水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

東京湾の漁業と環境　No.11

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産研究・教育機構 公開日: 2024-02-28 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/2000225

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

東京湾の漁業と環境

第 11 号

令和 2 年 3 月

Fishery and Oceanography in Tokyo Bay

No. 11, March 2020

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 11 号

目　次

自由課題

東京湾における水質の長期変動と水産生物への影響
・・・・石井光廣　1

近年のノリ養殖漁場における栄養塩とノリ色調低下の現状
・・・・林 俊裕　3

東京湾における貝毒原因プランクトンの出現状況
・・・・中丸 徹・宇都康行　5

波・流れの制御による底質の変化と生物の応答
・・・・南部亮元　7

東京湾奥における底質環境および底生生物の推移
・・・・今泉洋介　9

東京湾のナマコ漁と貧酸素水塊について
・・・・秋元清治・草野朱音・菊池康司・小林美樹　17

東京湾におけるクルマエビ稚エビ着底状況
・・・・阪地英男・西本篤史　21

東京湾におけるトラフグの産卵場および放流トラフグによる再生産について
・・・・山﨑哲也・柳本 卓・鈴木重則・太田智優
・市川啓介・幅 祥太・佐藤真心・君島裕介　23

千葉県沿岸におけるトラフグの漁獲状況と放流効果調査について
・・・・高草木将人　25

東京湾に浮遊する環境 DNA から魚の影を追う
・・・・本郷悠貴　27

貧酸素水塊と畜養アナゴのへい死の関係について
・・・・草野朱音・秋元清治　29

貧酸素水塊と漁場との関係（予報）
・・・・岡部 久　33

近年の千葉県東京湾沿岸における小型底びき網漁業の実態Ⅱ
－季節による漁獲対象種の変化－
・・・・三田久徳　35

平成 30 年度　東京湾研究会　議事録　37

平成 30 年度　東京湾研究会　出席者名簿　45

東京湾における水質の長期変動と水産生物への影響（要旨）*

石井光廣（千葉水総研セ）

緒言

千葉水総研セは，東京湾で水質調査を実施し，水質の短期，長期変動の解析と操業支援のための情報提供を行っている。これまでに 1947～2005 年のデータから，① 秋冬季の水温上昇，② 栄養塩類濃度の低下（とくにリン），③ 貧酸素水塊の大規模発生などを解析した（石井ほか　2008 など）。その後 10 年以上が経過し，さらに変化していることが考えられることから，2006～2016 年のデータを追加し，あらためて水質の長期変動について解析し，併せて水産生物への影響を検討した。

試料および方法

東京湾水質調査のうち，水温，栄養塩類，透明度の長期変動の解析には，東京湾中央部の St.3 を代表点とし，貧酸素水塊の規模や底層水温のイソプレットの作成のためには，東京湾縦断ラインの 5 点（船橋，St.15，3，6，J5）を用いた。また，底びき網の操業日誌から，クロダイの漁獲位置（緯度）を集計した。

結果

2005 年までの解析でみられた水質の変動傾向の ① 秋冬季の水温上昇，② 栄養塩類濃度の低下，③ 貧酸素水塊の大規模発生などは継続しており，透明度は近年上昇傾向であった。

東京湾縦断ラインの底層水温分布と底びき網で漁獲されたクロダイの漁獲位置（緯度）の関係をみると，秋冬季の水温上昇に伴い，漁獲頻度は高くなり，北部への分布拡大がみられた。

考 察

東京湾の水質の長期変動のうち，特に①海水中の栄養塩濃度の低下，②秋冬季の水温上昇により，水産生物に複合的に影響する可能性がある（図 1）。そのため，水質の変動と水産生物への影響を把握することと，その対策を検討する必要がある。

引用文献

石井光廣，長谷川健一，柿野　純（2008）千葉県データセットから見た東京湾における水質の長期変動．水産海洋研究，72，189-199.

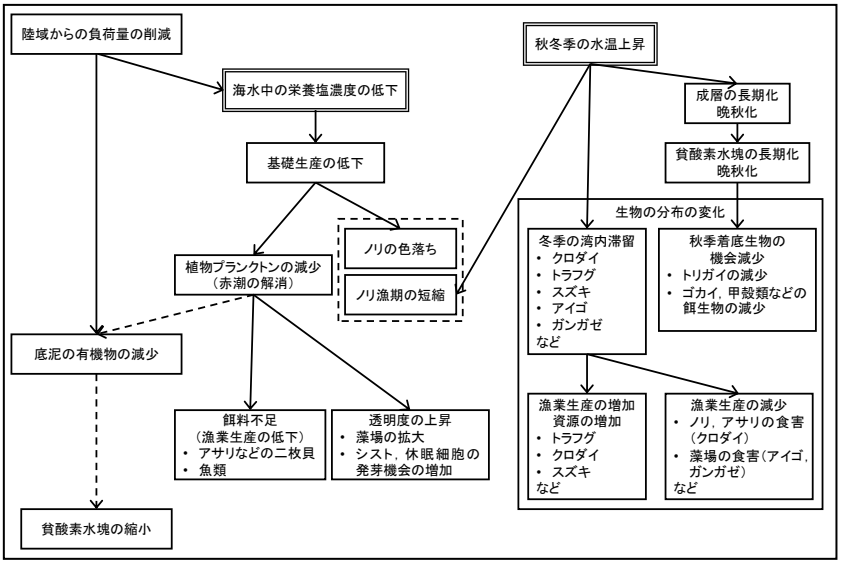

図 1．東京湾における栄養塩濃度の低下，秋冬季の水温上昇から想定される水産生物への影響

---

* 本発表は，2018 年 9 月 29 日に東京海洋大学で行われた日本海洋学会海洋環境問題研究会シンポジウム・第 10 回東京湾海洋環境シンポジウム「東京湾の過去・現在・未来」で，発表した内容であり，海洋と生物，41（2）129-135．に掲載されています。

近年のノリ養殖漁場における栄養塩とノリ色調低下の現状

林　俊裕（千葉水総研セ）

緒言

全国のノリ生産枚数は，2000 年代前半までは年間 100 億枚前後で安定していたが，2009 年以降減少に転じ 2018 年には 63.4 億枚まで減少した。この生産減少は，瀬戸内海，伊勢・三河湾，東京湾では長期的な水温上昇による漁期の短縮化と栄養塩類の減少による色落ちノリの増加が主要因であると考えられている（林 2014, 岩出・山本 2014, 清水 2014）。本報では千葉県における栄養塩とノリ色調低下の現状を中心に近年の状況を報告する。

試料および方法

千葉県内で生産された乾ノリを集荷し一斉に入札を行う共販における出荷枚数から，色の浅い製品（A 印）を色落ちノリとした。漁場の栄養塩濃度は，千葉県水産総合研究センターが毎月 2 回程度実施した観測結果を用いた。なお，ノリの色調保持に最低限必要と考えられるレベルは林ほか（2016）から DIN6.4 μM，DIP0.16 μM を用いた。

結果

2016 年度は，盤洲干潟沖ではノリ養殖漁期中（11-4 月）の DIN は 15-37 μM で推移した。一方，DIP は 1 月までは 0.6-1.5 μM で十分量が含まれていたが，2 月中旬以降は 0.13-0.26 μM に減少し，一時的に色調低下が生じた。富津岬南部の大貫沖では 3 月中旬までは DIN は 10-20 μM，DIP は 0.2-1.2 μM で推移していたが，4 月上旬に DIN5 μM 以下，DIP0.1 μM 以下となり，漁期終盤に減少した。色の浅い製品（A 印）の出荷枚数は 3 月中旬以降増加し，3 月 30 日には全体の 15%に達する 205 万枚となり色調低下の進行により漁期が終了した。

2017 年度も同様に盤洲干潟沖では漁期中の DIN は 20-46 μM で推移したのに対し，DIP は 2 月までは 0.3-1.6 μM で十分量が含まれていたが，3 月以降，一時的に 0.2 μM 以下に減少し，色調低下が生じた。富津岬南部の大貫沖では 3 月中旬までは DIN は 13-28 μM，DIP は 0.3-1.3 μM で推移していたが，4 月上旬に DIP は 0.1 μM 以下まで減少し色調低下が進行した。色の浅い製品（A 印）の枚数は全体の 1%以下であったが，更なる色調低下が懸念されたため，予定を半月早め 4 月半ばに漁期終了となった。

2018 年度には収穫開始時期の 11 月下旬に富津岬南部の DIN が 2 μM，DIP は 0.1 μM 以下まで減少し，ノリの著しい色調低下が生じた。

考 察

栄養塩濃度の減少によるノリの色調低下は内湾に比べて富津岬南部の漁場で顕著に現れ生産量の減少をもたらしている。また，内湾でも同様の色調低下がみられていることから，この傾向が継続すれば更なる生産枚数の減少が懸念され，早急な対策着手が必要である。

引用文献

林 俊裕（2014）シンポジウム記録　スサビノリの持続的生産への挑戦 I. ノリ養殖の現状と課題：水産試験場での取組I-2 関東におけるノリ養殖の現状と課題．日本水産学会誌，80，823

林 俊裕，長谷川健一，梶山 誠（2016），千葉県富津市地先ノリ養殖漁場における栄養塩濃度（DIN,DIP）とノリ葉体の色調の関係について．千葉水総研報，10，19-26.

岩出将英，山本有司（2014）シンポジウム記録　スサビノリの持続的生産への挑戦 I. ノリ養殖の現状と課題：水産試験場での取組I-3 東海におけるノリ養殖の現状と課題．日本水産学会誌，80，824.

清水泰子（2014）シンポジウム記録　スサビノリの持続的生産への挑戦 I. ノリ養殖の現状と課題：水産試験場での取組I-4 瀬戸内海におけるノリ養殖の現状と課題．日本水産学会誌，80，825.

脚注：現所属　公益財団法人　千葉県水産振興公社

東京湾における貝毒原因プランクトンの出現状況

中丸 徹・宇都康行（千葉水総研セ）

緒言

千葉県では 1980 年から 2018 年まで 39 年間，主要二枚貝類漁場で貝毒検査を継続している。この間で出荷自主規制値を超える貝毒が発生したのは，1982 年 7 月に九十九里産コタマガイで下痢性貝毒が発生した事例に限られる。しかし出荷自主規制値未満の毒量は検出されており，貝毒発生の潜在的なリスクがある。そこで本報では，東京湾における貝毒原因プランクトン密度及び，二枚貝類の貝毒毒量について，長期変動を検討した。また 2018 年は貝毒原因プランクトンの出現と環境の関係を検討した。

試料および方法

1980 年から 2018 年までの調査データから，貝毒原因プランクトンの細胞密度及び二枚貝類の貝毒毒量について年最高値を抽出し，長期変動を検討した。なお下痢性貝毒の毒量は 2016 年まではマウス試験，それ以降は機器分析で測定した。

2018 年は 2 月から 9 月に，千葉北部アサリ・ホンビノスガイ漁場，木更津北部アサリ漁場，小櫃川河口ヤマトシジミ漁場，木更津南部アサリ・ハマグリ漁場，富津アサリ漁場で，貝毒原因プランクトン調査を行った。また毎月 2 回，東京湾の湾奥から湾口・沖合の 15 地点の表層で貝毒原因プランクトン調査を行い，水温，塩分，クロロフィル a 量，溶存無機態窒素濃度，溶存無機態リン濃度を測定した。

結果

1980 年から 2018 年まで麻痺性貝毒原因プランクトンは出現せず，麻痺性貝毒が検出されたのは 1 事例のみだった（2015 年 6 月にホンビノスガイから 1.76 MU g^{-1} 検出, 出荷自主規制値は 4 MU g^{-1}）。

下痢性貝毒原因プランクトンの最高細胞密度は 2016 年 6 月に船橋と千葉灯標で出現した *Dinophysis acuminata* の 210 cells mL^{-1} だった。本種で 2016 年以前に 10 cells mL^{-1} を超えたのは 2004 年（26.88 cells mL^{-1}）だけであったが，2016 年以降は毎年，この密度を超えて出現した。下痢性貝毒毒量の最高値は，ムラサキイガイが 1984 年 1 月の 0.24 MU g^{-1}, アサリが 2000 年 3 月の 0.1 MU g^{-1} で，いずれも再検査で出荷自主規制値の 0.05 MU g^{-1} 以下であった。アサリは 1980 年から 2000 年までは年により毒化がみられたが（規制値以下），2001 年から 2015 年までは毒化は見られなかった。しかし，2016 年 6 月に 0.14 mgOA 当量 kg^{-1}（出荷自主規制値は 0.16 mgOA 当量 kg^{-1}）まで毒化した。

2018 年の，*D. acuminata* の最高細胞密度は 5 月に羽田沖で出現した 19.35 cells mL^{-1} だった。この値は同年の東日本ブロック（秋田～北海道～青森～千葉）における最高値だった。同種の水平分布は沖合の方が二枚貝類漁場より多く，沖合では湾奥部の方が湾口部より多かった。沖合で本種が出現した時の水温は 10.0～30.5℃, 塩分は 19.0～34.7, DIN は 0.1～92.9 μM, DIP は 0～3.6 μM, クロロフィル a は 0.2～82.3 μg/L（赤潮の目安は 50 μg/L 以上）だった。出現のピーク時は表層と底層の水温差が拡大し，成層が強まっていた。本種の出現がピークになっても二枚貝類は毒化せず，その 48 日後に毒化するなど, 本種の密度と二枚貝類毒化の関係は不明瞭だった。

考察

東京湾では *D. acuminata* は多様な環境下で出現し高密度になることがあるため，その動向を定期的に調査することが重要である。現状では，プランクトン調査は周年，定期的に実施しているが，貝毒検査の時期は 2～10 月，検査対象種は主要漁獲対象種に限られている。それ以外の時期や種類についての臨時の貝毒検査を行うタイミングとしては，2016 年のように本種が 210 cells mL^{-1} 程度まで増加した時が目安になると考えられた。

波・流れの制御による底質の変化と生物の応答

南部亮元（水産機構水工研）

緒言

底生生物の空間分布には，物理的に多様な生息場が重要であることが知られている（e.g. Downing *et al.* 1985）。例えば，微地形の起伏が底生生物群集の空間分布を決定づける重要な要因の 1 つであることが示されており，微地形の起伏といった物理的な特徴を形作る重要な要素として粒度組成が挙げられている（Gray 1974, Barros *et al.* 2004）。このような粒度組成の構造や微地形の起伏の形成には，波や流れの流動環境の影響は欠かせない（e.g. Kleinhans 2005）。

アサリは干潟や浅海域に生息する二枚貝であり，流れや波などの流動環境が生息や生残に影響を与える（e.g. 柿野 2006）。アサリの生息と干潟の物理環境に関する研究は，過去に何例か報告されている（e.g. 柿野ら 1991, 柿野 2002, 柿野 2006）。どの報告でも波や流れの流動条件による底質の安定性が重要であると指摘されている。実際に，近年では伊勢湾においても，東京湾と同様にアサリ稚貝は発生するものの，秋季から冬季にかけて大きく減耗する現象が確認されており，その原因の 1 つとして波浪の影響であると考えられている（水産庁 2017）。しかしながら，波や流れの強さがアサリを含めた生物の定着にどれくらい影響を与えるか明らかになっていない。

本研究では，三重県松阪市の松名瀬干潟において，波流れを抑制するために簡易消波施設（大型土嚢）の設置し，その後背域でアサリを含めた底生生物の分布や密度，底質や地形形状の変化について調査し，波流れの強さと生物の定着の関係性について検証を行った。

試料および方法

簡易消波施設（大型土嚢）による底生生物の定着効果を検証するため，実験区として土嚢後背の干潟域，対照区として土嚢を設置していない干潟域を設けて，生物採集を行った。調査は土嚢を施工日，1 ヶ月後，3 ヶ月後，12 か月後，16 か月後に行った。調査地点については，実験区では土嚢から岸側に 10m，15m，25m，35m に 0.5m 四方の区画を 3 地点とその外側に 2 地点ずつ計 14 地点を設定した。対照区では土嚢を設置した地盤高と同じ地盤高を起点として，実験区と同様に調査地点を配置した。試料採集は直径 11.4cm，深さ 8cm のコドラードを用いて，各地点 1 試料ずつ底土採集を行い，目合 1mm の篩にかけた。篩に残った底土は直ちに 10%中性ホルマリンで固定し，アサリ，その他二枚貝，腹足類，その他の生物に分類して個体数を計数した。

調査地点の物理環境を把握するために，粒度組成，地盤高変化，波高観測を行った。各調査日に各地点で 1 試料ずつ底土を採集して持ち帰り，レーザー回折式粒度分布測定装置 SALD-3100（島津製作所）を用いて粒度分布の測定を行った。地盤高変化は各地点に杭を差し込み，初回の調査日の地盤高を基準として，各調査日に砂面の高さを計測した。また，土嚢より約 30m 沖側で Wave Hunter（IO テクニック社）による波高観測を行った。この観測データを沖側境界条件として，エネルギー平衡方程式による波浪変形計算によって各調査地点の波高を推定し，微小振幅波理論を用いて底層流速を求め，波によるシールズ数を算定した。

調査域の底生生物個体数と物理環境の関係性を明らかにするため，応答変数を底生生物個体数，説明変数を粒度組成，地盤高の変化，大型土嚢の後背域の有無，シールズ数，土嚢からの距離として，負の二項分布を仮定した一般化線型モデルを用いて解析を行った。

結果

底生生物の個体数は，大型土嚢の設置前は実験区，対照区ともに 1～7 個体/試料であったが，大

脚注：現所属　国立研究開発法人　国際農林水産業研究センター

型土嚢設置 1 ヶ月後には実験区において，アサリは 4.2 個体/試料, 底生生物は 2537.2 個体/試料と大きく増加していた。対照区においても，アサリは 2.2 個体/試料，底生生物は 1487.8 個体/試料に増加していた。また，施工後 3 カ月，12 ヶ月，16 ヶ月の底生生物の個体数は，1 ヶ月後と同様に施工前より多い個体数を維持しており，さらに対照区より実験区で個体数が多くなる傾向が見られた。底生生物の個体数を説明する環境要因について一般化線形モデルを用いて解析した。その結果，底生生物の個体数を増加させる要因として，大型土嚢の後背域であること, シールズ数（波浪底面流速）が小さいこと，地盤高の変化が大きいことであると推定された。

考 察

アサリを含めた底生生物の空間分布は，底質および地形形状，さらにこれらを形成する波浪環境に依存している（e.g. Gray 1974）。特にアサリは干潟浅海域に生息しているため，漁場や個体群形成に波流れの強さが関係していると指摘されてきた（柿野 2002）。このことは，波流れを制御することでアサリの生産性を改善できることを意味するが，生息に適した波流れの大きさや波浪に関わる地形や底質などの物理環境に関する基本的な知見が不足している。本研究では, 伊勢湾において，大型土嚢を利用した簡易消波施設を設置した実験区を設け，その後背域ならびに大型土嚢を設置しない対照区の物理環境および底生生物の個体数の変化について調査を行い，アサリを含めた底生生物の定着と波流れの強さの関係性について検証した。大型土嚢施工後の実験区では，対照区より多くの底生生物が確認され，その傾向は調査期間を通じて同じであった。これは，沖側波高の観測結果から数値計算したシールズ数を比較すると，実験区では対照区よりシールズ数の値は低く，さらに土嚢に近い調査地点ほど値が低かった。また，底生生物の定着に影響する物理環境を明らかにするため, 一般化線型モデルを用いて解析した結果，シールズ数，地盤高の変化，土嚢後背域の有無が関係することが明らかとなった。このことは，大型土嚢によって土嚢の後背域では底土や生物を動かす波のエネルギーが低減されること，波流れの強さが低下することによって土嚢周辺に砂が堆積しやすくなることを意味しており，この複合的な現象が底生生物の定着を促進させると考えられる。以上のことから，波浪環境を制御することによってアサリおよび底生生物の生息場を改善できることが示された。今後，費用対効果や維持管理の観点から，土嚢設置と同等の効果が得られる砕石覆砂などの他の対策技術の開発が待たれる。

引用文献

Barros, F., A. J. Underwood, and F. Archambault （2004） The influence of troughs and crests of ripple marks on the structure of subtidal benthic assemblages around rocky reefs. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 60, 781-790.

Downing, N., R. A. Tubb, C. R. El-Zahr, and R. E. McClure （1985） Artificial reefs in Kuwait, Northern Arabian Gulf. Bulletin of Marine Science, 37, 157-178.

Gray, J. S. （1974） Animal-sediment relationships. Oceanography and Marine Biology: an Annual Review, 12, 223-261.

柿野 純（2002）アサリの生息と物理環境. 日本ベントス学会誌, 57, 158-167.

柿野 純（2006）アサリの減耗に及ぼす物理化学的環境の影響に関する研究. 水産工学, 43, 117-130.

柿野 純, 田中喜三郎, 西沢 正, 田口浩一（1991）東京湾盤洲干潟におけるアサリの生息と波浪の関係. 水産工学, 28, 51-55.

Kleinhans, M. G. （2005） Phase diagrams of bed states in steady, unsteady, oscillatory and mixed flows. EU-Sandpit end-book, Ed. Leo van Rijn, Aqua Publications, Netherlands, paper Q.

水産庁 （2017） アサリ資源回復のための母貝・稚貝・成育場の造成と実証. 平成 29 年度水産基盤整備調査委託事業成果報告書, 27p

東京湾奥における底質環境および底生生物の推移

Trends in sediment environment and benthos in the inner part of Tokyo Bay

今泉洋介

Yosuke IMAIZUMI

東京都島しょ農林水産総合センター振興企画室　〒105-0022 東京都港区海岸 2-7-104
E-mail: Yousuke_Imaizumi@member.metro.tokyo.jp

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

緒言

東京湾の水質は，下水道の普及と高度処理化が進むに従い，りんや窒素化合物が長期的に減少するなど，徐々に改善の兆しを見せている（環境省 2009・2018）。しかし，湾奥においては未だに赤潮や貧酸素水塊といった富栄養化に伴う問題が発生している。

特に，夏季の東京湾奥では底質中の有機物が分解されることで大規模な貧酸素水塊が発生し，底生生物相は壊滅状態に陥る。貧酸素水塊が減少する秋季から冬季には，繁殖や移動によって新たに生物が加入するものの，翌年に再び大量死が発生するなど，大きな問題となっている。

そこで今回，東京都島しょ農林水産総合センターが都内湾において平成 15 年（2003 年）以降に実施した底質調査で得られたデータを整理し，現状を報告する。

試料および方法

調査は平成 15 年から平成 30 年にかけて実施した。各年の 5 月および 9 月に図 1 に示す東京湾内の 5 点（St.1：羽田洲，St.2：羽田第三滑走路沖，St.3：15 号地，St.4：三枚洲，St.5：お台場海浜公園沖）において，エクマンバージ採泥器（15×15cm）を用いて，各調査点において 2 回ずつ表層から 2cm までの底泥を採取し，両者を軽く混ぜてサンプルを採取した。採集は GPS を用いて概ね同じ地点で行った。なお，St.2: 羽田第三滑走路沖については平成 25 年から調査を開始した。

測定項目は，粒度組成（~0.063mm：シルト，0.063~0.125mm：極細粒砂，0.125～0.25mm：細粒砂，0.25～0.5mm：中粒砂，0.5mm～：粗粒砂），化学的酸素要求量（COD：mg/g 乾泥），全硫化物量（TS：mg/g 乾泥），強熱減量（IL：550℃ /6h）の 4 項目である。一方，採取した底生生物は，目合 1mm の篩で濾し取り，5%中性ホルマリン水溶液で固定後，顕微鏡下で種同定を行った。なお，底質の粒度組成については平成 18 年～20 年および 24 年は分析基準が異なっていたため，欠測として扱った。

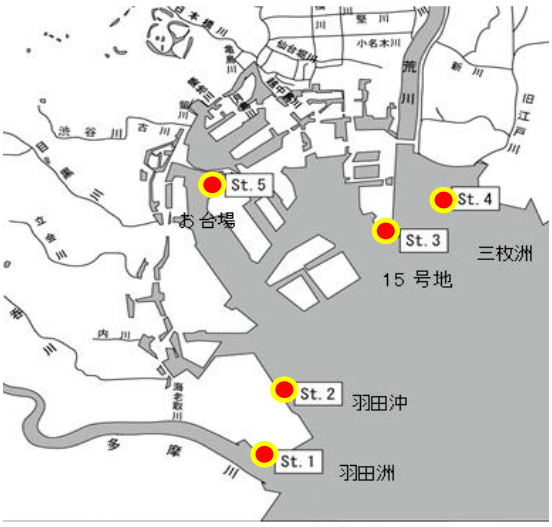

図 1.　調査地点

結果

各 St の粒度組成を図 2 に，COD，TS，IL の分析値を図 3 に示した。

各地点における底質中のシルト分の割合（以降，泥分率）は，St.1，3 において調査開始より増加傾向にあり，St.2 で近年増加傾向である。St.4 では，

脚注：現所属　東京都島しょ農林水産総合センター八丈事業所

調査開始から平成 17 年まで 90%を超える事もあったが, 平成 21 年以降は時折増加することはあるものの，10%前後で横ばいであった。St.5 は 40～60%前後で増減しつつも横ばいに推移していた。

COD に関しては, St.4 では平成 19 年以降に, St.1, 5 では平成 20 年以降に減少傾向だった。St.3 は常に他の測点より高い COD 値を示していたが，平成 25 年以降は減少傾向が見られた。しかし，St.1 は平成 26 年から，St.2, 3, 5 では平成 29 年から再び増加傾向にある。

TS は夏季に増加する事が多いものの，St.3 では平成 19 年頃まで 9 月より 5 月の値が大きい事があった。また，COD と同様に，St.4 は平成 19 年以降減少傾向にあり，低位を保っている。St.4 以外の測点では，平成 21 年以降は減少傾向にある。平成 25 年 9 月から平成 28 年 5 月の期間では，すべての測点で水産用水基準（日本水産資源保護協会, 2018）の基準値（0.2mg/g 乾泥）以下の値が続いた。しかし，平成 28 年以降は，全ての測点で再び夏季に TS 値が増加し始めた。低位を保っていた St.4 も平成 30 年には基準値以上の値を示した。

IL は, St.4 で平成 18 年まで増減が大きかったが, それ以降はほぼ横ばいで，時折，値の急上昇が見られる。また，St.2 は増加傾向にあり，St.5 は微減傾向にある。

底質の分析値(COD，TS，IL)を比較すると，時折, 複数の測点に跨って似た傾向で変化している。平成 15 年の調査開始時は，殆どの測点で COD の変動が大きく，TS の変化も大きい。しかし，平成 24 年を除く平成 20 年前後から平成 27 年にかけては COD，TS は減少傾向にあった。しかしその後，平成 28 年から現在にかけて，St.4 を除く地点で COD は増加傾向を示した。また，同じように，TS も夏季に全ての地点で基準値（0.2mg/g 乾泥）を超えるようになった。IL は，平成 28 年 5 月など，IL が急激に増加する場合がある。その場合，同日あるいは次回の調査において，同地点の COD の値が急上昇している地点が見られる。

各測点で採取された底質中の生物の個体数を軟体類，棘皮類，甲殻類，多毛類，その他に分類したものを図 4 に示した。St1, 4 は，平成 19 年頃まで生物個体数は少ない傾向にあったが，近年は増加傾向にある。St.2 と St.5 は季節変動と極端な増加はあるものの, 横ばいで推移している。St.3 は，5 月に生物量が減少する季節変動を起こしながらも横ばいに推移しているが，近年，5 月の軟体類の採取量が増えている。

また，各測点では，5 月に軟体類（主に貝類）や甲殻類が増加し，9 月に多毛類（主にゴカイ類）が増加する季節変動が見られる。特に St.2 , 3 では，9 月に軟体類や甲殻類が殆ど見られなくなる。しかし，St.1, 4 では軟体類が 9 月にも見られる他，St.5 でも 9 月に時折採集される。また，甲殻類は St.4 で特に多く採取されていた。

採取される生物は測点毎に異なり，多くの汚濁指標種も採取されていた。強汚濁の指標であるチョノハナガイ *Raetellops pulchellus* やシズクガイ *Theora fragilis*, ヨツバネスピオＡ型 *Paraprionospio* sp. TypeA は全ての測点で採取され，特に St.2, 3, 5 で多く採取される。弱汚濁の指標であるアサリは，全ての地点で採取された記録はあるものの, St.2, 3 では殆ど採取されず，St.1, 4, 5 で主に採取された。St.5 では，他の測点と比べ，ホヤなどの付着生物が採取されることが多い。St.2 ではベニクダウミヒドラ *Tubularia mesembryanthemum* とトンガリドロクダムシ *Monocorophium insidiosum* の二種が，特異的に採取される事があった。

考察

測点毎の考察

St.1 では，平成 18 年まで TS や COD の急激な増減が観察されたものの，これらを除けば平成 19 年から 26 年まで緩やかな増減が観察された。生物量は，軟体類の数が 5 測点の中で最も多く，チョノハナガイやホトトギスガイのような強汚濁の指標種が採取される一方，低汚濁の指標種であるアサリも採取されている。この事から，平成 26 年以降，COD, TS が増加し始めるまで，St.1 の底質は改善傾向にあったと考えられる。しかし，泥分率は 60%前後から 90%近くにまで増加していた。干

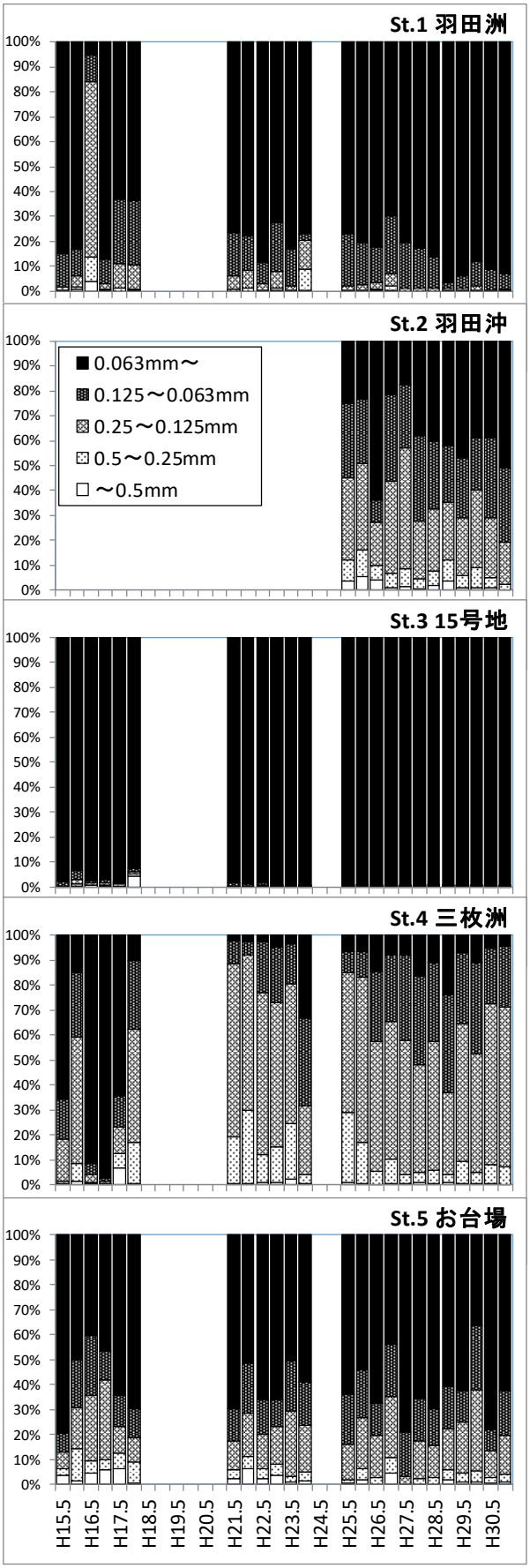

図 2.　調査地点別の粒度組成の遷移

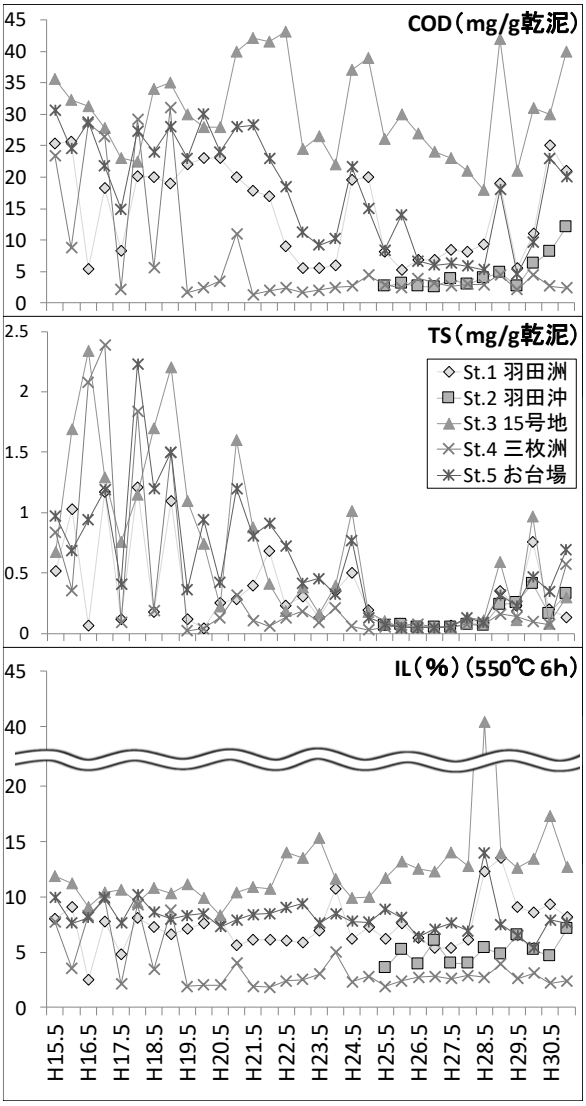

図 3. 調査地点別の分析値の推移（COD, TS, IL）

潟を形成している粒径の土砂の供給には，川の流れによって運ばれる掃流砂による土砂輸送が大きな役割を果たしている（二瓶ほか 2009）。多摩川の流程上には，大小様々な砂防ダムや堰が設置されており，流れが緩やかになっている。その結果，粒径の大きい土砂の輸送が少なくなっていると考えられる。

St.2 の底質は，長期間の変動は読み取れないものの，明確な IL の増減があり，定期的に海域や河川の出水による有機物の供給がある事が伺える。IL は St.4 に次いで低いものの，近年は増加傾向にある。平成 30 年からは COD や TS の値が急激な増加傾向にある他，泥分率も徐々に増加しており，底質悪化の兆候が見られる。St.2 は羽田空港の増

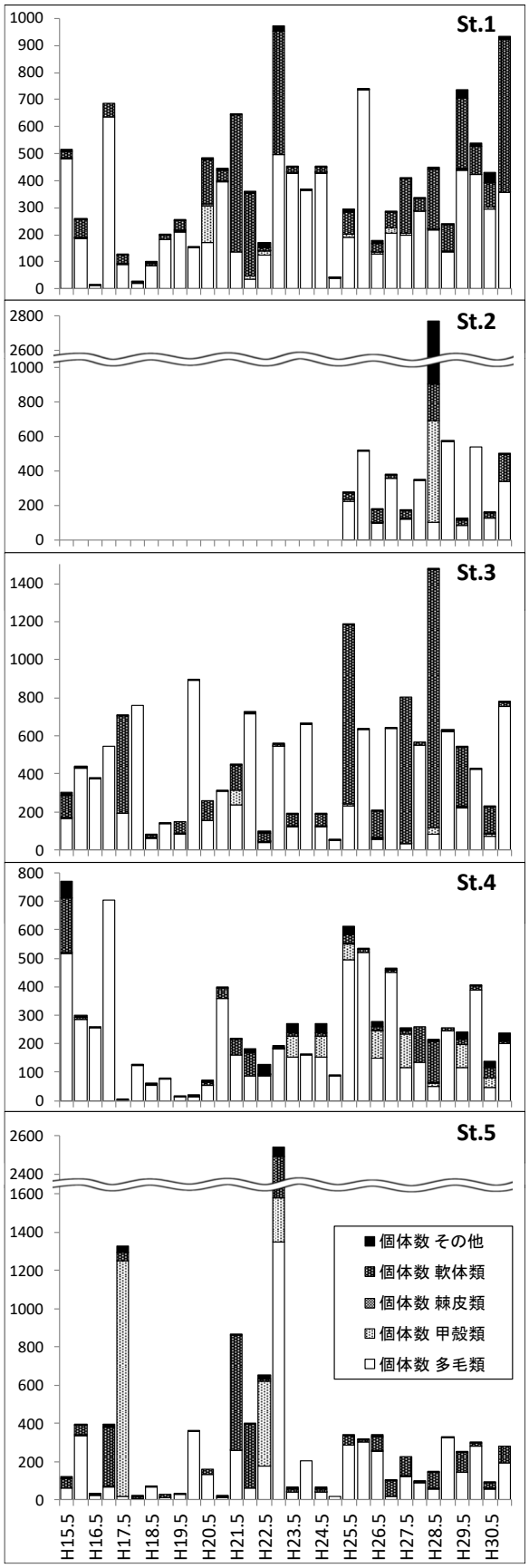

図 4. 各測点の底質より採取された分類毎の生物個体数

築の際に作られた人工浅場で，土砂の供給が少なく，また開放的であるため，波による浸食があると考えられる。そのため，今後も浸食や底質環境の変化が発生する可能性があり，今後の動向を注視する必要がある。

St.3 は荒川河口終端部に位置しており，底質を採取する際，多くの枝葉が入ることがある。これらの有機物が常に堆積しているため，COD，IL が高い値で安定しているものと考えられる。また，この測点の底質は泥分率が非常に高く，ヘドロ化していると考えられる。St.3 は河口の終端に位置しているため，供給される土砂は，粒径が小さい浮泥や砂もしくは有機物に限られ，海流も弱い海域であるため，泥分が堆積しやすい。その上，河川水が表層を流れ，上下層間の躍層が発達しやすく，上下層間の海水循環が阻害されることで，低層への酸素供給が少なくなる。結果，有機物の分解が阻害され，ヘドロ化が発生しているものと考えられる。

St.3 と同じ荒川河口に位置する St.4 は，St.3 とは異なり，TS や COD, IL の値は，他の測点と比べて低位で推移している。平成 18 年までは IL の季節変動が大きく，有機物が大きく流入していた事が伺えるが，平成 19 年からは低位を維持している。定期的に覆砂が行われていることや，調査地点の変化など，環境外の変化による影響も考慮すべきであるが，比較的近距離に位置する 2 測点に何らかの差がある事は確かだと考えられる。図 5 は衛星写真によって撮影された出水時の荒川河口である。荒川河口では，河口付近まで水源を異とする荒川と中川が堤防によって分かれた状態で流れ込んでいる。図 5 より，荒川から三枚洲側への土砂の波及を中川からの流れが阻害し，分かれていることが伺える。また，三枚洲の東には中川の流量を一部共有している旧江戸川の河口が存在している。他にも，中川上流には，中川へ合流する河川から江戸川へ洪水を流し，治水を行う首都圏外郭放水路が平成18年6月から本格的な運用が行われている。これにより中川由来の土砂の運搬が減少し，中川下流に位置する三枚洲へ土砂の堆積量が

減少した可能性が考えられる。

St.5 は，IL が徐々に減少傾向にある。COD や TS は近年増加しつつあるものの，平成 21 年以降は減少傾向にあった。調査地点となるお台場海浜公園は，四方を構造物で囲われており，潮汐以外の土砂の流入は少ないと考えられるため，主な有機物の流入は，浮泥並びにプランクトンの堆積によるものと考えられる。そのため，東京湾奥および上流の隅田川の水質が改善するに従い，底質が徐々に改善している物と考えられる。また，お台場海浜公園には砂浜が造成されており，覆砂された地点ではアサリやシオフキなどの稚貝やカレイの稚魚などが確認されている。しかし，調査地点は覆砂地点より沖合に存在しており，底質の粒度組成は年変動こそあるものの，泥分率は 60%付近で安定している。そのため，砂浜造成による覆砂の顕著な効果は調査地点までは及んでいない物と考えられる。

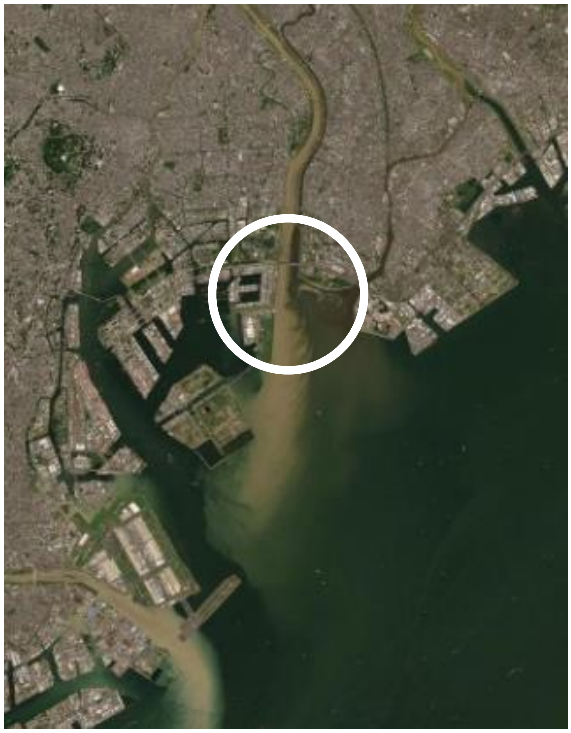

図 5.　Landsat 8 による河川の出水を写した東京湾上空からの衛星写真 (2013/9/17)と荒川河口（荒川（左：濁流）と中川（右））

東京湾全体の底質に関する考察

COD や TS は，多くの地点で似た傾向の変化が観察されている。例えば，TS は海水温の上昇により貧酸素水塊が増加し，底質が嫌気性になりやすい夏季に増加する傾向にあると考えられる。

IL は全ての測点で微増あるいは微減を続けているが，ほぼ横ばいで推移し，時折急激に増加している。IL の増加は，多くは赤潮の沈殿などが考えられるものの，夏季は降水量が増加するため河川由来の土砂による増加があると考えられる。平成 28 年 5 月の急激な増加は St.3，5 において発生しているため，荒川および隅田川からの出水が要因となっていると考えられる。

また，IL の急激な増加が発生した際は，同時期あるいは次の調査の際に遅れて，COD 及び TS の増加も見られることがある。これは，台風や豪雨により大規模な有機物の堆積が発生した後，調査までの期間によって，底質が嫌気的環境へと変異し，被酸化物の増加と硫化物の増加が起こるためと考えられる。

St.2 の羽田洲や St.4 の三枚洲などは，IL の流入が確認できるものの，COD や TS の増加はほかの地点と比べて少ない。波浪や海流で底質が攪乱された場合，底層へ酸素が供給され，COD や TS の値も減少することから，浅場海域などは有機物の分解能が高いためと考えられる。

平成 21 年から 23 年にかけての期間は，多くの測点で COD および TS が減少傾向にあった。また，平成 25 年から 27 年にかけての期間では，St.1 の羽田洲を除いて COD が低下傾向で，TS は全ての測点において，基準値である 0.2mg/g 乾泥以下であった。一方，この期間において，IL の値はほぼ横ばいで，St.3 に至っては増加傾向にあった。TS が増減する要因としては，底層酸素が減少し，底質が嫌気的環境へと変異して硫化物が発生する事などが考えられる。そのため，この期間では，底質が，TS が発生し得ない酸化的環境にあったものと考えられる。

底質は，淡水の流入などの要因により，表層と底層間に塩分や水温の差が生じ，海水交換の効率

が低下することで底層ＤＯの低下などが発生する。一方，東京湾では，夏季に発生する南西風の影響により，湾奥で一時的な底層ＤＯの上昇が見られる（鈴木　2013）。つまり，東京湾奥の底質は，出水などによる局所的変化だけではなく，気候，天候，あるいは海水温の変化などの，温度や降雨以外の湾全体に波及する環境要因によって変化していると考えられる。

底生生物に関する考察

底生生物に関しては, 5 月から 9 月にかけて多毛類の個体数が増加し，翌 5 月には再び減少する傾向にある。反対に，軟体類は 9 月に減少し，翌 5 月に個体数が増加する傾向にある。

多毛類は，多く採取されるヨツバネスピオＡ型の寿命が一年であり，6 月から 8 月にかけて産卵し，7 月から 9 月にかけて幼若個体の加入が行われる(玉井 1982)。そのため，このような季節変化が生じるものと考えられる。

一方, 9 月の軟体類の減少は多くの測点で顕著に見られる。夏季は気温の上昇によって生物の活性が高まる一方，豪雨による上下層間の躍層の発達や貧酸素水塊が発生しやすく，底質の貧酸素化，嫌気的環境化に伴う青潮が発生しやすい。そういった環境の悪化により，底生生物が主となる軟体類は減少するものと考えられる。しかし，St.1 や St.5 では，年によって 9 月にも 5 月と同等以上の個体数が採取される事もある他，St.4 では 5 月より 9 月の個体数が多い場合が多い。St.4 は有機物の堆積が少なく，適度に海水交換がされる環境のため，前述のような環境悪化の影響が少ないものと考えられる。

また，前述の通り，平成 25~27 年の期間は COD や TS の値が低く，底質環境が改善していたものと考えられる。殆どの測点では，それまでの年と比較して，大きく生物量が増加してはいなかったものの，St.3 では軟体類が非常に多く採取されており，夏季の環境悪化による死亡が少なかったものと推察される。

汚濁指標種の内，アサリは春季と秋季の年二回産卵する事が知られているが，春季である 5 月に採取される量は少なく，秋季加入個体が翌年の 5 月までに死滅している事が考えられる。減耗要因としては，主に夏季に発生する貧酸素水塊や塩分濃度の低下の他に，波浪や寄生虫や食害など（水産庁 2013）が挙げられる。この内，貧酸素水塊は 5 月以前に殆ど発生せず, 9 月の調査前より発生し, 秋季以降は収束していく。そのため，波浪など他の要因が冬季に顕在化し，アサリの生残を妨げていると考えられる。

総合考察

近年の窒素やリンなどに対する総排出量規制により, 年々東京湾の海水の水質は改善されている。大規模出水によるものと考えられる平成 23 年 9 月の St.1,4 における IL の増加と，平成 24 年 5 月の多くの測点における COD，TS の急激な増加を除けば，平成 21 年から 27 年まで，東京湾奥の底質は改善傾向にあったと言える。特に平成 25 年から 27 年にかけての期間は，夏季も含めて TS がほぼ基準値以下という数値が続いた，唯一の期間である。他の期間と海況データなどを比較し，参考にすることで，底質の改善へと繋がるものと考えられる。しかし，近年の台風の大型化や瞬間的な大規模降水の増加により，河口付近の浅場環境は今後も安定しない可能性が高い。

東京湾奥は外界との海水交換に乏しく，港湾施設によって海流が停滞している。加えて，多くの河川から有機物が流入し，底質に有機物が堆積するため，ヘドロ化しやすい環境となっている。

ヘドロ化した底質は暴風雨による出水や波浪により巻き上がり，東京湾奥の港湾区に留まらず湾奥全体へ波及する。戦後の経済成長期から現在に至るまで長年堆積した有機物によりヘドロ化した底質が自然に回復することは考えづらいため，何らかの底質改善策を考慮に入れる必要が有る。

底質の改善手法として代表的なものに，底面を砂で覆うことで改善を見込む覆砂が存在する。砂浜の造成や，出水による土砂の堆積なども同じ効果を発揮するものの，浮泥や粒度の細かい土砂の

堆積により，その効果は急速に薄れていく。St.3 のように河川の土砂が常に堆積する地点では，覆砂の効果は薄いものと考えられる。

St.2 は人工的に造成された浅場であるが, 自然な土砂の供給が少なく，構造上，波浪による浅場の浸食が考えられる。また，St.1 と同様に年々泥分率が増加している事から浮遊泥や多摩川や荒川由来の泥が堆積していると考えられ，底質環境の悪化が示唆される。しかし，同じく砂浜を造成したお台場海浜公園の沖に位置する St.5 では，泥分率の増加も，また目立った減少も見られず，造成した砂があまり流出していないことを示唆される。つまり，東京湾奥の港湾地区など，海流が弱く，壁などで囲われていることで土砂の堆積や波浪による影響が少ない地域は，覆砂による底質改善が見込める適地であると考えられる。

お台場海浜公園の覆砂跡ではアサリやハマグリ，シオフキなど貝類の稚貝や，ハゼ類やイシガレイなどの有用な水産資源となる魚類の幼魚が多く確認されている。また，東京湾奥の人工干潟である東京港野鳥公園干潟（中瀬・林 2002）でも，多くの野鳥などが飛来しており，現状の水質であっても，生物量の増加を見込むことが可能であることを示している。

現状でも干潟造成や深堀跡の埋め戻しのような底質改善は行われているが，東京湾奥は港湾事業上の重要拠点であり，大規模な施工による環境改善は困難であると考えられる。また，都市部に接する海域の底質改善は，悪臭の防止など市民生活の改善には繋がるものの，産業など，直接的な利益につながる事業とはなりにくい。しかし，環境学習やレジャーなどの付加価値を伴う形や，新たな環境改善手法などの実証実験に利用する形などで実施していくことで，底質改善を新たな事業に転換し，実行する事が可能になると考える。こうした取り組みによって，少しずつ海域の浄化能力を増やすことで，東京湾全体で赤潮や貧酸素水塊の発生による有機物の堆積を減少させることが重要であるものと考える。

謝辞

本稿の作成にあたり，東京都島しょ農林水産総合センターの小泉正行氏と駒澤一朗氏を始め，各所に多大な協力を頂きました。ここに謝意を示させていただきます。

引用文献

環境省（2009）平成２１年度公共用水域水質測定結果, 環境省　水・大気環境局

環境省（2018）平成２９年度公共用水域水質測定結果, 環境省　水・大気環境局

中瀬浩太, 林 英子 (2002) 埋立地に造成した人工干潟の環境変化と環境管理 東京港野鳥公園の事例, 海洋開発論文集, 18, 31-36.

二瓶康雄, 重田京助, 伊藤雅人, 星野彰成, 福田昌洋, 加藤靖之 (2009) 東京湾流入河川における土砂輸送・底質環境特性, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.B2-65(1), 1171-1175.

日本水産資源保護協会（2018） 水産用水基準第 8 版, 103-105.

鈴木高二朗（2013）東京湾の海水交換と貧酸素化に及ぼす淡水流入と風の影響について, 港湾空港技術研究所資料, 1276.

水産庁（2013）二枚貝漁場における問題点と環境改善技術, 二枚貝漁場環境改善技術導入のためのガイドライン, 3-11.

玉井恭一 (1982) 大阪湾におけるスピオ科の多毛類 Paraprinospio sp.(A 型)個体群の季節変動と成長, 日本水産学会誌, 48(3), 401-408.

東京湾のマナマコ漁と貧酸素水塊について

The effects of oxygen deficient waters to the fishery landing of Japanese sea cucumber *Apostichopus armata* in Kanagawa coastal area of Tokyo Bay

秋元清治*・草野朱音・菊池康司・小林美樹
Seiji AKIMOTO*, Akane KUSANO*, Kouji KIKUCHI* and Miki KOBAYASHI*

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: akimoto.b550@pref.kanagawa.jp

Kanagawa Prefectural Fisheries Technology Center, Jougashima, Miura, Kanagawa 238-0237, Japan

1　マナマコ漁と禁漁の経緯

マナマコ *Apostichopus armata* の市場は中国の経済成長に伴い 1990 年代から中国を中心に急速に成長し，価格の急騰により日本産マナマコの漁獲量, 輸出量が急増した（中島 2010, 渋谷ほか 2018）。東京湾の神奈川県沿岸においても，かつてはマナマコを対象とした漁業は行われていなかったが，需要の高まりによる単価の高騰を受け，横須賀市東部漁業協同組合（横須賀支所）及び横浜市漁業協同組合（柴支所及び本牧支所）所属の小型底びき網漁船が，それぞれ 2003 年，2005 年から本格的にマナマコ漁を行うようになった。3～5 月の春先に営まれるマナマコ漁は，主要漁獲対象種のシャコやマコガレイの不漁が続く小型底びき網経営体にとって貴重な収入源となってきたが，その漁獲量は獲りすぎなどの影響もあり（神奈川県水産技術センター 2016），（菊池ほか 2018），横須賀支所では 2007 年の 72.9 t，柴支所では 2011 年の 45.4 t，本牧支所では 2010 年の 58.8 t をピークに減少している（図 1）。このうち漁獲の低迷が著しい横浜市漁業協同組合の両支所では，資源の回復を図るため，2015 年から 2017 年までの 3 年間，マナマコ漁場（図 2）において禁漁を実施した。

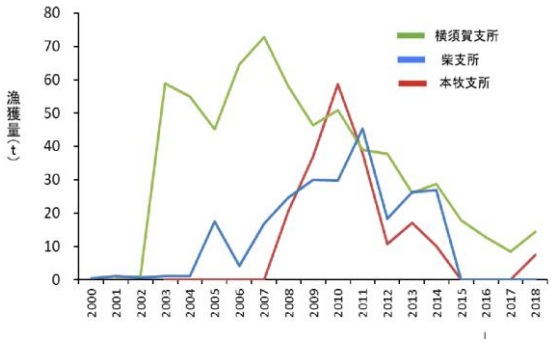

図 1. 底びき網漁業によるマナマコ漁獲量

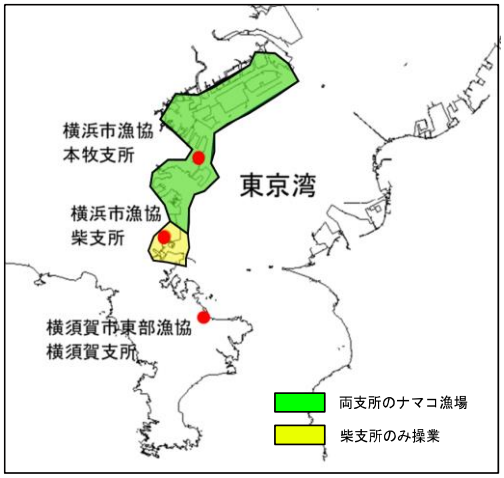

図 2. 横浜市漁協のマナマコの漁場

2　資源の回復状況

3 年間の禁漁の後, 横浜市漁業協同組合の 2 支所のうち本牧支所は 2018 年にマナマコ漁を再開した。3 年間の禁漁の効果を検討するため，標本船等の操業時間を用いて CPUE（kg/h）の変化から Delury 法によって 2012 年，2013 年，2014 年及び 2018 年の各漁期における漁期開始時の初期資源量（t）をそれぞれ求めた。さらに推定された初期資源量，各漁期における漁獲量（t）　及び前者から後者を引くことで求めた漁期終了時の獲り残し

資源量（t）から計算される資源増加率（%）（（翌漁期の初期資源量÷前漁期の獲り残し量）×100）を図 3 に示す。禁漁前の資源増加率は，2012 年→2013 年が 563%，2013 年→2014 年が 306%と高かったのに対し，禁漁後の 2014 年→2018 年の資源増加率は 109%と非常に低く，3 年間の禁漁効果はほとんど見られなかった。

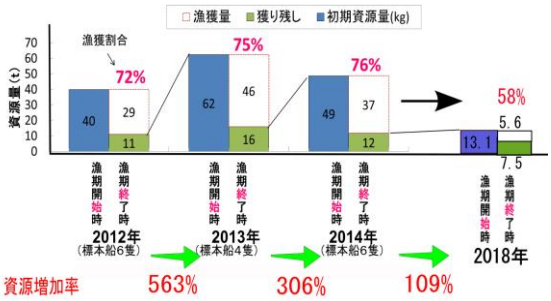

図 3. 推定した初期資源量及び資源増加率

東京湾のマナマコ漁場の資源増加率については，横浜市漁業協同組合が操業する漁場（図 2）の南部に位置する横須賀市東部漁業協同組合の底びき網漁船が操業する漁場でも同様の手法で調べられている（菊池ほか 2018）。それによると横須賀市沿岸では 2014 年→2015 年 247%，2015 年→2016 年が 161%となり，これらの結果と比較しても 3 年間の禁漁にもかかわらず自然増加率が 109%というのは非常に低い値と言える。

3 資源回復が不調であった原因

3 年間の禁漁にもかかわらず資源回復が不調であった原因を探るべく，漁場の変化について検討した。比較的好漁であった 2013 年と不漁であった 2018 年の漁模様を漁業者に聞き取ったところ，2013 年漁期には根岸湾を含む南本牧ふ頭以南の漁場（以下，南部漁場と称す）はもとより南本牧ふ頭から北側の京浜運河，扇島，東扇島の周辺海域及び横浜港内の漁場（以下，北部漁場と称す）でも広くマナマコが漁獲されていた。これに対し，禁漁後の 2018 年漁期には南本牧ふ頭以南の南部漁場では漁獲が見られたが，北部漁場では，以前漁獲が見られた場所をひととおり操業したものの東扇島と扇島の間の水路周辺，つばさ橋の北部橋脚部付近を除き，マナマコはほとんどみられず漁にならなかったとのことである（図 4）。

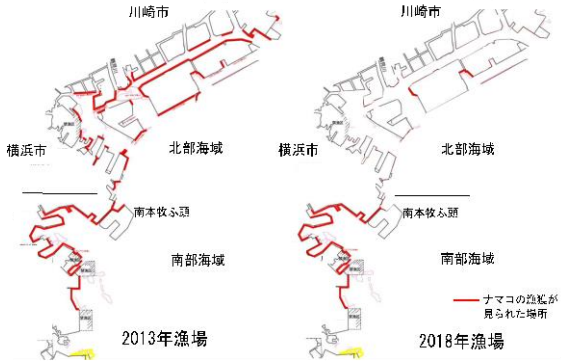

図 4. 2013 年と 2018 年のマナマコの漁場

神奈川県水産技術センターでは 2016 年から漁業調査指導船江の島丸（105 t）により前述のマナマコ漁場を含む沿岸域で 5 月から 11 月までの間，底層（海底から 50cm 上）の溶存酸素量を月 2 回調査している。それによると不漁年の 2018 年漁期の前年にあたる 2017 年の夏季は貧酸素水塊の発生状況が厳しく，8 月 22～23 日，9 月 12～14 日の観測では北部漁場の底層の溶存酸素量は 0～0.5ml/L と非常に低かった（図 5）。マナマコの貧酸素耐性については，稚ナマコで水温 28℃，酸素飽和度 10%（0.65 ㎎/L=0.46ml/L 程度と推定される）の環境下で 6 時間では半数が，8 時間では全数が死亡すること（藤崎 2019），さらに，再生産段階の貧酸素耐性評価値が 0.4 ㎎/L（0.28ml/L）とする報告がある（環境省 2014）。これら知見を考慮すると 2017 年の 8～9 月の溶存酸素量が 0.5ml/L を下回るような厳しい環境にあった北部漁場ではマナマコの生き残りが難しく，これにより 2018 年の不漁につながった可能性が考えられる。2015 年以前のマナマコ漁場における夏場の溶存酸素量については観測を実施しておらず，残念ながら貧酸素水塊がマナマコ資源に与えた影響を評価することは難しいが，横浜市漁業協同組合のマナマコの漁獲量変動を見ると 2006 年，2012 年の漁期にも大きな落

ち込みが見られており（図 1），同様に前年の夏季の貧酸素水塊の発生状況が厳しく，これが資源を減少させた可能性も考えられる。

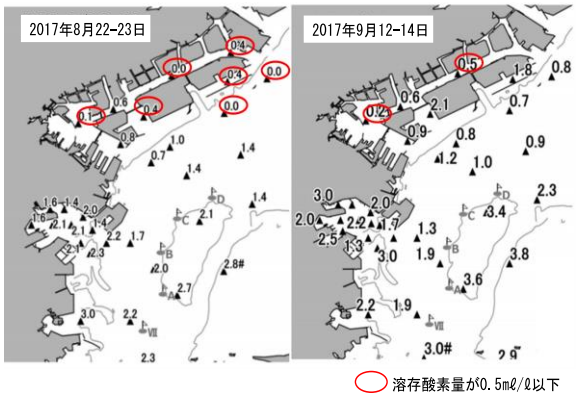

図 5.　2017 年 8，9 月の漁場底層の溶存酸素量

4　溶存酸素量を考慮した放流適地

東京湾のマナマコ漁場では様々なサイズのマナマコが漁獲される。神奈川県水産技術センターが底びき網漁船を用いて横須賀市沿岸のマナマコ漁場で実施した調査では，1,000g を超える大型のものも見られたが，250 g 以下の小型のものが 44.8%と多くを占めた（図 6）。

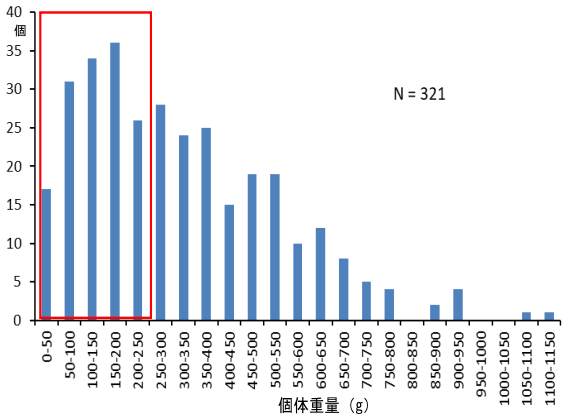

図 6．試験操業における重量別マナマコ採集数

従来，横浜市漁業協同組合本牧支所のマナマコ操業船はあきらかに出荷できない小型個体については漁場で再放流しているが，漁港に持ち帰ったものでも重量が 150～250g 程度のものや大型でも操業時に傷がついて商品価値が落ちてしまったものは出荷せずに漁港内（水深約 5m）に再放流していた。神奈川県水産技術センターでは漁港内がマナマコの放流地として適当かを検討するため，貧酸素水塊が発生する 2018 年 6 月から 11 月までの間，放流地点に近い観測点（水深 2m）において DO ロガー（ONSET 社 CO-U26-001）を用いて 30 分間隔で溶存酸素量と水温を連続観測した。観測の結果，漁港内では 8 月になると水温が 25～30℃まで上昇し，マナマコの貧酸素耐性 0.4mg/L（環境省 2014）を上回る貧酸素状態が 3 日，5 日と継続している期間があることが判明した（図 7）。この結果から漁港内では放流マナマコが生き残ることは困難と考えられたことから，同支所では 2019 年漁から本牧漁港内ではなく，夏場でも溶存酸素量が 1 ml/L（1.413 ㎎/L）を切ることがほとんどなく，実際にマナマコ漁が継続されている根岸湾に再放流することとした。

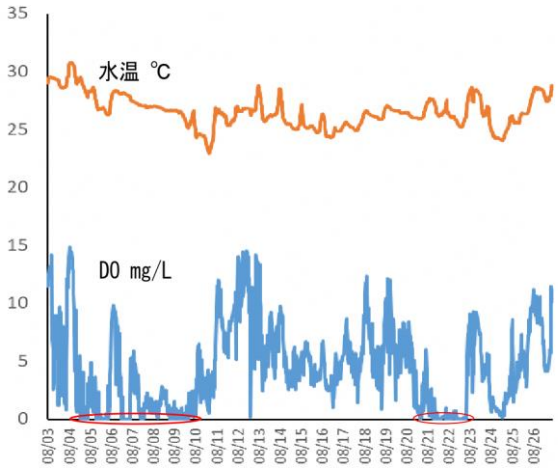

図7. 本牧漁港（水深2m）の2018年の水温及び溶存酸素量

5　資源管理の考え方

以上のとおり横浜市漁業協同組合が利用する湾奥のマナマコ漁場では貧酸素水塊の発生によりマナマコ資源が大きなダメージを受ける可能性がある。前述のとおり神奈川県水産技術センターでは 2017 年から原則月 2 回、京浜運河、横浜港、根岸湾の観測点において貧酸素水塊の発生状況を観測しているが、貧酸素水塊の発生状況は北部漁場と南部漁場で大きく異なり、南部漁場では貧酸素水塊の発生が少なくなる（東京湾溶存酸素情報

https://www.pref.kanagawa.jp/docs/mx7/cnt/f430693/p550034.htm, 2020 年 1 月 20 日）。貧酸素水塊が頻発する北部漁場の資源管理を考える場合，貧酸素水塊の発生状況により必ずしもマナマコ資源が減耗するとは言えないものの、その危険性を考えた場合，夏前にできるだけ漁獲し，大きなものは出荷し，出荷サイズに到らないものについては貧酸素水塊の影響の少ない根岸湾以南の南部漁場に放流することが合理的であろう。一方，南部漁場のマナマコ資源については夏場の貧酸素水塊によってへい死する可能性は小さいと考えられることから，資源の成長や再生産を考慮した上で資源を管理していくことが望まれる。

引用文献

藤崎 博 （2019）佐賀県玄海地区における中間育成と放流技術開発. 輸出重要種（マナマコ）資源増大等実証委託事業成果報告会資料.

神奈川県水産技術センター （2016） 平成 28 年度神奈川県水産技術センター業務報告.

環境省（2014）魚介類に対する低溶存酸素濃度の急性影響試験結果報告書.

菊池康司・小林美樹・秋元清治 （2018） 横須賀市東部漁協横須賀支所におけるマナマコの資源管理について. 神奈川県水産技術センター研究報告, 9, 1-4.

中島幹二（2010）北海道のナマコ漁業管理と栽培漁業. 日本水産学会誌, 76 （1）, 118-119.

渋谷長生･吉田渉・吉仲怜･丸山晃矢 （2018） 陸奥湾におけるナマコ資源管理の現状と課題. 弘大農生報，20，13－33.

東京湾におけるクルマエビ稚エビ着底状況

阪地英男・西本篤史（水産機構中央水研）

緒言

東京湾はかつてクルマエビの好漁場であった。千葉県と神奈川県におけるクルマエビ漁獲量は，1956 年には最大の 236 トンであったが，1968 年以降は 100 トン未満，2001 年以降は数トンにまで激減し，2017 年の漁獲量はわずか 1 トンであった。クルマエビ稚エビは干潟を着底・生育場とすることから，埋め立てによる干潟の消失が資源に悪影響を及ぼしたのであろう。しかし，東京湾の埋め立ては 1970 年代末頃までにほぼ完了していることから，その後の減少は別の要因によると考えられる。本研究ではクルマエビ資源の減少要因解明にむけ，干潟における稚エビの生息状況を明らかとすることを目的とした。

試料および方法

2018 年，千葉県市原市の養老川河口干潟において 8～10 月に，千葉県木更津市の盤州干潟北部の牛込海岸と同南部の久津間海岸において 9～11 月に，それぞれ月 1 回，干潟の水深 10～30cm の冠水部でえびかきソリネットによる生物採集と水温塩分の測定を行った。えびかきソリネットは熊手とソリネットを組み合わせた網口幅 1m の採集器具で，干潟冠水部の底生生物の採集に適している（阪地他，2019）。1 回の調査で 50m の曳網を 5 回行い，採集した生物を現場で 10%ホルマリン海水により固定した後，実験室において個体数の計数と頭胸甲長（CL）の測定を行った。

結果と考察

各調査地におけるクルマエビの採集個体数が少なかったため，データを月ごとにまとめた。平均生息密度（50m^2 あたりの採集個体数）は，8 月 0.2，9 月 1.67，10 月 0.27，11 月 1.80 であった。CL 範囲とモードは，8 月では 2.3mm（1 個体），9 月では 1.8～12.1mm（25 個体）モード 3-4mm 階級，10 月 2.4～9.4m（4 個体）モードなし，11 月 2.7～16.8mm（18 個体）モード 3-4mm 階級であった。このように，常に CL3mm 未満の個体が出現し，モードにも変化が見られず，CL7mm 以上の個体は少なかった。9 月の久津間を除く調査期間中の水温と塩分は 15.3～30.6℃ と 19.8～30.8 であった（9 月の久津間では河川水の影響により 19.1～19.5℃ と 0.8～6.6）。なお，7 月 5・11 日と 9 月 10・14 日，盤洲において人工種苗（いずれも平均 CL9.5mm）の放流が行われた。

本研究における採集個体数は少なかったが，着底サイズである CL3mm 未満の個体の出現状況から，8～11 月にわたって稚エビが着底していることが明らかとなった。人工種苗の放流日とその体サイズから，9 月に採集された CL9mm 以上のものを除いて，本研究における稚エビは天然個体と考えられた。1970 年の瀬戸内海燧灘西部（愛媛県）における 7 月の CL 範囲は 2～10mm であり，6 月に生まれた個体も含まれていた（備後灘周辺漁場開発プロヂェクトチーム，1971）。資源悪化の著しい現在では，早く産卵を始める大型の親が激減しているために産卵期の始まりが遅くなり，稚エビの出現が遅くなっている可能性がある。このため，来年度は 7 月から調査を始め，稚エビ着定期の開始を明らかにする予定である。

引用文献

備後灘周辺漁場開発プロヂェクトチーム（1971）昭和 45 年度別枠研究成果浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究.

阪地英男，羽野健志，渡邉昭生，伊藤克敏，大久保信幸，松木康祐，高橋　誠（2019）干潟域の冠水部において甲殻類を効率的に採集するえびかきソリネットの開発．Cancer，28，e123–e128.

東京湾におけるトラフグの産卵場および放流トラフグによる再生産について

山﨑哲也（神奈川水技セ）*・柳本 卓（水産機構中央水研）・鈴木重則（水産機構増養殖研）
太田智優・市川啓介・幅 祥太・佐藤真心（葛西水族園）・君島裕介（道後志振興局）

緒言

栽培漁業は放流魚が天然海で成長して漁獲加入する「一代回収型」と成長した放流魚が再生産に寄与する「再生産期待型」の 2 つがあり，これまで前者が主流であった。近年，水産資源の低迷が続く中，後者を推進していくことで資源増大を目指している。

神奈川県内では 2004 年度にトラフグの種苗放流が始まり，2006 年度から県と水産機構が連携して試験放流を行っている。近年では，県内で安定的に 2t 以上が漁獲されており，一代回収型の放流効果が現れてきた。このような中で，東京湾口部で産卵の兆候が確認されたことから（山﨑ほか 2019），本研究では産卵場の特定および放流に由来する成魚の再生産への寄与について調べた。

試料および方法

2018 年 4 月に東京湾の久里浜沖および竹岡沖にて桁網および採泥器を用いて海底から卵を採集した。採集した卵について mtDNA の CO1 領域を分析し，種の同定を試みた。

2017 年および 2018 年の産卵期（3～5 月）に東京湾内で釣獲された放流由来のトラフグ成魚（2017 年 : n＝4，2018 年 : n＝1）および同両年の 6 月に東京湾奥で採集された天然稚魚（2017 年 : n＝2，2018 年 : n=21）について mtDNA の D-Loop 領域の塩基配列を分析し，両者の塩基置換率を調べた。

結果

調査期間中に 46 粒の卵（以下，不明卵）を採取し，うち 18 粒についてトラフグ属の 4 種（トラフグ，カラス，ナメラダマシ，サンサイフグ）と塩基配列の相同性が高かった。不明卵の 18 粒および上記 4 種に加え，トラフグ属の 10 種（メフグ，マフグ，シマフグ，ヒガンフグ，クサフグ，アカメフグ，コモンダマシ，コモンフグ，ムシフグ，ゴマフグ）について，kimura-two-parameter により遺伝距離を求め，近接結合法により系統樹を作成した結果，不明卵の 18 粒とトラフグ，カラス，ナメラフグ，サンサイフグで 1 つのクラスターを形成した。

放流由来の成魚と天然稚魚とで塩基置換率を比較した結果，放流由来の成魚 2 個体に対し，0.00% の組み合わせがそれぞれ 1 組および 3 組あった。

考 察

トラフグ，カラス，ナメラダマシおよびサンサイフグは種間で遺伝的変異が非常に少なく，また関東周辺海域においてトラフグを除く上記 3 種の採集記録はないため（松浦 2017），本研究で採集した卵はトラフグであると考えられる。これまで太平洋沿岸部では伊勢湾口のみの報告であったが（藤田 1996），本研究により東京湾口部でも産卵していることが明らかとなった。

放流成魚と天然稚魚の間で塩基置換率が 0.00% の組み合わせが見られたことから，放流由来の成魚が東京湾口部において再生産に寄与している可能性が高い。

今後，分析数を増やすとともに，放流魚に由来する天然トラフグが本県沿岸で漁獲されているかについても調べ，再生産期待型栽培漁業の実証を目指していく必要がある。

引用文献

藤田矢郎（1996）トラフグの生物学．さいばい，79，15-18.

松浦啓一（2017）日本産フグ類図鑑．東海大学出版部，神奈川．127pp.

山﨑哲也，鈴木重則，市川啓介（2019）放流トラフグによる再生産の可能性と東京湾奥で採集された稚魚について．東京湾の漁業と環境，10，39.

脚注*　現所属　北海道立総合研究機構水産研究本部さけます・内水面水産試験場内水面資源部

千葉県沿岸におけるトラフグの漁獲状況と放流効果調査について

高草木将人（千葉水総研セ）

緒言

千葉県水産総合研究センターでは，2015 年度からトラフグの漁獲状況および放流種苗の移動・分散の把握，2017 年度からは放流効果（回収率）の推定に向けて調査を行っている。本報では 2018 年 12 月までの調査結果を取りまとめ報告する。

試料および方法

2001 年漁期から 2017 年漁期の千葉県全域のトラフグ漁獲量について，千葉県が構築している漁獲情報データベースを用いて集計した。

アンカータグ標識放流は，2015 年 8 月，2016 年 7 月に内湾と内房の 2 か所で実施した。放流種苗の平均全長は, 2015 年が 87mm, 2016 年が 83mm であった。内湾放流群は木更津市盤洲干潟，内房放流群は南房総市富浦の砂浜海岸で放流した。放流後，漁業者等から再捕情報を収集した。

2017 年 7 月には内湾と内房の 2 か所で，2018 年 7 月に内房の 1 か所で有機酸標識放流を実施した。放流種苗の平均全長は, 2017 年が 56mm, 2018 年が 73mm であった。放流場所はアンカータグ標識放流と同じとした。放流後，内房（竹岡），夷隅（大原）ではえ縄漁獲物を対象に市場調査を，内湾（船橋・富津）で小型底びき網，まき網漁獲物を対象に買取調査を実施し全長測定と標識の確認を行った。

結果

千葉県のトラフグ漁獲量は，2001 年漁期（4 月～翌 3 月）以降 2～5 トンで推移し，2011，2017 年漁期はそれぞれ約 7 トン, 約 11 トンと豊漁であった。地域別には夷隅，内房の割合が高かった。2016 年漁期の漁法別漁獲量は，内湾で小型底びき網，まき網の順，内房ではえ縄，定置網の順に多かった。内湾（船橋・富津）の小型底びき網，まき網は8～9月頃から0歳魚主体に漁獲量が増加し 10～11 月にピークを迎え，漁獲の大半は 12 月までであった。内房（竹岡）のはえ縄は 10 月下旬の漁期始めは 1 歳魚主体，12 月から 0 歳魚が加入した。漁獲量は 11～12 月にピークを迎え，漁獲の大半は翌 1 月までであった。夷隅（大原）のはえ縄は 11 月に漁期が始まり 1, 2 歳魚主体で 12 月にピークを迎え，漁獲の大半は 12 月までであった。

放流種苗の移動・分散について，内湾放流群は放流直後 7-9 月は内湾南部の水深 5m 以浅で 1 尾，10-12 月は内湾北部から南部の 15m 以浅で 8 尾，翌 1-3 月は内湾南部の 20m 以浅で 24 尾と相模湾で 1 尾，4-7 月は内湾南部の 25m 以浅で 6 尾の再捕報告があった。内房放流群は放流直後 7-9 月は放流場所の砂浜海岸で 65 尾（うち 64 尾が観光地曳網による），10-12 月は同じ砂浜海岸で 15 尾（全て観光地曳網）と放流場所からやや南の 10m 以浅で 10 尾，翌 1-3 月は内湾北部の 5m 以浅で 1 尾，4-7 月は放流場所の砂浜海岸で 7 尾（全て観光地曳網）の再捕報告があった。

回収率は回収途中のため推定していない。混入率については，内湾（船橋・富津）の 2017 年漁期は 0 歳魚で内湾放流群 10.7%, 内房放流群 0%, 2018 年漁期は 1 歳魚で内湾放流群 28.6%，内房放流群 14.3%であった。内房（竹岡）の 2017 年漁期は 0 歳魚で内湾放流群 0%，内房放流群 1.7%，2018 年漁期は 1 歳魚で内湾放流群 14.2%，内房放流群 8.9%であった。夷隅（大原）の 2018 年漁期は 1 歳魚で内湾放流群 0.4%, 内房放流群 0%であった。

考察

漁獲状況から，東京湾はトラフグの漁場であるとともに，未成魚期の重要な成育場になっていると考えられた。また，東京湾周辺におけるトラフグ未成魚の移動は，伊勢湾・三河湾周辺におけるそれと類似している可能性が示唆された。調査の途中ではあるが，混入率はほとんどの調査地域，年齢で内湾放流群のほうが内房放流群よりも高く，内湾の干潟のほうが内房の砂浜海岸より放流場所に適している可能性が示唆された。

東京湾に浮遊する環境DNAから魚の影を追う

本郷悠貴（水産機構中央水研）

緒言

海水中には浮遊もしくは沈殿した多細胞生物由来のDNAが存在する。環境に存在するこうしたDNAは「環境DNA」と呼ばれ，この環境DNAを分析することで，様々な水産生物を特定できることから，近年生態や水産研究分野において，簡便に情報が得られる魅力的なツールとして注目を浴びている。

環境DNAの解析方法には，ミトコンドリアの12S rRNA遺伝子を標的とした魚種を網羅的に検出する方法（Miya *et al.* 2015）がある。この方法を用いて，東京湾からどれくらいの魚種が環境DNAから検出されるのか試験的に調査を行なった。

試料および方法

調査は，2018年4月～2019年3月に，千葉県水産総合研究センターと神奈川県水産技術センターの協力の元、東京湾域の14点で表層・底層の採水と現場での濾過を行なった。海水は目合い0.7μmのGF/Fフィルターに1Lを濾過し，フィルターは凍結保存した。凍結保存したフィルターは実験室に持ち帰り，DNeasy blood and tissue kit（Qiagen）で環境DNAを抽出，精製した。 精製された環境DNAから、ミトコンドリア12S rRNA遺伝子を標的とするMifishプライマー（Miya *et al.* 2015）とPCR法によってこの遺伝子を増幅し，illumina Miseqシーケンサーによって遺伝子の配列を解読した。得られた配列データは精度の悪いデータも含まれるため，大型計算機を用いてこれを除去し，残った配列同士の相同性が97%以上の配列をクラスタリングした。クラスターの代表配列は公共データベースに登録のある魚種の配列と照合し，検出された環境DNAの同定を行なった。

結果

2018, 2019年に集まったサンプルは400サンプルとなり，これら環境DNAから魚類の検出を試みた。Miseqから約900万配列得られ，ここから，精度の良い配列同士の相同性が97% 以上のものをまとめると219の代表配列を得た。この代表配列のうち，137配列（約60%）が哺乳類を含む魚類以外の生物であり，82配列（約40%）が魚類として同定できた配列であった。この検出できた82魚種の出現頻度を採集日と定点，水深帯で表すと，カタクチイワシ，コノシロが最も多く，時期や定点、水深帯を問わず満遍なく検出された。また，スズキも多く検出されたが、表層よりも底層で多かった。

考 察

東京湾を対象に１年間の環境DNA調査を行った。解析において，82魚種の検出に成功し，場所や時期における出現頻度を示すことができた。しかし，ここで注意しなくてはならないのは，検出はあくまでも魚類の環境DNAであって，魚の実体ではない。簡便で多くの情報を得られる環境DNAではあるが，陸棲生物も検出してしまうが故に，データの解釈や魚類の存在証明が困難である。環境DNA解析は、魚の実体が証明できる調査方法や室内実験との合わせ技で活用すべき技術である。

引用文献

Miya, M., Y. Sato, T. Fukunaga, T. Sado, J. Y. Poulsen, K. Sato, T. Minamoto, S. Yamamoto, H. Yamanaka, H. Araki, M. Kondoh and W. Iwasaki（2015）MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. Royal Society Open Science, 2, 150088.

貧酸素水塊と蓄養アナゴのへい死の関係について

The relationship between oxygen deficient water and the death of conger eels *Conger myriaster* preserved in the fishing port in Tokyo Bay

草野朱音・秋元清治
Akane KUSANO, Seiji AKIMOTO

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ケ島養老子
E-mail：　kusano.3t6f@pref.kanagawa.jp

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

緒言

近年，東京湾では主要な魚介類の漁獲量が低迷しており，その原因の 1 つとして夏季を中心に発生する貧酸素水塊の影響が考えられている。神奈川県では，海洋観測によって漁業者に貧酸素水塊の分布等に関する情報提供を行ってきた（草野・阪本　2018）。これに加えて 2016 年度から，貧酸素水塊の影響緩和策の提案を目指して，ごく沿岸域を対象とした貧酸素水塊の時空間動態と発生機構の解明，水産資源及び漁場への影響の把握，漁場環境の改善手法の検討とその実効性の検証に取り組んでいる。本研究では，2018 年 7 月に横浜市柴漁港内で発生した蓄養マアナゴのへい死と貧酸素水塊の関係について，各観測データから検討した。

試料および方法

定点観測： 2018 年 5～11 月に月 1～2 回の頻度で，図 1 のとおり，横浜港内～京浜運河及び根岸湾等の 21 点（▲）と従来から観測を行っている 15 点（●）で当センターの漁業調査指導船「江の島丸」及び「ほうじょう」により定点観測を行った（草野・阪本　2018）。観測には JFE アドバンテック社製の多項目水質計（ASTD152）を使用し，表層から海底直上 0.5m までの 0.1m 毎の水温，塩分，溶存酸素量，濁度，クロロフィル量等の各データを取得した。なお，溶存酸素量 2.5ml/L 以下を貧酸素水塊とした。

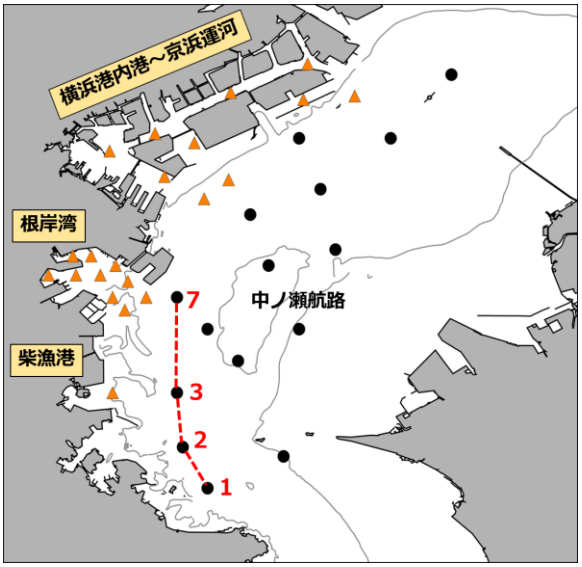

図 1. 調査船による定点観測点

根岸湾での連続観測： 2018 年 6～11 月に，図 2 のとおり，根岸湾中央部（水深 14m）に測器を設置し，連続観測を行った。観測には Teledyne RD Instruments 社製の流向流速計（ワークホース ADCP），JFE アドバンテック社製の溶存酸素計及び塩分計（AROW2-USB 及び ACTW-USB），Onset 社製の溶存酸素計（HOBO U-26）を使用し，表層から海底直上 0.5～1m までの 0.5m 毎の流向流速と表層及び底層の水温，塩分，溶存酸素量の各データを 20 分間隔で取得した。

柴漁港内での連続観測： 2018 年 5～12 月に，図 2 のとおり，横浜市柴漁港内のマアナゴの活け場に測器を吊り下げ，連続観測を行った。観測には

Onset 社製の溶存酸素計（HOBO U-26）を使用し，水深 1.5～2m の水温及び溶存酸素量の各データを 10 分間隔で取得した。

マアナゴの蓄養について：アナゴ筒漁業ではマアナゴを活魚で出荷するため，小型機船底びき網漁業で漁獲されるものの約1.5～2倍の値で取引される。漁業者はマアナゴの胃内容物を空にしてから出荷するために，図 2 に示すような漁港内の活け場で 1～2 日間の蓄養を行っている。貧酸素水塊等によって環境が悪くなるような場合には，沖の活け場にマアナゴを移すことでへい死のリスクを回避している。

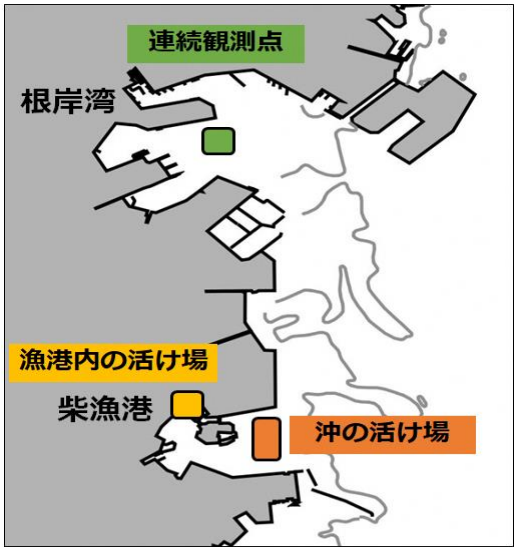

図 2. 根岸湾での連続観測点及びアナゴの活け場

結果と考察

標本船調査によると，2018 年 7 月 24 日に柴漁港沖の活け場で蓄養されていたマアナゴ 50kg のうち 30kg が死亡した。図 3 に柴漁港内の溶存酸素量及び水温の変化を示す。柴漁港内では 7 月 3 日ごろを境に溶存酸素量が減少し始め，潮汐による増減を繰り返しながら 7 月 10 日以降に 2.5ml/L を下回り，マアナゴが仮死状態に陥るとされる 1.3ml/L（大阪府水産試験場　1962）を下回る数値が数回観測された後，マアナゴのへい死が確認された。また，水温は 7 月 5 日ごろから上昇し始め，マアナゴのへい死が確認された 7 月 24 日には 30℃を超えるような高温になっていた。

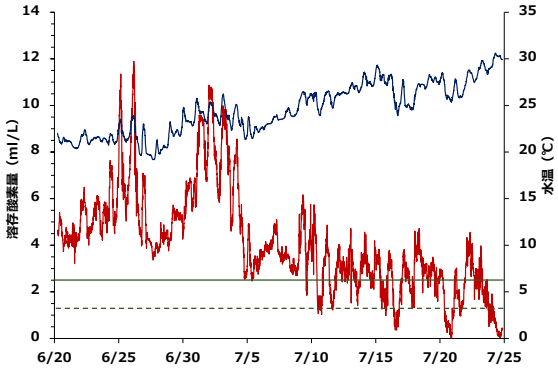

図 3. 柴漁港内の溶存酸素量（赤色）及び水温（青色）
※実線は貧酸素水塊の境界（2.5ml/L），点線はマアナゴの仮死溶存酸素量（1.3ml/L）を示す。

一方，蓄養マアナゴのへい死が発生する前後の定点観測における底層の溶存酸素について図 4 に示す。7 月 9～10 日には横浜港内～京浜運河と中ノ瀬航路の周辺に貧酸素水塊が分布しており，7 月 18～19 日にはさらに南の根岸湾及び柴漁港沖

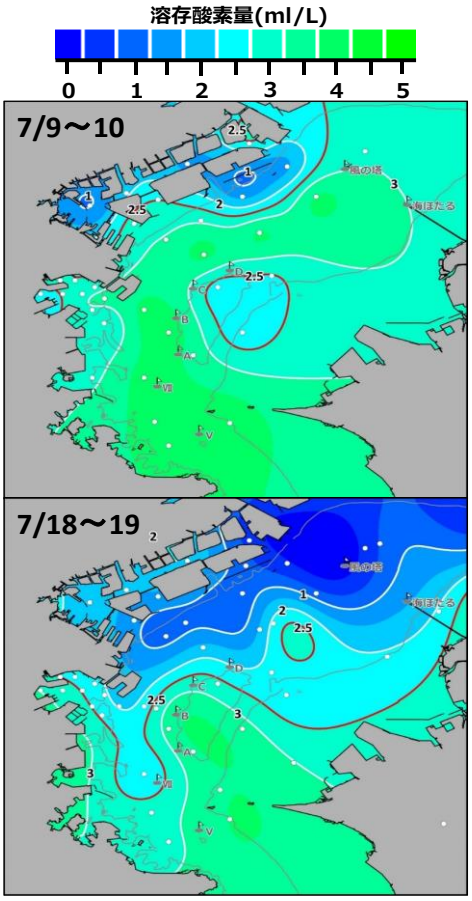

図 4. 2018 年 7 月 9～10 日（上段）及び 2018 年 7 月 18～19 日（下段）の底層の溶存酸素量の推定分布
※図中の白い点は観測点を表し，7 月 18～19 日については千葉県の観測データも使用

にまで拡大していた。また，図 5～7 に同期間における図 1 の観測点 7-3-2-1 を結ぶラインとそのラインの水温・塩分・溶存酸素量の鉛直分布を示す。7 月 9～10 日には，底層に低水温かつ高塩分の水が分布していたが，7 月 18～19 日には，底層の水温は上昇し，塩分は低下した（図 5 及び図 6）。また，観測点 7 よりも北側から貧酸素水塊が拡大もしくは南下した様子が確認された（図 7）。また，図 8 にマアナゴのへい死が発生した日の前後の根岸湾の連続観測データについて示す。根岸湾中央部でも柴漁港内の観測データ同様に 7 月 17 日から 7 月 24 日にかけて底層の溶存酸素量が減少していた。有明海では夏季の小潮時に底層の溶存酸素量が減少することが知られているが（徳永ら　2009），今回の連続観測データと潮汐を併せて検討した結果，根岸湾でも小潮前後で溶存酸素量が減少し，大潮前後で溶存酸素量が回復するような傾向が見られた。へい死が発生した時期は小潮まわりであり，溶存酸素量が減少したこと，さらに水温が 30℃を超え，マアナゴの酸素消費量が大きくなったことがへい死につながったと考えられた。

本報告の事例のように，貧酸素水塊の発生状況によってはたとえ沖の活け場であってもへい死が起こる可能性がある。これを防ぐためには，今後も貧酸素水塊の観測を重ねてデータの蓄積及び解析を行い，より適当な蓄養場所及び設置水深を検討していくことが望まれる。

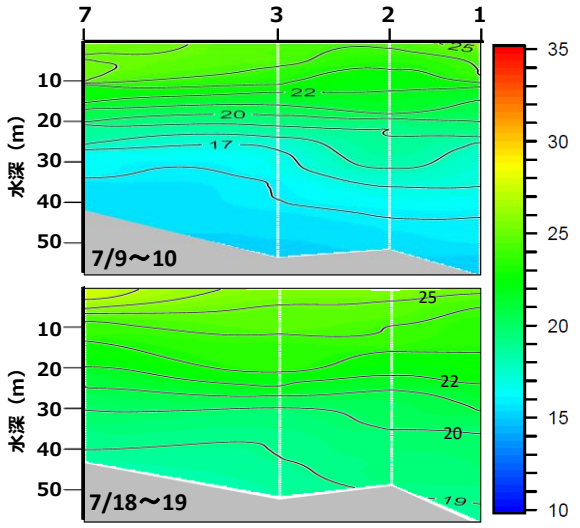

図 5. 観測ラインにおける水温（℃）の鉛直分布

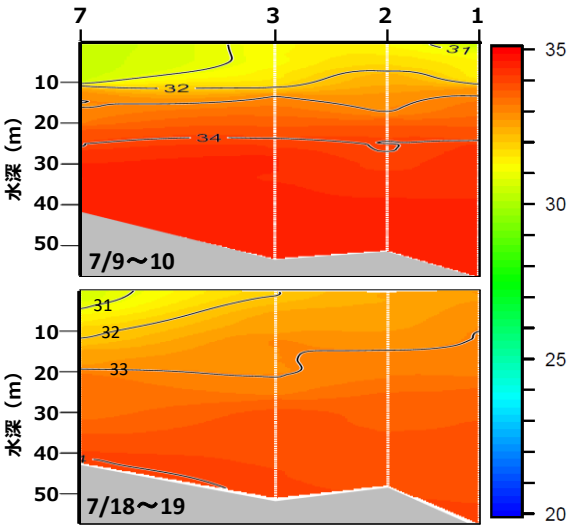

図 6. 観測ラインにおける塩分の鉛直分布

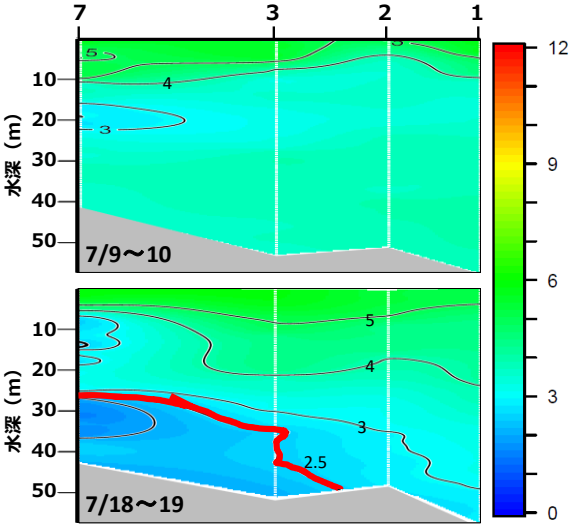

図 7. 観測ラインにおける溶存酸素（ml/L）の鉛直分布

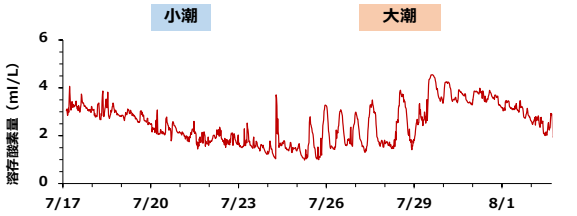

図 8. 根岸湾中央部の底層における溶存酸素量

引用文献

草野朱音・阪本真吾（2018）神奈川県における貧酸素水塊対策研究．東京湾の漁業と環境，第 9 号，3-8.

大阪府水産試験場（1962）マアナゴの陸上短期蓄養試験．昭和 37 年度大阪府水産試験場事業

報告，75-86.
徳永貴久・児玉真史・木元克則・柴原芳一（2009）
有明海湾奥西部海域における貧酸素水塊の
形成特性．海岸工学論文集，第 56 巻，
1011-1015.

貧酸素水塊と漁場との関係（予報）

岡部　久（神奈川水技セ）

はじめに

神奈川県水産技術センター（以下，水技 C）では，2005 年から海洋観測で得られた底層の溶存酸素濃度を地図上に図示した「東京湾溶存酸素情報」を漁業者向けに発行している。2015 年からは水温，塩分，溶存酸素の鉛直プロファイルを用いて貧酸素水塊の発生状況を可視化し，2017 年からは底層溶存酸素濃度の水平分布を図示することで，漁業者に利用しやすい情報の提供に努めてきた。本研究では，底層の溶存酸素濃度の水平分布データを用いて，小型底曳網の操業位置との関係を比較，検討したので報告したい。

材料と方法

2018 年 5 月から 11 月までに得られた底層の溶存酸素濃度の水平分布図を解析に用いた。また，海洋観測の当日やその前後の日に操業を行った横浜市漁協柴支所の標本船データから，小型底曳網の操業位置を調べた。前者に小型底曳網の操業位置をプロットすることにより，貧酸素水塊と小型底曳網の漁場の関係を検討した。

結果

貧酸素水塊の発達が見られる前の 5 月 23 日には，本牧の東から川崎シーバースにかけて主にスズキ，中の瀬北部ではマアナゴ，第二海保の西ではタチウオを狙った操業があった。貧酸素水塊が横浜港内や京浜運河，風の塔の北側に広がった 6 月 14 日には，本牧の東の漁場でスズキ，中の瀬の西ではマアナゴ，中の瀬南部から第二海保西ではタチウオ狙いの操業で，いずれの漁獲量も少かった。更に貧酸素水塊が中の瀬の北部まで広がった 7 月 2 日には，最北の漁場は中の瀬の西まで南下し，マアナゴ狙いの操業だった。富岡沖から中の瀬南部の A ブイ周りではマコガレイ，第二海保の西ではタチウオ狙いで，共に漁獲量は少なかった。貧酸素水塊がさらに強まって中の瀬の西側にまで南下した 7 月 18 日は，中の瀬の西でマアナゴ，中の瀬南部から第二海保の西ではタチウオ狙いの操業があった。8 月上旬には貧酸素水塊の勢力は一時衰退したが，同月下旬には再び拡大し，27 日はその影響の外側にある中の瀬の西でマアナゴ，第二海堡西や富岡前と中の瀬の東でタチウオ狙いの操業があった。2018 年に発行した東京湾溶存酸素情報で最も広く貧酸素水塊の広がりが見られた 9 月 20 日には，それを避けるように中の瀬の西でマアナゴ，同じく中の瀬の西と富岡沖から横須賀の米軍港前ではタチウオ狙いの操業があった。ごく沿岸部の欠測はあったものの，広域で貧酸素化が解消した 10 月 2 日には，中の瀬の西でマアナゴとタチウオ狙いの操業があり，米軍港前から第二海堡ではタチウオ狙いの操業が好漁であった。湾内の貧酸素水塊がほぼ解消したと見られる 11 月 19 日には，貧酸素水塊の発達時期には操業のなかった北部にも漁場が広がり，根岸湾の入り口ではシログチの好漁があり，川崎シーバースから中の瀬の北ではタチウオが漁獲された。

考察

2018 年漁期は台風の影響もあり，例年に比べて貧酸素水塊の張り出しは弱かった。そうした中，7，9 月の標本船は，東京湾溶存酸素情報を見ての出漁ではないものの，貧酸素を避けるような漁場を選択していた。また，広範囲を探るような操業ではなく，近場で得意とする魚種を狙う操業を行っているものと考えられた。

今後は貧酸素水塊と漁場位置の関係に関する検討を継続し，貧酸素の張り出しが 2018 年よりも強い場合の漁場形成の観察が必要と考えられる。また，漁業者への情報提供にあたっては，得意の漁場を他人に知られるなど，漁業者のデメリットになることなく，あくまで漁業者の漁場選択の参考になるような情報発信を模索すべきだろう。

近年の千葉県東京湾沿岸における小型底びき網漁業の実態Ⅱ
－季節による漁獲対象種の変化－

三田久徳（千葉水総研セ）

緒言

近年，東京湾では水産物の水揚げ量が著しく減少し，代替魚種の提案など，漁業者が水揚げ金額（目標）を達成できる新たなビジネスモデル（営漁計画）の提案が急務となっている。そこで、まずは千葉県東京湾沿岸における漁業の実態を正確に把握するため，筆者は前報（三田 2019）で小型底びき網漁業に着目し，各地区の許可件数，漁獲量，魚種別漁獲量割合および魚種別漁獲金額割合を明らかにした。本報告では更に解析を進め，近年の各地区代表漁協における月別魚種別平均漁獲量，月別魚種別平均漁獲金額および月別平均単価を明らかにしたので報告する。

試料および方法

前報（三田 2019）と同様に千葉県東京湾沿岸を 5 地区に区分し, 2011～2015 年（木更津地区は 2010～2015 年）の各地区代表漁協における小型底びき網漁業の月別魚種別平均漁獲量，月別魚種別平均漁獲金額および月別平均単価を千葉県が構築している漁獲情報データベースから集計した。内房地区は漁獲実績がないため, 集計対象としなかった。

結果

北部地区の代表漁協では，スズキが周年漁獲の主体であった。月別平均漁獲量は春と秋に増加し，7 月に最低値の 25 トン，11 月に最高値の 85.9 トンとなった。月別平均漁獲金額も春と秋に増加し，1 月に最低額の 10.3 百万円，10 月に最高額の 28.5 百万円となった。月別平均単価も春と秋に上昇し，1 月に最低値の 232 円／kg，　7 月に最高値の 440 円／kg となった。

木更津地区の代表漁協では，スズキ，マコガレイ，イシガレイ，マゴチが周年漁獲され，その他に 1～3 月はマナマコ，4～6 月はトリガイ，7～12 月はホンビノスガイが多く漁獲された。月別平均漁獲量は春に増加し，5 月に最高値の 22.1 トン，9 月に最低値の 4.8 トンとなった。月別平均漁獲金額も春に増加し，5 月に最高額の 6.8 百万円，9 月に最低額の 1.5 百万円となった。月別平均単価は冬に上昇し，2 月に最高値の 521 円／kg，7 月に最低値の 298 円／kg となった。

富津北地区の代表漁協では，スズキ，コウイカ（7，8 月を除く）が周年漁獲され，その他に 4～6 月はトリガイ，6～8 月はマコガレイ，9～11 月はカマスが多く漁獲された。月別平均漁獲量は春と秋に増加し，1 月に最低値の 14.2 トン，5 月に最高値の 34.2 トンとなった。月別平均漁獲金額は春～夏に増加し，1 月に最低額の 4.5 百万円，8 月に最高額の 11.5 百万円となった。月別平均単価は夏に上昇し，5 月に最低値の 315 円／kg，　7 月に最高値の 585 円／kg となった。

富津南地区の代表漁協では，1～3 月はコウイカ，ヒラメ，スズキ，11～12 月はスズキ，コウイカが多く漁獲され，4～10 月は漁獲実績があまりなかった。月別平均漁獲量は冬に増加し，7 月に最低値の 0.2 トン, 12 月に最高値の 3.3 トンとなった。月別平均漁獲金額も冬に増加し，2 月に最高額の 2.2 百万円，4 月に最低額の 0.2 百万円となった。月別平均単価は冬と夏に上昇し，9 月に最高値の 999 円／kg, 12 月に最低値の 430 円／kg となった。

考察

漁獲対象種は地区や季節により異なり，各地区の漁獲対象種は各地区の漁場特性に応じて季節的に変化していた。今後，漁労所得が最大となるような営漁計画を提案するためには，季節による漁獲対象種の分布・移動状況を把握する必要がある。

引用文献

三田久徳（2019）近年の千葉県東京湾沿岸における小型底びき網漁業の実態．東京湾の漁業と環境，10，13-19.

平成 30 年度　東京湾研究会　議事録

日　時：平成 31 年 3 月 13 日　10:30～17:00
場　所：中央水産研究所

議事

1. **開会挨拶**（中央水研　前野所長）

2. **自由課題**

（座長：山本）

・東京湾における水質の長期変動と水産生物への影響（石井）

野村：貧酸素水塊の最大規模が縮小しているということで、貧酸素水塊による被害を受けていたエリアの縁辺部については、状況が改善して来ているかもしれない。しかし、冬季の水温が下がらなくなったことに伴い、底質中のバクテリア活動が活発になることで、冬季の底質環境の悪化につながっているのではないかと疑っている。貧酸素化する初夏から秋にかけての時期ではなく、冬場の状況を観測される予定はあるか?

石井：秋から冬にかけての底生生物の回復が遅れているという印象があり、貧酸素水塊の解消の遅れと併せて、影響を及ぼしている可能性はある。但し、海底直上の継続的な観測データを取ると言われると現実的に難しいと思う。

・近年のノリ養殖漁場における栄養塩とノリ色調低下の現状（林）

牧　：2016 年位から高水温化に伴うクロダイの食害被害増加で、ノリの生産量がだいぶ低下しているということだが、ノリにとっての最適水温はどのくらい?

林　：網の張り込みが 23 度以下、収穫開始が 18 度以下といわれている。水温としては、11 月半ばには 18 度を下回るが、その後の収穫に結びついていない。また、クロダイの食害は水温が 10 度以下になるまで続く傾向がある。

牧　：高水温自体ではなく、高水温の持続に伴う食害による被害が多いということで了解した。話は変わるが、内湾と富津南を分けて示されたが、それぞれの収穫量はどの位か?

林　：富津南が主産地で、量的に優れている。

牧　：兵庫県の方から、ノリについては需要の方が高く、供給が追いついていないと聞いたことがある。東京湾においても、ノリについては、作れば作るほど売り上げが確保できるということか?

林　：その通り。全国的な不作を受けノリの単価は今年も引き続き上昇傾向にある。クロダイによる食害被害の軽減にむけて、養殖域の周りを網で囲むなど、手をかける余裕がある業者は対策を進めている。

・東京湾における貝毒原因プランクトンの出現状況（中丸）

野村：下痢性貝毒原因プランクトンの主要種である *Dinophysis fortii* ではなく、*Dinophysis acuminata* なのか?

中丸：*D. fortii* はほとんど出現せず、*D. acuminata* が主に出現する。*D. acuminata* の出現時期と、貝毒の発生時期がずれていたり、出現量と貝毒量の関係性が分からないのが現状である。

（座長：渡部）

・波・流れの制御による底質の変化と生物の応答（南部）

渡部：実験区と対照区の境界線がよくわからなかったのだが?

南部：前面に土嚢がある実験区と、土嚢がない対照区。1 か月後のデータを見ると、実験区と対象区で異なる傾向がみられているので、比較としては成立していると考える。

・東京湾奥における底質環境および底生生物の推移（今泉）

鳥羽：三枚洲の底質データを見ると、H16 年に泥から砂へとかなり大きく変わっている。こうした劇的な変化は出水イベントなどによるものと想定されるが、そうしたイベントの後は、通常、元の状況に戻っていくフェーズに入るはず。しかし、今回示されたデータからは、そうした傾向が見受けられない。根本的に何かが変わったと考えられるのだろうか?COD 指標なども、同じ時期に大きく低下していて、環境が変わったのか?

今泉：H16 年の夏季だけが泥分率が高いわけで、そこがむしろ出水イベントではないかと考えている。

鳥羽：水深は?

今泉：水深 4～5m 程度。

小林：羽田沖で貝類の湿重量が春に増えて夏に減るということで、その原因が分かれば教えてほしい。

今泉：春に増えるというより夏に減少。貧酸素水塊などが考えられる。

野村：底質の硫化物濃度が、H15 年以降、低い状況が続いている。この原因は?

今泉：特に大きな出水イベントなどは見られておらず、原因は不明。但し、他機関の調査データとも一致した傾向であり、東京湾の湾奥部における硫化物濃度は低下していると考えられる。

・東京湾のナマコ漁と貧酸素水塊について（秋元）

石井：2014 年までのナマコが採れていた時と、現在との間で、漁場周辺の貧酸素環境は変わっているのか?

秋元：3 年間の休漁にもかかわらず、今年再開された本牧支所でのナマコ漁にて漁獲がすくなかったことから、少なくとも今年は貧酸素水塊の影響が大きかったと考えられる。京浜運河内については継続的な DO のデータはないので、長期的な変化は分からない。

澤山：ナマコの生態として、貧酸素水塊が発達している夏季は、転石下で夏眠しているのではないか?

秋元：20 度を超えると、夏眠する個体や、直立岸壁を登って隙間に入り込むような個体が見られる。

澤山：漁場が岸から 50m くらいの範囲に限られるという話だったが、夏眠場所も影響している?

秋元：それもあると思う。普段は岸壁近くのカキ殻などのガラ場に多い。

中丸：潜水器の漁師さんに、岸壁周辺の漁場で写真を撮って頂いたことがある。そうした画像をみると、岸壁の基礎部分には捨て石が沢山あって、岸壁構造というよりは、岸壁に付随した構造を利用しているように見える。

秋元：神奈川側の漁場では、貧酸素水塊の影響で、DO が低下する底層では死滅してしまう。

・東京湾におけるクルマエビ稚エビ着底状況（阪地）

宇都：東京湾で非常に少なく、伊勢湾で多かったということだが、場所的な違い、例えば波打ち際の幅などに違いはあるか?

阪地：波あたりで言えば、むしろ東京湾の方が弱い。但し、盤洲干潟の場合は、干潟が広大なので、稚エビの分布が干潟全体に広がっているために密度が低下した可能性も考えられる。

岡部：神奈川県海域でもやって欲しい。東京湾のクルマエビは、中ノ瀬周辺が主漁場となっており、漁獲データについてもお見せできると思う。

渡部：クルマエビの減少要因として挙げられたウイルス病は、ホワイトスポット病のことか?感染経路としては、養殖場の排水が考えられるのだろうか?

阪地：ホワイトスポット病のこと。感染経路は特定できないが、大量の種苗が放流されていることも、１つの要因であるかもしれない。

渡部：増養殖研のある五ケ所湾にて、実験用に飼育しているが、赤潮で斃死することがあるが、天然資源に対して赤潮の影響も考えられないだろうか?

阪地：総排出量規制に伴い、赤潮の発生件数も減少傾向にあることから、赤潮の影響は小さいと考えられる。

（座長：黒木）

・東京湾におけるトラフグの初期生活史および放流トラフグによる再生産について（山﨑）

鈴木：他の産卵海域と水温・底質などが類似しているとあったが、実際にこれらの環境データも取っているということか?

山﨑：底質データは取っていない。調査時の感覚として、類似と表現した。

鈴木：今後も調査を続けて頂けるなら、環境データを取って頂ければ、産卵場の保全や探索などに役立つと思うので、是非お願いしたい。

重信：トラフグの遺伝的な多様性は分かっているか?

山﨑：成魚と稚魚の遺伝子解析については、他魚種に倣って、遺伝子の多様性が高いことが知られている d-loop 領域を使用した。

重信：集団解析をする場合、他海域から採取したデータもデータベースなどから引っ張ってきて解析すると、より細かなことが分かってくると思う。

黒木：産卵場が東京湾湾口にあることは間違いなさそうだが、相模湾や近辺に他にも産卵場がある可能性はあるか?

山﨑：東京湾湾口については、以前から漁師さんから大型のトラフグが集まるという情報提供が

あったので、今回の発見に到ったが、近辺の他のエリアについては、そうした情報も特にない状況である。

・東京湾におけるトラフグの漁獲状況と人工種苗の放流効果について（高草木）

鈴木：東京湾におけるトラフグの取り組みについては、神奈川県さんが先行している。千葉県内だけでの放流、千葉県内だけでの漁獲という話だともったいない。東京湾研究会という場を利用して、両県連携した資源利用など、踏み込んだ話を進めてほしい。

・東京湾に浮遊する環境 DNA から魚の影を追う（本郷）

秋元：12S の分析にて生物の分布を見ることが出来るということだったが、そのデータは、採水地点周辺のどの位の範囲に分布しているものを探知しているのか?

本郷：流れているので、範囲を推定することは難しい。基本的に snapshot データだと考えて頂いた方が良いと思う。

秋元：浮遊している DNA だと分解が早いという話も聞くが、その辺りはどうか?

本郷：環境 DNA の既往知見だと、6 時間で半減することが知られている。なので、現場ですぐ凍結して持ち帰り、分析をしている。

秋元：コノシロやカタクチイワシについて、分布の季節変化に関する図があった。貧酸素との絡みで、夏には減少するのかなと思っていたが、そうしたものが検知されなかったことは意外だった。

本郷：照らし合わせると、意外と対応がつくかもしれないので、ぜひ試してほしい。

石井：コノシロとカタクチイワシは表層を遊泳する魚なので、底層に分布する貧酸素水塊の影響は出にくいかもしれない。

南部：表層と底層で、真鯛の DNA が検出されたり、されなかったりするように、鉛直方向にはきちんと探知できている。秋元さんの指摘にもあったように、時間スケールでは課題が多いと思うが、空間スケールでの精度が上がれば、資源評価にも使えるのではないかと思う。

本郷：環境 DNA 分析は、新しい技術であり、現在も色んな人が技術の改善に向けて研究をされている。将来的に、資源評価にも使える技術になれば。

皆川：複数地点で検出されているということは、局所的なデータではなく、広域的なデータを拾っている可能性もありそう。例えば、対象としている魚種がいないと考えられる海域、例えば湾外の水と比較したりしないのか?

本郷：実施していない。場所によって魚種組成も異なるので、コントロールが取りにくいというのもこの技術の問題であるかと思う。

牧　：水産物の資源量と考える際に、水塊を立体的に捉えるということが重要だと思うが、1 サンプルあたりどのくらいの量の水があれば、分析には足りるのか?

本郷：今回は、1L 濾過している。濾過量を増やせば、検出される魚種数も増えると思う。

牧　：逆に言えば、1L あれば十分か?

本郷：今回のようなデータが取れる、としか言えない。

岡部：今回、環境 DNA の分析対象にして頂いたカタクチイワシは、漁獲対象ではないが、タチウオやスズキなどの餌として重要度が高いと思う。今回、広域でカタクチイワシの DNA が

検出されたということだが、実際に資源量としても多いということでいいか?

本郷：近くの釣り船がカタクチのミンチを撒いている可能性も排除できないので、一概には言えない。

鳥羽：現場で魚を調べる時には、どの位のサイズの個体が何匹いたというようなことを調べている。そうした調査と直ちに置き換えることができるような話ではないということだが、今後、どのようにブラッシュアップして、資源評価に使えるようにしていくのか?

本郷：皆さんが知りたいのは、在・不在ではなく資源量だと思う。DNA コピー量とバイオマスとの関係について、実験環境で分析が行われているが、そこで得られたデータが天然環境で、実際にどこまで信頼性があるのか怪しい。これからの技術だと思う。

（座長：西本）

・貧酸素水塊と畜養アナゴの斃死の関係について（草野）

市川(竜)：アナゴが斃死した生簀の設置水深は?

秋元：貧酸素の影響を避けるために、漁船の脇の浅いところに設置しているのが普通。ただ、漁師さんも、貧酸素水塊が張り出して危なそうだなという時には、沖の生簀に出している。

市川(竜)：生簀の設置水深が浅いということであれば、成層化している場合、表層は植プラの光合成が盛んで DO は高いはず。にもかかわらず、アナゴが斃死したということは、何か別の要因が考えられる。御提示頂いた同時期の塩分のコンター図を見ると、躍層が解消して、底層と均一化しているように見える。なので、もしかすると、混合して底から硫化水素などが上がってきて、アナゴが斃死した可能性がある。

・東京湾の貧酸素水塊と漁場との関係（岡部）

牧　：貧酸素水塊と標本船の漁獲状況に関する実況中継は珍しい。タチウオについて訊きたいのだが、関西だと秋口から漁獲が始まるイメージ。売るために獲るのだと思うが、東京湾では 6 月から漁獲されているということで良いか?

岡部：3、4 月だとマコガレイだが、5 月以降はタチウオで、12 月にかけて獲れ続ける。

牧　：初夏の時点で売れるほど大きなサイズになっているのか?

岡部：例えば、4 月に生まれたものが、暮れには 500g。2kg になるのに 2、3 年。成長が早く、なおかつ産卵期が長いので、時期に依らず、いろんなサイズが獲られている。

牧　：太刀魚のような中層を遊泳する魚種は、貧酸素の影響を受けにくいのではないか?鉛直的にイメージが湧きにくいのだが。

岡部：貧酸素水塊がある時は漁場が南下しているので、何らかの影響があるのは間違いない。

野村：貧酸素水塊の厚さというのが影響しているように思うが?

岡部：現在の観測体制では空間的な厚みは分からない。観測を続けて、漁場形成と貧酸素水塊の関係を調べたい。

黒木：伊勢湾における小底の漁場形成を見ると、水塊の縁に分布する傾向がある。東京湾においてもそういうことがあるのかなと見ていたが、そのようにも見えるし、そうでなさそうなところもある。

岡部：漁師さんは、貧酸素水塊情報を気にしていないわけではないが、今回お示しした貧酸素水

塊速報の図が公表されるのは、観測してから 1、2 日のずれがある。なので、この公表を待ってというよりは、魚探等を見ながら漁場を決めて操業していると思う。

黒木：漁場選択については、インタビューしてみれば分かると思うので進めて欲しい。

阪地：底引きの漁法について教えて欲しい。漁業許可は手繰第 1 種・第 2 種または第 3 種のうちのいずれか?

岡部：全部ビーム。

西本：同じ漁師さんが漁法・狙いを変えて操業するのか?

岡部：それぞれ得意な漁法があるので、基本的には一緒。

西本：小底とアナゴ筒との関係は?

岡部：小底と違い、アナゴ筒の方が速報を利用して操業場所を決めている。ただし、貧酸素水塊縁辺部に集まったアナゴを一網打尽にしている訳ではなく、アナゴ筒に穴が開いていて、小型魚は逃げられるように管理しており、資源への影響は軽微であると思う。標本船が 1 隻ということで、個人情報になるので扱いが難しい。

・近年の千葉県東京湾沿岸における小型底びき網漁業の漁獲実態Ⅱ（三田）

阪地：各地区、季節ごとに小底の漁法の違いはあるか?

三田：漁業者によって得意な魚種等があり、各季節で狙う魚種に応じた漁具で操業している。但し、漁具の変更は簡単ではないので、ちょこちょこ変えるものではない。

阪地：トリガイとスズキが一緒に採れているので、1 種・2 種と 3 種の方がいるのかなと思った。かつて瀬戸内海では小型のクルマエビ科のサルエビなどが採れていたと思うが、東京湾では昔からいなかったのか?

三田：昔の情報は良く分からない。富津南地区については、今でも春から夏にかけて、餌料用のサルエビを獲っているが、以前に比べて獲れなくなっているとのことだった。相対取引なので、漁獲統計に上がってこない問題がある。

秋元：各地区の水揚げをみると、いずれの地域でもスズキが大部分を占めている。東京湾全般において、餌となる底生生物のバイオマスが減っていることが報告されている中で、何を食べてバイオマスを維持しているのだろうか?あるいは餌では無い可能性もあるが、その場合、環境がスズキに特異的に良い状況だったりするのか?

三田：餌については、カタクチイワシの影響が大きいのではないか。今後、カタクチイワシが減って、マイワシが増えてくることが予想されるので、餌種も変わるかもしれない。1990 年代の後半から増えているのは、スズキやコウイカの類。マコガレイなどの底魚系は減ってきているので、何らかの環境変化はあるかと思う。

3. 全体質疑：

鳥羽：最近の東京湾は変わってきているのだろうか?例えば、昨年の研究会で宇都さんが貧酸素水塊の最大規模が縮小してきていることを示された。また、従来の研究では、懸濁態窒素と溶存態窒素の量を足すと、長期的には変動が少ないと言われていたが、近年、東京湾では植物プランクトンが減少してきたといわれる。また、そうした現象についても、現在進行形で起きているフェーズなのか、起きた後のフェーズなのか、非常に複雑だと思う。

石井：私が東京湾漁業研究所に 10 年ぶりに戻ってきた時に、以前に比べて透明度が良くなっていることに驚いた。植物プランクトンが減っていることに加えて、プランクトンの主体が渦鞭毛藻類から珪藻になってきている。クロロフィルデータが 1994 年からしかないので、過去にさかのぼって検討することは難しいが、少なくともここ 10 年で大きく変化していることは間違いない。ノリの色落ちが始まった時代には、栄養塩が枯渇してきた時に、低い栄養塩条件下でも増殖することが出来る *Eucampia zodiacus* が出現することで更なる栄養塩の低下を招くという、きれいなストーリーがあった。しかし、近年では、はじめから栄養塩が乏しい状況にある。貧酸素については、最大規模は低下してきたように見えるが、水温上昇なども含めて検討していく必要がある。

鳥羽：観測事実を並べるとそう見えるということは出発点として大事。ただ、今の状況がどういう状況で、これからどういう局面に向かおうとしているのか、仮説でも構わないので、そういう議論をしていくことも大事ではないか。栄養塩 1 つにしても、時系列で並べるとそういう話になるので、直線で見るだけでなく、N 次元で見る必要。

石井：貧酸素水塊による影響があまりに大きく、貧酸素推しで東京湾の環境を説明してきたが、他の要素も含めて、考えていかないといけない状況である。東京湾としては、陸域からの負荷量を減らすという原則があるので、それがどういう影響を与えるかということを見て行かなければならない。

4. 次年度のパンフレット作製に向けて

報告：東京湾漁業を紹介する一般向けのリーフレットを作成することを目標に、1 年間、幹事会として作業を進めてきた。しかし、更なる内容のブラッシュアップが必要であると判断し、印刷および配布は次年度以降に持ち越すこととした。内容の詳細については、次年度の幹事会を通して議論していくこととした。

5. 閉会挨拶（市川センター長）

平成 30 年度 東京湾研究会　出席者名簿

三田 久徳	千葉県水産総合研究センター	資源研究室	上席研究員
高草木 将人			研究員
石井 光廣		東京湾漁業研究所	主幹
山下 元三			主任上席研究員
林 俊裕			主任上席研究員
小林 豊			主任上席研究員
中丸 徹			上席研究員
宇都 康行			研究員
吉満 友野			研究員
今泉 洋介	東京都島しょ農林水産総合センター	振興企画室	主事
小泉 正行			臨時
稲津 友紀子	東京都環境局	自然環境部水環境課	課長代理
山下 聖子			主任
古賀 美也子			主事
秋元 清治	神奈川県水産技術センター	栽培推進部	主任研究員
岡部 久			主任研究員
山崎 哲也			非常勤職員
草野 朱音		企画資源部	技師
田村 怜子		相模湾試験場	技師
小泉 康二	静岡県水産技術研究所	浜名湖分場	上席研究員
湯口 真実	愛知県水産試験場	漁場環境研究部	技師
潮田 健太郎	横浜市環境創造局	環境科学研究所	技術職員
市川 竜也			技術職員
森 飛洋	環境省	水・大気環境局水環境課　閉鎖性海域対策室	総量規制係長
寺内 浩晃		水・大気環境局水環境課	富栄養化対策専門官
牧 秀明	国立環境研究所	地域環境研究センター海洋環境研究室	主任研究員
鳥羽 光晴	東京海洋大学	産学・地域連携推進機構	客員教授
野村 英明	東京大学	海洋アライアンス	特任助教
小倉 久子	元・千葉県環境研究センター		元職員
清水 学	水産研究・教育機構　本部	研究推進部	研究開発ｺｰﾃﾞｨﾈｰﾀｰ
養松 郁子			研究開発ｺｰﾃﾞｨﾈｰﾀｰ
南部 亮元	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
多賀 悠子			研究員
渡部 諭史	増養殖研究所	養殖システム研究センター増養殖環境グループ	グループ長
皆川 昌幸			主幹研究員
石樋 由香			主任研究員
鈴木 重則		ウナギ種苗量産研究センター	主任研究員
前野 幸男	中央水産研究所		所長
丹羽 健太郎		水産生命情報研究センター 分子機能グループ	主任研究員
本郷 悠貴		環境ゲノムグループ	研究員
伊藤 正木		資源管理研究センター	特任部長
阪地 英男			主幹研究員
黒木 洋明		沿岸資源・生態系グループ	グループ長
山本 敏博			主任研究員
福田　野歩人			研究員
澤山 周平			研究員
市川 忠史		海洋・生態系研究センター	センター長
重信 裕弥		放射能調査グループ	主任研究員
西本 篤史		モニタリンググループ	研究員

本号は平成31年3月13日に中央水産研究所横浜庁舎で開催された、中央ブロック水産業関係研究開発推進会議・東京湾研究会において発表された論文・要旨・議事録を収録したものである。

編集担当者　西本篤史・山本敏博・阪地英男

令和 2 年 3 月 9 日発行

発行人　前野 幸男

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