

Research Articles

Zhang, H.¹・Lu, S.¹・Li, Y.²・Cen, J.¹・Wang, H.¹・Li, Q.¹・Nie, X.¹: 南シナ海 Hainan 島由来の *Ostreopsis* cf. *ovata* と *O. lenticularis* (Dinophyceae) 形態学および分子系統学的解析

Hua Zhang,¹ Songhui Lu,¹ Yang Li,² Jingyi Cen,¹ Hualong Wang,¹ Qun Li¹ and Xiangping Nie¹: Morphology and molecular phylogeny of *Ostreopsis* cf. *ovata* and *O. lenticularis* (Dinophyceae) from Hainan Island, South China Sea

Ostreopsis 属は、熱帯や温暖な海域に分布し、底生性かつ潜在的に有毒な種を含んでいる。本研究において、我々は中国の海域の *Ostreopsis* cf. *ovata* と *O. lenticularis* について報告する。分離したこれらの藻類について、LM と SEM による形態観察、そして LSU rDNA (D1-D3)、ITS 領域 (ITS1 - 5.8S - ITS2)、および SSU rDNA 配列を対象とした系統解析を行った。細胞サイズが異なるにもかかわらず、*O. cf. ovata* の Hainan 株の形態は、*O. ovata* の基準株と類似していた。*O. lenticularis* の Hainan 株の形態は、基準株と類似していたが、両者の細胞の空間的配置や、鎧板孔の種類の差異が観察された。*Ostreopsis* の Hainan 株の鎧板配置は、Kofoid の鎧板式では、Po, 3', 7'', Vp, Rp, 1p, 5''', 2'''' となった。*O. cf. ovata* と *O. lenticularis* の Hainan 株は、LSU rDNA と ITS 領域の配列の基づくと、太平洋から分離された株と近い関係性を示した。*Ostreopsis* cf. *ovata* の Hainan 株の SSU rDNA 配列の遺伝的な相違 (p-distances) は、マレーシア産株、韓国産株に対して、それぞれ 0.0096 と 0.0447 であった。本研究は、中国海域の *Ostreopsis* の Hainan 株について、形態解析と系統解析による初めての分類の報告となる。(¹Jinan University, ²South China Normal University, China)

Ye, C.¹・Yang, Y.²・Xu, Q.¹・Ying, B.¹・Zhang, M.¹・Gao, B.¹・Ni, B.¹・Yakefu, Z.¹・Bai, Y.¹・Zuo, Z.¹: 異なるリン源とその濃度下における *Microcystis aeruginosa* の揮発性有機化合物の放出

Chaolin Ye,¹ Youyou Yang,² Qinghuan Xu,¹ Binbin Ying,¹ Minqian Zhang,¹ Bo Gao,¹ Binbin Ni,¹ Zumulati Yakefu,¹ Yan Bai¹ and Zhaojiang Zuo¹: Volatile organic compound emissions from *Microcystis aeruginosa* under different phosphorus sources and concentrations

富栄養化した水においては、シアノバクテリアは大量

に増殖し、水の匂いに影響する大量の揮発性有機化合物 (VOCs) を放出する。種々のリン (P) 栄養素のシアノバクテリア VOCs 合成と水の匂いへの影響を明らかにするため、*Microcystis aeruginosa* の細胞増殖と VOC 放出に対する種々の P 栄養素の影響を評価した。 K_2HPO_4 、 $Na_4P_2O_7$ 、 $(NaPO_3)_6$ の間では、 K_2HPO_4 を添加した場合が最も細胞密度が高くなった、一方、P 濃度が下がると細胞密度も減少した。単一の P 源として K_2HPO_4 、 $Na_4P_2O_7$ 、 $(NaPO_3)_6$ を添加した場合、*M. aeruginosa* の VOCs としては、スルホ化合物、テルペノイド、ベンゼン、炭化水素、アルコール、アルデヒドおよびエステルを含む、それぞれ 26、23、22 の化合物が存在していた。P を添加しない区 (non-P) では、顕著に VOC 放出が促進され、他に以下に示す 6 つの化合物が確認された: α -pinene, 1-phenyl-1-butanone, 1H-1-ethylidene-indene, 2,6,10-trimethyl-tetradecane, 2-ethylhexanal, acetic acid 2-ethylhexyl ester。富栄養化した水域では、多様な P 源を利用することによりシアノバクテリアは様々な VOC 混合体を放出していた。また、P 量を削減することは、VOC 放出を促進し、水の匂いを増大させると推察された。(1,2) Zhejiang A & F University, China)

Önem, B.・Doğru, A.・Sevindik, T. G. O.・Tunca, H.: *Arthrospira platensis*-M2 株の生長および抗酸化酵素数値に及ぼす重金属の影響に関する予備的研究

Burçin Önem, Ali Doğru, Tuğba Ongun Sevindik and Hatice Tunca: Preliminary study on the effects of heavy metals on the growth and some antioxidant enzymes in *Arthrospira platensis*-M2 strain

本研究では、異なる濃度の亜鉛 (Zn)、スズ (Sn) および水銀 (Hg) で生長した *Arthrospira platensis*-M2 株におけるスーパーオキシドディスムターゼ (SOD)、アスコルビン酸ペルオキシダーゼ (APX) およびグルタチオンリダクターゼ (GR) のそれぞれの活性、バイオマスの蓄積、クロロフィル *a* 量を分析した。Zn, Sn および Hg 曝露の結果として、*A. platensis*-M2 株のクロロフィル *a* 量とバイオマス蓄積の間には密接な関係が認められた。Sn は培養 3 日目以降、500 や 1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ の濃度でバイオマス蓄積およびクロロフィル *a* 量の両方で継続的に阻害されたので、使用した中では最も毒性のある重金属であるといえる。一方、Zn や Hg では、いずれの濃度でも培養 7 日経過しても継続的に増殖した。低濃度の Zn や Sn では、SOD や GR の活性が顕著に活性化された。これは恐らく重金属により引き起こされた酸化ストレスと考えられる。APX 活性は本研究で使用した 3 つの重金

属がより高濃度の時に有意に低くなった。我々の結果は、より高濃度の重金属はSOD, APX および GR の活性を阻害するが、バイオマス蓄積やクロロフィル *a* 量は時間依存的に耐性を持つと示唆される。重金属に対する防御機構は異なると考えられるので、継続的な研究が必要である。(Sakarya University, Turkey)

Moten, D.¹・Batsalova, T.¹・Basheva, D.²・Mladenov, R.²・Dzhambazov, B.¹・Teneva, I.² : 外膜排出タンパク質 (OMEP) は、近縁シアノバクテリアの系統関係、および分類学的関係性を決定するための分子マーカーとして適している

Dzhemal Moten,¹ Tsvetelina Batsalova,¹ Diyana Basheva,² Rumen Mladenov,² Balik Dzhambazov¹ and Ivanka Teneva²: Outer membrane efflux protein (OMEP) is a suitable molecular marker for resolving the phylogeny and taxonomic status of closely related cyanobacteria

最も古い光合成原核生物であるシアノバクテリアの分類は、単純な形態、高い可変性、多様な生態学的ニッチへの適応性のために、長い期間にわたって問題が残ってきた。複数の指標 (分子配列の解読、形態解析、生態学的特徴) の組み合わせに基づいた多相的なアプローチによって、これらの生物群の全体的な分類システムの再編を行ってきた。本研究の目的は、外膜排出タンパク質 (OMEP) の配列が、近縁のシアノバクテリアとの系統解析や分類学的位置関係を理解するための分子マーカーとして使えるかどうかを評価することである。我々は、完全長ゲノム配列が分かっている 86 のシアノバクテリア種/株の OMEP のアミノ酸配列と 16S rRNA 遺伝子の DNA 配列に基づいた系統解析を行った。OMEP に基づく系統樹では、異なる属に属するほとんどのシアノバクテリア種/株は、高いブートストラップ値で支持される離れたクレードに分かれることが示された。OMEP 系統樹と 16 rDNA 系統樹の比較から、OMEP がシアノバクテリアの属、種レベルで系統関係を決定するマーカーとして適していることが明確に示された。^(1,2)Plovdiv University “Paisii Hilendarski”, Bulgaria)

Mohammad-Noor, N.¹・Adam, A.¹・Lim, P. T.²・Leaw, C. P.²・Lau, W. L.S.²・Liow, G. R.²・Muhamad-Bunnori, N.³・Hamdan, N.³・Nor, A.⁴・Kemat, N.⁴・Muniandi, D.⁴ : マレーシアの Pahang, Kuantan Port における *Alexandrium tamiyavanichii* を原因とする麻痺性貝毒中毒 (PSP) の初めての報告

Normawaty Mohammad-Noor,¹ Aimimuliani Adam,¹ Po T. Lim,² Chui P. Leaw,² Winnie L.S. Lau,² Guat R. Liow,² Noraslinda Muhamad-Bunnori,³ Nurul-Ashima Hamdan,³ Azlan Md-Nor,⁴ Norazizah Kemat⁴ and Devaraj Muniandi⁴

: First report of paralytic shellfish poisoning (PSP) caused by *Alexandrium tamiyavanichii* in Kuantan Port, Pahang, East Coast of Malaysia

有害赤潮 (HAB) は、天然の生体毒を作り出し、人、環境、生物に有害な影響を与える藻類が増殖したものである。マレーシアの Pahang, Kuantan Port における麻痺性貝毒中毒 (PSP) は、2013 年 11 月に初めて報告され、2014 年 8 月に 2 回目の報告があった。2 回目のイベントで報告された毒性レベルは、STX 換算で 100 g 貝中に 3500 µg の濃度であった。10 人が、汚染された貝を食べた後に、PSP とみられる症状で入院した。本研究は、このイベントを引き起こした生物を特定するために、Kuantan Port で実施した。水サンプルは、2014 年 9 月から 12 ヶ月間、毎月採取した。HAB 原因種は、光学蛍光顕微鏡による形態観察に基づいて同定し、internal transcribed spacer (ITS) 配列の解読によって裏付けた。毎月、4 地点で *Alexandrium tamiyavanichii* の細胞濃度を測定した。観測地点から分離された 3 株の毒素生産は、HPLC を使って確認した。我々の結果から、PSP 原因種の *A. tamiyavanichii* を含む、いくつかの HAB 種の存在が明らかになった。*A. tamiyavanichii* の最高細胞密度は、840 cells L⁻¹ であった。GTX 成分の存在は、分離した株から検出された。しかしながら、他の毒成分は確認されなかった。本研究は、マレー半島東部の Pahang 沿岸における、PSP 原因種 *A. tamiyavanichii* の初の存在報告であり、Kuantan Port における PSP 中毒が本種に起因することを解明した。本種の存在は、とりわけ Pahang 海岸水域において、安全を確認するための観測が、公衆衛生を守る上で必要であることを示した。^(1,3)International Islamic University Malaysia, ²University of Malaya, ⁴Department of Fisheries Pahang, Biosecurity Fisheries Unit, Malaysia)

Zanolla, M.¹・Altamirano, M.¹・De la Rosa, J.²・Niell, F. L.³・Carmona, R.⁴ : アルボラン海における移入集団である *Asparagopsis taxiformis* (真正紅藻綱) の系統 2 のサイズ構造と動態

Marianela Zanolla,¹ María Altamirano,¹ Julio De la Rosa,² Francisco X. Niell³ and Raquel Carmona³: Size structure and dynamics of an invasive population of lineage 2 of *Asparagopsis taxiformis* (Florideophyceae) in the Alboran Sea

本研究では、地中海の移入種として広く知られる大型紅藻類 *Asparagopsis taxiformis* の基本的な集団データについて報告する。スペイン南部に分布する集団に対して行われた 13 か月間の現地調査では、生物季節学と個体群動態、そして個体群統計学について検討した。さらに、生物量の変化が現場の環境変動に関係しているかについても検証した。配偶体は一年を通して存在したが、四分孢子体は春と夏にのみ発見された。配偶体の加入能力と藻体の生長は、個体群構造

の重要な変調要因として、そしてその持続のための重要な要因として議論されている。藻体サイズと時間のヒストグラムにより、自己間引きとは関係の無い高い死亡率を示す小型直立藻体の発生率が高いことが明らかとなった。*A. taxiformis* の生物量は3月から7月にかけて高くなった。配偶体の個体群は主に栄養生長によって維持されていたが、現場では繁殖可能な配偶体と四分胞子体とが存在したことから、有性生殖が行われていることも確認された。小型直立体の数において、継続的で高い再生産は、この海域の集約的な海上交通により、*A. taxiformis* の南部集団を将来の侵入集団のソースにさせるだろう (^{1,3}Universidad de Málaga, ²Universidad de Granada, Spain)

Fabrowska, J.¹ • Messyasz, B.² • Szyling, J.^{1, 3} • Walkowiak, J.^{3, 4} • Łęska, B.¹ : 異なる抽出方法を使用した淡水性藻類からのクロロフィルとカロテノイドの単離
Joanna Fabrowska,¹ Beata Messyasz,² Jakub Szyling,^{1,3} Jędrzej Walkowiak^{3,4} and Bogusława Łęska¹: Isolation of chlorophylls and carotenoids from freshwater algae using different extraction methods

一般的に海藻は、様々な商業用途で使われる色素の優れた供給源である。淡水性の大型藻類も適切な抽出方法が開発されれば、生物活性化合物の良い供給源となる。マイクロ波抽出法 (MAE)、超音波抽出法 (UAE)、エタノールを共溶媒として用いた超臨界流体抽出法 (SFE)、そして従来のソックスレー抽出法の4種類の手法を同一条件下 (時間、溶媒と温度) で実施し、3種の淡水性緑藻類、すなわち *Cladophora glomerata*, *Cladophora rivularis* および *Ulva flexuosa* からの、クロロフィルとカロテノイドの回収効率を検証した。得られた抽出物に含まれるクロロフィル *a*、クロロフィル *b* と全カロテノイドの含有量を、紫外線可視分光光度法を用いて測定した。本研究の結果により、従来の溶媒抽出技法と比較して、新規抽出方法 (MAE と UAE) は収量が高く、さらにコストが低いという利点を有することが示された。これらの手法は、淡水性緑藻類からの色素の回収において、古典的なソックスレー抽出法や SFE よりもはるかに効率的であった。 (^{1,2,4}Adam Mickiewicz University in Poznan, ³A. Mickiewicz University Foundation, Poland)

Saco, J. A.¹ • 村上明男², 関田諭子¹, 峯一朗¹ : 同所的に存在する単一細胞層のアオサ藻2種、エゾヒトエグサとシワヒトエグサにおける葉緑体位置と光合成特性
Jayvee Abaña Saco,¹ Akio Murakami,² Satoko Sekida¹ and Ichiro Mine¹: Chloroplast position and photosynthetic characteristics in two monostromatic species, *Monostroma angicava* and *Protomonostroma undulatum* (Ulvophyceae), having a shared ecological niche

アオサ藻綱に属するエゾヒトエグサ (*Monostroma angicava*) とシワヒトエグサ (*Protomonostroma undulatum*) は一層の細胞層から成る葉状緑藻であり、北海道室蘭市の潮間帯では春期に同所的に生育する。両種の細胞は1つのピレノイドを持つ側壁性の葉緑体を1つ有するが、その場所は種によって異なっている。すなわち、エゾヒトエグサでは葉緑体が藻体の一方の側面に沿って存在するが、シワヒトエグサでは藻体の両側のどちらか、あるいは細胞間の隔壁に沿ってランダムに存在する。藻体および溶媒抽出物の光吸収スペクトルによりクロロフィル (Chl) 密度を算出したところ、藻体の色の濃いエゾヒトエグサの方が、色の薄いシワヒトエグサよりも Chl 密度が高かった。酸素電極を用いて測定した藻体面積当たりの最大光合成速度はエゾヒトエグサの方が高かったが、クロロフィル量当たりの最大光合成速度はシワヒトエグサの方が高かった。一方、光律速条件下において両種は同様の光合成効率を示した。また、PAM 蛍光法で測定した光化学系 II (PSII) の量子効率はシワヒトエグサの方が高く、光防御応答の程度はエゾヒトエグサの方が高かった。このことは、光が直接照射する位置にあるエゾヒトエグサの葉緑体では、PSII を防御するためにより多くのエネルギーを費やすため、PSII の量子効率が低くなっていることを示唆している。エゾヒトエグサにおける高い藻体面積当たりの光合成速度はクロロフィル密度が高いことによるものであり、一方、シワヒトエグサにおいてクロロフィル量当たりの光合成速度が高いことは PSII の高い量子効率によるものであろう。PSII の光吸収や量子効率の違いは、これらの二種が潮間帯に同所的に存在するために重要な生態学的戦略であると考えられる。 (¹ 高知大学, ² 神戸大学)

姜珊珊^{1,2} • 桑野和可² • Nishihara, G. N.³ • 浦田千里² • 下田隆介² • 高谷智裕² • 荒川修² : 紅藻マクリ培養藻体の窒素取り込みとカイニン酸産生
Shanshan Jiang,^{1,2} Kazuyoshi Kuwano,² Gregory N. Nishihara,³ Chisato Urata,² Ryusuke Shimoda,² Tomohiro Takatani² and Osamu Arakawa²: Uptake of nitrogen and production of kainic acid by laboratory culture of the red alga *Digenea simplex*

紅藻マクリ *Digenea simplex* は興奮性アミノ酸の一種であるカイニン酸 (KA ; C₁₀H₁₅NO₄, 分子量 213.23) を保有するが、その産生機構については不明な点が多い。本研究では KA 産生に必要な栄養条件を明らかにするため、紅藻ハナヤナギ *Chondria armata* と同様の方法でマクリの単藻培養を試みるとともに、KA 分子への窒素取り込みについて検討した。その結果、マクリはハナヤナギとは異なり、過剰のマンガニンに感受性を示さず、オートクレーブ滅菌海水で調製した改変 PES 培地 (海水+硝酸塩、リン酸塩、鉄、微量金属、ビタミン、HEPES) で最もよく生長した (平均生長率は25日間で約800%)。LC-MS で藻体抽出液を分析したところ、

改変 PES または N・P・Fe 培地（海水＋硝酸塩、リン酸塩、鉄）で培養した藻体の KA 含量（1748～2378 $\mu\text{g g}^{-1}$ ）は、天然藻体（1562 $\mu\text{g g}^{-1}$ ）より幾分高く、培養藻体から抽出・精製した KA の $^1\text{H-NMR}$ スペクトルは既報のスペクトルとよく一致した。改変 PES 培地の NaNO_3 を $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ で置き換えた培地によりマクリを 6 週間培養したところ、総測定 KA ($^{\text{total}}\text{KA} = ^{213}\text{KA} + ^{214}\text{KA}$) に占める ^{214}KA の割合（ ^{214}KA 率；培養開始時 0.1）は、漸増して 0.25 に達した。①培養藻体内の全窒素量と全 KA 量は藻体生重量に比例する、② ^{15}N 置換培地での藻体生長分については全窒素増加量 = ^{15}N 増加量である、③藻体窒素プール中の ^{15}N の分布は直ちに藻体全体で均一化する、の 3 点を仮定した理想藻体モデルにおいて、 ^{214}KA 率の実測値は仮定から導いたモデル関数に概ね一致したことから、マクリにおける KA 産生は、十分な窒素源存在下では藻体の生長に比例するものと推察された。⁽¹⁾Weifang University of Science and Technology, China, ^{2,3} 長崎大学

Research Notes

保科亮¹・小林真弓²・洲崎敏伸²・楠岡泰³：多様な繊毛虫に共生する球状緑色藻 *Brandtia ciliaticola* (トレボウクシア藻綱クロレラ科の新属新種)

Ryo Hoshina,¹ Mayumi Kobayashi,² Toshinobu Suzaki² and Yasushi Kusuoka³: *Brandtia ciliaticola* gen. et sp. nov. (Chlorellaceae, Trebouxiophyceae) a common symbiotic green coccoid of various ciliate species

淡水には単細胞性緑色藻を細胞内共生させる原生生物が多数生息するが、それら宿主と共生藻の関係はあまりよくわかっていない。最近我々は、琵琶湖に出現する複数種の繊毛虫が、単一種の共生藻をシェアすることを報告した。各繊毛虫の共生藻は、それぞれ異なるジェノタイプとして識別でき、さらに宿主種と各ジェノタイプの組み合わせは、15 か月のサンプリングにおいて変化しなかった。すなわち、それぞれの繊毛虫が、共生藻を長期間保持することが示された。また本藻はオーストリアの湖沼においても、琵琶湖同様さまざまな繊毛虫でシェアされていることが報告されている。すなわち、本藻は繊毛虫と藻類の共生を考察するうえで、きわめて重要な種となろう。本研究では 3 種の繊毛虫から共生藻の単

離培養に成功し、クロレラ科の新属新種 *Brandtia ciliaticola* として記載した。本藻は典型的なクロレラ様の形態（自生孢子形成の単細胞性球状藻でピレノイドを含む単一の葉緑体を持つ）をなし、系統的にも *Chlorella*-clade 内に入るが、グループ内の他属と密接な関係が見られない。さらに SSU rRNA にユニークな CBC（相補的塩基置換）がみられ、これにより他属と区別可能となる。単離された各 *B. ciliaticola* 株の SSU-ITS rDNA シークエンスは、既報の各繊毛虫内共生藻シークエンスと一致しており、各共生ユニットの永続性がさらに示された。⁽¹⁾長浜バイオ大学, ²神戸大学, ³琵琶湖博物館

保科亮¹・仲田崇志²： *Brandtia* Hoshina (トレボウクシア藻綱クロレラ科) の置換名として *Carolibrandtia* を提案

Ryo Hoshina¹ and Takashi Nakada^{2,3}: *Carolibrandtia* nom. nov. as a replacement name for *Brandtia* Hoshina (Chlorellaceae, Trebouxiophyceae)

Brandtia Hoshina はいくつかの繊毛虫に共生するクロレラ科藻類に対して与えられた属名である。しかし、*Brandtia* Hoshina 2017 は *Brandtia* Kunth 1831 の後続同名であり、非合法名となることが判明した。したがって *Brandtia* Hoshina の置換名として新名 *Carolibrandtia* を提案する。⁽¹⁾長浜バイオ大学, ^{2,3}慶應義塾大学



英文誌 66 巻 1 号表紙

北海道室蘭において同所で採集されたエゾヒトエグサ *Monostroma angicava* (左) およびシワヒトエグサ *Protomonostroma undulatum* (右)。エゾヒトエグサの葉状体は面積当たりのクロロフィル含有量多いためシワヒトエグサよりも暗緑色を示す。本号の Saco *et al.* を参照にされたい。

Research Articles

Song, Y.・Zhao, J.・Chen, J.・Luo, Q.・Yang, R.・Xu, J.・Chen, H.・Yan, X.: 温度に対する異なる暴露時間において誘発された *Pyropia haitanensis* の膜脂質、脂肪酸および揮発性有機化合物の代謝変換

Yue Song, Jiali Zhao, Juanjuan Chen, Qijun Luo, Rui Yang, Jilin Xu, Haimin Chen and Xiaojun Yan: Heat shock-induced metabolic conversion of membrane lipids, fatty acids and volatile organic compounds of *Pyropia haitanensis* under different heat shock time

脂質代謝は *Pyropia haitanensis* のストレス生理を理解する上で重要な役割を果たすとともに、ストレス耐性を持つアマノリ類の品種の作出を促進することができる。本研究で使用したメタボロームの手法を基本とする超高速液体クロマトグラフ-飛行時間型質量分析計 (UPLC-Q-TOF-MS) およびガスクロマトグラフ-質量分析計 (GC-MS) は、異なる熱ショック時間に対してリン脂質、糖脂質、脂肪酸や揮発性有機化合物 (VOCs) のような脂質代謝の反応を調べるために開発された。これまでに明らかになっている Lyso-monogalactosyldiacylglycerol (Lyso-MGDG), Lyso-digalactosyldiacylglycerol (Lyso-DGDG), sulfoquinovosylmonoacylglycerols (SQMG), diacylglyceryltrimethylhomoseine (DGTS), triacylglycerol (TAG), Lyso-phosphatidic acid (Lyso-PA), Lyso-phosphatidylcholine (Lyso-PC), Lyso-phosphatidylethanolamine (Lyso-PE), Lyso-phosphatidylglycerol (Lyso-PG), phosphatidylglycerol (PG), phosphatidylinositol (PI) および phosphatidylinositol phosphate (PIP) を含む計 26 個の潜在的な脂質バイオマーカーは、ほとんどが 1 時間もしくは 6 時間の処理後に減少もしくは増加することにより高温に対して反応した。6 時間以上経過した後では、ほとんどの脂質のレベルが対照区のレベルまで徐々に回復した。また、脂質や脂肪酸の変換のバランスは崩壊した。全体として、11 個の総脂肪酸 (TFAs), 13 個の遊離脂肪酸 (FFAs) および 29 個の VOCs は 0 ~ 72 時間の高温ストレスの間に同定することができた。遊離脂肪酸、特に高度不飽和 C20 脂肪酸と VOCs は、C20 脂肪酸と VOCs との間の変換を示しているような逆の変化を示した。本研究は異なる熱ショック時間の下で *P. haitanensis* の代謝変化や脂質、脂肪酸および VOCs の変換の関係を理解する上で手掛かりとなる。本研究で明らかにできた情報は、高温耐性の養殖品種を作出するまでのアマノリ類の質の効率

的な向上や改善を助けてくれるだろう。(School of Marine Sciences, Ningbo University, Ningbo, China)

Zuccarello, G. C.¹・West, J. A.²・神谷充伸³: 単系統ではないタニコケモドキ (紅藻イギス目): 形態的に酷似した種の分類学的再検討

Giuseppe C. Zuccarello,¹ John A. West² and Mitsunobu Kamiya³: Non-monophyly of *Bostrychia simpliciuscula* (Ceramiales, Rhodophyta): Multiple species with very similar morphologies, a revised taxonomy of cryptic species

多くの藻類において隠蔽種の存在が明らかとなり、形態的に区別がつかない種を記載せざるを得ない状況になっている。特に隠蔽種群が単系統ではない場合、形態や学名を再検討する必要がある。タニコケモドキ (*Bostrychia simpliciuscula*) は、世界の熱帯から温帯域に広く分布し、これまでに複数の隠蔽種が報告されている。本研究においてより多くの集団を調査したところ、タニコケモドキは単系統ではない 4 つの系統群に分かれ、それぞれ形態的に異なる種と姉妹群になることが明らかになった。4 つの系統群は、単列側枝や仮根の形態により 2 つのグループに分けられるが、どちらのグループも単系統とはならず、収斂進化が起こった可能性が示唆された。これらの系統群はそれぞれ特定の生物地理パターンを示すため、それを根拠に新たな分類群を提唱した。*B. simpliciuscula* の学名は熱帯域に分布する 1 つ目の系統群のみに適用した。オーストラリア冷温帯域で記載された *B. tenuissima* は *B. simpliciuscula* のシノニムとされていたが、2 つ目の系統群として復活させた。日本で記載された *B. hamana-tokidae* も *B. simpliciuscula* のシノニムとされていたが、日本に分布する 3 つ目の系統群として復活させた。ニューサウスウェールズ州中央部に分布する 4 つ目の系統群は、形態的に類似する *B. tenuissima* とシドニー周辺で分布が重なっていたが、新種 *B. kingii* sp. nov. として記載した。(¹Victoria University of Wellington, New Zealand, ²University of Melbourne, Australia, ³福井県立大学)

Bautista-Saraiva, A. I. N.¹・Bonomi-Barufi, J.²・Figueroa, F. L.³・Necchi Jr, O.⁴: 淡水性紅藻類 *Kumanoa ambigua* (紅色植物門, カワモズク目) の配偶体と孢子体ステージにおける光合成と光防御に及ぼす UV 照射の効果

Anna Isabel N. Bautista-Saraiva,¹ José Bonomi-Barufi,²

Félix L. Figueroa³ and Orlando Necchi Jr⁴: UV-radiation effects on photosynthesis and photoprotection in gametophytic and sporophytic stages of the freshwater red alga *Kumanoa ambigua* (Rhodophyta, Batrachospermales)

本研究は、UV 照射 (UVR) 下の培養条件での *Kumanoa ambigua* の配偶体と胞子体 ('Chantransia') ステージにおける光合成能力の解明を目的とする。*K. ambigua* の生活史における両ステージは、UVR 曝露に対して異なる光合成反応を示すと仮定した。実験は以下の3種類の条件下で実施した。(i) 光合成を活性化させる照射 (PAR) のみ (400 ~ 700nm) を P 対照として、(ii) PAR+UVA (320 ~ 700nm) を PA 処理として、そして (iii) PAR+UVA+UVB (280 ~ 700nm) を PAB 処理とした。光合成パラメーターはクロロフィル *a* の *in vivo* 蛍光発光として測定した。生活史の各ステージ間では差異が認められ、胞子体と比較して配偶体では、UVA+PAR 下の *NPQ* および実効量子収量 ($\Delta F/F_m'$) の値が高かった。全ての処理条件下で配偶体ではひとつのタイプのマイコスポリン様アミノ酸 (MAA) が検出されたが、'Chantransia' ステージでは検出されなかった。配偶体では光合成能力を示す複数のパラメーターが上昇し、MAA が存在することから、培養条件下では配偶体は胞子体と比較して、UV、特に UVA 照射に対して感受性の低いことが示唆される。このアプローチは、地球変動の観点から、光環境の変化への淡水性紅色植物門の適応と生理学的馴化に関する理解の向上に貢献する。(Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo (IFSP), Brazil, ²Federal University of Santa Catarina, Brazil, ³Universidad de Málaga, Spain, ⁴São Paulo State University, Brazil)

Huan, L.^{1,3} • Wang, C.² • Gao, S.^{1,3} • He, L-w.^{1,3} • Lu, X-p.^{1,3} • Wang, X-l.^{1,3} • Liu, X-h.^{1,4} • Wang, G-c.^{1,3}: スサビノリ葉状体および糸状体の光合成に及ぼす大気中の CO₂ 増加に関する予備的な比較

Li Huan,^{1,3} Chao Wang,² Shan Gao,^{1,3} Lin-wen He,^{1,3} Xiaoping Lu,^{1,3} Xu-lei Wang,^{1,3} Xue-hua Liu^{1,4} and Guangce Wang^{1,3}: Preliminary comparison of atmospheric CO₂ enhancement to photosynthesis of *Pyropia yezoensis* (Bangiales, Rhodophyta) leafy thalli and filamentous thalli

潮間帯の大型藻類は、高潮時に海水に浸漬し、低潮時には空气中に曝される。空气中に曝された時、CO₂ は主な無機炭素源となる。本研究では、PSI や PSII の光合成活性を、CO₂ 濃度の異なる空气中に曝されたスサビノリの異なる世代 (葉状体、糸状体) を用いて測定した。異なる CO₂ 濃度下で脱水や塩処理を行ない光合成の変化を調べた。葉状体においては、実効光化学量子収率 PSII (YII) は CO₂ 濃度が高まるにつれて高くなった。これは葉状体が適度にストレスの影響を受けている時でも、CO₂ 吸収が高まり、葉状体が空气中の CO₂ を直接的に利用していることを示唆している。ス

サビノリ養殖において、これらの発見は、なぜ適度な空気中への曝露においても生産量の減少につながらないのか、を説明することができる。しかし、糸状体においては、試験した CO₂ 濃度では YII に違いは認められなかった。葉状体のカルビン回路に関連する遺伝子の発現においては糸状体のそれよりも高かった。スサビノリ葉状体の CO₂ 吸収や現存量は糸状体よりも高く、炭素利用機構や進化の過程における潮間帯環境への適応が異なっているためと思われる。(Chine Academy of Sciences, ²Qingdao University, ³Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, ⁴University of Chinese Academy of Sciences, China)

Berdieva, M.¹ • Pozdnyakov, I.¹ • Matantseva, O.¹ • Knyazev, N.^{1,2} • Skarlato, S.¹: *Prorocentrum minimum* (Dinophyceae, Prorocentrales) における細胞構造の細胞骨格基盤としてのアクチンと ecdysis に必要なタンパク質

Mariia Berdieva,¹ Ilya Pozdnyakov,¹ Olga Matantseva,¹ Nikolay Knyazev^{1,2} and Sergei Skarlato¹: Actin as a cytoskeletal basis for cell architecture and a protein essential for ecdysis in *Prorocentrum minimum* (Dinophyceae, Prorocentrales)

プロロセントラム目渦鞭毛藻の特異的な細胞構造は、内部の細胞構造、特に細胞骨格組織に反映される。*Prorocentrum minimum* の細胞骨格の配置は蛍光標識、電子顕微鏡および免疫細胞化学的手法を用いて調べた。細胞質表皮微小管の欠如が認められた。Phalloidin - tetramethylrhodamine isothiocyanate conjugate 染色は、F-actin が細胞の表皮内に密な層を形成することを示した。加えて、それは核と隣り合う「archoplasmic sphere (原形質のような球)」で検出された。いくつかの細胞では、残りの細胞質や核がほとんど染色されなかった。分裂している細胞では、F-actin が表皮内や分裂溝内に主に分布していた。Fluorescent deoxyribonuclease I 染色では、細胞質の非重合アクチンが平均的に分布していることを示した。つまり、核アクチンプールは単量体アクチンである。それは核質に集中し、染色体周辺に網の目を形成する。G-actin の重要な量は、*P. minimum* の核内に見たところ局在した。ストレス誘発性の ecdysis (細胞被殻を落とすこと) における F-actin の仮定される関与を試験した。actin-depolymerizing agent latrunculin B で処理した後、ecdysis の急激な減少が観察された。この処理をした細胞の蛍光染色では、アクチン細胞骨格の阻害や表皮の F-actin 層の消失が認められた。我々の結果は、根本的な核プロセスにおけるアクチン関与に関する近年のデータを支持する。つまり、細胞質の F-actin は細胞形態決定、細胞被殻配置および発達において関与するために出現する。アクチンは *P. minimum* 細胞構造の細胞骨格基盤となっている細胞質表皮微小管の欠如において、代替の役割を果たしているかも

しれない。(1Russian Academy of Sciences, 2St. Petersburg Academic University – Nanotechnology Research and Education Centre, Russia)

McCarthy, F. M. G.¹・Gu, H.²・Mertens, K. N.³・Carbonell-Moore, C.⁴・Krueger, A. M.⁵・Takano, Y.⁶・Matsuoka, K.⁶: 淡水産渦鞭毛藻類 *Peridinium wisconsinense* (Dinophyceae) の Thoracosphaeraceae への移動, 及び *Fusiperidinium* gen. nov. の記載

Francine M.G. McCarthy,¹ Haifeng Gu,² Kenneth N. Mertens,³ Consuelo Carbonell-Moore,⁴ Andrea M. Krueger,⁵ Yoshihito Takano⁶ and Kazumi Matsuoka⁶: Transferring the freshwater dinoflagellate *Peridinium wisconsinense* (Dinophyceae) to the family Thoracosphaeraceae, with the description of *Fusiperidinium* gen. nov.

1930年にSamuel Eddyによって原記載され、*Peridinium* Ehrenbergに属する特徴的な紡錘形の有殻渦鞭毛藻類は、アメリカ北東部の淡水環境中よりよく報告される。我々は、*Peridinium wisconsinense* Eddyのシストから発芽させた遊泳細胞の鎧板が、Tangen *et al.* 1882でのThoracosphaeraceae Schiller 1930 emend. Tangenの特徴である6枚の横溝板と突出したapical pore complexを持つことを明らかとした。小サブユニットリボソームDNA (SSU rDNA) と internal transcribed spacer (ITS) 配列は、以前に公開した*P. wisconsinense*のシストのLSU rDNA配列解析においても示されていた、*Chimonodinium lomnickii* (Wołoszyńska) Craveiro, Calado, Daugbjerg, Gert Hansen & Moestrupや*Apocalathium* Craveiro, Daugbjerg, Moestrup & Caladoに近年転属された種との近い遺伝的類似性を支持している。Thoracosphaeraceaeに所属する属である*Chimonodinium* Craveiro, Calado, Daugbjerg, Gert Hansen & Moestrupと*Apocalathium*と同一の鎧板配列を共有するにも関わらず、*P. wisconsinense*の鎧板やシストの両方で観られる形態的特徴のかなりの形態学的差異は、我々がこの種を新属*Fusiperidinium* gen. nov.へと転属させる理由である。SSUとLSU配列の連結データから推測される*Fusiperidinium wisconsinense* comb. nov.の系統的位置は、Peridiniaceaeを生み出した移入とは独立的に、汽水性である*Scrippsiella*の系統から進化したことを示唆している。アラスカの非海成地層から得られた*Geiselodinium tyonekensis* Engelhardtとして記載されているシストは、*F. wisconsinense*の耐久シストと同一であると考えられる。アラスカのTyonek層の年代が中中新世後期であると花粉学的に限定されるので、この系統の進化の最小年代は1160万年前であることが分かり、これは急激な氷河性海面変動による海水準低下の時期と一致している。我々の発

見は、ThoracosphaeraceaeのPeridinales Haeckelへの所属に疑問を生じさせるものでもある。(1⁵Brock University, Canada, 2Third Institute of Oceanography, SOA, China, 3Ifremer, LER BO, France, 4Oregon State University, USA, 6長崎大学)

Research Notes

Pirian, K.¹・Piri, K.¹・Sohrabipour, J.²・Blomster, J.³: タンパク質、必須アミノ酸および脂肪酸の潜在源としてのペルシャ湾産アオサ属3種について

Kiana Pirian,¹ Khosro Piri,¹ Jelveh Sohrabipour² and Jaanika Blomster³: Three species of *Ulva* (Ulvophyceae) from the Persian Gulf as potential sources of protein, essential amino acids and fatty acids

世界に分布するアオサ属のうちペルシャ湾産3種(*U. paschima*, *U. chaugulii*, *U. ohnoi*)を形態と分子マーカーを使用して同定し、全脂質、脂肪酸、タンパク質およびアミノ酸組成を分析した。我々の結果は、研究に使用したアオサ属が高いタンパク質含量(9~25%)を持ち、必須脂肪酸とほとんどの必須アミノ酸を含んでいた。これは、アオサ属が低炭素排出を伴う人間の栄養摂取や動物のエサの形態としての可能性を示している。(1Bu-Ali Sina University, Iran, 2Agriculture and Natural Resources Researches Centre of Hormozgan, Iran, 3University of Helsinki, Finland)

鄭嬌嬌・原口昭: *Euglena mutabilis* Schmitzの個体群成長に及ぼす窒素源の効果

Jiaojiao Zheng and Akira Haraguchi: Inorganic nitrogen source for autotrophic growth of *Euglena mutabilis* Schmitz

酸性坑排水などの底質に分布する底生ミドリムシ種 *Euglena mutabilis* Schmitzの個体群成長に及ぼす無機窒素源の違いについて調べた。硝酸ナトリウム、塩化アンモニウム、硫酸アンモニウムの3種の無機窒素塩をそれぞれ唯一の窒素源として*E. mutabilis*の培養を行い、それぞれの塩を用いた場合に個体群密度が最大になる最適濃度を決定したのち、それぞれの最適濃度での最大個体群密度を比較したところ、アンモニウム塩を用いた場合の最大個体群密度は、硝酸塩を用いた場合と比較して9~11倍となった。個体群成長曲線をロジスティック回帰し、最大個体群密度の1/2に達するまでの培養時間を比較したところ、硫酸アンモニウム培地では培養開始から228時間であったが、これは塩化アンモニウム培地を用いた場合より77時間短かった。これらの結果から、3種の無機窒素塩の中では硫酸アンモニウムが高い最大個体群密度と早い増殖速度を示し、*E. mutabilis*の培養に

用いる無機窒素源としては最適であることが示された。(北九州市立大学)



英文誌 66 巻 2 号表紙

actin-depolymerizing agent latrunculin B 処理 (1 列目と 3 列目) および未処理 (2 列目と 4 列目) の有殻渦鞭毛藻 *Prorocentrum minimum* の細胞内におけるアクチン細胞骨格構造。F-actin の分布は TRITC-phalloidin を用いて染色し調べた。G-actin の分布は fluorescent deoxyribonuclease I により調べた。よく染色された F-actin 表皮層は未処理の細胞で観察され、処理した細胞では消失や崩壊した。細胞質や核の明確な染色は、latrunculin B 処理および未処理の両方の細胞で観察された。本号における Berdieva *et al.* を参照にされたい。

(阿部真比古, 木村 圭, 島袋寛盛)