

## Research Note

Leblond, J. D. • Hollingsworth, B. E. • Ayoub, D. • Mckinnon, M. B. • Myers, C. S. • Busari, T. J. • Sabir, K. : 星状渦鞭毛藻 *Asterodinium gracile* (カレニア科) のガラクト脂質組成 : 主成分のガラクト脂質としてモノガラクトシルジアシルグリセロールを含むヘキサデカテトラエン酸 (14:4(n-3)) の存在とこの脂肪酸を生産する唯一のカレニア科として知られている *Karenia mikimotoi* との化学分類学的近縁関係

Jeffrey D. Leblond, Braedyn E. Hollingsworth, Daniel Ayoub, Mackenzie B. Mckinnon, Chelsea S. Myers, Tawakalit J. Busari and Kyra Sabir: Galactolipid composition of the star-shaped dinoflagellate *Asterodinium gracile* (Kareniaceae): presence of hexadecatetraenoic acid (16:4(n-3))-containing monogalactosyldiacylglycerol as the predominant galactolipid and chemotaxonomic closeness to *Karenia mikimotoi* as the only other known Kareniacean producer of this fatty acid

*Asterodinium gracile* は形態学的に独特な星形のカレニア科藻類で、通常のカレニア科と同様にハプト藻由来の三次色素体を有する。しかし、*A. gracile* のカロテノイド系光合成色素は、同様にハプト藻由来の三次色素体を有する *Karenia*, *Karlodinium*, *Takayama* などその他通常のカレニア科と比較して、フコキサンチンが非常に少ない点で化学分類学的に非定型であることが示されている。現在のところ、*Karenia mikimotoi*, *Karenia papilionacea*, *Karenia selliformis* だけが、*Karenia*, *Karlodinium*, *Takayama* の他の種には観察されないギロキサンチンジエステル様カロテノイドを有する点で、化学分類学的に非定型的なカロテノイド色素組成を有することが示されている通常のカレニア科である (*Karenia* は、一般に、*Karlodinium* や *Takayama* には観察されないフコキサンチン誘導体を産生することを認識した上で)。光合成生物として、*K. mikimotoi* は *K. brevis* に類似しており、両種は葉緑体関連ガラクト脂質として、sn-1 位にオクタデカペンタエン酸 (18:5(n-3)), sn-2 位にヘキサデセン酸(16:0)およびテトラデカン酸(14:0)に富むモノガラクトシルジアシルグリセロールやジガラクトシルジアシルグリセロール (それぞれ MGDG および DGDG) を持つことが示されている。しかし、*K. mikimotoi* はカロテノイド組成以外にも MGDG と DGDG を持ち、主要なガラクト脂質として、他のカレニア科の仲間には見られないヘキサデカテトラエン酸 (16:4(n-3)) を sn-2 位に持つ点で、化学分類学的に非定型的である。本研究の目的は、*A. gracile* のカロテノイド系色素組成が非定型的であることから、他の標準的なカレニア科と比較してガラクト脂質もまた非定型であろうという仮説に基づいて、*A. gracile* のガラクト脂質の特徴を明ら

かにすることである。終わりに、我々は *A. gracile* は *K. brevis* や *K. mikimotoi* と同様に、sn-1 位に 18:5(n-3), sn-2 位に 14:0 などの C14 脂肪酸に富む MGDG と DGDG を生産すること、また *K. mikimotoi* と同様に、18:5(n-3) / 16:4(n-3) の MGDG を生産し、しかもここでは最も豊富なガラクト脂質であることを報告する。(Middle Tennessee State University, USA)

## Research Articles

Kim, D. H.<sup>1</sup> • Lee, N. J.<sup>1</sup> • Wang, H. R.<sup>1</sup> • Lim, A. S.<sup>2</sup> • Lee, O. M.<sup>1</sup> : 韓国で分離された *Drouetiella epilithica* sp. nov. と *Drouetiella lurida* (Oculatellaceae, Synechococcales) の多相的アプローチに基づく研究

Do-Hyun Kim<sup>1</sup>, Nam-Ju Lee<sup>1</sup>, Hye-Ryeong Wang<sup>1</sup>, An Suk Lim<sup>2</sup> and Ok-Min Lee<sup>1</sup>: *Drouetiella epilithica* sp. nov. and *Drouetiella lurida* (Oculatellaceae, Synechococcales) isolated in the Republic of Korea based on the polyphasic approach

*Drouetiella* の 5 株 (ACKU666, 667, 668, 669, 670) を韓国沿岸の砂利や石、干潟から分離し、形態学的及び分子生物学的形質について検討を行った。5 株ともトリコームの形状は薄く単純で、偽分枝を示した。これらのうち 4 株 (ACKU666, 667, 668, 669) は *Drouetiella lurida* のように赤褐色を呈し、細胞長が類似していた。16S rRNA 遺伝子の系統樹では、4 株は *D. lurida* と同じクレードを形成し、DNA 類似度は 99.1–100% と算出された。ACKU670 株は、*Drouetiella fasciculata* と同様に鮮やかな青緑色を呈し、チラコイドは Oculatellaceae の特徴である側面に位置した。16S rRNA 遺伝子の系統解析から、ACKU670 株は *D. lurida* と姉妹クレードであることが判明した。また ACKU670 株の 16–23S rRNA の内部転写スペーサーに、独自の二次的な折りたたみ構造 (D1–D1', Box-B, V3 螺旋) が確認され、近縁種との違いが示された。これらの結果から ACKU670 株を *Drouetiella epilithica* sp. nov. と命名した。<sup>1</sup>Kyonggi University, Republic of Korea, <sup>2</sup>Gyeongsang National University, Republic of Korea)

Lee, N. J. • Kim, D. H. • Lee, O. M. : 韓国光教山の湿潤土壌から報告された *Stenomitos terricola* sp. nov. (Leptolyngbyaceae, Cyanobacteria)

Nam-Ju Lee, Do-Hyun Kim and Ok-Min Lee: *Stenomitos terricola* sp. nov. (Leptolyngbyaceae, Cyanobacteria) from the moist soil of Mt. Gwanggyo, Republic of Korea

*Stenomitos terricola* (FBCC-A190) は、韓国の京畿道水原市

霊通区にある光教山の樹林帯の土壌から採集された。 *S. terricola* (FBCC-A190) の形は細く単純な糸状で、細胞の長さは幅より長い。細く硬い鞘を持ち青緑色を呈する。 *Stenomitos* 属の種は、互いにわずかな形態学的な差違があるのみの半隠蔽種である。16S rRNA と 16S-23S ITS を用いた解析により、 *Stenomitos* 属であることが確認された。既知の *Stenomitos* 属と短系統クラスタを形成し、 *S. panitisi* (TAU-MAC4318) を除く 16S rRNA 遺伝子配列は 95.9-97.9% の類似性を示した。また、16S-23S ITS 遺伝子の塩基配列からは、既知の *Stenomitos* 属に類似した tRNA<sup>Ala</sup>, tRNA<sup>Ile</sup>, V2 が確認された。これらの結果から、 *Stenomitos* 属の新種として *Stenomitos terricola* sp. nov. を提案する。(Kyonggi University, Republic of Korea)

### 峯 一朗・井上悠佑・山本卓司・関田諭子：緑藻バロニアのレンズ状細胞における細胞の異方的成長と細胞壁構造

Ichiro Mine, Yusuke Inoue, Takuji Yamamoto and Satoko Sekida: Anisotropic cell growth and cell wall structure in lenticular cell of *Valonia utricularis* (Ulvophyceae)

巨大細胞性緑藻バロニア *Valonia utricularis* の細胞分裂では、レンズ状細胞が新たに形成され、円盤状の形態から球状・倒卵形へと成長するが、成長の初期段階では細胞表層が外側に向かって著しい突出成長を行う。本研究では、このような細胞成長の異方性（経線方向と放射方向の細胞表層の伸長量の違い）を生細胞における表層マーカーの動きにより調べた。

その結果、細胞の頂端では細胞成長が等方的であるのに対し、細胞の縁辺近くでは放射方向への成長が、また、頂端と縁辺の中間部分では経線方向の成長がそれぞれ卓越していた。同様の成長段階にあるレンズ状細胞において、細胞壁の内側表面におけるセルロース微繊維 (CMF) の方向を原子間力顕微鏡で調べたところ、CMF が経線方向に配列する傾向が細胞縁辺部で最も顕著であった。これらのことから、CMF が経線方向への細胞成長を抑制することにより放射方向への成長を促進することが示唆された。(高知大学)



### 英文誌 71 巻 3 号表紙

左のパネル：*Valonia utricularis* のレンズ状細胞を側面から 22 時間観察した、最初の様子(上)と最後の様子(下)。数字付き矢印は、細胞外形に沿って位置する炭素粒子を示す。右パネル：レンズ状細胞の 2 時間間隔の細胞外形と番号付き炭素粒子の位置の変化(上)。異なる方向への成長性を示す、レンズ状細胞の各セグメントの細胞表面の伸長プロファイル(下)。数字は、標識された炭素粒子の位置を示す。詳細は、本号の Mine et al. において報告している。

## Phycological Research 71(4)

### Research Note

#### Graeff, J. E.・Leblond, J. D.: 共生渦鞭毛藻 *Zooxanthella* (*Brandtodinium*) *nutricula* のガラクト脂質, ベタイン脂質およびトリグリセリド関連脂肪酸の組成: 宿主であるポリシステイナ放散虫が利用できる多価不飽和脂肪酸

Jori E. Graeff and Jeffrey D. Leblond: Composition of galactolipids, betaine lipids and triglyceride-associated fatty acids of the symbiotic dinoflagellate *Zooxanthella* (*Brandtodinium*) *nutricula*: A glimpse into polyunsaturated fatty acids available to its polycystine radiolarian host

*Zooxanthella nutricula* は、ポリシステイナ綱放散虫に共生する光合成渦鞭毛藻である。 *Z. nutricula* は、光合成を行わない宿主にアシルグリセロ脂質やステロールなどの形で、固定された有機炭素を供給していると考えられている。著者らはこれまでに、 *Z. nutricula* が宿主に供給する可能性のあるステロールの特徴を明らかにした。本研究では、3種類の脂肪酸含有脂質、

葉緑体関連のガラクト脂質、多くの真核生物に存在する非リン酸化リン脂質類似体であるベタイン脂質、そしてトリグリセリドに注目した。正イオン-エレクトロスプレー質量分析 (ESI/MS) と ESI/MS/MS を用いることで、 *Z. nutricula* が、オクタデカペンタエン酸 (18:5(n-3)) とオクタデカテトラエン酸 (18:4(n-3)) に富むガラクト脂質である、モノ- およびジガラクトシルジアシルグリセロール (それぞれ MGDG と DGDG) を生成する、C18/C18 (sn-1/sn-2 脂肪酸レジオケミストリー) クラスターのペリディニン含有渦鞭毛藻のグループ内に位置づけられることが観察された。またこれは、C20 脂肪酸がエイコサペンタエン酸 (20:5(n-3)) で、C18 脂肪酸が 18:5(n-3) か 18:4(n-3) のどちらかである、C20/C18 MGDG と DGDG を持つ、別のクラスターの渦鞭毛藻とは対照的であった。また、 *Z. nutricula* はベタイン脂質の唯一のタイプとして、38:10 (脂肪酸の総炭素数: 二重結合の総数, を意味する), 38:6, 44:7 のジアシルグリセリルカルボキシヒドロキシメチルコリン (DGCC) を生成することが観察された。ESI/MS/MS を用

いて DGCC のグリセロール骨格の sn-1 位と sn-2 位に、どの脂肪酸が存在するかを決定することは困難である。しかしながら、ガスクロマトグラフィー質量分析 (GC/MS) に基づく検査では、DGCC に関連すると推定される多価不飽和脂肪酸 (PUFA) ドコサヘキサエン酸 (22:6(n-3)) が検出された。*Z. nutricula* の MGDG と DGDG の C18 PUFA と、トリグリセリドに関連する脂肪酸が組み合わさって、宿主である放散虫にとっての、PUFA の豊富な供給源となっている可能性がある。これらのデータは、*Z. nutricula* がサンゴにおける光合成性の共生渦鞭毛藻として知られる *Symbiodinium microadriaticum* と同様の PUFA 含有脂質を生産することを示しており、これが系統的に異なる渦鞭毛藻と共生する、それぞれ全く異なる宿主生物間で、代謝的共通性が見られる要因になっていることを示している。(Middle Tennessee State University, USA)

## Research Articles

### 菅原一輝<sup>1</sup>・鈴木秀和<sup>1</sup>・神谷充伸<sup>1</sup>・長田敬五<sup>2</sup>・Witkowski, A.<sup>3</sup>: 日本からの海産珪藻 *Nagumoea* 属 (珪藻綱) の形態と分子系統

Kazuki Sugawara<sup>1</sup>, Hidekazu Suzuki<sup>1</sup>, Mitsunobu Kamiya<sup>1</sup>, Keigo Osada<sup>2</sup> and Andrzej Witkowski<sup>3</sup>: Morphology and molecular phylogeny of the marine diatom genus *Nagumoea* (Bacillariophyceae) from Japan

形態学的特徴に基づき記載された管状縦溝珪藻 *Nagumoea* 属は、暫定的にクサリケイソウ目に归属されたが、その系統学的位置は不明であった。今回、日本沿岸で採集した *Nagumoea* 属について 3 種類の単離培養株 (SK002, SK024, SK053) を確立したので、本属の系統および分類学的位置づけを明らかにするため、形態観察と分子系統解析を行った。観察の結果、SK002 株と SK024 株は *Nagumoea africana*, SK053 株は *N. serrata* と同定された。*N. africana* と *N. serrata* の *rbcL* 配列には高い種間変異が認められ (8.03–8.17%), 両種の違いが強調された。*N. africana* の *rbcL* 配列は 2 株間で 2.35% 異なっており、隠蔽種を含む可能性が示唆された。*rbcL*, *psbC*, 18S rDNA 遺伝子に基づき最尤系統樹とベイズ系統樹を構築したところ、*Nagumoea* 属は単系統となり、クサリケイソウ目 (=クサリケイソウ科) に組み込まれた。さらに本属は *Achnanthes* 属, *Craspedostauros* 属, *Staurotropis* 属, *Undatella* 属を含む未知の系統と近縁になった。*Nagumoea* 属が他の管状縦溝類 (コバンケイソウ目とクシガタケイソウ目) に含まれる可能性はトポロジー検定によって統計的に棄却されたが、*Nagumoea* 属と他のクサリケイソウ目との系統関係は依然として不明である。観察の結果、*Nagumoea* 属はクサリケイソウ目と同じく細胞内に 2 つの葉緑体をもつことがわかったが、本目に典型的な竜骨をもたないことから、クサリケイソウ目の内群、あるいは近縁の外群であると考えられる。(<sup>1</sup> 東京海洋大学, <sup>2</sup> 日本歯科大学, <sup>3</sup> University of Szczecin, Poland)

### Sikorskaya, T. V.<sup>1</sup>・Ermolenko, E. V.<sup>1</sup>・Long, P. Q.<sup>2,3</sup>: インド太平洋のサンゴを宿主とするシンビオディニウム科渦鞭毛藻のベタイン脂質

Tatyana V. Sikorskaya<sup>1</sup>, Ekaterina V. Ermolenko<sup>1</sup> and Pham Quoc Long<sup>2,3</sup>: Betaine lipids of Symbiodiniaceae hosted by Indo-Pacific corals

サンゴの脂質の総量は、宿主であるサンゴと共生するシンビオディニウム科の渦鞭毛藻の両方によって産生される脂質で構成されている。ベタイン脂質 (BL) は微細藻類の細胞膜に特徴的な脂質である。サンゴの共生生物に存在する 1,2-ジアシルグリセリル-3-O-カルボキシ-(ヒドロキシメチル)-コリン (DGCC) などの BL の組成は、共生する渦鞭毛藻の種類やサンゴの種類によって異なる可能性がある。膜形成脂質の DGCC は、ホスファチジルコリン (PC) と似た双性イオン構造を持つ。膜機能において、BL と PC の分子種は互いに代替することができる。本研究では、*Acropora* sp., *Millepora platyphylla* および *Sinularia flexibilis* から採取した共生渦鞭毛藻の、DGCC およびジアシル PC 分子種の組成を、高速液体クロマトグラフィー高分解能質量分析によって決定した。*Acropora* sp. のコロニーはエイコサペンタエン酸 (20:5n-3) と C28 多価不飽和脂肪酸を含む DGCC の含量が高いこと、*S. flexibilis* はパルミチン酸 (16:0) を含む DGCC の含量が高いこと、*M. platyphylla* はドコサヘキサエン酸 (22:6n-3) を含む DGCC の含量が高いことが特徴として観察された。今回調査したサンゴの DGCC 組成には特徴があるものの、これまでに研究されたサンゴの DGCC 組成との類似点、また相違点が見られた。おそらく、サンゴの共生生物種は、それぞれ固有の DGCC 分子種組成を持ち、さらに宿主であるサンゴが作り出す環境によって、それらが変化していると考えられた。本研究では、DGCC と PC の分子種組成が異なっていた。最も多い PC 分子種は、*Acropora* sp. では 16:0/22:5 と 38:4, *S. flexibilis* では 39:5 と 38:4, *M. platyphylla* では 38:6, 16:0/22:5, 18:0/22:6 であった。したがって、本研究では PC と DGCC の間に補償性や互換性があることを示す明確な証拠は得られなかった。(<sup>1</sup>A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology, Russia, <sup>2</sup>Institute of Natural Products Chemistry, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam, <sup>3</sup>Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam)

### Baloo, N.<sup>1</sup>・Mehjabin, J., J.<sup>2</sup>・Phan, C.-S.<sup>2</sup>・沖野龍文<sup>1,2</sup>: 熱刺激と鉄制限が藍藻 *Microcystis aeruginosa* (NIES-88) の代謝プロファイルを変化させる

Nandani Baloo<sup>1</sup>, Jakia Jerin Mehjabin<sup>2</sup>, Chin-Soon Phan<sup>2</sup> and Tatsufumi Okino<sup>1,2</sup>: Heat shock and iron limitation modulate the metabolic profile of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* NIES-88

淡水産藍藻 *Microcystis aeruginosa* NIES-88 は microcystin 類, micropeptin 類, argicyclamide 類を産生することで知られる。本株を OSMAC (One Strain Many Compounds) 法で解析した。本論文では 2 種の環境刺激, つまり温度と鉄制限に対する反応を, ノンターゲットメタボロミクスとターゲットメタボロミクスにより得られた結果を報告する。37°C および鉄制限の阻害的条件で成長率が 0.20 / 日, 0.16 / 日と遅くなった。*M. aeruginosa* の代謝組成は培養温度によりはっきり変化した。Microcystin LR と RR の生産が低下する一方で, argicyclamide B の生産が上昇して熱刺激 14 日間で 10 倍の増加となった。さらに, 鉄制限条件では新規化合物 argicyclamide D の生産が認められた。本化合物は, 既知の argicyclamide 類と同じ環状骨格構造を有する。*M. aeruginosa* の環境刺激に対する順応が代謝経路の変化や代謝産物の産生量の調節によって行われることが示唆された。<sup>(1,2)</sup> 北海道大学

#### 岡本未来<sup>1</sup>・池浦あいり<sup>1</sup>・玉城泉也<sup>2</sup>・二羽恭介<sup>1</sup>: 伊豆諸島の式根島でハイタンアマノリとともに生育するオニアマノリの確認

Miku Okamoto<sup>1</sup>, Airi Ikeura<sup>1</sup>, Motoya Tamaki<sup>2</sup> and Kyosuke Niwa<sup>1</sup>: Confirmation of *Neoporphyra* cf. *dentata* on Shikinejima, Izu Islands, southcentral Japan, and comparison with co-occurring *Neoporphyra Haitanensis*

南日本の伊豆諸島はオニアマノリの分布範囲内と考えられている。しかし以前の我々の研究では, 伊豆諸島の式根島および八丈島で採集したノリ葉状体はハイタンアマノリである

と同定された。従って, オニアマノリが式根島を含む伊豆諸島で生育しているか否かは不明確になっていた。本研究では式根島にオニアマノリが生育しているか否かを明らかにするため, さらにオニアマノリの分布調査を実施した。式根島の新たな調査地点で採集したノリ葉状体のうち, 葉状体の葉厚と精子嚢の分裂表式はオニアマノリに類似していた。しかし, 接合胞子嚢の分裂表式は両種とは異なっていた。葉緑体 *rbcl* の分子系統解析の結果, 神奈川県江ノ島と千葉県白浜で採集したオニアマノリと同一のクレードに含まれた。葉緑体 *rbcl* と核 18S rRNA の *p*-distance もオニアマノリの同定を支持した。これらの結果から, 式根島にはハイタンアマノリとともにオニアマノリも分布し, 両種とも他の地域とはそれぞれ遺伝的に分化していることが明らかになった。<sup>(1)</sup> 東京海洋大学, <sup>(2)</sup> 水産研究・教育機構

(木村 圭, 阿部真比古, 島袋寛盛)



#### 英文誌 71 巻 4 号表紙

海産珪藻 *Nagumoea* 属の 2 種, *N. africana* (左 4 枚) と *N. serrata* (右 2 枚) の走査型電子顕微鏡写真。画像に示すように, この属は internal valve が梯子状の構造をしているのが特徴である。本属の形態と分子系統については, 本号の Sugawara et al. で報告している。