

## 東京湾の漁業と環境 No.8

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産研究・教育機構 公開日: 2024-03-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2000506">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2000506</a>

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



# 東京湾の漁業と環境

第8号

平成29年3月

Fishery and Oceanography in Tokyo Bay

No. 8, March 2017

中央水産研究所

National Research Institute of Fisheries Science

FRA, JAPAN



# 東京湾の漁業と環境 第8号

## 目次

I. 課題整理について			
課題整理 マコガレイ	・・・・・・・・	石井光廣	1
課題整理 アサリ	・・・・・・・・	長谷川夏樹・山本敏博・岡本 隆	5
II. 高水温特集！			
2015年の黒潮の特徴と東京湾に及ぼす影響	・・・・・・・・	小林 豊	11
東京湾の水温の変動について（内湾全体）	・・・・・・・・	林 俊裕	15
神奈川県沿岸における最近の高水温現象	・・・・・・・・	岡部 久	17
高水温が生物に与える影響について「マコガレイ」	・・・・・・・・	石井光廣	19
水温上昇がのり養殖に及ぼす影響	・・・・・・・・	林 俊裕	21
東京湾奥における水温変動と高水温が水生生物に与える影響	・・・・・・・・	千野 力	25
高水温が生物に与える影響について「マアナゴ」	・・・・・・・・	黒木洋明	31
2015年末の高水温現象と長期的な傾向および水産生物への影響	・・・・・・・・	石井光廣	33
III. 今後の取り組み			
神奈川県におけるこれからの貧酸素水塊対策事業（1）	・・・・・・・・	阪本真吾	35
神奈川県におけるこれからの貧酸素水塊対策事業（2）	・・・・・・・・	菊池康司	37
河口域に滞留する陸上植物片の生態的役割について	・・・・・・・・	西本篤史	39
平成27年度中央ブロック東京湾研究会 議事録			41
平成27年度中央ブロック東京湾研究会 出席者名簿			51



## 要旨

## 課題整理 マコガレイ

石井光廣\*

Mitsuhiro ISHII\*

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

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

平成28年2月に官民で構成される「東京湾再生官民連携フォーラム」から「東京湾再生推進会議（東京湾に関係する省庁及び地方自治体により構成）へ東京湾再生に向けた政策提案として、マコガレイの産卵場を再生するため等の「生き物生息場づくりに関する提案書」が提出された（国土交通省ホームページ；[http://www.mlit.go.jp/report/press/port06\\_hh\\_000114.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/port06_hh_000114.html), 資料）。

東京湾研究会は、平成25年3月に提言「江戸前の復活！東京湾の再生をめざして」を発表した。その中に「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」として、27魚種を選定し、とくに重要なマアナゴ、マハゼ、ウナギ、ハマグリ、シャコ、マコガレイの6種について、1. 資源（漁業・環境・文化）としての重要性、2. 漁業の推移、3. 資源量減少に関する想定要因（問題点）、4. 改善方策の4項目で課題整理表個票を作成した。

平成25年5月に策定された「東京湾再生のための行動計画（第二期）」（[http://www.mlit.go.jp/report/press/port06\\_hh\\_000086.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/port06_hh_000086.html)）の目標【快適に水遊びができ、「江戸前」をはじめ多くの生物が生息する、親しみやすく美しい「海」を取り戻し、首都圏にふさわしい「東京湾」を創出する。】には、水産を強く意識した「江戸前（東京湾全体でとれる新鮮な魚介類）」という言葉が採用された。

さらに、第二期では東京湾再生官民連携フォーラム（<http://tbsaisei.com/index.html>）が発足し、その下部組織の生き物生息場づくりPT（プロジェクトチーム）で議論され取りまとめた内容が、「生き物

生息場づくりに関する提案書」である。

その間、千葉県ではマコガレイに関する研究課題を設定し、県の単独事業のほか、水産庁（漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業のうち赤瀬・貧酸素水塊対策推進事業（東京湾における貧酸素水塊の影響解明）や農林水産技術会議（生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発委託事業）の委託事業を関係研究機関（水研、各都府県水試、大学）と共同で受託して調査を進めてきた。マコガレイでは仔魚の輸送、主要着底海域からみて、湾奥に産卵場が形成されていることは浮遊仔魚の生残および加入に重要であると推定されること（石井ほか、2012、石井ほか、2015a）や湾奥産卵場の海底直上では冬季でもDOが低下しふ化率に影響する可能性があること（石井ほか、2015b）などの知見を増やし、提案書の根拠として採用された。今後、その他にも個体群構造やイシガレイとの分布の比較、稚魚の分布・移動と底層水温・DOの関係などが整理されつつある。

海岸線のほとんどが港湾区域である東京湾では、「江戸前の復活」の機運が高まっても水産資源増産の施策を実施する場合は他省庁との連携が不可欠であり、水産研究機関には水産資源増産のための科学的根拠が求められる。そのことから、今後マコガレイに限らず、重要魚種27種のうち1つでも多くの魚種について調査研究を行い、生理生態に基づいた的確な増産手法を提案していくことが重要であると考えられる。

表 これまでの経過

年度	東京湾研究会	外部 東京湾再生推進会議など	千葉県の研究課題
平成 23	企画作業部会設置		東京湾産マコガレイの産卵場推定 (平成 23-24)
平成 24	提言「江戸前の復活！-東京湾の再生をめざして-」発表		
平成 25	水産海洋地域研究集会「第 1 回東京湾の漁業と環境」の開催	第二期行動計画策定 フォーラム発足 生き物生息場づくり PT	東京湾産マコガレイの生活史を考慮した資源制限要因の抽出と増産手法の開発 (平成 25-29)
平成 26			
平成 27		マコガレイ産卵場政策提案 政策提案	

## 引用文献

石井光廣, 片山知史, 小畠大典, 内藤大輔, 柳川竜一, 2012: 東京湾におけるマコガレイの産卵場. 水産海洋学会創立 50 周年記念大会講演要旨集, 90.

石井光廣, 梶山 誠, 島田裕至, 片山知史, 2015a: 東京湾におけるマコガレイ・イシガレイ浮遊

期の分布 (ポスター). 平成 27 年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 205.

石井光廣, 石橋賢一, 浄土真佐実, 2015b: 東京湾のマコガレイ産卵場における海底直上の酸素環境. 2015 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 55.

## 資料

平成27年10月24日

## 生き物生息場つくりに関する提案書

生き物生息場つくり PT

かつての東京湾は湿地―干潟―浅場―沖合と続く広大な汽水域を持った連続性のある景観を有し、多様な地形は豊かな生態系を育んでいた。このような東京湾の本来の姿を少しでも再生するため、東京湾再生推進会議「東京湾再生のための行動計画（第二期）」に示された東京湾再生の理念と全体目標に掲げられた「江戸前」をはじめ多くの生物が生息する東京湾の創出」を踏まえ、10年スケールで官民が連携して取り組むべき生き物生息場つくりの基本的な考え方と進め方についての提案、およびその具体的な施策の一つとして、東京湾北部沿岸におけるマコガレイ産卵場の底質改善に関する提案を行う。

## 生き物生息場つくりの基本的な考え方と進め方についての提案

生き物生息場つくりの検討に際しては、東京湾の再生が自然環境、周辺住民の生活、産業、文化の将来にわたる持続的利用のため、東京湾の地史の中で育まれてきた生き物、生態系及び景観の再生であることを踏まえ、陸から海への緩やかな景観の連続性を取り戻すことを念頭に置きつつ、小規模であっても生き物の生息場を増やしていくことの積み重ねが重要である。この生息場つくりの方法としては、埋立で失われた干潟、浅場の造成や、覆砂や盛土等による底質の改善、湿地や藻場の造成、生物共生型護岸の整備等、新たな創出と既存の構造物の撤去や改善による環境の修復が考えられる。また、旧海岸線沿いの水路等に残存している東京湾在来種の保全も重要な視点である。

生き物生息場つくりを進めるに際しては、関係者の合意形成が不可欠である。実施場所の選定に際しては、漁業者、遊漁船業者、水産部局、港湾部局、海上保安部局、環境部局、企業等を含む様々な関係者が存在することに留意するとともに、広く海の恵みを共有する市民・住民の理解を得るべく、官民連携フォーラムの枠組み等を活用して、その合意形成を慎重に進める必要がある。また、モニタリングはプロジェクト実施段階に加え、実施後も継続的に行うことでプロジェクトの効果を把握し、予期せぬ影響が現れた際にはプロジェクト自体を見直すことも必要である。モニタリングは行政に加え、漁業者、NPO、研究機関等も含めた官民連携の体制で取り組み、結果を広く公にしなが、市民の東京湾再生への関心を高めていくことが期待される。

以上は生き物生息場つくりに関する基本的な考え方と進め方を示したものであり、具体的な生き物生息場つくりプロジェクトの計画・実施に際しては、これらの考え方と進め方を踏まえたものとするを提案する。

## 東京湾北部沿岸におけるマコガレイ産卵場の底質改善の提案について

生き物生息場つくり PTにおけるこれまでの活動の成果として、東京湾再生推進会議「東京湾再生のための行動計画（第二期）」に示された東京湾再生の理念と全体目標の一つに掲げられた「江戸前」をはじめ多くの生物が生息する東京湾の創出」に合致し、生き物生息場としての効果が見込まれ、多くの関係者が連携することで実現が期待されるものとして、東京湾北部沿岸におけるマコガレイの産卵場の覆砂、盛土による底質改善に関する提案を行う。また、この取り組みを通して、官民連携の体制づくりを進めていくことを併せて提案する。

東京湾では陸域の人間活動の上昇から栄養塩の流入負荷が増大し、それを利用した植物プランクトン

の異常増殖による赤潮が慢性化した。そのため、枯死して沈降した赤潮生物が海底近傍で分解を受ける際に多量の酸素を消費して貧酸素水塊が形成されている。加えて埋立てにより砂泥質の干潟・浅場の多くが失われ、懸濁態有機物（主に植物プランクトン）の除去機能の低下等により貧酸素水塊の広範囲な出現に拍車をかけ、生き物の生息に深刻な影響を与えている。さらに、かつて東京湾に生息していた生き物の多くは、生活史の一部で砂質の浅場を必要としており、そのような場の多くが失われたことが大きな問題と考えられる。例えば、マコガレイは主に東京湾の北部沿岸で産卵が行われているが、本種は沈性粘着卵であり、この海域の多くが泥質分の多い底質であることが卵のふ化率を低下させ、資源の減少要因の一つになっていると推察されており、小規模でも産卵場の底質を好適な環境（砂～砂礫）に改善することが、マコガレイ生活環の修復に有効であると考えられる。さらに、湾奥沿岸の浅場から沖合にかけて砂質の環境を連続的に配置することは、底生性魚類、甲殻類、二枚貝等、埋立による開発が進む以前に湾奥の砂地に生息していた多くの生き物に再び生息場を提供し、それぞれの生物個体群の生態系ネットワークの強化に通ずる。そこで、まずは小規模な現地実証試験から始め、モニタリングを通して効果や再生の理念との整合性を検証しながら、継続的に進めていくことを提案する。

砂質の環境を創出するためには、覆砂、盛土、浅場造成等の方法があるが、整備後も砂質を維持するために適切な土砂の確保と泥質分の堆積を抑制するための勾配の確保が必要であり、傾斜部への覆砂、盛土によるマウンド形状とする等の施工上の工夫も必要である。これらの実施にあたっては、浚渫土砂をはじめとする適切な土砂の確保と運搬、泥質分の堆積抑制も考慮した適地の選定と施工方法が重要であり、生き物及び漁業資源に関する知見を有する水産部局、港湾・湾域の事業実施や管理を行う港湾部局、及び水環境保全に知見を有する環境部局との連携、並びに関係者によるモニタリングと評価の取り組みが期待される。加えて、プロジェクトの計画・実施段階においては、河川部局、環境部局、海上保安部局等の行政に加え、漁業者、NPO、研究機関、教育機関等も含めた官民連携の下での協力が必要である。さらに、プロジェクトの効果や東京湾再生の理念との整合性に関する検証のためのモニタリングを官民の協力の下に実施し、結果を広く公にしなが、市民の東京湾再生への関心を高めていくことが期待される。

プロジェクトの計画実施に際しては、様々な関係者の合意形成が不可欠である。本提案の覆砂、盛土による底質改善の実証試験については比較的軽微な地形改変であり、予期せぬ影響への懸念も小さいものと推察され、東京湾における官民連携の下での生き物生息場づくりにおける最初の取り組みにふさわしいものであると考える。また、期待される成果として、マコガレイに加え、江戸前の再興に繋がる魚介類の増加や生態系を支える生き物全般の再生が挙げられ、関係者の理解と協力を得ながら、生き物生息場づくりの展開に努めたい。

## 課題整理 アサリ

Summary of the problems in Manila clam *Ruditapes philippinarum* in Tokyo Bay

長谷川夏樹\*1・山本敏博\*2・岡本 隆\*3

Natsuki HASEGAWA\*1, Toshihiro YAMAMOTO\*2, Ryu OKAMOTO\*3

\*1 水産研究・教育機構 増養殖研究所 〒519-0414 三重県度会郡南伊勢町中津浜浦 422-1

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

\*2 水産研究・教育機構 中央水産研究所 〒238-0316 神奈川県横須賀市長井 6-31-1

\*3 千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所 〒293-0042 千葉県富津市小久保 3091

\*1 National Research Institute of Aquaculture, Fisheries Research and Education Agency

422-1 Nakatsuhamaura, Minami-ise, Mie 516-0193, Japan

\*2 National Research Institute of Fisheries, Research and Education Agency

6-31-1 Nagai, Yokosuka, Kanagawa 238-0316, Japan

\*3 Chiba Prefectural Fisheries Research Center, Tokyo Bay Fisheries Laboratory

3091 Kokubo, Futtsu, Chiba 293-0042, Japan

## はじめに

東京湾研究会では、東京湾の重要魚種の一つとしてアサリをピックアップし、その課題整理をおこなっており、同じく都市圏をかかえアサリ漁獲量が低迷する内湾の伊勢湾のアサリ事例も合わせて、東京湾のアサリの課題について整理・考察する。

## アサリの生活史と課題整理

アサリは浮遊幼生期と底生期をもち、浮遊幼生期の移送分散は海域内の各地域個体群の交流をもたらしメタ個体群の形成に寄与するが無効分散も多いとされる。また、この期間の減耗は大きいものと推察されており、クラゲなどの捕食(粕谷 2005)や貧酸素水塊の影響が指摘されている(山田ら 2015)。東京湾内湾域では、海水の循環によって個体群間の幼生の往来が活発である可

能性が指摘されている(濱口 2014)。伊勢湾でも、各地先のアサリ個体群は浮遊幼生期の交流を通じた広域のメタ個体群が形成されているが、湾奥部からの木曾三川の流入によって、特に表層では、湾奥から湾口に向けての流れが卓越することから、湾奥(北部)の個体群が湾央・口(西部・南部)の個体群の維持への寄与が大きいのではないかと考えられている(羽生 2015)。

底生期に移行後も、アサリは波・流れなどによって移動させられやすく、激しく減耗することが知られており、稚貝・幼コホートが消失することもしばしば報告されている(西沢ら 1992)。東京湾でも、特に冬季の波浪がアサリ稚貝の大きな減耗を引き起こしていることが指摘されており、この背景には、波浪の減衰効果のあった支柱式のノリ養殖施設の減少も指摘されている(柿野 2006)。

波・流の物理的な攪乱以外にも、捕食や競合生物あるいはアオサの大量繁茂のような生物学的な要因も底生期のアサリの大きな減耗を引き起こすことが指摘されているが、千葉県内のアサリ漁場では、貧酸素水塊の湧昇（青潮）や大規模出水による大量への死などの事象も報告されている（岡本 2015）。また、千葉県内のアサリ漁場では、2007 年以降、カイヤドリウミグモによる寄生が宿主であるアサリなどの二枚貝の衰弱や死亡をもたらし、地区によっては資源・漁業にきわめて深刻な影響をおよぼしているが、近年は、ウミグモの生態の解明にもとづく稚貝放流技術の適応などが進められていることに加え、寄生率や寄生強度の低下傾向なども報告されている（小林・鳥羽 2014）。このように、多くの課題を抱えた東京湾のアサリについてもさまざまな増殖を通じた漁獲量の増加をめざした取り組みが行われてきたものの、その検証と整理は不十分ではないかとの指摘もある（鳥羽 2007, 鳥羽 2015）。また、近年は、天然採苗や垂下養殖といった新たな手法を通じたアサリの生産への注目が高まっている（秋元・石井 2015, 山本ら 2015）。

#### アサリから沿岸環境の変化を考える

東京湾特有あるいは他の内湾域に共通のアサリ資源・漁業の課題を整理したが、近年、我が国の沿岸域で注目される事象として栄養塩の不足「貧栄養化」にともなう海域の生産力の低下や温暖化がアサリを含めた沿岸域の漁業資源、そして水産業におよぼす影響も注視されている（鷲尾 2015）。

東京湾においても主要な栄養塩である溶存有機態窒素（DIN）の濃度は、長期的に低

下傾向にあるが（長谷川・林 2009）、同様に低下傾向にある伊勢湾に比べると高い水準にあり（坂口ら 2009）、近年の東京湾の DIN 濃度の水準は、1980 年代後半の伊勢湾のそれと類似した水準に近いとみることもできるであろう。このように近年も両湾の栄養塩の水準には大きな違いがあるため、アサリの餌となる植物プランクトンなどの海域の一次生産にも両湾で大きな違いがあるものと推察される。東京湾の 2 海域：横浜市の海の公園（2010～2011 年）と千葉県の盤洲干潟（2010～2015 年）の潮間帯で採集されたアサリの肥満度は（千葉県ではホルマリン固定後に計測）、春季から夏季にかけて肥満度が高く推移した（図 1）。

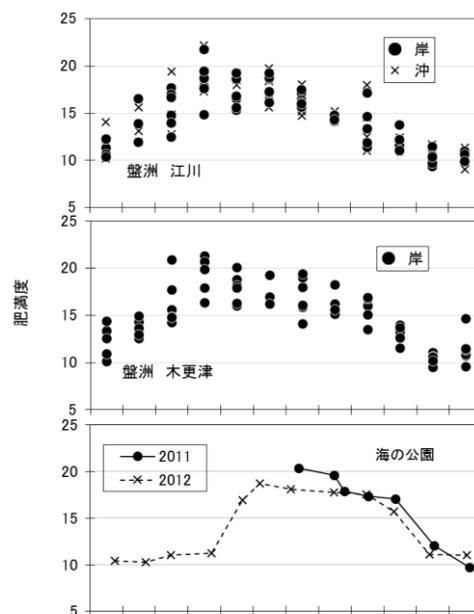


図 1. 東京湾盤洲干潟および海の公園におけるアサリ肥満度の季節変化。

一方、2015 年に伊勢湾各地の潮間帯や潮下帯で採集したのアサリの肥満度は、春季にピークをもつ季節変動を示した（図 2）。栄養塩レベルが高く餌となる植物プランクトンなどが多ければ、アサリの栄養状態が良

好に推移し、肥満度が高くなることが想定されたが、栄養塩レベルの高い東京湾でアサリの肥満度が伊勢湾に比べ高い傾向はみられず、両湾の肥満度の顕著な差はその季節変動パターンに現れた。ただし、2015年の調査では、肥満度が春にピークを持っていた伊勢湾南西部の伊勢市今一色干潟では、現在に比べて栄養塩レベルが高かった1990年代には東京湾と同様に春季から夏季にかけて肥満度が高く推移する季節変動パターンを示していたことが報告されている（三重県 1991-2000）。アサリの肥満度は、その栄養状態を反映するとともに、成熟・産卵放精といった再生産過程によっても変化する。現在の東京湾の海の公園や盤洲干潟では、1990年代の伊勢湾のアサリと共通の要因によって類似の肥満度の季節変動パターンを有しているかもしれない。

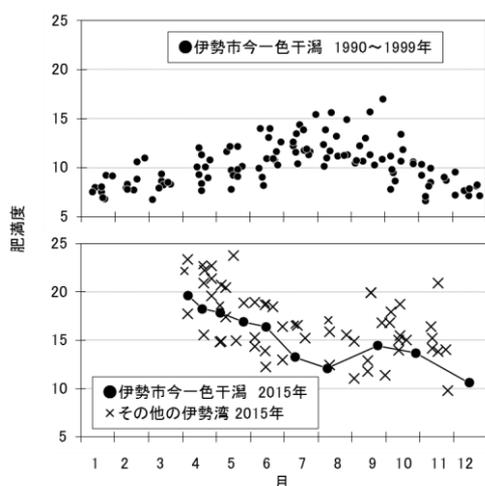


図2. 伊勢湾におけるアサリ肥満度の季節変化.

アサリは、我が国の重要かつ身近な漁業対象種であり、基礎的な代謝活性と温度の関係などについてもさまざまな研究が行われ、他の生物と同様に水温依存的な活性値の上昇と最適水温以上での活性の低下などが明らかとなっている（花町ら 2010）。また、

これらに基づいたアサリの生態系機能への温暖化の影響試算も行われ、水温や水位の上昇がアサリの生態系機能の低下をもたらす可能性を指摘している（金網ら 2005）。ただし、水温がアサリの個体群動態に及ぼす影響に注視した研究事例は限定的であろう。一般に干潟の生物として認知されているアサリは、潮下帯にも生息し漁場も形成されることがある。特に、伊勢湾湾奥部の三重県鈴鹿市沖などでは潮下帯に良好な漁場が形成されることが知られ、その分布は最大10m以深にまで達するうえに、これらの成長は極めて良好でわずか1年で漁獲対象サイズに達する（羽生 私信）。良好な成長な理由としては、漁場が形成される伊勢湾の湾奥部は餌環境に優れていることが想定されている。しかし、10m以深という潮下帯は、夏季に水温躍層の発達により最適水温を超えるような高水温にさらされず、冬季には逆に表層ほどは水温が低下しないと考えられ、このような水温環境も潮下帯のアサリの高成長に寄与していることも推察される（図3）。温暖化という課題をきっかけに水温とアサリの関係について再整理・解析を進めることも、アサリの個体群動態を理解するうえで必要であろう。

肥満度などのアサリの生物指標の栄養塩レベルなどの環境条件の異なる海域比較や年代比較とそのメカニズムの解析・検討は、貧栄養化をはじめとする海域環境の変化が沿岸生物資源とそれに依存する水産業に及ぼす影響の一端を評価するうえで有用であることが期待される。このため、これまでの蓄積された情報の再整理を進める必要があるが、特に、栄養塩レベルが我が国の他の沿岸域に比べてまだ高い水準にある東京湾の

情報は重要であると考える。

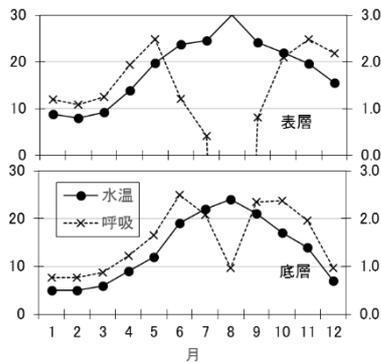


図3. 伊勢湾松阪沖表層および底層の水温とその水温におけるアサリ成長モデルの呼吸項。

三重県水産研究所による浅海定線調査の観測値および花町ら (2015) より算出。

また、これらの情報を統合的に解析するうえで、環境因子に依存したアサリの摂餌、成長、成熟・再生産などを整理したエネルギー収支モデルが重要となってくると考えられる。アサリでは既往の知見を基に成長モデルなどが構築されているが (花町ら 2010)、これらは生態系モデルのコンパートメントとしてアサリの挙動の再現に活用することを主目的にしているため、エネルギーの成長と再生産への分配などは仮想的に設定されている。ただし、栄養塩レベルと餌環境の変化がアサリ肥満度の季節変動パターンに与えた影響や、水温環境がどの程度アサリの動態に影響を及ぼすかといったアサリそのものの現象を検討し、課題を抽出するうえで、より高精度で「アサリの身になった」モデル構築が不可欠ではなかろうか。

## 謝辞

本発表を行うにあたり、資料の提供・整理に協力いただいた三重県水産研究所 羽生和弘氏および水産研究・教育機構 廣千尋氏に感謝申し上げます。伊勢湾に関する発表

は、水産基盤整備調査委託事業「アサリ資源回復のための母貝・稚貝・成育場の造成と実証」(研究総括：南部亮元)の成果の一部です。

## 引用文献

- 秋元清治, 石井 洋, 2015: 東京湾におけるアサリの天然採苗の試み, 東京湾の漁業と環境, 6, 25-26.
- 岡本 隆, 2015: 千葉県のアサリ資源の現状, 東京湾の漁業と環境, 6, 9-11.
- 柿野 純, 2006: アサリの減耗に及ぼす物理化学的環境の影響に関する研究. 水産工学, 43, 117-130.
- 粕谷智之, 2005: 東京湾におけるアサリ浮遊幼生の動態. 水産総合研究センター研究報告別冊, 3, 51-58.
- 金綱紀久恵, 上月康則, 村上仁士, 桑原久実, 2015: アサリの水質浄化能に及ぼす地球温暖化の影響に関する研究. 海岸工学論文集, 52, 1036-1040.
- 小林 豊, 鳥羽光晴, 2014: 東京湾盤洲干潟におけるカイヤドリウミグモの大量規制によるアサリの死亡と漁業への影響. 千葉水総研報, 8, 27-33.
- 坂口研一, 岩出将英・藤田弘一, 2009: 伊勢湾の栄養塩環境とノリ養殖. 海洋と生物, 31, 158-160.
- 鳥羽光晴, 2007: 東京湾のアサリ資源の問題と対策例. 月刊海洋, 39, 268-273.
- 鳥羽光晴, 2015: アサリ増殖のよもやま話, 東京湾の漁業と環境, 6, 19-24.
- 鳥羽光晴, 夏目 洋, 山川 紘, 1992: 東京湾産アサリの成熟と産卵に関する二,三の知見. 水産工学, 29, 47-53.
- 西沢 正, 柿野 純, 中田喜三郎, 田口浩一,

- 1992: 東京湾盤洲干潟におけるアサリの成長と減耗. 水産工学, 29, 61-68.
- 長谷川健一, 林俊裕, 2009: 東京湾の栄養塩環境とノリ養殖. 海洋と生物, 31, 161-164.
- 花町優次, 東 博紀, 樋渡武彦, 水野知巳, 村上正吾, 木幡邦男, 2010: 成長モデルを用いた伊勢湾伊勢地区におけるアサリ資源量の変動要因の推定. 水工学論文集, 54, 1603-1608.
- 羽生和弘, 2015: 伊勢湾南部の保護水面におけるアサリ資源の長期変動, 三重水研報, 24, 19-36.
- 濱口昌巳, 2014: アサリを調べる. FRANCES, 38, 6-11.
- 三重県, 1991-2000: 保護水面調査報告書, 平成 2-11 年度.
- 山田 智, 岩田靖宏, 堀口敏宏, 鈴木輝明, 2015: 三河湾におけるアサリ浮遊幼生の鉛直分布に与える貧酸素水塊の影響. 水産海洋研究, 79, 1-11.
- 山本敏博, 日向野純也, 張 成年, 2015: 東京湾における垂下二枚貝養殖の可能性. 東京湾の漁業と環境, 6, 27-28.
- 鷺尾圭司, 2015: 栄養環境の変遷と水産覚え書き. 海と湖の貧栄養化問題 (山本民次, 花里孝幸 編), 地人書館, 東京, pp. 161-186.



2015年の黒潮の特徴と東京湾に及ぼす影響  
The feature of Kuroshio in 2015 and the influence to Tokyo Bay

小林 豊\*  
Yutaka KOBAYASHI\*

\*千葉県水産総合研究センター 〒295-0042 千葉県南房総市千倉町平磯 2492

E-mail: y.kbysh13@pref.chiba.lg.jp

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

はじめに

2015年11~12月, 東京湾の水温が高く, 東京湾で行われているノリやワカメ養殖への影響がマスコミなどに取り上げられた。そこで, 2015年11~12月の東京湾の水温経過を調べるとともに, 東京湾に影響を与える黒潮の流路と水温の特徴について調べたので, ここに報告する。

方法

東京湾の水温

2015年11~12月における東京湾の水温経過は, 東京湾口部の館山市坂田地先及びノリ養殖が行われている富津市の大貫地先で採水により午前10時に観測した定地水温を使用した。さらに, ワカメ養殖が行われている南房総市の富山沖で水深1~40mまで20分間隔で観測した水温ブイを使用した(図1)。また, 定地水温については2008~2014年における11~12月の平均水温から水温偏差を算出した。

黒潮の特徴 (流路と水温)

黒潮の特徴については, 2001~2015年における黒潮流路 (一都三県さば漁海況検討会, 2015) を調べた。さらに, 図2に示す通り一都五県 (和歌山県, 三重県, 静岡県, 神奈川県, 東京都, 千葉県) で2008年度から共同発行している関東・東海海況速報から読み取った大島-八丈島線および千葉県南端の野島崎南東線上

の黒潮海面水温から2008~2015年の月別海面水温を調べるとともに, 2008~2014年月別平均水温から2015年の水温偏差を算出した。



図1 定地水温 (館山市坂田, 富津市大貫) および水温ブイ (南房総市富山) 観測地点  
※地図は海上保安庁 海洋台帳を引用

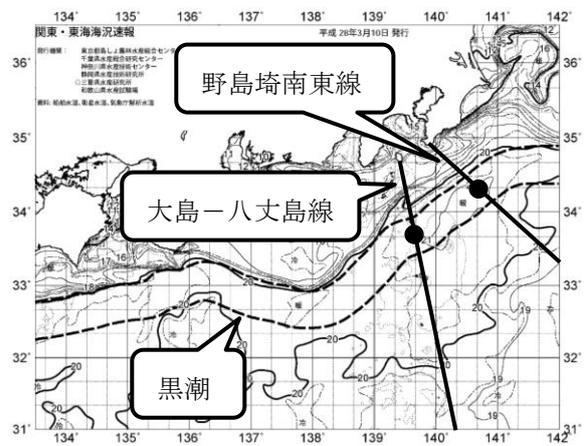


図2 大島-八丈島線および野島崎南東線上における黒潮海面水温

## 結果

### 東京湾の水温

館山市坂田地先の 2015 年 11,12 月における水温および水温偏差を図 3 に示す。水温は、11 月上旬は 20°C 台で経過し、14 日には 18°C 台に低下した。15 日から水温は上昇し、19 日には 20°C 台へ上昇し、低下と上昇を繰り返しながら 28 日には 21°C 台まで上昇した。11 月 29 日～12 月 8 日にかけて水温は低下していき、17°C 台となったが、9～16 日にかけて水温は上昇し、20°C 台となった。17 日以降は小さく低下と上昇を繰り返しながら低下し、31 日には 18°C 台となった。水温偏差は、11 月 15 日までは概ね -2～0°C の範囲で経過したが、16 日から上昇して 0°C 以上となり、下旬には断続的 2°C 以上となった。12 月上旬になると低下して 5～8 日は 0°C 以下となったが、9 日から上昇し、16 日には 3°C 以上となり、下旬にかけて概ね 2°C 以上と高い状態が継続した。

富津市大貫地先の 2015 年 11,12 月における水温および水温偏差を図 3 に示す。水温は、11 月 5 日まで 18°C 前後で経過し、9,10 日に 19°C 台へ上昇した。中旬は 17～18°C 台で経過し、26 日には 13°C 台まで低下した。しかし、11 月 27 日～12 月 7 日にかけて水温は上昇し、7 日には 15°C 台に上昇した。9～11 日には 13°C 台まで低下したが、14～17 日には 14°C 以上となり、18 日以降になると水温は低下して 12～13°C 台で経過した。水温偏差は、11 月 5 日まで 0°C 以下で経過した。9～11 日は 1°C 以上に上昇し、12～18 日は 1°C 前後で経過し、19,20 日には 2～3°C 台まで上昇した。11 月 25 日～12 月 2 日は 0°C 以下で経過したが、3 日に 0°C 以上となり、14 日になると約 2°C に上昇し、さらに 16,17 日には 2°C 以上まで上昇し、その後は 1°C 前後で経過したが、26 日に再び 2°C 以上となった。

南房総市富山沖の 2015 年 11, 12 月における水深 1,40 m の水温を図 4 に示す。11 月 1～19

日は 20°C から 19°C 台へ低下した。しかし、11 月 20 日に 21°C 台へ急激に上昇した。その後は低下して 24 日には 20°C 以下となったが、25～26 日にかけて上昇して 22°C 台となった。その後は 12 月上旬にかけて低下し、5～10 日は 17～18°C 台で経過した。しかし、11 日になると急激に上昇して 21°C 台となり、14 日には一時的に 20°C 以下となったが、15 日に再び上昇して 20°C 以上となった。18 日以降は概ね 18～19°C 台で経過したが、26 日に一時的に 20°C まで上昇した。

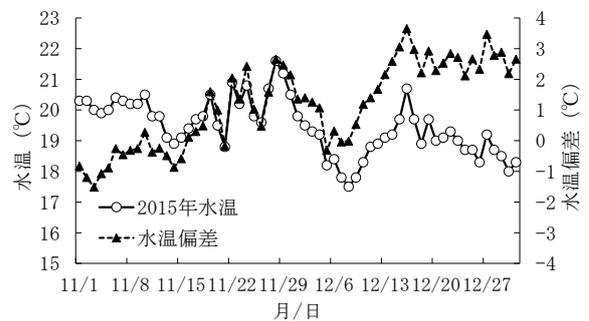


図 3 館山市坂田における定地水温と水温偏差 (2015 年 11,12 月)

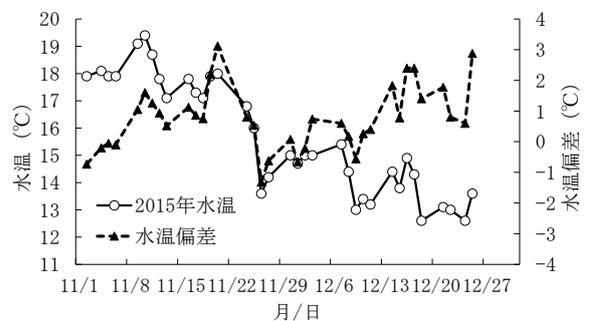


図 4 富津市大貫における定地水温と水温偏差 (2015 年 11,12 月)

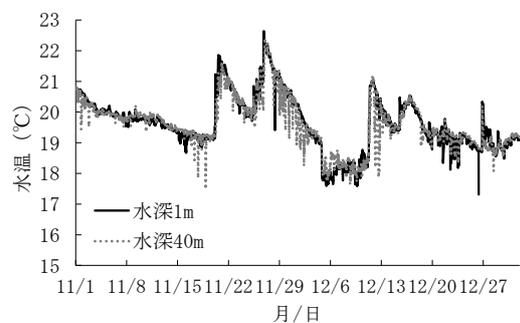
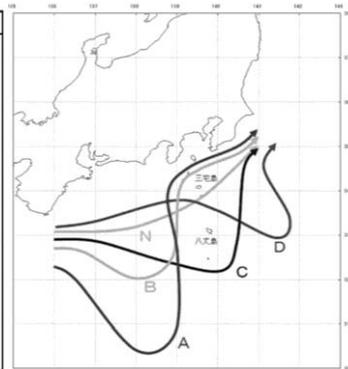


図 5 南房総市富山沖に設置した水温ブイの水深 1,40 m の水温 (2015 年 11,12 月)

表1 2001～2015年における半旬ごとの黒潮流型

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月							
2001	BC	C	C	C	C	W	B	C	C	C	W	BC	C	C	CD	DW	WD	W	C
2002	N	N	N	N	N	N	N	BC	CD	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2003	N	N	N	N	N	D	N	N	B	BC	CN	N	N	N	N	N	N	N	N
2004	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	NA	A	A	A	A	A	A	A	A
2005	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	D	N	N
2006	N	N	N	NB	C	CWC	CN	N	N	N	N	N	N	N	B	C	C	D	N
2007	N	BC	D	B	B	C	C	C	C	C	N	NB	B	C	C	C	W	N	B
2008	C	C	N	N	N	N	B	B	C	C	C	C	C	CD	C	C	C	C	C
2009	C	C	C	C	C	C	CW	WB	C	C	C	C	C	C	C	CN	NB	BN	BC
2010	D	DN	N	BC	N	NW	WB	C	CD	D	N	N	NB	B	BN	N	N	N	N
2011	N	N	N	B	B	CW	C	DW	N	BC	C	DN	N	NB	NB	BN	N	B	C
2012	N	N	N	B	C	C	CD	N	B	C	C	DN	N	N	N	N	N	N	BC
2013	CW	ND	D	DN	N	N	N	NB	B	BC	C	C	C	W	W	B	C	C	C
2014	C	C	C	C	C	WB	C	BC	N	N	BC	N	N	N	N	N	N	N	N
2015	N	BC	C	W	WB	C	C	C	CD	DC	DN	N	NB	W	WC	C	C	C	C



※Wは遠州灘から房総沖にかけてアルファベットのWの形となる流路のことを言う

図6 黒潮流型 ※海上保安庁HPより引用

黒潮の特徴（流路と水温）

2001～2015年における半旬ごとの黒潮流型を表1, 黒潮流型を図6に示す。2015年の流型は八丈島の南側を通過するC型基調であり, 年間を通じて黒潮流路に特異的な事象はなかった。

大島－八丈島線での2008～2015年月別における黒潮の平均海面水温および水温偏差を図7,8に示す。月別平均海面水温は, 2015年は5,6,11,12月で最も高かった。水温偏差では4～6月で0.6～0.7℃高く, 特に11,12月は0.7～1.0℃高かった。野島崎南東線での2008～2015年月別における黒潮の平均海面水温および水温偏差を図9,10に示す。月別平均海面水温は, 2015年は5,11,12月で最も高かった。水温偏差は, 4,5月で0.6～0.8℃高く, 特に11,12月は大島－八丈島線同様, 0.7～1.0℃と高かった。

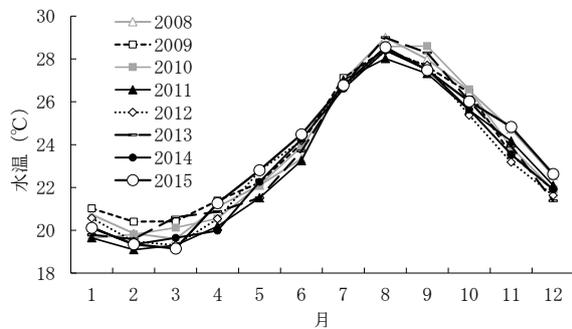


図7 大島－八丈島線での2008～2015年月別における黒潮の平均海面水温

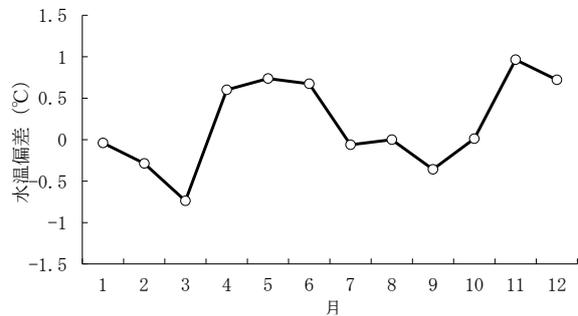


図8 大島－八丈島線での2015年における水温偏差

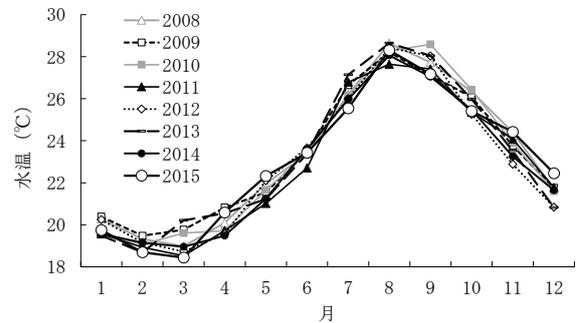


図9 野島崎南東線での2008～2015年月別における黒潮の平均海面水温

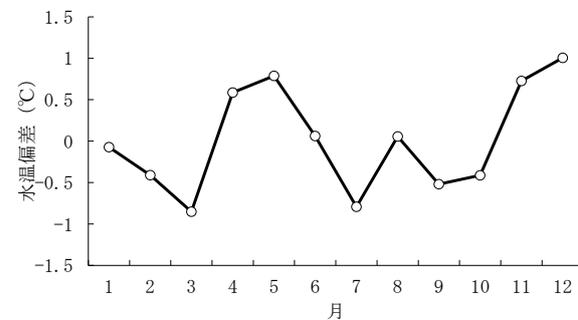


図10 野島崎南東線での2015年における水温偏差

## 考察

水温とワカメおよびノリ養殖の関係については、ワカメの生育は水温が $20^{\circ}\text{C}$ を越すと衰えていき(新崎, 1958), ノリ養殖では, $15^{\circ}\text{C}$ 以下で病害が発生しにくいと報告されている(石井他, 2008)。20分間隔で観測した南房総市富山沖の水温ブイでは, 11月20日, 11月25~26日, 12月11日, 12月15日, 12月26日に水温の上昇がみられ, 全て $20^{\circ}\text{C}$ 以上に昇温した。さらに館山市坂田地先および富津市大貫地先の定地水温も同様の時期に水温の上昇がみられ, 水温偏差も高く, 富津市大貫地先の水温は11月~12月上旬まで概ね $15^{\circ}\text{C}$ 以上が継続し, 12月中旬に低下したが再び上昇した。水温が上昇した時期に当たる11月20日, 11月27日, 12月16日, 12月26日発行した関東・東海海況速報および神奈川県水産技術センターと千葉県水産総合センター東京湾漁業研究所で共同発行している東京湾口海況図をみると(図11), 黒潮からの暖

水が東京湾へ波及している様子がみられた。これらのことから, 2015年11,12月にかけて東京湾の水温が高く, ワカメやノリ養殖に影響を与えた要因は, 黒潮からの暖水が東京湾へ波及し, さらに同時期の黒潮水温が2008年以降で最も高かったためと考えられた。

## 引用文献

- 一都三県さば漁海況検討会, 2015: 関東近海のさば漁業について, 千葉県水産総合センター, 静岡県水産技術研究所, 神奈川県水産技術センター, 東京都島しょ農林水産総合センター, 5.
- 新崎盛敏, 1958: 海藻類の生育と水温(II), 水産増殖, 6(2), 27 - 33.
- 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.

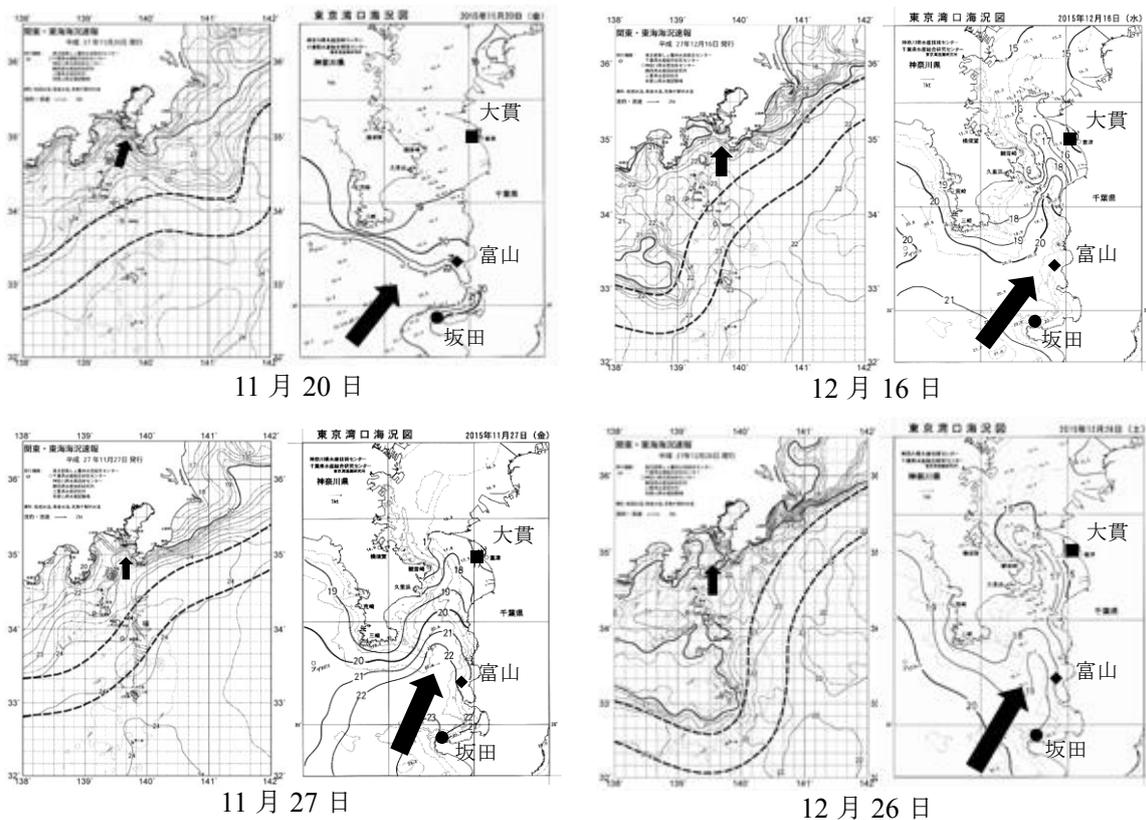


図11 関東・東海海況海況速報(左)および東京湾口海況図(右)

## 要旨

## 東京湾の水温の変動について (内湾全体)

林 俊裕\*

Toshihiro HAYASHI\*

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

E-mail: t.hysh17@pref.chiba.lg.jp

東京湾は漁業の生産性が高く、浅海域ではのり養殖業や採貝漁業、沖合域では底びき網・まき網・あなご筒などの漁船漁業が盛んに行われている。しかし、東京湾における漁獲量は1960年代以降減少傾向が続き、比較的安定していたのり養殖においても、生産枚数は2001年度の5億1千万枚をピークに減少に転じ2008年以降は3億枚前後の生産枚数で推移している。

このような漁獲量の減少には、水質環境の変化による漁業生産力の低下とそれに起因する、経営体数の減少が影響していると考えられる。

千葉県水産総合研究センターでは漁業者へ東京湾の漁業に関する海況情報を提供するために1947年に東京湾の水質調査を開始し、調査項目や調査点を変更しながら現在まで継続している。筆者らは東京湾の漁業生産に大きく影響している可能性のある水温変動について、1960年代からの東京湾内湾の観測資料から長期変動の傾向を解析した。解析に用いたデータは1967年1月から2014年2月までの毎月1回の東京湾内湾沖合6点の表層水温観測結果で、6点の平均値を用いて長期変動および月別の長期変動について解析した。季節変動の影響を排除するために36カ月移動平均によって長期変動を解析したところ1960年代から2010年代にかけて水温は約1.4°C上昇していた。さらに、長期変動を1960年代～1990年代と1990年代～2010年代に分割して解析したところ、1960年代～1990年代はほとんど変化が無いのに対して、1990年代～2010年代には約1.3°C上昇しており、水温上昇は主に1990年代以降に

生じているものと考えられた。

月別水温の長期変動の解析結果では、4～8月は変化無し～やや低下の傾向を示しているのに対して、9～3月については上昇傾向を示した。中でも9～12月の上昇傾向が顕著で10月の水温は1960年代～2010年代にかけて約3°C上昇し上昇の傾きは0.06°C/年に達した。

水温が長期的に上昇している理由としては気温の上昇に加えて、下水処理場等を通じた陸上から東京湾への流入水の水温が1960年代から2000年代にかけて約4°C上昇していることが挙げられる(木内 2004)。

また、東京湾全体の貯熱量は成層期(夏期)には大きな変化は無く、対流期(秋冬期)に顕著に増加し貯熱量の増加とともに高塩分化の傾向が見られることから、外海域からの熱供給が秋冬期の水温上昇の原因の一つであると考えられている(八木ら 2004)。

水温変動は様々な生物種に影響を与える可能性のある基礎的な因子であり、今後も継続して変動傾向を把握していく必要がある。

## 引用文献

- 木内 豪, 年の水・エネルギー利用が水域に及ぼす熱影響のモデル化と東京都区部下水道への適用, 2004: 水文・水資源学会誌, 17 (1), 13-21.
- 八木 宏, 石田大暁, 山口 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, 土木学会, 1236-1240.



## 要旨

## 神奈川県沿岸における最近の高水温現象

岡部 久\*

Kyu OKABE\*

\* 神奈川県水産技術センター 〒238-0237 神奈川県三浦市三崎町城ヶ島養老市  
E-mail: okabe.4wwh@pref.kanagawa.jp

## 目 的

近年の東京湾漁業は、シャコやマコガレイといった主要な資源が衰退し、長らく低迷が続いている。その原因は漁業者による資源管理の取り組みの不足によるものではなく、貧酸素水塊等の環境要因によるところが大きいという見方が強くなってきている。当研究会において、漁業資源に影響するだろう環境要因の一つ、近年の高水温について取り上げるにあたり、神奈川県沿岸における近年の高水温現象に関するデータを整理し、漁業への影響についても検討することとした。

## 方 法

2015年1月から2016年2月の各月の初旬を基本に、内湾の川崎沖から、湾口部の富浦沖の全9点で実施した本県の定線観測結果のうち、CTDによる観測値を使って解析を行い、水温・塩分と、その年間偏差の鉛直分布図を作成した。

黒潮系暖水の波及による昇温が疑われた場合の関東近海の海況変動を可視化するために、2015年9月から2016年6月の伊豆大島と、伊豆半島から三浦半島までの定置水温観測点で観測された日々の水温と、その年間偏差のプロファイルを作成した。また、暖水波及前後の黒潮流路変動を、関東・東海海況速報を使って観察した。

とらえられた顕著な昇温が漁業に与えた影響を、当センター企画資源部の指導普及担当より聞き取り、不漁となった場合と好漁となった場合について、その原因を検討した。

## 結果と考察

定線観測で得られた水温・塩分の鉛直分布から、2015年の5月には、東京湾内湾での成層構造が発達し始め、10月にはこれが崩壊したことが分った。2015年3月や2016年1月には、水温・塩分が高い沖合系水がくさび状に中底層から湾内に侵入する様子が捉えられた。2016年7月や8月の湾奥部で高水温となるが、塩分は低く、陸水の流入が効いているものと考えられた。

2016年1月の観測時の高水温は、強い黒潮系暖水の波及の結果であると考えられたが、伊豆半島から三浦半島までの定置水温観測点で観測された日々の水温と、その年間偏差のプロファイルを見ると、2015年12月上旬から各地とも平年を2度以上上回る高温となり、これが1月中旬まで続き、一旦収まるものの、2月中旬に再び三崎周辺を中心に昇温があったことが分かった。つまり、12月上旬の海洋観測では捉えられなかった東京湾への顕著な暖水波及は12月の観測の直後に起きたことを示唆する。この前後の関東・東海海況速報の画像を見ると、東京湾で海洋観測を行った2015年12月7日には、黒潮は御蔵島付近を通過して北東へ流去し、相模湾や東京湾口に向けた顕著な暖水の流入は見取れなかった。その7日後の、12月12日には、蛇行の東進に伴い黒潮は伊豆諸島海域へやや接近して北東へ流去したが、黒潮系暖水は大島西水道を通過して相模湾内へ流入したとみられ、20℃台の水が東京湾口へ流入した。2016年元日の黒潮は関東近海沖で大きく蛇行したが、

房総半島への接岸に伴う内側反流が発達し、相模湾から東京湾口へも影響し続けた。そして1月10日には、黒潮の北上流路が房総半島から離岸し、内側反流が弱まり、相模湾から東京湾口への暖水波及も弱くなった。

こうした海況変動から生じた冬場の東京湾の高水温は、本県漁業にも影響した。ノリ養殖は2015年の末までは近年にない不漁となり、年に1,2回行われる共販が中止になった。ワカメ養殖は魚類の食害や汚れにより、若い葉の成長が阻害され、生産量が減少した。三浦半島周辺のハバノリも極端に生育が悪く、

ほとんど漁獲がない地域もあった。暖水波及による高水温が海藻類の生育に直接悪影響を与え、食害生物の活性を高めたことも影響した。また、栄養塩が少ないことによる影響の可能性もある。逆にタチウオは、例年、水温低下とともに取れなくなるが、昨年末から1月も引き続き本牧沖で好漁となった。また、マアナゴは、例年は水揚げが減る1月に好漁があり、出漁隻数は増えた。高水温が、漁獲対象の活性を高めるほか、餌生物の活性にも影響したと推察する。

## 要旨

## 高水温が生物に与える影響について「マコガレイ」

石井光廣\*

Mitsuhiro ISHII\*

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

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

東京湾における水温上昇は、秋冬季の季節的な上昇（安藤ほか 2003, 八木ほか 2004, 石井ほか 2008）と黒潮流路の変動による一時的な湾内への黒潮系水の侵入による上昇（石戸谷ほか 2006）の2つがあり、マコガレイへの影響は、成長、分布や移動、成熟や産卵、ふ化率の低下など生理的な影響と秋冬季の水温上昇による貧酸素水塊の長期化、解消時期の遅れによる分布域の縮小や餌生物の減少といった間接的な影響などが考えられる。

分布、移動については、東京湾のマコガレイは湾奥に主要な産卵場があるため北上し、夏季は貧酸素水塊の拡大もしくは底層水温の上昇により南下する季節的な移動を繰り返すことから（石井 1992）、秋冬季の水温上昇により北上の遅れが考えられた。そこで、底びき網の操業日誌から8月以降湾奥の産卵場（北緯 35 度 35 分以上）に到達した日を 2001 年以降年ごとに比較したところ、以前は 10 月中に到達した年が多かったが、近年は 2011, 2014, 2015 年のように 12 月に到達する年がみられ、北上、産卵場への到達は遅くなる傾向にあった。

また、稚魚の沿岸から沖合への移動については、水温が低い海域に移動する傾向がみられ、夏季に沖合底層水温の低下が遅れた年には、移動が遅れ、貧酸素水塊の発達により、稚魚の大量減耗の可能性が示唆された（石井ほか 2016）。

産卵、成熟については、内湾におけるマコガレイの雌の生殖腺熟度指数の季節変化をみると、近年も 12 月に最大値がみられることから産卵期の目立った遅れは観察されなかった。しかし、マコガレイの産卵盛期の沿岸水温はおおむね 7-11℃ の範囲にあり（反田ほか 2008）、最終成熟には

10℃ 程度まで降下する必要があると考えられることから（宇都 私信）、水温上昇により産卵に影響が出る懸念される。

また、マコガレイ産卵場の東京湾湾奥の海底直上では、室内実験により DO が底泥上 1 cm 以下で急激に低下し、受精卵は DO 10% 以下になるとふ化率が著しく低下したことから、現状の産卵場でも DO 低下によりふ化に影響する可能性が示唆されている（石井ほか 2015）が、さらに水温上昇により鉛直混合が弱まるとふ化率の低下が予想される。

一方、夏季に貧酸素水塊が発生する内湾では、発生時には底生生物群集が消滅し、解消後、新たな浮遊幼生の着底により冬季以降底生生物が出現することを繰り返しており（大畑ほか 2013, 石井ほか 2015）、これが着底稚魚の餌環境に影響していることが考えられる。このため、秋冬季の鉛直混合の遅れ、すなわち貧酸素水塊解消の晩秋化により、春季の底生生物群集の量的、質的低下が推測され、稚魚の生残、成長への影響が懸念される。

## 引用文献

- 安藤晴夫, 柏木宣久, 二宮勝幸, 小倉久子, 山崎正夫, 2003: 東京湾における水温の長期変動傾向について. 海の研究, 12(4), 407-413
- 八木 宏, 石田大暁, 山口 肇, 木内 豪, 樋田史郎, 石井光廣, 2004: 東京湾及び周辺海域の長期水温変動特性. 海岸工学論文集, 51, 土木学会, 1236-1240
- 石戸谷博範, 北出裕二郎, 松山優治, 岩田静夫, 石井光廣, 井桁庸介, 2006: 黒潮小蛇行の東進に伴い相模湾および東京湾湾口に発生した

- 急潮, 海の研究, 15, 235-247.
- 石井光廣, 1992: 東京湾におけるマコガレイの分布・移動. 千葉水試研報, 50, 31-36.
- 石井光廣, 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
- 石井光廣, 石橋賢一, 浄土真佐実, 2015a: 東京湾のマコガレイ産卵場における海底直上の酸素環境. 2015年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 55.
- 石井光廣, 大畑 聡, 児玉圭太, 堀口敏宏, 2015b: 東京湾におけるアカガイ科貝類およびタイラギの稚貝の出現状況. 東京湾の漁業と環境, 6, 13-15.
- 石井光廣, 内藤大輔, 児玉圭太, 堀口敏宏, 片山知史, 2016: 東京湾におけるマコガレイ稚魚の分布・移動・へい死に対する底層水温・DOの影響. 平成28年度日本水産学会春季大会講演要旨集.
- 大畑 聡, 石井光廣, 梶山 誠, 2013: 東京湾におけるトリガイの稚貝の出現時期と成長. 日本水産学会誌, 79 (6), 977-986.
- 反田 實, 中村行延, 岡本繁好, 2008: 播磨灘・大阪湾産マコガレイの成熟と産卵期およびそれら繁殖特性の調査年代間における比較. 水産海洋研究, 72(4), 273-281.

## 水温上昇がのり養殖に及ぼす影響 Influence of water temperature for Nori Culture in Tokyo Bay

林 俊裕\*

Toshihiro HAYASHI\*

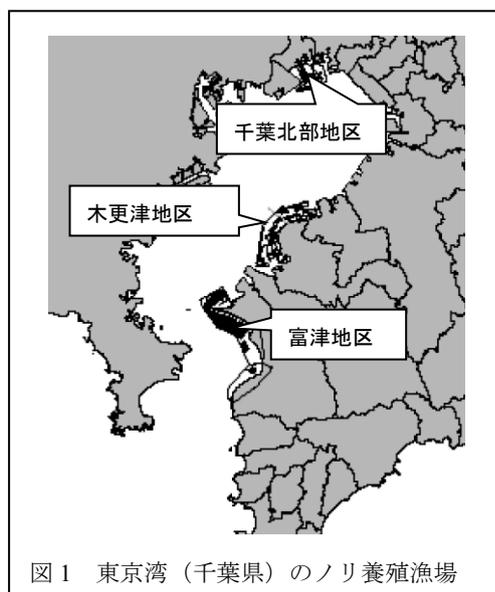
\*千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所 〒293-0042 千葉県富津市小久保 3091

E-mail: t.hysh17@pref.chiba.lg.jp

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

### はじめに

東京湾では千葉県および神奈川県沿岸でのり養殖が行なわれ、年間3~4億枚の乾のりが生産されている。そのうち約97%を占める千葉県におけるのり養殖の現状を中心に水温上昇の影響について報告する。千葉県ののり養殖漁場は千葉北部地区（三番瀬）、木更津地区（盤洲干潟）、富津地区の3地区に位置し（図1）、2015年度は220経営体ののり養殖業に従事している。



千葉県では9月中旬以降開始される陸上採苗、10月の育苗を経て、11月半ばから4月半ばまでのおよそ5ヶ月間、収穫と乾のり製造が行われている。

千葉県の乾のり生産枚数は、のり養殖技術の進歩や省力化による規模の拡大によって、1990年代から2000年代はじめまでは年間4~5億枚で比較的安定していた。しかし、2000年以降は水温下降期（11~12月）および水温上昇期（3~4月）の生産が顕著に減少し生産枚数の維持が困難となっている（林 2010年）。生産枚数は2001年度の5億1千万枚をピークに減少傾向に転じ2008年度以降は3億枚前後の生産枚数で推移している。2015年度の生産枚数は約1億7千万枚で、前年の64%にとどまる大不作であった。（図2）。

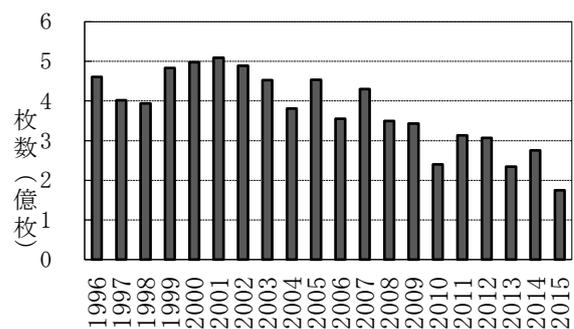


図2 千葉県の乾のり生産枚数の経年変化

これまでの様々な調査結果から、これらの生産減少には冬季の水温上昇が大きく影響していると推定されている。

本報では水温上昇が水温下降期および水温上昇期ののり養殖に及ぼす影響とともに、高水温の影響もあって記録的な不作に終わった

2015 年度漁期の経過について報告する。

### 水温上昇が水温下降期および水温上昇期ののり養殖に及ぼす影響

ノリ養殖の開始時期である秋季 (10~12 月) の水温下降期においては、速やかな水温低下が順調な生産の必須条件である。しかし、東京湾の秋~冬季の水温は長期的に上昇傾向にあり、中でも 9~11 月の上昇幅が最も大きい。その結果、生産開始の目安である水温 18℃に低下する時期は、30 年前より約 10 日遅れて、現在は 11 月 10 日過ぎとなっている (石井ら 2008a)。

この対策として千葉県では高水温耐性品種「ちばの輝き」を開発し普及している。また環境条件とノリ生育との関連調査を行い水温下降期の好適漁場の把握に取り組んでいる。

また、冬季の水温の上昇は、ノリと栄養塩利用が競合する植物プランクトンの増殖を速めている。加えて、上層水温の上昇は水柱の鉛直混合の弱化をもたらす、植物プランクトンが有光層に留まる時間を長くする。これらは、結果的に珪藻を主体とする赤潮の頻発あるいは長期化をもたらしていると考えられている。

特に 2000 年代に入って以降、ノリ養殖漁期終盤の 2~3 月において、比較的高い水温帯に適した *Eucampia zodiacus* を優占種とする赤潮の発生頻度が急増している。*E. zodiacus* は栄養塩類吸収速度が速く、極めて低濃度の栄養塩条件下でも増殖可能であるため、本種の赤潮が拡大すると貧栄養状態が長期化することが多い。このような場合には、ノリの色落ち被害が広がり、生産休止や早期終漁となることが少なくない (石井ら 2008b, 長谷川・林 2009)。

このように水温上昇期については、東京湾の溶存無機態リン (DIP) 濃度の長期的な減少に加え珪藻赤潮発生種の変化や発生頻度の増加がもたらす「色落ちのり」の増加が生産減少の主な原因であると考えられている。

この対策としては、ダムからの上乘せ放流によるノリ養殖漁場への栄養塩添加に関する調査や栄養塩レベルとノリ葉体の色調との関連調査等を実施しているが抜本的な対策には至っていないのが現状である (林ら 2015, 林ら 2016)。

## 2015 年度のり養殖の経過

### (1) 漁期の経過

2015 年度漁期は、千葉県では 10 月中の育苗は順調に経過したが、生産が開始される 11 月以降、生育状況が顕著に悪化した。岸寄りの浮き流し漁場や一部の支柱柵漁場では収穫が開始されたが、多くの漁場では著しいノリ芽の生長不良や脱落が続き収穫は皆無であった。

12 月以降も一部の漁場での限定的な生産が続き、千葉県の年内の共販出荷枚数は約 500 万枚で過去 10 年平均 (5,640 万枚) の 1 割以下にとどまった (図 3)。

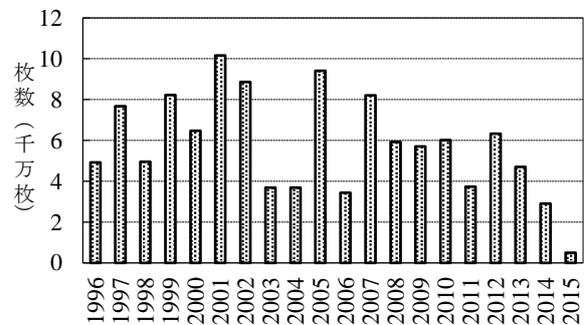


図3 千葉県の年内 (11~12月) の乾のり生産枚数の変化

1 月以降は内湾では伸長状況が上向き収穫枚数が増加したが、主力漁場である富津岬周辺では、1 月中旬まで極端な生育不良が続き、1 月下旬になってようやく収穫枚数が上向いた。2 月以降は生産枚数が増加し、4 月末まで生産が続いたため最終的には共販出荷枚数は約 1.7 億枚 (前年比 64%) となった (図 2)。

### (2) 不作時の環境要因

気温は、11~1 月前半にかけて平年より高め

基調で経過した。

風速が最大 15m/秒を超えた日数は11月は日(過去3年平均7日), 12月は6日(同10.7日), 1月は6日(同11.3日)で12~1月の強風日が少ない傾向が見られた(川崎人工島観測値)。

漁場の水温は, 11月上中旬は18~19℃台での停滞が約3週間続いた。11月下旬から12月上旬にかけては一旦平年並みに低下したが, 12月中旬~1月中旬にかけては, 内湾は12~15℃, 富津岬周辺は13~16℃で平年を2~3℃上回る水温が続いた(図4, 5)。

栄養塩は11~1月にかけてDINは10~50 μM, DIPは0.6~1.2 μMで推移しノリの生育に必要な量が十分に含まれていた。

### (3) 不作原因の考察

2015年度漁期の不作は11月中「高気温による高水温」が続きノリの生育不良が続いたことに加え, 12月以降は「黒潮からの沖合水の波及が続いたこと」や「季節風の吹き出しが弱く海水の上下混合が少ないために底層からの栄養塩等の補給が不足した可能性あること」など高水温以外の様々な要因も加わり生育不良が継続した可能性が考えられた。

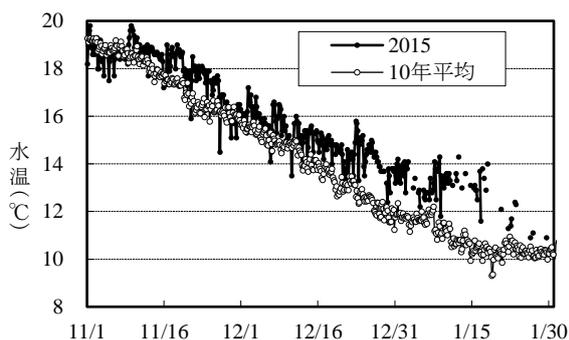


図4 木更津市地先のり養殖漁場の水温経過と過去10年平均値との比較(2015年11月~2016年1月)

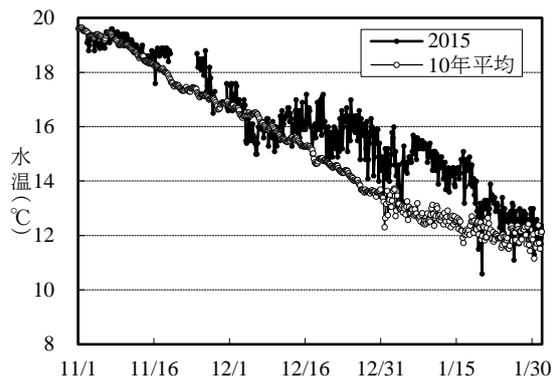


図5 富津岬南部のり養殖漁場の水温経過と過去10年平均値との比較(2015年11月~2016年1月)

### 引用文献

長谷川健一, 林 俊裕, 東京湾の栄養塩環境とノリ養殖, 2009: 海洋と生物, 181, 161-164.

林 俊裕, 2010: 生産性から見た千葉県における近年ののり養殖生産量減少の特徴について. 千葉県水産総合研究センター研究報告, 5, 31-34.

林 俊裕, 長谷川健一, 梶山 誠, 2015: ノリ色落ち対策のための亀山ダム放水の効果について, 千葉県水産総合研究センター研究報告, 9, 15-26.

林 俊裕, 長谷川健一, 梶山 誠, 2016: 千葉県富津市地先のり養殖漁場における栄養塩濃度(DIN, DIP)とノリ葉体の色調の関係について, 千葉県水産総合研究センター研究報告, 10, 19-26.

石井光廣, 長谷川健一, 松山幸彦, 2008a: 東京湾のノリ生産に影響を及ぼす環境要因: 栄養塩類の長期変動および最近の珪藻赤潮発生, 水産海洋研究, 72(1), 22-29.

石井光廣, 長谷川健一, 柿野 純, 2008b: 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.



東京湾奥における水温変動と高水温が水生生物に与える影響  
Fluctuations of water temperature in the inner Tokyo Bay and  
high temperature influence on aquatic organisms

千野 力\*

Tsutomu CHINO\*

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

E-mail: Tsutomu\_Chino@member.metro.tokyo.jp

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

### 目的

2月は例年、関東東海の沖合を流れる黒潮の最高水温が20℃になるか、ならないくらいであるが、平成28年は21℃台が認められた

(関東東海海況速報, 平成28年2月中の各日報)。一月前には、外房沿岸域を西に向かう内側反流から東京湾湾口部への波及が認められ

(関東東海海況速報, 平成28年1月5日版, 1月18日版など), 千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所は1月中の東京湾の表層水温は12~14℃, 平年より2~3℃高めで経過したと報告した(東京湾海況情報27-10 東京湾水質調査結果(平成28年1月))。

近年、浅海域においては低温期に下がるべき海水温が十分下がらず春を迎える、東京都海面における内湾資源動向調査からも、このような水温の状況が認められるため、今回、状況を整理したので報告する。

### 方法

内湾資源動向調査は、毎月1回、水生生物・仔稚魚の動向と採集時の水質環境を把握するため、稚魚用の小型底曳網(米山ほか2009)を使い、表底層の水温、塩分、溶存酸素量などを計測するものである。

調査点(図1)は、St1羽田洲(水深3m前後), St2羽田沖(同5~6m), St315号地(同5~6m), St4三枚洲(同3m前後), St5

お台場(同3m前後)の5ヶ所。

### 採集方法

曳網を調査水深の2~3倍繰り出した後、船首のビットに網を固定し、微速で後退する。現在は、GPSの位置情報から船の後退距離を計測し、岸に沿って30m移動したところで終了する。平成16年以前は、約0.15m/s微速後進を300sかけ約50m移動し、底泥の大量入網を察知した場合は曳網時間180sの約30mで終了とした。

### 水温計測

電気水温計を使用し、表層は海面下0.5m層、底層は海底直上1.0mの層を計測する。

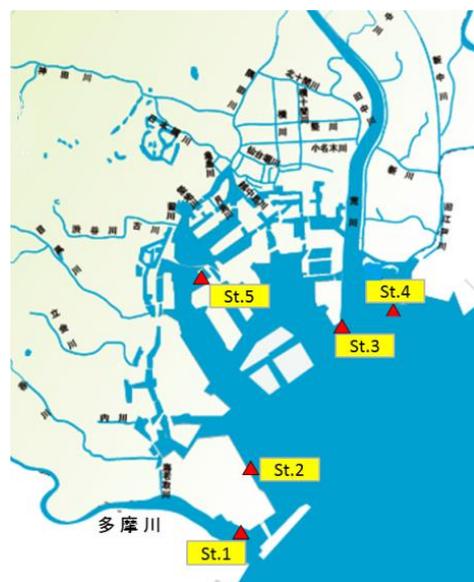


図1 調査点図

結果

図 2 に、1984 年から 2015 年までの表底層水温の経年変化を示した。羽田沖 1990 年から 1997 年 4 月までの空白は、第三期 C 滑走路移

転工事のためである。図中の数字は、それぞれ、この期間の最低水温と最高水温で、調査点毎に表層を表 1 に、底層を表 2 にまとめた。

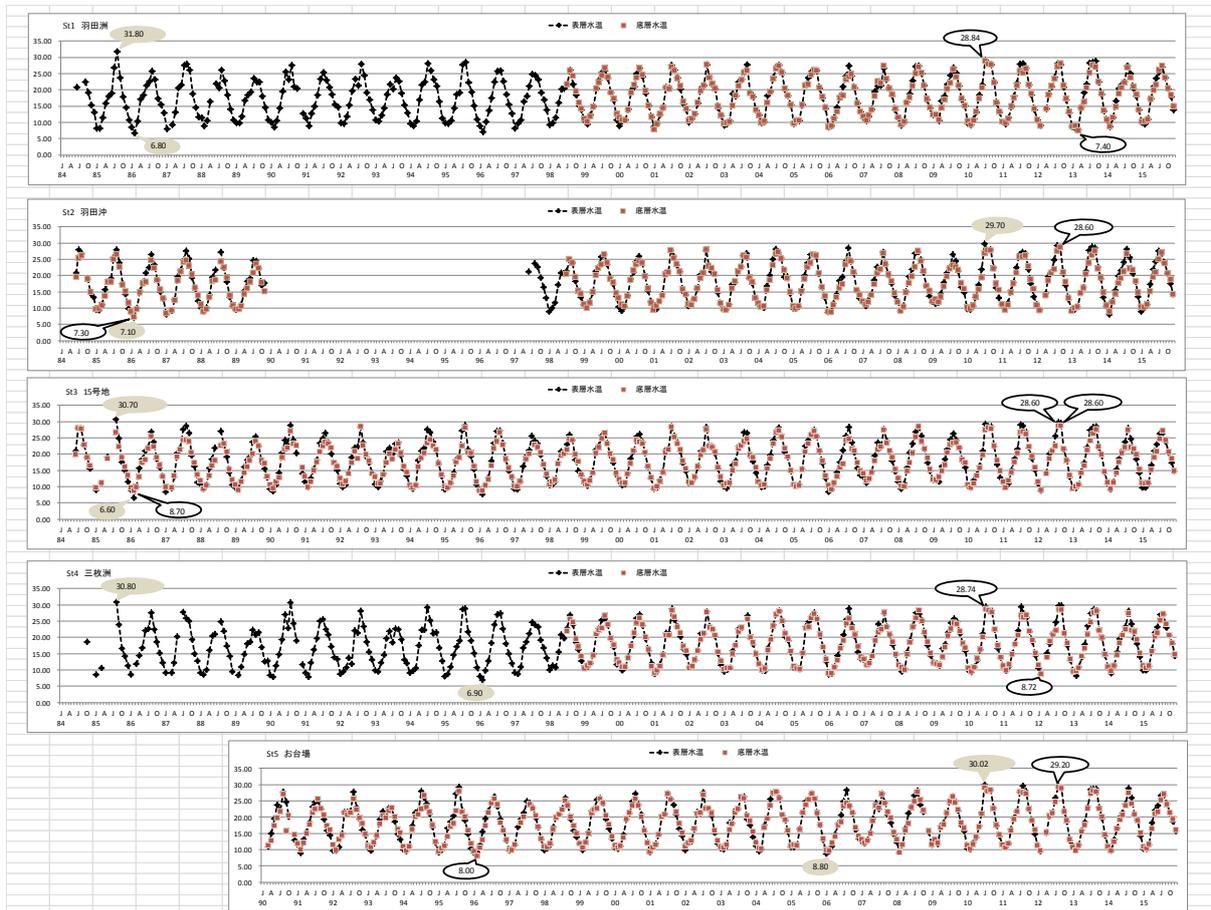


図 2 表底層水温 (°C) の経年変化

表 1 海面下 -0.5 m での最低と最高 (観測年月)

調査点	最低水温	最高水温
羽田洲	6.80 (’86/2)	31.80 (’85/8)
羽田沖	7.10 (’86/2)	29.70 (’10/7)
15 号地	6.60 (’86/2)	30.70 (’85/8)
三枚洲	6.90 (’96/月)	30.80 (’85/8)
お台場	8.80 (’06/1)	30.02 (’10/7)

表 2 海底直上 1 m での最低と最高 (観測年月)

調査点	最低水温	最高水温
羽田洲	7.40 (’13/3)	28.84 (’10/7)
羽田沖	7.30 (’86/2)	28.60 (’12/9)
15 号地	8.70 (’86/2)	28.60 (’12/8)
三枚洲	8.72 (’12/2)	28.74 (’10/7)
お台場	8.00 (’96.2)	29.20 (’12/8)

次に、調査点毎に観測結果を期間全体で月別に平均化し、さらに全調査点の平均を取って都内湾全体の水温変動とした(図3)。1月から3月を低温期、4月から6月を上昇期、7月から9月を高温期、10月から12月を下降期として、歴年各調査点で四半期毎に平均化した。同一四半期の全期間平均から各年の当該四半期の平均値との偏差を求め、図に示した(図4 表層, 図5 底層)。

表底層とも、周年ほぼ負偏差の2006年を除き、2004年以降、正偏差が多く、2010年から2013年にかけては高温期に正偏差が卓越した。

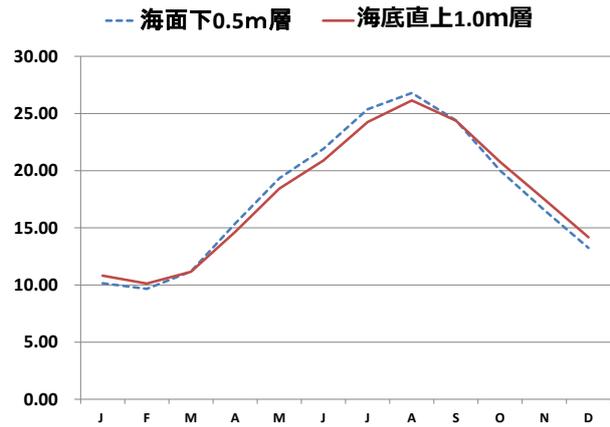


図3 都内湾における平均的な水温年周期

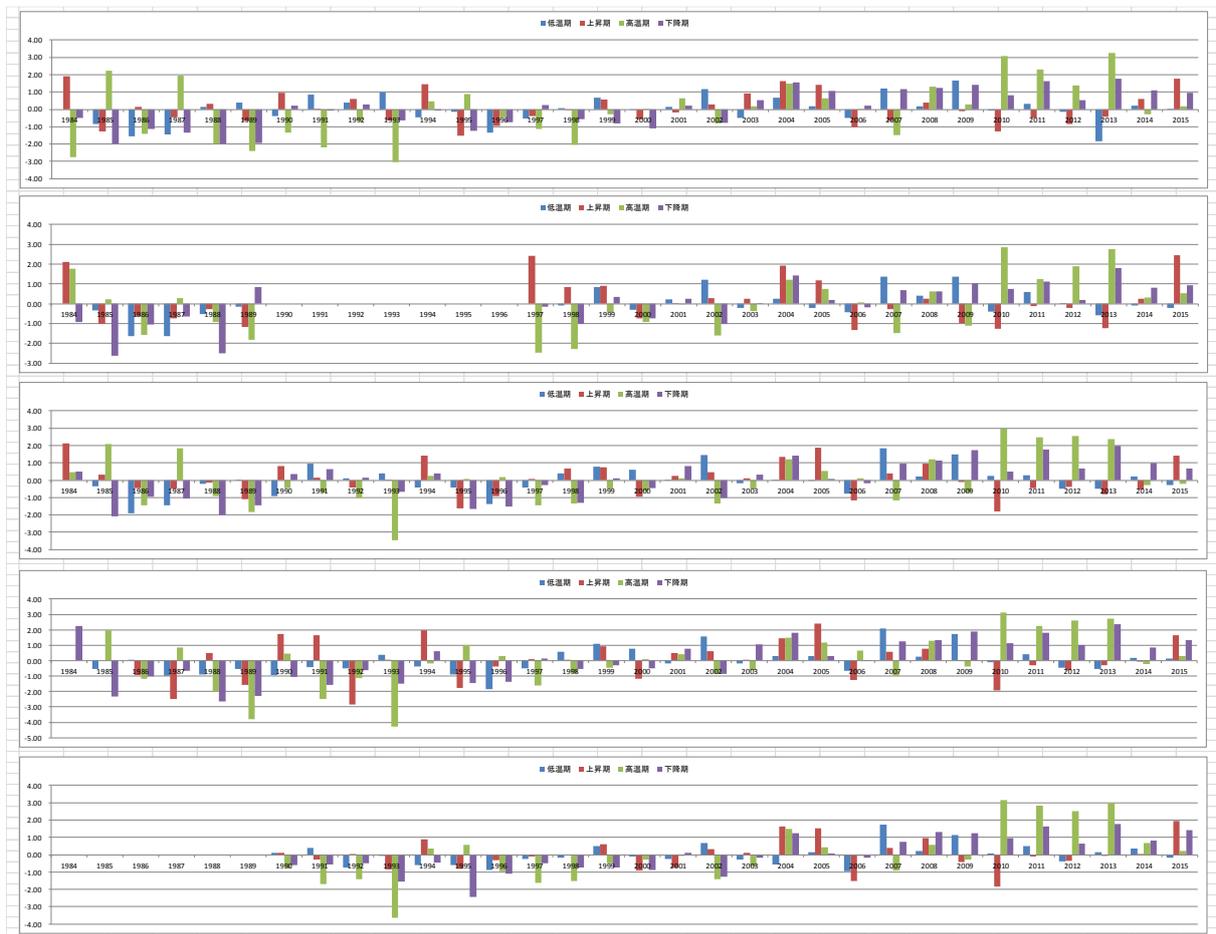


図4 四半期毎の年平均偏差の経年変化

上から羽田洲, 羽田沖, 15号地, 三枚洲, お台場の各表層水温について

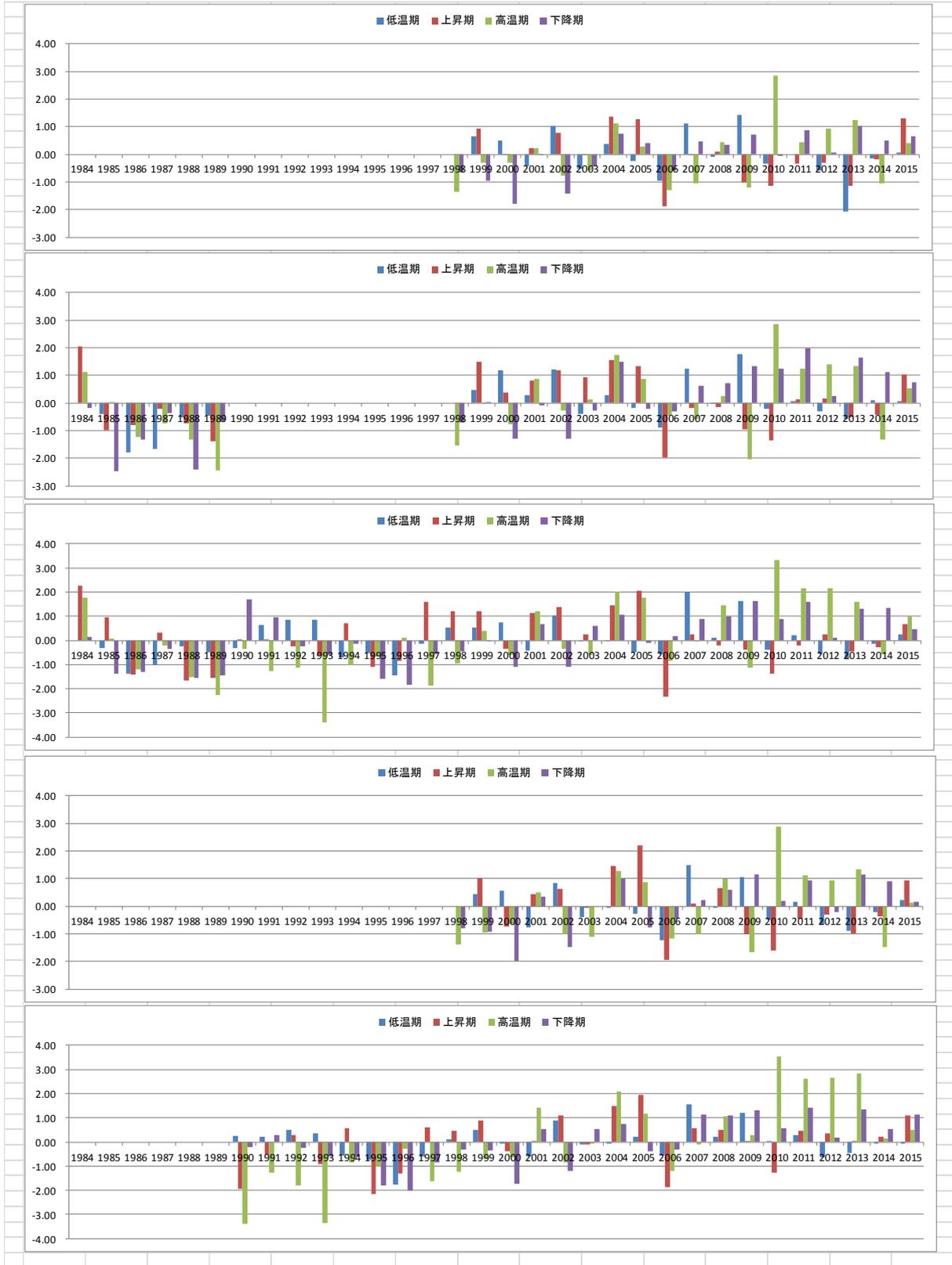


図5 四半期毎の年平均偏差の経年変化

上から羽田洲, 羽田沖, 15号地, 三枚洲, お台場の各底層水温について

採集した水生生物について、都内湾全調査点1年間のアミ類の採集概況を図6に示した。近年は10 kg 前後の採集量がある。

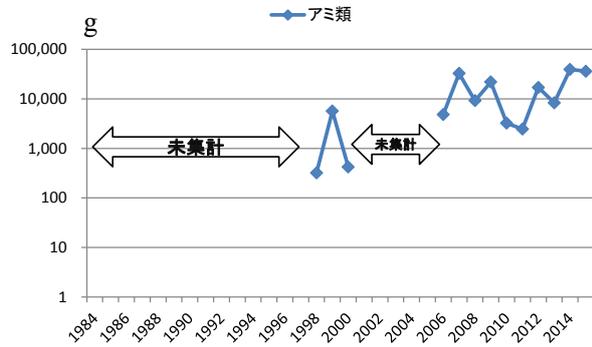


図6 アミ類の採集湿重量 (年計)

仔稚魚については採集個体数が多い、マハゼ、カタクチイワシ、サッパについて都内湾全調査点1年間の合計を図7に示した。

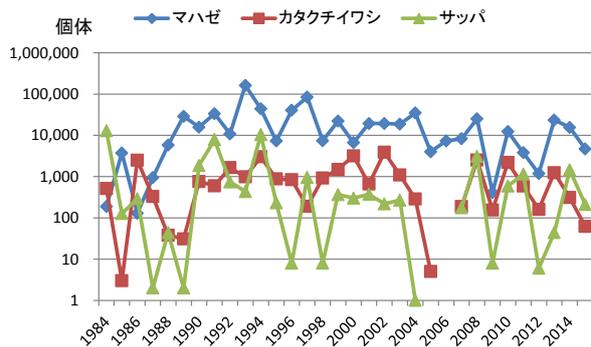


図7 マハゼ、カタクチイワシ、サッパの採集個体数 (年計)

マハゼ仔稚魚の採集個体数は、1万前後で推移し、個体数が多いとはいえカタクチイワシ、サッパは1,000以下で推移する。

### 考察

今回、溶存酸素の動向を示さなかったが、夏期を中心とした時期に躍層が形成され、底層で溶存酸素が不足する。この貧酸素の環境で、大増殖する嫌気性硫酸還元菌が硫化水素の発生に関わるとされる (小泉 2012)。硫化水素は、東京湾奥の多くの底生生物を死に至らしめる元凶である。

それでもアミ類のように大増殖できるのは、底層の貧酸素状況が解消すると、直ちに表層を漂う幼生が捕食者不在の中で定着し、成長を始められるからだと推察する。

### 引用文献

- 小泉正行, 2012: 東京湾奥の現状 - 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, 第3号, 19 - 24.
- 米山純夫, 千野 力, 竹之内卓夫, 村井 衛, 2009: 東京湾奥において小型底曳網により 1988 - 99 年に採集された魚類とその生息環境, 東京都水産海洋研究報告, 第3号, 13 - 62.



要旨

高水温が生物に与える影響について「マアナゴ」

黒木洋明\*1+1  
Hiroaki KUROGI\*

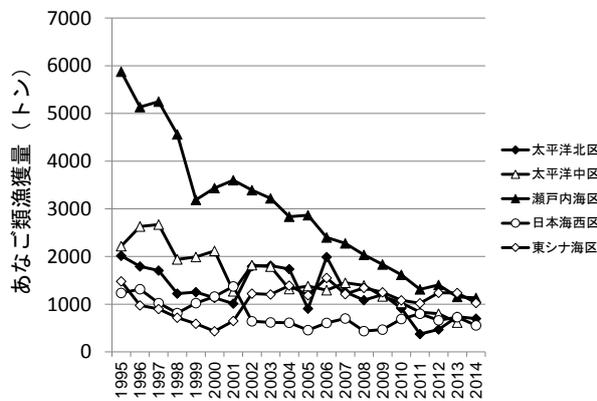
\*1 水産研究・教育機構 増養殖研究所 〒238-0316 神奈川県横須賀市長井 6-31-1  
E-mail: hkuro@affrc.go.jp

内湾漁場でのマアナゴ漁獲量の減少は深刻であり、漁業管理だけでは資源回復は困難とも思われる段階に達している地域もある。本発表では、マアナゴの産卵場から漁場となる沿岸域への仔魚回遊プロセスを概観し、特に水温と加入過程の関係を見ることで、近年の温暖化傾向が内湾のマアナゴに与える影響を検討した。

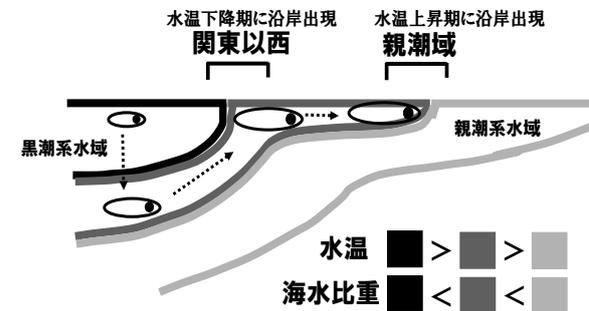
マアナゴ仔魚の接岸回遊は、黒潮下層から沿岸域へと、等密度面にほぼ沿った経路をとると考えられており、黒潮の影響を受けやすい地域から来遊が始まり、それから黒潮に面した地域にある内湾へと向かう。関東以西での仔魚出現の盛期は、最低水温期の2月から4月初旬で、4月下旬～5月に水温が約15℃以上に上昇すると黒潮に近い地域では来遊が終わるが、その水温上昇期にまだ水温が低く保たれている黒潮流路から離れた北の地域では少し遅れて水温上昇期に来遊し始める。水温低下にともなってマアナゴ仔魚が沿岸域に現れる現象は、黒潮下層の水温が低い水塊の接岸にともなって起こるものと理解され、その水塊の水温は概ね10℃から16℃の範囲と推定される。

あなご類漁獲量の経年変動パターンの地域差

日本全体では、1995年から2014年までの間に、あなご類漁獲量は概ね13,000トンから4,000トン台へ大きく減少した。海区別にみると、太平洋中区と瀬戸内海区での漁獲量減少が著しく、この両海区での一方的な減少傾向が日本全体の動向に大きく影響していた。



2000年以降の動向を海流系で整理してみると、黒潮系(瀬戸内海含む)では大幅に減少、それ以外(対馬海流系、親潮系)で増加、または横ばいの傾向となり、海域により明瞭に変動傾向が異なった。南方海域から回遊してきた仔魚の各海域への分配が海流系によって異なり、その分配割合が近年変化しているのだとすれば、マアナゴ資源全体が同一起源だと仮定しても合理的な説明は可能である。

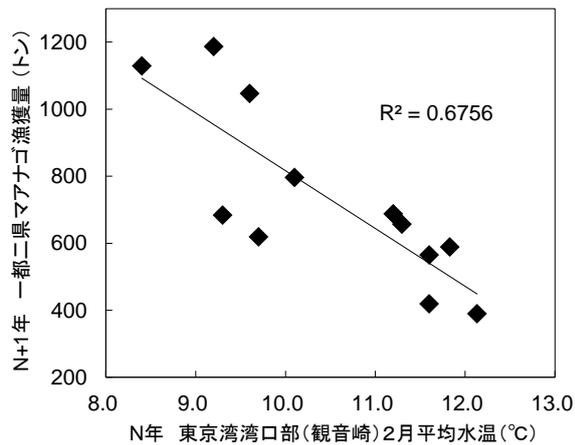


冬季水温が上昇すれば、仔魚の来遊期間の短縮を引き起こし、漁場への加入量の減少につながると推察される。近年の日本周辺の沿岸水温は、多くの場所で上昇傾向を示している。このような温暖化の傾向は、黒潮系の太平洋中区、瀬戸内海区では冬季の沿岸水温上昇によるマイナスの影響を与え、一方、北方の対馬海流系(東シナ海区)や親潮系水域(太平洋北区)の沿岸では冬季水温が10℃以下に下がり、水温上昇期に仔魚が来遊するため、影響を受けにくいと説明できる。そのため漁獲量の変動傾向の地域差が生じたのであろう。

マアナゴ仔魚回遊と水温の関係

東京湾のマアナゴ資源の水温変化に対する応答

東京湾で、湾口部（観音崎）における最低水温期の2月平均水温と、翌年の東京湾全体（千葉県，東京都，神奈川県）のマアナゴ漁獲量との相関を検討したところ，1994年から2004年までの期間においては有意な負の相関関係が認められた。最低水温期の水温がマアナゴ加入に影響することは間違いないと考えられる。しかし，この水温と漁獲量の相関関係は現在では成り立たなくなっており，観音崎の2005年以降の水温データ（神奈川県水産技術センター 清水頭太郎氏，石井洋氏 私信）を用いて同様の解析したところ，2005年以降は相関関係が消失した。このことは，2003年頃以降のマアナゴ漁獲量の低迷に対応するものと考えられ，湾外からの仔魚来遊量の多寡とは別の問題が東京湾で起こっていることを示唆している。



#### 外海から内湾への栄養塩の補給機構は重要か？

東京湾でのマアナゴの餌生物種組成が2001-2002年を境に変化し，その生物量も2002年以降減

少したことが報告されている。このことは，東京湾内の生物生産構造が変化したことを示唆しており，内湾のマアナゴ資源にとっては，冬季水温上昇による仔魚の沿岸来遊量の減少を引き起こしたのみならず，内湾に来遊した後も餌料環境の悪化にさらされたという可能性が考えられる。内湾域の漁業生産や生物生産を左右する要因の一つとして，外海からの栄養塩補給機構が想定され，実際，無機態窒素の輸送においては，外海中深層から内海底層に流入している量が多い。このような深層の栄養塩が豊富な水塊は，正にマアナゴ仔魚が接岸回遊の時に乗っている水温10-16°Cの水塊に相当し，マアナゴ仔魚は内湾の生産力を支える栄養塩豊富な水塊に乗って沿岸内湾に来遊してくるという構造が見えてきた。

近年の底魚や底生動物の漁獲量の動向に関しては，外海からの中深層水の流入の多寡が左右している可能性が十分に考えられる。マアナゴを対象とした漁船漁業のみならず，内湾漁業全体の現状把握と将来予測を行う上で，外海と内湾のつながりを栄養塩の挙動との関連で調べていくことは今後の重要な研究課題である。

なお，発表内容の主要部分は印刷公表済みで，本要旨は以下の総説の要約である。

黒木洋明 (2016) マアナゴの産卵場から沿岸域への仔魚回遊過程：水温変化に対する応答，マアナゴ資源と漁業の現状，増養殖研究所，3，8-15.

## 要旨

## 2015 年末の高水温現象と長期的な傾向および水産生物への影響

石井光廣\*

Mitsuhiro ISHII\*

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

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

東京湾は高度成長期の周辺地域の開発と流入人口の増加による富栄養化に伴う赤潮、貧酸素水塊の発生が問題となっている。近年では、窒素、リンの総量規制の成果により、一部貧栄養の状況が発生し、ノリの色落ちの問題も出てきている。

一方、東京湾の水温上昇は 2000 年代になって報告されはじめ(安藤ほか 2003, 八木ほか 2004), 秋冬期に水温が上昇し、ノリ養殖漁期の短縮、鉛直混合の遅れによる貧酸素水塊の長期化などが指摘された(石井ほか 2008)。

そんな中、昨年(2015 年)の年末から東京湾で水温の高い状況が続き、ノリ養殖の不作など直接的な被害となって影響がでたことから、マスコミなどに取り上げられて話題となった。現実には高水温の状況が発生し、はっきりと水産業に影響が見えてくることは心配である。

そこで、今回は「高水温特集! 昨年(2015 年)末の高水温現象と長期的な傾向および水産生物への影響」として、現状の確認(今冬の水温は本当に高かったのか、その原因)、傾向の把握(2005 年以降の水温の傾向、今後の見込み)、水産生物への影響(ノリ、マコガレイ、マアナゴ)を整理するために、各機関のみなさんに話題提供いただいた。

今期の黒潮の特徴と東京湾に及ぼす影響について

(小林豊・千葉水総研セ)

東京湾の水温の変動について

東京内湾全体(林俊裕・千葉水総研セ)

東京湾奥(千野力・東京島しょ農林セ)

東京湾西部(岡部久・神奈川水技セ)

高水温が生物に与える影響について

マコガレイ(石井光廣・千葉水総研セ)

ノリ(林俊裕・千葉水総研セ)

湾奥の生物(千野力・東京島しょ農林セ)

マアナゴ(黒木洋明・水研セ増養殖研)

詳細な内容については各話題提供者発表に譲るが、「今冬の水温は本当に高かったのか」については、黒潮の水温自体が高く、12 月中旬以降湾口に黒潮系暖水の侵入が頻繁にみられた(小林さん)。1960 年代以降の内湾の長期傾向は 1990 年代以降秋冬季に上昇傾向を示し、近年も上昇している(林さん)。湾奥の水温は 2004 年以降水温が上昇し、秋冬季ではなく高温期に高めに外出している(千野さん)。東京湾西部の水温は 12 月に黒潮系暖水が侵入し、1 月の観測に高めとなった(岡部さん)と、長期的な水温上昇と湾内への黒潮系暖水の侵入により、2015 年 12 月から 2016 年 1 月に高水温であったことが報告された。その原因は外洋との関係も含めて、今後の解析を期待する。

一方、水産生物への影響については、マコガレイでは分布・移動、成熟や産卵の遅れ、餌生物の出現など様々な場面で影響が考えられること(石井)、ノリでは生産の減少に対して高水温耐性品種を開発することにより対策を講じていること(林さん)、そのほかの藻類では高水温による不漁と食害生物の影響が加味されること(岡部さん)、マアナゴでは湾口

部の水温構造の変化により葉形仔魚（ノレソレ）の湾内への加入に重要な等密度線が分断される可能性があること（黒木さん）など多くの魚種への影響が懸念される一方、タチウオ、マアナゴなど夏型魚類は漁期が延長するのではないかなどプラスに働く可能性も示唆された。

魚種によって生物側の応答が異なることから、今後も注視していくことが必要であると考えられた。

#### 引用文献

安藤晴夫, 柏木宣久, 二宮勝幸, 小倉久子, 山崎正夫, 2003: 東京湾における水温の長期変動傾向について. 海の研究, 12(4), 407-413.

八木 宏, 石田大暁, 山口 肇, 木内 豪, 樋田史郎, 石井光廣, 2004: 東京湾及び周辺海域の長期水温変動特性. 海岸工学論文集, 51, 土木学会, 1236-1240.

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.

## 要旨

## 神奈川県におけるこれからの貧酸素水塊対策事業(1)

阪本真吾\*  
Shingo SAKAMOTO\*\* 神奈川県水産技術センター 〒238-0237 神奈川県三浦市三崎町城ヶ島養老市  
E-mail: sakamoto.tfk@pref.kanagawa.jp

## 背景と目的

東京湾では毎年夏季に底層で貧酸素水塊が出現し、底生生物の生息に甚大な影響をもたらしている。神奈川県沿岸漁業においては、近年シヤコやマナマコをはじめとした底生水産資源の資源量が著しく低迷しており、その一因として貧酸素水塊が関与していると考えられる。当センターではこの問題への対応として、従来から夏期にモニタリングを実施し、漁場選択の参考情報として貧酸素水塊の分布情報を提供してきた。一方で底生生物の漁業生産が低迷を続ける中において、漁業現場からは、より根本的な対策の実施を求める声も高まってきている。このような状況を受けて、当センターは漁業に対する貧酸素水塊の影響緩和を目指し、その方策（以下、緩和策）立案のための研究プロジェクトを平成28年度から開始することとなった。

## 研究プロジェクトの概要

本研究プロジェクトは、貧酸素水塊による漁業への影響を緩和するため、貧酸素水の発生を抑制する、あるいは特定海域内へ外部の貧酸素水が侵入することを回避する方法を検討し、「どこで、どのような対策を実施すれば、どの程度の漁場環境改善が期待できるか」について明らかにすることが目的である。さらに得られた成果を根拠として、海域ごとに最適な緩和策を提示し、その実現に向けた提案を関係機関に対して行うことを目標としている。これらの目的を遂行するにあたり、研究対象海域を川崎市および横浜市地先の沿岸部とした。沿岸部に着目した背景として、従来実施してきたモニタリングでは沿岸部の観測を行ってこなかったため貧酸

素環境に関する知見が乏しいこと、さらに沿岸部において局所的に貧酸素水塊が発生している場合では、実現可能性の高い小規模な対策によって改善が期待できることがある。

本研究プロジェクトでは以下に示す3つのアプローチにより研究を推進する予定である。

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

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

第3のアプローチとして、各種の貧酸素環境改善手法の実効性を数値シミュレーションにより検証する。海底覆砂や底質改変、浅場造成、酸素添加など様々な手法があるが、各手法について、どの程度の改善効果が期待できるかを海域ごとに評価する。このために、本県沿岸海域の貧酸素水塊動態を再現できる数値モデルを構築

し、数値シミュレーションによって改善効果を評価する。またこの結果に基づいて、海域ごとに最適な緩和策を検討していく。以上が本研究プロジェクトの概要である。

東京湾の貧酸素問題に対しては、これまでも様々な機関による調査・研究が行われてきており、いくつかの対策事業も実施されてきた。海底覆砂等の改善手法が実現可能な範囲は局所

に限定されるため、広域に発生している貧酸素水塊の改善は困難である一方で、小規模な空間スケールに対しては一定の効果が期待できる。本研究プロジェクトでは局所スケールの貧酸素水塊について詳細に研究することにより、実効性の高い緩和策立案に繋がられるのではないかと期待している。

## 要旨

## 神奈川県におけるこれからの貧酸素水塊対策事業 (2)

菊池康司\*

Kouji KIKUCHI\*

\* 神奈川県水産技術センター 〒238-0237 神奈川県三浦市三崎町城ヶ島養老市  
E-mail: kikuchi.dayn@pref.kanagawa.jp

神奈川県における東京湾の漁業は、昭和 50 年台以降、2~3 千トン前後の水揚げ量で推移しており、近年やや減少傾向にあるが、極端に減少しているとはいえない状況にある。しかし、昭和 50 年代に代表的な漁獲対象とされていたカレイ類、マアナゴ、シャコなどの底生の魚介類は急激な減少を見せており、特にシャコは資源管理措置をとったにもかかわらず、資源が回復せず、まったく漁獲されないような状況にある。また、マナマコも、急激な漁獲量の増加による資源の枯渇を危ぶみ、漁業者自ら漁獲制限をおこなっているにもかかわらず、シャコ同様、横浜港周辺では資源が回復してない。このような底生性の魚介類において、東京湾奥部で問題となっている貧酸素水塊が神奈川県沿岸域でも資源の回復に悪影響を与えると考えられはじめている。

**横浜港内における貧酸素状態について**

平成 15 年 4 月から 12 月に、毎月 1 回、横浜港内の鶴見川河口付近からみなとみらい地区の大岡川河口付近にかけて 8 地点の表層から底層まで 1 m 間隔で、多項目水質計により、溶存酸素、水温、塩分を測定した。ここでは貧酸素を 2.5ml/L 以下と定義した。

その結果、底層での貧酸素は、5 月から 9 月までの間毎月観測された。特に、6 月及び 7 月には、水深 10m から 15m 程度の最深部まで広範囲に貧酸素状態となっていた。また、8 月及び 9 月には、比較的深い水深での貧酸素が

解消した一方で、水深 2m 程度の浅い水域が貧酸素化しており、底層に酸素を含んだ海水が流入し、貧酸素水塊が底から浅場へと押し上げられた可能性が示された。

現在、千葉県より、東京湾の貧酸素水塊の広がりシミュレーション結果が公表されており、その中で神奈川県沿岸部での広がりも示されている。今回の調査結果と比較すると、横浜港の状況は、湾奥部から貧酸素水塊が広がってくる前に、すでに港内で独自に貧酸素水塊が発生しており、千葉県のシミュレーション以上に貧酸素水塊が広がっている可能性があった。

横浜港周辺の底びき網等の調査では、二枚貝やマナマコの生息状況が極めて悪く、貧酸素水塊の影響を受けている可能性が考えられた。

**今後の方向**

これらのことから、神奈川県沿岸部の貧酸素状況を把握するためには、神奈川県沿岸での観測点が不足しており、独自の調査が必要であると考えられた。それにあわせ、二枚貝等の分布状況調査等の生物への影響を検討していく必要がある。また、貧酸素の解消のための酸素の供給実験、水中照明による光合成促進実験などの対策研究行に取り組んで行く。



## 要旨

## 河口域に滞留する陸上植物片の生態的役割について

西本篤史\*

Atsushi NISHIMOTO\*

\*水産研究・教育機構 中央水産研究所 〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦 2-12-4  
E-mail: anishimoto@affrc.go.jp

近年、海・陸の相互作用が沿岸域の高い生産性を支えていることが明らかになってきた。その中で、陸域からの“栄養塩”および“有機物”流入の影響が注目されている。例えば、鉄を含む栄養塩は流入先において植物プランクトンに取り込まれ、現地の一次生産に直接かつ速やかに貢献していることが明らかになった (Tsuda et al 2003)。その一方で、粗大 & 粒子状有機物はその性状からして十分に把握されているとは言い難い。

広大なアマモ場や塩生湿地のように、大量の植物片が断続的に供給される場所では植物片の堆積速度が速いため、生物による分解が進む前に埋没し蓄積すると考えられている (Watanabe & Kuwae 2015)。では、海・陸の境界にあたる河口域ではどうだろうか? 北海道の濃昼川河口域の落ち葉溜まりにて、落ち葉からトンガリキタヨコエビ、そしてクロガシラガレイの当歳魚へとつながる食物連鎖の成立が報告されている (Sakurai & Yanai 2006)。こうした植物片溜まりは、特定の河川の河口域だけでなく、東京湾でも荒川などの河口においても細かな植物片が堆積している様子を確認出来る。しかし、こうした植物片はその生態的役割、つまり河口域生態系における植物片の分解を介した二次生産について着目されることなく、ゴミとして取り除かれてきた。

沿岸域における水産対象魚種の漁獲量低迷が叫ばれる中、生活排水中の栄養塩濃度の規制緩和など、様々な取り組みが行われている。こうした取り組みの一環として、陸域からの植物片の流入にも目を向けてみてはどうだろうか?

河口域生態系の研究を進める上で、現場の海水

の塩分が時間的に大きく変動することが問題を複雑化している。そこで、その場に留まる底質に着目すると、底質中に含まれる有機物 (soil organic matter : SOM) の炭素安定同位体比 (以降、 $\delta^{13}\text{C}$ ) は、河口からの距離が遠くなるほど上昇し、陸由来有機物の量が減少することが示唆される。但し、SOMに含まれる有機物の中には、現場の生態系に直ちに取込まれない有機物 (例えば、リグニンなどの難分解性の有機物) も含まれており、食物網構造解析における餌源のエンドメンバーとすることは現実的でない。今後、より正確な陸由来有機物の寄与の解明を目指して、河口域における底生微細藻類の  $\delta^{13}\text{C}$  について空間分布を調べるとともに、硫黄安定同位体比等の新たな分析ツールを導入し研究を進めていく計画である。

## 引用文献

- I. Sakurai, S. Yanai, 2006: Ecological significance of leaf litter that accumulates in a river mouth as a feeding spot for young crested flounder (*Pleuronectes schrenki*). *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography*, 70 (2) 105-113.
- A. Tsuda, S. Takeda, ..., T. Saino. 2003: A Mesoscale Iron Enrichment in the Western Subarctic Pacific Induces a Large Centric Diatom Bloom. *Science*, 300 (5621) 958-961.
- K. Watanabe, T. Kuwae, 2015: How organic carbon derived from multiple sources contributes to carbon sequestration processes in a shallow coastal system? *Global change biology*, 21 (7) 2612-2623.



## 平成 27 年度 東京湾研究会 議事録

日 時：平成 28 年 3 月 17 日 13:00～17:30

場 所：木更津漁村センター

### 議 事

#### 1. 開会挨拶 (中央水研 中山所長)

#### 2. 課題整理について

##### ・趣旨説明 (山本)

##### ・マコガレイ (石井)

(質疑)

杉崎 : マコガレイは高度経済成長期にあたる 1980 年代に結構採れているが、産卵場の貧酸素や汚染の面では環境的に良くなかったはず。当時はどういう再生産のメカニズムで資源量が高かったのか?

石井 : 1970 年代まではイシガレイが主体。マコガレイはその後増え、1980 年代に卓越年級群も相まって増えたのではないか。産卵場の底質について言えば、マコガレイに限らず底質を動かしたりしたときに資源量が回復したという話はあるが、検証は難しい。底質については研究毎に分析項目が不揃いであるために過去との比較は難しいが、湾奥の一部では更に悪くなっているようにも見える。

(コメント)

鳥羽 : マコガレイは東京湾の中では近年一番研究が進んでおり、研究だけでなく場作りなどの改善に着手する段階にきている。東京湾研究会で提言をまとめた際に整理した問題点と取り組み策を踏まえ、最終的な目標であるマコガレイの資源復活に向けた具体的なロードマップを作成し、それに沿った研究を進めていることを外に向けて発信していくことで、全体像の共有を図って頂けると有難い。また、現在取り組んでいる産卵場造りの取り組みが、東京湾全体に対してどれだけの効果があるのかという視点も持つておくことが望ましい。

##### ・アサリ (長谷川)

(質疑)

中山 : (海の公園について) アマモ場が増えたことによってプラスに作用した例や、適正なアマモの量についての提言は出ているか?

長谷川 : アサリ肥満度の低下傾向 (複数年の月データ) を見たときに、沖側のアマモ増加に

よって、アサリの生息場である波打ち際での通水性が低下したことが影響しているのかもしれないと考えた。サンプリングを行っている山本さんの実際のフィールドについての印象はどうか?

山本 : サンプリングをしている砕波帯では、沖側のアマモ場増加による通水性の低下が起きたとは思えない。

菊池 : 近くの野島ではアサリの密度が高くなっている傾向にあるが、海の公園でのアサリ密度はどうなのか? 密度効果で肥満度や発生量に影響しているということはないのか?

長谷川 : むしろ採れなくなってきたという認識だが、良いか?

山本 : 定量的なデータは無いが、感覚的には昔 (2011-2013 年くらい) の方が生息密度は高かった。2011 年に起こった東日本大震災の影響か、当時はアサリ採集を行う人がものすごく少なかった印象がある。

(コメント)

渡部 : 2005 年位には岸から 100-150 m 沖にアサリが多かったが、今はその辺がアマモ場になっているのではないか?

長谷川 : 地盤高の高いところからアサリのサンプリングを始めたことによって、肥満度が低下した可能性はあるか?

山本 : 採れない月には多少岸寄り (地盤高の高い方) でサンプリングしているが、アマモのある場所での採集は行っていない。定点はほとんど同じ場所である。

#### ・課題整理について (山本)

山本 : 東京湾研究会として、他海域との比較を含めた具体的な課題の整理 (例えば栄養塩や水温) を進めて行く必要がある。また、東京湾再生推進会議の官民連携フォーラムの 1 つ『生き物生息場づくり PT』に具体的に提案できる『場の創出』に絞った整理をしていく必要があり、東京湾研究会・幹事会にて具体的に検討していくことが望ましい。但し、PT の性質として、大規模造成などは難しく、課題を整理した上でひとつずつ積み重ねていくような提案が望ましい。課題整理で取り上げた 27 魚種について、生活史のどこかを改善することで資源の復活に繋がるような策、具体的には場の創出を行うという視点から、今後も進めて行くことが望ましい。第一期ではマコガレイを扱ったが、この 3 月から始まる第二期では、ニホンウナギを対象とした提案がされる見込みである。しかし、情報がほとんどないことに加えて、産卵場も湾外であり、東京湾内だけの取り組みでは成果が出にくい。本日の発表にもあったように、情報量から言えば、アサリの方が確実に蓄積されている。現状では

「東京湾研究会」として、ニホンウナギを対象とした新 PT へ働きかけられることは出来ないが、来年 10 月の新提案に向けて、これから検討していく。

(質疑)

- 石井 : PT は取り組み策を行動に移すための有効な手段だが、その後の調整がとても大変。というのも、マコガレイの産卵場の場合、漁業権が外れているので漁業者との調整は無かったが、東京湾再生推進会議に提案した場合、漁業調整規則を扱う自県に提案が戻ってきて、更なる県内調整が必要となる。
- 山本 : 具体的な話は困難だが、情報が整理されているのとないのとは大違い。その辺も含めて、東京湾研究会・幹事会の所から議論を深めて行く。
- 梶山 : 生き物生息場づくり PT は、提言という形で発信するという具体的な出口を作った点で評価できる。第一期では、千葉県からマコガレイを提案したが、東京湾のことを考えたときに、千葉県にとって有益だからというだけでなく、東京・神奈川を含めた東京湾全体を考えた結果として、千葉県海域でのマコガレイの産卵場づくりが有効であるという提案の形が望ましい。東京湾研究会には、各県が色々な提案をしていく中で議論を深め、水産サイドとしてのコンセンサスを形成する場としての機能を持って欲しい。もう 1 つは、(大規模造成などの) 大きな話であっても、効果が見込まれるものについては水産サイドの提案として積極的に出していくべきである。実施の可否についての判断は国交省がすることであり、水産サイドとしてすべきことは、国交省が求める情報、つまり何を、どこで、どれだけの規模で実施する必要があるかという具体的な数字を用意しておくことである。
- 山本 : 東京湾研究会としての意見を提案していくことが望ましい。2 点目についてもその通り。東京湾研究会で議論して行きたい。
- 杉崎 : なぜ情報量 C のニホンウナギが第二期の対象種になる見込みなのか? 水産サイドとしては情報量 A の種を検討して欲しいはずだが、世間のニーズとの兼ね合いか?
- 石井 : 生物生息場づくり PT で取り上げられ、提言としてまとめるためには、問題点の整理と解決方法についてアピールすることも重要である。というのも、PT として提言を取りまとめるには、誰かが PT 内の議論を主導し、話をまとめなければ進まない。東京湾研究会としては、様々な分野の方が集まる PT の場で、議論が科学的に正しい方向に進むように調整する役割を担う必要があると感じている。
- 山本 : 東京湾研究会関係からは、梶山さん、桑原さんが PT に入られているが、基本的には各組織、あるいは個人に近いレベルでの対応となっているので、東京湾研究会として対応できているわけではないのが現状である。
- 鳥羽 : 東京湾研究会の役割については、立ち戻って考えた方が良い。東京湾研究会は、改

善策を国交省などの他機関に提案するためのものではない。東京湾の課題を整理し突破口を開くことも1つの機能だが、もう1つは東京湾研究会に参加する水研および各県担当者全体の底上げを図るために、情報の平準化を進める機能も持たなければいけないのではないかと。今回の高水温特集はまさに、皆で議論することで認識を共有していくことでその機能を果たしうるのではないかと。PTへの提案については、東京湾研究会の主目的ではなく、副産物として外に出していけば良いのでは?

桑田 : PTの委員は東京湾研究会として参加しているわけではない。但し、PTは行政に反映される可能性が高いので、半端な整理のまま間違った方向に進むことは阻まなければいけない。東京湾研究会でコンセンサスを形成し、発信していくということで良いのではないかと?

### 3. 高水温特集!

#### ・趣旨説明 (石井)

石井 : 東京湾では富栄養化に加えて、水温上昇が大きな問題となっている。東京湾では、特に秋冬期に水温上昇の傾向がみられる。昨年末に東京湾の水温が平年に比べて高かったため、それも踏まえて議論したい。

#### ・今期の黒潮の特徴と東京湾に及ぼす影響について (小林)

(質疑)

清水 : 湾口部までは黒潮の接岸により影響があるようだが、東京湾全体に影響があったのか?

小林 : 湾内については、次の林が回答する。

岡本 : 黒潮水温が1℃高いとか、湾口部の定置水温が3℃高いというのは海況として、どの位珍しい現象なのか?

小林 : 長期的な水温記録は限られているが、それを今後見ていきたい。

黒木 : 補足だが、黒潮源流近くの外洋も前年に較べて1℃位高かった。

渡部 : 昨年末は、海水温だけでなく気温も高かった印象があるが、海象と気象の関係は?

小林 : 温暖化も含めた評価が必要であるが、過去の水温データも乏しいので、今回は取り組んでいない。

#### ・東京湾の水温の変動について

#### ・東京湾 (内湾全体) (林)

(質疑)

長谷川：本題からは離れるが、なぜ下水処理場の水温が上がっているのか？

林：そこに関しては把握していない。生活排水そのものが高いとは聞くが詳細は不明。

山本：東京湾の底層水温は？

林：手元に無いが、データはあるので、今後取りまとめたい。

石井：最近 10 年で更に水温が上昇しているということか？

林：月によっては上がっている。

#### ・東京湾奥（千野）

(質疑)

石井：湾奥の場合は、秋冬よりは夏の高温期に水温上昇が大きい傾向があるということか？

千野：そう見える。

長谷川：夏場に火力発電の稼働率が上昇することで、温排水の量が増加し、水温が高くなっている可能性は？

千野：確かに、火力発電所は湾奥に多い。調査点が火力発電所の排水口に近いということは無いが、影響を把握できていない。

#### ・東京湾西部（岡部）

(質疑)

鳥羽：先ほどの林さんの発表では、東京湾の水温が夏から秋にかけて長期的に上昇傾向にあるとのことだった。岡部さんの発表では、今年度の 12 月上旬から 1 月にかけて沖合水の影響で水温が高かったということだが、両者は同じ現象が影響しているのか？ 別の現象か？

岡部：今年の 12 月以降の話に関しては、相模湾から東京湾口にかけて波及した黒潮系暖水の影響が強かったのではないかと。今回は 12 月～1 月の話なので、林さんの発表にあった夏から秋にかけての水温上昇の原因については検討していない。

鳥羽：高水温という現象について、季節や場所に分けてみると違う現象に起因している可能性があることを認識しておく必要があるのではないかと。

梶山：神奈川県と千葉県の測点では、秋口の水温鉛直プロファイルの見え方が多少違う。黒潮の波及の仕方で異なる可能性があり、東西方向でもデータの比較・検討が必要では？

岡部：今後、連携していきたい。

休憩

### 高水温が生物に与える影響について

#### ・マコガレイ (石井)

(質疑)

なし

#### ・ノリ (林)

(質疑)

中山 : 今期のノリの不漁について、高水温耐性品種についても不漁だったのか? 普及状況は?

林 : 枚数については把握していないが、各地区の漁業者に好評で、継続して使用して頂いている。今期については全般に不作であり、品種で対応できる範囲を超えた高水温であったか、水温以外の要因で不作になったと考えられる。

中川 : 湾奥では夏場に、湾口では冬場に水温の上昇傾向が見られているとのことだったが、千葉のノリ漁場である湾奥側の木更津と湾口側の富津で、ノリ生産量の減少傾向に違いはあるのか?

林 : 水温の傾向としては湾奥と湾口でそれほど変わらないと認識している。今期について言えば、全域で不漁であった中でも、富津に比べて木更津や三番瀬の方がとれた。経年変化を考える上では、木更津や三番瀬での生産者減少も無視できない。

渡部 : 栄養塩ならびにノリと競合する珪藻赤潮のモニタリング状況は? ノリの生育不良の原因について、水温だけでなく栄養塩不足も含めた検討はしているか?

林 : 最低でも月に1回調査船を出してモニタリングしている。今期の12月~1月にかけては、黒潮の暖水波及があっても、窒素・リン共に十分に含まれていたため、栄養塩不足は考え難い。

渡部 : 高水温で必ずしも珪藻赤潮が起きるということではないということの良いか?

林 : 富津岬以南では、珪藻赤潮が形成されるほど植物プランクトンの増加はみられなかった。

岡本 : 春一番の吹く前後で、富津の水温データが異常に上昇しているが、春一番だけの影響か? 他の要因が重なった結果か?

小林 : 同じ時期に黒潮系の暖水波及があり、複合的に作用したと考えられる。

岡本 : 高水温現象を検証する際には、気象と海象の両方を考慮する必要がある。

・湾奥の生物 (千野)

(質疑)

なし

・マアナゴ (黒木)

(質疑)

中山 : 瀬戸内のマアナゴ漁獲量が顕著に減っている理由は明らかになっているのか?

黒木 : 再生産は瀬戸内海で行われていないので、加入量の減少に伴って資源が減少していると思われる。それに加えて、マアナゴからハモへの魚種交替に伴い、増えたハモを対象とした漁業に変わっていることも影響しているかもしれない。採る人が減っているわけではない。

中山 : 瀬戸内海と東京湾で同じような原因で資源量が減少している可能性があるということか?

黒木 : 可能性としてはある。

#### 4. 今後の取組み

・神奈川県におけるこれからの貧酸素事業 (2) (菊池)

(質疑)

土江 : ナマコ資源の減少について、シャコの禁漁が資源量回復に繋がっていない中で、ナマコへの漁獲圧が上がったことによる影響が大きいのではないかと? 貧酸素も複合的に影響しているという認識で良いか?

菊池 : ナマコは乱獲の影響を受け易い魚種だと認識している。漁獲制限等の取組みが行われているが、横須賀では資源量が回復しているのに対して、横浜では回復していない。これについては、貧酸素の影響を疑っている。

渡部 : エリアを絞った貧酸素対策として、マイクロバブルや水中照明を挙げていたが、費用対効果について検証が必要。また、水中照明によって、底生珪藻ではなくアオサなどの大型緑藻が増えてしまう可能性があるため慎重な取組みが必要である。

梶山 : 千葉県でもマイクロバブルを使って実験したことがあるが、空間的に開けた場所や貧酸素の程度が強い場所では、効果が限定的だと思われる。千葉県では、来年度から、海水を流動させることで貧酸素水塊の形成を遅らせる取組みを考えているので、また情報交換していきたい。

菊池 : 水を動かすという視点も取り入れて行きたい。

渡部 : 有明海では、海水を流動させることでシャトネラのシストが巻き上がって逆に問題になるのではないかと危惧されている。色々と検討が必要。

#### ・神奈川県におけるこれからの貧酸素事業 (1) (阪本)

(質疑)

千野 : 発表にあった浅場造成について、単に浅場を造成すれば良いということではなく、満潮時に波打ち際があるような構造を作ること、アサリや鮎の生息場を確保することが重要である。

長谷川 : これまでも東京湾では貧酸素対策として場の造成などが行われてきたわけだが、神奈川県として貧酸素対策に新規に対応する背景は?

岡部 : 神奈川県海面での東京湾漁業を再生させるためには、貧酸素水塊対策や浅場造成を含めた底質改善などに取り組む必要がある。具体的な浅場造成の計画を立てるような段階には程遠く、これから東京湾漁業再生に向けた議論を本格化させるところ。まずは、現状把握を進めることが重要だという認識である中で、今回は貧酸素水塊対策について例示し、皆様の意見を伺いたい。

梶山 : 東京湾の貧酸素水塊については色んな先行研究があるが、扱う現象のスケールが大き過ぎて、対処の施しようがないという風潮があるのも事実。その反面、局所スケールで出来ることはあるはずで、今後、議論していくべき。現状としては、沖側の情報は掴めてきているが、干潟や運河も含めた浅場の情報量は少ない状況。情報が集まれば、具体的な対策方法も検討できるようになるはず。

南部 : 貧酸素を観測する際には、流速も測定した方が良い。選択する数値モデルによって、対策の内容が左右される場合があるので、解析の数値モデルについて、具体的な目星があれば教えて欲しい。

阪本 : 流速については測りたいと考えている。連続データの採取という点については、神奈川県海域には東京湾奥のようなモニタリングポストが無いので困難である。数値モデルについては、浅場造成などを実施した場合、効果を検証するために必要だろうという漠然とした考えであり、具体的に想定しているものはない。

渡部 : AVS や ORP など、もっと測っておいた方が良いデータ項目は無いかな?

南部 : 観測点での ADCP で構わない。

岡部 : ADCP はあるので対応可能。

鳥羽 : 貧酸素と水産生物との関係を検証する際に、両者のスケールが多様なことが問題を

複雑化している。貧酸素について言えば、場の広がり（広域⇔局所）や場所（ごく沿岸⇔沖側）について、場合分けした整理が必要であろう。生物については、対象とする分類群を絞った方が良い。なぜなら、貧酸素の生物への影響を考える上で、複雑な生活史段階を考慮した影響評価が必要だからである。月1回の調査で、動きの早い貧酸素水塊の影響を評価するには限界があることも考慮すると、対象を絞った取り組みが重要である。対象とする生物によって、扱う空間スケールや必要な物理・化学データも違ってくることも考慮する必要がある。貧酸素に対する成功例としては覆砂があるが、底質そのものの性状が改善したというよりは、地盤が高くなることで貧酸素に曝される時間が短くなったためだと考えられる。貧酸素の生物への影響は、貧酸素の程度、曝露時間など複合的な要素によって変わるものだと考えられるので、先行知見も踏まえて対応策を検討して欲しい。

阪本 : 対策を考える上で、魚種を絞った方が良いという認識はあるが、神奈川県内の主要な漁獲対象が変遷してきた歴史もあり、対象魚種の選定に至っていない。手始めに二枚貝を扱ってみるとというのが現状。

#### ・河口域に滞留する陸上植物片の生態的役割について（西本）

（質疑）

千野 : 地引網調査の残渣物も保管してあるので、良ければ見て頂きたい。

西本 : 是非、お願いします。

長谷川 : 陸上植物片とベントスとの関係を中心に見るという話だが、水塊中における基礎生産も含めた解析をしなければ、植物片の役割を過大評価してしまう危険性がある。

西本 : 植物片の多い場所でベントスが多かったとしても、それが植物片の堆積による結果とは断定できない。生物のセルラーゼ活性や底質の資化試験、メタゲノム解析などにより、植物片が供給されることによる物質循環の変化を見ることは出来ると考えている。

長谷川 : ノリ漁業者は陸上植物片の混入を懸念するのでは？

林 : 雨が降ってゴミが混入するとノリ漁業には打撃。ノリ漁場周辺での植物片投入は難しい。

西本 : 流出対策の重要性については認識している。

南部 : 東京湾でということは難しいだろうが、海域によっては増殖礁などの形を持たせることで植物片を海洋投入することは可能と思われる。但し、投入可能な形を持った大きな植物片と、今回の話にあった小さな植物片では、底質およびベントス相に影響する時間スケールに大きなズレがあるのではないかと。

西本 : 最終的な出口としては植物片の海洋投入を考えているが、投入実験をする前に、まずは本当に植物片流入が沿岸生態系において重要な役割を担っているのか検証する必要があると考えており、実際にフィールドに広く分布している小さな植物片を対象とすることを考えている。

佐合 : 海洋に流入した植物片を生物が利用するかもしれないというメリットがある一方で、分解過程で硫化水素が発生するデメリットもあるのではないかと?

西本 : 実際にある。但し、河川内での分解の進捗状況によって、沿岸に堆積した後の影響が異なると思われるので、そのあたりを考慮して調べて行きたい。

## 5. その他

- ・今年度の活動報告および次年度の活動方針 (増養殖研 山本)

## 6. 閉会挨拶 (千葉県水産総合研究センター 佐藤センター長)

## 平成 27 度 東京湾研究会 出席者名簿

平成 28 年 3 月 17 日

千葉県水産総合研究センター		センター長	佐藤 恵美子
	東京湾漁業研究所	所長	梶山 誠
		上席研究員	林 俊裕
		上席研究員	島田 裕至
		研究員	岡本 隆
		研究員	宇都 康行
	生産技術研究室	研究員	佐合 洋祐
	資源研究室	上席研究員	石井 光廣
		上席研究員	小林 豊
		研究員	中川 雄太
東京都島しょ農林水産総合センター	振興企画室	主事	千野 力
神奈川県水産技術センター	企画資源部	主任研究員	船木 修
		非常勤職員	阪本 真吾
	栽培推進部	主任研究員	菊池 康司
		主任研究員	岡部 久
東京海洋大学	産学・地域連携推進機構	客員教授	鳥羽 光晴
千葉県漁業協同組合連合会	指導部	調査役	斉藤 伸啓
		副調査役	芦 祐紀
		主任	土江 秀治
		嘱託職員	川名 由男
水産総合研究センター中央水産研究所		所長	中山 一郎
	海洋・生態系研究センター	センター長	杉崎 宏哉
	生態系モデルグループ	グループ長	清水 学
	モニタリンググループ	研究員	西本 篤史
水産総合研究センター 水産工学研究	水産土木工学部 生物環境グループ	研究員	南部 亮元
水産総合研究センター 増養殖研究所	養殖システム部 環境管理グループ	グループ長	渡部 論史
		研究員	長谷川 夏樹
	資源生産部	部長	栗田 博
	沿岸生態系グループ	グループ長	黒木 洋明
		主任研究員	山本 敏博

本号は平成 28 年 3 月 17 日に木更津漁村センターで開催された、中央ブロック水産業関係研究開発推進会議・東京湾研究会において発表された論文・要旨・議事録を収録したものである。

編集担当者 西本篤史

---

平成 29 年 3 月 6 日発行

発行人 中山 一郎

発行所 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 中央水産研究所

〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦 2-12-4

印刷所 株式会社ポートサイド印刷

---