構造に覆われている。本渦鞭毛藻は光合成性で、数多く (50 個以上) の円盤状葉緑体をもつ。系統解析により本種は、同じく優勢な不動細胞相をもつ *Pyramidodinium* のタイプ種 *P. atrofusum* との近縁性が示された。しかしながら *P. spinulosum* は *P. atrofusum* とは細胞外形 (ドーム型 vs. ピラミッド型) と表面の突起物の形状 (刺状 vs. こぶ状突起) により明確に区別される。これらの違いおよび系統解析の結果から、この深所の海底の砂から採集された本種を *Pyramidodinium* の 2 番目の種 *P. spinulosum* として記載した。^(1,2) 北海道大学,³ 鹿児島大学)

Arapov J.・Skejić S.・Bužančić M.・Bakrač A.・Vidjak O.・Bojanić N.・Ujević I.・Gladan Ž. N.: 中央アドリア海における *Pseudo-nitzschia* の分類学的多様性 Jasna Arapov, Sanda Skejić, Mia Bužančić, Ana Bakrač, Olja Vidjak, Natalia Bojanić, Ivana Ujević and Živana N. Gladan: Taxonomical diversity of *Pseudo-nitzschia* from the Central Adriatic Sea

我々の研究目的は、二枚貝に神経毒ドーマイ酸 (DA) が確認される期間における *Pseudo-nitzschia* の種構成について明らかにすることである。2015 年 11 月から 2016 年 1 月の間に Kaštela 湾 (アドリア海中央部) でサンプリングを実施した。11 月初旬、表層の *Pseudo-nitzschia* spp. は、1.85

× 105 cells L⁻¹ に達していた一方で、種々の二枚貝で分析された DA の濃度は低く、規制限界を下回っていた。調査期間に記録された水温と塩分の範囲において、*Pseudo-nitzschia* spp. と水温の間には関係性が見出された。走査型電子顕微鏡を用いた微細構造解析により、アドリア海でこれまでに報告されている 5 つの *Pseudo-nitzschia* 種 – *P. calliantha*, *P. delicatissima*, *P. fraudulenta*, *P. pseudodelicatissima*/*P. cuspidata*, および *P. subfraudulenta* – が確認され、未知の *Pseudo-nitzschia* 種も確認され、全調査期間にわたって、*Pseudo-nitzschia* 群集の構成種は変化していた。*P. pseudodelicatissima*/*P. cuspidata* は全期間を通して確認されており、最も種の多様性が高い時期は 1 月で、この時期には 6 種全てが確認された。これらの研究結果は、Kaštela 湾における初めての二枚貝からの DA 検出の報告であるだけでなく、この海域における初めての *Pseudo-nitzschia* 属の分類学的調査の結果となる。(Institute of Oceanography and Fisheries, Split, Croatia)

Kon, N. F.¹・Lau, W. L. S.²・Hii, K. S.^{1,2}・Law, I. K.²・Teng, S. T.³・Lim, H. C.⁴・高橋和也⁵・Gu, H.⁶・Lim, P. T.²・Leaw, C. P.²: 有害無殻渦鞭毛藻 *Karlodinium australe* (渦鞭毛藻綱) の定量リアルタイム PCR 検出

Nyuk Fong Kon,¹ Winnie L. S. Lau,² Kieng Soon Hii,^{1,2} Ing Kuo Law,² Sing Tung Teng,³ Hong Chang Lim,⁴ Kazuya Takahashi,⁵ Haifeng Gu,⁶ Po Teen Lim² and Chui Pin Leaw²: Quantitative real-time PCR detection of a harmful unarmoured dinoflagellate, *Karlodinium australe* (Dinophyceae)

2014 年にマレーシア・ジョホール海峡で魚類大量斃死に関わる有害藻類ブルーム (HAB) が生じ、我々はこの 1 年後に再発した同ブルームを調べた。この事例から、HAB モニタリングにおいて迅速かつ正確な方法を用いることが求められている。本研究では、有害渦鞭毛藻 *Karlodinium australe* を検出する SYBR green ベースのリアルタイム PCR (qPCR) 法を確立した。リボソーム RNA 遺伝子 (rDNA) の second internal transcribed spacer 領域で、種特異的な qPCR プライマーが設計された。設計されたプライマーの種特異性を非標的種 (*Karlodinium veneticum* と *Takayama* spp., *Karenia* spp.) のスクリーニングにより評価すると、これらは陰性となった。本研究で決定された *K. australe* 1 細胞あたりの抽出可能な遺伝子コピー数は 19,998 ± 505 ($P < 0.0001$) であった。*Karlodinium australe* を添加した野外試料を qPCR により細胞密度評価すると、光学顕微鏡下で計測したデータと高い相関を示した ($R^2 = 0.93$)。本研究で確立された qPCR 法を用いると、2015 年の赤潮原因種は *K. australe* として検出された。これは野外試料から単細胞 PCR と rDNA 配列決定を行うことでも確かめられた。本研究で確立された qPCR 法は、検出限界が 5 細胞と低

く、モニタリング目的で野外試料内 *K. australe* 細胞を効率的かつ迅速に検出できる。^(1,3)Universiti Malaysia Sarawak, Kota Samarahan, Malaysia, ²University of Malaya, Bachok, Malaysia, ⁴Tunku Abdul Rahman University College, Segamat, Malaysia, ⁵東京大学, ⁶Third Oceanography Institute, Xiamen, China)

Štifterová A.・Neustupa J. : 樹皮上に生育する微細藻類群集の微小スケールの変化: 微細環境, 季節および空間の影響

Anna Štifterová and Jiří Neustupa: Small-scale variation of corticolous microalgal covers: Effects of microhabitat, season, and space

本研究は、温帯の落葉樹林にあるヨーロッパナ (*Fagus sylvatica*) の樹皮上に生育する陸生微細藻類の群集構造と多様性の一時的かつ微小な空間変動に着目した。陸生の光栄養バイオフィームは、様々な天然物や人工物上に生育している一般的で目につきやすい微細藻類の群集である。しかし、植物プランクトンや底生微細藻類のような他の主要な微細藻類群集と比較して、それらの時空間変動はほとんど知られていない。樹皮サンプルは3年間 (2010 ~ 2013) のそれぞれの春と秋の6回採集し、寒天プレート上で培養した。その後、純系株は光学顕微鏡により判別した。(後の分析のための OTU を考慮して) 全 55 のモルフォタイプが確認された。これらは主にトレボウクシア藻綱と緑藻綱に属した。興味深いことに、一時的な変動は群集構造内の大部分の変動を説明できた。この変動は主に季節的な変動に関連していた。また、春と秋に観察された群集の多くが重複していたが、種組成や量において明らかな違いが認められた。しかしながら、樹皮の粗さのような微細な生育空間もまた、微細藻類群集を構築する上で重要であった。反対に、サンプルの地上からの高さやサンプルの幹からの距離のような空間的な要素は、このスケールにおいてそれほど重要ではないと考えられた。したがって、非季節的で時間的な変化と同様に、温度、湿度や光量の変動、あるいは個々の分類群のローカルな集団や消失から得られた結果は、これまでに認識されてこなかった季節的な変化が、陸生の微細藻類群集を構築する上で重要な要因のひとつと考える必要がある。(Charles University, Prague, Czech Republic)

Wang N.¹・Luo Z.¹・Mertens K. N.²・McCarthy F. M. G.³・Gu L.¹・Gu H.¹ : カナダオンタリオ州の Plastic Lake から分離された新規渦鞭毛藻 *Gymnodinium plasticum* シスト-栄養細胞との関係と分子系統
Na Wang,¹ Zhaohe Luo,¹ Kenneth N. Mertens,² Francine M.G. McCarthy,³ Li Gu¹ and Haifeng Gu¹: Cyst-motile stage relationship and molecular phylogeny of a new

freshwater dinoflagellate *Gymnodinium plasticum* from Plastic Lake, Canada

渦鞭毛藻のギムノディニウム属は、淡水産の種 *G. fuscum* をタイプ種として設立された。Thessen *et al.* (2012) によると、主要海産種として 268 の種があると言われている。近年報告された rDNA 配列に分子系統樹によると、ギムノディニウム属は多系統である。本研究では、カナダオンタリオ州の Plastic Lake から分離した、新規の淡水産ギムノディニウム、*G. plasticum* について記載する。2つの株が単一の培養シストから分離され、その形態を光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡によって観察した。シストは、広い横溝とスムーズ細胞表面を持つ円形の epicyst と hypocyst を有していた。栄養細胞は、垂直に走る核、および深い縦溝の貫入によって特徴付けられた。頂端構造は馬蹄形で、深い内部溝を持つ2つのはっきりした頂上部から成り、頂点の 80% を取り巻いていた。SSU rDNA, LSU rDNA および ITS 配列を、培養株から決定した。SSU, LSU および ITS 配列に基づく分子系統樹からは、Gymnodiniales sensu stricto クレードとの単系統性が支持され、そして我々の結果は、多くのギムノディニウム種の分類学的再考が必要であることを示唆した。我々の系統樹から、*Gymnodinium plasticum* は、*Dissodinium pseudolunula* と近縁であり、タイプ種の *G. fuscum* からは系統的に遠いことを示すため、本種は異なるギムノディニウムの分類群であると言えるだろう。⁽¹⁾Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen, China, ²Ifremer, LER BO, Station de Biologie Marine, Concarneau Cedex, France, ³Brock University, St. Catharines, Ontario, Canada)

Budzyńska A.・Gołdyn R. : 北緯 52°での侵略的な Nostocales (Cyanoprokaryota) の優占について

Agnieszka Budzyńska and Ryszard Gołdyn: Domination of invasive Nostocales (Cyanoprokaryota) at 52°N latitude

Cylindrospermopsis raciborskii と *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* は分布域を急速に広めている藍藻類であり、侵略的な種と考えられている。しかし、それらが侵入した地域の北部において植物プランクトンを優占するほど見つけられてはいない。本研究の目的は、現在侵略が起こっている範囲の北部において初めて報告された *C. raciborskii* と *S. aphanizomenoides* の繁茂について、それを可能にした環境条件を明らかにすることにより、Nostocales における侵略プロセスの理解を広めることである。我々は、2種の侵略的藍藻類の個体群動態と北緯 52°において容器内で発生・繁茂させた非生物的条件を調べた。また、以前と侵略種が繁茂している間の植物プランクトン群集の多様性や組成も調べた。冗長性分析により示されたように、*S. aphanizomenoides* の競争有利性は高水温や高いリン酸濃度に強く依存しており、他の夏の条件 (低い透明度、高いアンモニウム態窒素濃度) と

は正の相関があった。*C. raciborskii* のバイオマスは温度やリン酸と相関はないが、7月前半の高水温は大量のアキネートを発芽させると思われる。また、定期的なリン酸利用は遅れて起こる繁茂の原因にもなる。両方の侵略種は自生の藍藻類 *Aphanizomenon gracile* と同時発生するが、*C. raciborskii* は自生種の優占時期後に繁茂した。本研究の結果は、暑さ、栄養塩豊富な環境、侵略した地域の環境への適応、特に大量のアキネートの越冬性メカニズムにおいて *S. aphanizomenoides* の高い競争性が示された。また、我々の結果は、植物プランクトンの多様度指数が侵略的な藍藻類を原因として汽水集団の増殖後に減少するという仮説と異なった。(A. Mickiewicz University in Poznań, Poznań, Poland)

山本民次・岸上智子・中川光：広島湾から単離した渦鞭毛藻 *Heterocapsa circularisquama* による硝酸塩、アンモニウム塩、リン酸塩の取り込みカイネティクス

Tamiji Yamamoto, Tomoko Kishigami and Hikaru Nakagawa: Uptake kinetics of nitrate, ammonia and phosphate by the dinoflagellate *Heterocapsa circularisquama* isolated from Hiroshima Bay, Japan
有害渦鞭毛藻 *Heterocapsa circularisquama* は、広島湾では1992年に初めてブルームを形成した。著者らによって指摘されているように、広島湾を含む瀬戸内海の貧栄養化、とくに1980年から流入負荷削減が行われてきたリン酸塩の低下は著しい。本種のブルームは湾内で集約的に行われているカキ養殖に大きなダメージを与えた。本研究では、本種による硝酸塩、アンモニウム塩、リン酸塩の取り込みカイネティクス

について、実験的に調べた。最大取り込み速度 ($\rho_{\max}$) および半飽和定数 (K_s) は、硝酸塩に対して $0.41 \text{ pmol cell}^{-1} \text{ h}^{-1}$, $4.45 \text{ } \mu\text{M}$, アンモニウム塩に対して $2.02 \text{ pmol cell}^{-1} \text{ h}^{-1}$, $11.1 \text{ } \mu\text{M}$, リン酸塩に対して $0.079 \text{ pmol cell}^{-1} \text{ h}^{-1}$, $1.79 \text{ } \mu\text{M}$, であった。最大比取り込み速度 ($V_{\max}$) は、硝酸塩, アンモニウム塩, リン酸塩それぞれに対して, $8.95, 44.1, 21.3 \text{ day}^{-1}$ と見積もられた。栄養塩に対する親和性の指標とされる $V_{\max}/K_s$ について、本種およびこれまで報告されている他種との比較から、*H. circularisquama* は硝酸塩とアンモニウム塩は効率よく利用できるが、リン酸塩は効率よく利用できないことが示唆された。*H. circularisquama* が溶存態有機リン (DOP) を利用できることや、広島湾水の DOP 濃度がリン酸塩濃度よりも高いことから、*H. circularisquama* が優占するようになったのは、リン酸塩の流入負荷削減によるものであると結論された。(広島大学)

(阿部真比古, 木村 圭)



英文誌 65 巻 4 号表紙

温帯性落葉樹林におけるヨーロッパナの樹皮表面に形成される陸生微細藻類。Štifterová and Neustupa により微小な空間スケールにおける群集構造の変化が調べられた。