

日本藻類学会第 46 回大会  
— オンライン福井・2022 —

The 46th Annual Meeting  
of  
the Japanese Society of Phycology  
— Fukui (Online) 2022 —



学会会長 小亀 一弘  
大会会長 吉川 伸哉

メインページ (LINC Biz)

2022年3月28日(月)～30日(水)

主催：日本藻類学会

The 46th Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology  
Main Page (LINC Biz)  
March 28 (Mon) – 30 (Wed), 2022

## 1. オンライン会場

メインページ (**LINC Biz**) : URL はメールでお知らせします  
 ＊ポスターセッション・口頭発表・ワークショップ・シンポジウム・休憩・懇親会などの会場には、メインページからのリンクを使用してください。

それぞれ以下のシステムを使用します。

- ・ポスターセッション  
(Zoom ブレイクアウトルーム, LINC Biz)
- ・口頭発表・ワークショップ・シンポジウム (Zoom) :  
<https://zoom.us/jp-jp/meetings.html>
- ・休憩・懇親会 (SpatialChat) : <https://spatial.chat/>

## 2. 日程

### 3月28日(月)

13:00～16:55 ワークショップ【Zoom】

### 3月29日(火)

9:20～9:30 オンライン学会説明【Zoom】

9:30～12:00 口頭発表【Zoom】

12:00～13:00 昼休み

13:00～15:25 シンポジウム【Zoom】

16:00～17:30 ポスター発表 (P1-P22)【Zoom】

### 3月30日(水)

9:30～11:45 口頭発表【Zoom】

11:45～13:00 昼休み

13:00～14:30 ポスター発表・高校生ポスター発表 (P23-P39, HP1-2)【Zoom】

15:00～16:30 口頭発表【Zoom】

17:00～18:00 挨拶・授賞式【Zoom】

## 3. 参加受付

参加受付はありません。直接 LINC Biz からお入りください。

システムの都合上、当日参加は設定できません。

## 4. 休憩・昼食

学会期間中は、SpatialChat に休憩室を常時設置します。休憩室にいる方同士で談話できます。自由にご歓談下さい。

## 5. 挨拶・授賞式

3月30日(水) 17:30 より Zoom ミーティングにて参加者への挨拶および学会各賞の授賞式を予定しております。

## 6. 編集委員会・評議員会・総会

今回は、編集委員会、評議員会、総会は、本大会と切り離して行われますので、これらの開催については学会事務局からの案内を参照して下さい。

## 7. 参加・発表マニュアル

本大会はオンラインシステム (LINC Biz, Zoom,

SpatialChat) を使って運営しますので、その使用方法などを説明します。各ツールの具体的な使用方法については以下のサイトをご覧ください。

**LINC Biz ユーザーマニュアル** : <https://chat.linbiz.jp/help/始めに-Zoomヘルプセンター> :

<https://support.zoom.us/hc/ja/categories/200101697>

**SpatialChat** : <https://spatial.chat/>

The 46th JSP annual meeting will be held online using LINC Biz, Zoom and SpatialChat. Please check the following websites to use these systems.

**LINC Biz for Online Poster Sessions: Participant's Manual:**

[https://www.knt-th.co.jp/ec/2020/113srd/en/pdf/participant\\_manual.pdf](https://www.knt-th.co.jp/ec/2020/113srd/en/pdf/participant_manual.pdf)

**Zoom Rooms User Guide:** <https://support.zoom.us/hc/en-us/articles/204772869-Zoom-Rooms-User-Guide>

**SpatialChat:** <https://spatial.chat/>

### 【参加者マニュアル】

- ①有線 / 無線を問わず、動画を連続して視聴可能な安定したインターネット環境、パソコン (あるいはモバイル端末)、マイク (端末内蔵でも可) が必要です。
- ②参加者全員に招待メールをお送りしますので、メールに示された手順に従って LINC Biz のアカウントを登録してください。登録完了後、LINC Biz サイトにアクセスし、登録したメールアドレスとパスワードを入力してログインしてください。
- ③メインページには大会に関するお知らせが表示されます。プログラムやイベントの案内などを随時更新しますので、定期的にチェックしてください。
- ④口頭発表やシンポジウムを視聴する場合、サイドバーに表示された該当項目をクリックし、口頭発表のプログラムを表示します。2つの発表会場のどちらかを選んでクリックすると、Zoom に入室して口頭発表を視聴できます。Zoom で表示される名前を、氏名 (所属) に変更してください例 : 山田和正 (福井県大)。質疑応答の時間に発言したい場合は、Zoom の「手を挙げる」機能を使って挙手してください(「反応」ボタンまたは「参加者」のウィンドウなどから)。座長から指名された参加者はミュートを解除して発言できます (ハウリング防止のためヘッドフォンをご使用ください)。また、Zoom の「Q&A」機能を使ってメッセージを入力することもできます。発表時間終了後もメッセージを入力できますので、積極的にご利用ください。
- ⑤ポスターを閲覧する場合、サイドバーの該当項目をクリックするとポスターのリストが表示されます。閲覧したいポスター番号をクリックするとポスターや要旨がご覧になれます。大会期間中は随時チャット機能を使えますので、ポスターの感想や質問など自由に書き込んでくださ

い。参加者や発表者からのメッセージはポスターの下に時系列順に表示されます。ポスターセッションの間は発表者が待機していますので、Zoomのブレイクアウトルームでリアルタイムの議論ができます。

- ⑥休憩室を利用する場合は、SpatialChatというオンラインツールを使っていただきます。サイドバーの該当項目をクリックすればSpatialChatのウィンドウが開きます。氏名を入力してcontinueをクリックし、ビデオとマイクをオンにしてからJoin Spaceをクリックして入室してください。自分のビデオ像が映ったアイコンが表示されますので、それをドラッグして他の参加者のアイコンに近づけると会話ができます。
- ⑦発表者や主宰者の許可がない限り、受信映像や発表資料の保存（画面キャプチャを含む）、録音、再配布は禁止します。

#### 【口頭発表者マニュアル】

- ①希望者には事前にZoomを用いた接続テストを実施します。具体的な日程や接続方法等については別途メールでご案内します。
- ②発表ファイルは、PowerPointやKeynoteなどのプレゼン用ソフトやPDF作成ソフトを使ってご用意ください。サイズが大きい動画や画像を含んだファイルは、動作が不安定になる場合があるのでご注意ください。
- ③オンライン学会での発表は著作権法上の「公衆送信」（自動公衆送信による再送信）と見なされます。画面共有する資料や映像・音声などのコンテンツは、著作権等の問題がないものに限るよう留意するとともに、画像や文献等の出典を明記してください。参加者には、共有された発表資料や音声を無断で録画・撮影・録音することを禁止していますが、技術的にそれらの行為を防ぐことができないことに留意して発表資料を作成するようお願いいたします。  
\*著作権法上「特定多数の人」は「公衆」とみなされます。
- ④発表者は、発表の30分前までに該当のZoomに入室してください。
- ⑤発表時間は、機器切り替えの時間を含め、1人15分（目安：切替時間1分、発表12分、質疑応答2分）です。発表の際は、マイクをオンにし（カメラのオンは任意です）、画面の共有機能を使って発表ファイルを表示してください。PC内蔵スピーカーを使うとハウリングが起りやすくなりますので、イヤホンやヘッドホンをご使用ください。
- ⑥質疑応答の際は、座長が挙手した参加者を指名したり、チャット機能を使って寄せられたメッセージを読み上げたりしますので、ご対応をお願いします。発表時間終了後もLINC Bizを使ったメッセージのやりとりは可能ですので、参加者からのメッセージにご回答ください。

表 1. LINC Biz 上でダウンロード不可となるファイル形式

| 種類 | ファイル形式           |
|----|------------------|
| 画像 | JPEG（ポスター指定）、PNG |
| 動画 | MP4              |
| 音声 | MP4 audio        |
| 資料 | PDF（サムネイルは非表示）   |

#### 【ポスター発表者マニュアル】

- ①ポスターは以下の要領に従って作成してください。
- ・ファイルはJPEG形式で保存し、ファイルサイズは10MB以下を目処に作成してください（6048pixel×4032 pixel以内、横長でも可）。
  - ・ポスターファイルの他に、動画ファイル（MP4形式のみ）もアップロードできます。1ファイル100MBまでで、複数の動画ファイルがアップロード可能です。
  - ・LINC Bizにアップロードしたファイルのうち、ダウンロード不可の対応となるのは表1のファイル形式のみです。それ以外のファイルは無断でダウンロードされる恐れがあるため、アップロードしないようご注意ください。
  - ・アップロードする資料や映像・音声などのコンテンツは、著作権等の問題がないことを確認するとともに、画像や文献等の出典を明記してください。参加者には、共有された発表資料や音声を無断で録画・撮影・録音することを禁止していますが、技術的にそれらの行為を防ぐことができないことに留意して発表資料を作成するようお願いいたします。
- ②LINC Bizにログインし、自分のポスター番号のチャンネルにポスターファイルをアップロードしてください。3月18日（金）から3月24日（木）までをお願いいたします。上記の期間中、ファイルの入れ替えは随時可能です。
- ③各チャンネルの画面下部にテキストボックスがありますので、参加者とのチャットにご利用ください。
- ④ポスターセッション（ポスター番号P1-22は3月29日16:00～17:30、ポスター番号P23-39、PH1-2は、3月30日13:00～14:30）の時間は、Zoomに入り自分のブレイクアウトルームに待機していただき、ポスターの説明や質疑に応じてください。
- ⑤LINC Bizの具体的なポスター発表者マニュアルは以下のサイトでご覧になれます。  
LINC Biz オンラインポスターセッション 発表者マニュアル：  
[https://www.nacos.com/jsb/06/06PDF/200928happyo\\_LINCBiz.pdf](https://www.nacos.com/jsb/06/06PDF/200928happyo_LINCBiz.pdf)

#### 8. 日本藻類学会学生発表賞について

- ・日本藻類学会学生発表賞実施要領に基づき、大会における学生会員の優れた研究発表に対して本賞を授与することにより、学会活動に対する参加意欲を高めることを目

的として実施します。

- ・学生会員（国内・外国）を発表者とする大会での研究発表を対象とし、大型藻分野および微細藻分野のそれぞれについて、口頭発表とポスター発表を個別に表彰します（最大4件程度）。分野および発表方法を問わず、過去の受賞者の応募および受賞を妨げません。

## 9. 高校生ポスター発表

高校生に藻類学諸分野の専門家や学生との交流の機会をもってもらい、関心を深めてもらうことを目的としています。なお、高校生ポスターの発表者・引率者は、オンラインで行われている学会発表を自由に視聴できます。

高校生ポスター発表は、3月30日(水)の、通常のポスター発表と同じ時間帯に行います。ポスター作成方法は上記の発表形式を参照してください。

## 10. シンポジウム

藻類をめぐる様々な生物間インタラクション

\*今回、シンポジウムは大会参加者のみ出席できます。一般公開は行いません。

日時：3月29日(火) 13:00～15:25

会場：Zoom

進行：山田 和正（福井県大）

企画趣旨：藻類と他の生物との関わり合いは、両者の生き様や進化を左右する重要な側面である。本シンポジウムでは、4人の講演者から、藻類をめぐる多様な生物間インタラクションをご紹介いただくことで、藻類単独の研究では見えてこなかった藻類の一面について考える機会を提供したい。

日程：

- 13:00～13:05 挨拶・趣旨説明
- 13:05～13:35 木村 圭（佐賀大・農）  
「ノリとの共存関係を展開するバクテリア群集とウイルス」
- 13:35～14:05 高木 悠花（千葉大・理）  
「浮遊性有孔虫と藻類の細胞内共生関係に迫る」
- 14:05～14:35 児玉 有紀（島根大・生物資源）  
「細胞内共生クロレラが与える宿主ミドリゾウリムシへの影響について」
- 14:35～15:05 鏡味 麻衣子（横浜国大・環境情報）  
「藻類にとりつく様々な菌類たち：宿主寄生者関係と生態系への影響」
- 15:05～15:25 総合討論

## 11. 藻類学ワークショップ

「様々な研究技術の入門講座」

概要：未経験の実験手法は、自身の研究への導入しどころや、その難易度がよくわからない場合があります。また、手法の導入を試みても、要領を得ないために、トラブルシューティングやデータ活用を適切に進められないことがあります。本ワークショップでは、「画像解析」、「光合成解析」、「ゲノム編集」、「メタボローム解析」のそれぞれに精通した方々から、入門者向けに、手法の導入や活用に有用な情報をご提供いただきます。

日時：3月28日(月) 13:00～16:55

会場：Zoom

日程：

13:00～13:05 挨拶・趣旨説明

13:05～13:55

【画像解析】

講師：塩野 克宏（福井県大・生物資源）

「酸素/分子イメージングへの挑戦～「見える」とわかるに近づける（かもしれない!?!）」

14:05～14:55

【光合成解析】

講師：嶋川 銀河（関学大・理工）

「光合成解析から見えてくる藻類の多様な生き様」

15:05～15:55

【ゲノム編集】

講師：市原 健介（北大・北方セ）

「藻類でもできるゲノム編集」

16:05～16:55

【メタボローム解析】

講師：羽野 健志（水研機構・水技研）

「ゼロから始める藻類メタボローム解析～サンプル採取からデータ解析まで～」

## 12. 問い合わせ先

福井県立大学 小浜キャンパス

日本藻類学会第46回大会準備委員会事務局

吉川 伸哉

電話：0770-52-9608

メール：sourui2022obama@gmail.com

お問い合わせはできるだけ電子メールでお願いします。

# 日本藻類学会第46回大会講演プログラム

The 46th JSP Annual Meeting — Fukui (Online) 2022 — Program at a Glance

3月29日(火) 午前の部 March 29 (Tue) AM

9:20–9:30 オンライン学会説明 Introduction to the online meeting

9:30–12:00 口頭発表 Oral Session

\* 下線は学生発表賞の対象となる発表

| A 会場        |   | B 会場   |  |
|-------------|---|--|--|
| 9:30        | <b>A01</b> マコンプ胞子体の初期発生で形成される原形質連絡構造の観察<br>○澤 健悟 <sup>1</sup> ・本村 泰三 <sup>2</sup> ・長里 千香子 <sup>2</sup> (1 北大・院・環境科学, 2 北大・北方セ)  | <b>B01</b> 雑食性魚類シマヨシノボリの糞中に含まれる微細藻類生細胞<br>○小野瀬真勇・○阿部信一郎 (茨城大学)   |  |
| 9:45        | <b>A02</b> マコンプ配偶体における鉄飢餓回復に伴う遺伝子発現変動<br>○與那嶺 里菜 <sup>1</sup> ・市原 健介 <sup>2</sup> ・大塚-出田 まき <sup>3</sup> ・五十嵐 勝秀 <sup>3</sup> ・吉村 航 <sup>4</sup> ・小杉 知佳 <sup>4</sup> ・本村 泰三 <sup>2</sup> ・長里 千香子 <sup>2</sup> (1 北大・院・環境科学, 2 北大・北方セ, 3 星薬大・先端生命科学, 4 日本製鉄(株))  | <b>B02</b> Morphological and phenotypic diversity of <i>Aulacoseira ambigua</i> among four lakes.<br>○Lu Shou・Naohiro Ishii・Kensuke Seto・Maiko Kagami (横浜国立大学)   |  |
| 10:00       | <b>A03</b> Comparative Genomic Analysis of Organellar Genomes of <i>Pyropia</i> species collected from Southwest Coast of Myanmar.<br>○Myat Htoo San <sup>1</sup> ・Yukio Nagano <sup>1</sup> ・Yoshio Kawamura <sup>1</sup> ・Kei kimura <sup>1</sup> ・San San Aye <sup>2</sup> ・Khin Thu Thu Min <sup>3</sup> ・Cherry Aung <sup>3</sup> ・Moe Moe Khaing <sup>4</sup> (1 Saga Univ., 2 Mawlamyine Univ., 3 Patheingyi Univ., 4 Univ. Myeik) | <b>B03</b> 氷雪性緑藻クロロモナス 3 株の分類学的再検討<br>○松崎 令 <sup>1,2</sup> ・河地 正伸 <sup>2</sup> ・野崎 久義 <sup>2,3</sup> ・野原 精一 <sup>2</sup> ・鈴木 石根 <sup>1</sup> (1 筑波大・生命環境, 2 国立環境研・生物多様性, 3 東京大・理)  |  |
| 10:15       | <b>A04</b> 褐藻アラメ属およびカジメ属の雌性配偶体の卵形成における至適光環境の共通性<br>○鶴亀 里咲 <sup>1</sup> ・秋田 晋吾 <sup>1,2</sup> ・寫田 智 <sup>1</sup> (1 お茶大・院・生命科学, 2 北大・院・水産)   | <b>B04</b> 琉球大学で確立された <i>Violetonostoc</i> 属に近縁な分離培養株について<br>○上原 洋志 <sup>1</sup> ・澄本 慎平 <sup>2</sup> ・須田 彰一郎 <sup>3</sup> (1 琉大・院・理工学, 2 神奈川大・工, 3 琉大・理)   |  |
| 10:30       | <b>A05</b> 紅藻ツノマタ類 2 種における生態・物理特性の世代間比較<br>○貞包 和希・神谷 充伸・鈴木 秀和 (海洋大・院・藻類)  | <b>B05</b> ラビリンチュラ類感染性ウイルスの遺伝子発現と宿主核構造の変化<br>○村越 祐美・高尾 祥丈 (福井県大・海洋)  |  |
| 10:45–11:00 | 休憩 Break  |  |  |
| 11:00       | <b>A06</b> アカモク種苗の初期サイズの違いが後の生長に及ぼす影響<br>○瀬田 智文 <sup>1,2</sup> ・倉島 彰 <sup>2</sup> (1 京都海セ, 2 三重大・院・生資)  | <b>B06</b> <i>Paragymnodinium</i> 属渦鞭毛藻類における葉緑体関連遺伝子群の種間比較研究<br>○横内 洗 <sup>1</sup> ・大沼 亮 <sup>2</sup> ・堀口 健雄 <sup>1</sup> (1 北大・院・理, 2 神戸大・内海域セ)   |  |
| 11:15       | <b>A07</b> 大型海藻の栄養塩取り込み速度に与える水流の影響<br>○戸川 文乃 <sup>1</sup> ・中西 紀代子 <sup>1</sup> ・工藤 勲 <sup>2</sup> (1 北大・院・環境科学, 2 北大・院・水産)  | <b>B07</b> Ultrastructure of a benthic suessiacean dinoflagellate from tidal regions in Japan.<br>○Wai Mun Lum <sup>1</sup> ・高橋 和也 <sup>1</sup> ・西村 朋宏 <sup>2</sup> ・足立 真佐雄 <sup>3</sup> ・岩滝 光儀 <sup>1</sup> (1 東京大学, 2 Cawthron Institute, 3 高知大学)  |  |
| 11:30       | <b>A08</b> ヒジキ種苗生産における近紫外光の効果と栄養塩の添加法の検討<br>○窪田 理沙・桑野 和可 (長崎大・院・水環)   | <b>B08</b> 緑藻ボルボックス系列 <i>Pleodorina starrii</i> における 3 つの性表現型を決定する分子遺伝学的基盤の解明<br>○高橋 昂平 <sup>1</sup> ・豊岡 博子 <sup>2</sup> ・山本 荷葉子 <sup>3</sup> ・浜地 貴志 <sup>4</sup> ・大槻 涼 <sup>5</sup> ・鈴木 重勝 <sup>6</sup> ・山口 晴代 <sup>6</sup> ・河地 正伸 <sup>6</sup> ・東山 哲也 <sup>1,7,8</sup> ・野崎 久義 <sup>1,6</sup> (1 東大・院・理, 2 法政大・生命科学, 3 日本女子大・理, 4 中央大・研究開発機構, 5 駒澤大・総合教育, 6 国環研・生物多様性, 7 名大・院・理, 8 名大・ITbM) |  |
| 11:45       | <b>A09</b> アカモクの卵からの室内種苗生産及び母藻育成について<br>○関 有理・桑野 和可 (長崎大・院・水環)  | <b>B09</b> 緑藻ボルボックスにおける雌雄同株種から雌雄異株種への転換に関する分子生物学的研究<br>○山岸 潮音 <sup>1</sup> ・山本 荷葉子 <sup>2</sup> ・高橋 昂平 <sup>1</sup> ・豊岡 博子 <sup>3</sup> ・鈴木 重勝 <sup>4</sup> ・山口 晴代 <sup>4</sup> ・河地 正伸 <sup>4</sup> ・東山 哲也 <sup>1,5</sup> ・野崎 久義 <sup>1,4</sup> (1 東大・理, 2 日本女子大・理, 3 法政大・生命科学, 4 国環研・生物多様性, 5 名大・ITbM)  |  |

12:00–13:00 昼休み Lunch

## 3月29日(火) 午後の部 March 29 (Tue) PM

13:00-15:25 シンポジウム Symposium

16:00-17:30 ポスター発表1 Poster Session 1

\* 下線は学生発表賞の対象となる発表

- P01** Far-red light induced photosynthetic protein rearrangement in *Neochloris* sp. Biwa 5-2  
○Wang Fei・Toru Tsuchiya・Miyashita Hideaki (Kyoto University)
- P02** アオミドロ類 (ストレプト植物門・ホシミドロ藻綱) の葉緑体ゲノム解読に基づく分子系統解析及び一未記載種  
○高野 智之<sup>1</sup>・野崎 久義<sup>2,3</sup>・坂山 英俊<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>神戸大・院・理, <sup>2</sup>東大・院・理, <sup>3</sup>国環研・生物多様性)
- P03** 原始紅藻 *Cyanidioschyzon merolae* の イソアミラーゼ変異株の解析  
○山川 宥紀<sup>1</sup>・宮内 啓喜<sup>1</sup>・前野 俊樹<sup>1</sup>・中村 保典<sup>2</sup>・小野 雅美<sup>2</sup>・尾崎 紀昭<sup>2</sup>・藤原 祥子<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>東薬大・生命, <sup>2</sup>秋田県立大・生物資源)
- P04** クロララクニオン藻における T7 フェージ型 DNA ヘリカーゼの局在と進化  
○青木 大地<sup>1</sup>・平川 泰久<sup>2</sup> ( <sup>1</sup>筑波大学生物学類, <sup>2</sup>筑波大学生命環境系)
- P05** 過酷な生育環境から単離した微細藻類の系統分類と生理解析  
○川口 遼太<sup>1</sup>・豊島 拓樹<sup>1</sup>・高市 真一<sup>2</sup>・川崎 信治<sup>1,2</sup> ( <sup>1</sup>東農大・院・バイオ, <sup>2</sup>東農大・分子微生物)
- P06** 珪藻 *Chaetoceros tenuissimus* に関連するサテライトウイルス様 DNA 因子の探索  
○中島 菜々子<sup>1</sup>・吉田 和広<sup>1</sup>・外丸 裕司<sup>2</sup>・木村 圭<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>佐賀大学, <sup>2</sup>水産研究・教育機構)
- P07** MMETSP データベースにおけるコンタミネーション  
○伴 広輝・遠藤 寿・岡崎 友輔・緒方 博之 (京大・化研)
- P08** クロレラにおける As ストレス誘導性のトリアシルグリセロール 蓄積—炭素とエネルギーの代謝調節  
○飯島 裕加里・近藤 美鞠・大石 裕太郎・藤原 祥子・佐藤 典裕 (東薬大・院・生命)
- P09** 褐藻ノコギリモクの光合成における光の波長利用特性と環境ストレスの影響  
○伊藤 友洋<sup>1</sup>・吉岡 登生<sup>3</sup>・Gregory N. Nishihara<sup>2</sup>・遠藤 光<sup>3</sup>・寺田 竜太<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>鹿大・院・連農, <sup>2</sup>長大・環シナ海七, <sup>3</sup>鹿大・水)
- P10** 17年分の保存標本を利用した沖縄県渡嘉敷島の海藻相解析  
○新井 嵩博<sup>1</sup>・小山 知洋<sup>1</sup>・福岡 将之<sup>1</sup>・北野 瑞生<sup>1</sup>・宇田 春花<sup>2</sup>・鈴木 秀和<sup>1</sup>・神谷 充伸<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>海洋大・院・藻類, <sup>2</sup>海洋大・藻類)
- P11** 鹿児島湾周辺と奄美大島北部における海草の分布と植生  
○新北 成実<sup>1</sup>・寺田 竜太<sup>2</sup> ( <sup>1</sup>鹿大・水, <sup>2</sup>鹿大・院・連農)
- P12** 紅藻アマノリ類の異なる温度環境における生育特性と脂肪酸に関する解析  
○須賀 菜々子<sup>1</sup>・小林 哲幸<sup>1</sup>・菊地 則雄<sup>2</sup>・嶋田 智<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>お茶大・院・ライフサイエンス, <sup>2</sup>千葉県立中央博物館分館海の博物館)
- P13** 日本産スギノリ属藻類 (紅藻綱スギノリ目) の系統分類学的研究  
○大森 貴人・鈴木 秀和・神谷 充伸 (東京海洋大・院・藻類)
- P14** 褐藻アラメの高水温耐性  
○大竹 佑衣<sup>1</sup>・秋田 晋吾<sup>1,2</sup>・嶋田 智<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>お茶大・院・生命科学, <sup>2</sup>北大・院・水産)
- P15** *Phacophila dendroides* の遠赤色光順化に伴うチラコイド膜タンパク質組成の変化  
○大波 千恵子<sup>1</sup>・土屋 徹<sup>2</sup>・宮下 英明<sup>2</sup> ( <sup>1</sup>京都大・総合人間, <sup>2</sup>京都大・院・人間・環境)
- P16** 館山市坂田地先における褐藻トゲモクの季節的消長  
○竹内 日向子<sup>1</sup>・秋田 晋吾<sup>1,2</sup>・嶋田 智<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>お茶の水女子大・院・生命科学, <sup>2</sup>北大・院・水産)
- P17** アオモグサ (アオサ藻綱シオグサ目) の細胞内結晶に関する野外調査と培養実験  
○中森 美希・鈴木 秀和・神谷 充伸 (東京海洋大・院・藻類)
- P18** 佐賀産養殖ナラウスサビノリの胞子体と配偶体の光合成における環境応答  
○中村 瑠美奈<sup>1</sup>・三根 崇幸<sup>2</sup>・岩永 卓也<sup>2</sup>・Gregory N. Nishihara<sup>3</sup>・寺田 竜太<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>鹿児島大学, <sup>2</sup>佐賀県有明水産振興センター, <sup>3</sup>長崎大学)
- P19** ノリ葉状体の生長に及ぼす採苗時のアミノ酸浸漬の効果  
○藤井 香帆・阿部 真比古・村瀬 昇 (水産機構水大校)
- P20** 淡水産紅藻カワモズク類 3 属の日本における遺伝的多様性と生育環境特性  
○北野 瑞生・鈴木 秀和・神谷 充伸 (東京海洋大・院・藻類)
- P21** 紅藻オキチモズクの光合成における光の波長利用特性と環境ストレスの影響  
○牧野 虎太郎<sup>1</sup>・Gregory N. Nishihara<sup>2</sup>・寺田 竜太<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>鹿児島大学, <sup>2</sup>長崎大学)
- P22** 北海道産紅藻ダルス科の系統と分類  
○和山 高大<sup>1</sup>・長峰 里恵<sup>1</sup>・阿部 剛史<sup>2</sup>・四ツ倉 典滋<sup>3</sup>・Nina Klochkova<sup>4</sup>・小亀 一弘<sup>5</sup> ( <sup>1</sup>北大・理, <sup>2</sup>北大・総合博物館, <sup>3</sup>北大・北方生物圏フィールド科学センター, <sup>4</sup>Kamchatka State Tech. Univ., <sup>5</sup>北大・院・理)

## 3月30日(水) 午前の部 March 30 (Wed) AM

9:30-11:45 口頭発表 Oral Session

| A 会場  |   | B 会場  |  |
|-------|---|---|--|
| 9:30  | <b>A10</b> 異なる光質と栄養塩条件がアラメ胞子体の成長に及ぼす影響<br>○堀江 莉那 <sup>1</sup> ・Harshna Charan <sup>2</sup> ・鈴木 はるか <sup>2</sup> ・青木 優和 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 東北大・農, <sup>2</sup> 東北大・院・農)   |   |  |
| 9:45  | <b>A11</b> 三重県三木浦のガンガゼ類除去区における海藻被度と魚類相の変化<br>○石川 達也・竹内 大介 (尾鷲市役所)   | <b>B10</b> 緑色植物の初期分岐系統における鞭毛誘導機構の解析<br>○鈴木 重勝 <sup>1</sup> ・嶋田 勢津子 <sup>2</sup> ・蒔田 由布子 <sup>2</sup> ・山口 晴代 <sup>1</sup> ・松井 南 <sup>2</sup> ・河地 正伸 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 国立環境研究所, <sup>2</sup> 理研・環境資源科学研究センター)   |  |
| 10:00 | <b>A12</b> 海中林構成種の保全に向けた基礎研究<br>千村 佳那子 <sup>1</sup> ・大竹 佑衣 <sup>1</sup> ・秋田 晋吾 <sup>1,2</sup> ・○寫田 智 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> お茶大・院・生命科学, <sup>2</sup> 北大・院・水産)  | <b>B11</b> 緑色渦鞭毛藻 <i>Lepidodinium chlorophorum</i> におけるヌクレオモルフゲノムの存在検証<br>○中山 卓郎・稲垣 祐司 (筑波大・計算科学研究セ)  |  |
| 10:15 | <b>A13</b> 完全室内型人工光養殖システム(海藻工場)による海ぶどう生産<br>○前田 勉 <sup>1</sup> ・中森 千晴 <sup>1</sup> ・泉田 仁 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> (株) 養殖屋, <sup>2</sup> カネリョウ海藻 (株))   | <b>B12</b> 淡水の微細藻類と共生する $\alpha$ プロテオバクテリア新規系統群のパンゲノム解析<br>○田辺 雄彦・山口 晴代 (国立環境研)   |  |
| 10:30 | 休憩 Break  |   |  |
| 10:45 | <b>A14</b> 水深35mに生育する緑藻ボニアオノリ <i>Ryugophycus kuaweuweu</i> の光合成における光の波長利用特性と環境ストレスの影響<br>○寺田 竜太 <sup>1</sup> ・進藤 蒼 <sup>1</sup> ・森山 光 <sup>1</sup> ・新北 成実 <sup>1</sup> ・Gregory N. Nishihara <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 鹿大, <sup>2</sup> 長大)         | <b>B13</b> 渦鞭毛藻 <i>Heterocapsa circularisquama</i> に感染するウイルス HcDNAV の単細胞トランスクリプトーム解析<br>○高野 義人 <sup>1</sup> ・櫻井 哲也 <sup>2</sup> ・池田 彩乃 <sup>3</sup> ・遠藤 寿 <sup>4</sup> ・外丸 裕司 <sup>5</sup> ・緒方 博之 <sup>4</sup> ・長崎 慶三 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 高知大・海洋コア, <sup>2</sup> 高知大・農林海洋, <sup>3</sup> 筑波大・糸状菌相互応答講座, <sup>4</sup> 京都大・化研, <sup>5</sup> 水産研究・教育機構) |  |
| 11:00 | <b>A15</b> 山梨県甲府市からのカワモズク科藻類の初記録<br>○芹澤 如比古 <sup>1</sup> ・池田 大誠 <sup>2</sup> ・松井 悠一郎 <sup>3</sup> ・森下 祐太郎 <sup>3</sup> ・芹澤 (松山) 和世 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 山梨大・教育, <sup>2</sup> 山梨大・院・教育, <sup>3</sup> 山梨大・院・生命環境)                                | <b>B14</b> 海産珪藻 <i>Chaetoceros tenuissimus</i> のゲノム中に見られた感染性ウイルス遺伝子の挿入履歴<br>○本郷 悠貴 <sup>1</sup> ・木村 圭 <sup>2</sup> ・高木 善弘 <sup>3</sup> ・吉田 ゆかり <sup>3</sup> ・長崎 慶三 <sup>4</sup> ・羽野 健志 <sup>5</sup> ・外丸 裕司 <sup>5</sup> ( <sup>1</sup> 水研機構・資源研, <sup>2</sup> 佐賀大学, <sup>3</sup> 海洋研究開発機構, <sup>4</sup> 高知大学, <sup>5</sup> 水研機構・技術研)                        |  |
| 11:15 | <b>A16</b> 大型藻類における ploidy 比の数理<br>別所 和博 (埼玉医科大学)   | <b>B15</b> プロテオームで紐解くピレノイドの分子進化<br>諸見里 怜奈 <sup>1</sup> ・○平川 泰久 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 筑波大・生命地球科学, <sup>2</sup> 筑波大・生命環境系)  |  |
| 11:30 | <b>A17</b> 沖縄本島におけるキシウモク個体群間の遺伝子交流<br>○鈴木 はるか <sup>1,2</sup> ・阿部 博哉 <sup>1</sup> ・今藤 夏子 <sup>1</sup> ・伊藤 洋 <sup>1,3</sup> ・熊谷 直喜 <sup>1</sup> ・中嶋 信美 <sup>1</sup> ・山野 博哉 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 国立環境研究所, <sup>2</sup> 東北大・院・農, <sup>3</sup> 総研大) |   |  |

11:45-13:00 昼休み Lunch

## 3月30日(水) 午後の部 March 30 (Wed) PM

13:00-14:30 ポスター発表2 Poster Session 2

\* 下線は学生発表賞の対象となる発表

- P23** ラビリンチュラ類パリエティキトリウム属株の核を標識する蛍光タンパク質遺伝子の導入  
○木元 佑磨<sup>1</sup>・馬詰 悠<sup>2</sup>・森本 冬海<sup>2</sup>・本多大輔<sup>1,3</sup> (1 甲南大・理工, 2 甲南大・院・自然科学, 3 甲南大・統合ニューロ研)
- P24** 無殻渦鞭毛藻カレンシア科のハプト藻型葉緑体系統が示す多重並列共生  
○高橋 和也<sup>1</sup>・Garry Benico<sup>1,2</sup>・岩滝 光儀<sup>1</sup> (1 東京大・院・農, 2 セントラルルソン州立大学)
- P25** 日本国内の各種環境から単離された微細藻類 *Elliptochloris* (トレボウクシア藻綱) の系統・分類学的研究  
○升本 宙<sup>1</sup>・半田 信司<sup>2</sup>・出川 洋介<sup>3</sup> (1 京都大学・地球環境学堂, 2 広島県環境保健協会, 3 筑波大学・山岳セ・菅平高原実験所)
- P26** PI3P 分子を指標とした藻類細胞のストレス動態と多様性  
○大田 修平<sup>1</sup>・平川 泰久<sup>2</sup>・河地 正伸<sup>1</sup> (1 国立環境研究所, 2 筑波大学・生命環境系)
- P27** 食用大型紅藻ウシケノリ科に内在している RNA virus の探索  
○水谷 雪乃<sup>1</sup>・千葉 悠斗<sup>2</sup>・浦山 俊一<sup>2</sup>・外丸 裕司<sup>3</sup>・木村 圭<sup>1</sup> (1 佐賀大学, 2 筑波大学, 3 水産研究・教育機構)
- P28** クロキツタの生育状況の確認及び保全に向けた集団遺伝学的解析  
○羽生田 岳昭<sup>1</sup>・高嶋 賢二<sup>2</sup> (1 神戸大・内海域, 2 伊方町・町見郷土館)
- P29** 天然ワカメ集団における養殖の遺伝的影響について  
○上井 進也<sup>1</sup>・斎藤 大輔<sup>2</sup>・羽生田 岳昭<sup>1</sup>・高木 聖実<sup>1</sup>・辰野 敦俊<sup>3</sup>・佐藤 陽一<sup>2</sup> (1 神大・内海域, 2 理研食品, 3 神大・院・理)
- P30** 褐藻類の微小藻体の COI バーコーディング  
榊山 海里・関本 瑠菜・○小亀 一弘 (北大・院・理)
- P31** 環境省モニタリングサイト 1000 沿岸域調査における藻場のモニタリング 2021 年の成果  
○寺田 竜太<sup>1</sup>・阿部 拓三<sup>2</sup>・神谷 充伸<sup>3</sup>・川井 浩史<sup>4</sup>・倉島 彰<sup>5</sup>・長里 千香子<sup>6</sup>・坂西 芳彦<sup>7</sup>・島袋 寛盛<sup>8</sup>・田中 次郎<sup>3</sup>・上井 進也<sup>4</sup>・青木 美鈴<sup>9</sup> (1 鹿児島大学, 2 南三陸町 NC, 3 東京海洋大学, 4 神戸大学, 5 三重大学, 6 北海道大学, 7 水研機構・水技研・横浜, 8 水研機構・水技研・廿日市, 9 日本国際湿地連合)
- P32** 紅藻スズビノリの陸上養殖方法が収量と品質に与える影響  
坂口 愛海<sup>1</sup>・藤原 優<sup>1</sup>・矢羽々 修平<sup>2</sup>・高田 英士<sup>2</sup>・山本 民次<sup>3</sup>・○加藤 亜記<sup>1</sup> (1 広島大学・統合生命・竹原ステーション, 2 (株) 松田産業, 3 広島大学・統合生命)
- P33** 山梨県内の河川に生育する大型藻類  
松井 悠一郎<sup>1</sup>・○芹澤 (松山) 和世<sup>2</sup>・芹澤 如比古<sup>2</sup> (1 山梨大・院・生命環境, 2 山梨大・教育)
- P34** アカモク及びホンダワラの「茹で」と「だし汁」の水溶性物質変化  
○若山 正隆<sup>1</sup>・大沼 広直<sup>1,2</sup>・小倉 立己<sup>1,2</sup>・芦野 祐尋<sup>1,2</sup>・門脇 里恵<sup>1</sup>・佐藤 美夢<sup>1</sup>・曾我 朋義<sup>1</sup>・富田 勝<sup>1</sup> (1 慶應大・先端生命研, 2 (公財) 庄内産振セ)
- P35** 中海からのアルケノン生産種の単離  
○新家 弘也<sup>1</sup>・古林 万利<sup>1</sup>・日向 優斗<sup>1</sup>・山口 波音<sup>1</sup>・安藤 卓人<sup>2</sup> (1 関東学院大学・理工, 2 島根大学・エスチュアリー研究センター)
- P36** 静岡県下田市志太ヶ浦におけるアラム・カジメ藻場の長期変化, 特に最近の顕著な藻場衰退について  
○倉島 彰<sup>1</sup>・青木 優和<sup>2</sup>・秋田 晋吾<sup>3</sup>・神谷 充伸<sup>4</sup>・坂西 芳彦<sup>5</sup>・鈴木 はるか<sup>2</sup>・田中 次郎<sup>4</sup>・渡邊 裕基<sup>6</sup> (1 三重大学・院・生資, 2 東北大・院・農, 3 北大・院・水産, 4 海洋大, 5 水研機構・水技研, 6 海生研)
- P37** 山形県産ホンダワラ科ホンダワラ属における水溶性物質の特徴  
○大沼 広直<sup>1,2</sup>・芦野 祐尋<sup>1,2</sup>・小倉 立己<sup>1,2</sup>・門脇 里恵<sup>1</sup>・佐藤 美夢<sup>1</sup>・若山 正隆<sup>1</sup> (1 慶應大・先端生命研, 2 (公財) 庄内産振セ)
- P38** ジオデシック構造の細胞壁を持つ気生藻類 (*Stichococcaceae*) の系統と特異な生活史  
○半田 信司<sup>1</sup>・溝淵 綾<sup>1</sup>・中原・坪田 美保<sup>2</sup>・坪田 博美<sup>3</sup> (1 広島県環境保健協会, 2 千葉中央博・共同研究員, 3 広島大・院・統合生命)
- P39** 父島産褐藻ジガミグサ属について  
北山 太樹 (国立科学博物館)

(以下高校生ポスター発表 PH1-PH2)

- PH1** 紅藻カゲケノリ系統保存株の様々な光環境下での状態変化  
○森谷 奏・佐野 綾香・田沼 伽梨風 (お茶の水女子大学付属高等学校)
- PH2** 海ぶどうの成長~どれが1番成長するのか~  
上川 瑞月・松尾 彩那 (福井県立若狭高等学校)

14:30-15:00 休憩 Break

## 15:00–16:30 口頭発表 Oral session

| A 会場  |  | B 会場  |  |
|-------|--|---|--|
| 15:00 | <b>A18</b> 埼玉県妙音沢産 <i>Sheathia</i> 属藻類 (真正紅藻綱、カワモズク目) の生育特性と配偶体形成の誘導条件<br>仙田 和輝・北野 瑞生・鈴木 秀和・神谷 充伸 (海洋大院・藻類)  | <b>B16</b> 高時空間解像度でのクロロフィル蛍光測定による有明海珪藻赤潮の発生予測<br>○吉田 和広 <sup>1</sup> ・太田 洋志 <sup>2</sup> ・岩永 卓也 <sup>2</sup> ・三根 崇幸 <sup>2</sup> ・南浦 修也 <sup>3</sup> ・山口 創一 <sup>3</sup> ・木村 圭 <sup>1</sup> (佐賀大・農, <sup>2</sup> 佐賀県有明水産振興センター, <sup>3</sup> 九州大・総理工)   |  |
| 15:15 | <b>A19</b> 広島県東部海域に生育する紅藻ソゾ属の分類について<br>○山岸 幸正 <sup>1</sup> ・弘岡 瑞樹 <sup>1</sup> ・米須 夏美 <sup>1</sup> ・佐藤 光将 <sup>2</sup> ・鎌田 昂 <sup>2</sup> ・菊地 則雄 <sup>3</sup> ・鈴木 稔 <sup>3</sup> ・阿部 剛史 <sup>4</sup> ・三輪 泰彦 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 福山大, <sup>2</sup> 静岡理科大学, <sup>3</sup> 千葉県立中央博物館分館海の博物館, <sup>4</sup> 北大総合博物館)   | <b>B17</b> 重イオンビーム照射とロバストスクリーニングにより単離されたヘマトコッカス変異株<br>○竹下 毅 <sup>1,2</sup> ・瀧田 香織 <sup>2</sup> ・石井 公太郎 <sup>3,5</sup> ・風間 裕介 <sup>4,5</sup> ・阿部 知子 <sup>5</sup> ・河野 重行 <sup>2,6</sup> (株式会社アルガルバイオ, <sup>2</sup> 東京大・院・新領域, <sup>3</sup> 量研・放医研, <sup>4</sup> 福井県大・生物資源, <sup>5</sup> 理研・仁科センター, <sup>6</sup> 東京大・FC推進機構) |  |
| 15:30 | <b>A20</b> Taxonomic assessment of the brown algal genus <i>Dictyota</i> (Dictyotales, Phaeophyceae) based on morphological and molecular analyses, with a focus on Japanese species<br>○Ni-Ni-Win <sup>1</sup> ・T. Hanyuda <sup>2</sup> ・H. Kawai <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> Kyushu University, <sup>2</sup> Kobe University)  | <b>B18</b> <i>Chlamydomonas</i> 変異株 (Honda DREAMO 株) の機能性と連続培養特性<br>○福島のぞみ・木下 翔平・町田 賢司・後藤 稔・塩崎 諭・土肥 瑞穂 (本田技術研究所)  |  |
| 15:45 | <b>A21</b> 褐藻の網羅的ゲノム解析プロジェクト Phaeoexplorer と 32 核シングルコピー遺伝子に基づく系統解析<br>○川井 浩史 <sup>1</sup> ・秋田 晋吾 <sup>1,2</sup> ・C. Vieira <sup>1</sup> ・羽生田 岳昭 <sup>1</sup> ・F. Rousseau <sup>3</sup> ・C. Cruad <sup>4</sup> ・A. Couloux <sup>4</sup> ・S. Heesch <sup>5</sup> ・J.M. Cock <sup>5</sup> ( <sup>1</sup> 神戸大・内海域, <sup>2</sup> 北大・院・水産, <sup>3</sup> パリ自然史博物館, <sup>4</sup> Genoscope, <sup>5</sup> ロスコフ臨海実験所) | <b>B19</b> 多細胞性ボルボックス系列アストレフォメネの凍結保存<br>○野崎 久義 <sup>1,2</sup> ・森 史 <sup>3</sup> ・田中 陽子 <sup>2</sup> ・松崎 令 <sup>2,4</sup> ・山口 晴代 <sup>2</sup> ・河地 正伸 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 東京大・理, <sup>2</sup> 国立環境研・生物多様性, <sup>3</sup> 地球・人間環境フォーラム, <sup>4</sup> 筑波大・生命環境)  |  |
| 16:00 | <b>A22</b> オキナワモズク <i>Cladosiphon okamuranus</i> 交雑育種にむけた雌雄判別 DNA マーカーの開発<br>○西辻 光希 <sup>1</sup> ・西辻 淑恵 <sup>1</sup> ・與那城 由尚 <sup>2</sup> ・佐藤 矩行 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> OIST, <sup>2</sup> 沖縄県水産海洋技術センター)   |   |  |
| 16:15 | <b>A23</b> 登録済みゲノム配列データの再解析からわかった日本と中国のスサビノリとアサクサノリの遺伝的分化<br>○永野 幸生・水谷 雪乃・木村 圭・川村 嘉広 (佐賀大学)  |   |  |

## 17:00 表彰式 Ceremony

**A01** ○澤 健悟<sup>1</sup>・本村 泰三<sup>2</sup>・長里 千香子<sup>2</sup>: マコンブ胞子体の初期発生で形成される原形質連絡構造の観察

多細胞生物には隣接細胞間で直接的な物質のやりとりを可能とする細胞間連絡構造が存在している。褐藻は陸上植物と同様に細胞間連絡構造として原形質連絡 (PD: Plasmodesmata) を有している。褐藻の PD は直径 10–20 nm の細胞壁を貫通する細いチャンネルであり、隣接細胞は細胞膜を介してつながっている。陸上植物の PD に見られるデスモ小管 (小胞体由来の管状構造) は存在しない。褐藻の PD 局在パターンは体制によって異なることが明らかになっている。また、発生過程においても数や密度が変化することも示唆されているが、十分な知見は得られていない。本研究では褐藻の中で複雑な体制を持つマコンブ (*Saccharina japonica*) 胞子体の初期発生過程における PD の構造について観察を行った。

その結果、2 細胞胞子体の隔壁には既に複数の PD が観察され、その後 10 細胞ほどに発達すると PD が密集して存在する壁孔域 (pit field) が形成されることが明らかになった。この結果は細胞の分化が進むまで壁孔域が出現しないヒバマタの接合子の発生における PD 形成とは異なる結果であった。またヒバマタ接合子では、第一、第二細胞質分裂面の PD は発生過程で二次的に出現するが、マコンブ接合子では最初の細胞質分裂直後に PD が観察されたことから細胞質分裂時に形成されていると考えられる。本発表ではプロトプラストの再生過程で形成される PD の構造についても合わせて報告する。

(<sup>1</sup> 北大・院・環境科学, <sup>2</sup> 北大・北方セ)

**A03** ○Myat Htoo San<sup>1</sup>・Yukio Nagano<sup>1</sup>・Yoshio Kawamura<sup>1</sup>・Kei Kimura<sup>1</sup>・San San Aye<sup>2</sup>・Khin Thu Thu Min<sup>3</sup>・Cherry Aung<sup>3</sup>・Moe Moe Khaing<sup>4</sup>: Comparative Genomic Analysis of Organellar Genomes of *Pyropia* species collected from Southwest Coast of Myanmar

*Pyropia* species, nori, are red algae belonging to the family Bangiaceae. In August 2019, we collected nori from southwest coast of Myanmar. Morphologically, we characterized the specimens into form A, form B and form C. Phylogenetic analysis using *rbcL* sequences revealed that *Pyropia vietnamensis* is a sister clade to our specimens. By using Illumina short-read sequences, we performed *de novo* assembly of organellar genomes. The size of chloroplast genomes of form A, form B, and form C are 193,083 bp, 193,090 bp, and 193,083 bp, respectively, having only one direct repeat carrying ribosomal RNA genes. Comparative genomic analysis revealed that form A and form C are identical to each other. However, there are seven gaps and eleven mismatches when we compared form B with form A and form C. The size of mitochondrial genome of form A, form B, and form C are 31,659 bp, 33,298 bp, and 31,605 bp, respectively with long indels ranging from 56 to 1630 bp among them. Phylogenetic analysis of organellar genomes confirmed that form A and form C are similar to each other than form B.

(<sup>1</sup>Saga Univ., <sup>2</sup>Mawlamyine Univ., <sup>3</sup>Patheingyi Univ., <sup>4</sup>Univ. Myeik)

**A02** ○與那嶺 里菜<sup>1</sup>・市原 健介<sup>2</sup>・大塚出田 まき<sup>3</sup>・五十嵐 勝秀<sup>3</sup>・吉村 航<sup>4</sup>・小杉 知佳<sup>4</sup>・本村 泰三<sup>2</sup>・長里 千香子<sup>2</sup>: マコンブ配偶体における鉄飢餓回復に伴う遺伝子発現変動

コンブ目の配偶体は鉄欠乏状態では栄養成長のみを行い、鉄を添加することによって、成熟が誘導されることが知られている。しかし、褐藻における鉄の取込みや蓄積の調節機構、鉄欠乏状況における成熟制御機構は明らかになっていない。本研究では、鉄を加えない人工培地 ASP<sub>12</sub>NTA 中で保存培養しているマコンブ雌雄配偶体の無菌培養株を用いて、Fe-EDTA (硫酸第一アンモニウム鉄) 添加前後の遺伝子発現変動を調べた。経時的な変化を調べるため鉄添加 0, 3, 6 日後の藻体から RNA を抽出し、トランスクリプトーム解析に供した。その結果、鉄添加後に鉄の取込みや蓄積に関連する遺伝子の発現が顕著に減少することが明らかになった。これらの遺伝子は、珪藻において鉄飢餓状況で高発現する遺伝子のホモログと考えられ、珪藻と同様に褐藻でも、①鉄透過酵素による二価鉄もしくは三価鉄の取り込み、②エンドサイトーシスによる三価鉄の取り込みのシステムが存在していることを示唆するものであった。その他、鉄添加 6 日後には雌雄配偶体でそれぞれ造卵器、造精子器形成が確認され、鞭毛形成に関連する遺伝子の発現上昇、雌性配偶子では細胞壁多糖の改変に関連する遺伝子の発現減少がみられた。

(<sup>1</sup> 北大・院・環境科学, <sup>2</sup> 北大・北方セ, <sup>3</sup> 星薬大・先端生命科学, <sup>4</sup> 日本製鉄 (株))

**A04** ○鶴亀 里咲<sup>1</sup>・秋田 晋吾<sup>1,2</sup>・寫田 智<sup>1</sup>: 褐藻アラメ属およびカジメ属の雌性配偶体の卵形成における至適光環境の共通性

褐藻コンブ目の配偶体は、培養下で長期間保存できる。しかし、長期間保存した配偶体の成熟誘導は難しく、詳細な培養条件は解明されていない。そこで本研究では、卵形成の有無で成熟が判別できる雌性配偶体を用いて、光環境の変化に着目した成熟誘導実験を行った。まず、4 つの地域由来のアラメ *Eisenia bicyclis* と、3 種類のカジメ属 (カジメ *Ecklonia cava*, *Ec. maxima*, ツルアラメ *Ec. cava* subsp. *stolonifera* var. *stolonifera*) の配偶体を、成熟を抑制する条件である赤色 LED 光下 (10 μmol photons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) で 1 年以上保管した。その後、配偶体を剃刀で粉砕し、光質 (赤色 LED 光, 白色 LED 光) と光強度 (10, 40, 70 μmol photons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) と日長 (14L:10D, 9L:15D) の光環境を組み合わせた 12 条件に 2 週間供し、3 日毎に各個体の卵形成数を測定した。全ての条件で水温を 20°C, 塩濃度を 30‰ とした。その結果、光質を白色 LED 光に変化させた時のみに全種で卵形成がみられた。その中でも、光強度 10 μmol photons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, 日長 14L:10D の条件下で、全種の卵形成数が最大となり、各個体で 10 個以上の卵がみられた。したがって、長期間保存した配偶体の成熟誘導には光質の変化が関与していることが示唆され、至適条件についてはアラメ属とカジメ属で一致している可能性がある。

(<sup>1</sup> お茶大・院・生命科学, <sup>2</sup> 北大・院・水産)

### A05 ○貞包 和希・鈴木 秀和・神谷 充伸：紅藻ツノマタ類 2 種における生態・物理特性の世代間比較

同形世代交代を行う海藻は外見で世代を見分けにくいいため、生態や生殖戦略について不明な点が多い。これまでの研究者の研究により、多くの調査地点においてイボツノマタ *Chondrus verrucosus* の方がツノマタ *C. ocellatus* よりも配偶体の割合が高いことが示された。そこで本研究では、神奈川県の実験地において定期的にツノマタ類の生態調査を行うとともに、世代間で藻体の物理特性を比較し、世代比が偏る要因の特定を試みた。イボツノマタとツノマタが同所的に生育する真鶴では、各月に採集した全個体に対する配偶体の割合が、イボツノマタでは 80–97%、ツノマタでは 4–27% と大きく異なっていた。藻体の水分含有量は両種とも配偶体の方が高かったが、イボツノマタでのみ世代間で有意差がみられた。また、藻体の破断強度を比較したところ、イボツノマタのみ配偶体が高く、種間ではイボツノマタの方がツノマタより高い破断強度を示した。城ヶ島において、潮間帯下部と潮下帯でイボツノマタを採集したところ、潮間帯下部は潮下帯より配偶体の割合が 9–24 ポイント高かった。イボツノマタでは、配偶体の方が水分含有量と破断強度が共に高いため、乾燥や波浪の影響をより強く受ける潮間帯下部において配偶体が優勢しやすいと考えられる。一方、ツノマタでは孢子体が優勢し続ける要因を特定できなかった。先行研究において、波当たりの強い環境でツノマタの孢子体が優勢する傾向が示されており、世代比と生育環境の関係をさらに調査する必要がある。

(海洋大・院・藻類)

### A07 ○戸川 文乃<sup>1</sup>・中西 紀代子<sup>1</sup>・工藤 勲<sup>2</sup>：大型海藻の栄養塩取り込み速度に与える水流の影響

大型海藻の生長は光や温度、栄養塩濃度、水流等の環境要因に影響を受けることが知られており、本研究では水流と栄養塩濃度に着目した。水流の増加による拡散層の減少は、栄養塩利用の観点から海藻にとって好条件とされているが知見は少ない。そこで、北海道南西部に生息する大型海藻ホソメコンブ *Saccharina japonica var. religiosa* を対象に、水流と栄養塩取り込み速度との関係を明らかにすることを本研究の目的とした。栄養塩取り込み速度は海藻が  $\text{NH}_4$  や  $\text{NO}_3$  等の栄養塩を培地から藻体内に取り込む速度と定義し、ケモスタット法で測定した。培養実験の水流条件は  $0 \text{ cm s}^{-1}$ 、 $5 \text{ cm s}^{-1}$ 、 $10 \text{ cm s}^{-1}$ 、栄養塩濃度条件は現場濃度 ( $<10 \mu\text{M}$ )、飽和濃度 ( $40 \mu\text{M}$ ) とした。

水流の影響として、飽和栄養塩濃度で培養した実験区に比べ、現場濃度で培養した実験区で流速の増加に伴い栄養塩取り込み速度がより顕著に増加した。これは栄養塩が制限される現場濃度区において、水流による拡散層の減少の恩恵をより強く受けるためと考えられる。また、 $\text{NH}_4$  と  $\text{NO}_3$  それぞれの取り込み速度を比較すると、 $\text{NO}_3$  取り込み速度に比べ、 $\text{NH}_4$  取り込み速度でより顕著に水流の影響を受けていた。これは、ホソメコンブの  $\text{NH}_4$  と  $\text{NO}_3$  の取り込み機構の違いによるものと考えられる。ホソメコンブは  $\text{NH}_4$  を受動輸送によって、 $\text{NO}_3$  を能動輸送によって取り込む可能性があるため、 $\text{NH}_4$  取り込みは水流による拡散層の減少の影響を強く受けたのだと考えられる。しかし、栄養塩の取り込み機構については種によって異なることから、引き続き検討していく必要がある。

(<sup>1</sup>北大・院・環境科学, <sup>2</sup>北大・院・水産)

### A06 ○瀬田 智文<sup>1,2</sup>・倉島 彰<sup>2</sup>：アカモク種苗の初期サイズの違いが後の生長に及ぼす影響

京都府では、近年全国的に消費が増加傾向にあるアカモクの養殖に着手している。本種の養殖では、母藻に単一の個体群を用いて種苗生産を行っているにもかかわらず、収穫時の藻体長には種苗間で数 m の差がみられている。種苗間で生じた生長差は、種苗の初期サイズの違いによって引き起こされた可能性がある。本研究では、一対のアカモク雌雄から得られた幼胚を用いて体サイズの異なる種苗を作成し、水槽で成体に至るまで培養した。培養実験を通じて、アカモク種苗(幼体)の初期サイズの違いが後の生長に及ぼす影響を明らかにした。

2019 年 10 月 26 日の種苗の主軸長を基準に、 $0 \sim 50 \text{ mm}$  (ランク 1)、 $51 \sim 100 \text{ mm}$  (ランク 2)、 $101 \sim 150 \text{ mm}$  (ランク 3) および  $151 \sim 200 \text{ mm}$  (ランク 4) と 4 つのランクを設定した上、大型水槽で種苗を 51 日間培養した。

実験終了日にあたる 12 月 16 日のランク 4 の平均主軸長は  $2784 \text{ mm}$  であり、ランク 1 は  $833 \text{ mm}$ 、ランク 2 は  $1743 \text{ mm}$ 、ランク 3 は  $2401 \text{ mm}$  で、それぞれランク 4 とは 3.3、1.6、1.2 倍の差が生じた。いずれのランクでも、相対生長率は実験期間初めの約 1 ヶ月間増加した後、約 3 週間はほぼ変化せず、期間最後の 7 日間で低下した。本研究で得た日間生長量から、各ランクの藻体が最終的に到達する主軸長は、ランク 1 で  $3547 \text{ mm}$ 、ランク 2 で  $7659 \text{ mm}$ 、ランク 3 で  $8853 \text{ mm}$ 、ランク 4 で  $9893 \text{ mm}$  と推定された。これらは天然海域で育成された本種種苗が 2 月に到達する藻体長の範囲と概ね一致した。

(<sup>1</sup>京都海七, <sup>2</sup>三重大・院・生資)

### A08 ○窪田 理沙・桑野 和可：ヒジキ種苗生産における近紫外光の効果と栄養塩の添加法の検討

ヒジキの種苗生産では、種苗が育成途中で消失してしまい、沖出しできる状況に至らないことが多かったが、鉄源を  $\text{FeSO}_4$  にし、近紫外光を照射することで種苗をある程度大きくできるようになった。本研究では、N,P の添加頻度及び添加量、近紫外光の照射効果について検討した。N,P 添加を毎日、2 日毎、4 日毎に行う 3 つの条件を 1 セットとし、総供給量をそろえた実験区と 1 回毎の供給量をそろえた実験区を設けた。実験開始時は N,P 供給量を低く抑えていたので、種苗の成長が遅く、色落ちが生じた。総供給量が同じでも、1 回当たりの供給量が多い 4 日毎添加区の方が色落ちは軽度であった。N,P 供給量は上げずに、干出時に種苗に噴霧する  $\text{FeSO}_4$  溶液濃度を上げると、種苗の状態はむしろ悪化した。N,P 供給量を上げると種苗はやや回復した。近紫外光照射を始めると種苗の成長は著しく促進された。毎日添加区と 4 日毎添加区を設け、再度実験した結果、前回の実験と同様、N,P 総供給量が同じでも 4 日毎添加の方がよく成長した。毎日添加区を 7 日毎に変更すると、総供給量が等しい 4 日毎添加区よりも成長が促進された。そこで全ての実験区を 7 日毎添加に変更するとともに N,P 総供給量を上げたが、種苗の状態が大きく改善することにはなかった。Fe 供給量を上げると、葉の新生が促進され、大きな葉が形成されるようになった。しかし、一部の実験区では、突然藻体が暗褐色に変色し、枯死したため、N,P 供給量を下げ、沖出しまで維持した。近紫外光照射区と非照射区を比較すると、非照射区では混入したアオノリ類の繁茂が著しかった。

(長崎大・院・水環)

### A09 ○関 有理・桑野 和可：アカモクの卵からの室内種苗生産及び母藻育成について

本研究では、安定した種苗生産を実現するために、適切な種苗育成条件と卵採取のための母藻育成法について検討した。種苗生産では、種苗を健全な状態で長期間維持することが課題である。昨年度の研究では、NP 濃度を低く抑え、鉄源に二価鉄を用い、近紫外光を照射することで良好な種苗を生産できた。本研究では初期から減光することにしたので、NP 濃度をさらに低く設定し、種苗生産を開始した。その結果、培養初期には昨年度と比べ、長細く広がりがない葉が形成された。近紫外光照射区と非照射区を比較すると、照射区の葉には鋸歯が形成された。1 ヶ月を経過した頃から全ての実験区でほとんど成長が止まってしまったため、鉄供給量は変えずに NP 供給量を徐々に増やしたが、成長促進効果は僅かだった。光量を上げたが、成長は改善されなかった。藻体の一部が暗褐色になり、N 過剰の症状と考えられたため N,P 供給量を下げ、鉄供給量を増やした。すると幅の広い葉が形成され、葉の新生も促進された。母藻育成では、NP 濃度、鉄源とその濃度、近紫外光照射の効果について検討した。NP を 4 日毎に添加した場合、添加時 N 濃度が 20  $\mu\text{M}$  以上で、藻体が暗褐色になったり、主枝伸長が抑制されたりするなど N 過剰症状が現れた。特に近紫外光非照射区で顕著だった。鉄無添加区では成長が不良だったが、二価鉄添加区では設定した濃度域で主枝伸長に明確な差は認められなかった。三種類の鉄源( $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe-EDTA}$ ) を用いて主枝伸長を比較すると、鉄源による差は認められなかった。(長崎大・院・水環)

### A11 ○石川 達也・竹内 大介：三重県三木浦のガンガゼ類除去区における海藻被度と魚類相の変化

三重県南部ではガンガゼが優占する磯焼け海域が多く認められている。県南部に位置する尾鷲市三木浦では 2016 年 6 月からボランティアダイバーが参加するガンガゼ除去による藻場再生活動が行われている。本研究では三木浦のガンガゼ除去区における海藻被度と魚類相の変化を調査した。

三木浦の磯焼け海域にガンガゼ除去区を設け、2016 年 6 月から 2021 年 10 月の期間に金属製の棒を用いてダイバーがガンガゼ類の除去を行った。除去区に 1 $\text{m}^2$  枠をランダムに 10 枠設置し、枠内のウニ類個体密度、海藻被度を記録した。加えて、除去区内を可能な限り同じコースを遊泳し、目視できた魚類の種と個体数、目視全長を記録した。調査は 2016 年 5 月から 2021 年 8 月の期間に実施した。

除去によってガンガゼ類密度が減少した結果、2017 年 12 月以降に除去区の花藻被度が増加した。2021 年 8 月時点でホンダワラ類やオバクサ、イバラノリ属藻類等の小型紅藻からなる藻場が確認された。除去区内では植食性魚類であるメジナ科、アイゴ科、ニザダイ科では個体数の季節変動は見られたが、調査期間を通しては大きな変化が認められなかった。動物食性魚類ではテンジクダイ科が減少し、メバル科、ハタ科の増加が確認された。(尾鷲市役所)

### A10 ○堀江 莉那<sup>1</sup>・Harshna Charan<sup>2</sup>・鈴木 はるか<sup>2\*</sup>・青木 優和<sup>2\*</sup>：異なる光質と栄養塩条件がアラメ胞子体の成長に及ぼす影響

アラメは海域によって垂直分布深度が異なる。本研究では分布を制限する可能性のある要因として光質に注目し、南北での分布の比較を念頭に、異なる栄養塩状態として栄養塩添加の有無も実験条件とした。2021 年 11 月に宮城県石巻市狐崎浜においてアラメ胞子体の葉片を採集した。3 日間の馴致の後、白・赤・青・緑の 4 種類の光質条件 (それぞれ 190 ~ 210  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) と栄養塩 (25% PESI) の有無の計 8 条件 ( $n = 6$ ) で室内培養を行った。水温は 23°C とし、培養は 28 日間行った。4 日毎に湿重量と面積を計測し成長量を求め、換水は 5 日毎に行った。さらに、計測した湿重量と面積を用いて、単位面積当たりの湿重量を求めた。

栄養塩有の湿重量は、白・青が同程度、次に緑の順に大きかった。栄養塩無の湿重量は緑、白、青の順に大きかったが、全ての光質において栄養塩有が高い値を示した。これらについて、青の栄養塩有と緑の栄養塩無は面積の増加が伴っていた。また、栄養塩有の白・緑と栄養塩無の白では単位面積当たりの湿重量が大きい値を示した。赤では栄養塩の有無に関わらず成長量が小さかった。さらに、培養 20 ~ 28 日目に栄養塩無のすべてで子嚢斑の形成が確認され、子嚢斑が確認された個体数は赤・青で多かった。

富栄養条件では赤以外の光質で成長の増大が見込まれるが、白と緑の多い環境では葉が充実するのに対し、青の多い深所では面積が増加するという違いから、光質による深度への適応があると思われる。また、高水温・貧栄養条件は子嚢斑形成の一因となる可能性が示唆された。(1 東北大・農, 2 東北大・院・農)

### A12 千村 佳那子<sup>1</sup>・大竹 佑衣<sup>1</sup>・秋田 晋吾<sup>1,2</sup>・○寫田 智<sup>1</sup>：海中林構成種の保全に向けた基礎研究

海中林は、各種海洋動物の餌や産卵場所、海水の浄化といった多くの役割を持ち、“blue carbon” への寄与も期待されている。しかし、近年の気候変動の影響で海中林は減少し続けており、早急に海中林の保全・再生活動が必要である。

本研究では、海中林構成種のうち、褐藻コンブ科の多年生のアラメと、1 年生のアントクメに注目し、個体群の遺伝的多様性や分布変遷史、高水温耐性の地域差・個体差を調査してきた。本研究発表では、これまで得られた成果を概説し、今後の研究の方向性を示す。

RAD-seq や MIG-seq によって得たゲノムワイドな大量 SNPs データを用いて、各種系統地理的解析を行ったところ、両種とも、明瞭な地理的遺伝構造が検出され、分布南限で遺伝的多様性や近交度が高かった。一方、遺伝子流動では、アントクメで孤立した個体群が目立つなど、両種に違いが見られた。系統保存株を用いた高水温耐性解析では、地域や水深の違いで、光合成活性に違いが見られ、また、配偶体の組み合わせによっても、作出胞子体の光合成活性が大きく異なっていた。RNA-seq 解析では、福岡産アラメでは高水温条件下で発現上昇している抗酸化関連遺伝子が宮城産アラメでは発現変動していないなど、高水温耐性に関与する遺伝子群が地域によって異なっていた。

以上の結果から、種や種内個体群の違いを考慮した保全対策が求められ、また、個体群内の個体差も大きいことから地域内ゲノミック育種の実現可能性が示され、効率的で効果的で安全な保全研究の促進が期待される。

(1 お茶大・院・生命科学, 2 北大・院・水産)

### A13 ○前田 勉<sup>1</sup>・中森 千晴<sup>1</sup>・泉田 仁<sup>2</sup>: 完全室内型人工光養殖システム (海藻工場) による海ぶどう生産

国内の海面海藻養殖生産量は、毎年減少している。この理由として高齢化、温暖化、水質悪化等が考えられる。近年、海ぶどう (クビレヅタ)、スジアオノリなどの陸上養殖が行われるようになったが、屋外またはハウス内で太陽光を用いて養殖しているため安定生産が課題の一つである。また、海水かけ流し、濾過循環方式をとっており、広い敷地面積が必要となる。我々は、完全室内で空調制御、かけ流しなし (止水パッチ式)、濾過循環なし、LED 照射による新しい海藻養殖システムを開発したので報告する。

直径約 42cm、高さ約 140cm の円柱状透明シリンダー槽内に約 175L の濾過海水を加え、ロール状ネットに挟み込んだ海ぶどうの苗を設置した。側面から LED 光を照射し、水温は空調で制御した。養殖は、必要量の栄養成分のみを添加し、通気のみで行った (止水条件下濾過循環なし)。

その結果、大部分が房状 (茎はほとんどない) であり、異物や雑藻汚染が非常に少ない海ぶどうを生産することができた。1 か月程度、海水交換なしで養殖した結果、1 シリンダーあたり 15 ~ 21kg の海ぶどう (茎部分除く) を安定に生産できた。収穫物は雑藻及び異物はほとんどなく、房の枝分かれがない長さ 10cm 程度の品質の良い海ぶどうであった。そのため、選別等はほぼ不要あり、収穫時間は 10kg あたり 10 分程度と従来の 1/10 以下の時間であった。

今後、人工海水の検討、海ぶどう以外の海藻の養殖試験を行う予定である。

(<sup>1</sup>株) 養殖屋、<sup>2</sup>カネリヨウ海藻 (株))

### A15 ○芹澤 如比古<sup>1</sup>・池田 大誠<sup>2</sup>・松井 悠一郎<sup>3</sup>・森下 祐太郎<sup>3</sup>・芹澤 (松山) 和世<sup>1</sup>: 山梨県甲府市からのカワモズク科藻類の初記録

卒業研究でオオイシソウの季節変化を研究した池田が 2021 年 7 月に甲府市黒平町の山間部の小河川へ友人と溪流釣りに出かけたところ、カワモズク類と思われる紅藻を発見し、藻体を採集した。9 月にもう一度、野生のクマが出没するという現地へ、熊よけの鈴を鳴らしながら未舗装の山道を 2 時間程度登って訪れたところ、藻体を再度確認することができたので、藻体の採集を行うとともに、登山用 GPS アプリを用いて緯度経度および標高を記録し、計器を用いた生育環境の測定を行った。また、採集した藻体を観察し、標本を作成した。

藻体は茶褐色で柔らかく、比較的大きな角度で偏生または互生に分枝する多細胞性の複雑な構造体であった。顕微鏡観察の結果、主軸は単軸構造であり、主軸から発出する輪生枝は叢生して輪生枝叢となり、複数の輪生枝叢が低倍率では数珠状に見えた。これらの特徴から、本種はカワモズク科の藻類と同定された。しかし、その他の外部形態的特徴からは種の特定には至らなかった。生育地の緯度経度および標高は 35°49'7.67" N, 138°33'57.91" E, 1,335 m であり、カワモズク科藻類が着生していた岩は本流からは外れ、本流とは反対側の斜面からわずかな湧き水が流れ込む、流れの緩い場所であった。水温は 12.8°C, 25°C 補正電気伝導度は 4.26 mS m<sup>-1</sup>, 塩分は 0.02 PSU, 濁度は 6.65 FNU, pH は 7.09, 流速は最大 6 cm s<sup>-1</sup>, 平均 0 cm s<sup>-1</sup> であった。甲府市の人里離れた山中にカワモズク科藻類が生育していたのは、その場所が人間活動の影響を受けない湧水環境であったからかも知れない。

(<sup>1</sup>山梨大・教育、<sup>2</sup>山梨大・院・教育、<sup>3</sup>山梨大・院・生命環境)

### A14 ○寺田 竜太<sup>1</sup>・進藤 蒼<sup>1</sup>・森山 光<sup>1</sup>・新北 成実<sup>1</sup>・Gregory N. Nishihara<sup>2</sup>: 水深 35m に生育する緑藻ポニアオノリ *Ryugophycus kuaweuweu* の光合成における光の波長利用特性と環境ストレスの影響

漸深帯に生育するポニアオノリの光合成における光の波長利用特性と環境ストレス (光、温度、乾燥、塩分) の影響を調べた。

材料は馬毛島沖で採取し、溶存酸素 (DO) センサーとパルス変調クロロフィル蛍光器 (PAM) を用いた。光合成光曲線 ( $P-L$ ) は、白色光下で水温 28, 20, 12°C, 光量 0 ~ 1000  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (以下  $\mu\text{mol}$ ) で測定した。また、20°C, 赤, 青, 緑色の波長でも測定した。さらに、4 ~ 40°C における光合成温度曲線 ( $P-T$ ) も作成した。PAM では、4 ~ 40°C で 3 日間培養し、光量 0 と 50  $\mu\text{mol}$  における量子収率 ( $F_v/F_m$  と  $\Delta F/F_m'$ ) を測定した。光阻害の実験では、20°C, 光量 100 ~ 1000  $\mu\text{mol}$  の 4 条件で 6 時間光暴露し、その後 12 時間馴致させた際の応答を測定した。また、光量を 100  $\mu\text{mol}$ , 28, 20, 12°C でも同様の実験を行い、阻害の有無を調べた。乾燥実験では 26°C, 湿度 50% で最大 4 時間乾燥させ、乾燥中と海水に戻した後の  $\Delta F/F_m'$  を測定した。塩分の実験では 20°C, 塩分 0 ~ 100 間の 15 条件で 5 日間培養し、 $\Delta F/F_m'$  を測定した。

$P-L$  は低温で光阻害が顕著になり、緑や青色光が白色光と同等の最大光合成速度を示した。量子収率の温度に対する影響は、光量 50  $\mu\text{mol}$  で顕著に見られ、 $\Delta F/F_m'$  が 16°C 以下や 32°C 以上で低下し、 $P-L$  と似た傾向を示した。光阻害の実験では、光量が高いほど  $\Delta F/F_m'$  が低下し、馴致しても回復しなかった。また、100  $\mu\text{mol}$  の弱光下でも、低温ほど光阻害が増加した。乾燥の実験では、藻体の含水率が 60% を下回ると  $\Delta F/F_m'$  が低下し、再び海水に浸しても回復しなかった。塩分の実験では、塩分 20 から 60 の範囲では値は大きく変化せず、幅広い耐性を示した。(<sup>1</sup> 鹿大、<sup>2</sup> 長大)

### A16 別所 和博: 大型藻類における ploidy 比の数理

多くの大型藻類では haploid の配偶体と diploid の孢子体の世代交代が観察される (haploid-diploid 生活環)。この特徴より、古くから野外における配偶体と孢子体の比率 (ploidy 比) に興味を持たれてきた。そして、しばしば 1:1 からずれた配偶体と孢子体の比率が観察されるという事実に基づき、その比率を決定する生態学的要因について考察が行われてきた。理論的にも配偶体と孢子体が完全に同一の生態学的特徴をもつという仮定のもとで、どのような比率が観察されるはずであるか、といった問題について検討が行われてきた。しかし、古典的な理論研究の多くは、かなり単純化された設定のもとでの解析を主としており、密度依存性やサブサイクルといった要因が ploidy 比にもたらす影響について、まだわかっていないことは多い。

そこで、本研究では配偶体と孢子体の生態学的特性の違いや無性生殖、密度依存性などを盛り込んだ数理モデルを分析した。大会では、それが古典的な結果を再現することや、極端なパラメータ値のもとでの ploidy 比の理論値など、現在までに得られている結果を報告する。

(埼玉医科大学)

**A17** ○鈴木 はるか<sup>1,2</sup>・阿部 博哉<sup>1</sup>・今藤 夏子<sup>1</sup>・伊藤 洋<sup>1,3</sup>・熊谷 直喜<sup>1</sup>・中嶋 信美<sup>1</sup>・山野 博哉<sup>1</sup>: 沖縄本島におけるキシウモク個体群間の遺伝子交流

沖縄本島のガラモ場は、東海岸では広くみられるが、西海岸では少ないことが知られている。しかし、沖縄本島におけるガラモ場の分類や生態に関する知見は少ない。本研究ではこの分布の偏りに関する要因を調べるため、沖縄本島で広くみられる熱帯性ホンダワラ類のキシウモクを対象に個体群間の遺伝子交流を調べた。沖縄本島の全域を網羅するように設置した31地点中、キシウモクが確認された西海岸1地点と東海岸14地点の合計15地点で葉片を採集し、DNAを抽出してMIG-seq法により個体間に見られる一塩基多型を検出して集団遺伝解析を行った。遺伝的な組成の解析では、ほとんどの地点では似通っていたが、東海岸中部の半島や離島の地点でのみ異なる組成が認められた。遺伝子流の解析では、東海岸の地点間で南から北に向かう流れと南や北から中部へ向かう流れが示されたが、西海岸と東海岸の地点間の流れは認められなかった。

キシウモクの成熟時期は8~11月と言われており、台風等によって東海岸中部の半島や離島へと他の系統の移入があるのかもしれない。また、西海岸の地点は東海岸の地点とは交流が示されなかったが遺伝的組成が似ていたことから、西海岸における藻場の消失により沖縄本島内での遺伝的な交流が妨げられている可能性がある。今後、沖縄本島周辺の離島との交流やキシウモクの分布中心である東南アジアの個体群との交流について更なる研究が必要だろう。

(<sup>1</sup>国立環境研究所, <sup>2</sup>東北大・院・農, <sup>3</sup>総研大)

**A19** ○山岸 幸正<sup>1</sup>・弘岡 瑞樹<sup>1</sup>・米須 夏美<sup>1</sup>・佐藤 光将<sup>2</sup>・鎌田 昂<sup>2</sup>・菊地 則雄<sup>3</sup>・鈴木 稔<sup>3</sup>・阿部 剛史<sup>4</sup>・三輪 泰彦<sup>1</sup>: 広島県東部海域に生育する紅藻ソゾ属の分類について

ソゾ属 *Laurencia* は世界で130種以上、日本で15種が知られるが、形態変異が大きく種の区別が難しいグループとされる。これまでに広島県東部の尾道因島や福山からはウラソゾ、ミツデソゾ、マギレソゾ、ソゾ属 sp. 1 が報告されている。ソゾ属 sp. 1 は、ミツデソゾに外観が類似するが分枝様式等に違いがみられ、広島県竹原産藻体から新規含ハロゲン化合物の Matobol が検出されたことから、未知の種の可能性が報告された。本研究では、広島県東部に生育するソゾ属の種を明らかにすることを目的とし、瀬戸内海や太平洋で採集した藻体を用いて、形態観察、*rbcL* 分子系統解析、成分分析を行った。

2021年の調査により、因島および福山横島からソゾ属 sp. 1 のほかに、未同定種(ソゾ属 sp. 2) およびモツレソゾが採集された。*rbcL* (1364塩基) 解析では、広島県各地のソゾ属 sp. 1 は同一配列となり、系統樹でミツデソゾと近縁(19塩基違い)な異なるグループにまとまった。ソゾ属 sp. 2 はマギレソゾと非常に近縁であった(7-10塩基違い)。成分分析の結果、ソゾ属 sp. 1 は、因島産藻体は竹原産と同じ Matobol がみられたが、福山産藻体はキクソゾから報告されている Prepacifenol epoxide, Pacifenol, Johnstonol 等がみられ、両集団はケミカルレースと考えられる。今後キクソゾを入手して比較する必要がある。ソゾ属 sp. 2 はマギレソゾと形態的に共通点があるが、サクランボ小体が大きい(23 μm まで)等の違いがあり、さらに検討が必要である。

(<sup>1</sup>福山大, <sup>2</sup>静岡理工科大, <sup>3</sup>千葉県立中央博物館分館海の博物館, <sup>4</sup>北大総合博物館)

**A18** 仙田 和輝・北野 端生・鈴木 秀和・○神谷 充伸: 埼玉県妙音沢産 *Sheathia* 属藻類(真正紅藻綱, カワモズク目)の生育特性と配偶体形成の誘導条件

湧水や河川に生育するカワモズク類は、微視的な孢子体(シャントランシア体)が通年生育し、冬から春に巨視的な配偶体が孢子体上から直接発生することが知られているが、孢子体の生理特性や配偶体の消長要因については不明点が多い。そこで本研究では、埼玉県妙音沢に生育する *Sheathia* 属藻類の生態調査を行い、季節的消長と環境変化の関連性を検証するとともに、培養実験により両世代の生理特性を解析した。野外調査の結果、孢子体は8, 9, 11月を除くすべての月に、配偶体は12-4月に生育が確認された。生育地の水温は一年を通じてほぼ一定なのに対し、光環境は季節によって異なることが示唆されたため、光条件を変えて孢子体と配偶体の生長・成熟を比較した。孢子体は長日条件の方が生長率や単孢子形成率が高く、光強度が強くなるほど増加する傾向が見られたことから、日長が長くなる春季以降に単孢子と栄養生長によって生物量を増やしている可能性が示唆された。続いて様々な光色で孢子体を培養したところ、青色光や白色光における配偶体形成数は、緑色光や赤色光の6-10倍であった。また、配偶体の生長率や精子嚢形成率は長日条件の方が短日条件よりも高かった。本藻が生育する湧水地は広葉樹林に囲まれ、林冠部における太陽光の吸収・散乱によって林床部に到達する光が制限されている。秋季に落葉することで光量や青色光が増加し、それが配偶体の出現や生長を促進している可能性が考えられる。

(海洋大・院・藻類)

**A20** ○Ni-Ni-Win<sup>1</sup>・Takeaki Hanyuda<sup>2</sup>・Hiroshi Kawai<sup>2</sup>: Taxonomic assessment of the brown algal genus *Dictyota* (Dictyotales, Phaeophyceae) based on morphological and molecular analyses, with a focus on Japanese species

The brown algal genus *Dictyota* (Dictyotales, Phaeophyceae) is an important component of marine benthic flora and widely distributed from tropical to temperate waters showing highest species diversity in the order. Despite its prevalence, there have been rather limited taxonomic studies associated with genetic data in Japan and Myanmar. In the present study, we reexamined the genus and species level taxonomy of Japan and Myanmar based on the combination of morphological and molecular analyses. Extensive sample collections were performed throughout Japan and from the northeastern Indian coast of Myanmar. Molecular phylogenetic analyses inferred from the concatenated multigene (*rbcL+psaA+cox1+cox3*) sequences revealed the positions of the newly collected *Dictyota* specimens in 15 distinct clades (lineages), which are considered to be distinctive in species level. Japanese specimens suggested the occurrences of 12 species and Myanmar, Philippines, and Indonesia specimens suggested the occurrences of additional 3 species. Among these 15 clades, Japanese specimens previously placed under the name *D. dichotoma* were clustered in 3 distantly related clades (*D. dichotoma* 1, 2 and 3), which are different from the clade of the European *D. dichotoma*, indicating an inadequate basis of morphology alone in species delineation. Thorough morphological examinations confirmed distinctive morphological features of Japanese *D. dichotoma* 1 and a clade from Myanmar, which do not agree with any reported species. Thus, we proposed them as two new species in this study. Specimens of Japanese *D. dichotoma* 2 agreed well with *D. coriacea* in morphology, reinforcing the previous reports in Japan. Additional morphological examinations of the specimens in the remaining clades are necessary to confirm their taxonomic entities. Phylogenetic analyses based on the current and previously reported data showed the occurrence of 15 and 3 *Dictyota* species respectively in Japan and Myanmar, indicating the presence of higher species richness particularly in Japan.

(<sup>1</sup>Kyushu University Amakusa Marine Biological Laboratory, <sup>2</sup>Kobe University Research Center for Inland Seas)

**A21** ○川井 浩史<sup>1</sup>・秋田 晋吾<sup>1,2</sup>・C. Vieira<sup>1</sup>・羽生田 岳昭<sup>1</sup>・E. Rousseau<sup>3</sup>・C. Cruaud<sup>4</sup>・A. Couloux<sup>4</sup>・S. Heesch<sup>5</sup>・J.M. Cock<sup>5</sup>: 褐藻の網羅的ゲノム解析プロジェクト Phaeoexplorer と 32 核シングルコピー遺伝子に基づく系統解析

褐藻で初めて全ゲノム塩基配列を報告したシオミドロゲノムプロジェクトの後継として、ロスコフ臨海実験所とジェノスコープ（フランス）を中心に、褐藻の代表的な系統群とシオミドロの近縁種を対象として、主に RCC, KU-MACC, SAG 等のカルチャーコレクションの培養株を用いた網羅的な全ゲノム解析プロジェクト Phaeoexplorer が進行している。このプロジェクトは褐藻における複雑な体制や生活史などの生物学的特性の進化メカニズムの解明を目的としており、演者らはその議論の基礎となる解析対象種の系統関係を明らかにするため、ゲノム情報公開に先行してゲノム情報を用いた分子系統学的解析を行った。褐藻の目レベルの分子系統については、これまでオルガネラ遺伝子 s 子に基づくものが中心であり、核の多遺伝子解析も報告されているが、そのいずれでも各目の単系統性は高く支持されるが、目間の類縁関係は不明な部分が多く残されていた。そこで、Phaeoexplorer で解析対象とした褐藻 8 目 16 科 24 属 39 種につき、32 の核シングルコピー遺伝子の配列情報による系統解析を行った。その結果、得られた分子系統樹ではアミジグサ目とより派生的な系統群をつなぐノードを除き全ての目間およびシオミドロ属の種間のノードで高い支持が得られた。Phaeoexplorer では現時点で褐藻の約半数の目しか網羅されていないが、今回解析に用いた 32 遺伝子は目レベルの系統解析に良好な解像度を示すことから、未解析の目についてもトランスクリプトーム解析による配列情報を用いて網羅的な高次系統解析が行えると考えている。<sup>1</sup>神戸大・内海域、<sup>2</sup>北大・院・水産、<sup>3</sup>パリ自然史博物館、<sup>4</sup>Genoscope、<sup>5</sup>ロスコフ臨海実験所)

**A23** ○永野 幸生・水谷 雪乃・木村 圭・川村 嘉応: 登録済みゲノム配列データの再解析からわかった日本と中国のスサビノリとアサクサノリの遺伝的分化

我々のグループは 34 サンプルのスサビノリ、1 サンプルのアサクサノリ、1 サンプルのスサビノリとアサクサノリの交雑のゲノム配列データを、また、中国の海洋大学のグループは、53 サンプルのスサビノリらしきもののデータをデータベースに登録済である。これらデータを用いた論文は、両グループにより発表済みであるけれども、今回、我々は、これらデータを再解析することで興味深い知見を得たので報告する。我々は再解析で、核の rRNA 配列 (18S, 5.8S, 28S rRNA 遺伝子等) を決定した。その結果、82 サンプルの rRNA 配列の決定に成功した。配列の解析から判明したことは、①中国のスサビノリらしきもののうち、6 サンプルはアサクサノリの rRNA 配列とスサビノリのオルガネラゲノムをもつため、スサビノリとアサクサノリの交雑であること、②塩基多型の解析の結果、日本のスサビノリと中国のスサビノリは明確に遺伝的に分かれること、③逆に、日本のアサクサノリと中国のアサクサノリは遺伝的に分かれられないこと、④イントロンの有無、イントロンの長さの違い等の構造の違いにより、rRNA 配列は 17 の型に分かれること、⑤構造の違いでは、日本のスサビノリと中国のスサビノリが分かれられないこと、などである。これら結果に基づいて、日本と中国のスサビノリとアサクサノリの遺伝的分化を議論する。(佐賀大学)

**A22** ○西辻 光希<sup>1</sup>・西辻 淑恵<sup>1</sup>・與那城 由尚<sup>2</sup>・佐藤 矩行<sup>1</sup>: オキナワモズク *Cladosiphon okamuranus* の交雑育種にむけた雌雄判別 DNA マーカーの開発

オキナワモズク *Cladosiphon okamuranus* は食用褐藻類の一種で、年間 2 万トン前後が沖縄で養殖されている。オキナワモズクには生活環上、単相と複相の盤状体の段階が存在し、このうち複相でのみ藻体を形成する。この複相の自己クローン機能を活用することでモズク養殖が成立している。両方の盤状体は形態的に区別がつかないため、養殖用の種培養に単相盤状体を使用すると収穫につなげることができず、一方で交配による新たなモズク株の開発には単相盤状体の性識別が不可欠であるなど、核相の識別手段の確立は、モズク養殖において非常に有益である。そこで本研究では単相の雌雄および複相を判別する DNA マーカーの開発をおこなった。単相盤状体の RNA-seq 解析により、雄または雌で特異的に発現している 269 遺伝子を同定した。褐藻シオミドロの遺伝子モデルとの BLAST 解析により、269 遺伝子のうち 9 遺伝子が少なくともオキナワモズクの性決定関連遺伝子であると考えられることが明らかになった。これら 9 つの遺伝子に対して独自の PCR プライマーを設計し、そのプライマーを用いた PCR により、単相の雄雌、および複相の盤状体を識別することが可能となった。このツールにより、モズク養殖の際に単相盤状体を使用するリスクを回避することが可能となり、さらにこの DNA マーカーにより、オキナワモズクの交雑育種も実現可能になることが期待される。

(<sup>1</sup>OIST・MGU、<sup>2</sup>沖縄県・水技セ)

### B01 小野瀬 真勇・阿部 信一郎：雑食性魚類シマヨシノボリの糞に含まれる微細藻類生細胞

河川底生藻類は、基質から剥離した藻類細胞が流下して上流から下流への一方向に分散する。しかし、魚類などの移動能力の高い動物に採食された底生藻類が増殖能を持ったまま排泄されれば、動物の移動に合わせて底生藻類も分散し得る。そこで、本研究では、雑食性魚類シマヨシノボリ (*Rhinogobius nagoyae*) の糞に含まれる微細藻類を観察し、その増殖能を調べた。2021年9月に茨城県を流れる那珂川支流藤井川で、たも網を使って採捕したシマヨシノボリ 12 個体 (標準体長 22 ~ 64 mm, 体重 0.2 ~ 3.4 g) を、ろ過河川水 500 ml を入れて通気した容器内に 1 個体ずつ収容し、遮光して採捕時の河川水温 (21°C) に設定した恒温機内に一昼夜静置した。排泄された糞を沈殿濃縮し、ニュートラルレッドで生細胞を染色した糞懸濁液の一部を光学顕微鏡で観察した結果、珪藻類および緑藻類の生細胞を確認した。糞中の珪藻および緑藻の生細胞数は、それぞれ 38 ~ 43,913 細胞および 0 ~ 6,563 細胞と推定され、魚体重との相関はみられなかった。さらに、糞に含まれる微細藻類をろ過河川水で粗培養 (水温 21°C, 光強度 83.23  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (標準偏差  $\pm 8.14$ ), 明期 12 時間: 暗期 12 時間) した結果、*Closterium* 属や *Cosmarium* 属等の接合藻類、および *Melosira varians* 等の珪藻類の増殖を確認した。シマヨシノボリは、採食・排泄を通して、底生藻類の河川内分散に関与している可能性が考えられる。(茨城大学)

### B03 〇松崎 令<sup>1,2</sup>・河地 正伸<sup>2</sup>・野崎 久義<sup>2,3</sup>・野原 精一<sup>2</sup>・鈴木 石根<sup>1</sup>：氷雪性緑藻クロロモナス 3 株の分類学的再検討

山岳地域や極域の残雪が、融雪期に緑色や赤色などに色付いたように見える「彩雪」現象は、寒冷適応した微細藻類が残雪中でブルームを形成することによって主に引き起こされる (Hoham & Remias 2020, *J. Phycol.*)。単細胞遊泳性の緑藻クロロモナス (*Chloromonas*) は山岳地域でみられる彩雪の主要な原因藻類であり、世界各地の彩雪から確立された本属の培養株が公的なカルチャーコレクションに多数保存されている。しかしながら、種の重要な識別形質とされるシストを実験的に形成させることが困難なこともあり、それらの多くは正確な種同定が実施されていなかった。我々は近年、培養株の詳細な比較形態観察と分子データを組み合わせることで、シストの情報がなくとも氷雪性クロロモナスの種を正確に識別できることを報告し (Matsuzaki et al. 2014, *Phycologia*)、培養株に基づく本分類群の多様性解明を進めている。本研究では、国立環境研究所微生物系統保存施設の氷雪性クロロモナス保存株の中で唯一種が未同定だった NIES-2381 (日本産)、および GenBank の塩基配列データから本株との近縁性が示唆された、海外のカルチャーコレクションの保存株 2 株 [*Chloromonas* cf. *granulata* CCCryo 281-06 (南極産) および *C. brevispina* UTEX SNO96 (カナダ産)] に対して分類学的再検討を実施した。その結果、栄養細胞と無性生殖の形質、および分子データから、NIES-2381 と CCCryo 281-06 はそれぞれ未記載種であると考えられた。一方、UTEX SNO96 は *C. tenuis* と再同定された。

(<sup>1</sup> 筑波大・生命環境, <sup>2</sup> 国立環境研・生物多様性, <sup>3</sup> 東京大・理)

### B02 〇Lu Shou・Naohiro Ishii・Kensuke Seto・Maiko Kagami：Morphological and phenotypic diversity of *Aulacoseira ambigua* among four lakes

*Aulacoseira ambigua* is a freshwater diatom species, which often dominates in eutrophic lakes. The colony morphological variations of *A. ambigua* were partly reported, such as colony form (spiral or straight) and size. However, the morphological variabilities within and among lakes and their relationships with phenotypic (growth rates, susceptibility to fungal infection) are still not clear. In this study, *A. ambigua* strains were isolated from Lake Biwa, Inba, Kasumigaura, and Sagami. We evaluated the morphology with four morphological traits (colony length, diameter, width, and spiral numbers). As phenotypic traits, growth rates and susceptibilities to parasitic chytrid were assessed. The results showed that the morphological and phenotypic characteristics were strain-specific even within a single lake. Although no significant differences were found among lakes, the maximum growth rate was negatively correlated to colony length. Furthermore, the susceptibilities to chytrid infection seemed to be lower for the strains isolated from Lake Biwa than others. We will investigate the genetic variation of *A. ambigua* to clarify how the morphological and phenotypic diversity were created. (Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University)

### B04 〇上原 洋志<sup>1</sup>・澄本 慎平<sup>2</sup>・須田 彰一郎<sup>3</sup>：琉球大学で確立された *Violetonostoc* 属に近縁な分離培養株について

*Violetonostoc* 属は、形態的に *Nostoc* 属様で、岩上に紫または黒褐色で球状の特徴的な群体を形成することと、16S rRNA 遺伝子塩基配列に基づく系統解析により既知 *Nostoc* 属様分類群とは異なる系統群を形成することで、*V. minutum* をタイプ種に中国南西部から設立された一属一種からなる新しい分類群である。

本研究では、琉球大学構内の外壁などから確立した *Nostoc* 属様培養株の 16S rRNA 遺伝子部分塩基配列に基づく分子系統解析を行ったところ、*V. minutum* と 96.5-96.6% の相同性で、分子遺伝学的には *Violetonostoc* 属に属するか、近縁な未記載分類群である Ryu12-5 株が見いだされた。本株は、*V. minutum* とは、群体の形状や周囲の粘質、培養株の色調、細胞の大きさなどに違いが認められた。さらに 16S-23S ITS 領域の二次構造を比較したところ、V1-V1' 領域、BoxB 領域、V3 領域全てに違いが認められ、*V. minutum* とは明確に異なった。次いで、*Nostoc* 属の既知種と比較したところ、Ryu12-5 株は *N. ellipsoideum* に形態的にも生育環境でも類似していることがわかった。

今後、*nifH* 領域などの異なる遺伝子領域の系統解析などを加えて検討するとともに、*N. ellipsoideum* の形態的特徴をより詳細に検討し、Ryu12-5 株について分類を行う予定である。

(<sup>1</sup> 琉大・院・理工学, <sup>2</sup> 神奈川大・工, <sup>3</sup> 琉大・理)

**B05** ○村越 祐美・高尾 祥丈：ラビリンチュラ類感染性ウイルスの遺伝子発現と宿主核構造の変化

今世紀に入り、多種多様な粒子サイズ、形態、核酸形状を持つウイルスの発見・報告が相次いでいる。それらのウイルスはそれぞれユニークな増殖機構を発達させていると予想されているが、その感染・増殖メカニズムについての知見は乏しい。ラビリンチュラ類は、沿岸環境に広く分布し、豊富な現存量、高度不飽和脂肪酸の蓄積能などから注目されている従属栄養性原生生物である。2003年に、ラビリンチュラ類 *Sicyodochytrium minutum* に感染する DNA ウイルス (SmDNAV) が単離された。SmDNAV はユニークな構造を持ち、ゲノム上に DNA polymerase 遺伝子が存在しないなど、新規性が高いウイルスである。本研究では、SmDNAV の増殖メカニズムを明らかにすることを目的として、感染細胞の蛍光顕微鏡観察、透過型電子顕微鏡観察および、経時的遺伝子発現解析を実施した。形態観察の結果、SmDNAV は少なくともウイルス接種 5 時間後には宿主核を膨張させて破壊し、6-8 時間後にはその領域の内部または周辺で粒子の形成・成熟を行っていることが示された。ウイルス遺伝子発現解析の結果、接種 2-5 時間後にウイルスゲノムの複製関連遺伝子、5-9 時間後にウイルス粒子形成に関する遺伝子が発現することが示された。一方、宿主遺伝子の発現変動遺伝子解析の結果、DNA polymerase を含む DNA 複製遺伝子群は、ウイルス接種 2-5 時間後に発現量が増加しており、SmDNAV が宿主の DNA polymerase を自身のゲノム複製に用いることが示唆された。また、5-9 時間後にオートファジーとアポトーシスに関する遺伝子の発現量が増加したことから、SmDNAV はこれらの宿主システムを利用してウイルス粒子と放出を行う可能性が示唆された。(福井県大・海洋)

**B07** ○Wai Mun Lum<sup>1</sup>・Kazuya Takahashi<sup>1</sup>・Tomohiro Nishimura<sup>2</sup>・Masao Adachi<sup>3</sup>・Mitsunori Iwataki<sup>1</sup> : Ultrastructure of a benthic suessiacean dinoflagellate from tidal regions in Japan

Three unialgal cultures of a benthic suessiacean dinoflagellate were established from tidal regions in Motobu, Okinawa and Jogashima Island, Kanagawa. Immotile cells were dominant in culture, which formed aggregates and attached to culture vessel, and motile cells were occasionally observed. Morphology of the immotile and motile cells was examined by light microscopy, SEM and TEM, and phylogenetic position was inferred from ITS and LSU rDNA. Immotile cells were spherical to ellipsoidal, 16.2 μm in length, usually contained one or two pyrenoids and covered by a thick translucent wall ornamented by stem-like processes with terminal hairs. Motile cells were ellipsoidal with roundish apical and antapical ends, and the cingulum located at median. Mean length and width were 16.6 μm and 11.9 μm, respectively. They had a large nucleus in the epicone, peripherally distributed chloroplasts, a pyrenoid in the hypocone, and an eyespot in the sulcal region. SEM showed the motile cells had a straight apical structure complex containing an elongated knob vesicle (EAV), and 10-12 rows of amphiesmal vesicles (AVs) with a large AV at the right side of the EAV. TEM showed the stalked pyrenoid surrounded by a starch sheath, the presence of brick-like material resembling the eyespot type E, and mucocyst-like structure containing electron dense fibers. In phylogenetic trees, this species positioned in the Suessiaceae but not accommodated in any established genera. This species resembled other suessiaceans in its number of AVs, straight EAV and the eyespot, but differed in its dominance of immotile form, immotile cell wall ornamentation, and a large apical AV in the motile form. (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo, <sup>2</sup>Cawthron Institute, New Zealand, <sup>3</sup>Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University)

**B06** ○横内 洸<sup>1</sup>・大沼 亮<sup>2</sup>・堀口 健雄<sup>1</sup> : *Paragymnodinium* 属渦鞭毛藻類における葉緑体関連遺伝子群の種間比較研究

渦鞭毛藻類には異なる系統に複数の従属栄養性種が認められ、葉緑体機能の消失が複数回起こったと考えられている。しかし、渦鞭毛藻類における葉緑体縮小過程については研究例が少ない。本研究では、同一属内で栄養摂取様式が異なる種を含む *Paragymnodinium* 属渦鞭毛藻類に注目した。本属の独立栄養性種 *P. asymmetricum* と *P. inerme*、および光合成機能を消失し葉緑体縮小過程にあると思われる従属栄養性種 *P. stigmaticum*、加えて近縁な属の独立栄養性種 *Gymnodinium catenatum* について、葉緑体内で機能するヘム、クロロフィル、IPP およびカロテノイド合成経路、カルビン回路、光合成に関わる遺伝子群の発現を比較することにより、葉緑体縮小進化の遺伝的プロセスを解明することを目的とした。

独立栄養性種 *P. asymmetricum*、*P. inerme*、*G. catenatum* の葉緑体関連遺伝子群は類似の発現パターンを示した。一方、従属栄養性種 *P. stigmaticum* では、光化学系 II とその光捕集複合体の遺伝子群や *rbcl* 遺伝子の発現が見られないことが判明した。また、本種ではクロロフィルやカロテノイド合成経路の一部の遺伝子発現が欠如していたが、ヘムや IPP 合成経路の遺伝子群では他の独立栄養性種と近い発現が見られた。これらの結果は本種に見られる光合成活性と炭素固定能力の消失という特徴と整合性があり、葉緑体縮小の初期段階における遺伝子発現の変化過程の一例を示していると考えられた。(<sup>1</sup>北大・院理、<sup>2</sup>神戸大・内海域セ)

**B08** ○高橋 昂平<sup>1</sup>・豊岡 博子<sup>2</sup>・山本 荷葉子<sup>3</sup>・浜地 貴志<sup>4</sup>・大槻 涼<sup>5</sup>・鈴木 重勝<sup>6</sup>・山口 晴代<sup>6</sup>・河地 正伸<sup>6</sup>・東山 哲也<sup>1,7,8</sup>・野崎 久義<sup>1,6</sup> : 緑藻ボルボックス系列 *Pleodorina starrii* における 3 つの性表現型を決定する分子遺伝学的基盤の解明

藻類を含む一倍体生物の交配システムは、遺伝的に両性が決定しているヘテロタリック (単性型) と同一遺伝子型の細胞が両性の配偶子を形成するホモタリック (両性型) があるとされていた。しかし、緑藻ボルボックス系列 *Pleodorina starrii* において、一倍体生物の種内で初めて単性型オス・単性型メス・両性型の 3 個の性表現型の共存が見出され、交配実験により両性型は単性型オスと同一の性決定遺伝子 *MID* をもつ性決定領域 (SDR) を有し、常染色体領域中に両性型決定因子の存在が示唆された (Takahashi et al. 2021 *Evolution*)。

今回、*P. starrii* の 3 性表現型を決定する分子遺伝学的基盤を明らかにする目的で各性表現型株の全ゲノム配列を決定し、ボルボックス系列で保存的な性関連遺伝子の存在と発現を調査した。その結果、約 185 kb のオス SDR と約 137 kb のメス SDR が明らかとなり、両性型株の SDR はオスと同一であった。また、これまでメス特異的遺伝子とされていた配偶子接着遺伝子 *FUS1* が本種では 3 性表現型の常染色体領域に存在し、配列は基本的に同じであった。*MID*、*FUS1* を含む性関連 4 遺伝子の発現を性誘導条件と非誘導条件で解析し 3 性表現型間で比較したところ、これら遺伝子の性表現型間での発現調節機構の違いが示唆された。

(<sup>1</sup>東大・院・理、<sup>2</sup>法政大・生命科学、<sup>3</sup>日本女子大・理、<sup>4</sup>中央大・研究開発機構、<sup>5</sup>駒澤大・総合教育、<sup>6</sup>国環研・生物多様性、<sup>7</sup>名大・院・理、<sup>8</sup>名大・ITbM)

**B09** ○山岸 潮音<sup>1</sup>・山本 荷葉子<sup>2</sup>・高橋 昂平<sup>1</sup>・豊岡 博子<sup>3</sup>・鈴木 重勝<sup>4</sup>・山口 晴代<sup>4</sup>・河地 正伸<sup>4</sup>・東山 哲也<sup>1,5</sup>・野崎 久義<sup>1,4</sup>：緑藻ボルボックスにおける雌雄同株種から雌雄異株種への転換に関する分子生物学的研究

生殖システムの多様性と進化は様々な生物種で研究されている。ボルボックス節は盛んに有性生殖進化が研究されているボルボックス系列緑藻に属する。本節は雌雄同株 (homothallic) が祖先的で、雌雄異株 (heterothallic) が派生的だが (Hanschen et al. 2018, *Evolution*), その進化的転換の分子基盤に関する研究は少なく、雄特異的性決定遺伝子 *MID* が同株種 *Volvox ferrisii* (Yamamoto et al. 2017, *PLOS One*) と異株種 *V. perglobator* の雄 (Hanschen et al. 2018, *Evol. Ecol. Res.*) で報告されただけだった。我々はこの進化的転換の分子基盤を解明する足掛かりとして、*MID* ホモログに着目した。これまでに、本節全種の *MID* の探索と配列比較の結果、全ての同株種と異株種雄は *MID* 全長を保持し、同株と異株で分子進化的特徴が同様であることを明らかにした (山岸ら 本学会第 45 回大会)。今回、異株種 *V. roussetii* の全ゲノム解読と近縁な同株種との *MID* 発現比較を実施した。その結果、雌は雄と同じ *MID* 配列をもつが、発現は抑制されており、雄は同体種と同様の *MID* 発現パターンを示した。また、全ゲノムデータから雌雄間の染色体レベルの差異が示された。<sup>1</sup> 東大・理、<sup>2</sup> 日本女子大・理、<sup>3</sup> 法政大・生命科学、<sup>4</sup> 国環研・生物多様性、<sup>5</sup> 名大・ITbM

**B11** ○中山 卓郎・稲垣 祐司：緑色渦鞭毛藻 *Lepidodinium chlorophorum* におけるヌクレオモルフゲノムの存在検証

共生藻の核ゲノムの名残であるヌクレオモルフゲノム (Nm ゲノム) は、長らくクリプト藻類およびクロララクニオン藻類以外で存在が確認されていなかったが、緑藻由来の葉緑体をもつ渦鞭毛藻 MRD151 株・TRD132 株にも存在することが近年報告された。遺伝子のレパートリー比較からこれらのゲノムは既知の Nm ゲノムよりも縮退が進んでいないことが予想されている。

*Lepidodinium* 属渦鞭毛藻類は前述の渦鞭毛藻とは異なる系統であるが、同様に緑藻由来の葉緑体を持つ。過去に行われた透過型電子顕微鏡観察において、葉緑体周縁区画 (PPC) にはリボソームと考えられる構造が多数確認されるとともに、核膜様の二重膜に包まれた構造が観察されている。これらの観察結果は PPC における転写翻訳活性、および Nm ゲノムの存在を示唆するものである。しかし、この仮説に対し分子データを用いた検証は行われてこなかった。

本研究では *Lepidodinium chlorophorum* の RNAseq データを利用し、本種における Nm ゲノムの存在検証を試みた。復元されたトランスクリプトからは緑藻核ゲノム由来と考えられる rRNA 配列が発見された一方で、緑藻の配列に明らかかな相同性を示す転写翻訳関連遺伝子の転写物はごく少数であった。本発表ではさらに詳細な解析結果を示すとともに *L. chlorophorum* におけるヌクレオモルフゲノムの存在および PPC の転写翻訳活性について議論する。(筑波大・計算科学研究セ)

**B10** ○鈴木 重勝<sup>1</sup>・嶋田 勢津子<sup>2</sup>・蒔田 由布子<sup>2</sup>・山口 晴代<sup>1</sup>・松井 南<sup>2</sup>・河地 正伸<sup>1</sup>：緑色植物の初期分岐系統における鞭毛誘導機構の解析

緑色植物の初期分岐系統は、ほとんどが不動球状細胞性の種で構成されている。しかしながら、不動球状性ステージのみが知られる *Prasinoderma* や *Chloropicon* において鞭毛遺伝子が保存されていることから、潜在的な遊泳細胞ステージの存在が推測されている。遊泳細胞ステージは、緑色植物の初期進化、生態や環境応答機構の理解に重要であるが、多くの藻類において、培養条件下で遊泳細胞を誘導することは困難である。

我々は不動球状性の *Pycnococcus*, *Prasinococcus*, *Chloroparvula* の全ゲノム解析を行い、他のプラシノ藻との比較解析を行った。その結果、不動球状性とされていた多くのプラシノ藻で、鞭毛を構成するほぼすべての遺伝子セットが保存されており、未知の遊泳細胞ステージの存在が示唆された。さらに、自由生活性バクテリアと共培養することで、鞭毛遺伝子が保存されていたほとんどの不動球状性種で遊泳細胞を誘導することに成功した。したがって、バクテリアによる遊泳細胞ステージの誘導機構が、緑色植物の共通祖先で既に獲得されていたと考えられる。また、プラシノ藻の遊泳細胞を誘導しないバクテリアの変異株を作成したところ、変異株は運動性を欠き鞭毛がないことが示唆された。したがって、バクテリアの鞭毛または運動性がプラシノ藻の遊泳細胞の誘導に関与していると考えられる。

(<sup>1</sup> 国立環境研究所、<sup>2</sup> 理研・環境資源科学研究センター)

**B12** ○田辺 雄彦・山口 晴代：淡水の微細藻類と共生する  $\alpha$  プロテオバクテリア新規系統群のパンゲノム解析

自然環境中の微細藻類は、様々な細菌との多様な相互作用 (共生・寄生関係など) の中で生息している。海の微細藻類 (珪藻、渦鞭毛藻、円石藻など) と細菌の相互作用についてはこれまでかなり研究が進んでおり、とくに *Roseobacter* clade と称する  $\alpha$  プロテオバクテリアの系統群については、必須ビタミンの相互補完や quorum sensing に代表されるインフォケミカルを介した藻類との複雑かつ巧妙な共生機構が明らかにされている。一方、淡水産の微細藻類については、共存細菌のメタゲノム解析による種組成の記載に留まる研究がほとんどであり、共生機構にまで踏み込んだ研究は少ない。演者らは、2015 年に淡水産の緑藻 *Botryococcus braunii* と共生関係にある新規細菌 '*Candidatus Phycosocius bacilliformis*' を報告した (Tanabe et al., 2015 *Sci. Rep.*)。その後、演者および他の研究者によって報告された '*Ca. P. bacilliformis*' の近縁種の分離源はすべて淡水産の微細藻類であったことから、これらの種は淡水で藻類と密接な関係を持つ新規系統群を構成していることが示唆される。本発表においては、'*Ca. P. bacilliformis*' を含めた近縁種のパンゲノム解析の結果に基づき、これらの細菌と藻類の共生機構について考察する。また、この淡水の細菌系統群と海産の *Roseobacter* clade との共通性・相違性について議論し、藻類-細菌共生系の普遍的特性に迫りたい。

(国立環境研)

**B13** ○高野 義人<sup>1</sup>・櫻井 哲也<sup>2</sup>・池田 彩乃<sup>3</sup>・遠藤 寿<sup>4</sup>・外丸 裕司<sup>5</sup>・緒方 博之<sup>4</sup>・長崎 慶三<sup>2</sup>: 渦鞭毛藻 *Heterocapsa circularisquama* に感染するウイルス HcDNAV の単細胞トランスクリプトーム解析

HcDNAV は, *Heterocapsa circularisquama* (Hc) に感染する大型 (直径約 200 nm) の二本鎖 DNA ウイルスである。発表者らはこれまで, HcDNAV 感染後の Hc 細胞内でのウイルス合成工場 (ウイロプラズム) の形状変化や HcDNAV 部分配列のコピー数の経時変化を明らかとしてきた。今回は, 感染成立から複製され排出されるまでの遺伝子発現の変化を調べるためにトランスクリプトーム解析を行った。まず, HcDNAV の抽出 DNA から, MiSeq, MinION, およびサンガーシーケンサーを用いて, ゲノム全長解読を行った結果, 384,156 bp となった。これまでの研究から HcDNAV と Hc については混和後に感染が成立するタイミングは一定ではなく, 時には感染しない宿主細胞もみられた。そこで, 1 細胞ずつ細胞内のウイロプラズムの形状を観察した細胞を用いてトランスクリプトーム解析を行った。合計 120 細胞から作製したライブラリーを, HiSeq X を用いて解読した。ゲノム配列から予測された 260 個の遺伝子のうち 150 個の発現が検出された。各細胞からは, 0 から 31 個の遺伝子の発現が検出された。また, 各遺伝子は, 1 から 82 個の細胞から検出された。ウイロプラズムの形状を基に 5 段階に分けて検出された遺伝子について考察する。

(<sup>1</sup>高知大・海洋コア, <sup>2</sup>高知大・農林海洋, <sup>3</sup>筑波大・糸状菌相互応答講座, <sup>4</sup>京都大・化研, <sup>5</sup>水産研究・教育機構)

**B15** 諸見里 怜奈<sup>1</sup>・○平川 泰久<sup>2</sup>: プロテオームで紐解くピレノイドの分子進化

ピレノイドは炭素固定酵素 Rubisco が集合した構造体で, 多様な真核藻類の葉緑体内で普遍的に見られる。水中で藻類は, ピレノイドに Rubisco と二酸化炭素を濃縮することで, 効率的に炭素固定を行っていると考えられている。一般的にピレノイドは膜に囲まれておらず, 液-液相分離により形成されると考えられている。近年, モデル緑藻の *Chlamydomonas* でピレノイド形成に関与する複数のタンパク質が報告されてきた。しかし, その他の藻類ではピレノイドを構成する Rubisco 以外のタンパク質は不明であった。我々は, 緑藻を二次共生することで葉緑体を獲得したクロララクニオン藻を用いて, プロテオーム解析を基に複数のピレノイド構成タンパク質を明らかにした。緑藻とクロララクニオン藻のピレノイドには全く異なるタンパク質が局在しており, その形成機構は大きく異なることが示唆された。加えて, 同定されたピレノイド構成タンパク質の中には, 種に特異的なものも含まれており, 種レベルでピレノイド構成タンパク質が多様化している可能性も示唆された。本発表では, 普遍的に存在するピレノイドの多様な分子進化について考察したい。

(<sup>1</sup>筑波大・生命地球科学, <sup>2</sup>筑波大・生命環境系)

**B14** ○本郷 悠貴<sup>1</sup>・木村 圭<sup>2</sup>・高木 善弘<sup>3</sup>・吉田 ゆかり<sup>3</sup>・長崎 慶三<sup>4</sup>・羽野 健志<sup>5</sup>・外丸 裕司<sup>5</sup>: 海産珪藻 *Chaetoceros tenuissimus* のゲノム中に見られた感染性ウイルス遺伝子の挿入履歴

海洋中の珪藻は, 捕食・感染・環境ストレスなどに曝されつつもその集団を維持しており, 生態系の一次生産を担っている。その中でも珪藻 *C. tenuissimus* は, 個体を死滅させる感染性ウイルスが単離・同定されており, しかも海洋中で共存関係にある。こうした共存関係を理解するために, ホストのゲノム解析を実施したところ, 半数体ゲノムサイズ約 41Mb の中に, 感染性ウイルスがコードする replication-associated protein に相同な遺伝子断片 (endogenous virus-like fragment, EVLF) が挿入されていることを発見した。この EVLF は, 国内の地理的分布の異なる他株についても同じ座位に挿入されていることから, *C. tenuissimus* の祖先株で挿入が起こったと推察された。また, EVLF コード領域の両端には target site duplication と言われる逆転写機能を有するレトロトランスポゾン的一种が残す特徴的な配列が存在したことから, 感染時にホストのレトロトランスポゾンがウイルスの mRNA を逆転写して挿入を促したと考えられた。EVLF は低量ながら発現しているが, どういった役割があるかわかっていない。しかし, ゲノムへの挿入は進化歴において関係性が密であることを示している。

(<sup>1</sup>水研機構・資源研, <sup>2</sup>佐賀大学, <sup>3</sup>海洋研究開発機構, <sup>4</sup>高知大学, <sup>5</sup>水研機構・技術研)

**B16** ○吉田 和広<sup>1</sup>・太田 洋志<sup>2</sup>・岩永 卓也<sup>2</sup>・三根 崇幸<sup>2</sup>・南浦 修也<sup>3</sup>・山口 創一<sup>3</sup>・木村 圭<sup>1</sup>: 高時空間解像度でのクロロフィル蛍光測定による有明海珪藻赤潮の発生予測

珪藻は, 海洋中で盛んに増殖する光合成性微細藻類であり, 重要な基礎生産者である。しかし, 沿岸域では, しばしば珪藻が異常増殖 (赤潮化) し, 海水中の栄養塩を枯渇させる。有明海では, 毎年のノリ養殖期に珪藻赤潮が発生し, その結果, 養殖ノリが色落ちし, 甚大な漁業被害を与える。もし, 珪藻赤潮の発生を予測できれば, 漁業者のノリ摘採時期の指標となり, 被害を抑えることが期待できる。そこで, 2020 年-2021 年のノリ養殖期に有明海 13 測点の表層水を週 1-3 回採取し, 表層水中の植物プランクトンの光合成活性を測定し, 有明海の珪藻赤潮の発生予測を行った。光合成活性は, PAM 式蛍光光度計で光合成最大量子収率  $F_v/F_m$  および光合成-光曲線の光飽和指数  $E_k$  で評価した。ノリ養殖初期の 11 月-12 月中旬までは, 植物プランクトンおよび光合成活性は低く ( $F_v/F_m = 0.1-0.2$ ), 赤潮は見られなかったが, 12 月下旬-1 月中旬では,  $F_v/F_m$  が 0.3-0.4 まで増加し, *Skeletonema* 属珪藻などの赤潮が発生した。興味深いことに,  $F_v/F_m$  が顕著に増加した 3 日-7 日後に赤潮が発生し, クロロフィル蛍光から赤潮の予測に成功した。また, 赤潮発生時には, 赤潮前後と比べて, 赤潮種の異常な生物量のために海中の光が過剰に吸収され, 光が制限されていた可能性も  $E_k$  の結果から示唆され, 光制限が赤潮を終息させた可能性を示唆した。

(<sup>1</sup>佐賀大・農, <sup>2</sup>有明水産振興会, <sup>3</sup>九州大・総理工)

**B17** ○竹下 毅<sup>1,2</sup>・瀧田 香織<sup>2</sup>・石井 公太郎<sup>3,5</sup>・風間 裕介<sup>4,5</sup>・阿部 知子<sup>5</sup>・河野 重行<sup>2,6</sup>：重イオンビーム照射とロバストスクリーニングにより単離されたヘマトコッカス変異株

重イオンビームは、藻類を含む多様な生物種における突然変異育種のための新規かつ有効な変異原として広く利用されている。目的に即した変異体を得るためには適切な大規模スクリーニングが必要である。ヘマトコッカス (*Haematococcus pluvialis*) を用いて、環境ストレスに強く、長期の乾燥などで死滅する細胞の少ない、頑健なロバスト株を単離することを目的とし、ユニークで簡便かつ効果的な方法を考案した。本研究では、ヘマトコッカスに対して、炭素イオン、アルゴンイオン、鉄イオンの重イオンビームを様々な線量で照射した後、生き残った約1万コロニーを96ウェルプレートに接種して約2週間培養し、冷蔵庫に3~12ヶ月そのまま放置して乾燥させた。これらの96ウェルプレートでは約3分の1のウェルの細胞が死んで白色化し、残りのウェルは赤と緑がほぼ均等に混在していた。赤と緑のウェルから分離した変異型株(G4, G7, R1 など)と野生型株のロバスト性を、ストレス条件下 (125  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 連続光 LL, 45mM 酢酸ナトリウム添加) で比較検討した。野生型株では、ほとんどが死滅し、93.9%が死細胞となっていた。一方、G4株では死滅する細胞は少なく、生存率は91.8%であった。また、野生型株と比較して、カロテノイド生産に優れたG7株やR1株などの変異型株はより高いロバスト性を示した。

(<sup>1</sup> (株) アルガルバイオ, <sup>2</sup> 東京大・院・新領域, <sup>3</sup> 量研・放医研, <sup>4</sup> 福井県大・生物資源, <sup>5</sup> 理研・仁科センター, <sup>6</sup> 東京大・FC推進機構)

**B19** ○野崎 久義<sup>1,2</sup>・森 史<sup>3</sup>・田中 陽子<sup>2</sup>・松崎 令<sup>2,4</sup>・山口 晴代<sup>2</sup>・河地 正伸<sup>2</sup>：多細胞性ボルボックス系列アストレフォメネの凍結保存

緑藻類のボルボックス系列は単細胞性のクラミドモナス (*Chlamydomonas*) と多細胞性の多くの種が含まれ、多細胞化と有性生殖の進化が同時に研究できる唯一の生物群である。本系列を用いた多分野の研究がここ20年の間に活発に実施されるようになった。しかし、多細胞性の本系列では研究の根幹をなす「培養材料」の殆どが「継代培養法」で維持されている。従って、培養株は個々の研究者の「日常的努力」に委ねられている。また、藻類カルチャーコレクション UTEX の本系列の多細胞性アストレフォメネ (*Astrephomene*) 属2種15株 (Starr & Zeikus 1993, J. Phycol.) は現在では利用できない。一方、Nakazawa & Nishii (2012, CryoLetters) は凍結保護剤の改良で多細胞性ボルボックス系列の凍結保存の可能性を明らかにしたが、生存率等の詳細なデータはなく、本手法は藻類コレクションの凍結保存株には利用されていなかった。このままではようやく萌芽的に発展しつつある興味深い「多細胞化と雌雄性進化」の研究が次世代の研究者には伝えられないという結論に至り、本生物群の凍結保存株の確立を目指し、最近我々はゴニウム (*Gonium*) の栄養細胞と接合子を用いた凍結保存条件を確立した (野崎ら 2021, 植物学会大会)。本発表では最近全ゲノム解読が実施され、非生殖細胞の平行進化の分子基盤が研究されたアストレフォメネ (Yamashita et al. 2021, Sci. Rep.) の凍結保存に関する研究成果を紹介する。(<sup>1</sup> 東京大・理, <sup>2</sup> 国立環境研・生物多様性, <sup>3</sup> 地球・人間環境フォーラム, <sup>4</sup> 筑波大・生命環境)

**B18** ○福島 のぞみ・木下 翔平・町田 賢司・後藤 稔・塩崎 諭・土肥 瑞穂：Chlamydomonas 変異株 (Honda DREAMO 株) の機能性と連続培養特性

近年、藻類を利用してCO<sub>2</sub>を固定する技術が注目されているが、その普及には経済性とLCAの成立が不可欠である。

我々はCO<sub>2</sub>をエネルギーや有価物に変換するのに適した特性を持つ藻類として *chlamydomonas reinhardtii* の変異株である Honda DREAMO 株 (HDM) を開発した。今回は、その特性と利用について報告する。

HDMは細胞壁が薄く、最小限の物理的破壊で内容物を利用可能である。食品分野ではアミノ酸スコアが97.5と肉に匹敵する高スコアであり、蛋白源としての利用が可能である。またHDMの抽出物はレチノイン酸受容体やアドレナリン受容体への作用も確認されたことから、乾癬や悪性腫瘍、また高血圧の治療への利用も期待される。

更に我々は、HDMの様々な原料用途を想定した三大栄養素の比率の容易な変更の可能性と、培養時に発生するCO<sub>2</sub>量を低減するため培養液リサイクルの可能性について検討を実施した。その際、平均0.30g/L/day以上(10L14D)の生産量の維持を条件とした。その結果、培養4日目まで主成分比率の変更を可能とし、更に12回以上(連続培養3か月以上)のリサイクルを可能とする培養液調整法の確立に成功した。これにより、連続培養では培養液を廃棄・消毒する必要がなく、回収した藻と同等の培養液を添加するのみで運用可能であるという結果に至った。また開発中のフォトバイオリクターを用いた屋外連続培養試験では、通期平均0.27g/L/dayの生産量が観測され、国内でも四季を通して安定した藻の生産が可能であることが証明された。

(本田技術研究所)

**P01** ○Fei Wang・Toru Tsuchiya・Hideaki Miyashita : Far-red light-induced photosynthetic protein rearrangement in *Neochloris* sp. Biwa 5-2

*Neochloris* sp. Biwa 5-2 can grow under the far-red light with the decrease of Chl *b* contents during its acclimation process. Based on our previous research, we hypothesized that a new antenna connecting to PSII was synthesized to absorb far-red light. To confirm this, researches on protein composition were conducted. Four fractions enriched with LHCII, PSII, PSI-LHCI-PSII complex in thylakoid membrane were separated by sucrose gradient ultracentrifugation. In the LHCII fraction, HPLC results showed the Chl *a/b* ratio of FR cells increased 4 times than that of WL cells. It's indicated that the reduction of Chl *b* content occurs mainly in the LHCII fraction, which was also shown in the absorption spectra. While no long-wavelength absorption by red-shift Chls was observed in all four fractions, protein restructures of light-harvesting complexes LHCI and LHCII were revealed by SDS-PAGE. In the fraction of PSI-LHCI-PSII complex, antenna proteins were decreased. However, in the LHCII fraction, two Chl *a/b* binding antennae were decreased and a new Chl *a* binding light-harvesting protein was synthesized. This research firstly observed the restructure of LHCI protein composition was induced by far-red light conditions in far-red light living green algae, in addition to the restructure of LHCII proteins. (Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University)

**P03** ○山川 宥紀<sup>1</sup>・宮内 啓喜<sup>1</sup>・前野 俊樹<sup>1</sup>・中村 保典<sup>2</sup>・小野 雅美<sup>2</sup>・尾崎 紀昭<sup>2</sup>・藤原 祥子<sup>1</sup>: 原始紅藻 *Cyanidioschyzon merolae* のイソアミラーゼ変異株の解析

光合成生物は、光合成産物を  $\alpha$ -グルカンもしくは  $\beta$ -グルカンの形で貯蔵する。シアノバクテリアや緑色植物、紅藻は  $\alpha$ -グルカンをもつが、シアノバクテリアがグリコーゲンをもつのにに対し、緑色植物はアミロペクチンとアミロースからなるデンプンを、紅藻はセミアミロペクチンを含む紅藻デンプンをもつことが知られている。しかし最近、最も原始的な紅藻類イデコゴメ亜門では、*Cyanidioschyzon* はセミアミロペクチンをもつが、その他の属 (*Cyanidium* と *Galdieria*) ではグリコーゲンをもつことが分かり、この貯蔵多糖の違いはデンプン枝作り酵素とイソアミラーゼ (ISA) などの枝切り酵素の活性の違いによる可能性が考えられた。そこで本研究では、貯蔵多糖合成系の進化を明らかにすることを旨として、*C. merolae* の ISA に着目し、ISA 遺伝子 *CMS197C* と *CMI294C* の破壊株  $\Delta$ *CMS197C* と  $\Delta$ *CMI294C* を作製し、ISA のデンプン合成系における役割について検討した。

デンプン含量についてコントロール株、 $\Delta$ *CMS197C* 株、 $\Delta$ *CMI294C* 株の間で比較したところ、 $\Delta$ *CMI294C* 株では他の株と比べて有意に低い値を示した。また、セミアミロペクチンの鎖長分布の比較から、*CMS197C* は極短鎖の切断に特化した酵素であるのに対し、*CMI294C* はブロードな鎖長の鎖を切断できることが示唆された。さらに、コントロール株の明条件下での ISA mRNA 量を調べたところ、*CMI294C* は *CMS197C* の約 50 倍量発現していた。これらのことから、*CMI294C* がデンプン合成時に発現する主要な ISA であり、ブロードな鎖長の鎖に作用してセミアミロペクチンの枝を切りそろえデンプン合成に重要な働きをしていることが示唆された。(1 東葉大 生命, 2 秋田県立大 生物資源)

**P02** ○高野 智之<sup>1</sup>・野崎 久義<sup>2,3</sup>・坂山 英俊<sup>1</sup>: アオミドロ類 (ストレプト植物門・ホシミドロ藻綱) の葉緑体ゲノム解説に基づく分子系統解析及び一未記載種

接合藻類ホシミドロ科アオミドロ属 (*Spirogyra*) は陸上植物を含むストレプト植物に属する糸状藻類であり世界中の淡水域に広く生育する。ホシミドロ科にはアオミドロ属に類似したシロゴニウム属とテムノギラ属があり、これら3属をまとめてアオミドロ類と呼称する。アオミドロ類の多くは接合胞子を形成するが、一部の種は接合胞子の代わりに不動胞子を形成する。不動胞子を形成する種の分子情報は限られており、そのうちの一種 *S. mirabilis* のみが系統解析に用いられていた。

我々はアオミドロ類の系統関係を明らかにするために野外サンプルから培養株を確立し、接合誘導によって種同定を行ってきた (Takano *et al.* 2019, *Sci. Rep.*)。本研究で静岡県下田市の水田から確立した培養株 (izu1006 株) は、接合誘導すると主に不動胞子を形成した。この不動胞子には不規則な細孔模様が観察され、その点で不動胞子を形成する他のアオミドロ類とは区別された。この izu1006 株の *rbcl* 塩基配列は既存の配列とは一致しなかった。また、次世代シーケンサーによって得られた葉緑体全ゲノム配列に基づく分子系統解析の結果、アオミドロ類の約 45 系統についての系統関係は高い統計的支持率で示され、この種は *S. mirabilis* とは系統的に離れていた。このことからアオミドロ類において不動胞子形成は複数回独立に進化したことが示唆された。

(<sup>1</sup> 神戸大・院・理, <sup>2</sup> 東大・院・理, <sup>3</sup> 国環研・生物多様性)

**P04** ○青木 大地<sup>1</sup>・平川 泰久<sup>2</sup>: クロララクニオン藻における T7 フェージ型 DNA ヘリカーゼの局在と進化

二本鎖 DNA をほどこ酵素である DNA ヘリカーゼは、ゲノム複製において重要な役割を果たしている。ミトコンドリアゲノムや葉緑体ゲノムの複製では、T7 フェージ型ヘリカーゼである TWINKLE が関与することが知られている。TWINKLE はプライマーゼとヘリカーゼの両方のドメイン配列を含むタンパク質で、動物ではミトコンドリアで機能することが知られているが、マラリア原虫ではアピコプラスト (痕跡的葉緑体) に、陸上植物では葉緑体とミトコンドリアの両方に局在することが報告されている。TWINKLE の細胞内局在は生物間で異なっており、その進化過程に興味もたれる。本研究では、緑藻を細胞内共生することで二次葉緑体を獲得したクロララクニオン藻において、TWINKLE がどちらのオルガネラに局在するのかを解析した。GFP 融合タンパク質を用いた局在解析により、クロララクニオン藻の TWINKLE はミトコンドリアに局在することが示唆された。加えて、分子系統解析により、本藻の TWINKLE は陸上植物や緑藻の TWINKLE とは異なるクレードに含まれることが分かった。本発表では、TWINKLE の細胞内局在と系統進化について考察する。

(<sup>1</sup> 筑波大・生物学類, <sup>2</sup> 筑波大・生命環境系)

**P05** ○川口 遼太<sup>1</sup>・豊島 拓樹<sup>1</sup>・高市 真一<sup>2</sup>・川崎 信治<sup>1,2</sup>: 過酷な生育環境から単離した微細藻類の系統分類と生理解析

一般の光合成生物が生育困難となる過酷な生育環境に生息する光合成生物には、新規な生命応答の存在が推定されることから、当研究室では過酷な生育環境に由来する光合成微生物のスクリーニングを行っている。これまでに複数の新種候補株の同定や、光合成生物では報告例のない水溶性アスタキサンチン結合タンパク質 (AstaP) の同定に関して報告した。本学会では 2020 年以降に行った強光が付随する過酷な環境からの微細藻類の探索と同定、並びに強光防御や活性酸素消去に関する機能性素材の探索について報告する。

数種の培地を用いて、複数のサンプリング源から微細藻類のスクリーニングを行い、純粋培養に成功した単離株の 18S rRNA 遺伝子配列による簡易同定を行った。その結果、単離した計 90 株の微細藻類は緑藻綱の *Bracteacoccus* 属やトレボウクシア藻綱の *Chloroidium* 属など複数の属に分類され、系統的な多様性を示した。また H15A 株を始めとして、既知種とは顕著に系統が異なる株が検出されたため、ITS2 領域や細胞構造の解析による種の同定を進めている。培養中に色素変化や油滴の蓄積、細胞の肥大化などが観察された株に関しては、GC や LCMS を用いたメタボローム解析を行っている。脂質や水溶性成分の解析を行ったところ、オイルの蓄積やカロテノイド、アミノ酸組成の変化が観察されたため、詳細な解析を進めている。

(<sup>1</sup> 東農大・院・バイオ, <sup>2</sup> 東農大・分子微生物)

**P07** ○伴 広輝・遠藤 寿・岡崎 友輔・緒方 博之: MMETSP データベースにおけるコンタミネーション

The Marine Microbial Eukaryotic Transcriptome Sequencing Project (MMETSP) データベースは 40 以上の門に属する多様な海洋真核微生物のトランスクリプトームデータを集めたデータベースである。昨年, Van Vlierberghe ら (2021) によって同データベース上のいくつかのデータには他の生物の配列の混入 (コンタミネーション) が存在していることが指摘されている。これらのコンタミネーションは同データベースを用いた進化・生態研究を誤った結論へと導く可能性があり、できる限り取り除かれることが望ましい。

一方で, Van Vlierberghe らの解析はその手法に問題があると考えられた。同データベースがもつ分類群の多様性の利点を活かしつつコンタミネーションを最小限にするには、状況を正確に把握する必要がある。

そこで我々は種間の HGT が比較的起こりにくいと考えられるリボソームタンパク質の配列情報を各サンプルから検出し、lowest common ancestor (LCA) 法を用いてそれぞれのタンパク質がどの生物群に由来するかを割り当てることによって、各サンプルにどの程度の配列の混入があるかを調査した。その結果、明らかにコンタミネーションが見られるサンプルが複数個存在し、またコンタミネーションの可能性が现阶段では否定できないサンプルも多数見られた。今後は、今回の結果をもとにデータベースのクリーニング等を行うことで新たなデータセットを作成することを目指したい。

(京大・化研)

**P06** ○中島 菜々子<sup>1</sup>・吉田 和広<sup>1</sup>, 外丸 裕司<sup>2</sup>・木村 圭<sup>1</sup>: 珪藻 *Chaetoceros tenuissimus* に関連するサテライトウイルス様 DNA 因子の探索

浮遊性珪藻 *Chaetoceros tenuissimus* には、本藻に感染して死滅させる ssDNA ウイルス (CtenDNAV type-I, -II, -III) の存在が明らかになっている。一方、分離された ssDNA ウイルス株中に、ssDNA ウイルスの主要ゲノム (~6kb) とは異なる DNA 因子 (~1.2kb) が混在することが見出された。先行研究では、本因子がサテライトウイルスである可能性を指摘してきた。本研究では、これまで分離収集された ssDNA ウイルスライブラリー中における、本サテライトウイルス様 DNA 因子 (StVL-DNA) の存在有無を調査するとともに、それらの多様性を解明することを目的とした。2010-2014 年に分離した ssDNA ウイルス 274 株を対象として、StVL-DNA の存在有無を nested-PCR 検出法にて判定した。その結果、全株中 29 株から StVL-DNA が検出された。当該 29 株を、ライブラリー作製時のウイルス分離に用いた宿主珪藻株によって区別した。その結果、*C. tenuissimus* NIES-3714 株を宿主とするウイルス 179 株ならびに *C. tenuissimus* NIES-3715 株を宿主とするウイルス 95 株の内、それぞれ 26 株ならびに 3 株から StVL-DNA が検出された。一方、ssDNA ウイルスの種で区別すると、CtenDNAV type-I (27 株) では検出がなく、CtenDNAV type-II (176 株中) では 19 株から、CtenDNAV type-III (71 株中) では 10 株から StVL-DNA が検出された。この結果から、StVL-DNA が ssDNA ウイルス種に依存して存在する可能性が示された。現在、検出された全ての DNA 因子の配列の解読を試みており、本因子の多様性解明に取り組んでいる。

(<sup>1</sup> 佐賀大学, <sup>2</sup> 水産機構)

**P08** ○飯島 裕加里・近藤 美鞠・大石 裕太郎・藤原 祥子・佐藤 典裕: クロレラにおける As ストレス誘導性のトリアシルグリセロール蓄積・炭素とエネルギーの代謝調節

クロレラは、80 mM ヒ酸添加の As ストレス下、72 h の培養で、バイオディーゼル燃料の原料のトリアシルグリセロール (TG) を細胞乾重量の 15.3% まで蓄積し、同時に As を 0.13% まで吸収する。したがって、クロレラはバイオ燃料生産と As 汚染水浄化の二元的利用が期待される。本研究では、クロレラで As ストレス誘導性の TG 蓄積機構を解析した。TG 合成には固定炭素とエネルギーが必要で、それらは光合成や呼吸が供給する可能性がある。クロレラでは As ストレス下、24 h で光合成は元のレベルの 15.5% に、72h で 4.5% に低下した。呼吸は 72 h でも元のレベルの 73.4% の低下に止まり、並んで、細胞のタンパク質量は 24h 以降、顕著に減少した。一方、As ストレス下、最初の 24 h での TG 蓄積は、直線的な光合成電子伝達系の阻害剤 DCMU により完全に抑制されたのに対し、呼吸阻害剤 KCN では 29% の抑制に止まった。As ストレス下、次の 24 h (24 ~ 48 h) での TG 蓄積は、24 h での DCMU, KCN の添加条件下、各々、26%, 34% が抑制された。以上の結果から、TG 合成は As ストレスの初期 (0 ~ 24 h) では光合成に大きく依存し、中期以降 (24h ~) はタンパク質を基質とする呼吸への依存度が増すことが示唆された。本研究では、As ストレス下での炭素代謝関連遺伝子の発現変動も報告し、As 誘導性の TG 蓄積機構を炭素代謝とエネルギー代謝の両面から議論する。

(東葉大・院・生命)

**P09** ○伊藤 友洋<sup>1</sup>・吉岡 登生<sup>3</sup>・Gregory N. Nishihara<sup>2</sup>・遠藤 光<sup>3</sup>・寺田 竜太<sup>1</sup>: 褐藻ノコギリモクの光合成における光の波長利用特性と環境ストレスの影響

ノコギリモクは日本の温帯域に広く分布し、大規模なガラム場を漸深帯に形成する多年生種である。本研究では、本種の光合成における光の波長利用特性や、量子収率の温度応答、乾燥に対する影響について明らかにすることを目的とした。

材料は山口県周防大島町で採取し、溶存酸素(DO)センサーとパルス変調クロロフィル蛍光器(PAM)を用いて測定した。前者では、青、緑、赤色光(LED)と白色光(メタルハライドランプ)下において、光合成・光曲線を作成した。後者では、最大( $F_vF_m$ )および実効( $\Delta F/F_m'$ )量子収率に対する温度(4~40°C)の影響を6日間の培養で測定すると共に、藻体を最大8時間干出させ、乾燥中と再び海水に戻した後の $\Delta F/F_m'$ を測定した。

光合成・光曲線の最大光合成速度( $NP_{max}$ )は、青色光が白色光と同等の光合成速度を示して最大となり、次いで緑色光、赤色光と低くなった。青色光は他の光に比べて初期勾配が低く、補償点、飽和光量は高い値となり、他の波長の光に比べて光要求性が高いことが示唆された。 $F_vF_m$ と $\Delta F/F_m'$ に対する温度の影響では、10°C以下の低温での応答が異なり、暗処理下の $F_vF_m$ は高く維持されたのに対し、光量50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の $\Delta F/F_m'$ は顕著に低下した。一方、32°C以上の高温では両者とも顕著に低下した。乾燥応答では、45分以上の乾燥で含水率が50%を下回ると $\Delta F/F_m'$ が著しく低下し、その後藻体を海水に戻しても、 $\Delta F/F_m'$ は回復せず、乾燥耐性が高くないことが示唆された。

(<sup>1</sup> 鹿大・院・連農, <sup>2</sup> 長大・環シナ海セ, <sup>3</sup> 長大・水)

**P11** ○新北 成実<sup>1</sup>・寺田 竜太<sup>2</sup>: 鹿児島湾周辺と奄美大島北部における海草の分布と植生

鹿児島県での現在の海草の生育状況を明らかにすることを目的として、日本におけるアマモの分布南限域である鹿児島湾周辺と、熱帯性海草の多くが北限とする奄美大島北部(龍郷、笠利)で海草の分布と植生を調査した。

2021年2月から12月にかけて、鹿児島湾周辺と奄美大島北部の合計99地点で調査を実施した。調査地は、過去の調査記録を基に選定した。調査では、潜水または海岸踏査によって海草を目視で確認し、ランダムに10カ所程度設置した方形枠(50×50cm)で被度を測定した。また、大規模な群落は目視で大きさを記録し、これらのデータを基にアマモ場の面積を算出した。また、調査地では水質(水温、塩分、溶存酸素)測定し、採水して栄養塩(溶存無機窒素と無機リン)の濃度を実験室で測定した。採集した海草は、種を同定して標本を作製した。

鹿児島県本土では、5種(アマモ、コアマモ、カワツルモ、オオウミヒルモ、ヤマトウミヒルモ)の海草を確認したが、アマモ場の面積は6.5ha程度だった。特に、アマモは生育地、藻場面積ともに、2006年の調査結果よりも減少していた。奄美大島北部では、6種(コアマモ、ホソバウミジグサ、ウミジグサ、オオウミヒルモ、ウミヒルモ、ホソウミヒルモ)の海草の生育を確認した。しかし、過去の標本で確認された5種(ベニアマモ、リュウキュウアマモ、マツバウミジグサ、リュウキュウスガモ、トゲウミヒルモ)は今回の調査で確認できなかった。いずれの地点でも、ウミヒルモやオオウミヒルモがパッチ状に点生する程度であり、藻場として面積の算出が難しい状況だった。

(<sup>1</sup> 長大・水, <sup>2</sup> 長大・院・連農)

**P10** ○新井 嵩博<sup>1</sup>・小山 知洋<sup>1</sup>・福岡 将之<sup>1</sup>・北野 瑞生<sup>1</sup>・宇田 春花<sup>2</sup>・鈴木 秀和<sup>1</sup>・神谷 充伸<sup>1</sup>: 17年分の保存標本を利用した沖縄県渡嘉敷島の海藻相解析

亜熱帯性海藻の主な生育地である琉球列島では、これまで多くの海藻相の報告があるものの、長期にわたって同地点で調査した例はほとんどない。東京海洋大学の課外活動団体である水産生物研究会は、毎年2、3月に慶良間諸島渡嘉敷島渡嘉志久湾にてシュノーケリング・磯採集で海藻・海草を網羅的に採集し、1998年から2019年の標本約1400点を保管している。そこで本研究では、これらの保存標本を利用して渡嘉志久湾の正確な海藻相と経年変化を解明することを目的とした。その結果、藍藻3分類群、アオサ藻62分類群、褐藻33分類群、紅藻69分類群、海草3分類群の合計170分類群が同定された。近隣の沖縄島などに比べ、静穏環境に生育するホンダワラ種や海草種が少なかったが、湾内には広い礁湖が存在せず、大規模な藻場が形成されにくかったためと考えられる。近縁な分類群ごとに経年変化をみると、2011年からアカモクの漂着が記録され始め、2013年以降、キリンサイ類の出現記録が減少していた。漂着物に混じって打ち上げ海藻として採集されたミル、フダラク、アカモクは南西諸島の生育がほとんどみられないことから、中国大陸から漂着した可能性がある。長期にわたって同じ地点で継続的に海藻相を調査することは、環境変動の影響を把握する上で有効と考えられる。

(<sup>1</sup> 海洋大・院・藻類, <sup>2</sup> 海洋大・藻類)

**P12** ○須賀 菜々子<sup>1</sup>・小林 哲幸<sup>1</sup>・菊地 則雄<sup>2</sup>・鳥田 智<sup>1</sup>: 紅藻アマノリ類の異なる温度環境における生育特性と脂肪酸に関する解析

紅藻アマノリ類は、世界各地の沿岸域に広く分布し、日本では全国各地の汽水域から海水域において飛沫帯から漸深帯の深所に生育している。アマノリ類には、南北に広い分布域をもつ種がみられるため、様々な水温への適応能が備わっていると考えられる。本研究では、紅藻アマノリ類の温度適応に着目して、生育特性を解析したほか、脂肪酸解析により低水温適応に関連する不飽和脂肪酸の含量についても調べた。実験には、北海道産ウツブレイノリ *Pyropia pseudolinearis* (Ueda) N. Kikuchi, Miyata, M.S. Hwang & H.G. Choi および、岩手県産と沖縄県産マルバアマノリ *Phycocalidia suborbiculata* (Kjellman) Santiañez & M.J. Wynne の系統保存株に由来する葉状体を用いた。葉状体を5, 10, 15, 20, 25°Cで7日間培養後、パルス変調クロロフィル蛍光測定法で光化学系IIの最大量子収率 $F_v/F_m$ と電子伝達速度 $rETR$ を求めた。また、葉面積の増減から生長速度も求めた。脂肪酸組成については、5, 10, 15, 20°Cで14日間培養した葉状体から脂質を抽出しガスクロマトグラフィーで解析した。その結果、水温5°Cの低水温環境では、すべてのアマノリ株で、最大量子収率 $F_v/F_m$ 、相対的電子伝達速度 $rETR$ 、日間相対生長率 $RGR$ が低い値だった。一方、脂肪酸解析では、すべてのアマノリ株でエイコサペンタエン酸EPAを多く含み、低水温になるにつれて全脂肪酸に対するEPA量が増加した。本研究により、低水温環境下のアマノリ類は、不飽和脂肪酸であるEPAの量を増やして生体膜の生理機能を維持することにより、枯死せず生育できることが示唆された。

(<sup>1</sup> お茶大・院・ライフサイエンス, <sup>2</sup> 千葉県立中央博物館分館海の博物館)

**P13** ○大森 貴人・鈴木 秀和・神谷 充伸：日本産スギノリ属藻類（紅藻綱スギノリ目）の系統分類学的研究

紅藻スギノリ属 *Chondracanthus* は世界中の亜熱帯・温帯域に 21 種が知られ、日本沿岸には 6 種が分布するが、国内で新分類に従った各種の形態や分布の比較は十分に行われておらず、日本産スギノリ属の遺伝的多様性に関する研究は皆無である。そこで本研究では、本属における遺伝的多様性と形態変異の把握を目的として、日本各地から採集した藻体と博物館標本を対象にミトコンドリア *cox1* 遺伝子による分子系統解析および形態観察を行った。その結果、既知の 6 種と未知の 1 種が検出された。スギノリ *C. tenellus* は本州各地から得られ、2 つのハプロタイプが検出された。カイノリ *C. intermedius* は関東周辺と福井県から採集し、4 つのハプロタイプが検出された。*C. okamurae* はスギノリと同様に本州沿岸に広く分布し、最も多い 7 つのハプロタイプが検出された。形態的には、枝が細く小型である点でカイノリと区別された。*C. cincinnus* は、これまでに韓国南部と北海道西岸からのみ報告されていたが、東北から四国まで幅広く分布しており、3 つのハプロタイプが検出された。カイノリよりも枝幅が広く分枝が多い個体が見られたが、明瞭に区別することはできなかった。一方、いずれの既知種とも配列が 3% 以上異なる個体が神奈川県真鶴と大分県佐賀関で採集され、DNA による種境界判定では独立種であることが示唆された。神奈川県は岩に囲まれた暗所から採集されたことから、特殊な環境に適応した新種の可能性がある。

(東京海洋大・院・藻類)

**P15** ○大波 千恵子<sup>1</sup>・土屋 徹<sup>2</sup>・宮下 英明<sup>2</sup>：*Phaeophila dendroides* の遠赤色光順化に伴うチラコイド膜タンパク質組成の変化

酸素発生型光合成には 400–700 nm の可視光が利用されており、700 nm 以上の遠赤色光のみで光合成生育できる酸素発生型の光合成生物は存在しないと考えられてきた。しかし近年、遠赤色光を光合成に利用できる藻類が複数報告され、その仕組みについて研究が進められている。ハマサング骨格内から分離された *Phaeophila dendroides* (アオサ藻綱アオサ目) は、遠赤色光だけを照射した際に形質が可逆的に変化する遠赤色光順化の結果、クロロフィル *a* の吸収波長を長波長側にシフトさせたレッドシフトクロロフィル *a* (R-Chl) により遠赤色光を吸収し、光合成に利用していることが明らかになっている。

遠赤色光培養細胞 (FR-cells) では、R-Chl を包含する遠赤色光捕集アンテナ (red-LHC) を誘導していることが予想された。そこで、FR-cells におけるチラコイド膜タンパク質組成の変化を調べるために、SDS-PAGE によるタンパク質分析を行い、白色光培養細胞 (WL-cells) と比較した。FR-cells では WL-cells には見られない約 25 kDa のタンパク質が新たに蓄積された一方で、いくつかのタンパク質が消失していた。これらの分子量がアンテナタンパク質と同程度であったことから、*P. dendroides* の遠赤色光順化の過程では、red-LHC が誘導されるとともに光捕集アンテナの再構築が行われていることが示唆された。アオサ藻綱ハネモ目の *Ostreobium* sp. においても、red-LHC により遠赤色光を光合成利用していることが報告されており、遠赤色光順化に伴い red-LHC を誘導し光合成に利用する能力がアオサ藻綱内全体に分布していることが推察される。

(<sup>1</sup> 京都大・総合人間, <sup>2</sup> 京都大・院・人間・環境)

**P14** ○大竹 佑衣<sup>1</sup>・秋田 晋吾<sup>1,2</sup>・畠田 智<sup>1</sup>：褐藻アラメの高水温耐性

海中林構成種の褐藻アラメ *Eisenia bicyclis* (Kjellman) Setchell は、分布の減少が止まらず保全活動が急務だが、高水温耐性に関する知見は乏しい。

本研究では、日本海側分布南限付近の福岡県糸島、太平洋側南限付近の静岡県下田、太平洋側北限付近の宮城県南三陸町のアラメの高水温耐性を比較した。天然胞子体および配偶体系統保存株から作出した幼胞子体を、20, 22, 24, 26, 28, 30°C の異なる温度条件下で培養し、Imaging-PAM を用いて最大量子収率 ( $F_v/F_m$ ) を測定した。その結果、高水温下で福岡産アラメの  $F_v/F_m$  が他地域に比べて有意に高く、高水温耐性に地域差があることが示唆された。また、幼胞子体の親の雌雄配偶体の組み合わせによって高水温耐性が異なった。

続いて、最も高水温耐性が高いと考えられた福岡産アラメの RNA-seq 解析をおこない、20°C に対して 28°C で発現変動する遺伝子を明らかにした。先行研究の宮城産アラメの結果と比較し、福岡産アラメの高水温耐性に寄与する遺伝子を推定した。発現増加遺伝子は 465 個、発現減少遺伝子は 181 個であった。タンパク質のリフォールディングをおこなう Heat shock protein のうち、Hsp70, Hsp40, Hsp20 の発現が増加した。また抗酸化に関わる Glutathione S transferase や Superoxide dismutase などの発現が増加した。Hsp90 やアルギニン合成に関わる Mannuronan C-5 epimerase の発現が減少した。宮城産アラメと比較して、Hsp70 や抗酸化系の発現変動が異なっており、福岡産アラメの高水温耐性に寄与していることが推察された。

(<sup>1</sup> お茶大・院・生命科学, <sup>2</sup> 北大・院・水産)

**P16** ○竹内 日向子<sup>1</sup>・秋田 晋吾<sup>1,2</sup>・畠田 智<sup>1</sup>：館山市坂田地先における褐藻トゲモクの季節的消長

千葉県館山市坂田地先の浅所の岩上には、褐藻オオバモクや褐藻トゲモクからなるガラモ場が形成されていたが、2020 年 10 月頃にオオバモクが立ち枯れ、現在はトゲモクが優占している。オオバモクでは詳細な季節的消長が報告されているが、トゲモクでは季節的消長の調査はなく、成熟時期も冬～初春、春もしくは秋と報告により異なっている。

そこで本研究では、2021 年 4 月から 2022 年 3 月にかけて、トゲモクを毎月 10 個体程度採集し、湿重量・最大主枝長・総主枝長・莖長・分枝数・最大付着器径・成熟率の 7 項目について計測した。さらに、採集場所付近の海底画像を作成し、トゲモクの海底占有率を調べた。占有率は、トゲモク/地面全域、トゲモク/全海藻の 2 パターンを算出した。生殖器床の成熟は 5～6 月が最大で、7 月まで確認され、先行研究のいずれとも異なる結果となった。湿重量・総主枝長は、成熟初期である 5 月に最大となり、6 月に急激に減少した後、1 月現在まで低い値が観察されている。最大主枝長では季節的变化が最も顕著で、5 月に最大となったのち、10 月まで減少し続け、12、1 月はやや回復傾向を示した。莖長、最大付着器径及び分枝数では明確な季節的变化がみられず、季節よりも個体差が大きいと考えられた。以上のように、トゲモクは坂田地先において、初夏に藻体長が最大となり成熟期を迎え、冬に最小となることが分かった。成熟時期については、引き続き調査を行い、年による差がないことを確かめたい。

(<sup>1</sup> お茶の水女子大・院・生命科学, <sup>2</sup> 北大・院・水産)

**P17** ○中森 美希・鈴木 秀和・神谷 充伸：アオモグサ（アオサ綱シオグサ目）の細胞内結晶に関する野外調査と培養実験

細胞内にシュウ酸カルシウム結晶を蓄積するアオサ藻類が数多く報告されているが、結晶の形成条件や機能についてほとんどわかっていない。アオモグサは、採集や培養が容易な上に、比較的大きなシュウ酸カルシウム結晶を細胞内に蓄積する。そこで、細胞内に結晶が形成される条件の解明を目的として、アオモグサの細胞内結晶に関する野外調査と培養実験を行った。2021年6月に静岡県下田市恵比須島にて、タイドプールの浅所と深所より3藻体ずつアオモグサを採集し、藻体の部位や生育場所ごとに結晶の数、形状、面積を比較した。単位面積当たりの結晶数は藻体縁辺部の方が多く、細胞面積に占める結晶面積の割合は深所の方が浅所より大きい傾向がみられたことから、環境によって結晶の数やサイズが変化することが示唆された。そこで水温20°C、光強度10, 21, 72  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  でアオモグサを1週間培養し、結晶の数、形状、面積を比較したが、いずれも有意差はみられなかった。光強度21  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、温度10, 20, 27°Cで培養したところ、高温ほど結晶サイズのばらつきが大きくなり、結晶数が増える傾向がみられた。また、短日条件(L:D=8:16)の方が長日条件(L:D=16:8)よりも結晶が長くなる傾向がみられた。野外調査において藻体の縁辺部で結晶数が多かったのは、藻体表面の方が日射により温度が高くなりやすいため、それが結晶数の増加につながった可能性が考えられる。(海洋大・院・藻類)

**P19** ○藤井 香帆・阿部 真比古・村瀬 昇：ノリ葉状体の生長に及ぼす採苗時のアミノ酸浸漬の効果

演者らは、ノリの野外養殖において採苗時のアミノ酸浸漬が、葉状体の活着力の増強と、生長を促進することを見出した。一方、環境が安定した室内培養では、活着力は増強されたが、生長は促進されなかった。そこで本研究では、室内培養のアミノ酸浸漬における活着力以外への効果を調べた。

実験にはナラワササビノリ(U-51株)を用いた。アミノ酸はアルギニンとオルニチンを使用した。殻胞子を付着させたクレモナ単糸を1mMアミノ酸海水に10分、1時間、6時間および15時間浸漬した。対照区は滅菌海水で同様の処理を行った。浸漬時間経過後、水温18°C、光量60  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、光周期10L:14Dで8週間培養した。培養液には1/2SWM-III 改変培地を用いた。生長は葉長、葉幅に加え、葉厚を測定した。また、15時間浸漬の葉状体を用いて、葉状部の強度(破断力)も測定した。

ノリの葉長、葉幅および葉厚は、それぞれ4.6~22.8cm、0.3~1.4cm および21.1~41.4  $\mu\text{m}$  の範囲にあり、アミノ酸や浸漬時間に関わらずほとんど差は認められなかった。また、破断力も0.10~0.47N  $\text{cm}^{-1}$  (葉幅)の範囲にあり、試験区間で差は認められなかった。本研究と既往知見から、野外養殖で室内培養に関わらず、採苗時のアミノ酸浸漬は葉状体基部を特異的に強化すると考えられた。また、野外養殖でのみ認められた生長促進は、アミノ酸がバイオスティミュラントとして作用し、ノリの環境ストレスを緩和したためと示唆された。(水産機構水大校)

**P18** ○中村 瑠美奈<sup>1</sup>・三根 崇幸<sup>2</sup>・岩永 卓也<sup>2</sup>・Gregory N. Nishihara<sup>3</sup>・寺田 竜太<sup>1</sup>：佐賀産養殖ナラワササビノリの胞子体と配偶体の光合成における環境応答

養殖品種のナラワササビノリの胞子体と配偶体の光合成における環境応答(温度、光、波長、乾燥、熱放散)を調べた。

材料はナラワササビノリ佐賀5号を使用し、パルス変調クロロフィル蛍光器(PAM)を用いて実効量子収率( $\Delta F/F_m'$ )、電子伝達速度(ETR)、非光化学的消光(NPQ)を測定した。温度の実験では、光量50  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (以下  $\mu\text{mol}$ )、温度4~40°Cで3日間培養し、 $\Delta F/F_m'$ を毎日測定した後、同条件下でETR(光量0~800  $\mu\text{mol}$ を測定した。また、熱放散の実験では、胞子体12, 24, 32°C、配偶体12, 24°C、光量20~1000  $\mu\text{mol}$ において15分間パルス光を照射しながら $\Delta F/F_m'$ とNPQを測定した後、消光後を測定した。光波長の実験では、青、緑、赤色のLEDとメタルハライドランプを用いて光量100, 500, 800  $\mu\text{mol}$ における $\Delta F/F_m'$ の変化を測定した。乾燥実験では、胞子体のみを用いて2, 5, 10, 15分間干出させた後、15分間海水に浸漬させ、 $\Delta F/F_m'$ を連続測定した。

温度実験では、胞子体の12°C以下、36°C以上で $\Delta F/F_m'$ が低下したが、配偶体では28°C以上で $\Delta F/F_m'$ が低下した。また、胞子体のETRは8°C以下、36°C以上で低下し、配偶体のETRは28°C以上で低下したが、12°C以下でもETRが高く維持された。熱放散の実験では、 $\Delta F/F_m'$ が強光になるにつれて低下し、NPQが上昇したが、消光後に回復が確認された。波長別の光暴露実験では、 $\Delta F/F_m'$ は曝露時間が増えるにつれて低下したが、色の違いによる変化は見られなかった。乾燥実験では、胞子体は5分の乾燥で $\Delta F/F_m'$ が低下し、海水に浸漬しても回復しなかったが、2分では緩やかに回復した。(1鹿大、2佐賀県有明水産振興セ、3長大)

**P20** ○北野 瑞生・鈴木 秀和・神谷 充伸：淡水産紅藻カワモズク類3属の日本における遺伝的多様性と生育環境特性

淡水に産するカワモズク類は日本で20種ほどが知られているが、全国規模での分布域や生育状況、生育環境についての調査は少ない。また近年、分子系統解析に基づいた分類体系の再編が相次いでおり、新しい分類体系と照らし合わせた情報の蓄積が求められている。そこで本研究では、チャイロカワモズク属*Sheathia*、アオカワモズク属*Virescentia*、ホソカワモズク属*Paludicola*について、分布、生育環境、*rbcL*の塩基多様性を調査した。採集された6種の*Sheathia*のうち、*S. yoshizakii*は関東甲信越~九州の主に平地から、*S. abscondita*は北海道~関西の主に比較的標高の高い地点から採集され、他の4種(*S. jiugongshanensis*, *S. dispersa*, *Sheathia* sp. 1, 2)は分布が限定的だった。*Virescentia*は、本州~九州から3種(*Virescentia* sp. 1, 2, 3)、沖縄から*V. helminthosa*と*V. guangxiensis*に近縁な1種が採集された。最も広く分布していた*Virescentia* sp. 1は比較的幅広い環境に生育していたのに対し、*Virescentia* sp. 2は平地の高硬度水に、*Virescentia* sp. 3は比較的標高の高い地点の低水温・低硬度水に限定的に生育していた。東北~関西から採集した*Paludicola*はすべて*P. groenbladii*(フィンランドがタイプ産地)と近縁だったが、高標高地と低標高地の個体間で遺伝的差異がみられた。(海洋大・院・藻類)

**P21** ○牧野 虎太郎<sup>1</sup>・Gregory N. Nishihara<sup>2</sup>・寺田 竜太<sup>1</sup>: 紅藻オキチモズクの光合成における光の波長利用特性と環境ストレスの影響

淡水に生育するオキチモズクの光合成における光の波長利用特性と環境ストレス(光, 温度, 乾燥, 塩分)の影響を調べた。

材料は鹿児島県南九州市で採集し, 溶存酸素(DO)センサーとパルス変調クロロフィル蛍光器(PAM)を用いた。光合成光曲線は(P-L)は, 白色光と青, 緑, 赤の波長で, 水温 20°C, 光量 0~1000  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (以下  $\mu\text{mol}$ ) で測定した。PAM では, 4~40°C で3日間培養し, 光量 0 と 50  $\mu\text{mol}$  で量子収率( $F_v/F_m$  と  $\Delta F/F_m'$ )を測定した。光と温度の複合的な影響の実験では, 4, 16, 28°C の3条件, 光量 500  $\mu\text{mol}$  で6時間照射, その後12時間暗馴致し, 量子収率( $F_v/F_m$  と  $\Delta F/F_m'$ )を測定して障害の有無を調べた。塩分の実験では 20°C, 塩分 0~35 psu の10条件で7日間培養し,  $\Delta F/F_m'$ を測定した。また, 測定後に全て 0 psu の滅菌淡水で培養し, 1日後に  $\Delta F/F_m'$ を測定した。乾燥の実験では, 20°C, 湿度 50% で最大8時間乾燥させ, 乾燥中と淡水に戻した後の  $\Delta F/F_m'$ を測定した。また, 乾燥状態を把握するため, 含水率も測定した。

P-L は緑色光が白色光と同等の最大光合成速度を示したが, 赤と青色光では低い値を示した。温度に対する応答では, 光量 50  $\mu\text{mol}$  の方が低温(8°C以下)で顕著に低下した。光と温度の複合的な影響の実験でも 4°C で低温光阻害が見られ, 馴致後も回復しなかった。塩分の実験では, 塩分 0~4 psu では  $\Delta F/F_m'$ は高いが, 6~35 psu ではほぼ0となり, 淡水に戻しても回復しなかった。乾燥の実験では, 乾燥2時間以上で  $\Delta F/F_m'$ が低下し, 水に戻しても回復しなかった。また, この傾向は含水率が 50% を下回ると顕著に見られた。

(<sup>1</sup> 鹿大, <sup>2</sup> 長大)

**P23** ○木元 佑磨<sup>1</sup>・馬詰 悠<sup>2</sup>・森本 冬海<sup>2</sup>・本多大輔<sup>1,3</sup>: ラビリンチュラ類バリエティキトリウム属株の核を標識する蛍光タンパク質遺伝子の導入

ラビリンチュラ類の有性生殖に関しては, 十分に明らかになっていない状況であるが, *Parietichytrium* 属では, 貧栄養状態になると有性生殖に関連する遺伝子の発現量の上昇と, 遊走細胞の融合が観察された。さらに, この融合については株間において“+”と“-”のような交配型の二極性に相当する現象が確認された。しかしながら, ラビリンチュラ類では外質ネットの細胞膜を共有して, 近隣の細胞が連結することが頻繁に観察されるため, 細胞の独立性は比較的低く, 遊走細胞の融合が接合や受精に相当するかは結論づけられていない。そこで, 核の融合が起こっているかを確認するため, *Parietichytrium* 属の“交配型”の異なる株のそれぞれに対して, 核移行シグナル配列を付加した異なる色の蛍光タンパク質遺伝子を導入して, 標識された核の挙動の観察を目指すことにした。まず, *Parietichytrium* 属での恒常的な発現が予想されるプロモーター, 核移行シグナル配列, 蛍光タンパク質遺伝子, ユビキチン由来のターミネーターの各配列が並んだプラスミドの作製を行った。そして, このプラスミド由来の線状DNAをマルチパルスエレクトロポレーションで遺伝子導入を行った結果, 蛍光をもつ形質転換体を獲得できた。今後は候補となる複数のプロモーターについて, 蛍光量から発現量の比較を行う予定である。

(<sup>1</sup> 甲南大・理工, <sup>2</sup> 甲南大・院・自然科学, <sup>3</sup> 甲南大・統合ニューロ研)

**P22** ○和山 高大<sup>1</sup>・長峰 里恵<sup>1</sup>・阿部 剛史<sup>2</sup>・四ツ倉 典滋<sup>3</sup>・Nina Klochkova<sup>4</sup>・小亀 一弘<sup>5</sup>: 北海道産紅藻ダルス科の系統と分類

紅藻ダルス科(*Palmariaceae*)には, 現在, 世界で4属25種が知られる。北海道からは, ホソベニフクロノリ属(*Devaleraea*)の5種が報告されている。ダルス科は種内の形態変異が大きく, また, 分子系統学的研究がまだ少ないことから, 分類学的混乱がいくつかの種で生じている。今回, 北海道とロシアのカムチャッカからのダルス科24サンプルについて, ミトコンドリアCOI遺伝子領域を用いて, 分子系統学的解析を行った。

結果として, 8種について新たにCOI配列を得た。北海道産の *Devaleraea cf. mollis* (ダルス) は今回解析に利用した *D. stenogona* の配列に最も近縁であったが, 2つの間には2.0~2.5%の配列の相違があった。また, 2020年に国後・サハリン・沿海州から新種として発表された *D. titlyanoviorum* が北海道知床から確認された。知床産 *D. ramentacea* (ホソベニフクロノリ) は, カナダ産の *D. ramentacea* と別種と考えられ, さらなる分類学的研究が必要とされる。知床産 *D. firma* (カタベニフクロノリ) とロシア産の *D. firma* のサンプルは, 形態的に異なるだけでなく遺伝的にも異なっていた。一方, 知床産 *D. firma* は, 形態的にも遺伝的にも *Halosaccion grandiforme* に近縁であったが, 両者には2.5%の配列の相違があった。

(<sup>1</sup> 北大・理, <sup>2</sup> 北大・総合博物館, <sup>3</sup> 北大・北方セ, <sup>4</sup> Kamchatka State Tech. Univ., <sup>5</sup> 北大・院・理)

**P24** ○高橋 和也<sup>1</sup>・Garry Benico<sup>1,2</sup>・岩滝 光儀<sup>1</sup>: 無殻渦鞭毛藻カレニア科のハプト藻型葉緑体系統が示す多重並列共生

典型的な光合成性渦鞭毛藻はその光合成色素から称されるペリディニン型葉緑体をもつが, 無殻類カレニア科構成種はこの葉緑体を喪失し, その後ハプト藻を共生させることで葉緑体を再獲得した。従来, このハプト藻型葉緑体は科の共通祖先で獲得されたものが現生種に継承されていると考えられてきたが, 近年この考え方と矛盾する証拠が報告されてきている。本研究では, 葉緑体コードrDNAと *psaA*, *psbA*, *psbC* 遺伝子を用いた分子系統解析を行い, カレニア科葉緑体がどの程度系統的に固定されているかを調べた。特異的プライマーを設計し, PCR増幅とサンガーシーケンスにより, *Karenia* 属5種, *Karlotinium* 属6種, *Takayama* 属4種の培養株から, その他所属不明3種の天然試料から配列が得られた。宿主核コードrDNA系統と比較すると, *Karenia* の葉緑体系統は宿主系統とほぼ一致したことから, 属の共通祖先から葉緑体が継承されていることが示された。一方, *Karlotinium* と *Takayama* の葉緑体系統は概して明瞭な分解能を示さなかった。*Karlotinium ballantinum* の配列はハプト藻 *Emiliania* 属と99%以上の相同性があり, 同種の葉緑体はごく近年のハプト藻共生に由来することが示された。所属不明3種の葉緑体はハプト藻系統に含まれたが, 他のカレニア科構成種とは類縁がみられず, 3種間にも類縁関係はなかった。これらの結果は, カレニア科はハプト藻を継続的に取り込む祖先種から始まり, そこから派生したいくつかの系統で個別に葉緑体が固定されたことを示す。

(<sup>1</sup> 東京大・院・農, <sup>2</sup> セントラルルソン州立大学)

**P25** ○升本 宙<sup>1</sup>・半田 信司<sup>2</sup>・出川 洋介<sup>3</sup>: 日本国内の各種環境から単離された微細藻類 *Elliptochloris* (トレボウクシア藻綱) の系統・分類学的研究

*Elliptochloris* はトレボウクシア藻綱に所属する微細藻類の一属である。本属の仲間、土壌や樹皮、岩内生、あるいは地衣形成菌類やイソギンチャクの共生藻としてなど、世界中の様々な環境からこれまでに 8 種が記載されている。しかし、*Elliptochloris* の分離報告は限られており、その多様性や生態についてはまだ十分に調査された状況とはいえない。そこで、演者らは日本国内の各種環境(樹皮、石、地衣体など)から *Elliptochloris* を単離し、葉緑体 *rbcL* 遺伝子の配列に基づく分子系統解析を行った。その結果、*Elliptochloris* の属内において 12 の系統が見出され、そのうちの 3 系統はそれぞれ既知種 (*E. bilobata*, *E. perforata*, *E. subsphaerica*) の配列を含むものであった。残る 9 系統は既知種の配列を含んでおらず、未知の系統である可能性が示唆された。樹皮と石から分離された培養株は、ほぼ全てが既知種 (*E. perforata*, *E. subsphaerica*) の配列を含む 2 系統内に位置し、これらの基質における *Elliptochloris* の多様性は限定的であった。一方で、地衣化担子菌類の *Bryoclavula phycophila* 及び *Multiclavula* spp. の地衣体からは、既知種 (*E. perforata*, *E. subsphaerica*) の配列を含む 2 系統に加え、既知種の配列を含まない 9 系統に位置する培養株が得られ、*Elliptochloris* の多様性が極めて高いことが判明した。今回の調査で地衣化担子菌類の地衣体から得られた多様な系統の *Elliptochloris* は、実際に地衣形成菌類と何らかの関わりを持つものと思われる。しかし、すべてが密接な共生関係にあるとは考えにくく、各系統の生態については更なる調査が必要である。

(<sup>1</sup> 京都大・地球環境学堂, <sup>2</sup> 広島県環境保健協会, <sup>3</sup> 筑波大・山岳セ・菅平高原実験所)

**P27** ○水谷 雪乃<sup>1</sup>・千葉 悠斗<sup>2</sup>・浦山 俊一<sup>2</sup>・外丸 裕司<sup>3</sup>・木村 圭<sup>1</sup>: 食用大型紅藻ウシケノリ科に内在している RNA virus の探索

農作物には、長期に渡り宿主の細胞内に共存している内在性 RNA virus が存在している。これらのなかには宿主に利益を与える virus も報告されており、新たな育種シーズとしての役割が期待されている。一方で、養殖されている海藻類にも、このような virus が存在する可能性もあるが、陸上植物と比較して藻類の内在性 RNA virus の情報は限定的である。そこで本研究では、大規模養殖されているスサビノリを含むウシケノリ科に着目し、内在性 RNA virus を探索した。2 種の食用乾海苔、ウシケノリ科の糸状体 5 種に対し、Fragmented and primer ligated dsRNA sequencing 法を用いて RNA virus を網羅的に検出したところ、糸状体タンシサイから *Totiviridae* に属する virus (NhaitV) が検出された。また、乾海苔および糸状体スサビノリから *Mitoviridae* に属する 2 種類の virus (NMV1, NMV2) が、スサビノリとアサクサノリの人工交雑種から NMV1 がそれぞれ検出された。さらに、検出された NMV1, NMV2 の配列を対象とした RT-PCR 法を行ったところ、実験に使用したすべての食用乾海苔および葉状体スサビノリに加え、ウシケノリ科の複数の糸状体から 2 種の当該 virus が検出された。今回検出された virus の近縁種は、宿主細胞に病徴を引き起こすことなく内在しているタイプであり、特に NMV1, 2 は養殖品種に広く存在していることから、海苔養殖の阻害要因とはなっていないことが予想される。このような、内在性 RNA virus が食用乾海苔から検出されたのは初の事例である。

(<sup>1</sup> 佐賀大学, <sup>2</sup> 筑波大学, <sup>3</sup> 水産機構)

**P26** ○大田 修平<sup>1</sup>・平川 泰久<sup>2</sup>・河地 正伸<sup>1</sup>: PI3P 分子を指標とした藻類細胞のストレス動態と多様性

栄養飢餓や化学物質暴露等による環境ストレスに応答する細胞内機構の一つであるオートファジーは、酵母や藻類など真核生物において進化的に広く保存されている。ホスファチジルイノシトール 3 リン酸 (PI3P) はオートファジー過程の上流において、セカンドメッセンジャーとしての役割をもつリン脂質である。昨年度の日本藻類学会ではラパマイシン (オートファジー誘導試薬) や重金属を暴露したクラミドモナス細胞で PI3P と LysoTracker の細胞内局在解析を報告した。クラミドモナスではそれら化学物質によりオートファジーが惹起され、細胞内 PI3P 量の増加が見られた。しかし、広義の緑藻全体において PI3P 分子の細胞内動態とその多様性に関する研究は行われていない。本研究では緑藻の PI3P 分子を指標とした広義の藻類細胞のストレス動態を調べるため、PI3P に特異的に結合する PX ドメインをもつタンパク質 (p40phox) を精製し、これを用いた藻類細胞の PI3P を検出する間接蛍光抗体法による PI3P 分子の可視化とフローサイトメトリーを利用した動態解析を行った。実験を始めるにあたり、フローサイトメトリーにより検出できる一次抗体 (抗 GST 抗体) の最適濃度条件を検討した結果、100 分の 1 より薄い濃度ではネガティブコントロールとほぼ変わらないことがわかった。この結果はまた、適切な抗体濃度は細胞内の PI3P 量を反映していることを意味する。本研究では、緑藻類 *ムレミカヅキモ* (*Raphidocelis subcapitata* NIES-35) や *ブラシノ藻* (*Ostreococcus tauri* NIES-2673) などの緑藻類について、PI3P 分子を指標とした藻類細胞のストレス動態とその多様性を報告する。

(<sup>1</sup> 国立環境研究所, <sup>2</sup> 筑波大・生命環境系)

**P28** ○羽生田 岳昭<sup>1</sup>・高嶋 賢二<sup>2</sup>: クロキヅタの生育状況の確認及び保全に向けた集団遺伝学的解析

クロキヅタはイワツタ属 (アオサ藻綱ハネモ目) の 1 種であり、生育地の一部 (隠岐諸島の 2 地点) が天然記念物にされている唯一の海藻である。日本では隠岐諸島の他に愛媛県や高知県においてその生育が報告されているものの、環境省のレッドリストでは準絶滅危惧種に指定されるなど保全対策が必要とされている。本研究では、近年報告が無いクロキヅタの生育状況の確認を行った他、マイクロサテライトマーカーの開発を行い、集団遺伝学的解析を行った。

隠岐諸島の主要 4 島と愛媛県伊方町の計 12 地点において調査を行なった結果、隠岐諸島の 3 島 (島後、西ノ島、中ノ島) 7 地点と伊方町 1 地点においてクロキヅタの生育が確認された。これらはいずれも過去に生育が報告された場所であり、新たな生育地は確認されなかった。RNA-Seq 解析で得られた配列情報をもとにマイクロサテライトマーカーの開発を行い、20 の遺伝子座について有効性を確認した。これらを用いて 8 集団 112 個体を対象に解析を行い、遺伝子型を決定した。クローン識別の結果、遺伝子型が全て一致した個体は同一集団内のみ確認され、その割合は集団間で大きく異なっていた (0 ~ 41.7%)。STRUCTURE 解析の結果、最適なクラスター数は 2 であり、伊方町と隠岐諸島に区分された。この結果は主成分分析でも支持されていた。ペアワイズ *F<sub>st</sub>* の値は全ての集団の組み合わせにおいて有意であり、集団間の遺伝的分化が示唆された。これらの結果は、適切な保全単位を明らかにする上で非常に重要である。

(<sup>1</sup> 神戸大・内海域, <sup>2</sup> 伊方町・町見郷土館)

**P29** 上井 進也<sup>1</sup>・斎藤 大輔<sup>2</sup>・羽生田 岳昭<sup>1</sup>・高木 聖実<sup>1</sup>・辰野 敦俊<sup>3</sup>・佐藤 陽一<sup>2</sup>:天然ワカメ集団における養殖の遺伝的影響について

ワカメ養殖は、1950年代から日本各地で盛んに行われており、より商品価値の高いものを目指し、種苗の移動が行われてきた。日本沿岸の野生ワカメ集団においては明確な地理的構造が知られているが、養殖種苗の移動の実態やその影響については明らかにされていない。本研究では、ワカメ養殖が盛んに行われている東北太平洋沿岸と淡路島周辺において、ミトコンドリアマーカーをもちいて野生個体と養殖種苗の遺伝的多様性について比較を行い、養殖種苗にみられる地域性と、養殖種苗の野生集団への遺伝的影響についての評価を行った。ハプロタイプの系統をみると、東北太平洋岸のサンプルにおいては、野生個体、養殖種苗のいずれにおいても、この地域で従来から報告されている北日本系統のミトコンドリアハプロタイプのみが検出された。淡路島周辺では、養殖種苗においては北日本系統のハプロタイプのみが検出されたが、野生集団からは北日本系統を含め5系統が確認された。ハプロタイプ多様度、塩基多様度を比較すると、養殖種苗の比較においては両地域に明確な違いが見られなかったが、野生集団では淡路島周辺の方が、東北太平洋沿岸に比べて非常に大きい値をしめした。これらの結果から淡路島周辺の野生集団の一部は、養殖種苗から遺伝的影響を受けていることが示唆された。

(<sup>1</sup> 神戸大・内海域, <sup>2</sup> 理研食品, <sup>3</sup> 神戸大・院・理学研究科)

**P31** 寺田 竜太<sup>1</sup>・阿部 拓三<sup>2</sup>・神谷 充伸<sup>3</sup>・川井 浩史<sup>4</sup>・倉島 彰<sup>5</sup>・長里 千香子<sup>6</sup>・坂西 芳彦<sup>7</sup>・島袋 寛盛<sup>8</sup>・田中 次郎<sup>3</sup>・上井 進也<sup>4</sup>・青木 美鈴<sup>9</sup>:環境省モニタリングサイト 1000 沿岸域調査における藻場のモニタリング 2021 年の成果

環境省モニタリングサイト 1000 の藻場モニタリングは 2008 年から始まり、北海道室蘭、宮城県志津川、静岡県下田、兵庫県竹野、淡路島由良、鹿児島県薩摩長島の 6 サイトで実施している。調査は垂直分布を把握した上で、生育帯ごとに設置した永久方形枠内の主な構成種と被度を記録している。

室蘭ではマコンブ、志津川ではアラメとエゾノネジモク、伊豆下田ではカジメとアラメ、竹野ではノコギリモクなどのホンダワラ類とクロメ、由良ではヨレモクモドキなどのホンダワラ類とカジメ、薩摩長島ではアントクメなどが見られるが、2021 年の結果は以下のとおりだった。1) 室蘭では、マコンブが岸側の永久枠周辺で繁茂していたが、沖側では広範囲に消失した。2) 志津川のアラメは、群落の分布下限付近の個体が 2014 年に消失したままだが、浅所ではアラメやエゾノネジモクが繁茂していた。3) 下田のカジメやアラメは、葉状部のある個体がほぼ消失した。4) 竹野では、クロメが優占する永久枠も見られたが、調査地を含む大浦湾全体で大形のホンダワラ類の衰退が顕著で、これにより生じた空間にはワカメが繁茂していた。5) 由良では、ヨレモクモドキの被度が増加したが、カジメがやや減少し、ヤナギモクはほとんど見られなかった。6) 薩摩長島のアントクメは、東シナ海に面した場所の永久枠で消失したままだが、八代海内に新設した永久枠では繁茂していた。

(<sup>1</sup> 鹿大, <sup>2</sup> 南三陸町 NC, <sup>3</sup> 海洋大, <sup>4</sup> 神戸大, <sup>5</sup> 三重大, <sup>6</sup> 北大, <sup>7</sup> 水研機構・水技研・横浜, <sup>8</sup> 水研機構・水技研・廿日市, <sup>9</sup> 日本国際湿地保全連合)

**P30** 榊山 海里・関本 瑠菜・小亀 一弘:褐藻類の微小藻体の COI バーコーディング

海岸で採取した砂や岩、大型藻の断片を培養すると、微小な褐藻類が出現することがある。これらは糸状など単純な形態をしており、形態による同定が困難である場合が多い。微小な褐藻類の多様性研究には分子データを用いる手法が有効であるが、日本沿岸においてそのような研究はまだ少ない。本研究では、日本各地に生育する褐藻類の微小藻体についてその多様性を明らかにするため、COI バーコーディングを行った。

採集した砂や大型藻の断片を培養し、出現した微小藻体を単離した。これまでに 358 株を確立し、231 株について COI 配列データを得た。それらの配列と 144 のレファレンス配列をアラインメントし、Neighbour-Joining 法を用いて系統樹を作成した。

調べた 231 株は、1.8% の塩基配列の違いで種境界を設定すると 50 種に分かれた。そのうちレファレンス配列から種を同定できたものは 18 種、科または属まで同定できたものは 13 種、レファレンス配列が存在せず、科も不明であるものが 19 種であった。7 種は異形世代交代を行う種の微小世代であった。*Hecatonema maculans* が 66 株得られ、九州から北海道に広く分布することが示された。*Ectocarpus fasciculatus*, *E. subulatus*, *E. crouaniorum* が同定され、これらは本研究による日本からの初めての報告であると思われる。

(北大・院・理)

**P32** 坂口 愛海<sup>1</sup>・藤原 優<sup>1</sup>・矢羽々 修平<sup>2</sup>・高田 英士<sup>2</sup>・山本 民次<sup>3</sup>・加藤 亜記<sup>1</sup>:紅藻スサビノリの陸上養殖方法が収量と品質に与える影響

近年、海水温の上昇や、海水中の栄養塩濃度の低下によって、主要な養殖海藻であるスサビノリの陸上養殖方法の確立への需要が高まっている。本研究では、先行研究で試行されている数例の陸上養殖方法を同一環境下で同時に行い、増殖効率の違いについて検証した。試験では、自然光下の屋外水槽を用い、次の 6 条件で行った。このうち 4 条件は、幼芽のみを用いる方法(浮遊ノリ培養)で、止水での A) 回分培養(窒素濃度 2000 μM), B) 流加培養(1000 μM), 流水での連続培養で窒素濃度 C) 100 μM と D) 500 μM とした。残り 2 条件は、幼芽が着生した養殖網を利用する方法(養殖網培養, 窒素濃度 100 μM) で、E) 水車に装着, F) 装着なしで、流水での連続培養とした。その結果、高収量の条件は、浮遊ノリ培養では季節によって異なり、養殖網培養では水車装着となったが、いずれの方法においても、形態に異常があることが明らかとなった。藻体の顕微鏡観察では、病害菌への感染や生育異常が確認された。これらは高水温が一因と考えられる。そのため今後は、水温制御を低コストで行い、高品質かつ高収量となる条件を明らかにすることが課題である。

(<sup>1</sup> 広島大学・統合生命・竹原ステーション, <sup>2</sup> (株) 松田産業, <sup>3</sup> 広島大学・統合生命)

### P33 松井 悠一郎<sup>1</sup>・芹澤 (松山) 和世<sup>2</sup>・芹澤 如比古<sup>2</sup>: 山梨県内の河川に生育する大型藻類

山梨県内の 55 河川 80 地点において 2021 年 8-9 月に本川に沿った約 50m を踏査し、肉眼で確認できた大型藻塊を各地点の 2-3 箇所にて採集するとともに、測器を用いて水質などの環境要因を測定した。

大型藻は 67 地点で採集され、顕微鏡観察の結果、その多くが糸状緑藻であり、そのうち枝を持つものではシオグサ属が 40 地点と最も多く確認され、次いでトゲナシツルギ属、スチゲオクロニウム属、アオミソウ属、イトシオグサであり、細胞が単列に連なり枝を持たないものではサヤミドロ属が 40 地点、アオミドロ類が 33 地点と多く確認され、次いでネダシグサ属、ミゾジュズモ、ヒビミドロ属、ヒザオリ属、ホシミドロ属、ミクロスポラ属・シロゴニウム属・ウロネマ属であり、細胞が多列に連なり枝を持たないシゾメリス属も確認された。また、緑色で網目状のアミドロ属と硬い寒天質状のヨツメモ属を併せて緑藻は 18 分類群を確認できた。さらに、黄緑藻は糸状で枝を持つツシナシドロ属と枝を持たないトリボネマ属の 2 属、紅藻は紐状のオオイシソウ (絶滅危惧Ⅱ類) と殻状のタンスイベニマダラ (準絶滅危惧) の 2 種も確認でき、単列糸状で異質細胞を持たない藍藻のコレモ目も 23 地点で確認できた。本研究で確認された大型藻は計 23 分類群となった。地点毎の確認分類群数は最大が 8 分類群、平均が 2.8 分類群であった。環境は水温が 11.6-31.5 (平均 20.8) °C、電気伝導率が 39-511 (平均 142.2)  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、塩分が 0.02-0.24 (平均 0.07) PSU、濁度が 0.17-185.30 (平均 6.78) FNU、pH が 5.77-8.50 (平均 7.30)、CO<sub>2</sub> 濃度が 0-11 (平均 0.3) mg/L、流速が 0-1.3 (平均 0.5) m/s であった。

(<sup>1</sup>山梨大・院・生命環境, <sup>2</sup>山梨大・教育)

### P35 新家 弘也<sup>1</sup>・古林 万利<sup>1</sup>・日向 優斗<sup>1</sup>・山口 波音<sup>1</sup>・安藤 卓人<sup>2</sup>: 中海からのアルケノン生産種の単離

アルケノンは海底堆積物中から発見された超長鎖中性脂質で、イソクリシス目に属するハプト藻に由来するバイオマーカーである。アルケノン生産種は海産 2 種と汽水産 3 種で構成され、種ごとにアルケノン組成が若干異なる。島根県中海は、大橋川を介して連結する宍道湖と共に、斐伊川からの淡水と日本海からの海水が混じり合う汽水湖である。中海は 1960 年代以降の干拓事業によって淡水化が進行し、事業中止後の 2000 年代以降は塩分が上昇しつつある。堆積物コアのアルケノン組成分析から、アルケノン生産種も淡水化後に海産種から汽水産種に推移していることが示唆されているが、種組成は分かっていない。そこで本研究では、中海での人為的な環境変化の影響をアルケノン生産種の種組成の推移から評価することを目的とし、アルケノン生産種の検出および単離を試みた。

中海の中央と海側 2 地点の計 3 地点から表層・底層の環境水を採取し、GeO<sub>2</sub> (5 mg/L) を加えた海水培地 (MA-ESM) で 2-4 週間、約 20°C で培養した。その後、環境水培養液から DNA を抽出し、ハプト藻特異的な 28S rDNA 配列の増幅によりアルケノン生産種を検出した。単離は、環境水培養液の希釈や寒天プレート培養および顕微鏡下でのピペットを用いた直接分離で行った。これらの結果、汽水産種 *Isochrysis* が環境水と単離株から、海産種 *Gephyrocapsa* が単離株から検出され、中海に両種が混在していることが示唆された。

(<sup>1</sup>関東学院大学・理工, <sup>2</sup>島根大学・エスチュアリー研究センター)

### P34 若山 正隆<sup>1</sup>・大沼 広宜<sup>1,2</sup>・小倉 立己<sup>1,2</sup>・芦野 祐尋<sup>1,2</sup>・門脇 里恵<sup>1</sup>・佐藤 美夢<sup>1</sup>・曾我 朋義<sup>1</sup>・富田 勝<sup>1</sup>: アカモク及びホンダワラの「茹で」と「だし汁」の水溶性物質変化

ホンダワラ科アカモク及びホンダワラは通常、茹でなどの加熱処理後に食される。しかしながら、その構成される物質が加熱処理によってどのように変化するかを評価・考察した事例は少ない。本研究ではアカモク及びホンダワラを材料に構成する水溶性物質が、加熱処理によってどのように藻体に残存、ならびにゆで汁に流出するのかを解析し、有効活性の検討を行った。2020 年 2 月下旬に山形県飛島で採取された成熟期の冬タイプ及び未成熟の春タイプのアカモク、並びにホンダワラを材料にした。それぞれ房単位でタグ付け後、沸騰水に投入し 30, 60, 180 秒後に茹で水及び藻体を採取した。併せて生及び電子レンジ 600 W × 30 秒で加熱処理したのものも採取した。これらを一度凍結保管し、藻体は凍結乾燥後、CE-MS, LC-MS によるメタボローム解析を行った。藻体は沸騰水投入後、直ちに褐色から緑色に変化した。ゆで時間の増加とともに藻体の物質濃度が減少し、ゆで汁の物質濃度は逆に増加した。特に呈味性に関連するアスパラギン酸、ウリジル酸ではこの傾向を強く示した。一方、電子レンジによる加熱ではアミノ酸類、糖類などの大部分の物質が生状態よりも高濃度になっており溶出の影響がないことが確認された。以上よりアカモク及びホンダワラの呈味性物質は容易に「だし汁」に溶出し、これらの有効活用が資源有効利用の観点から必要であることが示唆された。

(<sup>1</sup>慶應大・先端生命研, <sup>2</sup>(公財)庄内産振セ)

### P36 倉島 彰<sup>1</sup>・青木 優和<sup>2</sup>・秋田 晋吾<sup>3</sup>・神谷 充伸<sup>4</sup>・坂西 芳彦<sup>5</sup>・鈴木 はるか<sup>2</sup>・田中 次郎<sup>4</sup>・渡邊 裕基<sup>6</sup>: 静岡県下田市志太ヶ浦におけるアラム・カジメ藻場の長期変化、特に最近の顕著な藻場衰退について

我々は環境省モニタリングサイト 1000 事業で、2009 年から下田市志太ヶ浦のアラム・カジメ藻場を調査しているが、この 3 年間で顕著に藻場が衰退したので、これまでの結果をまとめて報告する。

調査は毎年 9 月下旬から 10 月上旬に行った (2020 年は 11 月)。アラム・カジメ藻場に 90m ラインを設置し、10m 間隔で 50 × 50cm 枠を置いて主な構成種と被度を記録した。カジメ藻場には 2 × 2m 永久枠を 3 つ設置し、同様に記録した。2012 年から永久枠に温度ロガーを設置し、30 分ごとに水温を記録した。

カジメのライン上の平均被度は、2009 ~ 2017 年は 18 ~ 32% で、2018 年以降に急激に低下して 0.6 ~ 6.5% となった。永久枠内の被度は 2009 ~ 2017 年は 48 ~ 80% の間であったが、2018 年に 25% に低下し、2021 年には葉状部を持った個体がほぼ消失して 0.5% となった。アラムのライン上の平均被度は、2009 ~ 2011 年は 24 ~ 32% で、2011 ~ 2017 年は 9.5 ~ 18% に低下し、2018 ~ 2021 年はさらに低下して 0.5 ~ 4.8% となった。年間最高水温は 26.6 ~ 28.0°C でほぼ一定であったが、年間最低水温は 2018 年まで 11.3 ~ 13.3°C であったのに対し、2019 年以降は 14.2 ~ 14.9°C と高くなった。アラムやカジメに藻食性魚類の摂食痕が認められたことから、この 3 年で最低水温が上昇したことで魚類の摂食圧が高くなり、藻場が衰退したと考えられる。

(<sup>1</sup>三重大・院・生資, <sup>2</sup>東北大・院・農, <sup>3</sup>北大・院・水産, <sup>4</sup>海洋大, <sup>5</sup>水研機構・水技研, <sup>6</sup>海生研)

**P37** ○大沼 広宜<sup>1,2</sup>, 芦野 祐尋<sup>1,2</sup>, 小倉 立己<sup>1,2</sup>, 門脇 里恵<sup>1</sup>, 佐藤 美夢<sup>1</sup>, 若山 正隆<sup>1</sup>: 山形県産ホンダワラ科ホンダワラ属における水溶性物質の特徴

褐藻ホンダワラ属は地域や生育環境によって外部形態が変異することが知られており、分子系統学的解析と形態学的観察による分類は行われているが、水溶性代謝物が形態的多様性にどのように影響されているか明らかではない。本発表では、ホンダワラ科ホンダワラ属間における水溶性成分の特徴を把握するため、メタボローム解析を行った。2020年に山形県酒田市飛島においてホンダワラ科海藻を採集した。形態分類を行い、シュートごとに分け凍結乾燥を行った。凍結乾燥後の試料を粉末化し、水溶性成分を抽出した。水溶性成分はCE-MS, LC-MSにより分析し、乾物当たりの濃度で主成分分析(PCA)および階層型クラスター解析(HCA)にて解析した。PCAよりPC1(+)で、アカモクやホンダワラなど食経験を有する藻類が主に分類され、アカモクはAsn, UMP, Serが高濃度であり、ホンダワラではイソクエン酸, Asp, Gluが高濃度を示した。対してPC1(-)ではジョロモクやトゲモクなど非食用とされる藻類が中心に分類され、マロン酸やトリゴネリンが高濃度の傾向を示した。HCAより、アカモク雌雄の系統群1, ホンダワラ, マメタワラ, ウミトラノオ, タマハハキモク, フシスジモク, ヨレモクの系統群2, アカモク(生殖器未熟), イソモク, オオバモクの系統群3, ジョロモク, トゲモク, ヤツマタモクの系統群4に成分的特徴が大別された。系統群1, 2はアミノ酸やATP, UTPなど呈味に関与する物質が高濃度であることに對し、系統群3, 4では同等か低濃度であり、トリゴネリンが一部高濃度を示した。以上より、形態および食経験に基づいた分類の可能性が示唆された。  
(<sup>1</sup>慶應大・先端生命研, <sup>2</sup>(公財)庄内産振セ)

**P39** 北山 太樹: 父島産褐藻ジガミグサ属について

小笠原諸島の海藻相を検討するため、東京都島しょセンター小笠原水産センターと小笠原島漁業協同組合(父島)の協力で採集調査を実施している。その過程で褐藻アミジグサ科ジガミグサ属の2種が得られたので報告する。

*Styopodium zonale* (J.V.Lamouroux) Papenfuss ジガミグサは2010年7月に父島須崎の海岸で採取された。藻体は茶色で、1層の小型細胞からなる皮層と2~4層の大型細胞からなる髓層をもち、茎状部を備えた付着器で直立する。幼時は扇状、のちに楔形の裂片となり、25 cmの高さに達する。一方、*S. flabelliforme* Weber-van Bosse オウギジガミグサ(仮称)が、父島の扇浦(2014~2020年)、大村海岸(2016~2018年)、コペペ海岸(2014年)、宮之浜(2018年)で採集された。藻体は茶色であるが、晴天時の海中において翡翠色もしくは空色を呈す。1層の皮層と2~4細胞の髓層からなる体構造はジガミグサと共通しているものの、明瞭な茎状部を持たず、下部縁辺に並ぶ仮根により基物に付着し、扇状のまま横臥あるいは傾臥して、高さは4 cm以下にとどまる。

ジガミグサが小笠原諸島に産することは岡村金太郎(1902)著『日本藻類名彙』など古くから記録があるが、オウギジガミグサはこれまで報告がなく、小笠原のみならず本邦新産となる。なお、同種は太平洋全域に分布が知られ、南シナ海からも記録がある。国立科学博物館の藻類標本室(TNS)に収蔵されている標本を調査したところ、島根県や長崎県など内地産ジガミグサ標本のなかにもオウギジガミグサに似た形態をもつ藻体が含まれており、国内において両種の混同があるようなので標本調査を継続中である。  
(国立科博)

**P38** ○半田 信司<sup>1</sup>・溝瀆 綾<sup>1</sup>・中原-坪田 美保<sup>2</sup>・坪田 博美<sup>3</sup>: ジオデシック構造の細胞壁を持つ気生藻類(Stichococcaceae)の系統と特異な生活史

広島市の元宇品の林内で、コンクリート壁面に生育する地衣類*Psoroglaena*に付着する、多数のトゲ状の突起を持つ気生藻類を確認した。その突起間には隆起があり、三角形を基本単位としたジオデシック構造(強度が高くドームなどの骨格として使われる)となっている。細胞は長さ20~30 μmの楕円体(以下トゲ型)で、形態からは*Trochiscia aspera*や*Scotiella spinosa*が属するOocystaceaeオオキスチス科との近縁性が考えられた。しかし、培養中に*Stichococcus* スチココックス属に類する、微小な筒型細胞のコロニーが現れたため、核18S rRNA遺伝子の塩基配列による系統解析を行った。その結果、トゲ型と筒型は同一の配列で、トレボウクシア藻綱のStichococcaceae スチココックス科の系統であることが確認された。本種の生活史をMA培地等の、液体および寒天平板上での培養により観察した結果、トゲ型の栄養細胞は成熟すると孢子形成を行い、2.5~3 x 3~5 μmの微小な楕円体の孢子を600から800個程度放出する。孢子のうち数個から200個程度には突起が現れ、トゲ型となるが、残りの孢子はやや変形した筒型の細胞となって成長を止めるか、枯死する。また、トゲ型がまったく出現しない場合もある。基本的にはこの生活史を繰り返すが、まれに筒型の細胞が二分裂で増殖を始め、コロニーを形成する。この筒型細胞からなるコロニー内に、トゲ型の細胞が現れる現象は偶発的で、液体培養で数例を確認したのみである。  
(<sup>1</sup>広島県環境保健協会, <sup>2</sup>千葉中央博・共同研究員, <sup>3</sup>広島大・院・統合生命)

## PH1 ○森谷 奏・佐野 綾香・田沼 伽梨風：紅藻カギケノリ系統保存株の様々な光環境下での状態変化

紅藻カギケノリ *Asparagopsis taxiformis* をウシ 1 個体の飼料内に 0.2% 加えると、ウシのゲップによるメタンガス排出量が 85% 減少し、ウシに必要な飼料の総量も減少することが知られている。メタンガスの排出量を削減することは、地球温暖化への対策にも繋がるため、ウシのゲップを減少させることは効果的である。これを実現させるためには、ウシの飼料に混合するカギケノリを人為的に大量生産する技術を確認する必要がある。しかしながら、室内下でカギケノリを培養することは難しく、詳細な培養条件は明らかになっていない。カギケノリ四分孢子体から四分孢子を放出させる培養条件を探ることは、カギケノリ個体を増産することにつながるため、必要不可欠である。

そこで本研究では、藻体の成長に影響を及ぼす環境要因の一つである光環境に着目して、光量 (5, 15, 25  $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) と光質 (緑色, 青色, 赤色) を変化させた 9 条件で、カギケノリ四分孢子体から孢子を放出を誘導する実験を行った。実験は 3 週間行い、1 週間ごとに光学顕微鏡下で藻体の観察と表面積の測定を行った。すべての条件で水温を 17°C、塩濃度を 34‰とした。

本研究により、カギケノリ四分孢子体からの孢子の放出を促す環境要因が明らかになれば、カギケノリを室内で培養する技術を確認できるだけでなく、カギケノリを混合させたウシの飼料作りを促進することにもつながるため、画期的な研究といえる。

(お茶の水女子大学附属高等学校)

## PH2 上川 瑞月・松尾 彩那：海ぶどうの成長～どれが一番成長するのか～

目的・背景 海ぶどうには沖縄地方でとれるクビレズタと本州地方でとれるフサイワズタがある。海ぶどうには多くの栄養成分が含まれている。しかし、若狭地方でとれるフサイワズタはあまり流通されておらず食されていない。だから、フサイワズタを養殖することができれば地域の人に食べてもらえ、養殖業の方々に貢献できると思い海ぶどうを養殖しようと考えた。養殖をするには成長しなければいけない。だから、最も成長する餌を見つける実験を行った。

実験方法 全ての実験で水温 23 度、照度 8000 ルクス、水流をつけ  $\text{CO}_2$  を入れることを条件にした。

第 1 の実験では A の水槽にドライペレット 1.5g、B の水槽に粉骨 0.5gC の水槽には何も与えずに実験を行った。

第 2 の実験では A の水槽にドライペレット 1.7g、B の水槽に硫酸 0.4g・過リン酸 0.4g・尿素 0.1gC の水槽には何も与えずに実験を行った。

第 3 の実験では A の水槽にマダイの糞水 600CC、B の水槽には何も与えずに実験を行った。

第 4 の実験ではまず、滅菌海水と栄養塩の入った瓶に海ぶどうを入れ、23 度に設定した恒温器に入れた。

結果は、実験 1 は粉骨の伸び率が良いが色が黄緑になりちぎれやすくなっていた為ドライペレットが一番良かった。実験 2 もドライペレットが良かった。実験 3 はマダイの糞水が良かった。考察は、第 1 の実験からドライペレットは海ぶどうの成長に適しているが粉骨は適さない。第 2 の実験からは硫酸、過リン酸、尿素は長期養殖に適さない。第 3 の実験からマダイの糞水は成長に適している。第 4 の実験は珪藻が付着し器具がしっかり滅菌されていなかった為成長しない。

(福井県立若狭高等学校)

## 日本藻類学会第 46 回大会 シンポジウム 「藻類をめぐる様々な生物間インタラクション」

主 催：日本藻類学会  
日 時：2022 年 3 月 29 日（火）13:00 ~ 15:25  
会 場：Zoom（LINC Biz からお入りください）

### 企画趣旨

藻類と他の生物との関わり合いは、両者の生き様や進化を左右する重要な側面である。本シンポジウムでは、4 人の講演者から、藻類をめぐる多様な生物間インタラクションをご紹介いただくことで、藻類単独の研究では見えてこなかった藻類の一面について考える機会を提供したい。

### S01 木村 圭：ノリとの共生関係を展開するバクテリア群集とウイルス

バクテリアやウイルスは、他の様々な生物と深い関係を持ちながら様々な環境に存在している。藻類と関係を持つバクテリアやウイルスも、これまでに数多く報告されてきた。藻類とそれに定着している細菌の間には、ビタミンなどの栄養源の交換やシグナル伝達物質のやりとりなど、幅広い代謝機能が作用し合っている。一方、ウイルスについては、藻類細胞を死に追いやるもののほか、藻類細胞に内在するものの存在も明らかになりつつある。

紅藻のスサビノリは日本において最も多く養殖されている海藻であり、産業的な利用価値の高さから種々の研究が行われてきた。しかしながら、このスサビノリがバクテリアやウイルスとどのような関係を持っているのかについては十分に解明されていない。そこで、本研究室で保有する多数のスサビノリ株を対象に、メタゲノム解析による関連バクテリア遺伝子機能の推定を実施した。その結果、ノリ株内には様々な種類のバクテリアが存在すること、そして多くの紅藻類が外部からの供給に依存しているビタミン B<sub>12</sub> や、藻体の生長を促す植物ホルモンの一種であるインドール酢酸の合成バクテリアが検出されることが明らかになった。興味深いことに、特定の種のバクテリアがこれらの代謝機能を持っているのではなく、様々なバクテリア群集がノリに有用な作用をもたらしていることが分かってきた。つまり、これらの働きは常に同じバクテリア種が担っているわけではなく、その環境ごとに関与するバクテリア種が柔軟に変化していることが示唆された。また一方で、ノリ類に関与するウイルス存在についても調査を行った。その結果、スサビノリの細胞内に内在するウイルスが存在することを突き止めた。通常知られるようなウイルスは、次々に細胞に感染して水平的に拡散するが、スサビノリで見つかったウイルスは、親から子のノリ細胞へと垂直に伝えられるものであった。そしてこのウイルスは、他のノリ種にも存在していることも明らかになっており、ノリの進化の過程で深く関わってきたものであることが推察された。

我々の研究により、ノリは想像以上にバクテリアやウイルスと広い共生関係を展開していることが明らかになってきた。本発表では、今明らかになりつつあるノリと共生関係を展開するバクテリアやウイルスの存在を紹介する。  
(佐賀大・農)

### S02 高木 悠花：浮遊性有孔虫と藻類の細胞内共生関係に迫る

海の砂漠と呼ばれる温暖で光に満ちた貧栄養海域では、混合栄養性の生物が適応し、物質循環の重要な役割を担っている。微細藻類を細胞内に共生させる「光共生 (photosymbiosis)」も混合栄養の一種であり、共生藻は光合成産物を宿主へ、宿主は代謝産物を共生藻へ受け渡すことで、相利共生が成立している。近年、こうした光共生生態を持つ単細胞動物プランクトン（浮遊性有孔虫や放散虫）のバイオマスが貧栄養海域で非常に高く、物質循環へ重要な貢献を果たしていることが報告されており、海洋において光共生プランクトンが果たす役割について注目されつつある。しかし、継代培養できない外洋性のプランクトンは、生態に関する知見が極めて乏しく、光共生に関しても理解が立ち遅れている状況にある。

発表者はこれまで、浮遊性有孔虫（炭酸カルシウムの殻をもつ原生生物）の光共生に焦点を当て、どんな種が、どんな共生藻を、どれほど持ち、どれほど活発に光合成を行っているかを、研究航海による現場観測、飼育実験、光合成生理解析、遺伝子解析を用いて明らかにしてきた。例えば、洋上で様々な有孔虫種の光合成活性を測定した研究では、亜熱帯海域で産する種のほとんどが共生藻を有することが明らかとなり、その光合成も非常に活発であることが示された。また、DNA メタバーコーディングを用いて有孔虫 1 個体内の共生藻組成を明らかにした研究では、宿主と共生藻の高い特異性が明らかとなってきている。さらに、飼育実験に基づく観察では、宿主の成長に従って共生藻が高い光合成活性を保ちながら増殖することが確認され、有孔虫の細胞内が藻類にとって好適な環境であることが示された。その一方で、宿主が一生を終える直前には共生藻を消化してしまうという興味深い現象も確認されている。このように、浮遊性有孔虫の光共生では、共生藻との関係が相利的なのか、片利的なのか、単純には言い表せないことも見えてきている状況にある。本発表では、発表者のこれまでの研究の概要を、特に宿主と共生藻の関係に着眼しながら紹介したい。

(千葉大・院・理)

### S03 児玉 有紀：細胞内共生クロレラが与える宿主ミドリゾウリムシへの影響について

真核細胞内のミトコンドリアや葉緑体を生み出した細胞内共生は現在でも多くの生物同士で見られ、真核細胞の進化や多様化の原動力となっている。しかし細胞内共生の成立機構や維持機構はほとんど明らかにされていない。これらを解明するためのモデル生物が繊毛虫のミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*) である。ミドリゾウリムシの細胞質内には約 700 細胞の緑藻クロレラが共生しており、共生クロレラは 1 細胞ずつ宿主の食胞膜に由来する perialgal vacuole (PV) 膜と呼ばれる共生胞膜に包まれている。ミドリゾウリムシとクロレラは相利共生の関係であるが、互いの存在は生存に必須ではなく、それぞれ単独での増殖が可能である。これは、両者の関係が細胞内共生による進化の初期段階にあることを示している。クロレラはミドリゾウリムシ以外の原生生物やヒドラやカイメンやイソギンチャク等にも共生しており、クロレラと動物細胞との細胞内共生は普遍的な現象である。私達はミドリゾウリムシを用いて細胞内共生による真核細胞の進化と多様化のメカニズムの解明を目的として研究を行っている。

クロレラを人為的に除去した白色細胞に、ミドリゾウリムシから単離した共生クロレラを与えることで、クロレラの再共生を容易に誘導することができる。クロレラの再共生過程は次の 4 つのプロセスから成る。1) クロレラ除去細胞とミドリゾウリムシから単離したクロレラを混合してから 3 分後に、アシドソームとリソソームが融合した宿主食胞内で一部のクロレラが一時的に宿主消化酵素に耐性を示す。2) 30 分以降に、宿主食胞膜の出芽によってクロレラが宿主細胞質中に 1 細胞ずつ遊離する。3) 細胞質中に遊離したクロレラを包む食胞膜が、宿主リソソーム融合を阻止する PV 膜に分化する。4) クロレラを包む PV 膜が宿主細胞表層直下に接着して安定化し、24 時間後には宿主の栄養状態に合わせて分裂を開始して細胞内共生を成立させる。本シンポジウムでは、クロレラの再共生過程や共生クロレラの有無による宿主細胞のトランスクリプトーム解析の結果を中心に、ミドリゾウリムシを使用して得られた研究成果について紹介させていただく。

(島根大・生物資源)

### S04 鏡味 麻衣子：藻類にとりつく様々な菌類たち：宿主寄生者関係と生態系への影響

珪藻、緑藻、渦鞭毛藻、シアノバクテリアなど微細藻類の多くが、ツボカビという菌類に寄生される。ツボカビ門は鞭毛をもつ細胞（遊走子）を作る菌類で、現在 1000 種ほど報告されている。藻類やカエルなどに寄生する種類だけでなく、有機物を分解する腐生性の種類も多く存在する。藻類に寄生するツボカビは、宿主特異性が高く、特定の種や系統に寄生するため、藻類群集の種組成や遺伝的多様性に大きく影響する。藻類とツボカビの宿主寄生者関係には、光や水温など様々な環境要因が影響を与える。例えば春に優占する珪藻は、暖かい冬ほどツボカビにやられやすく、温暖化はツボカビ感染症の蔓延を促すことも予想されている。

湖沼で優占する藻類にツボカビが寄生することで物質循環にも多大な影響を及ぼす。琵琶湖では、時として藻類全体の基礎生産量の約 30% もツボカビが消費する。さらに、ツボカビが藻類の栄養を吸収した後に水中に放出する遊走子は、大きさ（直径 5 $\mu$ m）と質（コレステロールや不飽和脂肪酸）共にミジンコにとって好適な餌源である。藻類を消費したツボカビをミジンコが食べることで、食物網動態や物質循環にも影響が及ぶ。このツボカビを介した物質経路は Mycoloop と称される。また、ツボカビとバクテリアは藻類の生産する有機物をめぐり競争関係にあり、ツボカビがバクテリアの量や種組成に影響をあたえ、ひいては溶存有機物 DOM の質を改変しうる。

次世代シーケンサーが汎用化され、メタバーコーディング研究が進んだ結果、湖沼や海洋、河川、雪氷、下水処理場、藻類大量培養系など幅広い生態系から、正体不明の菌類 (Dark Matter Fungi) が続々と検出されている。Dark Matter Fungi の多くは、培養が困難で DNA データベース登録数の圧倒的に少ない藻類寄生性菌類である可能性が高い。実際、我々は Single spore PCR 法により顕微鏡下で観察できた藻類に寄生する菌類 1 胞子の DNA 解析を行ったところ、多くが新奇のツボカビやロゼラ菌、アフェリダであり、Dark Matter Fungi の正体であることを明らかにした。中には藻類寄生性に特化した系統や、藻類寄生性菌類に寄生する菌も存在した。鞭毛菌類は真菌類の最も祖先的な系統であり、菌類の進化を考える上でも重要である。さらにこれら新奇の鞭毛菌類が藻類への寄生を通じて地球規模での物質循環に影響を与えている可能性が高い。

(横浜国大・院・環境情報)