

令和4年度 定置網漁業等における
数量管理のための技術開発事業
報告書

令和5年3月

定置網漁業等数量管理技術開発コンソーシアム

目次

1	令和4年度 定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業について	1
2	定置網漁業の概要	2
3	定置網漁業の数量管理のための技術開発に関する調査 アンケート調査報告（ブリ、サワラ小型魚の再放流について）	7
4	事業の目的と実施体制	12
5	定置網漁業等における数量管理のための技術開発の報告 <神奈川県地区>	14
5.1	開発体制とコンソーシアム構成員の役割	14
5.2	技術開発の題目と目的	14
5.3	技術開発の方法	15
ア	漁具改良等技術開発	15
イ	データ収集・分析	17
5.4	技術開発の結果	25
ア	漁具改良等技術開発	25
イ	データ収集・分析	25
5.5	まとめ	42
6	定置網漁業等における数量管理のための技術開発の報告 <山口県地区>	50
6.1	開発体制とコンソーシアム構成員の役割	50
6.2	技術開発の題目と目的	50
6.3	技術開発の方法	51
ア	漁具改良等技術開発	51
イ	データ収集・分析	54
6.4	技術開発の結果	56
ア	漁具改良等技術開発	56
イ	データ収集・分析	60
6.5	まとめ	62
7	検討会の設置と開催及び現地調査	63
	付録	81
	1.神奈川県地区の定置網漁業等における数量管理のための技術開発の概要紹介	82
	2.山口県地区の定置網漁業等における数量管理のための技術開発の概要紹介	83

1 令和4年度 定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業について

国は、水産資源の適切な管理と水産業の成長産業化を両立させ、漁業者の所得向上と年齢バランスの取れた漁業就業構造の確立を目指しており、令和2年12月に漁業法等の改正を施行した。水産庁は、資源管理に関する基本的な考え方を「資源管理は、水産資源ごとに、最新の科学的知見を踏まえて実施された資源評価に基づき資源管理の目標を設定し、当該資源管理の目標の達成を目指し漁獲可能量による管理を行い、最大持続生産量を実現できる資源量の水準を維持し、又は回復させることを基本とします。」と示している。

とりわけ、定置網漁業は、我が国の沿岸漁業の漁獲量のうち約4割を占めており、日本の水産物の供給に重要な役割を果たしているが、受動的漁具を用いた漁業であり、魚種を選択して漁獲することが困難である。

定置網漁業の資源管理を行う上で、一回で漁獲される魚種の数が多い特徴を有しているため、魚種別の資源状況に応じた操業を行なうことが難しく、できる限り小型魚等を漁獲しない技術や魚種選択性を向上させる技術の開発が極めて重要である。

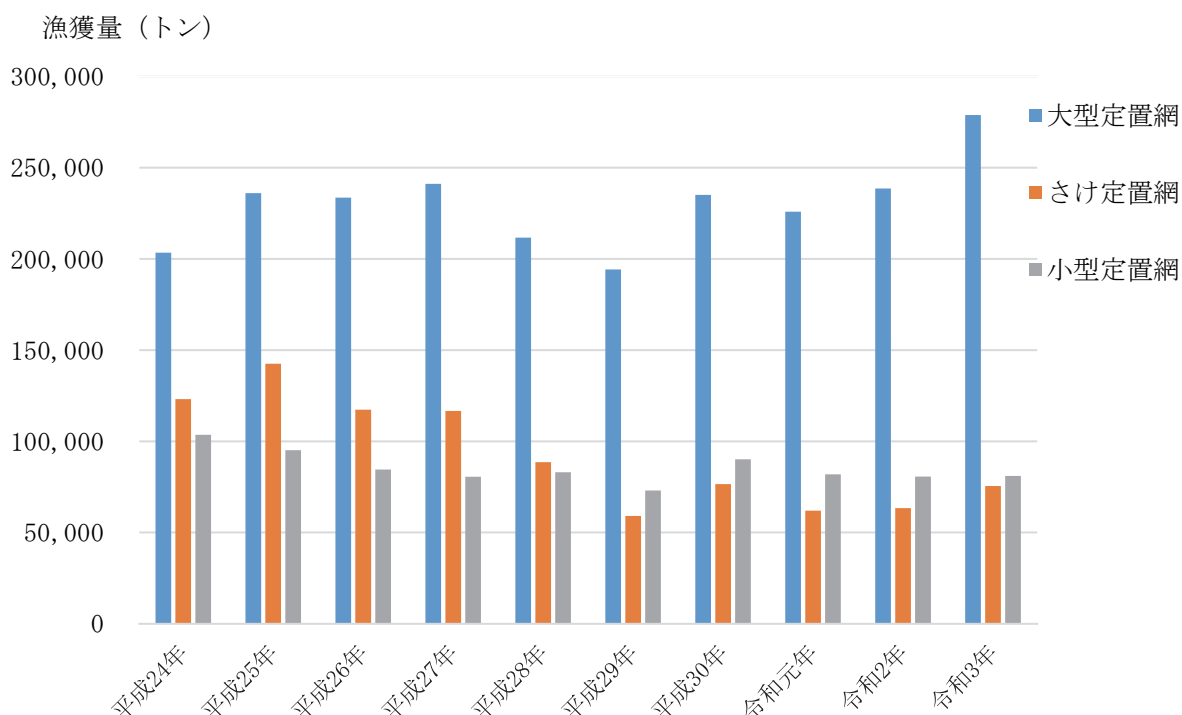
水産庁は、令和2年に定置網漁業に関する既存の技術や取組等について整理し、選択漁獲に関する技術開発について検討するために、「定置網漁業の技術研究会」を設置し、定置網に関する選択技術の現状や課題、現場での取組内容、選択漁獲技術に関する今後の可能性等について意見交換を行ない、「定置網漁業の技術研究会中間とりまとめ」を公表している。

このような状況の下、本事業は、TAC対象魚種等（又は今後資源管理の対象として予定されている魚種）の定置網漁業における数量管理のための技術開発及び技術普及を行うことにより、円滑な資源管理が可能となる定置網漁業の操業体制の構築に資するものである。

2 定置網漁業の概要

2.1 定置網漁業の漁獲量

我が国の2021年における海面漁業の生産量は324万トンである。同年の定置網漁業の漁獲量は43万6千トン〔大型定置網の生産量は27万9千トン（64.0%）、さけ定置網の生産量は7万5千トン（17.3%）、小型定置網の生産量は8万1千トン（18.6%）〕である。定置網漁業は、我が国全体の漁獲量の約13%を占め、日本の水産物の供給に重要な役割を果たしている。定置網漁業の最近10年間の漁獲量を図表2.1に示す。



図表 2.1 定置網漁業の最近10年間の漁獲量

※農林水産省 漁業・養殖業生産統計に基づき日本定置漁業協会で作成

2.2 漁業法上の定義

「定置漁業」とは、漁具を定置して営む漁業であり、漁業法第60条3において、次のように定義されている。

- 一 身網の設置される場所の最深部が最高潮時において水深二十七メートル（沖縄県にあつては、十五メートル）以上であるもの（瀬戸内海（第五十二条第二項に規定する瀬戸内海をいう。）におけるます網漁業並びに陸奥湾（陸奥湾の海面として農林水産大臣の指定するものをいう。）における落とし網漁業及びます網漁業を除く。）
- 二 北海道においてさけを主たる漁獲物とするもの

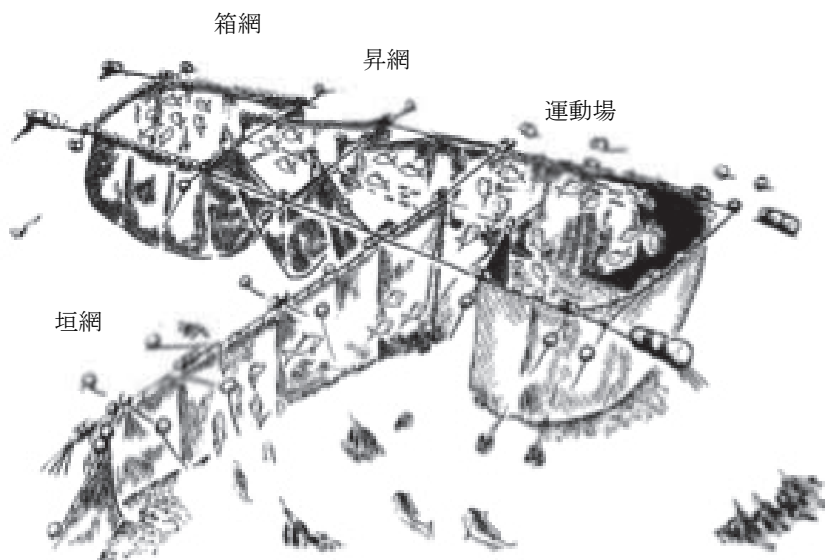
2.3 大型定置網漁業

全国における漁業法第 60 条 3 に基づく定置漁業権（サケ定置を含む。）は 1,605 件である（2018 年 9 月から 2019 年 8 月にかけて行われた第 14 次定置漁業権免許の切り替え）^{注1}。その内、北海道が 925 件で全体の半分以上を占めている。但し、ほとんどの漁業権はサケの遡上漁期に限定されたサケ定置であり、北海道においてサケ以外の魚種も漁獲対象とする定置漁業権は特定の海域・漁具等に限定された 60 件前後である。一般社団法人日本定置漁業協会によると、その他の主な府県で定置漁業権が多いのは、青森県 23 件、岩手県 81 件、宮城県 33 件、神奈川県 24 件、新潟県 27 件、富山県 79 件、石川県 64 件、福井県 41 件、三重県 34 件、京都府 32 件、島根県 28 件、高知県 33 件、長崎県 59 件、鹿児島県 25 件である。

2.4 定置網漁業の操業方法と網の種類

定置網漁業では、漁場は港から近距離（数キロ程度）にあり、一般的に漁船は 20 トン未満の「網起し船」と呼ばれる船舶を 1～5 隻程度使用する。定置網は、全国に多数存在しており、網の種類は、漁場の特性や漁獲する魚種によって様々な形態がある。主な定置網の網型には、落とし網類、底・中層網、瓢（ヒサゴ）網、柝（マス）網類、網えり等が挙げられる。

落とし網類は、我が国で最も普及している網型であり、垣網と身網で構成され、身網は運動場、昇網、箱網の 3 区分から成る（図表 2.4）。来遊した魚群は垣網に誘導され網口から運動場に入る。その後、昇網を経て箱網へ集まった魚を漁獲する。



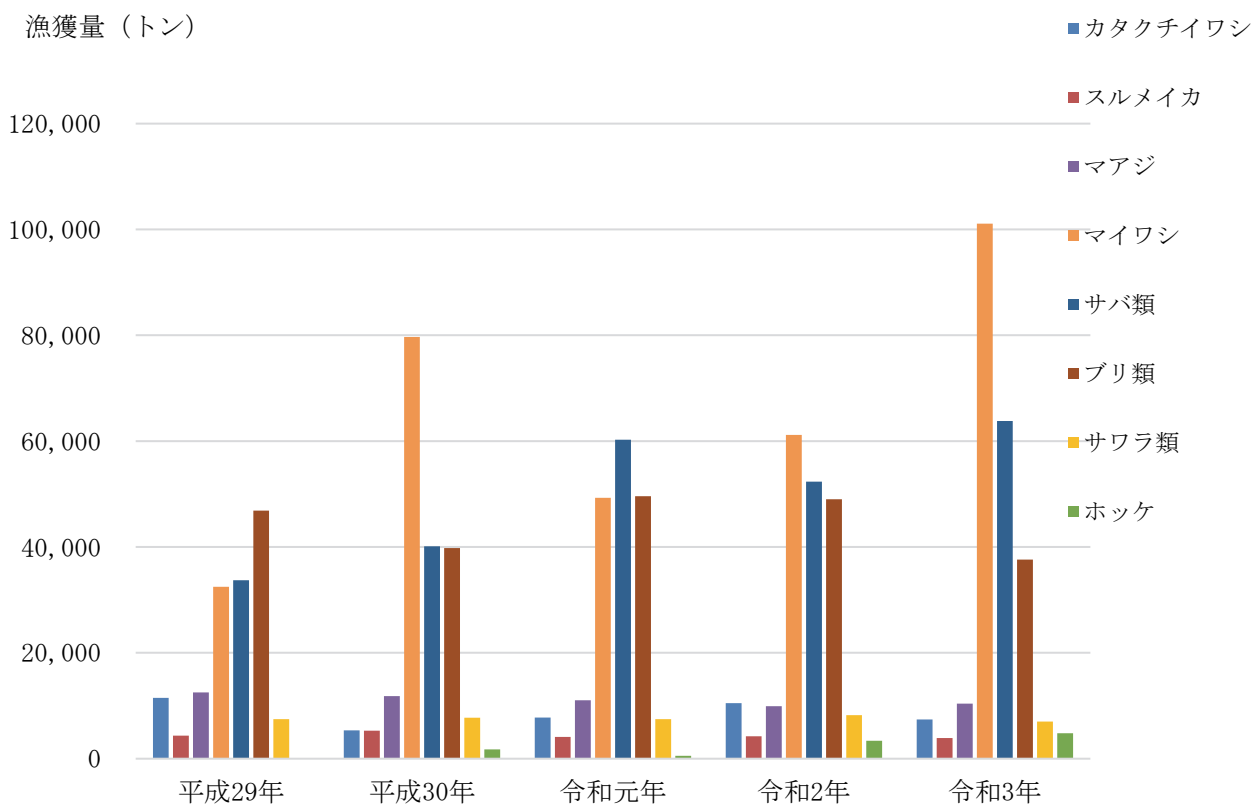
図表 2.4 落とし網の構造

資料引用：井上喜洋 画（一般社団法人日本定置漁業協会 HP）

2.5 定置網漁業の漁獲種

一般に定置網では、サバ類、ブリ類、イワシ類、アジ類、サワラ類、スルメイカ等の魚種が多く漁獲されている（図表 2.5.1）。

我が国では、サンマ、スケトウダラ、マアジ、マイワシ、サバ類、スルメイカ、ズワイガニ、クロマグロの8魚種をTAC（Total allowable catch）の対象魚種に設定しており、現在、TAC魚種は漁獲量の6割を占めているが、令和5年度までに漁獲量の8割をTAC魚種とすることを目指しており、カタクチイワシ、ホッケ、ブリ、サワラ、ウルメイワシ、マダラ等が追加魚種の候補として挙げられている。これらの魚種は、資源管理を行う上で重要な魚種であり、定置網漁業の主要な漁獲種と多くが被っている。

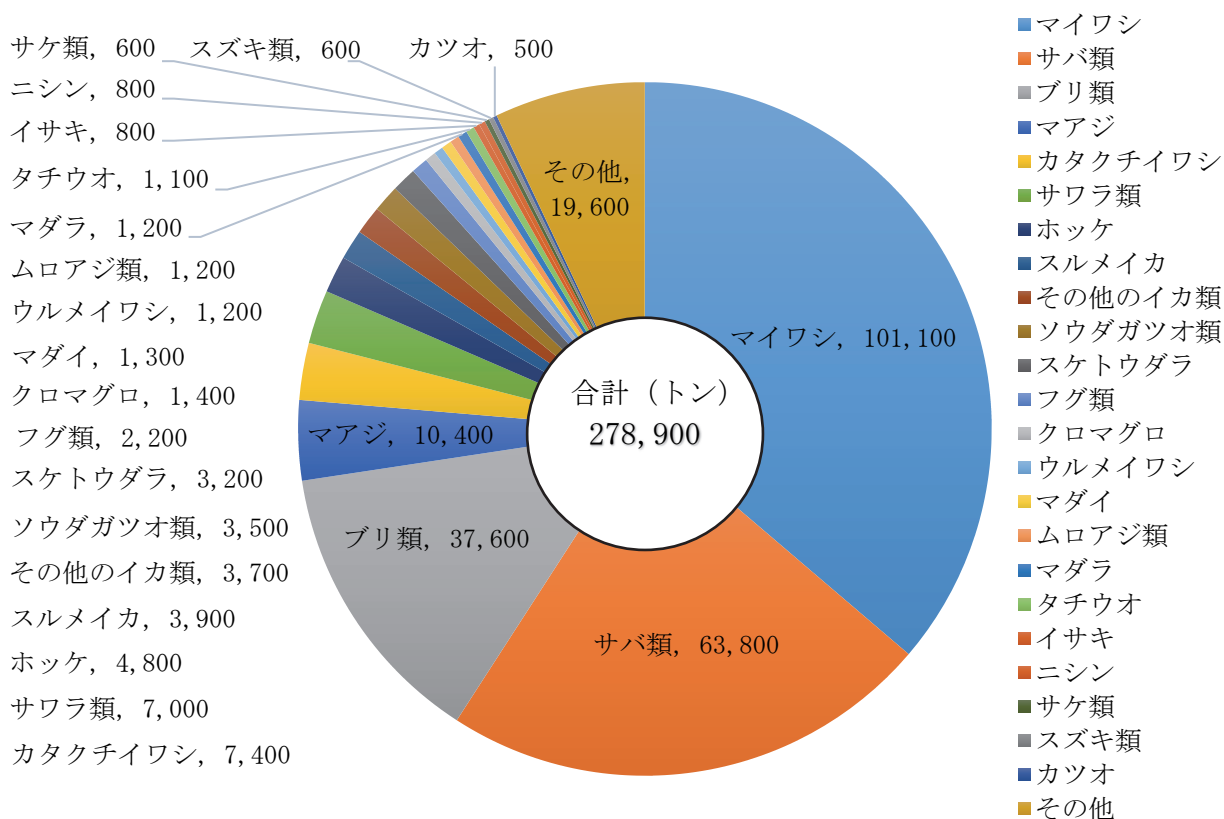


図表 2.5.1 大型定置網漁業の最近5年間の主な魚種別漁獲量

※農林水産省 漁業・養殖業生産統計に基づき日本定置漁業協会で作成

定置網漁業は魚種の選択性が低いため、積極的な資源管理が難しいという指摘もあるが、今後の資源管理の推進を図っていくためにも、定置網漁業においても資源管理型の選択性の高い漁具の開発や混獲される小型魚を削減する技術が求められていることから、水産庁は、定置網漁業に関する既存の技術や取組等について整理するとともに、選択的な漁獲について専門家による技術面からの検討を行うために定置網漁業の技術研究会を令和2年に開催している。この中で、定置網に関する選択技術の現状や課題、取組内容、選択技術に関する可能性等について意見交換が行われた。

本事業では、先の経緯を踏まえて、神奈川県地区と山口県地区の2箇所にある大型定置網漁業の落とし網類を対象にして数量管理に関する技術開発に取り組むものである。また、TAC 対象魚種及び国民生活上又は漁業上重要な魚種を含む魚種に対して、魚種選択性の向上に必要な情報の取得を目指している。大型定置網漁業の魚種別漁獲量（令和3年）を図表2.5.2に示す。本事業でも資源管理を行う上で重要な魚種を考慮して取り組むものとする。



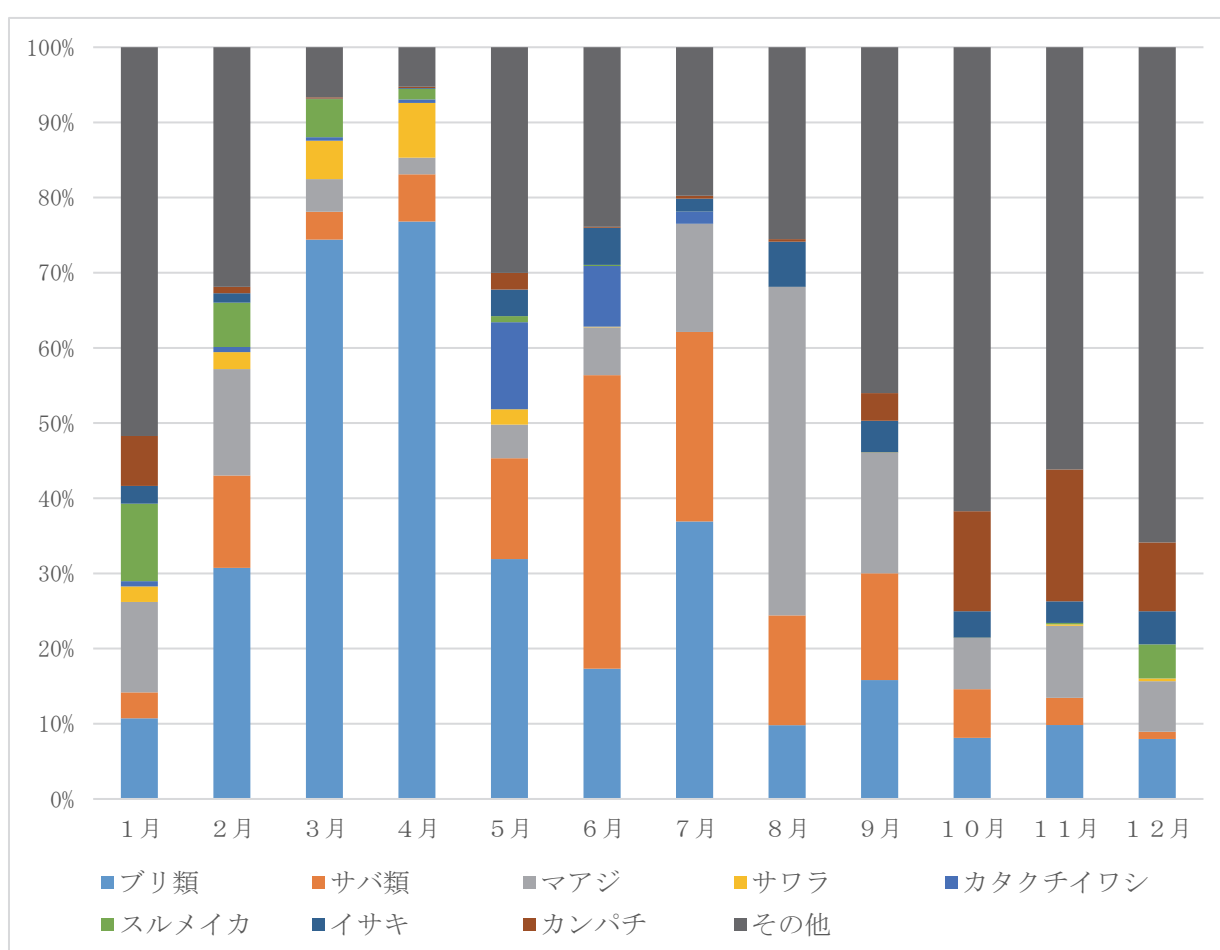
図表 2.5.2 大型定置網漁業の魚種別漁獲量（令和3年）

※農林水産省 漁業・養殖業生産統計に基づき日本定置漁業協会で作成

全国各地の沿岸域に設置される大型定置網漁業で漁獲される魚種は各道府県によっても、また時期によっても異なり多種多様であるといえる。さらには、定置網漁業は一回で漁獲される魚種の数は多いが、混獲の状況も時期によって大きく偏りが見られることもある。そのため、特定の魚種が集中的に獲れることもある。

参考事例として、三重県の月別魚種別漁獲構成割合（令和3年）を図表2.5.3に示す。

図表2.5.3からわかるように、3月、4月は、ブリが漁獲全体の3/4を占めているのに対して、8月から1月の間は1割前後の漁獲しかない。サワラについては、3月、4月に1割弱の漁獲は見られるが、他の月は殆ど漁獲がない。



図表 2.5.3 三重県の月別魚種別漁獲構成割合（令和3年）

※三重県水産研究所「三重県ブリ定置漁獲統計」のデータに基づき日本定置漁業協会で作成

3 定置網漁業の数量管理のための技術開発に関する調査

一般社団法人日本定置漁業協会が令和4年9月から10月に行った「ブリ、サワラの小型魚の再放流に関するアンケート調査」の結果は次のとおりである。

3.1 ブリとサワラを対象とした再放流に関するアンケートの実施

TAC 対象の検討魚種として 15 種類が挙げられている。これらの中で、すべての漁業種類の漁獲量合計のうち定置網漁業がサワラ類 53%、ブリ類 51%を占めている（図表 3-1）。そこで、この2魚種について、再放流に関するアンケート調査を道府県定置漁業協会に対して実施した。

図表 3.1 TAC 検討魚種の漁業種類別漁獲量割合

	大臣管理		知事管理						
	底曳網	まき網	底曳網	まき網	船曳網	定置網	その他網	釣延縄	その他
カタクチイワシ		20%		28%	45%	7%	3%		
ブリ類		23%		9%		51%	3%	6%	
ウルメイワシ		11%		58%		3%	7%		
マダラ	49%		20%			6%	30%	9%	
カレイ類	30%		23%			8%	36%	1%	
ホッケ	36%		17%	2%		29%	25%		
サワラ類		2%	1%	2%	1%	53%	16%	21%	
マダイ	4%	10%	16%	3%	32%	11%	9%	13%	
ヒラメ	10%		17%		1%	19%	35%	9%	
ムロアジ類		11%	1%	59%		8%	1%	1%	
イカナゴ	56%	1%	13%		15%	1%	26%		2%
ベニズワイガニ									...
ニギス	55%		48%		1%				

注) 2018～2020 年漁業養殖業生産統計による 3 年平均値である。トラフグとキンメダイは統計上区分されていないため除いた。

3.2 調査の結果

アンケート調査の内容は、①小型魚の再放流が行われている地域での実施方法、②再放流を行っていない地域ではなぜ再放流が困難であるかの理由を問うたものである。なお、「小型魚」の定義について、サイズは特に指定していない。

3.2.1 放流を実施している地域

ブリ小型魚の再放流を行っている地域は、三重県と静岡県を合わせて10漁撈体であった。その方法として、三重県は船上で再放流を行ない、静岡県は網内で再放流を行なっている。

図表 3.2.1 ブリ小型魚の再放流の方法

	三重県 (2 漁撈体)	静岡県 (8 漁撈体)
再放流魚サイズ	体長 15 cm以下	体長 20 cm以下
再放流の方法	船上：船上選別にてワカナを選り分け放流する。手間はかかるが、他の小型魚と混じっている以上やり方はない。死亡率も低いのでやり方に問題はない。	網内：タモ網ですくい獲り放流、金庫網にワカシが多い時は網を下げて放流する。 船上放流は、死亡率が高いので行っていない。

3.2.2 放流が困難な理由

再放流を実施していない地域において、その実施していない理由を問うたところ、ブリ、サワラともに、「手間・時間がかかるから」が全体の3分の2前後の割合を占めて最も高く、次いで「他の魚種も一緒に放流してしまうため」が5割強、「死んでしまうので」が4割強の順となっている。

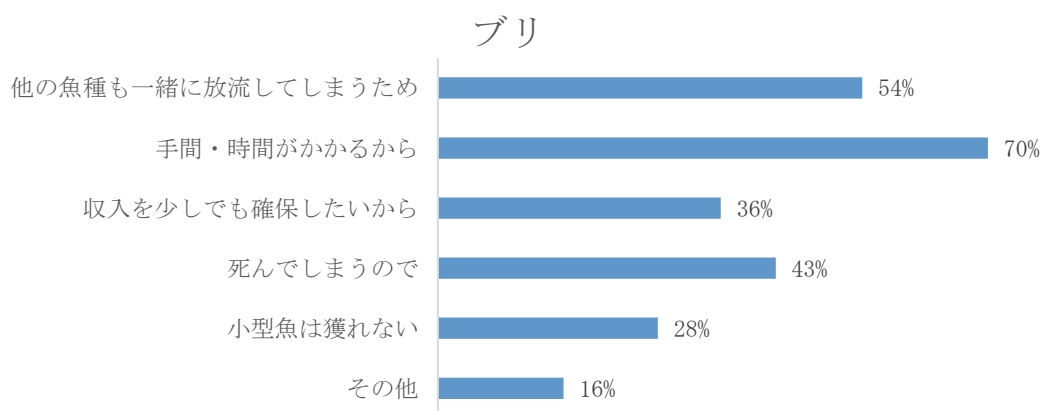


図 3.2.2-1 再放流を実施していない理由（ブリ）

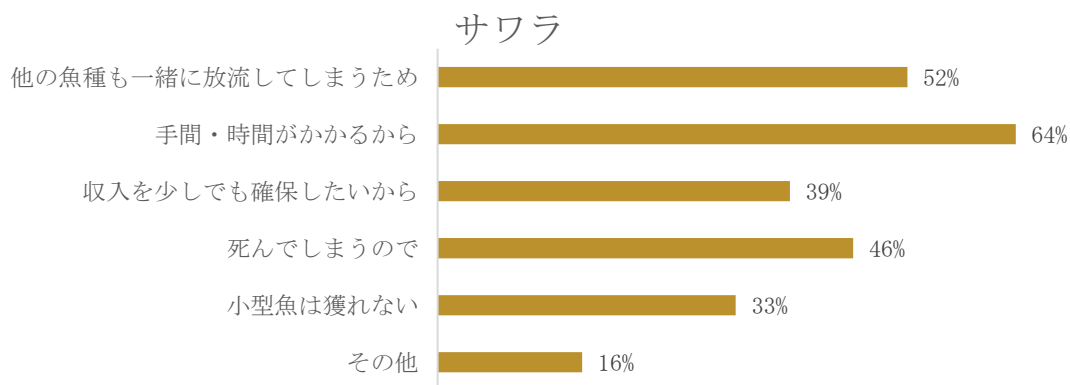


図 3.2.2-2 再放流を実施していない理由（サワラ）

これを地域別にみると、ブリとサワラ共に同じ傾向であるが、九州と太平洋の地域^{注2}は「他の魚種も一緒に放流してしまう」と「手間・時間がかかる」、「死んでしまう」との理由で再放流を実施していないとしている。日本海の地域^{注2}では、「収入を少しでも確保したい」と「その他（採捕規制がされていない）」の意識が高い割合となっている。また、北日本の地域^{注2}は、「小型魚は獲れない」との回答が他の地域と比較して高い割合となっている。

ブリ

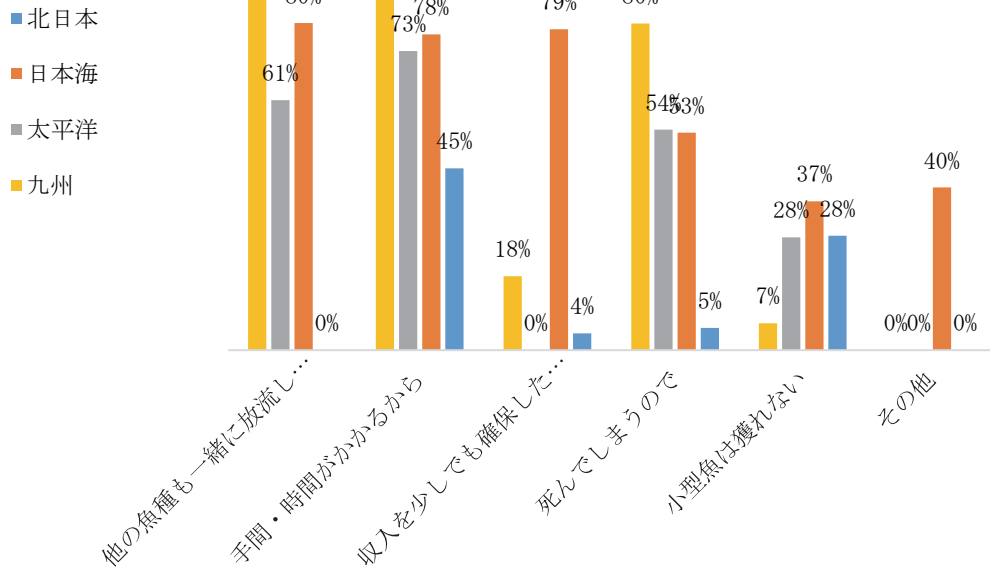


図 3.2.2-3 再放流を実施していない地域別の理由（ブリ）

サワラ

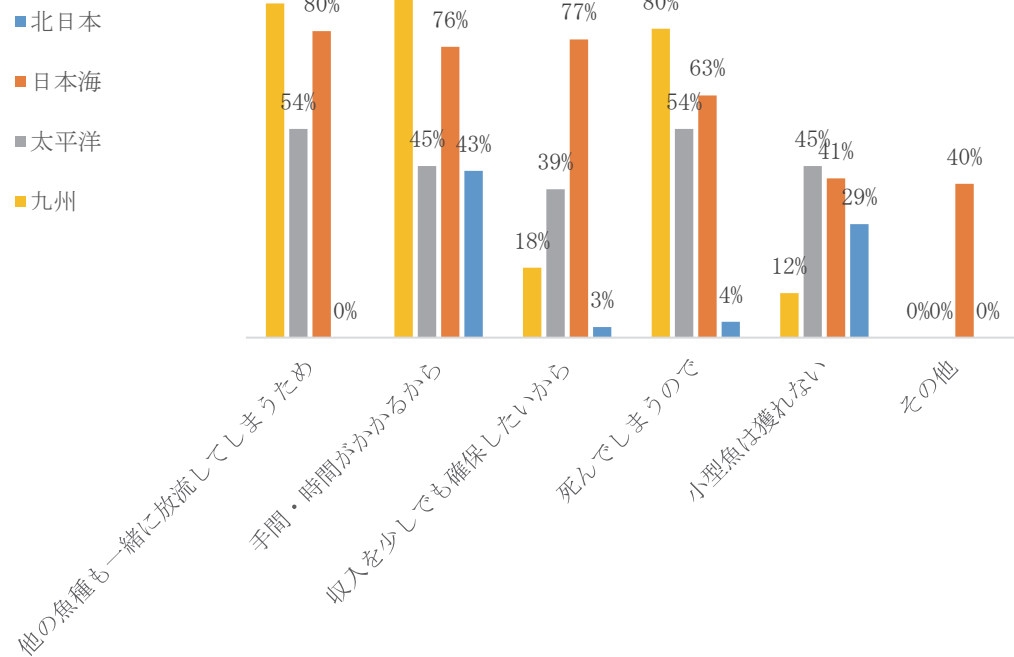


図 3.2.2-4 再放流を実施していない地域別の理由（サワラ）

注1) 集計の方法は、県でまとめて回答があった場合は、項目ごとの回答数に、第14次定置漁業権免許時における道府県ごとの免許件数を乗じた値とし、個別経営体での回答があった場合は項目ごとに加算し第14次定置漁業権免許件数を勘案した値としたものである。

注2) 「北日本」地域は、北海道、青森県、岩手県、宮城県であり、「日本海」地域は、新潟県、富山県、石川県、福井県、京都府であり、「太平洋」地域は、千葉県、神奈川県、静岡県、三重県、和歌山県であり、「九州」地域は、長崎県、宮崎県、鹿児島県のデータである。

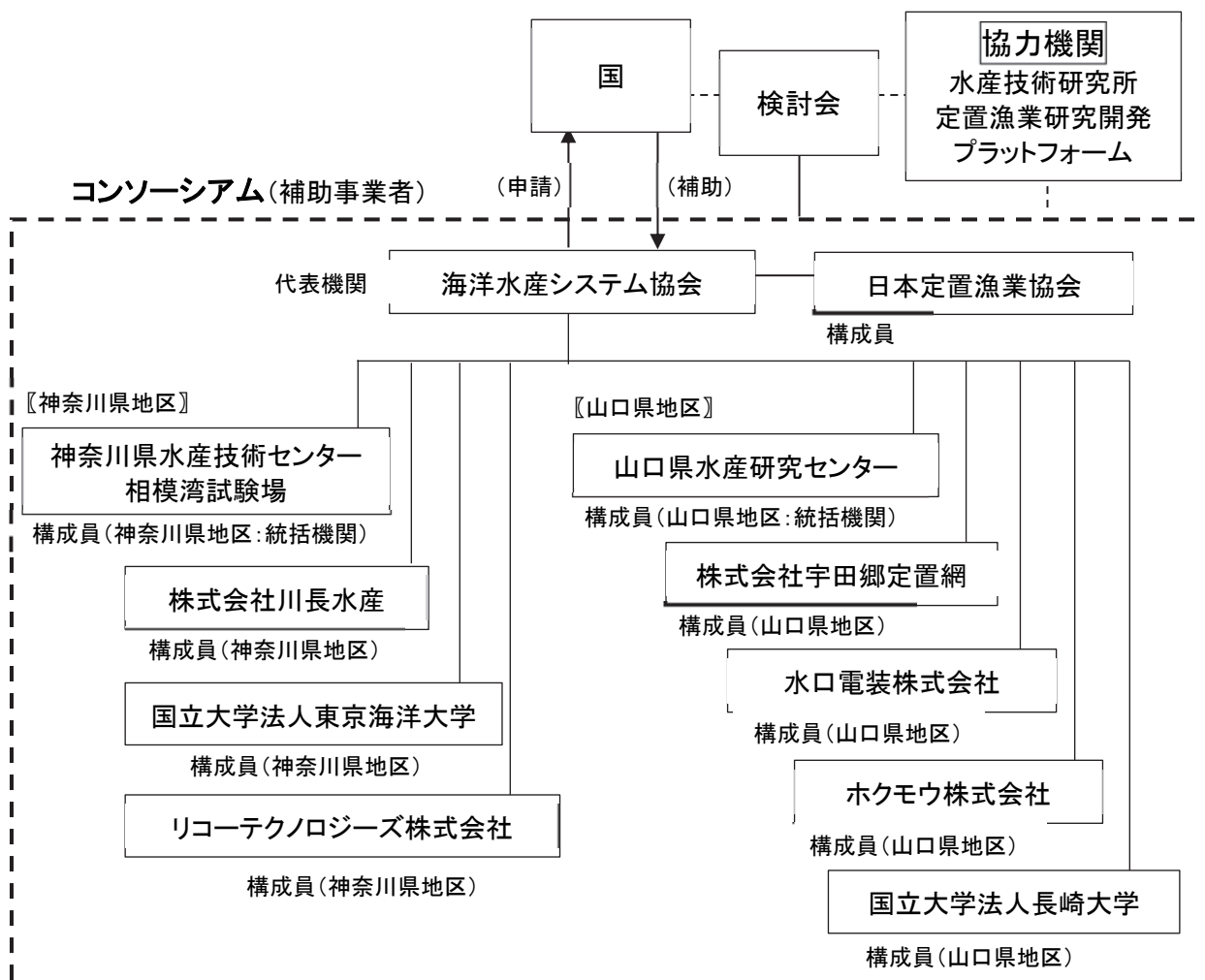
4 事業の目的と実施体制

4.1 事業の目的

定置網漁業等は、沿岸漁業の水揚量の約4割を担っている代表的な漁業であるが、その漁獲特性上、魚種を選別して漁獲することが困難であり、今後、より一層の資源管理の推進を図るため、定置網漁業等についても数量管理への対応が求められている。このため、定置網漁業等において、小型魚等の混獲の回避や、魚種選択性を向上させる技術開発を行い、これらの技術の普及を促進することを目的とする。

4.2 実施体制

実施体制の関係図を図表4.2に示す。



図表 4.2 実施体制の関係図

4.3 事業の概要

本事業は、定置網漁業等において数量管理のための技術開発を行うものであり、次の内容で取組みを行なった。

1 資源管理技術開発

1) 神奈川県地区

魚群探知機の利用等による数量管理対象魚種の魚種選択性を活かした資源管理型操業法の開発

2) 山口県地区

LED 水中灯を用いた魚類の行動制御と放流技術の開発

2 検討会の設置・開催と現地調査の実施

検討会の開催	実施手段	実施内容
第1回 第2回 第3回	コンソーシアム関係者及び専門家等で構成した検討会の設置・開催	上記1 資源管理技術開発の取組効果の検証と実用化及び開発成果の普及を目的とした検討を行なう。
現地調査の実施	実施手段	実施内容
山口県地区 神奈川県地区	コンソーシアム関係者及び専門家等で構成した現地調査の実施	各地区事業の取組み状況及び普及に向けた現場情報の把握のため、専門家等（検討会委員）による現地調査を行う。

3 検討会委員 ※ 委員長

氏名	所属	役職
秋山 清二*	国立大学法人東京海洋大学 海洋生物資源学部門	教授
石戸谷 博範	東京大学 生産技術研究所	学術支援専門職員
泉澤 宏	有限会社泉澤水産	代表取締役
松下 吉樹	国立大学法人長崎大学 総合生産科学域（水産学系）	教授
水上 洋一	定置漁業研究開発プラットフォーム	プロデューサー
山崎 慎太郎	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所	主幹研究員

事務局

氏名	所属	役職
岡野 利之	一般社団法人海洋水産システム協会	部長代理
岩田 佳之	一般社団法人海洋水産システム協会	技師補

5 定置網漁業等における数量管理のための技術開発の報告 <神奈川県地区>

5.1 開発体制とコンソーシアム構成員の役割

本事業における研究開発は、神奈川県水産技術センター相模湾試験場、株式会社川長水産、国立大学法人東京海洋大学、リコーテクノロジーズ株式会社の4者で行った。

神奈川県水産技術センター相模湾試験場は、神奈川県地区の統括機関を務める。実証漁場における調査、水中映像による魚種の判別等の分析、基礎的情報（漁獲量や魚種等）の収集と把握を行った。

株式会社川長水産は、神奈川県地区の実証漁場であり、魚探や水中映像取得のための調査等を行い、データ収集を行った。

国立大学法人東京海洋大学は、実証漁場における基礎的情報（漁獲量や魚種等）の把握および魚群探知機の映像分析を行った。

リコーテクノロジーズ株式会社は、実証漁場における全天球カメラによる撮影試験および撮影された魚類についての画像分析を行った。

5.2 技術開発の題目と目的

漁業法改正に伴い、全国的に数量管理による資源管理の取り組みが強化されている。この中で特に定置網漁業は選択的な漁獲が難しい漁法とされ、数量管理の適用は困難とされてきた。特定の魚種による数量管理として、同法による太平洋クロマグロの数量管理が2018年から開始されたが漁業者は突発的なクロマグロの入網に対して網上げ時に網の側張りを下げたり、タモですくって網外に出すなどしてクロマグロの漁獲枠の遵守のための方法について苦慮している。このような状況下では数量管理魚種が複数種に拡大された場合、現場での対応はさらに困難になる恐れがある。

定置網漁業は受動的な漁法であるため、網締めを行うまで箱網内の魚の種組成と量を把握できない。定置網における複数種の数量管理の取り組みを進めるためには、まず網内の魚種や数量等を網締め前に判別することが不可欠である。そこで、すでに製品化されている定置網用の魚探ブイの魚探映像と網内の設置したタイムラプスカメラによる水中映像、漁獲情報を組み合わせ、魚種判別と漁獲量を把握するための技術開発を行った。まず、水中映像を参考に魚群反応のパターンから網内の数量管理対象魚種を主体とした魚種判別が可能かを検討した。さらに、魚群反応を簡易な方法で数値化し、その数値と漁獲量の関係について検討した。

昨年度、相模湾試験場が使用したタイムラプスカメラで、魚種の判別が可能な水中映像を取得できたが、網内に設置するカメラの台数が多く、操業には支障になりうることや、より死傷をなくすために画角の広いカメラを使用する必要があるなどの課題が挙げられた。このため、タイムラプスカメラの代替として全天球カメラが活用できるかを検討した。さらに、水中映像からの魚種判別作業に莫大な人的労力が必要であることから、AIによる画像判別技術の適用による魚種判別の自動化も検討した。

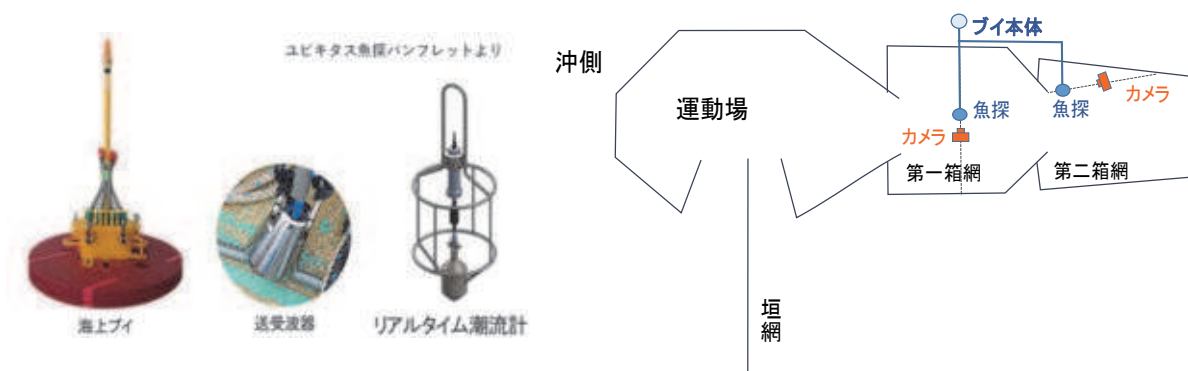
5.3 技術開発の方法

ア 漁具改良等技術開発

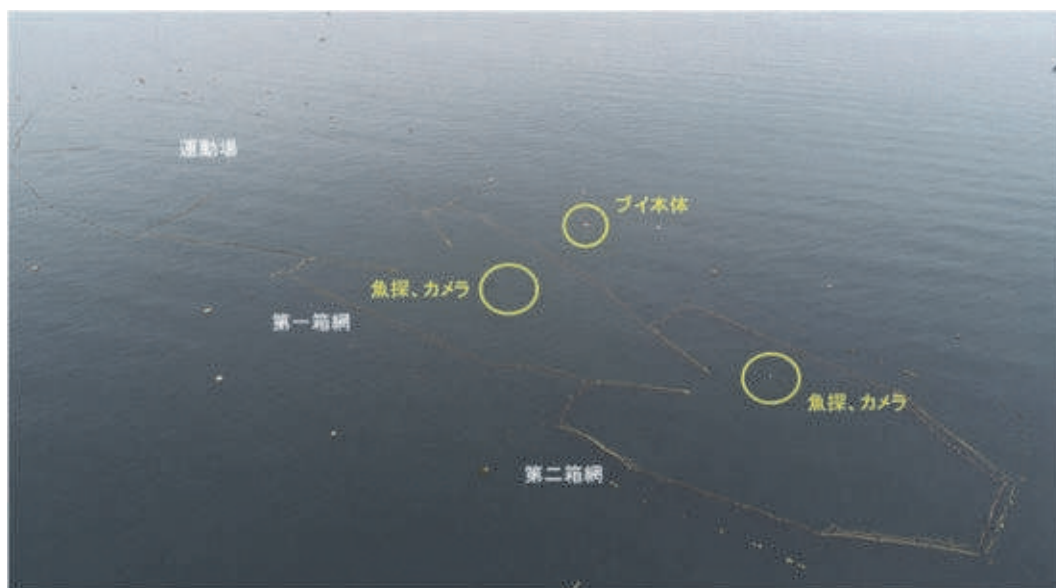
①ユビキタス魚探の設置について

ユビキタス魚探（※）は2021年10月7日に定置網に設置し、バッテリーを搭載したブイは第一箱網付近の側張りに取り付けられた。魚探の役割を担う送受波器は2021年10月7日に第一箱網の中央部に（Aチャンネル）、2022年4月13日に第二箱網の沖寄り（Bチャンネル）に設置した（図表5-1、5-2）。また、流向流速計はブイの直下に吊下げ、水深10mに設置した。なお、送受波器の周波数は50kHz、ビーム幅は-3dBで37°、-6dBで53°である。

ユビキタス魚探から伝送される魚探の画像などの情報については、タブレットやパソコンから閲覧・取得できるように設定した。



図表5-1 ユビキタス魚探の各機器と設置位置



図表5-2 実証漁場におけるユビキタス魚探の各機器と設置位置

②カメラの設置方法と場所の検討

水中映像の撮影には、brinno TLC200Pro というタイムラプスカメラを用いた（図表 5-3）。試験期間中は 5 時から 18 時まで、3 秒間隔で撮影するよう設定した。カメラはバッテリー交換とハウジングの清掃のため 4 月から 7 月は約 10 日間、10 月から 12 月は約 14 日間で交換した。

網内の撮影は、ハウジングに入れたカメラをロープに取り付けて行った。第一箱網では水深別の水中映像の取得を試みるため、4 月 13 日からハウジングは水深 5、10、15m にカメラが来るようロープに取り付け、各水深に 2 台ずつカメラを設置してより広く映像を取得できるように工夫した（図表 5-4）。第二箱網では、第一箱網と同様にロープに取り付けたカメラが操業の支障にならないよう、5 月 20 日から水深 1m に設置して撮影を試みた。また、どちらのロープにも潮で吹かれにくくするため、最深部に 1kg の錘を吊り下げた。



図表5-3 使用したタイムラプスカメラとハウジング



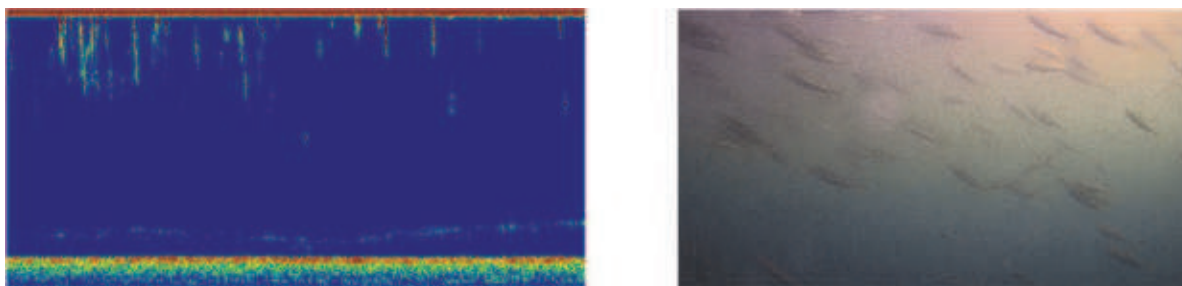
図表5-4 第一箱網に取り付けるカメラと模式図

箱網内におけるカメラの撮影位置は、魚探に魚群の反応があった際に反応の元となった魚群を撮影できるよう、第一箱網に設置した送受波器の横と、第二箱網に設置した送受波器の横の計 2 箇所とした（図表 5-1）。

イ データ収集・分析

③ユビキタス魚探の画像と水中映像による魚群の魚種の判別について

ユビキタス魚探の画像は、(株)光電製作所の「ユビキタス魚探ウェブサーバーサービス」によりパソコン上で表示し、スクリーンショットにより2時間ごとに画像を切り取り、年月日と日時、魚探のチャンネルがわかるように保存した。その中から魚群の反応のあった時間の水中映像を確認し、魚が映っているか、魚種は何かを判別した(図表5-5)。分析対象期間は4月から7月、10月から12月とした。魚群の反応のあった年月日と日時、その反応に対して水中映像で確認した際の魚群の有無、魚種についてExcelファイルに記録した。それらの情報を元に魚種ごとに魚探の魚群反応のパターンが見えるかどうかを分析した。



図表5-5 魚探映像と反応の元となった魚群の水中映像

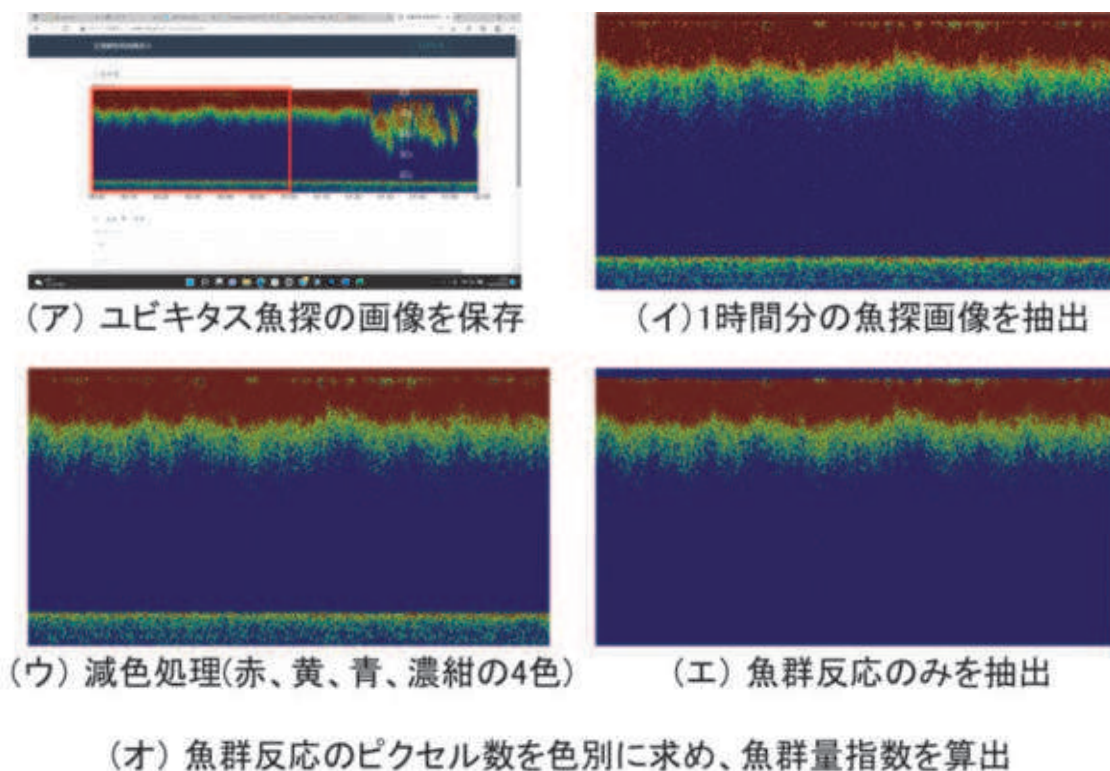
④ユビキタス魚探の画像から求めた魚群量指数と漁獲量の関係

ここでは、ユビキタス魚探に表示された魚群反応を市販の画像編集ソフトにより数値化したものを魚群量指数とし、漁獲量との関係について検討した。魚群量指数の算出方法を図表5-6に示す。ユビキタス魚探の画像は(株)光電製作所の「ユビキタス魚探ウェブサーバーサービス」からダウンロードし、スクリーンショットにより静止画としてパソコンに保存した(ア)。次に、画像編集ソフト(Adobe Photoshop)を用いて以下の解析を行った。まず、画像の右側に表示されている水深表示部分を除外し、左側の1時間分の画像を抽出した(イ)。次に、画像に用いられている使用色を赤、黄、青、濃紺(背景)の4色に減色した(ウ)。次に、画像に表示されている海面、海底、漁網等の反応を除去し、魚群の反応だけを抽出した(エ)。最後に、魚群反応のピクセル数を赤、黄、青の色別に求め、魚群量指数を次式により算出した(オ)。

$$\text{魚群量指数} = (\text{赤のピクセル数} \times 3 + \text{黄のピクセル数} \times 2 + \text{青のピクセル数}) \times 10^{-3}$$

解析には実証漁場の第二箱網に設置したユビキタス魚探により計測した魚探画像を使用した。実証漁場における揚網時間は深夜1時30分でほぼ一定していたことから、その直前の深夜0:00-1:00の1時間分の魚探画像から魚群量指数を算出した。本年度

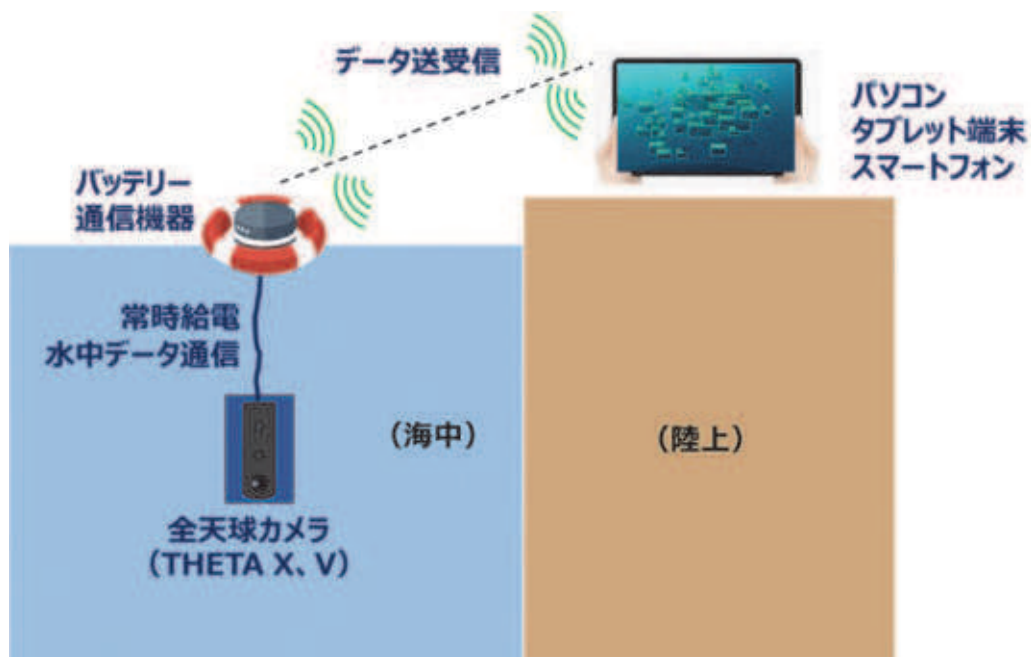
は4月14日から12月21日のうち、魚探画像が取得され、かつ揚網が行われた99日分の漁獲量と魚群量指数を用いた解析を行った。



図表5-6 魚群量指数の算出方法

⑤全天球カメラを用いた定置網内撮影

撮影にはリコー製全天球カメラ THETA V と THETA X を、防水ハウジングはリコー TW-1 と TW-2 を使用した。全天球カメラであるので、画角は 360 度の全方位である。また、電池寿命は、動画撮影時間で 55 分から 80 分、静止画撮影で 220 枚から 300 枚あるため、長期にわたって定点的に撮影することを念頭に常時給電しながらの撮影を試みた。さらに、陸上で水中映像を見ることが可能になれば魚群反応やパターンとの比較も迅速に行えることから、全天球カメラの映像を確認するためのデータ通信方法などの検証を行った (図表 5-7)。



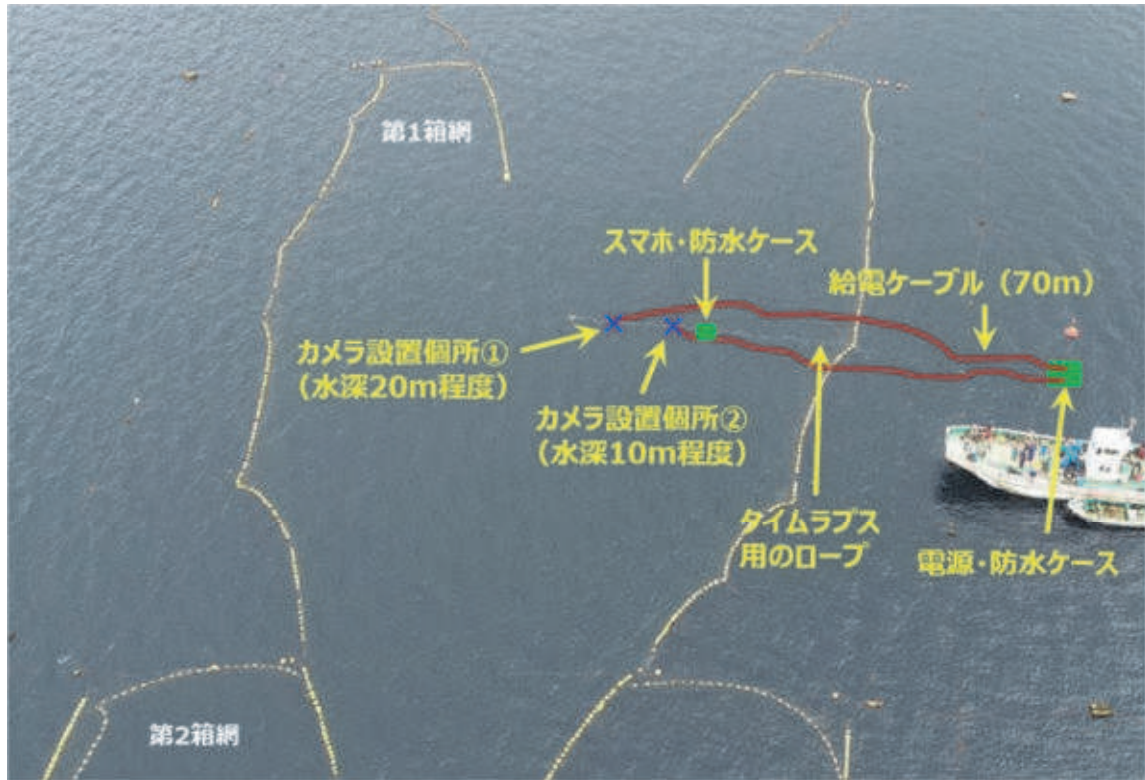
図表 5-7 全天球カメラを使用したシステムの概念図

2022年4月から9月までの間、相模湾試験場の回流水槽および小田原漁港西側の蓄養水面で、事前検証を実施した。この検証結果を踏まえ、必要な機器や方法等の絞り込みを行い、製作した実験機による実証漁場での検証を2022年12月と2023年1月に実施した。バッテリーの防水ケースとカメラの防水ハウジングには給電ケーブル用防水プラグの取付けなどの追加工を施した。また、破損を防ぐために、各ケーブルにはコルゲートチューブやホースを巻きつけた。

撮影条件は、60秒のインターバル撮影（静止画）とし、撮影期間はカメラの電池が切れるまで、設置期間は最長7日間とした。

実証漁場での機器の設置方法は、下記 i から iii の3種類である。なお、2022年12月は i、2023年1月は ii、iiiにより実施した。

- i. 定置網の外に、防水ケースに入れたバッテリーを図表 5-8 のとおり設置し、70m の給電ケーブルによりカメラに給電を行った。カメラは先端に錘を取り付け、設置水深が 10m および 20m となるよう、ロープにより第一箱網内に沈下させた。
- ii. 第一箱網内に、防水ケースに入れたバッテリーを図表 5-9 のとおり設置し、20m の給電ケーブルによりカメラに給電を行った。カメラは先端に錘を取り付け、設置水深 20m となるよう、ロープにより沈下させた。
- iii. 第一箱網内に、防水ケースに入れたバッテリーを図表 5-9 のとおり設置し、1m の給電ケーブルによりカメラに給電を行った。バッテリーと錘を入れた防水ケースにカメラを固定した後、設置水深 10m となるよう、ロープにより沈下させた。



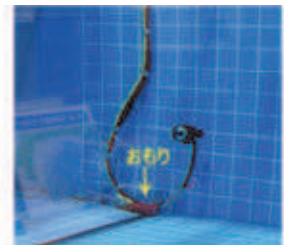
バッテリー・防水ケース



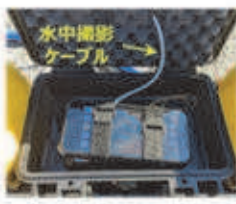
網場内に設置したバッテリー・防水ケース



給電ケーブル



錘を付けたロープによりカメラを沈下



スマホ・防水ケース



網場内に設置したスマホ・防水ケース

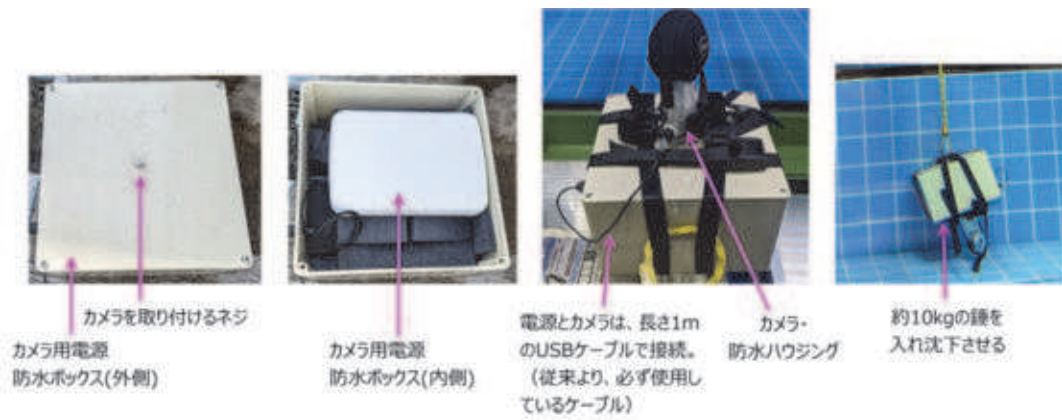
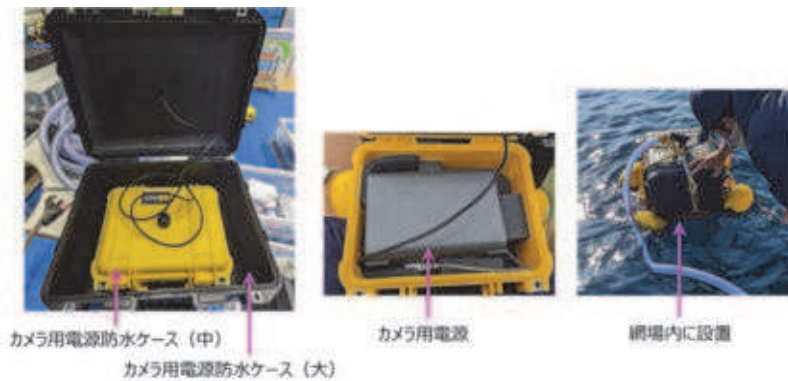
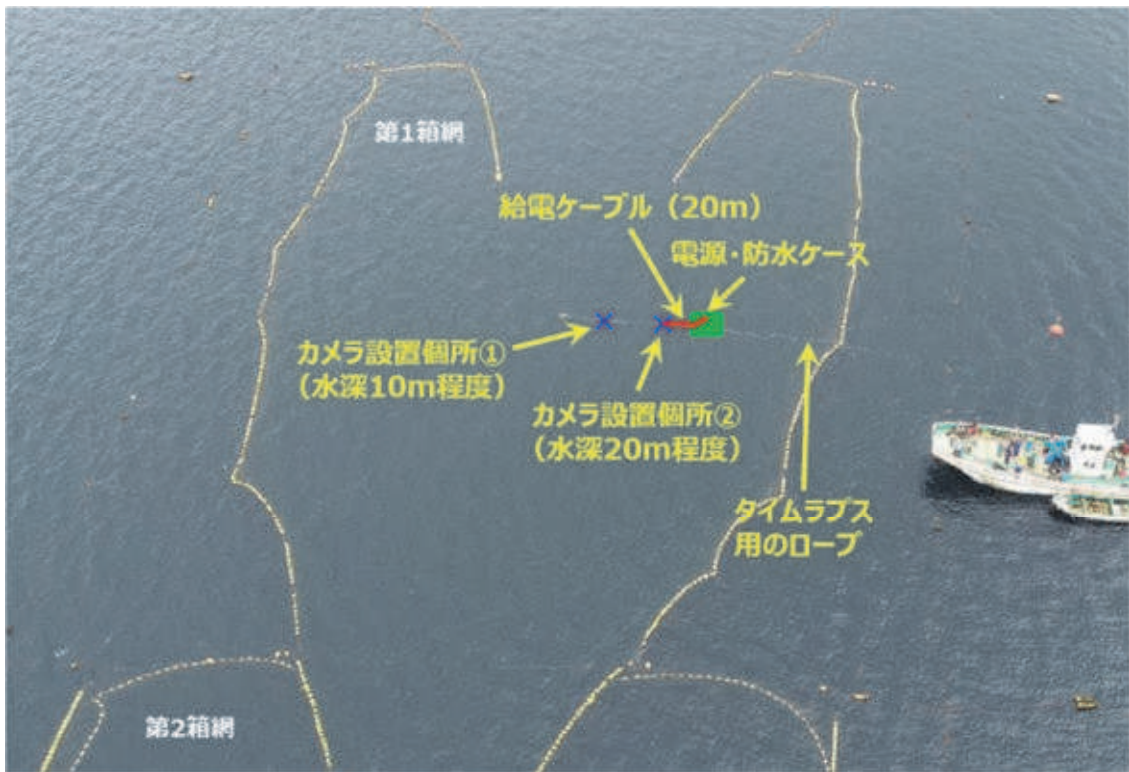


水中撮影ケーブル
とTHETA X



追加工した防水ハウジング

図表5-8 実証試験での機器の設置 (方法 i)



図表5-9 実証試験での機器の設置 (方法 ii、iii)

データ通信用機器は、方法 i でのみ使用した。長さ 10m の水中撮影ケーブルの一端をネットワーク接続済みのスマートフォンに固定、もう一端をカメラ防水ハウジング外面に固定し、前述のスマートフォンを介して防水ハウジング内のカメラがネットワーク接続可能かどうかを検証した。なお、設置したスマートフォンは 2 台である。1 台は LTE 電波を受信しルーターとして機能するテザリング用端末、もう 1 台は陸上からカメラを遠隔操作するためのリモート接続用端末である。

⑥AI 画像解析

定置網内で撮影された画像を AI で解析し、各種情報を自動で取得する方法の検討を行った。今回は、魚種判別と魚体数カウントについて AI 画像解析の検証を行った。

AI による魚種判別は、労力を費やさずに、水中映像に写った魚の種類を自動分析するための方法として検証を行った。

AI による魚体数カウントは、送受波器の設置位置などの条件によってカメラにしか映らない魚種が現れた場合の分析方法として検証を行った。なお、様々な撮影環境に対応できるよう、魚群レベル判別と物体認識という 2 つの手法に対する検証を行った。

全天球カメラを使用した定置網での検証実験は年度後半の実施となったため、AI 画像解析の学習画像には、まず相模湾試験場がタイムラプスカメラを使って撮影した定置網内画像（以下「タイムラプス画像」という。）を主として使用した。次に、最後の検証として全天球カメラで撮影した定置網内画像（以下「全天球画像」という。）を使用することとした。

i. 魚種判別

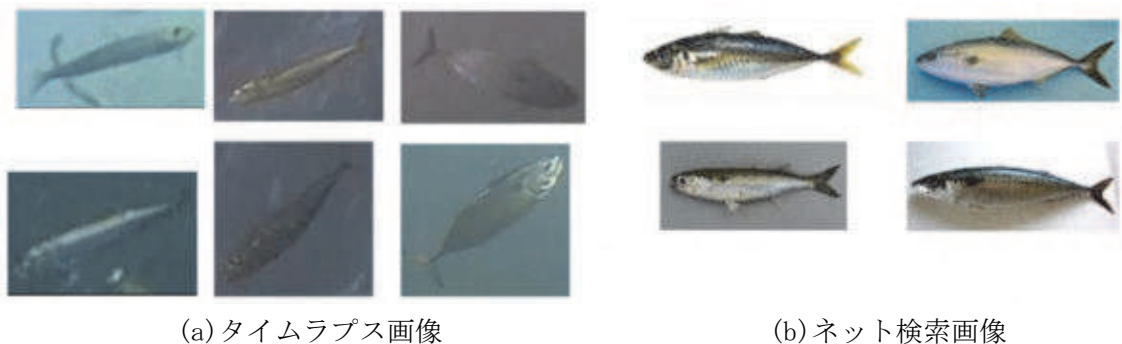
VGG、ResNet など汎用の CNN（畳み込みニューラルネットワーク）を使った機械学習による魚種判別の検証を実施した。

学習用画像は、タイムラプス画像に加え、インターネットで検索した画像（以下「ネット検索画像」という。）を用いた。

タイムラプス画像のうち、画像枚数が多くて TAC 魚種または重要魚種であるマイワシ、サバ、ソウダの 3 魚種を、今回の対象とした。

機械学習は、タイムラプス画像のみ、タイムラプス画像+ネット検索画像の 2 パターンで行った。

タイムラプス画像は、群れの中から一匹の魚を手動で切り抜き、一つの画像とした（図表 5-10）。学習画像のパターンとして、画像の向き、明るさ・コントラストを変える などして、一つの画像から 3、4 つの画像を派生させた。学習画像の枚数は図表 5-11、5-12 に示す。



図表5-10 学習画像の一例

図表 5-11 学習画像枚数
(タイムラプス画像のみ)

	Train 画像	Test 画像
マイワシ	129 枚	33 枚
サバ	109 枚	32 枚
ソウダ	115 枚	29 枚

図表 5-12 学習画像枚数
(タイムラプス画像+ネット検索)

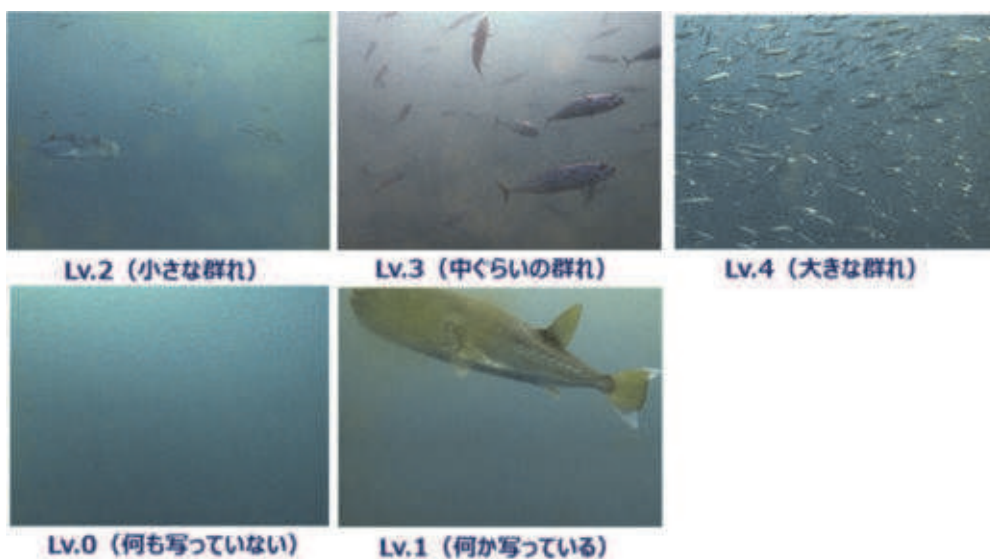
	Train 画像	Test 画像
マイワシ	274 枚	66 枚
サバ	251 枚	68 枚
ソウダ	182 枚	45 枚

全天球画像の検証では、平面展開した後、魚のみを切り抜いた画像を用いた。実地検証で撮影できた全天球画像はメジナであり、前述した 3 魚種に該当しなかったため、新たにメジナを加えた学習を行い、検証を行った。

ii. 魚体数カウント (魚群レベル判別)

VGG、ResNet など汎用の CNN (畳み込みニューラルネットワーク) を使った機械学習による魚群レベル判別の検証を実施した。学習用画像には、タイムラプス画像を使用した。

タイムラプス画像に映っている魚群を、レベル 0「何も写っていない」、レベル 1「魚らしきものが写っている」、レベル 2「小さな群れ」、レベル 3「中ぐらいの群れ」、レベル 4「大きな群れ」の 5 レベルに分け、機械学習を行った (図表 5-13、5-14)。



図表 5-13 魚群レベル

図表 5-14 学習画像枚数

	Train 画像	Test 画像
魚群レベル 4	128 枚	32 枚
魚群レベル 3	115 枚	29 枚
魚群レベル 2	115 枚	29 枚
魚群レベル 1	83 枚	21 枚
魚群レベル 0	80 枚	20 枚

iii. 魚体数カウント（物体認識）

YOLO、SSD など汎用の物体認識手法を使った物体認識の検証を実施した。

学習画像は、全てタイムラプス画像を使用した。図表 5-15 に、群れが写った 1 枚のタイムラプス画像において、魚一匹一匹をバウンディングボックスで囲んだアノテーション画像の一例を示す。

この機械学習結果を平面展開した全天球画像に応用して検証を行った。



図表 5-15 物体認識用アノテーション画像の一例

5.4 技術開発の結果

ア 漁具改良等技術開発

①ユビキタス魚探の設置について

第一箱網及び今年度新たに設置した第二箱網に設置した送受波器から、入網している魚群をとらえることができた。なお、台風回避による網揚げやと急潮による箱網の破網トラブルにより、後半の試験は11月15日の送受波器設置以降行った。4月から7月は重要な魚種の漁獲量も多くなり、魚探に魚群の反応が見られる日は11月、12月よりも増加した。また、魚探映像等データはバッテリー交換とバッテリー切れ以外の時間では欠損なく取得できていた。

②水中カメラの設置方法と場所の検討

今年度はカメラの脱落は起こらず各水深の水中映像を安定して取得できていた。また、各水深の設置台数を増やしたことにより、一方のカメラで捉えきれなかった魚群をもう一方のカメラで捉えることができるようになり、魚群の確認と魚種判別の精度を上げることができるようになった。

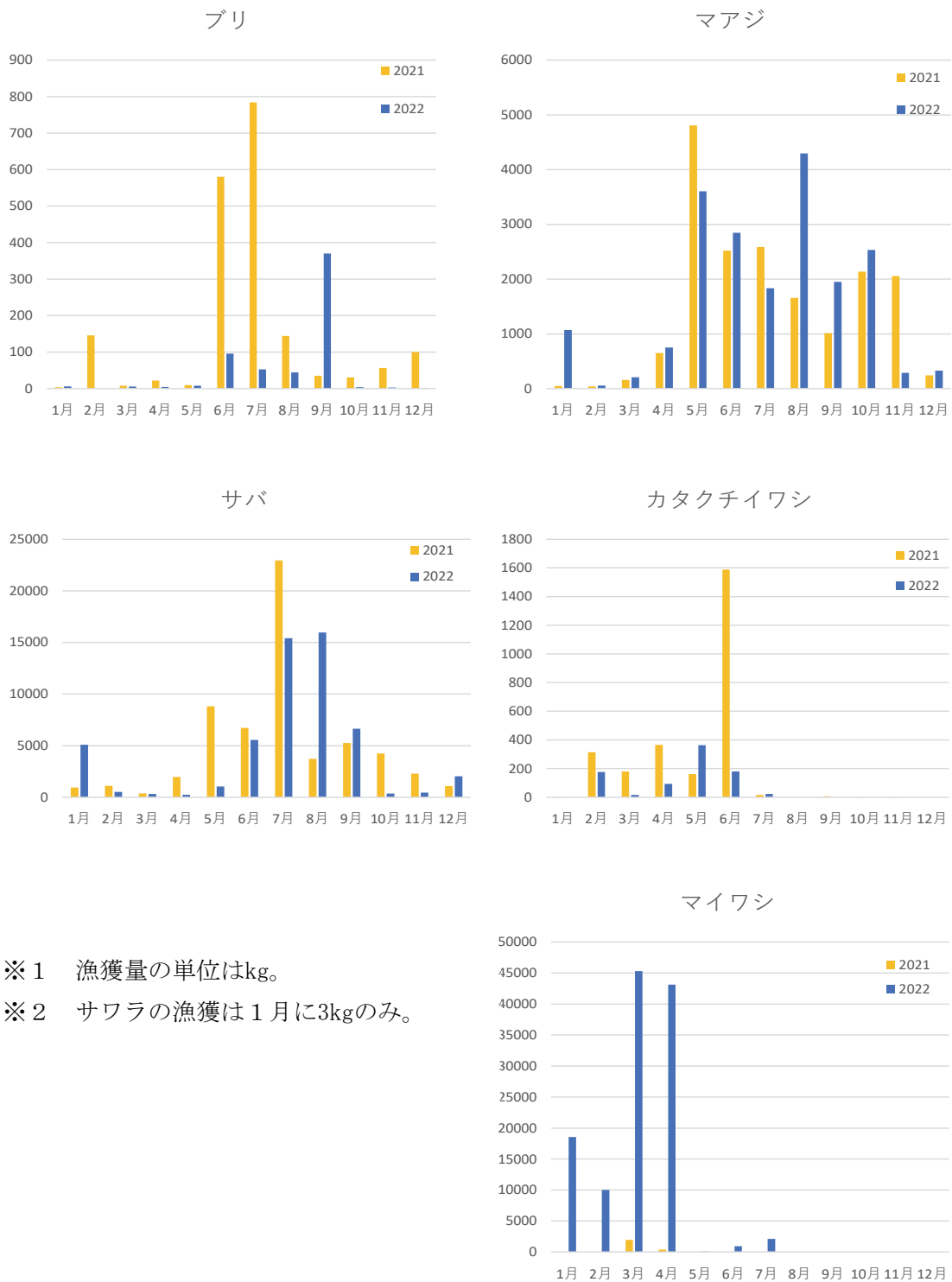
今年度新たに設置した第二箱網のカメラの設置水深と場所については、試験期間中において操業の大きな支障になることはなかった。また、魚探から3m程度離して設置していたが、水深が浅いこともあり、魚探画像にハウジングの反応が映ることはほとんどなかった。

イ データ収集・分析

③ユビキタス魚探の魚群画像と水中映像による魚群の魚種の判別について

i. 魚群の反応と水中映像による魚種判別について

魚探により魚群の反応が確認された日の第一箱網と第二箱網の魚探画像について、水中映像との照合と分析を行った。なお、今後の数量管理においては一定量以上の漁獲量があった時に管理の必要性が生じることが予想されるため、サバ類とマアジについては300kg/日以上、マイワシについては1,000kg/日以上漁獲があった日を対象に分析を行った。他の対象種であるカタクチイワシ、ブリ、サワラは水揚げが少なかったことから今回は分析を行わなかった(図表5-16)。分析は上記の条件に一致した4月から7月のうち、第一箱網の26日間、第二箱網の22日間の分析を行った。

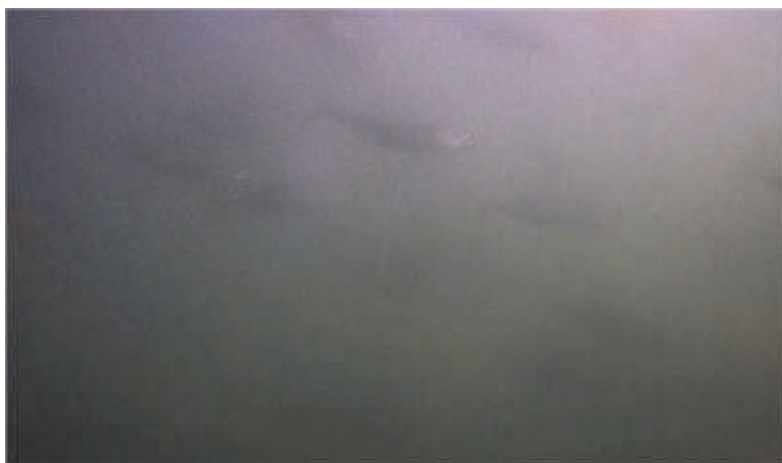


- ※ 1 漁獲量の単位はkg。
- ※ 2 サワラの漁獲は1月に3kgのみ。

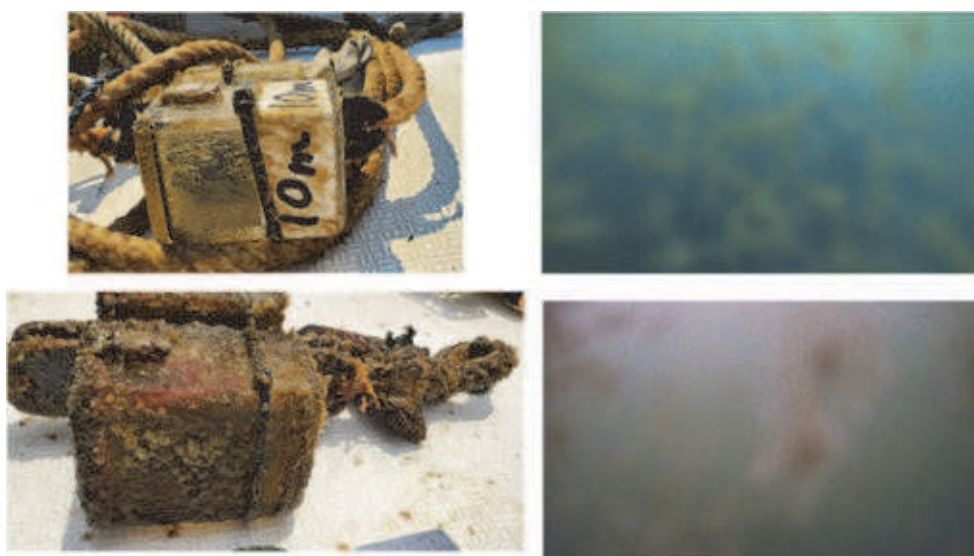
図表5-16 実証漁場における各魚種の月別漁獲量 (2021、2022年)

第一箱網では魚群反応が確認できたものが 19 日間、分析対象となった魚種はマイワシ、サバ、マアジであった。第二箱網では魚群反応が確認できたものが 16 日間、分析対象となった魚種はサバ、マアジであった。

水中映像の確認においては、夏季の水色の悪さによる視認性の低下などの環境要因やハウジングに付着した藻類やイソギンチャク等の付着生物による視野欠損が見られた（図表 5-17、18）。



図表5-17 水色の悪さによる視認性の低下



図表5-18 ハウジングへの付着生物の付着と水中映像の視野欠損

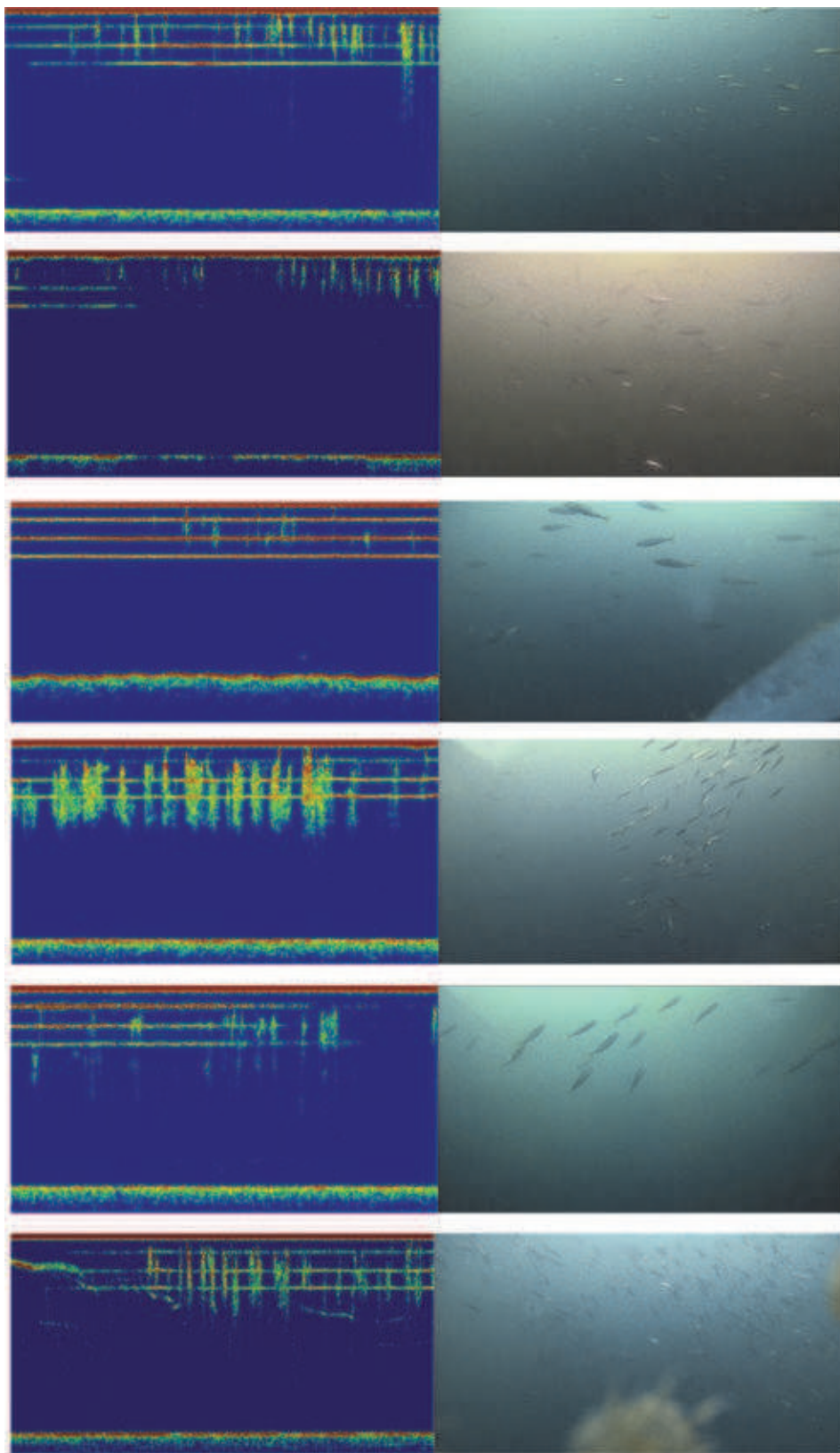
上段：藻類、下段：イソギンチャク

また、撮影された水中映像からの魚種の判別は概ね可能であった。一方で、小魚の群れは対象が小さく、ピントが合わないことから魚種判別が困難なものもあった。この場合は映像内の群れの大きさ等と、翌日の漁獲情報から概ね魚種を推定することができた。

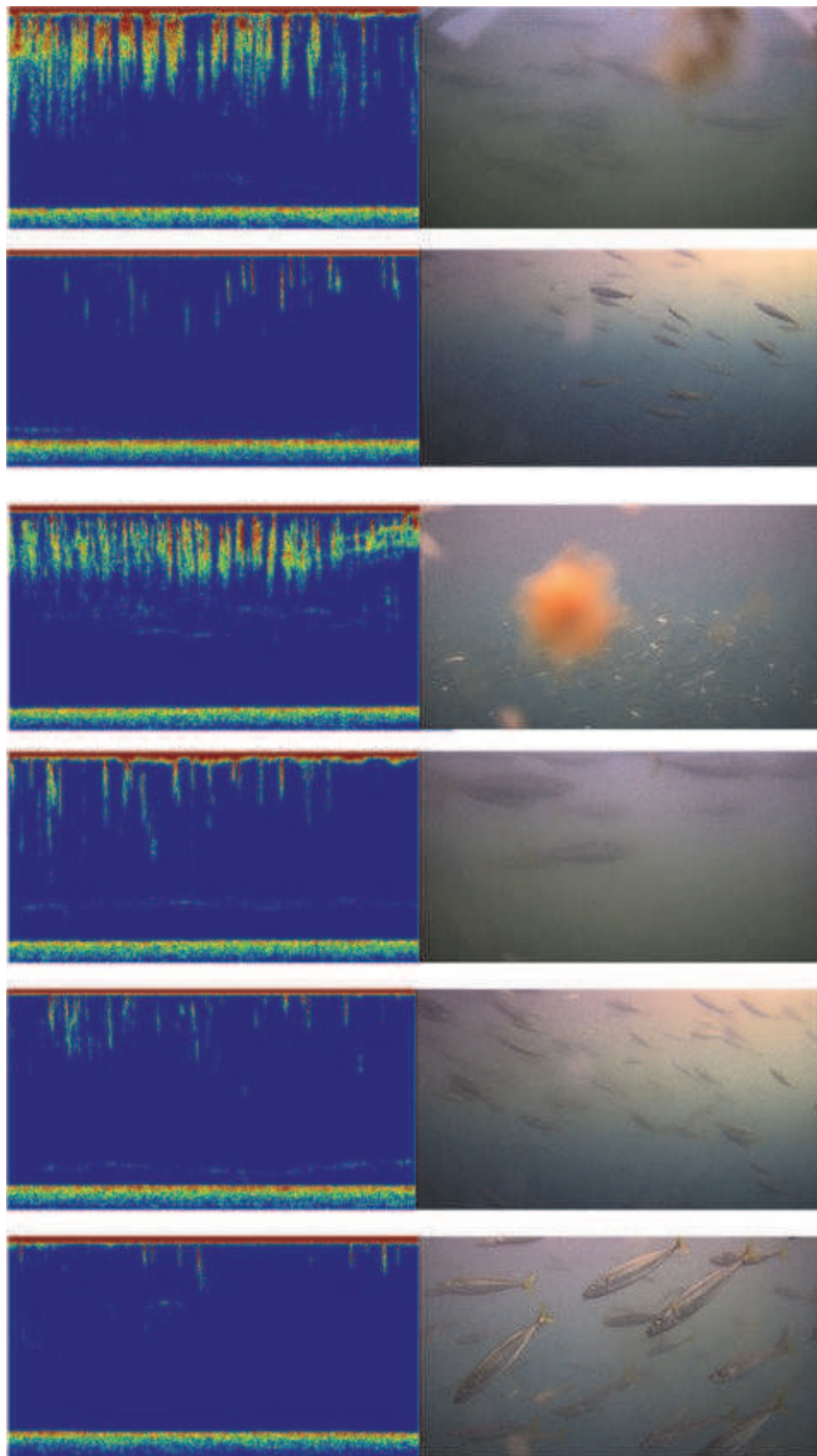
ii. 魚種別の魚群反応のパターンについて

魚探に見られる魚種ごとのパターンについても、箱網ごとに魚群反応にパターンが見られた。

サバのパターンでは、水深は概ね 0 から 20mの比較的浅い範囲内で、魚群反応は針のような細い反応で見られ、群れが送受波器下で滞留するとその反応が時系列で重なり、幅広い反応として見えるようになった（図表 5-19、5-20）。網の中を比較的早い速度で回遊していることから、魚群反応は規則的にみられる傾向があった。カメラ映像でも周期的に群れが回遊していることが確認できた。魚群反応の色では第一箱網では強い反応である赤が点々とみられる程度でほとんどが黄色や黄緑だが、第二箱網では赤の割合が多くみられる傾向が見られた。



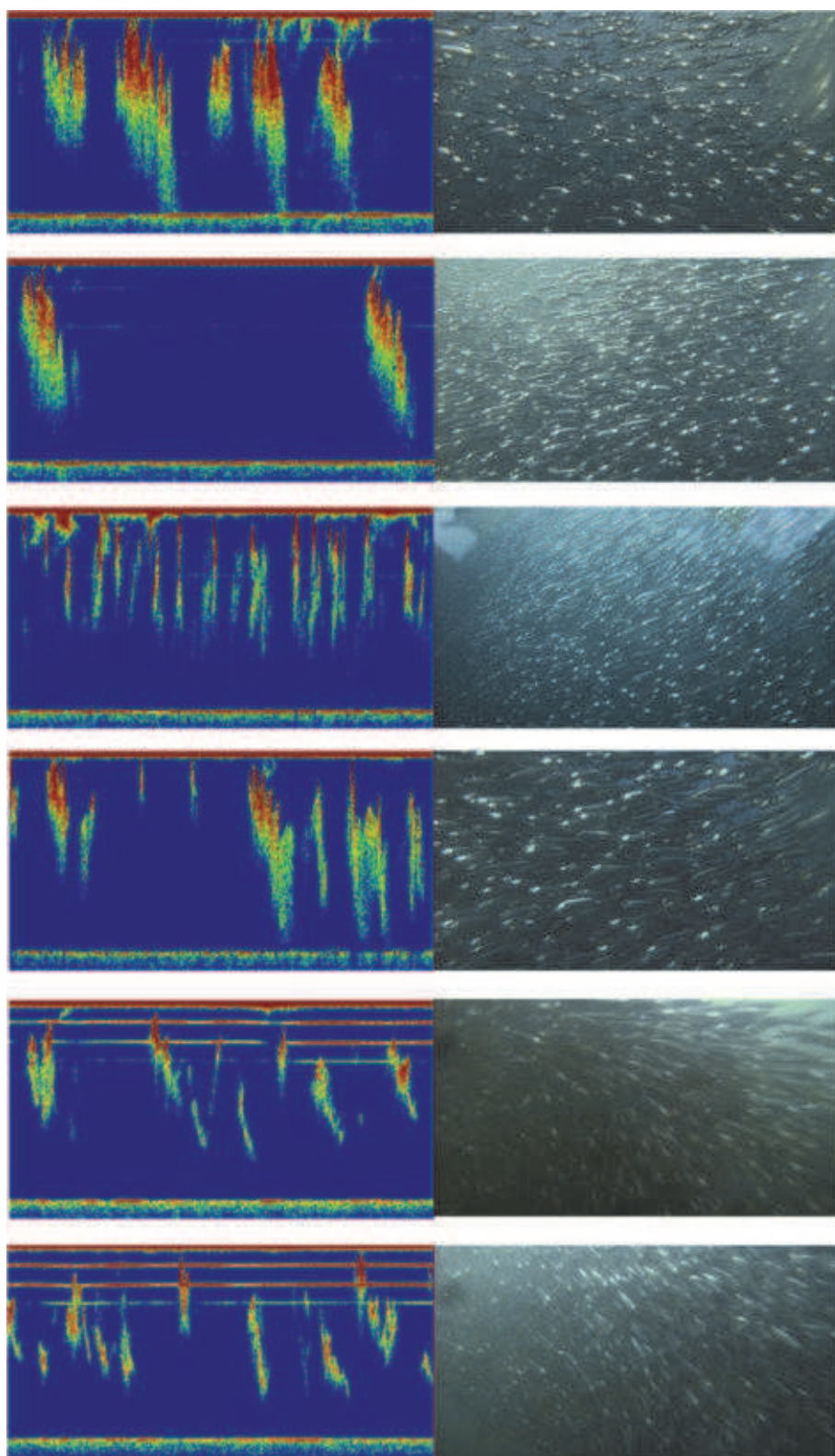
図表5-19 サバの第一箱網における魚群反応のパターンと水中映像
 (3本入っている直線状の反応はカメラのハウジングによるもの)



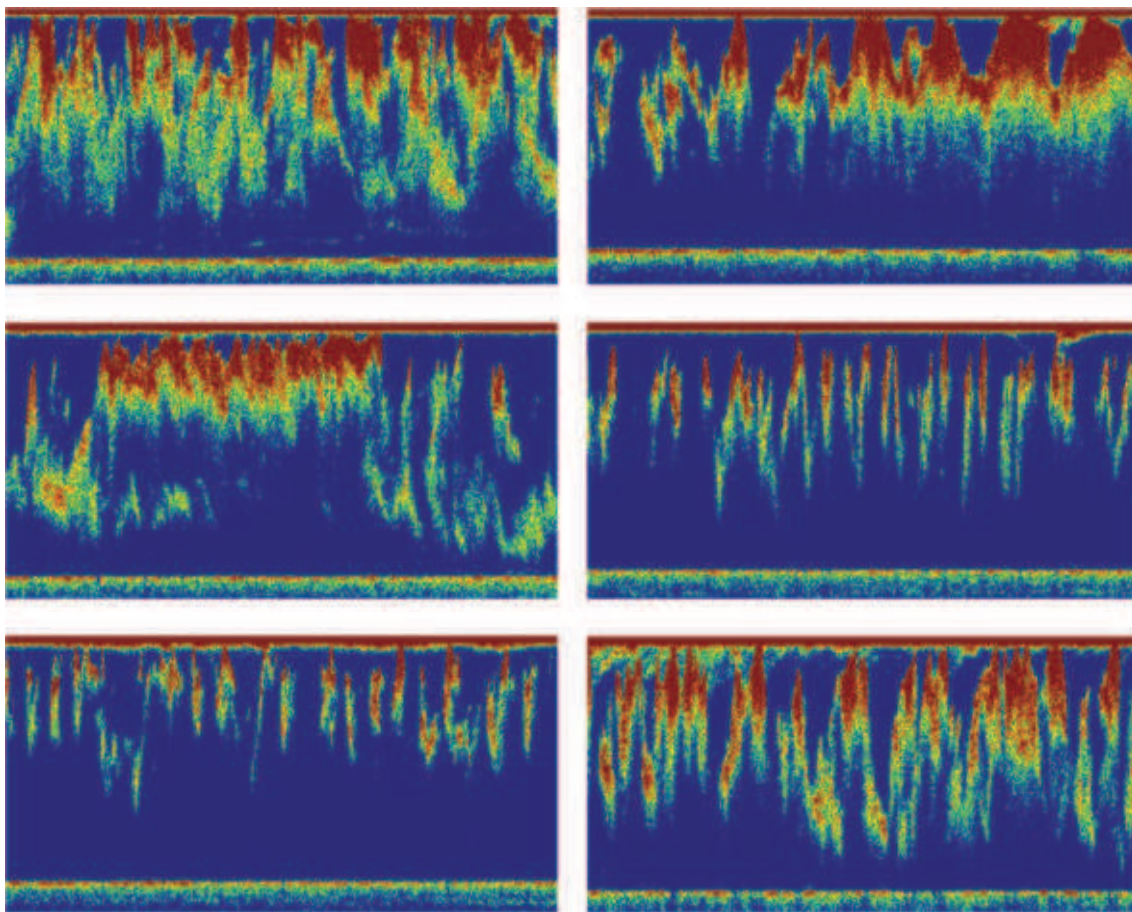
図表5-20 サバの第二箱網における魚群反応のパターンと水中映像

マイワシの分析は、第二箱網でのカメラの設置期間で漁獲がなかったため水中映像は第一箱網のみのデータとなった。なお、第二箱網の水中映像はないものの、漁獲のほとんどがマイワシであり、第一箱網の魚探の反応パターンと水中映像からマイワシであることが分かっていることから、同様のパターンを示した魚探画像はマイワシのものであると判断した。

また、マイワシのパターンを解析するにあたっては、分析対象になった日が2日間と少なかったため、試験期間対象外ではあるが第一箱網内でカメラを設置してあった2022年3月において、マイワシの漁獲が分析対象の条件を満たす8日間についても追加して分析を行った。マイワシのパターンは、水深0から40mと表層から海底付近までの広い範囲で見られ、魚探の反応は不規則かつ断続的に表れ、斜めの線を描くことも多かった。これは、マイワシの群れが魚探の送受波器の下で団子状になり上下に方向に移動することで描かれ、これらの挙動はカメラ映像でも確認することができた。(図表 5-21、5-22)。魚群反応の色では強い反応である赤が表層側に半数近く占めるような傾向にあり、第一、第二箱網においてその傾向は変わらなかった。



図表5-21 マイワシの第一箱網における魚群反応のパターンと水中映像
 (3本入っている直線状の反応はカメラのハウジングによるもの)

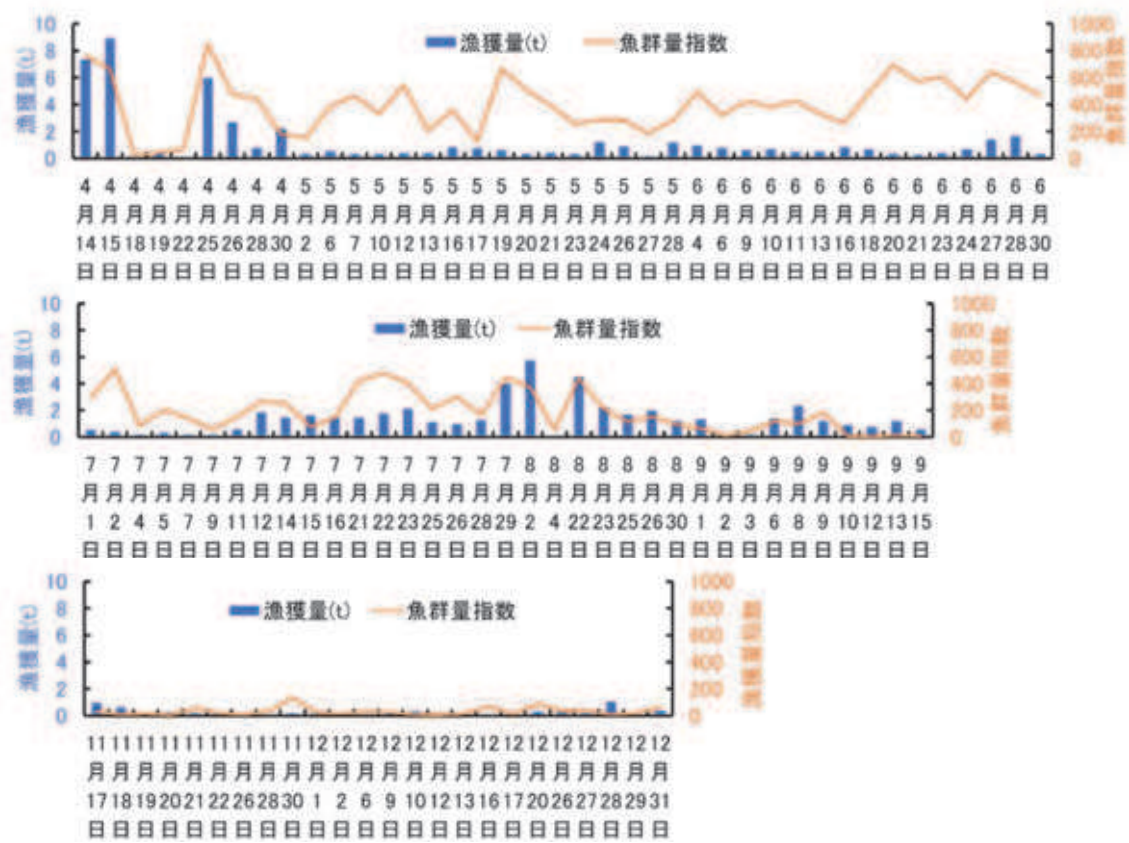


図表5-22 マイワシの第二箱網における魚群反応のパターン

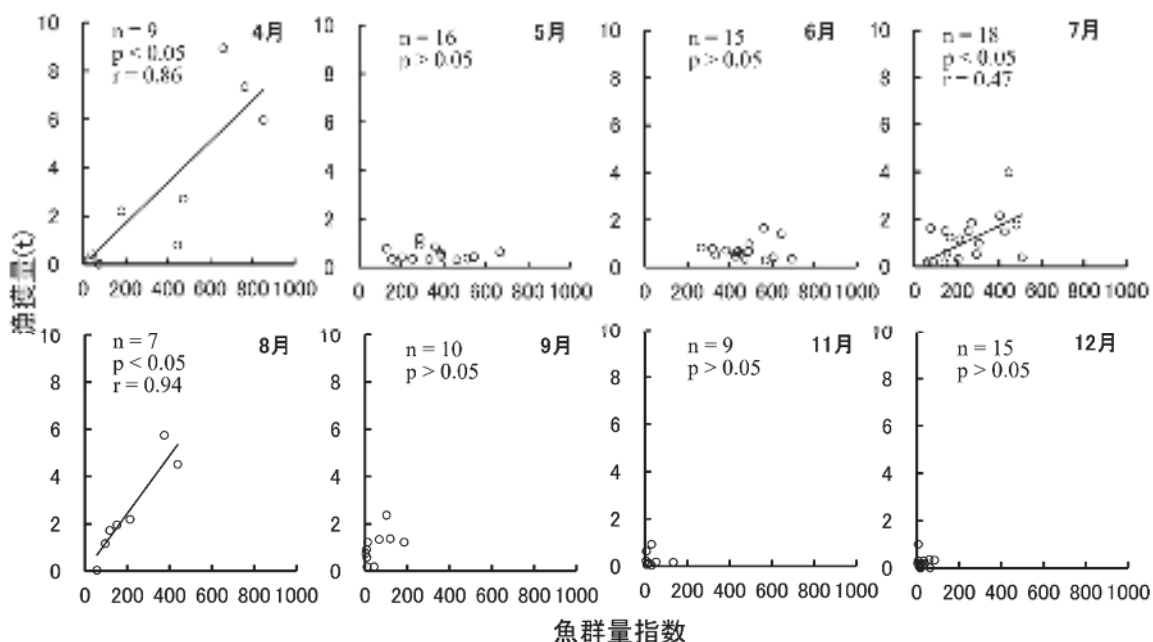
マアジについては試験期間中の水中映像に映らず、魚種判別を行うことができなかったため、今回は魚群反応のパターンを分析することができなかった。

④ユビキタス魚探の画像から求めた魚群量指数と漁獲量の関係

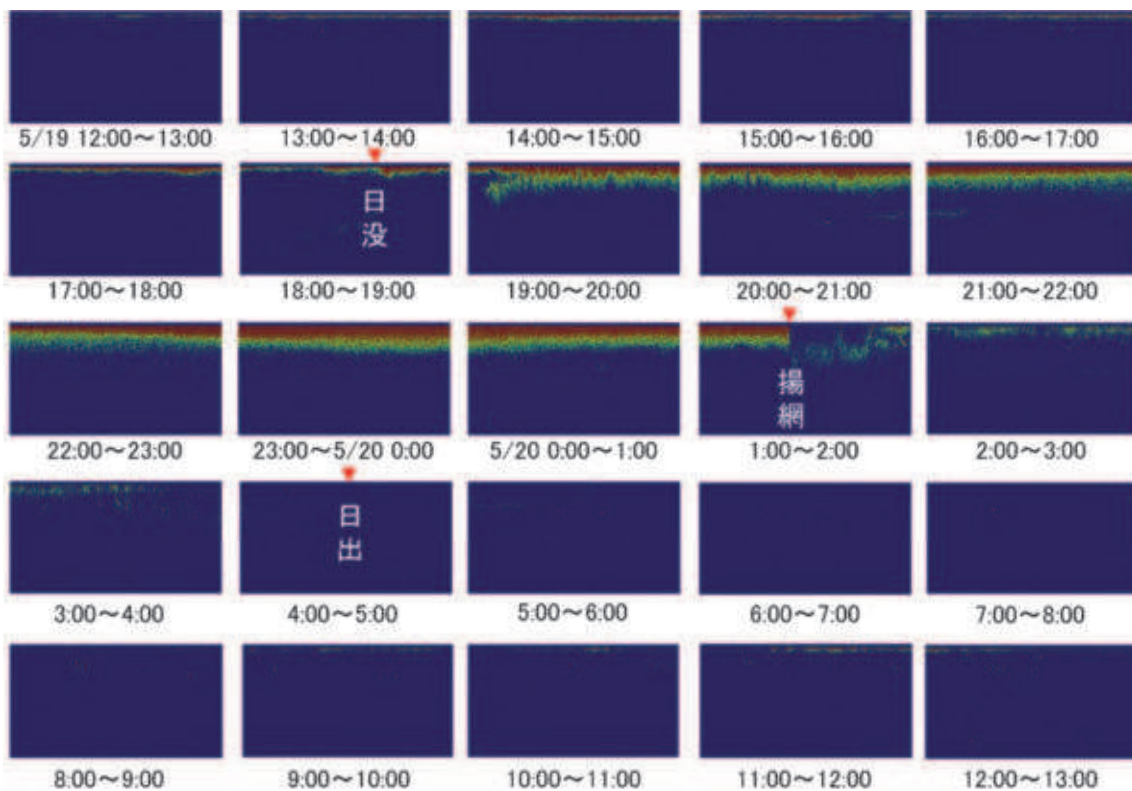
日毎の魚群量指数と漁獲量の変化を図表 5-23 に示す。4 月および 8 月以降には漁獲量が多い日には魚群量指数が大きく、漁獲量が少ない日には魚群量指数が小さくなる傾向がみられたが、5 月から 7 月には漁獲量が少ないにもかかわらず魚群量指数が大きい日が多数見られた。月毎の魚群量指数と漁獲量の間を見比べると、図表 5-24 に示すように、相関関係の有無および程度が月により変化することが確認された。4、7、8 月では魚群量指数と漁獲量の間には有意な相関がみられた ($p < 0.05$)。一方、5、6 月には有意な相関が認められず ($p > 0.05$)、漁獲量が少ないにもかかわらず大きな魚群量指数の変動がみられた。9、11、12 月においても有意な相関は認められなかったが ($p > 0.05$)、どの日も漁獲量と魚群量指数のどちらも小さい値となった。魚群量指数が大きかったにもかかわらず漁獲量が少なかった場合の一例として、5 月 20 日の揚網前後の魚探画像を図表 5-25 に示す。昼間から日没にかけては海面付近に、日没から揚網までは海面から深度 10 m の範囲に魚群反応が出現した。また、揚網後にも海面付近に魚群反応がみられ、その反応は日出前まで確認できた。マイワシ¹⁾およびカタクチイワシ²⁾の仔稚魚が日中は表層に、夜間から日出時にかけては中層に分布するとの報告があることから、ここで観測された魚群反応はこれら仔稚魚によるものである可能性が考えられる。仔稚魚は網目を通過するため、強い魚群反応があるにもかかわらず漁獲量が少ない日が多数確認されたものと考えられる。



図表 5-23 日毎の魚群量指数と漁獲量の変化



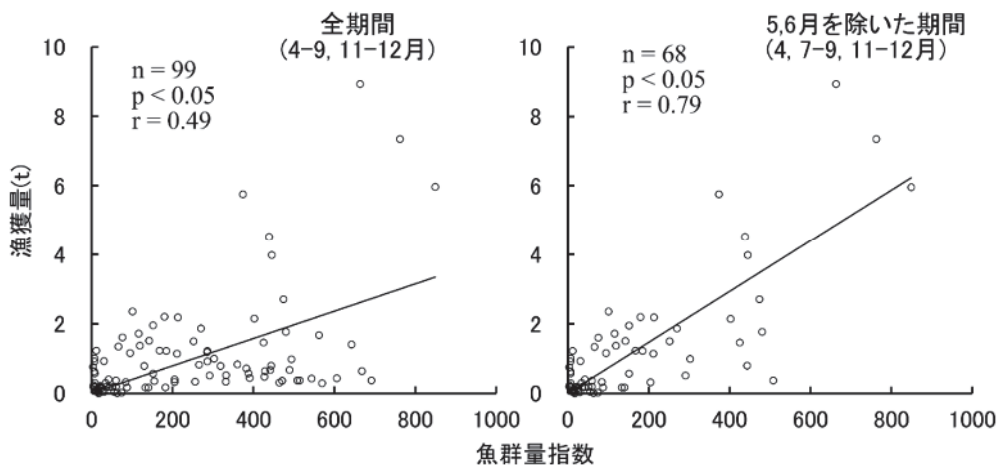
図表 5-24 月毎の魚群量指数と漁獲量の関係



図表 5-25 2022 年 5 月 20 日の揚網前後における魚探画像の変化

本年度の解析対象全期間と、そこから仔稚魚の可能性のある反応（前述）が頻出した 5、6 月を除いた期間における魚群量指数と漁獲量の関係を図表 5-26 に示す。どちらの期間においても魚群量指数と漁獲量の間に関連がみられたが ($p < 0.05$)、全期間と比べて 5、6 月を除いた期間において相関係数が高い値を示した。

以上より、ユビキタス魚探の画像から求めた魚群量指数と漁獲量の関係を明らかにするためには、時期による魚群反応の表れ方の違いや、漁獲量に反映されない仔稚魚によるものと思われる反応を考慮する必要があると考えられる。



図表5-26 魚群量指数と漁獲量の関係

⑤全天球カメラを用いた定置網内撮影

2022年9月に実施した蓄養水面での検証において、2日間ほどの定点観察を実施し、メジナやイカの撮影画像を得ることができた(図表5-27)。イカは、カメラ上方の浅い水深で、頻繁に観察をすることができた。

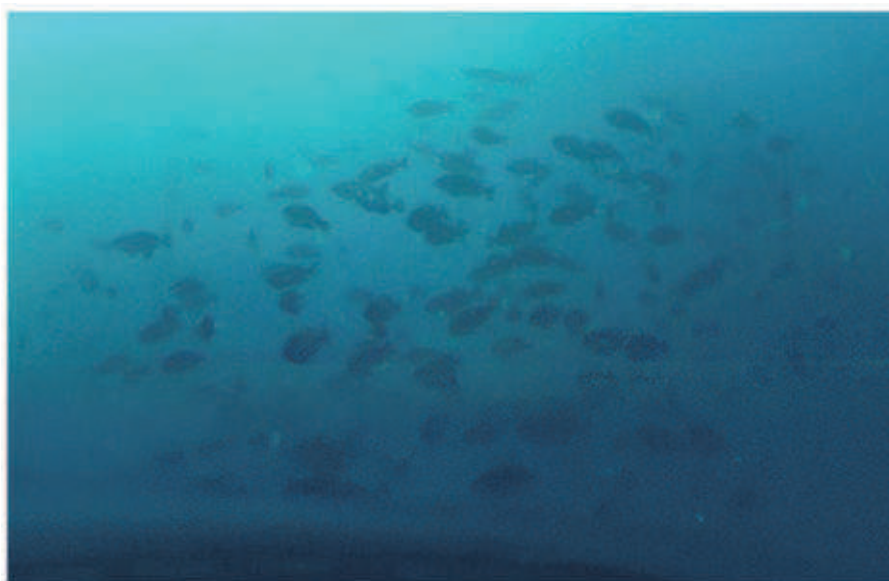


図表5-27 蓄養水面にて全天球カメラで撮影をしたメジナやイカ

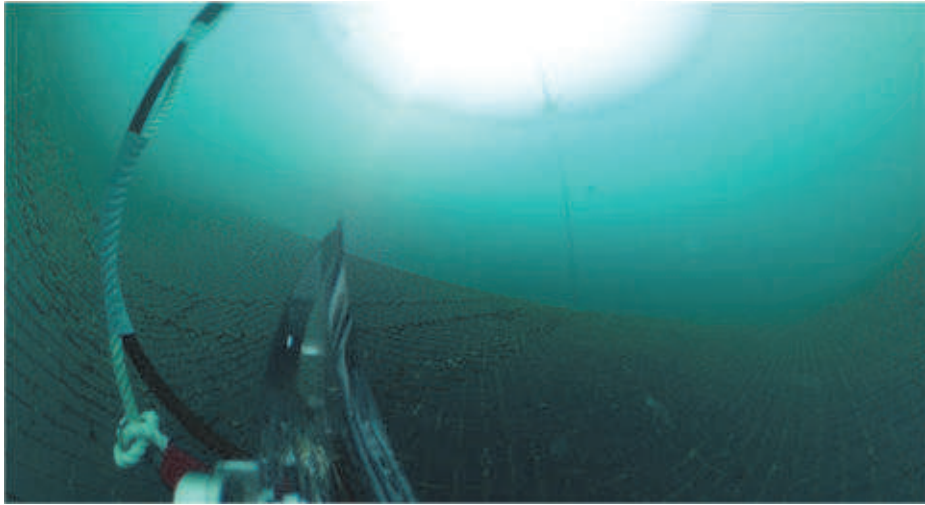
2023年1月に実施した実地検証においては、メジナと思われる魚の群れを撮影することができた(図表5-28)。この群れはカメラの遥か上方を泳いでいたが、画角の広い全天球カメラであったため撮影が可能であったものである。

潮流により網が吹き上げられた際には、網を間近で撮影することができた(図表-29)。箱網内全体を撮影することができており、全天球カメラの画角の広さがよく解る映像を得ることができた。

以上のことから、通常のカメラに比べて網内を遊泳する魚類の情報収集を効率よく収集できており、全天球カメラを利用する有効性が明らかとなった。



図表5-28 全天球カメラにより定置網内で撮影した魚の群れ



図表 5-29 全天球カメラにより撮影した網の様子

給電しながらの定点観察による撮影では、低温によるカメラ電池の性能低下などの問題が見られたものの、より改良を進めることで給電しながらの定点観察は可能であると考えられた。

データ通信についても、港の岸壁から海中にあるカメラにアクセスし、操作可能であることは確認できた。今後の実用化に向けて、LTE 電波を安定して受信することが課題として挙げられた。

これらのことから、全天球カメラを用いた定置網内撮影により、時季によっては1台で箱網内の様子を把握できる映像が撮れること、カメラへの常時給電や遠隔操作を行えたことから定置網内の情報を得るのに有効であることが示された。

⑥AI 画像解析

i. 魚種判別

学習画像としてタイムラプス画像を用いた機械学習と、タイムラプス画像にネット検索画像を追加した機械学習の両方で、平均 80%以上の正解率で魚種判別することができていた（図表 5-30）。また、全天球画像も追加した機械学習では、全天球画像のメジナ 8 枚を含む全 21 枚のメジナ画像に対し、19 枚の画像がメジナと判別され、90%以上の正解率で判別することができていた。

定置網撮影画像を用いた AI 画像解析により、魚種判別が可能であると判断することができた。今後は対象魚種を増やす、そして正解率をさらに上げるために、学習画像を増やして、機械学習を継続して実施していく必要がある。

図表5-30 タイムラプス画像+ネット画像での魚種判別結果

	マイワシ	サバ	ソウダ
マイワシ	54枚	10枚	2枚
サバ	2枚	56枚	10枚
ソウダ	0枚	8枚	37枚
正解率※	82%		

※. 正解率とは、分母に全画像枚数、分子に正解した画像枚数で計算されるものである（この場合だと、分母は 179 枚、分子は 147 枚である）。

ii. 魚体数カウント（魚群レベル判別）

平均90%以上の正解率で魚群レベル判別することができていた（図表5-31）。

図表5-31 魚群レベル判別結果

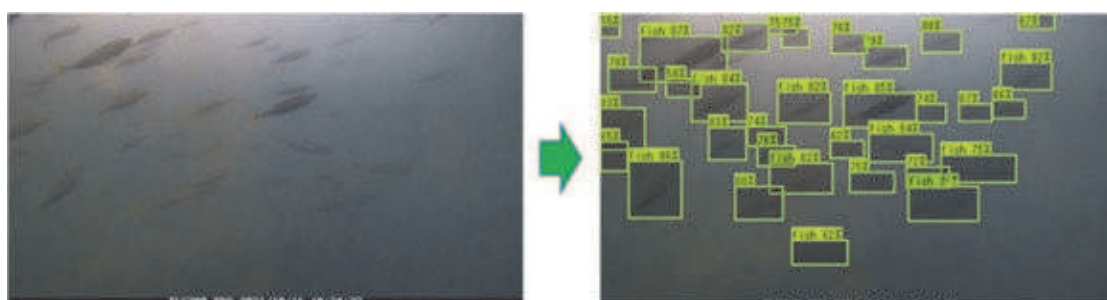
	レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
レベル0	15枚	1枚	0枚	0枚	0枚
レベル1	2枚	26枚	2枚	0枚	0枚
レベル2	0枚	0枚	22枚	0枚	0枚
レベル3	0枚	0枚	0枚	31枚	0枚
レベル4	0枚	0枚	0枚	0枚	20枚
正解率	96%				

定置網撮影画像を用いたAI画像解析により、魚体数カウント（魚群レベル判別）が可能であると判断することができた。今後は正解率をさらに上げるために、学習画像を増やして、機械学習を継続して実施していく必要がある。

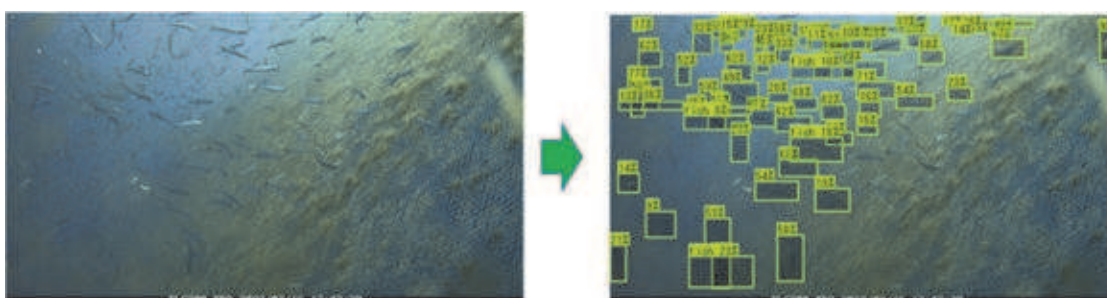
iii. 魚体数カウント（物体認識）

タイムラプス画像を用いた物体認識では、中ぐらいの群れであれば 80%以上の割合（約 40 匹中 30 匹程度の魚を認識）、大きな群れであれば 70%以上の割合（約 80 匹中 60 匹程度の魚を認識）で、魚を認識することができていた（図表 5-32）。また、全天球画像で検証を実施したところ、70%程度の割合（約 70 匹中 50 匹程度の魚を認識）で、魚を認識することができていた（図表 5-33）。

なお、今回の全天球画像には相模湾試験場が設置しているカメラの一部が写り込むなど、物体認識の妨げになる事象も確認された（図表 5-34）。

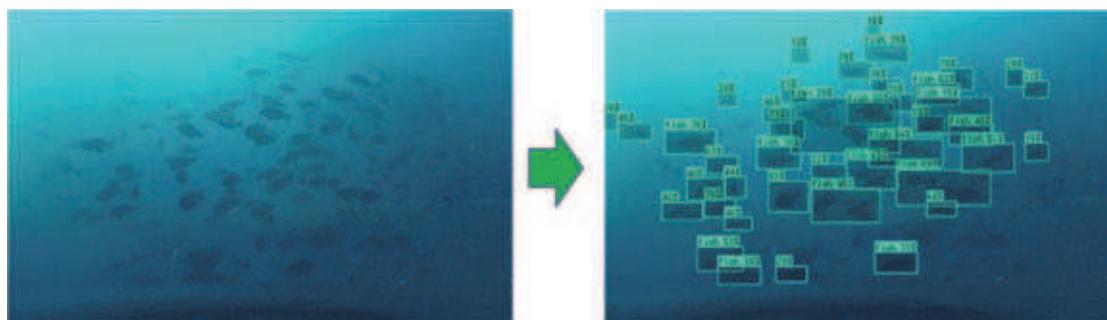


(a) 中ぐらいの群れ

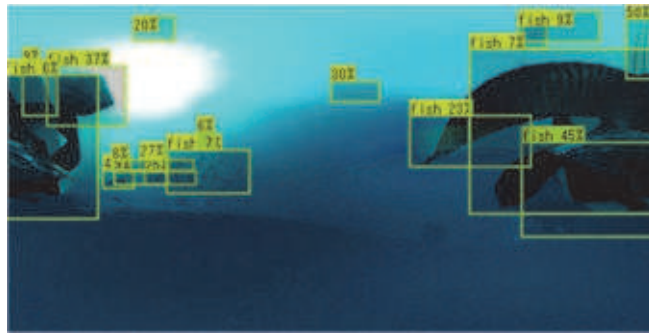


(b) 大きな群れ

図表 5-32 タイムラプス画像の物体認識結果



図表5-33 全天球画像の物体認識結果



図表 5-34 物体認識の妨げになっている撮影機器

定置網撮影画像を用いた AI 画像解析では、物体認識による魚体数カウントを行うことができた。また、網内の画像解析においては、必要な被写体のみ切り出すなどといった画像前処理が必要であることもわかった。一方、今回は分析のために確保できた学習画像枚数が少なかったため、今後はより精度の高い AI 画像解析を行うために、学習画像を増やして機械学習を継続して実施していく必要がある。

5.5 まとめ

本事業では定置網漁業において数量管理が困難な理由の一つである箱網内の魚の種組成と量を把握できないという課題について、魚探ブイの情報とカメラによる水中映像を組み合わせることにより、網内の魚種や漁獲量を判別する技術の開発を目的として試験を行ってきた。これらの試験内容について、以下に項目別に成果を記載する。

5.5.1 魚探の魚群の反応と水中映像内の魚群画像の取得について

魚探の魚群反応に対応した対象の魚群をカメラで撮影できるか否かについての設置方法や場所の検討・分析では、送受波器のすぐ近くに、ハウジングを取り付けたロープを吊り下げてカメラを設置することにより時空間的に合致して魚群が映ること、それ以外の場所へのカメラ設置では魚群反応と時空間的なずれが発生してしまったり、網周辺に群がる魚群が映り込んでしまったりするなどの分析上のノイズが発生してしまうことがわかった。また、水中映像の取得方法については、昨年度の試験結果からカメラの設置水深における魚群の撮影漏れを防ぐため、今年度から各水深に2台のタイムラプスカメラを使用して、ハウジングの背面同士を合わせて撮影することでほぼ死角のない映像の取得に試みた結果、どちらか1台でしか撮れていない魚群が確認され、より高精度に映像を収集する方法として有効であることが明らかとなった。さらに、昨年度の試験から取得されてきた水中映像には様々な種類の魚種が映り込んでおり、それらの魚種を判別することは可能であった(図5-35)。しかし、今回のように第一箱網での試験においては使用するカメラの台数が多いこと、第二箱網においては設置場所や水深により得られる映像が限られてしまうことから、今後は全天球カメラの使用による使用台数の削減や画角の広さの確保など、ハード面での機種選定などが課題として考えられる。



アオリイカ



イシガキダイ



トビウオ



カンパチ



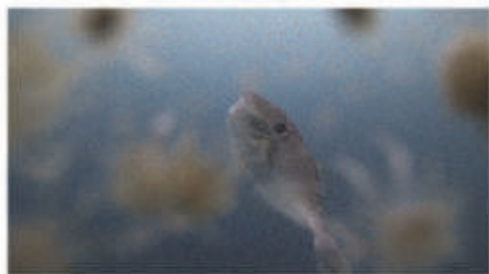
タチウオ



ヒラソウダ



メジナ



ウスバハギ



スズキ



クロサバフゲ

図表 5-35 カメラで撮影された様々な魚種の一例

5.5.2 カメラの設定と設置方法等について

カメラの撮影間隔については、魚種判別の判断となるデータ数が多くなること、回遊魚などの遊泳速度の速い魚種を撮影する機会が増えることから昨年度実施した 5 秒より 3 秒のほうが適切だったと考えられる。

カメラの設置方法については今回試験で行った吊下げ方法が適切なものであると判断された。また、設置場所については、今回の試験では適切な場所であったといえるが、漁場によって網締めの方や箱網の規模が異なってくることから、設置する漁場に合った場所を都度検証する必要がある。

第二箱網に設置したカメラではサバを始めとした比較的表層を泳ぐ魚種についてカメラで魚群をとらえることができた。一方で、現状の設置水深では、表層まで幅のない魚群反応を示す魚群を拾いきれない可能性もある。今後は設置水深と取り付け位置について、操業に大きな支障をきたさない範囲で検討していく必要がある。

カメラのハウジングに付着する生物等については、夏季は 10 日間に 1 回の交換を行ったものの 7 月には付着生物がハウジングを覆い尽くしていることがあった。これに対処するためにはメンテナンス作業の頻度を上げるなどの対応が必要であるが、交換のための作業負担の軽減などは今後の課題である（図表 5-36）。



図表5-36 実証漁場でのカメラ交換の様子

5.5.3 魚群反応の魚種別パターンについて

本事業では、実証漁場で漁獲される TAC 魚種および漁獲対象重要魚種のうちサバ、マイワシ、カタクチイワシ、マアジ、ブリ、サワラを分析対象魚種として分析を進めてきたが、昨年度、今年度の試験期間中に多く漁獲されていたのはサバ、マアジ、マイワシであった。サバとマイワシについてはその魚群を魚探の反応画像としてとらえ、魚種別のパターンを見ることができたが、マアジについては水中映像から魚探の反応パターンを見ることができなかった。これは、マアジは海底に近い深い水深を遊泳するという漁業者の情報もあることから、カメラの設置水深よりも深いところを遊泳していた可能性が考えられる。また、ほかの分析対象魚種であるカタクチイワシやブリ、サワラについては試験期間内に漁獲量がほとんどなかったために分析を行えなかった。

今後はカメラの設置水深や取り付け方法について検討しつつ、前述の魚種についてまとまった漁獲量が見られたときに今回と同様の分析を行うことで魚種別のパターンを見分けられるようになることが期待できる。

また、相模湾の定置網漁業では重要魚種であるアカカマス（アサギ）の群れが第二箱網内で映っていた（図表 5-37）。この日は魚探ブイのバッテリーが切れていたため魚探画像を確認できなかったが、他の重要魚種同様、今後本手法によるデータを収集していくことで各魚種の魚探パターンを割り出すことができる可能性が示唆された。



図表5-37 第二箱網内を泳ぐアカカマスの群れ

5.5.4 魚探とカメラによる水中映像の併用という可能性について

本事業では、最終的には魚探ブイの魚群反応から魚種を判別するための分析手法として、カメラはあくまで魚探に映った群れが何の魚種であるかを確実に知るため道具として利用した。今回の試験ではサバやマイワシの魚群反応が見られた水深において、カメラによる水中映像により魚種が確認できたことから、今後は引き続きデータを積み上げながら魚群反応でサバやマイワシをはじめとした魚について魚種を判断し、魚種選択的な操業を行えることが期待される。

一方で、魚探の取り付け位置や設置水深によって、カメラにしか映らない魚種が見られた。例えば、今回の実証漁場が水揚げを行っている平塚では、低利用魚の名産品化のためにシイラを重要視しているが、水面直下と呼べるほど浅い水深で遊泳している様子が見られた（図表 5-38）。また、メジナは網の際に沿って遊泳する傾向が見られ、今回設置した魚探の取り付け位置では反応をとらえることができなかった。

このことから、魚種の選択的な漁獲を行うにあたり、情報を把握したい魚種が設置している魚探の探索範囲外にも遊泳している場合には、カメラによる情報も魚探情報と同様に把握できるようにすることができれば、魚種や地域によっては魚探ブイと水中カメラの併用による数量管理へのアプローチが有効な場合もあると考えられた。



図表5-38 水面直下を泳ぐシイラの群れ

5.5.5 魚群量指数と漁獲量の関係について

第二箱網に設置した魚探の魚群反応を数値化した魚群量指数と漁獲量の関係について検討したところ、時期により相関関係の有無および程度が変動することが確認された。5、6月には強い魚群反応が出現するにもかかわらず漁獲量が少ない日が多く、魚群量指数と漁獲量の間有意な相関は認められなかった($p>0.05$)。この強い反応は昼間には海面付近に、日没後には海面から深度10 mの範囲に出現し、揚網後にも海面付近に反応が残っていたことから、網目を通過する仔稚魚によるものである可能性が考えられた。

本年度の解析対象全期間(4-9、11-12月)から仔稚魚の可能性のある反応が頻出した5、6月を除いた期間において、魚群量指数と漁獲量の間有意($p<0.05$)かつ強い相関($r=0.79$)が認められた。

今後は、夜間に出現した特徴的な魚探反応(図表 5-25)がイワシ類の仔稚魚であるか否かを採集実験などで確認する必要がある。

5.5.6 全天球カメラを用いた定置網内撮影

全天球カメラによる定置網内撮影では、通常のカメラでは本来死角となる場所に遊泳する魚の群れをとらえることができしており、網内での撮影に全天球カメラが非常に有効である可能性が示唆された。今後は定点観察を行うために、より長期にわたって撮影できる給電体制やデータ通信の方式などが課題となるため、さらなる検証を続けていくことが必要である。

5.5.7 AI画像分析

定置網内で撮影した画像を元に、AI画像解析による魚種判別・魚体数カウントの検証を行ったところ、機械学習による魚種判別は80%以上であり、魚群レベル判定としての魚体数カウントは90%以上、物体認識としての魚体数カウントは70%の正解率で高い値を得ることができた。本分析の実用可能性の高さから、今後全天球画像による魚群の画像枚数を増やすことで、同様のAI画像解析が可能であることが考えられる。

今後は実用化に向けて、学習用画像をさらに増やして機械学習を実施し、AI画像解析の妨げになる被写体の削除や、必要な被写体のみ切り出すなどの画像前処理も併せて検討を進め、TAC魚種をはじめとした重要魚種について幅広く高い正解率を算出できるよう分析を進める必要がある。

本事業では、すでに定置網漁場への普及が進んでいる魚探ブイと、カメラから収集される網の中の水中映像を組み合わせることで、魚探に現れた反応が何の魚種の群れであるかを判別するための検討を行ってきた。

その結果、カメラによる水中映像から魚群の魚種を判別することが可能であり、それらの情報から魚種別に魚探の反応パターンを割り出すことができたことから、魚探の情報から魚種判別が可能な事例を示すことができ、今後もデータ収集と検証を重ねることで今回検証できなかった重要魚種についても反応パターンの判別ができる可能性が示唆された。

また、水中映像の情報収集には通常のカメラよりも画角が広い全天球カメラを利用することで、箱網内の情報をより多く収集することが可能となることもわかったため、今後のより効率の良い情報収集への活用が期待できる。

魚群反応と漁獲量の関係性について、魚群反応の強さと漁獲量に強い相関がみられる時期が存在することが明らかとなった。今後、漁獲量との相関がみられなかった仔稚魚と思われる魚群反応パターンの出現特性の分析を行っていくことで、魚群反応と漁獲量の関係性をより正確に把握できるようになることが期待できる。加えて、魚探と水中カメラ映像の併用により割り出した魚種毎の魚群反応パターンの出現特性の分析を行っていくことで、魚群反応と魚種毎の漁獲量の関係性の把握が期待される。

今回の魚種判別や漁獲量の分析については手動で情報を得て分析を行うという手法をとってきたが、機械学習による魚種判別と魚群の大きさの指数が情報として得られるようになれば、より多くの情報を分析できるようになり、TAC 魚種以外の重要魚種についての魚探パターンの分析もより早く、円滑に行うことができるようになると思われる。

これら本事業で開発した魚種や漁獲量の分析方法と情報の活用により定置網内に遊泳する漁獲物について、魚群反応の魚種ごとのパターンやおおよその漁獲量を把握することができることがわかった。

特に、今回パターンの割り出しが進んだ TAC 対象種であるサバとマイワシは、神奈川県が対象となっている TAC 魚種 6 種に含まれており、県下の定置網漁業者が活用できる情報となったほか、同魚種の水揚げがある定置漁業者にとっても有効な情報として利用できるものとなった。また、本手法を利用することで定置網漁業者が網揚げを行う際においても、TAC 魚種や当該漁場における重要魚種の割当量の状況に応じて、特定の魚種の水揚げをするのか逃避させるのかといった魚種選択性を活かした操業を随時行えるようになると期待できることから、今後、魚種別に漁獲量の割り当てが行われる場合においても、本手法を活用して数量管理の取り組みに資することができると思われる。

引用文献

- 1) 松尾豊, 杉崎宏哉, 横内克己. マイワシ仔魚日周鉛直移動の一観測例. 東北水研研報 1997; 59: 171-175.
- 2) 中田尚宏, 今井千文. 神奈川県城ヶ島沖における魚卵・仔魚の垂直分布について. 神水試研報 1981; (3): 19-28.

6 定置網漁業等における数量管理のための技術開発の報告 <山口県地区>

6.1 開発体制とコンソーシアム構成員の役割

本事業における研究開発は、山口県水産研究センター、株式会社宇田郷定置網、水口電装株式会社、ホクモウ株式会社、国立大学法人長崎大学の5者で行った。

[構成員(担当者) : 山口県水産研究センター(安部 謙、渡邊 俊輝)]
LED水中灯を用いた小型魚の放流技術を開発するため、山口県地区統括機関として、試験研究の進行調整やデータ分析等を行う。

[構成員(担当者) : 株式会社宇田郷定置網(廣石 芳郎、水津 和弘)]
山口県地区の実証漁場として、入網した小型魚をLED水中灯で誘導し、網外へ放流する技術を開発する。

[構成員(担当者) : 水口電装株式会社(水口 千津雄、清水 恒夫)]
実証漁場において、網内の魚類を誘導するためのLED水中灯の設定や設置方法について検討する。
網外への放流効果を検証するため、水中カメラによるモニタリングシステムを利用し、データを収集する。

[構成員(担当者) : ホクモウ株式会社(川井 雄五)]
魚群探知機を用いて網内の魚類の状況を観察し、データを収集する。
収集したデータは、水中カメラや水上ドローンによる撮影データと相関することでLED水中灯の魚類に対する誘導効果を検証する。

[構成員(担当者) : 国立大学法人長崎大学(松下 吉樹、大沼 空広、桑谷 航平)]
LED水中灯を用いた小サバの水槽実験によりマサバの対光行動を明らかにする。実証漁場において水上ドローンによるLED水中灯の効果調査を行い、収集したデータの解析を行う。

6.2 技術開発の題目と目的

題目

「LED水中灯を用いた魚類の行動制御と放流技術開発」

目的

山口県地区では、定置網に入網したアジ、サバの小型魚(当歳魚)やイワシ類をLED水中灯で誘導し、第二箱網の網目拡大(2寸目)を利用して網外へ放流させることを目標とする。

6.3 技術開発の方法

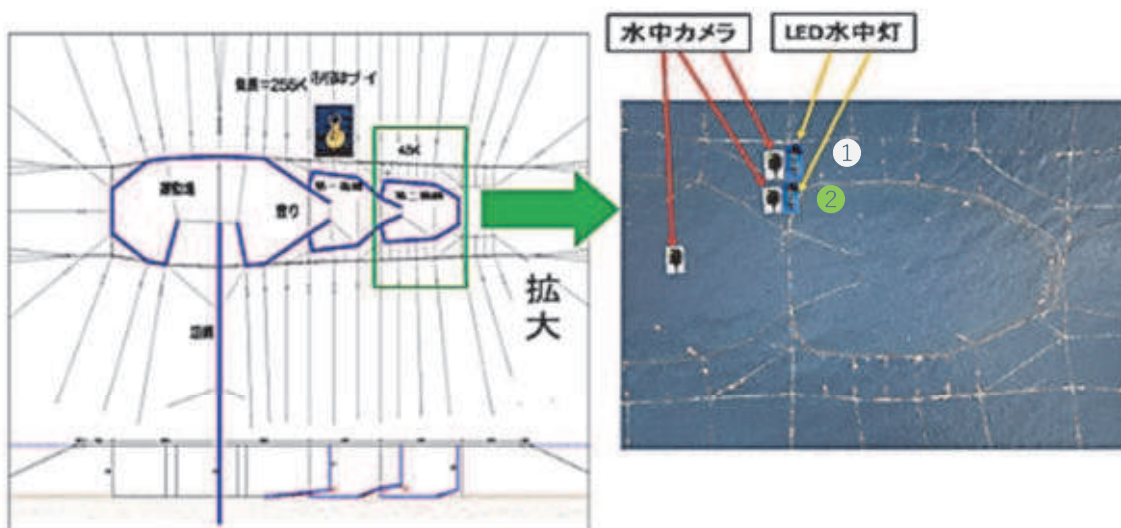
ア 漁具改良等技術開発

①LED 水中灯の設定と水中カメラによるモニタリング調査

昨年度に構築した水中カメラによるモニタリングシステムにおいて、パソコン画面上でLEDの調光(0~100%)が設定できるように改良して調査を行った(図表6-1)。また、水中カメラを第二箱網外の2個に加え、第一箱網内に1個設置し、入網した魚群の観察を行った(図表6-2)。



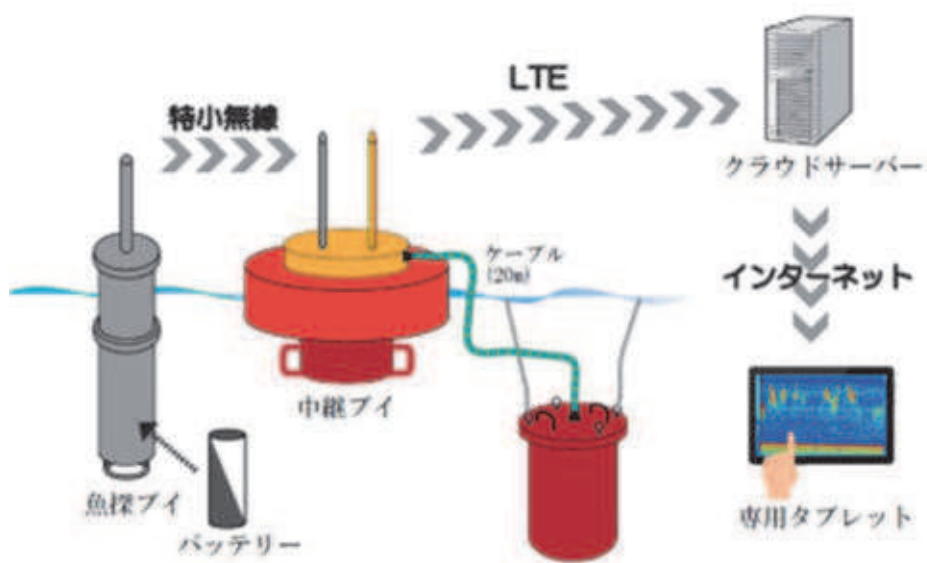
図表 6-1 パソコンの LED 調光設定画面



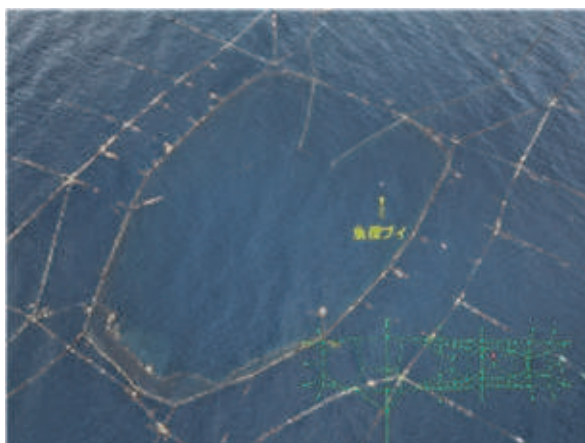
図表 6-2 水中カメラ、LED 水中灯設置位置 (①白灯②青緑灯)

②魚群探知機によるモニタリング調査

光の影響を受けない魚群探知機のシステムを導入し、第二箱網内の魚群の観察を行った。魚探ブイには、広範囲に魚群を探知できる振動子が搭載され、定置網内の様子を広く観察することができる。得られたデータは、魚探ブイ→中継ブイ→クラウドサーバーへ無線で送信される。クラウドサーバーからはインターネット回線で通信し、設定した専用タブレットに魚探情報を表示させる（図表 6-3）。魚探ブイは第二箱網の返し先沖側から沖の側張りにロープを張って固定した（図表 6-4）。中継ブイは、通常、第二箱網側張りに設置するが、宇田郷定置網では漁場が陸地から近い特性を活かし、陸上に設置した（図表 6-5）。



図表 6-3 魚群探知機による魚群監視システム



図表 6-4 第二箱網内の魚探ブイの位置



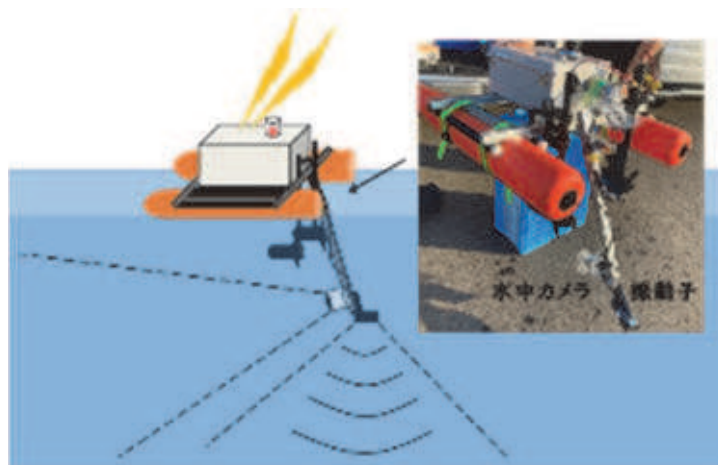
図表 6-5 陸上に設置した中継ブイ

③水上ドローンを用いた定置網モニタリング手法の検討

長崎大学が所有する水上ドローン（図表 6-6）に水中カメラと魚群探知機を搭載して、プログラムによる自動運転により、定置網周辺の魚群分布などを観察する方法を検討した。

プログラム運転にはパソコンにインストールしたオープンソースのドローンオートパイロットソフトウェア「ArduPilot」（version 1.3.77.1）中の Mission Planner により、PC をグラウンドコントロールステーション（GCS）として用いた。プログラム運転中に撮影した画像を陸上に転送して簡便な観測を可能にするため、マイクロコンピュータ（Raspberry Pi 3modelB+）、LTE 通信 SIM、リチウムポリマーバッテリー（6600 mAh、14.8 V）、カメラを用いて、撮影した画像を 1 分間に 1 度クラウド上に自動的にアップロードするシステムを開発した。カメラの撮影制御を Raspberry Pi 上で行い、撮影した画像データは株式会社ソラコムが提供する、データ収集、蓄積サービス「SORACOM Harvest Data & Files」上にアップロードした。カメラは、ELP-SUSB1080P01（視野角 100°、解像度は 1920×1080dpi、Ailipu Technology）をアクリル製の水密ケースに収容して使用した。魚群探知機には Elite-4 CHIRP（LOWLANCE）を用いて、エコグラムを内蔵の SD カードに記録した。

2022 年 11 月 3 日に宇田郷定置網漁場にて、プログラム運転を試行した。垣網部の経緯度をもとに、ArduPilot で自動航行のプログラムを作成した。設定したルートは直線距離約 1.3 km で、尾無漁港から出港して垣網の陸側先端に向かい、垣網前面を運動場の入り口付近まで移動する往路と、往路と似通ったポイントを通って帰港する復路からなる。垣網前面に設定したポイントで、水上ドローンを 1 分間ずつ停止させ、水中カメラによる撮影を行った。また、航行中は魚群探知機を稼働させ続けて魚群データを取得した。魚群探知機のエコグラム画像は画像解析ソフト「Image J (ver 1.53t)」により二値化処理を行った後、ノイズと判断される反応を可能な限り除去し、それ以外の魚探反応の画素数を計数した。この画素数をポイント間の魚群量指数とした。



図表 6-6 使用した水上ドローン

イ データ収集・分析

④宇田郷定置網の漁獲量の収集と解析

宇田郷定置網におけるアジ、サバ、イワシ類などの漁獲状況を把握するため、毎日の水揚げ伝票を基に魚種別に水揚げ量を集計した。

⑤LED 水中灯を用いた小サバ、小アジの水槽実験

2022年8月11日～9月30日の間の10日間の日没から日出にかけての夜間に、長崎大学環東シナ海環境資源研究センター屋外に設置した長方形水槽（長さ6.0 m、幅1.5 m、水深0.35 m、図表6-7）の長辺の両端水面に小電力のLED（光色 緑と赤、24V 13-17 mA）を取り付けてサバ類（全長17.5 cm、1個体の計測）またはマアジ（平均全長13.2 cm）の行動を観察した。これらは環東シナ海環境資源研究センター近くの海面でサビキ釣りにより採集して、別の水槽でペレット給餌を行いながら畜養した。

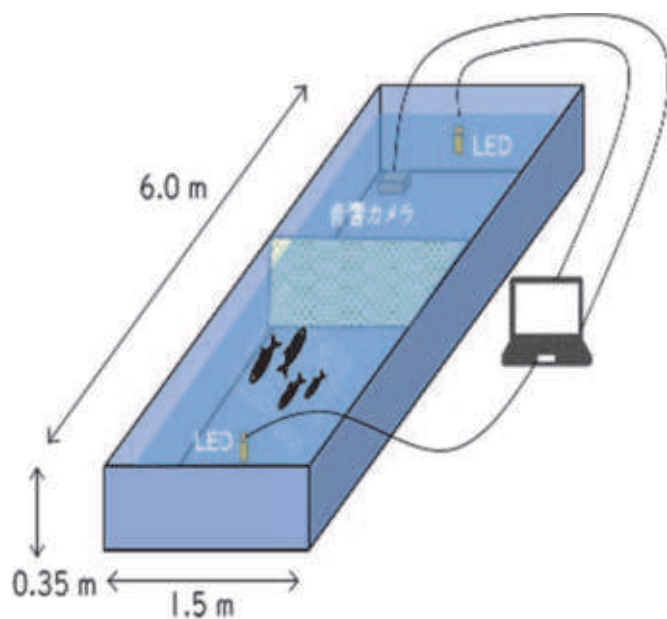
水槽の中央に仕切り網を設置しない状態（コントロール）、または目合150 mm、100 mm、72 mmで縮結20%の無結節網地（以降、それぞれを大、中、小と呼ぶ）を張った仕切り網を取り付けて、LEDを点灯しない状態で片方の区画に実験魚を5個体放流した。放流後、10分間以上、光の無い状態で実験魚を馴致した後に片方の端のLEDを点灯した。マイコン（Arduino Uno R3）でプログラムをつくり、点灯してから1時間または2時間経過後、LEDを消灯すると同時に反対側のLEDを点灯させた。こうした点灯する場所を定期的に変えて魚の位置を確認し、記録した。この点灯と消灯を夜明けまで繰り返した。実験魚とLED光色、仕切り網の組み合わせ条件を図表6-9に示す。

LEDを点灯しはじめてから、実験魚の位置を水槽片側の底面に設置した音響カメラ（ARIS、東陽テクニカ）で1分ごとに確認した。実験中に音響カメラに写る画像例を図表6-8に示した。音響カメラは、完全な暗状態でも魚体を確認できる反面、ビーム幅が26°と狭いため、設置した区画には観察できない範囲ができる。この実験では実験魚の位置は仕切り網の位置で二分して考え、音響カメラが置かれた区画内で確認した実験魚の数 n ($0 \leq n \leq 5$) を数え、音響カメラのない区画の実験魚の数は $5-n$ とした。

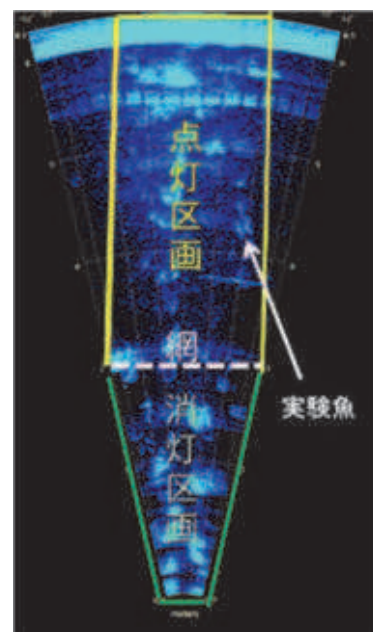
この実験では、実験魚はLEDが点灯されるとLEDが点灯している区画に移動（仕切り網が設置されている場合には網目を通過して移動）するという仮説を考えた。つまり、1時間ごとに点灯を切り替えた場合、点灯された区画に実験魚5個体が60分間滞在したならば、1分間ごとに個体数を数えたので、点灯された区画には点灯切り換えまでのべ300個体の滞在が確認されることになる。一方、実験魚が網目の通過を嫌い、点灯区画にまったく移動しない場合には、のべ確認数は0である。この考え方に沿って、ここでは実験魚が仮説に従って区画を移動したかを表す誘導指数 I_{gi} を次のように定義した。

$$I_{gi} = \sum_{t=T(i-1)}^{T(i)-1} N_t / 5T$$

ただし、 T は点灯切り換え間隔（60分または120分）、 i は切り換え回数、 N_t は時間 t のときに点灯区画で確認できた実験魚の数である。 $I_{gi}=1$ ならば、魚は点灯区画に常に滞在、 $I_{gi}=0$ ならば、魚は消灯区画に常に滞在したことを示す。点灯切り換えごとの誘導指数の変化を実験条件ごとのLEDの誘導効果とした。



図表 6-7 水槽実験のセットアップ



図表 6-8 音響カメラにより観察される範囲

図表 6-9 実験条件

魚種と LED 光色	網無し	大	中	S
小アジ 緑	○	○	○	○
小アジ 赤	○	○	-	○
小サバ 緑	○	○	○	○
小サバ 赤	-	-	-	-

6.4 技術開発の結果

ア 漁具改良等技術開発

①LED 水中灯の設定と水中カメラによるモニタリング調査

2022年6月3日から調査機器を宇田郷定置網に設置し、モニタリングを開始した。夜間でも魚種判別ができるレベルまで撮影した映像の精度を上げるため、はじめに第二箱網外の水中カメラを設置する水深について検討した。映像に映った魚群の状況から、設置する水深は15 m程度（漁場の水深は約30 m）が良いことが分かった（図表6-10）。また、LED水中灯の点灯時間は、午前0時の点灯で魚群の蝟集が多い傾向が見られた。LED水中灯は、青緑灯（25 W）で網内の魚群を誘魚し、白灯（25 W）で網外に集魚する方法で行ったところ、青緑灯（出力40%）10分→（青緑灯（出力40%）＋白色灯（出力30%））5分→白色灯（出力30%）10分の点灯パターンで網外のカメラ周辺の集魚効率が高いことが判明した。なお、低照度では白灯の点灯が他色に比べてカメラの映像が鮮明になることも分かった。

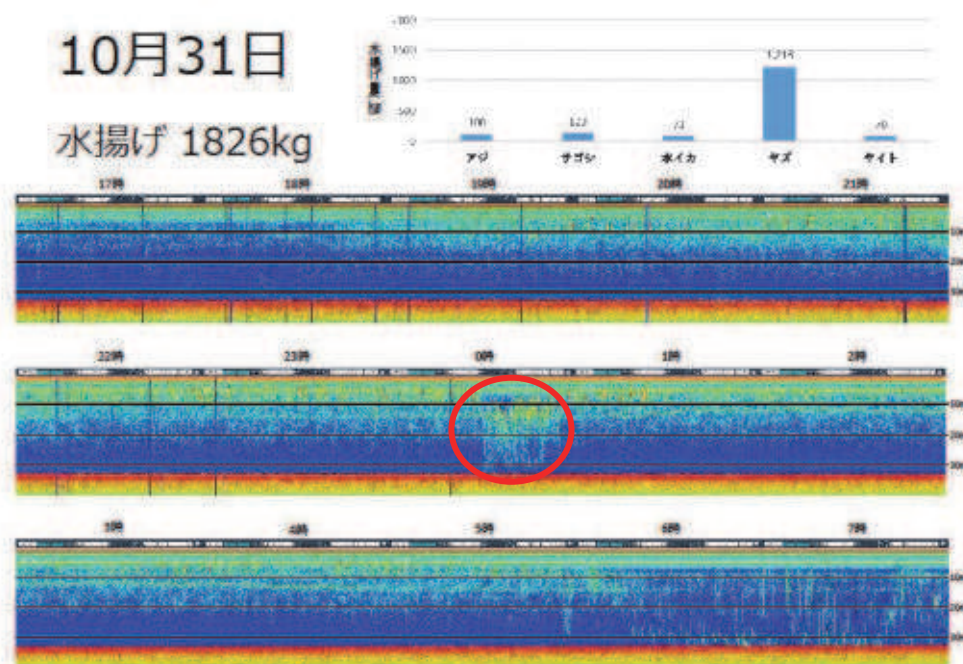


図表6-10 水中カメラで撮影されたサバ

②魚群探知機によるモニタリング調査

2022年6月1日から調査を開始し、同年の11月末まで調査を行った。中継ブイを通常の海上から陸上に移して設置することで、波浪等による中継ブイの破損のリスクを低減させ、さらに海上での3ヶ月に1回程度のバッテリー交換の手間をなくすことができた。また、コンセントで陸電供給出来るようになり、メンテナンス性も向上した。

調査期間中の17時～翌7時を対象時間とし、その間の1時間毎のタブレットのスクリーンショットを時系列に並べてみたところ、午前0時～0時30分の間に魚探反応が大きく変化している事例がアジ、サバ、ブリなどの多獲時に見られた(図表6-11)。LED点灯に伴う魚群の反応と思われる、LEDにより魚群が誘導されていることが示唆された。



図表 6-11 魚探画像の例 (ブリ多獲時)

③水上ドローンを用いた定置網モニタリング手法の検討

晴れ、風速 2 m/s、波高 0.5 m の条件で宇田郷定置網周辺において水上ドローンのプログラム運転を行った。水上ドローンが実際に航行した航跡を図表 6-12 に示す。水上ドローンは作成したプログラム通りに自動航行を行い、垣網付近のポイントで 1 分間の停止を確認できた。このプログラムを実行させてから港まで帰ってくるまでに要した時間は 81 分で、水上ドローンの平均速度は約 1.7 knot であった。航行後のバッテリー残量は 17% であった。

水中カメラで撮影した画像例を図表 6-13、魚群探知機で得られた魚群データを図表 6-14 に示す。魚群データの解析結果から求めた垣網前面の魚群の分布を図表 6-15 に示した。

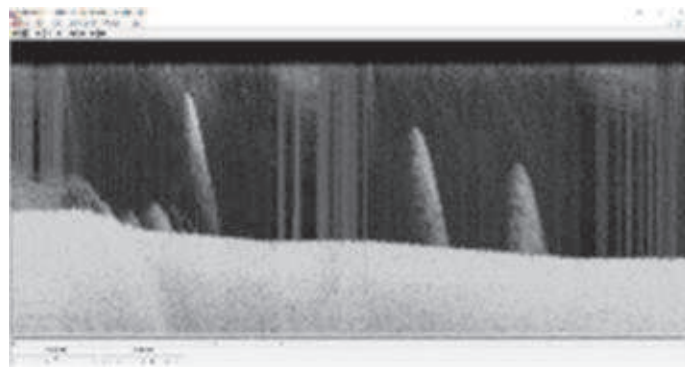
以上のように水上ドローンはプログラム運転により、無人で定置網周辺の水中観察と魚群量探査を行えることが実証できた。



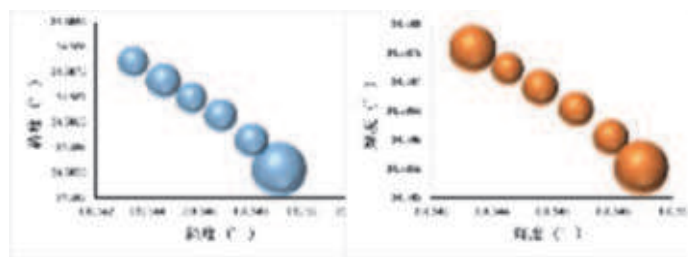
図表 6-12 プログラム運転の航跡



図表 6-13 停止して撮影した水中画像例



図表 6-14 航行中に取得されたエコグラム



図表 6-15 垣網前面の魚群の分布

イ データ収集・分析

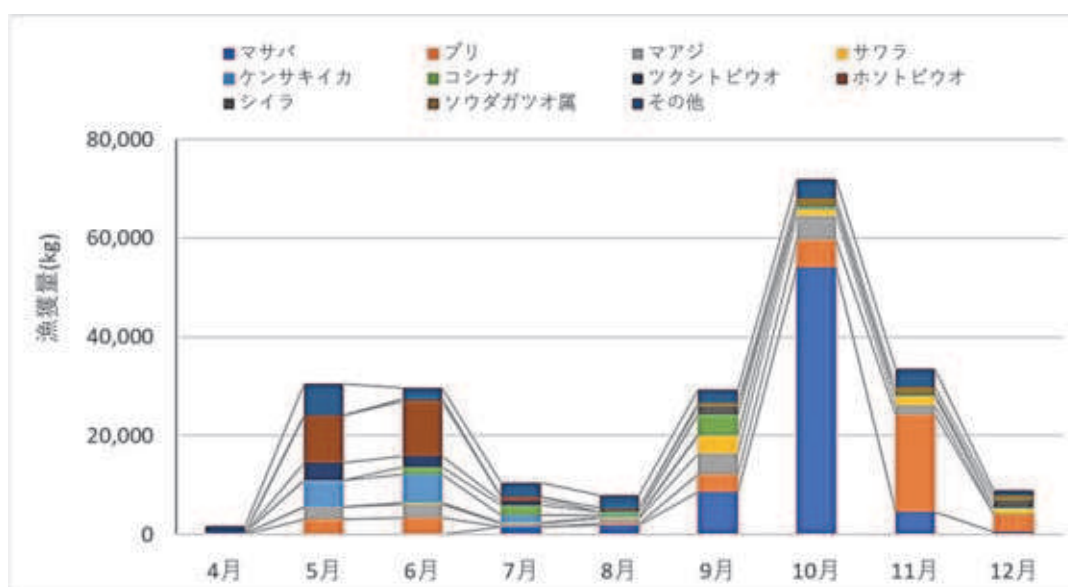
④宇田郷定置網の漁獲量の収集と解析

宇田郷定置網における調査期間中（2022年4月から2022年12月）の魚種別漁獲割合を図表6-16に示す。宇田郷定置網では、調査期間中に合計約224トンが漁獲された。漁獲物に占める対象魚種の順位をみると、マサバは第1位、ブリは第2位、マアジは第4位であった。

調査期間中（2022年4月から2022年12月）の月別の漁獲量を図表6-17に示す。マサバ、ブリ、マアジが3トン以上漁獲された月は、マサバでは9月～11月、ブリでは9月～12月、マアジでは9～10月であり、多獲されたサイズはマサバでは15～25cm、ブリでは40～50cm、マアジでは10～15cmであった。

順位	魚種	漁獲量 (kg)	割合 (%)
1	マサバ	71,145	31.8
2	ブリ	39,149	17.5
3	ホソトビウオ	21,549	9.6
4	マアジ	18,288	8.4
5	ケンサキイカ	13,911	6.2
6	コシナガ	8,822	3.9
7	サワラ	8,615	3.8
8	ツクシトビウオ	6,358	2.8
9	イサキ	5,234	2.3
10	ソウダガツオ属	4,051	1.8
	その他	26,671	11.9
	合計	223,792	100.0

図表6-16 宇田郷定置網の魚種別の漁獲割合

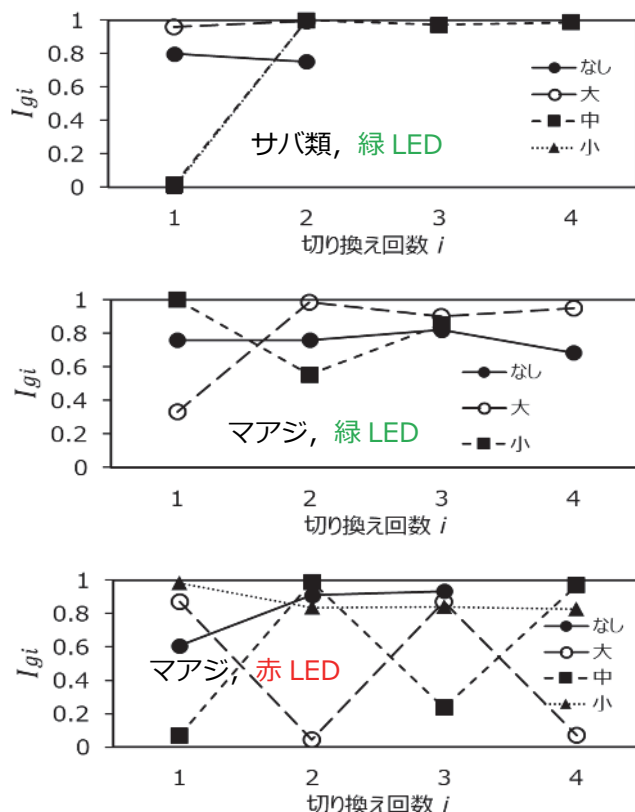


図表6-17 宇田郷定置網の月別魚種別漁獲量

⑤LED 水中灯を用いた小サバ、小アジの水槽実験

魚種と LED 色別に点灯切り換えごとの誘導指数 I_{gi} の変化を図表 6-18 に示した。水槽を仕切り網で二分せずに点灯を切り換えた場合（図中●）、魚種と LED 色にかかわらず誘導指数 I_{gi} は 0.61 から 0.93 の範囲で高い値を示した。次に仕切り網を設置して緑色の LED を交互に点灯した場合、サバ類を対象とした目合が中と小の仕切り網（図表 6-18 上のグラフの■と▲）とマアジを対象とした目合が大の仕切り網（図表 6-18 中のグラフの○）のように、最初の点灯（ $i=1$ ）では誘導指数が小さく、魚は消灯区画に分布する傾向がみられる場合もあったが、点灯の切り換えを繰り返すにつれて 1 に近い値を示す、すなわち魚は網目を通過して点灯区画に移動するようになったことが分かる。

仕切り網を設置して赤色の LED を交互に点灯した場合（図表 6-18 下のグラフ）には、目合が大と中の実験で誘導指数 I_{gi} は 0 と 1 に近い値を交互に示した。これは点灯しても消灯してもマアジは網目を通過することなく同じ区画に滞留したことを示している。一方で目合が小の仕切り網の実験では、緑色 LED の実験の時と同様にマアジは網目を通過して点灯区画に移動した。目合が小さいにもかかわらず網目を通過した原因については不明であるが、緑色の LED ではすべての目合の仕切り網と魚種で、魚の網目通過が誘発できたことより、緑色 LED のほうが赤色 LED よりも網目通過を誘発できるような誘導効果があると思われる。



図表 6-18 点灯切り換えごとの誘導指数 I_{gi}

サバ類、緑 LED の結果（左上グラフ）では、1 回目と 2 回目の切り換えで■と▲が重なって表示されている。

6.5 まとめ

成果

- ・LED 水中灯による魚の網目通過行動の誘発を評価するための水槽実験手法を確立した。
- ・LED 水中灯を用いた小サバと小アジの水槽実験から、緑色の LED が魚の網目通過を誘発できる可能性が高いことが示唆された。
- ・実証漁場において、午前 0 時から LED 青緑灯 10 分→LED 青緑灯+白灯 5 分→LED 白灯 10 分のパターンで点灯することで網外のカメラ周辺に魚群を誘魚・集魚し、夜間でも魚種判別ができるレベルでの撮影が可能となった。
- ・第二箱網内の魚群の行動をタブレットでモニタリングできる魚群探知機のシステムを導入した。
- ・タブレット映像のスクリーンショットを長時間連続して見ることで、魚群の行動が変化していることを確認でき、LED 点灯時に魚群が大きく移動していることが判明した。
- ・決められた位置で水中観察や魚探調査などの作業を行うことができる水上ドローンを造った。
- ・水上ドローンがプログラム運転により、無人で定置網周辺の水中観察と魚群量探査を行えることを実証した。

課題

- ・水槽実験によりアジ、サバの対光行動は明らかになったので、ブリについて検討したい。
- ・魚探映像は波浪による通信状況の変化でデータが途切れたり、網の一部が映ってしまうことがあったため、魚群反応のみを鮮明に捉えづらかった。今後はデータの質向上のため、魚探ブイの設置位置の検討等を行いたい。
- ・網外の水中カメラで点灯した LED 水中灯に集まる魚群を夜間でも魚種判別ができるレベルで撮影できるようになった。しかし、低照度のため撮影範囲が限られ、これらが網内からどれくらい出てきたのか判断できない。そのため、今後は新たにソナーを導入し、魚群の移動と魚群量の確認を行いたい。
- ・網外の水中カメラで撮影した映像を目視で魚種判別まで行うには、膨大な時間を要するので、AI（人工知能）を利用した判別をしたい。
- ・魚種別の放流効果を検証するためには、水中カメラで取得したデータの魚種判別に加え、他の調査機器で取得した映像や画像データの定量化が必要となるので、その方法について今後検討したい。

7 検討会の設置と開催及び現地調査

本事業では、検討会を設置して、取組み効果の検証と実用化及び開発成果の普及を目的とした検討を行なった。また、取組み状況及び普及に向けた現場情報の把握のため、専門家等（検討会委員）による現地調査を行なった。

7.1 検討会

本事業の検討会の設置要領を以下に記す。

令和4年度 定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業 検討会設置要領

定置網漁業等数量管理技術開発コンソーシアム

1. 趣旨

定置網漁業等における数量管理のための技術開発について効率的な推進等に向けた検討を行う。

2. 組織

- (1) 検討会の委員は6名以下とする。
- (2) 検討会は、外部専門家（評価対象の研究開発分野及び関連する分野の専門家）、事業実施者等をもって構成する。

3. 運営

- (1) 検討会の座長は、委員の中から互選で選出する。
- (2) 検討会は、一般社団法人海洋水産システム協会が必要に応じて召集する。

4. 任期

委員の任期は、委員の承諾日から、事業完了年月日までとする。

5. 審議事項

定置網漁業等における数量管理のための技術開発について、その課題に係る計画、取組み効果の検証と実用化及び開発成果の普及を目的とした検討を行う。

6. 庶務

検討会の庶務は、一般社団法人海洋水産システム協会に事務局を設置し、実施する。

7. その他

この要領は、令和4年5月19日から実施する。

7.1.1 第1回検討会

第1回検討会の開催内容を以下に記す。

令和4年度 定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業 第1回検討会

開催日時 令和4年5月19日（木）10：00～12：00 （09：45 開場）
開催場所 海洋水産システム協会 会議室 及び オンライン（ZOOM）

議事次第

1. 開会挨拶
2. 検討会について
3. 議事
 - (1) 事業について
 - (2) 本事業の技術開発計画及び取組内容について各県地区の説明と検討の実施
 - ① 山口県地区
 - ② 神奈川県地区
4. その他



図表 7-1 第1回検討会の様子

第1回検討会の出席者は、次のとおりである。

※敬称略

【検討委員会】

国立大学法人東京海洋大学 学術研究院 教授	秋山 清二
東京大学生産技術研究所 平塚総合海洋実験場 シニア協力員	石戸谷 博範
有限会社泉澤水産 代表者	泉澤 宏
国立大学法人長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 教授	松下 吉樹
定置漁業研究開発プラットフォーム プロデューサー	水上 洋一
水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部 主幹研究員	山崎 慎太郎 (Web)

【水産庁】

水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 室長	南 克洋
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 課長補佐	三橋 謙一
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係員	澤田 夏樹 (Web)
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係員	津田 一樹
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 行政専門員	富田 智明

【コンソーシアム】

一般社団法人 日本定置漁業協会 専務理事	玉置 泰司
一般社団法人 日本定置漁業協会	木村 秀二
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 専門研究員	鎌滝 裕文 (Web)
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 主任研究員	田村 怜子 (Web)
株式会社川長水産 代表取締役社長	磯崎 晴一 (Web)
リコーテクノロジーズ株式会社 プロダクト事業本部	水野 直樹 (Web)
山口県水産研究センター 海洋資源グループ 専門研究員	安部 謙 (Web)
株式会社宇田郷定置網 代表取締役	廣石 芳郎 (Web)
株式会社宇田郷定置網 取締役	水津 和弘 (Web)
水口電装株式会社 代表取締役	水口 千津雄 (Web)
水口電装株式会社 設計G 係長	清水 恒夫 (Web)
一般社団法人 海洋水産システム協会 専務理事	平石 一夫
一般社団法人 海洋水産システム協会 研究開発部 部長代理	岡野 利之
一般社団法人 海洋水産システム協会 研究開発部 技師	岩田 佳之

会場 14 名、Web12 名、計 26 名

配布資料は、次のとおりである。

- 資料 1. 第 1 回検討会 議事次第
- 資料 2. 第 1 回検討会 出席者名簿
- 資料 3. 検討会設置要領 (案)
- 資料 4. 事業内容
- 資料 5. 予定表 (案)
- 資料 6. 予算書と経費の説明
- 資料 7. 山口県地区 事業計画 (山口県)
- 資料 8. 山口県地区 モニタリング調査内容 (水口電装)
- 資料 9. 山口県地区 実験・調査内容 (長崎大学)
- 資料 10. 神奈川県地区 事業計画 (神奈川県)
- 資料 11. 神奈川県地区 調査・分析方法 (東京海洋大学)
- 資料 12. 神奈川県地区 モニタリング調査内容 (リコーテクノロジーズ)

議事概要は次のとおりである。

(1) 検討会について

- ・事務局より資料 1～6 の説明が行われた。
- ・検討会設置要領について承認された。
- ・検討会座長に東京海洋大学 学術研究院 秋山 清二 教授が選出された。

(2) 本事業の技術開発計画及び取組内容について

①山口県地区

- ・山口県地区より資料 7～9 に基づいて説明が行われた。
- ・山口県地区では、水槽実験でサバに対する LED の効果を検証する。
- ・実証漁場ではアジ、サバ、イワシ類、ブリ、サワラについて、水中カメラ、魚群探知機、水上ドローンの 3 種類の機器を用いて LED の効果調査を行い、放流効果を検討する。

②神奈川県地区

- ・神奈川県地区より資料 10～12 に基づいて説明が行われた。
- ・神奈川県地区では、第一箱網と第二箱網から情報収集を行い、漁獲に直結した情報を分析していくことで実用化に近づける技術開発を目指す。
- ・魚群量指数と漁獲量の関係、タイムラプスカメラで広範囲の画像撮影と分析、魚探画像により魚種と時間を合わせた魚群行動を把握について検討する。

(3) その他

- ・コンソーシアムとして、今後の普及や取組みについて情報発信、普及に努める。
- ・日本定置漁業協会より、今後、定置網漁業等における数量管理に役立つ技術開発として考えられる事例が紹介された。

7.1.2 第2回検討会

第2回検討会の開催内容を以下に記す。

令和4年度 定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業

第2回検討会

開催日時 令和4年12月13日(火) 13:00~15:00
開催場所 平塚市漁業協同組合 会議室(神奈川県平塚市千石河岸28-13)
及びオンライン会議(Zoom)を併用

議事次第

- 1 開会挨拶〔代表機関、水産庁〕
- 2 出席者紹介、資料確認
- 3 前回議事録の確認
- 4 議事
 - (1) 事業について(確認)
 - (2) 本事業の技術開発及び取組内容について各県地区の説明と検討
 - ① 神奈川県地区
 - ② 山口県地区
 - (3) その他
 - ・日本定置漁業協会の報告
 - ・第3回検討会の日程調整 等



図表 7-2 第2回検討会の様子

第2回検討会の出席者は、次のとおりである。

※敬称略

【検討委員会】

国立大学法人東京海洋大学 学術研究院 教授	秋山 清二
東京大学生産技術研究所 平塚総合海洋実験場 シニア協力員	石戸谷 博範
有限会社泉澤水産 代表者	泉澤 宏 (Web)
定置漁業研究開発プラットフォーム プロデューサー	水上 洋一

【水産庁】

水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 室長	南 克洋
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 課長補佐	三橋 謙一
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係員	澤田 夏樹 (Web)
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係員	津田 一樹

【コンソーシアム】

一般社団法人 日本定置漁業協会 専務理事	玉置 泰司
一般社団法人 日本定置漁業協会	木村 秀二
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 場長	小川 砂郎
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 専門研究員	鎌滝 裕文
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 主任研究員	田村 怜子
国立大学法人東京海洋大学 学術研究院 海洋生物資源部門 助教	宮本 隆典
国立大学法人東京海洋大学	山口 渉太
リコーテクノロジーズ株式会社 プロダクト事業本部	水野 直樹 (Web)
リコーテクノロジーズ株式会社	大石 卓弥 (Web)
山口県水産研究センター 海洋資源グループ グループリーダー	渡邊 俊輝 (Web)
山口県水産研究センター 海洋資源グループ 専門研究員	安部 謙 (Web)
株式会社宇田郷定置網 代表取締役	廣石 芳郎 (Web)
株式会社宇田郷定置網 取締役	水津 和弘 (Web)
ホクモウ株式会社 漁撈開発部	川井 雄五 (Web)
水口電装株式会社 代表取締役	水口 千津雄 (Web)
水口電装株式会社 設計G 係長	清水 恒夫 (Web)
一般社団法人 海洋水産システム協会 専務理事	平石 一夫
一般社団法人 海洋水産システム協会 研究開発部 部長代理	岡野 利之
一般社団法人 海洋水産システム協会 研究開発部兼設計部 技師	岩田 佳之

会場 16 名、Web11 名、計 27 名

配布資料は、次のとおりである。

- 資料 1. 第 2 回検討会 議事次第
- 資料 2. 第 2 回検討会 出席者名簿
- 資料 3. 第 1 回検討会議事録案
- 資料 4. 事業の概要
- 資料 5. 神奈川県地区 発表資料
- 資料 6. 山口県地区 発表資料
- 資料 7. アンケート調査の結果 ブリ、サワラ小型魚の再放流

議事概要は次のとおりである。

(1) 事業について

- ・水産庁では新たな資源管理の推進に向けたロードマップに則って、令和 12 年度には 10 年前と同程度の 444 万トンまで漁獲量を回復させることを目指している。ロードマップでは TAC の指定魚種も増やすということになる。
特に定置網漁業についてはその漁法特性から魚種を選択して漁獲できない問題がある。本事業は、このような問題を解決するために重要である。
- ・事務局より資料 1～4 の説明が行われた。

(2) 本事業の技術開発計画及び取組内容について

①神奈川県地区

- ・神奈川県地区より資料 5 に基づいて説明が行われた。
- ・神奈川県水産技術センター相模湾試験場は、神奈川県地区の開発体制とコンソーシアム構成員の役割、目的、タイムスケジュール、使用機材、魚探及びカメラ取付け位置の説明と進捗状況の報告を行なった。
- ・東京海洋大学は、ユビキタス魚探画像を用いた漁獲量予測等について、リコーテクノロジーは、360° 海中映像の遠隔モニタリング・カメラ操作と画像分析等について、説明と進捗状況の報告を行なった。

②山口県地区

- ・山口県地区より資料 6 に基づいて説明が行われた。
- ・山口県水産研究センターは、山口県地区の目標と計画を説明した上で、①宇田郷定置網の漁獲量の収集と解析、②サバ・アジの水槽実験（長崎大学）、③水上ドローンを用いたモニタリング調査（長崎大学）の報告を行なった。
- ・水口電装は、LED 水中灯の試験設定と水中カメラを用いたモニタリング調査について、ホクモウは、魚群探知機を用いたモニタリング調査の報告を行なった。

(3) その他

- ・日本定置漁業協会からブリ、サワラ小型魚の再放流に関するアンケート調査の報告が行われた。

7.1.3 第3回検討会

第3回検討会の開催内容を以下に記す。

令和4年度 定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業 第3回検討会

開催日時：令和5年2月20日（月）14:00～17:00頃（13:30開場）

開催場所：海洋水産システム協会会議室 & オンライン（Zoom）

議事次第

1. 開会挨拶〔代表機関、水産庁〕

出席者紹介、資料確認

2. 議事

(1) 本事業についてのまとめ方（報告書案の確認）

(2) 本事業について各県地区からの報告

① 神奈川県地区

② 山口県地区

(3) その他

3. 今後の進め方



図表 7-3 第3回検討会の様子

第3回検討会の出席者は、次のとおりである。

※敬称略

【検討委員会】

国立大学法人東京海洋大学 学術研究院 教授	秋山 清二
東京大学生産技術研究所 平塚総合海洋実験場 シニア協力員	石戸谷 博範
国立大学法人 長崎大学 総合生産科学域（水産学系）教授	松下 吉樹
定置漁業研究開発プラットフォーム プロデューサー	水上 洋一

【水産庁】

水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 室長	南 克洋 (Web)
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 課長補佐	三橋 謙一 (Web)
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係員	澤田 夏樹 (Web)
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係員	津田 一樹
水産庁増殖推進部研究指導課 先端技術班 行政専門員	富田 智明

【コンソーシアム】

一般社団法人 日本定置漁業協会	木村 秀二
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 場長	小川 砂郎 (Web)
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 専門研究員	鎌滝 裕文 (Web)
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 主任研究員	田村 怜子 (Web)
国立大学法人東京海洋大学 学術研究院 海洋生物資源部門 助教	宮本 隆典
株式会社川長水産 代表取締役社長	磯崎 晴一 (Web)
リコテクノロジー株式会社 プロダクト事業本部 MT 開発室 室長	江原 譲 (Web)
リコテクノロジー株式会社 プロダクト事業本部 MT 開発室	一瀬 弘樹 (Web)
リコテクノロジー株式会社 プロダクト事業本部 MT 開発室	西藤 高史 (Web)
リコテクノロジー株式会社 プロダクト事業本部 MT 開発室	大石 卓弥 (Web)
リコテクノロジー株式会社 プロダクト事業本部 MT 開発室	水野 直樹 (Web)
山口県水産研究センター 海洋資源グループ グループリーダー	渡邊 俊輝 (Web)
山口県水産研究センター 海洋資源グループ 専門研究員	安部 謙 (Web)
ホクモウ株式会社 漁撈開発部	川井 雄五 (Web)
水口電装株式会社 代表取締役	水口 千津雄 (Web)
水口電装株式会社 設計G 係長	清水 恒夫 (Web)
一般社団法人 海洋水産システム協会 専務理事	平石 一夫
一般社団法人 海洋水産システム協会 研究開発部 部長代理	岡野 利之

会場 10 名、Web17 名、計 27 名

配布資料は、次のとおりである。

- 資料 1. 第 3 回検討会 議事次第
- 資料 2. 第 3 回検討会 参加者名簿
- 資料 3. 第 2 回検討会議事録
- 資料 4. 定置漁業等技術開発報告書目次（案）
- 資料 5. 神奈川県地区報告書（案）
- 資料 6. 山口県地区定置報告書（案）
- 資料 7. （参考）令和 3 年度事業成果チラシ

議事概要は次のとおりである。

- (1) 本事業についてのまとめ方（報告書案の確認）
 - ・事務局より資料 1～3 について、説明が行われた。
 - ・事務局より資料 4 に基づいて、報告書のアウトラインについての説明が行われた。
- (2) 本事業について各県地区の報告
 - ①神奈川県地区
 - ・神奈川県地区より資料 5 に基づいて説明が行われた。
 - ・① 魚探の魚群の反応と水中映像内の魚群画像の取得
 - ② カメラの設定と設置方法等
 - ③ 魚群反応の魚種別パターン
 - ④ 魚探とカメラによる水中映像の併用という可能性
 - ⑤ 魚群量指数と漁獲量の関係
 - ⑥ 全天球カメラを用いた定置網内撮影
 - ⑦ AI 画像分析
 - について、技術開発の方法と取組みの報告が行われた。
 - ②山口県地区
 - ・山口県地区より資料 6 に基づいて説明が行われた。
 - ①LED 水中灯の設定と水中カメラによるモニタリング調査
 - ②魚群探知機によるモニタリング調査
 - ③水上ドローンを用いた定置網モニタリング手法の検討
 - ④宇田郷定置網の漁獲量の収集と解析
 - ⑤LED 水中灯を用いた小サバ、小アジの水槽実験
 - について、技術開発の方法と取組みの報告が行われた。
- (3) その他
 - ・事務局より今後の事業のスケジュール等の説明が行われた。

7.2 現地調査

現地調査は、次のとおり3回実施された。

第1回 現地調査【山口県地区】

第2回 現地調査【山口県地区】

第3回 現地調査【神奈川県地区】

7.2.1 第1回 現地調査【山口県地区】

第1回 現地調査【山口県地区】の実施内容を以下に記す。

1. 開催日程

年月日：令和4年7月6日～7日

場所：山口県漁業協同組合宇田郷支店、宇田郷定置網

出席者：※敬称略

【検討委員会】

国立大学法人東京海洋大学 学術研究院 教授	秋山 清二
東京大学生産技術研究所 平塚総合海洋実験場 シニア協力員	石戸谷 博範
国立大学法人長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 教授	松下 吉樹
定置漁業研究開発プラットフォーム プロデューサー	水上 洋一

【水産庁】

水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係	澤田 夏樹
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 行政専門員	富田 智明

【コンソーシアム関係】

一般社団法人 日本定置漁業協会 専務理事	玉置 泰司
一般社団法人 日本定置漁業協会	木村 秀二
山口県水産研究センター 所長	中村 圭吾
山口県水産研究センター 海洋資源グループ グループリーダー	渡邊 俊輝
山口県水産研究センター 海洋資源グループ 専門研究員	安部 謙
株式会社宇田郷定置網 代表取締役	廣石 芳郎
株式会社宇田郷定置網 取締役	水津 和弘
山口県漁業協同組合宇田郷支店 支店長	末武 義一
山口県漁業協同組合宇田郷支店 組合員	金子 節男
ホクモウ株式会社 下関営業所 所長	谷内田 新
ホクモウ株式会社 漁撈開発部	川井 雄五
水口電装株式会社 代表取締役	水口 千津雄
水口電装株式会社 設計G 係長	清水 恒夫
一般社団法人 海洋水産システム協会 研究開発部 部長代理	岡野 利之
一般社団法人 海洋水産システム協会 研究開発部 技師補	岩田 佳之

2. 調査スケジュール

7月6日 事前打合せ

- ・山口県より取組内容の説明

7月7日 現地調査

- ・山口県漁業協同組合宇田郷支店にて定置網漁船の水揚げの様子を視察
- ・定置網の様子を確認
- ・株式会社宇田郷定置網にて取組内容の進捗状況の説明
- ・山口県漁業協同組合宇田郷支店前にて水上ドローンのデモンストレーション

3. 調査・打合せ内容

定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業に係る現地調査として山口県漁業協同組合宇田郷支店にて陸揚げの様子を見学し、その後定置網及び調査機器の視察を行った。本事業では、魚の行動により魚種選択ができるよう、水中カメラ、魚群探知機、水上ドローンを用いて、LED効果調査のモニタリングを行う。

4. 現地調査の様子

図表 7-4 に第 1 回 現地調査【山口県地区】の様子を紹介する。

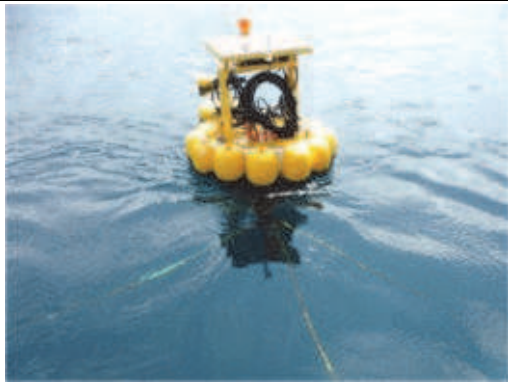
	
7月6日 現地調査事前打合せ	現地調査 JF 山口 宇田郷支店
	
宇田郷定置網 陸揚げの様子	漁場へ移動（金興丸）



芳漁丸



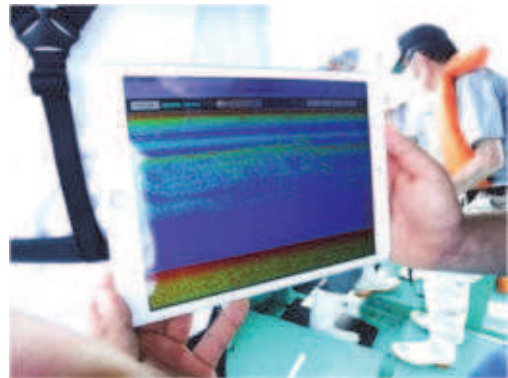
調査機器設置場所の説明



制御ブイ



魚探ブイ



タブレットによるモニタリング



魚探画像の説明



宇田郷定置網の側の様子



水中カメラの位置 (水深 15m) の説明

	
<p>漁場の説明</p>	<p>LED 水中灯の説明</p>
	
<p>LED 水中灯</p>	<p>水中カメラによるモニタリングの説明</p>
	
<p>水中カメラと LED 水中灯の説明</p>	<p>陸での魚探のモニタリング</p>
	
<p>山口県地区における課題と対策</p>	<p>水上ドローンのデモンストレーション</p>

図表 7-4 第 1 回現地調査【山口県地区】の様子

7.2.2 第2回 現地調査【山口県地区】

第2回 現地調査【山口県地区】の実施内容を以下に記す。

1. 開催日程

年月日：令和4年11月4日

場所：山口県漁業協同組合宇田郷支店、宇田郷定置網

出席者：※敬称略

【水産庁】

水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 課長補佐 三橋 謙一

水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係員 津田 一樹

【コンソーシアム関係】

山口県水産研究センター 海洋資源グループ 専門研究員	安部 謙
株式会社宇田郷定置網 代表取締役	廣石 芳郎
株式会社宇田郷定置網 取締役	水津 和弘
ホクモウ株式会社 漁撈開発部	川井 雄五
水口電装株式会社 代表取締役	水口 千津雄
水口電装株式会社 設計G 係長	清水 恒夫
国立大学法人長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 教授	松下 吉樹
一般社団法人海洋水産システム協会 研究開発部 部長代理	岡野 利之

2. 調査スケジュール

令和4年11月4日

06:15 JF やまぐち宇田郷支店集合

06:45～08:30 宇田郷漁場及び荷捌き施設 現地調査（金興丸用船）

08:45～09:15 水上ドローン自動航行テスト






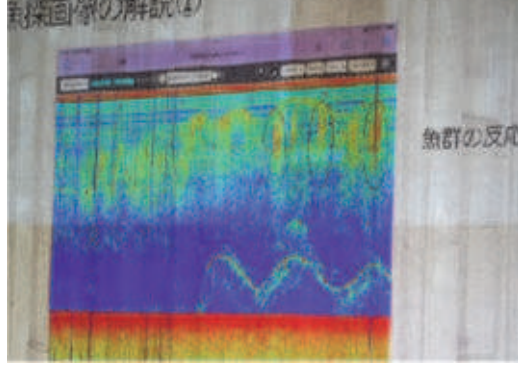


09:30～12:00 JF やまぐち宇田郷支店 会議室（山口県阿武郡阿武町大字宇田1339番地）

3. 調査・打合せ概要

山口県地区の現地調査として、宇田郷定置網漁場の現場確認やモニタリング機器類等の設置状況の確認、水上ドローン自動航行テストが行われた。また、山口県地区からは、山口県、長崎大学、水口電装、ホクモウからそれぞれ担当者が参加し、山口県漁業協同組合宇田郷支店にて事業の進捗状況やモニタリングの内容等に関する中間報告及び意見交換を行った。

4. 現地調査の様子

図表7-5に第2回 現地調査【山口県地区】の様子を紹介する。

	
<p>宇田郷漁場の現地調査</p>	<p>モニタリング機器の設置状況</p>
	
<p>定置網漁獲物の調査</p>	<p>水上ドローン自動航行テスト</p>
	
<p>山口県地区 中間発表・意見交換</p>	<p>中間発表 (ホクモウ)</p>
	
<p>中間発表 (水口電装)</p>	<p>中間発表 (長崎大学)</p>

図表 7-5 第 2 回現地調査【山口県地区】の様子

7.2.3 第3回 現地調査【神奈川県地区】

第3回 現地調査【神奈川県地区】の実施内容を以下に記す。

1. 開催日程

年月日：令和4年12月13日

場所：平塚市漁業協同組合、川長水産定置網漁場

出席者：※敬称略

【検討委員会】

国立大学法人東京海洋大学 学術研究院 教授	秋山 清二
東京大学生産技術研究所 平塚総合海洋実験場 シニア協力員	石戸谷 博範
定置漁業研究開発プラットフォーム プロデューサー	水上 洋一

【水産庁】

水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 室長	南 克洋
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 課長補佐	三橋 謙一
水産庁増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係員	津田 一樹

【コンソーシアム関係】

一般社団法人 日本定置漁業協会 専務理事	玉置 泰司
一般社団法人 日本定置漁業協会	木村 秀二
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 場長	小川 砂郎
神奈川県水産技術センター相模湾試験場 主任研究員	田村 怜子
株式会社川長水産 代表取締役社長	磯崎 晴一
国立大学法人東京海洋大学 学術研究院 海洋生物資源部門 助教	宮本 隆典
国立大学法人東京海洋大学	山口 渉太
平塚市漁業協同組合 総務部 主任	伏黒 哲司
一般社団法人 海洋水産システム協会 専務理事	平石 一夫
一般社団法人 海洋水産システム協会 研究開発部 部長代理	岡野 利之
一般社団法人 海洋水産システム協会 研究開発部兼設計部 技師	岩田 佳之

2. 調査スケジュール

令和4年12月13日 10:00～12:00

平塚新港（神奈川県平塚市千石河岸57）～平塚沖（川長水産漁場）

※川長三晃丸と喜楽丸（用船）の2隻により漁場の現地調査を実施した。

3. 調査概要

神奈川県地区における本事業の実施状況を確認するため、コンソーシアムの構成員である川長水産及び平塚市漁業協同組合の協力をいただき、相模湾海上の定置網漁場へ移動して現地

調査を行なった。川長水産定置網漁場の現場確認やモニタリング機器類等の設置状況及びモニタリング方法の説明等が行われた。

4. 現地調査の様子

図表 7-6 に第 3 回 現地調査【神奈川県地区】の様子を紹介する。

	
<p>川長水産定置網漁場の現地調査</p>	<p>モニタリング機器の設置状況</p>
	
<p>モニタリングシステムの確認</p>	<p>実施状況の説明</p>

図表 7-6 第 3 回現地調査【神奈川県地区】の様子

付 録

令和4年度 定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業

1. 神奈川県地区の定置網漁業等における数量管理のための技術開発の概要紹介
2. 山口県地区の定置網漁業等における数量管理のための技術開発の概要紹介

魚群探知機の利用等による数量管理対象魚種の魚種選択性を活かした資源管理型操業法の開発

神奈川県地区の取組み

開発体制

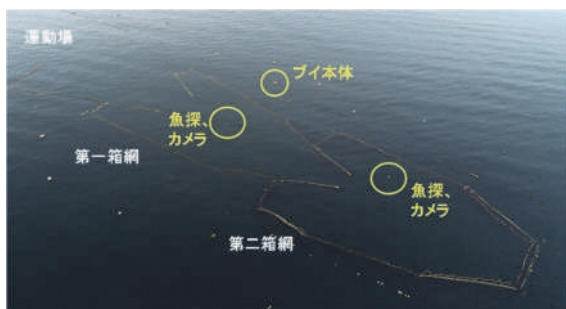
神奈川県水産技術センター相模湾試験場、株式会社川長水産、国立大学法人東京海洋大学、リコーテクノロジーズ株式会社

目的

漁業法改正に伴い資源管理の強化が求められているが、定置網漁業では、箱網内の魚の種組成と量は水揚げするまで不明であり対象種の数量管理は困難である。そこで、将来的に魚種選択的な操業により漁獲対象種の数量管理を行えるよう、製品化されている魚探ブイの魚探映像とカメラによる水中映像、漁獲情報を組み合わせ、魚種判別と漁獲量を把握するための技術開発を行った。

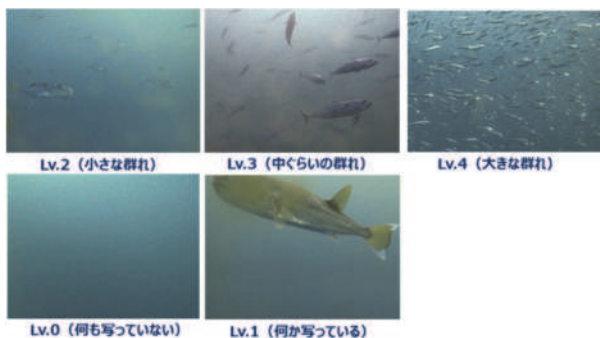
方法

ユビキタス魚探のうちバッテリー搭載のブイは第一箱網付近の側張りに、魚探(送受波器)は第一箱網の中央と第二箱網の沖側に、流向流速計はブイ直下(水深10m)に設置した。網内の水中映像撮影は魚探横に水深別に設置したタイムラプスカメラで行い、全天球用カメラによる試験撮影も行った。また、魚群反応を簡易な方法で数値化し、漁獲量との関係性を検討した。



データ収集・分析

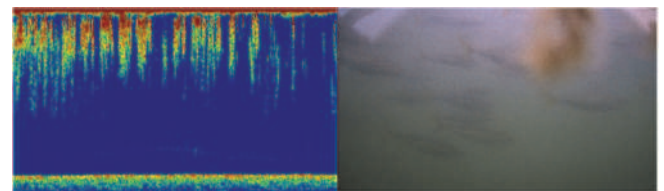
魚探画像と水中映像から魚群の魚種判別が可能か検討を行い、機械学習による魚種・魚群の大きさの自動判別についても併せて検討した。また、魚探画像から求めた魚群量指数と漁獲量の関係について漁獲を行う第二箱網について分析を行った。



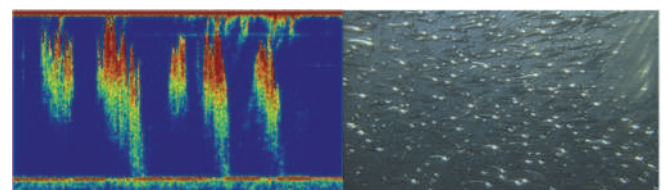
水中映像による魚群レベル判別

成果と課題

水中映像と魚探画像から、サバとマイワシについては魚種別の魚群反応のパターンを割り出せたことから、本手法により網内にいる魚種について魚群反応のパターンの判別が可能であることがわかった。また、全天球カメラを用いることで箱網内全体を撮影することができ、タイムラプスカメラより多くの情報を収集できることから、効率の良い情報収集手段としての活用が期待できる。さらに、機械学習による魚種判別はマイワシ、サバ、ソウダガツオで平均80%以上の正解率で、魚群の大きさ判別は平均90%以上の正解率で判別可能であった。今後は今回分析できなかった数量管理対象魚種をはじめとして、各漁場における重要魚種についても同様の手法により魚群反応のパターンや機械学習の精度を高めていく必要がある。魚群量指数と漁獲量の関係について、時期による変動は見られるものの、魚群量指数と漁獲量の間には強い相関が認められた。



サバの魚群反応(左)と水中映像で確認されたサバ(右)



マイワシの魚群反応(左)と水中映像で確認されたマイワシ(右)

LED水中灯を用いた魚類の行動制御と放流技術開発

山口県地区の取組み

開発体制

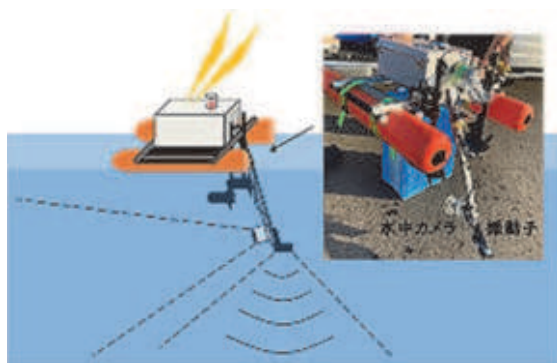
山口県水産研究センター、株式会社宇田郷定置網、水口電装株式会社、ホクモウ株式会社、国立大学法人長崎大学

目的

山口県地区では、定置網に入網したアジ、サバの小型魚(当歳魚)やイワシ類をLED水中灯で誘導し、第二箱網の網目拡大(2寸目)を利用して網外へ放流させることを目標として取り組んだ。

方法

水槽実験で小サバと小アジに対するLEDの効果を検証し、実証漁場において3種(水中カメラ、魚群探知機、水上ドローン)の機器を用いて、LED効果調査のモニタリング手法について検討した。



使用した水上ドローン



実証漁場の調査機器設置場所①白灯②青緑灯

成果と課題

小サバと小アジの水槽実験から、赤色よりも緑色のLEDが魚の網目通過を誘発できる可能性が高いことが示唆された。

実証漁場において、午前0時からLED青緑灯10分→LED青緑灯+白灯5分→LED白灯10分のパターンで点灯することで網外のカメラ周辺に魚群を誘発・集魚し、夜間でも水中カメラで魚種判別ができるレベルでの撮影が可能となった。

魚探のタブレット映像のスクリーンショットを長時間連続して見ることで、LED点灯時に魚群が大きく移動していることが判明した。決められた位置で水中観察や魚探調査などの作業を行うことができる水上ドローンを作製し、水上ドローンがプログラム運転により、無人で定置網周辺の水中観察と魚群量探査を行えることを実証した。水槽実験によりアジ、サバの対光行動は明らかになったので、今後はブリについて検討する。

実証漁場では、魚種別の放流効果を検証するため、水中カメラで取得したデータの魚種判別に加え、他の調査機器で取得した映像や画像データの定量化について、AIを利用して検討する。



水中カメラで夜間に撮影されたサバ



水上ドローンプログラム運転の軌跡

令和4年度 定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業報告書

令和5年3月 発行

編集・発行：定置網漁業等数量管理技術開発コンソーシアム

代表機関 一般社団法人 海洋水産システム協会

〒103-0027 東京都中央区日本橋 3-15-8

TEL：03-6411-0021 FAX：03-6411-0022

[本書の内容の無断転用を禁じます]