

Research Notes

佐藤陽一^{1,2}・名越日佳理¹・伊藤通浩³・小西照子⁴・藤村弘行⁵・西原 Gregory 直希⁶・田中厚子⁵: 褐藻オキナワモズク *Cladosiphon okamuranus* 養殖において、収穫量が苗床の質に依存する可能性について

Yoichi Sato^{1,2}, Hikari Nagoe¹, Michihiro Ito³, Teruko Konishi³, Hiroyuki Fujimura³, Gregory N. Nishihara⁴ and Atsuko Tanaka³: Final yield of the brown alga *Cladosiphon okamuranus* Tokida (Chordariaceae, Phaeophyceae) may depend on nursery quality

沖縄において褐藻オキナワモズクの養殖は重要な経済基盤であるが、その収穫量は安定せず、年間目標生産量に到達することは稀である。このオキナワモズク養殖の工程において、オキナワモズクの初期成長を促す「苗床」と呼ばれるステップが重要であることが生産者の間では信じられている。そこで本研究ではこの苗床の質が最終的な収量にどの程度影響するのか、さらにはその要因がローカルな環境因子である可能性について検証を行った。生産者の経験に基づいて設定された、隣り合う「良い苗床」と「悪い苗床」(両者の間隔は 40 m 以下)に試験網を投入した結果、収量に差があることが確認され、良い苗床では 253 kg であったのに対し、悪い苗床では 137 kg であった。水温や光環境は二つの苗床で類似していたが、アンモニア態窒素の量はわずかに良い苗床で高い値を示した。これらの結果は、苗床の質がその後の成長に与える影響は顕著であり、苗床の質を決定している要因の一つが栄養塩である可能性を示唆していた。さらにオキナワモズク養殖のいずれの工程でも起こる偶発的かつ決定的なオキナワモズクの流出現象が本研究中に発生したため、これについても報告している。(¹ 理研食品, ² 理化学研究所, ^{3,4,5} 琉球大学, ⁶ 長崎大学)

Vieira C.¹・秋田晋吾^{1,2}・上井進也¹・羽生田岳昭¹・鳶田 智²・川井浩史¹: 日本のベニマダラ属 (ベニマダラ目, 真正紅藻綱) と *H. jigongshanensis* および *H. japananensis* の分類学的な混乱

Christophe Vieira¹, Shingo Akita^{1,2}, Shinya Uwai¹, Takeaki Hanyuda¹, Satoshi Shimada² and Hiroshi Kawai¹: *Hildenbrandia* (Hildenbrandiales, Florideophyceae) from Japan and taxonomic lumping of *H. jigongshanensis* and *H. japananensis*

日本の淡水産ベニマダラ属藻類 (ベニマダラ目, 真正紅藻綱) の遺伝的多様性を、鹿児島県、兵庫県および神奈川県で採集したサンプルの葉緑体コード *rbcL* と核コード 18S 配列に基づいて再評価した。分子系統解析の結果、日本の淡

水産ベニマダラ属藻類には 1 種類のみが確認でき、それは *Hildenbrandia japananensis* にあたるということがわかった。また、*H. jigongshanensis* と *H. japananensis* は一つのクレードを形成すること、そして *H. rivularis* の姉妹系統であることも明らかになった。*H. angolensis* については、多系統であることと、淡水産のベニマダラ属藻類のクレードの基部に位置することがわかった。*rbcL* と 18S の塩基配列の類似性や形態的な可塑性に基づき、中国と日本で報告されている *H. jigongshanensis* と *H. japananensis* について検討したところ、両種は同種であることが結論づけられ、本邦に生育するタンスイベニマダラは *H. jigongshanensis* にあたることを示した。また、インドで報告されている *H. ramanaginae* が *H. jigongshanensis* と同種である可能性に加え、アジアに生育する淡水産ベニマダラ属藻類の多様性について遺伝解析および形態解析から明らかにする必要性も示した。(¹ 神戸大学, ² お茶の水女子大学)

渡邊 信・目崎直人・鈴木達也: 遊走子を形成する単細胞性 *Neochloris terrestris* にもとづく新属 *Chlororustica* (スファエロプレア目, 緑藻綱)

Shin Watanabe, Naoto Mezaki and Tatsuya Suzuki: *Chlororustica* gen. nov. for the coccoid, zoospore-producing alga *Neochloris terrestris* (Sphaeropleales, Chlorophyceae)

Starr (1955) は、栄養細胞の葉緑体が側壁でピレノイドがあり、遊走子は 2 本等長鞭毛性で細胞壁をもたない単細胞性緑藻を *Neochloris* 属に分類した。その後この属は多系統であることが示され、*Neochloris sensu stricto* (Sphaeropleales) には、栄養細胞が多核で、遊走子の鞭毛基部が正対する種が含まれた。このうち *N. terrestris* UTEX 947 は次の特徴をもつことでタイプの *N. aquatica* (Neochloridaceae) と異なる: (1) ミトコンドリアの付随した細胞質チャンネルがピレノイドに侵入する: (2) 鞭毛装置構造の右微小管根の微小管は 1 本: (3) 鞭毛基部と鞭毛との間の移行帯は痕跡的で基部シリンダーを欠く。しかし、*N. terrestris* には系統的情報がないため、その帰属は確定されていなかった。本研究では 18S rDNA の塩基配列データにより、*N. terrestris* は *N. aquatica* とは別系統で Radiococcaceae に含まれることが分かった。系統的に *N. terrestris* は *Pharao* 属と *Herndonina* 属と近縁であるが、*Pharao* 属は遊泳細胞を形成しないこと、*Herndonina* 属は多数の葉緑体をもち、各葉緑体に 1 個のピレノイドがある点で区別される。これらの特徴から、本種をもとに新属 *Chlororustica* 属と新組合せ *C. terrestris* を提案した。(富山大学)

Research Articles

高橋和也¹・Lum W. M.^{1,2}・Benico G.^{1,2,3}・内田 肇⁴・小澤真由^{4,5}・及川 寛⁴・鈴木敏之⁴・Nguyen N. V.⁶・Ha D. V.⁷・岩滝光儀¹: 日本およびベトナム産 *Azadinium poporum* (アンフィドマ科, 渦鞭毛藻綱) 有毒株とアジア太平洋からの *A. poporum* (ribotype A) と *A. trinitatum* の初報告

Kazuya Takahashi¹, Wai Mum Lum^{1,2}, Garry Benico^{1,2,3}, Hajime Uchida⁴, Mayu Ozawa^{4,5}, Hiroshi Oikawa⁴, Toshiyuki Suzuki⁴, Nguyen Van Nguyen⁶, Dao Viet Ha⁷ and Mitsunori Iwataki¹: Toxicogenic strains of *Azadinium poporum* (Amphidomataceae, Dinophyceae) from Japan and Vietnam, with first reports of *A. poporum* (ribotype A) and *A. trinitatum* in Asian Pacific

日本とベトナムの沿岸域より分離した小型有殻渦鞭毛藻 *Azadinium* の形態と系統を光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡観察, そして ITS 領域と LSU rDNA (D1-D3) に基づく分子系統解析により調べた。主要なアザスピロ酸 (AZAs) は液体クロマトグラフィー/トリプル四重極質量分析計 (LC/MS/MS) で分析した。日本とベトナムからはそれぞれ 16 株と 4 株を確立した。日本産株 *Azadinium poporum* (ribotypes A, B, C), *A. trinitatum*, *A. zhuanum*, そしてベトナム産株 *A. poporum* (ribotype B) の種同定は系統的位相からも確認した。典型的な細胞の鋸板配列は, *A. poporum* は Po, cp, X, 4', 3a, 6'', 6C, 5S, 6''', 2''', *A. trinitatum* は Po, cp, X, 4-5', 3a, 6-7'', 6C, 5S, 5-6''', 2''', *A. zhuanum* は Po, cp, X, 3-4', 2a, 6'', 6C, 5S, 6''', 2'''' であった。後刺の有無, 腹孔, 核, ピレノイドの位置に関してこれら 3 種の形態は原記載と一致したが, *A. trinitatum* と *A. zhuanum* については核の位置が原記載と異なるものも見られた。主要なアザスピロ酸は, 日本産 *A. poporum* (ribotypes A, B, C) は AZA-2, ベトナム産 *A. poporum* (ribotype B) は AZA-40 であった。ベトナム産株からは AZA-2 が検出されず, 日本産 *A. poporum* からは AZA-40 は検出されなかった。*A. trinitatum* と *A. zhuanum* からはアザスピロ酸は検出されていない。日本とベトナムからの有毒 *A. poporum* と生産する主要なアザスピロ酸は初めての報告となる。*A. poporum* (ribotype A) と *A. trinitatum* はアジアからの初報告となる。^(1,2) 東京大学, ³Central Luzon State University, Philippines, ⁴水産技術研究所, ⁵東京海洋大学, ⁶Research Institute for Marine Fisheries, Vietnam, ⁷Vitenam Academy of Science and Technology, Vietnam)

Liow G. R.¹・Sing Lau W. L.¹・Law I. K.¹・Gu H. H.²・Leaw C. P.¹・Lim P. T.¹: 太平洋熱帯域における *Alexandrium minutum* (渦鞭毛藻綱) の交配プロセスと生活史の変化

Guat Ru Liow¹, Winnie Lik Sing Lau¹, Ing Kuo Law¹, Haifeng Gu², Chui Pin Leaw¹ and Po Teen Lim¹: Sexual processes and life cycle transitions of the tropical Pacific *Alexandrium minutum* (Dinophyceae)

Alexandrium 属の種を含む有害な海産渦鞭毛藻の休眠細胞は, これら渦鞭毛藻のブルームの過程において重要な役割を果たしている。つまり大量のシストが発芽することはブルームが始まる前兆と見なされている。温帯域での *Alexandrium minutum* の生活史については多くの研究が行われてきたが, 熱帯域での *Alexandrium* に関する研究はほとんどない。本研究では, 毒性のある *A. minutum* (熱帯太平洋リボタイプ) の有性生殖についての実験を行った。配偶子の発現は, 他個体との交配と自己交配の両方で観察されたが, 性的な誘導は他個体との交配培養下でのみ観察され, 自ら有性生殖を行うことができない自家不和合性が確認された。休眠細胞は, 系統中の 91 のペアワイズの組み合わせのうち 41 で生成された。交配解析の結果は, 太平洋熱帯域の *A. minutum* が多様であり, 少なくとも 4 つの異なる交配グループが観察された。平時における胞子の休眠期間は比較的短かった (5 ~ 8 日)。この太平洋熱帯域の *A. minutum* における急速なシスト形成から発芽のプロセスと短い休眠期間の把握は, 熱帯沿岸域における渦鞭毛藻の動態を管理する上で重要であると考えている。⁽¹⁾University of Malaya, Malaysia, ⁽²⁾Ministry of Natural Resources, China)

宮村新一: 海産緑藻オオハネモ (*Bryopsis maxima*) の受精過程における雄配偶子の鞭毛運動パターン

Shinichi Miyamura: Flagellar beating pattern of male gametes during the fertilization process of the marine green macroalga *Bryopsis maxima* (Ulvophyceae, Chlorophyta)

海産緑藻オオハネモ *Bryopsis maxima* (アオサ藻綱) の雌雄配偶子について高速度ビデオを用いて観察することによって受精過程における配偶子の鞭毛運動と行動について明らかにした。配偶子嚢から放出された雄雌配偶子は細胞の先端から伸びた 2 本の鞭毛を後方にたなびかせながら前方に向かって遊泳した。配偶子の鞭毛運動パターンは, 鞭毛の基部で発生した波が先端に向かって伝播する鞭毛打であった。鞭毛打の周期は 15 ~ 20 ms であった。雌雄配偶子を混合すると雄の配偶子は直ちに雌配偶子の近くに引き寄せられた。雄配偶子は雌配偶子のそばを通り過ぎると 2 本の鞭毛のうちの 1 本の鞭毛運動パターンを変化させることによって雌配偶子に向かって方向転換し再度接近した。雄配偶子の雌配偶子への誘引は, 10 mM EGTA の存在下でも非存在下でもカルシウム欠如海水中で配偶子を混合することによって阻害されたが, 10 mM CaCl₂ を添加することによって回復した。従って, 雄配偶子の雌配偶子への誘引には Ca²⁺ が必要ながことが示唆された。雌雄配偶子はそれぞれの鞭毛の先端で最初に接触し, 鞭毛先端での接触状態を維持したまま鞭毛運動を行いながら細胞体の側面で接触, 接着し, 最終的に融合した。(筑波大学)



英文誌 69 巻 3 号表紙

沖縄県本部町備瀬崎におけるオキナワモズク養殖網とその周辺環境。上：海草藻場に設置されたオキナワモズク養殖網から育つオキナワモズク幼体。下左：同時的な栄養塩測定のための苗床周辺の海水採取の風景。良い苗床と悪い苗床を含む 50 m × 80 m の範囲について、一定間隔で同時に海底直上の海水の採水を行なった。下中：養殖中期のオキナワモズク養殖網の様子。色の濃い部分は網上に繁茂するオキナワモズク。下右：苗床を訪れたムラサメモンガラ。写真の詳細は本稿 Sato *et al.* を参照されたい。

Phycological Research

英文誌 69 巻 4 号掲載論文和文要旨

Research Articles

柴田あいか¹・高橋文雄¹・今村信孝²・笠原賢洋¹：ミドリゾウリムシ共生クロレラ *Chlorella variabilis* のマルトース放出トランスポーターの性質

Aika Shibata¹, Fumio Takahashi¹, Nobutaka Imamura² and Masahiro Kasahara¹: Characteristics of maltose transport system in the endosymbiont *Chlorella variabilis* of *Paramecium bursaria*

ミドリゾウリムシ *Paramecium bursaria* は細胞内に数百の共生クロレラをもち、この共生クロレラは光合成産物の一部をマルトースとして放出することで宿主に給供していることが知られている。非共生型のクロレラはこのマルトースを放出する能力をもたないことから共生クロレラが共生進化の中で獲得した性質だと考えられる。そのため、共生クロレラは細胞膜上にマルトース放出トランスポーターをもつと考えられるが、この分子は未だ同定されておらず性質も明らかになっていない。本研究ではミドリゾウリムシの共生クロレラの 1 つである *Chlorella variabilis* を用いて、このマルトーストランスポーターの性質を明らかにするために、細胞外液中のマルトース、ATP 合成阻害剤、イオノフォアがマルトース放出量に与える影響について調査した。その結果、細胞外のマルトース濃度は共生クロレラのマルトース放出量に影響をあたえないこと、共生クロレラは細胞外のマルトースを取り込まないことがわかった。さらに、ミトコンドリアの ATP 合成を阻害してもマルトース放出は阻害されない一方で、イオノフォアはマルトース放出を強く阻害することがわかった。これらの結果より、共生クロレラのもつマルトース細胞外放出

トランスポーターは一方向で能動的な輸送体でありプロトン勾配を利用して駆動していると予想された。(1,2 立命館大学)

Chiva S.・Dumitru C.・Bordenave C. D.・Barreno E.：地衣類の共存生態系に生育する *Watanabea* 属緑藻類

Salvador Chiva, Cristina Dumitru, César Daniel Bordenave and Eva Barreno: *Watanabea* green microalgae (Trebouxiophyceae) inhabiting lichen holobiomes: *Watanabea lichenicola* sp. nova

Watanabea 属の微細藻類は、土壌・湖沼および水圏に広く分布し、自由生活者として生育している。本研究では、イベリア半島とカナリア諸島のパイオクラスト上の地衣類 *Buellia zoharyi* から、2 株の *Watanabea* を分離した。*Watanabea* 属の分類学的位置付けと系統関係を明らかにするため、光学顕微鏡および共焦点顕微鏡による形態観察と、小サブユニット rRNA 領域 (SSU) と内部転写スペーサー領域 (ITS) 遺伝子および ITS2 の二次構造に基づく分子解析を行った。2 株のうち 1 株は *Watanabea acidophila* と一致し、もう 1 株は未報告であったため、新種 *Watanabea lichenicola* sp. nov. と記載する。SSU と ITS の分子系統学的解析の結果、*Watanabea* 属は強く支持された 2 つのクレードに分けられ、*W. lichenicola* と *W. acidophila* は、それぞれ *Watanabea* group I と *Watanabea* group II に属することが示唆された。さらに、*Watanabea* group II の ITS2 の二次構造に特徴的なヘリックス 3 におけるサイドループ構造は、この属の分子的特徴として本解析結果を補強するものといえる。本研究で実施した統合的アプローチは、地衣類に覆われる、つまり *Buellia zoharyi* に付随 (一

次共生ではない)して着生,あるいは内生するという生育環境が,この属の新しい生態的ニッチであることを示唆した。(Universitat de València, Spain)

阿部真比古¹・菊地則雄²・玉城泉也³・佐藤朋子¹・村瀬昇¹・藤吉栄次⁴・小林正裕⁵ : 根様糸細胞から新たな葉状部を発生する特徴を持つ日本産紅藻ウシケノリ目の新種センジュアマノリ
Mahiko Abe¹, Norio Kikuchi², Motoya Tamaki³, Tomoko Sato¹, Noboru Murase¹, Eiji Fujiyoshi⁴ and Masahiro Kobayashi⁵: *Neoporphyra kitoi* sp. nov. (Bangiales, Rhodophyta) from Japan, with new blades arising from rhizoidal cells

本州で採集された新種センジュアマノリについて,形態および分子系統解析をもとに報告する。本種は分子系統解析および根様糸細胞から新たな葉状部を発生し,複数の葉状部を発生する点において,他の膜状のウシケノリ目の種とは区別できる。本種葉状体は,フィールドおよび室内培養において一枚葉と複数葉の個体が観察された。本種は,生長過程における特徴とは別に形態的にはウップレイノリに類似しているが, nrSSU と *rbcl* に基づいた分子系統解析でオニアマノリ属に入るため,区別できる。(¹水産大学校,²千葉県立中央博物館分館海の博物館,³水産機構本部,⁴水産技術研究所,⁵水産資源研究所)

Julião D. R.^{1,2}・Afonso C.^{2,3}・Gomes-Bispo A.^{2,3}・Bandarra N. M.^{2,3}・Cardoso C.^{2,3} : 過小評価されている褐藻および紅藻における乾燥の影響: 生物活性の変化

Diana R. Julião^{1,2}, Cláudia Afonso^{2,3}, Ana Gomes-Bispo^{2,3}, Narcisca M. Bandarra^{2,3} and Carlos Cardoso^{2,3}: The effect of drying on undervalued brown and red seaweed species: Bioactivity alterations

2種の褐藻 (*Treptacantha abies-marina* と *Cystseira humilis*) および2種の紅藻 (*Asparagopsis armata* と *Asparagopsis taxiformis*) の乾燥の効果について,抗酸化能や抗炎症作用のような生物学的活性レベルに基づいて調査した。また,ポリフェノールやβ-グルカンのようないくつかの重要な化合物についても調べた。*C. humilis* と *T. abies-marina* はポリフェノール量が高く(1.76 ~ 6.78 mg 没食子酸相当量 g⁻¹ dw),乾燥工程に関わらず,*Asparagopsis* 属の結果よりも明らかに上回った。これはDPPH法やFRAP法で測定された抗酸化作用にも反映されている。*C. humilis* と *T. abies-marina* の抽出物は*Asparagopsis* 種の抽出物よりも多くの場合強い抗酸化作用を示した。抗酸化作用に対する乾燥技術の影響は比較的限られており,多くの場合は影響しなかった。日陰での乾燥サンプルの場合,抗炎症作用に関して,*C. humilis* が *A. armata* よりも高い活性を示した(> 30% COX-2 阻害)。しかしながら,*C. humilis* の活性はマウスの上部消化器(GI)管で利用できる状態ではなかった。実際に,*A. taxiformis* だけは上部消化器管で90~100%の範囲で利用可能な画分が存在し,この画分は抗炎症活性を

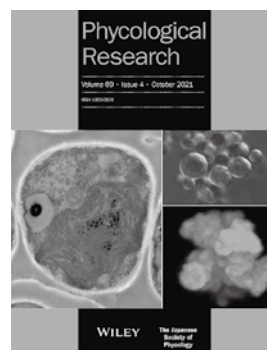
示した。したがって,*C. humilis* と *T. abies-marina* は生物活性レベルは高いが,*Asparagopsis* 種も活用できるレベルの生物活性物質を持っていた。太陽光下で乾燥した製品は日陰で乾燥した製品よりも悪い影響はあったが,これらの影響はそれほど大きなものではなかった。(¹Nova University of Lisbon, Portugal, ²Portuguese Institute for the Sea and Atmosphere, Portugal, ³University of Oporto, Portugal)

佐野文菜¹・池浦あいり¹・高杉新²・二羽恭介¹ : 伊豆諸島の八丈島および式根島からの日本初記録のハイタンアマノリ

Fumina Sano¹, Airi Ikeura¹, Arata Takasugi² and Kyosuke Niwa¹: First record of *Neoporphyra haitanensis* (T.J.Chang & B.F.Zheng) J.Brodie & L.-E.Yang (Bangiales, Rhodophyta) from Shikinejima Island and Hachijojima Island of the Izu Islands, southern central Japan

伊豆諸島の式根島と八丈島の野生個体群から採集したアマノリ類の一種について,形態学的観察と分子系統学的解析を行った。外部形態観察と解剖学的観察を行った結果,オニアマノリ *Neoporphyra dentata* や中国南部で栽培されているハイタンアマノリ *Neoporphyra haitanensis* と葉状体の形態(葉形,葉縁,精子嚢および接合胞子嚢の分裂表式など)が極めて類似していることが明らかとなった。しかし,両島で採集された葉状体の葉厚は *N. dentata* よりも厚く,この特徴は *N. haitanensis* と類似していた。また,形態学的観察をしたすべての葉状体について,葉緑体のRUBISCOスペーサー領域の塩基配列を調べたところ,中国産の *N. haitanensis* と同一の配列を示した。さらに,採集した葉状体から糸状体株3株を分離し,葉緑体の *rbcl* 遺伝子と核の18S rRNAの塩基配列を用いた分子系統学的解析を行った結果,これらの株は,中国産の *N. haitanensis* と遺伝的な変異が認められたが,同じクレードに含まれた。これらのことから,伊豆諸島の八丈島と式根島の野生個体群から採集したアマノリ類の一種は, *N. haitanensis* と同定され,日本国内の自然個体群において *N. haitanensis* の生育を初めて確認した。(¹東京海洋大学,²東京都島しょ農林水産総合センター)

(阿部真比古, 木村 圭, 島袋寛盛)



英文誌 69 巻 4 号表紙

Buellia zoharyi lichen 種から分離された *Watanabea lichenicola* Chiva, Dumitru, Bordenave & Barreno の形態。左: 透過型電子顕微鏡による成熟細胞の顕微鏡写真。右上: *W. lichenicola* の光学顕微鏡写真。右下: 成熟葉緑体の共焦点再構成画像。