

## Research Articles

坂本敏夫<sup>1,2,3</sup>・橋本茜<sup>2</sup>・山場みなみ<sup>2</sup>・和田直樹<sup>1,2</sup>・吉田尚之<sup>1</sup>・坂本香織<sup>3</sup>・西内巧<sup>4</sup>・松郷誠一<sup>1,2</sup>: 陸棲藍藻 *Nostoc commune* (イシクラゲ) はマイコスポリン様アミノ酸の違いにより 4 型に分けられる

Toshio Sakamoto,<sup>1,2,3</sup> Akane Hashimoto,<sup>2</sup> Minami Yamaba,<sup>2</sup> Naoki Wada,<sup>1,2</sup> Takayuki Yoshida,<sup>1</sup> Kaori Inoue, Sakamoto,<sup>3</sup> Takumi Nishiuchi<sup>4</sup> and Seiichi Matsugo<sup>1,2</sup>: Four chemotypes of the terrestrial cyanobacterium *Nostoc commune* characterized by differences in the mycosporine like amino acids

イシクラゲは、休眠胞子などを形成することなく非常に強い乾燥耐性を獲得して陸上環境に適応しており、コスモポリタンに分布している。遺伝的多型があり 4 種類に大別される。これらの遺伝子型を形態的に区別することは困難である。紫外線に対する防御機構の一つとしてマイコスポリン様アミノ酸 (MAA) をもつ。MAA は紫外線吸収色素であり、310 から 340 nm の領域に吸収極大を示す。イシクラゲは MAA の違いによって 4 種類の化学型に分類され、化学型と遺伝子型は一致する。A 型は 7-O- ( $\beta$ -arabinopyranosyl)-porphyrin-334 (478 Da) をもつ。B 型は 2 種類の発色団を 1 分子内にもつ nostoc-756 配糖体 (1050 Da), C 型はそのアグリコンである nostoc-756 (756 Da), D 型は palythine-threonine 配糖体 (612 Da) によって特徴づけられる。今後の重要な課題は、これらの MAA をイシクラゲがもつ生理生態学的意義を解明することである。<sup>(1,2,4)</sup> 金沢大学,<sup>3</sup> 金沢工業大学)

山田規子<sup>1</sup>・Dawut, M.<sup>1</sup>・寺田竜太<sup>2</sup>・堀口健雄<sup>3</sup>: 日本の亜熱帯の深い海底 (水深 36 m) からの砂地性渦鞭毛藻の新種 *Plagiodinium ballux* (渦鞭毛藻綱)

Noriko Yamada,<sup>1</sup> Mahmutjan Dawut,<sup>1</sup> Ryuta Terada<sup>2</sup> and Takeo Horiguchi<sup>3</sup>: *Plagiodinium ballux* sp. nov. (Dinophyceae), a deep (36 m) sand dwelling dinoflagellate from subtropical Japan

海産底生性渦鞭毛藻の新種, *Plagiodinium ballux* N. Yamada, Dawut, R. Terada & T. Horiguchi を北西太平洋の亜熱帯域に位置する鹿児島県竹島沖の水深 36 m の海底から記載した。本種は有殻で、一見 *Prorocentrum* の種と似ているが、極端に小さな上殻をもつ。細胞は、楕円形から丸みを帯びた長方形と形態変異が見られ、サイズは小さく (長さ 13.0 ~ 22.5  $\mu$ m), 左右に扁平である。鎧板表面は滑らかで、その配列 (Po, 1', 0a, 5'', 5C, 2S, 5''', 0p, 1''') は属のタイプ種で

ある *Plagiodinium belizeanum* のそれと類似している。SSU rDNA および LSU rDNA の部分配列を用いた遺伝子解析の結果、本種は *P. belizeanum* と近縁性を示したが、両者は細胞サイズと形態により明確に区別される。これらの形態の相違と分子による結果から、この深い海底からの底生性渦鞭毛藻は、*Plagiodinium* の新種であると結論された。<sup>(1,3)</sup> 北海道大学,<sup>2</sup> 鹿児島大学)

Mazumdar, N.<sup>1</sup>・Novis, P. M.<sup>2</sup>・Visnovsky, G.<sup>1</sup>・Gostomski, P. A.<sup>1</sup>: ニュージーランド産 *Haematococcus* 属 (緑藻綱) 新規山岳株の生長における栄養塩の効果  
Nilanjana Mazumdar,<sup>1</sup> Phil M. Novis,<sup>2</sup> Gabriel Visnovsky<sup>1</sup> and Peter A. Gostomski<sup>1</sup>: Effect of nutrients on the growth of a new alpine strain of *Haematococcus* (Chlorophyceae) from New Zealand

微細藻類 *Haematococcus lacustris* は養殖、製薬や化粧品産業で幅広く使用されるアスタキサンチンの原料である。ニュージーランド山岳地帯から分離された *Haematococcus* 属の新規株 (LCR-26C-1f) を本研究では調べた。ビタミン類、微量栄養素、様々な炭素と窒素源の影響について、振盪容器によるバッチ培養で最大となるバイオマス生産を調べた。チアミン、ビオチンおよびシアノコバラミンから成るビタミン類の添加は、細胞密度をビタミン類無添加培地に比べて 40% 以上改善した。試験した個々のビタミン類の中では、チアミンが高い細胞密度を維持するために必要であった。試験した中で最も良い窒素源は、40 mM 濃度の硝酸ナトリウムとしての硝酸であった。従属栄養的生長は、独立栄養的生長に比べより低い細胞密度で生じた。鉄やマンガンの微量栄養素は、生長には必須であった。しかし、最も良好な生長は、鉄、銅、コバルト、亜鉛、マンガン、モリブデンを含んだ微量栄養素混液であった。<sup>(1)</sup>University of Canterbury, New Zealand, <sup>2</sup>Manaaki Whenua-Landcare Research, New Zealand)

Borlongan, I. A.<sup>1</sup>・Nishihara, G. N.<sup>2</sup>・島田智<sup>3</sup>・寺田竜太<sup>1</sup>: チガイソの 2 つの生活史世代における光合成活性の評価  
Iris Ann Borlongan,<sup>1</sup> Gregory N. Nishihara,<sup>2</sup> Satoshi Shimada,<sup>3</sup> Ryuta Terada<sup>1</sup>: Assessment of photosynthetic performance in the two life history stages of *Alaria crassifolia* (Laminariales, Phaeophyceae)

環境のパラメーターに対するコンブ類の生理的な応答を理解することは、特に世界各地のコンブ藻場の衰退に関連する環境変動の状況に際して、極めて重要である。本研究では、溶存酸

素とクロロフィル蛍光測定を用いた温度と光に関する光合成の応答を測定することで決定される、北海道産褐藻チガイソの大型胞子体世代と小型配偶体世代の光合成特性を示した。胞子体の純光合成速度は、温度の勾配や光量のレベルに沿って常に配偶体より高かった。水温 8°C, 16°C, 20°C における光合成光曲線は、両世代で類似した初期勾配 ( $\alpha = 0.4 \sim 0.9$ ) を示したが、胞子体の補償 ( $E_c = 4 \sim 7 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) および飽和光量 ( $E_k = 53 \sim 103 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) は、配偶体 ( $E_c = 0 \sim 7 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ;  $E_k = 7 \sim 10 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) よりも高かった。両世代は、低温で光障害が誘発される可能性と共に、強光ストレス後の最大量子収率 ( $F_v/F_m$ ) の回復が障害されることによって示されるように、慢性的な光障害を示した。配偶体は、 $F_v/F_m$  の応答が相対的に安定してのように、胞子体より低温での感受性が低かった。しかし、両世代の光合成の至適温度は、チガイソの生長・成熟期にあたる 20 ~ 23°C で一致した。本種はまた、総光合成速度と  $F_v/F_m$  が共に 24°C 以上で低下したため、高温障害を受けると考えられる。(1 鹿児島大学, 2 長崎大学, 3 お茶の水女子大学)

**Vilas Boas, L. K.<sup>1</sup> • Oliveira, R. C.<sup>1</sup> • Necchi, Jr O.<sup>2</sup> • Branco, C. C. Z.<sup>1</sup> : 地球温暖化の観点から汽水性紅藻 *Sirodotia delicatula* の配偶体および胞子体世代における光合成の温度特性**

Lucas K. Vilas Boas,<sup>1</sup> Régis de C. Oliveira,<sup>1</sup> Orlando Necchi Jr and Ciro C. Z. Branco<sup>1</sup>: Temperature effects on photosynthesis in gametophytic and sporophytic stages of the freshwater red alga *Sirodotia delicatula* (Rhodophyta, Batrachospermales) under a global warming perspective

人間活動による地球全体の平均気温の上昇は、すでに世界中で報告されている生態学的な結果とともに大きな懸念事項となっている。熱帯域では、Batrachospermales に属する定棲性紅藻が群集のエネルギー投入量の大部分に貢献しており、独立栄養的な食物網を持続する上で重要な役割を果たしている。また、Batrachospermales は季節的に制御される異形世代交代(配偶体と胞子体)を行い、生態学的な役割が区別される特異な生活環を持つ。“in vivo” クロロフィル蛍光と溶存酸素分析技術を用いて、*Sirodotia delicatula* の配偶体と胞子体の光合成反応を基に 2 つの予測シナリオ (RCP4.5, RCP8.5) の温度上昇の影響を調べた。全体的には、クロロフィル蛍光と溶存酸素のいずれも、RCP8.5 シナリオでは夏季の胞子体の光合成活性に非常に大きな影響を与え、配偶体には生理的にストレスを与える状況にすることが示された。本研究の結果は、本種の生存・生長において胞子体が果たす重要な役割を考えると、この予測シナリオが本種に影響を与えることが示された。熱帯環境下での食物網におけるこれらの生物の地位、特に閉鎖的な低次生産の場では、このようなインパクトは熱帯の高次の栄養生物への予期しないカスケード効果を生み出すかもしれない。(1<sup>2</sup>São Paulo State University, Brazil)

**峯一朗<sup>1</sup>・小田紗歩里<sup>2</sup>・関田諭子<sup>1</sup>: 巨大細胞性黄緑藻 *Vaucheria frigida* の細胞壁の構造と力学的性質に対するグルカナーゼ処理の影響**

Ichiro Mine,<sup>1</sup> Sahori Oda<sup>2</sup> and Satoko Sekida<sup>1</sup>: Effects of glucanase treatment on the structure and mechanical properties of cell walls in the giant-celled xanthophycean alga *Vaucheria frigida*

先端生長を行う巨大細胞性黄緑藻フシナシミドロの一種 *Vaucheria frigida* の細胞壁は、細胞全体にわたりランダムな方向に配列するセルロース微繊維 (CMF) と CMF を埋め込む主要マトリックス成分から成っている。先端生長部位から単離した細胞壁断片を人為的な内圧により膨らませることにより、プロテアーゼ処理で主要マトリックス成分を除去した細胞壁の力学的性質を調べた研究により、同成分が細胞壁の強度維持にはたらくことが示されている。*Vaucheria* の細胞壁のマトリックス成分にはブドウ糖とウロン酸が含まれていることから、本研究ではエンド-1,3-β-グルカナーゼで処理した細胞壁の力学的性質を調べ、その表面の微細構造を原子間力顕微鏡により観察した。その結果、グルカナーゼ処理を行った細胞壁では、その主要マトリックス成分は部分的に除去され、pH 依存的な伸展性に影響を与えることなく強度が低下した。また、単離細胞壁から主要マトリックス成分をプロテアーゼにより除去すると、ブドウ糖とグルクロン酸を含む多糖が遊離した。このことは本藻の細胞壁の主要マトリックス成分が、主にタンパク質(あるいはポリペプチド)とブドウ糖とグルクロン酸から成る多糖を含むことを示している。(1,2 高知大学)。

**秋田晋吾<sup>1</sup>・山田博一<sup>2</sup>・伊藤円<sup>2</sup>・藤田大介<sup>1</sup>: 日本の中央太平洋沿岸における一年生コンブ目海藻アントクメの付着器に生息する微小な移動性無脊椎動物の種数と個体数の季節的消長**

Shingo Akita,<sup>1</sup> Hirokazu Yamada,<sup>2</sup> Madoka Ito<sup>2</sup> and Daisuke Fujita<sup>1</sup>: Seasonal changes in taxon richness and abundance of mobile invertebrates inhabiting holdfast of annual kelp *Ecklonia radicata* (Phaeophyceae, Lessoniaceae) at the central Pacific coast of Japan

大型褐藻類の藻体上には端脚類や甲殻類などの微小な移動性無脊椎動物(以下、微小動物)が無数に生息する。それらは高次消費者の餌となるため、藻場生態系において重要な存在である。本研究では、アントクメ藻場における微小動物群集を明らかにするために、静岡県沼津市平沢地先において、2014 年 4 ~ 11 月に毎月アントクメを 5 株採集し、付着器に生息する微小動物の種数と個体数の季節的变化を調査した。採集したアントクメの付着器の大きさは、付着器長が 5.9 ~ 8.5 cm, 付着器径が 7.1 ~ 10.8 cm の範囲で推移し明瞭な季節変化は認められなかった。調査期間に採集した計 40 株のアントクメの付着器には、計 7,087 個体の微小動物が生息していた(平均: 177.2 個体/株)。微小動物の生息数は、5 月 (15.0 ± 9.9 個体/株) から 8 月 (346.0 ± 152.5 個体/株) に徐々に増加しものの、

11月 ( $110.0 \pm 85.6$  個体/株)には急減した。同様に、微小動物の種数も、4月 ( $4.3 \pm 1.0$  分類群/株)から8月 ( $11.0 \pm 3.7$  分類群/株)に増加したものの、11月 ( $8.6 \pm 2.3$  分類群/株)には減少した。興味深いことに、10～11月に残存する葉状部が消失した付着器にも数百個体もの微小動物の生息が認められた。また、特に、アントクメの付着器で認められた微小動物の8～10月における種数と7～11月における個体数は、多年生コンブ類で報告されてるデータと同等であった。本研究では、一年生のカジメ類が多数の微小動物に棲家として利用されていることを示した初の研究例である。<sup>(1)</sup>東京海洋大学、<sup>(2)</sup>静岡県水産技術研究所)

**渡辺幸平<sup>1</sup>・本間由莉<sup>1</sup>・唐木沢英之<sup>2</sup>・石川竜子<sup>2</sup>・上井進也<sup>3</sup>：  
褐藻アカモクの季節集団間にみられるハプロタイプ頻度の分化  
について**

Kohei Watanabe,<sup>1</sup> Yuri Homma,<sup>1</sup> Hideyuki Karakisawa,<sup>2</sup> Ryoko Ishikawa<sup>2</sup> and Shinya Uwai<sup>3</sup>: Haplotypic differentiation between seasonal populations of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyceae) in Japan

生活史のさまざまなステージ、とくに成熟期における季節性の多型はさまざまな海藻で知られているが、同種季節集団間の遺伝的比較の例は限られている。我々は、ミトコンドリア *cox3* ハプロタイプをマーカーとして、佐渡周辺において冬(1～3月)、および春(4～6月)に成熟するアカモク集団の遺伝的多様性の評価を行った。同じ場所においてですら、季節集団間では優占するハプロタイプが明らかに異なっており、 $N_{ST}$  値は、2つの季節集団間に強い遺伝的分化が生じていることを示した。また、AMOVAにおいては、遺伝的多様性の多くが、地域集団間ではなく、季節集団間に存在していることが示された。これらの結果から、異時的隔離の可能性について考察を行った。また *cox3* ハプロタイプの系統関係から、アカモクにおいては、本研究で扱ったような秋型、あるいは冬型の季節集団がすくなくとも2回独立に進化したことが示唆される。本研究の結果は、生殖時期の多型が、ある地域における遺伝的多様性の維持に貢献していることを示している。<sup>(1,3)</sup>新潟大学、<sup>(2)</sup>新潟県水産海洋研究所)

**Research Notes**

**Larsson, M. E.<sup>1</sup>・Harwood, T. D.<sup>2</sup>・Lewis, R. J.<sup>3</sup>・Himaya, S. W. A.<sup>3</sup>・Doblin, M. A.<sup>1</sup>: 温帯のオーストラリア由来の *Fukuyoa paulensis* (Dinophyceae) の毒物学的な特性評価**

Michaela E. Larsson,<sup>1</sup> Tim D. Harwood,<sup>2</sup> Richard J. Lewis,<sup>3</sup> Himaya S. W. A.<sup>3</sup> and Martina A. Doblin<sup>1</sup>: Toxicological characterization of *Fukuyoa paulensis* (Dinophyceae) from temperate Australia

*Gambierdiscus* 属渦鞭毛藻類は、熱帯、亜熱帯域での魚毒

である、ヒトに対するシガテラ病の原因となる神経毒を作り出すと知られている。*Gambierdiscus* のいくつかの種は、系統的、形態学的な特徴から、最近、新属 *Fukuyoa* に分類されたが、それらの分布、生態学、および毒物学的特徴についてはあまり知られていなかった。本研究において、我々は、温暖気候のオーストラリア東海岸における *F. paulensis* 発生の最初の報告、そして毒物学的な特徴について報告する。液体クロマトグラフィー・タンデム質量分析装置 (LC-MS/MS) では、シガトキシンを検出できなかったものの、推定マイトトキシン同族体 (MTX-3) の存在を確認した。同様に、蛍光イメージングプレートリーダー (FLIPR) による、 $Ca^{2+}$  流入を指標として、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) で、マイトトキシン類似の活性が高い分画を検出したものの、シガトキシン同様の活性は確認されなかった。<sup>(1)</sup>University of Technology Sydney, Australia, <sup>(2)</sup>Cawthron Institute, New Zealand, <sup>(3)</sup>The University of Queensland, Australia)

**Gargiulo, G. M.<sup>1</sup>・Gemelli, F.<sup>2</sup>・Cambrea, G.<sup>1</sup>・Ferraro, G. B.<sup>1</sup>・Crosca, A.<sup>1</sup>: 車軸藻の生細胞の核、染色体の高品質像取得における迅速な手法**

Gaetano M. Gargiulo,<sup>1</sup> Federica Gemelli,<sup>2</sup> Giuseppe Cambrea,<sup>1</sup> Giusy Bonanno Ferraro<sup>1</sup> and Alice Crosca<sup>1</sup>: Rapid method to obtain high quality nuclear and chromosome images directly from living cells in the Characeae

本研究は、酸やアルカリで加水分解処理された細胞の核や染色体を染色するための、陽イオン染色剤能に着目して実施した。染色手法と細胞の絞りだしについては、車軸藻綱で最適化され報告されている。未固定、固定、あるいは乾燥標本化された栄養細胞の茎頂と造精器繊維由来の細胞核を、アズール A やトルイジンブルー染色剤を使って試験を行った。これまでの報告で使われてきたいくつかの染色法との比較についても、ここで報告する。アズール A やトルイジンブルー染色法は、詳細な染色体の形態を観察することにおいては、フォイルゲンやアセトオルセインと同等かそれ以上に有効であると分かった。また、この手法は、他の手法と比べて、時間や複雑な手順をそれほど必要としなかった。<sup>(1)</sup>University of Messina, Italy, <sup>(2)</sup>University of Tasmania, Australia)

**Gao, X.<sup>1</sup>・Lee, J. R.<sup>1</sup>・Park, S. K.<sup>1</sup>・Kim, N. G.<sup>2</sup>・Choi, H. G.<sup>1</sup>: 生活史初期における褐藻ウミトラノオの着生、生存および増殖に及ぼす沈殿物の悪影響**

Xu Gao,<sup>1</sup> Jung Rok Lee,<sup>1</sup> Seo Kyoung Park,<sup>1</sup> Nam Gil Kim<sup>2</sup> and Han Gil Choi<sup>1</sup>: Detrimental effects of sediment on attachment, survival and growth of the brown alga *Sargassum thunbergii* in early life stages

人間活動による沿岸域への沈殿物の負荷は近年増加しており、その沈殿物が海中林を減少させてしまうことが問題となっ

ている。本研究では、経済的および生態学的に重要な種であるウミトラノオの受精卵の着生、発芽体の生存や増殖に、異なる沈降物量 (0, 2, 4, 6 mg cm<sup>-2</sup>) および粒子径 (< 100, 100 ~ 250, 250 ~ 600 μm) が与える影響を調査した。受精卵の着生は増加した沈降物量と負の相関関係にあるが、沈降物粒子径の違いによる影響に有意差はなかった。さらに、発芽体の生存および増殖は増加した沈降物量によって著しく抑制されていた。粒子径が小さい (<100 μm) ほど生存および増殖に及ぼす負の影響が大きかった。この試験結果により、ウミトラノオの発達初期は沈降物により著しく抑制されるということが示唆された。これは韓国における海中林を減少させる極めて重要な要因となり得る。(<sup>1</sup>Wonkwang University, South Korea, <sup>2</sup>Gyeongsang National University, South Korea)

Santiañez, W. J. E. <sup>1</sup>・Wynne, M. J.<sup>2</sup>: *Hydroclathrus stephanosorus* (カヤモノリ科, 褐藻綱) の以前の分類学的なシノニムであった *Talarodictyon tilesii* の種小名の扱いについての根拠

Wilfred John E. Santiañez <sup>1</sup> and Michael J. Wynne<sup>2</sup>: Evidence for the treatment of *Talarodictyon tilesii* as an older taxonomic synonym of *Hydroclathrus stephanosorus* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae)

Kraft & Abbot の研究において, *Talarodictyon tilesii* (Endlicher) は *Hydroclathrus stephanosorus* (Kraft) と同種

であることを分類学的に支持するための形態学的および組織学的な証拠が示された。前者の種小名は後者の種小名より命名法で優先されるため、新しい属名と組み合わせられた *Hydroclathrus tilesii* (Endlicher) が提案された。( <sup>1</sup>北海道大学, <sup>2</sup>University of Michigan Herbarium, USA)



#### 英文誌 67 巻 1 号表紙

アカモクの成熟藻体。円柱形のリセプタクルが多数形成されているのが確認できる。山形県鼠ヶ関において 2018 年 6 月に撮影 (撮影者 本間由莉)。



## Research Articles

**Preuss, M.・Zuccarello, G. C. : 3 種の色素沈着する寄生紅藻における光合成特性の比較研究：クロロフィル *a* 濃度と PAM 蛍光分析測定**

Maren Preuss and Giuseppe C. Zuccarello: Comparative studies of photosynthetic capacity in three pigmented red algal parasites: Chlorophyll *a* concentrations and PAM fluorometry measurements

100 種以上の紅藻は他の紅藻に寄生することが知られている。しかし、その多くはある程度の色素沈着を示す。これについては寄生状態、特にこれらの光合成に対する能力や固定した炭素の宿主への依存という疑問が浮かんでくる。形態的な特徴だけ、例えば縮小するサイズや宿主への二次ピットコネクションを基にしてそれらの寄生を考えられるのか。宿主から寄生生物への栄養の移動は、極僅かな紅藻の寄生で示され、これらはほとんど色素沈着しない。本研究では、ニュージーランド産の 3 種の色素沈着する寄生紅藻 (*Rhodophyllis parastica*, *Vertebrata aterrimophila*, *Pterocladophila hemisphaerica*) を調べた。我々は、クロロフィル *a* 濃度と PAM 蛍光分析を用いて PSII の活性を測定した。3 種ともにクロロフィル *a* を含有していた。*Rhodophyllis parastica* と *Vertebrata aterrimophila* は光合成活性が認められなかった。つまり、完全に宿主に栄養依存しなければならぬ。*Pterocladophila hemisphaerica* は独立した光合成活性が認められたが、分子特性からは光合成するために宿主のプラスチドに依存していることが示唆される。我々の結果は、3 種の寄生状態を支持し、寄生紅藻の宿主依存の違いをさらに研究していく必要性を強調している。(Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand)

**Mayakun, J. <sup>1</sup>・Pratthep, A. <sup>2</sup> : 熱帯性潮間帯生態系における *Halimeda macroloba* による炭酸カルシウム生産力：世界における炭素吸収の重要な貢献者**

Jaruwan Mayakun <sup>1</sup> and Anchana Pratthep <sup>2</sup>: Calcium carbonate productivity by *Halimeda macroloba* in the tropical intertidal ecosystem: The significant contributor to global carbonate budgets

サボテングサ属は炭素吸収源種としての潜在力があり、世界の炭素吸収において重要な役割を果たしている。本研究の目的は：(1) 密度、生長率および新規加入量の測定により *Halimeda macroloba* の  $\text{CaCO}_3$  および堆積物の生成を調査する；(2) アラゴナイト結晶の数を数量化する；(3) 再生産の現

象を示す；そして、(4) 寿命を測定することである。2015 年 7 月から 2016 年 4 月にタイの Satun, Lidee Lek 島で試験を実施した。コドラート法 ( $0.25 \text{ m}^2$ ) および 3 つの 50 m ライントランセクト法を用いて密度を測定した。生長率および  $\text{CaCO}_3$  蓄積率の査定に Alizarin Red-S 法を用いた。500 個体にタグ付けし、さらに新たな個体をカウントすることで新規加入量および寿命を測定した。本試験では、サボテングサ属の平均および最高密度はそれぞれ  $44.42 \pm 13.95 \text{ thalli m}^{-2}$  および  $138.22 \pm 11.68 \text{ thalli m}^{-2}$  であり、1 日に 1～2 節の葉状部を生成し、乾燥重量で  $0.021 \pm 0.001 \text{ g thallus}^{-1} \text{ day}^{-1}$  を生成した。年間のバイオマス生産量は  $1910 \sim 5950 \text{ g m}^{-2} \text{ year}^{-1}$  であった。7 月下旬から 9 月における成熟率は 0.17% から 1.92% の低い値であった。枯死率および新規加入率では約 70～80% の個体が 2015 年の 7～9 月の間に消失しており、おそらく成熟率および新規加入率は  $5.36 \pm 0.79\%$  と  $21.03 \pm 2.33\%$  になった。成熟するのを観察した直後の 2015 年 9 月に新規加入個体の最高密度となった。新規加入個体は親が成熟していなくても 2016 年 4 月まで確認され、有性および無性の両方の生殖が個体群維持に寄与していることを示唆していた。サボテングサ属の寿命は 8～12 か月であった。さらに、サボテングサ属はおおよそ  $291.94 \sim 908.11 \text{ g m}^{-2} \text{ year}^{-1}$  で  $\text{CaCO}_3$  を生成し、おおよそ  $0.018 \text{ g CaCO}_3 \text{ thallus}^{-1} \text{ day}^{-1}$  で  $\text{CaCO}_3$  を蓄積しており、サボテングサ属が  $\text{CaCO}_3$  の石灰化により炭素の蓄積を促進していることを示した。密度、生長率および  $\text{CaCO}_3$  蓄積率における本研究の結果は、サボテングサ属による多量の炭酸塩堆積物の計算に用いることができる。(1,2 Prince of Songkla University, Thailand)

**Duarte-Coello, M. E.<sup>1</sup>・Herrera-Valencia, V. A.<sup>1</sup>・Echevarría-Machado, I.<sup>2</sup>・Casais-Molina, M. L.<sup>3</sup>・Peraza-Echeverría, S.<sup>1</sup>: 単細胞緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* 由来の 2 種類のグリセロール-3-リン酸アルカリトランスフェラーゼの分子クローニングと機能特性評価**

María E. Duarte-Coello,<sup>1</sup> Virginia A. Herrera-Valencia,<sup>1</sup> Ileana Echevarría-Machado,<sup>2</sup> Melissa L. Casais-Molina<sup>3</sup> and Santy Peraza-Echeverría<sup>1</sup>: Molecular cloning and functional characterization of two glycerol-3-phosphate acyltransferases from the green microalga *Chlamydomonas reinhardtii*

グリセロール-3-リン酸アルカリトランスフェラーゼ (GPAT) は、グリセロリン酸、トリアシルグリセロール (TAG) 生合成経路の最初のステップを触媒するために働く。植物において、異なるオルガネラ内には、それぞれ異なった GPAT アイ

ソザイムが存在しており、その中には小胞体 (ER) 膜結合性 GPAT や、葉緑体 (プラスチド) 可溶性 GPAT も含まれている。微細藻類において GPAT の研究は限定的であり、唯一 *Thalassiosira pseudonana* のミクロソーム TpGPAT について、*Saccharomyces cerevisiae* を使った異種間発現解析による酵素科学的解析で、その機能が特徴づけられている。本研究では、著者らは、単細胞緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* の GPAT アイソザイムをコードする 2 つの遺伝子 *CrGPATer* と *CrGPATcl* のクローニング、シーケンス結果についてまず報告する。*CrGPATer* は、*Arabidopsis thaliana* の *AtGPAT9* ホモログで、ER 局在 GPAT をコードし、*CrGPATcl* は、*A. thaliana* の葉緑体局在性 GPAT である *ATSI* ホモログであった。著者らは、*CrGPATer* と *CrGPATcl* の両方の 3' UTR を解析によって、*CrGPATer* mRNA から新たな 3 つのスプライシングを、*CrGPATcl* mRNA から 2 つを見出し、その中の一つはトランス-スプライシングの結果生じていることが分かった。これらの遺伝子の cDNA について、*S. cerevisiae* *gatI* Δ 変異株を用いた異種間発現解析を行った結果、*CrGPATer* と *CrGPATcl* の両方が、GPAT 活性を持つことを初めて明らかにした。さらに、*CrGPATer* の GPAT 活性は膜抽出物画分から、*CrGPATcl* の活性は可溶性と膜抽出物画分の両方から確認された。本研究の発見は、*C. reinhardtii* や一般的な緑藻の脂質代謝の理解深化に寄与するものである。<sup>(1,2)</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mexico <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Mexico)

#### Sutkow, M.<sup>1</sup>・Lenarczyk, J.<sup>2</sup>・Kłosowski, G.<sup>1</sup>：生物吸着能力を示す微細藻類 (Chlorophyceae) のバイオマスに及ぼす培養液の影響： *Pseudopediastrum boryanum* の場合

Małgorzata Sutkow, <sup>1</sup> Joanna Lenarczyk<sup>2</sup> and Grzegorz Kłosowski<sup>1</sup>: Effect of culture medium on the growth of microscopic algae (Chlorophyceae) biomass showing biosorption potential: A case study *Pseudopediastrum boryanum*

本研究の結果は、生物吸着を目的として実験室のフォトバイオリアクター内で培養した微細藻類 *Pseudopediastrum boryanum* var. *longicorne* Reinsch バイオマスの質と量を最大限にできる適切な培養液の生物吸着能力の影響を調べた。緑藻類の *Pediastrum* 属の培養に一般的に用いられる Knop' s, Waris-H, Chu' s と L-S2T2 培地の 4 種類の液体培地を比較した。これらの培地は、栄養塩の組成と濃度に関して異なっている。乾燥重量、最適密度、クロロフィル a 濃度、バイオマス生長を特徴づけるパラメーター、同様に藻類の状態や吸着能力を示す表面積 (個体群構造、細胞数、連結体サイズ、周辺細胞サイズ) を特徴づける形態学的なパラメーターは、微細藻類の生長において培養液が大きな影響を与えることを示した。最も良好な生産量を示した培地は、ピートや土壌抽出物の形態で有

機物を含む L-S2T2 培地であった。この培地はバイオマス生産と潜在的な吸着能力である面積に重要であった。<sup>(1)</sup>Kazimierz Wielki University, Poland, <sup>2</sup>Polish Academy of Sciences, Poland)

#### Barcytė, D.<sup>1,2</sup>・Hodač, L.<sup>3</sup>： *Watanabea acidotolerans*：ヨーロッパと南アメリカにおける低 pH 環境下で生育するトレボウキシア藻綱 (緑藻植物門) の新規系統 Doviļė Barcytė,<sup>1,2</sup> and Ladislav Hodač<sup>3</sup>: *Watanabea acidotolerans*: A new trebouxiphyte lineage (Chlorophyta) inhabiting low pH environments from Europe to South America

本研究では、著者らはチェコの極めて酸性 (pH2.6) を示す湖由来の、新規 *Watanabea* 株 CAUP H 8901 -CRYO 株について研究を行った。著者らは、分類学的位置、系統関係を確認するため、形態、微細構造、分子データを解析した。本種の形態は、2 種類のオートスポアを持つという、最も特徴的な機能を含んで、*Watanabea* の分類形質と一致した。この分離株は、*Watanabea* のタイプ種である *W. reniformis* と、形態的、微細構造学的に類似していた。しかしながら、デンプン粒が周囲を取り囲むピレノイドを持つという形質では、*W. borysthenica* と異なっていた。核の 18S rDNA、葉緑体 *rbcL* の分子系統解析では、本株 CAUP H 8901-CRYO が *Watanabea* 属と異なる系統を形成することが分かった。さらに、本株 CAUP H 8901-CRYO の核 ITS2 に見られる、helix III の側方に付加されたループコイル構造は、*W. reniformis* SAG 211 - 9b 株には見られなかった。2 株間の ITS2 二次構造の違いは、一つの補完的な塩基置換 (CBC) といくつかの付加的なヌクレオチド置換として見出された。新規の酸耐性株と、アルゼンチンの天然酸性湖由来の他の *Watanabea* 分離株は、葉緑体 *rbcL* 配列では一致していた。これらの結果から、著者らは、世界的に分布し、低い pH 生息域から分離される微細藻系統として、新規 *Watanabea acidotolerans* を提案する。<sup>(1)</sup>National Museum, Prague, Czechia, <sup>2</sup>Charles University, Czechia, <sup>3</sup>Georg-August-University of Göttingen, Germany)

#### Bharte, S.<sup>1</sup>・Desai, K.<sup>2</sup>：磁性酸化鉄ナノ粒子を用いた *Chlorella* 種の回収

Supriya Bharte<sup>1</sup> and Krutika Desai<sup>2</sup>: Harvesting *Chlorella* species using magnetic iron oxide nanoparticles

微細藻類は人間が利用する多くの有益な生産物を得ることができる役に立つ生物である。大量培養やそれ以上の設備において、それらの回収は、生産プロセスの最終産物を手頃な価格にするためには力を入れる必要がある。磁性ナノ粒子は簡単に引き付け、層を形成している藻類の細胞表面に付着し、微細藻類を回収する大きな能力を持っている。これにより磁場の影響下で素早く回収できる。*Chlorella pyrenoidosa* と *Chlorella*

*minutissima* を用いた我々の研究は、500mg の合成した裸の酸化鉄ナノ粒子では、pH3、60 秒で *Chlorella pyrenoidosa* ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ) の 90% を回収した。また、600mg 酸化鉄ナノ粒子では、pH5、60 秒で *Chlorella minutissima* ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ) の 85% を回収した。これらによって、全体の生産コストにかかる時間やエネルギー消費を軽減することができた。(1<sup>SVKM'</sup> s NMIMS (Deemed-to-be) University, India, 2<sup>Mithibai College of Arts, Chauhan Institute of Science & Amrutben Jivanlal College of Commerce and Economics, India</sup>)

**Kok, J. W. K.<sup>1,2</sup> • Yeo, D. C. J.<sup>1</sup> • Leong, S. C. Y.<sup>2</sup> : 熱帯性の *Chattonella subsalsa* (ラフィド藻綱) の窒素源添加における生長、色素、染色性溶存態有機物の応答**  
Jerome W.K. Kok,<sup>1,2</sup> Darren C.J. Yeo<sup>1</sup> and Sandric C.Y. Leong<sup>2</sup>: Growth, pigment, and chromophoric dissolved organic matter responses of tropical *Chattonella subsalsa* (Raphidophyceae) to nitrogen enrichment

ラフィド藻 *Chattonella subsalsa* のブルームは、世界のいくつかの地域における大規模な魚類斃死イベントと関連していると考えられている。しかしながら、ブルーム発生の理解に寄与する熱帯性株の生理学的応答の研究は少なかった。これらの知見は、近年、熱帯の沿岸で発生した *C. subsalsa* ブルーム (例: シンガポールで起こった 2010 年、2012 年のイベント) の予察に役立ったかもしれない。本研究で使用した株は、シンガポールの東ジョホール海峡 (EJS) 由来の分離株で、高レベルの富栄養化海水中から分離された。これらの細胞は、形態学的にグローバルクレード (アドリア海由来株のクレードとは別) に分類された。本研究では、異なる形態の窒素、特に硝酸、アンモニア、尿素の添加に対する細胞の応答について調査した。本研究の結果、細胞は尿素を N 源として利用することはできないが、硝酸 ( $V_{\max} = 0.73 \text{ day}^{-1}$ )、アンモニア ( $V_{\max} = 0.81 \text{ day}^{-1}$ ) の添加で、よく生長した。この生長率は、世界中で分離された他の株と比べても高く、熱帯性の *C. subsalsa* は、EJS のような頻繁に富栄養化する環境でブルームを起こすポテンシャルを持っていると推察された。また、本株からは 6 つの色素が検出され、これらの色素は、クロロフィル *a*, *c*, フコキサンチン、ディアディノキサンチン、ビオラキサンチン、 $\beta$ -カロテンであった。クロロフィル *a* とフコキサンチンは、硝酸、アンモニア添加の両方の条件下で優占していた。染色性の溶存態有機物量を測定すると、分子量と総量は、窒素濃度に比例して上昇した。これらの結果は、沿岸域の科学、光条件に由来したものであると考えられる。(1<sup>2</sup>National University of Singapore, Singapore)

**Senhorinho, G. N. A.<sup>1</sup> • Lannér<sup>1</sup>, C.<sup>2</sup> • Scott, J. A. <sup>1,3</sup> : 抗菌活性を示す微細緑藻類由来抽出物がヒトの悪性および良性細胞に及ぼす影響**

Gerusa N.A. Senhorinho,<sup>1</sup> Carita Lannér<sup>1,2</sup> and John A. Scott <sup>1,3</sup>: Effect of green microalgal extracts exhibiting antibacterial activity on viability of human malignant and non-malignant cells

微細藻類の抗菌活性を示す代謝物の生成能力について研究が行われているが、抗菌活性についての研究を進めるうえで、微細藻類抽出物が哺乳類の細胞に及ぼす影響も調べる必要がある。そこで、ヒトの日見病原体である黄色ブドウ球菌に対する実証済み抗菌活性を持つ微細藻類抽出物が、良性 (MCF10A および 184B5 細胞) および悪性ヒト細胞株 (A2780 および MCF7) に及ぼす体外での作用を調査した。特定の微細藻類抽出物を試験した際、MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) の分析では、細胞生存率が過小/過大評価することが直接的な細胞数により示された。良性細胞の生存率は抽出物に暴露された後でも減少しなかった。その一方で、悪性腫瘍の生存率は微細藻類抽出物の濃度に影響を受けた。抽出物は、良性細胞株 MCF10A および 184B5 に悪影響を及ぼさなかったため、抗生物質源として今後さらなる研究をすべきである。そして悪性細胞 A2780 および MCF7 で観察された微細藻類抽出物の抗増殖活性の要因となる化合物についてさらに研究を進める必要がある。(1<sup>3</sup>Laurentian University, Canada, 2<sup>Northern Ontario School of Medicine, Canada</sup>)

**Xie, Y. • Wang, L. • Liu, X. • Li, X. • Wang, Y. • Huang, B. : Jiulong 河口干潟の栄養負荷に対する潮間帯の底生微細藻類と植物プランクトンのバイオマスの対照的な反応と分類学的構成**

Yuyuan Xie, Lei Wang, Xin Liu, Xin Li, Yuanyong Wang and Bangqin Huang: Contrasting responses of intertidal microphytobenthos and phytoplankton biomass and taxonomic composition to the nutrient loads in the Jiulong River Estuary

底生微細藻類 (MPB) と植物プランクトンは、干潟生態系における基礎生産者として重要である。また、これらの機能は生態系の生物多様性や環境の安全性に重要である。本研究の目的は、ほとんど研究が行われていない富栄養の河口での栄養負荷に対して MPB と植物プランクトンの反応を比較することである。我々は、2010 年 7 月から 2012 年 3 月まで Jiulong 河口干潟の Da-yu Island (DYI) と Ji-yu Island (JYI) においてバイオマスと分類学的構成を調べるために高速液体クロマトグラフィー (HPLC) と CHEMTAX ソフトウェアを使用した。本研究結果は、DYI および JYI のどちらにおいても MPB のクロロフィル *a* は夏に低く、冬に高く、単一モードのパターンを示した。しかし、植物プランクトンのクロロフィル *a* は反対のパターンを示した。珪藻類は底生と水中のどちらでも優占していた。冗長性分析では異なる環境要因の影響を単純に分けることはできないと示したが、リン酸態リンや温度は MPB や

植物プランクトン性珪藻のそれぞれの季節変化を制御する重要な要因である可能性が高いとした。MPB と植物プランクトン性シアノバクテリアは塩分と温度によって共に制限された。高い N/P 比と低いリン酸態リンは緑藻やシアノバクテリアに好適であった。我々の研究は、沿岸生態系における MPB や植物プランクトンの空間的・時間的な分布パターンの一連の研究における HPLC と CHEMTAX の活用を実証した。栄養負荷に対する MPB と植物プランクトンの対照的な反応は、亜熱帯干潟生態系の機能において MPB の重要な役割を示す。栄養塩と MPB との関係性は、炭素や栄養塩循環に対する重要な寄与を示唆する。(Xiamen University, China)

## Research Note

Foster, A. D.<sup>1</sup>•Spalding, H. L.<sup>2</sup>•Cox, T. E.<sup>3</sup>•La Valle, F. F.<sup>4</sup>•Philippoff, J.<sup>5</sup>: 熱帯性サンゴ礁基質において在来の表在動物および藻類群落相に変化を与える外来性緑藻ハウチワ属の一種

Alexa D. Foster,<sup>1</sup> Heather L. Spalding,<sup>2</sup> T. Erin Cox,<sup>3</sup> Florybeth F. La Valle<sup>4</sup> and Joanna Philippoff<sup>5</sup>: The invasive green alga *Avrainvillea* sp. transforms native epifauna and algal communities on a tropical hard substrate reef

他と競合せず良性である外来種がいる一方で、在来種と資源を競い、いままでの生物群を変化させてしまう外来種もいる。本研究では、サンゴ礁基質における外来藻類のハウチワ属の一種と、在来の藻類が優占する周辺地域の生物群落構成および多様性を比較した。15 組の調査地（ハウチワ属の一種または在来種の優勢に基づく全 30 プロット）における生物量と種構成を調査したところ、ハウチワ属の一種が多数を占めるプロットでは藻類の多様性が低く、主にアミグサ科やソゾ属の種が

生育し、小さな節足動物や多毛類およびクモヒトデのような無脊椎動物の高い多様性が確認された。これらの結果により、ハウチワ属の一種がサンゴ礁基質に優占することで、従来の藻類に着生する植物相や堆積する藻類が変わり、それに依存する無脊椎動物相も影響を受けることが示唆された。<sup>(1,4,5)</sup>University of Hawai‘i at Mānoa, USA, <sup>2</sup>College of Charleston, USA, <sup>3</sup>University of New Orleans, USA)

(阿部真比古, 木村 圭, 島袋寛盛)



## 英文誌 67 巻 2 号表紙

表紙：新規加入から成熟までの *Halimeda* 属において推定された寿命。詳細は本号掲載の Mayakun and Prathep を参照にされたい。