

【図表】

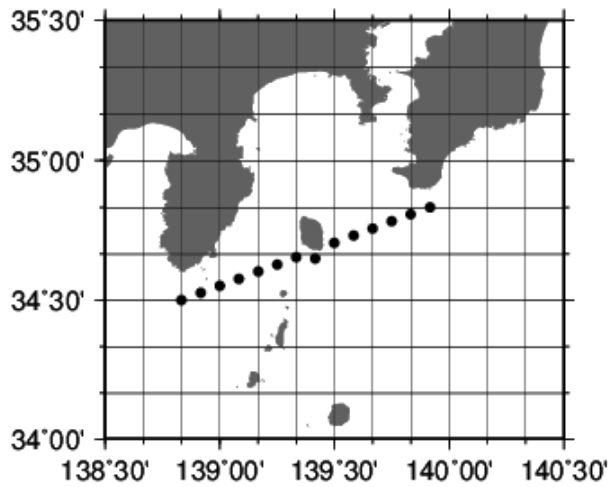


図 1. 蒼鷹丸 2020 年 2 月東京湾 XCTD・ADCP 観測予定図

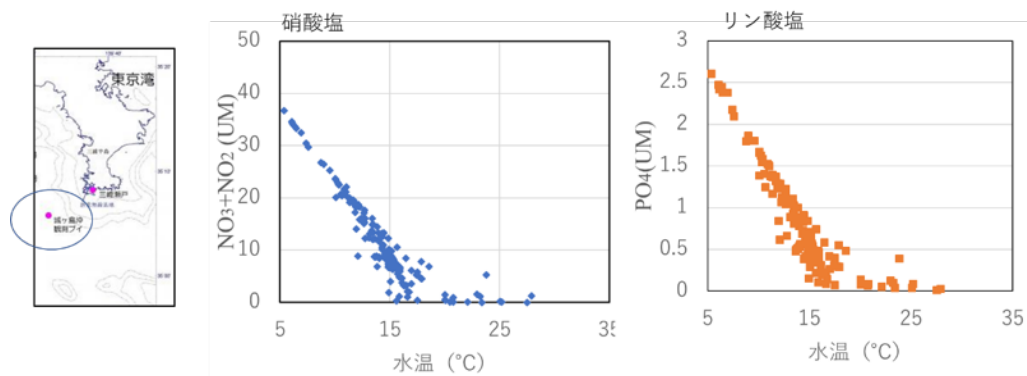


図 2. 城ヶ島沖ブイ観測点（左）での水温—硝酸塩（中）、水温—リン酸塩（右）の関係

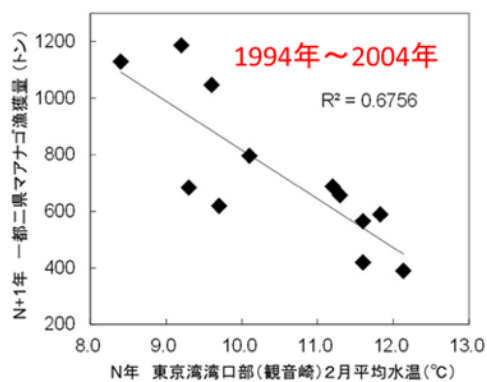


図 3. 東京湾口部 2 月水温（観音崎）と翌年 1 都 2 県マアサゴ漁獲量との関係（1994～2004 年）



図 4. イシガレイ・コノシロ・コウイカ・クルマエビ・マアナゴ・マコガレイ・スズキ・の季節ごとの資源量指数の年変化

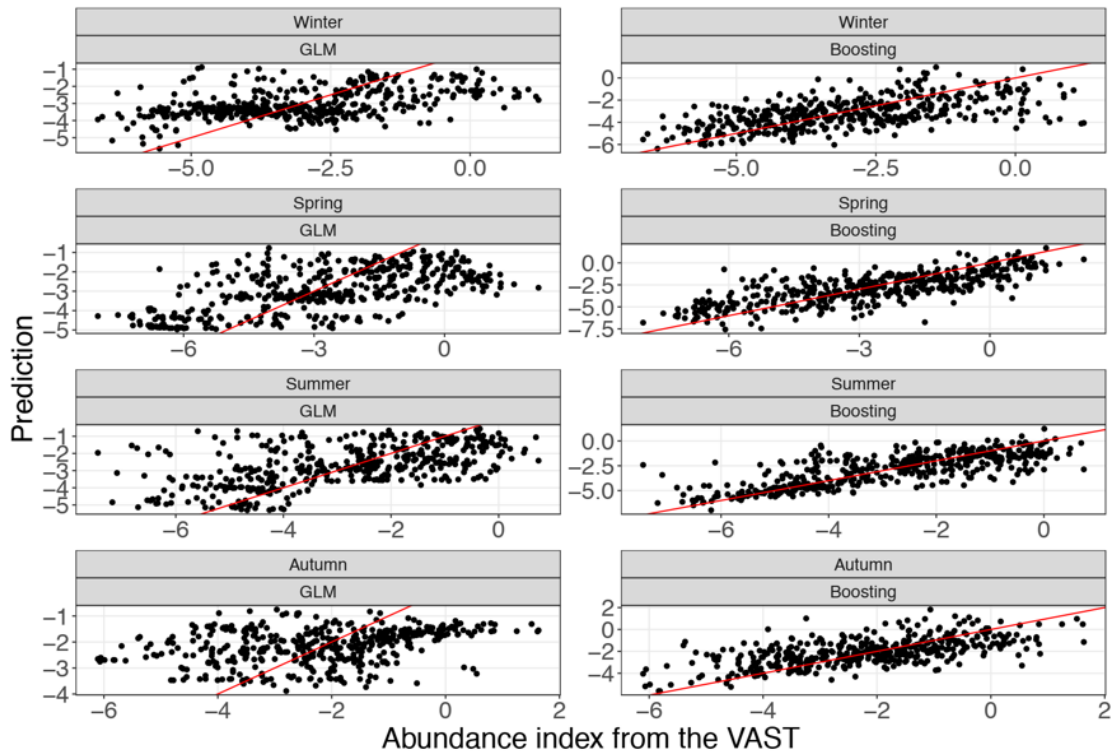


図 5. VAST で得られたイシガレイの各季節の相対密度（横軸）と、GLM（左）と勾配ブースティング（右）による予測値（縦軸）の関係

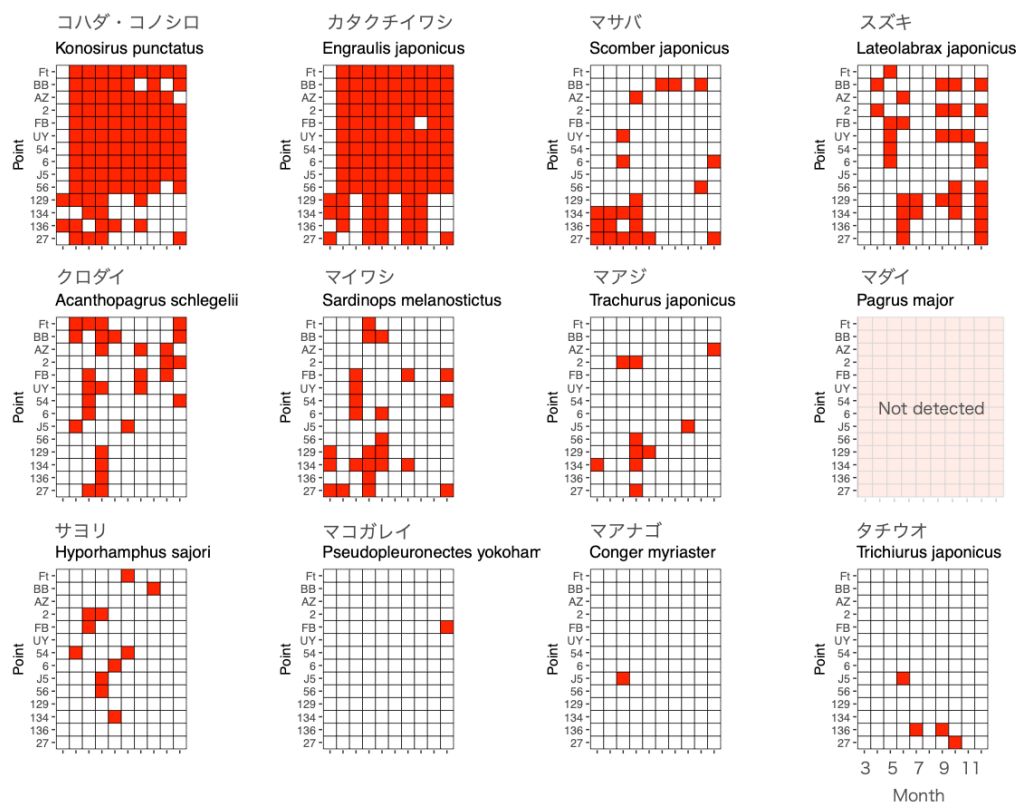


図 6. 各月(横軸)・各観測点(縦軸)における魚種の検出(表層)。一部の魚種を抜粋

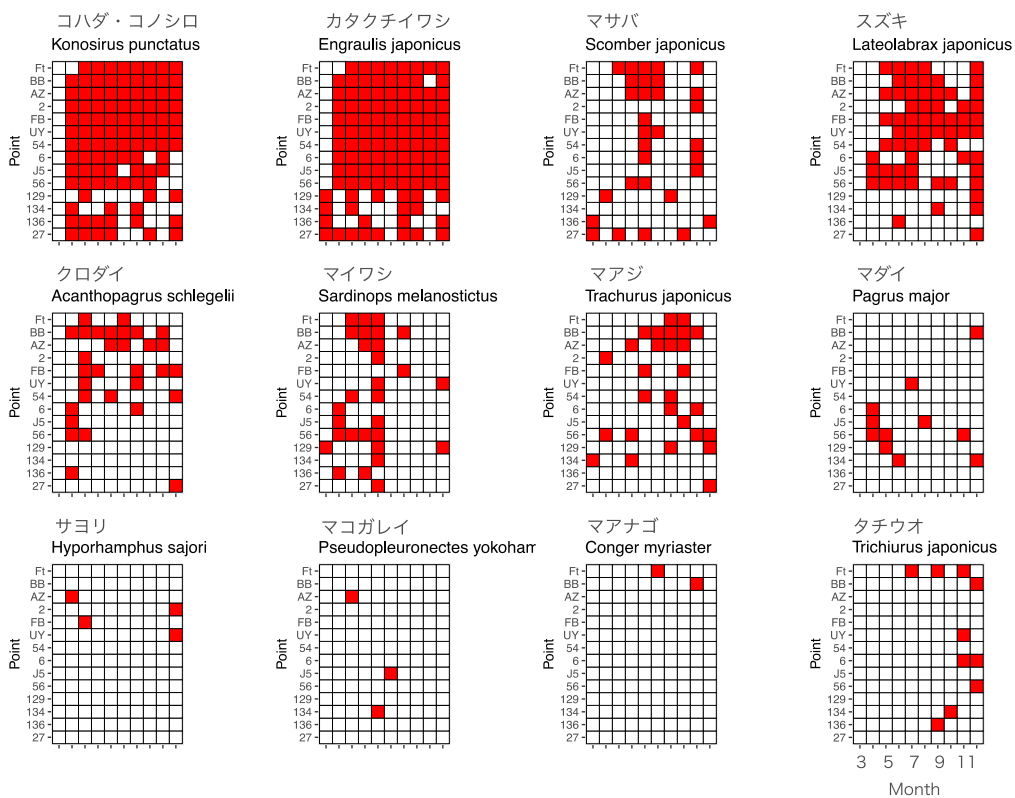


図 7. 各月(横軸)・各観測点(縦軸)における魚種の検出(底層)。一部の魚種を抜粋。

【実施に当たっての問題点、次年度への課題】

- ・漁具にデータロガーを装着しての底びき網曳網試験を予定していたが、データロガーの選定及び購入に時間を要し、十分な試験を実施できなかった。次年度は千葉県水産総合研究センター調査船もしくは民間漁船を用いての試験を実施したい。
- ・神奈川県が設置している城ヶ島ブイの流速および水温データが解析できると、東京湾口部の連続的な変化を捉えることができると考えられる。
- ・東京湾フェリーに ADCP が取り付けられており、湾口部の流速データが得られているらしいので、これも入手できると外洋水と湾内の水交換過程をより詳しく調べることができる。
- ・勾配ブースティングによって予測精度は向上したものの、環境要因と相対密度の関係は複雑であり、結果の解釈は難しい。各魚種の時空間分布と環境要因の関係を紐解くことが今後の課題である。
- ・環境 DNA から魚の存在量を推定するためには、対象とする魚種がどれくらい環境 DNA を放出するか知る必要があり、個々にそれを測定するのは困難である。また放出量を把握できても、魚の活性によって放出量に違いがあることから、推定量を過大評価もしくは過小評価してしまう可能性がある。

【成果の発表】

- ・岡部 久（神奈川水技セ）・柳本 卓（中央水研）・斉藤真美（水土舎横浜）2019 年度水産海洋学会研究発表大会（仙台市）口頭発表。
- ・石井光廣・宇都康行、東京湾で‘海中林’を形成するタチアママモ（予報），2019 年度水産海洋学会研究発表大会 ポスター発表。
- ・本郷悠貴，丹羽健太郎，金森由妃，西嶋翔太，岡村寛，宇都康行，三田久徳，石井光廣，秋元清治，草野朱音，岡部久，山崎哲也，鈴木重則，横内一樹，福田野歩人，澤山周平，鬼塚年弘，皆川昌幸，山本敏博，黒木洋明（2019）一杯の海水から魚を検出！？～環境 DNA を用いた解析方法と水産への活用～．中央ブロック資源海洋調査研究会シンポジウム講演。
- ・本郷悠貴（2019）東京湾に浮遊する環境 DNA から魚の影を追う．東京湾研究会講演。

1. 沿岸資源情報ネットワーク

(2) 伊勢・三河湾海域

【参画機関】

愛知県水産試験場、三重県水産研究所、国立大学法人 東京大学、国立大学法人 名古屋大学、一般社団法人 漁業情報サービスセンター（JAFIC）、
水産研究・教育機構 中央水産研究所、瀬戸内海区水産研究所

【対象魚種】

サワラ、ガザミ、マダコ、マコガレイ、イシガレイ、メイタガレイ、コウイカ類、
ウシノシタ類、イボダイ、クロダイ、エイ類、スズキ、コノシロ、サバフグ、シロギス、
ギマ、コショウダイ、ホウボウ、ハマグリ、ヤマトシジミ、サルエビ類、クルマエビ、
マダイ、ヒラメ、ハモ、マイワシ、カタクチイワシ、マアナゴ、シャコ、イカナゴ、
トラフグ

【対象漁業】

小型底びき網（まめ板網、貝桁網、渥美外海板びき網）
船びき網（いかなご船びき網、しらす船びき網、ぱっち網）
その他ひき縄釣り等

【実施計画】

小課題1: 資源評価に利用するデータの効率的な収集

①水揚げ市場における漁獲データの収集

愛知県の市場統計による漁獲情報は、市場の集計値または市場からメール等を利用して収集する。対象は豊浜市場とし、年間10トン以上を基準として漁業種類別、魚種別の漁獲量を収集する。頻度は、月1回、電子データを取得する。また、船びき網対象魚種であるシラス、マイワシ、カタクチ、イカナゴは県内ほぼ全港の水揚げデータをファックス受信により収集する。データは日別であるが、週単位で集約する。標本船操業情報は、操業漁船から無線等を利用して収集する。船びき網は40統の操業位置、水温、水色および漁獲量データを収集する。回収は、組合経由の郵送（月1回）を基本とするが、随時、携帯電話による聞き取りも行う。底びき網標本船からは、操業野帳を組合経由で回収し、操業位置、漁獲量を収集する。

三重県は、シラス、イワシ類、底びき網魚獲種について、市場における漁獲情報を収集する。基本的に全魚種の漁獲量が把握可能であるが、市場ごとに魚種や漁業種は異なる。調査対象とする市場は、鈴鹿市漁協（小底、船びき）、白塚漁協（船びき）、伊勢湾漁協（まめ板）、鳥羽磯部漁協（小底、船びき、ひき縄釣り）を対象とする。収集方法は、漁協から伝票の提出

もしくは電子データとし、年 1～2 回の収集とするが、必要に応じて適宜追加して収集する。平成 30 年度に実施した鳥羽磯部漁協、三重外湾漁協、伊勢湾漁協、鈴鹿市漁協の販売システム調査の結果を踏まえ、市場漁獲情報収集では鈴鹿市漁協、伊勢湾漁協、鳥羽磯部漁協を想定している。主な漁業種類は船びき網、底びき網、刺し網、一本釣りである。今後は漁協からのデータの入手方法の検討および資源評価への活用が課題である。

②生物データの収集

愛知県は、豊浜市場で生物情報を収集する。魚種は、サワラ、ガザミ、マダコ、マコガレイ、イシガレイ、メイタガレイを対象とする。頻度は月 1 回。市場にて行う。

三重県は、船びき網や底びき網等で漁獲される魚種について、精密測定や漁獲量調査を行う。今年度はサワラを主対象魚種として実施する。クルマエビなど甲殻類の加入状況を早期に把握するため、湾内における幼生分布時期の採水サンプル内の環境 DNA 分析を行う。

小課題2: 標本船による資源評価及び効率的な漁場利用のためのデータ収集

①漁獲データ収集

愛知県は、標本船から、魚種別の漁獲量、操業位置、操業時間、水温、底層の状況、水色階級値等を収集する。対象漁船は、船びき 40 統、底びき網 4 隻（資源調査：評価事業 漁船活用型）とする。対象海域は、伊勢湾を中心に、三河湾及び遠州灘（ただし、漁業種類ごとの許可範囲内）とする。期間は、休漁期間を除く 4 月から 3 月までとする。情報の収集方法は、紙媒体の操業野帳を回収する他、携帯電話による聞き取りとする。収集する情報は、船びき網では操業位置、表層水温、水色階級値、漁獲量。底びき網では、操業位置、表層水温、定性的な底層状況等とする。

三重県の標本船は、小型底びき網 3 隻、貝桁 4 隻、ひき縄釣り 3 隻である。操業海域は、まめ板網が伊勢湾内、貝桁網が桑名地先、ひき縄釣りが伊勢湾～湾口域中心である。まめ板網標本船には電子媒体によるリアルタイム報告が将来的に可能となるよう検討をする。まめ板網、貝桁網の主漁場の位置情報や水温等の環境情報は、標本船から県水研へ報告する。まめ板網では位置、水温、DO、水深を、貝桁網では位置、水温、水深データをロガーにより取得する。得られたデータは操業位置、魚種別漁獲量をマッピングし、操業効率化の資料とする。底びき網魚種については標本船野帳により漁獲物および再放流量を把握する。さらに、二枚貝類の生息環境の把握には海底付近の環境情報が重要であることから、栄養塩濃度及びクロロフィル量のモニタリングを行う。ひき縄釣り漁業については、主にサワラを対象とした標本船調査により漁場位置や漁獲物に関するデータを入手し、資源評価の実施に向けたデータを収集する。まめ板網、貝桁網では、特に貧酸素水塊の発生から解消までの時期（6～10 月ごろ）を含む期間に漁船にロガーを装着して漁場の環境観測を行う。また、漁場の DO 等環境データと漁獲の関係結果を示し漁業者への還元を目指す。

②人工衛星データと漁船情報の統合による海況情報提供システムの開発

人工衛星により得られる面的な情報と操業船から得られる情報を統合し、漁場の位置や魚群の分布状況を視覚的に図示できるシステムを開発する。作成した図は愛知県のホームページ上で公開し、漁業者が操業位置の参考としたり資源を有効利用するための禁漁区や禁漁期間の設定等、資源管理の提案を行うために利用する。

人工衛星の水色データは大気の影響を大きく受けるため、現場データによる補正が必要であり、名古屋大学は、愛知県が収集する現場データを利用して人工衛星の解析値を補正する手法を開発するとともに、衛星データを補完するためにデジタルカメラデータから Chl. *a* 濃度を推定する手法を開発する。また、Chl. *a* 濃度分布の時空間的変動や分布と海洋環境との関係を解析し、特に漁況に大きく影響する、渥美外海から伊勢・三河湾内湾への外海水流入の影響、海洋構造や生物分布との関係を検討する。

JAFIC は、人工衛星から水温および水色データを取得し、愛知県の調査船、自動観測装置、標本船の観測データを同化させ、水温および水色データの各分布図を作成する技術を開発してデータベース化する。

愛知県は、標本船（船びき網 40 カ統、底びき網 4 カ統）、調査船（月 3 航海）、自動観測装置（豊浜地先 1 機、三河湾 3 機、毎時データ）から、観測値等を収集し、名古屋大学、JAFIC に送信する。フィードバックされた図は、ホームページ上で公開する。更新頻度は、衛星が上空を通過し、且つ、値が得られた日とするが、週 1 回を目標とする。

海況情報提供システムにより得られた情報と生物情報から、船びき網は、出休漁判断や漁場選択の判断。また、イカナゴにおいては、分布状況と資源尾数の計算結果から湾内の残存尾数を算出することで、初期資源尾数の推定精度を向上させ、終了時期、禁漁区域の設定に反映させる。底びき網においては、標本船から操業位置と貧酸素水塊の情報を収集し、本事業で得られる、標本船データと地理データの統合技術を応用することで視覚化し、漁業者へ操業位置の提案を行う。

③漁業情報逐次収集システム用の電子媒体入力開発設計

伊勢湾漁業協同組合所属の小型底びき網漁船（まめ板網）を対象として、標本船漁業者が操業の合間に操業日誌をリアルタイムで入力できる電子媒体の設計を行う。漁業者へのヒアリングを行い操業への負担の少ない入力方法を検討する。また、本年度は漁業者への漁海況情報の提供の設計計画は予定していないが、漁業者が必要としている情報を聴取する。過去の漁獲データや操業位置、水温等の環境情報が簡易に検索できるような電子媒体とすることで効率的な漁業につながる可能性がある。

小課題3:機械学習等を利用した水産資源動態予測手法の構築

小型底びき網漁業を対象とした標本船データを使用して解析する。データセットの作成に関しては、標本船の漁具に装着した水温・溶存酸素・水深・GPS ロガーによって連続的に記

録された水質データについて、水深変化から曳網中の時間を判定することで曳網ごとの水質データの統計値を得た。次にこれらの情報と操業日誌に記録された魚種別漁獲量等の記録を突き合わせ、水質データと操業データの統合データセットを作成した。操業日誌には時折欠損があるなど不完全であることなどから、水質データとの照合作業には膨大な労力を要することが判明したため、平成 31 年度はこれらのデータを効率的に照合する手法の構築を行う。機械学習の適用に関しては、平成 31 年度は、より多くのデータを用いて検討を行うとともに、機械学習に用いる訓練データの抽出方法や湾全体への外挿の可能性について検討する。さらに海域環境や資源分布の可視化を行い、漁業者への有効な情報提供方法（例えばどのような時期のどのような環境に魚がいるかをわかりやすく示す）について検討する。

【今年度の成果】

- ・愛知県の主要港である豊浜漁港と船びき網水揚げ 7 港について、漁獲データを収集した。
- ・豊浜市場における内湾小型底びき網の対象魚種水揚げ情報について、2002 年～2019 年を整理・確定し、データベースに入力可能な状態とした。
- ・県内の豊浜漁協、西三河漁協、渥美漁協について、作業実態や販売システムから出力される情報などを調査し、漁業情報収集上の問題点を整理した。
- ・サワラ、カレイ類について体長組成を整理し、本県海域における加入や成長についての情報を得た。
- ・船びき網及び小型底びき網の標本船から、操業時に月 1 回程度の電話聞き取り、紙媒体での記録を回収し、漁獲位置や漁獲量情報を収集した。
- ・2 種類の「しきさい (SGLI)」Chl. *a* プロダクトと現場データを比較し、正規版 V. 1.1 である G-portal よりも暫定版である JASMES データの方が、質、量とも良好であることが判明した。
- ・デジタルカメラで撮影した JPEG 画像から G/R 比と B/G 比を計算して Chl-*a* 測定値と比較し、明るいときは B/G 比、暗いときは G/R 比の利用が良好であることが確認された。
- ・伊勢・三河湾全域の衛星 Chl. *a* 長期変動データを解析し、全体的には有意な変化はみられなかったが、春や夏では Chl. *a* の減少傾向が示唆された。
- ・衛星水温及び Chl. *a* 濃度画像をベースデータとした衛星画像の配信システムと GIS ソフト「QGIS」ベースの画像処理システムを開発し、衛星情報と漁獲量等の漁船情報とを統合的に図示できるシステムを構築した。
- ・三重県伊勢湾海域の主要漁協である 3 漁協（鈴鹿市・伊勢湾・鳥羽磯部）において漁獲データを収集したほか、鳥羽磯部漁協、三重外湾漁協について販売システムの構成や出力情報について調査し、漁業情報の収集上の問題点を整理した。
- ・サワラについて、鳥羽磯部漁協（答志港・和具浦港）において原則月 2 回の市場調査を行い漁獲物の体長組成を把握したほか、サワラ、スズキについて精密測定や耳石の採集等に

より、成長等にかかる生態的情報を得た。

- ・愛知県は三河湾において、4月から11月にかけて24検体、三重県は伊勢湾で5月から10月にかけて30検体のクルマエビの環境DNA分析用試料を採取した。
- ・標本船（一本釣り3隻、貝桁網4隻、まめ板網3隻）にて標本船調査を実施して操業実態を把握したほか、小底（貝桁網・まめ板網）については漁具等に装着したロガーにより、漁場の環境を把握した。
- ・極浅海での採水調査によってChl. *a* や栄養塩濃度の調査を実施し、調査船による定期観測結果と合わせて当県伊勢湾沿岸の環境分布をマッピングし、貝類漁場の形成にかかる検討資料とした。

【実施概要】

小課題1: 資源評価に利用するデータの効率的な収集

①水揚市場における漁獲データの収集

愛知県は県内主要港である豊浜市場の漁業種類別、漁種別漁獲量を電子メールによりデータにより月1回取得した。船びき網対象魚種（シラス、マイワシ、カタクチイワシ）は水揚げ全7市場の漁獲データをFAX受信等により概ね出漁日毎に取得した。豊浜市場で水揚げされた内湾小型底びき網のカレイ類、マダコ、ガザミ、サワラ、スズキ、シロギスの2002年～2019年の漁獲量データを整理した（図1）。

豊浜漁協、西三河漁協、渥美漁協について、作業実態や販売システムから出力される情報などを調査し、漁業情報の収集にあたっては、販売システムが金額管理の場合があり重量への変換が必要なこと、他港売りや相対売りがあること、市場のない漁協があること、などの問題点を抽出した。

三重県は各漁協からの効率的な漁獲情報の収集方法について、三重外湾漁協と鳥羽磯部漁協のシステム担当者に対するヒアリング調査を行い検討した。

三重外湾漁協では2019年9月に販売システムが更新された。更新後も月別漁法別の漁獲情報は出力可能だが、現状では（旧システムでは出力できた）水揚げ個体数の情報が出力できない問題が確認された。また、鳥羽磯部漁協の販売システムでは努力量が出力できない問題があった。しかし、当該システムを開発した会社はすでに事業撤退して別の会社が保守管理のみ対応している状況であり、システム本体の改修はできないことが判明した。

②生物データの収集

愛知県は豊浜漁港と片名漁港において、月1回以上のサイズ測定を実施した。12月までに、サワラ計1,910個体、ガザミ計732個体、マダコ計1,612個体、マコガレイ計314個体、イシガレイ計190個体、メイタガレイ計932個体のデータを得た。サワラは体長組成を整理し、2019年は9月に当歳魚の出現が確認されるなど、加入や成長の概要を把握した。カレイ類は、伊勢湾漁場一斉調査における2004年～2018年の調査データの体長組成を

整理することにより加入や成長の平均的な季節的傾向を把握した。各調査対象種とも、生物学的情報に基づいた資源評価実施につなげるため、引き続き、データの蓄積が必要である。三河湾において、4月から11月までに、24検体のクルマエビ環境DNA試料を採取した。先行して採取した2017年の試料を上清と残渣に分けて分析を行ったところ、9検体のうち3検体でクルマエビDNAが検出されたが、上清と残渣の検出結果が不安定であり、試料の採取、分析方法はなお検討を要する。

三重県はひき縄、一本釣り等により漁獲されたサワラの組成を把握するため、鳥羽磯部漁協の産地市場において6,386個体の尾叉長を測定した。また4回にわたって計73個体を購入し、精密測定を実施した。2019年の漁獲個体は2017年および2018年より小型で構成され、中銘柄(1.6~2.0kg)が多く、同銘柄はほとんどが1歳魚であった。また、鳥羽と有滝で4、6、11、12、2月に水揚げされたスズキを43個体購入し、成長に関する情報を得るために鱗や耳石の採取等を行った。

毎月実施される伊勢湾観測において、4月から11月にかけて湾内5定点にてノルパックネットによるクルマエビ幼生の採集を試み、標本の上澄み水を環境DNA用サンプルとして収集した。採集サンプルは瀬戸内海区水産研究所にて分析される。

小課題2: 標本船による資源評価及び効率的な漁場利用のためのデータ収集

① 漁獲データ収集

愛知県は船びき網40隻、小型底びき網4隻の標本船から、漁獲物、漁獲量、漁獲位置、水温、水色等の情報について、操業時の状況を月1回程度の頻度で電話聞き取りにより収集するとともに、紙媒体での記録を回収した。船びき網のうち、しらす船びき網は4、5月は渥美外海を主漁場としてマシラスを漁獲していたが、5月下旬に種組成がカタクチシラスに切り替わり、その後、操業のみられた12月まで伊勢湾が主漁場であった。船びき網のうち、ぱっち網は操業が開始された6月以降、操業のみられた12月まで伊勢・三河湾内が漁場であった。小型底びき網では、12月までマダイが、6月から8月にかけてマダコが好漁であったが、調査期間を通じてシャコ、アナゴは低調な漁獲であり、漁場は期間を通じて伊勢湾の西部及び南部が主体であった。

三重県はサワラのひき縄釣りでは、3隻に標本船調査への従事を依頼した。記録内容は、操業時間・位置、漁獲個体数・重量とした。11月末までの結果では、2018年と同様にほとんどが伊勢湾内での操業であった。漁獲サイズは市場調査の結果と同様に中銘柄が多かった。

まめ板網標本船に装着したロガー類について、GPS、水温、水深については安定的にデータを取得できた一方、溶存酸素や塩分は泥の影響と思われる異常値が観測されることがあった。なかでも塩分計では付着物による観測値のドリフトが発生するなど不安定であった。まめ板網標本船のGPSロガーの適切な記録頻度について検討したところ、「曳網開始」の判定基準となる曳網索の船体へ

の固定作業を示す船速のパターンを把握するには、これまでの 60 秒ごとの記録では不確実であり、記録頻度を 5 秒ごとにする事で確実に把握できることが分かった。

2018 年 8 月から 2019 年 12 月にかけて、シジミ漁船 2 隻、ハマグリ漁船 2 隻にロガー（GPS、水位、水温、DO、塩分）を 2 週間に 1 回設置・回収し、作業時の環境データを収集した。調査の周年の継続により、ハマグリの CPUE は明瞭な季節変動を示さないことがわかった（図 2）。ヤマトシジミの CPUE は 2 月前後に最低となり、9 月前後に最高となる明瞭な季節変動があることがわかった（図 2）。またヤマトシジミの CPUE の季節変動は水温変動と類似していた。

2018 年 10 月から 2019 年 12 月にかけて、伊勢湾の極浅海域に新たに設定した 9~20 測点で 1~2 週間に 1 回採水し、海水中の N、P、Chl. *a* 濃度を分析した。この分析結果と毎月 1 回実施している伊勢湾の浅海定線観測 16 測点での分析結果を統合したコンター図を作成したところ、N と P は二枚貝類漁場が形成される極浅海域で高いことが確認された。Chl.*a* 濃度も同様の傾向が確認された。

②人工衛星データと漁船情報の統合による海況情報提供システムの開発

【人工衛星水色データの現場観測データによる補正】

2018 年と 2019 年に伊勢・三河湾の観測データで、「しきさい (SGLI)」の Chl-*a* プロダクトを検証した。現在「しきさい」のプロダクトは、正規の V.1.1 が G-portal (<https://gportal.jaxa.jp/gpr/>) で、暫定版が JASMES (https://www.eorc.jaxa.jp/cgi-bin/jasmes/sgli_nrt/index.cgi) で公開されている。今回利用した補正データは、2018 年 4~7 月及び 2019 年 1、3、4、5、6、8 月に実施した愛知県水産試験場「へいわ」、2018 年 10 月、2019 年 10、11 月に実施した三重大学練習船「勢水丸」による各観測結果を利用した。このうち、SGLI の G-portal プロダクトとマッチアップができたのは、2018 年 10 月と 2019 年 1、3、4、5、11 月のいくつかの観測日であった。G-portal のマッチアップよりも同日の JASMES とのマッチアップのデータの方が 1 : 1 に近いデータが多い。マッチアップ数が異なるのは、G-portal のデータでは有効なデータも含めマスクされているためである。また、雲のために画質の良くない日は、一部の JASMES データで過大評価が見られるが、良好な画像では G-portal よりも誤差が小さい。これらから、JASMES データは G-portal よりも質・量とも良いと考えられ、現状でも伊勢・三河湾では「しきさい」データ精度はある程度のレベルにはある。JAXA では今年度内に V2 アルゴリズムを決定し、新たな処理を開始する予定であるが、今後も同時観測データを増やし検証を継続する必要がある。

漁船からクロロフィル情報を収集する方法として、デジタルカメラ画像の利用を検討した。Olympus TG-4 デジタルカメラで撮影した RGB 画像から、G/R 比と B/G 比を計算し、クロロフィルの測定値と比較した。明るさも影響すると考えられたため、照度計を用いて明暗を分け、明るいときには B/G 比、暗いときは G/R 比を利用したほうが良いと考えられた。しかし、この場合でも $\log(\text{Chl})$ の二乗平均平方根誤差は 0.4 近くで、推定値の振れ幅が実際の値