

【水研】

表 1-2. mtDNA D-Loop 領域の塩基配列によるトラフグ集団間のペアワイズ F_{ST} 分析結果

		伊勢三河湾			相模湾		東京湾			千葉県外房	
		2014	2016天然	2019	2017	2019	2017トロール	2017釣り	2019	稚魚	大原
伊勢三河湾	2014		0.159	0.047	0.074	0.081	0.019	0.049	0.096	0.038	0.024
	2016天然	0.009 ± 0.009		0.021	0.060	0.021	0.114	0.086	0.051	0.099	0.093
	2019	0.045 ± 0.020	0.189 ± 0.044		0.045	0.009	0.041	0.031	0.037	0.037	0.020
相模湾	2017	0.018 ± 0.012	0.099 ± 0.025	0.018 ± 0.012		0.013	0.010	-0.002	0.018	0.001	0.002
	2019	0.000 ± 0.000	0.180 ± 0.024	0.225 ± 0.024	0.252 ± 0.030		0.042	0.005	-0.011	0.023	0.011
東京湾	2017トロール	0.135 ± 0.031	0.000 ± 0.000	0.117 ± 0.027	0.189 ± 0.039	0.054 ± 0.020		0.004	0.037	-0.003	-0.012
	2017釣り	0.081 ± 0.016	0.027 ± 0.014	0.063 ± 0.014	0.360 ± 0.041	0.270 ± 0.051	0.198 ± 0.035		0.013	-0.011	-0.008
	2019	0.000 ± 0.000	0.045 ± 0.020	0.081 ± 0.021	0.153 ± 0.024	0.541 ± 0.062	0.045 ± 0.020	0.216 ± 0.036		0.029	0.014
	葛西稚魚	0.045 ± 0.020	0.018 ± 0.012	0.063 ± 0.019	0.360 ± 0.033	0.135 ± 0.024	0.514 ± 0.049	0.892 ± 0.021	0.063 ± 0.024		-0.010
千葉県外房	大原	0.126 ± 0.028	0.036 ± 0.015	0.189 ± 0.034	0.369 ± 0.058	0.207 ± 0.043	0.586 ± 0.037	0.486 ± 0.045	0.162 ± 0.035	0.559 ± 0.030	

上はペアワイズ F_{ST} 値、下はペアワイズ $F_{ST}-P$ 値を示す

黄色の組合せはボンフェローニーの多重比較の補正を行った上で、5%水準で有意差があった組合せを示す

表 1-3. mtDNA D-Loop 領域の塩基配列によるタチウオ集団間のペアワイズ F_{ST} 分析結果

採集地点		宮城県	東京湾			静岡県	愛知県	三重県	高知県	長崎県
採集年		2020年	2018年4月	2018年9月	2020年	2019年	2019年	2019年	2020年	2019年
宮城県	2020年		-0.012	0.003	-0.011	-0.006	-0.002	-0.013	-0.013	0.000
	2018年4月	0.766 ± 0.025		0.023	-0.012	-0.007	-0.013	-0.010	-0.011	-0.012
東京湾	2018年9月	0.405 ± 0.065	0.126 ± 0.024		0.001	0.003	0.003	0.013	0.007	0.011
	2020年	0.901 ± 0.019	0.847 ± 0.034	0.414 ± 0.047		-0.006	-0.006	-0.013	-0.010	-0.015
静岡県	2019年	0.613 ± 0.038	0.649 ± 0.043	0.324 ± 0.034	0.622 ± 0.042		-0.008	-0.012	-0.008	-0.001
愛知県	2019年	0.450 ± 0.047	0.820 ± 0.029	0.351 ± 0.044	0.748 ± 0.043	0.730 ± 0.037		-0.005	-0.007	-0.009
三重県	2019年	0.883 ± 0.027	0.766 ± 0.034	0.261 ± 0.039	0.928 ± 0.027	0.874 ± 0.027	0.604 ± 0.040		-0.01	0.00
高知県	2020年	0.973 ± 0.013	0.856 ± 0.044	0.288 ± 0.050	0.937 ± 0.020	0.703 ± 0.049	0.766 ± 0.046	0.982 ± 0.010		-0.01
長崎県	2019年	0.432 ± 0.035	0.838 ± 0.031	0.270 ± 0.038	0.919 ± 0.023	0.414 ± 0.041	0.730 ± 0.042	0.396 ± 0.045	0.793 ± 0.047	

上はペアワイズ F_{ST} 値、下はペアワイズ $F_{ST}-P$ 値を示す

ボンフェローニーの多重比較の補正を行った上で、5%水準で有意差があった組合せはなかった

小課題 2: 操業情報収集

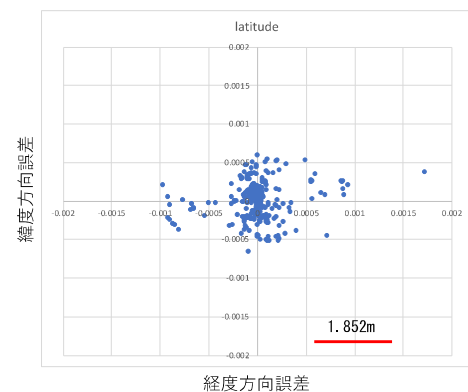


図 2-1. AIS クラス B で得られた位置情報に対する iPad で取得された位置情報の緯度・経度方向の誤差

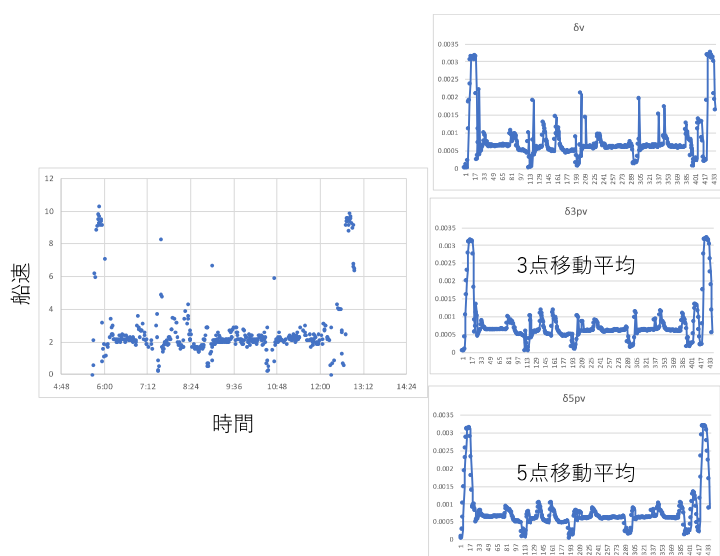


図 2-2. 底びき網漁船の出港～操業～入港の船速変化。
AIS クラス B のデータ解析による船速変化（左図）と
iPad の GPS で取得された位置情報から求めた船速変化
（右上：瞬時船速、右中：3 点移動平均、右下：5 点移
動平均）

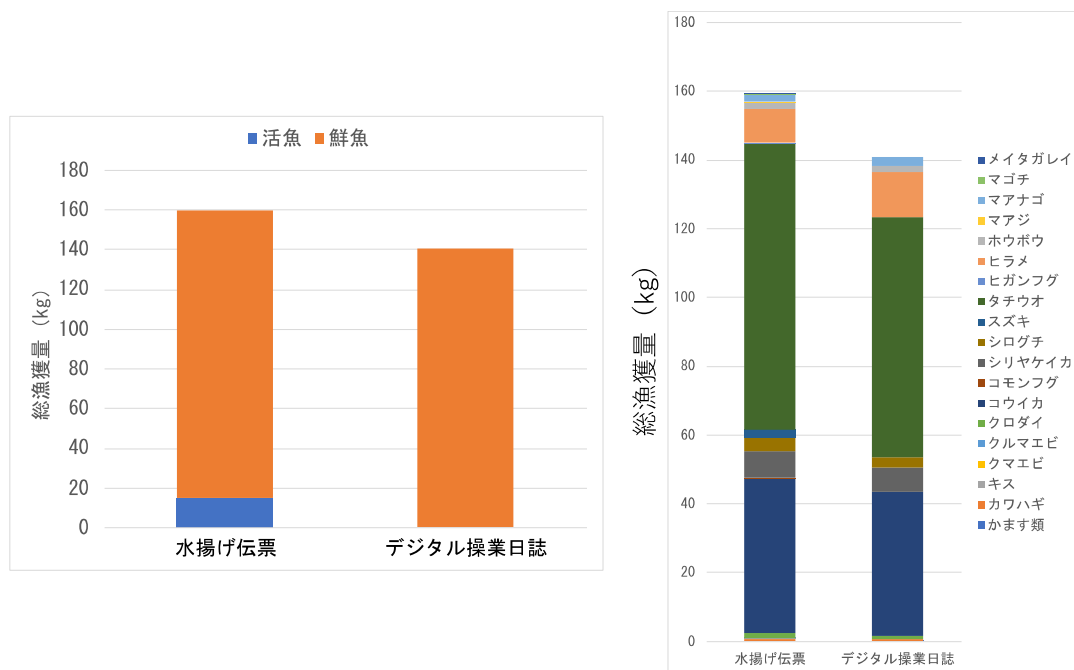


図 2-3. ある操業における底曳き網漁船の水揚げ伝票とデジタル操業日誌による漁獲量(左図)
および魚種組成（右図）の比較。漁獲量は水揚げ伝票が多いがデジタル操業日誌による入力
は概ね実態を反映している。また、魚種組成は漁獲量の少ない魚種ほど、デジタル操業日誌
に入力漏れがみられた。

TTによる漁船の追跡結果の例

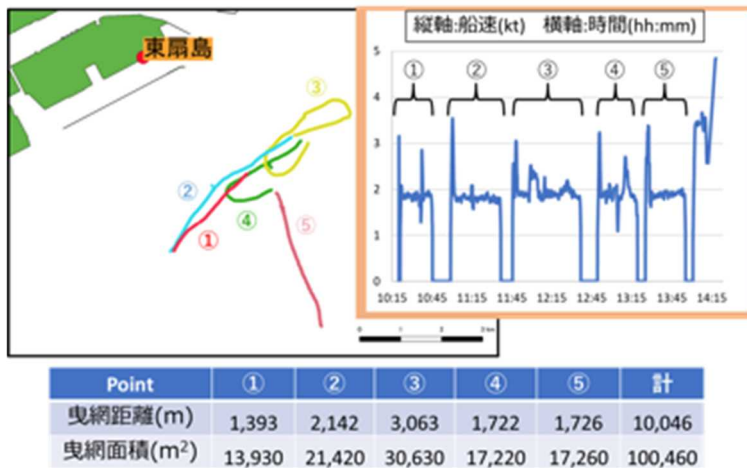


図 2-4. レーダによる漁船の追尾例：曳網航跡・曳網開始終了位置など

AISクラスBの搭載

調査協力漁船にAIS受信機を設置。



小型底びき網漁船(S丸)

あなご筒漁船(K丸)

図 2-5. AIS クラス B の搭載状況

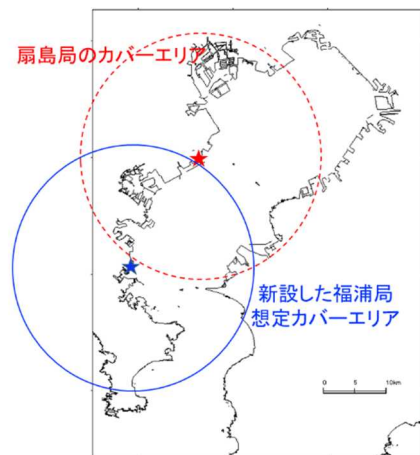


図 2-6. データ収録用 AIS 局の配置

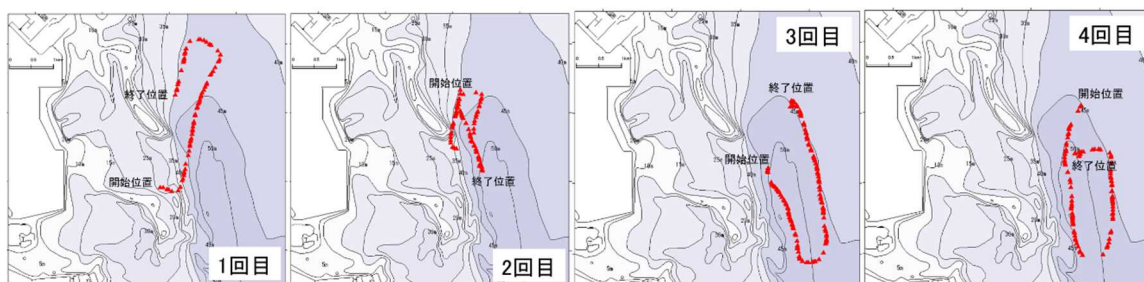


図 2-7. 小型底びき網漁船 S 丸の 4 回操業の曳網航跡

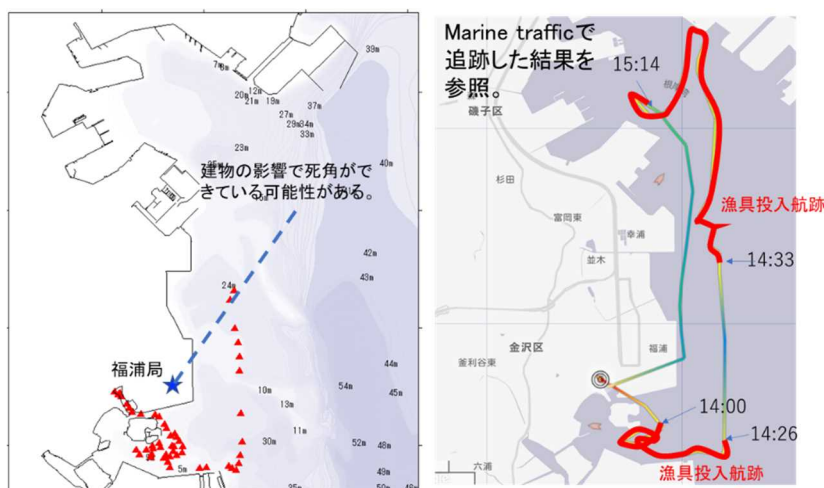


図 2-8. あなご筒漁船 K 丸の漁具投入カ所の航跡（福浦局の死角に入ってしまうデータ途中で途切れたため（左）、Marine traffic のデータを参照：（右））

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

表 3-1. AMSY による最近年（2018 年）の B2018/Bmsy の推定値と資源状態の判定

	B2018/Bmsy		AMSYによる 資源状態の判定（※）
	中央値	95%信頼区間	
イシガレイ	0.21	0.12-0.38	over-exploited
コノシロ	1.36	0.76-2.51	not over-exploited
コウイカ	1.10	0.62-1.97	not over-exploited
クルマエビ	0.70	0.39-1.28	not over-exploited
マコガレイ	0.12	0.07-0.22	over-exploited

※ B/Bmsy $\geq$ 0.5 なら not over-exploited, B/Bmsy<0.5 なら over-exploited

表 3-2. CPUE の特性値と予測モデルからの誤判定の確率

	CPUE（資源量指数）について			予測モデル	
	年数	最大と最小の 差の割合	最近年/最大年	Type1 error* の確率(%)	Type2 error** の確率(%)
イシガレイ	28	0.99	0.12	12	4
コノシロ	28	0.99	0.43	3	5
コウイカ	28	0.92	0.69	-	-
クルマエビ	28	0.96	0.38	-	-
マコガレイ	28	0.96	0.04	3	5

*Type1error とは、DR 法では over-exploited でないという判定に対して AMSY では over-exploited と判定

**Type2error とは、DR 法では over-exploited という判定に対して AMSY では over-exploited でないと判定

イカやエビ類に関する情報は RAM では乏しかったため、今回のモデルの対象外

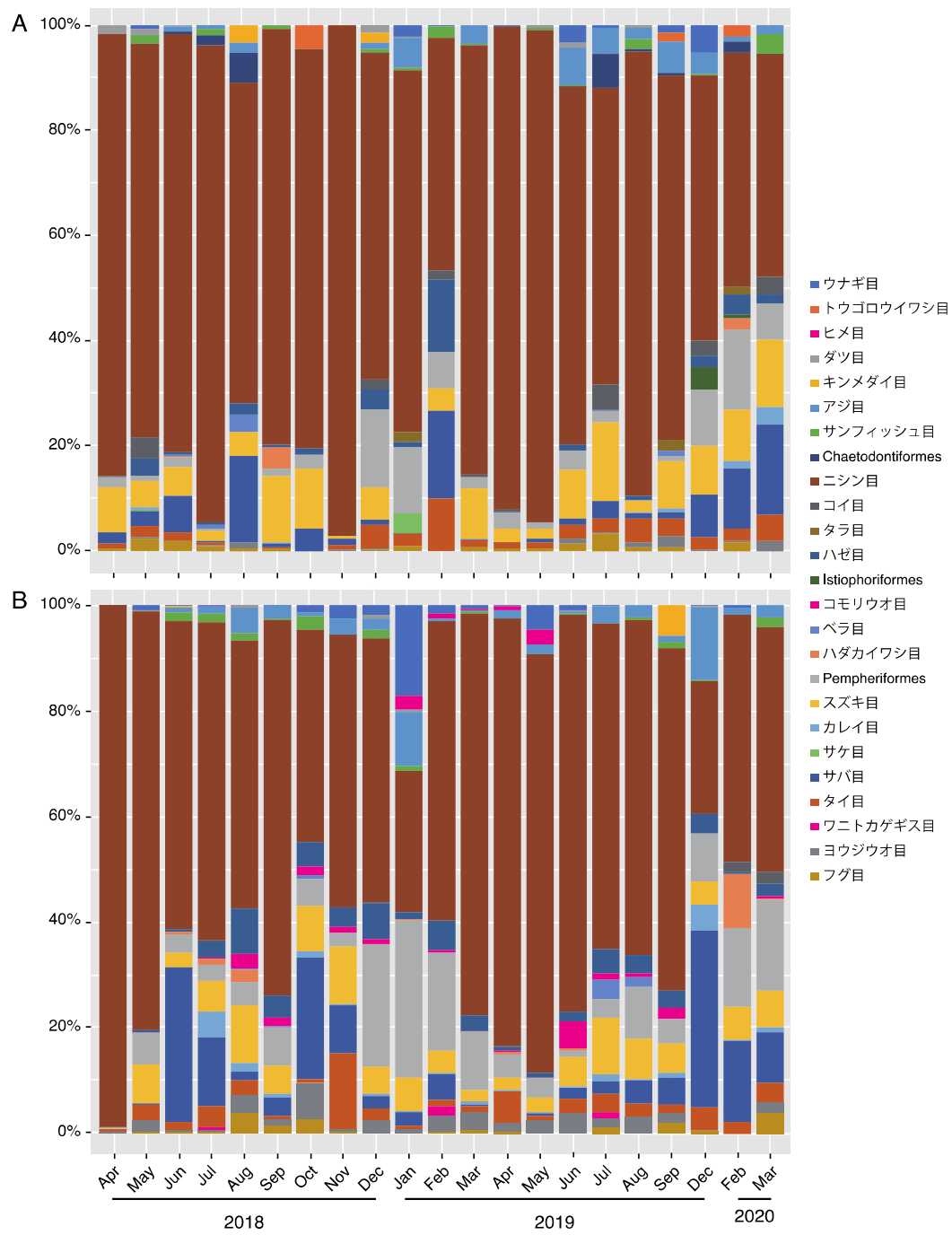


図 3-1. 各月の魚類相対出現頻度 (A:表層, B:底層)

小課題 4: 環境情報提供システムの運用へ向けた実証

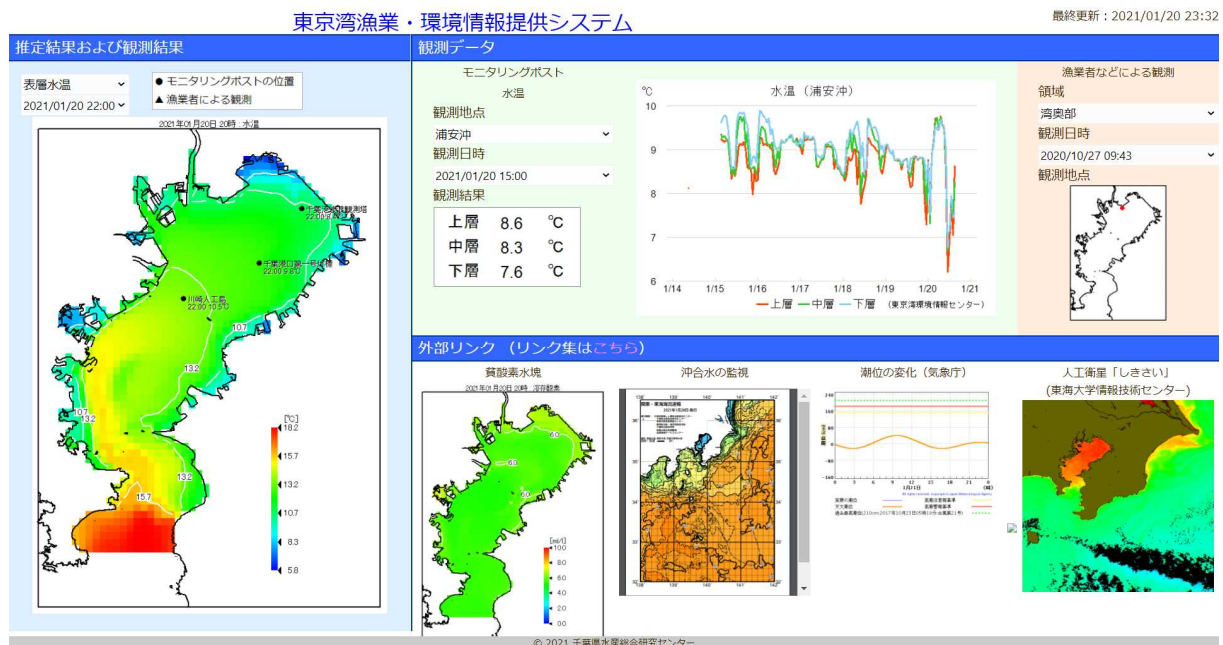


図 4-1. 東京湾漁業・環境情報提供システム

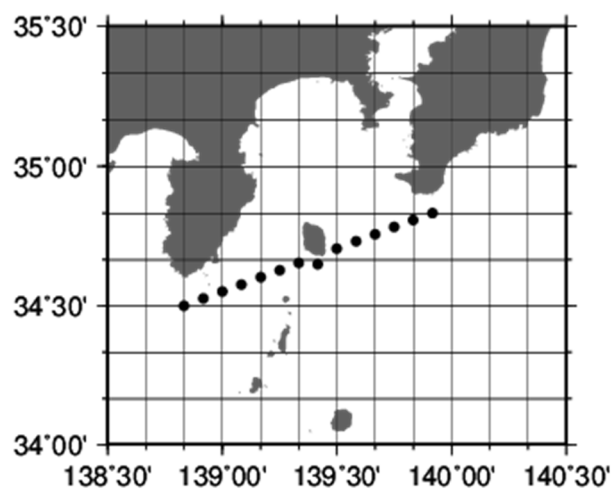


図 4-2. 蒼鷹丸 2020 年 9 月東京湾 XCTD・ADCP 観測測点図

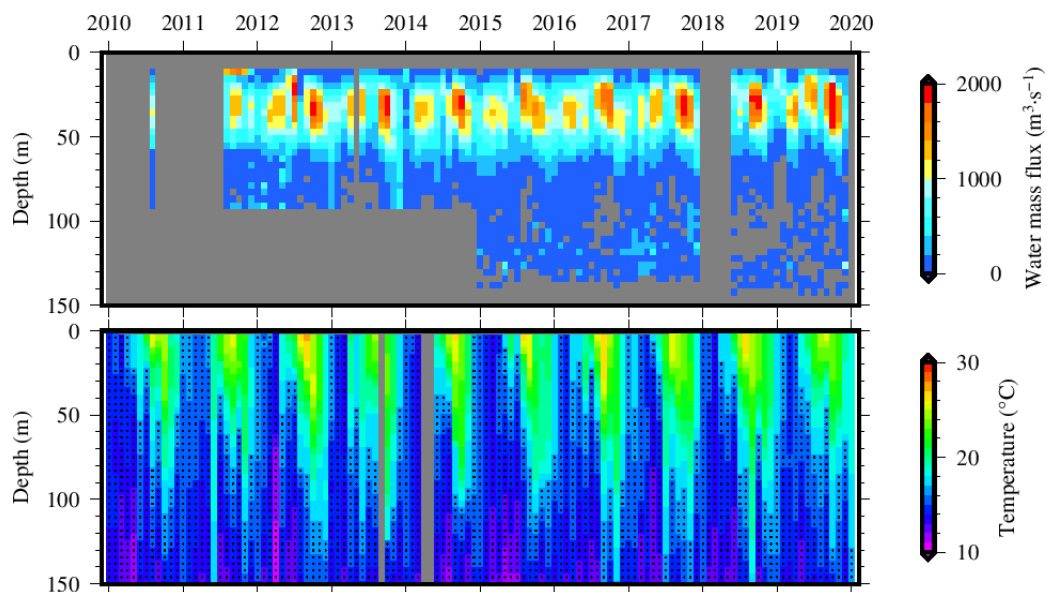


図 4-3. 東京湾口の海水流入量（上段）・水温（下段）の鉛直分布。下段図の x は 17℃以下を示す。

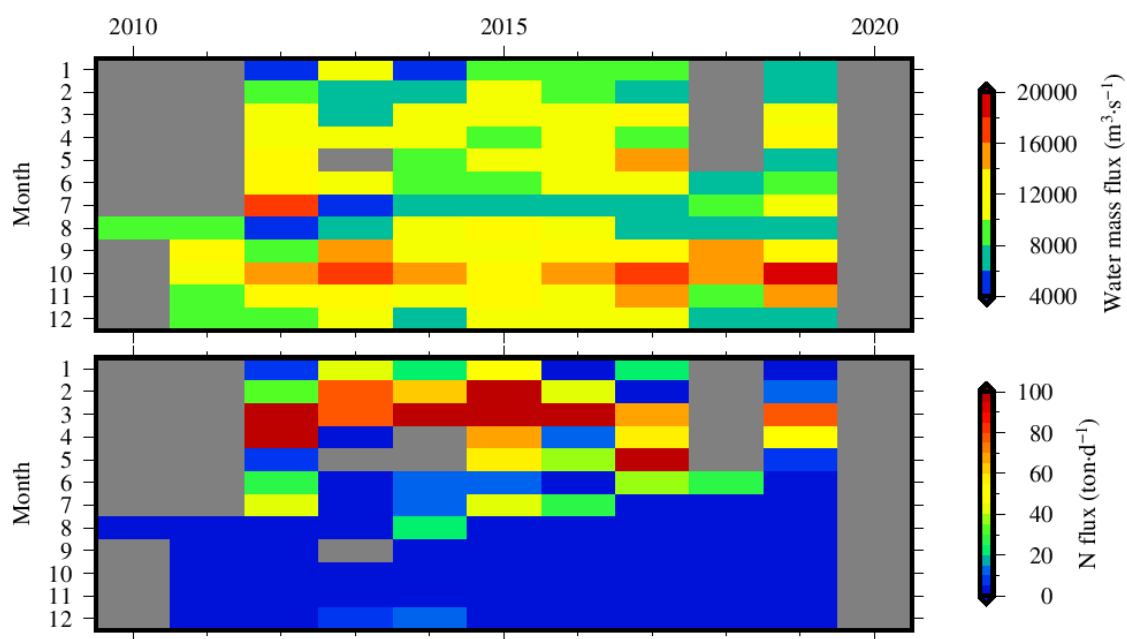


図 4-4. 各年・各月の東京湾口における外洋からの海水流入量（上段）・推定された溶存態窒素流入量（下段）。

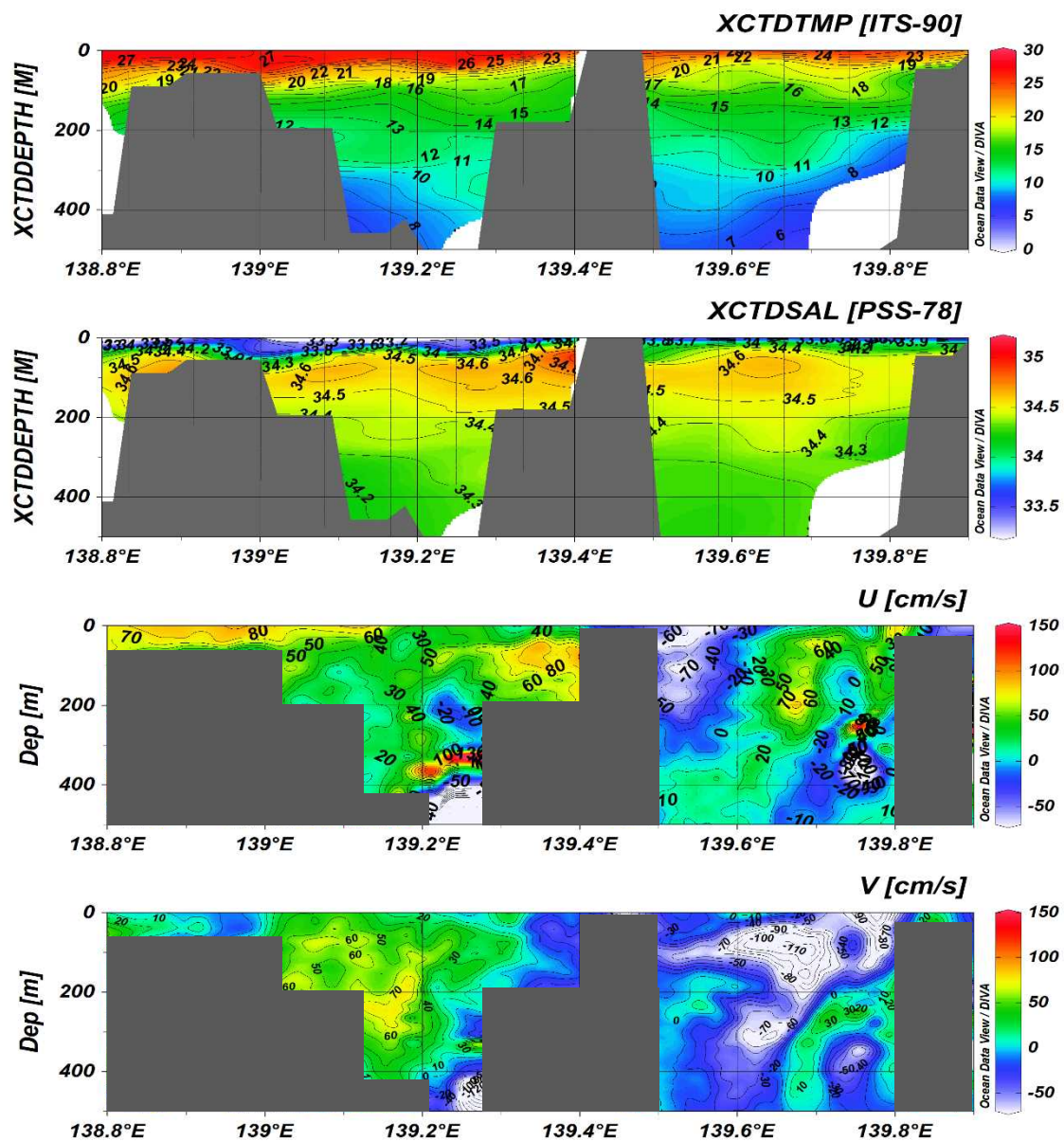


図 4-5. 蒼鷹丸 2020 年 9 月東京湾 XCTD・ADCP 観測結果。上から水温、塩分、西向流速、北向流速を示す。

【実施に当たっての問題点】

小課題 1: 水揚げ情報収集

【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、漁業者による試験運用へと移行したが、今後の本格実装の際には、試験運用の結果をみて問題点を整理し、調整する必要がある。

【神奈川県】

・「漁獲情報収集システム」から「水揚げ情報 DB」へのスムーズなデータの移行。
・スマート水産業事業による漁獲情報収集システムとのすみわけあるいは統合の仕方が直近の課題となる。
・タチウオの資源評価に向けた資源動向のとらえ方、管理方策の及ぶ範囲の設定、具体的な管理手法の決定の仕方が当面の問題となる。

【水研】

・本事業での取り組みで提供可能な魚種リストは整ったが、具体的にデータ収集を実施する魚種については、後継事業等での検討が必要。
・デジタル操業日誌による位置情報や操業情報の取得は、個人情報も扱う観点から漁業者や漁協への十分な説明を行い、同意を得る必要がある。
・東京湾周辺のトラフグ系群構造を明らかにするためには標識放流や漁況変動の解析等による更なる検討が重要であると考えられた。

小課題 2: 操業情報収集

① リアルタイム操業情報把握システムの検討

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と考えられた。また、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と示唆された。

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

なし

小課題 4: 環境情報提供システムの運用へ向けた実証

なし

【資源調査評価事業に受け渡す事項】

小課題 1: 水揚げ情報収集

【千葉県】

・千葉県では、現状において、東京湾海域を含む中央ブロックの資源評価魚種候補となっていないが、将来の資源評価対象魚種の拡大に向け、コウイカ（R2 西海ブロック資源評価対象種）、サヨリ（R2 東北ブロック資源評価対象種）に関する調査の継続を希望する。

・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、マコガレイ、トラフグ、クルマエビ、タチウオ、マアナゴ、スズキ、コノシロなどに関する環境データ、CPUE データを収集し、資源評価に資する情報提供を行うため、継続して利用したい。

・千葉県では、漁船による漁場環境情報を収集するために底びき網漁業者へ貸与したハンディ型多項目水質計について、マコガレイ、トラフグ、クルマエビ、タチウオ、マアナゴ、スズキ、コノシロなどに関する環境データを収集し、資源評価に資する情報提供を行うため、継続して利用したい。

・千葉県では、東京湾漁船漁業の操業効率化に資するために開発した「東京湾漁業・環境情報提供システム」について、マコガレイ、トラフグ、クルマエビ、タチウオ、マアナゴ、スズキ、コノシロなどに関する漁業データ、環境データなどの資源評価に資する情報提供を行うため、継続して運用したい。

【神奈川県】

・構築した「漁獲情報収集システム」は上述のと通りの目的で運用を継続し、資源調査評価事業における各種解析のためのデータ提供を行うことは可能。

・構築した「漁獲情報収集システム」は上述のとおりデータの収集と蓄積を継続し、資源調査評価事業における各種解析のためのデータ提供に資する。

・トラフグの資源評価に向けて、市場調査や標本船調査等の資源生態情報の継続的な収集が必要である。

・タチウオについても、資源評価に向けて今後もこれまでのような調査を継続して各種データを収集していく。

【水研】

・トラフグの伊勢・三河湾と東京湾周辺の集団に遺伝的な差はないという結果になったが、資源評価に向けては、標識放流や漁況変動の解析等による更なる検討が重要である。

・タチウオの一連の解析の結果、東京湾と日本周辺に広く分布するタチウオに遺伝的な差異はなかった。しかし、大分、高知、和歌山などの西日本の各漁場では資源の衰退が問題となっている一方で、東京湾での漁獲は堅調である。今後、湾内で漁獲される本種をある程度独立したローカルな資源として管理措置を考えてよいのか、見極めていく。

小課題 2: 操業情報収集

なし

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

- ・資源量指標値の整備とそれによる資源評価を行ったが、漁獲量統計の整備とそれを加えた資源評価が重要であり、漁獲量情報の取り込みが次の課題となる。
- ・機械学習を利用した環境と指標値の関係は、解釈が難しいところがあり、より解釈がしやすい情報や手法の整備が必要。
- ・複数種の種間関係を考慮したモデルの構築

小課題 4: 環境情報提供システムの運用へ向けた実証

なし

【成果の発表】

- ・岡部 久, 斎藤真美 (2018) 「東京湾におけるタチウオの成長と餌料環境」 2018 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, P. 41.
- ・岡部 久, 斎藤真美, 柳本 卓 (2019) 「資源管理対象種としての東京湾のタチウオ」 2019 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, P. 41.
- ・岡部 久 (2020) 「神奈川県における沿岸種資源評価」 黒潮の資源海洋研究第 21 号, 15-18.
- ・宮川光代, 岡村 寛, 市野川桃子 (2021) 「データリミテッドな方法を用いた資源評価に影響を及ぼす要因」 令和 2 年度日本水産学会春季大会講演.
- ・篠原直登, 本郷悠貴, 市野川桃子, 西嶋翔太, 澤山周平, 黒木洋明, 宇都康行, 三田久徳, 石井光廣, 秋元清治, 草野朱音, 岡部久 (2020) 「環境 DNA が明らかにする東京湾の魚類群集の時空間的な動態とその駆動要因」 個体群生態学会, オンライン, ポスター発表.
- ・金森由妃, 岡村寛, 西嶋翔太, 本郷悠貴, 宇都康行, 三田久徳, 石井光廣, 秋元清治, 草野朱音 (2021) 「江戸前の魚たちの空間分布: eDNA と漁獲量データを用いた統合モデルによる推定」 生態学会, オンライン, ポスター発表.
- ・山本敏博, 横内一樹, 堀正和, 内田圭一 (2021) 「東京湾でのデジタル操業日誌の活用展開について」 東京湾研究会, オンライン, 口頭発表.
- ・篠原直登, 本郷悠貴, 市野川桃子, 西嶋翔太, 澤山周平, 黒木洋明, 宇都康行, 三田久徳, 石井光廣, 草野朱音, 秋元清治 (2021) 「環境 DNA が明らかにする、東京湾の魚類群集の時空間的な変動とその駆動要因」 東京湾研究会, オンライン, 口頭発表.

- ・西嶋翔太, 本郷悠貴, 金森由妃, 篠原直登, 岡村寛, 宇都康行, 三田久徳, 石井光廣, 秋元清治, 草野朱音 (2021) 「東京湾に生息する魚類の空間的な違いを環境 DNA で明らかにする」東京湾研究会, オンライン, 口頭発表.
- ・金森由妃, 岡村寛, 西嶋翔太, 本郷悠貴, 宇都康行, 三田久徳, 石井光廣, 秋元清治, 草野朱音 (2021) 「環境 DNA と漁獲量データから推定する魚類の分布域：統合型空間モデルを用いた解析」東京湾研究会, オンライン, 口頭発表.