

## Research Articles

有井鈴江<sup>1</sup>・辻 清美<sup>2</sup>・富田浩嗣<sup>3</sup>・長谷川正照<sup>1</sup>・山下竜司<sup>1</sup>・Bober, B.<sup>1,4</sup>・原田健一<sup>1</sup>: 湖からのラン藻の緻密化がもたらす  $\beta$ -cyclocitral および関連する VOC の生成と種の変化  
Suzue Arie,<sup>1</sup> Kiyomi Tsuji,<sup>2</sup> Koji Tomita,<sup>3</sup> Masateru Hasegawa,<sup>1</sup> Ryuji Yamashita,<sup>1</sup> Beata Bober,<sup>1,4</sup> and Ken-Ichi Harada<sup>1</sup>: Densification of cyanobacteria from a lake leading to production of  $\beta$ -cyclocitral and related volatile organic compounds and species change

本研究の目的は、青色化を伴う溶藻がラン藻の緻密化によって引き起こされ、ラン藻の種の変化の関連事象が、生じる揮発性有機化合物 (VOC)、特に  $\beta$ -cyclocitral によって引き起こされることを実証することである。実験室で高い細胞密度のラン藻を得るために、ガス胞の浮力を利用した濃縮技術 (メスシリンダー法) が成功裏に使用された。収集されたスクラムは主に *Dolichospermum* spp. を含んでおり、分散していたラン藻は数時間後に表層に濃縮され、濃縮比は約 10 になった。濃縮されたラン藻は徐々に溶解され、ラン藻のいくつかは底に沈み、最終的に死んで消えた。この方法は、溶藻過程全体を視覚化することが可能であるというさらなる利点を有している。濃縮過程の間に、 $\beta$ -cyclocitral およびその酸化生成物は  $\beta$ -ionone とともに有意に検出された。 $\beta$ -cyclocitral は対応するカルボン酸に容易に酸化されるため、メスシリンダー内の水の pH は約 6 に低下し、好適な条件下では、酸ストレスのためにフィコシアニン由来の青色化を伴う溶藻現象が観察された。本研究の結果は、ラン藻が高密度であるときに VOC が生成され、青色化を伴う溶藻現象が起こるとする仮説と一致している。(<sup>1</sup>名城大学, <sup>2</sup>神奈川県衛生研究所, <sup>3</sup>愛知県衛生研究所, <sup>4</sup>Jagiellonian University, Poland)

渡邊 信<sup>1</sup>・仲田崇志<sup>2,3</sup>: *Dunaliella lateralis* と同定されていた細胞壁を持たない鞭毛緑藻株 “ネパール” に対する新属新種 *Gymnomonas nepalensis* の提案

Shin Watanabe<sup>1</sup> and Takashi Nakada<sup>2,3</sup>: *Gymnomonas nepalensis* gen. et sp. nov. for the naked flagellate strain “Nepal,” formerly identified as *Dunaliella lateralis* (Volvocales, Chlorophyceae)

以前 *Dunaliella lateralis* Pascher & Jahoda と同定されていた細胞壁を持たない鞭毛緑藻 “ネパール株” について、分類学的再検討を行った。この株は *D. lateralis* の遊泳細胞の原記載にほぼ一致しているが、葉緑体の形態や眼点の位置、無性生殖における分裂方向などの点で異なっていた。系統的にこの株は、

細胞壁を持つ複数種と持たない 1 種 *Hapalochloris nozakii* Nakada を含むファイログループ *Oogamochlamydia* に属している。ネパール株は細胞壁を持たない点でこれを持つ種と異なっており、また細胞の大きさや微細構造、系統的位置の違いで *H. nozakii* とは明らかに区別できる。これらの特徴から、ネパール株に対して新属新種 *Gymnomonas nepalensis* を提案した。(<sup>1</sup>富山大学, <sup>2,3</sup>慶應義塾大学)

Wang, J.<sup>1</sup>・Ding, Y.<sup>1</sup>・Tang, X.<sup>1</sup>・Wang, Q.<sup>2</sup>: 南極由来の *Chlamydomonas* sp. ICE-L のグルタチオンペルオキシダーゼの分子同定と水温塩分ストレスにおける発現変化  
Jin-Hui Wang,<sup>1</sup> Yu Ding,<sup>1</sup> Xiao-Chen Tang<sup>1</sup> and Quan-Fu Wang<sup>2</sup>: Molecular cloning of glutathione peroxidase gene of Antarctic ice microalga *Chlamydomonas* sp. ICE-L and its expression changes under temperature and salinity stress

南極由来の *Chlamydomonas* sp. ICE-L から、グルタチオンペルオキシダーゼ (ICE-LGPx) をコードする、完全な Open Reading Frame (ORF) を分子生物学的手法によって決定した。異なる塩分と水温ストレス下での ICE-LGPx 発現量をリアルタイム PCR で決定し、同様に塩分ストレス下での ICE-LGPx の活性を測定した。ICE-LGPx mRNA の完全長の cDNA 配列は 1956 bp であり、765 bp の ORF を含んでいた。分子構造解析から、ICE-LGPx は 2 つの SECIS (Seleno Cysteine Insertion Sequence) エレメントを含むセレン依存性グルタチオンペルオキシダーゼ (Se-GPx) であることが明らかになった。系統発生的な分析により、ICE-LGPx は、*Volvox carteri*, *Chlorella variabilis*, *Micromonas* sp. RCC299, *Micromonas pusilla* のものと、平行進化してきたことが明らかになった。発現解析の結果から、塩分と温度の変化により、ICE-LGPx の転写が増加することが分かった。酵素活性の変化特性は、ICE-LGPx mRNA 発現レベルの結果と同様であった。時間と容量依存的な影響は塩分処理において観察され、また時間依存的な影響は温度処理において認められた。これらの結果は、塩分と低温ストレスに対する *Chlamydomonas* sp. ICE-L の順応において、ICE-LGPx が重要な役割を果たしていることを示唆している。また、本研究の結果は、南極のアイスアルジーの順応とストレス応答機構の解明に役立つかもしれない。(<sup>1</sup>Fisheries College Guangdong Ocean University, China, <sup>2</sup>Harbin Institute of Technology, China)

Saadaoui, I.・Bounnit, T.・Muraikhi, M.・Rasheed, R.・Alghasal, G.・Al Jabri, H.: バイオディーゼル生産のために

### 単離されたカタール産 *Chlorocystis* の脂質およびバイオマス生産性の改善と食の安全性

Imen Saadaoui, Touria Bounnit, Maryam Muraikhi, Rihab Rasheed, Ghamza Alghasal and Hareb Al Jabri: Improvement of both lipid and biomass productivities of Qatar *Chlorocystis* isolate for biodiesel production and food security

微細藻類はバイオ燃料生産において非常に有望な代替物として考えられている。いくつかの戦略として、バイオディーゼル生産の需要に見合う藻類代謝の調節や改善を確立させていくことが挙げられた。多くのこれまでの研究では、脂質含量の増加はバイオマス生産の減少を引き起こし、その後処理のコストが増大している。したがって、脂質とバイオマス生産を同時に増加させる特別な培養環境を見つける必要がある。本研究では、我々はこれまでに有望な株としては報告されていないローカルで分離した新規の微細藻類 *Chlorocystis* sp. QUCCCM14 においてバイオマスと脂質生産の改善を検討した。実際には、 $10 \times \text{NaH}_2\text{PO}_4$  ( $0.15 \text{ g L}^{-1}$   $\text{NaNO}_3$  および  $5.6 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) を添加した f/2 培地を使って QUCCCM14 を培養し、脂質生産は  $56.121 \text{ mg L}^{-1} \text{ day}^{-1}$  の 3.716 倍となり、同時にバイオマス生産は  $141.363 \text{ mg L}^{-1} \text{ day}^{-1}$  にまで増大した。FAME 解析の比較分析においては、リンもしくは硝酸を別々に添加した fed-batch 培養で  $\omega$ -3 脂肪酸 (リノレン酸) の生産が高くなった。一方、リンと硝酸を同時に添加した fed-batch 培養ではバイオディーゼル生産に適した脂肪酸の生産が増加した。(Qatar University, Qatar)

### Singh, T.・Bhadury, P. : 16S rRNA 系統解析に基づく、変化の激しい生息環境における海洋プランクトン性シアノバクテリア群衆の分布

Tarkeshwar Singh and Punyasloke Bhadury: Distribution patterns of marine planktonic cyanobacterial assemblages in transitional marine habitats using 16S rRNA phylogeny

変化の激しい海洋生息環境における海洋プランクトン性シアノバクテリアの群集構造は、海洋の一次生産全体に影響を与えていると考えられる。海洋プランクトン性シアノバクテリア群集の分布パターンを理解するために、4つの遷移性の海洋生息環境 (バルト海 (BL), モントレー湾 (MB), 南シナ海 (SCS), スンダルバンス (SB)) におけるプランクトン性シアノバクテリアの 16S rRNA 遺伝子配列に基づく、系統的かつ統計的な解析を行なった。解析した 3255 配列のうち 546 配列がプランクトン性シアノバクテリアであり、これらを対象に研究を行なった。サンガーシーケンスとイルミナシーケンスによって、世界最大のマングローブ環境であるスンダルバンスを代表する 338 の配列が、これらの中から確認された。16S rRNA 系統解析に基づくと、それぞれ 4つの地点において、海洋プランクトン性シアノバクテリアの 4つの主要な目が様々な割合で確認され、その中にはいくつかの新規の 16S rRNA 配列が含まれて

いた。Synechococcales 目の構成種はすべての地点で優占しており (94%), Chroococcales 目と Oscillatoriales 目は、それぞれ SB と SCS のサンプルでのみ検出された。系統樹から、主要な海洋ピコシアノバクテリア類の *Synechococcus* 属は、SB のサンプルにおいて圧倒的に優占しており、また 3つの地点において確認された。Prochlorococcus-like 配列は、MB と SCS サンプルで、かなりの数が検出されたものの、SB と BL の海岸のサンプルでは確認されなかった。Synechococcus-like 配列は、3つの主要な海洋クラスター (5.1, 5.2, 5.3) で確認された。Synechococcus クラスターの一部として見出された 3つの新規クレードは、SB のサンプルでみつきり、その内の 1つの新規クレードは BL でも検出された。主要な OTUs は全地点で排他的であったが、 $\beta$  多様性解析から、いくつかの OTUs は 2 箇所以上の地点で共通していることが分かった。(Indian Institute of Science Education and Research Kolkata (IISERK), India)

### Lee, H.-J.<sup>1</sup>・Choi, J.-i.<sup>1</sup>・Kim, G. H.<sup>2</sup> : ガンマ線照射により誘導された *Porphyra lucasii* 色素変異の特性

Hak-Jyung Lee,<sup>1</sup> Jong-il Choi<sup>1\*</sup> and Gwang H. Kim<sup>2</sup> : Characterization of *Porphyra lucasii* pigment mutant induced by gamma irradiation

本研究はガンマ線照射を使って得られた *Porphyra lucasii* の色素変異株の分離についてである。葉状体には 500 および 1000Gy のガンマ線を照射した。照射後、赤色変異が 500Gy 照射の葉状体で観察された。これらの葉状体由来の体細胞は、原胞子を単離し、色素変異の葉状体を培養した。これを本研究における 500GR とした。これらの葉状体における遺伝的変異の評価は、RAPD 分析を用いた。クロロフィル含量や抗酸化活性、総フェノール含量は野生株 (WT) よりも 500GR において高い値を示した。葉状体より得られたタンパク抽出物は、2次元ゲル電気泳動を使用し、最終的にはプロテオームの変化を MS/MS を使用して分析した。全部で 216 のタンパク質が検出された。これらから、9個のタンパク質が WT と比較して 500GR の色素部分で過剰発現していた。これらの結果は、過剰に発現したタンパク質が抗酸化酵素あるいは光合成関連タンパク質のいずれかであることを示す。(Chonnam National University,<sup>2</sup>Kongju National University, South Korea)

### 福元李果<sup>1</sup>・Borlongan, I. A.<sup>2</sup>・西原グレゴリー・ナオキ<sup>3</sup>, 遠藤 光<sup>1</sup>, 寺田竜太<sup>2</sup> : 琉球列島産褐藻オキナワモズク (ナガマツモ科) の異形世代交代の各世代の光合成に対する低温光ストレスを含む光と温度の応答

Rika Fukumoto<sup>1</sup>, Iris Ann Borlongan<sup>2</sup>, Gregory N. Nishihara<sup>3</sup>, Hikaru Endo<sup>1</sup> and Ryuta Terada<sup>2</sup>: The photosynthetic responses to PAR and temperature including chilling-light stress on the heteromorphic life history stages

of a brown alga, *Cladosiphon okamuranus* (Chordariaceae) from Ryukyu Islands, Japan

琉球列島産食用褐藻オキナワモズクの異形世代交代の各世代の光合成に対する光と温度の応答について調査した。測定は光学式溶存酸素センサーとパルス変調クロロフィル蛍光測定器を用いて行った。水温 28°C の光合成・光曲線における最大純光合成速度およびその他のパラメータは両世代で概ね似た傾向を示し、光量 1000  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  での顕著な光阻害も見られなかった。水温 8 ~ 40°C における総光合成速度と暗呼吸の実験も両世代で似た至適温度を示し（巨視的世代 29.7°C, 微小世代 30.3°C）、夏季の生育地での両世代の出現期間が重複している可能性を示唆した。光化学系 II (*PSII*) の最大量子収率 ( $F_v/F_m$ ) は相対的に低温で安定したが（最高値：巨視的世代 15.1°C, 微小世代 16.5°C）、特に 28°C 以上の高温で著しく低下した。光量 200 と 1000  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  における 8, 16, 28°C の連続光・温度暴露（6 時間）では *PSII* の実効量子収率 ( $\Phi_{PSII}$ ) の低下が微小世代の 8°C で見られ、 $F_v/F_m$  は暴露後の 6 時間の暗馴致でも回復しなかった。一方、暗馴致後の両世代の  $F_v/F_m$  は 28°C の低光量で初期値まで回復し、このような高温での光合成の耐性が示唆された。両世代の光合成活性で似た温度応答を示したことから、自然環境の状態では、両世代は年間を通して同時に存在するか、出現期間が重複している可能性が示唆された。また、本種の分布北限より北では、微小世代が低温のために光阻害がより顕著になり、本種の出現が制限されている可能性が考えられた。（<sup>1</sup> 鹿児島大学, <sup>2</sup> 鹿児島大学大学院, <sup>3</sup> 長崎大学）

神谷充伸<sup>1</sup>・West, J. A.<sup>2</sup>・Zuccarello, G. C.<sup>3</sup>: パプアニューギニア・ニューアイルランド島におけるアヤギヌ類（紅藻コノハノリ科）の種多様性と種内の遺伝的多様性

Mitsunobu Kamiya,<sup>1</sup> John A. West<sup>2</sup> and Giuseppe C. Zuccarello<sup>3</sup>: High species richness and genetic diversity of the genus *Caloglossa* (Delesseriaceae, Rhodophyta) in New Ireland, Papua New Guinea

アヤギヌ類の分布パターンや遺伝的多様性については様々な地域で研究されてきたが、多くの海洋生物において高い種多様性が見られる西太平洋沿岸の熱帯域では、アヤギヌ類に関する知見が乏しい。そこで我々は、パプアニューギニアのニューアイルランド島に生育するアヤギヌ類について、形態的および遺伝的解析を行ったところ、調査した 8 地点で計 7 種を採集した。3 種 (*C. adhaerens*, *C. leprieurii*, *C. ogasawaraensis*) はパプアニューギニアで過去に報告されていたが、残りの 4 種 (*C. bengalensis*, *C. postiae*, *C. saigonensis*, *C. vieillardii*) は新産であった。また、採集した個体を培養することにより、これまで知見がなかった種の生殖器官を記載した。さらに、*C. leprieurii* を培養したところ、ほとんどの配偶体には瘤状の構造が出現したが、孢子体には全く見られなかった。この瘤状構造は翼細胞から生じ、不動精子嚢やプロカルプを形成した。リ

ボソーム大サブユニット遺伝子やルビスコ大サブユニット遺伝子を解析した結果、解析した個体数や集団数が少ないにもかかわらず、多くの種で種内多型が検出された。本研究により、西太平洋沿岸の熱帯域ではアヤギヌ類の多様化が進んでいることが明らかになった。（<sup>1</sup> 福井県立大学, <sup>2</sup> University of Melbourne, Australia, <sup>3</sup> Victoria University of Wellington, New Zealand）

Jamshidi, M.<sup>1</sup>・Keramat, J.<sup>1\*</sup>・Hamdami, N.<sup>1</sup>・Farhadian, O.<sup>2</sup>: カルボヒドラーゼを使用した表面処理による、*Gelidiella acerosa* からのタンパク質抽出の最適化  
Majideh Jamshidi,<sup>1</sup> Javad Keramat,<sup>1\*</sup> Nasser Hamdami<sup>1</sup> and Omidvar Farhadian<sup>2</sup>: Optimization of protein extraction from *Gelidiella acerosa* by carbohydrases using response surface methodology

本研究では、藻類からのタンパク質抽出法を改善するため、Viscozyme L と Celluclast 1.5L を使用した、*Gelidiella acerosa* の酵素による表面処理の最適化条件を調べた。水層（可溶性画分）における全タンパク質、可溶性タンパク質および消化糖収量を、酵素の加水分解時間、型、濃度の指標で調べた。酵素消化は、タンパク質抽出に対して効果的な処理であると推察された。Celluclast 1.5L による酵素加水分解は、タンパク質抽出を容易にするものの、抽出タンパク質の収量を改善する手法としては、Viscozyme L に比べて相対的に非効率であった。タンパク質抽出の最適条件は、2.8  $\mu\text{L mL}^{-1}$  の Viscozyme L で、加水分解を 12 h 行うというものであった。（Isfahan University of Technology, Iran）

## Research Note

羽生田岳昭・川井浩史：アナアオサはオーストラリアへ移入して *Ulva australis* として記載された -タイプ標本の遺伝子解析から明らかになったその起源-

Takeaki Hanyuda and Hiroshi Kawai: Genetic examination of the type specimen of *Ulva australis* suggests that it was introduced to Australia

日本で最も一般的な海産緑藻の一つであるアナアオサは、函館で採集された標本に基づき 1897 年に *Ulva pertusa* Kjellman として記載された。アナアオサはその自生海域が北東アジアに限られることから、温帯性の種であると考えられてきた。一方、本種は北東アジア以外のさまざまな海域からもその分布が報告されてきたが、これらは北東アジアからの移入集団であることが示されている。最近、遺伝子の塩基配列情報を用いた解析の結果と、命名上の先取権に基づき、これまでアナアオサに当てられてきた *Ulva pertusa* という学名は、1851 年に南オーストラリアから記載された *U. australis* Areschoug のシノニムであるとの提案が出された。一方、遺伝子を用いた別の研究の結果からオーストラリアのアナアオサ集団は日本か

らの移入に起源することが明らかになっているが、前述の研究においてオーストラリアで *U. australis* とされたものは比較的最近採集された標本であり、古い時代の *U. australis* の標本については調べられていない。このため、真の *U. australis* は *U. pertusa* と類似した形態を示す独立した種であるが、近年の *U. pertusa* の移入により、自生海域での分布が狭められているのではないかとこの仮説を検証することとした。本研究ではスウェーデン自然史博物館の標本室 (S) に収蔵されている *Ulva australis* のタイプ標本から DNA を抽出し、葉緑体 *rbcL* 遺伝子と核 rDNA ITS2 領域の塩基配列を決定した。その結果、*U. australis* と *U. pertusa* の両塩基配列は実質的に同じであり、*U. pertusa* は *U. australis* のシノニムであることを確認した。このことはアナアオサのオーストラリアへの移入は、タイプ標本が採集された 19 世紀中頃までに起こっていたことを示しているが、それ以前には日本とオーストラリアの間の直接の航路は存在しなかった。このため、アナアオサのオーストラリアへの移入は日本から直接のルートで起こったのではなく、一旦、日

本から北東アジアのどこかへ移入した後、その海域を介して二次的に引き起こされたのであろうと推定した。(神戸大学)



### 英文誌 66 巻 3 号表紙

パプアニューギニアのニューアイルランド島における採集風景。上段左：Kaguso, Karu の海岸に生育するマングローブ。下段左：Uparage 村近くに分布するマングローブ林とその訪問者。右：マングローブの気根に付着するアヤギヌ藻体。写真：神谷充伸。詳細は本号の Kamiya *et al.* を参照にされたい。

## Phycological Research

### 英文誌 66 巻 4 号掲載論文和文要旨

#### Research Articles

Sim, M.-C.<sup>1</sup>・Chan, C. X.<sup>2</sup>・Ho, C.-L.<sup>3</sup>・Phang, S.-M.<sup>1,4</sup> :  
量的リアルタイム PCR による *Sargassum polycystum*  
の発現解析に用いるレファレンス遺伝子セットの選択

Mei-Chea Sim,<sup>1</sup> Cheong Xin Chan,<sup>2</sup> Chai-Ling Ho,<sup>3</sup> and  
Siew-Moi Phang<sup>1,4</sup>: Selection of reference genes for  
transcript profiling of *Sargassum polycystum* by quantitative  
real-time polymerase chain reaction

*Sargassum* 属の種はアジア諸国におけるアルギン酸を生産する主な海藻類のひとつである。アルギン酸は増粘剤や安定剤として食品、餌料、薬品や医療産業において広く使用されている。フィールドで 2 つの異なる時間に採集した *Sargassum polycystum* (ヒバマタ目, 黄色植物門) サンプルにおいて、量的リアルタイム PCR (qRT-PCR) のレファレンス遺伝子として常に発現している遺伝子セットを確立するために、ribosomal protein L3 (*RPL3*), ribosomal protein S15 (*RPS15*), alpha-tubulin ( $\alpha$ -*TUB*) および eukaryotic translation elongation factor 1 alpha (*TEF1 $\alpha$* ) と呼ばれる 4 つの候補遺伝子を geNorm と NormFinder を用いて解析した。

その結果、*RPL3*,  $\alpha$ -*TUB* および *TEF1 $\alpha$*  はいずれのプログラムにおいても最も安定的な遺伝子であった。一方、*RPS15* は、安定性が最も低かった。安定的に発現したレファレンス遺伝子の同定は、標的遺伝子の発現レベル量を正確に検出するための qRT-PCR の研究に不可欠である。さらに、アルギン酸生合成経路 mannuronan C5 epimerase-SP01411 (MC5E-SP01411) と mannuronan C5 epimerase-SP02271 (MC5E-SP02271) は、フィールドで 2 つの異なる時間に採集したサンプル内で違った発現をしていた。我々の知見は、*Sargassum* 属のレファレンス遺伝子を検証した初めての報告となる。我々のデータは、関連研究における将来的な生物学的研究に向けたレファレンス遺伝子の選択において基礎的な知見を提供する。(<sup>1,4</sup>University of Malaya, Malaysia, <sup>2</sup>The University of Queensland, Australia, <sup>3</sup>Universiti Putra Malaysia, Malaysia)

坂西芳彦<sup>1</sup>・倉島 彰<sup>2</sup>・太齋彰浩<sup>3,6</sup>・阿部拓三<sup>3</sup>・青木優和<sup>4</sup>・  
田中次郎<sup>5</sup> : 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う地盤沈下が  
引き起こした志津川湾の褐藻アラメ群落の変化  
Yoshihiko Sakanishi<sup>1</sup>, Akira Kurashima<sup>2</sup>, Akihiro Dazai<sup>3</sup>,

<sup>6</sup>, Takuzo Abe<sup>3</sup>, Masakazu Aoki<sup>4</sup> and Jiro Tanaka<sup>5</sup>: Long-term changes in a kelp bed of *Eisenia bicyclis* (Kjellman) Setchell due to subsidence caused by the 2011 Great East Japan Earthquake in Shizugawa Bay, Japan

将来、予想される沿岸生態系の変化を検出するため、植生・環境を考慮して配置された調査サイトで海藻群落のモニタリングを行った。2008年から志津川湾（宮城県本吉郡南三陸町）の岩礁潮下帯で、褐藻アラメ群落の下限水深付近に設置した永久方形枠と深度勾配に沿った調査ライン上に設置した方形枠に出現する海藻の被度を計測し、アラメの生育状況およびアラメを含む海藻群落の分布状況を調べた。調査海域は2011年3月の東北地方太平洋沖地震の影響を受け、地震前、安定していた永久方形枠内のアラメ群落も地震を境に徐々に衰退し、2014年7月までに消滅した。また、ライントランセクト調査でも、沖（深所）側のアラメ群落の生育下限は、地震後に岸（浅所）側にシフトする傾向を示し、地震前の沖側の下限付近のアラメ群落は地震後徐々に衰退し、やがて消滅した。永久方形枠調査とライントランセクト調査の結果を合わせると、永久方形枠で観察された地震後のアラメ群落の緩やかな衰退とその後の消失は、地震に伴う地盤沈下で基質ごと生育限界を超える水深帯に沈んだアラメ群落の浅所側へのシフトを示すものと考えられた。今回の調査で観察された巨大地震後2年以上にわたるアラメ群落の緩やかな変化は、地震による地盤沈下に対するアラメ群落の反応を記録した希少な例であり、地盤沈下で基質ごと生育限界を超える深所側に沈んだアラメが沈下前の水深帯に戻る回復過程を現している。これらの調査結果はアラメ群落が潜在的に地震に伴う地盤沈下のような大規模攪乱に対するレジリエンスを持つ事を示している。<sup>1</sup> 水産機構・日本海区水産研究所, <sup>2</sup> 三重大学大学院, <sup>3</sup> 南三陸町, <sup>4</sup> 東北大学大学院, <sup>5</sup> 東京海洋大学, <sup>6</sup> デザイン・バル)

遠藤 光<sup>1,5</sup>・福田秀樹<sup>2</sup>・高橋大介<sup>1,6</sup>・奥村 裕<sup>3</sup>・猪股英里<sup>1</sup>・伊藤絹子<sup>1</sup>・由水千景<sup>4,7</sup>・陀安一郎<sup>4,7</sup>・永田俊<sup>2</sup>: 褐藻ワカメの窒素安定同位体比に対する同位体分別の影響  
Hikaru Endo,<sup>1,5</sup> Hideki Fukuda,<sup>2</sup> Daisuke Takahashi,<sup>1,6</sup> Yutaka Okumura,<sup>3</sup> Eri Inomata,<sup>1</sup> Kinuko Ito,<sup>1</sup> Chikage Yoshimizu,<sup>4,7</sup> Ichiro Tayasu<sup>4,7</sup> and Toshi Nagata<sup>2</sup>: Influence of isotope fractionation on the nitrogen isotope composition of the brown macroalga *Undaria pinnatifida*

海藻の窒素安定同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) は沿岸域における溶存無機態窒素の供給源を評価する指標として用いられているが、窒素安定同位体比に対する同位体分別（軽い同位体から優先して吸収あるいは同化する性質）の影響についてはほとんど知られていない。本研究では、東北地方太平洋沿岸に位置する志津川湾の湾奥 A 地点と湾口 B 地点で養殖したワカメの窒素安定同位体比を比較した。ワカメの成長の指標として測定した全長、葉面積、個体重量は A 地点よりも B 地点で大きかった。一方、窒素同位体比は A 地点 ( $6.7 \pm 0.4 \text{ ‰}$ ) よりも B 地点 ( $4.7 \pm 1.0$

‰) で低かった。この2地点における海水の硝酸塩窒素安定同位体比は同等であったため ( $7.5 \pm 0.3 \text{ ‰}$ )、ワカメの同位体比における地点間の相違は窒素供給源の違いでは説明できなかった。また、ワカメの個体重量と窒素安定同位体比の間に認められた負の相関は、成長に関連した過程（窒素の転流など）において同位体分別が起こった可能性を示唆する。以上の結果より、ワカメの窒素同位体比は同位体分別によって低下しうると考えられる。<sup>1</sup> 東北大学大学院, <sup>2</sup> 東京大学, <sup>3</sup> 水産機構・東北区水産研究所, <sup>4</sup> 京都大学, <sup>5</sup> 現: 鹿児島大学, <sup>6</sup> 現: 東海大学, <sup>7</sup> 現: 地球研)

Tillmann, U.: アルゼンチン大陸棚から採取された1991年春季プランクトンサンプルからの電子顕微鏡観察によるアンフィドマ科渦鞭毛藻の存在の解明

Urban Tillmann: Electron microscopy of a 1991 spring plankton sample the Argentinean Shelf reveals the presence of the Amphidomataceae (Dinophyceae)

渦鞭毛藻 (dinophycean) のアンフィドマ科 (Amphidomataceae) は、*Azadinium* 属と *Amphidoma* 属を含み、これらはアザスピロ酸（すなわち、親油性ポリエーテルファイコトキシン）を生産する能力があるために大きな注目を集めている。この10年の間にアンフィドマ科の新しい種の多くが記載されているが、その多様性はまだ完全に調査されていない。過去の研究を継続する形で、アルゼンチン大陸棚に沿った1991年春季プランクトンブルーム期のアンフィドマ科の多様性を調査した。走査電子顕微鏡観察から推測された形態に基づいて、3種の新しい *Amphidoma* 属と1種の新しい *Azadinium* 属が記述されている。新種の *Azadinium asperum* sp. nov. はその他の *Azadinium* 属の種とはサイズと形状が異なり、粗くてわずかにざらざらした殻板の表面が特徴である。新種の *Amphidoma trioculata* sp. nov. と *Amphidoma cyclops* sp. nov. は、他の多くの *Amphidoma* 属とは形状が異なり、底穴 (antapical pore) の有無および腹部のくぼみのサイズによって区別することができる。新種の *Amphidoma alata* sp. nov. は、目立つ翼状の縦溝翼片が特徴的であった。走査電子顕微鏡による定量的な観察に基づいた計算による相対的な渦鞭毛藻の総数は、4つの種すべての密度でかなり高い ( $7 \sim 40 \times 10^3 \text{ cells L}^{-1}$ ) ことが示され、サンプル中の多数の細胞を調査することができた。サンプル中のさらにいくつかの単一細胞もアンフィドマ科に含まれるが、記述された既知の種には属さない。これはこのグループの多様性がまだ完全に調べられていないことを示している。(Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany)

辻 彰洋・新山優子: 2-メチルイソボルネオールを産生する日本産 *Pseudanabaena* 属の2新種, *Pseudanabaena cinerea* と *Pseudanabaena yagii*

Akihito Tuji and Yuko Niiyama: Two new *Pseudanabaena* (Cyanobacteria, Synechococcales) species from Japan, *Pseudanabaena cinerea* and *Pseudanabaena yagii*, which produce 2-methylisoborneol

*Pseudanabaena* 属の2新種, *Pseudanabaena cinerea* と *Pseudanabaena yagii* を記載した。両種はカビ臭の原因物質である2-メチルイソボルネオール (2-MIB) を産生する。*P. cinerea* は大分県芹沢ダムと青森県小川原湖から発見された。本種の形態は *P. subfoetida* Niiyama et Tuji に似るが、細胞の色が異なる。前者の細胞は灰緑色を呈するのに対し、後者は鮮青緑色である。*P. yagii* は1982年に琵琶湖試料から分離された NIVA-CYA 111 株に基づいて記載した。筆者らは本種を茨城県霞ヶ浦からも分離した。*P. yagii* は2-MIBを産生する他の *Pseudanabaena* 分類群に比べ、トリコームがやや細く、また細胞内に顆粒がないという特徴から他と区別できる。筆者らがこれまでに記載した上記の2新種を含む2-MIBを産生する *Pseudanabaena* 属の3種5分類群 (*P. foetida* var. *foetida*, *P. foetida* var. *intermedia*, *P. foetida* var. *subfoetida*, *P. cinerea*, *P. yagii*) について、rRNA オペロンの ITS 領域の立体構造を推定した。形態の比較、16S rRNA と *rbcL* の遺伝子解析および ITS 領域の立体構造の比較から2-MIBを産生する3種 *P. foetida*, *P. cinerea* および *P. yagii* を区別することができた。(国立科学博物館)

Dawut, M.<sup>1</sup>・Sym, S. D.<sup>2</sup>・堀口健雄<sup>3</sup>: 南アフリカ産タイドプール性渦鞭毛藻 *Gymnodinium natalense* (渦鞭毛藻綱) の再調査および新組み合わせ *Ansanella natalensis* の提唱

Mahmutjan Dawut<sup>1</sup>, Stuart D. Sym<sup>2</sup> and Takeo Horiguchi<sup>3</sup>: Re-investigation of *Gymnodinium natalense* (Dinophyceae), a tidal pool dinoflagellate from South Africa and the proposal of a new combination *Ansanella natalensis*

タイドプール内でブルームを形成する小型の渦鞭毛藻 *Gymnodinium natalense* T. Horiguchi & Pienaar を南アフリカのタイプ産地から採集して再調査を実施し、新組み合わせ *Ansanella natalensis* (T. Horiguchi & Pienaar) Dawut, Sym & T. Horiguchi comb. nov. を提唱した。本種はもともと *Gymnodinium* 属の1種として記載されたが、後に Moestrup et al. (2009a) は、形態的類似を根拠に彼らの新属である *Biecheleria* 属に本種を移した。しかしながら、当時から分子データは無く、この新組み合わせの妥当性の検証は不可能であった。最近、タイプ産地から分離された渦鞭毛藻はその形態的特徴から *G. natalense* であることが確認された。加えて、原記載には示されていなかったより詳細な細胞表面の特徴を観察することに成功した。すなわち細胞は水平方向の11~13列の小さな五角形の amphiesmal vesicles (AV) で覆われており、上錘にはおよそ25個の直線状に並んだ突起を囲む elongated amphiesmal vesicle (EAV) が存在していた。SSU rDNA を

用いた系統解析の結果、本種は *Ansanella* 属の唯一の種である *A. granifera* と近縁であることが示された。*G. natalense* は *A. granifera* と多くの共通の特徴をもつ。すなわちほぼ同数の水平方向の AV 列をもち、EAV の形や位置も類似しており、タイプ E の眼点をもち、同じタイプのピレノイドをもつこと、一方、ペダンクル、nuclear chamber および nuclear fibrous connective を欠くこと、休眠胞子様細胞をもたない点などである。しかしながら形態的相違点もあり、葉緑体が1個しか無いこと、グラナ様のチラコイドを欠く点は、本種が *A. granifera* から区別される点である。以上の形態的特徴と *A. granifera* との系統的近縁性を考慮すると、本種は *Ansanella* 属の新しいメンバー、*Ansanella natalensis* comb. nov., とすべきであるという結論に達した。なお、分子系統解析の結果、本種と *Biecheleria* 属の近縁性は示されなかった。<sup>(1,3)</sup> 北海道大学, <sup>2</sup>University of the Witwatersrand, South Africa)

仲田崇志<sup>1,2</sup>・高橋駿介<sup>1,3</sup>・富田 勝<sup>1,2</sup>: 収縮胞を伴う汽水産コナミドリムシ様藻類の新種, *Microglena redcarensis* (緑藻綱, オオヒゲマワリ目)

Takashi Nakada,<sup>1</sup> Shunsuke Takahashi<sup>1,3</sup> and Masaru Tomita<sup>1,2</sup>: *Microglena redcarensis* sp. nov. (Volvocales, Chlorophyceae), a brackish water chlamydomonad with contractile vacuoles

1960年、Butcherは単細胞性緑藻類の培養株“*Chlamydomonas subehrenbergii*” SAG 18.89 株を、北海に面したイングランドの汽水環境から分離した。*Chlamydomonas subehrenbergii* Butcher は同じ著者により1959年に記載されたにもかかわらず、SAG 18.89 株は、鞭毛がより短くパピラの形状と栄養細胞の大きさが異なるなど形態学的に区別された。光学・蛍光顕微鏡観察、分子系統解析、および ITS2 の比較によると、この株は *Microglena* 属 (緑藻綱, オオヒゲマワリ目) の未記載種であったため、新種 *M. redcarensis* として本稿で記載した。本種は浸透圧調整に関わる収縮胞を持っていたことから淡水にも生息する可能性が考えられた。そこで *M. redcarensis* の収縮胞活性や増殖について、淡水から汽水・海水に相当する異なる塩分濃度で調査・比較したところ、淡水中では収縮胞の収縮頻度が上がり、本種は淡水から海水までいずれの塩分濃度でも同様に増殖することが明らかになった。<sup>(1,2)</sup> 慶應義塾大学, <sup>3</sup> 鶴岡中央高等学校)

Li, Z.・Shin, H. H.: 北部東シナ海から単離された無殻渦鞭毛藻の新種 *Karlodinium jejuense* (ギムノディニウム目) の形態および系統解析

Zhun Li and Hyeon Ho Shin: Morphology and phylogeny of an unarmored dinoflagellate, *Karlodinium jejuense* sp. nov. (Gymnodiniales), isolated from the northern East China Sea  
無殻渦鞭毛藻の新種 *Karlodinium jejuense* は、北部東シナ

海から単離された。本種は、培養物による光学、蛍光、走査電子顕微鏡観察の結果、並びに SSU rDNA, ITS 領域 (ITS1 - 5.8S - ITS2) および LSU rDNA 遺伝子配列によって特徴付けられた。細胞は楕円体から長円形で、長さが 9.9 ~ 16.0  $\mu\text{m}$ , 幅が 6.2 ~ 12.7  $\mu\text{m}$  とサイズが小さかった。葉緑体は数が 7 ~ 10 個で、黄色 ~ 緑色であった。中心核は大きく、細胞の中心に位置していた。外向きに厚くロールした縁を持つ直線上錐溝 (apical groove) は非常に短かった。腹部の穴はなく、小さな穴が細胞表面に不規則に分布していた。アンフィエスマ小胞 (amphiesmal vesicles) は六角形および五角形であった。*Karlodinium jejuense* は *K. ballantinum* と形態学的に類似しているが、細胞表面の特徴および遊泳パターンが異なった。*K. jejuense* の部分的 LSU 配列は、*K. ballantinum* のものとは 3.7 ~ 4.1% 異なった。複数からの遺伝子配列の分子系統解析では、*K. jejuense* が *Karlodinium* 属クレード内に入れ子状態になった独立種であることが分かった。部分的 LSU rDNA 遺伝子配列に基づいた系統樹解析により、*K. jejuense* が、*K. gentienii* および *K. ballantinum* に最も近縁であることが示された。

(Korea Institute of Ocean Science & Technology, Korea)

(阿部真比古, 木村 圭, 島袋寛盛)



#### 英文誌 66 巻 4 号表紙

三陸海岸、志津川湾における野外調査。左上：東北地方太平洋沖地震前 (2008 年 7 月 23 日), 生育下限付近に設置された永久方形枠内の濃密なアラメ群落。左下：地震の 2 年 3 ヶ月後 (2013 年 6 月 19 日), 地盤沈下の影響を受けて衰退した方形枠内のアラメ群落。右：ドローン搭載カメラで俯瞰した野外調査。写真提供は順に太齋彰浩, 田中次郎, 阿部拓三。詳細は本号掲載の Sakanishi *et al.* を参照にされたい。