

## 日本藻類学会 学会賞 (特別賞, 学術賞, 第 16 回研究奨励賞, 第 23 回論文賞)

### 【日本藻類学会 学会賞 受賞記念特集】

2020 年度持ち回り評議員会において、日本藻類学会特別賞 (岡村賞)、学術賞 (山田賞)、第 16 回研究奨励賞、第 23 回論文賞が決定された。本来であれば 2020 年 3 月 27 日に行われる予定であった日本藻類学会総会にて、学会賞の発表と授与が行われるはずであったが、新型コロナウイルスの感染拡大を防止する観点から日本藻類学会第 44 回大会—鹿児島・2020—が中止となったため総会を開催することができず、和文誌「藻類」68 巻 2 号 p109 における総会資料での発表となった。各賞の概略的な内容と選考方法は以下の通りである。詳しくは日本藻類学会の web サイトにある学会賞選考規定などを参照されたい。1) 特別賞 (岡村賞)：我が国の藻類学の発展に顕著な貢献をし、長年にわたりこの学会の発展に寄与した者 (元会員も可) に授与される。2) 学術賞 (山田賞)：藻類学分野において独創性の高い研究を行い、その成果が高い評価を受け、藻類学、及びその関連分野の発展に大きく寄与した者に授与される。3) 研究奨励賞：我が国の藻類学の発展に積極的に寄与することを期待し、藻類学及びその関連分野において優れた研究成果を上げた大学院修了後 5 年程度以内、推薦の時点でおおむね 40 歳未満の者に授与される。岡村賞・山田賞・研究奨励賞は、自薦または他薦による資料を各賞の選考委員会が審議し、候補者を会長に報告し、評議員会で決定される。4) 論文賞は過去 1 年間に英文誌 *Phycological Research* に掲載された質の高い原著論文に対して授与され、英文誌編集長・副編集長および評議員による投票に基づいて選考され、評議員会で決定される。2020 年 3 月に授与された各賞の受賞者は、岡村賞が能登谷 正浩 氏、山田賞が野崎 久義 氏、研究奨励賞が鈴木 重勝 氏と西村 朋宏 氏であり、受賞論文は「Watanabe, K., Homma, Y., Karakisawa, H., Ishikawa, R. & Uwai, S. 2019. Haplotypic differentiation between seasonal populations of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyceae) in Japan. *Phycol. Res.* 67: 59-64」であった。

### 日本藻類学会学術賞 (山田賞) を受賞して

野崎 久義 (東京大学大学院理学系研究科)

40 年ほど前は神奈川県私立高校の教員をやりながら「藻類研究」を目指していた。その頃読んだ一冊の本の中のワールブルグ (ドイツ生理学者) の言葉に感銘を受けた。「屋根裏部屋でも研究は可能である。」これは当時の自分の研究の姿そのものであったので、頑張ろうと思った。もう一つは「若い研究者にとって重要な経歴はその時代の一流の研究者と個人的

な接触を持つことである。」。生物教育を主業務としていた当時の自分にとっては「これがない」と思う愕然とする言葉であった。しかし学部の卒業研究の指導教官であった加崎英男先生と 1978 年から「日本藻類学会」に参加をすることができ、「夜の学会」で様々な研究関係者と遭遇し、それが自分の経歴になったと感謝しています。今回の受賞も一重に藻類学会のみなさまのお陰であり恐縮する次第であります。

### 第 16 回日本藻類学会研究奨励賞を受賞して

鈴木 重勝 (国立環境研究所)

この度は、第 16 回日本藻類学会研究奨励賞を賜りまして、大変光栄に存じます。この名誉ある賞をいただくことができましたのも、これまでにご指導いただきました、筑波大学の石田健一郎先生、平川泰久先生、国立環境研究所の河地正伸室長、山口晴代主任研究員をはじめ、ご指導、ご講評を頂きました皆様のおかげです。この場をお借りしまして、厚く御礼申し上げます。

私が細胞内共生に興味を抱く最初のきっかけとなったのは、偶然、大学の図書館でリン・マーギュリス「細胞の共生進化」を読んだことでした。複数の生物が 1 つの生物として協調的に進化していくという概念に衝撃を受け、このメカニズムの解明は、現在まで私の研究の中心的なテーマとなっています。その後、井上勲先生 (現筑波大学名誉教授) の「藻類 30 億年の自然史」を読んだことで、藻類がもつ形態や生態、進化の



1985 年室蘭における「夜の藻類学会」。左から、加崎英男先生 (東京都立大学名誉教授)、斎藤美智子さま (室蘭藻類研究者の母)、山田賞受賞者：野崎 久義。



研究奨励賞受賞者：鈴木 重勝

多様性に魅せられました。卒業研究では、クロララクニオン藻のヌクレオモルフゲノム配列の解読を行いました。クロララクニオン藻は緑藻を共生者とした二次植物で、共生者核“ヌクレオモルフ”を残すことから、二次共生成立過程の中間的な特徴をもつと考えられています。当時はサンガー法によりシーケンスを行い、PCRで繋げるという地道な作業を繰り返していましたが、初めてゲノム上の遺伝子を見つけた嬉しさを今でも覚えています。博士課程においては、主に次世代シーケンサーを用いて、ゲノム解析やトランスクリプトーム解析を行いました。この時期に得られた技術や経験は、今でも私の研究の基盤となっています。学位論文では、クロララクニオン藻の共生者ゲノムの縮退進化過程について、ゲノム構造と転写制御の観点から論じました。

現在は、国立環境研究所の特別研究員として、シアノバクテリア、緑藻、クリプト藻、ハプト藻、渦鞭毛藻、クロララクニオン藻など、微細藻類から海藻類まで、様々な藻類のゲノム・トランスクリプトーム解析を中心に行っています。これらの研究により、真核生物の様々な系統を含むという藻類の特徴を活かして、細胞内共生成立に伴うゲノム進化の共通原理を見出したいと考えています。さらに、メタゲノム解析やメタトランスクリプトーム解析も取り入れ、藻類が環境中で何をしているのかという点にも注目しています。最近では、細胞内共生に至るまでに、宿主と共生者のもとになった生物との間に種間相互作用が存在したのではないかと考え、自由生活性の藻類と自由生活性バクテリアとの相互作用についての研究も行っています。これらの研究を通じて、藻類とそれを取り巻く環境や生態系の複雑性に改めて驚かされています。また、現在に至るまで、様々な方々に藻類全般の基礎的な分類や同定方法、細胞の分離培養や無菌化技術などの藻類を扱うための基本技術をご教授いただきました。このおかげで自身の研究の幅を広げられていると実感しております。

私がこのような多様な研究をしてこられたのも、自主的で

自由な研究環境を提供していただいた上記の先生方のおかげです。今後も藻類学の知見を基に、“生物を見る”ことを忘れずに、最新の生物情報学的な解析を積極的に取り入れていきたいと考えております。この度、このような賞をいただいたことを励みにして、益々研究に精進していく所存です。さらなるご指導、ご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。

## 第16回日本藻類学会研究奨励賞を受賞して

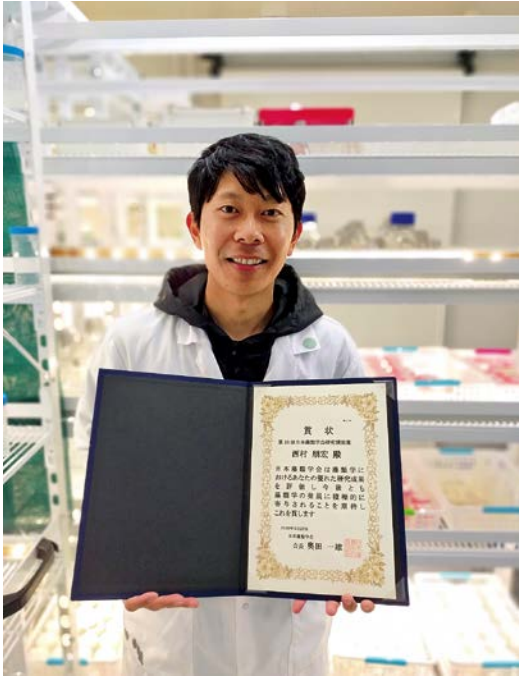
西村 朋宏（ニュージーランド、Cawthron Institute）

この度は第16回日本藻類学会研究奨励賞を賜り、大変光栄に存じます。本受賞は、私の大学院在学中および博士研究員在職中に行われた研究「底生性有毒渦鞭毛藻の系統分類学および生態学的研究」に対して賜りました。このような名誉ある賞を頂きましたのも、これまで懇切丁寧にご指導して下さった足立真佐雄先生（高知大）、山口晴生先生（高知大）、佐藤晋也先生（福井県大）、須田彰一郎先生（琉球大）をはじめとした先生方、鈴木敏之博士（水産機構中央水研）をはじめとした全国の研究機関の皆様方、針金谷尚人博士（日本ポール株式会社）、田中幸記博士、共に定点サンプリングを行った Wittaya Tawong 先生（Naresuan University）や坂成浩嗣君をはじめとした水族環境学研究室の皆様（高知大）、そして両親や妻をはじめとした家族のご協力・ご支援の賜物です。この場をお借りして、お世話になりました全ての方々へ心より感謝申し上げます。

私が藻類の研究を始めたきっかけは、高知大学の学部生時代、足立先生が担当されていた有害有毒藻類に関する講義を受けたことです。顕微鏡でしか見る事の出来ないような小さな微細藻類が、海産物の毒化や致死の原因となり、持続的な水産増養殖業の妨げとなるという内容にとっても興味を惹かれました。とりわけ、これまでに聞いたことの無かった世界最大の海産食中毒シガテラとその発生機構に関する内容、またシガテラ原因藻類である底生性渦鞭毛藻 *Gambierdiscus* 属



高知県須崎市におけるサンプリング風景（左から Wittaya Tawong 先生、研究奨励賞受賞者：西村 朋宏、上原 啓太君、坂成 浩嗣君、2011 年撮影）



研究奨励賞の賞状を手にした受賞者の近影（コースロン研究所の微細藻カルチャーコレクションルームにて、2020年撮影）

の日本における調査は、これまでにほとんど為されておらず、まだ誰も解き明かしていない謎を共に研究する学生を募集しているという内容は、非常に刺激的でした。足立先生の研究室に配属されてからは、学部4回生から博士課程の6年間にわたり、本邦産 *Gambierdiscus* 属の種組成・分布の解明、各種の毒性評価、現場動態の解明および種特異的検出・定量法の開発に取り組みました。高知県沿岸に設けた3定点では、先輩・後輩らと共にウェットスーツを相棒にシュノーケリングによる海藻試料採集を約6年間にわたり毎月行いました。1月や2月の真冬に行うサンプリングには大変苦労しました。試料採集の次は、倒立顕微鏡を用いた細胞計数および単離・培養作業となりますが、これらの作業にも苦労しました。と言うのも顕微鏡観察をすると、ものの数分のうちに酔ってしまい、強い吐き気に襲われてしまうのです。唯一の解決策は酔い止め薬の服用であり、今でも顕微鏡観察の前には必ず服用しています。こうして得られた現場試料および数百株におよぶ培養株の解析により、本邦産 *Gambierdiscus* 属は、複数の未記載種を含む5種で構成されること、シガテラの頻発海域である本邦亜熱帯域には複数の有毒種が、シガテラが散発する同温帯域には無毒種がそれぞれ優占して分布することを明らかにしました。また、未記載種のうちの1種を *G. scabrosus* として新種記載しました。現場動態調査の結果、温帯域においては夏季および秋季に本属藻類細胞密度が増大することを明らかにしました。さらに、本邦産本属藻類各種を正確に検出・定量可能とする定量PCR法を開発しました。

学位取得後は、ベントスを扱う研究室にて特任研究員として1年間従事しました。その後、足立先生の研究室に特任研

究員として戻り、再び有害有毒藻類に関する研究を3年間行いました。その研究内容は、下痢性貝毒を産生する底生性渦鞭毛藻 *Prorocentrum* 属について、本邦における細胞密度、種組成・分布および毒産生能を解明すること、ならびに下痢性貝毒の化学分析用標準品の大量生産を目指し、同毒を高産生する本属藻類培養株を探索・培養することでした。その結果、本邦亜熱帯域における *Prorocentrum* 属細胞密度は同温帯域のそれと比較して高いことを明らかにしました。さらに、数百株におよぶ培養株の解析により、本邦産本属藻類は複数の未記載種を含む非常に多様な系統群で構成され、各系統群の分布は互いに異なることを明らかにしました。また、各系統群間で下痢性貝毒含量・組成が大きく異なることを明らかにすると共に、世界最高レベルの同毒含量を示す培養株を確立することに成功しました。さらに、*P. fukuyoi* complex に属する培養株が下痢性貝毒を産生することを世界で初めて明らかにしました [Phycological Research, 68 (1), 30–40, 2020]。高知大学での任期を終えた後は、日本学術振興会の海外特別研究員として、ニュージーランドのコースロン研究所に留学し、オセアニア地域における底生性渦鞭毛藻の種組成や毒産生能の解明等に関する研究を行いました。その後、2020年4月からは同研究所にて任期付き研究員として従事しており、ニュージーランドにおける安全かつ持続的な水産物の生産に貢献するため、同国における有害有毒藻類の種組成・分布・毒産生能などの調査、種特異的検出・定量法の開発などに着手しています。

今後も有害有毒藻類をはじめとした藻類学の発展に貢献出来るよう尽力して参りますので、より一層のご指導・ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。また、日本藻類学会の益々のご発展をお祈り申し上げます。

### 第23回日本藻類学会論文賞を受賞して

上井 進也（神戸大学）

この度私たちの論文が、光栄にも第23回日本藻類学会論文賞を受賞いたしました。受賞論文「Haplotypic differentiation between seasonal populations of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyceae) in Japan」について、背景を含め、概要を筆頭著者の渡辺幸平氏の代理として corresponding author の私から紹介させていただきます。

本論文の研究対象は、新潟県、とくに佐渡島沿岸に見られる褐藻アカモクです。アカモクは言わずと知れたホンダワラ科の1種で、日本沿岸では春に優占し、ガラモ藻場の主要な構成種となっています。アカモクは1年生ですが、成熟する（リセプタクルを形成し、有性生殖を行う）季節はいつか、と問われると一言で答えるのは意外と難しく、単純に緯度に沿った成熟時期のズレだけではなく、同じ地域でも集団によって成熟時期が異なる事例が知られています。新潟県、とくに佐渡島沿岸では、アカモクの成熟は1月にはじまり、6月まで続きます。成熟期間は連続しており、明確なギャップを認識することはできないのですが、佐渡をはじめとする新潟県沿岸

域では、冬（1～3月）に成熟する集団を「ナガモ」と呼んで古くから食用としてきた歴史があり（池原 1987）、現在でも冬になると新潟市内の大型スーパーで生のアカモクがパックされて売られている光景を見ることができます。後述するように今回の受賞論文において、3月末から4月初めを境界として冬・春という2つの季節集団が区別できることが分かったのですが、この仕事を始めたのは、冬成熟の「ナガモ」に比べると、4月以降に成熟する春集団は硬くて食用には不向きとされている、という話を聞いたことがきっかけでした。

同所的であるにも関わらず成熟時期の「ズレ」をしめすアカモクの季節集団の存在については、寺脇（1986）や奥田（1987）、五十嵐・薮（1995）により日本各地から報告されています。また、瀬戸内海の季節集団については詳細な生理生態学的研究（吉田 2005 など）がなされており、アカモク種内の季節集団の存在についてご存知の方も多いかと思えます。一方で季節集団間にどの程度の遺伝的分化が生じているのかについては、いずれの地域においても本格的な解析がなされていませんでした。新潟の冬成熟集団と春成熟集団、2つの季節集団は遺伝的に区別できるのか、という極めてシンプルな問いがこの研究の出発点です。成熟時期が集団ごとにある程度固定されているならば、成熟時期が違う集団間では遺伝的交流が制限され、遺伝的な分化が検出されるはずですが。逆に生育環境などの影響で地点ごとに成熟時期に変化が生じているだけであれば、季節集団間で遺伝的な分化はみられないはずですが。本研究では遺伝的多様性の季節的構造（分布パターン）を明らかにすることで、佐渡沿岸におけるアカモクの成熟時期の多様性が遺伝的に固定されたものかを間接的に明らかにしようとしたとも言えます。

いずれにしても遺伝的多様性の指標となるゲノム上の領域を探し出す必要があるのですが、幸いにして予備的な解析において、ミトコンドリアゲノム上の *cox3* 領域に遺伝的変異を見つけることができました。余談ですが、アカモクはホンダワラ類の中では例外的に種内の遺伝的変異が大きく、東北太平洋岸の集団と西日本や日本海側の集団では *cox3* 遺伝子の部分配列 500 塩基程度の中に 30 塩基もの置換を見ることができます。少数の春成熟個体と冬成熟個体において決定した 469 塩基中に、3 塩基の違いを確認することができました。しかしながら、2つのハプロタイプ（塩基配列）が佐渡沿岸に存在するとしても、春成熟・冬成熟両方の季節集団にほぼ均等に分布している可能性もあります。季節集団間でハプロタイプの分布（ハプロタイプ頻度）に偏りがあった場合にだけ季節集団間に遺伝的分化が生じていると言うことができますので、*cox3* 領域をマーカーとして、季節集団間のハプロタイプ頻度の違いを調べるという作業に着手しました。

さて、潮位の変化が少ない新潟県沿岸では、アカモクは水深 1m 程度の浅い場所にも多く生育しています。結果から言えば、この浅い場所に生育しているアカモクは春成熟の個体ばかりでした。一方で、冬成熟の個体は、浅いところでも水深 4～5m、深いところでは水深 10m 以上の場所に生育しており、

春成熟個体が多く生育しているような浅い場所にはほとんど見られませんでした。佐渡の冬成熟個体はやや沖合（といっても数 100m 程度ですが）に生育している場合が多く、採集に船が必要でした。まだ水の冷たい春先に受賞論文の第一著者である渡辺幸平氏と、小型漁船の上から身を乗り出して成熟個体の枝先を採取したのも、今となっては良い思い出です。しかしながら、筆者が当時の所属していた新潟大学のキャンパス（新潟市）から佐渡へは意外と時間がかかること（フェリーで2時間半）と、冬季の日本海は荒れている日が多いことが重なって、採集のタイミングを掴むことが難しく、当初はなかなかサンプルが集まらない状況が続きました。新潟県水産海洋研究所のご協力もあり、冬成熟集団については、漁獲されたものから分けてもらうか、あるいは事前にお願いで採取してもらうという方法をとることにより、多くのサンプルを得ることができました。サンプルの収集にご協力いただいた佐渡島内各地の漁協の皆様には本当に感謝しております。逆に4月以降に成熟する個体のサンプリングは簡単で、車をつかい半日で佐渡島内を半周して複数地点を採集して周ったこともありました。予備解析の際は、冬成熟、春成熟という事前情報をもとに集めた未成熟個体も用いましたが、成熟時期を確実に把握する必要があるため、本解析では、サンプリングの際に成熟（リセブタクルを形成）している個体のみを採集し、解析に用いるようにしました。また、季節や年をかえ、同じ地域で複数回サンプリングを行い、年変動があるのかを確かめるといことも試みました。

この論文では 32 集団、約 340 個体の解析結果にもとづいて、成熟月を基準として遺伝的分化の程度の産出をしています。ちなみに、今回のような研究では採集地点ごとに個体をまとめ「集団」として扱うことが通例ですが、本研究で「集団」とは、採集地と採集のタイミングで定義しています。つまり同じ地点で採集された個体でも、採集した年月日が異なる場合は、異なる集団として扱いました。

遺伝的分化の程度を算出する際、月ごとにまとめたのは解析を単純化するための便宜的な処理ですが、結果を見ると3月末から4月初めという「年度末」のタイミングが2つの季節集団の入れ替わり時期に相当していることがわかりました。今回の解析では 16 ハプロタイプを検出できましたが、ほとんどの個体が2つのハプロタイプ（論文中のタイプ A と M）のいずれかを持っていることがわかりました。季節ごとの差異は明確で、1～3月（冬）成熟個体の多くはタイプ M、逆に4～6月（春）成熟個体の多くはタイプ A を持っていることが明らかになりました。もう少し正確に言うと、3月までに成熟する個体のうち 90% を超える個体（132 個体中 121 個体）がタイプ M をもっており、4月以降に成熟する個体の約 80%（211 個体中 171 個体）がタイプ A を持っていました。この結果は、佐渡沿岸には遺伝的に区別可能な2つの季節集団が存在していることを示しています。2つの季節集団が同所的に生育している地域もあり、例えば新潟からのフェリーが接岸する両津港の南側ではほぼ同じ場所で1月から6月まで成

熟が続きますが、1月に成熟する個体ではタイプMが優勢し(9/12個体)、一方で5月(10/13個体)と6月(11/12個体)はタイプAをもつ個体が多く、4月に成熟する個体ではタイプA(7/14個体)とM(6/14個体)ほぼ半々であるという結果が得られました。また、集団を、季節、月、地域など、複数の方法でグループ分けして、どのようなグルーピングで遺伝的分化がより際立つかを AMOVA (Analysis of MOlecular VAriance) で検討してみました。その結果、「季節(1~3月と4~6月)」あるいは「月ごと」で集団をグループとしてまとめた場合、「地域(5グループ)」で分けた場合よりも、グループ間にみられる遺伝的分化がより明確になることがわかりました。「月ごと」に分けた場合は、グループ数が6と多くなるためグループ間の分化が検出しやすくなるのは当然ですが、2グループにしか分けていない「季節」でも、より明確な分化が検出されるという結果が得られています。これらのことから、佐渡沿岸アカモク集団にみられる、1月から6月まで続く成熟期間は環境によるものではなく、成熟時期の異なる2つの季節集団の存在が引き起こしている現象であり、2つの季節集団の成熟時期の境目は3月末から4月初めであることを示したというのが、今回の受賞論文の概要と言えます。

受賞論文の内容からは少し逸脱してしましますが、佐渡の沿岸で観察された季節集団間の遺伝的分化は、佐渡特有のものなのでしょうか。瀬戸内海をはじめとする他の地域でも季節集団が確認されていることはすでに紹介しましたが、これら他の地域の季節集団との関係は気になるところです。今回用いたミトコンドリア *cox3* 領域の部分配列に基づけば、佐渡の春集団は本州・北海道の日本海側に広くみつかると言えます。また、冬集団からみつけたハプロタイプは、瀬戸内海や松島湾の早期成熟集団とは異なるハプロタイプを持っていましたが、富山県氷見や熊本県天草の冬成熟個体と同じハプロタイプであることがわかっています。日本海沿岸における冬成熟集団の分布は明らかになっていませんが、日本海沿岸各地に、遺伝的に非常に近い冬成熟集団が点在している可能性も考えられます。

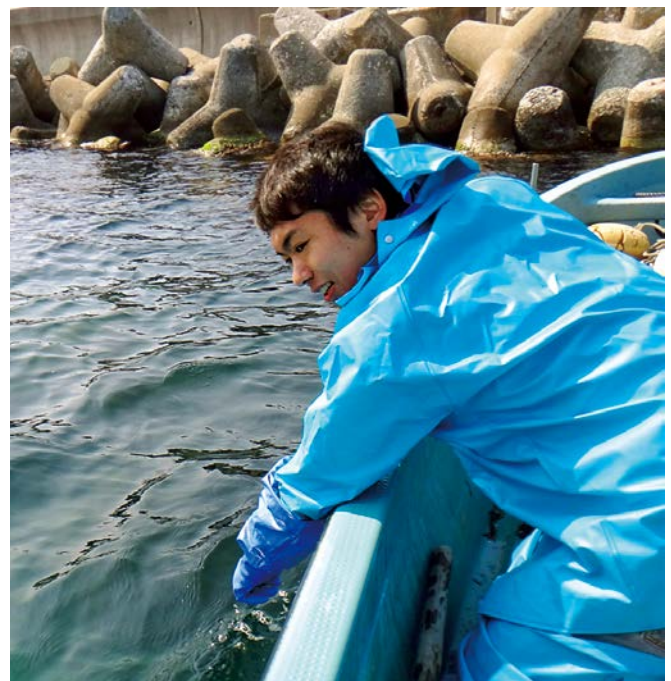
また、同所的(空間的には交配可能な距離という意味で)な2つの季節集団の間で、交雑はどの程度生じているのでしょうか。この点については、受賞論文の続きとも言える論文が、先日、*Marine Ecology Progress Series* 誌にて印刷になっています(Homma *et al.* 2020)。ここでは、本土側のいくつかの地点で冬集団の分布を確認した上で、個体標識し、各個体(雌のみ)の卵放出の開始から終了までを記録するという調査を行いました。また、これと並行して、ミトコンドリアハプロタイプと核ゲノム上の12のマイクロサテライトマーカーを用いて、各個体の遺伝的グループ(所属確率)を確認するという解析を行なっています。結果として、核マーカーにおいても、ミトコンドリアハプロタイプで見られたような成熟時期と対応する遺伝的グループが認識されました。また、実験室内で継代培養した実験的交雑個体(冬成熟個体と春成熟個体の交

雑により得られたF1とF2)の所属確率との比較の結果、遺伝的解析に供した天然藻体(548個体)のうち、実に20%が交雑個体か交雑個体の子孫であることが示唆されました。

この20年ほどの間に、同一種でも地域集団間に明確な遺伝的分化が検出される事例が海藻でも多く報告されてきました。今回の受賞論文の結果は、さらに同一地域でも遺伝的に区別できる集団が共存している事実を示しており、ホンダワラ類における潜在的な遺伝的多様性の高さを示唆しています。一方で実験的には検性のある交雑個体が得られること、野外からも交雑由来と考えられる個体が見られることから、2つの季節集団間にはある程度の遺伝的交流があることが考えられます。季節集団間の生理的性質の比較などを行うことによって、2つの季節集団が遺伝的交流をもちながら、独自性を保っている理由が解明できるかもしれません。

#### 参考文献

- Homma Y., Okuda S., Kasahara M., Takahashi F., Yoshikawa S. & Uwai S. 2020. Phenological shifts and genetic differentiation between sympatric populations of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyceae) on the Sea of Japan coast of central Honshu, Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 642: 103-116.
- 五十嵐輝夫・部太郎 1995. 松島湾でみられたアカモクの冬季成熟群. *宮城水セ研報* 14: 12-15.
- 池原宏二 1987. 日本海沿岸における食用としてのホンダワラとアカモク. *藻類* 35: 233-234.
- 奥田武男 1987. アカモクにおける雌雄同株個体と秋季の成熟. *藻類* 35: 221-225.
- 寺脇利信 1986. 三浦半島小田和湾におけるアカモクの成長と成熟. *水産増殖* 33: 177-181.
- 吉田吾郎 2005. 広島湾における褐藻アカモクのフェノロジーとその個体群間分化に関する研究. *水研センター研報* 15: 27-126.



船上から冬成熟アカモクを採集する論文賞第一著者の渡辺 幸平氏 (2013年4月撮影)