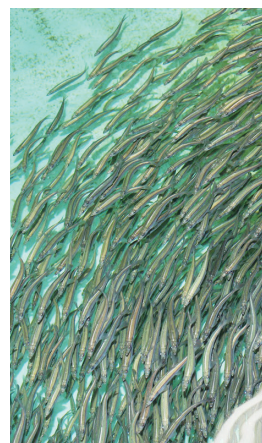


あなたのレポーター The Aquaculture

育てる漁業

令和4年10月1日
NO.499

発行所／公益社団法人北海道栽培漁業振興公社
発行人／阿部国雄
〒060-0003 札幌市中央区北3条西7丁目
（北海道水産ビル3階）
TEL (011) 271-7731 / FAX (011) 271-1606
ホームページ <https://www.saibai.or.jp>
ISSN 1883-5384



閉鎖循環システムと陸上養殖テーマに講演会

魚類陸上養殖への関心の高まりを受け、当社は9月1日、水産研究・教育機構水産大学の山本義久教授を講師に招き、閉鎖循環システムと陸上養殖をテーマとする講演会を開催しました。

山本教授は、環境に負荷をかけず、安定的かつ効率的な種苗・魚類生産ができる閉鎖循環式陸上養殖が「将来的に魚類養殖の主流となる可能性を秘めている」と述べ、循環飼育システムに組み込まれている泡沫分離装置は波浪（波の花）、間歇ろ過装置は砂浜、沈殿・脱窒・嫌気性処理装置は藻場・干潟というように、各装置が海の持つ浄化機能の役割を果たしていることを詳しく説明しました。

日本国内の養殖先進事例や、企業主導の魚類養殖の現状などについて情報提供した後、山本教授は「国内自治体の栽培施設では、地域特有の食文化として珍重されている魚の種苗が生産されている。地域振興の核として価値ある魚を作ることも養殖振興には重要」と述べ、地域に根付く食文化継承のためにも今後、陸上養殖が重要になると強調しました。

CONTENTS 目次

会長就任挨拶…………… 2
栽培漁業技術情報

漁業士発 アクアカルチャーロード…………… 3
指導漁業士（ひやま漁協大成支所） 成田 直広さん

栽培公社紙上大学◆今月の講座…………… 4～8

北海道の赤潮 — 「これまで」と「これから」
道総研水産研究本部 企画調整部
研究主幹 嶋田 宏

会長就任挨拶

今年6月の通常総会・理事会にて、代表理事会長に就任しました阿部国雄です。

さて、漁業の持続的発展の基礎は、水産資源の維持増大であることは言うまでもありません。近年においても、栽培公社ではニシン、マツカワなどの種苗生産で着実にその成果を生み出してきました。

一方、新型コロナウイルスの感染拡大や、道東では大規模な赤潮が発生するなど、社会情勢や海洋環境の変化は著しく、また、人口減少や高齢化が加速し、本道沿岸漁業も大きな転換期にあると言って良いでしょう。

栽培公社もこうした大きな変化に対応するとともに、浜の負託に応えるためにも着実に事業を進めていく必要があります。

そのために、今後とも4つの事業、すなわち種苗生産事業、助成事業、指導事業、調査事業、



これらをとおして、「漁場づくり・種づくり・人づくり」に取り組んで参りますので、皆様のさらなるご支援とご協力をお願いいたします。

栽培漁業技術情報

令和4年度北海道開発局優良工事等表彰を受賞

去る7月27日、当公社は、令和3年度胆振海岸生物環境調査業務に関し、国土交通省北海道開発局長表彰を受賞しました。これは、北海道開発局が所管する工事及び業務に関し、優良な業者と技術者を表彰するものです。これまで部長表彰は8回受賞しましたが、局長賞は初めてのことです。業務の内容は、直轄胆振海岸における海岸保全施設の施工にあたり、周辺生態系への影響及び生物の増集効果を把握するため、ホッキガイ等の貝類、ウニやマナマコ等の大型底生動物の生息環境調査を実施したものです。この度の

受賞を糧に、さらに技術力を高め社会的使命を果たしつつ、北海道の沿岸漁業の振興発展にまい進して参りたいと存じます。



いか釣漁業に魅せられて 先師への感謝を胸に夢を追う

ひやま漁協大成支所所属の成田直広さん(40)は高校卒業後、道立漁業研修所で漁業の基礎を学んだ後、定置網漁業などを営む父の下で腕を磨きました。23歳の時、引退する先輩の船と権利を引き継ぎ、いか釣漁業に着業。以降、同支所青年部長、道漁青連檜山地区会長の要職を務めるなど、若手漁業者のリーダーとして活躍されています。「漁師以外の道で生きていくことを考えたことがない」と語る生粋の漁業者の成田さんに、自ら企画を立てた出前授業、生業とするいか釣漁業にかける思いをうかがいました。

体験を興味に独自の出前授業

成田さんは道漁青連地区会長時代、札幌市内の小学校で開催された出前授業で講師役を3度務めました。その経験を元に地元で同様の試みを実践しましたが、子ども達が自分たちの住む町や水産業に興味を持っていないと感じたそうです。そこで成田さんは、水産技術普及指導所に協力を仰ぎ、独自のカリキュラムを作成。今年7月、大成地区の青年漁業士とともに地元中学校の1年生4名を対象に体験型の出前授業を行いました。「ウニをテーマに、座学、海中観察、タモ取り体験、自分で採ったウニの殻を剥いて給食の時間にいただくという内容です。学校からはSDGsも取り上げて欲しいと要望があったので、森と海・川のつながりに関する話をさせてもらいました」と、当日の様子を話します。

成田さんは幼少期、漁業を営む祖父から「山と森を守れ」と教えを受けたそうです。「大人になってその意味が解りました。経験を子ども達に伝えるのは我々の使命だと考えています。自分たちの町の良さや環境保全の大切さを、出前授業

を通して教えていきたい」と、取り組みの意義を強調します。

クロマグロに翻弄されるいか釣漁師

成田さんは6月から12月までいか釣漁に着手。その合間に定置網漁などを手伝い、冬は寒海苔の採取と製品づくりを行います。今年のいか釣漁は7月にスタートしましたが、減少傾向が続くスルメイカと反比例するように来遊量が増えているクロマグロに苦しめられています。

「太平洋クロマグロTAC制度の導入以降、いか釣漁業を取り巻く環境がガラッと変わりました。海洋環境の変化にクロマグロの群れが重なったためか、スルメイカの来遊経路が大きく変わり、優良漁場からイカの姿が消えました。近年、夏場の漁は水深100~200mの水深帯が中心ですが本来、この場所にイカが集まるのは9月以降。深場の資源が枯渇しています」と現状を嘆きます。

クロマグロがいか釣漁業者を悩ませるのは、捕食行動だけではなく。「マグロは海中の分銅が発する反射光を目掛けて船に寄ってきて、いか釣機に仕掛けた針を魚体に引っかけてしまいます。その針が絡まったまま泳ぎ回るため、ほぼ全ての仕掛けが壊されることになります。マグロに漁具を壊されると、その後始末と仕掛けの作り直しで3日間は出漁できなくなります」と憤る成田さん。

「クロマグロの資源管理方針は理解できますが、遊漁者対応も含め、苦しんでいる漁業者がいる現実を目を向けて欲しい」と行政の理解を求めています。

いか釣漁業に魅せられて

成田さんは間もなく、いか釣漁業着業から20年の節目を迎えます。「いか釣漁



ひやま漁協大成支所 指導漁業士
なりた なおひろ
成田 直広さん

はまさに自分が生きる道。これほど面白い仕事は無いし、いか釣漁業が無ければ漁師はやっていない」と、熱い情熱を口にします。着業に至るには、ある先輩漁業者の存在がありました。「漁師になりたての頃、仕事上の悩みなどを聞いてくれた先輩漁業者が1人乗りのいか釣漁業者で、その仕事ぶりに触れるうちに全ての仕事と責任を1人で負ういか釣漁業者として生きていきたいと考えるようになりました。私の船は、その方から譲り受けた物です。夢を追いかけて、いか釣漁業に挑戦したことで多くの人に出会い、成長させてもらえました」と感謝の思いを露わにします。

いか釣漁業者には今、逆風が吹き荒れていますが成田さんは、「腕一本で頑張ってきた先輩達が灯し続けてきたいか釣漁業の灯を消してはならない」と、言葉に力を込めます。「漁船漁業の魅力と、夢を追いかけることの大切さを教えてくれた諸先輩のおかげで人生に目標ができました。いか釣漁業の道で生きる術を教えてくれた『人生の師匠達』の多くが空の上へと引越してしまいましたが、その恩に報いるためにも自分がいか釣漁師として生きることの意味があると思っています」と、いか釣漁業にかける強い思いを語ってくれました。

道総研水産研究本部
企画調整部研究主幹

嶋田 宏

今月の講座

北海道の赤潮 —「これまで」と「これから」

はじめに

2021(令和3)年秋に本道太平洋沿岸で甚大な漁業被害をもたらした大規模有害赤潮¹⁾は、新聞報道等によって、衝撃的な自然現象として全国的に知られるようになりました。赤潮は、小さな生物によって海が着色する現象で²⁾、その原因生物は多くの場合、プランクトンです。プランクトンとは流れに逆らって泳ぐことができない「浮遊生物」のことで、

微小な単細胞植物をはじめとして、ミジンコのような小さな動物から大型クラゲまでプランクトンに含まれます。これらのプランクトンの中で魚介類に有害な影響を及ぼす赤潮を特に「有害赤潮」と呼んでいます。今回はタイトルのとおり、まず「これまで」として、北海道沿岸における赤潮の発生記録について述べ、次いで「これから」として、有害赤潮の研究と被害対策についてご紹介いたします。

これまで

北海道の赤潮の記録①

(1972(昭和47)～2000(平成12)年)

本道沿岸における赤潮は、1972(昭和47)年十勝沿岸における種不明の渦鞭毛藻によるものに始まり³⁾、2000(平成12)年までに計6件の発生が記録されています⁴⁾。十勝沿岸では3件の記録があり、これらは秋の降雨後に発生する「降雨型赤潮」で、魚介類のへい死被害はないものの、魚が

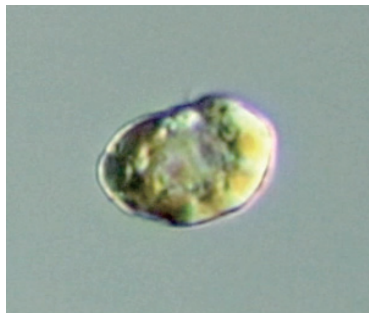
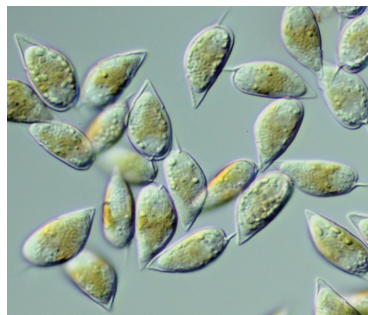


写真1 2013(平成25)年以前に北海道沿岸で出現した主な赤潮プランクトン
左上：アカシオ・サンギネア、上段中：プロロケントルム・トリエスチヌム、右上：プロロケントルム・ミカンス、
左下：ヘテロシグマ・アカシオ、右下：ヤコウチュウスケールパー：0.03 mm
(嶋田2021を改変)

赤潮を避けるために、周辺の定置網漁業に悪影響を及ぼすことが知られていました³⁾。この29年間の発生件数が少ないのは、十勝沿岸を除いては、赤潮が漁業被害につながることを想定しておらず、通報体制が整備されていなかったことが一因と考えられます⁴⁾。

北海道の赤潮の記録②

(2001(平成13)～2013(平成25)年)

2001(平成13)年に北海道庁によって赤潮の通報体制が整備され、見つかった赤潮は全て記録されるようになりました。この13年間には、北海道沿岸でごく普通に見つかるプランクトン(写真1)を主な原因種とする赤潮が計30件記録されました⁴⁾。渦鞭毛藻、ラフィド藻、珪藻、緑藻、プラシノ藻、クリプト藻といった様々な植物プランクトンのほか、繊毛虫やカイアシ類といった動物プランクトンによる赤潮も記録されました⁴⁾。記録は増えてきましたが、新たな有害プランクトンの出現はなく、魚介類のへい死被害が出ることもありませんでした。

有害赤潮プランクトンの出現

(2014(平成26)年～)

2014(平成26)年夏に余市町沿岸(中央水産試験場前浜)で暖水性の有害赤潮生物2種が相次いで見つかり、北海道沿岸でも有害赤潮の発生リスクがあることが明らかとなりました⁵⁾。翌2015(平成27)年の秋には津軽海峡の函館湾で渦鞭毛藻カレニア・ミキモトイによる有害赤潮が発生し、赤潮による魚介(サケ、スルメイカ、エゾアワビ)のへい死被害が北日本で初めて記録されました⁶⁾。西日本を中心に発生していた暖水種による有害赤潮が北海道で発生したことは、従来の貝毒プランクトン(写真2)だけでなく、有害赤潮プランクトン(写真3)についても監視を始める必要があることを示します。直ちに津軽海峡から日本海沿岸の暖流域で有害種の監視を始めたところ、九州北岸で発生した有害種は対馬暖流に乗って2～3カ月あまりで北海道西岸に達することが分かってきました(図1)⁷⁾。このように、有害赤潮プランクトンが海流に乗って大規模に移動することは分かりましたが、同様のイベントが、

冷たい親潮が流れる太平洋沿岸で発生するとは、想像もつきませんでした。

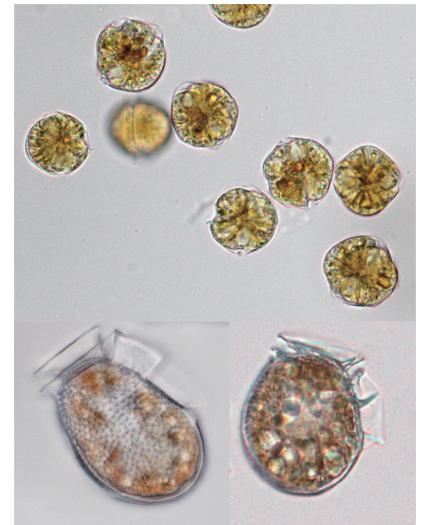


写真2 北海道沿岸に出現する主な貝毒プランクトン
上：アレキサンドリウム・カテネラ(グループ)(旧名：アレキサンドリウム・タマレンセ)、左下：ディノフィシス・フォルティ、右下：ディノフィシス・アキュミナータ
スケールバー：0.03 mm
(嶋田2021を改変)

大規模有害赤潮(2021(令和3)年秋)

2021(令和3)年9月中旬に、釧路市桂恋の水産資源研究所(旧北海道区水産研究所)の釧路庁舎で飼育魚

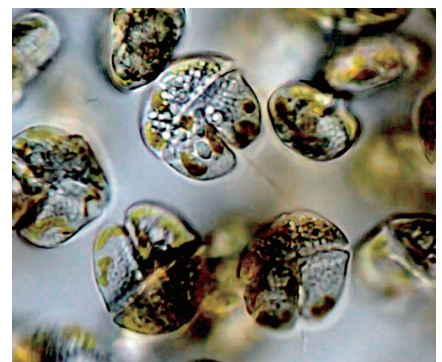


写真3 2014(平成26)年以降に北海道沿岸で見つかった暖水性有害赤潮プランクトン
左：シャットネラ・マリナ、中：コクロディニウム・ポリクリコイデス、右：カレニア・ミキモトイ
スケールバー：0.03 mm
(嶋田2021を改変)

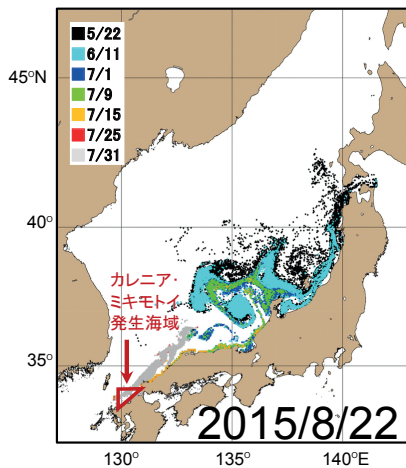


図1 2015(平成27)年5~7月に九州北岸で発生したカレニア・ミキモトイの発生時期別の追跡シミュレーション結果(8月下旬時点)([https://www.hro.or.jp/research/result/info/30seika\(12\).pdf](https://www.hro.or.jp/research/result/info/30seika(12).pdf) を改変)

のへい死が発生し、桂恋漁港でカレニア属渦鞭毛藻の赤潮が確認されました。当初は遺伝子に基づいた詳しい分類ができず、「カレニア・ミキモトイを含む少なくとも4種」と発表せざるを得ない状況で、海水の検鏡作業も混乱しました。9月下旬には、根室~釧路~十勝~日高の広い範囲でウニ、サケ等のへい死が報告され、10月上旬に、東京大学と水産研究・教育機構の協力によって、有害赤潮プランクトンの主要種が、国内初記録のカレニア・セリフォルミスと特定されました(写真4)⁸⁾。赤

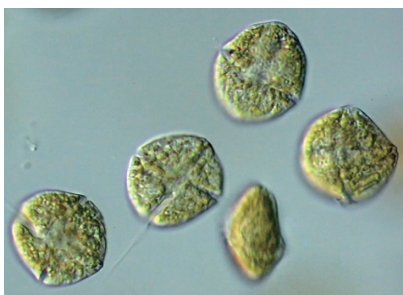


写真4 2021(令和3)年大規模有害赤潮の主な原因種カレニア・セリフォルミススケールバー:0.03 mm

潮は2カ月以上続き、11月下旬には、国内過去最悪の80億円超の被害にのぼることが分かりました(https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/ssk/akashio_info.html)。以後、カレニア・セリフォルミスは急激に減少しましたが、局所的に漁港等ですこく残っていたもようです。

大規模有害赤潮の原因の一つとして、10年に一度の高水温が5日以上続く「海洋熱波」の発生があげられます⁹⁾。海洋熱波が発生すると、植物に必要な栄養が深みから湧き上がらないため、光の届く表層の栄養が不足して、珪藻をはじめとする植物プランクトンが消滅します。2021(令和3)年は7月中旬に海洋熱波が発生し、お盆の前後に低気圧が通過して海が上下に混ざり、熱波が一気に解消しました。このとき、道東沿岸から沖合の広い範囲に「栄養豊かで植物プランクトンのいない海」が現れたと考えられます。ここに海流に乗って北から流れてきたカレニアが侵入し、競争相手不在のなか「独り勝ち」状態が増えた可能性があると考えられます(図2)。

以上、「これまで」についてまとめると、以下のとおりになります。

- ①昔から、ほぼ無害の赤潮はときどき発生していた。
- ②最近では、北海道でも有害赤潮プランクトンが見つかるようになり、魚介を殺す有害赤潮が発生するようになってきた。
- ③2021(令和3)年秋に、国内初のプランクトン「カレニア・セリフォルミス」が北海道太平洋沿岸で2カ月以上の長期にわたり大規模有害赤潮を形成、被害額は過去最悪の80億円超に達した。
- ④大規模有害赤潮の原因の一つは

「海洋熱波」と考えられる。

これから

有害赤潮プランクトンの分布・生態調査

以下、有害赤潮の発生に備えて、今後どのような研究が必要なのかについて触れます。まず、有害赤潮プランクトンの分布と生態については、カレニア・セリフォルミスがいつ、どこに、どんな環境を好んで暮らしているのかを調べる必要があります。そのためには、現場観測や採集、カレニアの顕微鏡観察のほか、衛星画像から植物プランクトンの分布を推定したり、カレニアの培養試験を行うことが必要です。

有害赤潮の発生予測

有害赤潮の発生予測については、前述のような分布や生態の情報に基づいて、まず春~夏にカレニア・セリフォルミスの広域的な発生状況を調べ、次いで海況予測モデル(例えば FRA-ROMS II <https://fra-roms.fra.go.jp/fra-roms/>)を用いて道東沿岸までの到達時間を推定すれば、カレニアの沿岸でのおおよその出現時期を予測することができます。さらに、この出現時期がカレニアの好む沿岸環境の形成(水温・塩分・栄養塩が好適で競合生物が少ない等の条件が整った状態)と合致する場合には、有害赤潮発生の可能性があるといった予測もできると考えられます。

有害赤潮による被害の軽減策

魚介が死ぬ仕組みの解明も重要です。カレニア・セリフォルミスを

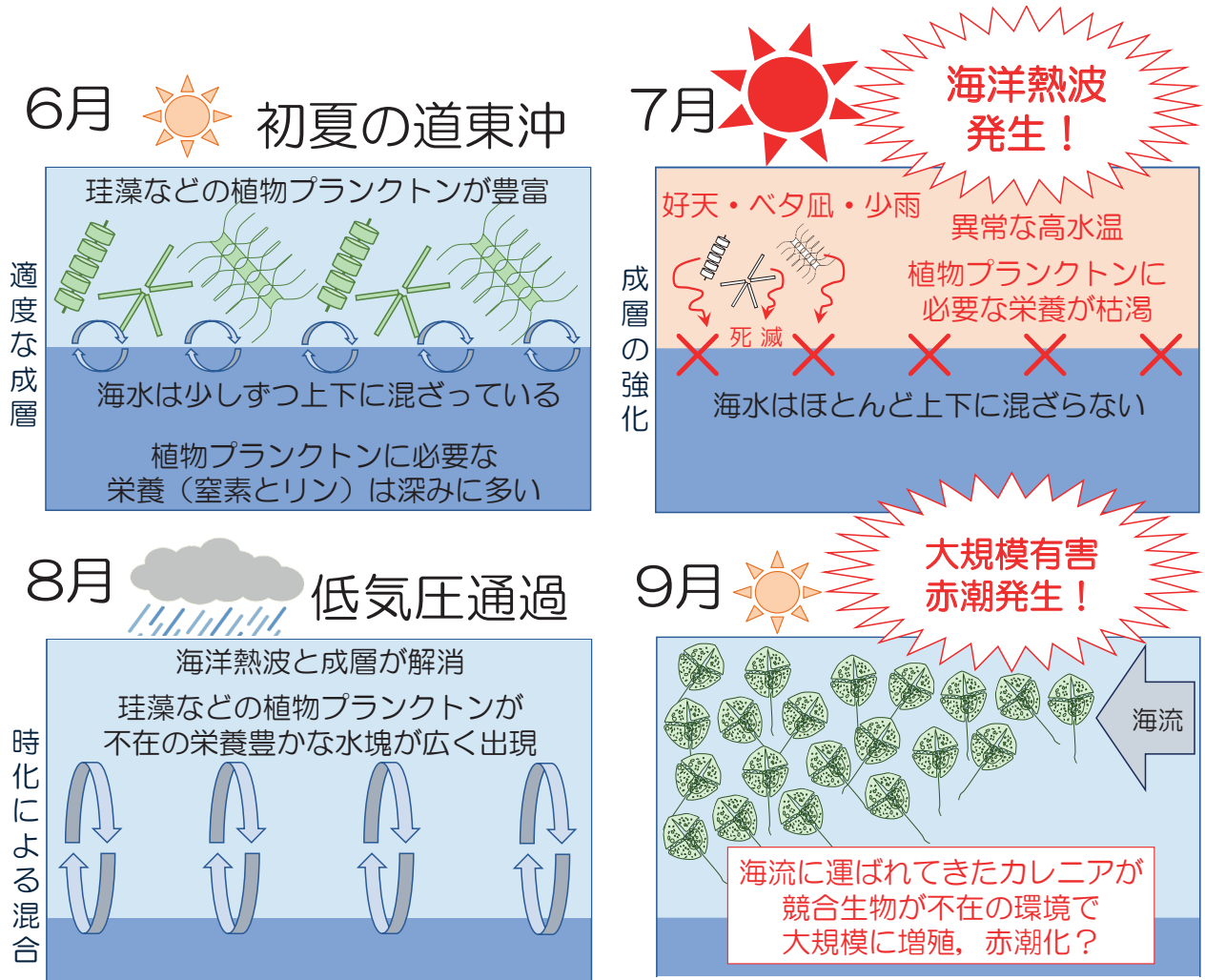


図2 道東沖に海洋熱波が発生し(7月)、熱波の解消(8月)を経て大規模有害赤潮発生(9月)にいたるまでの仮説シナリオ

濃度別に加えた水槽に魚介を收容して、へい死の発生と病状を調べることが必要です。これによって、有害赤潮の注意喚起の目安となるカレニアの濃度や、へい死の原因(窒息、活性酸素、毒素等)が解明されると思います。そのうえで、基本的な被害軽減策(養殖魚の餌止め、生け簀の移動、定置網の袋網の開放等)を実施することが必要です。

有害赤潮による被害の防除策

以上「これから」としてご紹介した3つの課題は、昨年度から始まった国のプロジェクト研究 <https://www.maff.go.jp/j/budget/pdf/>

r3hosei_pr41.pdf に盛り込まれています。このプロジェクトは、有害赤潮の生態研究と予測が主で、防除法についての課題はありません。しかし、西日本の養殖漁場で行われているような粘土散布のような防除法¹⁰⁾は広大な道東沿岸には不向きであり、水温・塩分・栄養塩といった環境もコントロールできないなかで、何らかの対策が必要です。

そこで、有害赤潮発生の前に海底の砂や泥をかき混ぜて、カレニアが嫌う競合生物(珪藻)を増やしてやる、という方法を紹介させていただきます。例えば、ホッキガイの休漁期である夏に、噴流式桁網の空曳き

(珪藻のタネを含む海底の砂泥を光の届く水中にまきあげる作業)をして、カレニアが嫌う珪藻のタネを発芽させ、有害赤潮が起きやすい秋までに、珪藻が増える条件を整えてやる、という方法が考えられます。桁曳きの場所については、普通の時化で海底の砂が動くような浅みを避け、泥混じりの底質が現れる水深20～30mの(桁曳きによって珪藻のタネを巻き上げられる)場所を選ぶのが適切と考えられます。また、港湾や海水の入る湖などの閉鎖的水域で有害赤潮プランクトンが増えないように、これら閉鎖的水域の周辺で集中的に桁曳きを行うことも効率的と思

われます。広大な海底を限られた道具で「耕耘」することは大変な作業ですが、積極的な防除法がないなか、ひとつでも手を付けられることはないかと考え、ご紹介する次第です。

おわりに

昨年秋の大規模有害赤潮は、寒流（親潮・沿岸親潮）域では国内初の有害赤潮でした。この衝撃的なイベントによって、「有害赤潮は暖水種によって西日本中心に発生するもの」という長年の常識は覆され、北日本でも、貝毒と有害赤潮の両方に対応したモニタリング体制が必要となりました。これまでの貝毒プランクトンのモニタリングでは、現地ですべて固定した海水試料を数日後に顕微鏡観察していましたが、赤潮モニタリングではプランクトンの色や形、泳ぎ方等を確かめるために、生海水をできるだけ早く観察する必要があります。昨年秋の大規模有害赤潮のモニタリングでは、カレニア・セリフォルミスとミキモトイの2種を含む複数の種が出現して、どの種もよく似ているために、当初、種の特定と計数作業が難航しました（写真5）。経験に頼った顕微鏡観察のほかに、新型コロナウイルス感染症の検査でおなじみのPCR等を用いた遺伝子の情報に基づく検査体制も必要です。有害赤潮プランクトンが増えてきた場合のモニタリングには、植物の色素を判別できるセンサーを付けた測器（例えば 有害プランクトン検出センサー（<https://www.jfe-advantech.co.jp/products/ocean-haisensor.html>）を海中に降ろし、プランクトンの分布を調べることも有効です。

昨年の大規模有害赤潮から一年が経過し、今秋の状況が注目されますが、北海道が行っている有害赤潮プランクトンの監視結果（https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/ssk/akashio_info.html）と併せて、プロジェクト研究の成果および衛星画像情報等について道総研ホームページ（<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kikaku/topics/akashio>）で適宜発信して参りますので、調査研究へご理解、ご協力のほど、どうぞよろしくお願い申し上げます。

参考資料

- 1) 美坂正・安藤祐太郎（2021）北海道太平洋沿岸で発生した大規模有害赤潮について 試験研究は今 No. 943.
- 2) 岡村金太郎（1916）赤潮ニ就テ水産講習所試験報告 12：26-41.
- 3) 田沢伸雄（1972）赤潮について 釧路水試だより 30：3-5.
- 4) 嶋田宏（2021）北海道沿岸における赤潮と貝毒の長期変動（総説）北水試研報 100：1-12.
- 5) 嶋田宏・坂本節子・山口峰生、今井一郎（2016）2014年夏季北海道西岸における暖水性有害藻シャットネラ・マリナ（ラフィド藻）およびコクロディニウム・ポリクリコイデス（渦鞭毛藻）の初記録（英文）Regional Studies in Marine Science 7：111-117.
- 6) 嶋田宏・金森誠・吉田秀嗣、今井一郎（2016）2015年秋季北海道

函館湾における渦鞭毛藻カレニア・ミキモトイによる有害赤潮の初記録 日本水産学会誌 82：934-938.

7) 北海道立総合研究機構（2019）平成30年度主な研究成果 北海道にやってくる赤潮プランクトンの動きの解明 [https://www.hro.or.jp/research/result/info/30seika\(12\).pdf](https://www.hro.or.jp/research/result/info/30seika(12).pdf)

8) 岩滝光儀・Wai Mun Lum・桑田向陽・高橋和也・有馬大地・栗林貴範・高坂祐樹・長谷川夏樹・渡辺剛・紫加田知幸・伊佐田智規・Tatiana Yu. Orlova・坂本節子（2022）北海道東部で大規模冷水性藻類ブルームを形成したカレニア・セリフォルミスの形態的変異と分子系統（英文）Harmful Algae 114：102204.

9) 黒田寛・東屋知範・瀬藤聡・長谷川夏樹（2021）2021年の記録的海洋熱波後の晩夏に北海道南東部太平洋沿岸で起きた前例のない有害藻類の発生（英文）Journal of Marine Science and Engineering 9：1335.

10) 前田広人・程川和宏・奥西将之、日高正康（2009）薬剤による赤潮駆除 日本プランクトン学会報 56：69-73.