



日本藻類学会 学会賞（学術賞，特別賞，第 17 回研究奨励賞， 第 24 回論文賞，第 45 回大会学生発表賞）

【日本藻類学会 学会賞 受賞記念特集】

2021 年 3 月 17 日にオンラインで行われた日本藻類学会第 45 回大会授賞式にて，日本藻類学会学術賞（山田賞），特別賞（岡村賞），第 17 回研究奨励賞，第 24 回論文賞が発表された。さらに今大会から学生会員の優れた研究発表に対して贈られる学生発表賞が設けられ，その発表も行われた。各賞の概略的な内容と選考方法については日本藻類学会の WEB サイトを参照されたい。各賞の受賞者は，山田賞が今井 一郎氏，岡村賞が野田 三千代氏，研究奨励賞が秋田 晋吾氏，受賞論文が「Nishimura, T., Uchida, H., Suzuki, T., Tawong, W., Abe, S., Arimitsu, S. & Adachi, M. 2020. First report on okadaic acid production of a benthic dinoflagellate *Prorocentrum* cf. *fukuyoi* from Japan. Phycol. Res. 68: 30–40」であった。学生発表賞は口頭発表の大型藻の部が原田 実氏，微細藻の部が諸見里 怜奈氏と渡辺 実咲氏，ポスター発表の大型藻の部が新井 嵩博氏，微細藻の部が水戸 誠也氏であった。

日本藻類学会学術賞（山田賞）を受賞して： 有害有毒藻類研究の旅

今井 一郎（北海道大学名誉教授 / 琵琶湖博物館特別研究員）
此の度は栄えある日本藻類学会学術賞（山田賞）の授与を賜り，大変光栄です。心より感謝申し上げます。良い機会なので，ここでは自身の研究の旅を振り返ってみたいと思います。若手の方々には「もって他山の石」として戴く事があれば幸いです。

1 就職と有害有毒藻類研究の開始

私が研究の世界で最初に職を得たのは 1980 年 4 月，当時，村上彰男博士の率いる水産庁南西海区水産研究所赤潮部であった。1979 年秋に発足した赤潮部での研究を希望した私は，国家公務員上級職試験の合格発表の直後，所属研究室の門田 元 教授（京都大学農学部水産学科）に村上部長との面接機会の設定をお願いしたところ，目の前で電話されアポイントメントを取って下さった。そして広島県佐伯郡大野町（現廿日市市）の研究所へ出向いた。1979 年 10 月，博士課程 1 年の時のことである。研究所に到着すると，急な出張で村上部長は不在，代わりに桑谷幸正所長が対応された。応接室にて B4 サイズの白紙を 1 枚手渡され，「村上部長から依頼された。植物プランクトンの学名をこの紙に知る限り記しなさい」と指示された。試験を終えたのにまた試験？と訝りつつ，やや大きめの文字で数十書いたら紙面が一杯になり，「試験」終了となった。これが功を奏したのか，私は希望通りの研究生活を，同部赤潮生物研究室の研究員としてスタートした。逆指名のような新人着任は珍しいと後に言われたこともあった。

当時，赤潮と言えばシャットネラ（*Chattonella antiqua* と *C. marina*：当時はホルネリア＜*Hornellia*＞と呼ばれていた）が猛威を振るい，養殖ハマチを中心に甚大な斃死被害が発生しており，何の迷いも無く研究対象をシャットネラにした。ちなみに，前年も気合いを入れて国家公務員試験に臨んだが最

終選考に洩れた。もし合格し採用されていたら，私が有害有毒藻類研究と縁を結ぶことはほぼなかったと思われる。赤潮研究の申し子を自認する私としては，それもこれも天の差配と今は信じている。運が良いとは思わないが，天には愛されているのかもしれない。

1972 年夏期に播磨灘で発生したシャットネラ赤潮は，1,428 万尾にも上る養殖ハマチを斃死させ，約 71 億円にも達する漁業被害を与えた。この空前の大被害を契機として「播磨灘赤潮訴訟」が 1975 年に提訴された。裁判は科学論争を中心に展開されたが，被害の因果関係について科学的な結論には到達せず，10 年を経て 1985 年 7 月に和解が成立し，本件赤潮訴訟は幕を閉じた。

この赤潮訴訟の係争の最中に，私は駆け出しの研究者としてシャットネラの研究を開始した。周囲から，「良い研究成果があがったら裁判所からお呼びがかかるかもしれないね」と冗談半分調戯半分に言われることがあった。当時赤潮部長の安楽正照博士（後に日本プランクトン学会会長）からは，「もしも裁判所からお呼びがあったら私が行くから大丈夫。心置きなく研究に専念して良い成果をあげなさい。」と激励されたことを懐かしく思い出す。

2 プロジェクト研究

新規着任時，環境庁の国立公害等試験研究の一貫として「大規模赤潮の形成および赤潮被害抑止に関する研究」が 1979 年より 5 年の期間で走っており，私は新米ながら「赤潮生物の増殖と海洋細菌の関係」という課題で，シャットネラ赤潮の発生機構に関する研究にプロジェクト 2 年目から参入した。第 1 四半期（4–6 月）は予算が動かず，暫くは赤潮藻類の培養液の検討と，寒天平板法や最確数法（MPN 法）による細菌の計数等を行いつつ，また，専門書の「藻類研究法」（共立出版）を精読し助走の時間を過ごした。その間に，ガラス管で簡易ピペットを約千本手作りしたのも良い思い出である。年度末

の3月、赤潮研究の最先端の先生達に伍し、実績も何も無い二十代のペーペーが上記プロジェクト研究の「研究推進会議」で課題担当者として成果の発表を行った。学会発表より格段に怖い経験をさせて戴いた。格好良く言えば「千尋の谷に突き落とされた獅子の子」、而して現実には「盲蛇に怖じず」、「非学者論に負けず」といったところであろうか。この時の経験は、その後の国際学会でも「精神面で」存分に役立った。

「赤潮は原因藻類の異常増殖であり、赤潮の形成時には通常よりも高い増殖速度で増殖するのではないか?」、「細菌の中に赤潮藻類の増殖を強く促進するものがあるのではないか?」という仮説を立て、自身が分離した *C. marina* の無菌培養株と分離した従属栄養細菌株の二者培養実験をたくさん行った。結果は、細菌無添加のコントロールと細菌接種の実験区で、統計的に有意な差はほぼ認められず、「異常な増殖速度」の魅力的な説を捨てる事となった。

3 シスト研究

米国大西洋岸のウッツホール海洋研究所より、有毒藻類研究の泰斗として世界的に著名なドン・アンダーソン博士 (Dr. Donald Mark Anderson) が、南西海区ブロック漁場保全研究会 (1981年10月5-6日) の講師として水産庁南西海区水産研究所 (当時) に招聘された。前述の安楽部長が、北海道大学在籍時にウッツホール海洋研究所へ留学されており、そのご縁で実現した招聘である。アンダーソン博士の講演は、米国における麻痹性貝毒の原因となる有毒渦鞭毛藻の *Alexandrium* 属の分布や生理生態を紹介し、ブルームの発生機構を解明するためには生活環を明らかにし、特にシストの生理生態学を把握することが基本的に重要であるというものであった。シャットネラ赤潮でも、当時、生活環解明の重要性が指摘されており、生活環に関する具体的且つ先進的な研究例を拝聴でき、いたく感銘を受けた。

その後、安楽部長と伊藤克彦赤潮生物研究室長 (後に東北区水産研究所長) のお勧めもあり、私は伊藤室長と共にシャットネラのシスト研究に本格的に取り組む事になった。シスト研究は私にとって未知の研究領域であり、目新しい様々な専門用語を調べつつ、まずはアンダーソン博士の論文を手始めに読み進めて行った。そして海底泥を試料とする研究が本格化して行った。因みに初学者からプロの研究者へと生長して行く過程において、身近に指導者の居ない自学自習の不利点を思い切り被った。後述の花粉騒動等、笑い話のような多くの得難い経験をする事となった。

夏に赤潮を形成するシャットネラが海底泥中で越冬している事は、徳島県水産試験場 (当時) の秋月友治、北角 至、吉田正雄の3氏によって1981年に示された。すなわち、瀬戸内海から得た海底泥を培養液や滅菌海水中で培養するとシャットネラの栄養細胞が出現することが見出されたのである。この情報を機に、越冬形態であるシストを発見すべく探索を開始した。

まず海底泥の培養を通じてシャットネラの栄養細胞が出現

する事を確認した。この特性を基本としてMPN法 (最確数法) を応用し、形態情報が皆無のシャットネラのシストについて、発芽能を有するものの海底泥中の存在密度を推定する方法を確立し、播磨灘や周防灘におけるシストの分布を調べた。MPN法は応用範囲が広く、シストの発芽や休眠等の生理的な性質をほぼ完璧に把握する事ができた。また、海底泥中には珪藻類の休眠期細胞が十萬~百萬 g^{-1} (湿泥) にも上る高密度で存在する事実も、世界で初めて明らかにする事ができた。この知見は後述の赤潮予防の研究に繋がった。

多くのシストを含有する海底泥試料を対象に、シストかもしれないものの写真を撮り (発芽前)、培養をするという作業を延々と続けた。そして連戦連敗の丸4年以上の年月が無慈悲に流れ去った。

同時並行的に、室内培養実験によってシャットネラのシスト形成を試みた。窒素、リンの栄養塩や、鉄について濃度や組成を変化させ、また光条件 (光強度や日長時間) を様々に設定して検討を行った。顕微鏡下でシスト形成の有無を観察していたところ、通常の栄養細胞とは全く形態の異なるものが時折観察された。しかも2通りの形態を示した。これらが追いつめているシャットネラのシストではないかと俄然色めき立った。一方で、広島湾の海底泥の中からも同様の形態のものが頻繁に確認された。培養実験のフラスコの中のもの、広島湾の海底泥中のものを何百とキャピラリーで分離しては培養を続けた。しかし夢見たシャットネラの栄養細胞の発芽は一向に確認できなかった。それもそのはず、何と、松の花粉と杉の花粉を検鏡観察しピックアップし培養していたのである。これに気付いたのは、発注した洋書が届きパラパラと頁を捲っていた時のことであり、「松の花粉」と記された写真が何と自分たちの研究対象と瓜二つであった。その日の内に広島市内の書店に駆け込み、花粉学の専門書を購入、そして完璧な落胆を味わった。わくわくしながら膨大な努力を傾注した半年強の月日が、一瞬にして水泡に帰した。代償と落胆は極大であったが、稀有な経験であり、研究を生業とする者として大きな財産となったように思う (思いたい)。

その後、海底泥中の非生物粒子 (砂粒や珪藻の被殻など) と生物粒子の比重差を活用したシスト濃縮法の検討、ならびに「シャットネラのシストは葉緑体を有するだろう」という予測に基づいた落射蛍光顕微鏡の活用により (青色励起光でクロロフィルaは赤色の自家蛍光を発する)、シャットネラのシストの発見同定に成功した。海底泥から分離した単一の「シスト」の培養を通じて、シャットネラの栄養細胞が組織培養プレートのウェル中で遊泳しているのを初めて確認した瞬間、背筋を電流が走り、アドレナリン全開で髪が逆立ち心臓が早鐘と化した。花粉に騙された痛手が特大であった分、発見の喜びと感動は超特大であった。研究を生業とする者として至福の瞬間を経験できたことを心から感謝したい。

シャットネラのシストを瀬戸内海西部の周防灘の海底泥から発見し、日本プランクトン学会報に発表したのは1986年のことである。その直後、京都大学農学部水産微生物学研究室

(当時)の石田祐三郎先生(現京都大学名誉教授)からお声掛けをいただき、3ヶ月間の国内留学の機会を得た。当時、水産庁の水産研究所では、海外派遣留学の制度以外に数ヶ月の国内留学の制度があった。水産庁や環境庁(当時)のプロジェクト研究課題を1人で連年3つも抱えて身動きできず、海外留学の機会を得られなかった私は京都へ勇躍乗り込んだ。

海底泥中に存在するシャットネラのシストの発見は、当時ラフィド藻の生活環がほぼ不明であったことから、世界的な発見として高く評価された。そして日本中のメジャーな新聞にその成果が報じられた。「調子に乗るな」と自戒しつつも、それなりに自負するものはあった。石田先生との打合せの際に、海底泥中のシストは珪藻の被殻や砂粒に付着していることから、「ブルーム衰退期に水中の栄養塩欠乏を経験したシャットネラは、シスト形成小型細胞を形成し、海底へと沈降しシャボン玉のように基質(砂粒や珪藻の被殻など)に付着して弱光下でシスト形成(シストは半球型)が完了するであろう」という説を述べた。そこで先生が京都弁で宣わく、「あのなあ今井君、ほならシストを室内培養条件下でつくらせてみてへんか?」。論文博士の取得に向けて取りまとめを考えていた私としては、現場海底泥から世界初の発見をしており、OKを戴けると勝手に思い込んでいた。豈図らんや、「シスト形成実験の成果をも学位論文に盛り込むように」という天の声、超特大の宿題が課される羽目となった。「雉も鳴かずば撃たれまい」の名言がぴったりかもしれないが、「願わくは我に七難八苦を与え給え」と三日月に祈りを捧げた悲運の戦国武将山中鹿介幸盛を、願わくはイメージしたい。

シスト形成には窒素の欠乏が有効という論文があり、アンモニウム塩濃度をN/P比0.5ないし0.25に設定した培養液に*C. marina*のクローン培養を接種すると、数日後にはシストと同じ色調の薄い小型の細胞が多数現れた。その後、暗黒〜増殖限界程度の弱光条件下に置くと、数日後には付着基質(平均径70 μm のガラスビーズ)に、シストと同じ形態のものが付着しているのが観察された。その後温度11°Cの冷暗条件下に4~6ヶ月保存し、温度22°C、光強度約50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、明暗周期14時間明:10時間暗にて培養すると、形成させたシストから栄養細胞の発芽が確認され、ようやく培養条件下でのシスト形成に成功した。この成果は、京都市で1989年8月に開催された第5回国際微生物生態学会で発表し、複数の新聞に報道された。このシスト形成研究の追加により学位論文の完成と学位取得が1年は遅れたが、火事場の馬鹿力で成功を収められたのは学位論文のプレッシャーのお陰と、結果オーライ的に今は感謝している。後に石田先生からこの件について真意をお聞きする機会を得た。すると「更なる成長を期待してハードルを思いっ切り上げた」と笑っておっしゃった。

4 殺藻細菌研究

海洋生態系において、ある種の細菌群は植物プランクトンに対して増殖阻害活性や殺藻活性を示し、水圏生態系における物質循環を複雑にしている。とくに殺藻細菌の作用は、栄

養塩などをめぐる競争によって植物プランクトンの増殖を阻害するといった間接的なものではなく、植物プランクトンを攻撃・殺滅してその有機物を利用して増殖するものであり、劇的な現象といえる。現在は海洋生態学の1つの研究領域として、世界中の多くの科学者が研究に取り組んでいる。

私と殺藻細菌の出会いは、30年以上も前に遡る。石田先生が水産庁に提案して開始された「赤潮関与バクテリアに関する研究(平成元年度):次年度からマリンバイオテクノロジーによる赤潮被害防止技術開発試験(平成2~6年度)、海洋微生物活用技術開発試験(平成7~11年度)へと継承」という研究事業への参画が契機である。本プロジェクトへのお誘いを戴いた時、「殺藻細菌のような細菌が海に生息していたら、海の生態系は基礎生産が成立しないのではないかと考えており、今は時効の白状であるが、殺藻細菌の存在をまるで信じていなかった。挙げ句の果てに、「赤潮関与バクテリアに関する研究」事業の計画会議への出席要請を、水産庁漁場保全課の菊池重嘉課長(当時)に直接電話で戴いたが、一度は出席を断ってしまうという愚挙に及んだ。上司の伊藤室長に諭され、お詫びの手紙を書いて計画会議に出席し、計11年間の本研究事業に参画させて戴いた。石田先生や菊池課長のご寛容に感謝すると同時に、今となっては冷汗三斗、汗顔の至りの経験となった。石田先生は陸水においてアオコを殺滅する細菌の研究を当時手掛けられており、海洋でも赤潮藻類に対する殺藻細菌の存在を確信されていたと思われる。知識と経験の格段の相違を知った。

赤潮の防除を目指し、殺藻細菌に関する研究に「しぶしぶ」取り組み始めたが、初年度は全く殺藻細菌を検知できなかった。翌年の平成2年度に、細菌とウイルスを含有するサイズ画分の海水(播磨灘より採取、孔径0.8 μm フィルターの濾液)を添加した実験の結果、ある試験管中のシャットネラの全滅を6月に見出した。にわかに色めき立って細菌の分離を試み、得られた分離菌株について殺藻活性の再現性を確認し、そして強力な殺藻活性を示す*Cytophaga* sp. J18/M01株の単離に成功した。

自分自身の持つ知識や経験のバックグラウンドでは、海洋生態系における殺藻細菌の存在を当時は想定できなかった。しかし現実に自身の手でその見解を完膚なきまでに否定した「殺藻細菌は存在する」という科学的結果を得る仕儀となった。このように自然の奥深さと自身の浅さを実感できたのは、科学者として幸運であったと思われる。しぶしぶ始める研究も乙なもの、捨てたものではない。

沿岸水域において殺藻細菌は普通に生息し、赤潮の消長に重要な役割を演じ消滅時に増加している事がその後確認された。増えた殺藻細菌は、餌となる赤潮プランクトンが消滅すると増殖速度が低下し、従属栄養性微小鞭毛虫に捕食されて速やかに減少する。この事は、赤潮で生産された膨大な有機物が分解と同時に微生物食物網を通じて速やかに食物連鎖へ参入する事を意味しており、殺藻細菌は環境に優しい赤潮の防除機能を果たすと考えられる。しかし具体的にはどのよう

に殺藻細菌を赤潮防除に活用するのか？大量培養して海に散布するのか？大きな問題が存在する。このような理由で殺藻細菌の研究の殆どは、分布や殺藻物質の生産等の生理生態学的研究に止まっており、赤潮防除へと具体的に繋がる実用化は研究のブレイクスルーを待っていた。

ところでヘテロシグマ (*Heterosigma akashiwo*) 赤潮の消滅時に、死滅中の細胞内に DNA ウィルスが確認されている。このウィルスは、糸状褐藻シオミドロの溶原化ウィルスが発現した時の電子顕微鏡で示された形態とほぼ同じ、正二十面体の断面である事を論文の渉猟中に見出した。そして「インフルエンザウィルスは人、鶏、豚の間を行き交うが、赤潮の殺藻ウィルスは褐藻が主たる宿主でヘテロシグマにも感染し皆殺しするのでは？」という魅惑の仮説が舞い降りた。そこで殺藻ウィルスの探索を目的に福井県小浜湾泊港の藻場においてラフィド藻のシャットネラ属 3 種、フィbroカプサ (*Fibrocapsa japonica*)、ヘテロシグマを対象として、調査研究を開始した。藻場の海水中からは、期待に反して殺藻ウィルスは全く検出されず高密度の殺藻細菌が検出され、嬉しい誤算となったが前述の魅力的な説は潰えた。

次に大阪府の岬公園に場を変え、天然の海藻を採取して殺藻細菌の分布調査を行った結果、莫大な密度の殺藻細菌が緑藻のアオサや紅藻マクサ、及び褐藻類のウミトラノオやタマハハキモクの表面のバイオフィーム中に生息している事が発見された。その密度は海藻 1g 当たり $10^5 \sim 10^6$ にも上った。中でも渦鞭毛藻のカレニア (*Karenia mikimotoi*)、ヘテロシグマやフィbroカプサが良く殺滅された。また藻場の海水中で赤潮藻類は検出されていないにもかかわらず、有害有毒プランクトンの殺藻微生物が大量に確認された。主要な殺藻細菌は赤潮水域の場合と同様、 α -プロテオバクテリア、 γ -プロテオバクテリア、バクテロイデス門に属した。そしてアオサと魚の混合養殖の生簀において、アオサの藻体にも多くの殺藻細菌が付着していることが確認された。

さらにアマモ場でも殺藻細菌の研究を展開した。大阪府岬公園隣のせんなん里海公園沿岸に自然発生した約 0.2 ha 規模のアマモ場において、2006 年 6 ~ 10 月、月に 1 度のサンプリングを行った。アマモの葉体表面には、検討した 5 種の赤潮藻類に対して殺藻活性を示す細菌が豊富に生息し、特に渦鞭毛藻のカレニアと *Margalefidinium polykrikoides* に対する殺藻細菌の割合が高かった (最高 6.4×10^7 CFU g⁻¹)。平均的には概ね 10^7 CFU g⁻¹ (葉体湿重) の値を示した。アマモ場の海水中には、 $10^3 \sim 10^4$ CFU mL⁻¹ の密度で殺藻細菌が検出された。殺藻細菌の密度はアマモ場で最も高く、砂浜海岸で最少であった。アマモ場における海水中の植物プランクトンの密度は、沖合の密度に比べて著しく低かった。同様の傾向は他のアマモ場と周辺水域でも観察されている。米国西海岸のピュージェット湾においても、ヘテロシグマと有毒渦鞭毛藻アレクサンドリウム (*Alexandrium catenella*) に対する殺藻細菌および増殖阻害細菌が、大阪湾の場合と同様、アマモ葉体で最大 10^8 CFU g⁻¹ (湿重) 検出された。瀬戸内海において、

Alteromonas 属の 3 株の殺藻細菌についてアマモ場と外の海水中の分布を調べた結果、アマモ場で豊富に検出され、外の海水中に少なかった。アマモ場がこれらの殺藻細菌の供給源になっている可能性が指摘された。

このように藻場とアマモ場が潜在的に有する赤潮抑制機能は、Bioremediation の観点から捉えると、最も理想的なものであろう。すなわち、殺藻細菌の生息環境を藻場とアマモ場が整え (Biostimulation)、かつアマモの表面から殺藻細菌が周辺の海水中へ継続的に供給される (Bioaugmentation) システムと見なすことができよう。

藻場やアマモ場における赤潮藻の殺藻細菌に関する研究は、世界で我々だけが推進してきたオンリーワンのナンバーワン研究であり、米国メイン州のコービー大学で 2011 年 7 月に開催されたゴードン会議 (Gordon Research Conference: GRC) のセッション「黴毒と藻類毒 (Mycotoxins and Phycotoxins)」にて招待される栄誉に浴した。ここでは「Biocontrol of harmful algae (HA) using competitors and killers」と題する講演を行い、アマモ場に有害有毒藻類を強力に殺滅する殺藻細菌が豊富に生息する事、藻場やアマモ場の保全と造成が有害有毒な赤潮の発生予防に有効である事を紹介した。

このように藻場やアマモ場を人為的に修復・造成し、有害赤潮の発生予防を目指すという考えは、里海構想の一貫の取り組みとして提案できる。里海は「人手を加えることで、生物生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域」と定義されている。赤潮は 1 種の微細藻類が過剰に優占した状態であり、生物多様性に乏しい究極の状態と見なすことができる。将来の沿岸域管理の 1 つとして推進される事を願っている。

5 珪藻類を活用した有害有毒赤潮の発生予防

シャットネラやカレニア等の有害鞭毛藻類による赤潮が発生する際には、水柱に珪藻類が少ないという現象が経験的に知られている。一方で沿岸域の海底泥中には、膨大な数の珪藻休眠期細胞が眠っており、それらは発芽・復活に光が必要である。そこで、海底の珪藻休眠期細胞を海底から水柱に懸濁させ有光層に運んでくれば、発芽・復活を通じて生じた珪藻の栄養細胞が水中の栄養塩類を消費して卓越増殖し、有害有毒鞭毛藻類の増殖を抑制してくれるものと期待できる。実際、沿岸域において強風等によって鉛直混合が起これば、栄養塩類と珪藻類を主体とする植物プランクトンの seed stock が海底から有光層に運ばれ、数日から 2 週間に及ぶ珪藻のブルームが春季から夏季に発生する事が知られている。そのような現象を人為的に引き起こす為の具体的な方策として、光ケーブルなどで海底に光を照射するという考えを持っていたが、規模や費用の観点から現実的でないと諦めていた。八代海において 2009 年にシャットネラ赤潮により大規模な養殖鰯の斃死被害 (約 33 億円) が発生し、翌 2010 年には熊本で対策会議が持たれたが、その時に神が舞い降り海底耕耘の有効性が突如閃いた。本来は台風等によって起こされる海の攪乱を、気象は穏やかなまま海底耕耘により海中で人為的に起こ

し、珪藻類のブルームを人為的に誘導発生させる事である。

これまで、海底耕耘によって海水中の植物プランクトン群集がどのような影響を受けるのかについて検討された例は、知る限り我々の研究が嚆矢である。珪藻類の休眠期細胞が水柱に懸濁され、有光層で発芽した珪藻が植物プランクトン群集に加入するので、植物プランクトン群集の組成と量が大きな影響を受ける事は容易に想像できる。以下にその内容を概略的に紹介する。

シャットネラ赤潮が頻繁に発生する広島県福山市轄の浦沖において、海底耕耘は2016年7月7日と8日に実施された。非耕耘区および耕耘区に地点を設け、環境要因と植物プランクトンの変動をモニタリングした。海底泥中には、 $1.2 \times 10^5 \sim 1.7 \times 10^5 \text{ g}^{-1}$ (湿泥) の密度で珪藻類休眠期細胞が存在していた。調査期間中、水温および塩分に関しては、両地点とも同様の傾向がみられ、耕耘による影響はほとんど見られなかった。植物プランクトンの動態は、非耕耘区で珪藻類が $61 \sim 376 \text{ cells mL}^{-1}$ 、シャットネラが $0 \sim 30 \text{ cells mL}^{-1}$ の密度で推移した。耕耘区の地点で珪藻類は $48 \sim 1383 \text{ cells mL}^{-1}$ 、シャットネラは $0 \sim 34 \text{ cells mL}^{-1}$ の密度で変動した。珪藻類は、耕耘区において耕耘直後に有意に増加し、7日目には表層で耕耘直前の約30倍にまで増加した。一方シャットネラは耕耘直前に約 30 cells mL^{-1} の密度で中底層に存在したが、耕耘によって攪乱され、全体として7日後までに増殖することなく衰退した。総体として海底耕耘によって珪藻類が卓越し、明らかにシャットネラの増殖が抑制される結果となった。珪藻類が卓越するならばカイアシ類等の動物プランクトンに好んで捕食され、食物連鎖がスムーズに駆動し、イワシやアジなどのプランクトン食性の魚類生産にとって好ましい状況であろう。

有毒渦鞭毛藻アレキサンドリウム (*Alexandrium catenella*) の大量発生で貝毒の問題が深刻な大阪湾において、北部海域の堺市沖と岸和田市沖の約 5 km^2 の海域で、海底耕耘は2020年1月下旬に2回と2月10日の3回実施された。大阪湾では1994年以降アレキサンドリウムの発生が拡大し、近年は3月に最高密度が $10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ を優に超える状況である。海底耕耘の結果、珪藻類が継続的に水柱で $1000 \text{ cells mL}^{-1}$ を超える高い密度を示し、*A. catenella* は2月中に大阪府の注意密度 5 cells mL^{-1} を超えなかった。海底耕耘の後20日間以上経過した3月上旬に警報密度 (10 cells mL^{-1}) を超え、3月23日に堺出島港の入り口付近で最高値の 31 cells mL^{-1} を記録した。ここ数年にわたる $10^3 \sim 10^4 \text{ cells mL}^{-1}$ の高密度発生に比べれば、この値は1/100以下と極めて低いと評価できる。アサリやカキの基準値を超える毒化は起こらなかった事から、漁業に良い影響が及んだと言えよう。また二枚貝の毒化が低レベルであった事により、二枚貝を捕食するタコ類の生残率が高かった事も認められている。無毒な珪藻類が卓越すれば当該水域の生物生産が良く駆動し、シラスや浮魚の生産が高まるものと予想される。

本年(2021年)も海底耕耘が実施され、アレキサンドリウムの発生は抑制されており、耕耘の効果の再現性が確認され

た。有毒ブルームに対する環境に優しい発生予防の手法の確立に向け、見通しが立って来ており、タイミング等について洗練されれば有毒ブルームの発生予防の技術が確立されると期待される。

6 アオコの抑制

世界の極域を除く地域の湖沼やダム湖等においては富栄養化や気候変動に伴い、藍藻類を原因とするアオコが頻繁に発生している。有害有毒種のアオコは飲用や農業等の水資源利用に大きな問題を与え、湖沼生態系を破壊する。我が国においても有害有毒アオコは飲用水の供給に支障をきたし、観光地の湖沼の景観を損なうなど、重要な環境問題となっている。

有害有毒アオコの防除に関しては、小規模な貯水池などでは汚濁負荷の防止と成層の破壊が有効である。また飲用水用の貯水池では硫酸銅が散布される事もあり、着臭した水は活性炭処理が行われ、多大な費用が必要となる。したがってアオコの発生予防や防除対策は、喫緊の重要課題となっている。中でも生物学的な防除対策は環境に優しく期待が大きい。

陸水生態学において、殺藻細菌や殺藻ウイルス等の有用微生物に関する研究はかつて盛んに取り組まれていた。現場の水中におけるこれらの微生物の分布や、分離株の活性等の研究成果は多く蓄積されている。そして有害有毒なアオコの生物学的な抑制に期待が寄せられた。しかしながらこれらの殺藻微生物を実際にブルームの予防や抑制に活用する技術は、現時点で実験室レベルを超えたスケールでの実用化は達成されていない。

琵琶湖や北海道渡島大沼において、有毒藍藻ミクロキスティス (*Microcystis aeruginosa*) に対して著しい殺藻活性や増殖阻害活性を示す細菌が、抽水植物のヨシや浮葉植物のヒシ、沈水植物のフサモ、タヌキモ等の水草表面のバイオフィルム中に膨大な密度で生息するという新しい事実が見出された。水中には最大で 10^4 CFU mL^{-1} のオーダーの密度、水草からは $10^6 \sim 10^8 \text{ CFU g}^{-1}$ (湿重) の密度で検出されている。また大沼北東岸のキャンプ場付近のヨシ帯の湖水を、大沼港で発生したミクロキスティスのアオコ試料に添加して培養実験が実施された。その結果、1/10添加で98%、1/100添加で94%、1/1000添加で78%のミクロキスティスが減少した。一方でヨシ帯の湖水を添加しなかった実験区では、ミクロキスティスは減少しなかった。水草が存在すれば、アオコの増殖を抑制する細菌が水中に供給され、これらの細菌の活性によってアオコが発生しにくくなると期待される。

湖沼における水草と植物プランクトンの量の間には、拮抗的な関係が古くから知られている。この拮抗関係の機構として、水生植物によるアレロパシーが提唱されている。しかしながら上述のように、水草には膨大な密度の殺藻細菌や増殖阻害細菌が生息している。北海道渡島大沼における *M. aeruginosa* の分布密度と殺藻細菌や増殖阻害細菌の密度の間には、負の相関関係が調査結果の統計解析によって示された。以上から、水生植物と植物プランクトンの量的な拮抗関

係を起こしている機構として、水草の表面のバイオフィルム中に生息する膨大な密度の殺藍藻細菌や増殖阻害細菌の作用が新たに提唱出来る。この事を考慮するならば、アオコの発生が著しい湖沼において計画的に水草帯を造成し、適正に管理する事により、アオコの発生を抑制できる可能性がある。

7 おわりに：研究の人生は旅の如く

これまで自身の取り組んだ研究人生について振り返って見た。自身で考え決断した事、実行した事と言えば、研究の職を得るため国家公務員上級職試験の突破を目指して鬼勉強した事、赤潮研究に取り組みたかったので農水省大臣官房の面接の後にも南西海区水産研究所赤潮部にも面接に行った事であろうか。研究員として最初に取り組んだ環境庁のプロジェクト研究において、「赤潮藻ホルネリア（後にシャットネラ）の増殖に与える細菌の影響」は自身で精一杯考えた課題であった。これは大変難易度が高く、評価できる研究成果は残念ながら達成できなかったが、後に殺藻細菌研究に繋がって行ったと思われる。

シャットネラのシスト研究は、その当時の最も高い研究ニーズを反映したテーマであり、水産庁南西海区水産研究所のような行政研究機関としては、必ず取り組まねばならないものであったと今では思える。これは客観的に考えると当時の安楽部長の立場では最優先課題であるし、テーマの提言は必然とも言えよう。上司からの強いお勧めでもあり、研究の重要性を納得し、水産研究所の代表プレーヤーとして前向きに試合に臨ませて戴いた。何も知らないゼロからのスタートであったが全力で取り組んだ結果、論文博士の取得にまで発展できた事は幸運と思える。殺藻細菌の研究も、恩師の石田先生の立ち上げたプロジェクトに「しぶしぶ」参加したものであるが、新しい発見を経て最終的に「藻場やアマモ場の活用で赤潮の予防」という具体的な考えを、里海構想の一環で提言する事ができた。そしてゴードン会議にて招待講演を行うという特大の光栄に浴した事は、科学者として大きな喜びとなった。また海底耕耘は大阪湾で実行され、2年連続で有毒渦鞭毛藻アレキサンドリウムの増殖抑制が達成されており、実学的研究の結実のワクワクする幸せを実感している。

大きな成果のあがった研究は、冷静に振り返るなら、上司や恩師のお勧めのテーマであった。幸いな事に豊富な知識と深い経験を持つ優れた指導的科学家が上司や恩師であり、必要性が高く発展性があると客観的に判断した研究テーマを、私はお勧めに従って（納得して）全力で取り組んだだけ？なのかもしれない。それは研究の旅における貴重な「出会い」、そして幸運な出会いであり、出会いを大切にできた結果と今は素直に思える。自分自身の考えのみによる研究ではなく、見えざる手に導かれたように感じられる。やはり天に愛されているのだろう。

謝辞

私は水産庁南西海区水産研究所（当時）を始まりに、京都

大学大学院農学研究科、および北海道大学大学院水産科学研究院の3つの研究教育機関に在籍しました。その間、研究所の先輩、同僚、後輩の皆様に多くのご指導と刺激を戴いた事に感謝します。また大学での研究では、研究室に所属し青春を掛けて共に研究に取り組んで戴いた学生さん達の努力により、素晴らしい成果が生まれました。この栄えある賞は研究室の全てのメンバーと分かち合いたいと思います。また、共同研究を通じて学生共々大変お世話になりました多くの方々に感謝申し上げます。駆け出しの頃、シャットネラのシスト研究の重要性を説き、激励を戴いた故安楽正輝博士と伊藤克彦博士に深甚なる謝意を表します。学生時代のみならず、殺藻細菌に関する研究にお誘いを戴き更なるご指導を賜った石田祐三郎先生に衷心より感謝申し上げます。研究生活で切磋琢磨して来た畏友の山口峰生博士、板倉 茂博士、長崎慶三博士に心から感謝の意を表します。

日本藻類学会特別賞（岡村賞）を受賞して： 「海藻と友達になる！」

野田 三千代（海藻おしば協会会長）

誰でもアーチスト：海藻おしば

「普段の授業もこれくらい静かだったら良いのに…」と教師がつぶやきます！

学校の授業、公民館などの生涯学習としての「海藻おしば教室」は講義と実技の2本立。まずDVD「ようこそ海の森へ」を見て、海藻の造る海の森の働きを学び、それからお待ちかねの実技はハガキ一枚「海藻おしば」の制作で、併せて約2時間。準備された材料は通常ユカリ、トサカノリなどの紅藻類、褐藻アカモク、緑藻アナアオサなど併せて9種類の海藻を使うのですが、始まるとシーンと静まりかえります！子供も大人も皆さん夢中になってしまうからです。各学校、生涯学習などの他、各大きなイベントのブースでも実施しますが人気が高く、海藻おしばを目的に来る人も多いです。海藻おしば協会員の指導を入れると全国で毎年約2千人以上の方が体験しています。

海藻おしば協会で開催している「海藻おしば」は、今から約40年近く前に筑波大学下田臨海実験センターの横浜康継教授の研究室で生まれました。助手をしていた野田がデザイナーだったので海藻標本の残りをを使って、アートにしたのが始まりです。数種の海藻を組み合わせたアート作品は「海藻おしば」と呼ぶことにしました。

「海藻は形のある絵の具」絵が苦手な人でも大丈夫、海藻をただ広げるだけでもOK！

思い思いに並べたり、組み合わせたり、世界で一つの作品が誕生！殆どの参加者は初体験ですが、天才ではないかと思うほど素晴らしい作品が生まれたこともあります。

その後、濡れた作品を回収して乾燥&ラミネート加工後に作者に返送しますが、さらに見違える程の作品になるので海藻が大好きになり、海を見る目が変わります。

海藻の育つ海を汚してはいけない…と言う心が芽生えるの

です。

故千原光雄先生に「人々を海藻に近づけてくれてありがとう！」とお言葉を頂いて、凄く嬉しかった事も励みになっております。

「光はごはん、海を濁さないで！」横浜康継教授が考えた、キャッチフレーズです！

第 17 回研究奨励賞を受賞して

秋田 晋吾（お茶の水女子大学）

この度は第 17 回日本藻類学会研究奨励賞を賜り、大変光栄でございます。学部生から学位取得までご指導いただいた東京海洋大学の藤田大介先生、無職になりかけた私をポストクとして快く受け入れて頂いた神戸大学の川井浩史先生、現在の受け入れ教員であり、本賞にご推薦頂いたお茶の水女子大学の畠田智先生、これまでに研究や野外調査でお世話になった皆様、在籍した研究室の先輩や後輩など、ここに列举できないほどの方々に支えられ、本受賞に至ったと実感しております。この場を借りて改めて厚く御礼を申し上げます。

私が海藻に目を向けるようになったのは、大学 1 年生の頃で、必修単位で仕方なく受講した水産植物学という講義で沿岸生態系における藻場の重要さを知ったことがきっかけでした。同時に、世界中で衰退傾向である藻場の保全に貢献できるような研究がしたいと漠然とした思いを抱いた記憶があります。藻場を研究するために藤田研の門を叩き、コンブの仲間である褐藻アントクメと出会いました。アントクメを材料として生態や分子的な解析手法を学び、現在は対象をカジメ属やホンダワラ類に広げて、生態、生理や分類など幅広く研究しております。

これまでにいくつかの研究室を渡り歩くことができたことで、私の研究の視野が大きく広がったように感じています。海藻を採集するために覚えた SCUBA 潜水で、藤田先生の教えである現場観察の大切さを実感しました。実物を目で見て肌で感じることで無数の疑問が浮かびます。これは、今でも、私の研究スタイルの根底です。神戸大学にポストクとして異動し、系統分類の仕事や、ナショナルバイオリソースプロジェクトに従事したことは、新しい視点の獲得や技術の習得に繋がりました。世界的に著名な川井先生の研究スタイルを身近で感じたことは、かけがえのない経験でした。今は、学振特別研究員としてお茶の水女子大学の畠田研に所属し、最新の技術や解析手法を積極的に取り入れる畠田先生の柔軟な研究スタイルを学んでおります。

藻類学会には 2013 年 3 月の山梨大会から欠かさず参加しています。博士前期課程から研究室に同級生のいなかった私にとって、学会を通じてできた同年代の藻類仲間は、切磋琢磨できる大きな存在でした。また、奨励賞の存在も、私にとっては大きなモチベーションになりました。今年度はご縁があって大会実行委員を務めさせていただき、僅かではありますが学会に恩返しができるように思っております。

これからも研究を続け、奨励賞の名に恥じないように精進

していきたいです。かつて抱いた「藻場を保全したい」という初心を忘れることなく、新しい発見に向けて試行錯誤を続けていきたいです。末筆ですが、本受賞後記の執筆にあたり私の短い研究人生を振り返ってみたところ、関係者の皆様に恵まれて本賞を頂くことができたことと再確認いたしております。今後とも変わらぬご指導のほど、どうぞよろしくお願い致します。

第 24 回日本藻類学会論文賞を受賞して

西村 朋宏^{1,2}・内田 肇³・鈴木 敏之³・足立 真佐雄¹

¹ 高知大学農林海洋科学部・

² 現所属：ニュージーランド、コースロン研究所・

³ 国立研究開発法人水産研究・教育機構

この度は名誉ある第 24 回日本藻類学会論文賞を賜り、大変光栄に存じます。本賞は、高知大学と国立研究開発法人水産研究・教育機構の共同研究による論文「First report on okadaic acid production of a benthic dinoflagellate *Prorocentrum* cf. *fukuyoi* from Japan, Phycological Research 68(1), 30–40」に対して賜りました。同賞の選考過程にてお世話になりました日本藻類学会英文誌編集委員および評議員の皆様方に、著者を代表して心より感謝申し上げます。折角の機会ですので、本受賞論文に関係する研究群の背景および概要について、以下に紹介させていただきます。

毒化した海産魚介類の喫食に起因する食中毒として、下痢性貝毒により毒化した二枚貝による食中毒が知られています。その主な中毒症状は、食後 4 時間以内に起こる消化器系の障害（下痢、吐気、嘔吐や腹痛）です。本中毒に罹患しても後遺症はなく、死亡例もありません。しかし残念ながら、毒化した貝類は外見からは判断出来ず、また、一般的な調理加熱では毒素は分解しません。そのため、食中毒の発生防止のために、貝類に含まれる毒量は定期的に監視されています。これにより、市販の貝類による本食中毒は近年発生していません（厚生労働省 2021, 鈴木 2017, 内田ら 2017）。毒量の監視のための公定法として、これまではマウス毒性試験が用いられてきましたが、2015 年 3 月より LC/MS/MS を用いた機器分析が導入されました。これにより、本分析に必須となる下痢性貝毒のオカダ酸やディノフィシストキシン 1 (DTX1) などの標準物質の需要が国際的に高まりました（内田ら 2017）。しかし機器分析が導入された当初は、国内におけるこれらの供給体制は整っておらず、とりわけ DTX1 は不足していました（Hashimoto *et al.* 2021）。そのため、持続的かつ安定的な下痢性貝毒の監視体制を実現させ、本毒に起因する経済的問題の軽減や食の安全確保に繋げるために、同毒標準物質の安定した国内供給を目指して、我々は研究に取り組みました。その際、海産渦鞭毛藻 *Prorocentrum* 属底生性種に注目しました。本属底生種は世界で約 30 種が記載されており、そのうち *P. lima* complex をはじめとする数種が下痢性貝毒を産生することが報告されています。しかし、日本における本属藻類の種組成、分布および毒産生能は、これまでほとんど明らかに

されていませんでした。そこで、多数の培養株の確立および分子系統解析による種判別を高知大学が担当し、培養株の毒抽出および分析を水産研究・教育機構が担当することになりました。日本全国から確立した数百株にものぼる培養株を解析・分析した結果、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 DTX1 含量を示す *P. lima* complex 培養株を確立することに成功しました (Nishimura *et al.* 2020a)。また、DTX1 の生産に最も適した培養株およびその培養諸条件を明らかにしました (Hashimoto *et al.* 2021)。一連の研究結果により、2017 年にマウス毒性試験は廃止され、機器分析法への完全移行が実現しました。

そのような培養株の下痢性貝毒産生能をスクリーニングしている中で、思わぬ発見がありました。それが、今回の受賞論文の研究対象となった *Prorocentrum cf. fukuyoi* の下痢性貝毒産生能の発見です (Nishimura *et al.* 2020b)。これまで、本種 (種複合体) の形態観察や分子系統解析については世界各地から報告されていたものの、本毒産生能に関する知見は皆無でした。高知県から確立した本種培養株は、我々が渦鞭毛藻の培養に普段使用している培地 (IMK/2 や f/2) ではほとんど増殖せず、培養株の継代維持が困難でした。そこで、様々な培地についてその増殖能を検討したところ、トコロテン抽出液を添加した metals mix SWII 培地で良く増殖することが判明し、これにより安定的な培養に成功しました。本種の毒分析がこれまでほとんど行われていなかったのは、その培養が困難であったからなのかも知れません。確立した培養株 (KSK4P 株) の細胞の形態を詳細に観察した結果、その形態学的特徴は、*P. fukuyoi* のそれと類似していました。次に、LSU rDNA D1/D3 領域の塩基配列に基づく分子系統解析を行った結果、本株は 5 つのサブクレードを有する *P. fukuyoi* complex (subclade F2) に属す一方で、新奇な 6 番目のサブクレード (subclade F2f) を形成することが明らかとなりました。また、同塩基配列に基づく遺伝距離の比較により、本株は *P. fukuyoi* の基準株が属する subclade F2e とは明確に区別可能であることが明らかとなりました。以上により得られた形態学的特徴および分子系統学的位置に基づき、本株を *P. cf. fukuyoi* としました。最後に、LC/MS/MS による毒分析を行った結果、本株はオカダ酸を産生することが明らかとなり、本種に属する培養株が本毒を産生することを、世界で初めて見出しました。今後は、本種各サブクレードに属する様々な培養株について毒分析を行い、その本毒産生能を解明することが重要であると考えています。

本研究は、「SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 次世代農林水産業創造技術 (新たな機能の開拓による未来需要創出技術) 未利用藻類の高度利用を基盤とする培養型次世代水産業の創出に向けた研究開発 (平成 26 ~ 28 年度)」および「革新的技術開発・緊急展開事業 (うち経営体強化プロジェ

クト) 先端技術を活用した世界最高水準の下痢性貝毒監視体制の確立 (平成 29 ~ 31 年度)」による支援を受けて行いました。関係者に厚くお礼申し上げます。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。最後に、日本藻類学会の益々のご発展をお祈り申し上げます。

引用文献

- Hashimoto, K., Uchida, H., Nishimura, T. *et al.* 2021. Determination of optimal culture conditions for toxin production by a *Prorocentrum lima* complex strain with high diarrhetic shellfish toxins yield. *Harmful Algae* 103: 102025.
- 厚生労働省 2021. 自然毒のリスクプロファイル: 二枚貝: 下痢性貝毒. (2021 年 4 月 1 日閲覧). https://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/poison/animal_det_10.html
- Nishimura, T., Uchida, H., Noguchi, R. *et al.* 2020a. Abundance of the benthic dinoflagellate *Prorocentrum* and the diversity, distribution, and diarrhetic shellfish toxin production of *Prorocentrum lima* complex and *P. caipirignum* in Japan. *Harmful Algae* 96: 101687.
- Nishimura, T., Uchida, H., Suzuki, T., *et al.* 2020b. First report on okadaic acid production of a benthic dinoflagellate *Prorocentrum cf. fukuyoi* from Japan. *Phycol. Res.* 68(1): 30–40.
- 鈴木敏之 2017. 1 章 貝毒原因プランクトンによる二枚貝の毒化と監視体制. 鈴木敏之・神山孝史・大島泰克 (編) 貝毒 - 新たな貝毒リスク管理措置ガイドラインとその導入に向けた研究. pp. 9–26. 恒星社厚生閣 東京.
- 内田肇・渡邊龍一・松嶋良次ら 2017. 有毒藻類の大量培養による下痢性貝毒認証標準物質の製造. *生物工学会誌* 95(12), 764–766.

日本藻類学会第 45 回大会学生発表賞口頭発表 (大型藻) の部を受賞して

原田 実 (北海道大学大学院環境科学院)

今回、日本藻類学会学生発表賞を受賞しました。大変ありがたく思うと同時に、光栄なことと思っております。関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。更に、ご指導賜りました長里千香子先生、本村泰三先生に感謝申し上げます。

私は卒業研究、そして大学院修士課程を北海道大学室蘭臨海実験所で過ごしています。研究テーマは「マイクロインジェクションを用いた CRISPR-Cas9 による褐藻のゲノム編集」でした。研究室配属の事前に実験所を訪れた帰りしなに「CRISPR (クリスパー) 究極の遺伝子編集技術の発見」(文藝春秋) を手渡されました。当時の私はまだ CRISPR という言葉が何かわかりませんでした。ただ「クリスパー」という音の響きは妙にキャッチーだと思った記憶があります。

2010 年に褐藻モデル生物シオミドロ (*Ectocarpus species* 7) 32m 株の全塩基配列が明らかにされましたが、遺伝子導入系の手法は全く確立しておらず、個々の遺伝子機能を解析する手法は限られてきました。この 32m 株を材料に、マイクロインジェクションの手法を用いてゲノム編集技術を確立することが先生方から出されたテーマでした。実験開始当初はインジェクションも上手くいかず、またゲノム編集株の選抜方法もどうしていいかわからない期間が長く続きました。このような状況が劇的に変わったのが、共著者にもなって頂い

たフランス・ロスコフ臨海実験所の Mark Cock 博士と Yacine Badis 博士から、APT (Adenine Phosphoribosyltransferase) 遺伝子のノックアウトと 2-フルオロアデニンをを用いた薬剤選抜法を教えて頂いてからです。このことは、褐藻のゲノム編集においてポジティブコントロールを意味しています。阻害剤を含む培地中で生存している株を顕微鏡下で見つけた感動は今でも忘れられません。ロスコフ臨海実験所のメンバーとは、シオミドロ全ゲノム解析プロジェクトの時から長里先生、本村先生が国際コンソーシアムに参加されていた縁であり、大変ラッキーな転機となりました。それを発展させ、ダブルノックアウトの実験系からマスチゴネマ欠損株を作出し、その配偶子の遊泳挙動の解析を行ったのが今回の発表でした。

本大会は WEB 会議システムによるオンライン大会として開催されました。私は昨年、植物学会でも発表させて頂きましたが、その際にもオンラインでの開催でした。通常の学会では、懇親会等で他大学の先生方や学生との交流や意見交換が行われること、また開催地の名産物を堪能できるという楽しみがあることを先生や先輩から聞いておりました。その点では大変残念でしたが、時間的にも効率よく沢山の発表を見聞きすることができました。今回のオンライン学会は、大会実行委員長であります藤田大介先生をはじめとする大会運営関係の多くの先生方のご苦勞の賜物であると思っております。大変ありがとうございました。

日本藻類学会第 45 回大会学生発表賞口頭発表（微細藻）の部を受賞して

諸見里 怜奈（筑波大学大学院生命地球科学研究群）

この度は日本藻類学会第 45 回大会において微細藻分野で学生発表賞を受賞させていただき光栄に思います。このような賞をいただくことができましたのも、日々ご指導いただいている平川泰久先生はじめ、石田健一郎先生、宮村新一先生、中山剛先生、白鳥峻志先生、筑波大学植物分類・系統・進化グループの皆様のおかげです。また、質量分析解析には北海道大学の長里千香子先生や本村泰三先生にお世話になりました。さらに、今回発表した研究には研究室の先輩方が培ってきた技術が用いられておりました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

今回我々は、「クロララクニオン藻のピレノイドを構成するタンパク質の同定」というテーマで発表させていただきました。ピレノイドは炭素固定酵素である RubisCO タンパク質が集積した構造で、様々な藻類の葉緑体内に見られるオルガネラです。近年、モデル緑藻のクラミドモナスにおいて、ピレノイドを構成するタンパク質の研究が進んでいます。しかし、他の多くの藻類では、ピレノイドを構成するタンパク質はほとんど解っておらず、ピレノイド機能の多様性や進化過程についても明らかとなっていません。そこで当研究室では二次共生藻類であるクロララクニオン藻を用いて、ピレノイドの構成タンパク質の解明を目指しました。本藻の一種 *Amorphochlora amoebiformis* のピレノイドを精製し、そこに

含まれるタンパク質を網羅的に同定するプロテオーム解析を行いました。結果、ピレノイドを構成する可能性のある 154 個のタンパク質が推定されました。そのうち 16 個のタンパク質について GFP タグや特異的抗体を用いて細胞内局在を解析し、複数のピレノイド構成タンパク質を同定することに成功しました。ピレノイドマトリックスに位置するものは 16 個中 5 個あり、その他のタンパク質はピレノイドの周囲や葉緑体内に位置していました。これらのタンパク質は、クラミドモナスのピレノイドで報告されているタンパク質とは全く異なっており、ピレノイドが各々の系統で独自に収斂進化してきたオルガネラであることを示唆しています。

これまでに、クロララクニオン藻のピレノイドを構成する複数のタンパク質を同定しましたが、どのように RubisCO は一か所に集積するのか？という大きな疑問が残されています。今後は、ピレノイド構築メカニズムの解明に向けた研究を進めていきたいと考えています。クラミドモナスでは、RubisCO 同士を繋ぎとめるリンカータンパク質が報告されており、他の藻類にも同様の機能を持つ未知のタンパク質の存在が疑われます。クロララクニオン藻でも RubisCO と相互作用するタンパク質の探索を行い、本藻のピレノイド構築に関わるタンパク質を同定する予定です。

今回が初めての学会発表であったため学ぶことが多く、とても有意義な機会を頂きました。コロナ禍でも工夫してオンライン開催して下さった実行委員の方々のご尽力に感謝いたします。また、一刻も早くコロナが収束して皆様にお会いできるようになることを祈っております。今回の受賞を励みにし、一層研究にまい進しますので、さらなるご指導・ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

日本藻類学会第 45 回大会学生発表賞口頭発表（微細藻）の部を受賞して

渡辺 実咲（日本女子大学大学院理学研究科）

この度は、口頭発表微細藻類の部で日本藻類学会学生発表賞を賜りまして、大変光栄に存じます。本受賞は、私の学部および大学院在学中に行われた研究「ヒメミカヅキモにおける蛍光標識 CenH3 タンパク質の発現による染色体可視化」に対して賜りました。このような賞を頂きましたのも、これまでにご指導いただきました、指導教官である関本弘之先生、神奈川工科大学の村田隆先生、生理学研究所の堤元佐博士、大友康平博士、根本知己教授、関本研究室の助教でいらした土金勇樹博士をはじめ、ご指導いただきました皆様のおかげです。この場をお借りいたしまして、厚く御礼申し上げます。

今回の藻類学会第 45 回大会（東京）が私の人生で初めての学会発表でした。これまで、学部生から学会発表をさせてほしいと何度も指導教官である関本先生に懇願をしてきましたが、「人様に見せられる結果ではない」とコメントされ、学会発表を見送っておりました。本研究の研究対象であるヒメミカヅキモは、形質転換に 1 ヶ月を要し、形質転換体が作出できても遺伝子が発現していないこともしばしばありました。

そのため日々、観察条件を変えながら暗室で共焦点レーザー走査顕微鏡を用いて数千細胞の中から蛍光が確認できる細胞を探す作業を行っていました。そのような中で、蛍光を発する細胞を発見したときは、大学の廊下を全速力で走り研究室に報告しに行くほど嬉しかったことを覚えています。

このように、思うような結果を得ることができなくても諦めずに最後まで研究を続けることができたのは、様々な条件検討を行い、観察し続ける私を見守って下さった研究室メンバーや共同研究者の皆さんのおかげだと感じております。私が植物生理学研究室で過ごした3年間は短くも非常に濃厚で、最後には本学会の学生発表賞もいただくことができました。ヒメミカヅキモを含む藻類を通して得られた経験は、これからも忘れずに大切にしていきたいと思っています。

日本藻類学会第45回大会学生発表賞ポスター発表(大型藻)の部を受賞して

新井 嵩博(東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科)

学生発表賞を頂きましたこと、大変嬉しく思います。日々、研究をご指導いただいている藻類学研究室の神谷充伸先生、鈴木秀和先生に感謝いたします。また、東京海洋大学開催の大会で海洋大学の学生として賞を頂いたことを光栄に思います。

今大会は「褐藻アミジグサの野外調査と培養による世代比の検証」というタイトルで発表いたしました。本研究は、アミジグサの成熟した配偶体がほとんど見つからないというフィールド観察の経験に着想を得た研究で、これまで詳細に解明されていないアミジグサの胞子体と配偶体の割合を明らかにするために、野外調査と培養実験の両方を組み合わせた研究となっています。そのため、長期間の継続的な野外観察・採集が研究において最も重要な点の1つでした。しかし、昨年春から続くコロナ禍の状況で、大学でも様々な規制があり、平常時のように胸を躍らせてフィールドに出ることがはばかれるような日々もありました。そのような情勢の中でも、十分な調査を行うことができたのは東京海洋大学水圏科学フィールド教育研究センターの教職員の皆様をはじめとする多くの方々のおかげだと思います。この場をお借りして重ねて感謝いたします。

今大会は藻類学会初のオンラインポスター発表でしたが、対面でのポスター発表と異なり、質疑応答の記録を後で見返せるのが便利でした。通常、ポスター発表のコアタイムが終わった後は次の発表会場への移動などもあり、議論が長く続くことは少ないように感じていました。しかし、今大会では、会期中はいつでもコメントを参照できたり、他の方の質問と合わせて複数人で情報を共有することができたため、多くの議論ができました。このような盛り上がり方も、オンラインポスター発表ならではの利点で、有意義に時間を過ごすことができました。運営して頂いた大会委員の方々にお礼申し上げます。

残念ながら現時点の情勢では、しばらくの間オンライン学会が続くと推測されるため、今後もより多くのオンライン発

表経験を積み、今大会以上にオンラインでもわかりやすく自身の研究内容が伝わる発表ができるように心がけていきたいと思っています。

今大会で発表した内容は修士論文の研究の一部であったため、本受賞を励みに、博士課程に進学後も、より多くの研究成果を残し、アミジグサの成熟胞子体の優占要因の解明を進めていきたいと思っています。引き続きのご指導、ご鞭撻の程、よろしくお願い申し上げます。

日本藻類学会第45回大会学生発表賞ポスター発表(微細藻)の部を受賞して

水戸 誠也(佐賀大学農学部)

この度は第45回日本藻類学会学生発表賞という名誉ある賞を承りまして、大変光栄に存じます。これまで懇切丁寧なご指導、ご鞭撻を受け賜りました指導教員の木村圭先生(佐賀大学)、川村嘉広先生(佐賀大学)、吉田和広研究員(佐賀大学)、水谷雪乃研究員(佐賀大学)ほか、関係の先生方に深く感謝いたします。また、珪藻への遺伝子導入技術を教えていただいた伊福健太郎先生(京都大学)、ウイルス株を提供していただいた外丸裕司先生(水産研究・教育機構)、海水試料の提供をいただきました佐賀県有明水産振興センターの関係者の皆様に感謝申し上げます。

私が珪藻ウイルスの研究を始めたきっかけは、一昨年の11月、学部3年の時に藻類・ベントス学分野の木村先生の研究室に配属されたことでした。研究室に配属された当初は、珪藻がどのような生物なのかも分かっていないところからのスタートでした。しかし、地球の水圏生態系を根底から支える重要な役割を担っている珪藻を知り、さらに珪藻に感染するウイルスが海洋中で珪藻と共存しているということを知り、この珪藻とウイルスの感染性に、深く興味を持つようになりました。通常、多くの生物では、一目でウイルス感染を確認することは困難です。しかし、珪藻の場合、黄色く色づいた珪藻の培養株が、ウイルス感染すると色が消えるという明瞭な結果を得ることができます。この現象を最初に目にした時の衝撃は、今でも鮮明に覚えています。また、ウイルスと聞くと悪者扱いされがちなのですが、ウイルスが弱った珪藻に感染して溶藻させ、有機物として速やかに海に放出するという重要な役割もあると考えられることを知り、研究を通してウイルスは必ずしも悪者というわけではないことも、理解するようになってきました。そして、COVID-19によって社会が大きく変わってしまったこともあり、ウイルスに対する興味はさらに強くなっています。研究を始めてまだ1年半ですが、珪藻ウイルスの研究から多くのことを学び、このウイルスの魅力を大いに感じているところです。

研究をスタートした時、珪藻ウイルスの感染についての理解は未だ不十分で、特にウイルス感染特性や機構がほとんど分かっていないという現状を知りました。そこで、研究室配属からの一年数ヶ月の間、珪藻ウイルスの感染特性を理解するという大きな目標に取り組んできました。最初は、珪藻の



日本藻類学会第45回大会オンライン授賞式での1コマ (a, 小亀学会長; b, 学術賞受賞者今井 一郎氏; c, 研究奨励賞受賞者秋田 晋吾氏; m, 学生発表受賞者の原田 実氏; n, 渡辺 実咲氏; o, 新井 高博氏), 論文賞受賞者の近影と *Prorocentrum cf. fukuyoi* の走査型電子顕微鏡写真 (d, 西村 朋宏氏; e, 内田 肇氏; f, 鈴木 敏之氏; g, Wittaya Tawong 氏; h, 阿部 翔太氏; i, 有光 慎吾氏; j, 足立 真佐雄氏; k, *P. cf. fukuyoi* KSK4P 株; スケールバーは 10 μm), 賞状と受賞者 (p, 学生発表受賞者の諸見里 怜奈氏; q, 水戸 誠也氏), 海藻おしぼ教室で講師をされている特別賞受賞者野田 三千代氏 (l).

培養や無菌化など基本的な技術を学ぶ日々で、覚えることも多く大変でした。特に海水サンプルからの倒立顕微鏡を用いた珪藻の単離・培養作業は、とても細かい作業で、不器用な私にとって、非常に苦労したことの一つでした。しかし、この作業によって得られた多数の珪藻株と、外丸先生より提供いただいたウイルス株を、総当たりで感染させる試験をした結果、ウイルスは珪藻種に依存しないほかの要因で感染が決定づけられていることを明らかにすることができました。この感染試験は 8,000 通りを超える多大な労力がかかる実験だったのですが、努力の積み重ねによって、これまでにない新たな知見が生まれることを、身をもって体験できたことは、とても良かったと感じています。また、ウイルスが珪藻細胞に侵入する過程が、感染成立の決定要因になっているという仮説を説明するため、ウイルスゲノムを珪藻へ直接導入する実験も行いました。研究室内で誰もやったことのない、珪藻への遺伝子導入を成功させるまでには多くの時間が必要で、

大変苦労したことを覚えています。しかし、最終的にはウイルスゲノムの導入に成功し、珪藻の吸着侵入過程が感染を決定づけているということを示唆することに成功しました。始めてウイルスゲノムの導入に成功した時は、とても興奮し、科学研究の魅力を感じた瞬間でした。この研究を通して、努力の蓄積によって誰も知り得ないことを発見する喜びを感じられたことは素晴らしい経験であり、そしてなによりも、この研究が学生発表賞として評価されたことを嬉しく思います。

令和 3 年度からは、佐賀大学の木村先生の研究室に進学し、珪藻ウイルスの感染特性に関する研究に引き続き着手しています。今後も珪藻ウイルスの研究において、興味深い発見ができるように尽力していきたいと思っています。この受賞を励みに、これからも頑張っていきたいと思いますので、今後ともご指導、ご鞭撻のほど、よろしくお願い申し上げます。

2020 年日本藻類学会総会の議題に対する投票結果について（報告）

2020 年 12 月 10 日

会員の皆様

日本藻類学会
会長 奥田 一雄

2020 年 7 月 10 日に和文誌『藻類』第 2 号とホームページに掲載しました今年度の総会の審議事項について、2020 年 12 月 7 日（必着）を期限として反対の投票を受け付けていましたが、期限までに届けられた投票はありませんでした。よって、総会の審議事項は全て承認されました。

以上、ご報告申し上げます。

（編集の都合により、1 号に掲載できませんでしたので、本号に掲載させていただきました）

2021 年日本藻類学会総会の開催について

2021 年 7 月 10 日

会員の皆様

日本藻類学会
会長 小亀 一弘

2020 年は、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、会員が実際に集まっていた総会を行うことができず、和文誌「藻類」に資料を掲載し、会員からの意見等を受け付けることで総会に代えました。今年も会員が実際に集まっていた総会開催は難しい状況であり、総会の開催方法について検討していましたが、最近ではオンライン会議をパソコン等で行うことが普及していることから、今年はオンラインで総会を行うこととしました。総会開催日時および参加方法につきましては、下記のとおりです。何卒よろしくお願いいたします。

2021 年日本藻類学会総会（オンライン）

日時：2021 年 8 月 28 日（土）15:00–16:00

場所：Zoom ミーティング

参加方法：日本藻類学会事務局庶務幹事 阿部剛史（tabe@museum.hokudai.ac.jp）宛に電子メールで総会参加希望の旨をお伝えください。総会 Zoom ミーティングへのリンク情報をお送りします。