東京湾水質一斉調査
貧酸素水塊マップ

■底層（海底面上1m(※1)）の溶存酸素（DO）濃度の平面分布と一斉調査実施状況

【凡例】
- ：DL 0m以浅（干潟部）
- ：10m等深線
- ：20m等深線
- ：潮位観測点（東京都港湾局）
- ：東京管区気象台（気象庁）
- ：横浜地方気象台（〃）
- ：千葉測候所（〃）
- ：海上保安庁連続観測地点
- ：関東地方整備局連続観測地点
- ：下水処理施設

※数字は、平成22年度実績
晴天時の日平均処理水量(m3/日)

DO(mg/L)

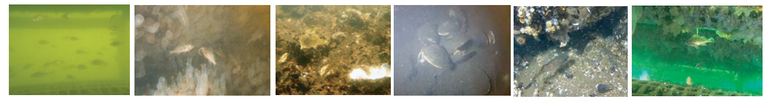
※1：海域の全データ(460地点)から、8月1日の底層DOが計測されているデータ（188地点）を抽出し作図しました。
※2：各河川名に示す数字は、上段に平成23年度の日平均流量、下段に24年8月の日平均流量を示します。
※3：一部河川においては、上段の数字が平成23年度平水流量を示しています。

隅田川 (※3) 42.3万m³/日 - m³/日
荒川 (※3) 102.8万m³/日 66.2万m³/日
中川 (※2) 517.9万m³/日 - m³/日
江戸川
江戸川第二終末処理場 32.3万m³/日
西浦下水処理場 4.9万m³/日
高瀬下水処理場 4.5万m³/日
津田沼浄化センター 6.0万m³/日
有明水再生センター 1.5万m³/日
砂町水再生センター 28.6万m³/日
葛西水再生センター 24.6万m³/日
芝浦水再生センター 53.1万m³/日
旧江戸川
花見川第二終末処理場 15.3万m³/日
花見川終末処理場 26.3万m³/日
千葉市中央浄化センター 4.6万m³/日
モニタリングポスト（浦安沖）
モニタリングポスト（千葉港波浪観測塔）
モニタリングポスト（千葉灯標）
モニタリングポスト（千葉港口第一号灯標）
森ヶ崎水再生センター 96.8万m³/日
多摩川 (※3) 270.3万m³/日 104.3万m³/日
東京国際空港 D滑走路
入江崎水処理センター 16.6万m³/日
鶴見川 (※2) 92.4万m³/日 66.6万m³/日
千葉市南部浄化センター 14.6万m³/日
養老川 (※2) 42.5m³/日 16.0m³/日
松ヶ島終末処理場 3.2万m³/日
北部第二水再生センター 9.6万m³/日
神奈川水再生センター 24.2万m³/日
モニタリングポスト（川崎人工島）
袖ケ浦終末処理場 1.3万m³/日
中部水再生センター 5.8万m³/日
南部水再生センター 14.6万m³/日
小櫃川 (※2) 58.8m³/日 - m³/日
木更津下水処理場 1.9万m³/日
君津富津終末処理場 3.1万m³/日
金沢水再生センター 16.0万m³/日
追浜浄化センター 1.2万m³/日
下町浄化センター 9.5万m³/日
10m
20m

■お台場の生物（潜水調査）

NPO日本水中科学協会・東京都

東京港水中生物研究会では、月例（毎月最終日曜日）で研究観察撮影会を行っています。今回、東京都港湾局に協力して、人工浅場を観察対象として調査しました。

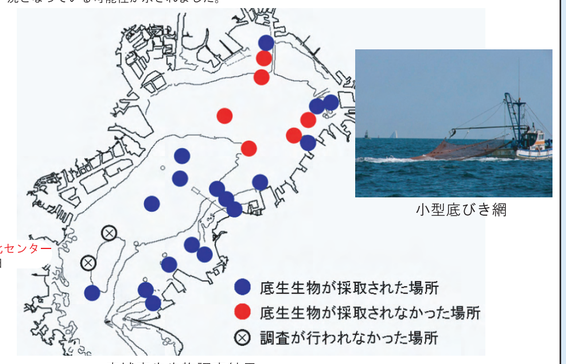


4/29 メバル稚魚が人工魚礁の内外に蝟集
5/27ユウレイボヤが急成長、メバルも大きくなった
6/24汚い付着生物が覆ってきて、魚が消えた
9/30青潮の影響で、ほとんどの生物が死滅か移動
10/28劇的な変遷。マガキ、シマハゼ、チチブも戻ってきた
11/25シマイサキの群れもメバルも魚礁に入ってきている

■広域底生生物調査

千葉県水産総合研究センター、内湾底びき網連合会、（独）国立環境研究所

平成24年8月7日および11日に共同実施された、小型底びき網を用いた海底上の生き物（底生生物）の確認調査の結果です。水深10～20m前後の千葉県側の湾奥部が底生生物の生息に厳しい状況となっている可能性が示されました。



広域底生生物調査結果

■東京湾水質一斉調査

第5回東京湾水質一斉調査は、2012年（平成24年）8月1日（水）を基準日とし、平成24年7月24日から8月20日の間に実施されました。海域・河川での環境調査、生物データ収集および環境啓発活動の実施に参加した機関は145機関で、環境調査の実施地点数は海域460点、河川等443点で、合計903地点でした。

【調査概要・速報図の入手】
・東京湾再生推進会議、東京湾のモニタリングの「東京湾水質一斉調査」より
http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TB_Renaissance/

【各機関による調査データ、調査結果の入手】
・東京湾環境情報センター、東京湾WEB-GISの「実データダウンロード」より
http://www.tbeic.go.jp/

Bay Renaissance Project 全国海の再生プロジェクト

【実施項目】

環境調査	【各機関共通調査項目】 ・海域：溶存酸素量（DO）、水温、塩分、透明度等 ・河川等：化学的酸素要求量（COD）、水温、流量 【推奨項目】 ・透明度
生物調査	・各調査機関が実施する任意の調査のデータを収集
イベント	・各機関が実施する環境保全啓発等のイベント情報を事後に報告いただく

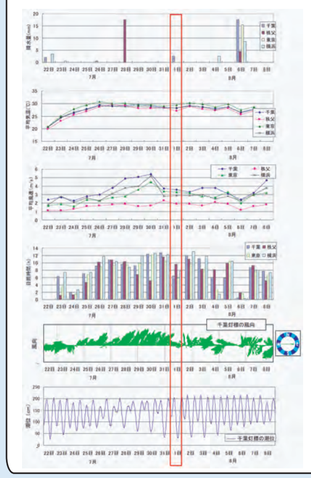
溶存酸素量（ＤＯ：ディーオー）：１リットルの水中にとけている酸素が何ミリグラムあるかで示される指標（単位：mg/L）。20度1気圧の条件で、1リットルの水に約9mgの酸素が溶けることができます。　DOが3mg/L より少ないと生物の生息に支障が出ると言われています。

化学的酸素要求量（ＣＯＤ：シーオーディー）：１リットルの水中の有機物を化学的に分解するのに何ミリグラムの酸素が必要かを示した値（単位：mg/L）。有機物の量を推計するための指標であり、水質基準のＡ類型（水浴や自然環境保全、水産利用に適する水質）の場合ＣＯＤが2mg/L以下であることが求められています。

■調査時の気象・海象（千葉、秩父、東京、横浜）

気象庁「気象統計情報」データ、千葉灯標観測データより

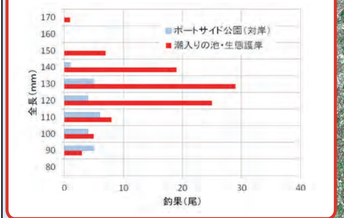
調査基準日（8月1日）の前後一週間は、風も弱く、全体に穏やかな気象条件でした。7月28日に秩父で、8月6日に千葉・東京・横浜で雨が観測されています。期間の前半には7月としてはかなり気温の低い日がありましたが、その後は平年並みかやや高い気温に落ち着いています。



■帷子川河口のマハゼ

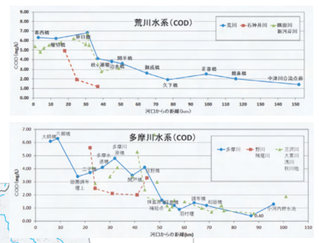
都市型干潟の楽しい使い方研究チーム

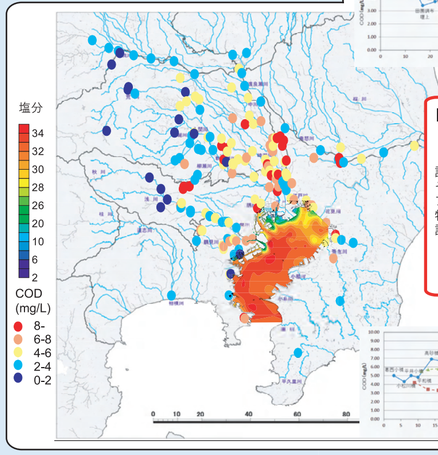
平成24年10月14日の帷子川河口での釣り調査の結果です。河口には貧酸素水塊が広がっており、潮入りの池や生態護岸のある高島水際線公園のマハゼは、河口に直接面している対岸のポートサイド公園のマハゼより大きかったことが判ります。潮入りの池等がマハゼの避難場所になっていることが示唆されます。



■陸域データ

陸域のCODデータを河川毎に整理しました。CODが流下と共に高くなっていくことが判ります。また、平面図では、海域の塩分データを重ねて表示しました。低塩分域が河川からの直接影響を強く受けている海域です。

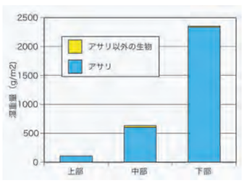




■野島干潟の底生生物調査

東邦大学理学部

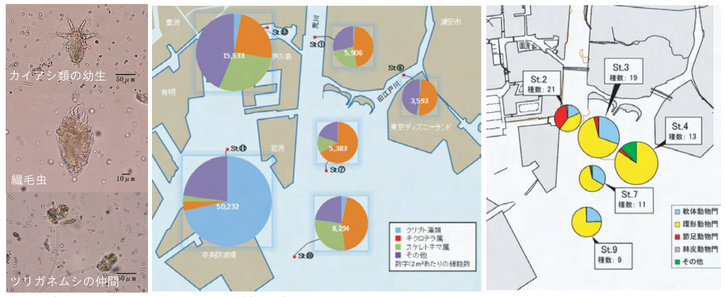
平成24年8月1日に東邦大学が実施した調査では、多くの底生生物が観察され、その湿重量のほとんどは　アサリでした。アサリは数・量とも野島干潟の代表的生物であることが示されました。
詳細は、裏面（５）を参照ください。



■荒川河口地先のプランクトンと底生生物

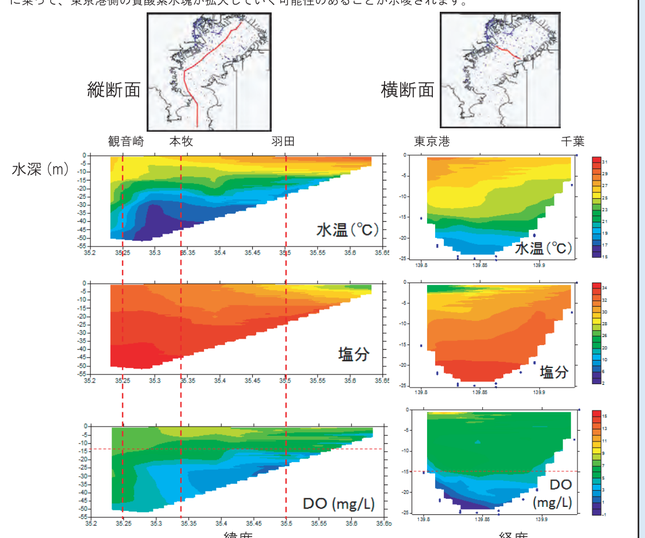
（株）日本海洋生物研究所・（株）沿岸生態系リサーチセンター

平成24年8月1日に実施された、プランクトンと底生生物調査の結果です。動物プランクトン21種、植物プランクトン37種、底生生物21種が出現しました。植物プランクトンの組成をみてみると、荒川とその河口沖の右側と左側で大きく異なることが見て取れます。



■水温・塩分・DOの縦断面・横断面図

平成24年8月1日の観測データから、縦断面・横断面の水温・塩分・DOを表示しました。強い温度成層が発達し、湾奥西岸表層に淡水に近い海水があり、海底で東向きの流れを示唆する東岸側での湧昇が見られます。この流れに乗って、東京港側の貧酸素水塊が拡大していく可能性のあることが示唆されます。



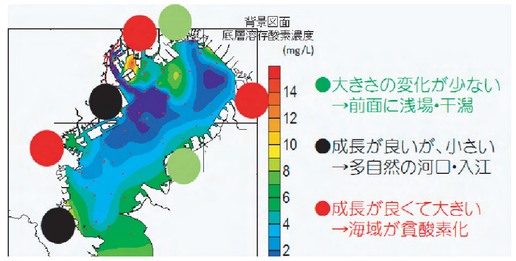
■マハゼの棲み処調査

国土技術政策総合研究所、調査に参加いただいた釣り人の方々

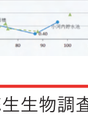
延べ240名の釣り人らの協力を得て、平成24年7月1日～9月30日に東京湾全域から、140地点、9000尾のデータを集めることができました。平均全長は7月に9 cm、8月に10 cm、9月に12 cmであり、平均釣果が1人1時間あたり20.2匹となりました。マハゼの成長パターンと地域毎の環境が、なんらかの関係を持っていることが示唆されています。

7～9月の平均全長(mm)を場所毎に整理しました。
×は、データなし、
＊は、当年魚のみの推定の結果です。

場所	7月 →8月→9月
盤洲・小糸川	87 →94→115
江戸川	99→105*→112
荒川	90→105→131
横浜	X →103→122
千葉奥	X →109→127
多摩川	76 →X→114
平潟湾	77*→85→116



マハゼの生息と環境の関係の推定結果


関東地方整備局


神奈川県水産技術センター


第三管区海上保安本部


東京海洋大学海洋科学部


（株）沿岸生態系リサーチセンター


川口市

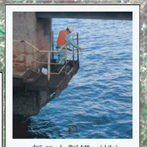

日本工営（株）


キッコーマン食品（株）


（株）地盤試験所


流山キッコーマン（株）

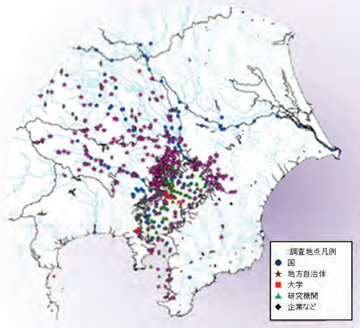

東京ガス（株）


新日本製鐵（株）

Copyright (c) Organizing Committee for Workshop of the Tokyo Bay Monitoring Campaign　2013

東京湾環境マップ

青潮・貧酸素と東京湾の生き物



いままでの実施日と調査地点数
平成20年7月2日：47機関、605地点
平成21年8月5日：148機関、749 地点
平成22年8月4日：131機関、750地点
平成23年8月3日：139機関、820地点
平成24年8月1日：145機関、903地点

本マップ・東京湾水質一斉調査について

東京湾水質一斉調査は、平成20 年度から、国・自治体・研究機関・企業・市民団体などが連携をはかり、海域及び河川の水質等を一斉に調査するとともに、環境啓発活動等のイベントを実施するなど多様な主体が連携、協働する総合的な取り組みとして実施されております。

平成24年度の東京湾水質一斉調査では、例年と同じく内湾での夏季の一般的な傾向である水温、塩分の成層の発達、湾奥部の底層に広がる貧酸素水塊の分布が観測されるとともに、発達期にある貧酸素水塊が観察されました。

本マップの作成は、東京湾再生推進会議モニタリング分科会の活動として位置付けられており、年2回のワークショップ開催、関係者の協働を通して編集・発行されております。本マップは一斉調査参加機関と共同の成果であります。

本年度は「貧酸素・青潮の発生メカニズム」「生物調査」を中心にとりまとめました。ご活用いただければ幸いです。

平成25年3月
Vol.7

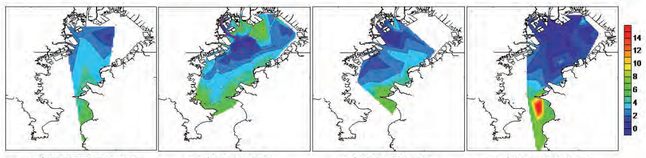
東京湾再生推進会議モニタリング分科会
九都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会
東京湾岸自治体環境保全会議

今回調査のまとめ

例年と同様、本年の調査でも湾内に貧酸素水塊が認められました、本年は、羽田沖を中心として川崎沖から品川にかけての海域と千葉港沖に強く貧酸素化した水塊が認められましたられました。この貧酸素水塊は発達期にあったと考えられます。本年は、9月末に大規模な青潮が東京港周辺を襲ったことが特記事項のひとつです。

Bay Renaissance Project 全国海の再生プロジェクト

本年の水質一斉調査基準日前後の底層溶存酸素濃度分布

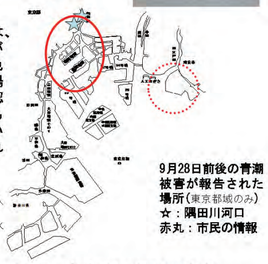


平成24年7月24−30日　平成24年8月1日　平成24年8月2−4日　平成24年8月6−9日

調査基準日（平成24年8月1日）の前後にも、水質調査は実施されており、そのデータを7月24−30日（13データ）、8月1日（182データ）、8月2−4日（38データ）、8月6−9日（47データ）に分けて作画すると上記のような分布となりました※1。断片的なデータではありますが、徐々に貧酸素の領域が拡大していく様子が見てとれることから、今回の一斉調査では、貧酸素の発達期の状況が観測されたことが判ります。

なお、一斉調査の約2か月後の平成24年9月末には、千葉港で発生した大規模な青潮が東京港にまで広がり、9月28日に隅田川河口部で臭気と海表面の変色を伴う青潮が確認された他、木場（29日）やお台場（30日）でも青潮や青潮による生物のへい死が確認されました。特に、葛西のなぎさ周辺（29日）でも多くの死魚が見られ、新木場近くではおびただしい数のハゼが浮いていたとの情報が市民から寄せられました。





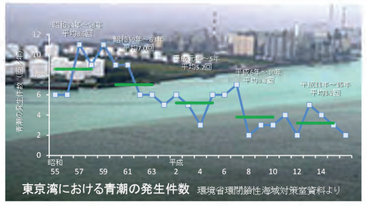
注※1：本描画にあたっては、補間の影響を最小限にするために、線形補間により、データの存在する内側のみコンターラインを記入している。
注※2：水中の酸素が少なくなった状態のとき魚が見せる行動。水表面に鼻を出して直接空気呼吸するかのような様子。

編集事務局：国土技術政策総合研究所沿岸海洋・防災研究部
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 Tel. 046-844 5026
E-mail: furukawa-k92y2@ysk.nilim.go.jp

リサイクル適性Ⓐ
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

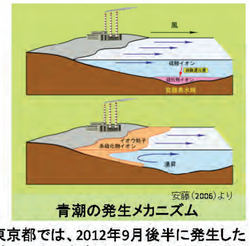
（1）青潮の発生メカニズム

東京湾の青潮は、有機物の海底への堆積、底層海水の貧酸素化による硫化水素の溶出、風による湧昇流など、複雑な要因で発生します。近年青潮の発生は減ってきているものの予断を許さない状況であるとともに、従来の発生地域である湾奥（千葉港から船橋沖）だけでなく、東京港側でも発生する可能性が指摘されており、継続したモニタリング、対策が必要です。
（東京都・いであ株式会社）



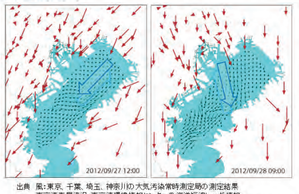
東京湾での青潮は、千葉港、稲毛海岸、船橋地先などを中心に、発生しています。昭和60年まで年10回弱の発生回数は、徐々に少なくなってきているものの、いまだ、年数回の発生が続いており、予断を許さない状況と言えます。

写真は千葉港で発生した青潮（東京湾環境情報センター）

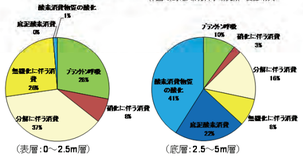


青潮の発生メカニズム

青潮の発生原因の一つは、底層に堆積した有機物分解の過程で、海水が貧酸素化しているときに、硫酸還元により硫化水素が溶出することです。それが風を原因とする流れなどで表面に湧昇し、空気と触れることにより酸化して硫黄粒子などがコロイド状に析出します。これが太陽光を乱反射し、乳白色に発色します。



出典：風：東京、千葉、埼玉、神奈川10 大気汚染常時測定局の測定結果
東京湾奥層流況：東京湾環境情報センターの潮汐短波レーダ情報
作図：東京都環境科学研究所　安藤晴夫



（表層：0～2.5m層）　（底層：2.5～5m層）
お台場での酸素消費の原因についての解析結果

東京都では、2012年9月後半に発生した青潮について解析を行い、以下の2つの可能性を指摘しています。

①従来、千葉を中心に発生している青潮が、今回東京港で起きたのは、9月27日～28日に卓越風が北西方向に変わり、底層に蓄積した大規模な貧酸素水塊が湧昇したことによる。

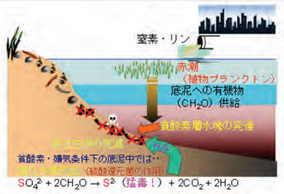
②物質循環の解析により、お台場などで、底泥による消費、分解に伴う酸素消費とともに、近隣の海域からの酸素消費物質（赤潮プランクトンなど）が流れ込んでいることも底層での酸素消費の大きな原因となっている。

これらのことは、今後も、東京港周辺での青潮の発生の可能性があることを示しており、継続したモニタリングが必要です。

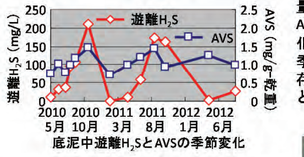
（2）硫化水素の影響

底泥中で生成される遊離の硫化水素（H_2S）は、魚類や底生生物に対し強い毒性を示します。東京湾奥部の無酸素域の底泥直上水ではこの硫化水素が検出されました。また底泥間隙水では200 mgS/Lを超えるような遊離のH_2Sが検出されました。東京湾奥部で毎夏、底生生物が全く観られなくなるのは貧酸素水塊とともに、この強毒性の硫化水素が底泥中に高濃度で蓄積されることによるものと考えられます。
（独立行政法人国立環境研究所）

東京湾奥部等の海底でひどい貧酸素状態が続くと、海水中に大量に含まれる硫酸イオン（SO_4^{2-}）が底泥中の硫酸還元菌により硫化水素（H_2S）に変換されます。生成した硫化水素の大部分は底泥中の鉄分と結合し硫化鉄（FeS）となっていますが、余りに多くの硫化水素が生成されると鉄と結合せずに遊離の状態で間隙水中に存在するようになり、さらには直上水にも溶け出してきます。この遊離の硫化水素は猛毒である上に、(1)のコラムで説明されている青潮の原因物質となります。



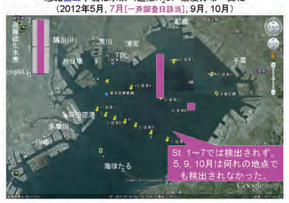
東京湾奥部の定点で底泥中の遊離の硫化水素、行政調査でもよく測定される酸揮発性硫化物（AVS）、それに底生生物の現存量のモニタリングを行ってきましたが、AVSは季節変化が少ないのに対し遊離の硫化水素は夏～秋季に顕著に高くなるという季節変化を示しました。また底生生物の現存量は遊離の硫化水素の濃度が高くなるほど少なくなる傾向を示しました。



底泥中遊離H_2SとAVSの季節変化

平成22年～24年まで東京湾奥部で採泥した試料間隙水中の硫化水素を測定したところ、最大220 mgS/Lに達していました。

平成24年7月30日に東京湾奥部で底泥直上水を採取し硫化水素を測定したところ、底層が無酸素状態となっている地点から硫化水素が2 mgS/L程度検出されました。



底泥直上中硫化水素（遊離H_2S）濃度分布・変化
（2012年5月、7月[一斉調査自該当]、9月、10月）

まとめ

•東京湾奥部では底泥中の硫化水素（遊離）は夏季から秋季にかけて顕著に蓄積し、底層の海水中から直接検出される場合もあります。
•硫化水素の蓄積が底生生物の生息状況に悪影響を与えることから、さらなるデータ蓄積・検討が必要です。

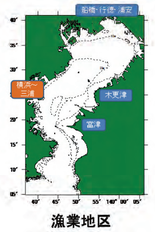
共同研究者：管原庄吾、清家 泰（島根大学大学院）、堀口敏宏、東 博紀、古市尚基、金谷 弦、中村泰男（国立環境研究所）

国立環境研究所

（3）東京湾の底びき網漁業の現状

東京湾では現在、千葉県、神奈川県の底びき網漁船が400隻弱操業している状況であり、漁業者は、貧酸素水塊の長期化（発生時期が早くなり、遅くまで残る）、発生海域の拡大を感じており、それが、操業にも影響を及ぼしています。

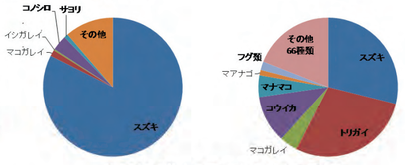
千葉県の漁業者は、内湾底びき網研究会連合会を構成し、マコガレイの稚魚調査、貧酸素調査、神奈川の漁業者との交流会など様々な活動を行っています。
（東京湾漁業研究所・内湾底びき網研究会連合会）



漁業地区

千葉県北部地区（浦安、市川、船橋）
ほとんどがスズキ
この他に、コノシロ、マコガレイ
トリガイなどを漁獲

千葉県南部地区（木更津、富津）
スズキ、トリガイ、マコガレイ
コウイカ、マアナゴなどを漁獲



漁獲対象物（千葉県の底びき網漁船）

現在、東京湾での底びき網漁船は、千葉県の漁船が約270隻、神奈川の漁船が約100隻操業しており、漁獲対象は千葉県北部地区ではほとんどスズキ、千葉県南部地区では多種（主にはマコガレイ、スズキ、コウイカ、トリガイなど）、神奈川県はシャコが主体です。また、資源保護のため週2日の休業を実施しています。

昔は、船橋では漁獲物のほとんどはカレイ類でありました。これらが取れなくなったのは貧酸素、青潮が原因ではと考えられています。


マコガレイ


コウイカ


スズキ

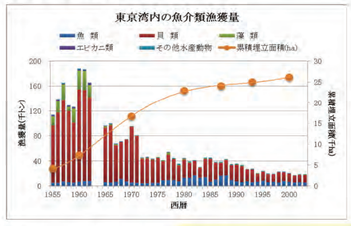
＜内湾底びき網研究会連合会＞
貧酸素水塊などの問題がある中、漁獲維持、増加のため様々な活動を行っています。
設立年：平成14年、構成員：浦安～富津までの底びき網漁業者44名
活動内容
－各種調査の実施
　マコガレイ稚魚分布調査（毎月1回）、貧酸素水塊調査（5～10月に毎月2回）
－ 神奈川県の漁業者との交流会の実施（毎年1回）
－ 研修会の実施（毎年1回、研究活動の報告、講師による勉強会）
－ 先進地への視察

（4）漁業の再生に向けて

東京湾研究会：提言「*江戸前の復活！東京湾の再生をめざして*」
・現状のレビュー：干潟・浅場の漁業が中心だった昭和初期 → 2万トン弱，4500人の現状
・魚種ごとの課題整理 → 重要度・深刻度・情報量
資源低迷が深刻な状況 → 貧酸素水塊の解消，干潟・浅場の再生を！

東京湾研究会（平成19年度～）
- 東京都島しょ農林水産総合センター，千葉県水産総合研究センター，神奈川県水産技術センター，水産総合研究センターにより構成
- 漁業再生に向けた水産・海洋研究の充実と推進に資することを目的としている

現在の漁獲量：約1.8万トン(2005)
- 最大漁獲量1960年，18万トン
- 60年代前半まで：9割以上貝類・藻類
- 70年代中盤以降：魚類の漁獲量増加
- 80年代：魚類最大漁獲



課題整理表の作成
- 魚種ごとの課題の整理
- 一般にも分かり易いように
- 東京湾の漁業に関する問題の共通認識を作る

現　状
- 主要漁獲対象種27種中，15種（約6割）が資源低迷が深刻
- 影響要因：貧酸素水塊（18種）と場の減少・消失（14種）
- 資源回復に干潟，浅場の造成、覆砂などの底質改善が有効（15種）

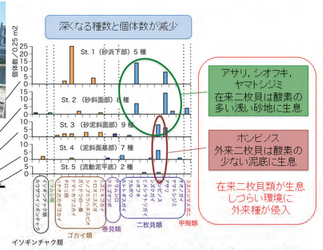


課題整理表の対象種（全27魚種）：
マコガレイ，マアナゴ，ハマグリ，ノリ，シャコ，アサリ，マハゼ，ナマコ，トリガイ，スズキ，コウイカ，ミルクイ，マダコ，ホンビノス，タチウオ，サヨリ，コノシロ，クルマエビ，タイラギ，シバエビ・サルエビ，ウナギ，イシガレイ，アカガイ，アユ，シラウオ，アオギス，ガザミ類

（5）生物の観察結果

東京湾に残ったり、再生された海岸線での生物調査からは、貧酸素化により生物生息が脅かされている様子や、外来種が侵入してきている様子などが観察されています。生き物と水質がどのような関係があるのかを体験的に知るという意味でも、生物の観察を一斉調査に定着させていく必要があります。
（東邦大学理学部東京湾生態系研究センター、東京港水中生物研究会）





東京港水中生物研究会は、東京都港区のお台場海浜公園において、定期的に潜水調査をしています。調査が開始されたのは1978年のころであり、40年近くの継続調査をしてきました。今まで観察された生き物は、全体で約90種、その内13種が外来種となっています（上右図）

夏場の調査では、貧酸素化により生物が大量へい死を起こしている場合もあります。そのような場合には、硫化水素を使って成長する硫黄細菌が増え、海底が白くなっている状況も盛られます（右図）。

東邦大学理学部東京湾生態系研究センターでは、神奈川県横浜市金沢区の野島の干潟南端部において、生物定量調査を実施しました。

アサリは数・量ともに野島干潟の代表的生物であることが示されるとともに、浜の上部には生物が少ないことが示されました（下図）。

個体数の最優占種はアサリ、上部の浜は生物が少ない



このように色々な生き物がいることを示すことが、生物の多様性のわかり易い評価となるので、生物に親しむような仕掛けをしていくことが大切と考えています。

2012年8月1日の野島干潟南端部生物定量調査結果（25×25cm,深さ10cmを各場所で3回採集）

報告者：東邦大学理学部東京湾生態系研究センター　風呂田利夫教授

（6）高島水際線公園での市民調査

生き物の調査を「楽しみながら」実施する試みが、NPOを中心とする研究グループにより行われています。10月14日には、干潟と潮だまりを有する高島水際線公園にて、市民参加型調査「生き物の棲み処さがし」が行われました。（都市型干潟の楽しい使い方研究チーム）

横浜市みなとみらい21地区の帷子川（かたびらかわ）河口に「高島水際線公園」が完成し、2011年5月より一般開放されています。この公園を「楽しく」利用していくために、市民、企業、専門家が集まり月1回の観察会が2012年6月より行われています。

観察会では、様々な調査メニュー（生物リスト作成、リスクマップ作成、曳き網調査、公開調査等）を掲げ、参加者が自ら工夫しながら活動を行ってきました。

観察の結果、干潟には多くのゴカイ、ソトオリガイ、アサリ、シジミなど、潮入りの池や潮だまりにはテナガエビ、ハゼなど、護岸にはベンケイガニなどの生息が確認されました（右図）。

平成24年10月14日には、干潟でゴカイを掘り、それを餌にしてエビ釣りやハゼ釣りをする市民参加型調査「生き物の棲み処さがしプロジェクト・第1回ハマハゼ杯」を、実施し、多くの親子連れが楽しく調査しました（下図、データは表面に記載）。

高島水際線公園の整備状況と生息生物



