

令和2年度 資源・漁獲情報ネットワーク構築事業 報告書

大課題: 沿岸資源情報ネットワーク I

中課題: 東京湾海域

小課題 1: 水揚げ情報収集

小課題 2: 操業情報収集

小課題 3: 機械学習等を利用した水産資源評価手法の開発

小課題 4: 環境情報提供システムの運用へ向けた実証

【参画機関】

水産研究・教育機構 水産資源研究所・水産技術研究所、千葉県、神奈川県水産技術センター、東京海洋大学 学術研究院、東北大学

【対象魚種】

マコガレイ、マアナゴ、スズキ、シャコ、コノシロ、カタクチイワシ、イシガレイ、トラフグ、コウイカ、サヨリ、クルマエビ、タチウオ 等

【対象漁業】

- 小型底びき網漁業（手繰第1種漁業、手繰第2種漁業、手繰第3種漁業（千葉県）
ビームトロール、貝桁網（神奈川県））
- 船びき網漁業（さより船びき網漁業）（千葉県、神奈川県）
- 延縄漁業（ふぐ延縄漁業）（千葉県）
- 刺し網漁業（固定式、移動式）（神奈川県）
- 一本釣り漁業（サバ釣り）（神奈川県）
- 小型まき網漁業（神奈川県）
- 穴子筒漁業（神奈川県）
- 蛸壺漁業（神奈川県）
- はえなわ漁業（タチウオ）（神奈川県）
- 採介藻漁業（神奈川県）
- 潜水器漁業（タイラギ、ミルガイ）（神奈川県）
- 養殖業（海藻、二枚貝）（神奈川県）

【実施課題】

小課題 1: 水揚げ情報収集

① 水揚げ情報の電子収集に向けた調査

【千葉県】県のシステムで県内主要漁協の水揚げ情報を電子収集しているが、一部漁協のデータが収集できていないこと、データフォーマットが統一されていないこと、努力量の集計が不可能な漁協が存在する等の問題があることから、これらについて引き続き調査・検討する。

【神奈川県】神奈川県下東京湾沿海の主要水揚げ港における漁獲情報を対象として構築した「漁獲情報収集システム」に集約される情報について、水揚げ情報データベースへのデータ移送方法や移送データの内容（個人情報のマスキングの範囲、集計単位となる期間等）の検討を行う。

【水研】水揚げ情報データベースへのデータの移送方法等について検討する。

②資源評価に利用する漁獲データの収集

【千葉県】引き続き主要漁協の漁獲データは千葉県システムへ電子化して収集する。加えて、さより船びき網漁業の操業位置、漁獲量、操業回数などの情報を随時電子化する。「機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価手法の開発」に必要なデータを引き続き共有し、資源評価手法を開発する。

【神奈川県】東京湾沿海域の主要水揚げ港における日別魚種別漁業種類別の詳細な漁獲情報を「漁獲情報収集システム」に収集・蓄積する。

【水研・東北大】資源評価に利用する漁獲データの他、ニーズや情報の整理を行う。

③生物測定データの収集

【千葉県】資源評価拡大に向けた新規候補種として検討するための基礎資料として、コウイカおよびサヨリについて漁獲物を精密測定し、成熟など資源特性値の状況を把握する。漁獲物の精密測定は水揚げ時期に毎月1回を予定している。また、コウイカは漁業者が設置している産卵床への産卵状況を調査し、産卵数を把握する。サヨリは東京湾内の流れ藻に付着するサヨリ卵の付着状況を調査し、産卵時期と分布を把握する。トラフグは資源評価単位の検討のため、ふぐ延縄漁業により漁獲された漁獲物を系群解析のためのサンプルとして収集する。

【神奈川県】トラフグについては、漁獲物の精密測定、標本船調査による釣獲実態の把握を周年実施し、東京湾における分布や移動等の調査を行い、資源評価・管理に向けた基礎情報の集積を図る。タチウオについては東京湾における資源解析・評価に必要なデータ収集を行うため、漁獲物の精密測定によって年齢、成長、食性に関する情報を収集するとともに、系統群解析のためのサンプルを採取する。

【水研】東京湾におけるトラフグとタチウオの資源評価・管理の基礎情報となる系統群解析を実施する。特に、トラフグに対しては、千葉県外房の大原漁港で多く漁獲されており、東京湾のトラフグと同一系群とみなせるか調査を行う。

小課題2: 操業情報収集

① 漁船等による操業情報、環境情報の収集

【千葉県】小型底びき網の漁獲情報をリアルタイムに収集するためのデジタル操業日誌（日時、操業位置、魚種別漁獲量）について、瀬戸内水研らが共同開発するシステムを導入候補として入力項目の検討を継続し、標本船を用いて情報を収集する。東京湾漁業・環境情報提供システムへの水質データの情報集約の充実を目的とし、位置情報を取得する機能を有するハンディ型水質計を新たに導入して漁船による観測体制（水質調査サポーター制度）の拡充を図り、データ収集を実施する。また、底層環境情報をリアルタイムに収集するため、漁具設置型のデータロガー（深度、水温、塩分、DO、位置、日時）について、瀬戸内水研らが共同開発するシステム等によるデータ収集の実証を行う。

【水研・神奈川県】水研では、漁獲情報と漁場環境情報をリアルタイムに収集するためのデジタル操業日誌（日時、操業位置、魚種別漁獲量）および漁具設置型のデータロガー（日時、操業位置、深度、水温、塩分、DO）について、瀬戸内水研らが共同開発するシステムを用いて調査船等を用いて試験運用すると共に、新たに開発が進められている簡易型水質計についても、製品化され次第標本船等を用いて情報収集可能か検討する。

② 定置網等（ないし、県沿岸域）における操業情報の収集

本中課題では該当なし。

③ リアルタイム操業情報把握システムの検討

陸上レーダーを利用して小型漁船を判別し、移動や操業パターンから、漁業種類と操業時間を判別するシステムを構築するための基礎的情報の収集を行う。また、AIS クラス B を東京湾で操業を行う漁船に搭載して受信状況についても調査を行い、東京湾で操業する小型漁船での AIS による動静把握の可能性について調査検討する。

④ 漁船用小型データロガーの開発設計

本中課題では該当なし。

⑤ 漁業情報逐次収集システム用の電子媒体入力開発設計

瀬戸内水研らが共同開発するシステムもしくは他のシステムにおいて、入力情報の検討を進める。

小課題 3: 機械学習等を利用した水産資源評価手法の開発

① 機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価手法の開発

資源評価拡大に対応した多魚種一括での評価や、情報量が少ない中での評価精度向上を図る技術開発を行うため、階層モデルと機械学習によって環境と水産資源の時空間分布動態の関係を調べる研究を継続する。さらに階層モデルを利用して得た東京湾の複数魚種 CPUE 標準化指数を基に機械学習等を活用した個体群動態モデルの適用を試み、MSY などの生物学的基準値の推定を行う。また、本海域課題内で連携し、環境 DNA の情報と階層モデル・機械学習等を用いて東京湾の漁業生態系の評価について検討を行う。

② 環境 DNA 情報を活用した東京湾重要種の資源評価

東京湾における水産重要種の生息量や季節的分布特性を環境 DNA によって推定する手法開発を行う。具体的な資源評価への環境 DNA の活用方法の検討にあたっては、本海域課題、資源環境情報ネットワーク、他海域の環境 DNA 関連課題と連携して技術的検討を行う。

小課題 4: 環境情報提供システムの運用へ向けた実証

① 環境情報提供システムの運用実証

千葉県では東京湾漁船漁業の操業効率化に資する「東京湾漁業・環境情報提供システム」を開発した。現在は、漁具設置型データロガーからの底層水質を反映出来るよう、一部システム改良を施している。本システムを仮運用し、漁業者からのフィードバックを得てシステムの運用を目指す。

② 東京湾・外海境界域の海洋観測データの整理

東京湾は冬季に、底層で外海水が流入し、表層で流出していると推察されている。一方、外海水の流入が東京湾の漁獲資源（マアナゴなど）の加入へ影響を及ぼすことが示唆されている。また、外海水の流入は湾内の栄養塩濃度や水温変動に影響を及ぼすと考えられ、湾内への外海水の流入を観測し、情報を提供する体制の整備が必要である。既存観測データの整理と境界域での観測を行い、情報の迅速なフィードバックを行う。

【今年度の成果】

小課題 1: 水揚げ情報収集

① 水揚げ情報の電子収集に向けた調査

【千葉県】

- ・千葉県では、水揚げ情報未収集であった 1 漁協から新たに情報収集を開始した。
- ・千葉県では調査の結果、一部漁協で導入されている漁業者コードを含むデータフォーマットへ移行することで、データフォーマットの統一及び努力量の集計が行えると考えられた。

【神奈川県】

・水研機構、「水揚げ情報 DB」構築業務の委託業者とのやり取りにより、「漁獲情報収集システム」の構造、収集データの中身等を精査し、データ移送方法や移送データの内容の検討を行った。

【水研】

- ・千葉、神奈川両県から提供された水揚げ情報システムの魚種、銘柄、コード表から両県共通で集計出来る魚種リストを作成した。
- ・移送については、データを収めるクラウドシステムが完成し、資源評価が実施される魚種が決定されれば検討可能である。

② 資源評価に利用する漁獲データの収集

【千葉県】

- ・千葉県では、主要漁協の漁獲データを千葉県システムに電子化して継続収集し、水揚情報収集システムに提供するためのデータの蓄積を行った。

- ・千葉県では、さより船曳網漁業について紙ベースの日誌記入を継続依頼し、提出を受けたデータを電子化した。

- ・千葉県では、水産研究・教育機構が行う「機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価手法の開発」に必要な小型底びき網漁業の標本船 10 隻の CPUE データを継続収集し、水産研究・教育機構と共有した。

- ・千葉県では、コウイカについて、小型底びき網漁業の標本船 10 隻の CPUE データを整理し、移動・分布に関する情報が得られた。

【神奈川県】

- ・2019 年以降の情報のうち、未収集のデータを入手して、DB に蓄積する作業を行い、2020 年 12 月までの情報を 2021 年 3 月まで（令和 2 年度内）に蓄積し終える。これにより、東京湾内の多くの水産上有用種の nominal cpue の変化による資源変動のトレンドを把握するための体制を整える。

【水研・東北大】

- ・千葉、神奈川県から提供された水揚げ情報システムの魚種、銘柄、コード表から両県共通で集計出来る魚種リストを作成し、65 種をリストアップした。

- ・魚種リストは「ネットワーク事業沿岸データ収集状況」として事務局へ提出した。

③ 生物測定データの収集

【千葉県】

- ・千葉県では、コウイカについて、漁獲物の精密測定、漁業者が設置している産卵床の産卵状況調査を行い、成長や繁殖に関する情報が得られた。

- ・千葉県では、サヨリについて、漁獲物の精密測定、流れ藻への卵の付着状況調査を行い、成長や繁殖に関する情報が得られた。

【神奈川県】

- ・トラフグについては、2 隻のフグ専門遊漁船に野帳の記入を依頼することで釣獲状況を周年調査し、時期ごとの場所・水深、サイズ（未成魚・成魚）等の釣獲実態の概況を把握した。2021 年 3 月末で 3 か年分のデータの蓄積が完了する見込みである。周年実施している県内 7 市場における市場調査では、430 尾を測定しデータを蓄積した。

- ・昨年度までの本事業及び県単事業で取組んだ測定等により、東京湾におけるタチウオの年齢、成長、食性の変化等の情報の蓄積と系統群解析に使用するサンプル採取が進んでおり、今年度は情報が希薄な大型個体の年齢に関する情報を得るための耳石輪紋解析を進め、年度内に結果を得る予定である。

【水研】

新たに千葉県外房で漁獲されたトラフグ 19 個体について mtDNA D-Loop 領域の塩基配列分析を行い、昨年度までに分析した東京湾、伊勢・三河湾、相模湾のサンプルとの遺伝的な関係を調べた。タチウオについては、高知県と宮城県沖で漁獲された 75 個体の mtDNA D-Loop 領域の上流域の塩基配列分析を行い、昨年度までに分析した長崎県、愛知県、三重県、静岡県、東京湾のサンプルと遺伝的な関係を調べた。

小課題 2: 操業情報収集

① 漁船等による操業情報、環境情報の収集

【千葉県】

・千葉県では、漁具設置型の水質データロガー、デジタル操業日誌について、調査船において試験運用を行い、データ取得とデータ処理の有用性を確認し、漁業者による試験運用段階へ移行した。

【水研・神奈川県】

・瀬戸内海で開発した漁具設置型データロガーシステムを利用して、底びき網船での調査を行った。

・データロガーシステムでは iPad をデジタル操業日誌として用いている。iPad で得られる位置情報と東京海洋大学が担当する以下③の課題において AIS クラス B で得られる位置情報を秒単位で比較した。その結果、iPad と AIS クラス B の位置情報の瞬間誤差は約 4m 以内に収まることが解った。

・iPad で得られる位置情報から船速を割り出し、③の課題で得られた底びき網操業の船速パターンと比較した結果、iPad の GPS で得られる位置情報からも操業の海域、一操業当たりの曳網数等を推測出来る可能性がある。

・デジタル操業日誌を用いて船上で入力した漁獲物の量と組成と、水揚げ伝票に基づく漁獲量および、魚種組成について比較した。その結果、デジタル操業日誌の入力値は概ね水揚げ伝票に近い漁獲量となるが、魚種組成をみると、特に漁獲量の少ない魚種がデジタル操業日誌には入力されないことがあった。今後例数を重ねる必要がある。

② 定置網等（ないし、県沿岸域）における操業情報の収集

本中課題では該当なし。

③ リアルタイム操業情報把握システムの検討

・操業する漁船の動静を連続的に追尾するシステムとして AIS クラス B は非常に有効なシステムであることが示された。

④ 漁船用小型データロガーの開発設計

本中課題では該当なし。

⑤ 漁業情報逐次収集システム用の電子媒体入力開発設計

・千葉県では、小型底びき網のデジタル操業日誌について、瀬戸内水研らが共同開発したシステムを導入するべく、東京湾海域用の入力魚種を検討し、漁業者による試験運用に備えた。

小課題 3: 機械学習等を利用した水産資源評価手法の開発

① 機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価手法の開発

・昨年度に得た資源トレンドを用いて、AMSY と呼ばれる方法で資源状態を評価した。
・世界の資源評価データベースに機械学習手法を用いて、AMSY を利用したときの推定の信頼性を評価する式を得て、東京湾魚種評価の信頼性を調べた。

② 環境 DNA 情報を活用した東京湾重要種の資源評価

・H30～R1 年度で得られた環境 DNA サンプルから、MiFish プライマーを用いて魚種を網羅的に検出した。
・小課題 3-①との連携により、MiFish による魚類の相対出現頻度と環境データとの解析から、魚類の生息環境特性を推定した。
・小課題 3-①との連携により、環境 DNA と漁獲量データによるコノシロ分布域の推定を行った。
・R2 年度では、東京湾水産重要種の季節的分布特性を詳細に調べるため、観測定点を増やしてサンプリングを実施した。

小課題 4: 環境情報提供システムの運用へ向けた実証

① 環境情報提供システムの運用実証

・千葉県では、東京湾漁業・環境情報提供システムの基本機能であるデータの収集、DB 化、情報提供の仕組みが整ったので、年度内に公開する予定である。

② 東京湾・外海境界域の海洋観測データの整理

・今まで解析対象としていなかった、東京湾フェリーで観測された湾口断面の流向・流速データを入手した。
・湾口周辺海域で確認された水温－溶存態窒素濃度の相関関係に基づいて、湾口の水溫観測値と流向・流速データを用いて、外洋からの溶存態窒素の流入量を試算した。
・9月に蒼鷹丸で相模湾口部における外海水との水交換過程を調査し、湾口西部の100m以深で低水温水塊の流入が確認された。

【事業期間全体の成果】

小課題 1: 水揚げ情報収集

① 水揚げ情報の電子収集に向けた調査

【千葉県】

- ・千葉県では、調査の結果、一部漁協で導入されている漁業者コードを含むデータフォーマットへ移行することで、データフォーマットの統一及び努力量の集計が行えると考えられた。
- ・千葉県では、主要漁協の漁獲データを千葉県システムに電子化して継続収集し、水揚情報収集システムに提供するためのデータの蓄積を行った。

【神奈川県】

- ・平成 30 年度に本県の東京湾沿海の主要港における日別船（人）別魚種別漁業種別漁獲量と漁獲努力量に関する「漁獲情報収集システム」を構築した。
- ・「漁獲情報収集システム」の構造、収集データの中身等を精査し、本事業で水研機構を中心に構築が進む「水揚げ情報 DB」へのデータ移送方法や移送データの内容の検討を行った。

【水研】

- ・千葉、神奈川両県から提供された水揚げ情報システムの魚種、銘柄、コード表から両県共通で集計出来る魚種リストを作成した。
- ・移送については、データを収めるクラウドシステムが完成し、資源評価が実施される魚種が決定されれば検討可能である。

②資源評価に利用する漁獲データの収集

【千葉県】

- ・千葉県では、水産研究・教育機構が行う「機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価手法の開発」に必要な小型底びき網漁業の標本船 10 隻の CPUE データを継続収集し、水産研究・教育機構と共有した。

【神奈川県】

- ・①で構築したシステムに、2012（平成 24）年から 2019（令和元）年までの本県の東京湾沿海の主要港からの漁獲情報の蓄積を行った。
- ・2019 年以降の情報のうち、未収集のデータを入手するとともに DB に蓄積する作業を行い、2020 年 12 月までの情報を令和 2 年度内に蓄積し終える。これにより、東京湾内の多くの水産上有用種の nominal cpue の変化による資源変動のトレンドを把握するための体制を整える。

【水研・東北大】

- ・千葉、神奈川両県から提供された水揚げ情報システムの魚種、銘柄、コード表から両県共通で集計出来る魚種リストを作成し、65 種をリストアップした。
- ・魚種リストは「ネットワーク事業沿岸データ収集状況」として事務局へ提出した。

③生物測定データの収集

【千葉県】

- ・千葉県では、コウイカについて、標本船データの整理、漁獲物の精密測定、漁業者が設置している産卵床の産卵状況調査を行い、新たな資源評価対象種として検討するための基礎資料が得られた。

・千葉県では、サヨリについて、標本船調査、漁獲物の精密測定、流れ藻への卵の付着状況調査を行い、新たな資源評価対象種として検討するための基礎資料が得られた。

・流れ藻に付着するサヨリ卵は、4月下旬～6月下旬に確認され、5月が最大、分布は内房海域が多く、海草（アマモ）よりも海藻（モク類）に多く付着する傾向であった。

・千葉県では、過去の埋め立てや近年の磯焼けの影響によりアマモ場や藻場が急減していることから、コウイカやサヨリは産卵場が不足し、資源の制限要因になっている可能性が推測された。

【神奈川県】

・トラフグに関しては、2隻のフグ専門遊漁船に野帳の記入を依頼することで釣獲状況を周年調査し、時期ごとの場所・水深、サイズ（未成魚・成魚）等の釣獲実態の概況を把握した。2021年3月末で3か年分のデータの蓄積が完了する見込みである。周年実施した県内7市場における市場調査では、3か年で1,557尾を測定しデータを蓄積した。

・昨年度までの本事業及び県単事業で取り組んだ測定等により、東京湾のタチウオの年齢、成長、食性の変化等の情報の蓄積と系統群解析に使用するサンプル採取が進んでおり、今年度は情報が希薄な大型個体の年齢に関する情報を得るための耳石輪紋解析を進め、年度内に結果を得る予定である。

【水研】

トラフグについては、東京湾、伊勢・三河湾、相模湾、千葉県外房で漁獲されたトラフグの集団遺伝構造を解析した結果、一つの大きなメタ集団であると推測された。また、タチウオについては、長崎県、高知県、三重県、愛知県、静岡県、東京湾、宮城県で漁獲されたタチウオの集団構造を調べた結果、一つの大きなメタ集団であると推測された。

小課題2: 操業情報収集

① 漁船等による操業情報、環境情報の収集

【千葉県】

・千葉県では、小型底びき網を対象とした漁具設置型の水質データロガー、デジタル操業日誌について、瀬戸内水研らが共同開発したシステムの導入を決定し、漁業者による試験運用段階に移行した。

【水研・神奈川県】

・瀬戸内海で開発した漁具設置型データロガーシステムを利用して、底びき網船での調査を行った。

・データロガーシステムではiPadをデジタル操業日誌として用いている。iPadで得られる位置情報と東京海洋大学が担当する以下③の課題においてAISクラスBで得られる位置情報を秒単位で比較した。その結果、iPadとAISクラスBの位置情報の瞬間誤差は約4m以内に収まることが解った。

- ・ iPad で得られる位置情報から船速を割り出し、③の課題で得られた底びき網操業の船速パターンと比較した結果、iPad の GPS で得られる位置情報からも操業の海域、一操業当たりの曳網数等を推測出来る可能性がある。

- ・ デジタル操業日誌を用いて船上で入力した漁獲物の量と組成と、水揚げ伝票に基づく漁獲量および、魚種組成について比較した。その結果、デジタル操業日誌の入力値は概ね水揚げ伝票に近い漁獲量となるが、魚種組成をみると、特に漁獲量の少ない魚種がデジタル操業日誌には入力されないことがあった。今後例数を重ねる必要がある。

② 定置網等（ないし、県沿岸域）における操業情報の収集

本中課題では該当なし。

③ リアルタイム操業情報把握システムの検討

- ・ 漁船は漁業種毎に操業特有の動きをするため、その動静を追尾することができれば、詳細な操業状況を確認できることが示された。

- ・ 特に連続的に追尾するシステムとして AIS クラス B は非常に有効なシステムであることが示された。

- ・ 専門的な知識があれば、インターネット経由で AIS 搭載船の詳細な動静が分かってしまうことから、普及に際しては個人（AIS 搭載船）情報の保護についても検討する必要があるが示唆された。

- ・ 自船の操業の安全に役立つのであれば、導入も考えるという漁業者も少なからずいる一方で、安全のために AIS を導入するためには東京湾を航行する船舶全体でやる必要がある。

④ 漁船用小型データロガーの開発設計

本中課題では該当なし。

⑤ 漁業情報逐次収集システム用の電子媒体入力開発設計

- ・ 千葉県では、小型底びき網のデジタル操業日誌について、瀬戸内水研らが共同開発したシステムの導入を決定し、東京湾海域用の入力魚種として、必須入力種 13 種、任意入力種 87 種の計 100 種を選定した。

小課題 3: 機械学習等を利用した水産資源評価手法の開発

① 機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価手法の開発

- ・ 時空間情報を考慮した標準化法（VAST）によって、東京湾の 7 魚種の資源トレンドを推定した。

- ・ 上記の資源トレンドに機械学習手法を適用して、資源トレンドと環境指標の関係を調べた。

- ・ 上記の資源トレンドを用いて、AMSY と呼ばれる方法で資源状態を評価した。

- ・ 世界の資源評価データベースに機械学習手法を用いて、AMSY を利用したときの推定の信頼性を評価する式を得て、東京湾魚種評価の信頼性を調べた。

② 環境 DNA 情報を活用した東京湾重要種の資源評価

H30～R1 年度で得られた 622 の環境 DNA サンプルから、MiFish プライマーを用いて魚種を網羅的に検出した。

- ・ MiFish による魚類の相対出現頻度と環境データとの解析から、魚類の生息環境特性を推定した。
- ・ 環境 DNA と漁獲量データによるコノシロ分布域の推定を行った。

小課題 4: 環境情報提供システムの運用へ向けた実証

① 環境情報提供システムの運用実証

・ 千葉県では、東京湾漁業・環境情報提供システムを構築し、漁業者などの観測データを収集し、DB 化、そのほか操業に有用な環境情報を収集して情報提供する仕組みが整った。

② 東京湾・外海境界域の海洋観測データの整理

- ・ 今まで解析対象としていなかった、東京湾フェリーで観測された湾口断面の流向・流速データを入手した。
- ・ 湾口周辺海域で確認された水温－溶存態窒素濃度の相関関係に基づいて、湾口の水温観測値と流向・流速データを用いて、外洋からの溶存態窒素の流入量を試算した。
- ・ 9 月に蒼鷹丸で相模湾口部における外海水との水交換過程を調査し、湾口西部の 100m 以深で低水温水塊の流入が確認された。

【実施概要】

小課題 1: 水揚げ情報収集

① 水揚げ情報の電子収集に向けた調査

【千葉県】

千葉県では、県内の沿海 28 漁協のうち 9 漁協が水揚げ情報未収集であったが、新たに 1 漁協から情報収集を開始した。データフォーマットの統一及び努力量の集計については、現在一部漁協で導入されている漁業者コードを含むデータフォーマットへ移行することで解決されると考えられた。

【神奈川県】

・ 平成 30 年度に、本県の東京湾沿海の主要 2 漁協 5 支所の管理する電算システムに蓄積された情報を入手し、汎用的なデータベースソフトを使って日別魚種別漁業種類別漁獲量と努力量に関する情報を蓄積、集計する漁獲情報システムを構築した（表 1-1）。情報提供にあたっての漁業協同組合との合意形成と契約、当センター内での情報管理に関する取り決めを定めた。今後のデータの蓄積により、東京湾内の多くの水産上有用種の nominal cpue の変化による資源変動のトレンド把握が可能となる。

・令和2年度は、水研機構及び「水揚げ情報DB」構築業務の委託業者とのやり取りにより、「漁獲情報収集システム」の構造、収集データの中身等を精査し、「水揚げ情報DB」へのデータ移送方法や移送データの内容の検討を行った。

【水研】

・千葉、神奈川両県から提供された水揚げ情報システムの魚種、銘柄、コード表から両県共通で集計出来る魚種リストをエクセル上で精査・作成し、65種をリストアップした。
・魚種リストは「ネットワーク事業沿岸データ収集状況」として事務局へ提出した。

②資源評価に利用する漁獲データの収集

【千葉県】

千葉県では、主要漁協の漁獲データを千葉県システムに電子化して継続収集し、水揚げ情報収集システムに提供するためのデータの蓄積を行った。また、さより船曳網漁業の標本船6隻に対して、紙ベースであるが、操業位置、漁獲量、操業回数などの日誌記入を継続依頼し、操業期間中(11~4月)に提出されたデータを電子化した。「機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価手法の開発」に必要な小型底びき網漁業の標本船10隻のCPUEデータを県単独事業で継続収集し、水産研究・教育機構と共有した。コウイカについて、県単独事業で収集した小型底びき網漁業の標本船10隻のCPUEデータを整理し、新たな資源評価対象種として検討するために必要な移動・分布に関する情報が得られた。

【神奈川県】

・今後も継続して漁獲情報の提供を受ける各漁協から、CSV またはエクセルファイルでデータを手し、「漁獲情報収集システム」への蓄積を随時行った。コロナ禍の影響等により遅れている2020年12月までのデータの蓄積を年度内に完了する。

【水研・東北大】

・千葉、神奈川両県から提供された水揚げ情報システムの魚種、銘柄、コード表から両県共通で集計出来る魚種リストをエクセル上で精査・作成し、65種をリストアップした。
・魚種リストは「ネットワーク事業沿岸データ収集状況」として事務局へ提出した。

③生物測定データの収集

【千葉県】

千葉県ではコウイカおよびサヨリを主要な漁獲対象種として増産を図り、将来的に資源評価対象種の拡大に向けた新規候補種として検討するための基礎資料として、漁獲物を精密測定し、大きさおよび成熟の状況を把握した。また、コウイカについては漁業者が設置している産卵床への産卵状況を調査し、産卵数を把握した。サヨリについては東京湾内の流れ藻に付着するサヨリ卵の付着状況を調査し、産卵時期と分布を把握した。

コウイカは、1月18日現在、6、7月を除く5~12月に毎月1回の計6回、漁獲物の精密測定を行った。外套背長組成をみると、5月に170mm付近にモードがある親イカ(2019年級群)

であったが、その後は親イカが産卵後に死亡するため、6、7月には漁獲物を購入できなかった。8月になると55～65mmにモードがある稚イカ（2020年級群）が漁獲され始め、その後このモードが9月に90～95mm、10月に110～120mm、11月に130～140mm、12月に135～140mmへシフトした（図1-1）。3年分の測定データから、外套背長（L）と体重（W）の関係 $W = 0.0003L^{2.7663}$ （ $N=649$ 、 $R^2=0.9911$ ）が得られた。調査ごとの平均生殖腺熟度指数 GSI（生殖腺重量（g）／外套背長（mm）³×10⁶）は、雌では親イカ（2019年級群）の産卵期である5月に4.35であったが、未成熟稚イカ（2020年級群）の8月に0.11、9月に0.15、10月に0.18、11月に0.21、12月に0.68となった。同じく雄では親イカ（2019年級群）の5月に1.04であったが、未成熟稚イカ（2020年級群）の8月に0.03、9月に0.42、10月に0.99、11月に1.73、12月に1.54となった（図1-2）。

産卵床の産卵状況調査は、富津漁協および新富津漁協の産卵床を対象として、4～8月に計4回ずつ行った。任意抽出した竹枝への付着卵数から推定した総付着卵数は、富津漁協では6月2日が58.9万粒で最大となり、新富津漁協では5月26日が45.8万粒で最大となった。なお、両漁協の最大総付着卵数を示した日における竹枝の主枝1cm当たり付着卵数は、富津漁協が2.4粒/cm、新富津漁協が2.0粒/cmであった（図1-3）。2020年は両漁協ともほぼ同じ時期に総付着卵数が最大となり、富津漁協の方が新富津漁協よりも多かった。

サヨリは、1月18日現在、11月と1月に計2回、漁獲物の精密測定を行った。尾叉長組成をみると、11月に240～245mm、1月に250mm付近にモードがあり、1歳魚主体（2019年級群）であった（図1-4）。3年分の測定データから、尾叉長（L）と体重（W）の関係式 $W = 3.3027E^{0.0119L}$ （ $N=195$ 、 $R^2=0.8474$ ）が得られた。調査ごとの平均生殖腺熟度指数 GSI（生殖腺重量（g）／体重（g）×100）は、雌では11月に0.43、1月に0.96、雄では11月に0.08、1月に0.24と、いずれも産卵期の春に向けて増加した（図1-5）。

流れ藻の分布とサヨリ卵の付着状況調査は、4～7月に計6回、内房海域～内湾の千葉県沿岸に浮遊する流れ藻を採集した。流れ藻は4月には発見されず、5～7月に確認された。サヨリ卵は5月25日及び6月9日に内房北部で確認され、流れ藻面積から推定した総付着卵数はそれぞれ約140万粒及び約18万粒であった（図1-6）。サヨリ卵が付着していた海藻種は、モク類（ジョロモク等のホンダワラ科褐藻（一部アマモ科海草が混入））であった。なお、持ち帰った付着卵を流水管理したところ、4～7日後にふ化し、形態的特徴からサヨリ仔魚であることを確認した。

2018～2020年の3年間の調査の結果、流れ藻は、内房海域はホンダワラ科の海藻、内湾はアマモなどの海草が主体で、5月上旬～6月上旬はホンダワラ科の海藻が中心であったが、6月下旬～7月はアマモなどの海草が中心であった（図1-7）。流れ藻面積は、2018年は5月中旬に最大約13,000 m²、2019年は6月上旬に最大約130 m²（2018年比1.0%）、2020年は5月下旬に最大約160 m²（2018年比1.2%）を確認した（図1-8）。また、流れ藻面積から推定した総付着卵数は、2018年は5月上旬に最大約2,700万粒、2019年は6月上旬に最大約1.1万

粒(2018年比 0.041%)、2020年は5月下旬に最大約140万粒(2018年比 5.2%)を確認した(図1-9)。2019年及び2020年は、流れ藻面積、推定総付着卵数及びサヨリ卵が付着した流れ藻を発見した日数が、それぞれ2018年に比べて減少した。また、2018年には4月下旬においてサヨリ卵が付着した流れ藻が発見されたが、2019年4月上旬及び2020年4月下旬においては、共に流れ藻自体が発見されなかった。

富津市竹岡漁港周辺のアマモ場において、備船及びドローンによる産卵状況調査を行ったが、サヨリ卵の付着は確認できなかった。

トラフグは、外房(大原)で系統群解析用サンプルを29尾収集した。東京湾のサンプルは1月18日現在5尾収集しており、今後も収集を継続する。

【神奈川県】

・2隻のフグ専門遊漁船に依頼した標本船調査により、東京湾神奈川県側におけるトラフグ釣獲量を推定した。また、海域ごとの釣獲量やCPUEデータの集計も行った(図1-10)。県内7市場で行った市場調査により、3か年で1,557尾の魚体データの収集を行った(図1-11)。

・昨年度までの本事業及び県単事業による東京湾のタチウオの耳石と胃内容物の解析により、東京湾のタチウオは成長に伴って魚食性が強まり、カタクチイワシをシラスから成魚まで利用して急速に成長し、生後1年以内に漁獲加入すること、さらにコノシロなどのより大型の浮き魚も利用し、2年で1kgを超える非常に速い成長をすることが分かってきた(図1-12, 1-13)。

【水研】

・東京湾周辺のトラフグ資源の集団遺伝構造を解明するため、東京湾、伊勢・三河湾、相模湾及び千葉県外房で採集されたトラフグ427個体についてmtDNA D-Loop領域の塩基配列分析をして集団間の遺伝的差異を調べた。ペアワイズ F_{ST} 分析により集団間に遺伝的な異質性があるかを検討したところ、45の組み合わせ中5%水準で3つの組合せに異質性があった(表1-2)。また、AMOVA分析により集団遺伝構造を調べたところ、一つの大きな集団であると考えられた。集団間の関係を調べたところ、物理的・時間的な距離にかかわらず、クラスターが形成されていたことから、集団間に相関はないと推測された。伊勢・三河湾と東京湾周辺の集団に遺伝的な差がなかった理由として、過去の標識放流調査の結果等から太平洋のトラフグ資源が多い時には伊勢・三河湾集団の一部は東京湾周辺へ移動回遊することが考えられた。

・タチウオの集団構造を調べるため、mtDNA D-Loop領域の上流域の塩基配列分析を行った。現在まで東京湾、長崎県、三重県、愛知県、静岡県で漁獲されたタチウオを分析したが、今年度は高知県と宮城県で漁獲されたタチウオの集団の分析を行った。全部で295個体のタチウオから得られた塩基配列を用いて集団ごとのハプロタイプ多様度、平均塩基置換数、塩基多様度を計算した。集団ごとのハプロタイプ多様度は0.968-0.987で平均0.979、平均塩基置換数は3.703-4.711で平均4.233、塩基多様度は0.007-0.009で平均0.008であった。集団ごとの多様性は高かった。これらの塩基配列を用いてペアワイズ F_{ST} 分析を行ったところ、

これらの集団間に遺伝的な異質性は検出されなかった（表 1-3）。また、AMOVA 分析による集団解析の結果、一つのメタ集団と推測された。

小課題 2: 操業情報収集

① 漁船等による操業情報、環境情報の収集

【千葉県】

千葉県では、小型底びき網の漁獲情報をリアルタイムに収集するためのデジタル操業日誌（日時、操業位置、魚種別漁獲量）について、底層環境情報をリアルタイムに収集するための漁具設置型の水質データロガー（深度、水温、塩分、DO、位置、日時）について、調査船で動作確認を行い、データ取得とデータ処理の有用性を確認したことから、瀬戸内水研らが共同開発したシステムの導入を決定し、漁業者による試験運用を実施中である。年度末までに新たに各 1 台を整備する予定である。

漁船による漁場環境情報の収集については、底びき網漁業者にハンディ型多項目水質計（深度、水温、塩分、DO、位置、日時等をメモリー可能）を 2 台貸与し、5～10 月の貧酸素水塊調査で行った。観測終了後、遠隔地の漁業者はメールで観測データを転送、近隣の漁業者は水質計を回収することで、観測データの収集を行い、データベース登録方法を検討した。年度末までに新たな 1 台を依頼する予定であり、漁協の監視船での観測に使用し、メールでデータを収集する予定である。

【水研・神奈川県】

- ・瀬戸内海で開発した漁具設置型データロガーシステムを利用して、底びき網船での調査を行った。

- ・データロガーシステムでは iPad をデジタル操業日誌として用いている。iPad で得られる位置情報と東京海洋大学が担当する以下③の課題において AIS クラス B で得られる位置情報を秒単位で比較した。その結果、iPad と AIS クラス B の位置情報の瞬間誤差は約 4m 以内に収まることが解った（図 2-1）。

- ・iPad で得られる位置情報から船速を割り出し、③の課題で得られた底びき網操業の船速パターンと比較した結果、iPad の GPS で得られる位置情報からも操業の海域、一操業当たりの曳網数等を推測出来る可能性がある（図 2-2）。

- ・デジタル操業日誌を用いて船上で入力した漁獲物の量と組成と、水揚げ伝票に基づく漁獲量および、魚種組成について比較した。その結果、デジタル操業日誌の入力値は概ね水揚げ伝票に近い漁獲量となるが、魚種組成をみると、特に漁獲量の少ない魚種がデジタル操業日誌には入力されないことがあった（図 2-3）。今後例数を重ねる必要がある。

② 定置網等（ないし、県沿岸域）における操業情報の収集

本中課題では該当なし。

③ リアルタイム操業情報把握システムの検討

はじめに、レーダによる自動追尾情報（TT：Target Tracking）や過年度に得られた AIS データから検証した。その結果、連続的に追跡対象の漁船を追尾することができれば、その動静から詳細な操業情報（例：曳網開始・曳網終了・曳網航跡など）を把握することが可能になることが示された（図 2-4）。

連続的に漁船を追尾する方法として、AIS に注目し、搭載義務のない小型の船舶向けの AIS クラス B による小型漁船の動静把握の実証実験を行った。実験に際しては、横浜市漁業協同組合柴支所に所属する小型底びき網漁船 S 丸とあなご筒漁船 K 丸に AIS クラス B を搭載して実施した（図 2-5）。また、過年度の調査では AIS クラス B の受信範囲に限界があることが確認されたことから、東京湾で所属漁船の隻数が最も多い、横浜市漁業協同組合柴支所の漁船（追跡対象漁船）の動静をカバーする目的で、その至近にある中央水産研究所横浜庁舎（〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区 福浦 2 丁目 12-4）の屋上にアンテナを設置して福浦局とした（図 2-6）。AIS クラス B を使用して小型底びき網漁船とあなご筒漁船の動静を追跡した結果、以下の図 2-7, 2-8 に示すように、その詳細な航跡を明らかにすることができた。

④ 漁船用小型データロガーの開発設計

本中課題では該当なし。

⑤ 漁業情報逐次収集システム用の電子媒体入力開発設計

千葉県では、小型底びき網の漁獲情報をリアルタイムに収集するためのデジタル操業日誌（日時、操業位置、魚種別漁獲量）について、瀬戸内水研らが共同開発したシステムを導入するべく、東京湾海域用の入力魚種を検討し、必須入力魚種 13 種、任意入力魚種 87 種の計 100 種を選定した。

小課題 3: 機械学習等を利用した水産資源評価手法の開発

① 機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価手法の開発

昨年度、VAST によって標準化した資源量指標値を得た 7 魚種のうち、スズキとアナゴを除く漁獲量データがなく、CPUE の情報しかない 5 種（イシガレイ、コノシロ、コウイカ、クルマエビ、マコガレイ）について、AMSY 法を適用し、資源状態を暫定的に評価した（表 3-1）。さらに、データ豊富手法（DR 法）を用いた時の最近年の資源状態の推定値を正解データとして、データ不足手法（CMSY と AMSY）による資源状態の誤判定に影響を及ぼす要因を機械学習により調べた。東京湾魚種は、誤判定を起こしやすい条件に該当せず、予測モデルからの誤判定の確率も低かったため、資源状態の判定はある程度信頼できる可能性が高い（表 3-2）。

② 環境 DNA 情報を活用した東京湾重要種の資源評価

H30～ R1 年度東京湾の各観測定点で得られた環境 DNA サンプル 622 検体から、魚類ミトコンドリア 12S rRNA 遺伝子を標的とする Mifish プライマー（Miya et al., 2016）と PCR 法によってその遺伝子を網羅的に増幅し、Illumina 社 Miseq シーケンサーで配列を解読した。得ら

れた約 4450 万配列は、大型計算機と様々なプログラムによって相同な配列としてまとめ、785 の代表配列 Amplicon sequence variants (ASVs) を構築した。785 ASV の内、263 ASV は魚類に相同な配列であった。これら検出された東京湾での魚類の相対出現頻度を各月で表すと、表層・底層共にニシン目が大半を占めた(図 3-1)。また、小課題 3-①との連携により、水質環境データと魚類出現頻度から、魚類の生息環境特性を推定した(図 3-2)。また、コノシロの環境 DNA コピー数と漁獲量データから分布域の推定を行った(図 3-3)。

小課題 4: 環境情報提供システムの運用へ向けた実証

① 環境情報提供システムの運用実証

千葉県で東京湾漁船漁業の操業効率化に資するために開発している「東京湾漁業・環境情報提供システム」は、1) 漁業者などが実施した観測データの収集(メールで受信し、DB化する)、2) 東京湾漁業者の操業に役立つ情報のサイトの構築(他機関情報の利用を含む)、3) 観測データの準リアルタイムでの情報提供を目指している(図 4-1)。10 月から試験運用を行い、基本的な形は決定したので、年度内に公開予定。今後、順次新しい観測データなどの取り込み、情報提供の仕組みを追加、修正する。

② 東京湾・外海境界域の海洋観測データの整理

外洋水の東京湾への進入による栄養塩供給、貧酸素水塊発生と解消の予測などに向けた知見整理、観測体制およびデータセットの構築を行った(図 4-2)。まず、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所が東京湾フェリー搭載 ADCP で計測している東京湾湾口の流向流速データを入手・整理した。期間は 2010-2019 年である。次に、神奈川県水産技術センターがアーカイブしている東京湾口・外海境界域の水質(水温・塩分・栄養塩濃度)および城ヶ島沖ブイの水温・流向流速のデータを入手・整理した。データ期間は、水質データは 1980-2020 年であり、ブイデータは 1995-2020 年である。

東京湾湾口の流向流速データを解析した結果、20-40m 深で湾内への流入量が多かった(図 4-3 上段)。また、季節別で見ると春季と秋季で流入量のダブルピークがみられ、特に秋季の流入量が多かった。これらの特徴は 2004-2008 年を対象とした先行研究(鈴木ら, 2010)と一致した。

東京湾湾口の水質データを解析した結果、東京湾口における水温鉛直分布には明瞭な季節変動がみられ、夏季には強く成層化し、冬季には緩やかな鉛直勾配がみられた(図 4-3 下段)。海水流入量が多かった春季と秋季のうち、秋季では水温が 17°C 以上になる頻度が高く、春季では 17°C 以下になることが多かった。

これまでに得られた東京湾口周辺海域における水温—栄養塩関係(水温 17°C 以下では、水温と溶存態窒素濃度に負の相関関係がある)に基づいて、各月・各水深の水温観測値から溶存態窒素濃度を推定し、海水流入量を掛け合わせることで、外洋からの溶存態窒素の湾内流入量を算出した(図 4-4)。2-4 月は外洋からの栄養塩供給量は多く、100ton/日程度になる場

合もあり、東京湾における生活系排水による負荷量（100-200 ton/日 程度；藤原，2014）や農業系負荷量（50-100 ton/日 程度；藤原，2014）と同オーダーの量であると示唆された。2020年9月相模湾湾口調査の結果、17℃以下の低水温水塊は100m以深で確認された（図4-5最上段）。外洋からの低水温水塊の流れ込みは西部で確認され、冬季（2020年2月）と同様であった（図4-5中下段・最下段）。

【図表など】

小課題 1: 水揚げ情報収集

【千葉県】

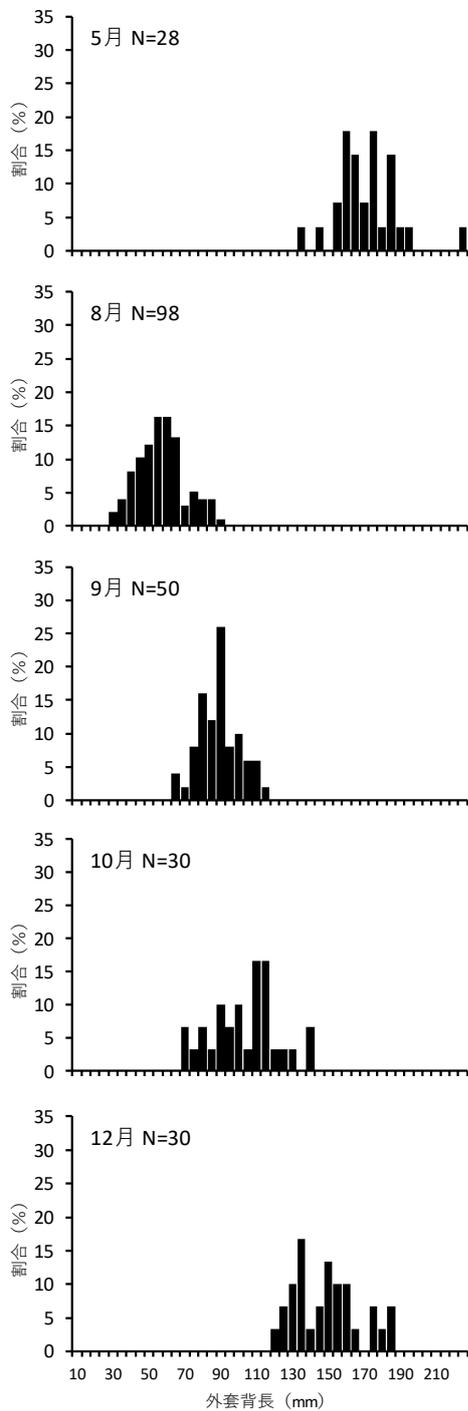


図 1-1. コウイカの外套背長組成の推移

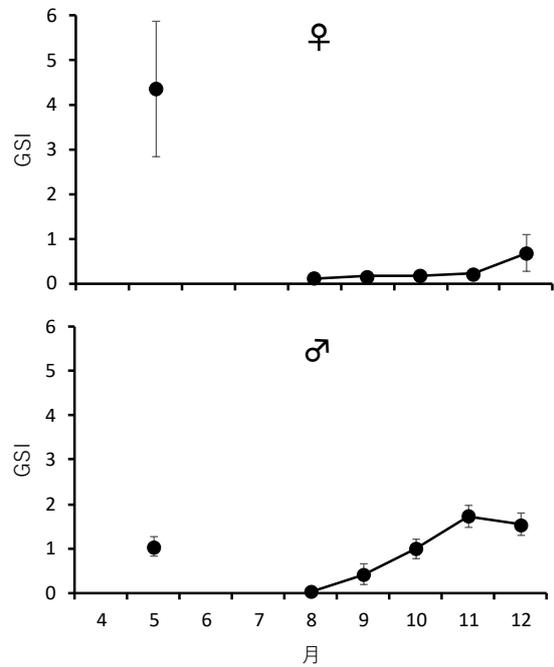


図 1-2. コウイカの GSI の推移 (上: 雌、下: 雄)

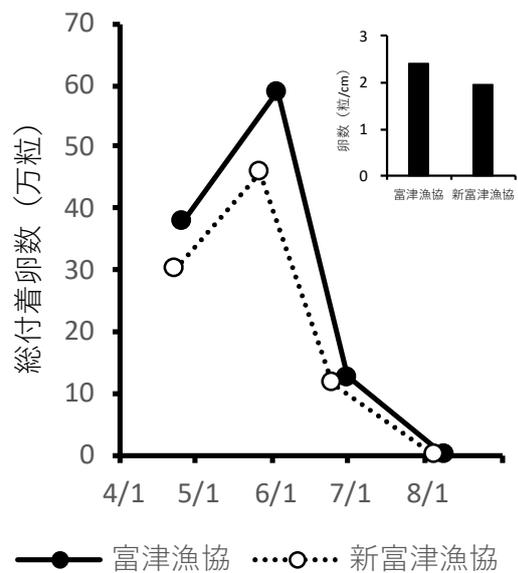


図 1-3. コウイカ産卵床の総付着卵数の推移

（ 右上のグラフは、最大総付着卵数を示した日の主枝 1cm 当たり付着卵数 ）

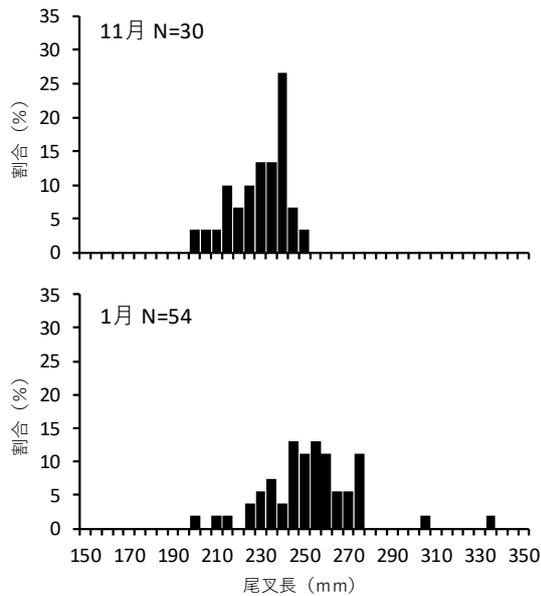
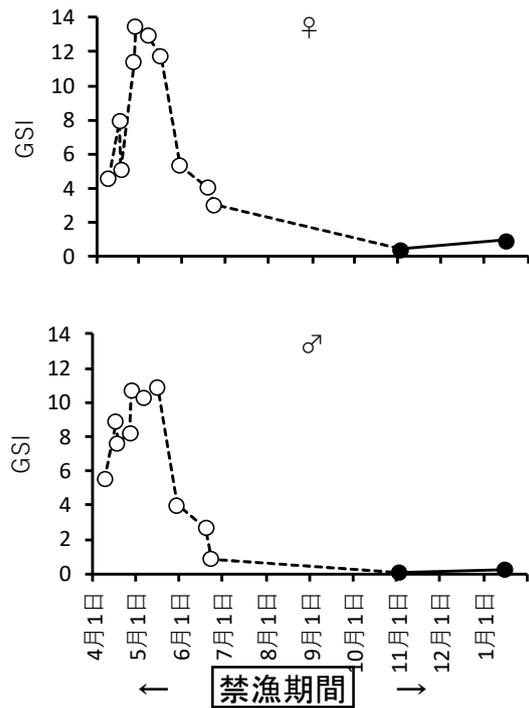


図 1-4. サヨリの尾叉長組成 (起点は上顎前端)



- 内山 (2003) データ
- R2本事業データ

図 1-5. サヨリの GSI の推移 (上: 雌、下: 雄)

※5月1日～10月31日が禁漁期間でデータ未収集のため、参考として内山 (2003) のデータを追加

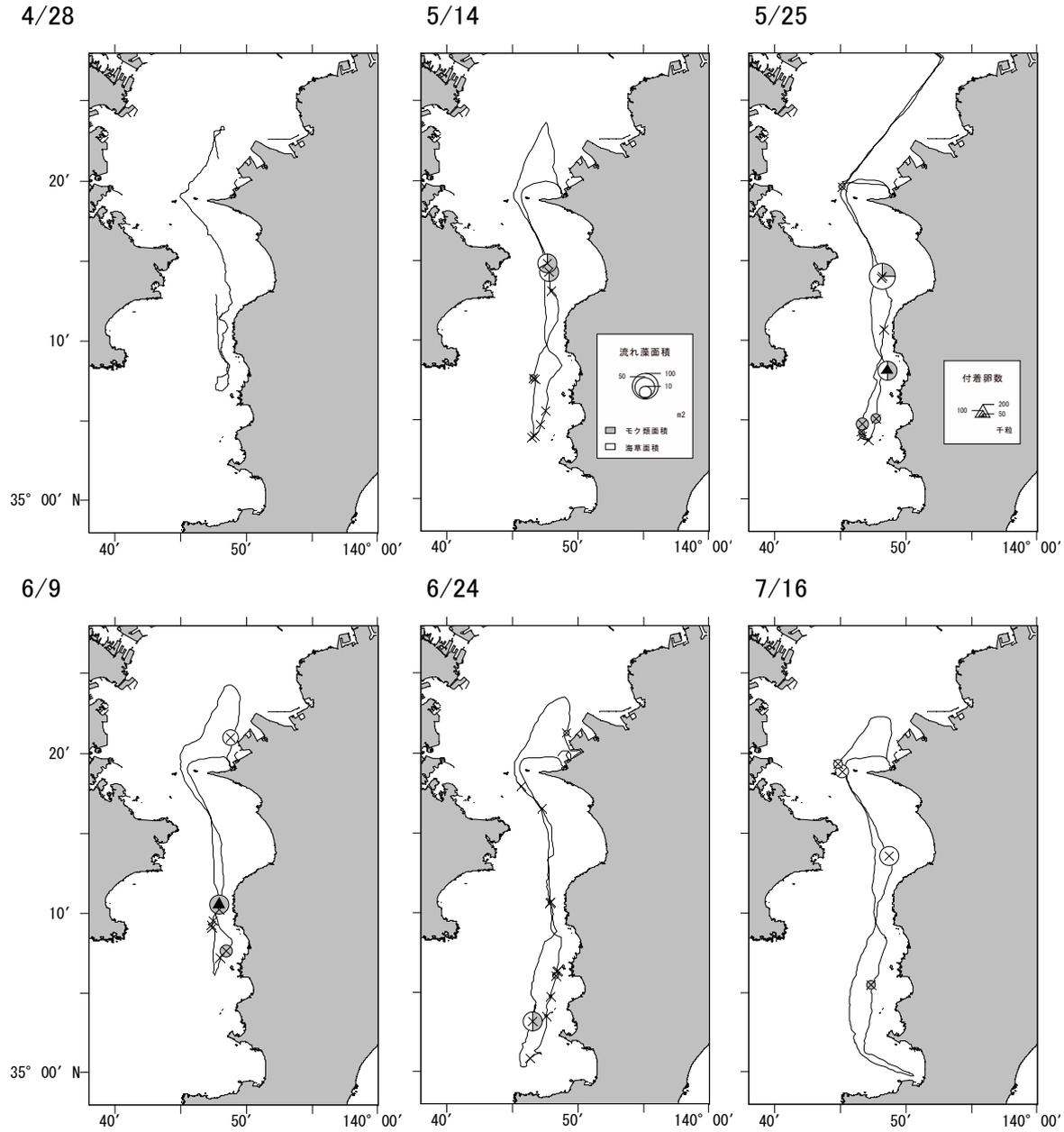


図 1-6. 流れ藻の分布とサヨリ卵の付着状況. 実線は航跡、円グラフは流れ藻の面積 (灰色; モク類、白; 海草)、三角はサヨリの付着卵数を示す。

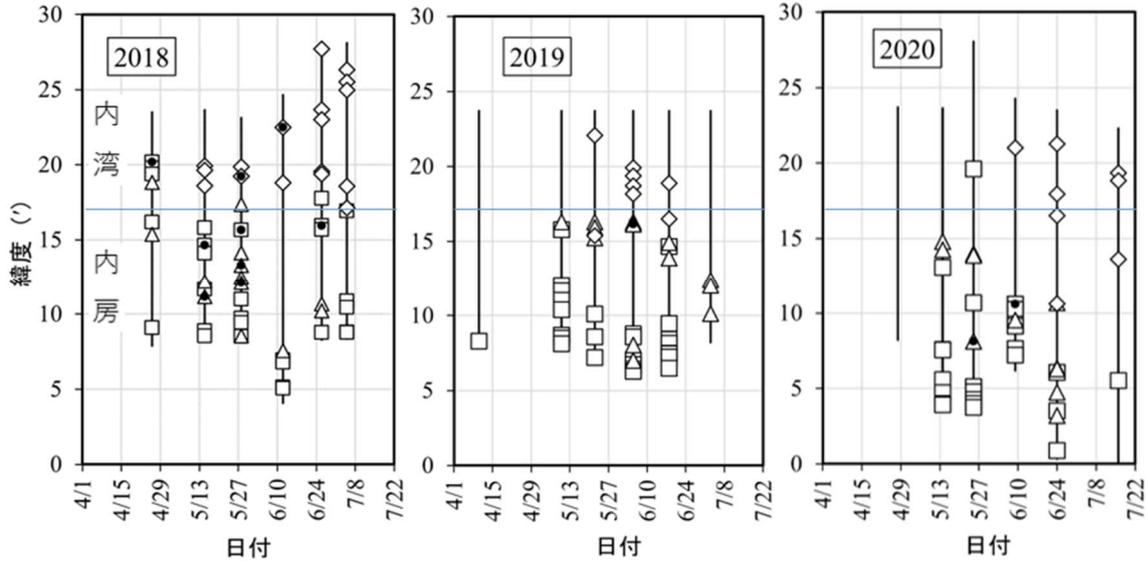


図 1-7. 流れ藻（海藻のみ□、海草のみ◇、海藻・海草混合△）とサヨリ卵分布（●）の季節変化。（|は調査範囲）

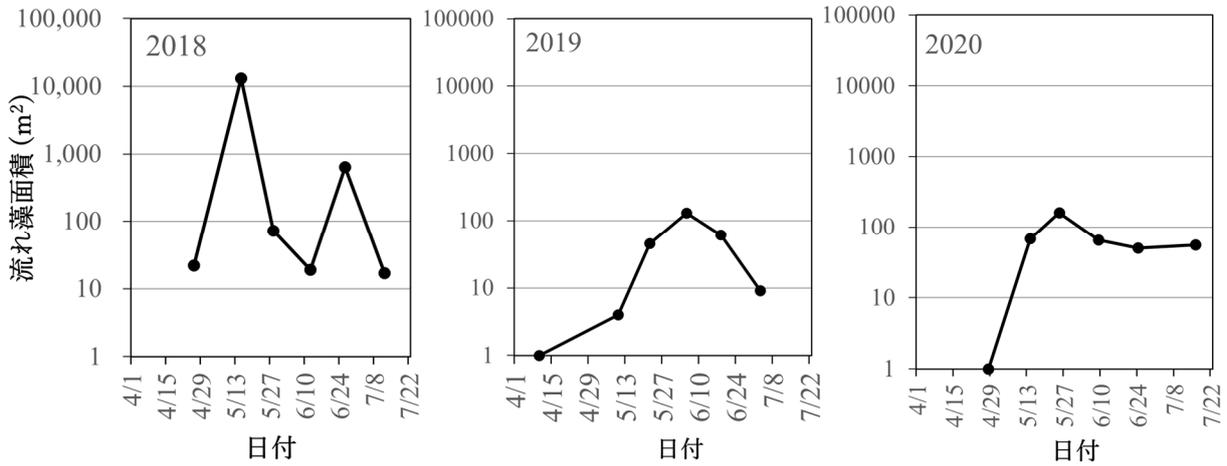


図 1-8. 流れ藻面積の季節変化。

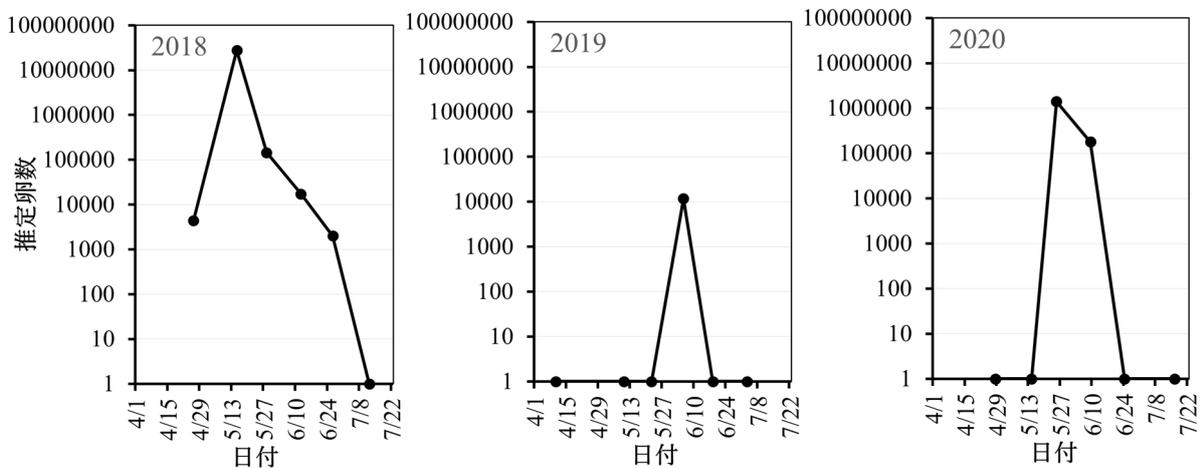


図 1-9. 推定卵数の季節変化。

【神奈川県】

表 1-1. 東京湾漁獲情報収集システムで抽出したタチウオの漁獲情報集計結果の表示例

| ID | 年 | 月 | 支所 | 漁業種 | 魚種 | 銘柄 | 数量 | 水揚隻数 |
|----|------|----|-----|-----|------|------|---------|------|
| 1 | 2018 | 1 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 28455.8 | 241 |
| 2 | 2018 | 2 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 2032.4 | 144 |
| 3 | 2018 | 3 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 15331.9 | 275 |
| 4 | 2018 | 4 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 7771.9 | 272 |
| 5 | 2018 | 5 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 4048 | 224 |
| 6 | 2018 | 6 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 5647.7 | 225 |
| 7 | 2018 | 7 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 5875.7 | 238 |
| 8 | 2018 | 8 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 19291.4 | 347 |
| 9 | 2018 | 9 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 14326.4 | 234 |
| 10 | 2018 | 10 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 20663.3 | 329 |
| 11 | 2018 | 11 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 25658.7 | 361 |
| 12 | 2018 | 12 | 柴支所 | 小底 | タチウオ | (全て) | 23862.8 | 211 |

岡部 (2020) より

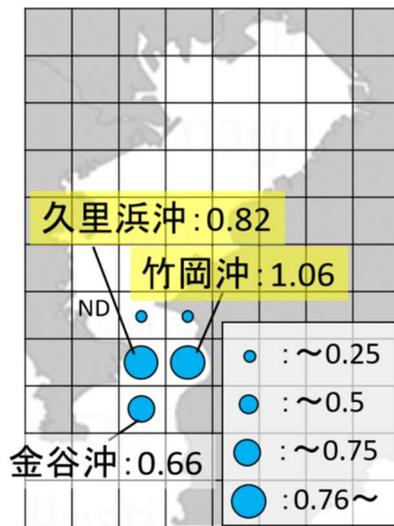


図 1-10. フグ専門遊漁船 CPUE

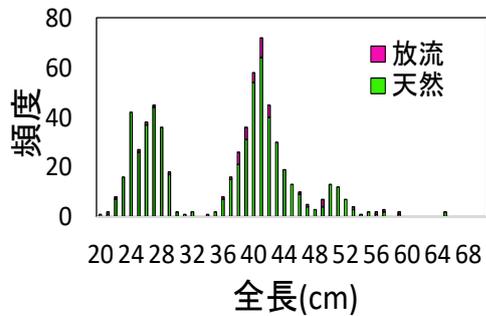


図 1-11. トラフグ市場調査測定データ (全長-頻度)



図 1-12. 写真 商品サイズのタチウオ胃内容
(岡部・斎藤(2018)より)

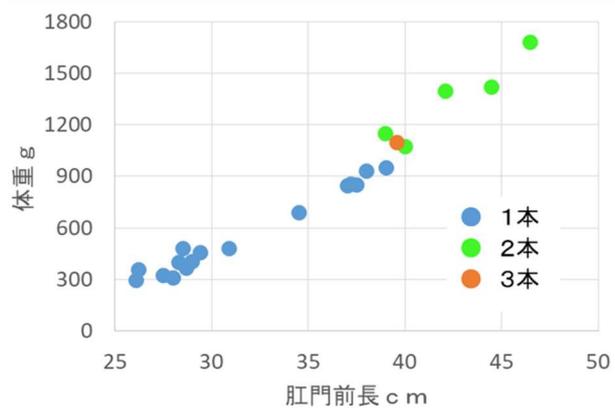


図 1-13. 東京湾のタチウオ耳石輪紋数とサイズの関係
(岡部・斎藤(2018)より)