

東京湾の漁業と環境 No.9

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 水産研究・教育機構
	公開日: 2024-03-06
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者:
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2000505

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



東京湾の漁業と環境

第 9 号

平成 30 年 3 月

Fishery and Oceanography in Tokyo Bay

No. 9, March 2018

中央水産研究所

National Research Institute of Fisheries Science

FRA, JAPAN

東京湾の漁業と環境 第9号

目 次

I. 貧酸素水塊予測について	
貧酸素水塊速報に係る情報提供を支えるモニタリング体制について	
・ ・ ・ ・ 宇都康行・石井光廣・梶山 誠	1
神奈川県における貧酸素水塊対策研究	
・ ・ ・ ・ 草野朱音・阪本真吾	3
II. 貧酸素水塊が水産生物に及ぼす影響	
貧酸素水塊とトリガイ資源の関連	
・ ・ ・ ・ 宇都康行・大畑 聡	9
貧酸素水塊とマコガレイ資源の関連	
・ ・ ・ ・ 石井光廣	11
シャコ資源に対する貧酸素水塊の影響評価に向けて	
・ ・ ・ ・ 岡部 久・児玉圭太・伊東 宏・堀口敏宏	13
東京湾奥における貧酸素回復前後の生息水生生物	
・ ・ ・ ・ 千野 力	15
III. 自由課題	
2014年に三番瀬で見られた青潮による二枚貝被害状況について	
・ ・ ・ ・ 岡本 隆・宇都康行	19
放流トラフグの追跡調査と東京湾内での再生産の可能性	
・ ・ ・ ・ 山崎哲也	23
平成28年度中央ブロック東京湾研究会 議事録	25
平成28年度中央ブロック東京湾研究会 出席者名簿	35

貧酸素水塊速報に係る情報提供を支えるモニタリング体制について

宇都康行・石井光廣・梶山 誠

Yasuyuki UTO, Mitsuhiro ISHII, Makoto KAJIYAMA

千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所 〒293-0042 千葉県富津市小久保 3091

E-mail: y.uto@pref.chiba.lg.jp

東京湾では1955年頃から夏期に貧酸素水塊の発生が確認されており、1960年代以降は規模が拡大し、その後は毎年5月～11月に発生している(石井・大畑 2010)。沖合の底層で発生する貧酸素水塊は、東京湾の漁業資源に対し、生息可能域の縮小や餌生物の消失、生息場の喪失、死亡など多岐にわたる大きな影響を与えている(梶山・宇都 2016)。今どこに貧酸素水塊が分布しているかという情報は、漁業者が操業場所や時期を決める重要な判断材料となるため、リアルタイムな情報の提供が求められていた。

水質観測体制と「貧酸素水塊速報」の発行

千葉県では溶存酸素量(以下DO) 2.5 mL/L以下の水塊を貧酸素水塊と定義し(柳 1989)、1999年から観測結果を基に底層のDO分布を示した「貧酸素水塊速報」(以下速報)を発行し、漁業者や関係機関への情報提供を始めた。発行期間は、調査により東京湾内で貧酸素水塊が初確認された日から、2週続けて確認されなくなった日までとし、5～10月は週に1回、それ以外は2週に1回の頻度で発行している。

速報の基となる水質データは、1947年から千葉水研セが実施している東京湾水質調査と、1999年から底びき網漁業者(内湾底びき網研究会連合会)が自ら実施している水質調査のデータを用いている。5～10月の第1, 3, 5週は千葉水研セが、第2, 4週は内湾底びき網研究会連合会が調査を実施し、毎週1回速報を発行する。貧酸素水塊の現況をいち早く漁業者へ提供するため、発行は調査当日の夕方までに行っている。

この他に協力機関である神奈川県水産技術センターや東京都環境局、国立研究開発法人国立環境

研究所、千葉県環境研究センターによる調査データを使用し、速報の精度向上に活用している。また、海上保安庁及び国土交通省が設置するモニタリングポストの水質データも併せて利用している。

速報発行までの流れ

現在、速報の作成には、コンピューターによる短期予測システム(貧酸素水塊分布予測システム)の機能を用いている(宇都ほか 2017)。まず、気象庁や国土交通省、海上保安庁が公開している気象、海象等データや、モニタリングポストの水質データをシステムへ自動で取り込み、次に千葉水総研セや他機関の水質データを基にDO分布等を作図し、速報を作成する。速報は千葉県ホームページにアップするとともに、関係漁協等へFAX送信している。

2005年からは、刻々と分布が変化する貧酸素水塊に対応するため、貧酸素水塊分布予測システムによる1日4回の現況推定情報の提供を開始し、速報と併せて漁業者の操業支援を強化している。

引用文献

- 石井光廣・大畑 聡, 2010: 東京湾の水質と貧酸素水塊の変動. 沿岸海洋研究, 48 (1), 37-44.
- 梶山 誠・宇都康行, 2016: 貧酸素水塊速報に係る情報提供を支えるモニタリング体制について. 東京湾の漁業と環境, 7, 7-13.
- 宇都康行・大畑 聡・梶山 誠・内藤大輔, 2017: 浅海域を対象とした新たな貧酸素水塊分布予測システム(資料). 千葉県水産総合研究センター研究報告, 11, 45-52.
- 柳 哲雄, 1989: シンポジウム「貧酸素水塊」のまとめ. 沿岸海洋研究ノート, 26, 141-145.

神奈川県における貧酸素水塊対策研究

Research of hypoxia in Kanagawa prefecture

草野朱音・阪本真吾

Akane KUSANO, Shingo SAKAMOTO

神奈川県水産技術センター 〒238-0237 神奈川県三浦市三崎町城ヶ島養老子

E-mail: kusano.316f@pref.kanagawa.jp

Kanagawa Prefectural Fisheries Technology Center, Jogashima, Misaki, Miura, Kanagawa 238-0237, Japan

背景と目的

東京湾では毎年夏季に溶存酸素量が 2.5ml/L 以下になる貧酸素水塊が底層に出現する。神奈川県沿岸漁業においては、近年シャコやナマコといった底生水産資源の漁獲量が低迷しており、その一因として貧酸素水塊が関与していると考えられる。当センターでは 2009 年から溶存酸素のモニタリングを実施してきたが、これまでは観測結果を東京湾溶存酸素情報(図 1)として速報することとどまっていた。しかし、漁業者や行政当局からは、観測地点の増加などによる東京湾の貧酸素化に対する取組みのより一層の充実強化を望む声が高まっていた。このような状況を受けて、平成 28 年度から当センターは漁業に対する貧酸素水塊の影響緩和を検討するためのプロジェクトを開始し、5 年後の成果を出すことを目標としている。

プロジェクト概要

本プロジェクトは、貧酸素水塊による漁業への影響を緩和するため、貧酸素水の発生を抑制する、あるいは特定海域内へ貧酸素水が侵入することを回避する方法を検討し、「どこで、どのような対策を実施すればどの程度の漁場環境改善が期待できるか」について明らかにすることが目的である。さらに得られた成果を根拠として、海域ごとに最適な緩和策を提示し、その実現に向けた提案を関係機関に対して行うことを目標としている。これらの目的を遂行するにあたり、研究対象海域を川崎市および横浜市地先の沿岸部とした。沿岸部に着目した背景として、従来実施してきたモニタリングでは沿岸部の観測を行っていなかったため貧酸素環境に関する知見が乏しいこと、さらに沿岸部において局所的に独自に貧酸素水塊が発生している場合は、実現可能性の高い小規模な対策によって改善が期待できることが挙げられる。

本プロジェクトでは以下に示す 3 つのアプローチにより研究を推進する予定である。第 1 のアプローチとして、貧酸素水塊の時空間分布を把握し、さらにその発生機構を解明する。従来のモニタリング調査の対象であった湾中央部に加えて、沿岸部に観測点を追加し、沿岸からその沖合にかけての貧酸素水塊の分布を観測する。沿岸部において貧酸素水塊の出現が認められる場合には、それが現場で発生したものであるのか、湾中央部からの侵入によるものかを明らかにする。さらにその発生機構を明らかにすることにより、貧酸素環境改善手法を検討するための基礎とする。

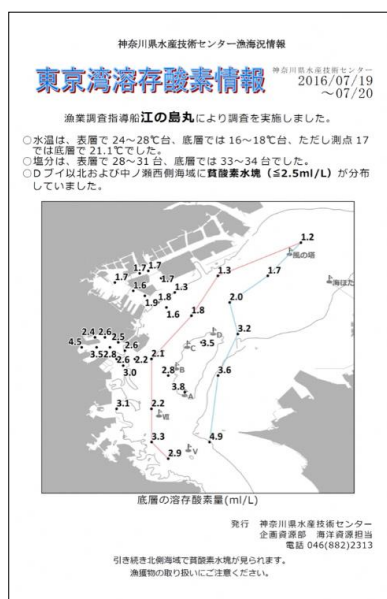


図 1. 東京湾溶存酸素情報

第2のアプローチとして、底生水産資源に対する貧酸素水塊の影響評価を行うために、トリガイ等の二枚貝類等を対象としたベントス分布調査および底質調査を行う。この調査結果と貧酸素水塊分布を合わせて地図化することにより、底生生物に対する貧酸素水塊の影響を海域ごとに評価する。これによって、貧酸素環境が改善された場合に底生資源の回復が期待できる海域を抽出し、緩和策の実施海域を検討する。

第3のアプローチとして、各種の貧酸素環境改善手法の実効性を数値シミュレーションにより検証する。海底覆砂や底質改善、浅場造成、酸素添加など様々な手法があるが、各手法についてどの程度の改善効果が期待できるかを海域ごとに評価する。このために、本県沿岸海域の貧酸素水塊動態を再現できる数値モデルを構築し、数値シミュレーションによって改善効果を評価する。またこの結果に基づいて、海域ごとに最適な緩和策を検討していく。以上が本研究プロジェクトの概要である。

東京湾の貧酸素問題に対しては、これまでも様々な機関による調査・研究が行われてきており、いくつかの対策事業も実施されてきた。広域に発生している貧酸素水塊の改善は困難である一方で、海底覆砂等の改善手法は小規模な空間スケールに対しては一定の効果が見込める。本研究プロジェクトでは局所スケールの貧酸素水塊について詳細に研究することにより、実効性の高い緩和策立案に繋げられるのではないかと期待できる。

沿岸部における貧酸素水塊の分布と今年度の観測点および方法

沿岸部における貧酸素水塊の発生メカニズムはまだ明らかにされていないものの、神奈川県沿岸部の横浜港内や京浜運河周辺の貧酸素水塊は湾中央部と独立に発生している可能性がある(図2)。もし沿岸部の貧酸素水塊が独立に発生している場合は、局所的対策による抑制が期待できる。そのために、まずは沿岸～湾中央部間における貧酸素水塊の流出入状況を把握する必要がある。そこで平

成28年度は従来の観測点に加えて沿岸部でも観測を実施した(図3)。なお、従来の観測点については5～10月に毎月2回、新規の観測点については5～10月に毎月1回観測を行った。また、観測は多項目水質計で鉛直観測を行い、海底直上1mまでの水温、塩分、溶存酸素(以下、DO)、クロロフィル量、濁度のデータを収集した。

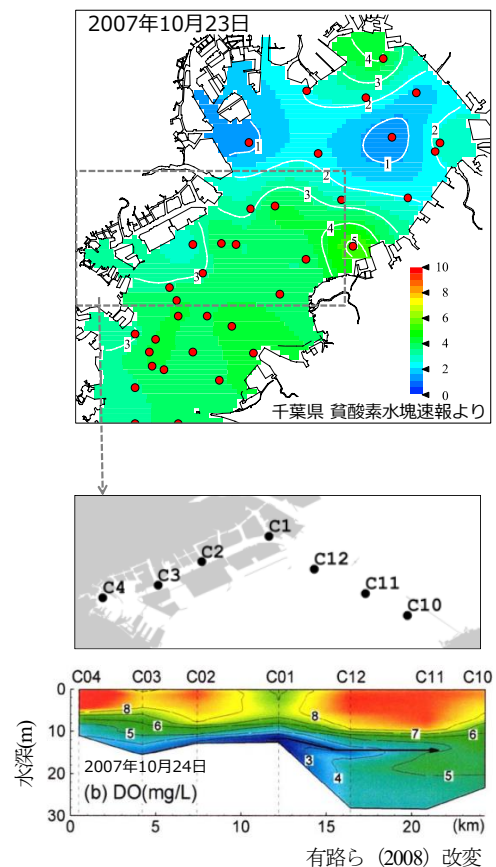


図2. 沿岸部の貧酸素水塊および鉛直断面図

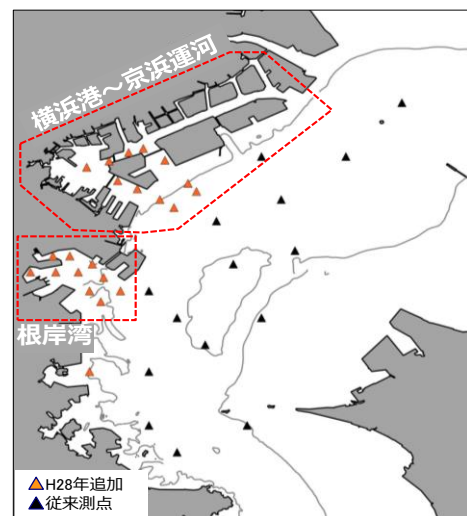


図3. 平成28年度の観測点

平成 28 年度の観測結果

1. 沿岸部における貧酸素水塊動態の解明

1-①貧酸素水塊の出現状況

平成 28 年度の観測結果を図 4 に示す。5 月 23－24 日には貧酸素水塊が湾奥部に出現していたが、本県海域には出現していなかった。そして、6 月 20－21 日には大黒ふ頭周辺に貧酸素水塊が出現したが、根岸湾内には出現していなかった。7 月 19－20 日には本牧以北で DO がさらに低下し、根岸湾内では北側の観測点に貧酸素水塊が出現した。7 月 26 日には貧酸素水塊の境界域がさらに南下し、本牧以北では、底層の DO が 1ml/L

以下の無酸素状態であった。8 月 24－26 日には横浜港周辺域が貧酸素水塊に覆われ、根岸湾内もほぼ全域に貧酸素水塊が出現した。9 月 26－27 日には横浜港周辺域は貧酸素水塊に覆われていた（根岸湾は欠測）。10 月 18－19 日には貧酸素水塊分布が北上し、後退局面となり、横浜港周辺域の DO も回復傾向となった。しかし、10 月 27 日の当センターおよび千葉県の実測結果では、湾中央部の貧酸素水塊が北上した後も京浜運河域では貧酸素水塊が残存していた可能性が考えられる（図 5）。

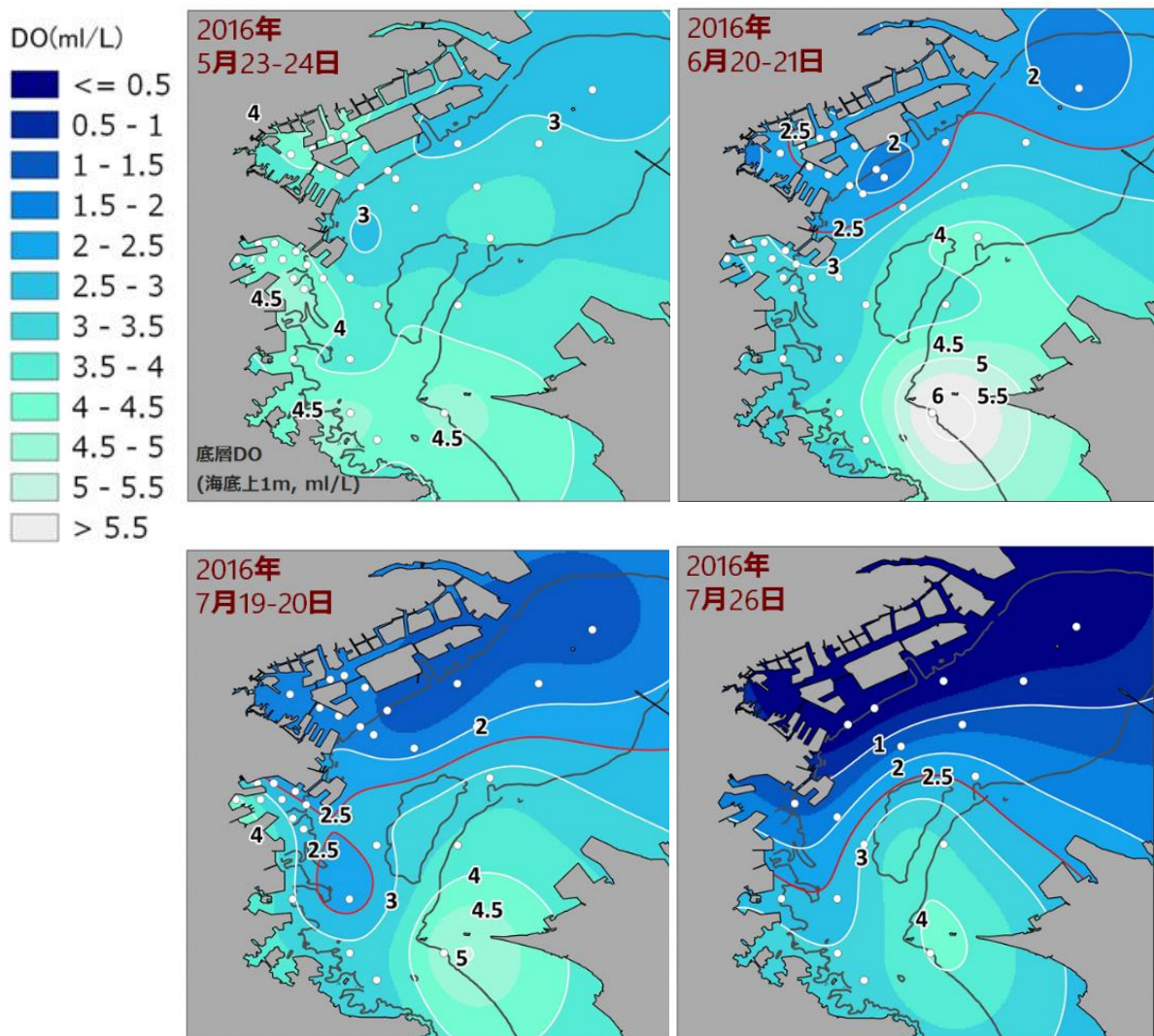


図 4. 沿岸部の海底付近における貧酸素水塊の出現状況（2016 年 5－7 月）

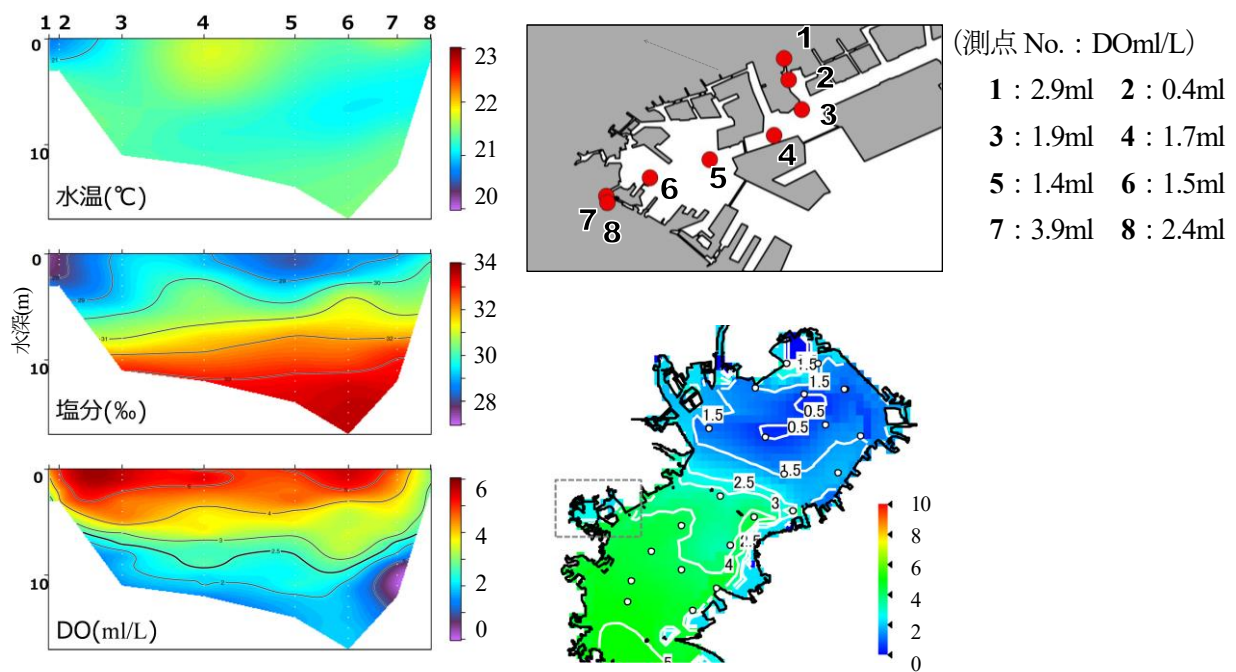
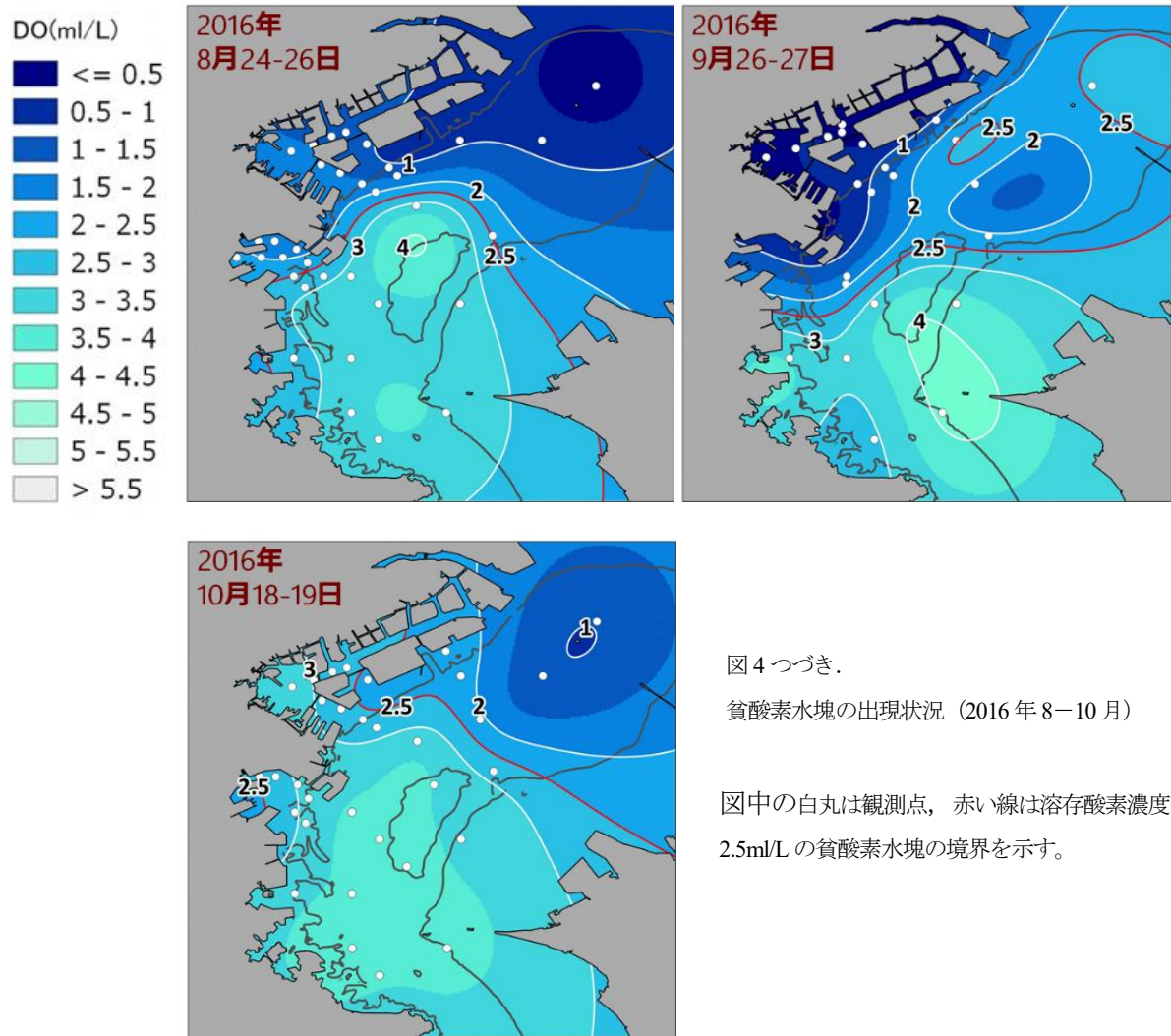


図5. 10月27日の当センター(左・右上)および千葉県(右下)観測結果

1-②沿岸—内湾部間の貧酸素水塊の流入状況

平成 28 年度の沿岸部—内湾部間の貧酸素水塊の流入状況を図 6 に示す。8 月 24—26 日の観測結果について、横浜港では沿岸部—湾央部間で貧酸素水塊の分布する水深が異なり、沿岸部の貧酸素水は湾央部とは別で独自に発生している可能性があると考えられた（図 6 上段）。一方、根岸湾では沿岸部—湾央部間で貧酸素水塊の分布する水深が同じであることから、湾央部から湾内に貧酸素水が流入した可能性があると考えられた（図 6 下段）。

観測結果のまとめ

横浜港周辺海域では 6—10 月に、根岸湾では 7—8 月に貧酸素水塊が出現した。特に夏季の横浜港周辺海域では底層 DO 値が低く、貧酸素環境の継続期間も長いため、底生水産資源に与える影響は大きいと考えられる。また、沿岸部の水塊構造はその沖合の水塊構造とは一致しない場合があり、独立して貧酸素水塊が発生している可能性があるが、今後さらなる検証が必要である。

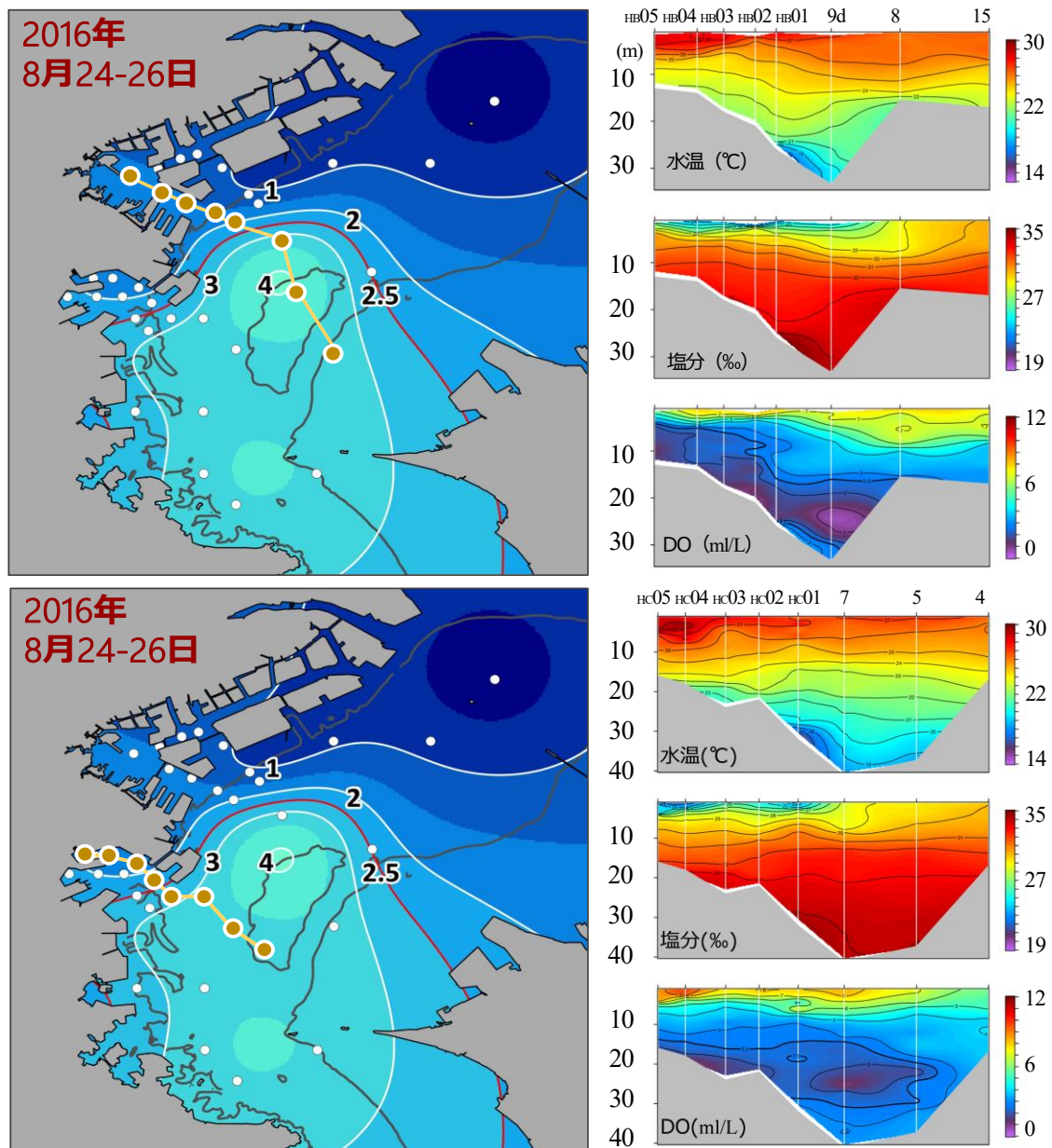


図 6. 沿岸—内湾部間の貧酸素水塊の流入状況（2016 年 8 月 24-26 日）

上段：横浜港 下段：根岸湾 左図のオレンジの線は右図の鉛直断面図の測点に相当。

今後の展開

今年度の観測結果を踏まえて、今後は次に述べる5点のことに取り組んでいく。

1. 沿岸部における貧酸素水塊動態の解明

東京湾内の流向流速および底層 DO の定点連続観測を行い、海洋環境のシミュレーションモデルを構築する。まずは根岸湾をモデル海域として重点的に取り組む。

2. 数値シミュレーション

(株)日本海洋生物研究所との共同研究として、貧酸素対策の効果を推定するためのモデルを平成29年度から3年間で開発する。

3. 千葉県との連携強化

同時的観測および観測データ共有を積極的に行うことによって、内湾の網羅的観測体制を強化する（図7）。

4. 漁業者の協力による観測体制

漁具に設置した測器で底層 DO の観測を行う。

5. 国総研・港空研との連携

湾内の漁場形成要因の分析や外洋系水流入による内湾環境への影響を評価するにあたって、国土技術政策総合研究所および港湾空港技術研究所との連携をはかる。

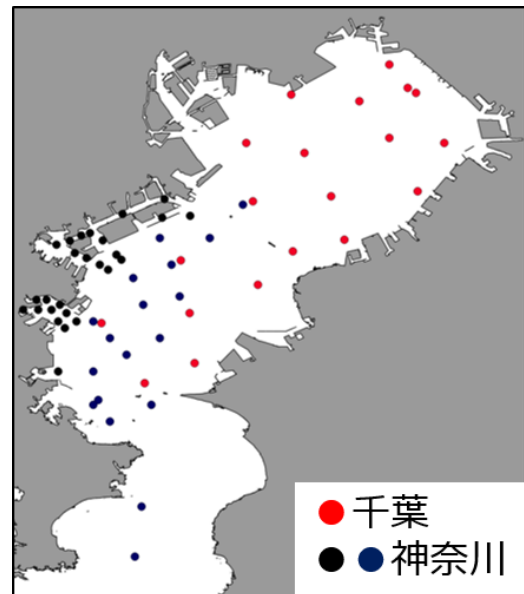


図7. 千葉県および神奈川県観測点

引用文献

有路隆一・田中陽二・諸星一信・松坂省一・鈴木高二朗，2008：横浜川崎地区京浜運河における水質の現状調査．海洋開発論文集，24，627-632．

貧酸素水塊とトリガイ資源の関連

宇都康行^{*1}・大畑 聡^{*2}Yasuyuki UTO^{*1}, Satoshi OHATA^{*2}

^{*1} 千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所 〒293-0042 千葉県富津市小久保 3091

E-mail : y.uto@pref.chiba.lg.jp

^{*2} 千葉県水産総合研究センター 〒295-0024 千葉県南房総市千倉町平磯 2492

東京湾のトリガイは、内湾の水深 10~20 m の泥場に生息する沖合性二枚貝類で、千葉県では殻長 60 mm 以上が底びき網等で漁獲されている。産卵期は春と秋の 2 回とされているが (引用), 漁獲の中心となっている内湾北部資源は秋産卵が主体であり、晩秋から初冬に約 2 週間の浮遊期間を経て着底し、翌春までに 60 mm 以上に成長して漁獲対象となる (大畑ほか 2013)。

しかし東京湾では 5 月から 11 月にかけて内湾北部を中心に貧酸素水塊が発生し、当該海域のトリガイは初夏以降に死滅する等大きな影響を受ける。

そこで貧酸素水塊の影響を明らかにするため、特に影響が大きい浮遊幼生と初期稚貝について分布状況を調査し、影響軽減策の検討を行っている。本発表では 2013~2016 年度までに得られた成果を報告する。

浮遊幼生の分布と貧酸素水塊の影響

浮遊幼生は、表層では 2013~2015 年の 9~11 月に出現し、10 月中旬~11 月上旬のピーク時には内湾全域に分布し、個体密度も最も大きくなった。分布状況は調査日によって大きく変化し、風況や表面流況との関係がみられた。9~11 月の表層の溶存酸素量 (DO) は 4 mL/L 前後と浮遊幼生の生存には問題が無いため、表層での浮遊期間中は貧酸素水塊の影響を受ける可能性は低いと考えられた。

底層では、表層から 1~2 週間遅れて浮遊幼生が出現し、2014~2016 年の 11 月中旬から下旬に内湾全域で分布が確認された。底層 DO と浮遊幼

生の分布を比較すると、浮遊幼生は貧酸素水塊が早く解消した内湾南部から出現し、貧酸素水塊が解消するのに従い内湾北部へ出現海域が拡大した。

また底層で確認された浮遊幼生は、殻長 150 μ m 以上のアンボ期以降であり、成長に伴い表層から底層へ沈降する過程で、時期や場所によっては貧酸素水塊の影響を受けると考えられた。

初期着底稚貝の分布と貧酸素水塊の影響

2016 年 10~12 月に、これまで採取の難しかった殻長 2~10 mm の初期着底稚貝を、習志野~袖ヶ浦沿岸の広範囲で採取した。殻長から推定した着底時期は、貧酸素水塊が解消し始めた時期と概ね重なっていた。

影響軽減策の検討

内湾北部は夏期には長期間貧酸素化するが、解消する秋期に多数の幼生が集積・着底し、翌春に漁場が形成される生産海域と考えられ、一方の内湾南部は貧酸素化しにくく、内湾北部への浮遊幼生の供給に適するため、母貝場の機能を有すると考えられる。貧酸素水塊の影響軽減策として、こういった海域ごとの特徴を踏まえた漁場の使い分けを、今後提案していきたい。例えば、内湾北部の漁獲サイズに満たない貝は、夏期に貧酸素水塊で死滅するため全量漁獲し、これらを有効活用する方法等を検討する必要がある。

引用文献

大畑 聡, 石井光廣, 梶山 誠, 2013: 東京湾におけるトリガイ稚貝の着底時期と成長. 日本水産学会誌, 79 (6) 977-986.

貧酸素水塊とマコガレイ資源の関連

石井光廣

Mitsuhiro ISHII

千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所 〒293-0042 千葉県富津市小久保 3091

E-mail : m.ishi26@pref.chiba.lg.jp@pref.chiba.lg.jp

東京湾では、毎年春から秋にかけて底層で大規模な貧酸素水塊が発生し、底生生物の生息場所や生存に大きな影響を与えている。マコガレイは底びき網、刺網の重要魚種で、東京湾では1980年代後半に1000tを超える水揚げがみられたが、その後減少し、近年は200t前後で低迷が続いている。その原因の1つとして貧酸素水塊が考えられることから、成魚と稚魚についてこれまでの知見を整理した。

成魚：底びき網漁船の操業記録によると、マコガレイは冬季に内湾北部で広く漁獲されるが、6月には南部に移動し、8月には南部の中ノ瀬から富津周辺に限られた。しかし、12月には再び北上し、湾奥で集中して漁獲されていた(石井 1992)。

東京内湾の南北ラインにおける底層DOのイソプレットと底びき網によるマコガレイ漁獲位置(緯度)の関係をみると、DOが低下した範囲ではマコガレイの漁獲がみられず、6月頃に北部から貧酸素化するとマコガレイの漁獲位置は南下し、8～9月頃貧酸素水塊の範囲が最大となった時期にマコガレイの漁獲位置も南部に移動し、10月以降貧酸素水塊が解消するのに合わせて、漁獲位置が北上した(石井 2013)。

稚魚：東京湾におけるマコガレイの稚魚は、春に東岸の浅瀬に着底し、成長とともに沖合に移動する(永山 2005)。

内湾北部では夏季に貧酸素水塊の拡大により、無生物海域が発生する(石井・庄司 2005, 石井 2015 など)。稚魚の分布密度が6月以降著しく減少することから、夏季の貧酸素水塊の拡大と稚魚の南部の沖合への移動時期が稚魚の生残に大きく影響することが推定される。

2015年の稚魚分布を詳細にみると、4月に沿岸に多くみられた稚魚は、5月には内湾中央部に移動し、6月にはアクアラインの風の塔付近で高密度の分布がみられ、7月には中ノ瀬に到達した。一方、2012年のように春に沿岸に分布しても、その後沖合に移動せず、稚魚の分布が消滅する年もみられた。

稚魚の分布と底層水温、底層DOを比較すると、稚魚は水温が低い海域に移動する傾向がみられた。沿岸の浅瀬が冷たく沖合が暖かい冬型の水温分布から、沿岸が暖かく沖合が冷たい夏型の水温分布に変化することにより、稚魚が沖合に移動するが、移動する前に貧酸素水塊が拡大すると稚魚の分布が消滅することが推察された。

マコガレイは貧酸素水塊の消長により生息域が制限されるが、移動は水温分布の影響を強く受けていることが推察され、今後解析をする必要がある。

引用文献

石井光廣, 1992: 東京湾におけるマコガレイの分布・移動, 千葉水試研報, 50, 31-36.

石井光廣, 2013: 東京湾におけるマコガレイの産卵期と産卵場について, 東京湾の漁業と環境, 4, 21.

石井光廣, 2015: 東京湾における2015(平成27)年のマコガレイ稚魚の発生状況, 漁海況旬報ちば, No.27-29.

石井光廣・庄司泰雅, 2005: 東京湾における2003年のアカガイ大量発生, 千葉水研研報, 4, 35-39.

永山 聡, 2005: 東京湾内湾におけるマコガレイ稚魚の分布について. 千葉水研研報, 4, 17-34.

シャコ資源に対する貧酸素水塊の影響評価に向けて

岡部 久^{*1}・児玉圭太^{*2}・伊東 宏^{*3}・堀口敏宏^{*2}Kyuu OKABE^{*1}, Keita KODAMA^{*2}, Hiroshi ITO^{*3}, Toshihiro HORIGUCHI^{*3}

*1 神奈川県水産技術センター 〒238-0232 神奈川県三浦市三崎町城ヶ島養老子

E-mail : okabe.4wwh@pref.kanagawa.jp

*2 国立研究開発法人国立環境研究所 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

*3 株式会社水土舎 〒238-0232 神奈川県川崎市多摩区生田 8-11-11

目 的

神奈川県船によるシャコ漁は、1960年代と80年代後半に好漁があり、1970年代と2000年代の2度、大不漁を経験した。1970年代の不漁は水質悪化に伴う生息環境の悪化が原因と推察されているが、現在進行している2000年代の大不漁の原因について、解明が求められている。

東京湾の重要水産資源の餌となるハゼ類やエビ類などの生物の減少が2000年代初頭にあったが、こうした現象は、大阪湾など、ほかの内湾漁場からも、時をほぼ同じくして報告されており、内湾漁業の低迷の原因が、各地で共通する可能性を示している。また、禁漁に関わらずシャコの漁獲増につながらないことは、漁獲圧以外の要因が資源回復を妨げている可能性を示唆する。そして、漁獲圧以外の要因として取り沙汰されているのは主に、総量規制による栄養塩類の流入負荷の減少と、貧酸素水塊による影響である。

近年の東京湾のシャコの浮遊幼生は1990年代にそう劣ることなく発生していると見られるものの、浮遊幼生の発生量と着底後の稚シャコの量に相関はみられず、貧酸素水塊の発生が浮遊幼生の着底の阻害、または着底後のへい死といった、ボトルネックの原因となっていると考えられている。今回は貧酸素水塊がどのような形でシャコ資源に影響しているのかを知るための調査方法を検討したので報告する

方 法

国環研との共同研究の一環として、従前の浮遊幼生分布調査に加え、貧酸素水塊による浮遊幼生

の着底阻害の証拠をつかむため、成層期にそれを避けるような鉛直分布を見せるかどうかを確かめるための層別採集調査の手法を検討した。

検討結果

国環研との議論では、幼生が貧酸素水塊の上に乗るような分布を見せるなら、エスチュアリー循環によって沖へ運ばれ、着底が阻害されるのではないかという仮説の検証が課題として浮上した。伊東(2016)は、東京湾の中央と、湾奥の浚渫跡に設けた定点で、開閉式ネットによる5m間隔の層別の鉛直曳きを定期的に行い、採集されたカイアシ類の一種の採集量と、同時に観測したDOの鉛直分布を観察し、このカイアシ類の一種は、特に浚渫跡に春先から見られる貧酸素水塊の上から集中して採集されることを示した。この結果、カイアシ類が貧酸素水塊を能動的に避けていることを示しているのか否かは不明だが、シャコ資源への貧酸素水塊の影響評価にむけて、この方法を、シャコ幼生の鉛直分布調査に応用することとした。

来年度以降、本県調査船による成層期の調査航海において、シャコの着底場として知られた本牧沖を中心に5定点程度を設け、開閉式のノルパックネットによる5m間隔の鉛直曳きを行い、シャコの浮遊幼生を層別に採集する。これにより、幼生の日周鉛直移動、および貧酸素水塊が鉛直分布に及ぼす影響を調べる。

東京湾奥における貧酸素回復前後の生息水生生物
Alive aquatic organisms before and after recovering hypoxia in the inner Tokyo Bay

千野 力
Tsutomu CHINO

東京都島しょ農林水産総合センター 〒105-0022 東京都港区海岸 2-7-104

Tokyo Metropolitan Islands Area Research and Development Center for Agriculture, Forestry and Fisheries
2-7-104 Kaigan, Minato, Tokyo 105-0022, Japan

はじめに

島しょ農林水産総合センターは毎月1回、東京湾最奥部の5地点で水生生物、とくに仔稚魚を採集し、併せて水質をモニタリングすることで、内湾生態系の多様性保全を考える資料としている。

東京湾奥部の底層の水塊は、夏場の高水温期に溶存酸素濃度（以下、DO）が低下しやすい。しかし、底層DOが下がらなければ、夏期であっても底生生物や仔稚魚を採集することも少なくない。そこで、貧酸素水塊解消前後の生物相の変化に着目して生物採集事例を報告する。

方 法

調査地点に選んだ5地点（図1）の水深は、St1（羽田洲）・St4（三枚洲）・St5（御台場）で、実測約3m前後、St2（羽田沖）・St3（15号地）で同5～6mである。

生物採集は、小型底曳網（米山ほか2009）を用いて、GPS位置情報を基に30mの距離を曳網した。水質調査は多項目水質計を用い、DOセンサーは隔膜型ガルバニ式とした。計測は、海面下0.5mと海底直上1mで行った。

結 果

底層DOの時系列変化 図2に2011年1月から2016年11月までの内湾調査5点における海面下0.5m（表層）と海底直上1m（底層）のDO値を示した。

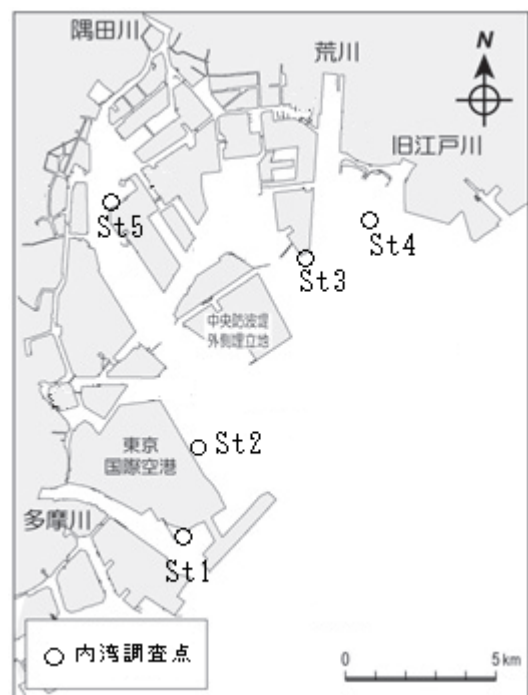


図1 調査地点図

貧酸素水塊の目安として、千葉県水産総合研究センターの定義に従い、 $\text{DO} 3.57 \text{ mg/l}$ （ $\approx 2.5 \text{ ml/l}$ ）以下で酸素飽和度50%以下の貧酸素状況とみなす。なお、 2.86 mg/l 以下で魚類に悪影響を及ぼし、 2.14 mg/l 以下では貝類に危険とされる。

調査期間を通じて、底層DOは毎年7月から10月にかけて観測最低値を記録し、特に、深場のSt2やSt3において低い値を取る傾向を繰り返した。この底層のDO値の動きから、年をまたいで11月から6月までを貧酸素水塊解消後、7月から10月までを貧酸素水塊解消前と便宜的に見なした。

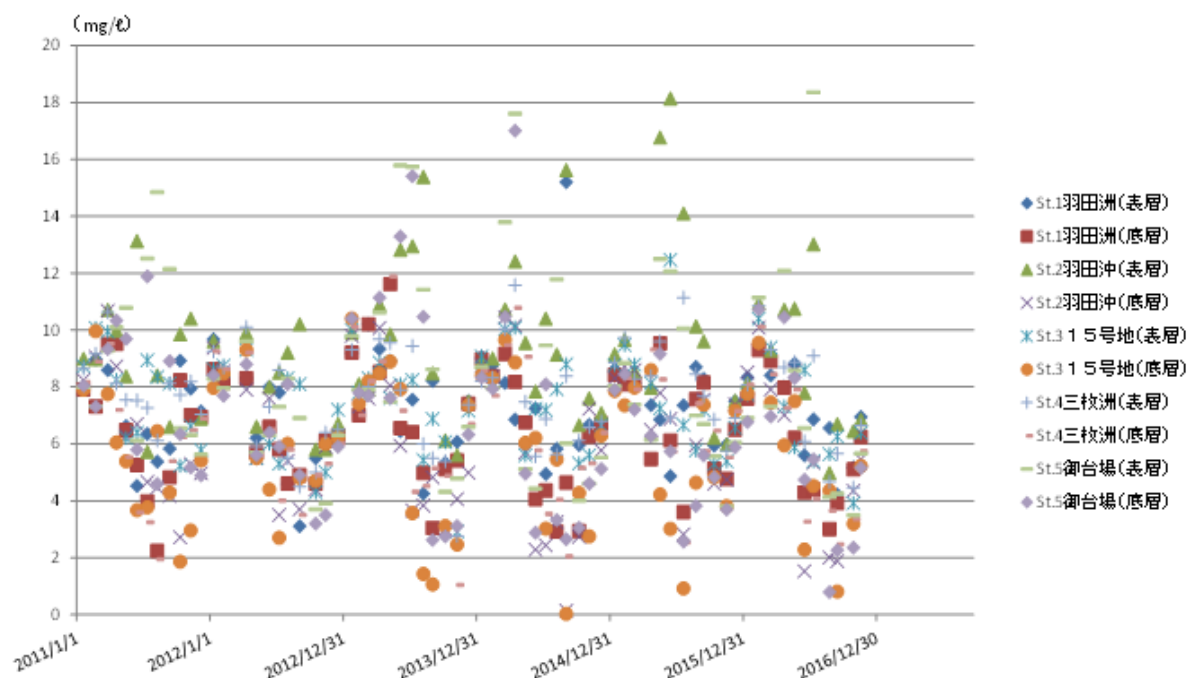


図2 表層・底層 DO の時系列変化

貧酸素水塊解消後に採集された水生生物 2008年から2016年までの過去8シーズンにおいて、底層DOが4 mg/l以上に回復した11月から4月にかけて多く採取された水生生物を月別に示した(表1)。

1月までは浮き魚のカタクチイワシや小型甲殻類のイサザアミ・エビジャコ・アキアミが多く出現し、2月以降はハゼ科仔魚(ほぼマハゼ)が特に多く出現した。そこで、ハゼ科については、仔魚・仔稚魚・稚魚を区別して示した。

表1 貧酸素水塊解消後に多く採集した水生生物一覧

	11	12	1	2	3	4
2008-2009	イサザアミ (St4)	カタクチイワシ (St3,4)	エビ類 (St1)	ハゼ科仔魚 (St3,5)	ハゼ科仔魚 (St4)	マハゼ稚魚 (St3)
2009-2010	カタクチイワシ・イサザアミ (St3)	マヒトデ・エビジャコ (St2)	アミ類 (St3,4)	マハゼ仔魚 (St3)	マハゼ仔魚 (St3)	マハゼ稚魚 (St3,4)
2010-2011	カタクチイワシ (St3)	特になし	端脚類 (St1,3)	マハゼ型仔魚 (St2,3)	マハゼ仔稚魚 (St4)	マハゼ仔稚魚 (St3)
2011-2012	カタクチイワシ (St4) 二枚貝類(St3)	カタクチイワシ (St2,3)	カタクチイワシ (St3)	カタクチイワシ・マハゼ型仔魚 (St3)	欠測	マハゼ仔稚魚 (St1)
2012-2013	アミ類(St3)	エビ類・エビジャコ (St3)	二枚貝類(St3)	マハゼ型仔魚 (St2,3)	ハゼ科稚魚(St3) エビジャコ(St1,3)	マハゼ仔稚魚 (St3)
2013-2014	アキアミ(St1)	カタクチイワシ (St3) アキアミ(St3,4)	アキアミ(St4)	マハゼ型仔魚 (St3)	マハゼ型仔稚魚 (St1,3)	マハゼ仔稚魚 (St2,3)
2014-2015	カタクチイワシ・アキアミ (St3)	カタクチイワシ (St3) アキアミ(St1)	アキアミ(St3)	マハゼ型仔魚 (St2,3,4)	マハゼ型仔魚 (St2,3,4)	マハゼ稚魚 (St1,2)
2015-2016	カタクチイワシ (St2,4) アキアミ(St2,3)	イサザアミ (St3)	カタクチイワシ (St3)	マハゼ仔魚 (St1)	マハゼ仔稚魚 (St3)	マハゼ稚魚 (St1,3)

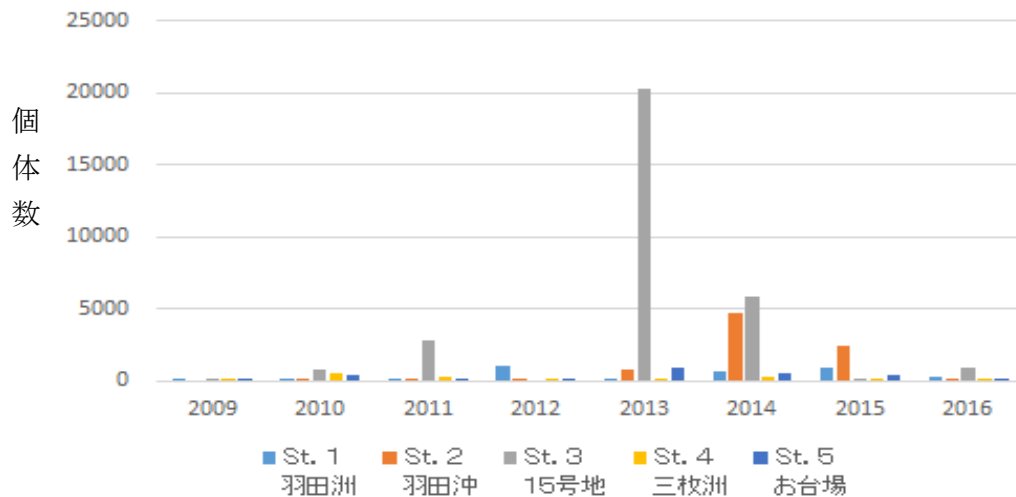


図3 4月に採集したマハゼ仔稚魚個体数の地点別経年変動

4月に採集したマハゼ仔稚魚について、個体数の経年変動を地点別に示した(図3)。採集個体数は、2013年のSt3で最多の約2万匹に達した。翌年も同Stにて約0.5万匹採集され、St2と合わせると約1万匹に到達した。深場のSt2とSt3では、2011年および2015年にも2千個体以上のマハゼ仔稚魚が採集された。

5月以降については、直近の例に限ると、チョノハナガイが優占した(図4, 図5)。

貧酸素水塊解消前に採集された水生生物 貧酸素水塊の発達が見られる中、7月以降、海底ではユウレイボヤなど、加入が速いもしくは有機汚濁に強い水生生物のみが見られた(図6)。

一方で、7月には成長したマハゼ、8月にはシログチ稚魚・アキアミといった水生生物も時として採集された(図7)。



図4 2016年5月 St3 積層高15cm

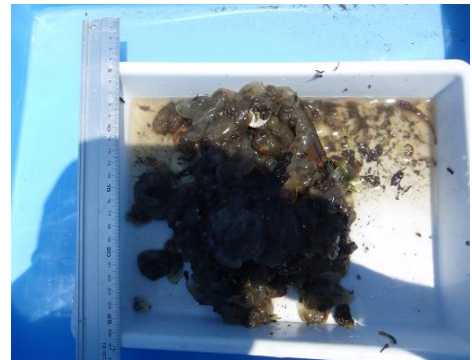


図6 2016年7月 St5 (お台場)



図5 2016年6月 St3 (15号地)



図7 2015年8月 St1 (羽田洲)

9月・10月になると、生物量そのものが乏しく、チヨノハナガイ(図8)やクシクラゲ類しか採取されなかった(図9)。



図8 2015年9月 St3 (15号地)



図9 2015年10月 St2 (羽田沖)

考 察

東京湾の最奥部においても、貧酸素水塊解消後に豊かな底生生物相が見られることを確認した。特に、11月から4月にかけてイサザアミ、アキアミ(サクラエビの仲間)、カタクチイワシ(仔稚魚・未成魚)、ハゼ類仔稚魚などが数多く出現した。こうした水生生物は、水産上重要である大型の捕食性魚類にとって恰好の餌料生物であると考えられる。当該水域には冬春季の短い期間、サクラマスも出現することが報告されており、4月上旬から6月上旬の遡上開始前には、有用な餌場として機能している可能性がある。

引用文献

- 一般財団法人 東京都内湾漁業環境整備協会,
2016: 平成27年度葛西沖魚介類生息環境
調査報告書
- 米山 純夫, 千野 力, 竹之内 卓夫, 村井 衛,
2009: 東京湾奥において小型底曳網により
1988-99年に採集された魚類とその生息環境,
東京都水産海洋研究報告, 第3号, 13-62.

2014年に三番瀬で見られた青潮による二枚貝被害状況について

岡本隆・宇都康行

Ryu OKAMOTO, Yasuyuki UTO

千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所 〒293-0042 千葉県富津市小久保 3091
E-mail : r.okmt@pref.chiba.lg.jp

Tokyo Bay Fisheries Research Laboratory, Chiba Prefectural Fisheries Research Center, 3091 Kokubo, Futtsu, Chiba 293-0042, Japan

東京湾の湾奥部に位置する三番瀬では、青潮が発生するとアサリを主とする二枚貝が大量に死亡するので、アサリ生産活動の大きな障害となっている。2014年8月下旬～9月上旬に三番瀬で発生した青潮でも、アサリの大量死亡が見られたことから、この青潮による貝類漁業への被害状況を整理し、今後の被害軽減対策の一助とする。

方法

2014年8月20日～9月10日におけるアサリとホンビノスガイの日別1隻当たりの水揚量は、船橋市漁業協同組合の集計値を用いた。漁場内への青潮の侵入状況は漁業者から聞き取るとともに、水路周辺の浅場（水深1～5m）における溶存酸素量を8月27日～9月5日（8月30、31日欠測）に図1に示した16地点で船橋市漁業協同組合が1日1回観測し、ライン毎に等値線解析した。風況は国土交通省が浦安沖に設置している観測塔の1時間毎の平均風速データを用いて時系列解析した。貝類の死亡実態調査は船橋市漁業協同組合と市川市行徳漁業協同組合が9月13日にそれぞれ、31点、9点、南行徳漁業協同組合が9月28日に8点の計48点で実施した。調査は大まきかご（間口77cm、目合い2mm角）で海底面を1m曳き、アサリとホンビノスガイを生死別に計数した。死貝は二枚の貝殻が靱帯で繋がっていて、貝殻の内側が汚れていない光沢のある新しいものとした。種類別に調査点毎の死亡率の空間分布を解析するとともに、アサリの死亡量と減少率を漁業権区域毎に面積密度法で推定した。

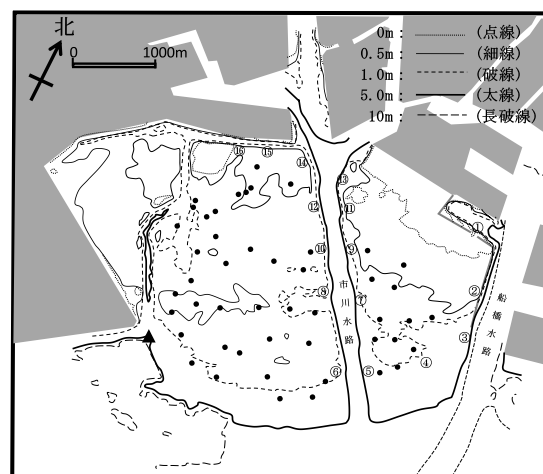


図1 水質調査点(丸付き数字)、貝類死亡実態調査点(黒丸印)及び観測塔(黒三角印)

結果

青潮発生前後の漁況等の経過 船橋市漁業協同組合の漁業者はアサリを8月29日まで1日1隻当たり200kg前後水揚げしていたが(図2)、8月28日に漁場内へ青潮が入り込み、漁場の一部でアサリの死亡が確認され30日以降、水揚げを停止した。9月3日には漁場内の水色が回復したが、9月2日と6日の試験操業でアサリの死亡を確認したことから、9月3日以降はホンビノスガイのみを水揚げした。

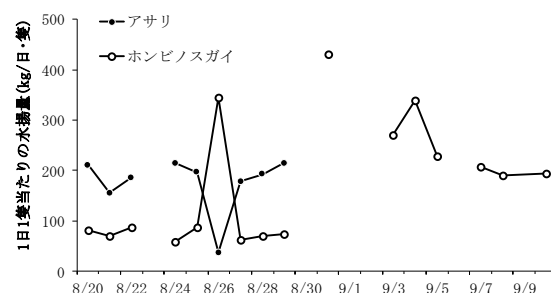


図2 アサリとホンビノスガイにおける1日1隻当たりの水揚量

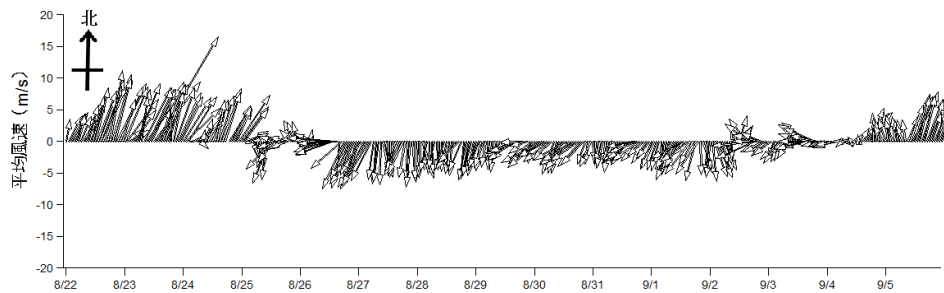


図3 風向風速のベクトル

風況 8月22～24日は南寄りの風であったが(図3), 25日から北～東寄りの風となり, 26日午後～9月1日に北寄りの風が連吹した。2日に南寄りの風を一時的に観測し, 4日以降, 安定した南寄りの風になった。

船橋・市川水路周辺(底層)の溶存酸素量 8月27日～9月3日に両水路で概ね貧酸素水の基準である2.5mL/L以下となった(図4)。貧酸素水に覆われている期間は概ね東側や岸側ほど溶存酸素量が低い傾向が見られた。

二枚貝の死亡状況 アサリの死亡率は市川水路東側と同水路西側の岸側で高かった(図5)。殻長が大きいものほど死亡率が高い傾向が見られた。アサリの推定死亡量は4,180 t(表1)であり, 東側の漁業権区域ほど死亡量が多く, 減少率が高かった。

一方, ホンビノスガイは1点(死亡率33%)のみで死亡が確認された。

考察

北寄りの風が8月26日から連吹して, 三番瀬周辺で沿岸湧昇流が起こり, 貧酸素水が27日に両水路周辺で確認された。一方, 貧酸素状態の解消は9月2～3日, 北から南寄りの風向に変化すると

きであり, 貧酸素水の消長と風との関係は明瞭であった。

アサリの死亡率は市川水路東側や同水路西側の岸側ほど高い傾向が見られるが, これは溶存酸素量の分布が東側と岸側ほど低いことに対応している。殻長30 mmのアサリは溶存酸素量が0.35mL/Lで9月(24～25℃)に3～5日間暴露されることで100%死亡することから(柿野1982), 今回の結果は0.3mL/L以下に4～6日間暴露されていると推定される中, 殻長30 mm以上のアサリ死亡率は100%近くに達したものと考えられる。アサリの殻長が大きいほど貧酸素耐性が低い傾向が見られたことは, 室内実験で実証すべき生物学的特性である。

アサリの死亡率は漁場の西側や沖側で低い傾向があり, その中には例年アサリ漁場になっている場所がある。このような場所に青潮で死亡する恐れがある稚貝を移植し, 保護する取組みは青潮対策になるかもしれない。

引用文献

- 柿野純, 1982: 青潮によるアサリへの死原因.
千葉県水産試験場研究報告, 40, 1-6.

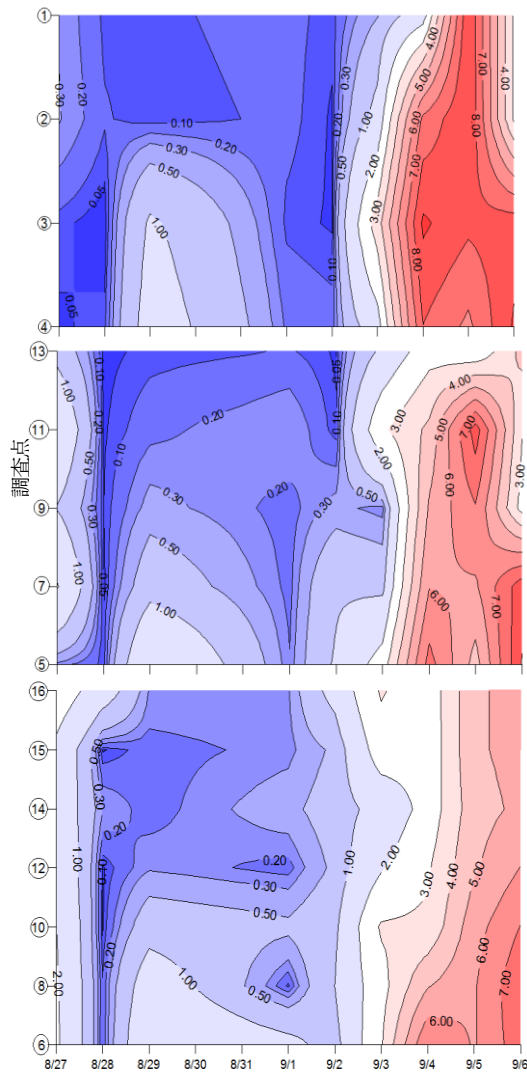


図4. 水路周辺の底層における溶存酸素量(単位:mL/L)の等値線(上段:船橋水路ライン, 中段:市川水路東ライン, 下段:市川水路西ライン)

表1 漁業権区域別のアサリ死亡量と減少率

場所	免許番号	死亡量 (t)	減少率 (%)
市川水路 西側	共第1号	440	32
	短共第2号	1,090	53
市川水路 東側	短共第3号	2,650	79
計		4,180	61

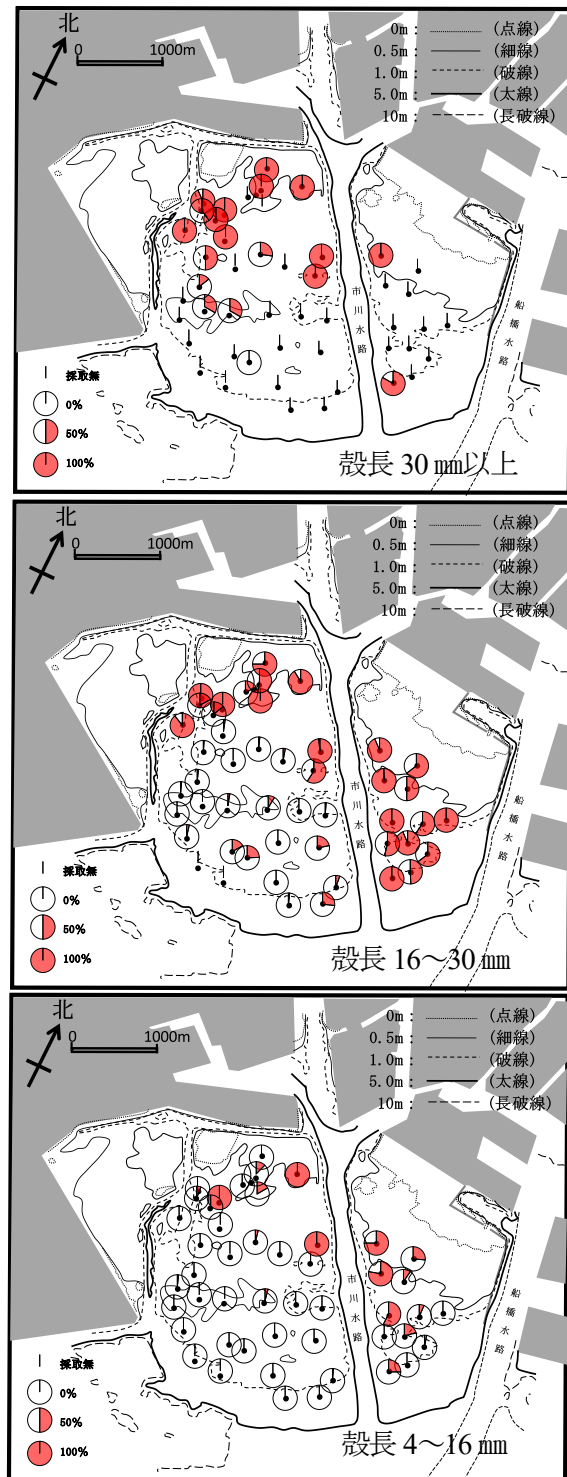


図5 調査点毎の殻長別アサリ死亡率(上段:殻長 30 mm以上, 中段:殻長 16~30 mm, 下段:殻長 4~16 mm)

放流トラフグの追跡調査と東京湾内での再生産の可能性

山崎 哲也

Tetsuya YAMAZAKI

神奈川県水産技術センター 〒238-0232 神奈川県三浦市三崎町城ヶ島養老子

E-mail : yamazaki.gp7n@pref.kanagawa.jp

トラフグは、市場において1 kgあたり数千円～1 万円以上の高値で取引される水産重要種である。本種の資源評価は日本海系群ならびに伊勢・三河湾系群ともに低位であり、各地で種苗放流による資源量の増加を図っている。神奈川県では2003年度に相模湾に面する横須賀市長井漁港および佐島漁港において、1tを超える水揚げをきっかけに、2004年度からトラフグ人工種苗の放流を開始した。同年度は相模湾に1.2万尾を放流しており、直近5か年(2012～2016年)における本県沿岸への放流尾数は6.6～11.2万尾である。

2005年度から2016年度にかけて県内主要7漁港(小田原, 佐島, 長井, 三崎, 松輪, 安浦, 柴)において鼻孔隔皮欠損を指標とし、月に2回、放流魚の混入率を調査した。その結果、2005年度は15.6%であった。2007年には71.0%と半数を超え、2009年度に34.9%に減少したものの、翌年以降、64.8～94.8%と高い割合を推移したが、2013年度の94.8%をピークに2014年度以降、71.3%, 38.8%, 18.9%と年々減少した。特に東京湾(安浦, 柴)における混入率の低下は顕著で、2013年度の81.9%が、2014年度には15.6%と大きく減少した。その後も3.2%, 6.0%と低い割合となった。一方、漁獲量で見ると、長井漁港と佐島漁港では2004年以降、1tにも満たなかったのが徐々に増加し、2008年度には2tを超え、その後も2～3tを推移している。また柴漁港の漁獲量は、100 kg未滿を推移していたのが、2014年度には421 kg、さらに2016年度は691 kgとなり、同漁港において過去最高の水揚量となった。

東京湾を中心とした混入率の低下および漁獲量の増加要因として、本県近海で大規模な繁殖が行われた可能性がある。それを裏付けるのが、2016年4月下旬に東京湾の大貫沖を中心に、体重1～5 kgのトラフグが遊漁船により大量に釣獲されたことである。聞き取り調査によると、1隻あたり100匹を超える釣獲もあったとのことである。さらに、同年6月に東京湾奥に位置する葛西臨海公園の人工渚でトラフグ稚魚の採集報告があった。筆者が採集された稚魚の鼻孔隔皮を観察したが、欠損は確認されず、また採集日直前に東京湾内において人工種苗が放流された実績はないため、これらの稚魚は天然魚の可能性が高い。

栽培漁業の進め方には大きく2つある。1つには、放流した種苗が大きく成長した後に漁獲する「一代回収型」で、もう1つには、成熟した放流魚が再生産を行う「再生産期待型」である。放流魚が天然魚と共に再生産を行うことで、資源増大を期待する方法である。これまで、種苗放流の成果として漁獲量が増加し、一代回収型が確認されたが、再生産期待型が確認された事例は少ない。今回、トラフグにおいてその可能性が示された。今後、本県近海においてトラフグの産卵場が形成され、放流魚が再生産に加わる再生産期待型の栽培漁業の実証が期待される。放流魚の再捕という直接的な効果に、自然海での繁殖による資源の上乗せが行われることにより、関東近県においても、トラフグ漁業が発展し、冬季の基幹漁業として根付くことが期待される。

平成 28 年度 東京湾研究会 議事録

日 時：平成 29 年 3 月 6 日 10:00～17:00

場 所：かながわ労働プラザ

議事

1. 開会挨拶 (中央水研 中山所長)

2. 貧酸素水塊予測について (座長：菊池)

* 1 都 2 県および水研限りにつき、公開用議事録から削除

3. 貧酸素水塊が水産生物に及ぼす影響 (座長：林)

・貧酸素水塊とトリガイ資源の関連 (宇都)

(質疑)

杉崎 : 粒子モデルを用いて、幼生の加入場所から母貝場の推定をされている。稚貝は採集調査を行っているようだが、母貝は採集調査で把握できないか？

宇都 : 採集調査も実施している。ただし、生息密度が低く、調査毎に必ず捕れる訳では無い。漁業者への聞き取りからすると、漁獲の対象となるほどではないが、いる場所にはいるようだ。

杉崎 : トリガイは東京湾の中で生活史を完結しているのか？湾外との遺伝的交流は無いのか？

宇都 : 湾外との交流は無いと考えている。

長谷川 : 貧酸素水塊が発達しないにもかかわらず、東京湾南部の母貝場において生息密度が低く抑えられている制限要因は何と考える？

宇都 : 南部で母貝の密度が低いのは、北部に比べて餌が少ないことやヒトデやエイなどの外敵生物の影響が大きいと考えられる。新規加入の見られる北部海域では貧酸素に暴露されることによって、生物相が捕食者も含めて一端リセットするため捕食圧が低く、また餌条件が良いため、加入後、貧酸素水塊が発生するまでの間、生残が良い。

長谷川 : アサリの増殖研究を踏まえても、被食の影響は大きい印象がある。そう考えると、南部の母貝場よりも貧酸素水塊の発生する海域の中に母貝

場ができるのが理想のようにも思える。千葉県では、マコガレイの産卵場として湾奥部にマウンド上の構造を造成している。そうした場所に、トリガイの母貝場のような場所が出来る可能性はあるのか。

石井 : 殻が完全には閉じないトリガイは、アサリと比べても特に貧酸素に弱い種だと思うので、恐らく難しい。ただし、トリガイは小卵多産なので、どこかに小規模でも母貝がいれば、湾内にたくさんの幼生が供給されるので母貝場の新規造成というより、今ある個体群を維持していくことで対応できると考えている。

長谷川 : 千葉県としては、今のネットワークをどう維持するか（北部の貝を南部に移植するなど）ということを中心に整理しているか？

石井 : その通り。

・貧酸素水塊とマコガレイ資源の関連（石井）

（質疑）

岡部 : 湾奥で生まれた稚魚が南の方へ出て行く際、稚魚は中層ではなく、（貧酸素水塊の影響を受けうる）底層をずっと辿って行くイメージか？

石井 : その通り。

長谷川 : 魚の水温履歴を調べる上で、酸素安定同位体は有効なツールであるが、耳石の酸素安定同位体について調べているか？

石井 : 確かに、同じ水温帯にいるというデータは出てくるかもしれない。生息環境を調べるために、耳石の Sr/Ca や多元素分析を東北大の片山さんと行っているが、今のところ目立った関係性は見いだせていない。

渡部 : 湾奥で産まれた稚魚が、遠く離れた湾口の低水温を感知して泳ぐとは考えにくい。湾奥から南下する際、隣接する冷たい水塊を目指して泳ぐというイメージか？

石井 : その通り。周りより冷たい水温を頼りに動けば、結果として湾内から湾口へ向かって移動することになる。

野村 : 東京湾は鉛直循環流が発達しているため、夏場は底層水温が下がっているはず。マコガレイへの影響は？

石井 : 通常だと確かに低くなるが、年によっては沖合水の流入などによって、沿岸部よりも湾央部の底層水温の方が下がらず、結果としてマコガレイが湾口部へ加入できないことがあるというのが今回紹介した内容で

ある。

南部：成魚の漁獲量について、資源量推定の結果から、貧酸素がボトルネックになっている実態は無いと捉えているということか？

石井：中央水研の亘さんの協力で、生活史全体を見渡して、各成長段階で現存量推定を行った。ボトルネックとして、孵化直後に加えて、稚魚の分布密度から見ると6月-7月ごろにがくと落ちる部分がある。但し、その時期に系外に移出したことによるものである可能性もあるので、今回の解析を行った。今回の結果は系外に移出する前に、資源量が減少することが見えてきたため、貧酸素が1つのボトルネックであると考えている。

林：マコガレイの種苗生産経験のある宇都さんに聞きたい。マコガレイの稚魚は温度に対して敏感なのか？

宇都：冬場に種苗生産した個体を加温飼育していると、温水は嫌がって寄りつかない。低い水温に向かうというよりは、暑くなると嫌がるという印象。稚魚の成長をみていると、水温18度が最も成長が良いが、20度を超えると極端に餌を食べなくなる。

石井：確かに、データロガーの結果を見ても、水温が20度を超えるとバツと動くという結果もあるので、このあたりの水温がキーになっているかもしれない。

・シャコ資源に対する貧酸素水塊の影響評価に向けて（岡部） （質疑）

林：シャコの成熟、産卵、浮遊期間、成長に関する基礎的な情報をまず教えて下さい。

岡部：シャコは春と秋に産卵するといわれているが、近年は春の産卵が見られず、夏以降。浮遊期間はおよそ2ヵ月と長い。ここ10年、ほとんど漁獲がない状況だが、アリマ幼生の採集調査の結果を見ると、比較的漁獲のあった1990年代と遜色なく発生している。但し、年によって落ちる年があり、その影響も無視できないかもしれない。

野村：貧酸素水塊の上に乗ると、アリマは下へ沈んじゃうからということだが、貧酸素の影響をどう受けているか、どんな影響を考えているのか？

岡部：どういう理由かは分からないが、浮いていることによって湾外へ運ばれ

る機構に乗ってしまうのではないか。能動的なのか、当たったら死んで沈んでしまうのか、理由はわからない。伊東さんが取り組まれた *Pseudodiaptomus* 属のカイアシ類と同じような行動をするのか確かめようと、国環研の児玉さんと話している。

野村 : *Pseudodiaptomus* 属カイアシ類は、貧酸素水塊との関連云々ではなく、密度躍層に沿って分布するのでは？

伊東 : 湾中央部の貧酸素水塊のない所では、海底付近ギリギリに海水の密度とは関係なく分布していることから、密度躍層が分布水深を規定するわけではない。

黒木 : シャコの漁獲減少は伊勢・三河湾、瀬戸内海でも同様に起こっている。瀬戸内海では、成熟サイズが小さくなったり、生活史サイクルが短くなったと言われているが、東京湾においても過去に豊漁だった年代と近年の不漁との間で、シャコの成長・成熟に違いがあるのかどうか、そういう知見があれば教えてほしい。

岡部 : 成長を追うようなデータは持ち合わせていない。現在、漁獲ならびに調査でも採れていないので、比較出来ていない。

田島 : 私が担当していた2年以上前の話だが、夏場獲れる稚シャコのサイズはそう変わらないと思う。しかし、成熟サイズは確かに小型に広がったように思う。全体が減少する中で、大型個体が減っているのです、産卵の主体は中小型個体に移ったように思う。

黒木 : 漁獲サイズに達しないのに成熟している個体はかなりいて、資源の実際の減少量以上に漁獲量の減りが激しくなっているということもあり得るか？

田島 : 柴では 11cm 以上が漁獲サイズだが、最小で体長 9cm の個体が成熟している。産卵加入の方が漁獲加入よりも前。

黒木 : 岡部さんの発表を聞くと、シャコ資源が壊滅的なのに、幼生が多く発生しているのは不思議である。それなりに親資源（漁獲サイズ未満も含めて）がどこかに存在している可能性があるのではないか。

岡部 : マサバのように、少ない親資源から大量の幼生が発生しているのかもしれないと考えていた。ご指摘のことも注意を払って見ていきたい。

鈴木 : ボトルネックの話をする前に、そもそも資源の乱獲が無かったか？そういう考察は一通り済んでいるということで良いか？

岡部 : 複数年にわたって禁漁しても増えなかったことから、乱獲ではないと考えている。1970 年代の大不漁の際には、禁漁の結果、資源が増えた。漁業者も過去の不漁期では禁漁後に増えてきたため、2,3 年禁漁すれば資源は回復するだろうという感覚でいた。しかし、今、禁漁が続いていても資源は増えない状況が続く。そういうことから考えると、今回の不漁は乱獲ではなく、むしろ環境要因が資源低迷に効いていると考えられる。

鈴木 : 漁獲量のデータを見ると 2005 年以降、乱獲よりも劇的な「何か」が起きていたと考えるのが自然という事か？

岡部 : 前任の田島さんの論文では、2000 年代はじめに小型底曳きの試験操業で獲れる湾内のベントス量も急減したと報告されていて、シャコの減少のタイミングと合う。資源減少とその後の回復の遅れは、何かこれまでと異なる要因があるのではないかと思える。東京湾内の底生の資源は軒並み低迷（シャコ、マコガレイ、マアナゴ等）。浮き魚のカタクチイワシなどを主に食べていると考えられるタチウオなどは多く獲れている。要は、benthic な食物連鎖の系と pelagic な食物連鎖の系では起きていることが異なり、benthic な食物連鎖の系は回復しないが、pelagic の系は何とか維持できているように思える。

梶山 : シャコ資源の減少の要因として、アリマ幼生が貧酸素水塊によって減耗しているという前提に立って話をされているが、シャコの漁獲が維持されていた 1980 年代には、すでに貧酸素水塊は発達していたはず。今との違い、比較は？

岡部 : あらゆる可能性をしらみつぶしに検討していく必要。国環研の児玉さんはエスチュアリー循環による着底の阻害が効いているのではないかと考えている。貧酸素水塊の発達が見られていた過去と比べて、今がどうかということについてはまだアイデアがないところ。

石井 : シャコの産卵および内湾への着底期は貧酸素水塊の発生時期と被る夏ということで、増殖への試みが難しい種であると感じる。一方で、千葉県湾奥部におけるマコガレイの稚魚調査では、マコガレイに比べて 10 倍位、稚シャコはよく獲れている印象。それでも昔よりは少ない。それが親資源につながらないわけなので、アリマ幼生⇔親シャコではなく、稚シャコ⇔親シャコに着目して、資源の増殖を測ることを検討し

てはどうか？個人的には、春産卵がなくなり秋産卵が主体になったこと、ならびに貧酸素水塊解消の晩秋化していることによって、トリガイと同じようなことが起きている可能性もあるのではないかと思う。

岡部：奥には多いとのことだが、神奈川側では本当に少ないので現状取り組みが非常に難しい。ご指摘の点も検討したい。

・都内湾奥部における貧酸素環境の出現と解消に対応した水生生物の出現状況 - 仔稚魚用小型底曳網による採集状況から- (千野)

(質疑)

杉崎：冬から春にかけてアキアミ、イサザアミが結構採れているということだが、貧酸素発生時には彼らはどこ分布しているのか？

千野：産卵後、親は食べられる。

杉崎：卵は貧酸素を耐え、翌春産まれるということか？

千野：冬にも小型個体がいるが、サイクルは見ていない。どこかで生き残っているものと思われる。貧酸素後は捕食者もおらず、栄養も豊富なので繁殖しやすい環境だと思われる。貧酸素の発生している間はどこかで耐えていて、春に一気に増えると考えている。

梶山：溶存酸素濃度 2 mg/L 以下で無生物になるような海域の水深について教えてほしい。

千野：羽田洲・三枚洲では 3 m 前後、御台場・羽田沖・15 合地では 5 m 前後。

梶山：生物が夏場の貧酸素を回避出来る水深はおおむね 3 m 以浅というイメージで良いか？

千野：そうだ。浅場や垂直護岸ではなく渚のような環境に繋がっている場所が想定される。

4. 自由課題 (進行：渡部)

・2014 年に見られた青潮による三番瀬での二枚貝被害状況について (岡本)

(質疑)

長谷川：三番瀬の東側から貧酸素水が上がって来るとのことだが、東端に周辺に比べて一層、干潟が浅くなっている部分がある。そういった構造が貧酸素水塊の流入を阻害し、三番瀬の西側への影響が緩和されるようなことは無いのか？

岡本 : 今回の貧酸素は中規模の漁業被害で、アサリの斃死が起きるほどのものだった。つまり、海底地形の影響が無視されるほどのインパクトだったので、浅場に期待される機能が発揮されなかったのではないかと考えている。

梶山 : 岡本の発言を補足する。岡本さんが発表中にすでに自身で指摘した通り、三番瀬の貧酸素水塊による被害が東側に偏っていることの原因を内部ケルビン波によるものとして考察することは考え直した方が良いだろう。むしろ、地形的に、東側の船橋航路の方が市川航路より深いいため、貧酸素化の程度が激しい。三番瀬での貧酸素水塊の発生パターンとしては、北東の風が吹き始めて船橋航路の奥で青潮が発生し、航路の切れ目から貧酸素水塊が漁場に入り込んでくるパターンと、市川航路の奥から発生し始めて、南西方向に青潮が広がるパターンがある。被害が大きいのは後者。今回発表された 2014 年に関しては東側の斃死率が高かった。市川航路から出た青潮だけ考えると、南西に広がっていくときに北側で斃死率高く、長谷川さんのご指摘の様なことは確かにあるかもしれない。小規模、中規模の青潮は漁場の奥から、大規模の時は三番施の東側から青潮が来るので、漁場全体を覆ってしまうこともある。今回の現象は中規模と大規模の中間と考えられ、沖合からの影響もあった。

岡本 : 今回のものは地形の影響を無視するほどの強さだった。規模別に現象を見て行く視点も対策を考える上では重要かと思う。

石井 : 今回の硫化物を含む無酸素水の由来は平場なのか、航路や浚渫窪地などの深場なのか？今回の青潮は湾奥が広く無酸素水化したことに伴い、深場から上がって来たということで良いか？

岡本 : その通り。

杉松 : 回復過程がモデルの結果と合わないということだが、湾奥のモデルのメッシュサイズが 200 m ということで、沿岸を細かく見るためには粗い。その結果、貧酸素水塊の回復過程が細かく追えていないのではないか（実態と合わない）？

宇都 : 航路などは表現されているが、三番瀬の中の微地形は考慮されていない。そういう意味では必ずしも表現しきれていない。鉛直方向については、海面から 2 m までを一つの層として解析。それ以深は 1m 間隔。その

ため、浅い干潟はまとめて1層となる。シミュレーションにはモデル側の問題がある。

梶山：元々は1km メッシュでシミュレーションを行っていたが、沿岸部分が弱いので、200m メッシュにしている。それでも干潟などでは、鉛直方向の解像度や微地形の問題はあるので、浅場に限っては鉛直方向の解像度を50cm ほどまで細かくしてシミュレーションするモデルを現在開発しており、実態に合うシミュレーションができると期待している。

・放流トラフグの追跡調査と東京湾内での再生産の可能性（山崎）

（質疑）

渡部：種苗放流したものが親になって再生産して増えたのか、それとも別の系群が入ってきて増えているのか？ 遺伝子を調べる事で、放流と天然のいずれが資源の増加に寄与しているか調べられるが、神奈川県で遺伝子は調べないのか？

山崎：遊漁船に協力して貰い、遊漁者が釣ったトラフグの頭を入手している。次年度の6月、葛西臨海水族園が実施する西なぎさでの生物調査でもトラフグ稚魚が採れることが期待され、一部を提供して頂きたいと考えている。こうしたサンプルを保管し、今後、遺伝子も調べられるようにしておきたいと考えている。

長谷川：親が増えた理由は何だと考えているか？ 耳石を確認して放流されたものか否か確認しているか？

山崎：相模湾からの放流魚は耳石にALC 標識（神奈川、三重、静岡で1重、2重、3重で判別）を施している。耳石のALC マークの有無を調べているが、現状では採捕されていない。少なくとも今回の東京湾での資源の増加は相模湾からの加入が寄与したのでは無いと考えている。例えば2003年には伊勢・三河湾でトラフグの卓越年級群が発生して北へ移動して神奈川県でも豊漁になった。しかし、2016年は伊勢・三河湾でトラフグの卓越年級群は発生しておらず、そちらの染み出し資源ではなく、関東近海のトラフグ資源が増えていると考えている。

長谷川：漁業資源について増えた時の現象は捉えることができて何故増えたか検証出来ないケースもある。過去の耳石等も含めて分析・比較することで、なぜ生き残りが良かったのか調べられないのか？

渡部 : そもそもトラフグ稚魚の耳石日輪は読めるか？小さい？着底する魚種では、2次核、3次核と出てきて形がいびつな印象。

岡部 : 団子状で小さく輪紋間隔も狭い。バリデーションも出来ていないので、日輪と考えていいかどうか不明なのが現状。

中山 : 東京湾という海域で、トラフグのような話題性のある魚種について、水産の取り組みによって資源が増えたという報道があると、国民の関心も高くなり素晴らしい。産卵場所が富津沖であるとしていたが、その根拠は？産卵期に生殖巣が発達していたことを確認したか？

山崎 : 聞き取りで、発達した生殖腺を持つ個体が多かったことは確認している。今年度はサンプルを取っていないが、次年度の4、5月はサンプルを提供して貰い改めて評価する予定。

石井 : 千葉県にもトラフグに関する問い合わせがあった。放送局のHPでは「神奈川県が放流したことによって、それまでトラフグがいなかった東京湾でトラフグ資源が増えて産卵場が出来た」という報道がなされ、生態系への影響等を心配する向きもある。しかし、実際はというと、千葉の天羽漁協では神奈川県による放流前からトラフグの漁獲を目的とした延縄操業が行われており、95年位から毎年1トン程度の漁獲があるし、内湾の底曳きでも獲れている。今回のような過熱気味な報道を通じて遊漁者が漁場に殺到することは、延縄漁業者にとっては迷惑な話でもあり、問題が表面化する可能性もある。正確な報道をお願いするよう、気を付けた方がいいと思う。あと、内湾の底曳きの人たちへの聞き取りの結果、11月から冬にかけて、もう少し大きなトラフグ稚魚が採れるとのこと。東京湾全体、外も含めてトラフグの動きを整理したら良いのではないかな。

山崎 : どのメディア説明にも、東京湾には元来トラフグがいるということは、冒頭から説明しているが、編集の過程でカットされている。今後もその点は強調して話すよう心がける。伊勢・三河湾との交流も程度の差はあるものの、毎年起きているものと考えている。

石井 : いなかったものが生息するようになったかのような報道を踏まえて、生態的に影響はないのか？という問い合わせがあったので、間違っただけの誤解が伝播する可能性も含めて気を付けた方が良いでしょう。漁業者が困らないように、ということが大事。

山崎 : 遊漁の方への聞き取りでは、取材の問い合わせがある程度で、特に困ってはいないとのこと。何か困ったことがあれば、対応することになっている。

石井 : 資源管理という観点から、遊漁と地元の漁業者との関係も考慮する必要。

山崎 : 遊漁の業者にとっても、少ない量で長く釣れ続ける方が経営的に良いので、資源管理には関心を持っている。1 隻あたり、あるいは 1 人あたりの漁獲制限することを検討しているようだ。

中川 : 千葉県漁獲データを整理してみても、伊勢・三河湾の資源量とリンクするところもあるが、リンクしないところもあった。放流魚の混入率に増減があったが、漁獲個体の体長組成のデータはあるか？

山崎 : 具体的な体長組成は見えていないが、以前から東京湾側でも大型個体が採れている。2014 年と 2016 年に稚魚が発見されたり、柴漁港での漁獲量が増えたわけで、それ以前にもどこかで産卵があったと予想される。

5. 総合討論（進行：杉崎）

中山 : 神奈川県における貧酸素水塊対策事業の中で、改善手法を検討するということがあったが、具体的に手法および目指すところは？

菊池 : 模索しながら進めているのが現状。貧酸素が生物に悪影響を与えているのは自明であり、まずは実態を把握しようということから始まった。しかし、実態把握を目的としたモニタリングではなく、問題の解決に直結する取り組みが強く求められている。具体的には、生物が生息または貧酸素を回避出来る浅場の探索や、千葉県が先行して実施している生態モデルを構築するというのが今の考えである。

杉崎 : 岡部さんのシャコの話になるが、親シャコがいないのにアリマ幼生が安定してたくさんいる。東京湾外で発生した幼生が湾内へ移入していることは考えられないか？

岡部 : 基本的には湾内で再生産をしていると考えている。稚シャコの数については、前任の清水・田島両名の時代に比べて、時代を追う毎に目に見えて減少し、研究材料としてのサンプル提供さえ苦勞するほどである。アリマ幼生から稚シャコになるまでの間のボトルネックと、稚シャコになってから漁獲管理するまでの間にもボトルネックがある。なぜここまで減ったかを、どうにかして検証する必要がある。

渡部 : 貧酸素水塊の発生は 1950 年代からあった。にもかかわらず、近年、なぜ底もの資源が激減したのか？貧酸素水塊があるからというだけでは説明出来ない。貧酸素の発生パターンの変化、解消の晩秋化とか様々考えられるが、そこを詳しく見ていかないと説明出来ない。神奈川県はまずはそういう取り組みをして行くということか？

岡部 : 今回の研究会は貧酸素がトピックなのでそれを強調した内容にしたが、排水総量規制の問題など、他の要因も当然あると認識している。複数の海域で同調して起きていることもあり、底もの水産資源については餌生物の減少が原因と考えられるが、研究会を通じて議論しながら今後も検討していきたい。

杉崎 : 長期的な生産力がどう変化したかについて、気候変動など、いろんな側面から捉える必要があるだろう。他に生産力に関連して、何かアイデア、課題などはあるか？近年、必ずしも富栄養ではないのに貧酸素水塊はなくなるのが実情。昔の教科書とは違う現象が起きている。

梶山 : 確かに水自体は良くなっている。しかし、貧酸素水塊の状態は好転しない。というのも、底質の状況が改善されていない。例えば千葉県側の湾中央部において、底質の COD が 20-30,50 と非常に悪くなっている場所が広がっている。そうした部分の解消も必要かもしれない。近年は栄養塩だけでなく、外洋水の湾内へ入り混みも注目されている。そもそも「東京湾の水」とはそもそも何なのか？それこそ「モニタリング」を通じて今きっちりと抑える必要がある。底もの資源の減少が叫ばれている中で、漁獲には結びついていないものの、アリマ幼生、アサリ稚貝などはたくさん採れる。まだ、最悪な状況ではなく、もしかしたら、どこかの生活史段階を底上げすることで資源が好転する可能性もあるので、積極的な取り組みが必要である。とはいえ、一都二県だけの取り組みには限界があり、水研にも協力してほしい。観測体制然りで、例えば、内湾部の海況のモニタリングポストは千葉の貧酸素観測開始当初は 1 地点だけだったものが、今は国交省や海上保安庁によって 5 地点に増えたことによって、貧酸素水塊予報の精度も飛躍的に上がった。外洋水の流入を捉える上では、盤洲沖や横浜沖、観音崎沖や金谷沖等にもモニタリングポストを増やすことの意義は高く、水産の立場から東京湾研究会を通して発信していく必要があるだろう。

野村 : 要因を切り分けて整理していくことが必要だろう。栄養塩減少の話を細かく見ると、東京湾では P 欠で、瀬戸内では N 欠というように性格が異なる。また、東京湾の冬場の水温が上がっているし、湾奥に関していえば都市から出る温排水の影響も無視できない。こうした水温の上昇でバクテリアの活性に影響が出ることが予想される。マイクロビアループは水温 10 度以上で活発になることが知られているが、東京湾の冬場の水温は 10 度以下に下がっていたものが、下がらなくなってきた。つまり、冬場にも有機物の生分解が起きていることが示唆される。例えば、海底直上水の溶存酸素濃度の測定を 5 月～11 月の貧酸素化する時期だけでなく、周年観測するなどして、影響を考察する必要があるのかもしれない。

杉崎 : 現象としては夏がメインだが、周年の状況をしっかり把握、つまりモニタリングする必要があるということ。

野村 : 東京湾の植物プランクトンの組成や餌生物の変化に関する知見はあるか？

伊東 : 植物プランクトンについてはそれほど把握できていないが、千葉県の HP を見る限り、種組成は変わっているようだ。カイアシ類も 90 年代後半から 2000 年代に入って組成が変わっているようだ。

杉崎 : 種組成が変わった要因は適水温なのか、それとも富栄養、貧栄養にかかわる組成の変化なのか？

伊東 : 1 つには貧酸素の長期化によって、貧酸素に強い種に代わっている可能性がある。またカイアシ類の組成については、餌となる植物プランクトンの組成の変化、つまり昔は渦鞭毛藻が夏に多かったのが、珪藻類が増えたことも影響しているのではないかと考えている。

杉崎 : 植物プランクトンは貧酸素になるとシストを作る？シストを作る種が生き残るとか？

伊東 : そこはわからない。

杉崎 : シストなど底をみるのも重要ということだろう。今回は、貧酸素をテーマとした議論が行われた。今後も継続して貧酸素水塊に関する情報発信をしていくわけだが、その対象者は漁業者なのか、一般的なのか？

宇都 : 貧酸素水塊速報システムは、開発の経緯を踏まえると基本的に漁業者が第一、ただし、県 HP に公開しているのですべての人にオープン。情報

が更新されるとメールで知らせる仕組みがあるが、要望があれば、漁業者に限らず対応している。

鈴木 : 漁業施策を進めるうえで、遊漁者は念頭に置かれていない。というのも、そもそも遊漁船は漁港におけないとか、正漁協組合員になれないといった行政的な縛りがある。但し、今回のシステムの提供先は第一義的には漁業者である一方で、ニーズがあれば遊漁者を含む他のステークホルダーも取り込んで行く必要があると考えている。

杉崎 : 水研の中でも漁業者を対象とした取り組みに加えて、生態系サービスといった、広く国民の水圏利用ということを念頭においたアプローチもある。今後、東京湾研究会がどこを見てやっていくのか絞り込んでテーマを決めないと、発散してしまうと思う。あと、神奈川県の実業について、モニタリングによる現況の把握の先に、具体的な解決策、ゴールが求められているという話だったが、そのあたりについてどういう感じが教えてほしい。

鶴飼 : 過去のデータを持っていることの重要性は認識しており、モニタリングが必ずしもいけないとは言っていない。ただし、研究に結び付く形でのデータを取って行くというところの整理が必要。神奈川が行う貧酸素水塊対策事業の最終的な出口は、「東京湾漁業の再生」である。東京湾の漁業者が今後も漁業を続けられるのかという危機感が根底にある。最終的な目標として、漁業者が何らかの漁業を出来る場を作る、その手段として漁場や漁港の整備なのか、あるいは対象魚種を変える指導を行うのか、いろいろな可能性があるが、少なくとも、今まで通りの漁業が出来なくなってきたという状況の中で、神奈川水技センターが何をできるかということを考える必要がある。データを集めて現状を示すだけでは漁業者も納得しない。現状を踏まえて具体的に何をするのか、例えば海底耕耘であるとか浅場造成といったところまで提示しないと漁業は再生できないだろうということ。サメでも良いから何か使えないかという要望すらある。漁業者は崖っぷちでやっている。とにかく解決に向けて動いていくことが求められている。

杉崎 : 単に貧酸素がここにありますという情報提供ではなく、解消できるのか、できないならば、東京湾利用の代替案を提案することが求められている。千葉県において、漁業者が当初から貧酸素水塊速報の精度向上に対

して積極的な役割を担ってきた事例が示されたように、漁業者とのコミュニケーションの中で、我々から提案するだけでなく、漁業者とのキャッチボールが必要だろう。社会学的、工学的な方との連携も含め、関係者が集まる場として、東京湾研究会を運営していければと思う。

梶山：東京湾をフィールドとして、継続して研究に取り組む方がいることが望ましい。一都二県も水研も貧酸素に限らず、他にも一杯一杯で切り盛りしている。野村先生から指摘もあったように、現象を大きくとらえると分からないこともある。切り分け、役割分担をして、都県ではできないところについては、是非協力を御願いしたい。

6. 閉会挨拶（神奈川水産技術センター 鵜飼所長）

平成 28 年度 東京湾研究会参加者名簿

平成 29 年 3 月 6 日

千葉県水産総合研究センター		次長	鈴木広之
	資源研究室	主席研究員	石井光廣
		研究員	中川雄太
	東京湾漁業研究所	所長	梶山誠
		上席研究員	林俊裕
		研究員	岡本隆
		研究員	宇都康行
東京都島しょ農林水産総合センター	振興企画室	主任研究員	千野力
神奈川県水産技術センター		所長	鵜飼俊行
	栽培推進部	部長	滝口直之
		主任研究員	菊池康司
		主任研究員	岡部久
		臨時技師	山崎哲也
		非常勤	阪本真吾
神奈川県環境農政局農政部水産課	水産企画グループ	副技幹	田島良博
愛知県水産試験場	漁業生産研究所	技師	下村友季子
水土舎	研究2部	部長	伊東宏
東京大学	海洋アライアンス	特任助教	野村英明
(研)水産研究・教育機構 本部 中央水産研究所	研究推進部	コーディネーター	桑原久実
		所長	中山一郎
	海洋・生態系研究センター	センター長	杉崎宏哉
	モニタリンググループ	研究員	西本篤史
	資源管理研究センター		
	沿岸資源・生態系グループ	グループ長	黒木洋明
		主任研究員	山本敏博
		研究員	澤山周平
	水産工学研究所		
	水産土木工学部		
	生物環境グループ	主任研究員	南部亮元
	水産基盤グループ	研究員	杉松宏一
		研究員	古市尚基
	増養殖研究所		
	養殖システム研究センター		
	環境管理グループ	グループ長	渡部諭史
		主任研究員	長谷川夏樹

編集担当者 西本篤史

平成 30 年 3 月 8 日発行

発行人 中山 一郎

発行所 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 中央水産研究所

〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦 2-12-4

印刷所 株式会社ポートサイド印刷
