

熊野灘沿岸域における有害プランクトン優占化機構に関する研究

増田 健・藤原正嗣・中西尚文・岩出将英・坂口研一・中山奈津子
(国立研究開発法人 水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所)

目的

伊勢湾・三河湾・英虞湾海域において三重県と愛知県が連携して広範な調査を実施し、有害赤潮プランクトンならびにノリ色落ち原因珪藻の発生状況および海洋環境を監視するとともに、既存データも含めたデータ解析によって当該海域における有害赤潮およびノリ色落ち原因珪藻の発生シナリオを構築し、赤潮発生予察や漁業被害軽減に資することを目的とする。また、有害プランクトン赤潮に対する対策として殺藻ウイルスを用いた赤潮除去技術の開発を行った。なお、この調査は水産庁委託事業として、愛知県水産試験場および国立研究開発法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所と共同で行った。

方法

1. 魚介類の斃死原因となる有害赤潮等分布拡大防止のための発生モニタリングと発生シナリオ構築

1) 伊勢湾調査

伊勢湾内 St.I1~I6 (図1) の6地点において、平成26年4月~平成27年3月に月1回の頻度で調査を行った。調査水深は0m層とし、プランクトン出現密度、水温、塩分、溶存酸素量について調査した。なお、伊勢湾の東部3点については愛知県が調査を実施した。

2) 伊勢湾口調査

鳥羽から志摩半島の沖合 St.T2 および St.T3 (図1) において、平成26年4月~平成27年3月に月1回の頻度で調査を行った。調査水深は0m層とし、プランクトン出現密度(有害種は濃縮サンプルも検鏡)について調査した。

3) 英虞湾調査

英虞湾内 St.A1~A6 (図1) の6地点において、平成26年4月~平成27年3月に週1回~月2回の頻度で調査を行った。調査水深は0.5m, 2m, 5m, 10m, 20mおよびB-1m層とし、プランクトン出現密度、水温、塩分、溶存酸素量、クロロフィルa濃度、栄養塩(DIN, PO₄-Pを4地点, Si, DOPを1地点)について調査した。

4) 伊勢湾ノリ漁場調査

伊勢湾ノリ漁場 St.N1~N20 (図2) の20地点において、平成26年10月~平成27年3月にかけて月2回~週1回の頻度で調査を行った。調査水深は0m層とし、珪藻類の出現密度、水温、塩分、溶存酸素量、栄養塩(DI

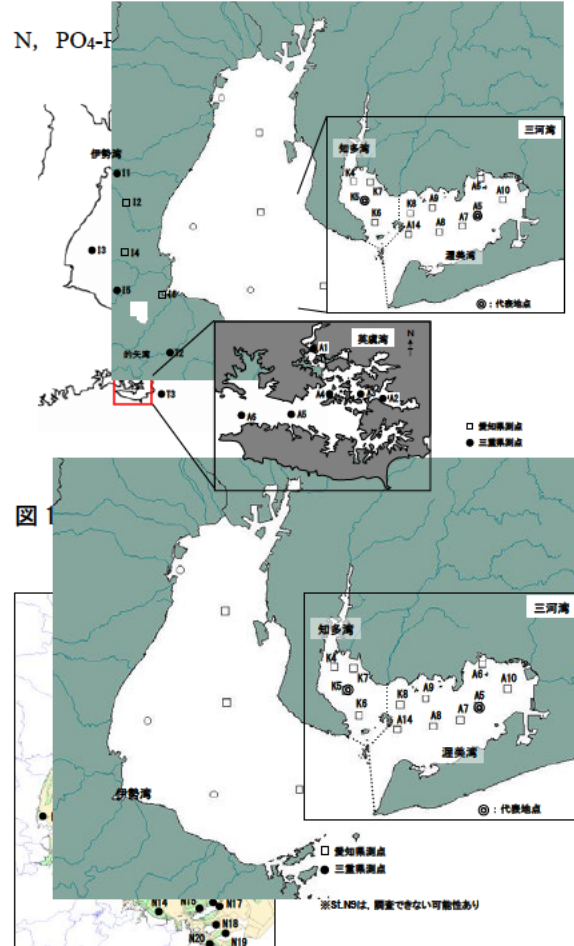


図2 調査測点図(伊勢湾ノリ漁場・三河湾調査)

2. ヘテロカプサ赤潮被害軽減に向けた底泥接種法現場適用の検討

英虞湾内 St.A3 (図1) において、表層水・底層水および底泥を採取し、*Heterocapsa* 殺藻ウイルス HcRNAV を限界希釈(MPN)法を用いてモニタリングした。HcRNAVを含む海底泥を利用した赤潮防除法の確立については、これまで過小評価されてきた底泥中の HcRNAV 密度について検出方法を検討した。

結果および考察

1. 魚介類の斃死原因となる有害赤潮等分布拡大防止のための発生モニタリングと発生シナリオ構築

1) 有害赤潮プランクトンの出現状況

有害赤潮プランクトンのうち、特記種は以下の2種であった。近年、広域の赤潮を形成している *Chattonella* spp.

の最高密度は2 cells/mLであり、本年度は赤潮化しなかった。なお、有害赤潮プランクトンによる漁業被害は発生しなかった。

① *Heterocapsa circularisquama*

三河湾，英虞湾の2海域で確認された。三河湾では9月中旬，10月上旬に確認され，最高密度は38 cells/mLであった。英虞湾では，7月中旬～9月下旬に確認され，最高密度は46 cells/mLであった。

英虞湾では，7月14日に1 cell/mLの細胞密度で確認された後，7月24日～7月28日と9月11日に赤潮が確認された。例年，赤潮発生時には当事業の測点でも高密度となるが，今年度は最高でも46 cells/mL（9月12日）と高密度にはならなかった。

② *Karenia mikimotoi*

伊勢湾，三河湾，伊勢湾口，英虞湾の4海域で確認された。伊勢湾では7月に確認され，最高密度は0.02 cell/mLであった。三河湾では10月上旬～11月中旬に最高密度47 cells/mLが確認された。伊勢湾口では9月と11月に確認され，最高密度は0.04 cell/mLであった。英虞湾では6月30日～12月1日に確認され，7月22日～8月5日に赤潮を形成した。この赤潮は，*H. circularisquama*との複合赤潮であった。最高密度は5,025 cells/mL（7月28日）であった。

③ *H. circularisquama* 赤潮の発生シナリオの構築

H. circularisquama 赤潮形成と関係が深い項目を把握するため，A3における*H. circularisquama*の細胞密度と水温，塩分，溶存酸素量，表層と底層の比重差，DIN，NO₄-P，珪藻細胞密度合計，*Chaetoceros* spp.細胞密度，*Skletonema* spp.細胞密度，気温，降雨量，潮位差，日照時間および風速との相関を確認した（表）。解析には，近年10年間（2005年～2014年）のうち，*H. circularisquama*出現時のデータを用いた。また，海域の*H. circularisquama*細胞密度から見かけ上の増殖速度（一日当たりの分裂回数）を計算し，同様の処理を行った。

水温，塩分等の環境条件との関係を見ると，*H. circularisquama*出現開始時期に当たる6月に，下層の*H. circularisquama*の細胞密度と表層の塩分や比重との間に負の相関（有意水準 <0.05）が見られた（図3）。表層の塩分濃度が低下し，成層化が強く起こる場合に6月の時点で下層において*H. circularisquama*の細胞が高い密度になっている可能性が考えられる。

9月～10月には下層の*H. circularisquama*の細胞密度と底層の水温の間に正の相関が見られた（図4）。水温が*H. circularisquama*の増殖に適した水温帯から下がるに従って高密度になりにくくなるのを示している可能性が考えられる。

*H. circularisquama*と珪藻の細胞密度の間には，8月には下層の*H. circularisquama*と珪藻の間に正の相関が見られる一方，9月には下層の*H. circularisquama*と表層の珪藻で負の相関が見られるといった，時期により異なる傾向がみられた。

また，8月の下層の増殖速度と日射時間の間に正の相関，7月の下層の*H. circularisquama*細胞密度と満潮時と干潮時の潮位差（日積算）の間に負の相関が見られた。しかし，他の月では同様の傾向が確認されていない。

このように，時期によっては環境条件が*H. circularisquama*に影響を与えている可能性が示唆された。ただし，通年ではなく，時期により一見矛盾する結果が確認されているので，他の項目と複合した解析を行う必要があると思われる。

表 *H. circularisquama* 細胞密度等との相関を確認した項目

項目	層	データの由来
<i>H. circularisquama</i> 細胞密度, 増殖速度(倍化率)	上層 (0.5m と 2m のうち高い値)	三重県水産研究所
珪藻細胞密度	下層 (5m と B-1m のうち高い値)	
水温, 塩分, 溶存酸素量, 表層と底層の比重差	表層, B-1m 層	三重県水産研究所
降雨量, 日射量, 風速(南北成分, 東西成分)		南勢町アメダス
満潮時と干潮時の潮位差 (日合計)		鳥羽潮位

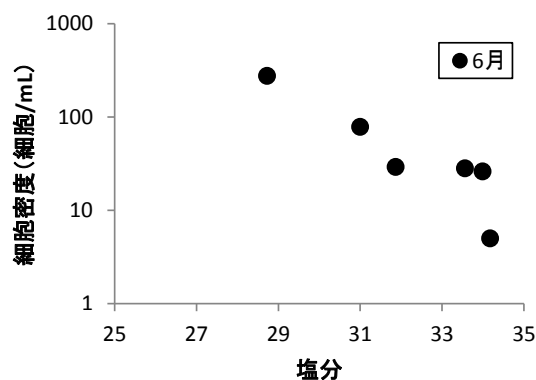


図3 下層の*H. circularisquama*の細胞密度と表層の塩分の関係（6月）

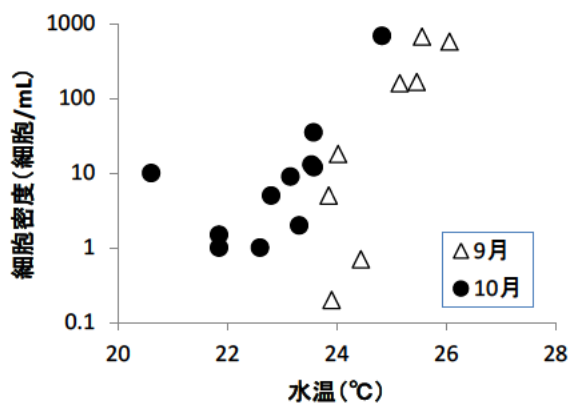


図4 下層の*H. circularisquama*の細胞密度と底層の水温関係(9~10月)

2) ノリ色落ち原因珪藻の出現状況

ノリ色落ち原因珪藻のうち、特記種は以下の4種であった。

① *Skeletonema* spp.

伊勢湾ノリ漁場では10月上旬~中旬および11月下旬~翌年2月上旬にかけて確認され、最高密度は10月上旬の25,775 cells/mLであった。2月上旬に最高密度24,780 cells/mLで赤潮を形成し、伊勢湾北部~南部(鈴鹿市~伊勢市)、伊勢湾口(鳥羽市)でノリの色落ちが発生した。赤潮は2月下旬には終息した。三河湾では10月及び1月に1,000 cells/mL以上が確認され、最高密度は10月中下旬の52,350 cells/mLで、色落ちの被害はなかった。

② *Chaetoceros* spp.

伊勢湾ノリ漁場では10月上旬、11月中下旬、12月中旬および1月上旬以降に発生したが、最高密度は813 cells/mLと少なく色落ち被害はなかった。三河湾では10月中下旬~11月中下旬および2月上旬に1,000 cells/mL以上確認され、最高密度は10月中下旬の13,150 cells/mLで、色落ちの被害はなかった。

③ *Eucampia zodiacus*

三河湾で10月中下旬に発生を確認し、11月は確認されなかったが、12月中下旬から再び発生し、最高密度は1月中下旬の656 cells/mLであった。最高密度及び平均密度ともに平年より高めであったが、色落ちの被害はなかった。

④ ノリ色落ち被害の発生シナリオ構築

伊勢湾ノリ漁場におけるノリ色落ち被害状況と水質環境(水温、塩分、栄養塩)との関係を解析するため、過去10年間(2004年~2013年)における「ノリ漁場栄養塩・プランクトン情報(三重県水産研究所鈴鹿水産研究室発行)」、「三重県ノリ情報(三重県漁連発行)」についてデータベース化を行った。

データベースの解析により、伊勢湾ノリ漁場においてノリ漁中に発生する珪藻のほとんどが*Chaetoceros* sp.と*Skeletonema* spp.の2種であることがわかった。

また、伊勢湾ノリ漁場の北中部に位置する鈴鹿地区においてノリ色落ち被害が発生後、被害が徐々に湾口に向けて伝播していくパターン(鈴鹿地区→伊勢地区→鳥羽地区)が確認されている。今漁期においては、*Skeletonema* spp.が伊勢湾奥部の桑名地区で発生した後、鈴鹿地区で最高密度7,900 cells/mLで赤潮を形成し、その発生範囲が湾口(鳥羽地区)へ伝播していく傾向が確認できた。今後は、色落ち被害の初期発生域と考えられる鈴鹿地区において水質環境データ(水温、塩分、栄養塩)の他、ノリ色落ち被害の指標となるDIN濃度に影響を与える降水量及び河川流量のデータも併せて解析し、ノリ色落ち原因珪藻の出現特性及びその発生シナリオの構築を進めていく必要がある。

2. ヘテロカプサ赤潮被害軽減に向けた底泥接種法現場適用の検討

サンプルからHcRNAVと推定されるウイルスが単離され、これがヘテロカプサの挙動に影響を与えていた可能性が示唆された。また、単離されたHcRNAVのヘテロカプサ代表株3株への感受性に基づくタイピングを行った結果、UA1, UA2, CYタイプを中心とした多様なHcRNAVが確認された。

底泥中の泥粒子に吸着している*Heterocapsa*殺菌ウイルスHcRNAVを剥離させる方法として、超音波を用いて泥粒子の粉碎処理を行ったところ、剥離したHcRNAVは従来の30分間の振盪処理10-100倍の高い値を示し、かつ、感染性を維持していた事が明らかになった。この手法を用いることにより、天然環境で赤潮防除に泥を用いる際に今までの手法と比べて少量の泥接種でもより大きな効果が期待されると考えられた。

なお、本研究の成果の一部は、平成26年度水産庁赤潮・貧酸素水塊対策推進事業で得られたものである。