

2019 年度
資源・漁獲情報ネットワーク構築委託事業
報告書

令和 2 年 3 月
国立研究開発法人 水産研究・教育機構

本事業は、国立研究開発法人水産研究・教育機構を代表として構成された「資源・漁獲情報ネットワーク構築委託事業共同実施機関」の以下の構成員により実施された。

国立研究開発法人 水産研究・教育機構（代表機関）

一般社団法人 漁業情報サービスセンター

国立大学法人 東京海洋大学

千葉県（水産総合研究センター）

神奈川県水産技術センター

国立大学法人 東京大学

国立大学法人 名古屋大学

愛知県（水産試験場）

三重県（水産研究所）

国立大学法人 京都大学

国立大学法人 広島大学

地方独立行政法人 大阪府立環境農林水産総合研究所

香川県水産試験場

愛媛県農林水産研究所

岡山県農林水産総合センター

山口県（水産研究センター）

福岡県（水産海洋技術センター）

大分県農林水産研究指導センター

新潟県（水産海洋研究所）

秋田県水産振興センター

宮崎県水産試験場

地方独立行政法人北海道立総合研究機構（稚内水産試験場）

静岡県水産技術研究所

国立大学法人北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

国立大学法人 島根大学

国立大学法人 東北大学 大学院農学研究科・農学部

目 次

【事業の目的ならびに背景】

【実施課題の報告】

1. 沿岸資源情報ネットワーク

(1) 東京湾海域	1
(2) 伊勢・三河湾海域	12
(3) 瀬戸内海域	25
(4) 日向灘海域	42
(5) 日本海北部海域	48
(6) 稚内海域	66
(7) 東北太平洋沿岸海域	71
(8) 駿河湾海域	74

2. 資源環境情報ネットワーク

(1) 資源環境情報の新規取得、測器等の実証	
1) 日本周辺沿岸域における餌料動物プランクトンの群集構造解析	80
2) 日本周辺海域の植物プランクトン群集組成モニタリング	83
3) 餌料プランクトン変動特性の把握	90
4) 黒潮周辺海域での多獲性浮魚類の産卵親魚および仔稚魚の餌料環境の分析	94
5) 簡易型 XCTD 投入機のデータ新規取得ならびに測器等の実証	98
6) 曳航式観測システムの開発及び実証	101
7) 時系列・鉛直観測システムの構築	104
(2) 環境ゲノムのデータ収集と解析	106
1) 環境 DNA 情報の網羅的解析	
2) 環境ゲノム解析一定量化に向けた検討	

3. 資源情報集約ネットワーク

(1) データベース構築に向けた調査	120
(2) 水揚げ情報システム構築に向けた調査	124

【事業の背景ならびに目的】

水産資源の回復・持続的利用のためには、科学的な資源評価に基づいた資源管理計画の作成、当該計画による実効的な資源管理の推進が重要である。我が国における排他的経済水域内の資源評価対象魚種は 50 種であるが、有用資源であるにも関わらず資源評価の対象となっていない魚種も多い。また、水産資源を持続的に利用するためには、目標管理基準値を設定し、これに基づく資源管理を進める必要がある。このためには、資源評価に必要な各種データを迅速かつ効率的に収集し、データを資源評価に活用できる体制の構築が必須である。

これらを実現するため、平成 29 年 4 月 28 日に閣議決定された水産基本計画において、「より大量の漁獲・調査情報の迅速な蓄積を実現する「資源・漁獲情報ネットワーク体制」を構築する」ことが示されたところである。また、平成 30 年 6 月 1 日に農林水産業・地域の活力創造本部で決定された「水産政策の改革」においては、資源管理については、国際的にみて遜色のない科学的・効果的な評価方法及び管理方法とすること、その前提として、資源評価対象魚種については原則として有用資源全体をカバーしていくことや、情報収集体制の強化など調査体制を抜本的に拡充するとともに、人工衛星情報や漁業者の作業時の魚群探知情報などの各種情報を資源量把握のためのビッグデータとして活用する仕組みを整備することと示されている。

資源評価対象種の拡大を図るためには、これまで国が行う資源評価の対象としてこなかった主に沿岸漁業において漁獲される魚種の漁獲量や沿岸の漁場環境情報等を効率的に収集・蓄積していく必要がある。また、既に国において資源評価を実施している主要魚種に関しては、資源管理目標の導入や数量管理の拡充を図るため、魚類の数量変動に影響する初期生残要因、物理・生物的な環境変化に起因する水産資源の分布の変化、親魚量増減に影響する成長の年変動などを考慮し、資源評価精度を向上させる必要がある。

「資源・漁獲情報ネットワーク構築委託事業」（以下、本事業）においては、ICT といった先端技術を有効に活用して沿岸漁船から作業情報を直接収集し、資源評価へ活用することを可能とするための新たな仕組みの構築、また、我が国で漁獲される有用魚種の水揚げ量を把握し、資源評価等に活用していくため、漁業協同組合や市場の販売システム等に格納されている水揚げ情報を簡便かつ迅速に集約する仕組みの構築を目指す。さらに資源変動に影響を与える海洋環境の変化など、これまで資源評価に活用できていなかった情報を取り入れ、資源評価の精度向上を目指したデータ収集や実証等を行い、充実したデータに基づく資源評価の体制を構築することにより、資源評価対象魚種の拡大や精度向上を図ることを目的とする。

1. 沿岸資源情報ネットワーク

(1) 東京湾海域

【参画機関】

水産研究・教育機構 中央水産研究所、増養殖研究所
千葉県
神奈川県水産技術センター
東京海洋大学
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、あなご筒、船びき網 等

【実施計画】

小課題1: 資源評価拡大に向けた漁獲情報と資源生態情報の収集整理

① 漁獲情報データの収集整理

- ・東京湾海域の漁獲量および努力量の時系列データの収集・整理に取り組む。(水研、千葉県、神奈川水技セ、東北大)

② 資源評価拡大対象の新規候補種の資源生態調査

- ・トラフグ、タチウオ、コウイカ、サヨリ等について水揚げ調査、生物生態調査等を実施し、資源評価に向けた基本的資源特性に関する情報を収集する。トラフグとタチウオは集団構造解析を継続実施し、資源評価・管理の範囲を検討する。(水研、千葉県、神奈川水技セ)

小課題2: 漁獲実態・漁場環境把握ツール開発

① 標本漁船による海洋観測

- ・内湾漁場の環境データ量の増大を図るため、操作簡便で漁業者が観測を行うメリットを実感出来る環境収集システムを他海域と連携して開発する。(水研、千葉県)

② 漁獲情報収集システムの構築

- ・神奈川県での日別魚種別漁業種別の漁獲情報を効率的に蓄積する体制を構築する。東京湾沿岸の水揚げ港における漁獲情報収集を対象としたシステム構築を行う。(神奈川水技セ)

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。(海洋大)

④環境情報提供システム開発

- ・操業効率化に効果のある東京湾漁業・環境情報提供システムを開発する。環境情報は、既存の調査データに、漁業者による海洋観測、地先水温観測装置の設置による新たな観測網の整備等によるソースとする情報量の拡大を図る。環境情報はDB化し、漁業者に役立つ情報に整理してWEB化して情報発信するシステムを構築する。小課題2-①、小課題2-⑤で得られる環境データの本システムへの活用を検討する。(千葉県)

⑤東京湾・外海境界域の観測強化と既存海洋観測データの整理

- ・資源環境情報ネットワーク課題と連携し、データが少ない東京湾と外海の境界域の観測強化を行う。また、既存の海洋観測データの収集整理を行うことで、東京湾資源・環境の評価に外海側の影響を取り込んだ評価が可能なデータセットの整備を開始する。当海域の環境が東京湾の重要資源の加入に及ぼす影響を検討する。(水研、神奈川水技セ)

小課題3: 東京湾における資源評価拡大に向けた評価ツール開発

①機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価の試み

- ・東京湾の水産資源の今後の資源評価拡大へ対応するため、機械学習の新たな手法による資源解析を試みる。(水研、千葉県)

②環境DNA情報を活用した東京湾重要種の資源評価の検討

- ・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、当海域課題間、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。(水研、千葉県、神奈川水技セ)

【今年度の成果】

- ・千葉県単事業で構築している漁獲情報データベースを整理し、各地区の小型底びき網漁業における漁獲対象種の季節変化を明らかにした。
- ・千葉県ではコウイカ漁獲物を精密測定し、月毎の大きさおよび成熟の状況を把握した。また、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。
- ・千葉県では、サヨリ漁獲物を精密測定し、月毎の大きさおよび成熟の状況を把握した。また、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。
- ・さより船曳網について、昨年度から開始した紙ベースの日誌記入を引き続き依頼し、提出を受けたデータをデータベース化した。

- ・千葉県（千葉県担当）と神奈川県（水研担当）では、小型底びき網について、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および漁具設置型のデータロガーを導入する予定である。
- ・千葉県は水研が行う VAST による資源解析に用いる漁獲情報および環境情報として、小型底びき網の標本船データ、東京湾 20 定点の指定層の水質データを提供した。
- ・神奈川県では、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、時期ごとの分布場所・水深、サイズ（未成魚・成魚）等の釣獲実態の概況を把握した。
- ・千葉県、神奈川県の市場等で使用される魚種コード等の情報を整理した。
- ・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。
- ・これまでの知見を整理すると共に、2 月下旬に蒼鷹丸で東京湾・相模湾口部で外海水との水交換を調査することとした。これまでの神奈川県城ヶ島沖ブイの観測とデータ解析結果から、栄養塩濃度と水温との間に明瞭な負の相関関係があり、水温 17 度を下回ると栄養塩がほぼ無くなることが分かった。
- ・東京湾～相模湾の湾口部の海洋環境が、外洋から東京湾に入ってくるマアナゴ仔魚に大きな影響を与えている可能性があり、東京湾のマアナゴ資源予測には冬季の湾口部の海洋環境が予測因子の一つとなることが示唆された。
- ・千葉県小型底びき網標本船の Catch Per-Unit Effort (CPUE) データにおけるゼロデータを補完する手法を開発し、昨年度できなかったゼロデータを含めた Vector-autoregressive Spatio-Temporal Model (VAST) の解析が可能になった。
- ・VAST で得られたマコガレイ・イシガレイ・スズキ・コノシロ・マアナゴ・コウイカ・クルマエビの 7 種の相対密度と、水温・塩分濃度・溶存酸素との関係を、機械学習の一種である勾配ブースティングによって明らかにした。
- ・H30 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。
- ・R1 年度も H30 年度同様、環境 DNA から魚類の分布などモニタリングできるよう継続的なサンプリングを実施した。

【実施概要】

小課題 1: 資源評価拡大に向けた漁獲情報と資源生態情報の収集整理

①漁獲情報データの収集整理

千葉県では、県単事業で構築している漁獲情報データベース（県内漁協の漁獲量等のデータベース）のうち、2006～2015 年（木更津地区は 2010～2015 年）における東京湾沿岸の各地区を代表する 4 漁協の小型底びき網漁業のデータを集計し、月別魚種別平均漁獲量、月別魚種別平均漁獲金額および月別平均単価を整理した。これらのデータを比較検討した結果、小

型底びき網の漁獲対象種は地区や季節により異なり、各地区の漁獲対象種は各地区の漁場特性に応じて周期的に変化していた。資源評価拡大に向けた新規候補種を検討するための基礎資料として、各地区の小型底びき網漁業における漁獲対象種の季節変化が明らかとなった（千葉県）。

神奈川県では、東京湾の主要漁協の漁業種類別魚種別漁獲量と出漁状況のデータを蓄積した。令和元年度のデータについては、横須賀市東部漁協は9月までの、横浜市漁協は12月までのデータを入手し（1月25日時点）、データベースへの蓄積作業を進めた。（神奈川県）

東京湾では市場毎に魚種コードが異なり、漁獲情報の収集システムも異なる。可能な範囲で、魚種別市場別に魚種コードや銘柄、電子化した情報の蓄積した範囲を把握し、一覧表へ纏めた。（水研）

②資源評価拡大対象の新規候補種の資源生態調査

千葉県ではコウイカ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、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。漁獲物の精密測定は、1月15日現在、6、7、11月を除く4～12月に毎月1回の計6回行った。その結果、本種の成長や雌雄別の生殖腺熟度指数から、繁殖期に関する情報を得た。さらに、産卵床への産卵状況調査は、富津漁協および新富津漁協の産卵床を対象として、両漁協とも4～7月に毎月1回の計4回ずつ行った。任意抽出した竹枝への産卵数から推定した総産卵数は、富津漁協では4月23日が最大で20.4万粒、新富津漁協では5月25日が最大で154.2万粒であった。コウイカ卵の他、シリヤケイカ卵もみられたが、最大の総産卵数は両漁協ともコウイカに比べ著しく少なかった（千葉県）。

千葉県ではサヨリも主要な漁獲対象種として増産を図り、将来的に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、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、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。漁獲物の精密測定は、1月15日現在、4月の1回のみであり、2019年漁期が開始された11月以降は不漁により漁獲物を購入できなかった。その結果、本種の成長や雌雄別の生殖腺熟度指数から、繁殖期に関する情報を得た。流れ藻への卵の付着状況調査は、2019年4～7月の計6回、内房～内湾にかけての千葉県沿岸に浮遊する流れ藻を採集して行った。サヨリ卵は6月上旬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1.1万粒であった。サヨリ卵が付着していた海藻種は、アマモ科海草やジョロモク等のホンダワラ科褐藻であった。付着卵を流水管理したところ、8～14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。昨年度は5月上旬に最大2,745万粒のサヨリ付着卵を確認したが、今年度は非常に少ない確認数となった。次年度も同様の調査を続け、年変動を把握する。2019年6月下旬と7月上旬に、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。（千葉県）

神奈川県では、トラフグを東京湾の今後の重要魚種として調査対象に選定し、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、時期ごとの分布場所・水深、サイズ（未成魚・成魚）等の釣獲実態の概況を把握した。引き続き調査を行うことで、東京湾における本種の分布や移動等に関する知見を集積し、資源生態の解明に向け検討していく予定である。また、東京湾のトラフグ資源の分布範囲を再検討するため、東京湾、伊勢・三河湾および相模湾で採集されたトラフグ 408 個体について mtDNA D-Loop 領域の塩基配列分析をして比較した。その結果、採集海域間による遺伝的な差異は認められなかった。例えば、伊勢・三河湾のトラフグ資源は年級群豊度が年々大きく変動し、加えて標識魚の伊勢湾外との行き来が確認されていることから、海域毎に遺伝的な差異を明らかにするためには複数年のサンプリングと分析が不可欠である。次年度も同様の調査を継続する。

東京湾に生息するタチウオの系群を調べるため、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 177 個体について mtDNA D-Loop 領域の塩基配列分析をした。集団間に遺伝的な差は検出されなかった。タチウオについては、1 月に DNA 分析用のサンプルを得るべく購入した 29 個体（1 月 25 日時点）について精密測定を行うとともに、成長、食性に関する情報を得るため、耳石と胃内容物を採取した。今後、東京湾と他海域で更にサンプリングを行い、また異なる分析手法を用いて検討していく予定である。

小課題2: 漁獲実態・漁場環境把握ツール開発

① 標本漁船による海洋観測

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するシステムを導入候補として入力項目を検討した。また、さより船曳網は前年度に引き続き標本船 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依頼し、さより船曳網漁業の操業期間である 4 月と 11 月以降に提出を受けたデータをデータベース化した。

千葉県では、漁船による漁場環境情報の収集を目指し、水質調査サポーター制度（漁業者による水質観測、漁船データ転送装置）の導入を検討した。昨年度選定した、漁船での使用に適したハンディ型多項目水質計（深度、水温、塩分、D0、位置、日時等をメモリー可能）を調査船で試用し、観測データの転送方法及びデータベース登録方法を検討した。現在もう 1 台を購入手続き中で、年度末までに 2 台体制となる予定である。

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、D0、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を候補として導入の手続きを進めており、年度末までに 1 台を整備する予定である。

② 漁獲情報収集システムの構築

今年度は、昨年度までに構築したシステムの DB セキュリティー管理体制の整備（パスワード設定等）、各組合からの情報提供に関する覚書の締結と毎年の文書取り交わしの準備に取り

組み、年度内に DB 運用の体制を整える予定である。なお、昨年度までに神奈川県下東京湾沿海の主要水揚げ港（横浜市漁協の 3 支所（本牧支所、柴支所、金沢支所）と横須賀市東部漁協の 2 支所（横須賀支所、走水大津支所）から日々の魚種別漁業種別水揚量および漁業種別水揚隻数のデータの提供を受け、蓄積するデータベース（以下 DB）を構築した。

③リアルタイム操業情報把握システムの検討

東京海洋大学先端ナビゲートシステムを利用して、陸上レーダーから画像データと自動物標追跡装置（ATA：Automatic Tracking Aids）から得られる船舶の動静情報（位置・速力・針路）を取得した。あなご筒漁船等 FRP のみで船体が構成される船舶については、レーダーでの追跡が困難であることが明らかになった。底びき網漁船においては、ATA の情報（航跡と船速変化）から漁船を抽出することが可能であることが昨年度までに確認されていたが、一方で、追跡対象が大型船の陰に入ってしまった場合や、その他レーダーによる追尾条件が悪くなった場合に追尾が途切れてしまい、その都度 ATA 上の ID が切り替わり、連続的な抽出が難しいことも確認された。今年度は船舶自動識別装置：AIS（Automatic Identification System）（東扇島局・浜金谷局）についてもデータ取得を行い、AIS クラス B 搭載船の追跡を試みた結果、AIS 搭載船が約 550 隻程度ある中でも問題なく動静をモニタリングできることが確認された。一方で、AIS クラス B は、アクセス形態によって不達率が高くなる可能性があることや、受信範囲が狭いため、それをカバーするための受信局の設置を検討する必要があることが確認された。

④環境情報提供システム開発

昨年度から開発を行っている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」について、提供する情報を整理し、より見やすい画面レイアウトとした（図 6）。加えて、漁具設置型データロガーからの底層水質データを反映できるよう、一部システムの改良を施す予定である。（千葉県）

⑤東京湾・外海境界域の観測強化と既存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。具体的に、過去の知見によると冬季には底層で外海水が東京湾に流入し、表層で流出していると推測されているため、2 月下旬に蒼鷹丸で東京湾・相模湾口部で外海水との水交換を調査することとした（図 1）。また、これまでの神奈川県城ヶ島沖ブイの観測とデータ解析結果から、栄養塩濃度と水温との間に明瞭な負の相関関係があり、水温 17 度を下回ると栄養塩がほぼ無くなることが分かった（図 2）。さらに、過去の交付金研究の結果等から、1994 年～2004 年の東京湾口部冬季水温と翌年のマアナゴ漁獲量に明瞭な負の相関がみられたことから（図 3）、東京湾～相模湾の湾口部の海洋環境が、外洋から東京湾に入ってくるマアナゴ仔魚に大きな影響を与えている可能性があり、東京湾のマアナゴ資源予測には冬季の湾口部の海洋環境が予測因子の一つとなることが示唆された。

小課題3:東京湾における資源評価拡大に向けた評価ツール開発

①機械学習等の統計モデルによる沿岸資源評価の試み

VAST で標準化した結果、イシガレイ・マアナゴ・マコガレイの資源量が近年低いことが明らかになった（図 4）。また、魚種によって資源量が多くなる季節が異なることが示された。勾配ブースティングにより、相対密度と環境要因の関係を解析した結果、一般化線形モデル（GLM）よりも予測精度が大きく向上した（図 5）。これは勾配ブースティングでは、環境要因の非線形性や高次の交互作用を組み込むことができるからである。また、水温や塩分濃度の影響が、溶存酸素よりも大きいことが示唆された。なお、水研が行う VAST による資源解析に用いる漁獲情報および環境情報として、1990 年から 2018 年の小型底びき網の標本船データ（年月日、操業位置、操業回数、魚種別漁獲量）、1987 年から 2018 年の東京湾 20 定点の指定層の水質データ（水温、塩分、DO、透明）を提供した。

②環境 DNA 情報を活用した東京湾重要種の資源評価の検討

H30 年度東京湾の各観測定点（千葉県と神奈川水技セの環境調査で採水）で得られた環境 DNA サンプル 400 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 900 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、531 の代表配列 Operational taxonomy unit (OTU) を構築した。531 OTU の内、172 OTU は魚類に相同な配列であり、これを各月・各観測定点・各水深において検出・未検出として表すことが可能となった（図 6, 7）。