

東京湾の漁業と環境 No.4

メタデータ	言語: 出版者: 水産総合研究センター 公開日: 2024-03-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2000510

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



東京湾の漁業と環境

第4号

平成25年3月

Fishery and Oceanography in Tokyo Bay

No. 4, March 2013

中央水産研究所

増養殖研究所

National Research Institute of Fisheries Science

National Research Institute of Aquaculture

FRA, JAPAN

東京湾の漁業と環境 第4号

目次

I. 平成23年度東京湾研究会ミニシンポジウム	
「東京湾漁業の再生のための分野を超えた取り組みに向けて」報告	
1. 趣旨説明	
東京湾漁業の再生のための分野を超えた取り組みに向けて	・・・児玉真史・山本敏博 1
2. 基調講演	
沿岸域の総合的管理による内湾域の生物多様性の向上	・・・古川恵太 3
極沿岸域におけるデッドゾーンの現状と課題 —三河湾の事例—	・・・和久光靖 11
3. 話題提供	
東京湾湾奥の浅場を活用するアユや二枚貝を通してみる生息環境の改善課題	・・・小泉正行 13
千葉県浅海干潟貝類漁場に放流した種苗生産ハマグリ稚貝の大量死亡	・・・鳥羽光晴・小林豊・深山義文 19
東京湾におけるマコガレイの産卵期と産卵場について	・・・石井光廣 21
東京内湾の魚種別漁獲変動の特徴について	・・・秋元清治 23
II. 研究事例紹介	
マアナゴ資源と水温の関係	・・・黒木洋明 33
東京湾湾奥で採集されたマアナゴの葉形仔魚について	・・・石井光廣・小宮朋之・片山知史 35
東京湾産マアナゴの体組成の季節変動について	・・・臼井一茂・田島良博 39
アサリ殻模様パターンの地域差について	・・・張 成年 45
東京湾におけるウナギ調査の取り組み	・・・山本敏博・黒木洋明・張 成年・児玉真史・岡崎 誠 49

提言「江戸前の復活！東京湾の再生をめざして」

1. はじめに	A- 1
2. 東京湾における漁業の変遷	A- 1
3. 漁業生産にかかわる東京湾の環境の変遷	A- 6
4. 東京湾における主要漁業対象種の資源回復に向けた課題の整理	A- 9
5. 干潟・浅場の造成，護岸構造物の整備にともなう生物生息環境の改善事例	A-19
6. おわりに	A-31
課題整理表	A-32

平成 23 年度中央ブロック東京湾研究会 議事録

平成 23 年度中央ブロック東京湾研究会 出席者名簿

東京湾漁業の再生のための分野を超えた取り組みに向けて
For Cross Sectional Activity Toward Restoration of Tokyo Bay Fisheries

児玉真史*¹・山本敏博*² (シンポジウム・コンビーナー)

Masashi KODAMA*¹ and Toshihiro YAMAMOTO*²

*1 独立行政法人 水産総合研究センター 中央水産研究所 海洋・生態系研究センター

**2 独立行政法人 水産総合研究センター増養殖研究所 資源生産部

〒236-8648 横浜市金沢区福浦 2-14-4

E-mail: mkodama@fra.affrc.go.jp

*1 Research Center for Fisheries Oceanography and Marine Ecosystem, National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency, Japan, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa-ku, Yokohama, Kanagawa, Japan

*2 Stock Enhancement and Aquaculture Division, National Research Institute of Aquaculture, Nagai 6-31-1, Yokosuka, Kanagawa 238-0316, Japan

平成 22 年度の東京湾研究会においては、水産からみた統合的沿岸域管理の課題をテーマとして開催し、東京湾の再生に向けた水産以外の分野の取り組みを理解するとともに漁業再生のためには、分野を超えた連携が重要であるという共通認識を得た。本年度は、問題・認識の共有から課題の抽出、具体的な施策の実践に向けて、さらに分野間の情報共有ならびにコミュニケーションを深めるとともに、国土交通省や他の海域での考え方・取り組みに関する先進事例を学び、東京湾の漁業の再生のための調査研究の方向性を議論することを目的として開催した。シンポジウムでは、まず、国土技術政策総合研究所の古川恵太氏から貴重講演として統合的沿岸域管理についての考え方を解説していただくとともに流域圏、生態系ネットワーク、生き物の棲み処という視点から東京湾を見た場合の事例をご紹介いただいた。続いて、同じく貴重講演として愛知県水産試験場の和久光靖氏から、沿岸域の人為的改変によって生じた重大な環境問題である「デッドゾーン」について、環境に与える影響を定量的に見積もった三河湾における先進事例をご紹介いただいた。これらの貴重講演に続き、話題提供として、東京都島しょ農林水産総合センターの小泉氏からアユおよび二枚貝、千葉県水産総合研究センターの鳥羽氏からハマグリ、同じく石井氏からマコガレイといった東京湾における重要魚種について現状と課題に関する報告をいただき、最後に神奈川県水産技術センターの秋元氏から、東京内湾の魚種別漁獲変動の特徴について環境の変遷との関連も含めた総合的なお話をいただいた。以上を受けて総合討論が行われた。内容の詳細については、巻末の議事録に譲ることとするが、目標、方法、スケールといった分野間のギャップや課題が改めて浮き彫りになった他、目標の設定の仕方や定量的評価の重要性、さらに多様な視点で物事を考えることの必要性も再認識され、次のアクションに踏み出すために大変参考になるシンポジウムとなった。

最後に、本研究会では多数の参加者を得て活発な議論が行われた。講演を快く引き受けただいた講演者の方々ならびに会場のお世話をいただいた東京都島しょ農林水産総合センターをはじめ関係者・参加者の方々に厚く御礼申し上げる。

沿岸域の総合的管理による内湾域の生物多様性の向上

古川恵太*¹

Biodiversity Restoration by Integrated Coastal Management in Enclosed Sea

Keita FURUKAWA *¹

*¹ 国土技術政策総合研究所 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1

furukawa-k92y2@ysk.nilim.go.jp

National Institute for Land and Infrastructure Management

3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826, Japan

緒言

閉鎖性内湾の生物多様性の向上のためには、様々なスケール・視点からの場の理解に基づく目標設定・評価が不可欠である。本論では、東京湾を例として、その水循環や生態系など保全、再生、創出を目指す場合の総合的な考え方を紹介し、その実践例として流域圏、生態系ネットワーク、生き物の棲み処という視点から閉鎖性内湾を見た場合の例を示す。

沿岸域の総合的管理

「ICM (統合沿岸域管理)」は上記のリオサミットの行動計画である「アジェンダ 21」において、海洋および沿岸域の統合的な管理の政策への反映を各国に求めたことが契機となり、多くの国際機関や政府が統合沿岸域管理 (Integrated Coastal Zone Management や Integrated Coastal Management と呼ばれる) へのガイドラインを発表した。現在、米国、カナダ、豪州、中国、韓国などが海洋政策、海洋法、沿岸域管理法を持って統合的な管理を推進している。2002年のラムサール条約締結国会議 (COP8) においても、気候変動と湿地、湿地の文化的価値などと並んで、統合沿岸域管理 (ICZM) が主要な新しい問題として取り上げられ議論されてきた。

日本においては、海洋開発審議会の議論を引き

継いだ文部科学省科学技術・学術審議会が持続可能な海洋開発の実現に向けて、利用・保全・研究を3つの柱とする答申「21世紀初頭における日本の海洋政策 (2002年)」が発表された。その後、2006年6月に出された「国土交通省海洋・沿岸域政策大綱」、2006年12月の海洋基本法研究会による「海洋政策大綱」において明確に、「海洋・沿岸域の総合的管理を推進する」と記載され、当年2007年に議員立法で上梓され、可決された「海洋基本法」に「沿岸域の総合的管理 (第25条)」が「国は、(中略) 自然的社会的条件からみて一体的に施策が講ぜられることが相当と認められる沿岸の海域及び陸域について、その諸活動に対する規制その他の措置が総合的に講ぜられることにより適切に管理されるよう必要な措置を講ずるものとする。」として記載された。

このように、アジェンダ 21 で提示された、持続可能な開発を実現する行動のひとつであり ICZM (統合沿岸域管理) は、ラムサール条約締結国会議や我が国の海洋政策大綱や海洋基本法において再掲され、沿岸域の環境管理の根幹をなす考え方として定着してきている。

流域圏という視点

陸上に降った雨が、分水嶺から河川水や地下水と

して関東平野を流下し、東京湾に注ぎ込む。そうした水の流れを中心に考えることで、東京湾を取り囲む大きな流域圏という領域が定義される。流下する水は、その途中で林野から各種元素を享受するとともに、人に利用され、さらなる有機物や栄養塩を引き受ける。一部は下水道を通り処理された後、再び河川などを通して海域に流入する。そうした負荷が東京湾の循環や水質に影響を与えていることは容易に想像できる。

例えば、東京湾に流入する淡水の量を、陸への降雨によるもの、流域外から流入するもの、海域への降雨によるものを加えて求め、こうした流域圏からの影響を推定してみる。1920年から前後10年間の平均を行い、10年毎の平均淡水供給量として整理したものが図1である。1960年代から1990年代にかけて、約100m³/sの流入量の増加がみられる。こうした淡水流入量の増加は、湾内のエスチュアリー循環を強化する等の影響を与え、結果として湾内の海水交換率に影響を与えている。塩分分布を元にした推計では、1947年から1974年の平均の滞留時間は、夏30日、冬90日であったが、2002年には、夏20日、冬40日と計算された(高尾ら, 2002)。

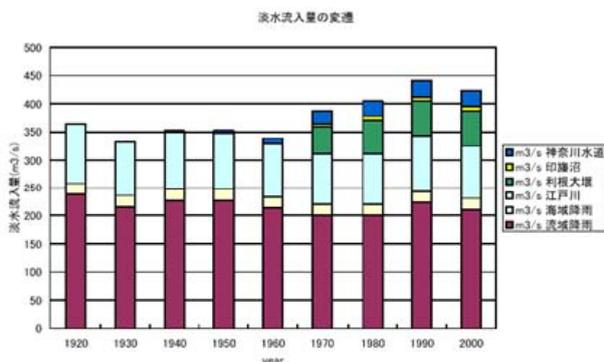


図1 流域圏より東京湾に流入する淡水の量の変遷(東京湾に流入する淡水の量を、陸への降雨によるもの、流域外から流入するもの、海域への降雨によるものを加え、1920年から前後10年間の平均を行い、10年毎の平均淡水供給量として整理した)

この例は、東京湾という場を理解するうえで、東京湾がそれを取り巻く場と接する境界を通じた相互作用(場との相互作用)と、そこで生活・活

動する人間との相互作用(人との相互作用)の2つを考えることの重要性が示されている。場との相互作用については、海陸の境界ばかりでなく、湾口を通じた外洋水の貫入や、大気との熱の供給・放射、底質からの溶出・蓄積などが考えられ、あらゆる境界から影響が伝播してくる状況を考慮に入れる必要があるということである。また、人との相互作用については、先の例で人から環境への影響が淡水流入量という視点から示されたが、その淡水に溶け込んだ栄養塩が人間の健康、自然環境に影響が出るレベルまで海域の環境を悪化させたために、流入負荷の規制がなされ、1980年代に窒素で日350tを越えていた負荷が2000年代には220tに減少したとの推算もなされている。これは、自然が人間の活動に影響を与えた例であり、人もまた、その活動を環境に規定されている面を持っているということである。

生態系ネットワークという視点

アサリ(*Ruditapes philippinarum*)は日本各地の干潟や浅場に生息する代表的な食用二枚貝であり、濾過食者としての高い海水浄化能力により、環境改善の面からも注目される種である。しかし、アサリの資源量は全国的にも、東京湾でも激減しており、その主な原因は、外来種との競合、乱獲、水質環境の変化、生息場の消失・劣化等とともに、アサリの浮遊幼生の行き来による生息場間のつながり(生態系ネットワーク)の欠落や分断も生態系の劣化の一因でないかと考えられている。

このように、生態系ネットワークは、生き物の量と多様性を確保するために重要な機構の一つと考えられている。その実態を把握するために東京湾におけるアサリ浮遊幼生による干潟間の連携や、海域における移流過程を実証する試みが行われた。2001年8月の結果から、孵化後間もないと考えられる殻長100μm以下の幼生は、盤洲、富津、三枚洲～羽田、横浜そして市原周辺の海域に多く分布し、自然の干潟や浅場だけではなく、港湾域もアサリ幼生の供給場所として機能していることが推定された(図2, 粕谷ら, 2003a, b)。

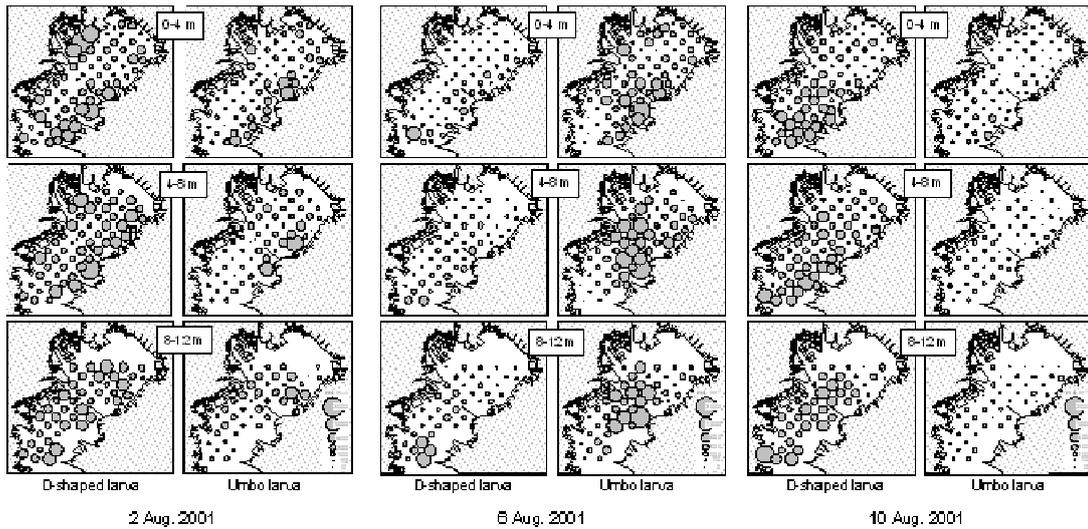


図 2 2001年8月に観測されたアサリ浮遊幼生の分布（上層・中層・下層，小型幼生・殻張期幼生）

また、その後、同じ個体群と考えられる個体群の出現密度の水平分布を比較した結果、分布の中心は羽田～三枚洲および盤洲周辺の海域から、湾中央部に移っていることが明らかとなった。当該日の東京湾では、強い北風により引き起こされた湧昇フロントが湾中央部に観察されたことから、アサリ浮遊幼生の水平分布には物理的な収束機構が作用していることも示唆されている。数値計算で再現したところ、東京湾の各海域間のネットワークの強さを推定したところ、富津～木更津間の強い相互方向のネットワークと、東京～川崎～横浜を北から南につなぐ一方向のネットワークの存在が確認された（図 3，日向・戸簾，2004）。

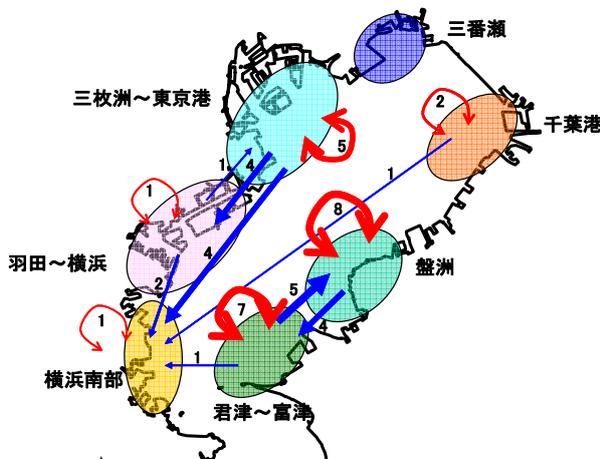


図 3 数値計算で推定されたアサリ浮遊幼生のネットワークの例（矢印の数値は、数値計算から推定された浮遊幼生の移流量の目安を表す）

相互方向のネットワークでは、ある生息地に異変が起こっても、もう一方からの供給により回復されるという、一種の回復力（resilience）が期待できる。一方、一方向（非可逆的）のネットワークでは、上流側の生息地に異変が起こるとその影響は下流側の生息地に及び、脆弱性を秘めたネットワークであると推定される。そこで、「東京湾の再生のための行動計画」においては、この一方向のネットワークしか持たない場や、ネットワークのつながりが弱いと判断された千葉～東京～横浜を結ぶ広い海域が重点領域として選択されている。これは、場の理解に対応した行動計画の設定がなされたひとつの例である。

こうした生態系ネットワークを通して海域の環境を把握することは、海域の環境を局所的・瞬間的な水質や物理環境だけで判断するだけでなく、周囲との連関や連続した時間の中で生物の中に蓄積される環境条件の情報を読み解くという意味をもつ。今後、場の理解の方向性のひとつとして着目されるべきであるし、その評価手法の開発は急務であると考えている。

生き物の棲み処という視点

環境を生物によって評価する試みとして、指標生物による海底環境区分（6）や、7 都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善部会の提唱した

「東京湾における底生生物等による底質評価方法」がある。後者については、東京湾における底質の環境評価区分を5段階に分け、底生生物の総出現種類数など4項目で評点を付け、評点の合計

で底質環境を評価する方法である。生物を指標とすることにより、場の特性が物理化学特性値としてだけではなく、感覚的に理解できることが利点である。

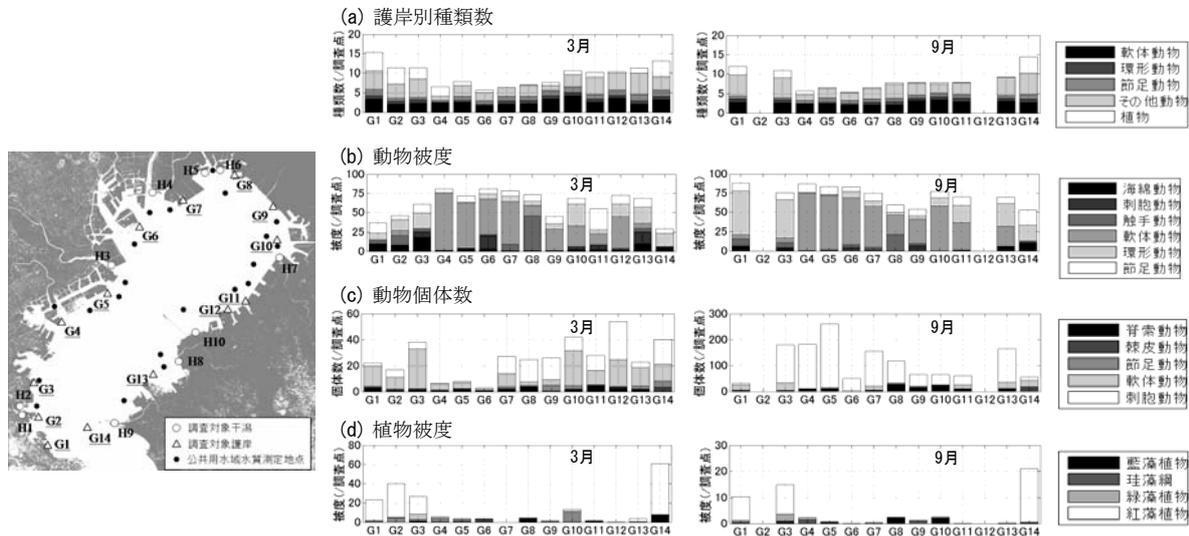


図4 東京湾をとりまく護岸に付着する場所別、季節別の生物の状況

(2006年3月, 9月調査: a) 付着生物種類数, b) 付着動物の被度, c) 付着動物の個体数 d) 付着植物の被度)

東京湾再生のための自然再生事業の適地選定に利用できる基礎的資料の作成を目的として、東京湾内湾域の14箇所の護岸において同一時期、同一手法で調査を行い、空間的な生物分布特性の解明を試みた調査結果を紹介する。なお、今回調査対象とした護岸は、外力条件を揃えるために全て直立護岸とし、港外もしくは港外に近い場所に位置する場所から選定した。2006年3月, 9月に行った結果をまとめると、図4に示すような付着生物の水平分布が得られている。種類数の分布は、3月, 9月いずれも比較的水質が悪いG4~G6付近に極小値を持ち、付着動物については種類数の変動は見られなかった。付着植物については、9月は3月と比べて全体的に種類数が減少していた。これは、付着動物は、水質の長期的な空間的分布特性に大きく依存し、夏の貧酸素水塊や冬季風浪によるかく乱等に制限され、水質悪化・かく乱に強い生物が優先する等の棲み分けがされており、時間的な環境変動による変化が小さかったためと推察される(多様性が低いレベルでの安定)。一方、

付着植物については、冬季の透明度の高い水質条件などにより3月に種類数を増大させるものの、その後の水質変動(夏季の透明度低下や貧酸素水塊の襲来等)や、生活史による影響を受け、その生息範囲・種数が季節的に変動する状況にあると推察された(古川, 2007)。

こうした結果を元に、「環境の空間的な分布特性は加入を支配し、時間的な変動特性は生き残りを支配している」と大胆な仮説を立てるとすれば、東京湾をマクロな視点で見たとき「動物・植物ともに、現在の東京湾の環境において加入・生息が可能である。しかし、動物は空間的な変動特性の影響を受け、低い多様性レベルで安定して存在し、植物は季節毎の環境変動・生活史に対応した増減を繰り返している。従って、局所的であっても、周年通して環境条件が満足される場を作ることが付着生物の多様性を高める方法として有効である」というような評価が考えられる。科学的な仮説立案としては乱暴な論理であるが、こうした評価を与えることで、行動計画への指針(どこで、

どんな自然再生をすべきか)が得られるのである。土木工学的な自然再生・管理を進めるためには、こうした評価・理由付けが不可欠である。もちろん、こうした評価は事業の中で検証していかなければならないし、検証結果を真摯に受け止め柔軟に事業を実施・変更するシステムが必要である。事業手法として定着しつつある「順応的管理」は、まさに行動計画策定の根拠として採用された仮説を、継続的なモニタリングの中で、その真偽を確かめながら自然再生を進めていくという管理手法を手順化したものである。

生物についての知見を漏れなく明らかにすることは大変難しい。生き物の棲み処という視点で海域の環境を把握するためには、不確定要素・仮定が多く入っていることを理解すべきであり、それを明らかにする調査・研究の努力を怠ってはならない。それと同時に、得られた知識を汎用化・一般化した仮説に集約し、順応的管理で確認しながら場の理解と行動計画の実施を同時に進行させるやり方(順応的管理)への理解も求めたい。

マハゼを指標とした生物多様性の回復

汽水を回遊する周縁性魚類であるマハゼは、我が国の内湾・汽水域の典型種であり、内湾の環境変化を受け増減をしながらも内湾一帯に生息しています。その多くは一年魚として深場での発生、稚仔魚の汽水域への遡上、浅場砂泥域への移動、成熟といった内湾・汽水域を行動範囲とする生活史を繰り返し、底生魚類として底質・ベントスへの強い選好性を持っているとされている。

こうした特性を持つマハゼを復活させることが、東京湾の生物多様性の回復、ひいては環境の再生につながる一つの行動であると位置づけ、①マハゼの棲み処さがし、②再生の戦略検討、③マハゼの棲み処づくりに取り組むことを目的とした研究を展開している。

今まで、勉強会や芝浦アイランド、朝潮運河における釣り調査などを介して、東京湾周辺のマハゼの情報交換、生息調査を行ってきた。各地点での全長組成から見ても、マハゼの成長に伴う移動

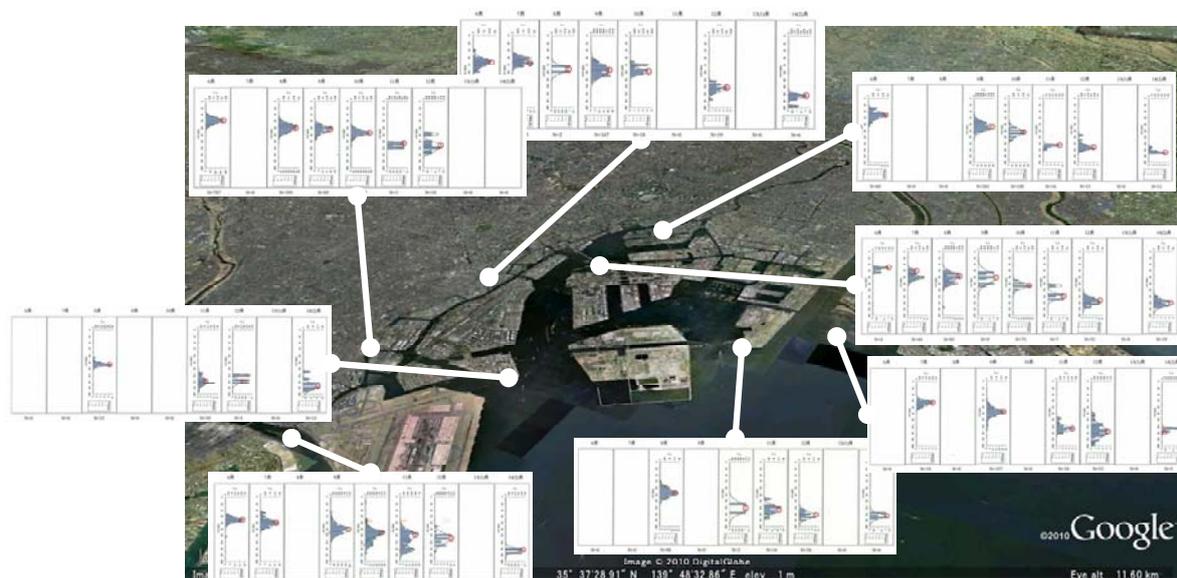


図 5 東京湾を中心とするマハゼの全長組成の季節変化

(2009年から2011年までの調査結果を、月ごとにまとめ、6月から翌年2月までの組成変化を示した)

の他、場所的な特性(餌の過多、環境特性の優劣)などを反映していると考えられる状況が観察されている(図5)。

本年度は、ほかの魚類でよくやられている耳石

の解析を行った。耳の中の組織が一日一日大きくなっていくときに、木の幹の年輪のようにしわが刻み込まれるように、環境水の成分がその中に蓄積されていく。耳石の輪紋の中に含まれているス

トロンチウム(St)とカルシウム(Ca)の比率により、そのとき環境水の塩分濃度を推定する指標となると言われている ($St/Ca < 5 \times 10^{-3}$ なら淡水, $St/Ca > 8 \times 10^{-3}$ なら海水 : 図 6)。

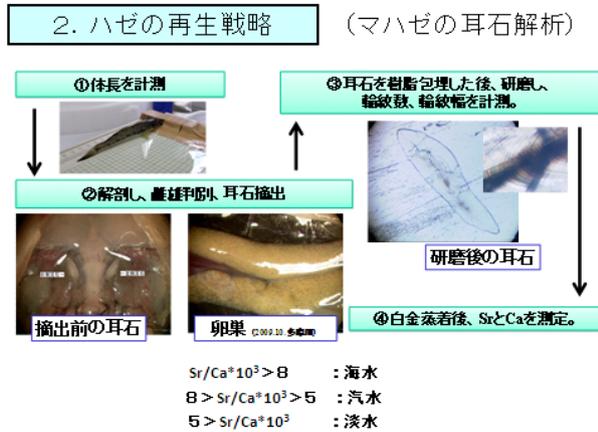


図 6 マハゼの耳石解析のイメージ図

塩分濃度が高いところから低いところに移っていく。これが海で生まれて川に戻るといった通常の生態であるが、塩分濃度が低いところから海においていくもの、またずっと低いところにいるもの、そんなパターンを示すものも見られた。例えば、朝潮運河で採取された個体からは、ハゼがその場所で大きくなっていくということが推察されるデータが得られた。

このように、運河域で滞留しながら成長する稚魚が居ることを考えれば、運河域の中に、稚魚や幼魚が生息できるような潮だまりや浅場を整備することがマハゼ資源の回復に役立つ可能性がある。

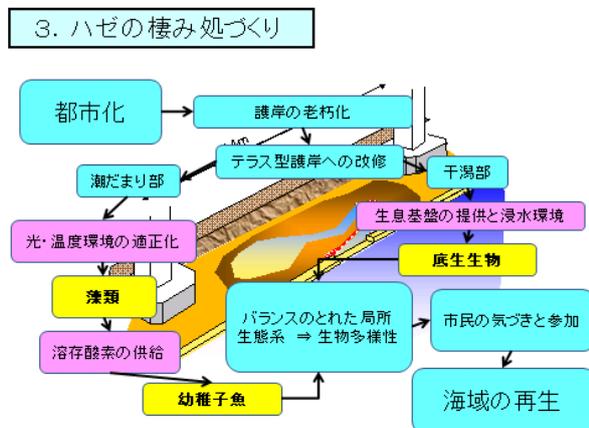


図 7 テラス型護岸造成による棲み処づくり

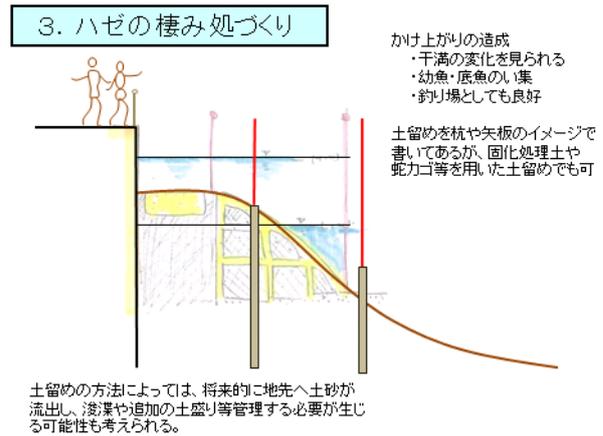


図 8 護岸地先浅場のイメージ図

前者は、テラス型の護岸を構築することで、テラス上に水たまりや潮だまり、泥だまりを造成することができる (図 7)。マハゼの稚魚の棲み処と共に、餌料生物である底生生物 (ゴカイ類) や浮遊生物 (カニの幼生など) が供給される場とすることが有効と考えられる。後者の浅場造成としては、運河沿いの護岸改修に合わせて、運河機能に影響のない範囲で、地先に狭い幅で浅場をすりつけて造成する手法が考えられる (図 8)。

このように、マハゼの生活ステージ毎に異なる環境条件に合わせた棲み処づくりが、生物多様性の向上のために不可欠と思われる。

幼魚のための浅場・潮だまり、若魚のためのかけ上がりや浅場、産卵場所確保のための泥質の安定した海底といった場の確保は、既存構造物 (護岸、棧橋、防波堤) などの活用が有効であると考えられる。しかし、こうした場を活用しようとするならば、本来目的との調整、機能の保持への配慮が不可欠である。そのためには、多くの関係者の知恵を集める協働体制が必要である。こうした多くの方々の協働による成果を元に、ハゼの棲み処づくりに向けた提案をしていきたいと考えている (古川, 2011)。

結 語

閉鎖性内湾の生物多様性の向上のためには、様々なスケール・視点からの場の理解に基づく目標設定・評価が不可欠であることが示された。本

論では、東京湾を例として、その水循環や生態系など保全、再生、創出を目指す場合の環境データの取得について、人の活動の結果として流域圏の水循環機構が変化し湾内の滞留時間の顕著な短縮を招いていること、アサリ浮遊幼生による生態系ネットワークの実証から示されるように現在でもネットワークの経路が残されている状況が示された。しかし、そのつながりの弱点を見ると、ネットワークの拠点となる生き物の棲み処（浅場、干潟）の絶対的不足という現状が見えてとれた。生き物の棲み処を再生するという事は、決して易しいものではないが、環境に配慮し、規模を大きくしなければ、それが成立する可能性は高く、例えばマハゼの棲み処づくりという視点からは、小規模な運河・護岸近傍の潮だまりや浅場造成が有効である可能性が示された。

こうした働きかけのボトルネックは自然環境の制約といったものだけではなく、人の利用の調整といった人間活動による制約にもあることが見えてきた。沿岸域の総合的管理を通して、人の英知を結集し、閉鎖性海域の生物多様性の向上・回復に資する事業の提案、実証を行っていくことが急務と感じている。

引用文献

- 高尾敏幸・岡田知也・中山恵介・古川恵太 (2004) : 2002 年東京湾広域環境調査に基づく東京湾の滞留時間の季節変化, 国総研資料, 169, 1-78.
- 粕谷智之・浜口昌巳・古川恵太・日向博文 (2003a) : 夏季東京湾におけるアサリ (*Ruditapes philippinarum*) 浮遊幼生の出現密度の時空間変動, 国土技術政策総合研究所報告, 8, 1-13.
- 粕谷智之・浜口昌巳・古川恵太・日向博文 (2003b) : 秋季東京湾におけるアサリ (*Ruditapes philippinarum*) 浮遊幼生の出現密度の時空間変動, 国土技術政策総合研究所報告, 12, 1-12.
- 日向博文・戸簾幸嗣 (2004) : 東京湾におけるアサリ浮遊幼生の移流過程の数値計算, 水産総合研究センター研究報告 2004, 55-62.
- 古川恵太 (2007) : 土木工学的アプローチ—東京湾を例にして—, 山本民次編: 閉鎖性海域の水産環境保全, 水産学シリーズ No.156, 恒星社厚生閣, pp.23-48.
- 古川恵太 (2011) : 江戸前ハゼ復活プロジェクト, 第 11 回東京湾シンポジウム報告書, pp.21-26.

極沿岸域におけるデッドゾーンの現状と課題 -三河湾の事例-

和久光靖（愛知水試）

はじめに

我が国の主要な内湾の中でもとくに貧酸素化が顕著な三河湾では、1970年代を中心に大規模な埋め立てが実施され、東部湾奥部では12 km²の干潟・浅場が消失した。埋め立てのような海域の人為的改変は、干潟・浅場の消失のみならず、埋め立て用土砂採取や泊地・航路浚渫に伴う窪地状地形の創出、人工構造物による水域の閉鎖により、周辺にある水深5 m以浅の極沿岸域についても環境を激変させる。漁業関係者は人為的改変に伴う局所的な環境悪化により、水質浄化機能や生物生産機能などの生態系機能が著しく低下したと経験的に認識しており、その環境改善を強く求めている。しかしながら、極沿岸域の局所的な環境悪化水域については、これまで網羅的に調査された例はなく、その分布実態さえ不明である。本研究では、漁業者に対する聞き取り調査と、生態系機能を主に担っているマクロベントス群集の現場観測を行い、従来、湾スケールの生態系機能低下海域に用いられていた、「デッドゾーン」の概念を局所的な環境悪化に伴う生態系機能低下水域に適用し、その分布実態を推定するとともにデッドゾーンが全湾環境に与えている影響を見積もった。

結果と考察

聞き取り調査において、生態系機能が低下していると考えられる水域の特徴として回答が多かった、地形が閉鎖的な水域と、海底が窪地状になっている水域を、それぞれの地形形状から定義して「デッドゾーン化が疑われる水域」として174水域を抽出した。この中から44水域を任意に選択し、88測点を設け、2008年7月25日から9月19日にかけてマクロベントスを採取し、種の同定と現存量の測定を行った。全測点中、61%の測点ではマクロベントスの出現種数が5未満であった。これらの測点では、いずれも懸濁有機物除去速度が三河湾の極沿岸域における既往値の

1.4%以下と小さく、本来極沿岸域が有する水質浄化機能がほとんど機能していないと考えられた。

聞き取り調査等によって生態系機能低下に影響すると考えられた各測点の環境因子を指数化し、これらを独立変数とし、現場観測で得られたマクロベントスの出現種数を従属変数として、重回帰分析を行った。得られた重回帰式を用い、上述の「デッドゾーン化が疑われる水域」174水域におけるマクロベントスの出現種数を予測した。その結果、80水域では予測種数が5種未満であり、これらをデッドゾーンと定義すると、その合計面積は27.8 km²となった。これは、前出の三河湾東部湾奥部の消失干潟・浅場面積の2.3倍に相当する。このことは、大規模な埋め立ては、浚渫や閉鎖等の地形改変を伴い、干潟・浅場の消失面積を上回る面積をデッドゾーン化させている実態を表している。

これらデッドゾーンが全湾の水質環境の悪化に与えている影響を評価するため、デッドゾーンにおける懸濁態有機物の発生負荷量と、蓄積される無酸素水の体積を見積もった。その結果、湾内のデッドゾーン全体からは、6月から9月までの間に懸濁態有機窒素26.8 tonNが放出されると推定され、これを取り除くためには、干潟並に水質浄化機能を有する場が141ha必要であると計算された。また、この間、湾内のデッドゾーンには最大で、70,549,000 m³の無酸素水が蓄積されていると計算された。このように、本来であれば水質浄化を担っている筈の極沿岸域が、逆に湾全体の水質悪化を助長しており、加えて、周辺生態系への潜在的な脅威となっている実態が明らかとなった。

参考文献

和久光靖・金子健司・鈴木輝明・高倍昭洋（2012）沿岸域におけるデッドゾーンの分布 -三河湾の事例-。水産海洋研究，76，1-10。

東京湾奥の浅場に生息するアユや二枚貝を通してみる生息環境の改善課題

小泉正行

Pointing out of the problems towards restoration of ecosystem through the Ayu fish and Bivalves in the inner Tokyo Bay

Masayuki KOIZUMI *¹

*¹ 東京都島しょ農林水産総合センター 105-0022 東京都港区海岸 2-7-104

Masayuki_1_Koizumi@member.metro.tokyo.jp

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

はじめに

東京湾奥は浅場の減少に加え、夏秋期の貧酸素化や出水時の河口攪乱により、二枚貝など底生生物の生息環境が著しく悪化する。その実態と2, 3の改善案について、第2回と3回の東京湾研究会のシンポジウムで報告してきた(小泉2010, 小泉2011)。今回のシンポジウムでも、東京湾再生のための分野を越えた取り組みの重要性と関連情報の共有化を掲げ、関係機関による①沿岸域の総合的管理による生物多様性向上の方向性、および②貧酸素水塊の具体的な改善事例に関する基調報告に続き、東京湾岸の都県が関連する話題を報告することになった。そこで、内湾整備の議論の材料として、これまで紹介してきた内湾生物の生息状況と環境のほか、新たな情報を加えて報告する。なお、湾奥の現状がみえるように関連画像を貼り付けた発表スライドを適宜使用する。

調査方法と結果の概要

1) 東京湾に降下したシラス期のアユからみる内湾のあり方

シラス期のアユ(以下、アユと呼称)の成育場を把握する目的で、2004年から2010年にかけて河川下流域と東京湾奥でアユの分布調査を行った。

河川下流域に降下したアユの分散・移動を把握するため、多摩川河口から上流約10.5kmのガス橋までの水域で、2007年度から3カ年、

アユの仔魚(体長5, 6mm)が降下する10~12月から翌年3月にかけて月1~2回、約60mの曳網を行った(図1)。河口に近い干潟は小型地曳網、河川ではソリネットで表層と3m層の層別採集を行った。その際、流れによる採集誤差を軽減するため約30mの距離を往復に曳網した。各年のアユの体長組成を月別に示した(図2)。ならしてみると、ふ化後間もないアユの仔魚は12月までに限られ、降下はほぼ年内に終了することがうかがえた。また、アユは河川(図中の白柱)では体長20mm前後にモードがみられ、最大でも30mm未満であるのに対し、干潟(図中の黒柱)では10数mmの個体が混じるものの、河川より大きい個体に偏っており、成長とともに干潟を指向すると考えられた。ただ、干潟の規模は小さいことから、河川下流に滞留するアユがいても体長30mm近くに達する頃、河口や内湾の干潟へ移動するものと考えられる。



図1 多摩川河口からガス橋までの調査地点

注) 地点名右側の数字は多摩川河口からの距離



図4 様々な主体によるアユ復活の取り組み

2) 二枚貝からみる内湾の現状とあり方

(1) 夏秋期における貧酸素化の影響

有機懸濁物が多い湾奥では、夏期を中心とした躍層の形成によって、底層が貧酸素化し、貧酸素下で増殖する嫌気性細菌の硫酸還元菌が硫化水素の発生にかかわる（下茂繁ほか2004）。図5は、二枚貝の死亡が観察されたお台場海浜公園の海底の様子である。画像右下の白いカビ状物質が硫酸還元菌の一種と考えられ、この周辺で汚濁に比較的強いホンビノスガイの死亡がみられた。



図5 海底で観察された二枚貝の死亡

次に、お台場海浜公園航路脇の定点で2003年から2010年までに毎月1回観測した水質データ（底層1m上の水温と溶存酸素量）と5月と9月の年2回採泥器で採集した泥中の稚貝5種の個体数を図6に対比した。稚貝の

発生量は年変動するものの、高水温期の夏期に溶存酸素量（mg/L）が著しく低下した2006年から2008年頃（図中の楕円の枠で囲った部分）の稚貝採集量は全体に低水準で推移し、貧酸素化の影響が考えられる。

図7は、荒川沿いの若洲海浜公園前で2010年10月に採集したアサリ、サルボウガイ、ホンビノスガイの死殻である。サルボウガイの一部を除けば、殻長が数mm以下と成長初期に死亡したことがうかがえる。次に、同地点における2010年1月から12月までの二枚貝13種（生貝）の月別・採集状況を図8に示した。秋期に増加したサルボウガイとホンビノスガイのほかは、概ね春から夏秋期に増加、9月以降一気に減少した。なお、サルボウガイなど上記2種の殻長は、各月とも2~4mm程度、最大でも8mm程度であることから、それぞれ新規個体でほぼ置き換わったものと考えられる。なお、若洲海浜公園沿いを流れる荒川の流量を図9に示した。6月下旬から10月下旬までの期間に規模の大きい出水がないことから、減少要因は河口攪乱や低塩分水ではなく、湾奥で常態的にみられる貧酸素水塊と、これに伴う硫化水素の発生ではないかと考えられる。したがって、貧酸素水塊の解消策、例えば汚濁負荷の軽減策や環境悪化時の回避場所となる浅場造成を関係機関との連携のもとに検討することが重要である。

お台場の二枚貝と底層水温・DO

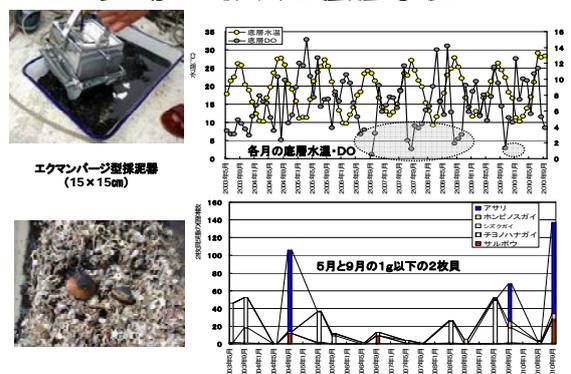


図6 二枚貝の採集量と水質との関係
注) 2004年5月はデータが不備のため割愛

**残渣中の二枚貝が示す湾奥の今
(死亡貝：若洲2010年10月7日)**

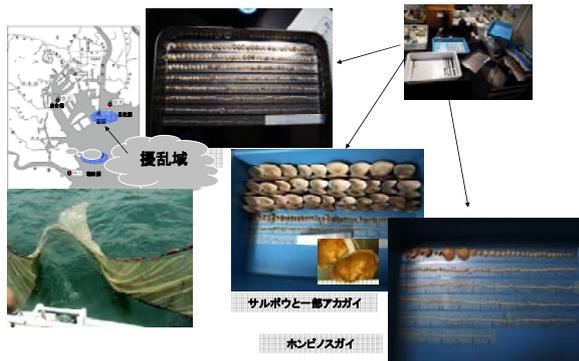


図7 2010年10月荒川右岸の若洲海浜公園前における両殻がつながった状態の死殻

注) 上段はアサリ, 中段はサルボウとアカガイ, 下段はホンビノスガイ

事例：2010年若洲、二枚貝採集の推移



図8 2010年1月から12月における二枚貝の生貝採集個体数

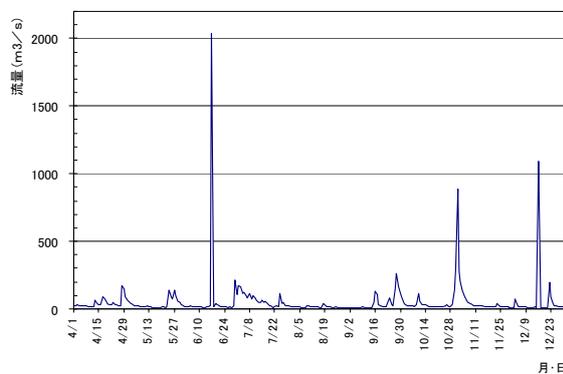


図9 荒川秋ヶ瀬下流放流量
注) 独立行政法人水資源機構利根導水総合事業所秋ヶ瀬管理所の資料を使用

3) 湾奥の変遷と貝類と魚類の漁獲量の違い

東京湾奥における 1960 年 2 月の航空写真 (東京都内湾漁業興亡史 1971) と 2010 年の衛星画像 (Google) を図 10 に対比した。画像左の格子状の部分は、冬春期に海苔養殖網が設置され、干潮時に漁業者が立って作業した浅場が広がっていたことを表している。一方、画像右は約 50 年後の現在の埋立地と航路を表しており、内湾生物の成育場、産卵場、餌場および水質浄化機能などの様々な機能が低下したことがうかがえる。

さて、埋立の年代的变化は、運輸省第 2 港湾建設局の HP 掲載数値をもとに図 11 に示した。1960 年代以降埋め立てが急速に進み、浅場が著しく減少したことがわかる。一方、東京都内湾の主要魚類と貝類の漁獲量を図 12 に示した。遊泳性の魚類 (図 12 上段) が今も一定量漁獲されるのに対し、浅場を棲み処とする貝類 (図 12 下段) は 1965 年頃から極端に低下し、浅場喪失の影響を反映している。



図10 東京湾奥の変遷

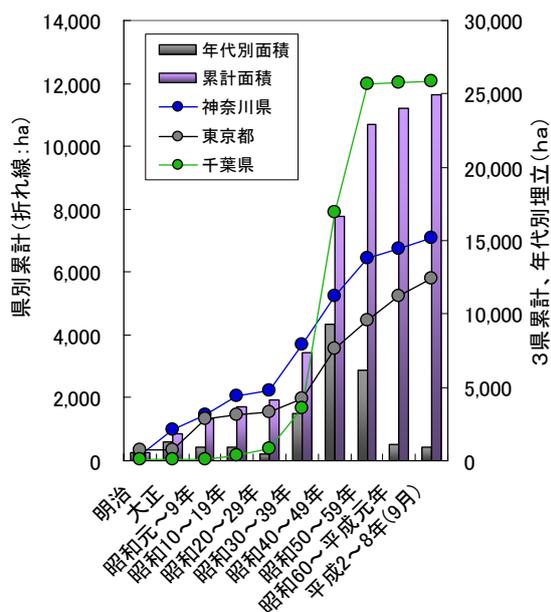


図 11 埋立の推移

注) 運輸省第2港湾建設局資料を使用

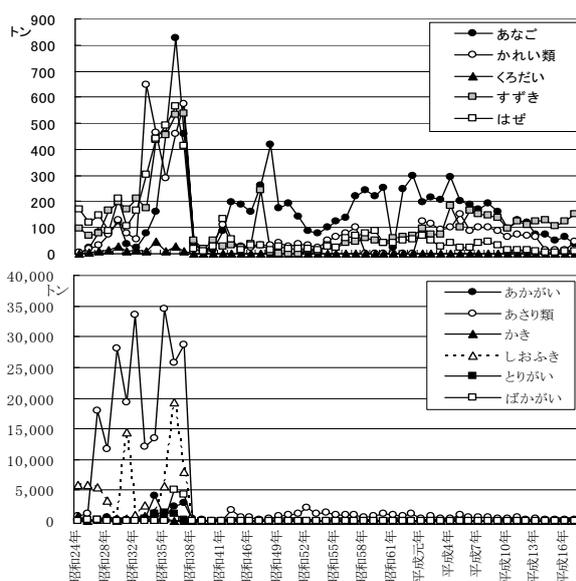


図 12 東京都内湾の漁獲量の推移

注) 上段は魚類, 下段は貝類, 漁獲統計資料は, 東京都農林部の「東京の水産」を使用

おわりに

内閣官房都市再生本部を事務局に「東京湾再生推進会議」が 2002 年に設置され, 関係機関による調査やシンポジウムが開催されている。しかし, 東京湾奥は底泥からの栄養塩の溶出に加えて, 流域人口が 3,000 万人近い

ことから常に汚濁負荷がかかり, 水質・底質環境を悪化させ, 生物の大量へい死を繰り返している。水質・底質をはじめ生物の棲み処を視野に入れた内湾整備に向け, 国家的な取り組みがより一層前進することを期待したい。

引用文献

- 小泉正行, 2010: 東京湾奥における生物と環境, 東京湾の漁業と環境, 2, 24-30.
- 小泉正行, 2011: 東京湾の現状—湾奥の生物再生に向けた問題点の整理—, 東京湾の漁業と環境, 3, 19-24.
- 下茂繁・秋本泰・高浜洋, 2004: 海生生物の水質環境耐性について, 海洋生物環境研究所研究報告, 6, 14-19.
- 田中英樹, 品川卓志, 鈴木究真, 2012: 利根川アユ漁獲量増大研究中間評価会資料, 1-17.
- 東京都内湾漁業興亡史, 1971: 東京都内湾漁業興亡史刊行会掲載の海苔漁場俯瞰図 (巻頭写真)

千葉県 shallow 干潟貝類漁場に放流した種苗生産ハマグリ稚貝の大量死亡

鳥羽光晴・小林 豊（千葉水総研セ）

ハマグリ放流事業 千葉県漁業協同組合連合会は、2005年から台湾の貝類養殖業者に委託してハマグリの種苗生産を行っており、生産されたハマグリ稚貝は東京湾の関係漁業協同組合によって各管内の貝類漁場に放流されている。種苗生産に使用している親貝は熊本県産のハマグリ成貝であり、産卵と幼生飼育は陸上水槽で、稚貝の飼育は陸上の露地池で行われている。産卵時期は5～8月で、育成した稚貝は翌年4～5月に殻長20mm前後で東京湾に搬入、放流されている。放流されている漁場は、三番瀬、盤洲干潟、富津干潟であり、千葉県東京湾岸の主要な貝類漁場全域にわたっている。

大量死亡の経過と特徴 2006年以降毎年ハマグリ稚貝の放流が行われているが、ほぼすべての放流漁場で毎年夏季に放流ハマグリの死亡が確認されている。死亡の特徴としては以下の点が挙げられる。

○春季に放流した稚貝は、放流後数カ月間は異常な死亡はなく、既報によるわが国の他の海域での天然ハマグリとほぼ同様の成長を示した。

○死亡は夏季（6月後半～8月）に発生し、1～数週間継続した。秋以降には死亡は発生していない。

○死亡率は場所および年によって異なり、少ない場所では40%以下、多い場所では90%以上に達した。

○当年放流群（死亡発生時の殻長は25～40mmが中心）と前年度放流群（殻長40mm以上、前年度の生き残り群）はともに死亡し、大きさによる死亡の差異は明確でなかった。

○死亡発生時に、貧酸素水の湧昇、大量降雨による塩分低下、赤潮の発生、あるいは極端な荒天などの周辺環境の目立った変化は認められなかった。

○ハマグリの死亡発生時に、周辺に生息しているアサリ、シオフキ、バカガイなどの他の二枚貝、

およびカニ類、エビ類など他の底生生物に異常は認められなかった。

放流場所による差異 放流場所による死亡発生の差異を把握するために、ハマグリ稚貝を収容したステンレスかご（30cm×30cm×30cm）を漁場内に設置し、成長と死亡を追跡調査した。その結果、同じ地先における岸沖の設置点での生き残りを比較すると、三番瀬、盤洲干潟、富津干潟のいずれの漁場でも、沖寄りの設置点で死亡率が高いことが多かった。

組織学的観察 放流したハマグリを5～9月に約2週間ごとに採捕し、腹部内臓塊のパラフィン切片を作成し、ヘマトキシリン・エオシン二重染色を施して観察した。6月以降に消化管上皮細胞の壊死および同細胞の消化管筋層からの脱落、消化盲嚢上皮細胞の壊死が認められる個体が現れた。現場での死亡個体の発生に伴って、これらの異常を広汎に示す個体が増加した。これらの異常は死亡の終息とともに減少し、死亡が見られなくなった秋季には、多くの個体で消化管および消化盲嚢の異常は認められなくなった。生殖腺、筋肉および周囲の間質組織に異常は認められなかった。

***Prorocentrum* 属の出現との関係** ハマグリの死亡と有毒プランクトンとの関係を把握するために、5～9月にハマグリ稚貝をかごに収容して漁場に設置し生き残りを追跡するとともに、2回/週の頻度でかご設置点およびその沖側潮下帯で海中の *Prorocentrum* 属プランクトンの出現密度を調査した。その結果、*P. micans*, *P. minimum*, *P. triestinum* の最高密度は、それぞれ4.1, 61.6, 11.0細胞/mLと低かった。また、*Prorocentrum* 属3種のそれぞれの出現ピーク時期と、ハマグリの死亡発生時期とは一致しなかった。

まとめ 現時点ではハマグリの死亡原因は不明である。組織学的観察結果において消化器系に異常が認められることから、海水あるいは餌料等に関係する要因の関与が疑われる。

東京湾におけるマコガレイの産卵期と産卵場

石井光廣（千葉水総研セ）・片山知史（東北大院農）

小島大典（（財）漁港漁場漁村技術研究所）・柳川竜一（（株）中電シーティーアイ）

東京湾のマコガレイは、底びき網、刺網の重要魚種で、昭和60年代に1000tを超える水揚げがみられたが、その後減少し、低迷が続いている。底びき網漁船の漁獲分布をみると、夏季は貧酸素水塊の発生により南遍し、産卵期の冬季には湾奥に多く分布する。産卵親魚は柴～走水、内房海域でも漁獲されるが、産卵場の主体は湾奥にあり、その海域での再生産が東京湾の資源変動に重要であると推定される。そこで、東京湾におけるマコガレイの産卵場を特定し、その特性を検討するため、産卵場調査、浮遊仔魚の移動・分散の検討をおこなった。

内湾北部、内湾南部、内房海域の月別水揚量から海域ごとの傾向を比較したところ、近年では内湾南部は6～8月、内湾北部は12～1月、内房海域は5月に水揚げのピークがみられ、各地先に魚群が移動した時期に水揚げが増加していた。1990年代の内房海域の水揚量をみると、5～6月のほかに1月に水揚げのピークがみられていた。

産卵期を把握するために、メスの生殖腺熟度指数（卵巣重量/全長³/10⁶）の変化をみると、内湾では12月にピークがみられたのに対して、内房海域では1月以降に高い値がみられたことから、東京湾では海域により産卵期が異なり、複数の産卵場があることが示唆された。

魚群の移動、標本船調査による操業位置の変化、魚体調査のデータ（成熟、漁獲位置）および漁業者

からの聞き取りから、湾奥の産卵場、産卵期を推定し、2012年1月4日に船橋沖で潜水による産卵場調査を実施した（水産生物の生活史に対応した広域的に連携する漁場環境形成手法検討委員会）。その結果、水深5mと7mの調査点を起点に十字に配置した9調査点中8点から、11～7900個/m²のマコガレイ卵が採集された。なお、採集された卵の一部をセンターに持ち帰り、ふ化試験（水温10℃）をおこなったところ、1月7日～13日にふ化し、その形態からマコガレイと同定した。

さらに、マコガレイ卵が採集された水深8m付近を中心に3か所（船橋航路横、盤洲干潟沖、富津岬北側）海域から、3次元流動モデル（東京湾貧酸素水塊予測システム）の流動計算結果を用いて、ふ化仔魚の粒子追跡計算をおこなったところ、1週間後の粒子配置を比較すると、船橋航路横の粒子は内湾に滞留するのに対して、富津岬北側の粒子はほとんど、盤洲干潟海域の粒子はその多くが湾外へ放出された。

以上のことから、湾奥に産卵場が形成されていることは、マコガレイの浮遊仔魚の生残および加入に重要であるものと考えられた。ただし、特定された産卵海域は底質が泥質であり、沈性粘着卵であるマコガレイ卵にとっては、基質、酸素環境とも非常に不利であることも推察された。

東京内湾の漁獲変動の特徴について

秋元清治*¹

Catch characteristics of the commercial fisheries in the Inner Part of Tokyo Bay Akimoto SEIJI *¹

*¹ 神奈川県水産技術センター 〒238-0237 三浦市三崎町城ヶ島養老子
akimoto.b550@pref.kanagawa.jp

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

緒言

東京内湾（千葉県富津市富津岬と神奈川県横須賀市鴨居観音崎を結んだ線以北）の沿岸域にはかつて広大な干潟や浅場が存在したが、主に高度経済成長期に行われた沿岸部の埋め立てにより水生生物の成育・生息場である干潟は約8,000ha消失し、その面積は1950年代に比べて約8分の1まで大きく減少した（東京湾の環境をよくするために行動する会 2008）。また、5m以浅の州と呼ばれる浅場は夏期でも酸素供給が十分にあり、栄養条件も良いため多くの生物の成育場であったが（松川 1987）、この水域も埋め立てにより失われ、1950年代と比べると約4分の1まで減少している。このような干潟や浅場の減少は単に生物の生息環境の喪失という面だけでなく、干潟や浅場が持つ水質浄化機能の低下という点でも深刻な問題をはらんでいる。さらに、後背地に約3,000万の人口を抱える東京湾には流域からリンや窒素などの栄養塩が大量に流入し、閉鎖性水域である東京湾の水質及び底質を悪化させている。近年、排水の総量規制や下水道の整備により陸域から湾に流入する負荷量は減少してきているが、これまでに海底に堆積した汚泥から栄養塩が溶出するなど、全体的には水質は改善されていない。このため赤潮などのプランクトンの発生はほぼ横ばいの状況にあり（橋本 2012）、汚泥の分解に伴って夏場に

発生する貧酸素水塊はむしろ近年広がる傾向が見られるとの指摘もある（国土技術政策総合研究所 2009）。これら水域環境の悪化に伴い、江戸前の代表魚であるアオギス、シラウオなどは完全に東京内湾から姿を消したが、その他の多くの有用種も漁獲量が減少するなどの影響が見られている（社団法人漁業情報サービスセンター 2005）。また、東京湾、瀬戸内海など急速に有機汚染、富栄養化が進行した海域では、漁獲量とその組成は年を追って変化しているとの指摘もある（菊池 1975）。このように東京内湾の水域環境の変化はそこで営まれる漁業の漁獲量及び種組成の変化に影響を及ぼしていると考えられるが、両者の関係について検討した事例は少ない。本研究は神奈川県の漁業統計を用いて東京内湾の魚種別漁獲変動の特徴を整理するとともに、水域環境要因の中でも特に生物に及ぼす影響が大きいと考えられる無酸素水塊を取り上げ、魚種別漁獲量との関係について検討した。

試料および方法

東京内湾の魚種別漁獲量 東京内湾の神奈川県側では1971年に漁業権が放棄されるまで、川崎市でも漁業が行われていたが、現在は横浜市中区本牧から横須賀市走水に至る地区は漁業が盛んで、アサリ、ミル貝、ナマコなどの採介、小

型底びき網, 小型まき網, 刺網, 釣り, アナゴ筒, タコ壺などが操業されており, 横浜市の生麦や子安地区でもアナゴ筒や投網漁が行われている. 本研究では, 1967~2005年までの神奈川県農林水産統計年報を用い, 各年の川崎市川崎地区から横須賀市走水地区までの魚種別漁獲量の合計値をそれぞれ求め, これを神奈川県における東京内湾の魚種別漁獲量とした. 分析は農林統計に記載のある種の内, 36年間の平均年間漁獲量が3.5トン以上あった30種を対象とした. 魚種別漁獲量の水準はそれぞれの種により大きく異なるため, 種毎に各年の漁獲量データを標準化し(36年間の平均漁獲量を0, 標準偏差を1として求めた), 種間の漁獲量変動の類似性を検討した.

無酸素水面積と魚種別漁獲量の関係 貧酸素及び無酸素水塊の発生は水域の生物の生息量, 多様性, 漁獲量を減少させる (Breitburg 2002). 具体的には比較的貧酸素に強い貝類を除き, 酸素濃度が3mL/L以下になると多くの水生生物に何らかの影響が出るが (丸茂・横田 2012), その耐性は種により異なり, 流水式の貧酸素耐性試験における致死時の酸素濃度 (20例) は1.39mL/L (マアジ) ~0.17 mL/L (ギンポ, ムラソイ, メバル, マフグ) の範囲で, 平均値は0.42mL/Lとされている (社団法人日本水産資源保護協会 1989). 本研究では水生生物がほぼ死滅する無酸素水塊を溶存酸素が0.5mL/L以下の海水と定義し, 石井ら (2008) の無酸素水塊の毎年の最大規模 (東京湾の鉛直縦断面の溶存酸素分布の無酸素水割合) と魚種別漁獲量の関係を検討した. 具体的には, その年の無酸素水割合が大きいほど, 魚群の逸散等により当年の漁獲量が減少する (ここでは魚群が集中して漁獲量が増加する逆のケースは考慮しないこととする), あるいは, 卵及び稚仔魚期における無酸素水割合が大きいほど, 後年 (漁獲サイズに達した年) の漁獲量は少なくなると仮定し, 当年及び1~3年前の無酸素水割合 (石井ら 2008) と当年の標準化した漁獲量の間に関係が見られるかを検討した.

漁獲変動の要因分析 分析は, ①二枚貝 (タイラギ, アカガイ, アサリ類, トリガイの4種), ②まき網漁業が主に漁獲する回遊性魚類 (マイワシ, カタクチイワシ, マアジ, サバ類の4種), ③①及び②以外の種 (小型底びき網, 刺網, アナゴ筒漁業, タコ壺漁業, まき網, 一本釣りが漁獲するキス, アイナメ, カレイ類, マダイ, ガザミ, クルマエビ, ヒラメ, アナゴ, サメ類, エイ類, シヤコ, イボダイ, タチウオ, カマス, ナマコ類, コウイカ, スズキ, ニベ・グチ, コノシロ, ボラ, クロダイ, マダコの22種) の3ケースに分けて行った. なお, ③のケースは分析対象種が22種と多く, 漁獲変動のパターンも種により異なることから, 標準化した漁獲量データから種間ごとの相関係数を求め, クラスタ分析により類型化し, 種間における漁獲変動の類似性を検討した. なお, クラスタ分析は統計解析フリーソフト「R」version. 2.12.0, 距離の計算法はユークリッド平方距離, クラスタの作成は最遠隣法を用いた.

結果と考察

東京内湾の漁獲量 (神奈川県水揚げ分) 神奈川県における東京内湾の漁獲量 (魚種別漁獲量の合計値) は, 埋め立て盛期後半の1967年~1973年には4,400tから1,343tに大幅に減少した. その後, 1974~1986年にかけて漁獲量は3,000t程度まで徐々に回復したが, その後, 1987~2005年の期間には1,302tまで徐々に減少した

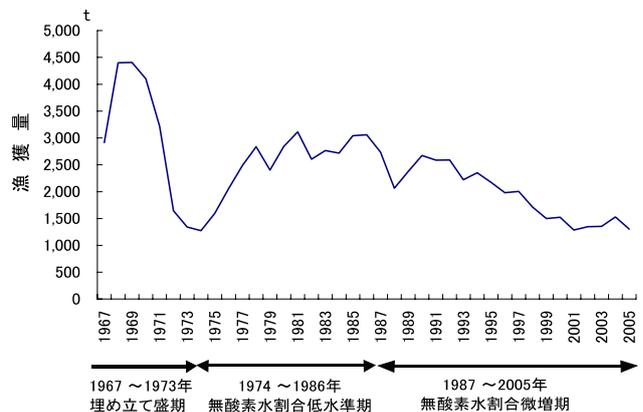


図1 東京内湾(神奈川県)漁獲量

(図1). この間の東京湾の無酸素水割合 (石井ら 2008) は, 埋め立て盛期 (1960年~1973年) の前半 (1960~1965年) は 0.1~2.2% と非常に低い, 漁獲量が大幅に減少した同期後半 (1966年~1973年) は 0~30% と変動しつつも, 3カ年の移動平均では 5~20% の高い水準にあった. その後, 漁獲量が回復した 1974年~1986年は無酸素水割合は 0.1~6.6% と低くなったが (以降, この時期を無酸素水割合低水準期と称す), 漁獲量が徐々に減少した 1987~2005年の無酸素水割合は 1.3~23.7% と大きく変動しながらも, 3カ年の移動平均では徐々に増加する傾向を示している (以後, この時期を無酸素水割合微増期と称す).

無酸素水割合と魚種別漁獲量との関係 解析した種 (30種) の内, ニベ・グチ (シログチが主体), コノシロ, ボラ, マダコ, ガザミについては無酸素水割合と標準化した漁獲量データとの間に, 相関係数 $-0.3 \sim -0.4$ の有意な負の相関が見られた ($p < 0.05$). また, 統計上有意ではないが, クロダイ, クルマエビ, ヒラメ, シャコ, エイ類についても両者の間に $-0.3 \sim -0.2$ の弱い負の相関が見られた ($p > 0.05$) (表1). その他の 20種については無酸素水割合と標準化した漁獲量との間に負の相関が見られなかった. 水域に無酸素水塊が発生した場合, 生息生物には少なからぬ影響が及ぶと考えられるが, 解析した 30種の内, 無酸素水割合と漁獲量との間に負の相関が見られたのは 10種と少なく, 相関係数も最大で -0.38 と小さかった. これは漁獲量が他の環境要因, 密度効果, 競合種との関係, 社会的要因によって変化する漁獲努力量など様々な要因の影響を受けるため, 無酸

素水割合だけで漁獲量の変動を説明するには限界があるためと考えられた.

漁獲量変動の特徴と要因

(1) 二枚貝 4種

二枚貝 4種の標準化した漁獲データを図2に示す.

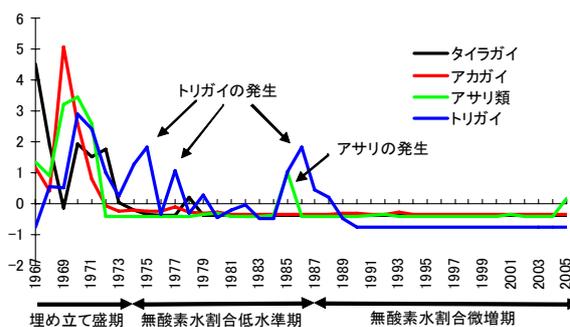


図2 1967年から2005年にかけての標準化された漁獲量(二枚貝4種)

いずれの貝も埋め立て盛期後半の 1967年~1973年に漁獲が激減している. この時期には神奈川県側の横浜市鶴見区扇島, 横浜市中区本牧地先, 金沢区富岡地先で大規模な埋め立て事業が行われており (社団法人漁業情報サービスセンター 2005), これに伴いアカガイ及びタイラギの生息場 (漁場) が減少したことが大きな要因と考えられる. 一方, トリガイも埋め立てに伴い漁獲が減少したが, アカガイ, タイラギとは異なり, その後も数年おきに横浜市金沢区柴地区で水揚げが見られている. これら貝の産卵期はアカガイ (山口県笠戸湾) で 5月下旬~10月中旬 (沼口 1996), タイラギ (千葉県富津) で 5~9月 (田中・大島 1958), トリガイ (東京湾) で 3~7月 (田・清水 1997a) と報告されているが, いずれも 1月には東京湾内でかなりの稚貝が発生していることが確認されている (大畑 2012). しかし, アカガイは商品対象の殻長 8cm 以上に成長するの

表1 無酸素水割合と標準化した漁獲量との相関係数

	ニベ・グチ	コノシロ	ボラ	マダコ	クロダイ	ガザミ	クルマエビ	ヒラメ	シャコ	エイ類
当年無酸素水割合	-0.28	-0.28	-0.24	-0.11	-0.08	-0.16	-0.19	-0.23	-0.14	-0.09
1年前無酸素水割合	-0.34	-0.27	-0.33	-0.30	-0.15	-0.29	-0.12	-0.19	-0.13	-0.16
2年前無酸素水割合	-0.28	-0.36	-0.34	-0.31	-0.24	-0.39	-0.23	0.00	-0.17	-0.21
3年前無酸素水割合	-0.31	-0.35	-0.24		-0.27	-0.16	-0.22	0.03	-0.22	-0.24

$r > 0.3$ (ある程度の相関がある), $p < 0.05$
 $0.2 < r < 0.3$ (弱い相関がある), $p > 0.05$

に約1年6ヶ月(田中ら 1974), タイラギは漁獲の主体となる殻長 22~25cm まで成長するのに3年以上かかるため(田中・大島 1958), 発生した稚貝は漁獲される前に夏場の貧酸素・無酸素水塊で死滅してしまうと考えられる. 一方, トリガイは成長が速く, 満1年で漁獲サイズの殻長 60mm に達するため, 夏期の貧酸素・無酸素水塊が発生する前に漁獲することができる. 実際に横浜市柴地区のトリガイ漁期は4~8月で, 殻長 50~60mm に成長した一歳群のトリガイが漁獲の主体となっている(田・清水 1997b). 将来的に湾内で発生するアカガイやタイラギの稚貝を有効利用していくためには, 着底場所から貧酸素水塊の影響を受けにくい海域へ稚貝を移し, その効果を検証していくことが重要である. アサリは他の3種と同じように埋め立て盛期に漁獲が大きく減少しているが, その後は横須賀市の猿島周辺など貧酸素の影響が少ない海域で, 稚貝が発生した時に漁獲が見られている.

(2) 回遊性魚類4種

回遊性魚類4種の標準化した漁獲データを図3に示す. マイワシ, カタクチイワシ, サバ類, マアジとも埋め立て盛期後半の1967年~1973年に漁獲が減少した. その後はカタクチイワシ, サバ類は1976年まで漁獲が見られたが, 1979年以降はいずれも漁獲量は低迷している. カタクチイワシは湾内で産卵, 他の種は湾外で産卵するが(松川 1987), いずれの種も移動性が高く, 湾内には季節的に回遊してくるため, 無酸素水塊の影響は受けにくいと考えられる. いずれも資源

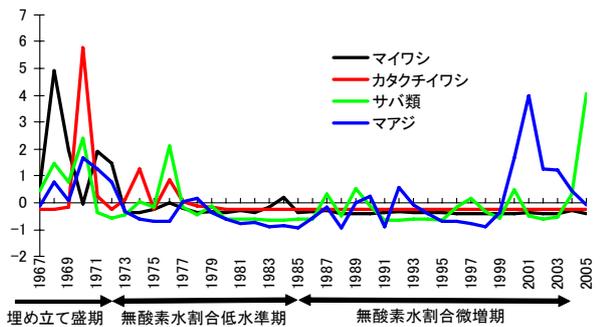


図3 1967年から2005年にかけての標準化された漁獲量(回遊性魚類4種)

変動や回遊量の変化により漁獲量が大きく変化する種と言えるが, 埋め立て盛期後半に漁獲が減少したのは, まき網漁業の操業が減少したことも要因となっていると考えられる(調査対象地区の漁業協同組合に所属する小型まき網漁船は1967年の58隻から1979年には37隻まで減少している.). 2000年~2005年にはマアジが増加しているがその要因は不明である. また, 2004年~2005年にはサバ類の漁獲が急増しているが, これは神奈川県的小型底びき網漁船の最重要漁獲種であるシャコが極端な不漁となったため, その代替種として単価の高い東京湾のマサバ釣りに操業を振り替えたことによる.

(3) その他22種

クラスター分析により22種は8グループに分けられた(図4).

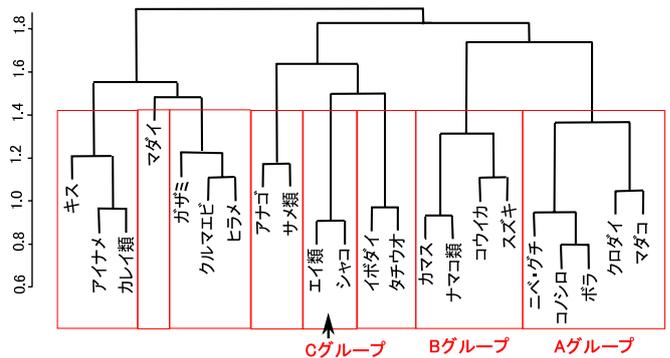


図4 22種(小底・刺網等対象種)についてのクラスター分析

各グループの標準化した漁獲量データを図5に示す. グループ内の漁獲変動パターンが類似した要因としては, 種の生態(産卵, 初期生態, 成育場, 回遊, 環境変化への耐性など)に共通部分があり, 同じ要因がある時期に共通の生活様式に影響を与えたことで漁獲の変動パターンが類似した可能性が考えられる. しかし, 前述のとおり漁獲量は様々な要因で変動することから, 種の生態や水域環境の断片的な知見から漁獲量の変動要因を議論することは容易ではない. ここでは8グループの内, 漁獲量が無酸素水割合に連動する傾向が見られたAグループ, 無酸素水割合とは連動せず近年むしろ漁獲量が増加していたBグ

ループ，神奈川県の小型底びき網漁業の最重要種であるシャコを含む C グループについて，漁獲量の変動要因を既往の知見から考察することとし，他のグループについては結果のみ示し，後の研究の参考としたい。

A グループにはニベ・グチ，コノシロ，ボラ，クロダイ，マダコが含まれた。これらの種は埋め立て盛期には漁獲量は低迷し，その後無酸素水割合低水準期に入ると漁獲量は回復したが，無酸素水割合微増期になるとマダコの一時期の盛漁を除いて再び漁獲量は低迷した（図5）。これらの種はいずれも無酸素水割合と標準化した漁獲量との間に負の相関が見られており，貧酸素・無酸素水塊の影響を受けやすい種と考えられる（表1）。A グループの特徴として，マダコを除き，ニベ・グチ，コノシロ，ボラ，クロダイはいずれも生活史の一時期を汽水域ですごす（加藤 2009）点があげられる。汽水域は河川から流入する淡水の影響により塩分躍層が生じやすいと考えられる。また，粒子の凝集・堆積によって物質が滞留しやすいことから，生分解による貧酸素水化が生じやすい水域でもある（野村 2007）。このような海域では成魚は貧酸素水塊を避けて行動すると思われるが，入り江などに集中した時，あるいは適切な逃避行動が制限された時に，急速に貧酸素・無酸素水塊が発生すると死亡することも考えられる（Breitburg 2002）。例えば，横浜市沿岸域の河口付近や沿岸の汽水域では，ボラ，コノシロ，ニベ・グチ（シログチ）の酸欠や赤潮による死亡例が報告されているが（二宮 1991），これは急速に発生した貧酸素・無酸素水塊に対応できなかった可能性が考えられる。また，高い逃避能力を持つ成魚に比べ，卵稚仔は能動的に逃避する能力が乏しいことから，貧酸素・無酸素水塊が発生した場合にはより大きな影響を受けると考えられる（Breitburg 2002）。例えば，ニベ・グチ（シログチを含む）の場合，諫早湾では干拓事業開始年を基準とすると漁獲量が 40%まで減少しているが，これについては有明海奥部の干潟に頻繁に発生する貧酸素水が湾奥部の河口域に出現する

稚魚に与える影響が危惧されている（佐々木 2010）。コノシロの場合，東京湾では 5～7 月にかけて水深 30m を中心に産卵直後の卵が多く出現することが知られるが（中田 1984），東京内湾の底層の貧酸素水塊は主に 5～10 月に発生することから（石井ら 2008），この時期に底層の貧酸素水塊に沈み込んだ卵は死亡してしまう可能性がある。また，大阪湾では河口内や港内の水路部で特に多くのコノシロ卵が見られているが，このような海域は塩分濃度が低く，貧酸素水塊が形成されやすい海域であり，コノシロの資源変動に悪い影響を与えている可能性がある（山本ら 2001）。ボラの場合，沿岸の内湾性の魚類で低塩分や濁りにも強い耐性を持ち（伊勢 1997），若魚から成魚まで河口や河川などの汽水域や淡水域に生息することが知られている。オーストラリア南西に分布する河川や河口では，富栄養化，貧酸素水塊，藻場の喪失によりボラの生息場の健全度が低下し，これにより漁獲が減少している可能性が指摘されている（Smith *et al.* 2008）。マダコの場合，親は水深 20m 前後の海底の岩礁の凹み，岩棚の中，転石の下などの産卵床に房状の卵塊を生み付け，その後，1ヶ月～1ヶ月半の間は巢を離れず卵に海水を吹き付け新鮮な酸素を送り続けることが知られている（伊勢 1997）。また，マダコの孵化直後の幼生は遊泳のため，酸素消費量を急激に増やすことが知られている（Parra *et al.* 2000）。東京内湾のマダコ漁場は主に横浜市金沢地区から横須賀市走水地区の岩礁域であり，貧酸素・無酸素水塊の影響は小さいと考えられるが，仮に貧酸素・無酸素水塊が発生した場合は，上述の生態を考慮すると卵塊への影響は非常に大きくなることが考えられる。また，清水（1985）は孵化後の約1ヶ月の浮遊期間に大きな減耗が生じる可能性について指摘している。その要因として水温・塩分等の無機環境要因，餌生物の量・食害をあげ，中でも台風の発生などに伴う低塩分の影響が大きいのではないかとしており，産卵から浮遊期間に発生する貧酸素・無酸素水塊や低塩分水はマダコの幼生の生き残りに大

きな影響を与えると考えられる. 以上のようにAグループに属する種は貧酸素・無酸素水塊の影響を受けて漁獲量が変動していると考えられる. このことからこれら種を長期的にモニタリングすることで海域の貧酸素・無酸素水塊の改善状況を簡易的に評価できる可能性があるが, そのような評価手法が有効であるかを検討するためには, これら種がどのような機構で貧酸素・無酸素水塊により減耗を受けるのかを解明することが重要である.

Bグループにはカマス (アカカマスが主体),

ナマコ類, コウイカ, スズキが含まれた (図5). カマスは埋め立てで盛期と無酸素水割合微増期の後半に漁獲が増加しており, 無酸素水割合の変化とは連動していない. 漁獲量が増加した要因は不明であるが, アカカマスの場合は産卵場, 成育場とも湾外で (松川 1987), 東京湾には季節回遊し, 横須賀市沿岸域を主体として漁獲されることから無酸素水塊の影響を受けにくいことが考えられる. また, スズキ, コウイカも無酸素水割合の変化とは連動しておらず, 近年, 漁獲量は増加している. スズキについては全国的に沿岸性魚

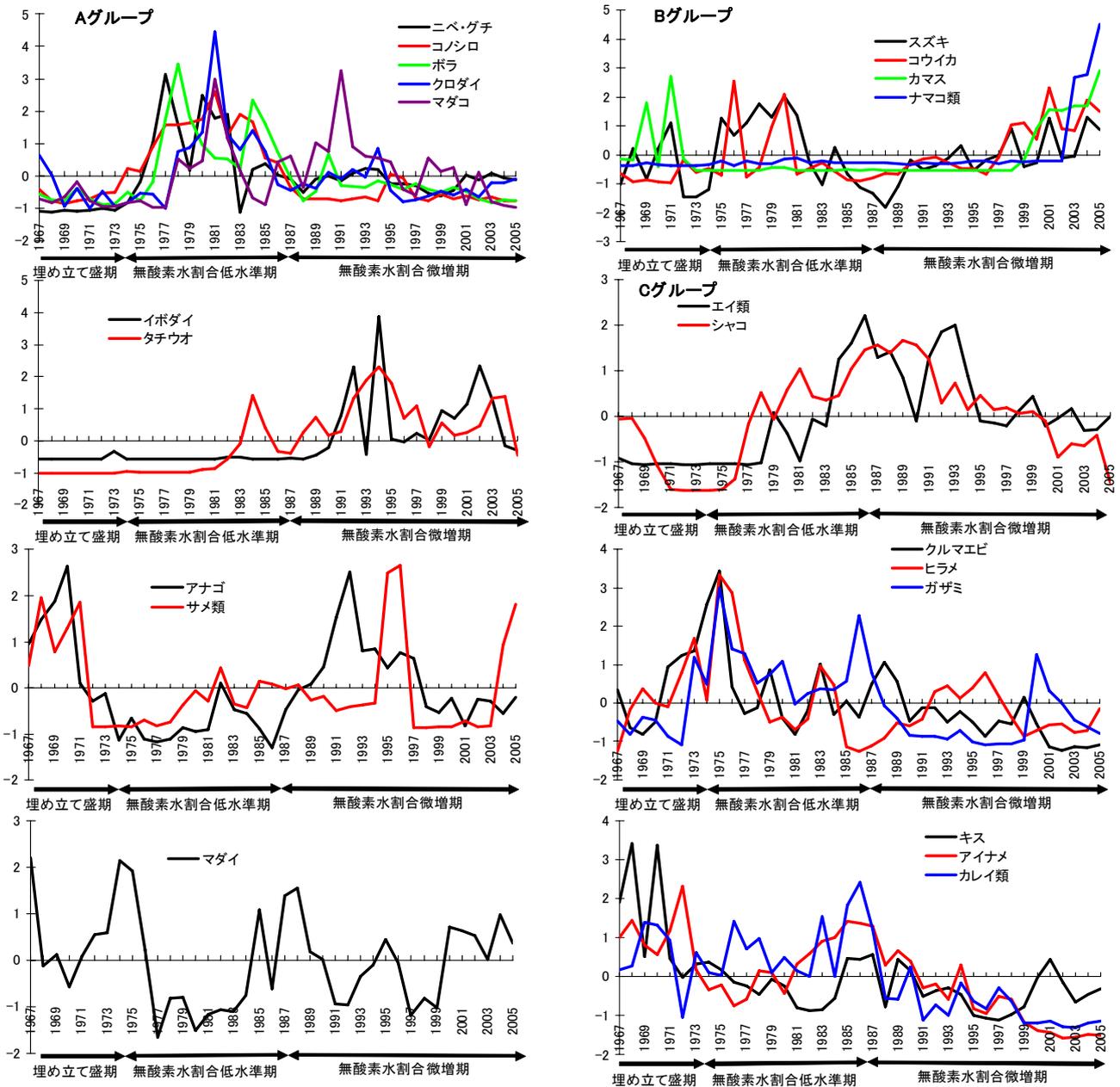


図5 1967年から2005年にかけての標準化された漁獲量(その他22種の各グループ)

類の資源が減少する中で漁獲量が比較的安定し、中でも瀬戸内海のような沿岸開発の進んだ内湾域で増加傾向が見られ、他種とは異なる加入機構を持つ可能性が指摘されている(岩本ら 2010)。スズキの場合、A グループに属する魚類のように生活史の一時期を汽水域ですごすが、A グループとは異なり無酸素水割合と標準化した漁獲量との間に負の相関は見られない(表1)。スズキは生活史の早い段階(体長 10~20mm)から河川下流域や河口・干潟などの低塩分環境に生息するが、餌生物が豊富で捕食者の少ない低塩分域への進入は稚魚の生存率を向上させると考えられる(河野ら 2006)。また、稚魚は3~4月に河口から4.7~8kmの塩分1~12の低塩分水域に多く分布することが報告されており(岩本ら 2010)、貧酸素水塊が発生する夏季までにはある程度の大きさに成長していると考えられる。徳島県播磨灘沿岸ではコウイカの産卵・稚仔育成場における高水温が稚仔の生き残りを高めて年級群漁獲量を高めることが報告されている(上田 2004)。東京湾においても近年は外海域からの熱供給が増加し、冬季を中心として水温が上昇しており(八木ら 2004)、このことがコウイカ資源量の増加に影響している可能性がある。

D グループに属するシャコは神奈川県の小型底びき網漁業にとって最も重要な漁獲対象種である。1989年には1,080トンの漁獲量が見られたが、その後減少が続き、2005年には57トンと漁獲量は大きく減少している。シャコ資源の回復を図るため神奈川県では2005年から漁業者が自主的に禁漁に取り組んでいるが、2012年現在、資源の本格的な回復傾向は見られていない。シャコ資源の減少要因については、夏場の貧酸素水塊が春生まれの幼生の生き残りを低下させている点が指摘されている(Kodama and Horiguchi 2011)。東京内湾のシャコは漁獲サイズに達するのに2~3年かかるとされ(Kodama *et al.* 2005)、漁獲量と漁獲年の2~3年前(幼生期)の無酸素水割合との間に負の相関があることが予想されたが、本研究では3年前の無酸素水割合と漁獲量

の間に弱い相関($r=-0.22$)が見られただけであった(表1)。これは、本研究の無酸素水割合のデータが年間の最大値であり、シャコ幼生の着底期の貧酸素水塊の状態をうまく反映していない可能性があること、あるいは、高温や低塩分などの他の要因の影響が複合的に影響している可能性が考えられる。エイ(アカエイ)はシャコの漁獲量と連動する傾向が見られた(図5)。東京湾のアカエイ、特に雌はシャコを主要な餌としており(Taniuchi and Shimizu 1993)、シャコ資源の増減がアカエイ資源にも影響している可能性が考えられる。貧酸素に対する感受性に関して、Gray *et al.* (2002)は魚類、甲殻類・棘皮類、多毛類、軟体類の順に高いことを報告している。このことから、貧酸素・無酸素水塊に遭遇した場合、魚類はいち早くこれを探知し、これから逃避する行動をとると考えられる。実際に、アナゴ(米田ら 2003)、マコガレイ(関根ら 1997)、スズキ(石井・加藤 2005)などは、貧酸素水塊に遭遇すると酸素条件の良好な場所や層に逃避し、漁場が移動することが報告されている(丸茂・横田 2012)。これに対して卵稚仔は貧酸素水塊から逃避する能力に乏しいため、分布する海域に貧酸素・無酸素水塊が発生した場合には大きく減耗することが考えられる。卵発生から仔魚期にかけて貧酸素・無酸素水塊がそれぞれの種の減耗にどの程度影響するかを評価するには、卵稚仔の浮遊特性(産卵場、産卵期、浮遊水深、浮遊期間、分散範囲)や発育段階ごとの貧酸素耐性に係る知見が不可欠であり、今後この分野の研究が進むことが期待される。

謝辞

本研究の実施するにあたり、千葉県水産総合センター資源研究室の石井光廣主席研究員には東京湾の貧酸素水塊・無酸素水塊の規模(面積割合)の解析値を、また、元神奈川県環境農政局水・緑部水産課の今井正昭氏には神奈川県農林統計の魚種別データをご提供いただきました。さらに、同水産課の加藤健太主査から漁業許可に係る情報を

いただきました。ここに記して、心から感謝申し上げます。

引用文献

- Breitburg D., 2002: Effects of hypoxia and the balance between hypoxia and enrichment on coastal fishes and fisheries. *Estuaries*, 25, 767-781.
- Gray J.S., R.S. Wu and Y.Y. Or, 2002: Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series*, 238, 249-279.
- 橋本旬也, 2012 : 東京港における赤潮と貧酸素. 国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部 (編) 第12回東京湾シンポジウム報告書, pp.7-9.
- 伊勢直人 (編), 1997 : 現代お魚辞典 漁場から食卓まで, (株) エヌ・ティー・エス, 東京, 1196pp.
- 石井光寛・加藤正人, 2005 : 東京湾の貧酸素水塊分布と底びき網漁船によるスズキ漁獲位置の関係, 千葉県水産研究センター研究報告, 4, 7-15.
- 石井光廣・長谷川健一・柿野純, 2008 : 千葉県データセットから見た東京湾における水質の長期変動. *水産海洋研究*, 72 (3), 189-199.
- 岩本有司・森田拓真・小路淳, 2010: 太田川河口域周辺におけるスズキ仔稚魚の出現と食性. *日本水産学会誌*, 76 (5), 841-848.
- 加藤文男, 2009 : 淡水魚類の研究と採集標本目録 2. 周縁性淡水魚類. 福井市自然史博物館研究報告, 56, 43-52.
- 菊池泰二, 1975 : 残されたいくつかの問題. 日本生態学会環境問題専門委員会編「環境と生物指標2」, 共立出版, 東京, 306-310.
- Kodama k., T. Yamakawa, T. Shimizu and I Aoki, 2005: Age estimation of the wild population of Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* (Crustacea: Stomatopoda) in Tokyo Bay, Japan, using lipofuscin as an age marker. *Fisheries Science*, 71, 141-150.
- Kodama K. and T. Horiguchi, 2011: Effects of hypoxia on benthic organisms in Tokyo Bay, Japan. *Marine pollution bulletin*, 63, 215-220.
- 国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部海洋環境研究室, 2009 : 東京湾環境マップ.
- 河野博・横尾敏博, 2006 : 6 沖合から沿岸への接岸回遊—スズキ. 東京湾 魚の自然史, 東京海洋大学魚類研究室編, 平凡社, 東京, 175-181.
- 丸茂恵右・横田瑞郎, 2012: 貧酸素水塊の形成および貧酸素の生物影響に関する文献調査. *海生研研報*, 15, 1-21.
- 松川 康夫, 1987 : 東京湾の埋め立てと自然. *水質汚濁研究*, 10 (8), 465-469.
- 中田尚宏, 1984: 神奈川県沿岸域のコノシロ浮遊卵と漁獲量との関係. 神奈川県水産試験場研究報告, 5, 15-26.
- 二宮勝幸, 1991 : 横浜市水域で発生した魚の死亡事故の特徴. 魚の死亡事故の原因究明に関する研究報告書 公害資料 No.91, 横浜市公害研究所, 横浜市, 1-11.
- 野村英明, 2007 : 東京国際空港新滑走路島建設と東京湾. 第六回 汽水域セミナー報告書, 汽水域セミナー実行委員会編, 横浜市, 10-15.
- http://www.tbeic.go.jp/Mente/Download/070203kisui/11_siryuu.pdf (2012/04/4 アクセス)
- 沼口勝之, 1996 : アカガイ人工種苗の養殖漁場における成熟過程. *日本水産学会誌*, 62 (3), 384-392.
- 大畑聡, 2012: 新たな調査 (浅海域の DO と生物). 国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部 (編) 第12回東京湾シンポジウム報

- 告書, pp.26-28.
- Parra G., R. Villanueva and M. Yufera, 2000: Respiration rates in late eggs and early hatchlings of the common octopus, *Octopus vulgaris*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 80, 557-558.
- 佐々木克之, 2010: シンポジウム「有明海貧酸素水塊の実態と要因」の報告. 海の研究, 19 (6), 327-332.
- 関根雅彦・上浦慎太郎・山本義男・浜田悦之・浮田正夫, 1997: 沿岸開発に伴う貧酸素水塊発生がマコガレイの挙動に与える影響の実験的研究. 環境工学研究論文, 34, 239-247.
- 社団法人漁業情報サービスセンター, 2005: 東京湾の漁業と資源-その今と昔, 273pp.
- 社団法人日本水産資源保護協会, 1989: 漁場環境容量策定事業報告書 (第1分冊).
- 清水詢道, 1985: 東京湾のマダコ資源の研究-II 走水地先の資源量の推定. 神奈川県水産試験場研究報告, 6, 43-49.
- Smith K. A., J. Brown, M. Hammond and A. Nardi, 2008: Development of cost-effective indices to monitor the nearshore fish communities of the Swan Region. Final Report to the Swan Catchment Council. Department of Fisheries, Western Australia.
- 田中二良・大島泰雄, 1958: 東京湾走水地先を中
心としたタイラギの生産について. 水産増殖, 6 (2), 1-12.
- 田中邦三・須田恭光・庄司泰雅, 1974: アカガイ類養殖試験-I. 水産増殖, 21 (4), 155-156.
- Taniuchi T. and M Shimizu, 1993: Dental sexual dimorphism and food habits in the Stingray *Dasyatis akajei* from Tokyo Bay, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi, 59(1), 53-60.
- 田永軍・清水誠, 1997a: 東京湾におけるトリガイの成長, 成熟と産卵期. 日本水産学会誌, 63 (3), 361-369.
- 田永軍・清水誠, 1997b: 東京湾におけるトリガイの漁獲変動と個体群構造. 日本水産学会誌, 63 (3), 353-360.
- 東京湾の環境をよくするために行動する会,
2008: 東京湾読本一心豊かな暮らし方—東京湾からの実践, 66pp.
- 上田幸男, 2004: 水産分野から見た頭足類学の重要性. 日本水産学会誌, 70 (5), 779-780.
- 八木宏・石田大暁・山田肇・木内豪・樋田史郎・石井光廣, 2004: 東京湾及び周辺水域の長期水温変動特性. 海岸工学論文集, 51, 1236-1240.
- 山本圭吾・中嶋昌紀・辻野耕實, 2001: 大阪湾におけるコノシロの生態と資源変動. 月間海洋, 33 (4), 269-275.
- 米田佳弘・吉田司・小山善明, 2003: レーダー画像解析による大阪湾のマアナゴ漁場の変動把握. 水産海洋研究, 67 (1), 1-8.

マアナゴ資源と水温の関係

黒木洋明（水産総合研究センター増養殖研究所資源生産部）

マアナゴは、東京湾などの内湾域における重要な漁獲対象であり、各地で小型魚保護などの資源管理の取り組みが行われているが、漁獲量は短期的に大きく増減し、長期的には減少傾向にある。今のところマアナゴの資源変動予測は困難であるが、予測が可能となれば、投入漁獲努力量の設定などに活用でき、本種の資源管理を高度化することができる。マアナゴの仔魚（のれそれ）は変態直前の段階（全長 10cm 前後）で沿岸域に來遊し、変態・着底の後に比較的短期間で漁獲加入するものと考えられることから、“葉形仔魚の來遊量水準の把握”は重要な研究課題と位置づけられるが、仔魚の來遊のプロセスやメカニズムには不明な点が多い。

マアナゴの生活史と経験水温

マアナゴの産卵場については、漁獲物から成熟個体が全く得られないことから、すくなくとも、主要な漁場である沿岸域には産卵場はないと考えられていたが、東シナ海の黒潮流域でマアナゴ仔魚が採集された例から、黒潮の源流域まで遡った南方海域ではないか、とまでは想定されていた。最近になって、孵化後まもないマアナゴ仔魚が確認され、産卵場の一つが、日本最南端の沖ノ鳥島のさらに南方の、九州-パラオ海嶺海域にあることが明らかとなった（Kurogi et al. 2012）。マアナゴの仔魚は、熱帯域の産卵場から黒潮を介して温帯域の生育場までの相当の長距離を回遊しているらしい。

孵化後まもない仔魚の採集水温帯は、推定 23~29°C とかなりの高水温であるが、黒潮が沖合を流れる関東以西の沿岸域において、マアナゴの仔魚である「のれそれ」が出現するのは、水温が概ね 16°C より低い最低水温期である。したがって、経験水温の観点から見ると、マアナゴの仔魚が沿岸域へ回遊するプロセスは、低水温域を指向して回遊するプロセスであると言える。実際、年間最低水温が 16°C を下回らない地域（例えば南西諸島）ではマアナゴは分布していない。

漁獲量と水温の関係

上述のように、マアナゴの仔魚が 16°C 以下の低水温を指向して沿岸域へ來遊するのであれば、最低水温期の水温の高低は、仔魚の來遊に影響し、翌年の漁獲加入の多寡にも影響を及ぼすものと考えられる。そこで、東京湾湾口部の観音崎における 2 月平均水温と、神奈川県の上年のマアナゴ漁獲量について、1993~2004 年までの 12 年間のデータについて相関分析を行ったところ、両者に有意な負の相関関係が認められた。このような関係は、低水温期の水温が高い時には、と狭湾へのマアナゴ仔魚來遊量が少なくなり、翌年の湾内漁獲加入量が減った可能性を示唆している。これらの関係が明瞭であれば、東京湾へのマアナゴの加入量予測を水温から行える可能性があり、モニタリングを継続することが必要であろう。なお、東京湾周辺の富津、三崎の 2 か所についても同様の分析を試みたが、マアナゴ漁獲量との相関関係は認められなかった。今後は、観音崎の最低水温期水温がマアナゴ仔魚にとってどのような意味を持つのか明らかにする必要がある。

なお、本発表の内容の一部は別途投稿準備中であるため、要旨とした。

東京湾湾奥で採集されたマアナゴ葉形仔魚

石井光廣^{*1}・小宮朋之^{*1}・片山知史^{*2}

Occurrence of White-spotted Conger *leptocephali*, *Conger myriaster*, in the Top of Tokyo Bay

Mitsuhiro ISHII, Tomoyuki KOMIYA, Satoshi KATAYAMA

^{*1} 千葉県水産総合研究センター 〒295-0024 千葉県南房総市千倉町平磯 2492
m.ishi26@pref.chiba.lg.jp

Chiba Prefectural Fisheries Research Center, 2492 Chikura-cho Hiraiso, Minamiboso, Chiba 295-0024, Japan

^{*2} 東北大学大学院農学研究科水産資源生態学分野 〒981-8555 仙台市青葉区堤通雨宮町 1-1
Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, Amamiya 1-1, Sendai, Miyagi 981-8555, Japan

はじめに

マアナゴは、本州太平洋岸では仙台湾以南、日本海側では島根沖以南の日本近海に広く分布し、水深 10~300mの内湾および大陸棚上が主な生息域である。我が国におけるマアナゴ漁獲量は、平成 8 年には 1 万 2 千トンであったが、平成 21 年には 6 千トンに半減しており、特に内湾域における漁獲量の減少が著しい。東京湾でも、1980 年代に水揚量が大きく増加した後、減少し(清水 2003)、現在も低迷が続いている(図 1)。このように漁獲量が減少傾向であるため、いろいろな海域で資源管理の施策が行われ、また近年では伊勢三河湾(伊勢湾・三河湾小型機船底びき網漁業対象種資源回復計画:平成 14~23 年度まで)、仙台湾(宮城県マアナゴ資源回復計画:平成 19~23 年度)、常磐海域(福島県マアナゴ資源回復計画:平成 19~23 年度)、東京湾(神奈川県東京内湾海域小型機船底びき網漁業包括的資源回復計画:平成 19~23 年度)において資源回復計画の対象種としての取り組みが始まっている。

マアナゴの資源生態については、これまで漁獲実態、漁場、漁況を中心に情報が整理されてきたが、近年、種々の調査によって葉形仔魚(レプトケファルス)の生物学的なデータが蓄積され

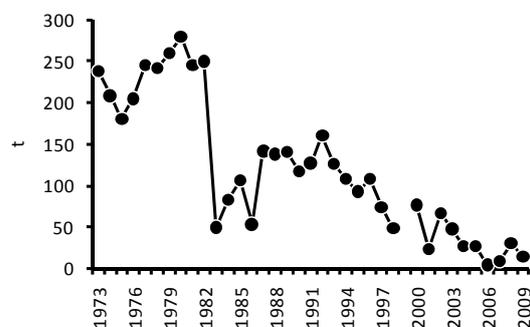


図 1. 富津市大佐和港におけるアナゴ水揚量の経年変化(組合資料)

てきたこと、耳石による年齢査定が行われ各海域の年齢組成がわかってきたこと、生殖腺の組織学的な観察によって雌雄組成が把握されてきたことによって、マアナゴの生活史の全体像の理解が大幅に進んだ(片山 2010)。しかし、加入機構、特に内湾域への接岸着底プロセスや、それを左右する海洋条件などに不明な点が多く、加入変動様式を理解するまでには至っていない。

マアナゴの葉形仔魚は、春先に比較的大型の仔魚(全長約 70~130 mm 程度)が沿岸浅海域に出現し、イワシシラス漁などで混獲され、「ノレソレ」という名で流通する(黒木・片山 2006)。マアナゴの孵化場所(産卵場)については、外部形態から同定したマアナゴ葉形仔魚の分布から、日本および韓国の沿岸浅海域に限定されていたが(多部

田・望岡 1984, Lee and Byun 1965), mtDNA 塩基配列解析による同定の結果, 27°30' N~32°00' N の東シナ海から東北沖合の黒潮親潮移行域に至る広範囲の海域に分布することが明らかとなり (黒木 2006, Ma et al. 2007), さらに, 台湾南東の 21°N 付近 (Ma et al. 2007) や (Miller et al. 2011) の北太平洋での分布も確認された。さらに近年, 孵化後間もないプレレプトケファルスで最も若い段階の個体は, 沖ノ鳥島から約 380 km 南の海域 (17° N, 136° E) で採集され, 孵化後日数は 3~4 日と推定されたことから, 沖ノ鳥島南方の九州-パラオ海嶺上の海域がマアナゴの産卵場所であると特定された (Kurogi et al. 2012)。すなわち, マアナゴは, 孵化後, 黒潮を利用して沖合域から沿岸域へと来遊し, 孵化後から黒潮に乗り, 太平洋側か東シナ海・日本海に分岐され, 黒潮内側域において黒潮から離脱し, 接岸・来遊・着底する過程をたどることが共通の認識となりつつある (片山 2010)。マアナゴの漁獲加入量は, 葉形仔魚の来遊量と相関していることが仙台湾 (高橋 2007), 東京湾 (田島・清水 2010), 伊勢湾 (水野・黒木 2010) で知られており, 着底場所・時期およびその物理的・生物的環境条件の把握は, 成育場保護からも加入量予測からも重要な課題である。

日本沿岸に来遊したマアナゴ葉形仔魚は春季に太平洋沿岸に多量に来遊するが, その来遊時期や着底場所については有明海 (Yagi et al. 2010), 播磨灘 (五利江・反田 2005, Gorie and Nagasawa 2012), 大阪湾 (鍋島ほか 1995), 駿河湾 (望岡ほか 2006), 常盤海域 (Katayama and Shimizu 2006), 仙台湾 (小林 1989) で報告されている。東京湾への葉形仔魚の来遊状況については, 清水 (2005), 黒木 (2008) の報告があるが, その採集海域は, 東京湾湾口~湾中央付近であり, 東京湾湾奥での採集の記録はない。千葉水総研セでは, 2000 年から内湾底びき網研究会連合会, (独) 国立環境研究所と共同でマコガレイの稚魚調査を実施しているが, 2011 年に湾奥部においてマアナゴ葉形仔魚が採集されたので, 報告する。

方法

調査は, 4月に図2に示す7点でおこなった。仔魚の採集された漁具は, 西区水研型ソリネット (網口幅 1.5m, 網口高 0.3m 目合 5mm) で, 各調査点において, 曳網速度およそ 1ノット, 曳網時間 3分間で曳網した (永山 2005)。

採集されたアナゴ型仔魚は冷海水で保存し, 実験室に持ち帰り, 99%エタノールで保存した。固定後, 外部形態の観察および全長, 肛門前長, 肛門前筋節数, 肛門後筋節数, 体重を測定した。

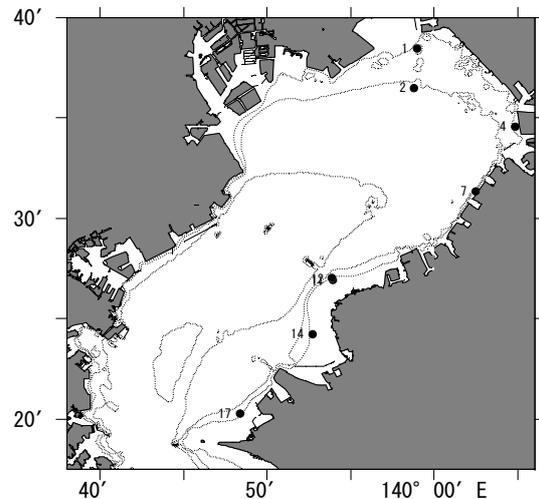


図2. マアナゴ葉形仔魚の採集地点

結果

アナゴ型仔魚は, 2011年4月30日 06:25に Stn. 1 (三番瀬沖) の水深 7.1m 地点で 2 個体採集された (図3)。2 個体は黒木 (2008) によると, 体型が柳葉状で中庸な体型であり, 総筋節数はそ



図3. 東京湾奥で採集されたマアナゴ葉形仔魚

れぞれ 148 と 149 であることから, Conger 属の葉形仔魚に分類された。体側には黒色素胞がみられ, 体側正中線下方筋節上の黒色素胞は体の前方よりにみられ, 体軸にそって一列をなしていたことから, マアナゴと判定した。

それぞれ全長は 93, 84 mm, 肛門前長は 46, 52 mm であり, 肛門前長/全長は 0.49, 0.62 で 0.8 未満であることから, 2 個体は変態が開始されていた (清水 2005)。また, 肛門前筋節数 (number

of pre-anal myomere, 以下 PAM という) は 56, 73, 総筋節数 (number of total myomere; 以下 TM という) は 148, 149 で, PAM/TM 値は 0.38, 0.49 であったことから (表 1), 前者は変態後期 (0.43 ~ 0.27), 後者は変態前期 (0.78 ~ 0.43) の段階であると判定した (望岡 2001)。

同様の採集は, 2000 年以降毎年 3 月と 4 月に実施していたが, これまでにアナゴ型仔魚の採集は確認されなかった。

表 1. マアナゴ葉形仔魚の測定データ

No	全長 (mm)	肛門前長 (mm)	肛門前筋節数 (PAM)	総筋節数 (TM)	PAM/TM
1	93	46	56	148	0.38
2	84	52	73	149	0.49

考察

東京湾におけるマアナゴ幼魚の生息場については, 清水 (1996) は千葉県側と推測し, 千葉県木更津地先のほか, 羽田沖で幼魚が採集されている (清水 2003)。今回の採集地点は, その間にあり, 葉形仔魚の着底海域が広く分布しているものと推察される。その着底場所の環境条件としては, 播磨灘 (Gorie and Tanda 2004), 有明海 (Yagi et al. 2010) や東京湾口 (清水 1996) と比べても, 海域間, 海域内で水深, 塩分, 底質が多様であり特定は難しい。ただし, マアナゴ葉形仔魚の来遊量, 着底量を効率的に把握することは, マアナゴの加入変動機構を検討する上で大変重要である。マアナゴの漁獲加入量は, 葉形仔魚の来遊量と相関していることが仙台湾 (高橋 2010), 東京湾 (田島・清水 2010), 伊勢湾 (水野・黒木 2010) で確認されているが, 福島県沿岸では, マアナゴ葉形仔魚の漁獲量とマアナゴ (1 歳以上) の漁獲量に相関がみられない (鷹崎 2010)。東京湾においても, 2000 ~ 2001 年を境に, 来遊量に対する加入量の割合が大きく減少した (田島・清水 2010)。

つまり, 着底後から加入 (着底から半年後の秋季, もしくは翌年の春季における漁獲加入) に至る間で, 加入量を左右するような減耗が生じている可能性がある。貧酸素水塊の挙動によるものか, 底生生物の生産性が低下していることによるのか, 今回推定された着底場を含めて, 着底後のマアナゴ幼魚の生息状況 (食性, 成長, 減耗など) の調査研究方法の検討が必要であろう。

今回の採集記録が, 東京湾のマアナゴ葉形仔魚の来遊, 着底機構解明の参考になれば幸いです。

引用文献

- Gorie, S. and K. Nagasawa, 2012: Migration of whitespotted conger (*Conger myriaster*) leptocephali to the Harima Nada Sea, eastern Seto Inland, Sea, Japan. *Aquaculture Sci.*, 60, 73-80.
- Gorie S. and M. Tanda, 2004: Growth and Stomach Contents of Juvenile White-spotted Conger *Conger myriaster*. *Suisanzoshoku*, 52, 139-144.
- 五利江重昭・反田 實, 2005: 播磨灘北東部におけるマアナゴ浮遊期幼生の出現状況. *兵庫農技総セ研報 (水産)*, 38, 1-5.

- 片山知史, 2010: マアナゴの資源生態. マアナゴ資源の漁業と現状, 2, 16-21.
- Katayama S. and Y. Shimizu, 2006: Occurrence pattern of white-spotted conger larva, *Conger myriaster*, in the southern Tohoku area. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr. 70, 10-15.
- 小林徳光, 1989: 仙台湾におけるマアナゴ漁業とその生態について. 漁業資源研究会議 北日本底魚部会報, 22, 95-106.
- 黒木洋明, 2008: マアナゴ (*Conger myriaster*) 葉形仔魚の沿岸域への回遊機構に関する研究. 水研センター研報, 24, 105-152.
- 黒木洋明・片山知史, 2006: 黒潮を介した大回遊. どこからどこまで行くのだろうか? 謎の多い「ノレソレ」の生態, 魚類環境生態学入門-溪流から深海まで, 魚と棲みかのインターアクション, 猿渡敏郎編, 東海大学自然科学叢書 2, 東海大学出版会, 224-243.
- 黒木洋明・片山知史, 2010: 我が国周辺水域の資源評価・平成 22 年度伊勢・三河湾マアナゴの資源評価, 667-684.
- Kurogi H., N. Mochioka, M. Okazaki, M. Takahashi, M. J. Miller, K. Tsukamoto, D. Ambe, S. Katayama and S. Chow, 2012: Discovery of a spawning area of the common Japanese conger *Conger myriaster* along the Kyushu-Palau Ridge in the western North Pacific. Fish. Sci., 78(3)525-532.
- Lee T. W. and J. S. Byun, 1996: Microstructural growth in otoliths of conger eel (*Conger myriaster*) leptocephali during the metamorphic stage. Marine Biology, 125, 259-268.
- Ma T., M. J. Miller, J. Aoyama and K. Tsukamoto, 2007: Genetic identification of *Conger myriaster* leptocephali in East China Sea. Fish. Sci., 73, 989-994.
- Miller M.J., T. Yoshinaga, J. Aoyama, T. Otake, N. Mochioka, H. Kurogi and K. Tsukamoto, 2011: Offshore spawning of *Conger myriaster* in the western North Pacific: evidence for convergent migration strategies of anguilliform eels in the Atlantic and Pacific. Naturwissenschaften, 98(6), 537-543.
- 水野正之・黒木洋明, 2010: 「ノレソレ」漁獲量とマアナゴ漁獲量の関係について, マアナゴ資源と漁業の現状, 2, 73-74.
- 望岡典隆, 2001: マアナゴの初期生態. 月刊海洋, 33, 536-539.
- 望岡典隆・塩澤成子・長坂美紀・久保田正, 2006: 1994 年～1995 年の駿河湾におけるマアナゴ (*Conger myriaster*) 葉形仔魚の来遊. 「海—自然と文化」東海大学紀要海洋学部, 4, 133-139.
- 鍋島靖信, 阿部恒之, 山本圭吾, 大本茂之, 東海正, 1995: マアナゴの資源管理のための漁獲制限体長の設定とアナゴ籠の目合選定. 大阪府立水産試験場研究報告, 9, 41-55.
- 永山聡司, 2005: 東京湾内湾におけるマコガレイ稚魚の分布について. 千葉水研研報, 4, 17-34.
- 清水詢道, 1996: 東京湾のマアナゴ資源について - I 漁業の実態と資源管理に関する予察. 神水研研報, 1, 7-13.
- 清水詢道, 2003: 東京湾のマアナゴ資源について. 神水研研報, 8, 1-11.
- 清水詢道, 2005: 東京湾へのマアナゴ葉形仔魚の来遊. 神水研研報, 10, 1-7.
- 多部田修・望岡典隆, 1988: ウナギ目 Anguilliformes, 「日本産稚魚図鑑」(沖山宗雄編), 東海大学出版会, 東京, pp. 21-62.
- 高橋清孝・雁部総明・尾形政美・佐伯光広・片山知史, 2007: 仙台湾におけるマアナゴ *Conger myriaster* (Brevoort) の加入水準と漁獲量の関係. 宮城水産研報, 7, 9-12.
- 田島良博・清水詢道, 2010: 東京湾におけるマアナゴの資源生態—漁況予測の現状と課題—. マアナゴ資源と漁業の現状, 2, 210-211.
- Yagi Y., N. Kodono, I. Kinoshita and S. Fujita, 2010: Late-stage metamorphosing *Conger myriaster* leptocephali collected in a river estuary of Ariake Bay, Japan. Ichthyological Research, 57(3), 310-313.
- 鷹崎和義, 2010: 福島県におけるノレソレ・マアナゴの水揚動向. マアナゴ資源と漁業の現状, 2, 212-213.

東京湾産マアナゴ *Conger myriaster* の体成分組成の季節変動について

臼井一茂*¹・田島良博*¹

The seasonal variation of body constituent composition of *Conger myriaster* from Tokyo Bay

Kazushige USUI*¹, Yoshihiro TAJIMA *¹

*¹ 神奈川県水産技術センター 〒238-0237 三浦市三崎町城ヶ島養老子

usui.97s3@pref.kanagawa.jp

Kanagawa Prefectural Fisheries Technology Center, Jogashima, Misaki, Miura,

Kanagawa 238-0237, Japan

緒言

マアナゴは本県の東京湾漁業でも重要な漁獲魚種である。当所ではマアナゴ資源について、1994年より資源加入や移動に関する生態調査などをおこなっている。しかし、東京湾を代表する江戸前食材であるマアナゴについて、成長段階や季節変化による体成分組成の変化などの報告は殆ど見られない。そこで東京湾で漁獲されるマアナゴについて、年間を通し成長と体成分変化を測定したのでここに報告する。

試料及び方法

測定と分析に用いたマアナゴは、横浜市漁業協同組合柴支所所属のあなご筒漁船第六金亀丸により漁獲され、小型のマアナゴであるメソアナゴを選別した後、活魚出荷された魚を用いた。

2009年度は各月15検体、合計165検体(3月分はサンプル欠損)について、全長、体重、性別を測定したのち、胸鰭基部後端より前方の頭部、内臓、脊椎骨を除去し、食品として利用される部位を可食部として重量を測定した。また、体重と可食部重量より、食材としての歩留りを算出した。

サンプルは全長によりA:30~35cm未満、B:35~40cm未満、C:40~45cm未満、D:45~50cm未満、E:50cm以上と5区分に分け、小型

の魚体は数尾(雌雄混合)を1検体とし、それぞれの検体について一般成分を測定した。

2010年度は、各月雌雄各5検体ずつ、合計90検体(7, 1, 3月分はサンプル欠損)について、全長、体重、性別、可食部重量を測定した後、全ての個体について粗脂肪含量を測定した

一般成分の測定については、測定を終えた可食部から表皮をはがし、噴門部より下の筋肉部を用いた。1検体から約50gを採肉しフードカッターにてミンチにしたのち、各試料に用いた。

一般成分の測定法は、水分含量は105℃乾燥法、粗タンパク質含量はケルダール法、粗脂肪含量はソックスレー法、灰分含量は580℃灰化法の定法にて行った。

結果

2009年度の測定

2009年度の月別の平均体重と平均全長を図-1に示す。平均全長は4月の35.2cmより徐々に大きくなり10月が最大値の45.4cmとなった。特異的に6月の検体のみが大きく10月に次ぐ大きさの41.3cmであった。10月以降では1月まで平均全長が小さくなり、1月の平均全長は36.5cmとなった。2月は40.5cmとなった。なお、3月は悪天候のため、サンプリングができず欠損となっ

た。

平均体重についても平均全長と同様な傾向を示し、4月の平均体重 78.0g より 10月まで増加し続け、10月では年間最高値である 145.8g であった。その後1月の 73.6g の最小値を示した後、2月では 119.9g であった。なお、6月は平均全長と同様に特異的に高い値で、116.5g であった。

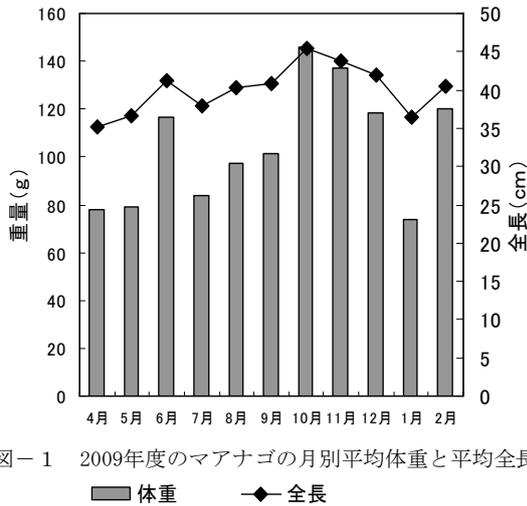


図-1 2009年度のマアナゴの月別平均体重と平均全長
 ■ 体重 ◆ 全長

次に 2009 年度の月別の平均可食部重量と歩留りを図-2 に示す。可食部重量は4月の 50.7g から徐々に増加していき、10月の 101.9g が最高値であった。途中、6月に 79.0g と特異的に高い値を示した。その後、1月まで速やかな減少がみられ、1月では 46.7g と最小値であり、2月には 76.4g となった。歩留りについては、次式に示す、歩留り(%) = (可食部重量 / 平均体重) × 100 で算出

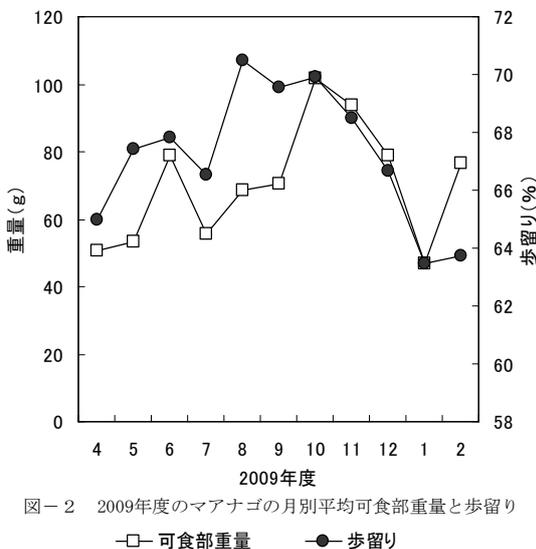


図-2 2009年度のマアナゴの月別平均可食部重量と歩留り
 □ 可食部重量 ● 歩留り

した。平均歩留りは 67.2% であり、この値より低い時期は4月及び12月から2月であった。

図-3 に 2009 年度月別マアナゴの一般成分組成を示す。年間平均では水分含量が 73.13%、タンパク質含量 14.99%、脂肪含量が 10.58%、灰分が 1.30% であった。個別成分で見ていくと、水分含量では5月に 70.05% と最小値であり、1月の 77.73% まで徐々に増加していったのち、5月まで徐々に減少していった。タンパク質含量では一定の変動が見られず、5月の 18.61% が最大値、6月の 12.58% が最小値であった。脂肪含量は6月に 15.04% の最大値を示すが、5月の 10.07% から11月 12.12% まで穏やかな増加が見られた後、12~2月はほぼ同様な低い値であり、平均7%程であった。灰分は2月の 0.71% が最小値で、7月の 1.71% が最大値であった。以上のことから、一般成分について全体組成成分での変動差は、水分含量は約6%、粗タンパク質は約6%、粗脂肪含量は約9%、灰分が約1%となり、脂肪含量の変動が最も大きなものであった。

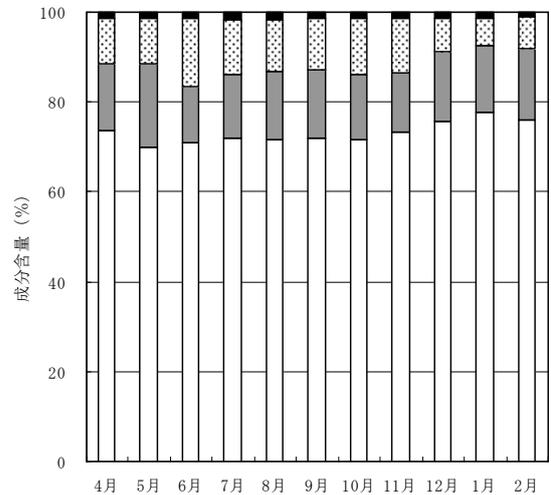


図-3 2009年度のマアナゴの月別一般成分組成
 □ 水分 ■ 粗タンパク質 □ 粗脂肪 ■ 粗灰分

次に 2009 年度のマアナゴのサイズ別による月別脂肪含有量の変化を図-4 に示した。全ての時期においてサンプリングできたサイズはB, Cのみであった。また、A, D, Eを加えた 15 検体全ての値を用いて平均を算出したものが全体の平均値である。全長 35~40cm 未満サイズのB区分の

みの年間平均値は9.91%であった。また全体平均値より高い値を示したのは5月の1回だけであった。5月の11.06%以降、10月の12.18%の間までは8月の最高値13.51%と若干の変動はあるものの、6ヶ月間の平均は12.18%と大きな増減は見られなかった。また、11月から4月までは5ヶ月間(3月は欠損)の平均値は7.19%と、脂肪含量の多い時期と少ない時期が明確であり、1月の5.73%が最小値であった。

全長40~45cm未満サイズのC区分のみの年間平均値は11.83%であった。また全体平均値より高い値を示したのは、8月を除く6月から12月の間であった。4月の9.68%から12月の11.84%の間に2回のピークが見られ、1つ目は6月の15.67%と、2つ目は10月の12.48%であった。また、最小値は2月の6.97%であった。

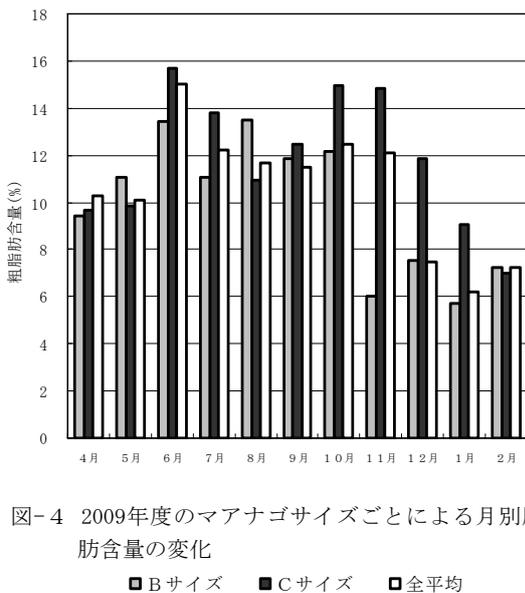


図-4 2009年度のマアナゴサイズごとによる月別脂肪含量の変化

2010年度の測定

2010年度の雌雄別、月別の平均全長について図-5に示す。雌雄の年間平均値はそれぞれ46.9cm, 38.5cmであり、雌の方が大きかった。月別に見ると9月のみ雄の平均全長が雌の平均値を若干上回り、雌の40.3cmに対して雄は40.7cmであった。11月にはサンプリングされた雌は大型のみであり、平均全長が79.3cmであり、その月の雄の平均全長42.9cmより約2倍の大きさであった。次に2010年度の雌雄別、月別の平均可食部重量

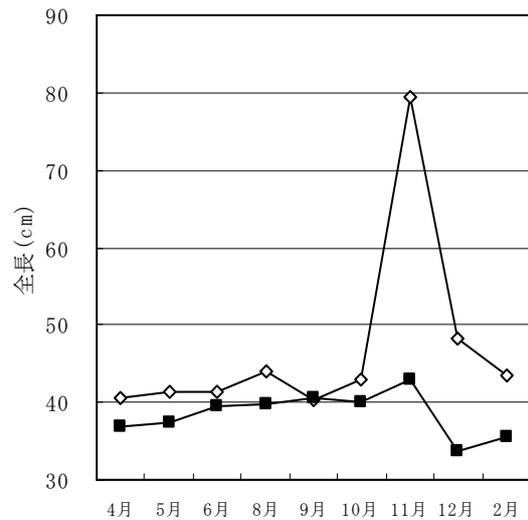


図-5 2010年度のマアナゴ月別雌雄の平均全長

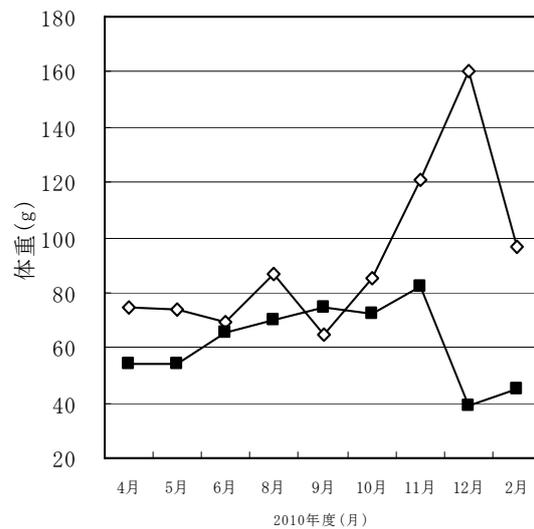


図-6 2010年度のマアナゴの月別雌雄の平均可食部重量

について図-6に示す。雌雄の年間平均値はそれぞれ92.4g, 61.8gであり、雌の方が重かった。また、平均全長の場合と同じく、9月のみが雌雄が逆転し、雌の64.6gに対して雄は74.7gと重かった。特に9月の値を除いた場合、雌の可食部重量は4月の74.6gから12月までの160.4gと順調に増加しており、雄も同様に4月の53.8gから11月の82.3gまで順調に重量が増加していた。12月には11月に比べ半分の値以下の38.9gと最小値を示した。

次に雌雄別、月ごとの脂肪含量の変化を図-7に

示す。12月のみ雌雄が逆転したものの、それ以外の月では全て雄の脂肪含量が雌を上回った。雌は4月の4.68%から最大値である8月の10.56%まで徐々に増加が見られた後、徐々に減少していき2月には2.24%まで減少した。雄では4月の10.64%から8月の14.90%まで上昇傾向にあったが、以降10月まではほぼ横ばいとなり、11月には急激に減少して約半分の7.30%、12月及び2月には4%程に減少した。特に4月から10月の6ヶ月(7月データは欠損)の間の平均脂肪含量は、雄は雌に比べて約2倍多かった。

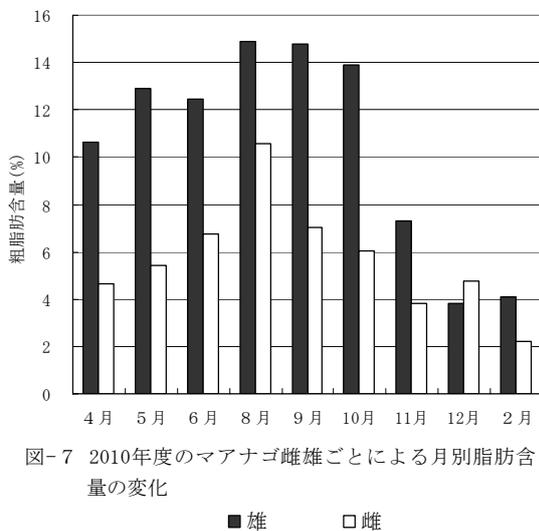


図-7 2010年度のマアナゴ雌雄ごとによる月別脂肪含量の変化

考察

マアナゴの産地は瀬戸内海や東京湾が有名であり、特に東京湾では江戸前の魚として寿司や天ぷらに用いられる重要な魚種である。しかしながら、その旬については一般に初夏とされているものの、それに伴う成分などの科学的データについては殆ど見られない。

2009年度のサンプルについては、AからEまで5cm間隔に5区分に分けて調整した。そのため45~50cmのD区分と50cm以上のE区分以外は、一般成分の測定に必要な50~100gを採取するために、魚体サイズ毎に2~5尾を合わせて1検体とした。そのため、雌雄混合の検体となっていた。

さらに一般成分分析用の採肉には、食用として利用される部分ではあるが、粘液が付着する表皮部と、内臓部を包む腹骨のある腹部を取り除いた。

これは、混入して測定をおこなうと、誤差が大きいことを予備試験で確認したことより、肛門より後方部位で表皮を剥いだ筋肉部のみを用いることにした。

東京湾で漁獲されるマアナゴは、前年春に来遊した単一年級群が主体であることから(清水2003)、今回のサンプルは東京湾で2年目を迎える1才魚であり、水温の上昇と共に成長しているものと考えられる。マアナゴの成長については、雌は2年で38cm(30~45cm)、雄は2年で37cm(30~44cm)と成長することが報告されている(鍋島2001)。このことから、図-1に示した2009年度に採取したマアナゴは、全長で最大値を示した10月の平均全長が45.4cmであったことから、採取したサンプルに限っては大阪湾より全長の成長が早い個体であったと思われる。平均全長及び平均体重からの変化する点は10月以降であり、平均全長及び平均重量が減少している。特に1月では両者とも最小値を示すことから、10月以降は雌雄とも大型となった個体が、雄は産卵回遊、雌は漁獲器具の大きさによる影響で漁獲できなくなっており、年級群が入れ替わるもの(田島ほか2012)と考えられる。そして、1月以降については、同年度の春に来遊した当歳魚を測定していると思われる。

可食部の重量変化を図-2に示したが、6月および10月をピークとする可食部重量の増加が確認された。しかし、食品としての歩留りを見てみると、可食部重量がさほど増えていない8~10月において歩留りが向上し、特に8月では70%を超えていた。このことは頭部や骨、および内臓部の占める割合が少ないことを示し、田島ほか(2012)が報告した可食部重量による肥満度の上昇と一致する。そのことから、順調な成長と共に内臓への蓄積から筋肉部への蓄積に移行しているものと思われる。食品としての栄養価的品質が向上していることが示唆される。

そのことについては、図-3で水分含量の若干の低下ではあるが、可食部重量の増加と同調して、タンパク質と脂肪含量の増加が見られていること

からも、推察される。特に図-4 に示した魚体サイズ別の脂肪含量の変化を示しているが、出荷サイズとしては小型である全長が35~40cm未満のB区分が、水温が上昇する5月には、いち早く脂肪含量の増加が見られている。それについては、東京内湾でマアナゴの餌料となるはぜ類やえび類などが増加すること(田島ほか 2012)からも、摂餌行動が活発になっていることが示唆される。

年間を通じてサンプリングできたB区分は、4~10月の間で脂肪含量が9%以上を保っていた。そして1つ上位のC区分で9%以上の脂肪含量を保っていたのは4~12月と、B区分に比べて2ヶ月も長かった。

ここではデータを示していないが、2010年度の5月及び2月に漁獲されたマアナゴについて、断食飼育を行い脂肪含量の低下を測定した。結果は体重は減少するものの死亡する個体はなく、全ての個体で脂肪含量が2%以下であった。今回、採取した2009年度と2010年度の全ての検体255尾について、脂肪含量が2%以下の個体は10尾あった。それらは11~4月に漁獲されたもので、その内の8個体は雌であった。大型の雌の脂質含量が低くなるのは、成熟と関係することが報告されている(田島ほか 2012)が、冬期は摂餌に限られており、個体によっては断餌による飢餓状態に陥っているとも考えられる。

全体を通して40~45cm未満のC区分が最も脂肪含量の増加が確認された。それは、最も魚価が高く評価される35~45cm(鍋島 2001)のサイズが、脂肪含量の高い魚体であり、それが反映していることが推察される。ただし、魚価の評価については、旨味成分などの成分分析と共に、柔らかさやコラーゲン含量など、テクスチャーに係わる比較が必要であると思われる。

次に2010年度の月別による雌雄の体長、体重の変化については、前述したものとほぼ同様であった。マアナゴの雌雄による成長の差については、高井(1959)、鍋島(2001)が雄よりも雌の方が成長が早いことを報告しているが、東京湾で漁獲されるマアナゴについても同様であった。しかし、雌

雄での体成分の変化について知見がないことから、2009年度のサンプルで見られた、粗脂肪含量に着目して測定をおこなった。

図-5と図-6に2009年度と同様に平均体長と平均体重について示した。平均体長では年間を通じて雄よりも雌の方が大きく、特に11月には大型の雌しか漁獲できず特異的な値となっている。但し、平均体重を示した図-6を見てみると、雌のマアナゴでは9月以降の体重増加が急激に直線的な増加をしており、大型化が進んでいることが確認され、雌雄による差が顕著に表れていた。これについては、極端に大きな魚体をサンプルとして利用することを避けていたが、大型魚体しか入手できなくなった11月のみが極端に体長の大きな個体群となってしまった為である。

魚類の季節的な体成分の変化などについては多くの報告が見られるが、雌雄差による体成分の変化などについては、ブリ(落合ほか 1980)やハゼ科のイサザ(高橋ほか 1974)などいくつかの報告が見られ程度である。しかしながら、性成熟による卵巣や精巣の増加などについては、古くは鯛での比較(波多腰 1932)において雌雄により水分及び粗脂肪含量の差を報告している。また、マイワシの雌雄による生殖腺体指数の変化(松原 1991)では、雌雄共に季節的な変動により増減するが、雌雄での差は見られていない。

図-7に示した2011年度に漁獲された、各月毎のマアナゴ合計90検体(7, 1, 3月分はサンプル欠損)の雌雄別の粗脂肪含量を測定したが、春から秋にかけて粗脂質含量が増加している特徴は2010年度の測定結果と同様であった。ただし、雌に比べ雄の方が冬期以外の脂肪含量が、1.4~2.4倍と顕著に高いことが明らかになった。このことは雄に比べ雌は魚体を大きくすることを優先しており、性成熟との関係が高い(田島ほか 2012)ことが要因と思われる。これらの生体代謝については、生態とともに調査が必要と考える。ただし、食品として利用する場合は、東京湾産のマアナゴであるなら雌よりも雄の方が付加価値が高いとも言える。しかし、外見上では雌雄の区別がつかないこ

とから、一般に利用されている45cm以下のマアナゴであれば、雌雄が混在しており、鍋島(2001)が高く評価されるとしているサイズに一致し、美味しいアナゴの大きさと考えられる。

現在、粗脂肪含量を迅速に測定する手法として、近赤外線を用いた非破壊型の簡易測定法が考案されている。カツオ(山内ほか 1999)やビンナガ(寫本ほか 2000)、マアジ(寫本ほか 2001)、アカムツ(清川ほか 2007)などで有効性が確認され、その産地において実用化が進められ、鮮魚の地域ブランド化も始まっている。

マアナゴの体成分についての報告は少なく、島根県水産技術センター(2012)が外洋性のマアナゴの季節別の粗脂肪含量が報告している。それによると、雌に比べ雄の粗脂肪含量が多く、雌に比べて小型であるとされている。そのことから、マアナゴについては雄と雌により体成分の違いがあり、性成熟による差と思われる。それは卵巣や精巣の成熟に伴い、魚体の脂肪などが減少するが、マアナゴの場合はウナギと同様に長い産卵回遊や、より多くの卵を産むためにも、雌の魚体を大きくする必要があったものと思われる。

謝辞

この試験を行うにあたり、アナゴについての総合的なレクチャーを当所の清水詢道氏にご指導を賜った。また、マアナゴの脂肪分析情報など島根県水産技術センターの井岡久氏、内田浩氏にご助言を賜った。この場を借りて暑くお礼申し上げます。

引用文献

- 波多腰ヤス,1932: 鯛に関する栄養化学的研究(第三報)鯛の雌雄と肉成分. 日本化学会誌,53,982-990.
- 清川智之,井岡久,2007: ポータブル型近赤外分光分析装置によるマアジ, アカムツ脂肪含有量の非破壊測定とその活用事例. 島根水技セ研報,1,11-17.
- 松原孝博,1991: マイワシ. 海産魚の産卵・成熟リ

ズム, 廣瀬慶二編, 水産学シリーズ,85,113-124.

鍋島靖信,2001: マアナゴの成長と食性. 月刊海洋,33,8,544-550.

高橋明,鍋島浩,榎田晋,長谷川泉,1980: 産卵期中のり生殖腺の成熟と体部粗脂肪の量的変化について. 日水誌,46,407-412.

清水詢道,2003: 東京湾のマアナゴ資源について(総説). 神水研報,8,1-11.

島根県水産技術センター,2012: 島根のアナゴの美味しい季節は?. トビウオ通信号外とびつくす,59.

寫本淳司,長谷川薫,藤井大樹,河野澄夫生,2000: ビンナガの脂肪分布と近赤外分光法による脂肪含量の非破壊測定. 日水誌,66,1059-1065.

寫本淳司,長谷川薫,井出圭,河野澄夫生,2001: 凍結マアジの近赤外分光法による脂肪量の非破壊測定. 日水誌,67,717-721.

高井徹,1959: 日本産ウナギ目魚類の形態, 生態および増殖に関する研究. 農水講研報,8,3,209-555.

高橋さち子,1974: イサザ(ハゼ科)の性成熟について - I 成長と性成熟の季節推移, 日水誌,40,847-857.

田島良博,臼井一茂,2012: 東京湾におけるマアナゴ *Conger myriaster* の生化学的特性. 神水セ研報,5,55-62.

山内悟,澤田敏雄,河野澄夫,1999: インタラクタンス方式の光ファイバーを用いた近赤外分光法による凍結カツオ粗脂肪量の非破壊測定. 日水誌,65,747-752.

アサリの殻模様で見られる非対称性

張 成年*¹

Asymmetric shell marking type of the Manila clam *Ruditapes philippinarum*

Seinen Chow*¹

*¹ 独立行政法人 水産総合研究センター 増養殖研究所 資源生産部

chow@affrc.go.jp

National Research Institute of Aquaculture, Nagai 6-31-1, Yokosuka, Kanagawa
238-0316, Japan

アサリ殻模様の対称性は一遺伝子座支配であることが交配実験から示されている (Peignon *et al.* 1995)。池田 (1893) は東京湾で採取したアサリの殻模様を観察し、殻模様が左右殻間で非対称である個体 (asymmetry: A 型) が 15.4% の頻度で出現したと報告している。その後、Taki (1941) は尾道周辺のアサリの貝殻模様を観察し、3029 個体のうち白色類はわずかに 78 個体 (1.5%) であったと報告している。このように可視的で遺伝的な表現型は、地域個体群間の関係を検討するうえで簡便なマーカーに成りうる。本研究では東京湾と相模湾で経時的に採取したアサリ標本における A 型個体の出現頻度を報告するとともに、静岡、愛知、福岡、熊本で採取した標本と比較検討した。千葉県 (三番瀬、盤州)、神奈川県 (海の公園、荒崎)、静岡県 (浜名湖)、愛知県 (三河湾) 福岡県 (中津)、熊本県 (白川河口) の 6 県 8 地域から地域ごとに 1 ないし 6 標本、計 6,704 個体を採取した。各県ごとの A 型の平均出現頻度を図 1 に示した。東京湾及び相模

湾(荒崎)標本ではA型の出現頻度が14.5%から26.4%であり静岡県以西標本での3.1%から6.1%に比べて有意に高かった($p < 0.003$)。今回観察した東京湾におけるA型の出現頻度は120年前の値(15.4%)よりやや高い傾向があるが、東京湾及びその近隣海域では100年以上にもわたってA型の出現頻度が高いレベルで維持されてきたものと考えられる。静岡以西の標本ではA型の出現頻度が明らかに低く、アサリの地域集団間には比較的強い遺伝的な隔離が存在しているものと考えられる。東京湾の特に盤州海域では1990年代初頭から三河湾や有明海産だけでなく中国、北朝鮮産のアサリが放流されてきたが、盤州一帯に放流された他地域産のアサリは対称型頻度を高めるほどには次世代に貢献していないことになる。Sekine *et al.* (2006) はミトコンドリアDNAのCOI遺伝子の塩基配列解析を用いて、日本国内6地域(北海道1、本州4、九州1)及び中国3地域(大連、膠州、廈門)から収集したアサリ標本を比較し、中国産と日本産アサリ間では個体レベルで識別可能なほど大きな遺伝的差異が存在することを報告している。彼らは過去の放流量が在来個体群の現存量に対して遺伝的錯乱をもたらすほどのものではなかったと推察しており、本研究結果とよく一致する。今後、非対称模様という簡便なマーカーを指標として、さらに多くの地域標本を分析するとともに、地域内での季節間、サイズ間でも検討する必要がある。

文献

- 池田作次郎, 1983: あさり介殻ノ斑紋ニ就テ. 動物學雜誌, 5, 222-226.
- Peignon, J. M., A. Gérard, Y. Naciri, C. Ledu and P. Phélipot, 1995: Analyse du déterminisme de la coloration et de l'ornementation chez la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*. Aquatic Living Resources, 8, 181-189.

Sekine, Y., H. Yamakawa, S. Takazawa, Y. P. Lin and M. Toba, 2006: Geographic variation of the COX1 gene of the short-neck clam *Ruditapes philippinarum* in coastal regions of Japan and China. *Venus*, 65, 229-240.

Taki, I., 1941: On the variation in the colour pattern of a bivalve, *Venerupis philippinarum*, with special reference to its bilateral asymmetry. *Venus*, 11, 71-87.

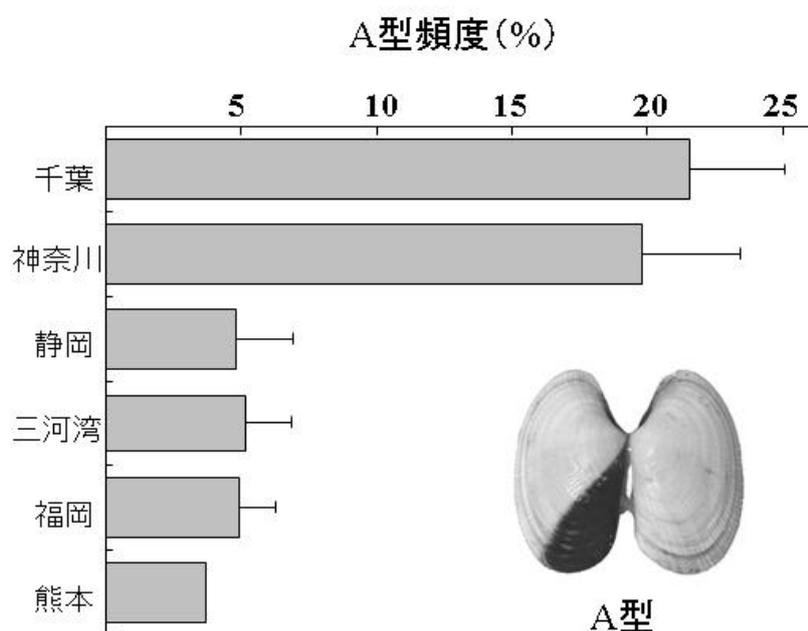


図1. アサリの非対称殻模様 (A型) と6県標本における平均出現頻度

東京湾における天然ウナギ資源の漁業と今後の研究
 山本敏博・黒木洋明・張 成年（水研セ増養殖研）・
 児玉真史・岡崎 誠（水研セ中央水研）

ウナギ漁業と資源の現状 ウナギ (*Anguilla japonica*) は日本、韓国、中国、台湾の沿岸から河川・湖沼に広く分布し、マリアナ西方海域の産卵場で任意交配を行う国際資源である。現在、国内のウナギ生産量のうち天然ウナギの漁獲量が 1% 未満、養殖生産量が 99% 以上となっている。天然ウナギの漁業は日本の沿岸から河川・湖沼で広く行われて来た。沿岸で行われている現在のウナギ漁業は、漁獲統計から実態が把握出来ないほど小規模なものとなっているが、本題では東京湾を例に沿岸ウナギの漁業と資源について取り纏めた。一方、日本の河川・湖沼におけるウナギの漁獲量は、1960 年代～1970 年代はじめに 3,000 トンを超えたが、その後激減して 2011 年は 230 トンとなった。しかし、河川・湖沼においては現在もウナギが重要な資源である地域は多い。ウナギ養殖は天然のシラスウナギを種苗に用いて行われている。国内のシラスウナギの漁獲量は、漁獲統計が整備された 1950 年代後半～1960 年代には 200 トンを越えた年もあったが、その後激減した。2009-2010 年シーズン以降のシラスウナギの漁獲量は、3 シーズン連続で 10 トンを下回り、養殖業の存続が危ぶまれる程の不漁となっている。

戦前・戦後の東京湾におけるウナギ漁業 東京府内湾漁業図集は戦前、東京湾内で行われていた漁法 71 種類を記載しており、当時の漁業が網羅的に把握出来る資料となっている。71 種類の漁法のうちウナギを漁獲対象とした漁法は 10 種類 (14%) が認められ、ウナギ漁は主に 5m 以浅の干潟・浅海域で行われていた。東京湾内のウナギの漁獲量は 1940 年に 400 トンを超えていたが、1960 年代後半以降激減した。東京湾内における天然ウナギは戦前から 1970 年代までは干潟・浅海域において重要な漁獲対象資源であった。

現在の東京湾におけるウナギ漁業 1991 年以降東京湾内のウナギ漁獲量は 10 トンを下回る水

準で推移おり、細々とウナギ漁業が営まれていると考えられた。そこで著者らは 2011 年に東京都、神奈川県、千葉県の主要河川の近隣住民、各漁業協同組合、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、千葉県水産総合研究センターの皆様から聞き取りを行った。その結果、2011 年夏以降は東京都中川の 1 ヶ統を除きウナギ漁業が営まれておらず、東京湾内のウナギ漁業は消滅の危機にあることが明らかになった。また、中川のウナギ漁業者からウナギ漁業の現状について聞き取りを行った。その概要は、中川河口域で現在行われているウナギ漁はウナギ筒を用い、例年 6 月中旬から 10 月までを漁期としている。漁獲は、平均で数日に 1 度の頻度で干潮時直後に行い、1 回当たり数 kg から 20kg の範囲で漁獲する。漁獲量は年間を通して数百 kg と推定される。

ウナギ資源研究における課題 1. ウナギは国際資源であることから消費・生産国である日本、韓国、中国、台湾が連携し資源研究と資源管理に取り組む必要がある。2. シラスウナギと天然ウナギの資源管理と保全が重要である。3. ウナギは沿岸から河川・湖沼に至る多様な環境に生息し、生息環境による性比の偏りや成長差が認められることから多様な環境で生態研究を行い、保全策を考える必要がある。4. 特に、沿岸に生息する海ウナギの再生産への貢献度は高いことが指摘されていることから、海ウナギの生態研究が重要である。5. ウナギ資源の減少が顕著であることから、生態研究に先行してシラスウナギと降りウナギの資源管理に取り組む必要がある。

今後の研究 海ウナギの生態は謎が多いが、その保全と資源管理は緊急に実施すべき課題である。水研センター増養殖研究所と中央水産研究所は東京都中川でウナギ漁業者の協力を得て、海ウナギ資源の保全と資源管理へ向け、好適生息環境の解明を目的とした研究を推進する予定である。

江戸前の復活！東京湾の再生をめざして

平成25年3月

中央ブロック水産業関係研究開発推進会議

東京湾研究会

1. はじめに

東京湾は我が国の沿岸漁業・環境・開発にとって象徴的な海であるといえる。中央ブロック水産業関係研究開発推進会議東京湾研究会（以下、東京湾研究会）では、低迷する東京湾の漁業生産の現状に鑑み、タイトルに掲げる江戸前の復活と東京湾の再生を目指す観点から、現状についてレビューを行うとともに、復活・再生のために取り得るべき方策について検討を行った。

1960年代以降、東京湾における多くのいわゆる江戸前の魚介類の生産は減少し、近年も低迷が続いている。これに対して、漁業者や水産関係機関を中心に種苗放流や漁獲制限、さらに研究機関においてはその裏付けとなる知見の集積や技術開発など資源を回復させるための様々な取り組みが行われてきたが、生物の生息環境悪化等の要因により十分な効果が得られないことが多く、より根本的な対策を講ずることが求められている。

実際、東京湾における漁獲量の変化と環境の変遷は良く対応しており、多くの江戸前の魚介類の生産量の減少・低迷は、1960年代から70年代にかけて大規模に行われた埋立による干潟・浅場の消失と夏季に湾奥で常態化している貧酸素水塊の形成が大きな影響を及ぼしていると考えられる。江戸前の復活と東京湾の再生のためには、魚介類をはじめとする多様な生物が生息可能な水環境を復活させることが肝要であり、そのためには干潟・浅場を可能なかぎり再生することとともに、覆砂や浚渫などにより海底環境を改善していく必要がある。

1980年代以降、干潟・浅場の生物保育や生物多様性の機能が見直され、港湾管理者等によって人工海浜の造成や護岸構造物の構築などが行われている。このような試みの中には、水産有用種の生産性・生息環境あるいは生物の多様性が向上した事例も報告されており、そのような事例を基礎資料として具体的な施策を検討していくことは、東京湾再生に向けて重要な方向性の一つであると考えられる。一方で、東京湾の生態系は非常に複雑であり、水域環境と生物の関係については依然として未解明な課題も多い。

本提言では、東京湾の漁業の現状と問題点を魚種別にとりまとめるとともにそれぞれの生産回復のために必要な取り組みや研究課題を整理した。さらに、これまで行われた干潟・浅場造成事業等で水産有用種の増加に結びついた成功例を取り上げて水産の視点から効果的な事業実施のポイントを整理し、東京湾再生のための提言としてとりまとめた。

2. 東京湾における漁業の変遷

東京湾は豊穡な海として、古来より漁業生産の場として利用されて来た。江戸期以降、東京湾で漁獲される魚介類は「江戸前」と呼ばれ、種類の豊富さと味の良さから1つのブランドを形成してきたが、そこで営まれる漁業は一様ではなく時代の変遷と共に大きく変化してきた。

昭和初期の東京湾では、多様でユニークな漁具を用いた漁業が行われていた。網漁業では打たせ網、刺網など30種類以上、延縄と釣りではそれぞれ10種類以上の漁具が認められ、竹筒などを用いたその他の漁業も含めると、70種類以上の漁具・漁法を用いた漁業が営まれていた。これらの漁業は主に非動力船を用いており、多種多様な魚介類を対象として主に5m以浅の干潟・浅海域で営まれていた（東京府水産会 1940）。東京湾では戦後しばらくの間、昭和初期にみられた漁具を用いた漁業が行われて来たが、1962年に東京都でアサリ、ハマグリ、ノリなどの漁業権漁業が放棄されたことに象徴されるように、1960～1970年代に沿岸部で大規模な埋立が行われ干

潟・浅海域漁場の多くが失われることとなった(図 1)。一方、戦後以降、漁船の動力化・高出力化が急速に進み、漁場は浅海域から湾中央部まで広がり、漁業の効率化が図られるとともに、ほぼ現在の漁業形態となった((社)漁業情報サービスセンター 2004, 柿野ら 2011)。

現在の東京湾では採貝漁業、漁船漁業、藻類漁業に大別される漁業が営まれている。採貝漁業は、アサリ、ハマグリ、バカガイ等を漁獲対象としたジョレンを用いた漁法が一般的である。また、漁船漁業は、イワシ類、スズキ、コノシロ類などの浮魚を漁獲対象とした巻網漁業、ヒラメ、カレイ類、アナゴ類、エビ類、カニ類などの底魚類を漁獲対象とした底曳網漁業、スズキ、カレイ類を漁獲対象とした刺網漁業、アナゴ類を主な漁獲対象とした筒漁業、サヨリを漁獲対象とした船曳網漁業、マダイ、イシモチ類、ヒラメなどを漁獲対象とした釣りや延縄漁業等が行われている。藻類漁業は、ノリ、ワカメなどの養殖が中心である(柿野ら 2011)。

東京湾における魚介類の漁獲量は戦後急速に増加し 1960 年に 18 万 7,928 トンの最大値を記録して以降減少へ転じた。特に、1970 年代初頭には漁獲量が激減して 4 万トン台となった。その後は漸減傾向となり、現在は 2 万トンを下回る水準にあると推察される。東京湾における採貝漁業、漁船漁業、藻類漁業の漁獲動向をみると、1960 年代初頭までは採貝漁業と藻類漁業による漁獲が 10.6~17.8 万トン台にあり全漁獲量の 93~95%を占めていたが、採貝漁業と藻類漁業による漁獲は 1960 年代中盤~1970 年代初頭にかけて急激に減少した。また、1970 年代中盤以降も採貝漁業と藻類漁業による漁獲量は減少傾向にあるが、その割合は 1980 年代にかけて減少し、その後増加傾向にある。一方、1970 年代後半~1980 年代にかけて漁船漁業による魚類の漁獲量が増加した。1982 年と 1988 年には魚類の漁獲量が 17,217 トンの最大値を記録し、1987 年には魚類の漁獲量が全漁獲量の約 44%を占めたが、その後、漁獲量、全漁獲量に対する漁獲割合ともに減少傾向にある(図 2)。このような状況下、東京湾内の漁業就業者数は、統計上把握が可能となった 1968 年には 23,454 人であったが、その後減少が続き、2008 年には 4,516 人となっている(図 3)。

上述した 1980 年代終盤を境にした漁獲量の落ち込みに対して、水産資源を回復するための様々な資源管理、資源増殖対策が実施されて来た。しかし、これらの取り組みにもかかわらず、多くの漁獲対象種で資源の漸減傾向が続いている。その原因として、一部の漁獲対象種ではかつての乱獲が資源回復に悪影響を及ぼしていると考えられるが、後述する課題整理票からもみてとれるように多くの種では干潟・浅場の消失や自然あるいは人為的な環境変化が影響していると考えられる。清水(2000)は、戦後から現在までを戦後復興期(1945~1960 年)、環境悪化期(1960~1970 年)、環境回復期(1970 年~1980 年代前半)、再悪化懸念期(1980 年代後半以降)の 4 期に大別して東京湾の漁業と環境の対応について説明しており、昭和初期から現在までの東京湾における漁業種類や漁獲量の劇的な変化は次節の「漁業生産に関わる東京湾の環境の変遷」で述べる環境の変遷と良く対応しているように見える。

また、漁業の他にも現在の東京湾ではマハゼ、カレイ類、アナゴ類、スズキ、タイ類などを対象とした遊漁が広く行われるとともに、沿岸域は潮干狩り、釣り、海水浴、屋形船、クルージング、生き物観察の場、環境教育の場として一般に利用されている(野村・風間 2011)。

前述のとおり、東京湾における漁業規模は縮小しているものの、依然として東京湾は漁業生産の場や憩いの場として重要であり、その環境を保全・再生していくことが求められている。東京湾の再生が謳われるようになって久しいが、水産業からみた再生のためには水域環境の変化が水生生物に与える影響を明らかにするとともに、その知見を活用して環境の修復や場の再生に取

り組んで行くことが望まれている。

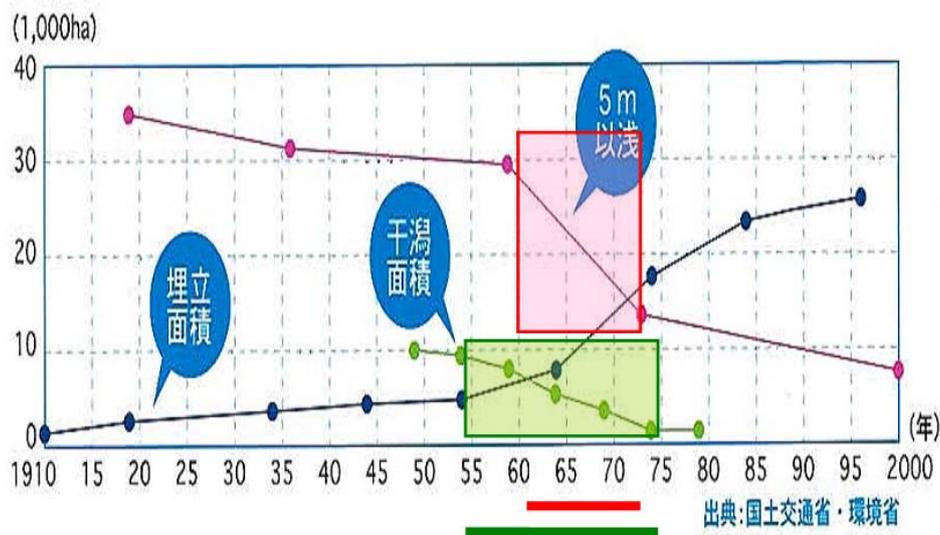


図 1.東京湾内の埋立面積，干潟面積，5m以浅の海域面積の推移。東京湾の環境をよくするために行動する会 HP より転載：<http://www.tokyowan.jp/databank/databank.cgi>，東京湾の環境をよくするために行動する会，2008：東京湾読本—心豊かな暮らし方—東京湾からの実践，66pp

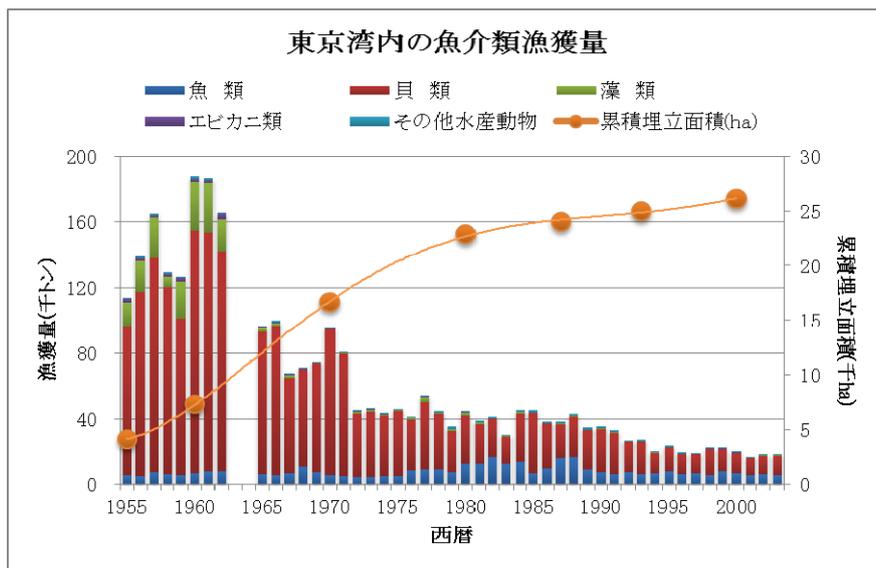


図 2. 東京湾内の魚介類（江戸前魚）の漁獲量と累積埋立面積の推移。東京湾環境情報センター：<http://www.tbic.go.jp/index.asp>，運輸省第二港湾建設局資料より。水域：神奈川県は川崎市～横浜市各漁業協同組合，東京都は江戸川区～大田区の各漁業協同組合，千葉県は浦安～下洲各漁業協同組合。集計方法：1963年以前については属地集計（生産物が採捕された水域の漁獲量），1964年以降は属人集計（漁業地区ごとに集計された漁獲量）。対象漁法：対象水域（東京湾）で行われている全ての漁法。神奈川農林水産年報，1957～2005，関東農政局神奈川統計事務所 編，東京農林水産統計年報，1957～2005，関東農政局統計情報部 編，千葉農林水産統計年報，1957～2005，関東農政局千葉統計情報部 編

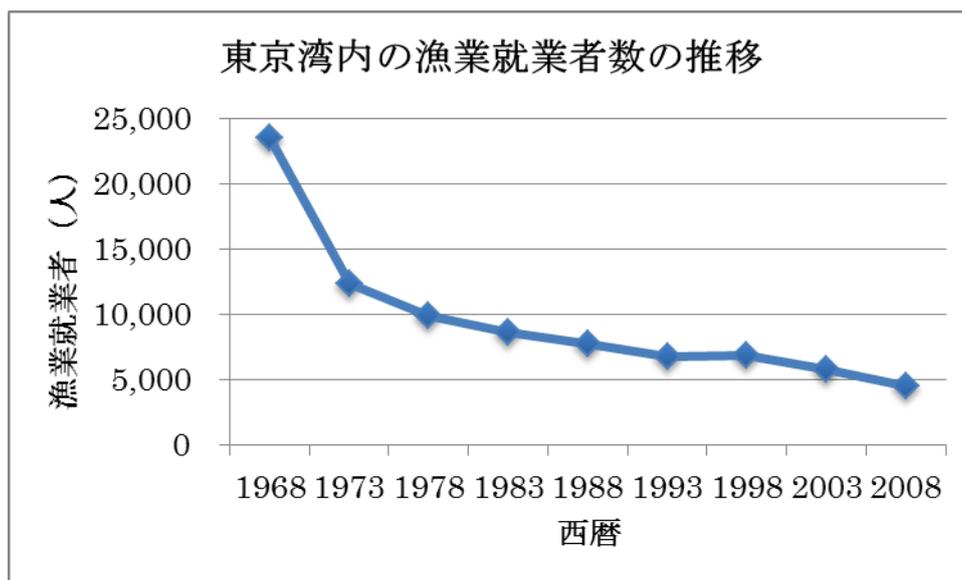


図3. 東京湾内の漁業就業者数の推移. 東京湾環境情報センター：<http://www.tbeic.go.jp/index.asp> より. 水域：神奈川県は川崎市～横浜市，横須賀市の横須賀～北下浦，三浦市の上宮田～二町谷，東京都は江戸川区～大田区，千葉県は浦安市～館山市. ただし，1968年は神奈川県の上宮田～三崎町とした. 第4次漁業センサス（昭和43年11月1日調査）第3報，1970～第11次漁業センサス（平成15年11月1日調査）第3報，2005，2008年漁業センサス（平成20年11月1日調査）第3報，2010，農林水産省統計情報部

参考文献

- 柿野 純・片山知史・堀 義彦 (2011). 「2.4.1 漁業」東京湾-人と自然のかかわりの再生，東京湾海洋環境研究委員会，恒星社恒星閣，p.165-176.
- (社) 漁業情報サービスセンター (2004). 東京湾の漁業と資源 その今と昔. (社) 漁業情報サービスセンター，273pp.
- 清水誠 (2000). 「水産生物」東京湾の生物誌，沼田真・風呂田利夫(編)，築地書館，p.145-155.
- 野村英明・風間真理 (2011). 「2.4.2 水辺の行楽」東京湾-人と自然のかかわりの再生，東京湾海洋環境研究委員会，恒星社恒星閣，p.177-185.
- 東京湾の環境をよくするために行動する会 HP：<http://www.tokyowan.jp/databank/databank.cgi>
- 東京湾環境情報センター：<http://www.tbeic.go.jp/index.asp>
- 農林水産省統計情報部：<http://www.maff.go.jp/j/tokei/>
- 総務省統計局：<http://www.stat.go.jp/>
- 運輸省第二港湾建設局資料
- 東京府水産会 (1940) 東京府内湾漁業図集，80pp.
- 関東農政局神奈川統計事務所 編 (1957～2005) 神奈川農林水産年報
- 関東農政局統計情報部 編 (1957～2005) 東京農林水産統計年報
- 関東農政局千葉統計情報部 編 (1957～2005) 千葉農林水産統計年報
- 農林水産省統計情報部 (1970) 第4次漁業センサス（昭和43年11月1日調査）第3報
- 農林省農林経済局統計情報部 (1975) 第5次漁業センサス（昭和48年11月1日調査）第3報

農林水産省統計情報部 (1980) 第6次漁業センサス (昭和53年11月1日調査) 第3報
農林水産省統計情報部 (1985) 第7次漁業センサス (昭和58年11月1日調査) 第3報
農林水産省統計情報部 (1990) 第8次漁業センサス (昭和63年11月1日調査) 第3報
農林水産省統計情報部 (1995) 第9次漁業センサス (平成5年11月1日調査) 第3報
農林水産省統計情報部 (2000) 第10次漁業センサス (平成10年11月1日調査) 第3報
農林水産省統計情報部 (2005) 第11次漁業センサス (平成15年11月1日調査) 第3報
農林水産省統計情報部 (2010) 2008年漁業センサス (平成20年11月1日調査) 第3報

3. 漁業生産に関わる東京湾の環境の変遷

東京湾の漁業をとりまく環境は時代とともに大きく変化してきた。それは主に自然の環境変動と人為的な影響の両者によるものであるが、ここ 50 年に限ってみれば後者の影響が極めて大きいと考えられる。戦後の高度経済成長期には、産業振興を図るための大規模な埋め立てが進められた他、湾内に産業排水が大量に流れ込み、ダイオキシン類、重金属などの公害問題を引き起こした。また、工場や家庭から排出された窒素・リンなどにより海域の富栄養化が進行した結果、赤潮や貧酸素水塊が頻発し、魚介類の斃死や漁獲の減少などの問題が起こった。こうした問題を解消するため、国や地方自治体は水質汚濁防止法に代表される法令・条例により海域への排水規制をするとともに、下水道の整備を進めてきた。これらの努力により、東京湾流域の発生負荷量は削減規制開始時の 1979 年に比べて、第 6 次水質総量規制の目標年度であった 2009 年までに窒素で 4 割以上 (367→199 ton)、リンで 6 割以上 (41.2→13.9 ton) が削減された。東京湾の水質改善については多くの報告があるが (例えば、野村 2012 ; 石井・大畑 2010 ; 石井他 2008a ; 岡田 2011)、概括的には湾内の水質環境は一時期に比べて一定の改善が図られたと言える。

しかし、海域に流入する負荷が着実に削減されているにもかかわらず、東京湾においては、伊勢湾や大阪湾と同様に環境基準達成率が低く、2010 年 3 月の中央環境審議会による「第 7 次水質総量削減の在り方について」の答申では、今後も着実に水環境を改善するための取り組み、すなわち、さらなる負荷の削減が必要とされている (中央環境審議会, 2010)。一方で冒頭に述べたように、低下した漁業生産に回復の兆しはみられないばかりか、負荷削減の結果、水質の改善が顕著な一部の海域においては、瀬戸内海 (大阪湾を除く) で報告されているような、生物生産力の低下、生態系の劣化を危惧する指摘もなされている。要するに「海域への流入負荷は減少し、水質は一定の改善がみられているものの、漁業生産は低迷している」ということである。

この原因としてはいくつかのことが考えられるが、環境という観点からみると巻末の課題整理票に示されているとおり、干潟、浅場、藻場の減少と夏季を中心に発生する慢性的な貧酸素水塊が主なものとしてあげられる。藻場を含む干潟・浅場は水産有用種をはじめとする魚介類の稚仔の重要な生育場であることは良く知られている。これら干潟や浅場は高度経済成長期に湾面積の約 2 割に当たる 2.6 万 ha が埋め立てられたことにより大きく減少した。その結果、干潟面積は 1950 年代以降、8000 ha が失われ、8 分の 1 に減少し (東京湾の環境をよくするために行動する会 2008)、アサリなどの二枚貝、エビ類・カニ類などの甲殻類をはじめとする干潟や浅場を生活の場とする種は大きく減少した (松川 1987, 清水 2000)。

一方、貧酸素水塊は多くの閉鎖性水域で恒常的に見られる現象で近年において最も重要な漁場環境問題であると言っても過言ではない。貧酸素水塊とは、海水中に溶けている酸素濃度 (DO 濃度) が生物の生息に影響を及ぼす程度まで低下した水塊のことをさす。生物が正常に生息できる DO 濃度の下限は種によって異なるが、多くの生物が 3.0ml/L 以下でなんらかの影響が現れると報告されており (丸茂・横田 2012)、東京湾では石井他 (2008a) が 2.5ml/L、水産用水基準では 3.0ml/L 以下を貧酸素水塊と定義している。

貧酸素水塊は、海水中の酸素の消費量が供給量を上回ることで形成され、酸素消費の主体としては、赤潮由来の有機物や海底泥中に堆積した有機物の分解にともなうものが支配的である。夏季を中心に発生するが、これは淡水の流入、表面水温の上昇により密度成層が強化され、鉛直混

合による上層からの酸素供給が著しく減少するためである。海底に蓄積した汚泥から溶出する栄養塩が発生の要因との指摘もあり、覆砂等により底質の改善を図っていくことが重要な課題となっている。東京湾における貧酸素水塊も他の海域と同様に夏季の湾奥部を中心に形成され、生物に直接・間接的に様々な影響を及ぼしている（大越・風呂田 2000；石井・庄司 2005；石井 1992；石井・加藤 2005；柿野 1986；Kodama and Horiguchi 2011）。東京湾における貧酸素水塊の規模は、石井・大畑（2010）が報告しているように 1960 年代に拡大したのち、近年も規模が大きい状態が続いている（図 4）。

上述の水域環境の変遷は「東京湾の水産業」の項で述べたように、漁業生産の変遷と対応しており、種によってその影響度は異なるものの水域環境の悪化は漁獲量や漁獲物組成に大きな影響を与えている（秋元 2013）。これら以外の環境変遷としては、近年では上述の瀬戸内海のような栄養塩負荷の過剰な削減によるいわゆる貧栄養化や水温上昇といった現象も顕在化し、ノリに代表される漁業に影響を及ぼしていることが明らかとなっている（石井他 2008b）。

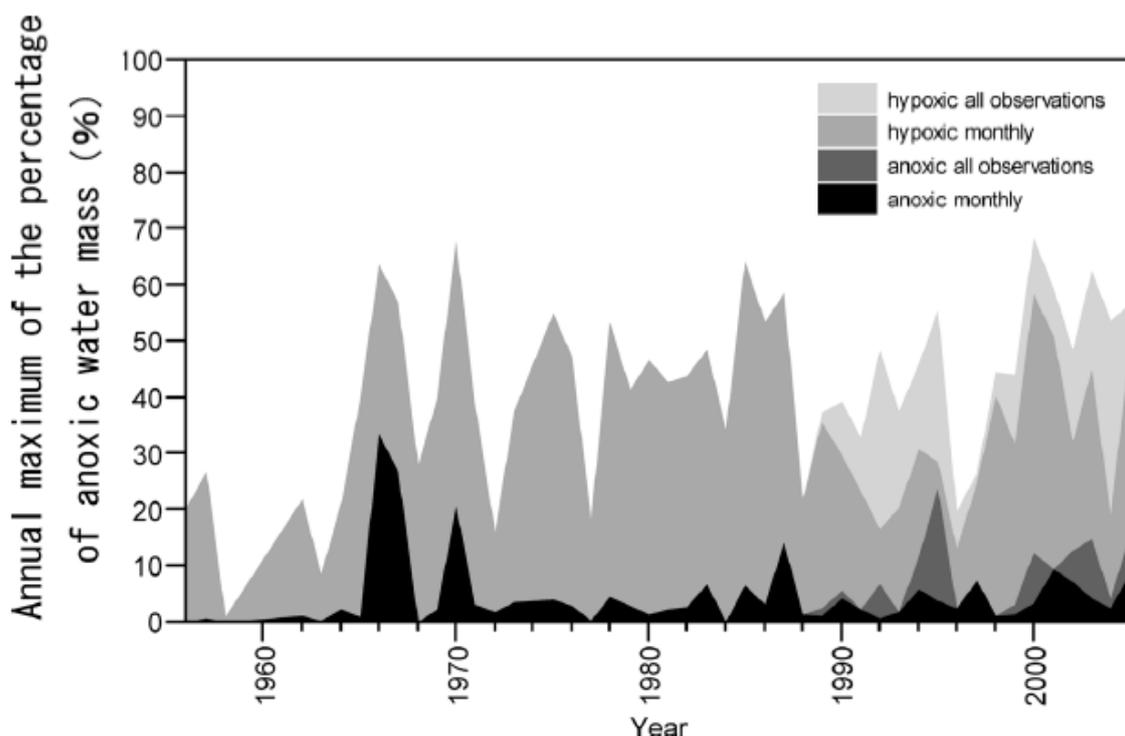


図 4. 東京湾の鉛直断面における貧酸素水塊および無酸素水塊の占める割合の推移（石井他 2008a より引用）

参考文献

- 秋元清治, 2013: 東京内湾の漁獲変動の特徴について, 東京湾の漁業と環境, 4, 21-29 (本稿) .
 石井光廣, 1992: 東京湾におけるマコガレイの移動・分布, 千葉水試研報, 50, 31-36.
 石井光廣・大畑聡, 2010: 東京湾の水質と貧酸素水塊の変動, 沿岸海洋研究, 48, 37-44.
 石井光廣・加藤正人, 2005: 東京湾の貧酸素水塊分布と底びき網漁船によるスズキ漁獲位置の関

- 係, 千葉水研研報, 4, 7-15.
- 石井光廣・庄司泰雄, 2005: 東京湾における2003年のアカガイ大量発生, 千葉水研研報, 4, 35-39.
- 石井光廣・長谷川健一・柿野純, 2008a: 千葉県データセットから見た東京湾における水質の長期変動, 水産海洋研究, 72, 189-199.
- 石井光廣・長谷川健一・松山幸彦, 2008b: 東京湾のノリ生産に影響を及ぼす環境要因: 栄養塩の長期変動および最近の珪藻赤潮発生, 水産海洋研究, 72, 22-29.
- 大越和加・風呂田利夫, 2000: 平場の生物「東京湾の生物誌」, 沼田眞・風呂田利夫(編), 築地書館, 86-109.
- 岡田知也, 2011: 東京湾における流入負荷および海水の滞留時間の長期変遷, 水環境学会誌, 34, 39-42.
- 柿野純, 1986: 東京湾奥部における貝類への死事例 特に貧酸素水塊の影響について, 水産土木, 23, 41-47.
- 清水誠, 2000: 水産生物「東京湾の生物誌」, 沼田眞・風呂田利夫(編), 築地書館, 145-155.
- 中央環境審議会, 2010: 第7次水質総量削減の在り方について(答申), 66p.
- 東京湾の環境をよくするために行動する会, 2008: 東京湾読本-心豊かな暮らし方-東京湾からの実践, 66p.
- 野村英明, 2012: 沿岸・流域における人間活動にともなう東京湾生態系の遷移, 水環境学会誌, 35, 138-143.
- 松川 康夫, 1987: 東京湾の埋め立てと自然. 水質汚濁研究, 10 (8), 465-469.
- 丸茂恵右・横田瑞郎, 2012: 貧酸素水塊の形成および貧酸素の生物影響に関する文献調査. 海生研研報, 15, 1-21.
- Kodama K., and T. Horiguchi, 2011: Effects of hypoxia on benthic organisms in Tokyo Bay, Japan: A review, *Marine Pollution Bulletin*, 63, 215-220

4. 東京湾における主要漁業対象種の資源回復に向けた課題の整理

東京湾において重要な 27 種の魚介類について、資源・生産の現状とその原因、さらに回復のための課題を整理し、表としてとりまとめた。具体的にはまず水産上の重要度、環境シンボルとしての価値、現状の深刻度、漁業生産の回復方策を検討する上での材料となる情報量を評価した。また、漁獲量（資源量）の増減傾向と想定されるその要因を整理し、キーワードで分類した。さらに、環境改善対策として行われている土木工学的手法のうち、干潟・浅場造成、覆砂、浚渫についてその資源回復への有効性を評価した。

取り上げた 27 種のうち、ナマコ、スズキ、コウイカ、ホンビノス、タチウオ、コノシロ、アユなどを除き多くの種で近年の漁獲は低迷しており、約 6 割にあたる 15 種が深刻な状況にあると判断された。一方で、生態等に関する知見の充実度（情報量）は、13 種で比較的高いと評価された。しかしながら、深刻な状況にあると判断された 15 種のうち、11 種は情報量が多かったにも関わらず、依然として深刻な状況にあるということは、これまでの対策では現状の打開が困難であり、新たな視点・技術あるいは枠組みでの対策が必要であることを示唆している。また、想定される資源低迷の原因として貧酸素水塊が最も多くの種（18 種）で挙げられており、続いて場の減少と消失があわせて 14 種で挙げられている。両方が影響を及ぼしていると考えられる種も 10 にのぼる。これを反映して各種の資源回復に有効な対策として、干潟あるいは浅場いずれかの造成が有効と考えられる種は 15 に及んでいる。

課題整理表で取り上げた魚種(全27種)

			
アユ (<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>)		コノシロ (<i>Konosirus punctatus</i>)	
重要度:A(内水面)	環境シンボル:○	重要度:A	環境シンボル:—
深刻度:A	情報量:A	深刻度:C	情報量:C
			
スズキ (<i>Lateolabrax japonicus</i>)		マアナゴ (<i>Conger myriaster</i>)	
重要度:A	環境シンボル:—	重要度:A	環境シンボル:—
深刻度:C	情報量:A	深刻度:A	情報量:A

			
マコガレイ (<i>Pleuronectes yokohamae</i>)		マハゼ (<i>Acanthogobius flavimanus</i>)	
重要度:A	環境シンボル:ー	重要度:A(遊漁)	環境シンボル:○
深刻度:A	情報量:A	深刻度:A	情報量:A

			
イシガレイ (<i>Kareius bicoloratus</i>)		サヨリ (<i>Hyporhamphus sajori</i>)	
重要度:B	環境シンボル:ー	重要度:B	環境シンボル:ー
深刻度:A	情報量:A	深刻度:B	情報量:C

			
タチウオ (<i>Trichiurus lepturus</i>)		ウナギ (<i>Anguilla japonica</i>)	
重要度:B	環境シンボル:ー	重要度:C	環境シンボル:○
深刻度:B	情報量:B	深刻度:A	情報量:C

			
アオギス (<i>Sillago parvisquamis</i>)		シラウオ (<i>Salangichthys microdon</i>)	
重要度:ー	環境シンボル:○	重要度:ー	環境シンボル:○
深刻度:C	情報量:B	深刻度:C	情報量:C

			
アサリ (<i>Ruditapes philippinarum</i>)		トリガイ (<i>Fulvia mutica</i>)	
重要度:A	環境シンボル:○	重要度:A	環境シンボル:ー
深刻度:A	情報量:A	深刻度:B	情報量:B
			
ハマグリ (<i>Meretrix lusoria</i>)		クルマエビ (<i>Penaeus japonicus</i>)	
重要度:A	環境シンボル:○	重要度:A	環境シンボル:ー
深刻度:A	深刻度:A	深刻度:A	情報量:A
			
シヤコ (<i>Oratosquilla oratoria</i>)		コウイカ (<i>Sepia esculenta</i>)	
重要度:A	環境シンボル:ー	重要度:A	環境シンボル:ー
深刻度:A	情報量:B	深刻度:C	情報量:B
			
マナマコ (<i>Stichopus armata</i>)		ノリ (<i>Pyropia yezoensis</i>)	
重要度:A	環境シンボル:ー	重要度:A	環境シンボル:ー
深刻度:B	情報量:A	深刻度:A	情報量:A

			
ホンビノスガイ (<i>Mercenaria mercenaria</i>)		ミルクイ (<i>Tresus keenae</i>)	
重要度: B	環境シンボル: -	重要度: B	環境シンボル: -
深刻度: C	情報量: C	深刻度: B	情報量: C
			
シバエビ (<i>Metapenaeus joyneri</i>)		サルエビ (<i>Trachysalambria curvirostris</i>)	
重要度: B	環境シンボル: ○	重要度: B	環境シンボル: ○
深刻度: A	情報量: C	深刻度: A	情報量: C
			
マダコ (<i>Octopus vulgaris</i>)		アカガイ (<i>Anadara broughtonii</i>)	
重要度: B	環境シンボル: -	重要度: C	環境シンボル: -
深刻度: B	情報量: B	深刻度: A	情報量: A
			
タイラギ (<i>Atrina pectinata</i>)		ガザミ (<i>Portunus trituberculatus</i>)	
重要度: C	環境シンボル: -	重要度: C	環境シンボル: -
深刻度: A	情報量: B	深刻度: A	情報量: A

課題整理表個票（1）：マアナゴ

1. 資源（漁業・環境・文化）としての重要性

- ・ 内湾漁業の重要な対象資源であり、た周年操業によって生計を立てている漁業者が多数存在。
- ・ 江戸前を代表する魚類（てんぷらや白焼きとして古くから賞味されている）

2. 漁業の推移

- ・ 1987～1992 年にかけて神奈川県において急増した漁獲は、漁獲努力量の増加によるものと考えられている（図1）。
- ・ 漁獲量は1993年以降減少に転じるが、この間の漁獲努力量は減少していない（図1）。
- ・ この漁獲量の減少は東京湾に限らない全国的な現象であり、資源の減少が疑われる（図2）。
- ・ 近年、湾奥における貧酸素水塊の発生による漁場の南偏や貧酸素水塊縁辺部への魚群の集積が明らかになっている。

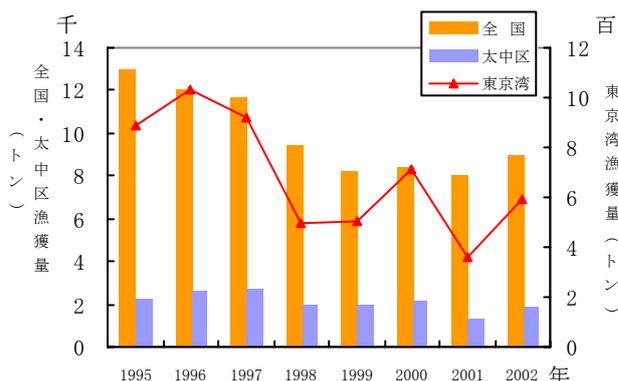


図2. 全国・太平洋中区および東京湾のあなご類漁獲量経年変化「マアナゴ：東京湾の漁業と資源-その今と昔」H16年度資源評価調査委託事業報告書, (社)漁業情報サービスセンター

3. 資源量減少に関する想定要因（問題点）

- ・ 生育場の縮小・消失
- ・ 生残・成長環境の悪化

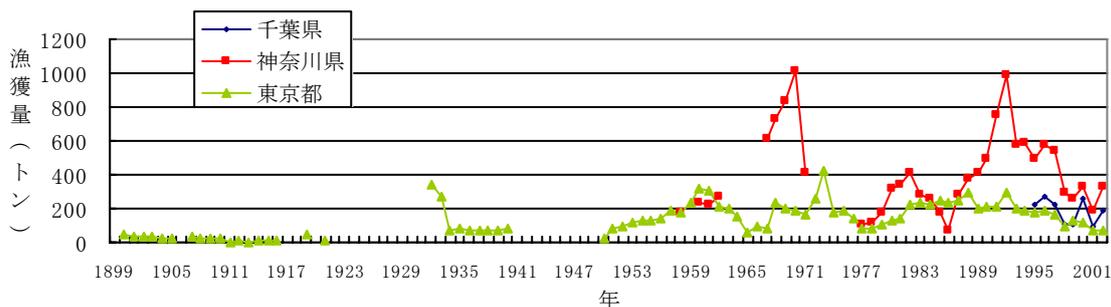


図1. 都県別あなご類漁獲量経年変化「マアナゴ：東京湾の漁業と資源-その今と昔」H16年度資源評価調査委託事業報告書, (社)漁業情報サービスセンター, 157p

4. 改善方策

- ・ 漁獲管理の徹底
- ・ 産卵生態の解明とレプト幼生の加入をはじめとする再生産過程の解明
- ・ 貧酸素水塊の縮小

課題整理表個票（2）：マハゼ

1. 資源（漁業・環境・文化）としての重要性

- ・“江戸前のハゼ”と呼ばれるほど人気が高い江戸前を代表する魚類（ボート釣り、遊漁船、屋形船の釣りや天ぷら、専門家の漁獲と江戸前料理店の食文化）。
- ・河口汽水域や湾奥浅場の底棲魚であるため、東京湾奥の再生のシンボルとして捉えることが可能。

2. 漁獲量と漁業

- ・1960年以前は東京都の海面で100～500トンのマハゼが漁獲された（図1）。
- ・同漁獲量は1961年を境に激減し、2001年まで10～100トン、2002年以降は10トン以下、2007年は0トン。
- ・湾奥の河口周辺域に生息するマハゼは、他の2魚種（遊泳性のスズキ、底棲であっても移動性の高いカレイ類）より低迷。
- ・資源が減少しているため、2012年現在、東京都のマハゼ漁業従事者は、刺網が3隻、延縄が3、4隻で、操業を中断している船もいる。

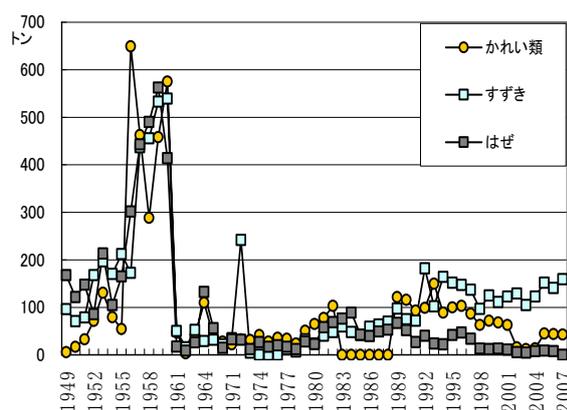


図1. 東京都内湾で漁獲される主要3魚種の漁獲量（「東京都の水産」各年版使用）

3. 資源量減少に関する想定要因（問題点）

- ・生育場と産卵場の消失の影響は大きい（図2）。
- ・出水時の河口攪乱や夏期の貧酸素等により、稚幼魚が大量に死亡するケースがみられる。
- ・河口干潟や運河沿い沖側の水深10m以浅に形成される産卵場の荒廃も考えられる。



図2 1960年の湾奥（左）と2008年の湾奥の姿（右）。1960年は海苔漁業の竹ひびが写る。

4. 改善方策と必要な調査

- ・河口攪乱と貧酸素水塊の軽減
- ・干潟等浅場造成（港湾行政との連携）
- ・既存産卵場の変化？を把握（海底下1m程までの産卵場の底質を把握）
- ・湾奥のマハゼの由来（主産卵場が湾奥だけと言えるのか？）



写真左は1960年頃の東京湾奥のマハゼ釣り風景。写真右は水深7、8m付近で2月頃から産卵する深さ1m程のマハゼの産卵生息孔をプラスチックで型取りしたもの。

課題整理表個票（3）：ウナギ

1. 資源（漁業・環境・文化）としての重要性

- 江戸前を代表する魚類（かつて江戸前寿司と言えは“ウナギ”だった&蒲焼き）
- 河口汽水域を代表する魚類（海面から内水面で漁獲）

2. 漁業の推移

- 1940年以前は東京湾の海面で100~400トン超の漁獲があった。
- 1960年代後半を境に湾内の漁獲量が激減した。
- 1990年代以降の湾内の漁獲量は5トン以下で推移している。
- 2012年現在東京都の湾内のウナギ漁従事者はわずか1カ統のみとなった。

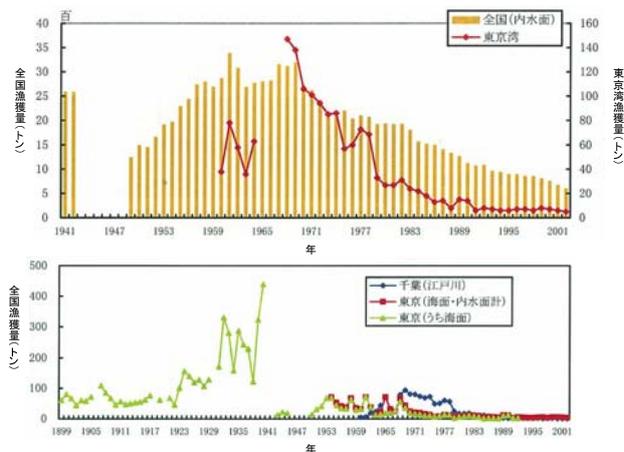


図 1. 全国(内水面)および東京湾のウナギ漁獲量経年変化(上)と都県別ウナギ漁獲量経年変化(下)(三村哲夫(2005)「ウナギ：東京湾の漁業と資源-その今と昔」H16 年度資源評価調査委託事業報告書, (社)漁業情報サービスセンター, 153-154p.)

3. 資源量減少に関する想定要因（問題点）

- 場の消失（資源量減少と場の消失の因果関係は情報不足）。
- シラスウナギの加入量の減少

- 東アジア全体の親ウナギ資源の減少。



図 2. ウナギの生活史における資源減少要因

4. 改善方策

- 親ウナギの保全へ向けた基礎生態資料の収集
- シラスウナギの漁獲管理
- 汽水域環境の保全

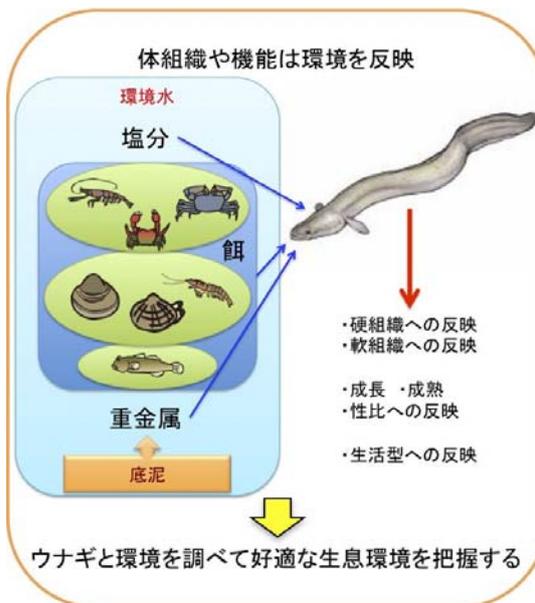


図 3. 東京湾におけるウナギ研究の取り組みの一例

課題整理表個票（４）：ハマグリ

1. 資源（漁業・環境・文化）としての重要性

- ・ アサリとともに江戸前を代表する二枚貝類.
- ・ 河口干潟域に生息. アサリと同様に植物プランクトンを捕食し, 水質浄化機能を持つ.
- ・ 「左右の貝殻が同じものでなければ合わさらない」ことから, 良縁の象徴として桃の節句や結婚式に食される.

2. 漁業の推移

- ・ 1960 年前後には約 3,000~8,000 トンの漁獲があった. しかし, 1965 年を境にハマグリの漁獲量は減少し, 1968 年には 1,000 トンを下回り, 1975 年以降は漁獲がほとんど見られていない (図 1).
- ・ 漁獲量の減少と符号して千葉県では夏季を中心に原因不明の大量死亡が発生.
- ・ 2006 年から「江戸前ハマグリ復活」のため千葉県漁業協同組合連合会が主体となって国産ハマグリ種苗の放流事業を実施し, 2011 年に 50 トンを漁獲しているが, 夏季の大量死亡が問題となっている.

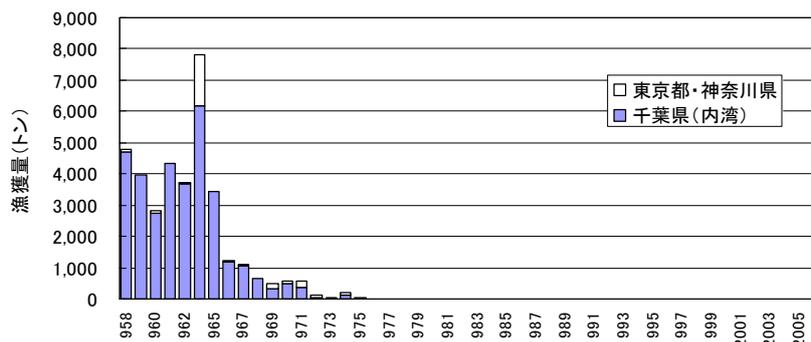


図 1 東京湾のハマグリ漁獲量 (1958~2006 年)

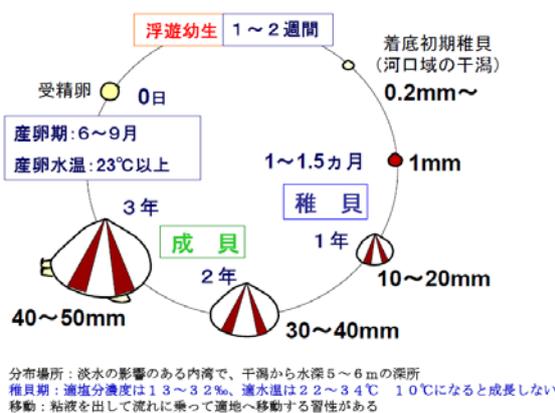
※農林水産統計：千葉県（内湾）は浦安市～富津市の漁獲量

3. 資源量減少に関する想定要因（問題点）

- ・ 埋立てによる生息場（河口干潟域）の減少.
- ・ 夏季の大量死亡.
- ・ 貧酸素（青潮）

4. 改善方策

- ・ 河口干潟域の造成
- ・ 夏季の大量死亡原因解明
- ・ 貧酸素対策



参考 ハマグリの生活史

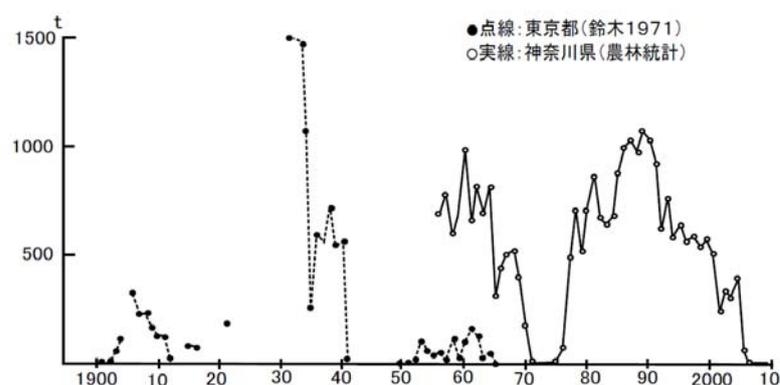
課題整理表個票（5）：シャコ

1. 資源（漁業・環境・文化）としての重要性

- ・東京湾のシャコ利用は少なくとも江戸時代に遡るが、現在のムキシヤコ加工は明治末期から行われている。横浜の小柴のシャコは江戸前寿司のネタとして高い評価を得ている。
- ・神奈川県の小型底びき網漁業にとって、シャコは生産額で80%以上を占める最重要資源であったが、1992年以降漁獲が低迷し、大きな問題となっている。

2. 漁業の推移

- ・1904年前後、1932年前後、1960年前後、1990年前後に漁獲量のピークがあり、約30年の周期があるように見える。（清水2002）
- ・近年の漁獲量は1989年の1,081トンをピークに減少に転じ、2005年には57トンと著しく減少している。



東京湾のシャコ漁獲量の推移

清水(2002)より一部改変して転載

- ・減少した資源の回復を図るため2007年から禁漁等を実施しているが、2012年現在、資源の回復傾向は見られず禁漁を継続している。

3. 資源量減少に関する想定要因

- ・好漁期を支えてきた4-5月産卵群（大型群）の資源水準の低下（清水2002）
- ・埋め立てによる幼期の生息場の減少、水質、底質環境の悪化（清水2002）
- ・貧酸素水塊に起因するシャコ幼生斃死の可能性（Kodama et. al 2006）
（DOが0.6 ml/l未満で死亡（Hamano & Yamamoto 2005））
- ・表層水温（高水温）、河川水の流量（低塩分）に起因する生き残りの減少（Kodama et. al 2003）
- ・周期的（長期的）な資源変動の不漁期にあたる可能性

4. 改善方策

- ・禁漁及び不合理漁獲（小型シャコの漁獲）の抑制など漁獲規制による親資源の回復
- ・生息適地の環境変化と環境収容力の評価
- ・貧酸素水塊がシャコの加入機構に及ぼす影響の解明（貧酸素水塊に対する幼生の逃避能力、生存幼生の発生時期、高水温・低塩分に対する耐性の解明等）
- ・貧酸素対策（覆砂など底質改良、干潟、浅場、マウンドの造成等）
- ・他海域を含めたシャコ資源の周期的変動及び変動要因の解明

課題整理表個票（6）：マコガレイ

1. 資源（漁業・環境・文化）としての重要性

- ・ かれい類は、底びき網、刺網の重要魚種
- ・ 1970代まではイシガレイの割合が多かったが、以降マコガレイが主体となったと考えられている。
- ・ イシガレイは稚魚期に干潟等の浅瀬に分布するのに対して、マコガレイは沖合に分布することから、埋め立ての影響で魚種が入れ替わったと言われている。

2. 漁業の推移

東京湾でのかれい類の漁獲量は、1960年代、1970年代、1980年代にそれぞれ増加し、1980年代の増加はマコガレイによるものである（図1）。

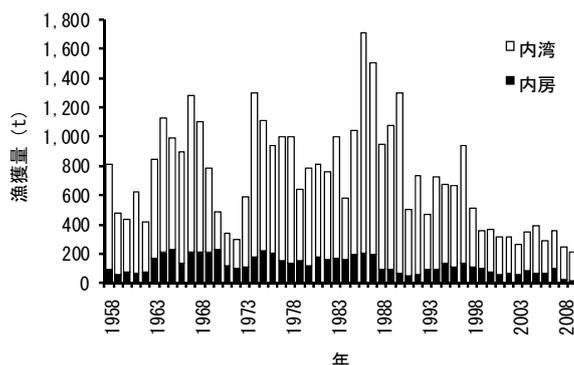


図1 東京湾におけるかれい類漁獲量（千葉農林水産統計年報）の経年変化

3. 資源量減少に関する想定要因（問題点）

貧酸素水塊（秋冬季の水溫上昇）の影響

底びき網操業日誌によるマコガレイ分布の季節変化をみると、夏季は貧酸素水塊の発生により、生息域が南下し、貧酸素水塊の解消とともに湾奥に産卵のために移動する（図2）。貧酸素水塊の発生による生息域の制限のほか、ベントスのへい死による餌環境の悪化、秋冬季の水溫上昇による貧酸素水塊の長期化の影響も大きいと考えられる。また、稚魚は春季に水深10m以浅に分布し、その後深場に分布を広げるが、貧酸素水塊の分布域と重なり、年によっては多くの稚魚がへい死していると考えられ、貧酸素水塊の影響は大きい。

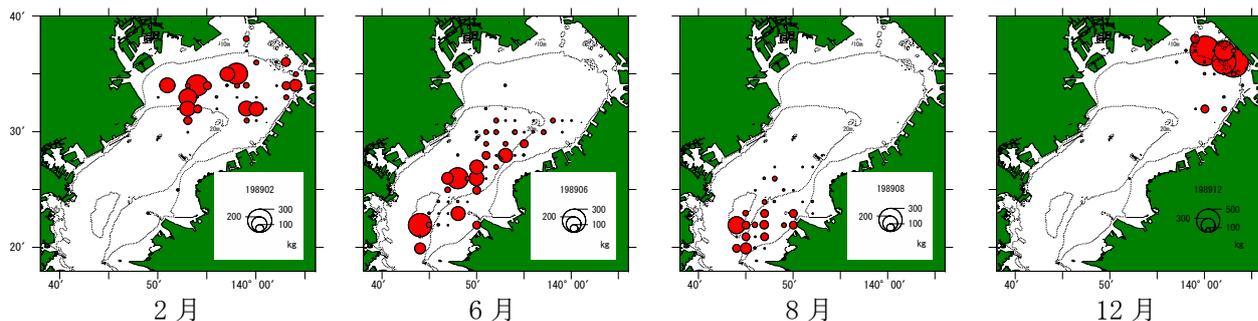


図2 小型底びき網によるマコガレイ漁獲密度分布（単位；kg/網）

産卵適地の不足

マコガレイ卵は、粘性付着卵であり、粒度の大きい底質を必要とするが、東京湾の底質はほぼ全域が泥場であり、産卵適地の不足も考えられている。

4. 改善方策

- 貧酸素水塊の解消
- 産卵場の造成

5. 干潟・浅場の造成, 護岸構造物の整備にともなう生物生息環境の改善事例

この項では、前節で整理した課題を受けて現場でどのような対応・施策が必要かを検討するための材料として、過去に港湾管理者等が行った干潟・浅場造成, 護岸整備, 底質改善等で漁業生産あるいは水生生物の増殖に貢献した事例, 残存する浅場等の効果事例を整理した。ここで取り上げた事例の多くは生物を意識して設計されたものであり、海の公園は経済効果も含めて代表的な成功事例と言って良い。一方で、富津港のアマモ場の事例や東京都の大土砂捨場のように生物生息環境に対して当初は意図していなかったものの想定外の効果があった場合もある。こうした事例は環境の改善にいたる科学的な裏付けが必ずしも十分でない場合が多いが、今後は専門的な知識に基づく効果調査と定量的な評価を行うことによって、さらに汎用性がありかつ効果的な技術として確立することが可能であると考えられる。また、このようなデータを蓄積するためには、モニタリングの継続が不可欠であるが、事業終了後、数年程度で打ち切られるケースも多い。一方で、海の公園や潮彩の渚のように市民がモニタリングに大きな役割を担っている事例も多く、少くない投資によって整備された環境の効果を持続的に維持するためには、事業の計画, 施行, 管理の各段階で様々な主体による情報共有, 協働が不可欠であろう。さらに、得られた知見に基づき設計された事業であっても、事業の実施が生態系に及ぼす影響を十分に予測することは困難であることから、Plan (計画) →Do (実行) →Check (評価) →Action (見直し) というPDCAサイクルを活用し、適宜、事業計画を修正していくことが重要である。従来、公共工事は全体計画を作成し、これにより硬直的な進行管理が行われることが多かったが、生態系や水域環境に配慮した事業を行っていくためには、小規模事業の試行, PDCAサイクルによる計画の修正など、より柔軟な事業の進行管理が必要である。

過去に港湾管理者等が行った干潟・浅場造成、護岸整備、底質改善等で漁業生産あるいは水生生物の増殖に貢献した事例、残存する浅場等の効果事例(1)

○お台場海浜公園(港区お台場:所管は東京都港湾局)

- 1.概要 施設 江戸時代の第2回ペリー艦隊来航にあわせて造成された第三台場は、貯木場を経て1996年に今の人工海浜公園が完成した。
- 規模 砂量約74,000m³, 砂浜勾配1/30~1/10, 沖側先端部1/4 (AP-3m), 先端部の沖側は水深3,4mほどの平坦な軟泥が続く。南北ゾーンは約450m.
- 事業主体 東京都港湾局
- 完成時期 1996年



お台場海浜公園の人工干潟
(干潟はくの字型部分)



6月上旬の潮干狩り風景
(事例: 18L容器は一人約2時間で収穫)



環境学習風景と潮干狩り客



干潟でのアユ調査風景



採集したシラス期のアユ (10~20 mm)

2. 効果 以下のとおり

(1)水産生物育成機能

人工干潟が造成されてから毎年、潮干狩りが行われるようになり、その中でも2004年はとくに賑わいをみせた。同年4月上旬~6月上旬のアサリの収穫量は、潮干狩りの延べ人数と一日当たりの推定収穫量を基に南北ゾーン(約450m)だけで約16~20トンと推定された。また、6月上旬の漁獲サイズのアサリの現存量は、杓取り調査から約2トンと推定された。このことから、湾奥の軟泥状態の入江を覆砂で底質改善することで、アサリ等水質浄化生物の生息量を著しく高めることができる。

一方、魚類は30数種類がリストアップされており、そのうち冬春期を海で過ごすシラス期のアユは、海水1,000トン当たりに換算して約16,300個体が採集されるなど、干潟はアユの格好

の棲み処になっていることもわかった。

この他、同干潟では地元小中学生を対象に、江戸前の歴史を辿るためのアサクサノリやスサビノリ養殖を通した環境学習が 2005 年から行われている。

(2)レクリエーションや環境学習機能

海岸景観による癒し効果。湾奥で潮干狩りをする喜び。ウインドサーフィンやビーチバレー等のレクリエーションの開催。東京ベイクリーンアップ大作戦等のイベントに合わせた生物・環境体験学習。

参考資料

小泉正行 (2005) : 2004 年お台場海浜公園における 2 枚貝の稚貝発生と分布概要。東京都水産試験場 平成 16 年事業成果速報, 92.

小泉正行 (2005) : 2004 年お台場海浜公園におけるアサリの成長と収穫状況。東京都水産試験場 平成 16 年事業成果速報, 93-94.

小泉正行 (2011) : 江戸前アユの復活をめざして。海洋と生物, 197, 31-37.

東京都環境局年報, 平成 15 年度のお台場における稚魚の出現表

過去に港湾管理者等が行った干潟・浅場造成、護岸整備、底質改善等で漁業生産あるいは水生生物の増殖に貢献した事例、残存する浅場等の効果事例(2)

○埋立拡張工事に伴う浚渫土砂の仮置場における生物生息場の形成事例(現在の中央防波堤沖:所管は東京都港湾局)

- 1.概要 東京湾埋立拡張工事が 1955 年頃より急速に進められ、埋立用の浚渫土砂の仮置き場(通称、“大沖土捨場”と呼称)が現在の中央防波堤沖に 1968 年まで設けられた。そこには、魚類などの生物が多数生息する有望な漁場が形成された。

事業主体 東京都港湾局

規模と形状 約 500～600m 四方の水域内に海面近くまで浚渫土砂を投入

工事期間 1955 年頃から始まり 1968 年以降撤去

2. 効果と改善策の検討

(1) 浚渫土砂の仮置場における生物育成機能

内湾で長年漁業に従事する 80 歳代の漁業者から、魚類等が多獲された漁場の特徴点を聞き取った。その結果、漁業者から「海底の起伏がある場所や、東京オリンピック前に海水混じりの土砂が海面すれすれに投棄された仮置場で、マハゼ・カレイ・シロギス・ガザミなどの魚がいっぱい獲れた。相当濁っていたけど、ハゼなんか朝の 1 時間で 4～5 貫獲っても次の日にはまた湧いてきた」との情報が得られた。現在の東京湾より水質汚濁が著しかった当時、海底から海面近くまで突き出る浚渫土砂の仮置場は、海底の山を形成し、干潟の機能も併せ持つことで内湾生物に好適な棲み処を提供していたと考えられる。

(2) 浚渫土砂の仮置場を参考にした浅場の改善策(提案)

浅場では、覆砂等による生息場の改善策が古くから各地で行われ、一定の効果をあげている。しかし、現在の東京湾奥は、平坦な軟泥部の陸側に干潟があるため、夏秋期に貧酸素水塊や無酸素水の影響が干潟付近に及ぶことがあり、ハゼ科魚類や二枚貝等の生物が大量死する被害が時に観察される。このため、新たな改善策を図る必要がある。

そこで、航路と陸域との緩衝地帯(例えば羽田 C 滑走路沖など)に浚渫土砂を活用した複数の海底の山(“砂泥の回廊”と呼称)を試験的に造成して、①移動性の低い底生生物を貧酸素水塊から回避させ、二枚貝の種場とする一方、②富栄養化した東京湾で夏秋期に形成される表層の過飽和酸素水と底層の貧酸素水との鉛直混合を少しでも促して貧酸素化の軽減を図るための実証試験を提案する。なお、“砂泥の回廊”に関しては、2008 年の都漁連内湾再生協議会の場で提案し、漁業者から概ね了承を得ている。

浚渫砂泥の魚礁効果(通称、大沖土捨て場)

全長16cm 水管52粒

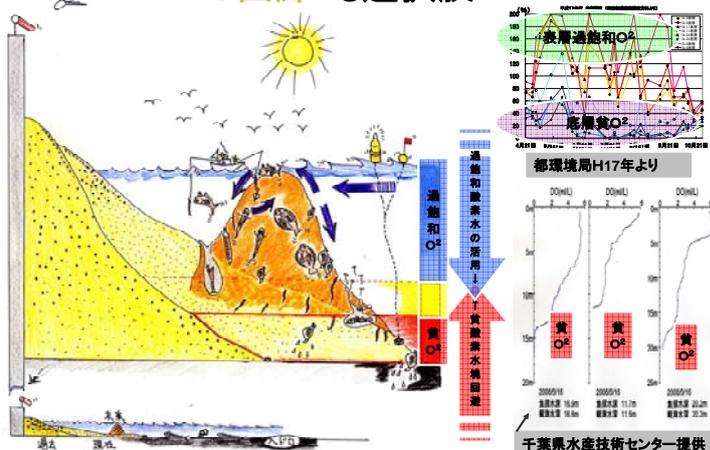
昭和37年のオリンピックと絡んだ埋立、拡張整備急務
 →浚渫土砂沖合廃棄、盛り土場の形成(海面まで達する)

2. 廃棄場が最良の漁場に変化
 →マハゼ・カレイ類・シロギス・ワタリガニ・マアナゴの漁獲と遊漁船が大活躍(80歳代漁師談)
 「ハゼなんか朝1時間で4~5貫獲っても、湧いてきた・・・」

3. 昭和43年航路整備拡張のため同浚渫土砂撤去(許可漁業廃止)

“大沖土捨て場”の位置と収集した情報

浅場に限られる東京湾奥、修復には“砂泥の回廊”も選択肢？



貧酸素水からの回避と上下水の鉛直混合を想定して描いた“砂泥の回廊”のイメージ図

参考資料

小泉正行 (2009) : 浅場生物生息場の復元 “砂泥の回廊” に関する提案. 東京都島しょ農林水産総合センター 平成 20 年事業成果速報, 117.
 東京都環境局年報, 平成17年度東京湾調査結果報告書
 千葉県水産総合研究センター提供溶存酸素資料

過去に港湾管理者等が行った干潟・浅場造成、護岸整備、底質改善等で漁業生産あるいは水生生物の増殖に貢献した事例、残存する浅場等の効果事例(3)

○海の公園(横浜市金沢区)

- 1.概要 施設 人工海浜(砂浜延長約1km,幅約90m,養浜砂量110m³)
 事業主体 横浜市港湾局
 造成時期 養浜 S53~54年度

2. 効果 以下のとおり

(1)水産生物育成機能

・アサリ

アサリの生産性が非常に高い。資源の年変動は大きく、4~5月の潮干狩りシーズンの推定捕獲量については、62t(村井ら2008)、120t(水産庁)、220t(神奈川県2011)などの報告がある。

・アマモ場による生物保育

市民団体、NPO、自治体の連携によるアマモ場再生活動により、海の公園内及び野島公園には広くアマモ場が造成された。アマモ場は魚介類の繁殖・成育の場として機能するが、当地区でも水産有用種であるマコガレイ、イシガレイ、アイナメ、メバル、スズキの稚魚をはじめ、様々な水生生物が観察されている。また、アオリイカの産卵が確認されるなど同公園のアマモ場の高い生物保育機能が確認されている(金沢八景-東京湾アマモ場再生会議2008)。

(2)レクリエーション機能

現在、横浜市の海岸延長線(約140km)の内、市民が直接水に触れられるのは、横浜市金沢区野島に残された自然海岸約500mと1989年に完成した人工海浜の「海の公園」約800mの約1.3kmだけで、同公園は市民が海に親しめる貴重な場所となっている(木村2004)。

海の公園には潮干狩り、海水浴、ウィンドサーフィン、バーベキュー、イベントなどで、年間約200万人の来場者が訪れており、その年間便益は潮干狩りで14.7億円、それ以外で77億円と試算される(鈴木・磯部2007)。

(3)浄化機能

干潟は高い浄化機能を持つことで知られる。海の公園の浄化機能をアサリを含むマクロベントス群集による懸濁物除去速度からみた漁場浄化機能で試算すると、公園全体で年間の有機懸濁物除去速度は6.4tN/年と推定された。これを1日1km²あたりの有機懸濁物除去速度に換算すると69kgN/km²/dayとなり、当該公園の浄化機能は三河湾のアサリ漁場に匹敵する高い能力を持つことが分かった(神奈川県2011)。

引用文献

- 村井基彦・藤原奨・山中亮一・井上義行（2008）：マルチエージェントモデルによる潮干狩り行動の数値シミュレーションに関する研究．日本船舶海洋工学会論文集，8，1-8.
- 水産庁（2001）：平成12年度漁場環境修復推進調査報告書.
- 神奈川県（2011）：アサリ等による漁場浄化機能調査事業報告書.
- 金沢八景－東京湾アマモ場再生会議(2008)：アマモ場再生による海辺のまちづくり
http://www.japanriver.or.jp/taisyo/oubo_jyusyou/jyusyou_katudou/no10/no10_pdf/amamoba.pdf
- 木村尚(2004)：多様な主体の協働によるアマモ場再生の取り組み．全国漁港漁場整備技術研究発表会講演集，3，26-35.
- 鈴木覚・磯部雅彦・工藤孝浩（2007）：東京湾における生態系サービスの経済的な価値について．海洋開発論文集，23，273-278.

過去に港湾管理者等が行った干潟・浅場造成、護岸整備、底質改善等で漁業生産あるいは水生生物の増殖に貢献した事例、残存する浅場等の効果事例(4)

○潮彩の渚(横浜市神奈川区 国交省横浜港湾空港技術調査事務所内)

- 1.概要 施設 人工干潟と磯場(延長 50m, 幅 20m, 養浜砂量 110m³)
人工干潟は, DL+0 m, +0.5m, +1.0mの3段
事業主体 国交省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所
造成時期 2007年9月~2008年2月



2. 効果 以下のとおり

(1)水産生物育成機能

アサリ造成直後から, 環境と生物を対象とした事業主体と市民団体による調査が実施されてデータの蓄積が図られている.

ア 二枚貝類

造成後4ヶ月目の2008年6月から, 中下段を中心に稚貝が目視確認された. 優占種はアサリ, シオフキ, ホトトギスガイで, アサリの最大密度は20,000 個体/m²を超えた. アサリの密度は造成初年度が最高で, その後は年を追って漸減する傾向にある. 造成後2年目までは, 干潟の維持管理手法の検討として耕うんの有無によるアサリ密度の変化を調べたが, 明確な差異が見い出せなかった.

イ 魚類

潜水目視調査により, 造成後の3年間で51種の魚類が観察された. 潮彩の渚が造成される

前の旧護岸時代に確認された魚類は 30 種であった。

(2)レクリエーション機能

2011 年 8 月に、市民公開調査として、近隣住民を施設内に呼び込み、潮干狩りやハゼ釣体験を実施した。

引用文献

- 森田健二・渡部昌治・古川恵太・今村均・亀山豊・諸星一信（2010）：多様な目的を有する環境共生型護岸の整備効果と官民協働による維持管理方策に関する研究．海洋開発論文集，25，987-992.
- 森田健二（2012）：東京湾再生に向けたNPOの取組み．水環境学会誌，35(5)，159-162.

過去に港湾管理者等が行った干潟・浅場造成、護岸整備、底質改善等で漁業生産あるいは水生生物の増殖に貢献した事例、残存する浅場等の効果事例(5)

○直立岸壁前の浅場、藻場利用

1.概要 東京湾では海岸線のほとんどは埋め立てによる直立岸壁であり、天然の海岸線、浅場、藻場の必要性が求められている。しかし、直立岸壁でも大型船を着岸させる区域を除くと、岸壁地先を深く掘り下げておらず、場合によっては、周年貧酸素水塊の影響を受けない浅場、岸壁に沿ったアマモ場が分布している所がある。

2.効果 以下のとおり

(1)内湾北部の浅瀬(浅場のオアシス)

内湾底びき網研究会連合会、国立環境研、千葉水総研セが毎年3~12月に実施している底びき網調査(図1、方法は永山、2005)によると、内湾北部の企業岸壁地先水深7mの浅瀬(Stn 7)では、3~12月の平均出現種類数が最も多く(図2)、季節変化を見ても、夏季に減少しないことがわかる(図3)。

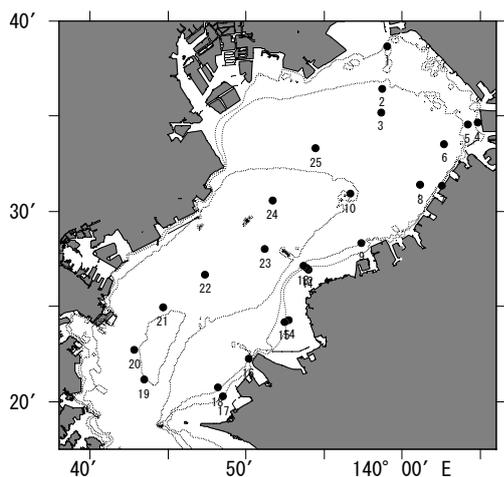


図1 調査点

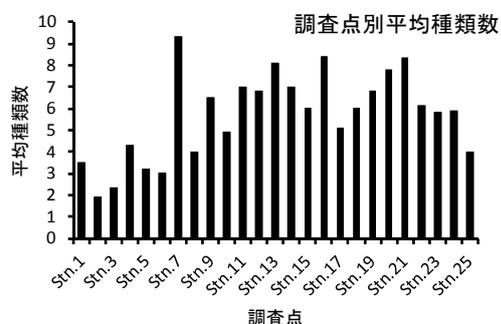


図2 調査点別平均種類数 (2009年)

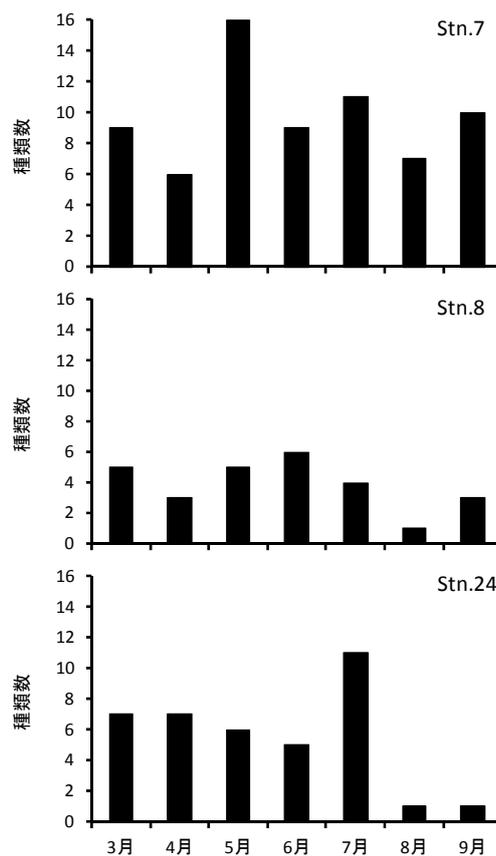


図3 調査点別種類数の月変化 (2009年)

(2) 堤防沿いのアマモ場と堤防の延伸によるアマモ場の拡大例

環境省自然環境局 生物多様性センター（2007）によると、富津岬の北側に位置し、企業岸壁と堤防に囲まれている富津港では、掘り下げられていない岸壁・堤防沿いに細長くアマモが分布し、2007年の調査では92,438㎡が確認された（図4）。

また、館山市の波左間港では、1996年頃の護岸堤の延長とともに、アマモ場面積が3,000～8,000㎡から31,000～32,000㎡に急増した（図5）。



図4 航空写真から判別した富津港のアマモ場

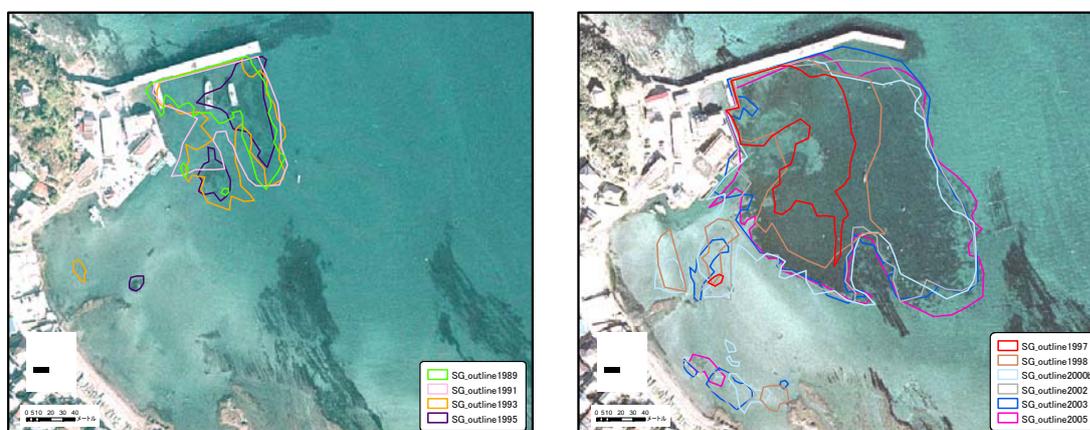


図5 波左間のアマモ場（左：1989～1995年，右：1996～2005年）

引用文献

- 永山聡司（2005）：東京湾内湾におけるマコガレイ稚魚の分布について．千葉水研研報，4，17-34．
 環境省自然環境局 生物多様性センター（2007）第7回自然環境保全基礎調査生物多様性調査種の多様性調査（千葉県）報告書

過去に港湾管理者等が行った干潟・浅場造成、護岸整備、底質改善等で漁業生産あるいは水生生物の増殖に貢献した事例、残存する浅場等の効果事例(6)

○浦安市千鳥沖

1.概要 施設 覆砂(約45ha, 1m厚, 中の瀬航路の土砂を活用)
事業主体 国土交通省 関東地方整備局 千葉港湾事務所
造成時期 H17~18年度

2.効果 以下のとおり

(1) 水産生物育成機能

・二枚貝

覆砂以降、平成21年9月まで調査を行った結果、覆砂域ではホンビノスガイ、サルボウガイが加入、生残、産卵サイズまで成長している。また、ホンビノスガイについては、漁業者からの聞き取りによると、漁場として活用されている。

(2) 覆砂による効果

- ・シルト分はほぼ20%前後を維持(周辺域は60%以上)
- ・全窒素・全リン溶出量の減少
- ・酸素量が周辺よりも高くなる傾向が見られる
- ・貧酸素状態の継続時間が短くなっている

※東京湾を再生するために(東京湾奥シーブループロジェクトの概要と効果)国土交通省関東整備局千葉港湾事務所(平成24年3月)より抜粋

6. おわりに ～東京湾再生に向けた一つの提案～

最後に東京湾再生の方向性として、ひとつの環境指標となりうる二枚貝類をとりあげ、考え方を示してみたい。かつて東京湾で6万トン獲れたアサリが近年数千トンに激減しているのに象徴されるように、干潟・浅場の減少や底質の悪化に伴い二枚貝類は大きく減少した。このような現象は漁業のみならず、生物の生息環境の劣化という点からみても東京湾の象徴的な事象と言える。かつての豊かな生物を育む東京湾を再生していくには、これら二枚貝類が復活するような水域環境を少しずつでも取り戻していくことが重要である。過去の多くの報告や本提言の課題整理票からも明らかのように、二枚貝を復活させるためには、生息域である干潟・浅場の再生と生息環境改善、すなわち貧酸素水塊を軽減するための覆砂や底質改善の取り組みが必要である。これらの施策によって、直接的な効果として、二枚貝の生息域が確保されるとともに、他の生物にとっても貧酸素水塊発生時の生物シェルターとなることが期待される。また、良く知られているように、ろ過食者である二枚貝類は、海水中での酸素消費の主体となる植物プランクトン等、懸濁態の有機物を餌として食べることから、間接的に貧酸素水塊を軽減する効果も期待される。すなわち、二枚貝類が増える環境を作り出すことで、貝類以外の魚類・甲殻類等他の生物にとっても良好な生息環境の再生が期待されるのである。

これまで述べてきたように東京湾の漁業生産をとりまく環境は深刻であり、東京湾の再生・江戸前の復活までの道のりは険しい。しかしながら、目標が遠すぎではモチベーションを維持することは困難である。その意味でも、まずは二枚貝類を増やす取り組みを再生の足がかりとすることは、一つの考え方であろう。改善事例で示した海の公園のように場所の選択、設計をうまく行えば、二枚貝類の生息域の再生・創出はある程度可能であり、二枚貝類が増加することで漁家収入の増加と環境改善の二重の効果が期待される。

また、アサリやハマグリが生息できない港湾区域内のデッドゾーンなどにおいても比較的貧酸素耐性の強い種を用いて底質改善の試験的な検討を行うのも一つの手であろう。

繰り返しになるが、本節の冒頭で述べたように、この提案はあくまでも一つの例であり、水産分野の中においても当然、様々な立場や考え方がある。水産分野以外にも多様な主体がかかわる東京湾においては、さらにいろいろな考え方があり、様々な観点から議論を深めていくことが望まれる。

本提言は平成25年に向けて計画策定が進められている「東京湾再生のための行動計画」における検討、あるいは今後の東京湾の再生に向けた様々な枠組みの議論に資する提言を行うことを目的として行った。この提言が一つのきっかけとなり、東京湾の生物や環境への関心が高まり、ひいては江戸前の復活・東京湾の再生につながる調査研究と具体的な施策による環境改善が少しでも進むことを期待したい。

とりまとめ 企画作業部会委員

秋元清治・工藤孝浩（神奈川県水産技術センター）

石井光廣・小林豊（千葉県水産総合研究センター）

小泉正行（東京都島しょ農林水産総合センター）

山本敏博・児玉真史（水産総合研究センター）

課題整理表(1/2)

	重要度 (Aが高い)	環境シンボル (該当のみ○)	深刻度 (Aが深刻)	情報量 (Aが多い)	資源増減の原因(キーワード)				漁獲量(資源量)の増減傾向	想定される主な増減要因	資源回復に有効な対策				
					場の減少	貧酸素	餌生物の減少	高水温(冬季)			浅場造成	干潟造成	覆砂	浚渫	その他
アユ	A(内水面漁業)	○	A	A	場の減少				汚濁が著しかった1960年頃は湾奥に注ぐ河川で稚アユの遡上が見られなくなった。多摩川では1975年頃に遡上の兆しが見られ、2006年から100万尾を上回り、現在では数百万尾に達している。	・河川の水質改善による産卵場や成育場の改善による遡上量増加 ・湾奥の浅場の保全・造成によるシラス期アユの成育場整備	◎	◎	○	-	浅場の保全と造成はアユ資源増大に好ましい。
コノシロ	A		C	C	不明				まき網、底びき網により漁獲される。千葉県による東京湾の漁獲量は1970年代後半～2000年頃までは1500トン前後、以降も1000トン前後で推移している。	-	-	-	-		
スズキ	A		C	A	貧酸素	餌生物の減少			スズキは、1970年代後半に漁獲が多かったが、1980年代に急速に減少した。1996年頃再び増加し、まき網、底びき網の重要な漁獲対象魚種になっている。1993、1994年級群の加入が増加し、以降資源的に高水準が続いている。	・レジームシフト ・スズキの生活史が東京湾の環境に適合している(南部に高塩分の産卵場、北部沿岸の生育場)と言われているが、貧酸素水塊の影響は大きいと考えられる。	-	-	-	-	
マアナゴ	A		A	A	加入量減少	貧酸素			マアナゴは東京湾のアナゴ類漁業・小型機船底びき網漁業の重要な対象魚種である。東京湾の漁獲量は1990年代前半の1,200トン超をピークに漸減し、2000年代は500トンを超えている。	・貧酸素水塊による生育場の縮小 ・レプト幼生加入後の生残率の低下 ・幼生来遊量の減少	◎	△	◎	-	底質改良による貧酸素対策
マコガレイ	A		A	A	貧酸素	場の消失	餌生物の減少	高水温(冬季)	カレイ類は1960年代は300～1,000トンの漁獲があったが、無酸素水割合が拡大した数年後に、100～200トンに激減した。その後1973年以降回復し、400～1,500トンで経過したが、1999年以降減少し、200トン台で推移している(千葉県)。このうち、マコガレイ漁獲は1980年代以降となる。	・産卵場に適した底質の不足 ・貧酸素水塊発生にともなう稚魚～成魚の生息場の制限、餌生物(ゴカイなど)のへい死	○	-	○	○	
マハゼ	A(遊漁)	○	A	A	場の消失	貧酸素			東京都の漁獲量は1962年以前に100～600トンみられたが、その後減少していき100トンを上回ったのは1966年の一度だけであった。そして2003年以降は10トンを切り、現在は操業を控えている。	・浅場の喪失(産卵場や成育場)の消失 ・貧酸素水塊、河口攪乱による水質・底質環境の悪化に伴う稚魚の減耗、産卵場の荒廃 ・資源量の著しい低下による、資源の回復力の更なる低下	◎	◎	○	-	左記の減少要因を検証し、今後の対策につなげることが重要
イシガレイ	B		A	A	場の消失	貧酸素	餌生物の減少	高水温(冬季)	カレイ類は1960年代は300～1,000トンの漁獲があったが、無酸素水割合が拡大した数年後に、100～200トンに激減した。その後1973年以降回復し、400～1,500トンで経過したが、1999年以降減少し、200トン台で推移している(千葉県)。このうち、1970年代まではイシガレイが主体であり、近年は著しく低迷している。北部でマコガレイの1/5程度。	・稚魚期の生息場(浅瀬)の喪失	◎	◎	○	○	
サヨリ	B		B	C	場の消失				東京湾の漁獲量は1976年に1,000トンの漁獲があったが、2005年の神奈川県東京湾内湾ではわずか2トンである。	・減少の原因は不明。産卵場である湾口から湾外の藻場の減少が一因?	◎	△	△	-	藻場の造成
タチウオ	B		B	B	資源変動				神奈川県東京湾内湾では1967～1981年にかけてはほとんど漁獲が見られない、その後漁獲量は50～150トンの間で変動を繰り返している。	・増減の原因は不明(無酸素水塊規模と漁獲量との間に負の相関は見られない)	-	-	-	-	-
ウナギ	C	○	A	C	加入量減少	場の消失			東京湾のウナギの漁獲量は1941年に400トンを超えた。1950年から1960年まで50トン前後で推移していたが1970年以降年々減少した。現在は中川河口域で1ヶ統のみが残り、漁獲量は200～300キロ程度と推定される。	・極東アジア全域での親資源の減少 ・シラスウナギの乱獲 ・浅場の消失	○	○	-	-	極東アジアの降りウナギ資源とシラスウナギの管理
アオギス	-	○	C	B	場の減少	貧酸素			絶滅したものと考えられる。	・再生産と生育場である広大な干潟の消失	◎	◎	◎	-	河川からの土砂供給の促進
シラウオ	-	○	C	C	場の減少	貧酸素			絶滅したものと考えられる。	・再生産と生育場である湾奥大河川河口域の環境悪化。特に新鮮な土砂供給の途絶。	△	○	◎	-	河川からの土砂供給の促進、霞ヶ浦個体群の再導入
アサリ	A	○	A	A	貧酸素(青潮)	場の減少	冬季減耗	寄生物	東京湾のアサリ漁獲量のほとんどを占めている千葉県では、1960年～1970年台の埋立による漁場喪失により1966年の約8万トンから1979年には2万トンを超えて減少した。さらにその後も減少傾向であり、1994年には1万トンを超えて減少し、さらに、2008年以降は1,000トンを超えて減少している深刻な状況である。	・埋立による漁場喪失、稚貝発生の減少 ・寄生虫(ウミグモ) ・貧酸素水塊(青潮) ・冬季減耗等 ・底質劣化(砂供給減、地盤硬化など)	○	◎	△	△	病害対策
トリガイ	A		B	B	貧酸素				トリガイは1982年以降の漁獲データがあり、1988年までは変動が大きいものの300～4000トンの漁獲があったが、以降ほとんど漁獲が見られなくなった。1996年以降再び漁獲されるようになり、変動が大きい、6～200トンの漁獲で推移している。	・貧酸素水塊の発生。ただし、秋季貧酸素水塊の解消後に着底した稚貝が翌年春に漁獲される。無生物域で競合種がないことが有利に働く場合もある	-	-	-	-	-
ハマグリ	A	○	A	A	貧酸素(青潮)	場の減少			1960年前後には東京湾で約3,000～8,000トンの漁獲があった。しかし、1965年を境にハマグリ漁獲量は減少し、1968年には1,000トンを下回り、1975年以降は漁獲がほとんど見られていない。	・埋立による漁場喪失 ・原因不明の大量死亡 ・千葉県漁連が主体となって2006年から国産ハマグリ種苗を三番瀬、盤洲、富津干潟に放流している(20～250トン)	○	◎	△	-	大量死亡の原因解明、種苗放流、河川干潟

課題整理表(2/2)

	重要度 (Aが高い)	環境シンボル (該当のみ○)	深深度 (Aが深刻)	情報量 (Aが多い)	資源増減の原因(キーワード)			漁獲量(資源量)の増減傾向	想定される主な増減要因	資源回復に有効な対策					
					貧酸素	場の消失				浅場造成	干潟造成	覆砂	浚渫	その他	
クルマエビ	A		A	A	貧酸素	場の消失		千葉県における東京湾の漁獲量は、1960年代前半までは100トン以上の漁獲がみられたが、その後著しく減少し、1970年代は40トン前後、1980年代～1990年代前半は20トン前後となり、そのさらに減少し、10トン以下となった。	・貧酸素水塊によるへい死 ・干潟・浅場の消失	◎	◎	○	△		
シヤコ	A		A	B	底質悪化	高水温(夏季)	低塩分	貧酸素	シヤコは神奈川県内の小型底びき網漁業の最重要種である。神奈川県内の漁獲量は1989年の1,080トンピークに2005年の57トンまで激減している。2005年以降、禁漁しているが本格的な資源回復傾向は見られない。	・貧酸素・無酸素水塊による春生まれ幼生の減耗 ・低塩分、高水温、貧酸素の複合的影響など	△	△	◎	-	底質改良による貧酸素対策
コウイカ	A		C	B	貧酸素	過剰漁獲	場の減少(藻場)	1959年には、240トン漁獲されていたが、その後減少し、1970年代～1990年代前半は漁獲が低迷した。2000年前後から南部で増加しており、新たな重要魚種の1つになった。	・産卵床の設置(内房の大佐和では1994年から、内湾の富津や木更津地区では1997年から)	-	-	-	-	産卵床	
ナマコ	A		B	A	貧酸素	過剰漁獲		近年、漁業資源としての重要性がにわか高まっている。神奈川県内の東京内湾の漁獲量は、2000年に10トン未満であったが、2006年には約120トンへと急増している。	・漁獲努力量の増大	○	○	○	-	底質改良による貧酸素対策	
ノリ	A		A	A	高水温(秋季)	栄養塩不足		ノリ養殖の経営体数は1960年代以降長期的に継続して減少している。これに対し、生産枚数は2000年代前半まではほぼ年間4～7億枚を維持していた。すなわちこの間養殖技術の改良によって、1経営体当たりの生産枚数は3倍以上に増加した。しかし、2000年代半ば以降、1経営体当たりの生産枚数が減少するとともに、のり単価が低下している。	・秋季:育苗期から生産初期:高水温による成長不良、病害発生 ・冬季:栄養塩(N、P)の不足による成長不良、色落ち(品質低下) ・秋季と春季:高水温による漁期の短縮	-	-	-	-	温暖化の抑制、栄養塩の適切な排出管理、環境耐性のある品種の開発	
ホンビノス	B		C	C	貧酸素	知名度		1990年台に東京湾で発見された外来種である。近年、東京湾の湾奥部を中心に生息をを広げ、アサリ漁獲量の減少とともに漁獲量は増加しており、2011年には千葉県の北部域では約700トンの漁獲がある。	・漁獲増加の要因は、アサリ資源減少による漁獲努力量の増加。 ・アサリ、ハマグリなどの二枚貝よりも貧酸素耐性が強いいため、資源が増加していると思われる。	-	-	-	-	-	
ミルクイ	B		B	C	場の減少	過剰漁獲		潜水器の対象種。近年は漁獲量が減少している。	増減の原因は詳細は不明。	-	-	-	-		
シバエビ・サルエビ	B	○	A	C	場の減少?			底びき網の対象種。近年の漁獲は減少傾向。	不明	○	△	◎	○		
マダコ	B		B	B	貧酸素	底質悪化		千葉県の東京内湾における漁獲量は年変動が見られるが、1991年の317トンピークとして減少し、2003年～2005年は年間50トン割りを割っている。	・貧酸素・無酸素水塊による幼生の減耗(漁獲量と1～2年前の無酸素水塊規模との間に負の相関あり)	△	-	○	-	底質改良による貧酸素対策	
アカガイ	C		A	A	貧酸素			アカガイは、1969年以降のデータしかないが、1969年に5,000トン漁獲された後、減少し続け、1980年以降では10トンを下回るようになった。1990年代に数年間10トンの漁獲がみられたが、その後も低迷している(千葉県)。	・貧酸素水塊によるへい死(漁獲サイズまで複数年かかるため、漁獲対象にならない)	-	-	○	○		
タイラギ	C		A	B	貧酸素	場の減少		潜水器の対象種。トリガイ同様数年おきに稚貝の発生がみられるが、漁獲サイズまで複数年かかるため、漁獲対象にならない	・貧酸素水塊によるへい死	○	△	◎	○	育成場の確保	
ガザミ類	C		A	A	貧酸素	場の減少		【神奈川県】東京内湾では1973～1986年にかけては年間3.5～13トンの漁獲がみられたが、その後減少し、1990年以降は年間漁獲量は2トンを下回る年が多くなっている。 【千葉県】ガザミ類は1963年までは50～140トンの漁獲がみられたが、1964～1972年は10トン未満の漁獲が続いた。1973～1986年に再び漁獲がみられ、15～200トンで推移したが、1987年以降はほぼ10トン以下で推移している。	・貧酸素・無酸素水塊による幼生の減耗(漁獲量と1～2年前の無酸素水塊規模との間に負の相関あり) ・育成場(藻場・干潟)の減少	○	◎	◎	-	底質改良による貧酸素対策	

平成23年度 東京湾研究会 議事録

日時：平成24年 3月 12日（月） 10:30～17:50

場所：アジュール竹芝 16F 曙（東京都港区海岸 1-11-2）

出席者 45名（別紙参照）

議 事

1. 開会、挨拶（和田所長）

東日本大震災から1年を経て、水産業の復旧・復興について思いを新たにしているところだが、内湾の環境問題は解決の方向が見えてこない。東京湾研究会ではミニシンポの開催を通じて問題点の整理を行ってきたが、今年度はこれを加速するために企画作業部会を設置して検討を進めていただいた。今回からは東京湾検討会の機能も引き継いでの開催と聞いているが、水産総合研究センターのメリットを活用して内湾漁業の振興に貢献してもらいたい。

2. 研究事例紹介（進行：秋元(神奈川), 小林(千葉)）

・マアナゴ資源と水温の関係（黒木）

（質疑）

日比野：2月の水温と漁獲量の関係で観音崎の水温とは相関するのに、三崎や富津の水温とは相関しない理由は？

黒木：今のところ不明。

・東京湾奥で採集されたマアナゴの葉形仔魚について（石井）

（質疑）

工藤：30年ほど前に行徳で大量のレプトが獲られた記録がある。

石井：2000年以降、いろいろと採集を試みているが今回紹介した例が初めての記録。

・東京湾産マアナゴの体組成の季節変化について（臼井）

（質疑）

丸山：冬に脂肪が低下するのは単に食べる量が減るためか。それとも成長の良い個体が移出するため？

臼井（田島）：栄養状態の良い個体は10月から沖に移出を始める。メソから移ってきた個体はやせている。

・アサリ殻模様パターンの地域差について（張）

（質疑）

鳥羽：（他海域からの種苗放流がされてきたのに遺伝子組成が変化しないことへのコメント）放流貝が残れない結果は他の調査でも得られている。

・東京湾におけるウナギ調査の取り組み（山本）

（質疑）

出席者：資源が減った原因は東京湾だけの問題ではないのでは？

山本：確かに東アジア全体の問題である。現在の資源の激減は、特に中国沿岸域の資源減少が影響している可能性が高い。一方、日本の資源が再生産に貢献している結果も産卵場で捕獲したウナギの耳石解析によって得られており、東京湾も重要な海域。

鳥羽：昔は東京湾で漁獲量が多く重要であったことは解るが、今はほとんどいない。ウナギ調査には東京湾より他の海域を探す方が良いのでは？

山本：東京湾も内湾を代表する沿岸域であり，地の利も生かした調査も可能と考えている。

3. ミニシンポジウム 「東京湾漁業の再生のための分野を超えた取り組みに向けて」（進行：児玉(中央水研)，山本(増養殖研)）

1) 趣旨説明（児玉）

昨年度の研究会において，東京湾の漁業再生には分野を超えた連携が重要との共通認識を得た。そこで，問題・認識の共有，さらに課題の抽出，具体的な施策の実践に向けて，引き続き分野間の情報共有を進め，今後の調査研究の方向を議論する目的でシンポジウムを企画した。

2) 基調講演

・沿岸域の総合的管理による内湾域の生物多様性の向上（古川）

沿岸域を総合的に管理するための目標を「海洋生物の多様性の向上」とすることは妥当と思われる。統合的な管理とは平均値の管理ではなく，海域の特性に合った英知を集め対策を工夫することが必要。

（質疑）

堀口：東京湾の再生へ向けた現実的な対応策は理解できるが，①一方で，長期的計画に基づく大手術も必要なのでは？ ②また，合意形成は重要であるが皆の意見を聞いていると間に合わないのでは？

古川：①長期的計画も大切なので忘れず着々と進める必要がある。大規模な環境再生に向けた数値計算も進めている。②世間が注目しなくなると進められなくなるので，出来ることから始めて環境問題にも気付くようにすることが重要。

鳥羽：水産分野から特殊な主張をしても統合的な管理にも結びつきにくいと感じている。大手術に向け，考えていることをアピールするのが重要と思う。

古川：その通りだと思う。アピールの一つの窓口が東京湾再生推進会議と考えている。東京湾再生行動計画は，新計画が平成 25 年度から実施されるので，計画にアピールを反映させる行動が期待される。

・極沿岸域におけるデッドゾーンの現状と課題（和久）

三河湾において漁業（者）にとってのデッドゾーンをマクロベントスの種数を基準に網羅的に調べた。デッドゾーンの面積は喪失干潟面積の 2.3 倍で汚濁物質，貧酸素水の汚染源と考えられ，その修復をはかる必要がある。

（質疑）

古川：東京湾では干潟の貧酸素が潮汐等により解消されるかどうかの境界線が水深 70cm にあることが計算結果から出ている。三河湾ではそういった試算はされているか？また，例えば干潟の生物活動による不可避免的貧酸素条件（生物が多いと夜間は呼吸により貧酸素化が起こりうる）はどのように扱っているのか？

和久：連続記録により干潟域においても貧酸素化が起きることがわかった。貧酸素が解消される水深（分岐点）は試算していない。確かに干潟等で不可避免的な貧酸素状態が起こるかも知れないが，ここで扱ったデッドゾーンは生物がほとんど存在せず（いても貧酸素水域の指標種）、多様性も乏しく、生物の多い干潟のデータではない。

3) 話題提供

・東京湾湾奥の浅場を活用するアユや二枚貝を通してみる生息環境の改善課題（小泉）

(質疑)

山本：アユの溯上量が増えている理由は？

小泉：水質（河川）の向上が主な要因となっている。

・千葉県の浅海干潟貝類漁場に放流した種苗生産ハマグリ稚貝の大量死亡（鳥羽）

(質疑)

古川：(60年代にハマグリが減少した原因に関連したコメント) この時代に東京湾への淡水流入量が増えた。エスチャリー循環が強まり、滞留率が1/2程度になったと推察される。

・東京湾におけるマコガレイの産卵期と産卵場について（石井）

(質疑)

市川：(粒子の移動シミュレーションにより湾奥で産卵孵化した仔魚の滞留が良かったことに関連して) 外湾の産卵場が維持されているのはどのような理由によるのか？

石井：粒子のシミュレーションは一例で（野外の実態を完全に再現しているわけではない）、1カ月の浮遊期間に何が起きているかはまだ不明な部分も多い。

・東京内湾の魚種別漁獲変動の特徴について（秋元）

秋元：溶存酸素量変化の影響を強く受けるコノシロ、ボラ等の漁獲量のモニタリングにより漁業サイドから貧酸素水塊の影響を見ることが出来るのでは。

4) 総合討論

古川：環境要因で貧酸素が多く取りあげられるが水産ではどのような情報があると役立つか？

和久：時間的な解像度を上げる必要がある。水塊の連続的な動態を捉えることが必要となっている。

秋元：多くの生物で貧酸素耐性について報告があるが、コノシロ、ニベといった汽水性魚類の貧酸素耐性の知見が必要。

小泉：連続するイベントとして貧酸素水塊（硫化水素も）の動態把握が必要

市川：水産では資源の生活史を通じた場の再生が重要だが、古川さんの指摘した海の特性を活かした場の再生の意味は？

古川：東京湾を見ても全体が均一ではなく、地形、水の循環、淡水の影響等場により特性が異なり、これを考慮した再生の工夫が必要という意味。また、どう使うかの目的が明確になると利用も種々（重層的利用）可能と考えられる。

児玉：(まとめ) 分野間のギャップ、出来ることには差がある。統合的な沿岸域管理に向け大手術、今できるとことの両面からアプローチが重要。

鳥羽：生物サイドからの貧酸素に対する情報提供がもっと必要ではないか。再生産過程を通じた影響の評価を積み上げていくことが重要。

4. 東京湾研究会の今後の活動について（進行：市川(中央水研)）

1) 企画作業部会における課題整理作業について

事務局（市川）から、シンポジウムでの問題点抽出、研究開発課題の絞り込みや、外部資金獲得を目指す研究会のこれまでの活動の経緯、並びに今後の活動の方向性や課題の整理を具体的に進めることを目的とする企画作業部会の設置経緯が報告された。

続いて事務局（児玉）から、企画作業部会における課題整理の作業内容が報告された。課題整理は魚種毎に行われ、マコガレイ、マアナゴ、ハマグリ等6魚種の課題整理個表が企画作業部会の工藤委員から報告された。

さらに、今後の進め方として、整理表を具体的な活動方策検討の材料とすること、魚種あるいはグループ別に整理表の精査・具体的な検討を進め、研究会としての提言にまとめる方針が示された。

2) 意見交換

市川：23年度の企画作業部会の活動についてご意見を

張：企画作業部会が取り纏めた資料を見るとほとんどの問題が貧酸素と場の消失に集約されている。問題は明確で方向性は明らかなのでは。

有元：作業部会の活動は着実に進んだと思う。一方、漁業の現状からしてスピード感を持った対応が必要で、情報交換と議論をいつまでも続けることは出来ない。24年度の早い時期に目標を定めて提言を行う事が重要だと思う。

工藤：再生会議は24年度で節目を迎え25年度から新しい枠組みで活動するとのことだが、内容は固まっているのか？

古川：次期計画は白紙に近い状態であり、外部からの提案が重要。

市川：水産サイドから東京湾再生推進会議へのアピールも可能であり、夏頃までに提言可能な具体的計画を作ることが重要。共通的な問題として上がっている貧酸素の問題への対応を特定の魚種の生産と絡めて検討してはどうか。

和久：(三河湾の場合) デットゾーン解消については、漁業者は待ってられない状況であるので、企業・財団との共同研究を着手している。加えてデットゾーンの実態や悪影響を公表している。

市川：東京湾の貧酸素問題全般への取り組みは困難でも部分的対応は可能で、これに資源の状況を絡めると良いのでは。

工藤：予算、マンパワーとも十分とは言えないため、現在行っている研究を軸に動くのが良い。

石井：貧酸素の影響は包括的で大きい影響を受けにくい種もある。このような魚種を対象にする案もある。

秋元：研究推進と共に、現状で実施されている事業の効果改善に向けた研究も必要。

市川：場(漁場環境)の問題を具体的に提言できれば良い。

鳥羽：企画作業部会から短い時間でかなりまとまった結果を出してもらった。ただし、これは出発点に立った段階で、今後(次年度)早い時期に提言が出せるよう検討を進めてもらいたい。

工藤：作業部会で提言をまとめる作業にタブーがあるか。例えば東京湾では何故かカキ養殖は行われてこなかったが、場の利用という観点からそういった取り組みも考えて良いのか。

小泉：都にとって貧酸素は大きな問題である。二枚貝などが着底するものの漁業には結びつかない実態がある。

古川：(関連の要望) 東京湾再生推進会議では東京湾一斉調査を実施しており、生物調査にも取り組むようになっている。一世調査のみならず結果を用いた情報交換会も開催しており、課題整理表の紹介や交換会への参加をお願いしたい。

市川：(まとめ) 東京湾研究会では次年度も企画作業部会を継続し、年度前半で提言が可能な作業を行うこととしたい。

5. その他

事務局(市川) 提案。次年度も企画作業部会を継続する形で作業を進める。また、事務局の

体制も今年度と同様に進めたい。→ 承認。

次年度の研究会はこれまでの慣例によると千葉県内となるが良いか。→了解。

この他、事務局から後日、冊子「東京湾の漁業と環境」の原稿依頼を行うことがアナウンスされた。

6. 閉会、挨拶（有元部長）

東京湾の恵みをいかに次世代に引き継ぐかが課題。原動力は漁業者であることを意識しスピード感を持って対応をはかりたい。

千葉県水産総合研究センター	資源研究室	次長(資源研究室長事務取扱)	柴田輝和
	東京湾漁業研究所	上席研究員	石井光廣
		研究員	小宮朋之
		研究員	長谷川淳
		所長	鳥羽光晴
		主幹	梶山 誠
		主席研究員	長谷川健一
		上席研究員	深山義文
		研究員	小林 豊
		研究員	大畑 聡
		研究員	島田裕至
	種苗生産研究所	室長	庄司泰雅
	富津生産開発室		
東京都島しょ農林水産総合センター	振興企画室	副参事研究員	米沢純爾
		主任研究員	前田洋志
		主任	小泉正行
神奈川県水産技術センター	企画経営部 企画経営部 企画経営部 企画経営部 資源環境部 栽培技術部 栽培技術部	所長	米山 健
		部長	川原 浩
		専門研究員	鎌滝裕文
		主任研究員	秋元清治
		主任研究員	臼井一茂
		主任研究員	田島良博
		部長	水津敏博
主任研究員	工藤孝浩		
愛知県水産試験場	漁場環境研究部	主任研究員	蒲原 聡
		主任研究員	竹内喜夫
		主任研究員	和久光靖
		技師	柘植朝太郎
	漁業生産研究所	主任	日比野学
三重県水産研究所	資源開発管理研究課	研究員	丸山拓也
国土交通省国土技術政策総合研究所	沿岸海洋研究部	沿岸海洋新技術研究官	古川恵太
海上保安庁	技術・国際課海洋研究室	主任研究官	清水潤子
国立環境研究所	環境リスク研究センター	主任研究員	堀口敏宏
		ポスドクフェロー	児玉圭太
水産総合研究センター	本 部	研究主幹	岸田 達
水産工学研究所			
		水産土木工学部	
		生物環境グループ	
増養殖研究所	資源生産部	研究員	齊藤 肇
		部 長	有元 操
	沿岸生態系グループ	グループ長	張 成年
		主任研究員	山本敏博
	沿岸資源グループ	主幹研究員	渡辺一俊
		主任研究員	黒木洋明
中央水産研究所		所 長	和田時夫
		特任部長	興石裕一
		専門員	中村義治
	水産経済部		
	資源管理研究センター		
		主任研究員	久保田洋
	資源生態グループ	センター長	渡邊朝生
	海洋・生態系研究センター	グループ長	市川忠史
		グループ長	児玉真史
	資源環境グループ	研究員	
	生態系モデルグループ		

本号は平成 24 年 3 月 12 日に東京都で開催された、中央ブロック水産業関係研究開発推進会議・東京湾研究会において発表された論文・要旨・議事録ならびに提言を収録したものである。

編集担当者 児玉真史・山本敏博

平成 25 年 3 月 1 日発行

発行人 馬場徳寿

発行所 独立行政法人 水産総合研究センター 中央水産研究所
横浜市金沢区福浦 2-12-4

印刷所 株式会社 シーケン
