

第23回 東京湾環境シンポジウム

-近年における東京湾の環境と
今後の東京湾に向けた対策・方向性-

2023年10月13日（金）
横浜大さん橋国際客船ターミナル 大さん橋ホール

主催：国土交通省 国土技術政策総合研究所
後援：東京湾再生官民連携フォーム
東京湾の環境をよくするために行動する会

目次

第23回 東京湾シンポジウム 近年における東京湾の環境と今後の東京湾に向けた対策・方向性

●開会挨拶	-----	1
国土技術政策総合研究所 副所長 永井 一浩		
●趣旨説明	-----	2
国土技術政策総合研究所 海洋環境研究室 岡田 知也		
■講演		
◆第一部 近年の東京湾の環境◆		
1.干潟観察「シオフキガイ」いません	-----	5
活き活き東京湾研究会 大野 幸正		
2.黒鯛の釣り人から見た、東京湾 2023	-----	9
東京湾黒鯛研究会 下道 衛		
3.東京湾奥の魚類調査結果の報告	-----	13
東京都環境局 朝倉 広子		
■質疑応答①	-----	17
◆第二部 今後の東京湾に向けた対策・方向性◆		
4.東京湾再生のための行動計画（第三期）の概要について	-----	20
東京湾再生推進会議事務局（海上保安庁海洋情報部技術・国際課） 服部 友則		
5.東京湾での気候変動緩和と豊かな海再生～大気・水・堆積物を巡るこれまでとこれから～	-----	24
大阪公立大学大学院工学研究科 相馬 明郎		
6.公共用水域水質測定結果から見る最近の東京湾	-----	34
国立環境研究所 牧 秀明、東京都環境科学研究所 安藤晴夫・石井裕一		
7.東京湾の履歴から「環境と生態系の修復」を考える	-----	42
東京湾海洋環境研究会（東京大学大気海洋研究所）野村 英明		
8.環境変動による生物への影響 10年前に今の東京湾の姿を想像できていましたか？	-----	50
千葉県水産総合研究センター 石井 光廣		
9.ワタリガニの移動生態に見る高水温化の影響	-----	56
（国研）水産研究・教育機構 水産技術研究所 西本篤史		

10.モニタリングから行動へ ----- 61
海辺つくり研究会 古川 恵太

■質疑応答② ----- 68

●閉会挨拶

国土技術政策総合研究所 港湾・沿岸研究部長 酒井 浩二 ----- 78

●ポスターセッション

-市民・NPO-

1.葛西海浜公園のハマグリ 2023

NPO 21世紀水俱楽部 亀田 泰武

2.お台場海浜公園 2023 江戸前の片鱗を見てくれた

東京湾水中生物研究会（日本水中科学協会） 須賀 次郎

3.篤志観測船による海洋モニタリング活動【東京湾】を活動の拠点として

特定非営利活動法人 ヴォース・ニッポン

4.東京湾の窓施設に行こう！

東京の窓プロジェクトチーム PT長 芝原 達也

-民間企業-

1.水族館の前に広がる海「西なぎさ」での調査・教育普及活動

公益財団法人 東京動物園協会 葛西臨海公園 教育普及係 宮崎寧子

2.未来の東京湾とウォーターセーフティ教育 安全に水と親しめる東京湾を目指して

一般社団法人 ウォーターセーフティープロモーション 植松正樹

3.コアマモ混抄紙による海洋バイオマスの有効利用

リンテック株式会社 事業統括本部 事業開発室 森本泰道

4.土壤中環境生態学で明日から東京湾を再生しよう

水と食とエネルギーにやさしい研究所 近藤茂

-大学・研究機関・省庁・地方自治体部門-

1.伊勢湾におけるブルーカーボンの取組について

国土交通省中部地方整備局港湾空港部海洋環境・技術課山下朋華

2.東京湾奥部における青潮発生時のpCO₂動態

東京大学 大学院新領域創成科学研究科 社会文化環境学専攻 遠藤雅実、趙悦、中村航、孫婧、佐々木淳

3.東京湾の絶滅危惧種の小さな生息場：東岸水路干潟群と養老川河口干潟

東京湾再生官民連携フォーラム生き物生息場つくり PT 再生目標生物 WG

柚原剛、風呂田利夫、秋山吉寛、野村英明

4.DX推進に向けた研究データの利活用の取り組み

環境DNAによる魚類相モニタリングと東京湾口部の環境モニタリング

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 海洋環境情報研究グループ 大倉翔太

5.市民参加型赤潮調査 Wanted: Red

東京海洋大学 海洋環境科学部門 片野俊也、気象協会 藤井直紀、

国立研究開発法人 海洋研究開発機構 吉田毅郎、勝どきアリーナ 児玉絵美、東京海洋大学 川辺みどり

6.東京湾・相模湾・駿河湾を対象とした日常的な海峡予測モデル

国立研究開発法人海洋研究開発機構付加価値情報創生部門アプリケーションラボ JCOPE グループ 美山透

7.貝殻を使った東京湾の栄養塩動態のモニタリング法

東京都市大学 理工学部 自然科学科 田中健太郎

8.東京湾沿岸域に成立するコアマモ場の環境の特徴

公益財団法人 東京都環境公社 東京都環境科学研究所 環境資源研究科 水環境研究チーム石井裕一

9.東京湾における絶滅危惧植物ウラギクのネットワーク型保全

NPO法人NPO birth/東京湾ウラギク保全ネットワーク 舟木匡志、東京湾ウラギク保全ネットワーク内山香、

NPO法人ネイチャーリーダー江東/東京湾ウラギク保全ネットワーク 阿河眞人、

明治大学/東京湾ウラギク保全ネットワーク 倉本宣

10.東京湾における流れ藻とサヨリ卵の分布

千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所 渡邊晟也

11.千葉県内房沿岸における磯焼けの現状

千葉県水産総合研究センター 生産技術研究室 小宮朋之

12.東京湾東岸の底質環境及び底生生物の生息状況

千葉県水産総合研究センター 資源研究室 田中美帆、

千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所 渡邊晟也

13.生き物生息場つくり PTによるマコガレイ産卵場調査報告

東京湾再生官民連携フォーラム生き物生息場つくりプロジェクトチーム 佐々木淳、田中美帆

14.海草のコアマモでアサリを守り育て、CO2を吸収させる

千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所 石井光廣

15.実習艇「ひよどり」による東京湾合同水質調査

横浜国立大学 比嘉紘士

◆開会挨拶

国土交通省 国土技術政策総合研究所 副所長 永井 一浩

ただいまご紹介に預かりました国土交通省 国土技術政策総合研究所の永井と申します。第 23 回東京湾シンポジウムの開催にあたりまして主催者を代表してご挨拶申し上げたいと思います。本日は多数の思ったよりも、私が思っていた以上に多数の皆様にご参加いただきまして誠にありがとうございます。

平成 12 年に 2000 年にこのシンポジウムがスタートしたということで、私ども国土技術政策総合研究所、国総研が設立されたのが 2001 年、ほぼ同じくシンポジウムと国総研が歩んでまいりました。これまで多くのご支援・ご協力をいただいて、ここまで続いてくることが出来たという風に思います。改めて感謝を申し上げます。昨年まではコロナの影響・制限もありまして、オンラインであったりとか、一旦は中止ということもありますたけども、めでたく 23 回目は一同会しての開催を迎えることが出来まして誠にうれしく思います。さて本シンポジウムですが東京湾の再生に向けて関係する多様な主体のより多面的な観点から議論されており、今年のテーマは近年における東京湾の環境と今後の東京湾に向けた対策と方向性となっています。幅広い分野の方々から、先生方から今後の東京湾の再生に向けた対策や方向性について様々な情報をご提供いただきたく機会となっております。改めて本日ご登壇いただく皆様に感謝を申し上げます。

継続は力といいます。これまで 20 年以上の関係者の皆様方の取り組みは様々な価値を生み出す東京湾の再生に向けて、確実に大きな力となってきたというふうに思います。これからも関係者の皆様で協力し合って、より良い取り組みを継続していけたらと思います。最後に本シンポジウムが皆様にとって意義の深いものとなりますように今日一日良い一日となりますように、開会の挨拶とさせていただきます。

本日はどうぞよろしくお願ひいたします。



◆趣旨説明

国土交通省 国土技術政策総合研究所 海洋環境研究室 岡田 知也

本日のシンポジウムの狙いについてご説明します。昨年、本シンポジウムにおいて、近年における東京湾の環境の変化というタイトルでシンポジウム開催しました。昨年は、様々な情報を研究機関や環境調査会社、マスメディア、漁業者、釣り人、NPOなど多様な方から情報を頂きました。その結果をこのような形で昨年度はまとめました。

水質に関しては、DO、CODに対しては2015年頃までは順調に改善傾向にあったけれども、2017年頃から改善傾向が鈍化してきている。この近辺においては透明度が低下し、CODが上昇している。海苔の養殖などの漁業権区域が設定されているII類型、III類型の海域では、DIPは海苔の生育に必要な濃度を下回るほど低下している。DINについても低下傾向が続いている。2011年頃はII類型の海域では海苔の生育に必要な濃度を下回るレベルまで低下している。この水域（湾奥部中央付近）は秋・冬季の水温が上昇していて、40年前に比べると10月の温度は3度上昇している。湾奥部のIV類型の海域はDIN、DIPとともに濃度が高い。栄養塩濃度の面的な部分は湾奥部で相変わらず高く、湾央から湾口にかけては低く、分布の偏りが顕著になっている。この水域（市原沖付近）においては透明度が向上している。全体的には依然として貧酸素化は解消されていない。貧酸素化は2000年頃から徐々に縮小してきているけれども、2015年頃からは一定になっている。盤洲付近は赤潮が減少し、透明度が向上しアマコ場が広がっている。気象に関しては7月に南風が減った。梅雨時、強い雨と晴れを繰り返すような傾向になっている。



シンポジウムの趣旨説明

国土交通省 国土技術政策総合研究所
港湾・沿岸海洋研究部 海洋環境研究室 室長 岡田 知也

昨年

近年における東京湾の環境の変化

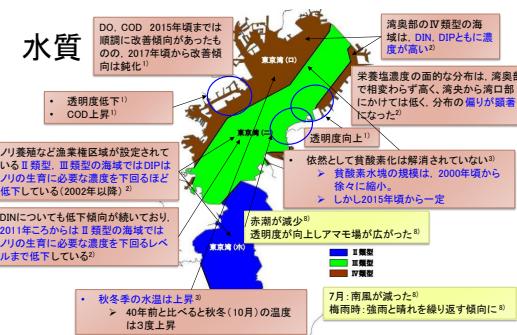
様々な情報を多様な方から頂きました

- ・研究機関
- ・環境調査会社
- ・マスメディア
- ・漁業者
- ・釣り人
- ・NPO

▶ 2 国土技術政策総合研究所 海洋環境研究室

第22回東京湾シンポジウム ～近年における東京湾の環境の変化～ において寄せられた情報に基づく環境情報マップ

- ・本情報はシンポジウムにおいて、様々な主体の講演者からご提供頂いた情報に基づいた情報です。
- ・情報は次の色付けで区別しています。
 - 論文や報告書等になっている情報
 - 複数の人、又は複数回において、1次情報として指摘されている情報
 - 1人の人、又は1回のみ、1次情報として指摘されている情報



▶ 3

国土技術政策総合研究所 海洋環境研究室

2

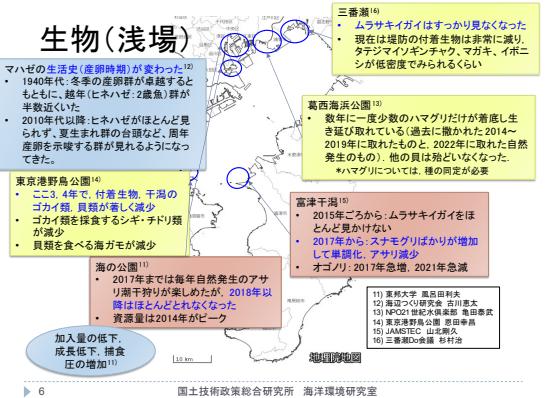
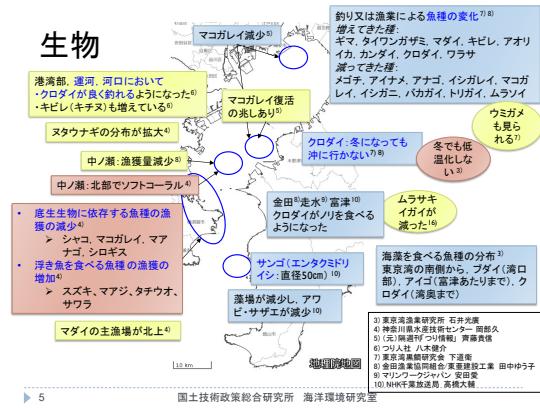
国土技術政策総合研究所 海洋環境研究室

4

生物に関しては、湾奥部、運河河口においてクロダイが良く釣れるようになった。キビレも増えている。ヌタウナギの分布が拡大し始めている。中ノ瀬では漁獲量が減少している。中ノ瀬の北部でソフトコーラルが見られるようになった。底生生物に依存する魚種の漁獲が減少している。例えばシャコ、アコガレイ、マアナゴ、白キスが減少している。浮き魚を食べる魚種が増加している。スズキ、マアジ、太刀魚、サワラが増えている。真鯛の主漁場が北上している。釣り又は漁業による魚種の変化が見られている。増えてきた種はギマ、タイワンガザミ、真鯛、キビレ、アオリイカ、カンダイ、クロダイ、サワラ。減ってきた種はメゴチ、アイネメ、アナゴ、イシガレイ、マコガレイ、イシガニ、バカガイ、トリガイ、ムラソイ。クロダイは冬になっても沖にいかない傾向がある。冬でも低温化しないことが原因として考えられる。金田、走水、富津においてクロダイが海苔を食べるようになった。その要因としてムラサキイガレイが減ったことが考えられる。こここの水域（鋸南沖）において見られるようになった。一方で、藻場が減少し、アワビ、サザが東京湾の南側からブダイ、富津辺りまで介入し、クロダイに

浅場の生物に関しては、まず、マハゼの生活史が変わった。1940 年代では冬季の産卵群が卓越するところに、ヒネハゼが半数近くいたにも関わらず、2010 年代以降においてはヒネハゼがほとんど見られなくなった。東京港野鳥公園においては、ここ 3~4 年で付着生物、干潟のゴカイ類、貝類が著しく減少した。ゴカイ類を採食するシギ・チドリ類が減少した。貝類を食べる海ガモが減少した。海の公園においては 2017 年までは毎年自然発生したアサリの潮干狩りが楽しめたが、2018 年以降はほとんど見られなくなった。資源量は 2014 年がピークだった。その要因として加入量の低下、成長の低下、捕食圧の増加が考えられる。三番瀬においては、ムラサキイガイはすっかりみなくなった。現在の堤防の付着生物は非常に減り、タテジマイソギンチャク、マガキ、イボニシが低密度で見られるくらい。葛西海浜公園においては数年に一度、少數なハマグリだけが着底し、生き延び取れている。富津干潟においては 2015 年頃からムラサキイガイをほとんど見かけなくなった。2017 年からスナモグリばかりが増加して単調化している。アサリは減少している。オゴノリが 2017 年から急増、2021 年から急減した。

このような情報を昨年度シンポジウムで頂きました。今年も引き続き昨年に續いて、近年における東京湾の環境の変化という情報を頂くとともに、今年は対策・方向性についても少しずつ深めていきたいと思い、第二部として今後の東京湾に向けた対策・方向性に関して、多様な分野の方からご意見・情報を頂きたいと考えています。



そこで、第1部においては、近年の東京湾の環境ということで3名の方からご講演いただきます。最初は【干潟観察「シオフキガイ」いません】を活き活き東京湾研究会の大野さんから、次に【クロダイの釣り人から見た、東京湾 2023】を東京湾黒鯛研究会の下道さんから、最後に【東京湾湾奥の魚類調査結果の報告】を東京都の朝倉さんから講演をいただきます。そしてその後にまとめて質疑・応答に入ります。

その後、第2部において今後の東京湾に向けた対策・方向性に対して7名の演者の方に講演をしていただきます。【東京湾再生のため行動計画（第三期）の概要について】を東京湾再生推進会議事務局の服部さんから、【東京湾での気候変動緩和と豊かな海再生】を大阪公立大学の相馬先生から、【公共用水域水質測定結果から見る最近の東京湾】を国環研の牧さんから、【東京湾の履歴から「環境と生態系の修復」を考える】を東京湾海洋環境研究会の野村さんから、【環境変動による生物への影響】を千葉県水産総合センターの石井さんから、【ワタリガニの移動生態に見る高水温化の影響】を水産技術研究所の西本さんから、最後に【モニタリングから行動へ】を海辺づくり研究会の古川さんからご講演をいただくという形で、本日は進めていきます。質疑応答はそれぞれの後ではなく、これらの講演すべてが終わったあとにまとめて受け付けます。このような形で本日は進めて参りますのでよろしくお願ひいたします。

今年

近年における東京湾の環境の変化 と 今後の東京湾に向けた対策・方向性

- ・ 昨年は、「変化」について、情報集約の会でした。
- ・ 今年は、対策・方向性についても、少しずつ深めていきたいと思います。

▶ 7 国土技術政策総合研究所 海洋環境研究室

近年の東京湾の環境

干潟観察「シオフキガイ」いません
活き活き東京湾研究会 大野幸正
黒鯛の釣り人から見た、東京湾 2023
東京湾黒鯛研究会 下道 衛
東京湾湾奥の魚類調査結果の報告
東京都環境局 朝倉広子
質疑応答＆まとめ

▶ 8 国土技術政策総合研究所 海洋環境研究室

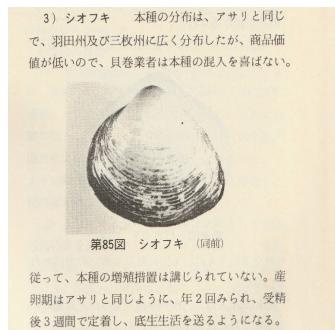
今後の東京湾に向けた対策・方向性

東京湾再生のための行動計画（第三期）の概要について
東京湾再生推進会議事務局 服部友則
東京湾での気候変動緩和と豊かな海再生
-大気・水・堆積物を巡るこれまでとこれから
大阪公立大学 相馬明郎
公共用水域水質測定結果から見る最近の東京湾
国立環境研究所 牧 秀明
東京湾の履歴から「環境と生態系の修復」を考える
東京湾海洋環境研究会 野村英明
環境変動による生物への影響
10年前に今の東京湾の姿を想像できましたか？
千葉県水産総合センター 石井光廣
ワタリガニの移動生態に見る高水温化の影響
水産技術研究所 西本篤史
モニタリングから行動へ
海辺づくり研究会 古川恵太
質疑応答・議論

▶ 9 国土技術政策総合研究所 海洋環境研究室

活き活き東京湾研究会の大野でございます。今日はシオフキガイいませんというテーマでお話をさせていただきます。スライドは、「昭和46年の東京都内湾漁業興亡史」のシオフキに関する記載でございます。商品価値が低いので、貝巻業者は本種の混入を喜ばないということで、漁獲の主対象にはなっていない貝でございます。次は同じ出典で、写真は、貝を獲ってきた船の上で業者が引き取っているところで、船に大量の貝がございます。多分、今から65年くらい前の写真です。貝類は船の上で種類と大きさを仕分けして仲買業者に渡す、という形になります。

1.1 シオフキ「東京都内湾漁業興亡史（昭和46年5月）」



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ。いません！」

『商品価値が低いので、貝巻業者は本種の混入を喜ばない。』

『産卵期はアサリと同じように、年2回みられ、受精後3週間で定着し、底生生活を送るようになる。』

（↑記事抜粋）

1

1.2 貝類取引「東京都内湾漁業興亡史（昭和46年5月）」



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ。いません！」

『2~3時間の貝巻き作業の後、漁業者は俗称がた（第191図）という貝類の選別機で貝類の大きさを仕分け（第192図）し、同時に種類分けを行う。』
『貝類を船に積んだまま集って順次仲買業者の運搬船に計量しながら採取した買いを渡す。（第193図）』 説明文抜粋

2

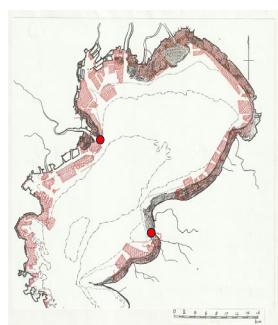
1.3 シオフキガイ_多摩川河口干潟（2004年5月、腰巻かご）



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ。いません！」

3

2.1 干潟の観察箇所と観察時期



● □の主な□箇所、2□ 東京側：多摩川河口干潟 (羽田)
千葉側：盤洲干潟 (木更津市漁協潮干狩場)
○ 観察時期、2004年~2023年
東京側：2004,2008,2017,2018,2020
(7回) 2022,2023年
千葉側：2006,2009,2011,2012,2013
(14回) 2014,2015,2016,2018,2019
2020,2021,2022,2023年

* 地図、海図W90のトレース図
黒塗：昭和30年初頭の干潟範囲
赤塗：平成10年頃までの埋立地範囲

干潟観察「シオフキガイ」いません 活き活き東京湾研究会

4

中の方が獲れますので潮干狩り場内でのこともあります。この報告では潮干狩場の内・外両方を見てるというふうにご理解ください。

多摩川河口干潟、2004年、シオフキが比較的多いという状況です。2008年も同様に比較的シオフキが多い。そして少し空くのですが、2015年ぐらいから多摩川の方でハマグリが獲れるという話も出ましたので、2017年に見に行きました。ホンビノスガイですとかハマグリがいて、シオフキもいました。2018年、シオフキガイもいるという状況です。2020年(p12)、ハマグリ、ホンビノスガイの他にシオフキもいます。小さいんです。2022年、シオフキガイ、小さいです。続きまして2023年、シオフキガイは少々という状況がありました。

3.2 多摩川河口干潟（2008年8月）比較的シオフキガイが多い
写真手前はアサリ、カガミガイ。



3.3 多摩川河口干潟（2017年5月）シオフキガイもいる。
ホンビノスガイ、ハマグリ、アサリ（稚貝あり）、カガミガイ。



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

6

続きまして盤洲干潟になります。盤洲干潟、2006年、潮干狩場の中なのですが、アサリばかりでバカガイもシオフキガイもほとんどいないという状況です。2009年、商品価値が低いシオフキガイ、これがアサリやバカガイよりも少ないという状況です。2011年、ほとんどアサリばかり。2012年、シオフキガイが少々。ここまで見ていただいたのは、潮干狩場の内になります。2013年、これは潮干狩り場外、岸から400mくらい離れたところになります。ここではシオフキガイが少々です。このツヤツヤしたのはバカガイですね。このふっくらちょっと丸みをおびているのがシオフキです。2014年、岸の近くの定点です。このように比較的大きなシオフキやアサリが岸の近くにいるのは非常に珍しいということでお見せしております。2014年はシオフキガイが少々です。2015年、ここもシオフキガイは少々。

2016年、潮干狩り場外でしたがアサリのみです。2018年、このときに確認できたのはシオフキガイ1個のみです。ハマグリとアサリが獲れました。ハマグリ、アサリは漁協が潮干狩場に放流しています。2019年、このときはハマグリが1.6kg、アサリが2.8kg獲れて、シオフキガイの確認は1個だけでした。2020年、このときの観察は潮干狩り場内だけです。ハマグリはいるなかで、シオフキガイは1個のみ。2021年、ハマグリ、アサリで2kg位持ち帰ったんですけども、シオフキガイはごく少しという状況です。2022年、この時もシオフキガイはごく少し。そして2023年、岸から470mくらい離れたところにコアマモがありました。そこで確認するとアサリがいました。しかしこの年、いろいろ調べてみましたけれど、シオフキガイはいませんでした。



4.2 盤洲干潟・木更津市漁協潮干狩場 (2009年7月)

・全般に量が少ない状況で、商品価値が低いシオフキガイがアサリ、バカガイよりも少ない。



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

7

4.5 盤洲干潟・木更津市漁協潮干狩場 (2013年7月)



・潮干狩り場外、岸から400m
・キサゴ、アサリ、バカガイ、シオフキガイ（少々）。



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

8



4.6 盤洲干潟・木更津市漁協潮干狩場 (2014年5月)

・岸近く。
・アサリ、シオフキガイ、マテガイ。
・このあたりでの出現は珍しい



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

9

4.9 盤洲干潟・木更津市漁協潮干狩場 (2016年5月)



・潮干狩り場外、岸から300m。
・アサリのみ。



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

10



4.17 盤洲干潟・木更津市漁協潮干狩場 (2023年5月)

・潮干狩り場外、岸から470m。
アサリ。



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

11

4.18 盤洲干潟・木更津市漁協潮干狩場 (2023年5月)



・今回漁獲_主に潮干狩り場内
・比較の小さなアサリが主体
ホンビノスガイ、ハマグリ
サルボウガイ各1個、計1.5kg。
※シオフキガイ、いません。

活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

12

以上の結果をざっと一覧表にまとめますと、2004年が多摩川河口では比較的多かったのが、その後は少ししかいいない。盤洲干潟では18年ぐらい前からあまりいないという状況が続いています。以上が現場からの報告になります。この後は少々おまけといった部分になります。

5.1 観察結果の一覧

観察年	多摩川河口干潟	盤洲干潟	観察年	多摩川河口干潟	盤洲干潟
2004年	比較的多い		2014年		少々
2005年			2015年		少々
2006年		ほとんどいません	2016年		アサリのみ
2007年			2017年	シオフキもいる	
2008年	比較的多い		2018年	シオフキもいる	1個確認
2009年		アサリよりも少ない	2019年		1個確認
2010年			2020年	小さいのがいる	漁獲サイズ1個
2011年		殆どアサリばかり	2021年		ごく少し
2012年		少々	2022年	小さいのがいる	ごく少し
2013年		少々	2023年	少々	いません

※ 「比較的」：アサリなどの出現頻度と比べての意味

活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

13

なぜいなかの、その要因としてはいろいろな書籍にいろんなことが書いてあります、もっとあると思ってますが、この中から私のちょっと気になった3ヶ所を、太字で記してございます。順番にご紹介します。

1番目は大雨出水ですね。多摩川の河口。こちらでは数日前に大雨が降ったのですが、干潟に行きましたら、こういったぬたぬたの泥が堆積している。そしてその付近には枯れ草とかがミズクラゲと一緒にあって干潟に堆積している、という状況でした。こういった影響は、かなりあるのではなかろうかと思います。

2番目ですね。かつての物質の循環を維持した歯車、何が欠けたのだろうということです。例えば手賀沼をイメージしてください。流入した栄養塩類で手賀沼にはアオコがたくさん増えました。それを誰も食べてくれない、だから環境で物質が回らない。アオコを食べてくれる魚介類がいて、それを漁業者が獲り上げる。そういう循環が大事なわけで、循環していれば環境の問題にはならなかつたのではなかろうかということです。

3番目。食べたあとの貝はどこにいったのか。貝殻等の処分の仕方の法律がありまして、これで見ますと「再生利用」を推奨していますが、やはり大部分は焼却、埋め立て処分だと思います。この系外に取り出されてしまった貝殻、このことも何か影響があるのではないかでしょうか。

どんなことをするかというなかでは、情報の収集がございます。過去の状況に学び、情報を共有すること、そしてみんなで考える。さらには、目的意識をきちんと持ってやっていく、大事だと思います。さらに、こういったことはチームで、みんなで考えながらやっていく、ということが大事です。そのなかで私は、漁業者の役割っていうのはとても大事であり、また、市民もやはり自分の事と思って行動していきたいと思います。

最後になりますが、東京湾のことを書いた本「東京湾 生きものと共にみる長期的なうつりかわり」のなかで小泉正行さんの言葉、非常に印象に残りましたのでご紹介します。『それにしても、河川でも湾奥でも、有り余る栄養塩が食物連鎖を通して豊かな生物生産に繋がるのではなく、ヘドロとして堆積する一方であるのは、なんと無駄遣いであることだろうか』と書いておられます。私達は次世代のためにも、これまでに破損した自然界の歯車を探り当てて、根本的な処方を行いたいものだと思います。本日はどうもありがとうございました。

5.2 なぜいなかの？・・・要因を列記してみる

- ・干潟埋め立て
- ・湾外からの海水交換量
- ・流入する栄養塩類量
- ・流入する有害物質量
- ・流入する有機物量
- ※ 特に大雨出水時
- ・流入する土砂量
- ・水質、底質
- ・水温、塩分、溶存酸素量 (DO)
- ・物質循環量
- ・食物連鎖システム
- ・貝類の餌の不足
- ・貝類を捕食する動物
- (ヒトデ類、貝類、魚類、鳥類、人)
- ・何かが足りなくなった
- ※ 食べた後の貝殻は、どこへ？
- ・風の吹き具合

活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

14

5.3 流入する有機物質量 (問題の例示)

大雨出水・土砂等の堆積 (多摩川河口干潟2023年6月6日)
降水量 (八王子) : 6月2日174.5mm、6月3日71mm

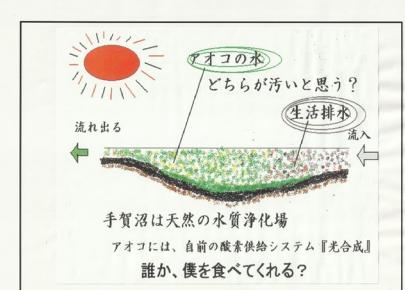


活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

15

5.4 物質循環量 (問題の例示)

かつての循環を維持した歯車は何であったのか？



活き活き東京湾研究会「シオフキガイ、いません！」

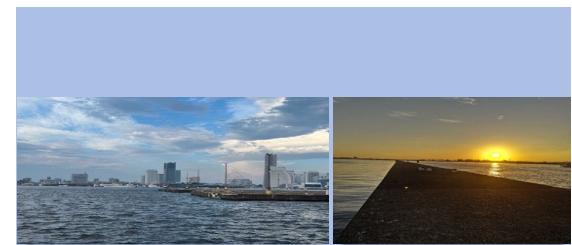
16

皆様こんにちは。東京湾黒鯛研究会の下道と申します。昨年に続いて、今年も現場で見て感じたことを釣り人の視点でお話をさせていただきたいと思っております。ただし、私達は釣り人であって学識者でもなく、学術的な知識等は持ち合わせていないのですが、釣りの現場で見て感じた肌感覚を皆様にお伝えできればと思っておりますので、よろしくお願ひいたします。

これからお話するアジェンダになります。先ずは昨年お話しました振り返りの後、エサのお話やクロダイを中心としたヘチ釣りで釣れる魚たち。そして、珍しい個体などのちょっと番外的なお話。それから東京湾黒鯛研究会の活動報告を2つほどお話させていただきます。そして最後に加速する地球温暖化と今年感じたこと、これからも、という構成でお話をさせていただきます。

最初は昨年もこの場でお話をさせていただいた振り返りを少ししたいと思います。そもそも東京湾黒鯛研究会ってなんですか？という方もいらっしゃると思います。いまから約30年前に東京湾の各地にあるクロダイの釣りクラブの代表の人たちが集まって、東京湾黒鯛研究会というものが発足され、現在は28名の方が在籍しております。活動は大きな3本柱を中心に行ってまいりました。一つ目が「動向調査」、二つ目が「普及活動」、そして三つ目が「資源確保」です。先ずは「動向調査としてのタグ&リリース」についてですが2007年で活動を終了しております。次に「普及活動としてのヘチ釣り講習会」についてですが、コロナ禍の影響で2019年から中断していたのですが、今年から復活をさせていただいております。最後に「資源確保としての稚魚放流」についてですが、諸般の事情により2020年から活動を休止している状況となっています。

右下です。ヘチ釣りをご存知ない方もいらっしゃるかと思いますので、少しご紹介をさせていただきます。写真にあるように短竿と呼ばれる3メーター弱の竿にタイコリールを取り付け、仕掛けは道糸とハリスと針にガン玉、ただそれだけのものすごくシンプルな仕掛けとなっています。そのタックルを使い



黒鯛の釣り人から見た、東京湾2023
～なんか変だぞ？ 東京湾～

東京湾黒鯛研究会 下道衛

アジェンダ

■2022年発表の振り返り その1、2	.....	P3
■エサについて	.....	P6
■黒鯛を中心としたヘチ釣りで釣れる魚たち	.....	P7
■本年度見かけた珍しい個体や番外編	.....	P8
■活動のご報告 ヘチ釣り講習会	.....	P9
■活動のご報告 初めてのイベント 黒研CUP	.....	P10
■とはいって、加速する地球温暖化	.....	P11
■本年度感じたこと	.....	P12
■これからも	.....	P13

- 2 -

2022年発表の振り返り その1

会の紹介	<p>~ 東京湾黒鯛研究会 ~ とは？</p> <p>▶ 1991年創立 ▶ 東京湾の各防波堤で活動するメンバーから構成、現在26名所属 ▶ 3本の柱を中心活動</p> <p>①動向調査： タグ&リリース (2007年終了) ②普及活動： ヘチ釣り講習会 (2019年より中断)釣り方 ③資源確保： 稚魚放流 (2020年より停止)</p>	
▶ 東京湾黒鯛研究会とは		
▶ エリア	<p>~ ヘチ釣り ~ とは？</p> <p>▶ 第二回講習会 ▶ 第二回講習会から ▶ 1月12日20時10分から出発 ▶ 1月13日10時10分帰港</p>	
▶ 釣り方	<p>▶ 「釣り」とは何か、「釣り」の体感 -ホント、釣りは読み次第 -エリを使ひりけ、四季を体感</p>	

- 3 -

堤防に付着する小生物を中心にエサとして、堤防の際に仕掛けを落とし込みながら、クロダイの居場所を探して一日中歩いてクロダイを釣る、というそのような釣り方です。

エサについてですが左上のスライドをご覧ください。カニとかミドリイガイ、それからフジツボ、カラス貝、カメノテなどがありますが、こういった堤防に付着する生物がヘチ釣りのメインのエサとなります。右上です。昨年堤防で見かけた魚たちです。冒頭、岡田さんの方から昨年の振り返りでご紹介 があったと思いますが、そういった魚たちです。下段は×がついているのですが、近年見かけなくなった魚たちで、アイナメ、ムラソイ、マコガレイなどを昨年ご紹介しました。それから右下です。こちらは、釣りを通してちょっと感じた変化を少し紹介しているのですが、クロダイを中心に、真ん中下段のところで、「ヘダイ×キビレ」、「クロダイ×キビレ」といったハイブリッド型と思われる魚をちらほら見かけるようになってきました。

ここまでが昨年お話ししましたダイジェストです。ここから今年度のお話をさせていただきたいと思います。

エサについては先ほど少しご紹介しましたが、堤防に付着する生物やそこに生息するカニとかエビとか小動物を中心に使うのですが、エサになる貝類については、先ほど岡田さんからもお話がありましたが、やっぱり年々付着量が少なくなっていると感じています。釣り人からみると付着が少なくなるエサは、非常に貴重と捉えられています。貝類とかフジツボが減ってる中では、そこに生息するカニやエビなどの甲殻類の小生物ももちろん少なくなっています。それは気候変動の影響があるのかもしれません。また、付着期間も年々短くなっているのではないか、と感じております。

堤防で釣れた魚たちをご紹介させていただきます。上段左上がキビレ、その隣がクロダイ、カサゴと続きます。これらはおなじみの魚です。下段左下で言うとメジナ、その隣がカンダイ、こちらはまだ幼魚です。その隣、これは私なのですが、こちらはカワハギで25センチぐらいですかね。時期によりこのような種類の魚たちが堤防に寄って来てくれます。右下のシロギスですが、こちらはヘチ竿とタイトリールを使ってオモリとエサを変えて釣ることが出来ます。ご覧のように様々な魚種が狙える、そのような釣りです。

2022年発表の振り返り その2

▶ 堤防に付着するエサ

▶ 釣れる時期、珍しい個体

▶ 釣れる時期、珍しい個体

- 4 -

エサについて

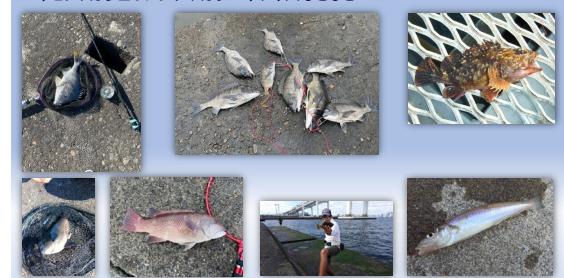
黒鯛釣りのエサは、現地の堤防に付着するカラス貝、ミドリイガイ、フジツボ、そこに生息するカニ類などがメインとなる



- ▶ エサになる貝類が年々少なくなってきた。貴重品
 - ▶ そして、そこに生息するカニ類も少ないうように感じる
 - ▶ また、付着期間も短くなってきた
- 6 -

黒鯛を中心にヘチ釣りで釣れる魚たち

キビレ、カサゴ、メジナ、カワハギ、キスなどなど



様々な魚種を楽しむことが出来る

- 7 -

今年見かけた珍しい魚体などを番外編ということでご紹介させていただきます。写真の左側です。キジハタまたはアコウ、釣り人の間ではこう呼ばれる高級魚です。その隣はちょっとサイズが小さいのですが、堤防から釣れたヒラメです。これもヘチ竿で釣れました。それからその隣は、クロダイ系の魚を3つ紹介しています。真ん中はヘダイ、頭が隠れていますが、「ヘダイ×キビレ」のハイブリッド型と思われます。左下はクロダイにしては異常に黄色がかったり、右下はヒレが黄色いのが釣れたりとか、こういったハイブリッド型と思われるものが確認されております。最後は右端です。春先に私も少し潮干狩りをします。アサリ狙いで行ったのですが、先ほどご紹介されたレポートの通りアサリはほぼ獲れませんでした。アサリが獲れないので、マテ貝を初めてやってみました。時合があるのか分からぬのですが、アサリを取りにいったのに一気にマテ貝がたくさんと採れた、という環境変化のお話です。

東京湾黒鯛研究会の活動について2点ご紹介させていただきます。先ほど「普及活動としてのヘチ釣り講習会」をお話ししましたが、実は今年で合計21回目になります。年1回開催している取り組みなのですが、コロナ禍以来3年ぶりに、今年は開催することができました。千葉県にて一般の方が15名ほど参加しました。初めての方や、ヘチ釣りに慣れていない方々に、ボランティアで私たちが講師となりヘチ釣りを教えさせていただきました。幸いなことに今年は9枚の魚が釣れ、過去一番釣れた講習会となり、参加した皆さんが非常に喜んでくれました。コロナ禍の影響もあり今年初めて開催することができました「黒研CUP」と呼ばれる大会です。実はこういう大会が全国各地にあって、大会規定の上位2名が、関西で開催される全国大会へ出場することが出来ます。そこに参加するための予選会という位置づけで、3年前に企画し今年はじめて開催出来た大会です。68名ぐらいの方が参加して、計量サイズで約22枚のクロダイが釣れ大いに盛り上りました。

本年度見かけた珍しい個体や番外編

▶ 高級魚（アコウ、ヒラメ）も登場、シラの幼魚を見かけたなど…
▶ ヘダイ×キビレ？ クロダイ×キビレ？ ハイブリッドも登場？
▶ 一方、フィールドが海から河川へ
番外編
▶ アサリが取れにくい？？ 潮干狩りのメインがアサリからマテ貝へ

- 8 -

活動のご報告 ヘチ釣り講習会

～ 千葉県にて ～

ヘチ釣りの普及活動、3年ぶりのイベントで釣果もあり、皆楽しんでくれました

出所 <https://tokyo-kuroken.com/top/?p=426>

- 9 -

活動のご報告 初めてのイベント 黒研CUP

～ 千葉県にて ～

釣り人の祭典、全国大会出場への予選会

出所 <https://tokyo-kuroken.com/top/?p=426>

- 10 -

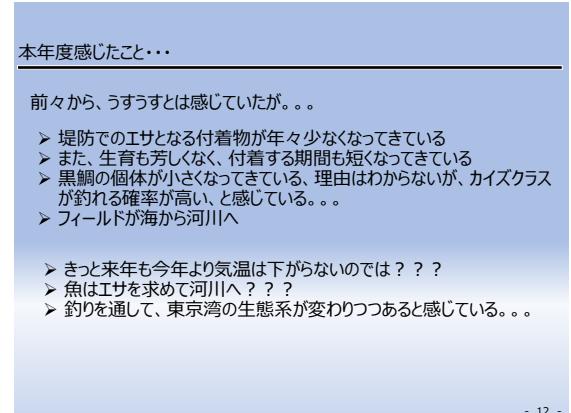
このように東京湾を楽しんではいるものの、一方で、もうご存知の方もいらっしゃると思いますが、真ん中は国連事務総長のグーテーレスさんです。今年初めて聞いた彼の話した言葉がすごく印象に残ったので、ご紹介させていただきます。「地球温暖化ではなくて、沸騰化の時代が到来した」、そういう言葉を国連では使い始めているということで、地球温暖化が終わり沸騰化の時代に入っている、結構ショックを受けたというか、強く印象に残った言葉でしたのでご紹介させていただきました。

今年強く感じたこととしては、やっぱり堤防での付着物が年々少なくなってきた。それから付着する期間が短くなっている。この頃特に感じるのですが、クロダイの固体が少しサイズダウンしてるんじゃないかな、と思っています。大体30センチから40センチぐらいまでのクロダイのことをカイズと呼びますが、40センチ以上のクロダイよりも実はこのカイズクラス、または、それ以下の小型クラスの魚が増えてるじゃないかな、と釣りを通して感じております。また、海で釣れるクロダイが、近年は都市河川のような流域で数が釣れている、というのも実感としてあります。そして来年は、きっと今年よりも気温は下がらない想定の下、魚はエサを食べるのが仕事ですから、海からさらに遡上するのか、など釣りを通して生態系が変わってきたことも実感しています。

ただそうは言っても、東京湾というのは私達の生活と仕事と余暇の場でもある大切な場所ですので、釣り人である私達も含めて1人1人が出来ること、ちょっとしたことからでも始めて、次の世代も楽しんでいけるような、そんな東京湾にしていきたいと考え行動していきたいと思っております。私からのお話は以上でございます。ご清聴ありがとうございました。



- 11 -



- 12 -



- 13 -

◆東京湾湾奥の魚類調査結果の報告

東京都環境局 朝倉 広子

東京都環境局の朝倉です。東京湾湾奥の魚類調査結果の報告について説明させていただきます。よろしくお願ひします。まず、東京湾についてですが、この衛星写真の黄色がかった部分が東京湾の流域となっています。こちらで降った雨や使われた水が全て東京湾に流れ込んでおります。流域の人口は約3000万人で、日本の総人口の約25%の方がこの黄色のエリアに住んでおり、非常に人口密度が高いエリアになっております。東京湾湾奥の水生生物の生息状況ですが、東京湾湾奥には、干潟域、河口域など多様な環境があり、様々な生物が生息しております。



東京湾湾奥の魚類調査結果の報告

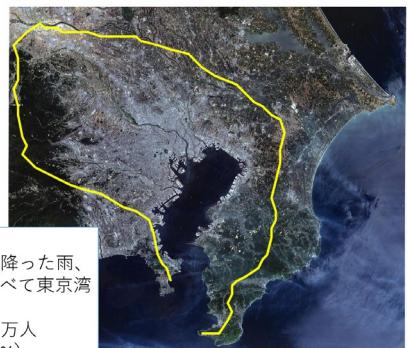


東京都環境局 朝倉広子

B3調査 St35 南側には東京湾アクアライン「風の塔」が見える

東京湾流域
黄色の実線内に降った雨、
使われた水はすべて東京湾
に流れ込む
流域人口約3000万人
(総人口の約25%)

東京灣

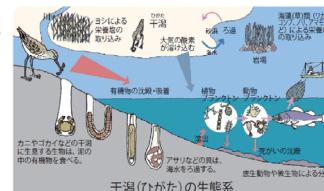


東京湾湾奥の水生生物生息状況

東京湾湾奥には、河口域や干潟域、河口と干潟をつなぐヨシ原、浅海部、内湾部等様々な環境があり、環境に応じて、さまざまな生き物が生息している。

に心して、さまざまな生き物が生息している。東京都環境局では、昭和61年から環境把握の一環として水生生物調査を実施してきた。

- 魚類調査
 - 鳥類調査
 - 付着生物調査
 - 底生生物調査



東京都環境局では昭和 61 年から環境把握の一環として水生生物調査を実施してきました。魚類、鳥類、付着生物、底生生物などを調査していますが、調査範囲が広いので今回は魚類調査に焦点を当てて説明させていただきます。

魚類調査の目的は、環境との関係を見ながら、東京湾湾奥の魚類の生息状況を把握することです。干潟で稚魚の調査、沖合で成魚の調査を行っております。まず稚魚の調査ですが、干潟にて小型地曳網を使って稚魚等の生息状況の調査しております。

魚類調查



B3調査 St25 西側には東京国際空港が見える

こちらで採取された代表種は、魚類ではマハゼやビリンゴ、エドハゼ、ボラなどで、魚類以外ですと、シラタエビやニホンイサザアミなどです。次に成魚調査ですけども、こちらは沖合の海域でビームトロールを使って、成魚などの生息状況を調査しております。魚類はテンジクダイやハタタテヌメリ、マコガレイ、マゴチなどで、魚類以外の生物としてはシャコやトリガイ、ホンビノスガイなどが採取されております。

稚魚調査(干潟)で採取された代表種

魚類	魚類以外の生物
マハゼ 図・右頁 東京都川崎市内の干潟で採取される魚。稚魚調査で採取されるマハゼは、10cm以下の体であります。背びれと胸びれがよく発達する。頭部は丸く、背びれと胸びれの間には、背びれの基部から頭にかけて黒い斑点もしくは斑紋の模様。	シラタエビ 写真 東京都川崎市内の干潟で採取されるエビ。稚魚調査で採取されるシラタエビは、10cm以下の体であります。背びれと胸びれがよく発達する。頭部は丸く、背びれの基部から頭にかけて黒い斑点もしくは斑紋の模様。
ビリンゴ 図 東京都川崎市内の干潟で採取される魚。稚魚調査で採取されるビリンゴは、2-3cmであるが、1年で成長して産卵期に近づくと体が大きくなる。全長は10cm。	ニホンイサザアミ 写真 東京都川崎市内の干潟で採取されるアミ。稚魚調査で採取されるニホンイサザアミは、6月。
エドハゼ 図 東京都川崎市内の干潟で採取される魚。稚魚調査で採取されるエドハゼは、6月。	
ボラ 図 東京都川崎市内の干潟で採取される魚。稚魚調査で採取されるボラは、8月。	

成魚調査(沖合)

成魚調査：沖合の海域にて、ビームトロールを使って成魚等の生息状況の調査



環境史型別の経年変化ですが、緑色のところが稚魚調査で出現する生物、青い下の段にあるものが成魚調査で出現するもの、濃い色を塗っているところが、稚魚成魚調査で出現するものとなっております。まず、干潟で出現する上の3段についてですが、河口魚であるマハゼや河口と海を行ったり来たりするような両側回遊魚のアユや海水魚のボラなどが出現しております。マハゼは、干潟でもよく出現しておりますが、沖合でも出現するような種類となっております。一方、沖合で主に出現する種類としましては海水魚が多くなっております。

ハタタテヌメリやマコガレイ、アカエイなどが採取されております。

東京湾湾奥の魚類調査

目的
環境との関係を見ながら、東京湾湾奥の魚類の生育状況を把握すること

稚魚調査(干潟)
成魚調査(沖合)



稚魚調査(干潟)

稚魚調査：干潟にて小型地曳網を使った稚魚等の生息状況の調査



R3調査

成魚調査(沖合)で採取された代表種

魚類	魚類以外の生物
テンジクダイ 図 全長は9cm程度 St25 6月	シャコ 写真 St35 2月
ハタタテヌメリ 図 St35 2月	トリガイ 写真 St22 6月
マコガレイ 図 St35 6月	ホンビノスガイ (外来種) 写真 St22 9月
マゴチ 図 St25 2月	

R3調査

魚類調査：生活史型別の経年変化

生活史型	和名	S61	H3	H8	H13	H23	H28	R3
干潟	河口魚 マハゼ	●	●	●	●	●	●	●
干潟で両側回遊魚	アユ	●	●	●	●	●	●	●
海水魚	ボラ	●	●	●	●	●	●	●
海水魚	ハタタテヌメリ	○	○	●	●	●	●	●
海水魚	マコガレイ	○	○	●	●	●	●	●
海水魚	アカエイ	●	●	●	●	●	●	●
降河回遊魚	ニホンウナギ					●		
淡水魚	コイ	●		●				

● 稚魚調査で出現 ○ 成魚調査で出現 ■ 稚魚・成魚調査で出現

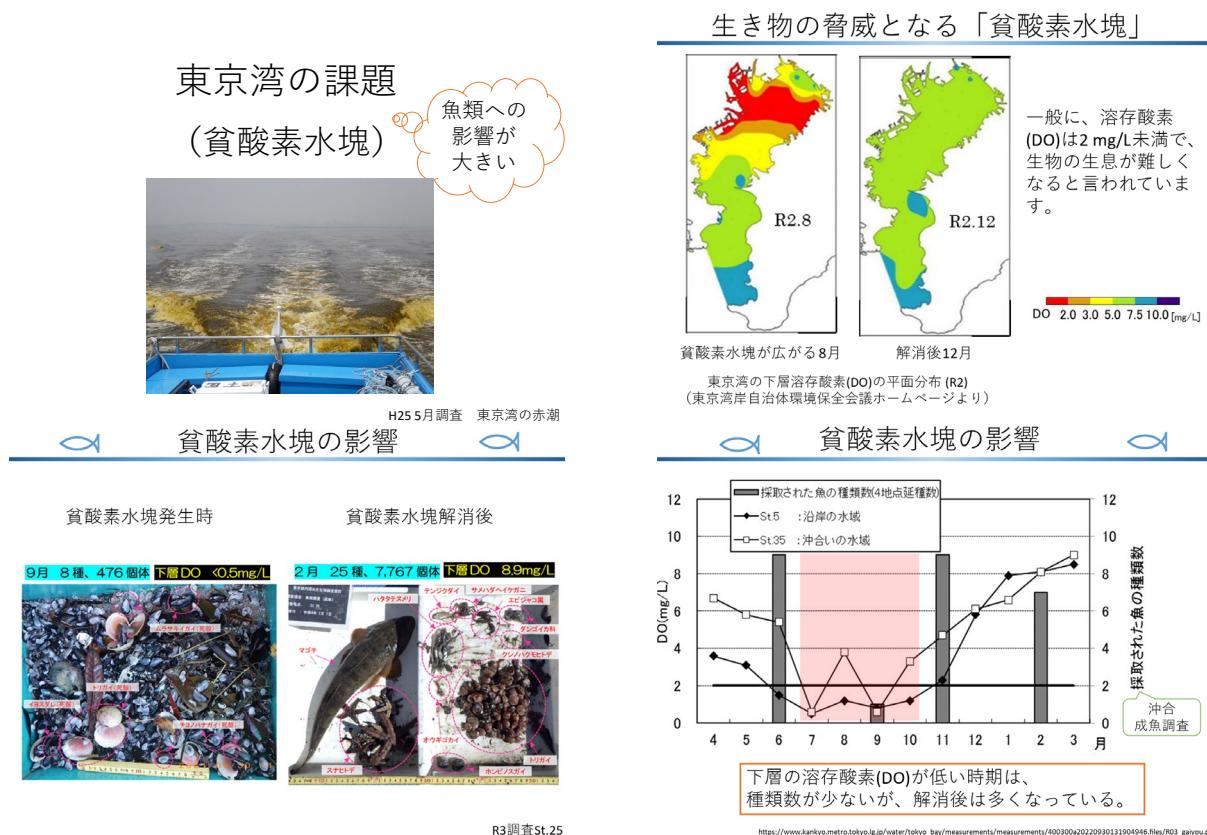
干潟 沖合の海域

干潟では、河口魚・海水魚・両側回遊魚等が出現し、沖合では、海水魚が多く出現している。

H17-H21は調査なし

ハタタテヌメリやマコガレイはかつて干潟でも出現していましたが、近年は沖合の海域で出現することが多く、干潟ではありません確認が出来ていません。海水魚のアカエイは、平成初期は、干潟でみられましたが、近年は沖合で頻度多く採取され、干潟でも時々見られようになっています。昔、出現した面白い魚類としては、ニホンウナギや鯉などがあります。

次に東京湾の課題について説明させていただきます。魚類への影響が大きいのは、底質の貧酸素です。溶存酸素が2mg/L未満で生物の生息が難しくなりますが左側の赤い2mg/L以下のエリアが夏に広範囲に広がっています。右側は冬の図ですが、溶存酸素が低い状態が解消されていることがわかります。貧酸素水塊が発生する夏の調査では、貝の死骸がたくさん見られます。一方、右側の貧酸素水塊解消後は、マゴチやハタタテヌメリなどたくさんの魚種がみられます。次にこのグラフについて説明させていただきます。折れ線グラフは溶存酸素濃度で、横軸が調査月で縦軸が溶存酸素濃度となっております。夏場に溶存酸素濃度が2mg/Lを下回る状況になっていることがわかります。棒グラフは採取された魚の種類ですが、夏に種類が少なくなり、溶存酸素が回復するにしたがって多様な魚種が採取されております。



最後に東京都が行っている東京湾の水質を保全するための取り組みとして、エコマリン協定の説明をさせていただきます。エコマリン協定は都内の海域で飲食を提供しながら周遊している小型船舶である屋形船の事業者と東京都知事が環境保全の取り組みについて結んでいる協定となっております。協定締結者の取り組みの内容は、し尿の適切な処理や環境を保全するための自主的な取り組みとしての環境学習への協力等を行っております。このようなエコマリンステッカーなどを貼ってある船を見かけたら、環境保全に取り組んでいる業者さんだということを知っていただけたらと思います。

まとめはこのようになります。今回の水生生物調査の発表内容は令和3年度東京都内湾水生生物調査結果報告書に記載されておりますので、ご覧になっていただければと思います。ご清聴ありがとうございました。

東京湾の水質を保全するための取組 (エコマリン協定)



R5 9月調査 ディズニーランドのプロメテウス火山が見える

エコマリン協定 (東京湾小型船舶等環境保全協定)

<エコマリン協定>
都内の海域を小型船舶で飲食を提供しながら周遊している事業者と東京都知事が環境保全の取組について結ぶ協定

協定締結者の取組の内容

- ①し尿の適切な処理
- ②環境を保全するための自主的な取組



し尿回収施設

<https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/water/ecomarine.html>

まとめ

東京湾の魚類調査

干潟では、河口魚・海水魚・両側回遊魚等が出現し、冲合では、海水魚が多く出現する。

東京湾の課題

冲合では、夏季に「貧酸素水塊」の発生等により水質が悪化するため、生物種が減少する。

東京湾の水質保全の取組

飲食を提供する小型船舶とエコマリン協定を締結。

ご清聴ありがとうございました



R3調査
レインボー
ブリッジ

今回の発表内容は、「令和3年度東京都内湾水生生物調査結果 報告書」に記載されております。

https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/water/tokyo_bay/creature/aquatic_creature.html

◆質疑応答①

司会：はい、朝倉さんありがとうございました。ではですね、ここで第一部の発表3件終わりましたので質疑応答に入りたいと思うんですが、その前にですね、皆様から情報をいただいたので、去年作ったマップに今日ご発表いただいた情報をいくつか入れたいと思っています。入れたやつをちょっと映したいと思います。まずですね、最初、最初この生物に対して、下道さんからクロダイの餌となる防波堤に付着する貝類が減少している、付着期間は短縮傾向にあるという情報をいただいたんですが、どうでしょうか、こんな形で間違い、発表に対して、ちょっとお願ひします。

下道：岡田さんありがとうございます。大きな違和感はないのですが記載がちょっと違うかな、と思います。ミドリイガイと記載してありますが、イガイです。

司会：他に何か、他に入れといた方がいいというメッセージがあれば。

下道：今、ちょっとご指摘をいただいたのですが、釣れるサイズが小さくなつた、というのはどこにいれるのが適切でしょうか。カイズクラスは釣れますか、クロダイクラスが少なくなつてきてているという印象を受けています。

司会：釣れるサイズが小さくなつたというのはクロダイですか？

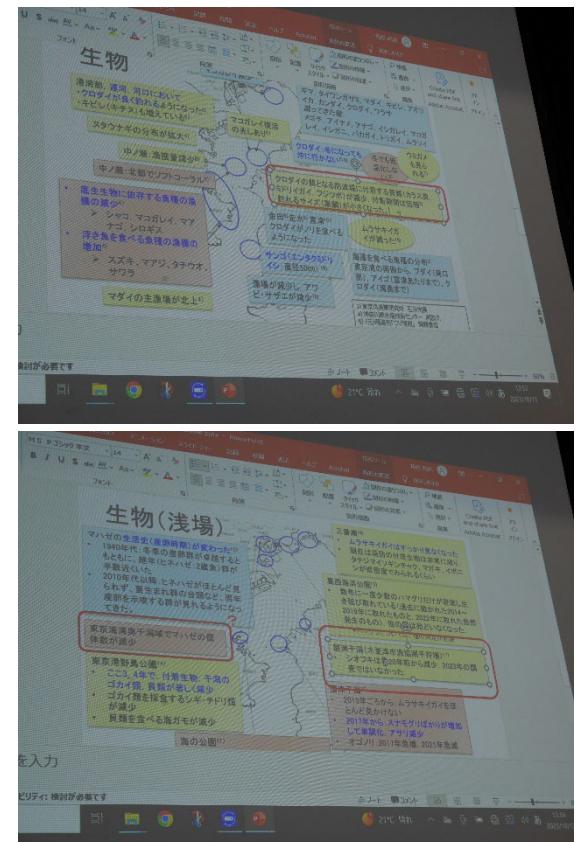
下道：クロダイです。

司会：朝倉さんの発表について、ちょっと聞き間違えたかもしれないんですが、マハゼの個体数が減少していくように見えたってあるんですが、その情報ってありますか。

朝倉：星取表の話ですよね

司会：星取表でいうと魚類調査生活史別の経年変化というところで、マハゼは昔、稚魚調査で出現していたけれど、2008年以降からグレーになっていて減っているように思いますが。

朝倉：星取表の色の濃淡は数の増減を表しているのではなく、出現場所を示しています。濃い色は干潟と沖合の両方で出現していることを表しております。数の増減はこちらの表では読み取れません。



司会：そしたらここに入れない方がいいですかね

朝倉：そうですね。はい。

司会：すいません。外します。ありがとうございました。では皆さんフロアの方から3人の発表に対してご質問ありましたら、よろしくお願ひします。質問の際には誰に対するご質問かというのをまず示してください。よろしくお願ひします。

参加者：ご発表ありがとうございました。海辺つくり研究会の古川と申します、下道さんに質問させていただきたいと思います。先ほどのクロダイの生物の変化ですごく気になったのが、海の方で餌が少なくなつたせいかというお話もありましたが、川に行った魚も多くて、川に行ったクロダイは何を食べているのか。例えば釣り餌だとか魚種だとか、もしおわかりになつたら教えていただけないかと。マハゼが食べられてたら嫌だなと個人的に思いまして。

司会：あの、ちょっとよろしいですか、もし口頭のみで対応できるようでしたらその席からでもよろしいですし、スライドを使って回答される場合はスライド使っていただいても構いません。

下道：スライドはなくても大丈夫です、ご質問ありがとうございます。河川といつても汽水域のことです。本当の川というか清流ではなくて汽水域で結構釣れている気がしています。汽水域の付着物を見ると、カラスガイに似た貝でミジガイと呼ばれるカラスガイの形に似ていって、茶色がかったカシューナッツみたいな形をした貝がよく運河の辺りに付着しているのですが、それがエサとなったり、係留している船底に付着しているフジツボなどもエサになっていると思います。ご質問のハゼを食べるのは、私の経験だとキビレの方かと思います。マゴチ狙いでハゼをエサに使ってキビレが釣れているのを何回か見たことがあります。



司会：はい、ありがとうございます。他にご質問ございましたらよろしくお願ひいたします。

参加者：すいません、葛西臨海水族園の宮崎と申します。朝倉さんへの質問ですけども、グラフの見方で教えていただきたいところがありまして、貧酸素水塊の影響の折れ線グラフのところですけども、下層DOの調査地点のSt5について、沿岸の水域って書いてありますが、こちらは稚魚調査の調査地点になりますでしょうか？報告書を拝見してもわからなかったのでお願いします。

朝倉：St5 は稚魚調査を行っている地点ではありません。水質測定をおこなっている地点です。

司会：はい、よろしいでしょうか。そしたらあと一つほど質問、ご質問ありましたら。

参加者：はい。ありがとうございます。東京都水中生物研究会の小島と申します。朝倉さんにもう一度お伺いしたいんですが。先ほどの魚類調査で生活史型別の経年変化というのがありましたら、年度ごとに記載されております。魚類に関する調査は、年間を通して同じ、例えば毎月やっているその結果を平均して出した表なのか、それとも時期的に何月、何月という隔月でやってのことなのか、教えてください。

朝倉：稚魚調査は2ヶ月に1回、成魚調査は四半期に1回行っております。その中で1回でも出現したものについて、星取表に記載しております。

参加者：調査場所は、先ほど出された調査地点全部を干潟域と沖合域でわけているんですか。

朝倉：稚魚調査は干潟で行っており、成魚調査は沖合で行っています。調査の違いによって干潟と沖合をわけています。

参加者：わかりました。

司会：はい、ご質問ありがとうございました。まだご質問あるかどうかと思いますけれども時間になってしまったので、第一部の質疑応答はこの辺で締めたいと思います。まだ引き続き意見交換会とかいう場もありますので、ご質問がありましたらその際に講演者の方にしていただけたらと思います。どうもありがとうございました。



◆東京湾再生のための行動計画（第三期）の概要について

東京湾再生推進会議事務局（海上保安庁海洋情報部・国際課）服部 友則

皆様こんにちは。ただいまご紹介いただきました、海上保安庁海洋情報部の服部と申します。当庁はですね、東京湾再生のために関係機関等が共同して取り組みを進めています東京湾再生推進会議の事務局を努めています。本日はですね、東京湾再生のための行動計画の第三期というものについてお話をさせていただく機会をいただきまして、ありがとうございます。この行動計画は、今年度より新たに第三期の取組を開始されておりまして、これまでの経緯も含めましてお話をさせていただきたいと思います。

まずその第三期の東京湾の再生のための行動計画についてお話を前に、これまでの東京湾再生のための行動計画がどういうものであったかということにつきまして、簡単にご紹介させていただきたいと思います。東京湾の再生のための行動計画はこれまで二期20年にわたって実施されてまいりました。始まりは、平成13年12月に都市再生プロジェクト第三次決定ということに基づきまして、東京湾の水質改善に向けて平成14年2月に関係省庁等および地方自治体によって東京湾再生推進会議が設置されたことになります。その後、平成15年3月には東京湾再生のための行動計画を策定し、陸域、海域、モニタリングの各分科会を設置した上で、平成15年度から10年間、平成24年度まで東京湾再生に向けた総合的な政策を推進してまいりました。

その総括としましてはこの右側にございますけれども、取り組みの成果は各種調査やモニタリングなど具体的な数値として表れ始めているという評価もありますけれども、一方で水質改善や生物種の増加が見られながらも、一部期待した改善がみられなかつた。あるいはそのわかりやすい指標の設定であるとか、改善に向けた活動や行動の場を広げる工夫が必要であるという総括になっております。

これを第一期としまして、次の平成25年度から開始されました第二期の行動計画においては、計画期間を引き続きその平成25年度からの10年間、令和4年度までと設定しまして、第一期に引き続き陸域負荷の削減対策、海域における環境改善対策、それからモニタリングに関する各取り組みを推進してきたところでございます。



東京湾再生のための行動計画（第三期）の概要について

東京湾再生推進会議事務局
(海上保安庁)

目次

①これまでの東京湾再生のための行動計画について

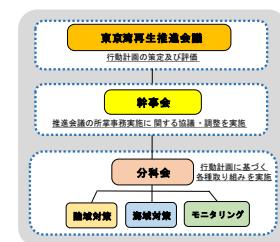
②東京湾再生のための行動計画（第三期）について

第一期 (平成15年度～平成24年度)

全体目標

快適に水遊びができる、多くの生物が生息する、親しみやすく美しい「海」を取り戻し、首都圏にふさわしい「東京湾」を創出する。

体制



総括

- 各取組の成果は、各種調査やモニタリングの具体的な数値等として表れはじめている。
- 水質改善や生物種の増加がみられたが一部期待した改善が見られなかった。
- 多様な施策を評価できるわかりやすい指標の設定が必要。
- 東京湾の環境改善は短期間で達成できるものではないため、長期的視点で粘り強く取組を継続するとともに、改善に向けた活動や行動の輪を広げる工夫が必要である。

また第二期におきましては第一期の総括を踏まえまして、東京湾の環境改善に向けた活動や後方の輪を広げるために企業、NPO研究者と多様な主体で構成される東京湾再生官民連携フォーラム、こちらでございますけれども、を設置し、そこと共同・連携して東京湾再生に向けてその活動の支援を行ってきたところでございます。このような体制のもと全体目標としまして、「快適に水遊びができ、「江戸前」をはじめ多くの生物が生息する、親しみやすく美しい「海」を取り戻し、首都圏にふさわしい「東京湾」を創出する。」そのような目標のもと多様な取り組みを進めてきたところでございます。

その総括としまして、施策の取り組み状況等につきましては陸域の汚濁負荷削減対策、海域の環境改善対策、東京湾のモニタリングといった東京湾再生のための行動計画第二期に位置付けられている各取り組みを着実に実施してきたところでございます。また東京湾の再生に関する様々な取り組みを評価するための指標に関するデータを収集分析したところでは、長期的には一定の改善が見られる一方で、東京湾全体の水質の指標については依然として全体の目標達成には至っていないというような評価結果になってございます。さらに第二期より設定しました東京湾再生官民連携フォーラム、こちらにつきましては、再生のための取り組みの充実化に大きく貢献したという評価をいただいています。

以上を踏まえまして第二期から引き続き第三期の行動計画を策定して、令和5年度以降、つまり今年度からはさらに引き続き東京湾再生を目指す関係者の連携をより一層強化していくことが重要と、されたところでございます。以上ちょっと前置きが長くなりましたが、これまでの第一期、第二期の東京湾再生の取り組みたこれまでの二期20年にわたる取り組みを踏まえまして、昨年度、東京湾再生のために次の第三期行動計画を策定し、今年度から取り組みを開始したところでございます。まず計画の行動目標についてご説明いたします。

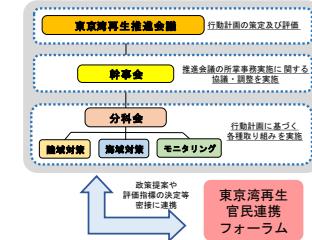
東京湾再生のための行動計画第三期におきましては、全体目標を「快適に水遊びができ、「江戸前」をはじめ多くの生物が生息する、親しみやすく美しい豊かな「海」を多様な主体が協力しあうことで取り戻す。」そして流域3,000万人という言葉を使いまして、「流域3,000万人の心を豊かにする「東京湾」の創出」ということを、目標として設定しております。またこの全体目標のもと、「豊かな水環境の実現」、「楽しく、親し

第二期 (平成25年度～令和4年度)

全体目標

快適に水遊びができ、「江戸前」をはじめ多くの生物が生息する、親しみやすく美しい「海」を取り戻し、首都圏にふさわしい「東京湾」を創出する。

体制



総括

- 「東京湾再生のための行動計画（第二期）」において位置づけられている各取り組みを着実に実施した。長期的には一定の改善が見られるが東京湾全体の水質指標については、依然として全体目標の達成には至らない。
- 各分科会での施策に加え、東京湾再生官民連携フォーラムが再生のための取組の充実化に大きく貢献した。
- 引き続き東京湾再生を目指す関係者の連携をより一層強化していくことが重要となる。

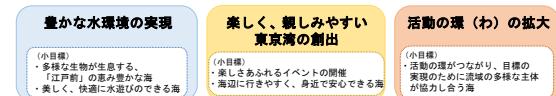
行動目標

全体目標

快適に水遊びができ、「江戸前」をはじめ多くの生物が生息する、親しみやすく美しい豊かな「海」を多様な主体が協力しあうことで取り戻す

～流域3,000万人の心を豊かにする「東京湾」の創出～

目標の柱と小目標



目次

- これまでの東京湾再生のための行動計画について
- 東京湾再生のための行動計画（第三期）について

みやすい東京湾の創出」、それから「活動の環の拡大」、この三つの目標を定め、それぞれについて小目標を更に設定しているところでございます。

次に目標達成時期および体制等についてご説明いたします。

目標達成までの目安となる時期は令和5年度、今年度からはおむね10年後としております。5年経過時点で中間評価を行い。

また評価の指標報告も東京湾再生官民連携フォーラムと協同し決定していくこととしています。こちらにつきましてはまさに今年度前半、フォーラムの方におきまして評価書提案の検討をいただいて、政策提案という形で取りまとめを行っていただいていると、伺っているところでございます。また計画の構成を一新しまして、これは第二期におきまして提言等もいただいたところでございますけれども、機動性・実効性は向上しております。分野を超えた連携を図りながら施策を検討し、状況変化に応じ計画の改善等も柔軟に対応できるという体制しております。また施策の効果を実感できる場としてアピールポイントを第二期より引き続き設定の上、東京湾全体を対象に人々が海に触れ合うことができ、生物の生息場となるブルーカーボン生態系の活用等の多様な取り組みを推進している。流域3,000万人が繋がる交流機会の創出に向け、官民連携をさらに推進していくこととしております。この下に東京湾再生のための行動計画第三期の推進体制を示してございます。東京湾再生推進会議のもと、陸域対策、海域対策、モニタリングの三つの分科会がそれぞれ連携しながら活動する形をとっており、さらに第二期より引き続きまして、東京湾再生官民連携フォーラムと共同し様々な取り組みを密接に進めていくこととしております。

続きまして、目標の達成に向けた各分野の施策取り組みにつきまして、陸域対策、海域対策、モニタリングの各分科会ごとにご説明したいと思います。初めに陸域対策についてご説明いたします。陸域では水質対策改善を図るため、東京湾の汚濁負荷量の削減を着実に実施することとしております。またその進捗状況を把握し、周知や啓発に努めていくこととしております。また汚水処理施設、高度処理の整備、合流式下水道の改善、貯留、浸透施設の設置等を推進し、汚濁負荷量の削減に努めていくこととしております。また三つ目には河川直接浄化施設による浄化、また湿地や河口干涸再生等の取り組みも進めしていくこととしております。さらに流域全体で浮遊ゴミ等回収について取り組み、その活動を促進していくこととしており、こうした東京陸域から東京湾へ出る汚濁負荷量の削減。そういうものを主観におきまして、今後も取り組みを進めていく。そういうことを進めていくこととしております。

続きまして海域対策についてご説明いたします。海域対策につきましては全体目標のもと、三つの方針を掲げて取り組むこととしております。1つ目の方針としてゴミ回収や底質及び水質改善に関する取り組みの継続的

海域対策

①ゴミ回収や底質及び水質改善に関する取り組みの継続的かつ着実な実施

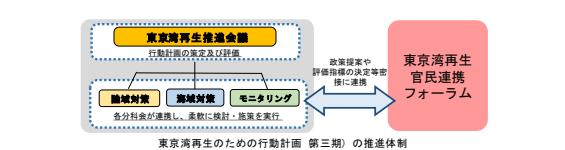
- ・浚渫土砂や建設発生土の有効活用を行い、深掘跡の埋め戻しを推進する。
- ・浚渫や砂砂、砂等の汚濁物質を低減する取組を推進する。
- ・浮遊ゴミの回収を実施する。

②生物多様性に関するブルーアイフロード持続可能な保全・再生・創出の実施

- ・ブルーアイフロードの持続可能な創出・再生・保全の取組を進めるため、「東京湾UMIプロジェクト」等の活動の拡大を図る。
- ・ブルーカーボン生態系をCO₂吸収源として活用する取組や、生物の生息環境改善の取組を推進する。
- ・漁業者等が実施する藻場・干潟等の保全活動や漁業活性化に係る取組を支援する。

③関係自治体・市民団体等を含めた活動の輪の拡大や更なる理解の醸成

- ・多様な主体が東京湾における清掃活動に参画する体制を構築する。
- ・東京湾再生の取組について、活動の環の拡大を図るため、個別の活動を横展開できるよう連携を強化するとともに、活動の場の創出に努める。



陸域対策

- ・水質改善を図るため、東京湾の汚濁負荷量の削減を着実に実施するとともに、進捗状況を把握し、周知や啓発に努める。
- ・汚水処理施設（下水道・農業排水落水施設・浄化槽）、高度処理の整備、合流式下水道の改善、貯留、浸透施設の設置等を推進し、汚濁負荷量の削減に努める。
- ・河川直接浄化施設による浄化、浚渫等の有機汚濁対策、湿地や河口干涸再生等の自然再生を推進する。
- ・景観等の観点から、流域全体で浮遊ゴミ等の回収について取り組み、その活動を促進する。



かつ着実な実施を進めていくこととしております。こちらでは深堀後埋め戻しを推進すること、浚渫や覆砂草等の汚濁物質を低減するという取り組みを推進することとしております。2番目としまして生物多様性に関するブルーインフラの持続可能な保全・再生・創出の実施を進めていくということにしております。ブルーインフラの持続可能な創出・再生・保全の取り組みを進めるために東京湾 UMI プロジェクト等の活動の拡大を図っていくこととしております。またブルーカーボン生態系を CO2 吸収源として活用する取り組み、あるいは生物の生息生育環境改善取り組みを推進していくこととしています。また漁業者等が実施する漁場、干潟等の保全活動や、藻場ですね、藻場、干潟等の保全活動や漁業の活性化に関する取り組みを拡大、推進、支援していくこととしています。3番目としまして、関係自治体、市民団体を含めた活動の場の拡大やさらなる理解の醸成を図っていくこととしております。先ほどの東京湾 UMI プロジェクトを含め、多様な主体が東京湾における清掃活動、あるいはそういう環境保全活動に参加できる体制を構築していくこととしております。またそういった個別の活動を横展開できるよう連携を強化するとともに、活動の環の創出に努めていくこととしております。

続きましてモニタリングについてご説明いたします。第三期の行動計画では、モニタリングに関する取り組みとしまして、まず東京湾再生への幅広い人々の関心を醸成するために、東京湾再生官民連携フォーラムと連携し、東京湾環境一斉調査、それから三番瀬自然環境調査事業を実施することとしております。こうした取り組みを踏まえ、新たな取り組みとしまして、生物調査について、内容の充実やより広く市民が参加しやすい調査のあり方の検討を進めるとともに、自然共生サイトの認定等、生物多様性および生物性の保全に係る官民が連携する取り組みの推進に向けて調査の活用を検討していくこととしております。また水質の常時監視や赤潮の状況を把握するための調査等、東京湾のモニタリングを引き続き着実に実施するとともに、分科会の場を活用しまして、各観測の主体と各種の施策の実施状況の更なる連携を図っていく。また情報共有を図りまして、モニタリング結果のより効率的な活用を図っていくこととしております。

最後に官民連携の事項についてご説明いたします。行動計画の推進に当たりましては、多様な主体で構成される東京湾再生官民連携フォーラムとの一層の連携を図り、東京湾の再生を協同して取り組むこととしております。東京湾流域の上流下流間での交流を促進するとともに、「東京湾の日」等の機会を活用しまして、児童を含む流域住民 3,000 万人への普及啓発、関心醸成を進め、行動変容を促進していく。そのような内容で東京湾再生行動計画第三期を引き続き取り組みを進めていきたいと思っております。

以上が、第三期行動計画の概要のご説明になります。東京湾再生推進会議はこれまでの取り組みを踏まえ、第三期でも東京湾再生の様々な取り組みを進めていくこととしております。本日ご出席の皆様もより一層の東京湾再生に向けたご協力等を賜ります様、どうかよろしくお願ひいたします。簡単ではございますけれども私の発表は以上になります。ご清聴ありがとうございました。

モニタリング

・東京湾再生への幅広い人々の関心を醸成するために 東京湾再生官民連携フォーラムと連携し、東京湾環境一斉調査、三番瀬自然環境調査事業を実施する。合わせて、生物調査について内容の充実及びより広く市民が参加しやすい調査の在り方の検討を進めるとともに、自然共生サイト認定、生物多様性及び生産性の保全に係る官民が連携する取組の推進に向けて、調査の活用を検討する。

・水質等の常時監視や赤潮の状況を把握するための調査等、東京湾のモニタリングを引き続き実施し、各観測主体と各種施策実施部局間のさらなる連携、情報共有を図り、モニタリングの結果をより効率的に活用する。



官民連携（各分野共通）

・行動計画の推進に当たっては、多様な主体で構成される官民連携フォーラムとの一層の連携を図り、東京湾の再生に協働して取り組む。

・東京湾流域の上流・下流間での交流を促進するとともに、「東京湾の日」（10月1日）等の機会を活用し、児童を含む流域住民3,000万人への普及啓発、関心醸成を進め、行動変容を促進する。

◆東京湾での気候変動緩和と豊かな海の再生～大気・水・堆積物をめぐるこれまでとこれから～

大阪公立大学大学院工学研究科 相馬 明郎

大阪公立大学の相馬と申します。どうぞよろしくお願ひ致します。本日は、演題の副題にありますように、東京湾を、水と堆積物と大気が相互に連鎖したシステムとして捉え、数理モデルを使って、東京湾がもつ気候変動を緩和する機能や、豊かな海を再生する機能を理解して、予測・評価する、という試みについて、お話しします。

はじめに、東京湾等の比較的水深の浅い沿岸域は、私たちが気候変動の緩和と生物多様性の保全の実現をめざす上で、とても大切な海域となる可能性がある、ことについてお話しします。世界経済フォーラムが 2022 に発行した「Global Risks Report」では、今後 10 年間に起こりうる脅威のうち、上位 3 位は、生物多様性の喪失、気候変動対策の失敗、異常気象が占めています。こうした中、我が国では、2023 年、生物多様性保全とその持続的可能な利用に関する生物多様性国家戦略を新たに策定することを目指しています。また、ポスト 2020 生物多様性枠組みの目標案の一つである「30by30 目標」の達成を目指して、2030 年までに日本の陸と海の 30% 以上を保全する取組を加速しています。これらは、SDGs で掲げられている 17 項目に立ち返れば、「14：海の豊かさを守ろう」、「15：気候変動に具体的な対策を」という 2 項目とも関連性が深く、沿岸浅海域はその実現の鍵になる領域です。さらに、人々が集い、文化、産業、自然が共存する都市域の沿岸域において、項目 14, 15 を実現するには、SDGs の 17 番目の項目「17：パートナーシップで目標を達成しよう」、つまり、産官学民のパートナーシップが必要不可欠です。そして、東京湾は、項目 17 を実現するショーケースとして、人々に与える影響も大きいでしょう。本日、ここに参考頂いている方々は、様々な立場の方々と思います。こうした方々の知恵を結集した行動が求められる際、東京湾は海の豊かさと気候変動緩和の鍵の 1 つなのか？もし鍵となり得るとしたらどの程度なのか？そしてその鍵を活かすために私たちに何ができるのか？といった疑問について、科学的論拠に基づいた説明と予測・評価ができる術があれば、行動



東京湾での気候変動緩和と豊かな海の再生 ～大気・水・堆積物をめぐるこれまでとこれから～

大阪公立大学大学院工学研究科

相馬明郎

大阪公立大学
Osaka Metropolitan University

本日の内容

大阪公立大学
Osaka Metropolitan University

1. なぜ沿岸生態系なのか？

2. 東京湾生態系をモデル化する
3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して
4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して
5. モデルの活用：生態系モデリングとファシリテーション

2

1. なぜ沿岸生態系なのか？

SDGsと沿岸生態系

- SDGs：17 の目標が 謳われている。
- そうした中、なぜ沿岸生態系なのか？



● 本日の話題：

東京湾ではどうか？【論点1】を解説し【論点2】を実現する！

⇒ 数理生態学から見えてきたこと、数理生態学に可能な貢献は？

計画の検討にも役立つのではないかでしょうか。私たちがその術を得る“挑戦”として、「数学を使って、物理学・生物学・化学・環境学等の融合である生態系のしくみを明らかにし、施策の効果を予測する数理モデルをつくる。そして、産官学民のコミュニケーションプラットホームとして活用し、施策の方向性の一元化が困難な中、どのようなパートナーシップが実現可能か、その方向性の検討に資する。」そのようなことを考究することが私の目指しているところです。そうした中、本日は、生態系の数理モデルから見えてきたこと、についてお話したいと思います。

まず、第一の話題は「豊かな海の再生」と「沿岸域」についてです。沿岸域は、生物生産（一次生産）の活発な場です。面積では全海洋の1%に満たないにもかかわらず、一次生産は、全海洋の7%，大陸棚まで含めれば24%に達します。一方、東京湾などの都市沿岸域では、人口・産業の集中が進み、生活・産業排水、田畠、畜産を起源とする過剰な栄養塩が海に流入しました。その結果、春先から秋口にかけ、赤潮や貧酸素化といった問題が頻発するようになりました。いわゆる「富栄養化問題」です。この問題を解決するため、行政では水質総量規制を実施。流入負荷は最大時の半分程度に減少した海域もあります。にもかかわらず、COD, TN, TPといった水質環境基準は依然として達成されず、赤潮や貧酸素化の発生件数もここ20年、際だった改善はみられません。また、最近では、冬に珪藻赤潮が頻発しノリが色落ちする、魚介類の漁獲量が大幅に減少する、といった、従来の富栄養化問題とは異なる新しい現象も起こっています。こうした現象は、流入負荷の削減だけでは生態系は蘇らないのではないか、生態系そのものの異変が起こっているのではないか、といった懸念を抱かせます。

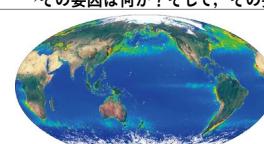
もう一つの話題は「気候変動の緩和」と「沿岸域」についてです。海洋は、地球規模でみれば、大気CO₂を吸収し、炭素を貯留・隔離する機能を持つことは、これまでも知られていました。けれども、従前の海洋の評価に、沿岸域による炭素の貯留・隔離の効果が含まれていたか否かは不明確でした。こうした中、国連環境計画は、海洋生物によって吸収・固定される炭素をブルーカーボンと称し、生物生産性が高い沿岸海域は、その面積が全海洋の1%以下であるにもかかわらず、海底堆積物での炭素蓄積は海域全体の79%を担うなど、炭素吸収源として非常に重要である可能性を提唱しました。これを契機に、沿岸域の持つ気候変動の緩和機能の研究が世界

1. なぜ沿岸生態系なのか？ 海の豊かさと沿岸生態系

●豊かな海：沿岸生態系は**生物生産（一次生産）**が非常に高い。
【面積】：全海洋の0.6%～3%
【一次生産】：全海洋の7%，大陸棚まで含めれば24% (J. Dose, 1981)
【生物量】：全海洋の67%→人間活動の影響を受けやすい。

●特に都市沿岸域→豊かな海は失われつつある。

→その要因は何か？そして、その要因は、“これまで”と“これから”では同じか？



1. なぜ沿岸生態系なのか？

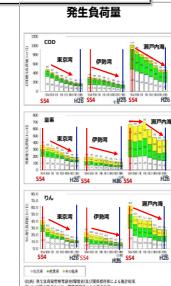
これまでの問題と新たな問題（1/2）

流入負荷を削減しても、水質・生態系とも改善しない？

人口・産業の集中：生活・産業排水、田畠、畜産を起源とする過剰な栄養塩（窒素、リンなど）が海に流入。
⇒赤潮、貧酸素化の頻発⇒富栄養化問題

対策：水質汚濁防止法：水質総量規制（S54）→半分程度に減少、しかし...

効果
⇒赤潮、貧酸素化の発生件数は、ここ10年、改善傾向ない。



出典：環境省ホームページ (<https://www.env.go.jp/council/09water/v091101/matsu05.pdf>)

1. なぜ沿岸生態系なのか？

これまでの問題と新たな問題（2/2）

流入負荷を削減しても、水質・生態系とも改善しない？

最近の新たな問題の例

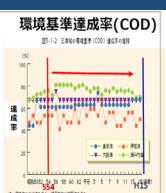
- 冬季の珪藻赤潮頻発。→これによるノリの色落ち
- 二枚貝漁獲量の大幅な減少→（資源量の大幅な減少？）
→従来の“富栄養化問題”とは異なる新しい問題

懸念（富栄養化問題）

- 流入負荷の削減だけでは生態系は蘇らないのではないか？
- 生態系そのものの異変が起こっているのではないか？

解説

- 流入負荷量は減っているのに、生態系は変？？？
なぜか？→2つの見方がある。
(1)森・川・海のつながり変化や温帯化といった（内湾を取り巻く）外部環境の変化
(2)海域内部の生態系連鎖の仕組み、つまり、内部環境の変化



5

6

的に本格化しました。けれども、現状では、沿岸域は大気CO₂の吸収源なのか？どの程度、炭素を貯留・隔離するのか？また、炭素の貯留・隔離を決定づけるメカニズムは何なのか？そのメカニズムは人為的に制御できるか？の問い合わせについては未解明な要素と多様な見解が存在します。これは、沿岸域は数多くの要因によって状態が大きく変化する「複雑さ」と、外洋や陸棚と比較して、依然として観測データが乏しく、限りある観測データの分析だけでは不確実性が含まれること等に由来しています。

では、沿岸生態系のような複雑な場のしくみを明らかにし、予測・評価できる状況に近づけるにはどのようなアプローチがあるでしょうか。観測する、実験する、データ解析する、など様々あるでしょうが、アプローチの1つに、コンピュータの中に疑似生態系を作りあげる「数理生態系モデル」を構築する、というアプローチがあります。もちろん、現実の生態系の完全なコピーをコンピュータの中に作り上げられるわけではありません。ですから、問題となっている現象を明確化・単純化し、現象の理解にとって本質的と思われる概念を導入します。この概念を数学で表現したものが数理モデルです。私が研究道具としている沿岸生態系モデルは、数理モデルの一種です。沿岸生態系モデルは、生態系を構成する生物・化学・物理過程1つ1つを表現する、そして、何が一番鍵となる過程なのかを探求する還元論的視点と、これら素過程の絡み合いの結果、生態系全体はどのように動くのかを考察する全体論的視点を融合するツール、ともいえます。こうしたモデルは、生態系の自律的な応答を考慮した予測・評価が可能ですし、施策の効果、生態系管理方法、環境修復指針の検討にも活用できます。

次に、作り上げた数理生態系モデルが、どこまで現実の東京湾を再現できているか。どこまで信用に耐えうるか、関わる話をさせて頂きます。ここで大切な点は、作り上げたモデルが、我々が予測・評価したい項目や現象に対し、どこまで妥当な結果を出力できるか、です。モデルの妥当性を示すために必要な条件（必要条件）は容易に提示することはできるのですが、ここまで満たせば十分だという条件（十分条件）を提示することは困難です。ですから、モデル研究者は、ここまで妥当性は示せている、という必要条件を提示することから始めます。そうした中、大切な必要条件として、現実の東京湾の状況を、数理モデルが再現できているかのチェック、すなわち、現況再現性の確認があります。

1. なぜ沿岸生態系なのか？

気候変動の緩和と沿岸生態系

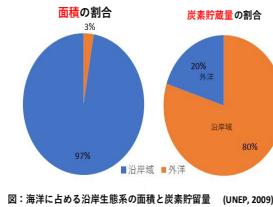
● 気候変動の緩和：海洋は大気CO₂の吸収源

・特に沿岸域は高い炭素隔離・貯留機能を有する可能性 (UNEP, 2009, 報告書「Blue Carbon」).

一般性を失わない事実なのか？それとも、ある特殊な事象における事実か？

・その事実の力となるプロセスと相互作用の「構組み（メカニズム）」は何なのか？

・そのメカニズムは人為的にコントロールできるか？



図：海洋に占める沿岸生態系の面積と炭素貯存量 (UNEP, 2009)



7

本日の内容

1. なぜ沿岸生態系なのか？

2. 東京湾生態系を数理モデル化する

3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して

4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して

5. モデルの活用：生態系モデリングとファシリテーション

8

“生態系の数理モデル化（生態系モデル）のイメージ”

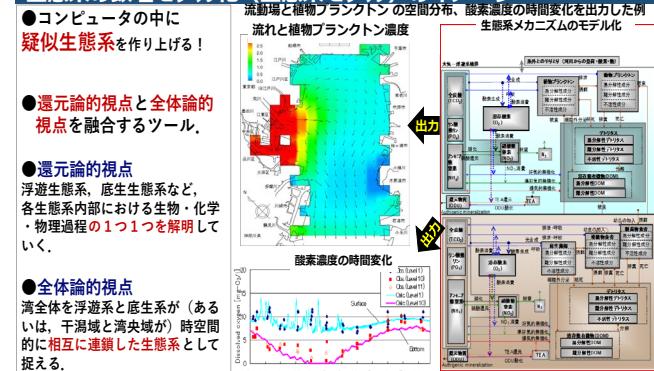
大阪公立大学

●コンピュータの中に
疑似生態系を作り上げる！

●還元論的視点と全体論的
視点を融合するツール。

●還元論的視点
浮遊生態系、底生生態系など、
各生態系内部における生物・化学
・物理過程の1つ1つを解明して
いく。

●全体論的視点
湾全体を浮遊系と底生系が（あるいは、干潟域と湾央域が）時空間
的に相互に連鎖した生態系として
捉える。



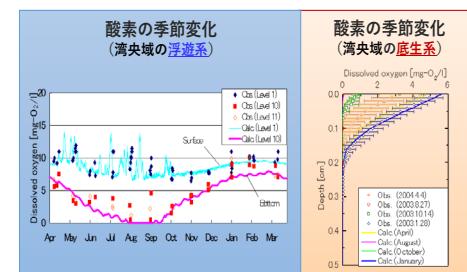
こちらのスライド（スライド10）では、浮遊系、底生系において観測結果が存在する項目について、モデル計算値（ライン）と観測値（プロット）の比較結果の比較を提示しています。例えば、貧酸素の回復・悪化という重要な問題に対して、モデルが予測・評価に耐えうるか、という観点から、湾央域浮遊系の溶存酸素濃度（DO）を見ると、観測結果もモデル計算値も、8月、9月は浮遊系底層では貧酸素状況になっています。また、表層側ではモデル計算値も観測値も過飽和状態となっています。湾央域堆積物では、酸素濃度は、観測結果もモデル計算値も、0.2センチの堆積物深までしかDOがありません。干潟・浅海域ではどうでしょうか。こちらのスライド（スライド11）は、2日間に渡り、盤洲干潟で測定したDOの結果とモデルの計算結果を比較したものです。

さて、モデル研究と現場研究の連携はとても大切なのですが、その連携は、モデルの計算結果を観測値と比較して検証する、という意味だけではありません。例えば、モデルの計算結果から、興味深い現象がでてきて、それでは観測をしてみよう、ということで観測したら、モデルと整合性があった、ということも起こります。モデルが複数の素過程を複合的に捉えた結果を出力する事実は、部分・部分で探求しても解明できなかった素過程が、系全体のバランスをみることで推定あるいは解明できることも起こります。研究が未到達な領域ではこうした方法は有効です。沿岸生態系モデルは、こうしたアプローチを介して、生態系の現状把握、メカニズムの解明、そして、施策の予測・評価に貢献してきました。

2. 東京湾生態系を数理モデル化する

全てが相互作用した内湾複合生態系モデルの計算結果を示すと(1/4)

● 湾央域の時間変化(季節変化)

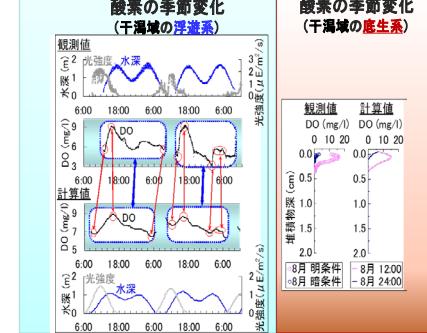


出典: Sohma et al (2008) Ecological Modelling を改変 10

2. 東京湾生態系を数理モデル化する

全てが相互作用した内湾複合生態系モデルの計算結果を示すと(2/4)

● 干潟・浅海域の時間変化(日変化)

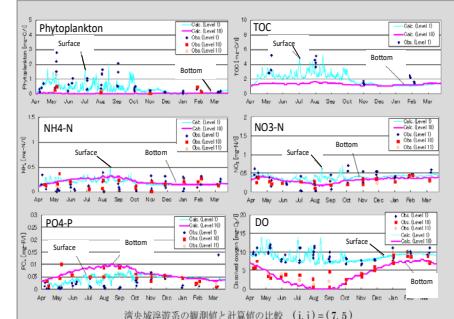


出典: Sohma et al. (2008) Ecological modelling 11

2. 東京湾生態系を数理モデル化する

全てが相互作用した内湾複合生態系モデルの計算結果を示すと(3/4)

● 湾央域の季節変化 一あらゆるモデル変数



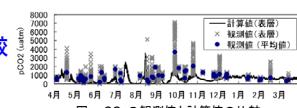
出典: Sohma et al. (2008) Ecological modelling 12

2. 生態系を数理モデル化する

全てが相互作用した内湾複合生態系モデルの計算結果を示すと(4/4)

モデルの検証(観測値と計算値の比較)

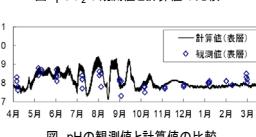
pCO₂, pHの計算値と観測値の比較および、統計分析。



出典: Sohma et al. (2018) Ecological Modelling

表 観測値と計算値の統計分析結果

項目	Pearson相関係数: R	P値: P	観測数: N
pCO ₂	0.42	0.002	51
pH	0.61	0.004	21



それでは、次に、数理生態系モデルから示された事についてお話したいと思います。一つ目は、環境改善・環境悪化スパイラルのお話です。こちらの環境改善スパイラルと環境悪化スパイラルの図は 2003 年度の海洋理工学会にて発表したものです。このスパイラルの意味するところは、干潟・浅海域が消失すると底生生物が死滅し、植物プランクトンの捕食圧が低下する。その結果、赤潮が発生し、植物プランクトンの死骸が海底に沈降・堆積し底生系有機物が増加する。そして、底生系有機物の無機化も増え、酸素が存在する間は好気的無機化によって酸素が消費されると貧酸素になる。さらに無酸素になると嫌気的無機化が促進され、硫化水素をはじめとする還元物質が堆積物中に蓄積する。ここまで嫌気的な環境になると、ひとたび酸素が海底に供給されても、その酸素は、還元物質の酸化に使われ、貧酸素の改善には時間がかかる。また、貧酸素の期間が長くなればより多くの海底生物が死滅する。死滅した生物体はさらなる堆積有機物の増加に繋がる。結果として、生物量・多様性が貧困な海へ、低次から高次栄養段階への移行が困難な海へ、栄養塩を生物生産によって有効活用できない海へと導かれるのではないか。他方、干潟浅海域をつくるとその逆のスパイラルができるのではないか、という発想です。スパイラルという概念は、2022 年 12 月 COP15 において設定された国際目標「ネイチャーポジティブ」に近い概念だと思います。

このスパイラルという概念を考えるにあたり、鍵となった数理モデルの要素を 3 つ挙げてみますと、第 1 は、干潟浅海域と湾央域の生態系をつなげること。第 2 は、堆積物と水の生態系をつなげること。第 3 は、堆積物生態系の鉛直微細構造を表現すること、です。多様な分野の研究者の成果・知見を統合し、これら 3 要素を同時に満たすモデルを考えようすると、環境改善スパイラル・環境悪化スパイラルという概念が想起されます。また、定量的に示されます。3 要素のうち 1 つでも欠けるとスパイラルは表現できません。“統合システム”で考えることの大切さを示す 1 事例と捉えて頂けると嬉しいです。

こちらは、3 つの条件を同時に満たす生態系モデルを用いて、これまでに埋立てた干潟を復元したシナリオを計算した結果です。このシナリオは、かなり大胆なシナリオです。けれども、干潟の機能を理解するにはとても有効なシナリオです。干潟を復元した東京湾を干潟復元システム、現在の東京湾を現況システムとして、これら両システムを使って、いくつかの計算をしてみました。そうすると、「現況システムで流入負荷を現状(ここでは 2002 年)の 50% 削減した場合」も、「干潟復元システムで流入負荷は現状(2002 年)のままの場合」も、共に、現状の東京湾より、水中の懸濁有機物を減少させ、貧酸素化も大幅に改善させ、いわば、水質の「きれいな海」を導きます。しかし、アサリなどを含む底生動物については、「干潟復元システムで流入負荷は現状のままの場合」では増加するが、「現況システムで流入負荷を現状の 50% 削減した場合」では減少する、という対照的な結

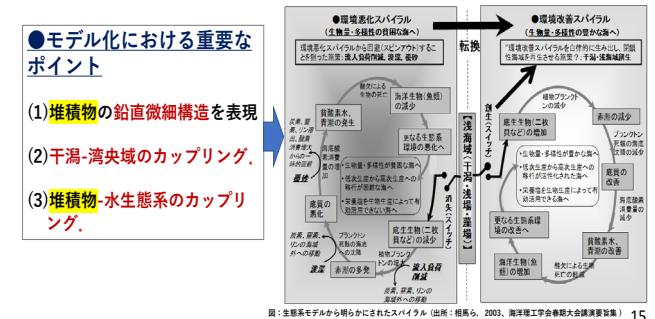
1. なぜ沿岸生態系なのか？
2. 東京湾生態系を数理モデル化する
3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して
4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して
5. モデルの活用：生態系モデリングとファシリテーション

3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して

●モデルの特徴と、その特徴故に見えてきた“スパイラル”

・沿岸生態系における浮遊系-底生系、干潟-湾央域の連鎖応答。

- モデル化における重要なポイント
- (1)堆積物の鉛直微細構造を表現
- (2)干潟-湾央域のカップリング
- (3)堆積物-水生態系のカップリング



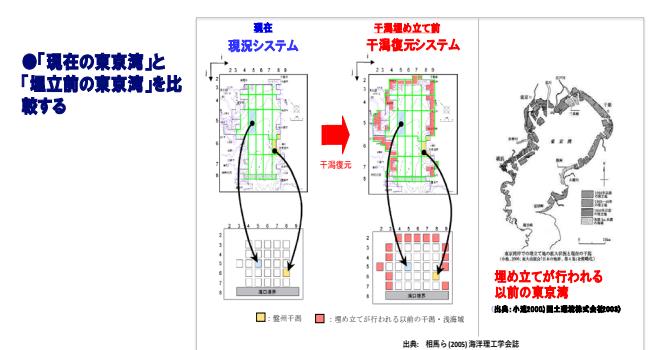
図：生態系モデルから明らかにされたスパイラル（出所：相馬ら、2003、海洋理工学会春季会講演要旨集） 15

結果として、生物量・多様性が貧困な海へ、低次から高次栄養段階への移行が困難な海へ、栄養塩を生物生産によって有効活用できない海へと導かれるのではないか。他方、干潟浅海域をつくるとその逆のスパイラルができるのではないか、という発想です。スパイラルという概念は、2022 年 12 月 COP15 において設定された国際目標「ネイチャーポジティブ」に近い概念だと思います。

果となっています。この結果は、「定量的」に不確実性を含むものの、「定性的」には1つの重要な概念を示しています。つまり、干潟の復元は、生物の「豊かな海」を導くが、流入負荷の削減は必要以上にし過ぎると、生物の「貧困な海」を導く可能性すらある。「きれいすぎる海」は、「豊かな海」に繋がらないということなのです。ちなみに、コンピュータの中で干潟を復元していますけれども、復元した干潟上では、底生動物や底生藻類は、これまでの生態学研究の知見を融合した生理生態に基づく数理モデル化により自律的に増減しています。その結果、新しく干潟を復元して約2年の間で生物量は安定します。この2年という時間スケールは現実の造成干潟にて、生物がある程度安定するまでの時間スケールと合っているでしょうか。興味のあるところです。

こちらのスライド（スライド18）は、流入負荷を現況（2002年）の0倍から2倍までの間で変化させた場合（横軸）、現況システムと干潟復元システムでは、貧酸素水塊の体積、低次生産、準高次生産がどのように変化するか、その応答を解析した結果を示しています。ここで、貧酸素水塊とは $2.0\text{mgO}_2/\text{l}$ の濃度となった領域、低次生産とは、動植物プランクトンの総生産、準高次生産とは底生動物の総生産を示しています。貧酸素水塊の体積は、現況システムと干潟復元システム流入負荷増加とともに増加していますが、その増加は干潟復元システムでは現況システムよりも押さえられています。一方、低次生産は、両システムで大きな差はありません。両システムで違いが現れるのは、準高次生産です。現況システムでは、準高次生産は現況の1.5倍程度の流入負荷の状況で極大値を示します。一方、干潟復元システムでは、流入負荷を2倍程度にしても、準高次生産は増加しています。つまり、現状地形の東京湾において、準高次生産量を上げたいのであれば、2002年当時の流入負荷よりも、1.5倍程度の流入負荷が丁度良いのではないか、ということです。この結果は、定量的には不確実性を含んでいますが、定性的には妥当な結果を示していると考えています。

3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して



16

3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して

●きれいな海と豊かな海は同じではない

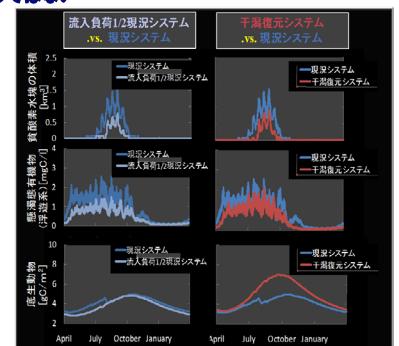
「流入負荷削減」と「干潟・浅海域復元」の差異

●水質

：貧酸素と懸濁態有機物
→ 同一の傾向

●生物

：底生動物
→ 流入負荷削減では微減。
→ 干潟・浅海域復元では増加。

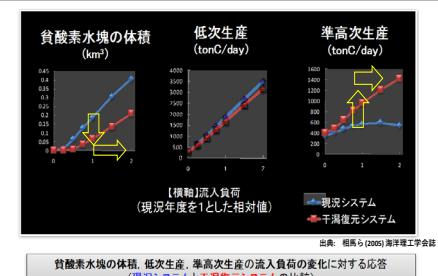


17

3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して

●「流入負荷削減」と「干潟・浅海域復元」は違う「きれいな海と豊かな海は同じではない

【流入負荷の増加】：貧酸素化、低次生産を促進。高次生産は極大を持ち、やがて低下
【干潟の効果】：貧酸素化の低減、高次生産の促進。低次生産には影響を与える。



貧酸素水塊の体積、低次生産、準高次生産の流入負荷の変化に対する応答
(現況システムと干潟復元システムの比較)
値は年平均値で東京湾全域での積分値。

18

こちらのスライド（スライド 19）は、8月 15 日から 16 日までの 24 時間、コンピュータ上で赤潮を発生させた後の東京湾の生態系応答を解析した結果です。黒いラインは現況システム（without tidal flat）、赤いラインは干潟復元システム（with tidal flat）における、「赤潮が発生した場合と発生しなかった場合の差」を示しています。貧酸素化ポテンシャルの定義の詳細は文献（相馬ら, 2005）に譲り、ここでは、底層水が持つ酸素消費ポテンシャルを評価したものと考えてください。この結果をみると、貧酸素化ポテンシャル、低次生産、準高次生産は、現況システム、干潟復元システムいずれにおいても、赤潮発生直後、数日間はどれも増加しています。しかし、干潟復元システムでは、貧酸素化ポテンシャルの極大値は、現況システムより小さい値をとります。また、その増加は現況システムに比べて早期に元の状態、即ち、赤潮が発生していない状況と同じ状況（y 軸の値が 0）にもどります。低次生産では、すぐに赤潮が発生していない状況に戻ります。最も注目すべきは準高次生産の応答でしょう。

現況システムでは、赤潮発生後の 3 ヶ月程度後の 12 月初旬まで、赤潮が発生していない状況と比べて、マイナスの値となっています。つまり、赤潮のダメージが 3 ヶ月程度続いている。一方、干潟復元システムでは、赤潮発生後、10 日程度で赤潮が発生していない場合と同じ状況に戻るということです。つまり、干潟復元システムは、現況システムにくらべ、赤潮により生態系がダメージを受けても、生態系を速やかに元の状態に戻します。言い換れば、「干潟は東京湾生態系に頑健性を与える」と考えることができます。

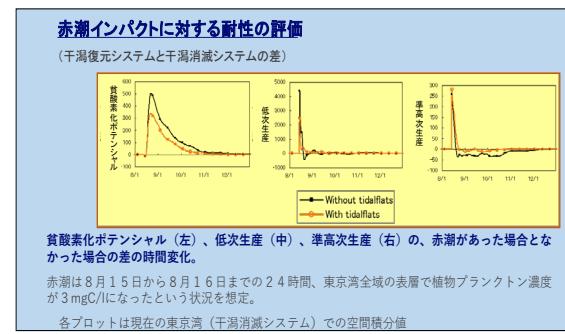
次は、気候変動の緩和に関する、数理生態系モデルから見えてきたこと、についてお話をします。

まず、東京湾生態系が持つ、気候変動緩和のメカニズムやその予測・評価が可能な数理生態系モデルを開発するに当たり、「気候変動緩和機能」とは何か？を定義する必要がありました。モデル開発を考案していた 2012 年頃、これは少なくとも陽には定義されていませんでした。こちらのスライド（スライド 22）が、モデル開発時に整理した気候変動緩和機能を図示したものです。つまり、気候変動の緩和を、「大気から海洋への CO₂ ガスの“吸収”」と「吸収された CO₂ の生物生産・殻形成による有機炭素あるいは炭酸カルシウムへの“固定”」、そして「固定された炭素の堆積物深部への“貯留”」の 3 つの機能に区分しました。これらを、吸收

3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して

大阪公立大学

●環境インパクトに対する頑健性は…



3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して

大阪公立大学

●数理モデルから分かってきたこと

- (1) 「豊かな海」と「きれいな海」は必ずしも一致しない。
- (2) 「豊かな海」は頑健性が強い。
- (3) 環境改善スパイラル（豊かな海の再生）は起こりうる。

20

本日の内容

大阪公立大学

1. なぜ沿岸生態系なのか？
2. 東京湾生態系を数理モデル化する
3. モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して
4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して
5. モデルの活用：生態系モデリングとファシリテーション

21

機能、固定機能、貯留機能と呼ぶことにしました。当時のモデル開発のモチベーションは、この3機能の動態を機構的に解明し、予測・評価したい。そのためには、大気、水、堆積物に渡って相互作用する生態系の様相を捉え、その結果もたらされる炭素循環を理解することが有意義で、これに成功すれば、今後の気候変動緩和施策の方向性を提示にも役立つのではないか。そして、こうした試みは挑戦的ではあるけれどもやってみたい。というところにありました。このモデル開発の際、ベースにしたのは、これまで開発してきた、そして本日ご紹介してきた東京湾の生態系モデルです。しかし、このモデルで、気候変動の緩和を取り扱うには、不十分と思われる要素がありました。それは炭酸平衡系のメカニズムです。どういうことか、と申しますと、海洋の酸性化や大気-海洋間のCO₂吸収・放出の挙動を機構的に取り扱うためには、全アルカリ度(TA)、DIC、pH、CO₂分圧(pCO₂)の生物・化学・物理過程による変化、すなわち、「炭酸平衡系とその生物・化学・物理過程に伴う応答メカニズム」を導入すること(スライド23)が必要不可欠と考えていたのですが、既存のモデルにはこれが含まれていない、ということです。それでは、やってみよう、ということになりました。こうした背景の中、炭酸平衡系を導入した数理生態系モデルを開発(2018, Sohma, et al)し、東京湾に適用し解析した結果を一部ご紹介します。

4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して

大阪公立大学
Osaka City University

大阪公立大学
Osaka City University

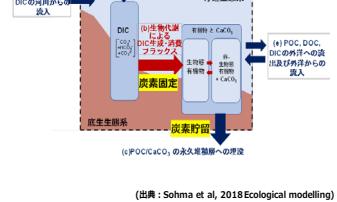
●モデルの特徴とその特徴故に見えてきたこと。

・沿岸生態系における炭素取込み、炭素隔離、炭素貯留機能

●大切なポイント

- (1)生食連鎖、腐食連鎖、とくに底生動物を表現。
- (2)堆積物の微生物代謝の鉛直微構造を表現
- (3)干潟・浅海域・湾央域生態系のカップリング。
- (4)底生生態系・浮遊生態系のカップリング。
- (5)炭酸化学理論と生物・化学過程のカップリング

生態系モデル開発時に整理した気候変動緩和機能



(出典: Sohma et al, 2018 Ecological modelling)

22

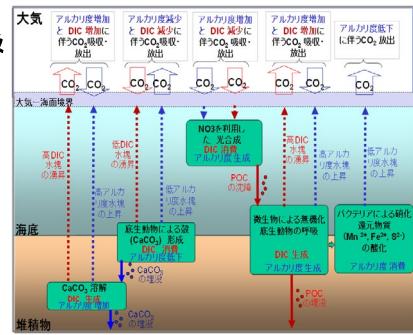
モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して

大阪公立大学
Osaka City University

大阪公立大学
Osaka City University

●大気・海洋間のCO₂吸収・放出は、**全アルカリ度(TA)**、**溶存無機炭素(DIC)**によって変化する。

●TA, DICは、
生物・化学過程によって
変化する。



(出典: Sohma et al (2018) Ecological modelling)

23

こちらのスライド(スライド24)は、東京湾における大気-海洋間のCO₂吸収・放出の年平均を算出した結果です。河川水流入が多い場所では放出していますが、他の領域では吸収しています。河川水流量が多い場所はpHが比較的低く、pCO₂が高めで、放出している結果となっています。その他にも、RCP8.5シナリオ下における、東京湾生態系の2100年までの応答を予測・評価しました。そして、「現在の東京湾は気候変動緩和機能を持つこと」、「RCP8.5シナリオ下では、現状から2100 A.D.までに炭素吸収機能は、2030 A.D.までは減る、しかし、その後は増えること」、「炭素固定機能は、2100 A.D.まで増え続けること」、「炭素貯留機能は、2070 A.D.までは増加する。しかし、その後は減少すること」、また、その要因についても、浮遊系における植物プランクトンの光合成のみならず、堆積物におけるDIC、TAの増減、炭酸カルシウムの溶解、酸性化の指標であるpHの挙動などから、定量的に説明できるようになりました。これらは、時間が押していることと、論文(大町・相馬、2023、2022)で発表もしておりますので、本日は省略させていただきます。

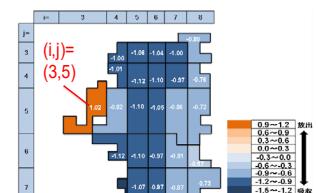
4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して

現況:炭素吸収機能(大気-海洋間CO₂フラックス)の
解析結果

年平均でみると…

$(i,j) = (3,5)$ を除く全ての領域で
0.57~1.30 $\mu\text{gC}/\text{cm}^2/\text{h}$ 吸収
 $(i,j) = (3,5)$ で 1.02 $\mu\text{gC}/\text{cm}^2/\text{h}$ 放出

$(i,j) = (3,5)$ は、荒川、江戸川、隅田川、多摩川等の一級河川
が流入する河口域



(出典: 相馬ら, 2018, 海洋工学論文集) 24

24

その他にも、炭酸平衡系を加えた浮遊系-底生系結合生態系をモデル化することにより、流入負荷を削減すると堆積物の炭素貯留能や、生物による炭素吸収能はどのように応答するのか、あるいは、きれいな海・豊かな海と気候変動緩和の関係はどのようになるのか、の解釈について、一つの方向性が示せるのでは、と期待しているところです。もちろん、こうしたモデルは、生態系を近似した結果であること、は論を俟たないわけですので、生態系モデルに課した条件や仮定を共有していくことで、これらの結果の信頼性と限界を真摯に議論していくことが必要です。

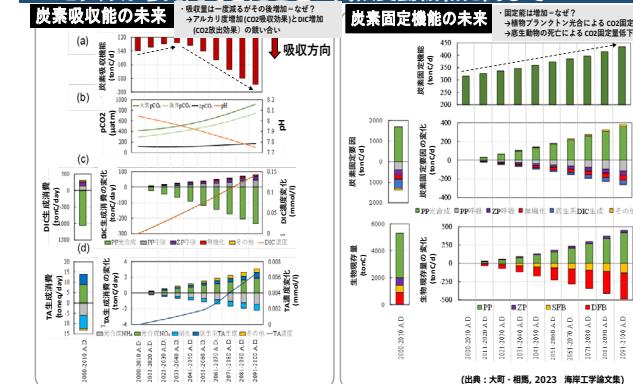
4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して

では、RCP8.5シナリオ下での東京湾は？

RCP8.5シナリオ：最大排出量に相当シナリオで、
2081年～2100年には、世界の平均気温が、産業革命前に
較べ3.2～5.4度上昇。

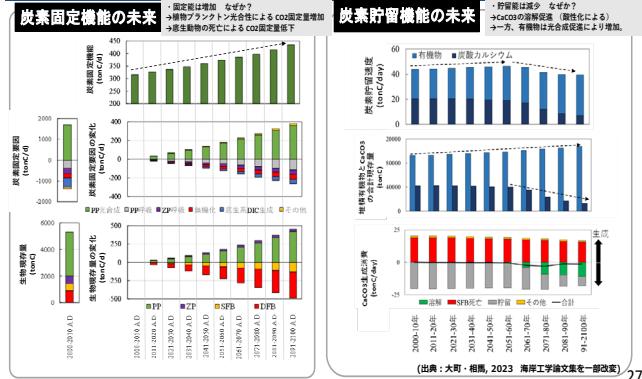
25

4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して



25

4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して



4. モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して

●分かってきたこと

- 現在の東京湾は気候変動緩和機能を持つ。
- RCP8.5シナリオ下では、現状から2100 A.D.までに
 - 炭素吸収機能は、2030 A.D.までは減る
→しかし、その後は増える
 - 炭素固定機能は、2100 A.D.まで増える
 - 炭素貯留機能は、2070 A.D.までは増える
→しかし、その後は減る
- 現在の東京湾に干涸・海草場を創生すれば、「生物生産性」・「気候変動緩和能」は引き上げられ、貧酸素化は改善される。

27

26

さて、最後に数理生態系モデルがどのような役割を担えるか、その可能性についてお話ししたいと思います。環境行政における数理モデルの活用方法に着目すれば、数理モデルは、海域類型指定の設定や、港湾計画、埋立事業などの環境アセスメント（EIA）において、COD、TN、TP、SSの予測・評価に活用されてきました。2000年に入ると、浅場・藻場の埋立とそのミティゲーションとしての浅場造成の評価などにも用いられるようになりました。さらに、2010年代になると、沿岸環境修復の行動計画を策定する際の、産官学間のコミュニケーションプラットホームとしての活用も視野に入ってきたと感じています。例えば、このスライド（スライド31）は、数理生態系モデルを活用して、水圈改善の行動計画を策定するまでのフローのイメージを示したものですが、左側の「構想化」のボックスは、目指す姿の設定から、それを実現・具現化するための施策・技術パッケージの考案に至るまでの一連の過程を示しており、生態系モデルは、構想化の一部である「課題・メカニズムの把握」ならびに「効果・費用の予測・評価」で活用・貢献することを示しています。そして、その活用は「利用可能な最上の科学：Best available science」という前提のもと、不確実性を含みつつ遂行することになります。一方、取扱う状況や課題が益々複雑化する昨今では、「課題・メカニズムの把握」、「効果対費用の予測・評価」だけに

32

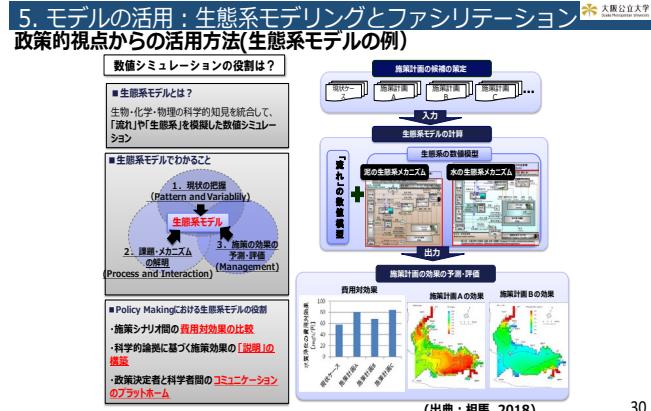
留まらず、事業を取りまく状況を俯瞰し、構想化全体をファシリテートする機能が必要と感じます。さらに、こうしたファシリテート機能の支援には、多様な知見・意見を可能な限り包含して体系化・論理化し、説明する技能が必要です。生態系の数理モデル化、いわゆるプロセスベースのモデル化は、そうした技能をサポートするツールと位置づけてもよいかもしれません。こちらのスライド（スライド32）は、プロセスベースの生態系モデルの「探求テーマ」、「目的」、「（モデルによって）養われる技能」、「貢献の方向性」をまとめたものです。生態系モデルで探求するテーマは、真理（自然科学）、環境の捉え方、ビジョンと実現方策、そして合意形成と幅広です。また、モデルの目標も、学問体系の構築から、現場への活用と幅広いわけです。こうした数理モデルが、真理の探求は勿論、構想化（上位計画策定）の現場において、産官学・及び異分野専門家間のコミュニケーションプラットホームとして益々活用されることを期待したい。そのように思っています。

どうもありがとうございました。

本日の内容

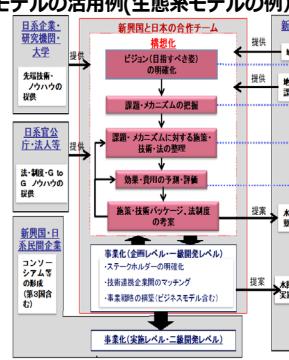
- なぜ沿岸生態系なのか？
- 東京湾生態系を数理モデル化する
- モデルから見えてきたこと：豊かな海に関して
- 数理モデルから見えてきたこと：気候変動緩和に関して
- モデルの活用：生態系モデリングとファシリテーション

5. モデルの活用：生態系モデリングとファシリテーション



30

5. モデルの活用：生態系モデリングとファシリテーション



5. モデルの活用：生態系モデリングとファシリテーション

数理モデルの活用例(生態系モデルの例)



32

◆公共用水域水質測定結果から見る最近の東京湾

国立環境研究所 牧 秀明、東京都環境科学研究所 安藤晴夫・石井裕一

ご紹介いただきました国立環境研究所の牧と申します。本日は発表の場を与えていただきましてありがとうございます。それから東京湾シンポジウム何回か聴衆として参加させていただいて、十数年前にお話させていただいたことがありますけども、冒頭の永井副所長のお話にもありました通り、継続は力なりということで、20年間以上やられているということで本当に敬意を表したいと思います。

今日お話させていただくのは、公共用水域水質測定結果から見る最近の東京湾となります。公共用水域水質測定とういうのは COD や全窒素・全リン、pH、それに最近は項目が変わりましたけど大腸菌等の衛生指標とかいろいろあるわけですけども、今日は、散々お話がありました底層 DO とか貧酸素水塊一括でお話をさせていただきたいと思います。

本日紹介させていただく内容は先ほど申しました通り、底層 DO 一括になりますが、公共用水域水質測定は 1970 年代、昭和 40 年代に始まったということになっておりまして、だいたい 40 年強ぐらいのデータが蓄積されています。40 年強をやっておりますと、長期的にどういうふうに変わってきたかっていうのがだんだんわかってきます。今日、千葉県水産総合研究センターの石井さんおられます。水産の方ははるかに先輩で、もう戦後すぐ 1950 年代に測定が始められていて、60~70 年間のデータがありまして、環境の方はまだ 40 年間かせいぜい 50 年間程度ですけども、長期的な変動がわかるところに来ています。今日お示ししたいのは、会場に再生会議の関係者も多く来られていますので、再生会議の第二期、去年までになりますけども、その中で官民連携フォーラム、岡田室長が相当ご尽力されました指標活用プロジェクトチームの方で検討しました 10 年間における底層 DO のトレンドと、それにもっと長期的 (30~40 年間) にどう変化したかという両方を話したいと思います。底層 DO 一括と申しましたけども、底層 DO がどうして下がるか、貧酸素水塊がどうしてできるか、皆さんもう耳にタコができるほど聞かれていると思います



公共用水域水質測定結果から見る 最近の東京湾

国立環境研究所 牧 秀明

東京都環境科学研究所 安藤 晴夫、石井 裕一

公益財団法人 東京都環境公社
東京都環境科学研究所

NIES 国立環境研究所 50th Anniversary

本日紹介させて頂く内容

- 東京湾における公共用水域水質測定で蓄積してきたデータを基にして、新たに水質環境基準生活環境項目に設定された底層溶存酸素量 (DO) の中期 (10年間)・長期 (20年間) に渡る変動傾向の評価 (増えているのか? 減っているのか? 横ばい?)
- 底層DOの低下・枯渇⇒貧酸素水塊形成に影響をおよぼす水温や成層の中長期変動も併せて評価。

◇ 溶存酸素 (DO)

- 水生生物 (動物) が生きるために最も重要な水質項目。
- マダイの養殖には 4 mg/L 以上保持される必要があると言われている。
 - 夏季、海水での最大の濃度 (飽和状態) は 7 mg/L 程度。
 - 表層付近では植物プランクトンが増殖し、日照が有る時には光合成で酸素が供給され、濃度が高くなる。場合によっては過飽和状態となる。
 - 夏季、沿岸域では大量に増殖した植物プランクトンが沈降し下層で腐敗 (分解) する時に酸素を消費して、成層が形成されているために鉛直混合が妨げられ、下層への溶存酸素の供給が行われないため、貧酸素状態となる。
 - 水質環境基準で海域の表層については設定されていたが、貧酸素状態に見舞われる底層に関しては設定されていなかった。
- ⇒ 現在、環境省の方で東京湾、大阪湾、伊勢湾等を対象に類型当てはめと基準達成・非達成の評価方法を検討中。

が、成層、つまり表層の水と底層の水が混ざらない現象と、成層に寄与する水温、それに成層の強度の変化についてお話ししたいと思います。

溶存酸素 (DO) について、プロの方が多いですから釈迦に説法だと思うんですけども、東京湾は縁がないと思いますが、マダイの養殖の場合、だいたい 4 mg/L を下回ると厳しいと言われております。お分かりの通り東京湾で常に底層 DO を 4 mg/L を維持するのは結構大変だと思います。それから夏場の DO の飽和濃度、だいたい 7 mg/L になるという相場感を持っていただきたい。それからどうやって酸素が消費されるかということですが、植物プランクトンが増えて日照があるときには光合成で酸素が供給されるので飽和の 7 mg/L を突破して、特に赤潮の強烈な東京湾ですと、絶対に普通の物理的な飽和濃度であり得ない 10 mg/L 以上に達し、飽和度でいう何百%ということがしそうになります。底層の方ですと、さっき相馬先生のお話にもありましたように、増えすぎた植物プランクトンが下層の方に沈んで腐って酸素を消費し、さらに成層が強化されて鉛直方向の混合が妨げられますので表層の酸素が底層に供給されずにどんどん枯渇・無くなることで貧酸素状態になっていきます。水質環境基準に生活環境項目というものがございますけども、表層中の DO に関してはずっと昔から環境基準があったんですけども、夏になったら無くなる海の底の DO、いわゆる底層 DO に関してはようやく 7 年前に環境省の方で環境基準として設定されました。最近では東京湾を筆頭に同じように貧酸素水塊に悩まされている大阪湾、伊勢湾等の閉鎖性海域で底層 DO の環境基準類型当てはめが検討されています。

このスライドは環境省が 2016 年 3 月に出したものですけども、海の底にいる生き物でカレイ、シャコなどを守るために底層 DO を維持しなければいけないということで、保全するべき対象生物種の類型を 1、2、3 と分類しました。それに対応して底層 DO の環境基準値を結構紋切型ですけども、4、3、2 mg/L という数値を当てはめています。

関係者の方はもう既に何回もご覧になっていると思いますけども、現在類型指定当てはめを行っているところですが、このスライドの図はよく見ていただくと、貧酸素状態が最も苛烈なところ、要するに生物種でいうと 3 類型ところに基準としては一番ゆるい、底層 DO が一番低い基準値 (3 mg/L) があてはめられていて、そこから遠方の黄色く塗られた箇所には（類型で生物 1 の）DO 3 mg/L の基準値を当てはめていますが、実際は夏に底層 DO が 3 mg/L を下回ってしまうので環境基準を達成できないということになります。緑色に塗られた箇所は、このシンポの会場の横浜の地先の辺りと木更津の南の方は東京湾といつても貧酸素の程度がかなりマシな所ですので、類型生物 1 (DO 4 mg/L) に指定されています。

表 底層溶存酸素量(DO)の類型及び基準値

類型	水生生物が生息・再生産する場の適応性	基準値
生物1	生息段階において貧酸素耐性の低い水生生物が生息できる場を保全・再生する水域又は再生産段階において貧酸素耐性の低い水生生物が再生産できる場を保全・再生する水域	4.0 mg/L 以上
生物2	生息段階において貧酸素耐性の低い水生生物を除き、水生生物が生息できる場を保全・再生する水域又は再生産段階において貧酸素耐性の低い水生生物を除き、水生生物が再生産できる場を保全・再生する水域	3.0 mg/L 以上
生物3	生息段階において貧酸素耐性の高い水生生物が生息できる場を保全・再生する水域、再生産段階において貧酸素耐性の高い水生生物が再生産できる場を保全・再生する水域又は無生物域を解消する水域	2.0 mg/L 以上

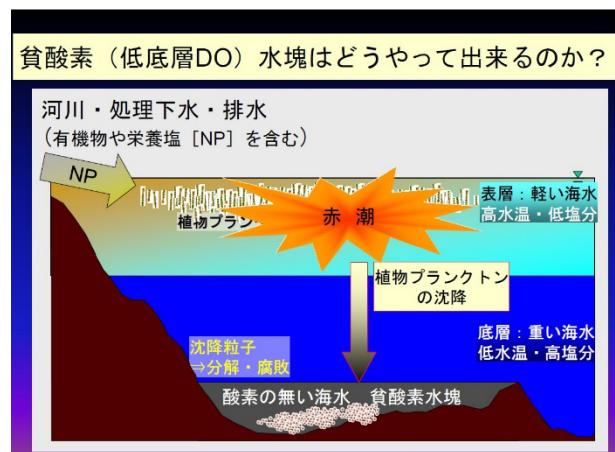
環境省2016年3月

3.1 東京湾の類型指定について



ということで、底層DOの環境基準当てはめに先んじて保全対象種を海域ごとに選びます。東京湾の場合、何の種かよく憶えていませんが、おそらくアナゴやカレイやシャコとか、そういう保全対象種を選んでいると思います。底層DO 2、3、4 mg/Lという数字は、大阪湾であろうと伊勢湾だろうと東京湾であろうと変わらないですけども、保全対象生物種のどれを当てはまるかというのは各海域によって変わります。一応当てはめてこういった（スライドの）形でなっていますけど、環境基準ですから、達成状況を行政的に評価しなければいけない訳です。その計算方法まで検討されているんですけども、実際どうするかっていうところまでいってないながらも、大枠はこの枠組みで累計当てはめを行っていくという方針はほぼ決まっています。

次に貧酸素水塊、あるいは枯渇した酸素水塊はどうやってできるかということなんですけども、（スライド図の）上（表層）の水色の方が温かくて塩分が低い、いわゆる「あまい」海水になっているんですが、下（底層）が塩分が高くて水温が低くなっていて（スライド図の紺色のところ）、海水の密度が高いということで、夏場は（スライド図の）水色のところ（表層）と紺色のところ（底層）が混ざり難くなっている。特に東京湾の場合は夏場に強烈な成層が形成されていて、猛烈な風や台風が来ない限り混ざらない。そこに栄養塩がふんだんにある河川水とか下水処理水が表層に流入して、植物プランクトンが増殖します。先ほど申し上げました通り、東京湾の赤潮というのは恐らく世界的にみても相当なもので、クロロフィル濃度で数百 $\mu\text{g}/\text{L}$ に達するほどですから、猛烈な量のバイオマスが発生して、相馬先生のご研究で示されたのは、それが炭酸ガスを吸収している訳ですけども、多すぎるということで、これが赤潮になる。それから植物プランクトンそのものが生きているまま、死んだまま底層に沈んでいって、それが有機物炭素の粒子になって腐って、混ざらない底層中でどんどん酸素が消失されて貧酸素水塊になります。これがもう何回も聞かれているような図式で、貧酸素水塊が毎夏出るわけですけども、長期間にどのくらいましになっているか、あるいはひどくなってるかっていうのをここでお示ししたいと思います。



東京湾再生推進会議と共に設置されました官民連携フォーラム指標活用プロジェクトチームの方で、後でお示ししますけども、ダミー変数を用いた重回帰分析という解析方法で、2004年から2020年の15年間を対象にして、1年間ずつずらして、各10年間でどう底層DOが変動していたかを直線的なトレンドとして評価した結果について、まずお話しします。

このダミー変数を用いた重回帰分析では底層DOの長期変動を示すトレンドは直線状になり、季節成分とトレンド成分を分離して、エクセルでご家庭でもできるというものです。この（スライド）左上の赤い線は水温の経年変化になります。当然ですけど夏場は高くて冬は低い、それをずっと繰り返しています。底層DOはその真逆で、夏場は低く冬場は高くなる。この水色で示している折れ線グラフが底層DOで見にくくて恐縮なんんですけど、水温と全く逆の関係ですので、さっき申し上げた通りDOは冬場で7mg/Lぐらいになり、夏場で酸素がなくなると0mg/Lになるということで、一年間の内に0から7という数字を行ったり来たりする。長期的な変動として、おそらく10年間で底層DOが7mg/Lも改善するとは考えられない（年内の季節的変動に比べて）ものすごく僅かな上昇傾向か低下傾向しか期待できないということで、これをどうやって評価するかということになり、ここにありますように、長期的変動を示すトレンド成分と通算月数を掛けたもの、月別変動を示す季節成分に初回（通算月数が1）の海水温（切片）との和からなる重回帰式を作りました。これは元々海水温について、底層DOと同じような月1回のデータから長期変動を示すトレンドを簡単に抽出できるということで提案されました。まずエクセルの上で、こういうようなもの（スライドの表）を作ります。例えば30年間毎月測定されている場合、12ヶ月×30年で360個の測定データが一と縦に並びます。Yの1からYの360まで、このスライドでは240までしか書いていないんですけど、通し（通算）月数になります。公共用水域水質測定はお役所仕事で年度最初の4月から始まりますから、最初年度の4月が通し月数Y=1となり、また季節（月）成分を推定するためのダミー変数の4月の列が1となり他の月の列のダミー変数は全てゼロ（0）となります。他の月に関しても同様にYの当該通し月数とダミー変数も該当月に1を他の月は0を当てがいます。これでダミー変数が対角行列みたいなカレンダーを毎年繰り返すことになりますが、（毎年度最後の）3月に関しては、毎年の季節変動のパターンの定常性を持たせるためにダミー変数としてマイナス1（-1）を入れておきます。重回帰分析の計算結果ですが、元の測定データそのものでは不規則にギザギザしていますが、海水温の場合、大体30年間で1°Cぐらい上昇するというのがどこの海でも相場でトレンド成分として抽出され、底層DOですと夏場が低く冬場が高いという毎年繰り返す季節（月）成分が月毎に同じ値に計算され

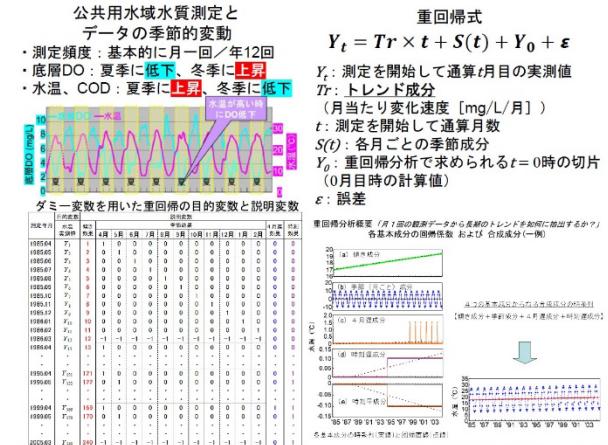
底層DOの中期（10年間）の変動評価

- 2004～2013年度、2005～2014年度
2006～2015年度、2007～2016年度
2008～2017年度、2009～2018年度
2010～2019年度、2011～2020年度
の過去8通りの「10年間」における「直線的」な底層DOの変動を「ダミー変数を用いた重回帰分析」によって評価



- ダミー変数を用いた重回帰分析とは？
測定データを中長期変動（トレンド：ただし直線状）と季節（月）成分（ただし常に一定）に分離して評価
Excelで計算可能

東京湾再生のための行動計画（第二期）期末評価報告書
令和5年3月東京湾再生推進会議
官民連携フォーラム・指標活用プロジェクトチーム作成



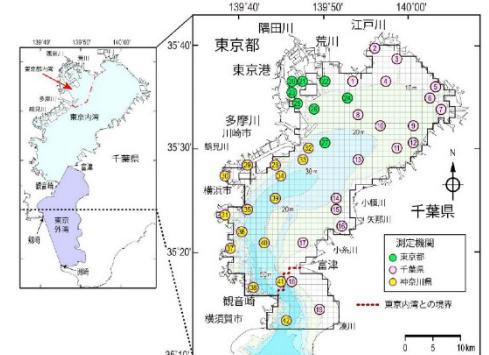
て、このようなトレンド成分と単純化された季節（月）成分が合成された（キザギザしない）きれいな折れ線グラフとなります。

公共用水域水質測定が行われている地点ですが、大体、東京湾全体で 50 地点ぐらいになります。環境基準点と他に補助点とかいろいろあってややこしいんですけども、大体 40 から 50 地点とお考えいただければと思います。東京湾は非常に恵まれておりますし、神奈川県と東京都と千葉県、それから政令指定都市である千葉市、横須賀市、横浜市、川崎市によって、要するに財政力のある規模の大きい自治体によって公共用水域水質測定が賄われてますので、目的的にも地点数も非常に充実した測定がなされております。

底層 DO のダミー変数を用いた重回帰分析の結果ですけど、（スライドの）左上から 2004 年から 2013 年、一番右下が 2011 年から 2020 年の直近の 10 年間での各測定点でのトレンドとなります。残念ながら 2021 年、2022 年のデータが出そろっていないと、解析が終わっていませんので無いんですけども、一番古いのは 2004 年から 2013 年で見ていただくと、青い丸というのは底層 DO が上昇していて、改善傾向を示しています。これを見ていただくと、青丸がけっこう沢山ありますし、2009 年から 18 年の 10 年間までは、だんだん底層 DO が東京湾でもよくなってきてていることが示されて、かなり喜びました、というか期待しました。

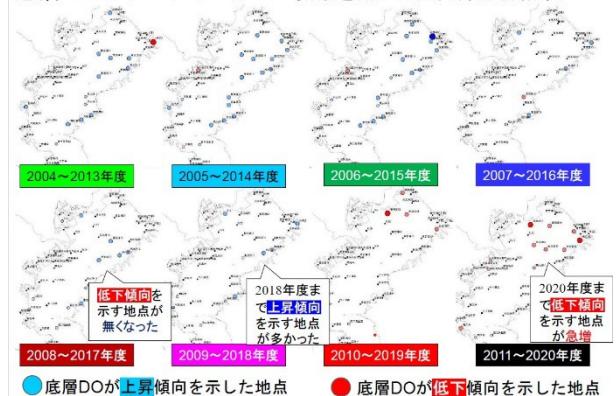
ところがさっき岡田室長の冒頭の趣旨説明にありました通り、2019 年ぐらいから具合が悪くなってきて、実は底層 DO の低下傾向を示す真っ赤な点が激増しています。これは今日ご紹介される千葉県の石井さんのところで東京湾の貧酸素水塊の評価法として最大体積というものを求められて関係者に定期的に配信されていますが、そちらでも数年前まで改善傾向を示されていたのが、最近では悪化しているという傾向を示されているのと全く一緒で、評価方法は違えど、また測定データは違えど、残念ながら現在の東京の底層 DO は 2015 年ぐらいから悪化傾向に転じたというのを認めざるを得ない結果になっています。つまり 50 地点内で底層 DO の改善傾向を示した地点の割合が（棒グラフの）青いバーで示されていますが、2004 年から 2018 年ぐらいまで増えていたんですけども、底層 DO が全然変化しない地点の割合が灰色の薄いところ、赤いところは低下する地点の割合ということであまり望ましくないのですが、2010～2019 年の 10 年間の期間から激増しはじめました。おそらく今もまだ増え続け

東京湾における公共用水域水質測定

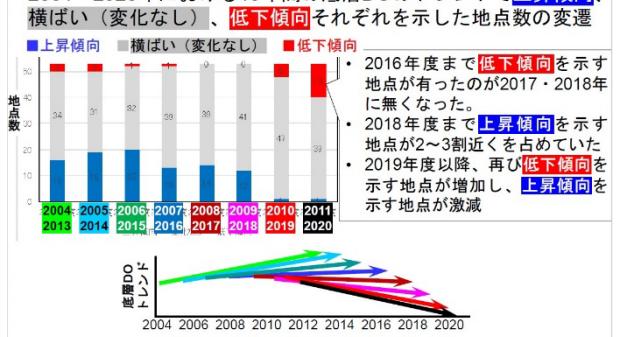


（東京都、神奈川県〔川崎市・横浜市・横須賀市〕、千葉県〔千葉市〕）

2004～2020年の間で1年間ずつずらした10年間の底層DOのトレンド（ダミー変数を用いた重回帰分析結果）



2004～2020年における10年間の底層DOのトレンドで上昇傾向、横ばい（変化なし）、低下傾向それぞれを示した地点数の変遷



2004～2020年の間で1年間ずつずらした10年間の底層DOのトレンドの変遷のイメージ

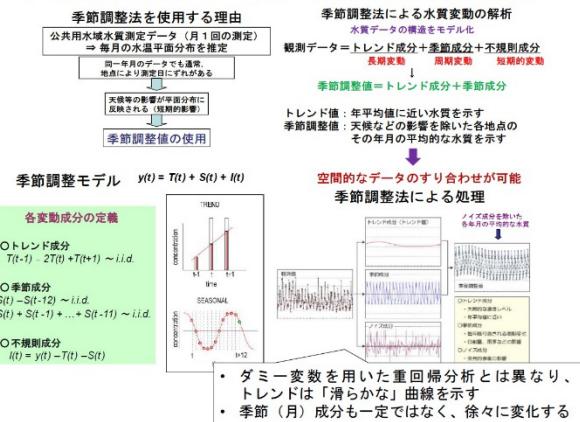
東京湾再生のための行動計画（第二期）期末評価報告書
令和5年3月東京湾再生推進会議
官民連携フォーラム・指標活用プロジェクトチーム作成

ているんじゃないかなと思います。イメージ的に表すと（スライド内図の）この薄い緑で書いた矢印の2004年から2012年ぐらいまではいい感じでどんどん底層DOが回復していたのが、どうも2015年ぐらいを境目に具合が悪くなってきて、いまは低下のトレンドに入ってきたといった感じです。ということで、現在はなかなか底層DOに関しては厳しい状況になっています。

いまお示したエクセルでご家庭でもできるという重回帰分析は、結構固いモデルというか、直線的なトレンドしか評価できないのに対し、重回帰分析よりも複雑なモデルになりますが、統計のモデルで評価指標として汎用されている赤池情報量規準（AIC）を発案されました統計数理研究所の元所長の赤池先生が考案され、それを継がれた北川先生が発展された季節調整という直線的ではなく曲がるトレンド成分を推定できる方法により、底層DOや他の関連項目のもっと長い30~40年間の長期トレンドを解析した結果を次にお話します。

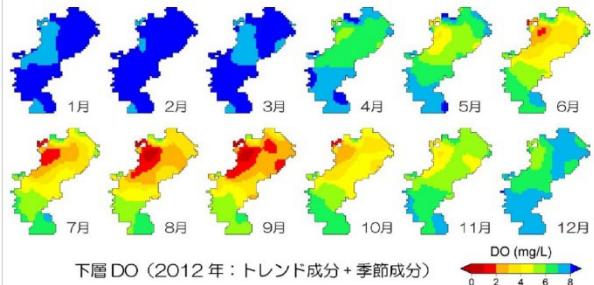
これは今回一緒に発表させていただいた共著者の安藤さんが図式化されたもので、月別の貧酸素水塊の発生状況となります。これもよくご存じの通り、夏場の8月もしくは9月がもっとも酷い。季節的に8月が一番暑いわけですが、酸素の消費の度合いなどが影響していると思うのですが、9月の方がどっちかというと貧酸素水塊の規模としては大きい。ですので、9月を貧酸素水塊のもっとも苛烈な代表的な月として長期的に評価しています。次に底層DOの中長期の変遷ということで、2001年、今から23年前の状態からお示ししますが、真っ赤なところが、さっき底層DOの環境基準で触れた類型の生物3種の一番貧酸素状態が過酷なところに当てはまるんですけども、それが年を経るごとにどんどん減少しています。それから着目していただきたいのが、どうしても赤いところに目が行きがちですけども、黄色い底層DOが4mg/Lのところ、これもある種の生物にとっては厳しい環境となります。特に2000年代初期は横浜沖まで結構広がっていたのが、今は喜ばしいことにどんどん湾奥方向に押し込まれていて、横浜沖では貧酸素状態はだいぶ解消されています。ところがさっき申し上げた通り、2017年ぐらいまでは、もしかしたらどんどん貧酸素域が小さくなっているのではと期待していたんですけども、反転しまして、貧酸素水塊の逆襲と言わんばかりにどんどん湾奥の千葉側の貧酸素水塊がひどくなっていると、川崎の沖合くらいまで貧酸素水塊が広がっていて、DOがどんどん低下しているところがあるという訳です。

季節調整によるDO・水温・密度差の長期変動評価



東京湾での底層DOの季節（月）変化と水平分布

季節調整法 → 平均的には、9月に貧酸素化した水域が最大化



次に水温と成層と底層DOとの関係について触れたいと思いますけれども、水温が上がると、生物化学反応でDOというものは消費されますから、消費が活性化されることになります。それからご存知の通りDOの飽和濃度というものは温度が高くなると物理化学的に溶けられる量が限られてくるので、水温が高いと海水中の酸素の重量濃度が減ってしまいます。この二つが懸念される海水温上昇による貧酸素水塊に対する影響なんですけども、もう一つはさきほどお示しした表層と底層間の水温差による成層強化が考えられます。後でお示しますけど、成層の強さは表層と底層間の水温差と塩分差によって決まるんですけども、もし東京湾に流れてくる淡水の量が変わらないと仮定すると塩分は長期的に変わらず、やっぱり温度の長期的な変化の方がはるかに効いて成層を強化させている、変化させているということが考えられます。

つまりその表層と底層間の温度差がどんどん増大すると、成層が強化されて鉛直混合が阻害されますので、ご存知だと思うんですけど、昔のお風呂で冬場に上だけ温かくて下は冷たいあの状態を思い浮かべていただければと思いますが、結果的に貧酸素水塊を安定化させる、つまり貧酸素水塊を助長させることになります。実際に起こっていることですが、海水温はすごい上昇しています。それに伴ってさきほどお話しました表層と下層間の密度差も拡大傾向に有ります。

東京湾の海水温のトレンドですが、大阪湾、東京湾の平均水温は17~20°Cくらいと考えていただければいいんですけども、よく言われるよう気温と同様に1980年代からどんどん上がっていって、2000年代ぐらいで一旦落ち着くといわれてますが、東京湾の場合、それ以降も千葉側や湾奥部ではどんどん上がっている。海水温上昇に関しておそらく、全国でトップクラスの上昇をしていると思うんです。

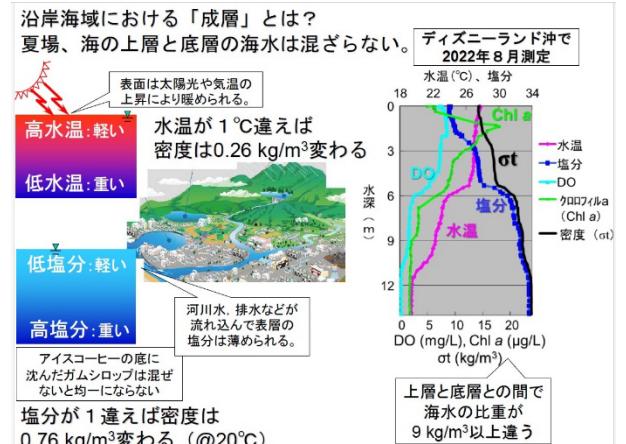
それでさっきお示した通り表層の水温が高い、それから底層の水温は低いということで、水温の差による温度成層が発達しています。それから東京湾の場合河川水や下水処理水等の大量の淡水が入ってきますから、どうしても表層の塩分は低く、底層は塩分が高くなる。これは去年ディズニーランド沖で私がセンサーで測定したものですが、水深14mぐらいのところで、水温は表層で26~28°Cぐらい、底層は十数°C。この底層水温が夏場でも非常に低いのが東京湾の特徴で、外洋の水が鉛直混合せずそのまま入ってきますから表層と底層間の水温差がそのまま奥の方まで保存されて、表層は温かくて底層は冷たい。夏場に下層水を採水すると容器の表面が結露して美味しそうな飲料水に見えるぐらいなのですが、それぐらい表層・底層間の水温差がものすごく大きい。塩分に関しても表層は20ぐらいで、場所的に荒川と江戸川の影響を強く反映していて、別に雨が降らなくてもこれくらいになります。下層の塩分は33~34ぐらいあり、たった水深14mしかないところ

底層DO低下（貧酸素水塊拡大）の想定される要因



東京湾で実際に起こっていること

- ・水温：上昇傾向
- ・密度差（表層・底層間）：拡大傾向
気温や降雨など気象現象が影響？



ろで表層と底層間で相当の差があるということで、計算された表層と底層間の密度 (σ_t) 差が、1立米当たり9 kg ぐらい違う、非常に強い成層が出来ていることが分かります。密度差が大きいということで、なかなか表層と底層間で海水が混ざらない訳ですが、この密度差には底層 DO や水温と同じように季節性があり、夏場には当然ものすごく大きくなつて冬場になるとどんどん縮んでいきます。

(スライド図で) その密度差の長期トレンドを見ますと、特に船橋沖や、姉ヶ崎、袖ヶ浦沖などで、近年どんどん大きくなつていて、結局成層が強くなつてることから鉛直混合がしにくくなつてていると思われます。結論になりますけども、成層が強化される傾向にある、それで貧酸素水塊の解消がさらに妨げられるということになります。

大阪湾や伊勢湾でも同様の検討を行つてゐるんですけども、ここまで表・底層間の密度差がどんどん広がつていくつていうのは東京湾以外では見られません。

最後に謝辞になりますけども、この会場に来られていると思うんですけども、横浜市環境科学研究所に勤められていた二宮さんに、前半にお話しさせていただいたダミー変数による重回帰分析を考案していただいて、統計数理研究所の柏木先生に監修いただきました。今回、実際にその重回帰分析の作業をやっていただきました、官民連携フォーラム・指標活用プロジェクトチームの皆様、海上保安庁の再生推進会議事務局の方、それから国交省関東地整とみなと総研 (WAVE) の関係者の方に、この場を借りて御礼申し上げます。私の発表は以上になります。

要 約

- 東京湾の湾奥部東（千葉県）側で見られた夏季の底層DOの上昇⇒貧酸素水塊の縮小傾向が、2010年代後半から再低下（貧酸素水塊再拡大）傾向
- 一部の地点では、最近急激に海水温が上昇
- 表層一底層間の海水の密度（比重）差が拡大（成層の強化）傾向にあり、海水の鉛直混合（貧酸素水塊の解消）がさらに妨げられる傾向にある。

謝 辞

- 二宮 勝幸 氏（元横浜市環境科学研究所）
- 柏木 宣久 氏（統計数理研究所）
- 東京湾再生推進会議（第二期）官民連携フォーラム 指標活用プロジェクトチームの皆様
- 海上保安庁 情報部（再生推進会議事務局）
- 国土交通省 関東地域整備局（港湾空港関係）
- 一般財団法人 みなと総合研究財団（WAVE）の関係者の皆様

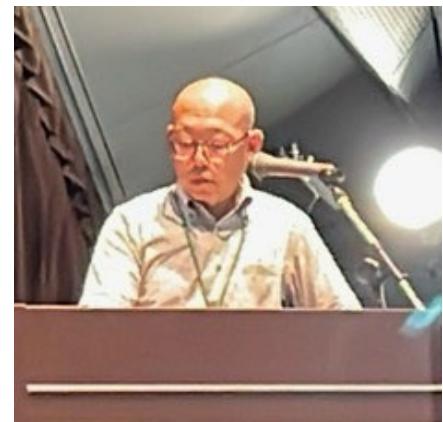
◆東京湾の履歴から「環境と生態系の修復」を考える

東京湾海洋環境研究会 野村 英明

こんにちは。東京湾海洋環境研究会の野村です。今日はこういう話をさせていただきます。この研究会がどういう組織なのか、ちょっと説明させていただきます。これは元は東京湾海洋環境研究委員会という、1996年ですね、東京湾の再生を考えようということで、当時は確か4学会だったと思うんですけど、関連学会が集まって始めたんです。その後、委員会として東京湾再生の提言を取りまとめることを目標にして、17学会がそれぞれ委員を1人ずつ出すという形でやってきました。最終的に取りまとめの段階ではいくつかの学会が、個別の学会内の合意が間に合わなかったりとかあったんですけども、真ん中にあるこの本ですね、提言をまとめました。一応目的を果たしましたから、委員会としては解散したけれども、せっかく作った組織なのに勿体ないよねって話になって、新会員を加えつつ、いま研究会として再起動しております。シンポジウムを数年おきに開催しています。96年に第1回ですけれども、左下にある来年の予定でまだ12回です。会長は最後の委員会で委員長をされていました風呂田先生です。この提言っていうのは川下の環境、要は東京湾の環境は川上の問題なんだから、川上の流域から考えなきやいけないんじゃないからって、最初は総合的な流域管理を1998年に提案して、それから10年かけて都市計画とか、多岐にわたる様々な提案をプラスするような内容になり2011年に本を出しました。

例えばですけれども、これは東京湾が将来こうなったらしいよねっていう図です。これはいろんな提案があって、それぞれに科学的な根拠に基づいて出し合ったものを抱き合わせてますので夢のような絵になっています。目標に向けては、例えば流域全体の様々な主体をネットワークでつなげていくとか、持続可能な漁業をやりましょうとか、それらをお世話する中核的機関があると効率的であろうとか、そういうことです。興味があれば図書館に行って本を読んでいただけたらと思います。

最初は湾形状の話です。東京湾っていうのは基本的に縄文中期頃に海面が安定ってきて、今の姿ができてきています。基本形状は遠浅の入り江みたいなもんですね。右の方に浮世絵がありますけれども、これは隅田川の河口での棒の先に鉤がついてて、それでうなぎを獲っている。そういう情景っていうのが右の真ん中の 1953 年の空撮で江戸川河口ですけども、こういうのが湾奥の



提言概略（2008年取り纏め、2011年発表）



川下の環境は川上の問題 「流域からの東京湾環境再生」

- ・「東京湾の総合的沿岸域管理」
提案（1998年），
提言取りまとめ（2008年），
提言発表（2011年）
 - ・「**21世紀の東京湾**」イメージ提示
 - ・中核的研究機関の創設
 - ・流域連携ネットワーク
 - ・江戸前漁師ライセンス制度
 - ・そのほか：港湾・都市部での取組みなど

自然資本/環境と生態系の持続可能性の回復

東京大学 FSI (Future Society Initiative)

東京湾 | 地形を基に築かれた生態系景観：遠浅な入り江



姿です。いま非常に小さくなってしまいましたけど、こういう景色っていうのは小櫃川の河口のところに残っております。

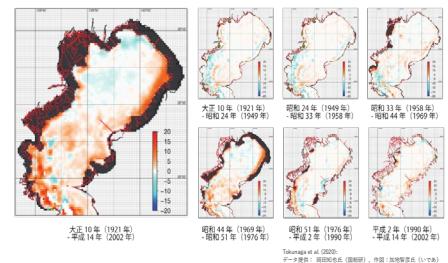
ここからはどういうふうになっていったのか埋め立ての様子を見ていきます。海図の発行年ごとのデータをですね、岡田さんに提供していただき、それをいであの加地さんが作図してくれたものです。上段の真ん中の図、これは1949年の海図から1921年の海図の地形の差分を取ることで、黒い部分がみんな埋め立てで、どのくらい埋め立てが進んだかがわかる。そうすると1921年から58年まではあまり埋め立てがないんですけども、58年から69年に京浜側で埋め立てが始まります。それで1976年から69年の差分で、特に千葉県側に埋め立てが拡大していく様子がわかります。左側の2002年から1921年の差を見るとどれくらいの土地が埋め立てられたかということがわかります。

左に物理構造がどういうふうに変化してたのかっていうのを、1923年、68年、83年の3回に分けています。平均水深が深くなる以外はみんな小さくなってるんですね。そうすると何が起こるのかっていうと、真ん中の図ですけれども、潮汐が弱くなつて、東京湾は湾としての重要な特性である潮汐自体を衰退させてきたということです。その一方で都市に人を集めてますから、埋立地がその行き場のない廃棄物処理とか、あるいは港湾だとかそういう形でもって高度に利用されていくというようなことになってきました。

東京湾でいわゆる江戸前、この生物群集っていうのは地形に依存して歴史とともに形成されてきたものです。ですから、住んでいく場所がなくなつてしまえば暮らせないということは当然です。江戸前の生物はこうしてみると、これは水産関係のものですから、底生生物が多いというのがわかります。で、右側に図がありますけれども、これは1955年から2000年頃での漁獲の変動ですけれども、一番大きく変動してるのはアサリですね。二枚貝ですが、基本的にアサリなんですが、それがほとんどの漁獲の部分を占めてるので、埋め立てで漁獲が減少するっていうのは予想通りということですね。

浅海域の埋立による湾形状の改変

■ 生態系基盤の人为的変更：干潟浅海域の消失±0%以上

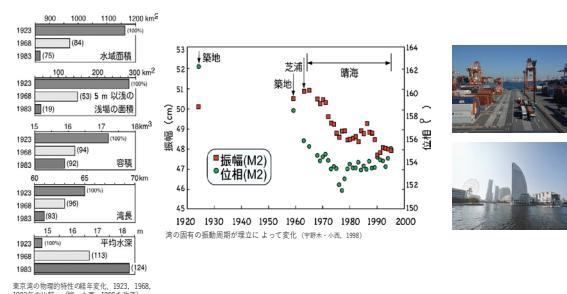


Yokoyama et al. (2020)
データ提供：国土交通省（国土地理院）・作図：加地聖良（いーあら）

東京大学 FSI (Future Society Initiative)

東京湾の物理的改変で潮汐が減衰

■ 埋立による形状改変によって、潮汐などの湾の物理的特性が変化
■ 高密度な人口を支えるインフラとして埋立地を利用

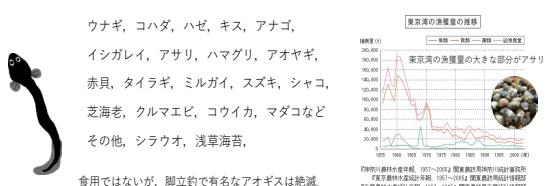


東京大学 FSI (Future Society Initiative)

『江戸前』水産生物の多くは湿地・干潟・浅海域を利用する底生生物

■ 生物群集は東京湾の形成とともに育まれた
■ 後背湿地・汽水域・浅海域の連続的な生態系景観を生活史の中で利用するため、生息場がなければ暮らしていけない（影響の受ける度合い・生活史で異なる）

ウナギ、コハダ、ハゼ、キス、アナゴ、
イシガレイ、アサリ、ハマグリ、オオヤギ、
赤貝、タイラギ、ミルガイ、スズキ、シャコ、
芝海老、クルマエビ、コウイカ、マダコなど
その他、シラウオ、浅草海苔、
食用ではないが、脚立鯛で有名なアオギスは絶滅



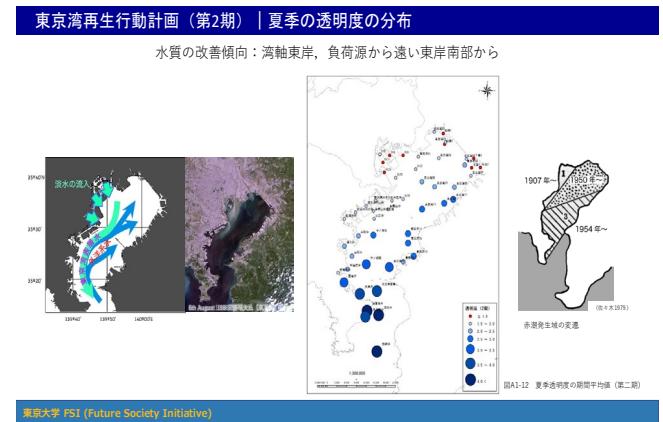
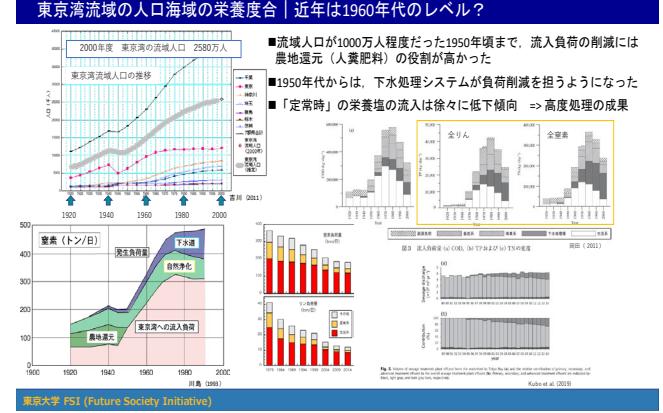
1935年後の終戦前のピーク時は、年間総漁獲量で魚類4000トンに対し、ハマグリ8000トン、あさり6-7万トン
魚類は、ボラ1000トン、うなぎ、カレイ・ヒラメ類それぞれ400-500トン（清水1997）=>汽水域、干潟・浅海域の主な漁獲対象種

東京大学 FSI (Future Society Initiative)

ここから水質に関わるところですけれども、左上方に流域人口の推定があります。真ん中辺ちょっとグレーの見づらい線がその推定値になってます。1940年ぐらいに一回減るんですけども、そのあとまたどんどん増えていきます。その下に窒素ですけども、最初の頃は農地で還元が多かったのが、その後は下水道システムが削減を補う形になってますが、発生負荷量は高度成長に合わせて増えています。真ん中下の図が、これが1979年の流入負荷が最も高かった頃に始まった総量規制で、もう規制は効いてきています。

右上に、岡田さんの論文から借りてきたんですけども、流入負荷を見ていただき、例えば全窒素ですけども、年代ごとにみると、恐らく今はですね、下水システムが働いて流入負荷自体は1960年代ぐらいのレベルまでは下がっています。依然としては高いですが、右下にありますけども、高度処理は効いているんじゃないかなと思います。

水質でわかりやすいのは透明度の話です。今日は牧さんが話していましたけど、淡水流入っていうのが結構効いています。左側に模式的にその淡水流入が多い場所、湾奥から水が入ると、表層をですね、コリオリの力が働きますから、京浜側を表層水が出ていく。すると湾内に外洋系の水がはいってくるんですね。衛星画像で、安藤さんが提供いただいたんですけども、これは台風の後の土砂の様子で、水の表層の流れっていうのがよく見えます。真ん中の大きい図は、これは東京湾再生行動計画第2期のまとめ、夏場の透明度ですね。湾軸に対して、東側は透明度がいい。当然、栄養塩が付加された淡水が流れていく神奈川県側、西岸側は透明度が低くなる。これ東京湾の水質分布の基本です。すごい大雑把な図ですけれども、赤潮の発生域が、最初は湾奥北西側にあったのが、だんだん湾軸東岸側に移った様子が見えます。流入負荷が減ってくると、それが逆回りになるわけですから、水質っていうのが湾の東岸、湾軸の東岸の方から、特に南の方から徐々に良くなっていくんですね。これはかなり大変なことで、というのは埋め立ての真っただ中の東京湾っていうのは富栄養化が進行していく、それ以後、場に適応した漁業がおこなわれて、何とかやってきた。富栄養化状況が変化していくと、またこれも変化に適応しなきゃいけない。そこに難しい部分が出てくるんじゃないかなと。



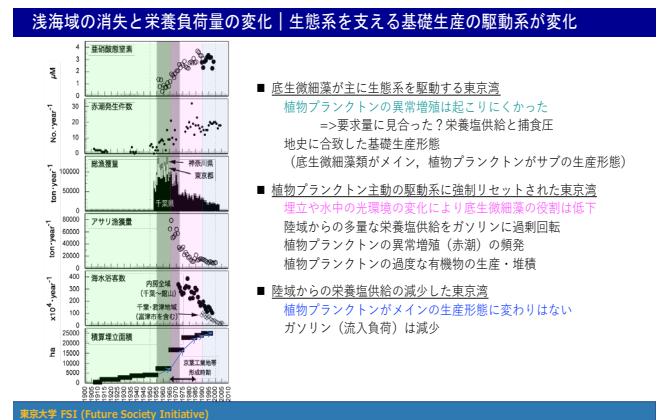
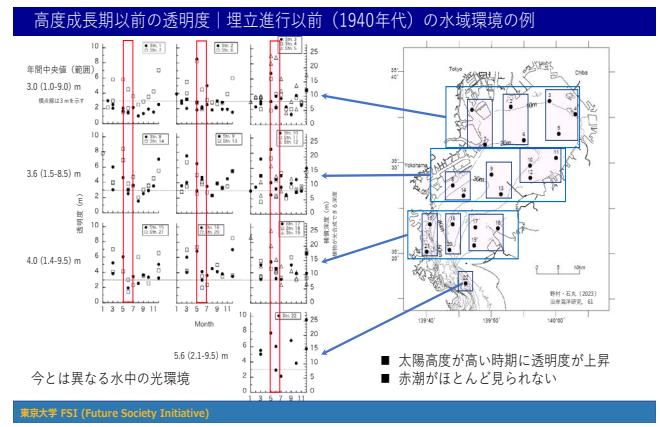
ここでこれは高度成長期前の、海岸線は最近のと違いますけど、埋立地がなかった頃に透明度どうだったのかをちょっとお示ししたい。右に青いボックスが南北に3つ、それぞれ湾奥から湾口にかけて分けてあり、それぞれのボックスに薄い赤で東から西に3区域に分けてます。湾口の1測点は別にしてある。その中に見づらいですが、点に番号がついていてそれぞれ測点番号です。左のグラフではこれらの区域ごとに湾奥から湾口、東から西に並んでいます。横軸は月で、左の縦軸が透明度、右の縦軸は植物が光合成できる深度で補償深度を表しています。横の点線は、目安として透明度3mになります。

そうすると、この湾奥部は透明度の中央値は3mですね。昔、1940年代でもやっぱり、その湾奥の品川湾ですけども、品川湾のところはやっぱり透明度はそんなには良くないんです。今回お話しませんけど、戦前からこの辺りはいまの貧酸素水塊が出る部分っていうのは、昔から汚濁域が存在したのはわかっています。それで湾の真ん中辺は中央値が3.6mから4mというふうな値なんです。3mっていうのがどういう意味を持つのか。右軸側に光合成ができる深度を示していて、大体8mぐらいまでは光合成が可能だっていうふうになります。3m以上の点、湾奥でも千葉県側とか、この当時、水深が浅いことを考えると、海底でも光合成ができる。光環境が今とは全く違うこととなっています。

それからもう一つ大切な事は、左のグラフに縦長の赤枠を付けてますが、これは5月6月7月の太陽高度が上昇する時期です。で、今、太陽高度が上昇する時期には何が起こるかっていうと赤潮が起こるんです。ところがこれを見ると透明度がこの時期にぎゅっと上がるっていうような現象が見られています。これが非常に面白くて、要は太陽高度が上がる時期に透明度も上がる、赤潮もほとんど起こらない。これは当時、干潟があれば、当然そこで活発に底生の微細藻類が光合成をしていたんじゃないかなというふうに思うわけです。

ちょっと見づらいんですけど、緑のところは1900年から高度成長期まで、グレーのところは高度成長期です。それから赤っぽいのがその後1990年とそれ以後というふうに、三つの期間で分けて考えると、まず最初の部分、栄養塩濃度が低く、赤潮もあまり発生していないし、アサリとかも取れてますし、それから埋め立ててもあまりしてない。この時期、底生微細藻類が生態系を駆動する。この時代の品川湾の辺りは汚濁がありましたけれども、

結局、汚濁があってもそれが湾全体の生産をずっと押し上げるような形になって、植物プランクトンが増えてもその増殖を左右する栄養塩の供給と捕食圧が見合うような形になっていたんだと思います。それから基盤となる地形っていうものがありますから、基本的には底生微細藻がメインで、植物プランクトンはサブの生産形態だったんだろうという予測ができます。



それでその後、埋め立てが進んでくると、今度は植物プランクトン主導の駆動系に強制リセットされた東京湾になってくるわけですね。埋め立てや、水中の光環境が変わりますから、底生微細類の役割はドーンと落ちます。そのかわり陸から大量の栄養塩が入ってくるんで、これがガソリンになって水中の生産が過剰回転していく形となって、赤潮が起こって有機物が堆積してっていうような流れになりますね。現状どうなかつていうと、このガソリンの部分がちょっと減ってきているので、植物プランクトンがメインの生産形態は変わってないんだけども、駆動力は弱くなつて、ただそれだけで底生生物が減つてるんだろうかとかいうと疑問です。

まとめます。本来の東京湾は遠浅で、その地形にあつた生物群集が生態系を回していた。その主体は底生生物で、その中に多くの江戸前といわれる水産種がいて、持続可能な産業になつていた。それが埋め立てで、基盤的な生産形態を変えて、関連するような経済活動にまでその影響が波及してしまつた。赤潮が頻発し、底層の無酸素化が進んで、栄養塩は偏在して分布していますけれども、基本的には流入量としては栄養塩濃度はまだ高い状態になっているという。

講演前に岡田さんから、東京湾に対して重要な視点とか何をしていくべきかといった今後の方向性についてということでした。ポイントとしては短期的な利益は長期的な損失を伴うということ。それから今ある状況を鑑みたときに将来世代の責任をどう取るか。それから、生物多様性保全について、といったことから考えていこうとすると、1番に対してやっぱり対策も早く起こすとコストが抑えられます。それから2番目はバックキャスティング的な発想が必要なんで、場の歴史とか生態系、人の関わり、そういうものをもう1回再認識する必要がある。東京湾の場合は再生しづらい自然資本まで消費してきましたから、環境再生ってのはグリーンインフラっていうかね、事業化していくってことも考えた方がいい。それから3番目に関して、これもう繰り返しになるんですけど、今までの事業を見直してちゃんと先を考えていく。それで何かをやることが海外に発信できるようなものになっていくか、いうようなことも考えていいのかもしれない。

環境再生のことを考えたときに二つあるんですけども、一番目に、今後の社会からの要求というのを考える。生物多様性と脱炭素に資する環境保全、これは海外にも発信できる。それから地域住民のQOLを向上させる、ですね。地域に何らかの利益がなければ手伝ってくれない。それから2番目としては環境依存型の産業、観

東京湾の履歴 | ここまでまとめて

- 本来は遠浅な入り江：湿地～干潟～浅場が連続した汽水域が基調
- 地形に依拠した底生微細藻類や海草による基礎生産が生態系を駆動系
- 赤潮はほとんど発生しない
- 地方に根付いた生物群集が生態系を形成 生物群集の特徴は底生生物を主体
- 生物群集に多くの水産対象種が含まれたため、結果として持続可能な水産業に寄与
- 経済の高度成長期以後、埋立地による産業基盤・社会基盤の充実 下水処理や廃棄物処理、港湾、発電など
- 埋立により、海水浴場の消失など、経済活動の諸方面で影響が波及
- 生息場の減少：生息種個体群の多様性が低下、個体群ネットワークの寸断、断片化
- 流域人口の増加：流域や流域外からの物質流入が増加し、海に流出>赤潮が頻発
- アサリなどの懸濁浮遊食者が減少⇒赤潮抑制効果は低下
- 异常増殖した植物プランクトンの死骸など、有機物が海底に沈降 =>有機物が堆積、貧酸素化を加速
- 流入負荷が漸減するとともに水中の栄養塩濃度は全体的に低下傾向かつ偏在化で水準は高い

東京大学 FSI (Future Society Initiative)

東京湾の履歴から「環境と生態系の修復」を考える

- ポイント 1. 短期的な利益は長期的な損失を生む
- 2. 将来世代への責任
- 3. 生物多様性保全は国際競争力の一部

- 対策は早く取りかかるほどコストを低く抑えられる
- バックキャスティングの発想が必要
場の歴史や景観生態系の成立によって生み出された生物相の性質を再度確認する
東京湾では再生しづらい自然資本（生物や地形などの自然物）を消費してきた
=> 環境再生を事業化（いわゆるグリーンインフラ）
- 生態系を基盤とした人と自然のかかわりがどう変化したのかをもう一度見直す、豊かさ？
=> 東京湾の生態系再生をモデル化して国内外に発信、30by30, OECM？

東京大学 FSI (Future Society Initiative)

東京湾の履歴から「環境と生態系の修復」を考える

環境修復で地域の質や価値の向上

① 今後の社会からの要求：生物多様性保全と脱炭素に資する環境保全
=> 海外発信ができる環境保全
：地域住民のQOLを向上
=> 地域の価値を上げる

② 環境依存型産業の発展：観光業、水産業、関連する産業
=> 例えば水産業
環境の修復は漁場再生に資する（ただし、漁場整備ではない）

上記に関わる事項

① 埋立地の再編（人口減少や産業構造の変化に即した）
② 絶滅危惧種の視点からの生物生息地の拡大
③ 環境の状況を常に把握するモニタリング：国土の状況を知る基盤的重要なインフラ

東京大学 FSI (Future Society Initiative)

光とかが関連する産業、こういうところもやっぱり発展させていってもらいたい。例えば本当に生態系再生をすれば、結果的に漁業が良くなる。

この上の二つに関わることとして、埋立地の再編っていうのも頭の中に入れておく。人口減少とか産業構造の変化に即したものを見つけて考えとく。それから絶滅危惧種っていうのを突然出しますけれども、この視点から政策を拡大するきっかけになるんです。これこの後話します。それからあとモニタリングですね。モニタリングっていうのは基本的には国土情報ですから。更新していないと政策に使えない。

それで埋立地の再編のことを考えた時に、どういう計画なのか。やっぱり環境価値とか自然資本の向上を目指した計画っていうものをきちんと考へる。

それから社会全体として持続可能性に資する、長期的にみて利益。これをやるにはやっぱり多様な利益享受者が入った上で第三者が科学的合理性に立脚する。

それから目標は遠大な目標、さっき東京湾の図で出しましたけど、ああいう遠大のもあるんですけど、段階的にもっと小さいものでいろいろできる段階の目標を準備してやれるものからやっていく。そういうのは見直し、必ず科学的に見直しながらやっていくということですね。

それからモニタリングです。右に図があります。これは平成14年の首都圏白書なので、灰色の部分っていうのは幹線道路の海側がどう利用されているか調べた。こういうのをきちんとモニタリングしておくと、どこかを再編して再生する機会が来た時の目安にできるんじゃないかと。こういうことは特に必要があるだろう。

最後に生物多様性を東京湾再生に結び付けて、東京湾本来の基盤をパートとして修復していく。それをやるのに一つの絶滅危惧種というのを見ていくべきいいんじゃないかということで、官民連携フォーラムの生き物生息場つくりPTの絶滅危惧種生息場見学会をやったりとかしています。

生息場つくりPTに再生目標生物のワーキングっていうのがあって、絶滅危惧種の生息場について東北大学の袖原さんが中心でやっています。それで、これは何でやってるのかっていうと、東京湾再生のために生物多様性保全を検討するにあたって、保全対象種、ここでは再生目標生物をある程度きちんと特定して、それらが住めるような生息場再生を目指すことがいいんじゃないかな。これらの生息場は今は水路になっていて、埋立地と元の海岸線の境です。そこに絶滅危惧種が住んでいる。

あまりそれが知られていないので、護岸の老朽化で工事されて住むところがなくなっちゃう可能性がある。

生態系基盤の再生 | 新しい公共事業としての再生

東京湾の環境と生態系の再生

■ 「環境価値」「自然資本」の向上を目指した計画

■ 社会全体としての持続可能性に資する

長期的に見て受益がある（短期的な利益は長期的損失を生む）

■ 多様な利益享受者を含む（第三者、科学的合理性に立脚）

■ できる目標から遠大な目標まで、段階的に準備

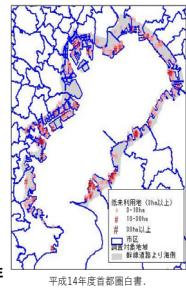
遠大な目標でも明確に（科学的合理性に基づき見直す）

できるところから取り組む（埋立地の整理や老朽化護岸の今後）

■ モニタリングの実施：事業評価と状況把握（土地利用、人口など）

■ 生物多様性保全を東京湾再生に結びつける

東京湾の本来の基盤をパートとして修復：絶滅危惧種の生息場再生



例えば、土地利用の見直しを想定して、沿岸利用のモニタリングしておく ↑

東京大学 FSI (Future Society Initiative)

生き物生息場つくりPTの絶滅危惧種生息場見学会

再生目標生物ワーキンググループを中心に、主に千葉県沿岸の水路に生息する絶滅危惧種の生息場を見学

2022.5.30千葉県沿岸水路、2023.7.3養老川河口干潟で実施。

東京湾再生に資する生物多様性保全を検討する：分布や生活史に関する科学的データをもとに保全対象種（再生目標生物）をある程度特定し、それらの群集が住める生息場の再生を目指す



絶滅危惧種に関しては、ポスターセッション
生き物生息場つくりPT再生目標ワーキンググループのポスターをご覧ください

東京大学 FSI (Future Society Initiative)

絶滅危惧種といつても、もとは普通に見られた種なので絶滅を回避するってことは、産業への多面的な経済に良い影響を与えそう。それから社会背景としては、湿地の消失の危機というのは世界的にも叫ばれていますから、保全は非常に価値のあることだと思いますし、場の保全を OECM とかそういうとこに位置付けて持続可能な社会に結び付けていくっていうことが国際的な流れです。

最近ですね、例えば 2021 年イギリスの財務省はダスク・プラ・レビューをですね、発表しています。これは生物多様性の経済学。この前にもスタンレー・ビューって気候変化の重要な経済学の報告書を出してますけど、要は何なのかなっていうと、イギリス政府はこれから政府の政策をやるにあたって、生物多様性の保全といったものを政策の基盤に置いてやるんだぞっていうのを世界に宣言したようなものなんですね。イギリス国内で企業活動をしようとした場合、その企業が生物多様性とか気候変化に対応した企業かどうかで選別がかかるということです。それからあとは投資家がいま非常に大きいお金でもって、環境保全に関して企業への圧力をかけてます。あといろいろありますけど、そういう海外の流れがあって、どうも 30by30 だけでは間に合わないから、この OECM という保護地域以外の生物多様性保全に資する地域をベースにする手段というのが重要になってきている。それで危惧種を環境再生のきっかけにしてはどうかなと思っています。

環境再生にあたっては住民の方々のリテラシー向上が大切なんです。やっぱり身の回りのことを自分のものとして意識してもらう必要がある。結構、行政はいろんなデータを持っている。例えば下水システムですけども、下水システムの多面的な機能って、きっと市民に知ってもらうってことが大事ですね。それを理解してもらうということと同時にですね、これを利用する市民側の使用者責任というのをきちんと知ってもらうということがこれからやっていく上ではすごく大切です。

例えば、局地的大雨とか集中豪雨が増加していく。越流の発生頻度が上昇してるんじゃないのか、それは貯留でもって抑えられているのか、そこら辺のデータがよくわかんないんだけど、少なくとも越流すれば海へのプラスティックの流入量は上昇します。そうすると今まで越流を起こしにくい、雨水を海に直接流す分流式のシステムっていうのは、街中や路面にあるマイクロプラスチックを雨水とともにそのまま流すってことは、実は海のマ

生き物生息場つくり PTF の絶滅危惧種生息場見学会

保全対象種の「保全の意義」

- 存在が知られていない：護岸の老朽化に伴う更新で失われる可能性が高い絶滅危惧種が個体群が維持できているうちに保全策が必要、緊急性
- もとは普通に見られた自生種：絶滅を回避する方策で、隣接する生態系や、産業への多面的な経済影響波及を期待
- 社会的背景
国際的に湿地消失の危機が叫ばれる中で首都圏の生物多様性保全の場としての価値場の保全を OECM や公園などの事業（グリーンインフラ？）に位置付け、持続可能な社会に結びつける

絶滅危惧種に関しては、ポスターセッション
生き物生息場つくり PTF 再生生物目標ワーキンググループのポスターをご覧ください

東京大学 FSI (Future Society Initiative)

環境と生態系の再生に関するいくつかの国際的な流れ

- ・2021年2月、イギリス財務省は「生物多様性の経済学（ダスク・プラ・レビュー）」を発表。政府の政策方針を提示。気候変化への見方を決定づけた「スタンレー・レビュー」に匹敵する報告書。
- ・2021年6月、企業に自然保護を訴える投資家団体「ネーチャー・アクション100」が発足。運用総額がアメリカ GDP の約 3 倍相当の巨額マネーが企業に圧力をかける可能性。
- ・2021年11月に発足した国際ステナリティ基準審査会（ISSB, International Sustainability Standards Board, ESG 投資のための情報開示基準を作る組織）が、2022年12月、生物多様性条約第15回締約国会議に合わせて、「気候変化」の次の重要なテーマとして「生物多様性」を挙げた。
- ・2022年1月、国連気候変化枠組条約第27回締約国会議において、脱炭素を中心とした課題と生物多様性の保全を目指す環境問題が強くリソシしていることを認識。絶滅危惧種の保護や陸・海といった「自然資本」の保全が大気中の脱炭素に資する。
- ・UNEP では地球生物多様性枠組み（GBF, Global Biodiversity Framework 2021-2030 の 10 年計画）の次期が話題に上り始めている。
30by30 を達成する手段として、OECM (Other Effective area-based Conservation Measures 保護地域以外で生物多様性保全に資する地域をベースにする手段) が注目されている。

「FSI 海洋プラスチック研究」Web検索：連載中記事「環境と持続可能性を考える」

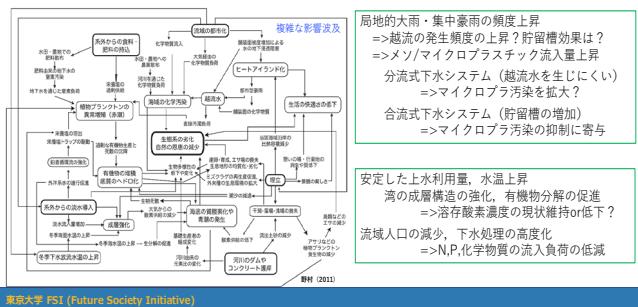
東京大学 FSI (Future Society Initiative)

環境の修復には流域住民の理解が大切：リテラシーの向上

流域住民の理解を深める

市民に生活習慣を今一度見直して、身の回りの環境を自分のこととして意識してもらう

例えば、下水処理システムの多面的機能：詳細データで解説 => 市民の理解や使用者責任への理解



東京大学 FSI (Future Society Initiative)

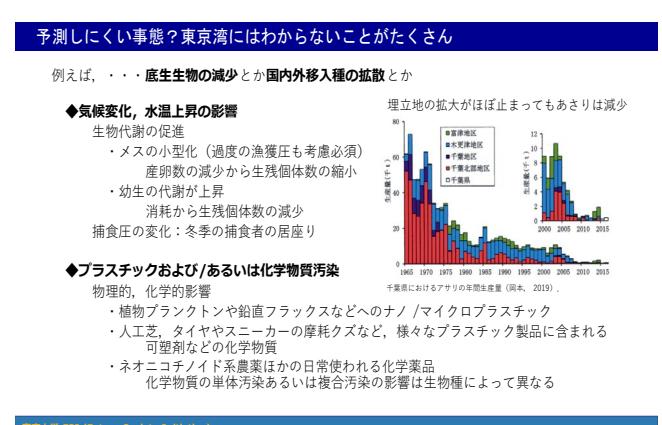
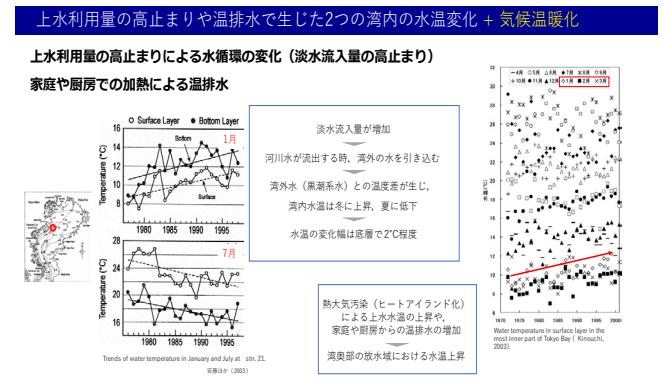
イクロプラ汚染を拡大してゐる可能性もあるんですね。逆に越流を起こしやすかったんだけど貯留槽を一生懸命やったんで、合流式の方がマイクロプラ汚染の抑制に関しては寄与してゐるのかもしれない。

それからあとは気になつてゐることは、水温上昇ですね。二つの水温上昇。一つは安定的に淡水が入つて内湾の鉛直循環流が働いて冬の場合は気温が上がつていくつていうのと、それが左側ですね。それから右側。二つ目はごく湾奥部の水温、ヒートアイランド、熱大気汚染ですね、それでもって上水管自体が暖められてますから、そうすると蛇口をひねつて出てくる水自体が既にあたたまつていて、それが家庭とか厨房でもってまた熱が加えられて温排水となって放出されると、湾奥部の水域における水温が上昇する。それにプラスして気候温暖化つていうことです。この他にもわかんないことがいっぱいあるんですね。

この後多分石井さんが話してくれると思うんですけど、底生生物が減少してゐる。図はアサリの例です。埋立地の拡大がほぼ終わつた後でもアサリは減少してゐる。さつきの生産低下の話でもって説明できるのかといふと、わかんないんつていうのは、栄養が十分ある湾奥の流入負荷域にあっても底生生物群集は非常に弱つてきつていうこと、生産が減つたつてことだけでは説明できないんですね。

それを考えるときいろいろ基本的なところで、例えば水温上昇すると、生物の代謝が促進されますから、メスの小型化とかで、産卵数が減少して生産縮小とか、幼生の代謝が上昇してくると断続的にしか着底地にたどり着けず消耗しちゃうんじやないかとか、あるいは捕食者が水温が下がる冬でも湾内に居座つてゐる。

もう一つ気になつたのは化学汚染でプラスチックとかあるいは日常使う化学薬品、時間がないので終わりにしますがここら辺が気になつて。なかなかその東京湾をやる研究者の数が減つてしまつて、みんなわかんないけど、とりとめのない話どうもすいません。



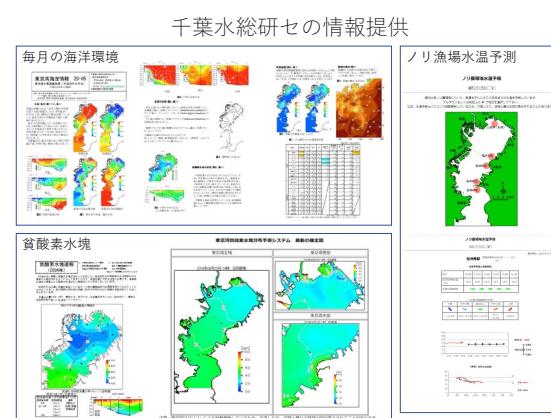
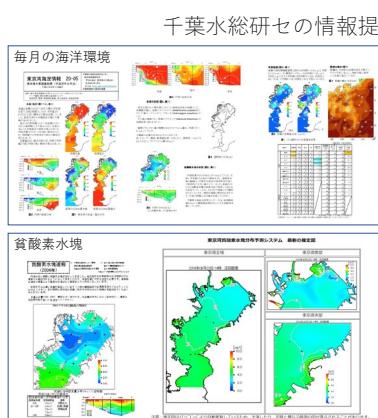
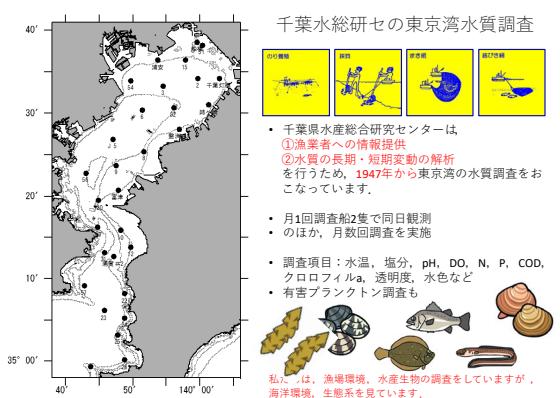
◆環境変動による生物への影響 10年前に今の東京湾の姿を想像できていましたか？

千葉県水産総合研究センター 石井 光廣

ご紹介いただきました千葉県水産総合研究センターの石井です。よろしくお願いします。このようなタイトルで、今東京湾で起きているいろいろなこと、海苔の色落ち、クロダイの食害などについてお話しします。

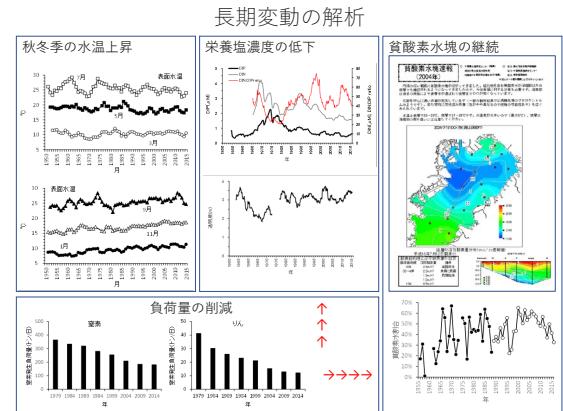
まず、私の職場の宣伝を兼ねてご紹介します。千葉県水産総合研究センターでは東京湾の水質調査を実施しています。東京湾で行われている漁業、のり養殖から貝類漁業、まき網や底びき網で魚を獲っている漁業者に対して、水質調査結果の漁業者への情報提供、水質長期・短期変動の解析を行っています。調査は、月1回、調査船二隻で同時観測の他、月数回を実施しています。調査項目は水温、塩分、pH、DO、窒素、リン、クロロフィルa、透明度、水色などです。目的は「漁業のための漁場環境調査」ですが、内容は海洋環境調査であり、生態系を調査していると考えています。

情報提供としては、毎月観測したデータを取りまとめた「東京湾海況情報」、漁業者やいろんな関係機関、東京都環境局さん、千葉県環境研究センターさん、神奈川県水産技術センターさんなどからデータをいただいて「貧酸素水塊速報」を発行したり、コンピューターシミュレーション（生態系モデル）で6時間ごとに底層のDO分布図を予測する「貧酸素水塊分布予測システム」を運用しています。その他、モデルを応用して漁業者向けに海苔養殖場の水温を予測したり、さらに最近は「東京湾漁業環境情報提供システム」といって、一目で東京湾の環境がわかるようなサイトを作り始めています。



東京湾の水質の長期変動を解析した結果から、私として重要なと考えている項目は3つあります。1つ目は秋冬季、秋冬の水温が上がっているということです。上のグラフは3月、5月、7月、下のグラフは9月、11月、1月の水温の長期変動を示しています。水温が上昇しているのは9月から1月の秋冬季であり、水温上昇がいろいろ生物に影響をもたらしています。2つ目は海水中の栄養塩濃度が低下です。グラフは窒素とリンの濃度を示しています。レッドフィールド比にスケールを合わせていますので、東京湾の場合はリンが少なくなっています。このように減ったことより、例えば透明度が上昇したりしています。3つ目は貧酸素水塊が継続して大規模に発生していることです。一生懸命負荷量の削減をして、貧酸素水塊をなくすんだというのが、今まで皆さん・私達の目標だったんですけど、今でも貧酸素水塊は比較的大きな規模で発生しています。貧酸素水塊の規模として、私は東京湾の縦断面の貧酸素水塊の面積割合で示していますが、2000年頃から下がってきたなと思ったけど、その後あまり下がっていないというのが現在の特徴です。牧さんとの報告と一致してびっくりしています。

東京湾の環境変動、それによって生物にどのような影響があったのか。私は2000年頃から、東京湾の環境について担当していますが、ちょうど2000年頃に海苔の色落ちっていうのが始まりました。海苔の色落ちは有明海が大きなニュースになっていましたが、同じ年に東京湾でも起きました。ノリ養殖のための栄養塩は窒素を重要視していましたが、東京湾ではどうもリンが少なくなって色落ちするんだということが明らかになったのがこの頃です。2007年に突如カイヤドリウミグモが大量発生し、アサリがつい死しました。これはすごい大事件なったんですけど、私はこの頃ほかの部署にいましたので、あまり詳しくありません。2010年代では、2015年に湾口部の南房総市で何か海藻がなくなったという話を漁師さんから聞いて潜ってみたところ、海底の岩が丸裸になっていて、植食性魚類が食べちゃった後に、ガンガゼが根元を食べつくすことが起きました。同じ年から海苔の大不作が始まりました。年末に育った海苔が一気になくなってしまうのです。これも結構騒ぎになったけど最終的にはクロダイが食べていたことがわかりました。2020年代になると今度はアサリ、千葉県のアサリが激減します。最も少なかったのは一昨年ぐらいですか、東京湾で千葉県がとったアサリ11トンまで減りました。これは食害と貧栄養が大きく関わっています。あと2021年、富津市竹岡地区にタチアマモの大群落があったのですが、秋冬季の水温上昇による植食性魚類の分布拡大、食害により、ほぼ消滅しました。環境変動によっていろんなことが起きています。



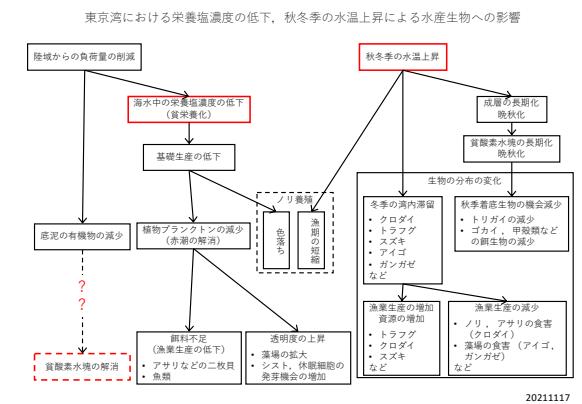
私がよく覚えている東京湾の大きな出来事

年代	出来事
2000年代	2000年頃から ノリの色落ち (原因はリンの減少) (2007年 カイヤドリウミグモ大発生)
2010年代	2015年 湾口で磯焼け確認 (←植食性魚類+ガンガゼ)
	2015年 ノリの大不作始まる (←クロダイの食害)
2020年代	2020年 千葉県のアサリ水揚量激減 11トン (食害+貧栄養)
	2021年 竹岡のタチアマモほぼ消滅 (←きっとアイゴ)

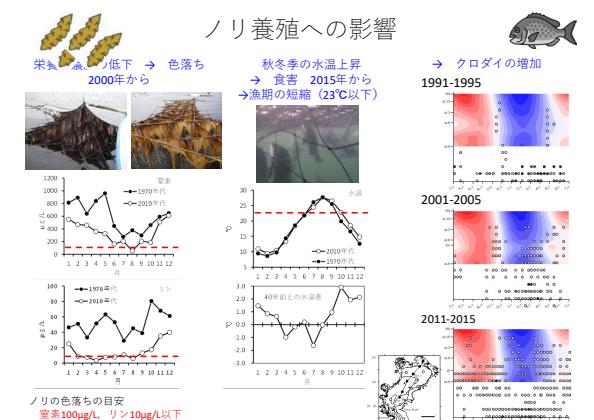
「東京湾における栄養塩濃度の低下、秋冬季の水温上昇による水産生物への影響」について、私なりにまとめた図です。陸域からの負荷量を減らして貧酸素水塊なくそうという一生懸命努力したところの先に、いま海水中の栄養塩の濃度が低下しちゃって、基礎生産が下がってプランクトンが減ってきた。これはアサリ、魚介類の餌不足等に繋がるだろう。もう一つは海苔養殖みたいな面で栄養塩不足が起きています。また透明度が上昇することによって藻場が拡大するだろうということも想定しています。秋冬の水温が上がることで、成層の長期化、これきっと貧酸素水塊に効くと思うんですけど、長く成層が続くので、先ほど実際に栄養塩が少なくなつて赤潮が減ったので貧酸素水塊がちっちゃくなるとか、良くなるかと思ったけど、もう一つは晩秋化が起きるので、いろいろな秋に着底する生物が居づらくなるだろう。あと先ほど牧さんの絵を見せていただいた時に千葉県側のちょうどいろんな生き物が秋に復活するところは特に悪いっていうのは、見てちょっとショックを受けたけど、こんな形の模式図を考えています。

実際に今の環境による生物への影響。今回海苔で示しますと、栄養塩の低下によって色落ちが起きています。これは上が窒素、下がリンの月別の変化を示しています。こちらが1970年代、黒が1970年代、白が2010年代の変化で、これぐらい栄養塩が少なくなっている。海苔の成分比から見ると、窒素で $100\mu\text{g/L}$ 、リンで $10\mu\text{g/L}$ を切ると色落ちになるんですけど、このリンについてはほぼ色落ちの状態になるというのが今の東京湾になります。

秋冬の水温上昇というのが、食害、食害が起きたり、海苔の漁期の短縮が起きるわけですが、これはクロダイが今まで冷たかった海域にいられなかったクロダイが、どんどん東京湾には進出しているということで、これも同じように1970年代と2000年、2000年代の水温差をお見せするとか、そんなに差がないだろうと思いますが、実際にこの差を取ると、10月、9月10月11月12月。大体この辺りの水温が70年代に比べて2、3度高い。すごく上がってるってのがわかると思います。これはこの、ここ東京湾のこのラインの底層の水温をぴっとここからここまで引っ張って、7月から翌年の7月までちょうどこの辺り冬になるんですけど、北が冷たいということを示していますが、これで見るとだんだん水温が上がることによって、この点はクロダイが底びき網で、いつ、どの色で獲れたかっていうのを示していますけど、このようにだんだん多く出てきたっていうこと、数が増えたので漁獲がだんだん増えてきたっていうことと、水温がだんだん高くなってきて、このように東京湾にクロダイが非常に広まった。あんまりクロダイの悪口を言うと後で怒られちゃうかもしれませんけど、はい。このように今、クロダイが東京湾中を闊歩していて、湾奥までクロダイが海苔を、海苔を食べに行ってしまっているということになっております。



20211117



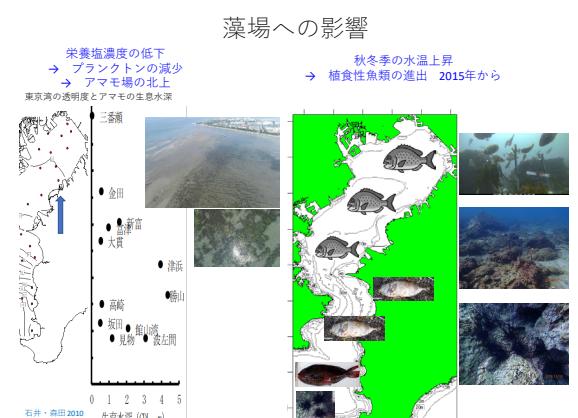
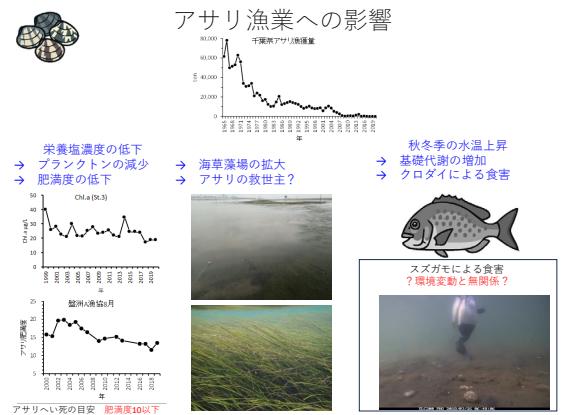
アサリ漁業に対してはどのような影響があるかっていうことをお見せしますと、私の考えでこのようにアサリの水揚げがどんどん減っていて、この辺で 11 トンまで減少しました。要因の一つは栄養塩濃度の低下であり、プランクトンの減少につながっています。このグラフはクロロフィル濃度の経年変化を示しており、このように東京湾全域で低下しています。それに対して盤洲干潟のある組合のアサリの肥満度の図です。8 月に肥満度が高くなつてないと、秋にはプランクトンが減少するのでへい死に繋がります。これもだんだん下がっていきます。肥満度は大体 10 とか 8 を切るとへい死してしまいます。三河湾や瀬戸内海など他の海域で起きていますけど、東京湾も徐々にそれに近づいてきたのが今の現象です。

一方、透明度が上昇したことによって盤洲干潟が海草藻場の最大繁藻地になってきました。これ後でまた別のとこでお示します。もう一つ秋冬の水温が上昇したということで、アサリ自体の基礎代謝量が上がる。これも余計にエネルギーを使うので、アサリにとっては良くないだろうし、クロダイの食害も起きています。あとカモがだいぶ食べているんですけど、これはちょっと私、今のところ環境がどうなったからカモが増えたのかまではわかりません。

もう一つ藻場への影響が挙げられます。この図は 2000 年頃のアマモの生息水深を示しています。この頃、盤洲周辺ではほとんどアマモが生息できる水深がありませんでしたが、透明度が上がったことによって、盤洲の最北端である牛込でも繁茂するようになりました。次は今度、企業岸壁にアマモを生やすのが私の目標です。全体的に秋冬の水温が上昇したこと、これは昨年もお見せしましたけど、南の方からガンガゼ、ブダイ、アイゴ、クロダイがそれぞれの場所でいろんな植物を食べてしまう。2015 年ぐらいから顕著になった現象です。アラメ、カジメをブダイが食べ

ちゃう。茎だけになっちゃったものを、今度、最後丸裸になっちゃうんですけど、最後このガンガゼというのが侵入すると根本も全部食べちゃうので本当のまっさらになってしまうというのが現状です。

もう一つ、私がとても大事にしていたというか、とてもこだわりを持っているタチアマモっていうのが富津市の竹岡地区に生えていました。これは数年前、すごい大規模に育っていて、辺り一面タチアマモの大群落になっていました。本当は皆さんに自慢をしながら紹介しようと思っていたんですが、あっという間になくなりました。2020 年この赤い丸がタチアマモが生えていたところです。青い丸のところは、今日もお越しになつてますけど、五洋建設のナカセさんがタチアマモを 2000 年ぐらいですかね、初

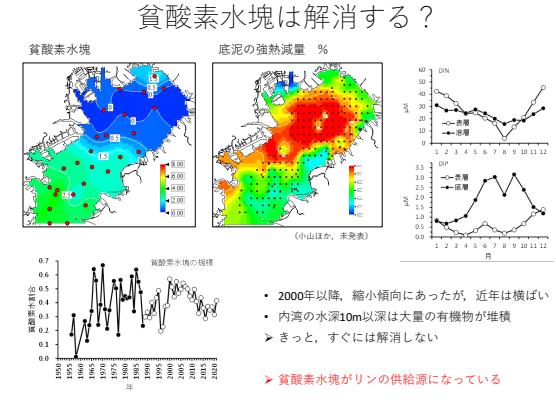
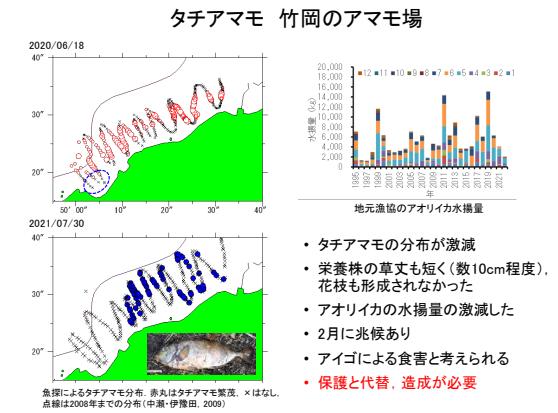


めの方に観察していたときの分布で、それから一気に2020年に竹岡漁港まで広がったことを示しています。翌年見るとほぼほぼこれがなくなっちゃって、この青いところに入っていますけど、これが非常に短いものだけになっていました。先ほど示したように、このタチアマモが生えることによって、この辺り一帯がアオリイカの大群落、アオリイカの大産卵場になっていました。大きいアオリイカがガンガン取れるんですけど、これがちょうどいま取れていたのがこのように最後減ってきたのがいまの現状です。

最後は、貧酸素水塊に関してです。左の図が貧酸素水塊の分布図で、右側が底泥の強熱減量の分布図です。最近、東京湾の泥がどうなっているか、職場の若手に調査してもらいました。今でも水深10mより深いところは凄いヘドロであり、有機物が大量にあります。これがあって貧栄養だって私が騒いで、緩和運転するかといえばとても微妙なところで、この辺をどういう形で東京湾ってこれから考えていくかっていうのはなんかやんなきやいけないなというふうに思っています。ヘドロで大体スミスマッキンタイヤの採泥器、内湾の中央部付近で使用すると、泥が柔らかすぎてロックが外れずに、採泥器の一番上に泥が乗っかったまま上がってくるみたいな、最泥器全体が泥に埋まってしまうような、それぐらいの状態の底質になっています。

先ほどちょっと途中で切れましたが、これがもうちょっと先まで伸ばしたときの貧酸素水塊の規模で、このように近年、横ばいもしくは上昇傾向になってしまっているということがわかります。ただ、いま海苔の栄養塩、特にリンの栄養塩はこの貧酸素水塊が、貧酸素水塊が底泥から溶出したものを溜め込んでいて、これが秋、鉛直混合するときに東京湾の表層のリンのピークになるという、とてもちょっと悩ましい状況が起きていて、貧酸素水塊が栄養塩の供給源となっている、特にリンの供給源になってるというのが今ちょっと、ちょっとここは難しいかなと思います。これは最近、貧酸素水塊が解消するのかっていうのは結構いろんな大学の先生にお聞きすると、しないっていうのをよく聞くので、ちょっとその辺はどういうことかなというふうに今後考えないといけないかなと思います。

今のように海苔、あさり、藻場、魚介類、それぞれこのようないくつかの大きな環境が変わったときに、どうなるか。これって私達、今ずっと、私なんか特に漁業者相手に一生懸命やってるんですけど、本当はこれって、後出しで実はこういうことでしたではなくて、私達研究者としては、例えばもうちょっと水温が高い西日



	ノリ養殖	アサリ漁業	藻場	魚介類
秋冬季の水温上昇	漁期の短縮 クロダイの食害	基礎代謝の増加	食害(礁抜き) →生息場の消失 →餌料の減少 →流れ藻の消失	タチウオ、トラフグ、クロダイの増加 サヨリ、アワビの減少
栄養塩濃度の低下	色落ち	餌料不足	透明度の上昇 →藻場の拡大(内湾)	基礎生産の低下 →魚介類全般、アサリ、カキ、ハマグリ
貧酸素水塊の発生	栄養塩の供給源	青潮 栄養塩の供給源		底生生物のへい死 湾奥の青潮

- 東京湾の生物は最近10年で大きな変化があった
- 秋冬季の水温上昇、栄養塩濃度の低下、貧酸素水塊の発生は、今後も続くこと

▶ 貧栄養は生物生産の増加の検討、貧酸素水塊は逃避

・人が対応できること、できないので変化を受け入れること

・漁業構造の大きな転換が必要かもしれません

まとめ

本など、他の海域を参考にして、もうちょっと早く漁師さんたちにそういうことをお知らせできないかなというのが反省です。

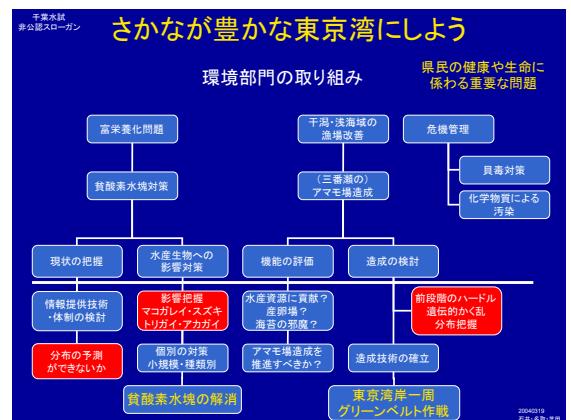
あと私の対策としては、きっと貧栄養は生物生産の増加を何とかさせなきゃいけないな。もう一つ貧酸素水塊は当分これは付き合わなきゃいけないので、何とか逃避するということを今後考えなきゃいけないかなと思っています。

この後のポスターセッションでは私に関係するところとしては、生き物PTから二つ、あと職場から今回いろんな、いろんな人になってもらいました。いずれもこれは環境変動による変化を示したポスターです。その他、コアマモはこれ私いま、別にブルーカーボンでやっているんですけど、コアマモで東京都の石井さんにちょっといろいろ調査方法を聞きながら、私自身もやっていて、最後いまコアマモをブルーカーボンに使うことで、リンティックさん、業者さんんですけど、ここにコアマモを使った紙を作つてもらうことに成功しました。私達が名刺交換するときにお見せしますのでどうぞ。あとこれは2004年に私が漁場環境やってるときに今後どうするか、どういうことをやつたらいいかということを考えたもので、貧酸素水塊の辺りは一応こんな形で分布予測できないか、解消できないかっていうのはなかなかうまくいきませんけど、こういうことに対してある程度結果が出たかなと。藻場については下の方の伊勢崎の方はまた別の対応をしなきゃいけませんけど、北部の方では逆にいま海草藻場が増えるチャンスになってきてるので、その辺をいろいろ考えていいかな

というふうに思っています。以上です。

この後のポスターセッションでは

生き物PTから	<ol style="list-style-type: none"> 絶滅危惧種の生息場としての東京湾内海岸線水路干渉（再生目標生物WG） 生き物生息場つくりPT政策提案「マコガレイ産卵場の底質改善」の効果
職場から	<ol style="list-style-type: none"> 千葉県内房沿岸における磯焼けの現状（小宮） 東京湾における流れ藻とサヨリ卵の分布（渡邊） 東部浅海域の底質環境及び底生生物の生息状況（田中）
コアマモ仲間から	<ol style="list-style-type: none"> 東京湾沿岸域に成立するコアマモ場の環境の特徴（都環境研・石井さん） 海草のコアマモでアサリを守り育て、CO₂を吸収させる（石井） コアマモ抄紙による海洋バイオマスの有効利用（リンティック・森本さん）



◆ワタリガニの移動生態に見る高水温化の影響

(国研) 水産研究・教育機構 水産技術研究所 西本 篤史

はい、ご紹介いただきありがとうございます。水産研究・教育機構 水産技術研究所の西本です。私の方からは近年の地球温暖化に伴う海水の高水温化に伴って、今後の東京湾というはどういうふうになっていくのか、という疑問に対して、現在私の方で研究対象としてますワタリガニを材料に、少し話をさせていただければと思います。よろしくお願ひします。

まず東京湾の抱える問題点を簡単に列記してみましたけれども、貧酸素水塊に高水温化、そして場所や季節によってはという注釈もつくんですけども、貧栄養化といったことも話題として上がってくるようになっています。こうした課題というのはいずれも抜本的な解決が難しい中で、水産業に対しても非常に大きな漁業被害をもたらしています。実際こちらの図では2003年から2018年までの東京湾における漁獲量の推移をお示ししていますけれども、近年におきましても引き続き漁獲量が減少傾向にあるということが見ていただけるかと思います。

こうした中で水産業としてはもちろん、かつての豊かな海を取り戻すというのが大前提としてはあるとは思うんですけども、現状こうした状況の中で取れるものを漁獲しつつ、その市場での評価を高めていくといったような視点も必要かと思っています。そうした中で、我々研究者サイドとしては今後どういったもののがとれるようになるのか、またそれがどういった生態を持っていることによって増えているのか、ということを情報収集し、皆さんに提供していく必要があるというふうに考えています。

実際に漁業者の方に聞き取り調査をしていく中で、近年どうやらタイワンガザミというカニの一種が増えてきているということが見えてきました。ここで東京湾における漁獲量の推移をお見せできればいいんですけども、なかなか東京湾では、この近縁のガザミと区別した漁獲統計というものがございませんでしたので、ここでは中日本のとある漁協におけるワタリガニ漁獲量の割合の推移を、1998年から2016年までの期間についてお示します。



2023年10月13日 東京湾シンポ@大さん橋

ワタリガニの移動生態に見る高水温化の影響

(国研) 水産研究・教育機構
水産技術研究所 沿岸生態システム部
温帯浅海域第1G 主任研究員 西本 篤史

Introduction

東京湾の抱える問題点

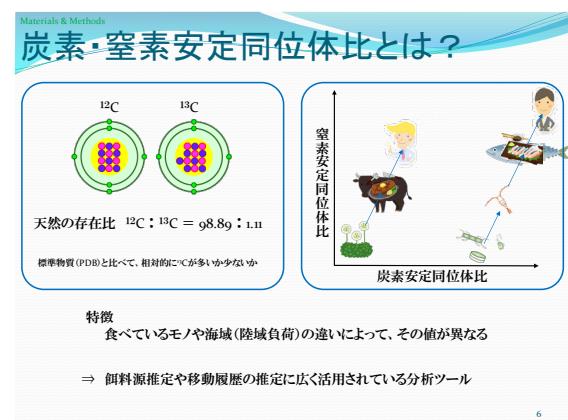
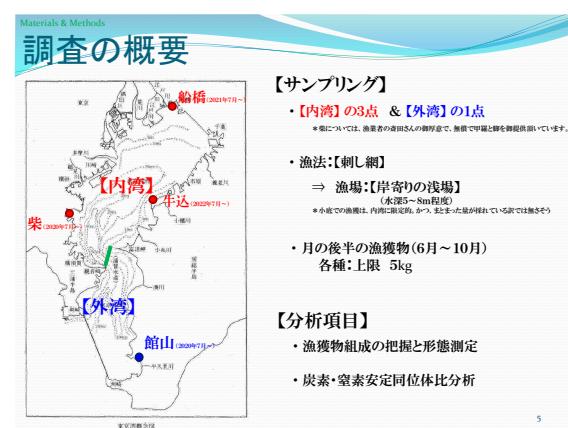
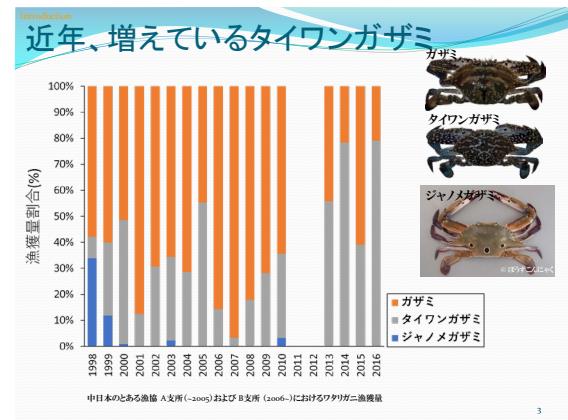
- 貧酸素水塊
- 高水温化
- 貧栄養化 *場所や季節によっては
- ⇒ いずれも抜本的な解決は難しい

水産業としては、
採れるモノを漁獲しつつ、その市場での評価を高めていくことも必要

オレンジで示したものがガザミで灰色がタイワンガザミ、青色がジャノメガザミになるんですけれども、やはりかつてはオレンジのガザミが多かったのに対して、近年ではガザミが減ってタイワンガザミの割合が増えている、というようなことが見えてきます。話を進める前にまずこのワタリガニについて簡単に説明を加えさせていただこうと思いますが、ワタリガニというのは、この赤色の破線で囲ったオール状に発達した遊泳脚に特徴づけられる分類群になりますし、上段がガザミ、下段がタイワンガザミになります。左側がオスで右側がメスになります。これを見ていただくとまずやはりこのタイワンガザミの派手な青色をした体というのが目を引くかと思います。この派手な外見とその名前にタイワンという名前がついていることから、もしかすると外来種なのではというふうに会場の中にも思われる方もいらっしゃるかもしれません、このタイワンガザミというのは暖かい海を好む種にはなるんですけども、元々東京湾の中でも黒潮の影響が強い館山などでは以前から漁獲されていたものになりますし、外来種というわけではありません。このガザミとタイワンガザミという分類的に近縁な2種を比較することによって、食性であるとか生活史といった基本的な生態の違いというものを考慮することなく、高水温化による影響というものをダイレクトに把握することができるのではないかというふうに期待をしています。

調査の概要に移らせていただきますが、サンプリング地点といたしましては、この富津岬と観音崎を結んだラインよりも内側のいわゆる東京湾内湾というところから3点、このラインより外側の東京湾外湾から1点、計4点においてワタリガニの漁期の中心である夏場を中心に買取調査の方をしています。買い取りました試料につきまして漁獲物組成の把握と形態の測定、そして炭素・窒素安定同位体比分析を行っています。本日は特にこの炭素・窒素安定同位体比分析のところについてご説明をさせていただこうと思うんですけども、なかなか一般の方にも馴染みがないと思いますので簡単に安定同位体比について説明をさせていただこうと思います。

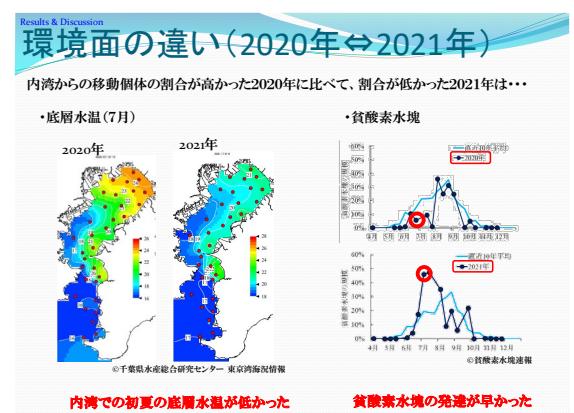
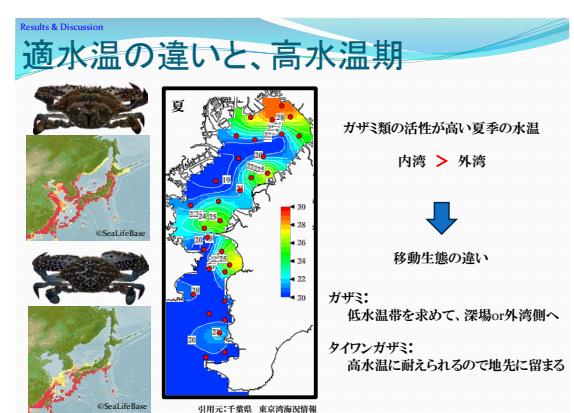
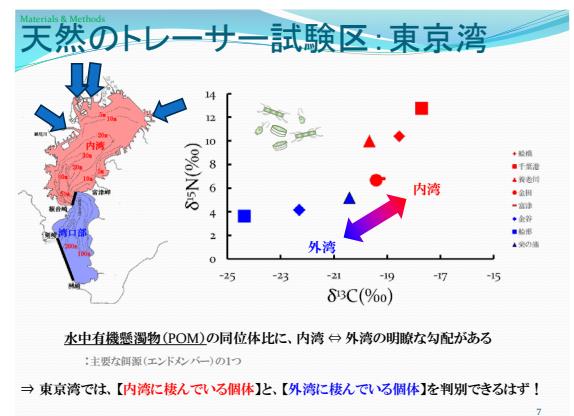
ここでは炭素を例に表示させてさせていただいてますけれども、炭素には重さ12の炭素に加えて、重さ13の炭素というのがごくわずかに含まれています。この重さ13の炭素が含まれて



いる割合というものが、標準物質、PD層から採取されたベルムナイト、軟体動物の化石の炭素安定同位体比の割合に比べて相対的に多いのか少ないのかっていうものを示すのが、炭素安定同位体比になります。この炭素安定同位体比っていうのは陸上の維管束植物と海洋の微細藻類とで値が大きく異なることが知られておりまして、その値っていうのは食物連鎖を通じてより高次のものまで、ある程度引き継がれることが知られています。

ですので、例えば皆さんの髪の毛を取ってきて分析してみると、魚をよく食べている方なのか、あるいはお肉をよく食べてる方なのか、といったことが判別できるツールになります。このことを利用して対象生物の餌料源解析であるとか、移動履歴の推定といったことに広く活用されています。東京湾では陸域負荷が湾奥に集中していること、また非常に閉鎖性の高い海域であることから、湾奥から湾口にかけて環境勾配の大きい海域であることが知られているわけですが、水中の有機懸濁物の同位体比を分析してみると、内湾から外湾にかけて勾配があります。内湾の方が炭素も窒素も高い。外湾の方が炭素も窒素も低い、という明瞭な傾向があります。ですので、水中の有機懸濁物由来の有機物も使っているワタリガニについても、内湾で成長している個体と外湾で成長している個体というものが、この同位体比を使って判別できるのではないかというふうに考えました。

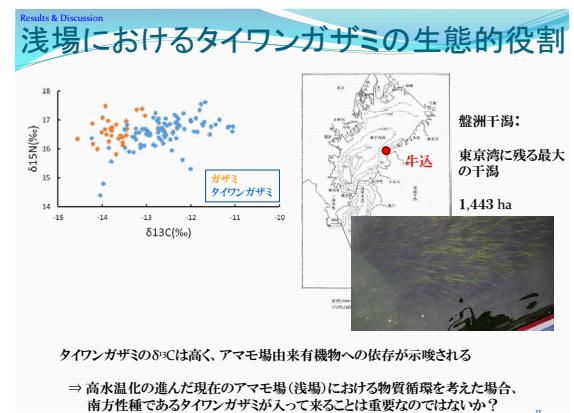
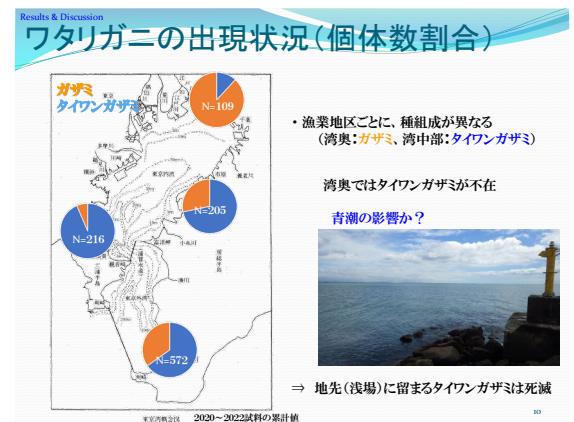
ガザミとタイワンガザミの移動生態の違いが何に起因するものかなということで、私の方では今のところ適水温の違いと高水温期の水温の影響を考えているところです。このガザミの長距離の移動っていうものは、ガザミの活性が高い夏場に起きるものと考えられるんですけども、夏場の底層水温の分布を千葉県さんの東京湾海況情報から引っ張ってきた図がこちらの図になります。こちらの図を見ていただくとやはり湾奥の底層で28度といったような非常に高い水温で、表層だと30度を超えるような水温になるかと思います。温帯域に分布するガザミっていうのは高水温を嫌いますので、例えば湾奥部のより深いところの低水温帯であるとか、外湾域の低水温帯といったところへ移動する性質を持つものと考えられます。一方でタイワンガザミについては、ガザミに比べて南方に分布する種であることが知られていることから、夏場の高水温期にも浅場にとどまることができる。こういった適水温の違いによって両者の移動生態の違いというものが生じているというふうに考えています。



ガザミの移動の始まる夏場の水温に注目するということで、温度の上がり始めている7月のデータについて2020年と2021年を比較したものがこちらの図になります。こちらを見ていただくと色だけ見ていただいても明らかとは思うんですけども、2020年は7月の段階で既に湾奥の水温が24度ぐらいまで上がってるのに対して、2021年は21度ぐらいということで、かなり温度差があるということがわかります。次に貧酸素水塊の方を見ていただきますと、2020年は7月の貧酸素水塊の面積というのはまだ10%程度だったんですけども、2021年には7月の貧酸素水塊の面積が50%超えているということで、貧酸素水塊の発達が2021年の方が早かったということが見てとれます。つまりこの、底層水温の上昇するタイミングと貧酸素水塊が発達するタイミング、どちらが先に起こるかによって、ガザミがうまく外湾側に出ていけるのか、いけないのかといったことを左右しているのではないかというふうに考えています。

ここまでガザミと台湾ガザミの移動生態の違いについて見てきましたけれども、このスライドでは、漁獲物の組成について見ていただきたいと思います。オレンジ色がガザミで青色が台湾ガザミになりますが、この図をぱっと見ていただいただけでも、その地先ごとに取れるワタリガニの種類が違うということが見てとれるかと思います。特に特徴的なのが湾奥で台湾ガザミがほとんど獲れないというのが、かなり異質な傾向かと思っていますが、これについては、一つは青潮の影響というものがあるのではないかと考えています。つまりこれまで説明をさせていただいた通り、台湾ガザミというのが夏の高水温期にも浅場の高水温帯にとどまることができるということで、まさにそういった場所に青潮の影響というものが如実に表れているのではないだろうか、というふうに考えているところです。この台湾ガザミの不在というものが、生態的にどういう意味があるのかということで、このガザミと台湾ガザミが両方とも獲れている盤洲干潟の牛込地区で採取されたガザミと台湾ガザミの炭素・窒素安定同位体比を、色を分けてお示ししたものがこちらの図になります。こちらの図を見ていただきますと台湾ガザミの炭素安定同位体比が非常に高く、ガザミの安定同位体比が低いという傾向がありますが、これは台湾ガザミっていうものが浅場に生息できることによって、アマモ場由来の有機物を利用しているためと考えられます。

一方でガザミについては、アマモが生えるような、夏場に高水温になる浅場に生息することができんのと、より深場の底生微細藻類ベースの食物網に乗っている、といったような違いがあるものと考えられます。現在ではアマモ場にガザミではなくて台湾ガザミが分布をしているわけですけれども、かつてのアマモ場というものを考えたときには、もちろんガザミがアマモ場にまでいたものと考えられます。現在、台湾ガザミがより内湾域にまで分布を広げているというような傾向が見られるわけなんですけれども、こうした新た



な浅場における高次捕食者の加入というものは、浅場における物質循環を考える上で非常に重要なのではないかというふうに考えています。

最後まとめになりますが、近年、暖かい海を好む種の東京湾での報告というものが報道なんかでも目立ちますけれども、今回、元々東京湾の内湾にいたガザミと内湾に分布域を広めてきたタイワンガザミ、という分類学的に比較的近い種を比較することによって、高水温化に伴う具体的な生物側の動きとして、移動生態への影響というものが見えてきました。この移動生態の違いというものは例えばガザミで言うならば、地先資源なのか、広域に移動する資源なのかといったことで、今後の資源管理の上でも非常に重要な知見になってくるかと思います。また後背地に大都市を抱える東京湾などの海域におきましては、夏場の貧酸素水塊が従来からいた温帯性の種から南方種への置き換わりというものを促進するような構図があるのではないかというようなことも見えてきました。

一方でその南方種への置き換わりっていうのは悪いことだけではなくて、現在のその環境にあった種の出現によって健全な物質循環や生態系が維持されているという側面、視点も重要なと思います。以上のこと踏まえまして、私の方から今後東京湾というものを考えていくとすると、南方性の暖かい海を好む種の出現についても引き続き注視とともに、新たに東京湾に入ってきた生物が生態系において果たしている役割にも目を向けながら適切に管理していく必要があるというふうに考えています。以上になります。ご清聴いただきありがとうございました。またこの発表の機会をいただきました岡田さんありがとうございました。以上になります。

まとめ

- 南方種の分布北上と適水温の違い ⇒ 東京湾における移動生態(→分布)の違い
ガザミは内湾を広域に利用(内湾→外湾に移動)するが、タイワンガザミは地先資源
- 貧酸素水塊が内湾域の全域に広がってしまう東京湾
貧酸素水塊が、高水温化によるガザミからタイワンガザミへの魚種交代を促進?
- 温暖化が進行する中で、これから干潟・浅場は?
物質循環や生態系を維持していくためには、南方種の分布北上は必要?

今後の東京湾を考える上で
南方性の暖かい海を好む種の北上について引き続き注視すると共に、新たに東京湾に入ってきた生物が生態的に果たしている役割にも目を向け、適切に管理していく必要



皆さんこんにちは。長い東京湾シンポジウムも最後の発表になります。皆さん頑張ってまいりましょう。ここで一つ深呼吸を、吸って、吐いて、周りの方に迷惑にならないように、これぐらいにしたいと思いますけれども、お楽に呼吸してください。今の話も面白かったですね。貧酸素の影響が、ワタリガニの種の選別にきいてきているというお話がありました。いま深呼吸していただきましたけど酸素がいかに大切か、脳みそに酸素が入ってこないと、眠くもありますし、元気も出ません。ぜひ東京湾全体が酸素に満ちて、いろんな生き物たちが元気になってくれたらいいなと思っています。

今日ここでお話をさせていただくということですけれども、実はあの自己紹介もしてませんでしたね。東京湾の再生官民連携フォーラムのモニタリングプロジェクトチームというのがあります。そのチーム長をさせていただいております海辺つくり研究会の古川と申します。どうぞよろしくお願いします。そういうことなので今日はモニタリングの話をさせていただいて、今後どういう行動にという話題に繋げられたらと思っています。実は今

日、東京湾シンポジウム冒頭に永井所長からも継続というお話があって、東京湾シンポジウムの第1回が2001年に開催されました。そのときにはいろんな事情があって、国総研が海の部隊と陸の部隊と一緒にになった。そこで全体で勉強会をしようということで海の方でも何か始めようじゃないかということで始めたのが東京湾シンポジウムです。そのときには私は、国総研でいま岡田さんが座ってるそちらの席にいて、2001年ですからまだ東京湾再生のための行動計画ができてなかったんですね。ですから行政からは国交省の港湾局の日笠さん、日笠さんという方に当時の港湾局の行政の話をさせていただいて、環境のお話をということで東京都の環境科学研究所の和波さんお話をさせていただいて、驚くことに、水産の代表としてお話をいただいたのが、今ついさっきお話をいただきましたけれども、千葉県水産総合研究センターの石井さんだったと。そのトリを取ったのが、海辺つくり研究会の木村尚といういま事務局長してもらってる人です。私は今その代表として籍を置かしていただいているということで、こんな話を長々としてもあれですけれども、その当時から東京湾何とかしなきやいけないという20年間の思いが詰まった、20年以上の思いが詰まった会が続いていることに、敬意を、自分が初めておいて敬意を表するって変かもしませんけれども、喜ばしいと思ってます。が、次のフェーズにそろそろ入らなきやいけないというふうにも思っていますので、そのお話をさせていただきたいと思っています。

東京湾はシンポジウムではこのようにいろんな学術的なお話を含めて、広く話題を提供していただいて東京湾が今どうなってるのか、という話が進んできたわけですけども、実は一昨年ぐらいから江戸前勉強会ってい



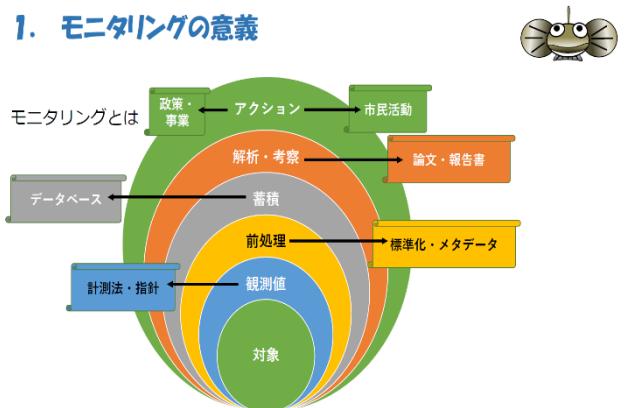
モニタリングから行動へ

海辺つくり研究会・古川恵太

うのを主宰させていただいている方、または名前を聞いたことがある方もおられるかもしれません、今後何をしてたらいいのか、喫緊に何をしなきゃいけないのかということを話し合おうということで、昨年は6回ありました。行動計画のお話をご紹介していただいたり、モニタリングのこと、プランクトンのこと、魚のこと、水産漁業のこと、東京湾へのアクセスのこと、環境評価のこと、いろいろなことをお話をさせていただきました。実はこれは、ベルモントフォーラムで国際共同研究の枠組みの中で、コーストカード、下の方に書いてありますけども、沿岸域・流域圏の成績表、通知表というようなそういうものを作つて、市民、企業、行政、研究者、いろんな人たちが話し合いをするプラットフォームみたいなものを作つて、こうじゃないか、ということを目指している研究です。その日本の研究代表は、前の方に座つておられます東京工業大学名誉教授の灘岡先生にしていただいております。その中で昨年の第2回のときに、モニタリングの意義ってなんだろう、またどういうモニタリング結果をいま僕たちは持つてるんだろう、というようなことをまとめたものを作つてみんなで話をしたということがありますので、それを題材にちょっと今日はモニタリングの話を前半少しさせていただいいて、じゃあどうしたらいいんだろうということの投げかけを後半でご紹介、ご披露させていただけたらというふうに思つています。

モニタリングですけれども、大上段振りかぶつてこれだけ先輩方がおられる中で、モニタリングとは、と私がお話するのも申し訳ない気もします。とても大切ですというふうに言われるんですけども、どうして大切なのがっていうところがなかなか見えてこない。それはモニタリングする対象があつて、それに対して観測をしていろいろなデータが出てくる。そのためには先ほど西本さんの方からもいろんなツールがあると、また見えてくるものが違うということでその観測値をどんなふうに絞り出していくのかということがあります。さらにはそれを標準化したり、そのデータそのものがどういう性質を持つてデータなのか、月1で取つたデータなのか、それとも季節ごとのデータなのか、今日の最初の方でもそのデータは平均値なんですか、それとも極端なデータだったんですか、そんな話がありました。そういうところもあわせて、データとして考えていかなきゃいけないですし、それが簡単に再利用できるようにデータベースになってたら嬉しいなって話があるわけです。こちら辺ぐらいまでがモニタリングというふうに括られていることが多いと思いますけれども、私自身はもう少し広いところまで、モニタリングの延長線上にあることなんだろうというふうに思いますし、それが政策とか事業、また市民活動、我々が今やつてるような活動まで繋がっていく。ここまでやつたらモニタリングです、その後は事業です、みたいな切り分けではなくて、モニタリングをする人たち自身も、そこまで踏み込んでいろんなことを考えられたらなと思ってます。

1. モニタリングの意義



というわけで、どういう種類のモニタリングがいま東京湾にはあるんだろうというのをざっと見てみました。予稿集の方にもいろいろ細かい字で書いてありますけども、研究、環境、水産、港湾、港湾というか事業ですね。再生活動、そして市民活動に関連するモニタリングのデータがあります。研究の分野でいえば、これはいろいろな先生がもうお話をされたこともなぞっていますので細かくはお話しませんけれども、1970年代から東京湾の海域の構造、どんなふうに水が流れていってどんなふうに生息化してゆかってということを研究するということから、1990年代に小倉先生たちがまとめられた、これから100年間の東京湾はどうすべきか、というお話があつたり、2000年代に野村先生がこの東京湾の本をまとめられてます。つい最近また東京湾の続編といいますか、小倉先生がまとめられた本の続編が出てます。環境の方のデータ（水質）については、公共用水域のデータの話を牧さんの方から丁寧にしていただきました。月ごとのデータを、自治体が取つていて1971年から実施されていて。それ以外にも実は環境省が主導で実施されてる広域総合水質調査というのがあって、四半期ごとにプランクトンも含めてモニタリングされてますし、生態系に関してはモニタリング1000というサイトサイトの生物をしっかり見る生物多様性国家戦略に基づくような調査がされてます。いわゆる環境のセンサスにあたるような自然環境保全基礎調査というものも数年にいっぺんですけれども継続されてる。ただ藻場とか干潟のデータの最新版がまだなかなか出てきてなくて、いま、まもなく最新版になるというお話を聞いていますので大変楽しみにしています。

例えは公共用水域のデータでも、データベースとして水環境総合情報サイトというようなところで整理されていますから、簡単に我々も見ることができます。大変ありがたいことになります。その結果どうなってましたかっていうのは今日前半でいっぱいいろんなDOが悪くな

2. モニタリングのバリエーション



モニタリングの種類

- 研究: Tobex、生態系ネットワーク
- 環境: 公共用水域、生態系基礎調査、モニ1000
- 水産: 浅海定線、赤潮・青潮、漁海況情報、貧酸素水塊、漁業・遊漁、江戸前
- 港湾: アセス、HFレーダー、TBEIC
- 再生: 一斉調査、モニタリングポスト
- 市民: マハゼの棲み処、江戸前アサリ

アウトプット

- DB、報告書、白書、成書、計画、政策、行動
- マニュアル、ハンドブック、マップ

・研究:Tobex、生態系ネットワーク



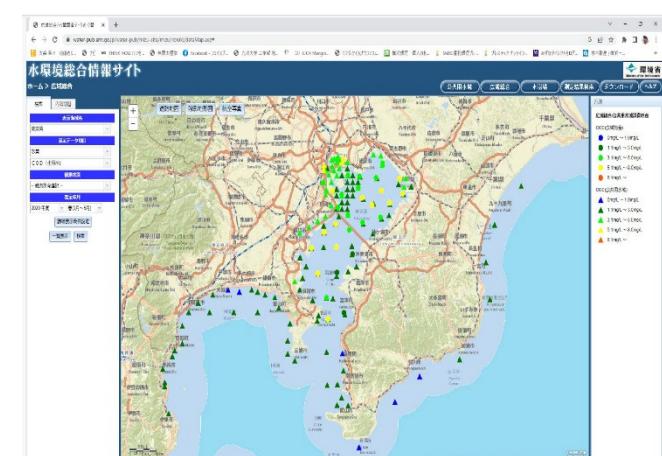
・環境:公共用水域、生態系基礎調査、モニ1000

調査	公共用水域	広域総合水質	モニ1000	自然環境保全基礎調査
頻度	月	四半期	年	数年
項目	健康項目、生活環境項目、全量素、全塩、トリハロメタン生成物、ダイオキシン	水質 (pH, COD, N, P, Chl)、底質、底生生物、プランクトン	生態系 (陸域・海域)、干潟、アマモ場、藻場、サンゴ礁	総の国勢調査 (陸域・陸水域・海域)、
実施者	自治体	環境省	環境省、	環境省
特徴	1971年から実施、長期データ	1979年から、海域毎に実施	2003年から実施、生態系の劣化を監視	1973年に第1回、以後、2005年からの第7回まで実施
根拠法・活用	水質汚濁防止法 (15条)	総量規制	生物多様性国家戦略	保全施策、環境影響評価、マスタープラン

水環境統合情報サイト <https://water-pub.env.go.jp/water-pub/mizu-site/>

モニタリングサイト1000 <https://www.biodic.go.jp/moni1000/>

生物多様性センター https://www.biodic.go.jp/kiso/fnd_list_h.html



ってたのが良くなつたけど、ちょっと最近悪くなつて、つていう話もありましたので、繰り返しますが非常に大切なことがそこでわかつてきます。

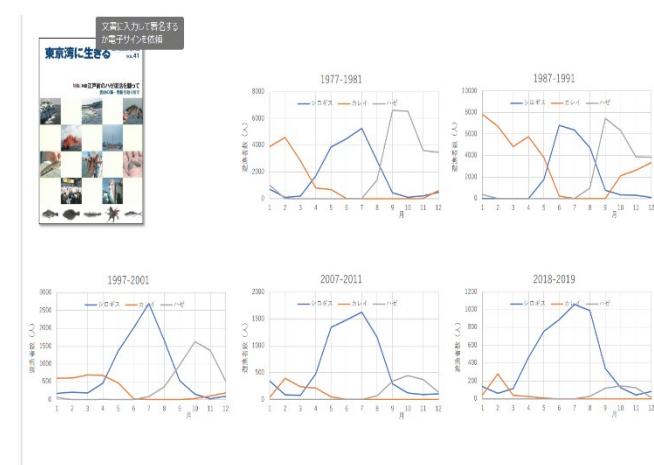
そして水産だとか、生物に関するデータというのは様々なデータがあります。私の不勉強でここで浅海定線の調査ということで1966年からいわゆる国全体での調査として始まってますということをお話しましたけれども、先ほど石井さんの方から、もっと古い時代から俺たちやってたぞっていうお話をありました。そういう事例もちゃんと拾ってこなきゃいけなかったんですけども、こんな感じで。赤潮青潮の調査もしていますし、漁海況の情報も東京湾であれば一都三県の水産関係の研究所および様々な環境情報のセンターさんたちが協力してモニタリングされています。貧酸素水塊情報は、漁業者のための情報提供ということもあって非常に頻度が短い時間間隔で夏場は出されてるということで、我々が貧酸素水塊のことを考えるときになくてはならない情報になってきています。繰り返しますけども、これが良くなつてないということが、すごく心に引っかかるということでございます。

水産のデータと似ていて少し違うものということで、一つご紹介したいものがありますので見ていただきたいと思います。東京湾に生きるというタイトルで出されています。東京湾遊漁船業協同組合の毎年毎年、毎月毎月のどの釣船に人がどれだけ乗ったのかというデータが出ています。10年ごとぐらいに数年間の平均で見ていただきます。これは、遊漁船に乗った人の数です。注意してください。これ釣れた数じゃないんですけれども、でも釣り人って正直で、釣れるとなると人がたくさん乗るということなの

で、大体釣れた数に近いんじゃないかな、比例してるんじゃないかなということで、ざっと見ていただきたいんですが、1980年代のデータでは遊漁船に乗った人が大体4000人から6000人、年明けにカレイに乗って、夏場にシロギスに乗って、秋口にハゼになってということになってたようです。

1990年代、富栄養化が進みましたけどもどうも魚は増えたようで、乗ってる人の数が6000人から8000人、増えてますよね。カレイは結構、夏の前ぐらいまでぐっと引っ張って、いなくなつたらオーバーラップするようにシロギスを釣り始めて、そしてハゼを釣って。年末の11月12月に、以外はもうほぼ満船状態みたいなすごい状態がこのときあったというふうに見てとれます。2000年代の人数がピークで2500人になっちゃ

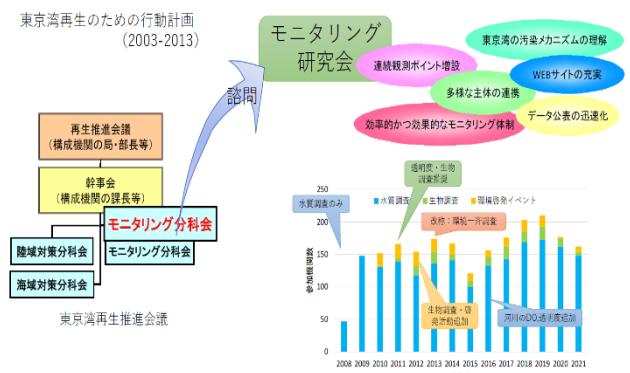
・水産・浅海定線、赤潮・青潮、漁海況情報、貧酸素水塊、漁業・遊漁、江戸前				
調査	浅海定線調査	赤潮・青潮	漁海況情報	貧酸素水塊
頻度	月	随時	日	週・6時間
項目	標準項目（水温、塩分、透明度、水色、気象） 特殊項目（DO, pH, COD, N, P, Phy.）	地点、発生回数、日数、種組成（赤潮）、漁業被害	流向、流速 水温	溶存酸素分布
実施者	水産研究所等	環境局・環境研究センター	一都三県の水産研究所および、静岡県・三重県・和歌山県・漁業情報センター	東京湾漁業研究所、水産研究所、内湾底曳き網研究会連合会、東京都環境局、千葉県環境研究センター、海上保安庁
特徴	1966年から、中央水試の打合せ会の決定に基づき実施	公共用水域調査と連携、独自の判定基準	関東・東海、東京湾口、アリタルタイム海況データを提供	2021年から、東京湾漁業・環境情報提供システムに情報集約
根拠法・活用	漁場環境の把握 長期変遷	被害軽減、環境変化の把握	黒潮の蛇行や急潮などの警戒	操業参考、青潮警戒



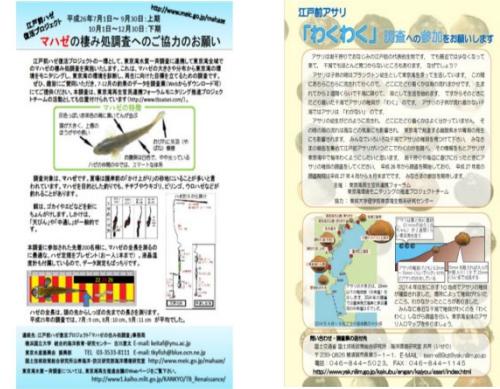
やってますね。ものすごく減りました。シロギスは残ってるんですけども、カレイが激減してきているというのが見てとれます。ハゼもちょっと怪しいなという状況です。2010年代、カレイとハゼがほぼいなくなつて500人に満たない。シロギスでも1500人で、つい最近が、最後のもうちょっと行くと、カレイ、ハゼ、200人乗っているか乗っていないか、もうこんな状態になっている。これを見ていると何とかしなきゃいけない、というふうに思いますし、どうもそれぞれの地先地先ごとに事情が違います。そうだということもありますから、そこら辺の状況をきちんと反映した対策というのを私達は考えていかなきゃいけないのかなというふうに思っています。

時間が迫ってきました。でもこれは一言言っておかないとですね。東京湾の再生のための行動計画が2003年に始まりまして、最初の年、次の年、進んでいくうちにその中でこれを東京湾再生のための行動計画を推進するために、モニタリング分科会では何をしたらいいのだろうということがモニタリング研究会に付託されました。そのときの座長が灘岡先生だったということなんですけども、私もその委員として参画させていただいて、連続観測ポイントを増やしましょうとか、Webサイトを充実させましょう、ということと同時に一斉調査をしていきましょうということになりました。当時国総研で一緒にその一斉調査のお手伝いをしていましたので、1年にいっぺん、東京湾環境マップというのを作るということで、7月か8月に一斉調査をして、貧酸素水塊の情報を、状況を確認します。今年も8月にやりました。118の機関が参画して、湾内で500点近くの、湾の流域も含めると1000点近くの調査接点を持って観測してるんですけど、遠目で見てもわかる通り、真っ赤です。この酸素が3mg/Lを切ったようなところを赤く塗るということで、皆さんに見ていただいていますけれども、これで何とかしなきゃいけないという思いが、盛り上がってくるんじゃないかな。それと同時に水質だけではわかりにくいので、ハゼだとアサリだとを調査するそういうことを並行して

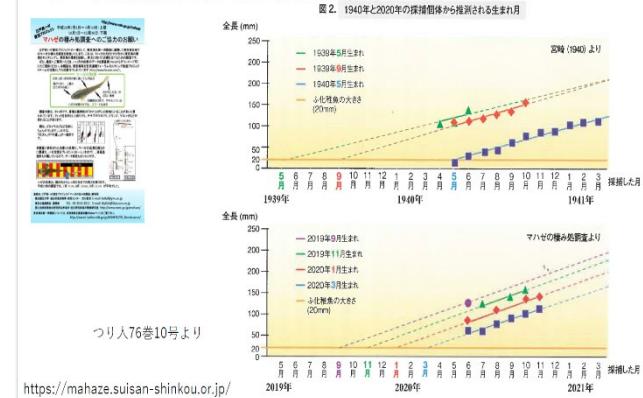
3. 再生のためのモニタリング



4. 市民調査: ハゼの棲み処、江戸前アサリ



4. 市民調査: ハゼの棲み処、江戸前アサリ



4. 市民調査: ハゼの棲み処、江戸前アサリ



始めました。マハゼの方は 2012 年から、アサリの方はもう少し後だったので、今、前に座っておられる岡田さんが始められてマハゼの調査の方は徐々に今、参加人数が増えてきます。橙色の線だけ見ていただきます。これ東京湾の中で釣れたハゼの大きさを測って、そのデータを提出していただいているものです。今日はその中の海のデータの話は、実は飛ばすんですけれども、ずっと計測したハゼの数が 2,000 尾ぐらい、場合によったら 500 尾ぐらい下がってしまったこともあったんですが、こここのところ報告数が上がっています。これはハゼが増えたということではなくて、報告していただいている方が増えたということで、今年ももう既に 1 万尾以上のデータが入ってきております。昨年は 1 万 7000 人のデータが最終的に集まりました。そういうデータを持って、例えばハゼの生まれ月が変わっているんじゃないとか、先ほどのワタリガニ程精密ではないんですけども、マハゼがどういうところ経路をたどって動いているのか、なんていうことが見えそうになってきています。そうするとどこで何したらいいかという話に繋がりますし、アサリの稚貝がどこで湧いているのか。残念ながら今アサリの稚貝が湧かなくなってしまったので、このデータ自体がきちんと継続できていませんけれども、平成 30 年の時ぐらいまでにはいろんな地先地先の様相というのが見えてきてる、という状況でした。

ということで、こんないろいろなデータを使って、何が考えられるだろう、ということを昨年の江戸前勉強会最後のときにお話し合いをしました。再生行動計画の中ではこんなことが新しく、取り組めたらいいねということを話し合って、それをいくつかのグループに分けてみると、新たな指標をつくって変化を自分たちでも体感できるようにしたいとか、連携をするための仕組みだとか工夫があった方がいいねとか、その中で生物種を確認するってことは基礎的な取り組みとして進めていかなきやいけないね、ということが話し合われました。その結果、目指すべき東京湾の姿を描いて、生物データをきちんと取って、新たな課題に対応する対話の場所を作っていくましょう、というようなことが江戸前勉強会で話し合いがなされたわけです。



第1回江戸前勉強会2022(11/11)

- ・ 東京湾再生のための行動計画(第3期)の骨子: 多様な主体の協力、官民連携
 - ・ 意見交換: 連携の仕組み・工夫、まちづくりとの連携、評価の視点



第2回江戸前勉強会2022(11/25)

- ・東京湾の環境モニタリング：多様なモニタリング、**アクションへのつながり**
 - ・プランクトンから見た環境：過去の赤潮プランクトンの出現、昔への回帰？
 - ・意見交換：漁獲、魚・生物のモニタリング：沿岸・河口での調査、ごみ、海色、DB

第3回江戸前勉強会2022(12/9)

- ・**生き物生息場つくり**: 基本的な考え方と進め方(長期的、合意形成、変化の監視)
 - ・**水産・漁業の視点**: 漁業生産の変化と環境を見る視点(貧酸素の意味)
 - ・**生物モニタリングについて**: ベンツとネクトンの生物種確認調査(イベント化)



第4回江戸前勉強会2022(12/23)

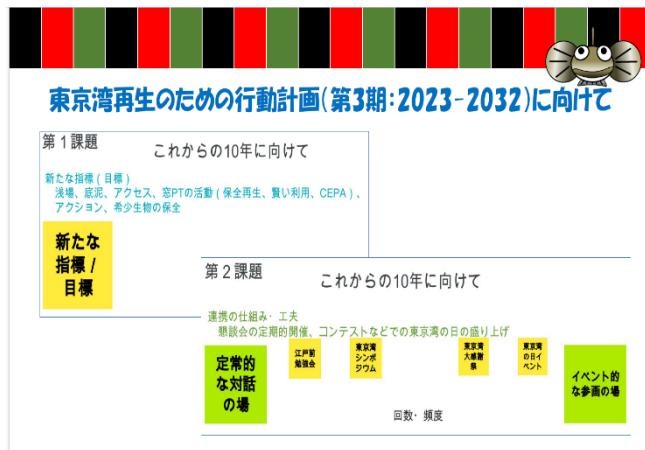
- ・ 東京湾へのアクセス: 窓施設、窓PTOの活動、東京湾の日、ペイフラン
 - ・ グループワーク: 生物調査、観察会、コンテスト、イベント、懇談会…



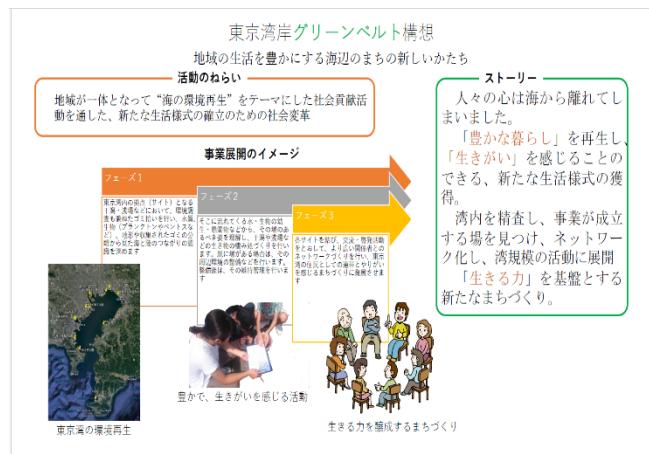
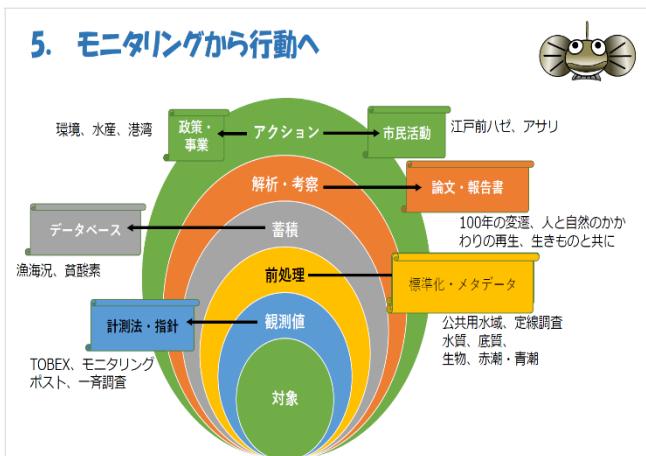
第5回江戸前勉強会2022(1/6)

- ・東京湾の環境評価: 10年の変化(COD、透明度)、ヒステリシス、環境情報マップ
 - ・東京湾の環境変遷: 環境の支配要因(流れや地形)、希少生物の保全
 - ・意見交換: 水環境の悪化、活動の環のひろがり、新たな指標(浅場、底泥、アクセス)

江戸前勉強会: <https://coastcard.jp>



これから先は私の妄想でその勉強会でオーソライズされたということではないんですけども、千葉県水産総合研究センターの石井さんに触発されて、東京湾の周りで生態系を再生するようなグリーンベルトが作れなあいか。いろんな場所にそういうふうポテンシャルのある場所があるように思います。それは環境的なことということだけではなくて、それを、再生を担う人たちが集まれる、そういう場所なのではないかなと思ってます。豊かな暮らしを再生して、生き甲斐を感じることができ、生きる力を基盤とした東京湾になってもらいたいなということで、このグリーンベルトの構想をご紹介して私からこれからなすべきこと、方向性への話題提供とさせていただきたいと思います。ご清聴ありがとうございました。



◆質疑応答②

司会：はい、古川さんどうもありがとうございました。ではここから質疑応答に入りたいと思います。皆さんから興味深いご講演をたくさんいただきましたので多くの質問があろうかと思います。時間が許す限り質疑応答を設けたいと思います。まず質問に当たっては、どの講演者に質問するかというのをまずご質問の前に示した上でご質問をお願いいたします。また講演者の方で講演、ご回答されるときに口頭のみで回答が十分ならばお席のところでご回答していただき、もしスライドが必要ならばご登壇いただきご回答をお願いいたします。ではフロアの方からご質問、コメントを受けたいと思います。よろしくお願ひいたします。

司会：はい、そしたらまず2人手が上がりましたので、後ろの方1番目で2番目に前の方、よろしくお願ひします。

参加者：はい。鈴村と申します。野村さんにお伺いしたいんですけれども、かつて底生、底の微細藻類っていうか、一次生産者が主役の海だったってのは非常に私も納得できるんですけども、例えば干潟が湿地が広く、広がってたところの底生の微細珪藻、カニが一生懸命食べてる姿ってのはよくわかるんですけども、ウォーターカラムの方、水中の方で絶えず水に浸かってる方でも微細藻類ということをおっしゃられたと思うんですけども、例えば石井さんの発表だと、透明度とあのアマモの分布ってのは非常によく一致しているということを考えると、ウォーターカラムの方はむしろ微細藻類というよりはアマモみたいなものの方が卓越していた世界なんじゃないかなと思うんですが、そのあたり微細藻類の方に固執ではないんですけど推される理由というか、もしあれば教えてください。



野村：端的に言って藻場に関する当時の生産に関する情報ってあんまりないんですよ。ただ今日図の中でお示しましたけど、当時は埋め立てがなかったので潮汐がすごく動くんですね。ということは微細藻類の巻き上げっていうのもそれなりにあるだろうというのは、やはりちょっと予測できるところだっていうふうに思ってはいます。鈴村さんに端的にお答えするってことはないんですけども、干潟は非常に広かったので、それは大切なことだなというふうに思っています。

参加者：じゃああの微細藻類を直接カニが食べるだけじゃなくて、巻き上がったものをプランクトンフィーダーみたいなものが食べていたっていうストーリーがあるということでしょうか。

野村：そうですね、やはり重要なのは懸濁物捕食者なので、当然それらは植物プランクトンを食べますし、巻き上がった微細藻類、あるいは有機物を食べているとそういう駆動系っていうのを考えてください。

参加者：わかりました、ありがとうございます。

司会：はい、ありがとうございました。では、はい、手を挙げていただいた。

参加者：すいません、小島です。先ほど石井様がワタリガニについてお話されて、すいません、千葉じゃない、西本様で、失礼しました。2021年に水温の上昇が悪かったのに貧酸素水塊になる時期が早くってっていうお話があったんですけども、東京湾の2021年の赤潮と水温の状況を実はこないだちょっと東京都の環境局さんの方の資料と合わせて自分たちが取ってた水質のと比べてみたんですけど、21年って5月の水温の上昇がいっときすごく天気が良くて、早くに上昇したときがありまして、そのときにやはり東京湾で赤潮の発生があったんですね。その後、夏場、皆さん気がオリンピックを見ている頃って急激に天気が8月の終わりぐらいからすごく悪くなって、水温上がりがすごく悪かったときがあるんですけど、大体東京湾というか東京港の中で赤潮が発生するのを見ると水温が20度になったときを境に赤潮が発生したり、逆にあの気候、気象で曇りの日が続いたりすると急激に水温が下がると赤潮が解消されたりっていうのを夏になる前のもう5月ぐらいから結構繰り返しているので、もしかしたらそういうのが貧酸素水塊の夏場酷くなる時期に関わってくるんじゃないかと思うんですけども、そういうことにいてはどのようにお考えなのか、ちょっとお伺いしたいんですけど。

西本：はい、質問ありがとうございます。私もですね、正直なところ前後の経過を見ているわけではないので、今回はとりあえずそのワタリガニの移動生態というものを考えたときには7月のところがまずはその移動に繋がる水温の時期になりますので、その話をちょっとさせていただいたということになります。なので赤潮のことまで私がわからればいいんですけど、ちょっと赤潮のことまでちょっとわかりませんので、ちょっと申し訳ないですけど。



司会：すいません、マイクを使ってください。

参加者：お台場海浜公園で潜ってるんですけど、夏場になると結構ワタリガニの子供が結構入ってくることがあるんですね。ガザミに関してはほとんど減多にいないんですけども、先ほどのお話だとガザミ、千葉側では結構元々その子供も見られるっていう状況なんでしょうか？

西本：えっとですね、漁獲サイズのものについてはガザミの方が深場にいて、台湾ガザミが浅場にいるというふうな話をさせていただきましたけれども、稚ガニのときはですね、どっちの種もですね、干潟にいます。皆さん歩いていけるような干潟にこのぐらいの小さな、甲幅が20ミリとか、そういったものはいます。で、そうですね、一応千葉県、わたし干潟域の調査してるのは千葉県側だけなんですけれども、一応出現は見られます。はい、すいません、東京港の方まではちょっと申し訳ないです。

参加者：わかりました。すいません。ありがとうございます。

司会：はい、ありがとうございました。では他にご質問、コメント、はい、お願いします。まず右側の方、あとはい。

参加者：NPO ヴァースバースの船木です。貴重なお話ありがとうございました。服部さんにご質問なんですが、多くの発表者の方のご意見の中でやっぱり干潟を再生していくことが重要というお話をあったと思うんですが、今後東京湾の中で干潟を人工干潟を作ったりとかですね、そういった整備をしていく構想というものが具体的にあるのかどうかというのを教えていただけますでしょうか？

服部：はい、ご質問ありがとうございます。東京湾の再生のための行動計画の中ではですね、先ほどお示しましたように陸域それから海域の環境保全、それからモニタリングと各分科会にわかつて具体的な施策を積み上げているところでございます。ちょっと今、施策個別の具体的な内容については詳細までは把握していないのですけれども、第三期の行動計画のその海域であると思いますけれども、そちらの行動計画の中にですね、例えば干潟であるとか、アマモであるとか、先ほどお話ししたブルーカーボンの取組も含めてそういうことを行っていくということを記載しておりますので、そういうことを含めて全体的な東京湾の環境の改善を進めていく、と行動計画の中では定めているということでございます。すみません、詳細につきましてはお手数なのですが行動計画の具体的な内容をご確認いただければと思います。回答になっておりますでしょうか？

参加者：はい、ありがとうございます。

司会：はい、ありがとうございました。では先ほど手を挙げていただいていた、わかりますか。

参加者：金沢大の佐藤と申します。相馬先生にお伺いいたします。非常に興味深く面白いお話を聞かせていただいたので、せっかくの内容をしっかりと理解したいという思いに基づいての質問です。講演の中で、シミュレーション結果が観測値として再現された（観測に先んじてモデルが予測していた）というお話をされていたと思います。それは、観測値に依存せずにこのシミュレーションでいろんなモデル変数を再

現できる、というところだと思うのですけれども、そうは言っても、前提として今回お示し頂いた季節性の変動がモデルで再現される、ということは、最低限何かしらの条件、例えば、日照量ですとか気温ですとか、そういった基本的なデータをインプットした上でシミュレーションをされているのではないかと想像するのですが、そういう理解でよいのでしょうか？

相馬：ご質問ありがとうございます。ご理解の通りです。本日申し上げたかった大切なポイントをご質問いただきましたし、私の説明不足もあったかもしれません。ですので、改めてどういうことが申し上げたかったかということをご説明させていただければと思います。生態系モデルの中には、植物プランクトン、動物プランクトン、底生動物、栄養塩、酸素など、複数のモデル変数が、生物・化学・物理過程によって互いに影響を及ぼし合っています。この及ぼし合っているものを生態系ネットワークと呼ぶことにしますと、この生態系ネットワークは、光・温度といった生態系を取り囲む外部環境や、生態系のモデル変数が互いに影響を与え合うことによって動いています。また、こうした様相をコンピュータの中に組み込んで（モデル化して）います。また、生物・化学・物理過程は多くのパラメータを含んでいますけれども、そのパラメータには、実験・観測・理論から推定される値の範囲があります。こうした中、観測値が、限られた項目で、さらには、月一回の頻度や、広い東京湾で僅か十数点の観測頻度しか与えられていない状況でも、それら全ての項目を、パラメータの範囲で合わせていこうとすると、それを満たすためのパラメータの組合せというのは、経験的にそれほど多くはありません。そして、モデルは、観測されていない項目を、観測されていない時空間分解能で出力するわけです。一方、モデルで、現在、観測値が存在するあらゆる項目を合わせようとすると、結果として観測されていない項目についてのモデルのアウトプットはこのような結果になった。それが後から観測ができるようになって観測してみると、観測結果がモデルの結果といっしょだった、ということです。つまり、わかっていることをネットワークでつなげていくと、わからなかつたことが見えてくることがある、ということが申し上げたかったことになります。



参加者：はい、ありがとうございました。よくわかりました。

司会：よろしいですか。はい。では他のご質問、コメントありましたらお願ひします。

参加者：神奈川県栽培漁協協会の今井と申します。瀬戸内海では綺麗な海から豊かな人、

司会：すいません、どの方に。

参加者：相馬先生にご質問です。きれいな海から豊かな海ということをいえば、海苔の色落ちですとか、イカナゴの減少ですとか、そういうことにたいして、栄養塩類を、もう少し（下水処理上から）出した方がいいのではないか、というような議論がいま盛んに行われてます。先ほど、クロダイ研究会の方もおっしゃっていましたが、東京湾の方で見ています、やはり窒素とリン、特にリンが少なくなると、一次生産が低くなり、付着生物とフィルターフィーダー（懸濁物食者）が少なくなってるのではないかなと思います。ただ、赤潮の発生を防ぐためにはやはり窒素とリンは減らさなければならぬのではと。それでさらに貧酸素もあり。（生態系が） そうしたものに大きく左右されてる中、生態系のバランスっていうものは、どのように考えていいらしいのか、という問題は、東京湾でも同じだと思います。 こうした問題にたいして、どのような問題に対して（問題の解決に向けて）、どのようなプロセスで取り組み、進めていくべきかというのを伺いたいと思います。

相馬：ご質問ありがとうございます。すごく本質的で難しい問題だと思います。私の専門分野、すなわち、生態系を、複数の生物機能・外部環境のネットワークと見て、その動きから考究する、という立場から申し上げたいと思います。 例えば、播磨灘では冬季の大型珪藻赤潮が、2000年ぐらいから問題視されるようになりました。大型珪藻赤潮は海苔の収穫と同じ時期に起こるので、のりの色落ちの原因として問題視されます。 そうすると、なぜ大型珪藻赤潮は冬に発生するのか、そのメカニズムを理解するためのアプローチの1つは、大型珪藻の生理生態や生活環を理解するための研究です。もう一つは大型珪藻の生活環を播磨灘生態系全体の中に組み込んだとき、大型珪藻赤潮は生態系全体の動態にどのような影響を与えるのか、または受けるのか、という研究です。つまり、植物プランクトン1つの生理を探求するというアプローチと、それらを生態系全体に組込み、俯瞰的な見地から生態系の動態を探求するというアプローチです。生態系のバランスを考えるためには、生態系を構成する種や生物・化学過程をしっかりと探求する必要がありますし、それらのネットワークを表現する視点も必要です。また、「生態系のバランスが良い」とはどのようなことなのか、の見解は人それぞれあるところも難しさの1つです。種の多様性をどのように保全するかという観点から見つめることも大切ですし、水産業の立場では水産魚種の資源管理が重要でしょうし、水産魚種も様々です。何を目指す姿にするかによって、「生態系のバランスが良い」の定義も変わります。 ちなみに私は、持続可能な生態系という観点からすると、環境がある程度変わろうとも、そういう変化に生態系ピラミッドの頑健性・冗長性が維持できる生態系という観点は大切だと考えています。つまり、生態系の頑健性、生物機能の冗長性、種の存続性をいかに高め、維持するかです。また、を目指す姿については様々な意見があるからこそ、多様な分野の研究者がせっかく集めてくれた知見を総合し、生態系ネットワークの中でどう生かされるかということを、コンピュータの力を借りて、（確立された科学ではないけれども）利用可能な最上の科学（Best available science）という理念をもって数理モデルを描き、生態系のしくみの理解を試み、施策の予測・評価を試みる、そして、そこで出されたアウトプットが、今目標としているものに対してどのような結果をもたらすのか、を共有しつつ、を目指す姿を試行錯誤していく。 そういうことが必要なのだと思います。

す。そして、そういうことの繰り返しをするための科学者間、産官学民間のコミュニケーションプラットホームが必要であると思います。

参加者：ありがとうございました。

司会：よろしいですか。はい他にご質問コメントありましたら。はい、前の方。

参加者：できれば千葉県の石井さんと国環研の牧さんにお話を伺いたいんですけど、私は東京海洋大学の片野と言います。今日のお話すごくショッキングだったのは、あの東京湾に入ってくる栄養塩はだいぶ削減に成功して、貧栄養化というか、が進んでいるというような話もあって。貧酸素水塊の解消は全、全快はまだまだ先にしても良くなっている、というのが私の認識だったんですけども、それが多分2016年とかそのぐらいで止まっちゃって、今は維持してるかあるいはもしかしたら悪くなっているっていう今日のお話だったんですけども、とすると、何で2016年ぐらいまでに貧酸素は少し状況が良くなっていたのか、あるいはそれいったい幻、見てたのは幻だったのか、いま貧酸素が全然良くなっていない、あるいは悪くなっているっていうことについては、どんなことが考えられるのか、ずっと見ておられるお2人にお話を聞かせていただきたいなと思いました。

石井：千葉の石井です。私ちょうど2015年に1回まとめて論文出したときは下がってたんで、良かった良かったと。その後でも何となく薄々おかしいなと思ってたんですけど、確かに最近良くないなというのはありました。今日、牧さんの絵を見せていただいて、千葉県側が特に悪くなっているっていうので、なんかちょっと愕然としたんですけど、原因としてはちょっと私はまだよくわからないので、きっと海の流れのこととか他のことも影響するだろうし、もう1個はやっぱり鉛直混合が遅くなる、長い間、秋まで夏型の海洋構造でいるっていうのは効いていくんじゃないかなと思います。早く解消しないと例えばトリガイとか、秋に浮遊期がまだあって着底できるやつが貧酸素が長引くと、今のちょっと水質じゃないんですけど、生き物の方にもすごい影響するんです。ちょっと私ではなかなかわからないので、その辺はまた皆さんにいろいろ教えていただけたらなと思います。



牧：ご質問感謝いたします。結局わかりません。周辺状況を見ると、この5年間ぐらい底層DOが低下しているのと並行してCODが上がっています。それから東京都環境科学研究所の安藤さんが調べられたところ、通常、下水処理が

どんどん進みますと水質は良くなるはずなんですが、東京都環境局の公共用水域水質データでは荒川下流部の水質は最近全然良くなっていない。荒川河口部付近の下水処理場（水再生センター）の処理水質が悪くなっている。どこの閉鎖性海域周辺都市域でも産業的にも下水処理の普及から言っても、通常発生流入負荷量は減って増えることはないはずなんですが、例外的に増えている。さっき産総研の高橋さんともお話ししたんすが、水温が上がってるんであれば、一次生産は生物反応なので増える方向にあって COD を押し上げるっていうのは当然考えられると思うんですけども、今日お話したその水温の上昇と、底層 DO の低下というのは整合性のある関係ながらも、直接ドライビングフォースになってるかどうかはわかりません。モデル・シミュレーションでも、多分データと計算結果を合わせるような結果はいくらでも出せると思うんですが、本当にどれが貧酸素水塊拡大に効いているか分からないとなると、この 5 年間悪化した要因も不明ということになると思います。あとは水平方向の移流拡散に関して、どこの海域も同様ですけども、どうなってるか、つまり海水効果が良くなってるか悪くなってるか、わかりません。当然外洋水がどんどん入ってくれば良くなるはずなんですが、淡水の湾への流入が長期的にどうなっているのか、これは岡田室長のご専門ですけども、この 5 年間に増えたのかというのも不明です。それから今日会場に来られてる中村先生も言われてますけど風、それから潮位、これが長期的にどうなってるかを全くわかりません。これらの短期的にものすごく変動するものが長期的にどう変わってるかを見るのはなかなか大変で、今日お示しした水温とか底層 DO は結構簡単にわかるんですけども、東南西北に向きを変える風とか、残差流とかになると、解析しろと言われるとプロでも頭抱えてしまうところなので、そこは未着手のままで残ってしまいます。それら（物理的要因が）がたまたま（貧酸素水塊に対して）悪い方向に向かっているとも考えられます。

参加者：ありがとうございました。1 個だけいいですか。COD の話が非常に興味深いなと思いました。それ下水処理場の話ですよね。だからいま見ている陸域負荷の窒素の減少、リンの減少、COD の負荷の減少っていうのは、その総量規制の結果であって、もしかしてその下水処理場はそれに入ってるんですね、ってことではないですか。

牧：先生がおっしゃるのは、環境省の水質総量削減の効果があって、それは要するに下水道の処理の成績とは連動していないという趣旨。

参加者：そうです。

牧：今日国交省か、東京都の下水道局の方がおられたら伺いたいのですが、水質総量削減は 5 年ごとに見直して目標値を決めて事業所ごとに割り当てるんですが、実はその事業所ごとに本当に減ってるか、検証されているかがわかりません。結果オーライ的に、実このぐらいに負荷量は減っているだろうということで、環境省が言ったからこれぐらいでノルマ達成ということになるんですけども、例えば民間の事業所の売上みたいにキチキチやってるわけではなく、本当にどのくらい減っているのかは分からないので、

おっしゃることはあります。第9次水質総量規制在り方答申で、瀬戸内海の栄養塩ブームに煽られてしまって、東京湾でもこれ以上の窒素・リンの削減には消極的になったという臆病風が吹いたと思われます。そうすると、下水処理場も実際どういう運転をされてるかわかりませんけども、これ以上の窒素・りんの削減はもういいのでは、という風潮になるかもしれません。それぞれの現場で、どういうふうに工夫されて、（曝気のための）電気代もかかる中で、どのように窒素・リンの除去能を維持・向上されているかは、処理場一個見てみないとわからないです。実際の処理成績は私らも見ることができますので、1個1個つぶさに見てみると、さっき申し上げたようなことが、実は（負荷量が）上がつてんじゃないかということはあります。全部の精査は出来ていません。

参加者：わかりましたありがとうございました。

司会：はい、ありがとうございます。では他に、はい

参加者：磯部といいます。牧さんと相馬さんに質問です。牧さんのご発表で貧酸素水塊の変化について非常によくわかりました。ありがとうございました。結局、貧酸素水塊が解消に向かっているというクリアな結論を出すことができないという状況だと思います。こうした状況の原因は、流入水の問題、淡水の問題、あるいは外洋の黒潮の水温の問題などいろいろな要素が影響しているのかもしれません、それとともに、底泥の酸素消費容量のようなものが莫大に大きくて、どんなに消費し続けても消費速度が下がるような状況にないので、底層が貧酸素水塊するという大きなトレンドは変わらない、ということなのではないか、という考え方はどうなのでしょうか。もしそうだとすると、私達は10年20年ではなくて、もっと長い、例えば50年単位で物を考えなくてはいけないのではないか、というようなこともあるし、もしそこが主要な原因だということになれば、今度はそこにたいして行動をしていくこともあります。

相馬：ご意見ありがとうございます。今いただいたご指摘・見解は、堆積物と水の両方のカップリングモデルを研究している私にとっては、とても大切な視点からのご指摘です。どういうことかいいますと。例えば、今日ご紹介した東京湾の生態系モデルでは、堆積物の表層から深さ10センチをモデル化しています。10センチということは、少なくともその中に含まれる履歴は、例えば、堆積速度が1年間に0.5センチであったとすると、20年間の履歴が詰まっています。入負荷の削減などの環境施策を打ったときに、その施策の影響は水の中であれば、せいぜい2、3ヶ月すれば湾全体にその影響が出てくるのですけれども、堆積物の場合は、水中から沈降し、堆積した有機物のうち、比較的難分解の有機物は、無機化が遅いので、数年以上の時間スケールで堆積物に蓄積しつづけています。また、湾奥部では堆積物中では表層数ミリ程度で無酸素となり、それより深い堆積物部分では、嫌気的無機化がおこり、間隙水中には硫化水素などの還元物質が高い濃度で存在しているという結果をモデルは算出しています。ですので、海底にひとたび酸素が供給されても、その酸素の一部は堆積物深部から水中に溶出する還元物質の酸化に

使われてしまうのです。そうしたメカニズムによって貧酸素の解消がなかなかされない。つまり、堆積物深部に蓄積された、20年前に蓄積されていた比較的難分解であるが大量である有機物が堆積物中に存在して、貧酸素改善の壁となっている可能性はあるとは思います。一方で、有機物には易分解性のものもあります。本日ご紹介したモデルでも、有機物を、易分解、準易分解、難分解に区分して取り扱っています。そして、貧酸素化に主要因の1つは、植物プランクトンをはじめとする海洋生物の遺骸が海底に蓄積し、堆積物表層付近に蓄積された“易分解”有機物の無機化であることも事実です。そして、これらは易分解なので、その多くは堆積物深くに埋没する前に無機化されてしまいます。こうした易分解の有機物は、例えば、赤潮が抑制されれば減少します。その結果、赤潮が発生した直後の貧酸素化の改善に繋がると思います。貧酸素化の改善を考える際は、長い時間スケールでの解消と短い時間スケールでの解消の両視点を考える必要があると思っています。

牧：メカニズム的なところは相馬先生が既にご説明された通りだと思うんですけども、多分、磯部先生のご質問の底流には、底層DOのみならず消費の速度をやっぱり測ってほしいとずっと環境省の委員会等で主張されていたことが含まれていると思われます。水質のみに関しては1ヶ月1回のデータがあるんですけども、泥のデータは取るのに労力・予算が掛かることと、そんなに高頻度で出来ないのでなかなか難しい。それに相馬先生がおっしゃったように酸素消費に関わるのは、簡単に分解するフレッシュな植物プランクトンが泥に沈降した有機物が主たるものになってくる訳ですが、それを評価するためには磯部先生が以前うつたえられた通り、やっぱりSOD(SOC)と呼ばれる底質の酸素消費測定を1年に1回ぐらい本当はやった方がいい訳ですが実際にはやられていない。行政でも思いついたときにはやるんですけども、やっぱり経続的にはやられていない。有機物含量、強熱減量みたいな十把一絡げ的なものは、1年1回程度取得したデータが集まるかもしれないんですけども、その酸素消費に関わる質的評価っていうのは疎かになっています。千葉側の湾奥でこの5年間ぐらい貧酸素水塊が拡大したのは、沈降粒子、フレッシュな異分解性有機物が多くなったためだろうという説明はできるんですけど、実際にはデータがないので、やっぱり磯部先生がおっしゃるように、行政の方でDOの消費に係る泥の質に着目した調査をやってくださいっていうことになる。昔と今と比べられるようなデータがあるのが理想的です。本日の東京湾シンポジウムと似た内容で、先月、京都で沿岸海洋シンポジウムがあったんですが、琵琶湖の方では研究調査の力が違いますので、底質の酸素消費をずっと系統的に計っていて、琵琶湖でも問題になっている貧酸素水塊の拡大を裏付けするようなデータが出てます。東京湾ぐらいの海域では、そういうデータを1年か2年に1回程度、取ってほしいなと思うんですが、私たち研究者が頑張って予算を取ってやるべきかもしれません。そういう取り組みが必要だというふうに思います。答えになってないかもしれません。以上です。

司会：はい、よろしいでしょうか。まだ議論も尽きないとは思いますが時間になってしましましたのでこの辺で質疑応答を締めたいと思います。質疑応答および皆様の講演ですね、今後において様々な観点から貴重なお考えであるとかアイディアをいただきました。ここではじゃあ今後東京湾に向けてどうしよう

かという形をとりまとめることはできませんが、皆様からいただいたご意見などを踏まえてですね、またみんなで考えていきたいと思っております。今日配布した概要資料の中で私一つ、心にグサッと刺さったのがあって、石井さんのところでですね、発表はなかったんだけれども、何か 10 年後の予測は頑張ればできたはずだ、というようなメッセージが書いてあったんですよね。だけど本当に 10 年後の予測ってすぐできんのかなと、先ほどの議論の中でもわからないことが結構多いんですね。わからないことをわからないと言って少しづつ深めていたらあっという間に 10 年経ってしまうんだと思うんですよ。古川さんの講演の中で、行動っていう一つキーワードがあったんですね。ですので、少しづつ検討をするけれども、それに合わせて少しづつ行動もあわせて行っていくというのが、今後とても重要になるのかなと思っています。そのときに相馬さんのような数値モデルであるとかですね、皆さんの中の生物、水質の環境モニタリングの結果の力を借りながら、少しづつ一歩一歩行動を起こしていくのが重要なというふうに感じたところです。幸いですね、東京湾においては行動という観点でいくと、東京湾再生官民連携フォーラムというすごい良い枠組みがあります。今日ご講演いただいた牧さん、野村さん、石井さん、古川さんもですね、このフォーラムの PT の中で活動を支えてくださっています。ですので、もし皆さんの中でもですね、東京湾の再生に対して行動を起こしたいというところがありましたらぜひですね、PT に参加していただいてですね、一歩一歩行動に移していきたいと思いますのでよろしくお願ひいたします。ということでこの質疑応答を締めたいと思います。ありがとうございました。

◆閉会挨拶

国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾・沿岸研究部長 酒井 浩二

長時間にわたり、東京湾シンポジウムに参加いただき、ありがとうございます。閉会の挨拶ということですが、少しだけ、私も感想めいたことを話させていただきたいと思います。実は私は、環境に関心を持ってというか、関心があったからこそ運輸省に入りました。港湾における環境行政に関わったのが、平成7年です。港湾局の環境整備課海域環境対策室の係長をやらせていただきました。当時は、リオデジャネイロの地球環境サミットを受けて港湾行政において環境とどうやって向き合っていくのかという頃であり、「環境と共生する港湾」という政策を打ち出した時でした。私の業務は、この施策を具体的に進めるために、



「港湾における海域環境を考える8つの視点」、「干潟マニュアル」、「藻場マニュアル」等を、研究所や港湾建設局の方々と一緒に作りました。広島港の人工干潟が有名で、こうした事例を広めていくということをやっています。

次に港湾における環境施策に関わったのは平成19年の頃です。今度は課の総括という立場です。平成7年の頃との違いは、環境問題の中でも大気の話が取り上げられるようになってきたこと、環境に関わるプレーヤーとして、NPO、市民活動と一緒に連携していくということが進められていました。

今回、昨年の10月に研究所に戻ってきて、環境の研究室の岡田さんともいろいろ議論をしています。具体的には、港湾の施設の技術基準の中に、ブルーカーボン等、環境に優しい構造物についてどのように位置付けていくのか、どのように進めるのが相応しいのかということを議論しています。横浜港でも新本牧の港湾整備が始まっています。横浜市ではその護岸整備を環境に共生する構造物にしていくとのことです。

先ほどのセッションで質問の手を挙げる人がいなかつたら聞いてみたいなあと思ったことは、千葉県水産総合研究センターの石井さんと海辺つくり研究会の古川さんが、講演の中で、東京湾岸グリーンベルト構想ということを紹介されました。非常に面白いと思いました。また、具体的にどうやって進めていくのかなども思いました。東京湾では、もちろん干潟を再生していくということは非常に重要ですけど、実際には、埋立地ができていて、また民間の施設も多数ある。こういう状況においてどうやって沿岸域をグリーンベルト化していくのか、私の一番の関心事です。何とかしていきたいなと思っています。

この後にはポスターセッションがあります。これから次世代にどういう東京湾を残していくのか、どうやって残していくのかを皆さんと一緒に考えていきたいと思いますので、どうぞよろしくお願ひします。

本日は貴重な講演と熱心な質疑応答により、実りの多い東京湾シンポジウムになりました。どうもありがとうございました。

第23回 東京湾シンポジウム報告書

編集・発行 国土技術政策総合研究所 港湾・沿岸海洋研究部

発行日 2024年2月

本報告書に関するお問合せ

国土技術政策総合研究所
港湾・沿岸海洋研究部 海洋環境・危機管理室

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1
TEL:046-844-5023 FAX:046-844-1145