

令和3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4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3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	7
4	事業の目的と実施体制	10
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	12
	(1) 神奈川県地区	
	1. 開発体制とコンソーシアム構成員の役割	12
	2. 技術開発の題目と目的	12
	3. 技術開発の方法	13
	ア 漁具改良等技術開発	
	イ データ収集・分析	
	4. 技術開発の結果	19
	ア 漁具改良等技術開発	
	イ データ収集・分析	
	5. まとめ	26
	成果と課題	
	(2) 山口県地区	28
	1. 開発体制とコンソーシアム構成員の役割	28
	2. 技術開発の題目と目的	28
	3. 技術開発の方法	29
	ア 漁具改良等技術開発	
	イ データ収集・分析	
	4. 技術開発の結果	34
	ア 漁具改良等技術開発	
	イ データ収集・分析	
	5. まとめ	37
	成果と課題	
6	検討会の設置と開催及び現地調査	38

1 令和3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が施行された。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、定置網漁業は、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。

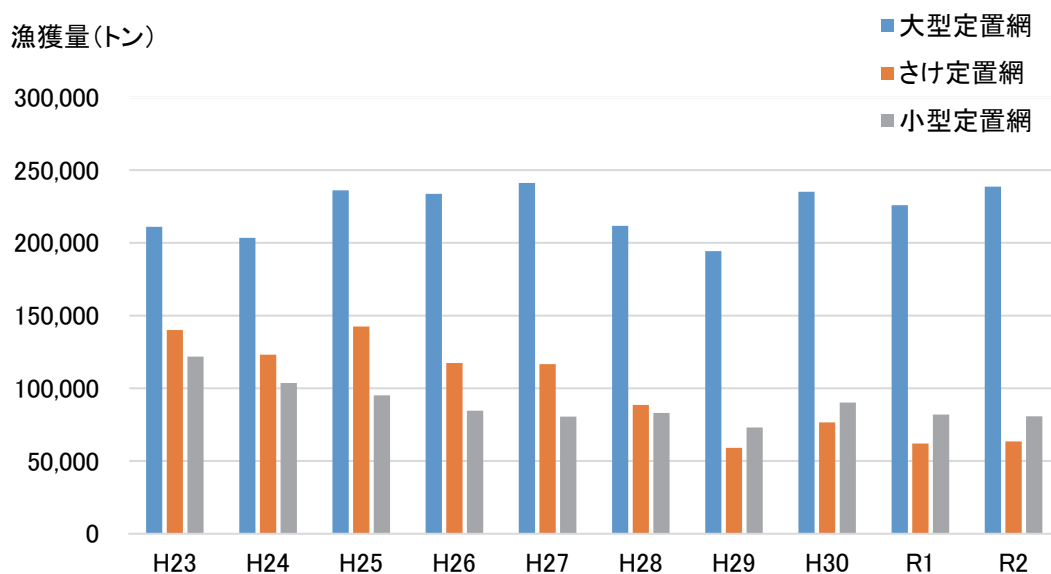
水産庁は、令和2年に定置網漁業に関する既存の技術や取組等について整理し、選択漁獲に関する技術開発について検討するために、「定置網漁業の技術研究会」を設置し、定置網に関する選択技術の現状や課題、現場での取組内容、選択漁獲技術に関する今後の可能性等について意見交換を行ない、「定置網漁業の技術研究会中間とりまとめ」を公表している。

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が行われることにより、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

①定置網漁業の漁獲量

我が国の2020年における海面漁業の生産量は321万トン[※]である。同年の定置網漁業の漁獲量は38万3千トン〔大型定置網の生産量は23万9千トン(62.3%)、さけ定置網の生産量は6万3千トン(16.6%)、小型定置網の生産量は8万1千トン(21.1%)〕である。定置網漁業は、我が国全体の漁獲量の約12%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（第一百五十二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

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 1,604 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）。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 23 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。

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 2-2）。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。

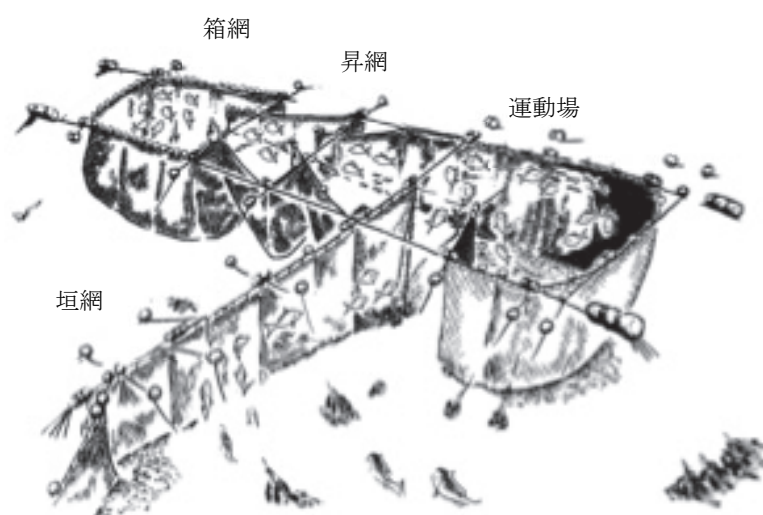


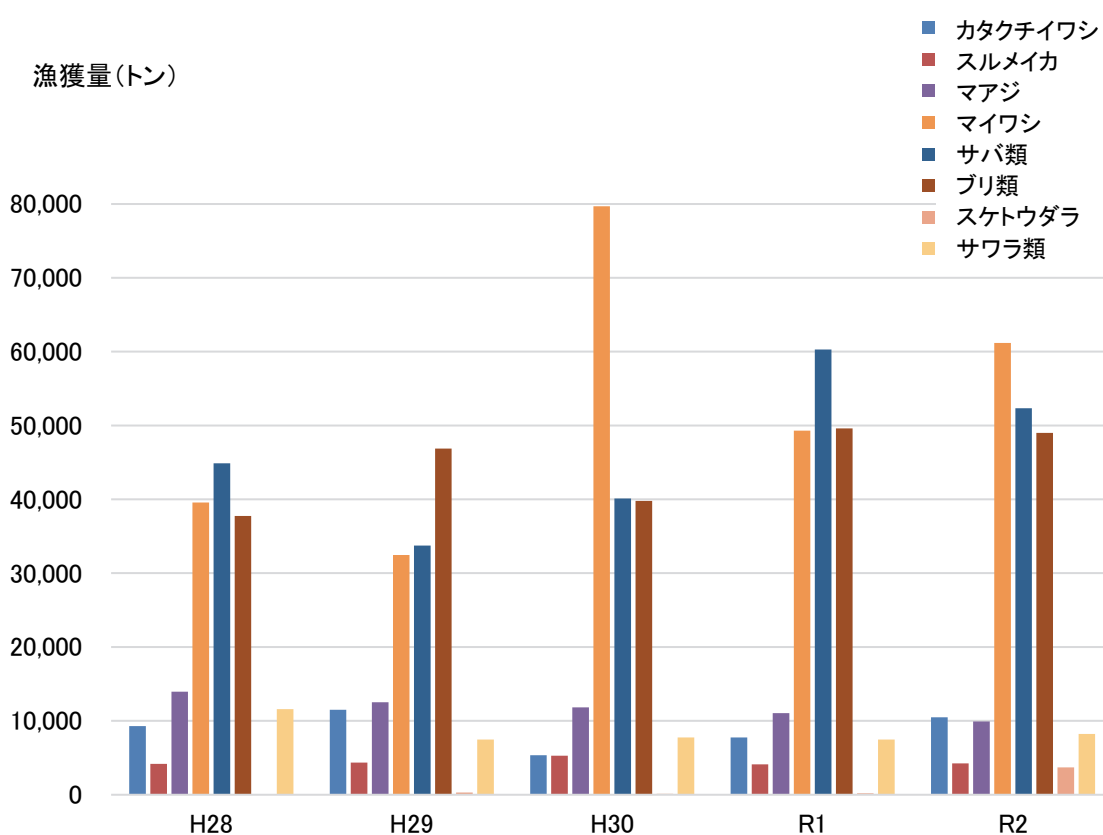
図 2-2 落とし網の構造

資料引用：一般社団法人日本定置漁業協会 HP

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 2-3）。

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、ウルメイワシ、マダラ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。



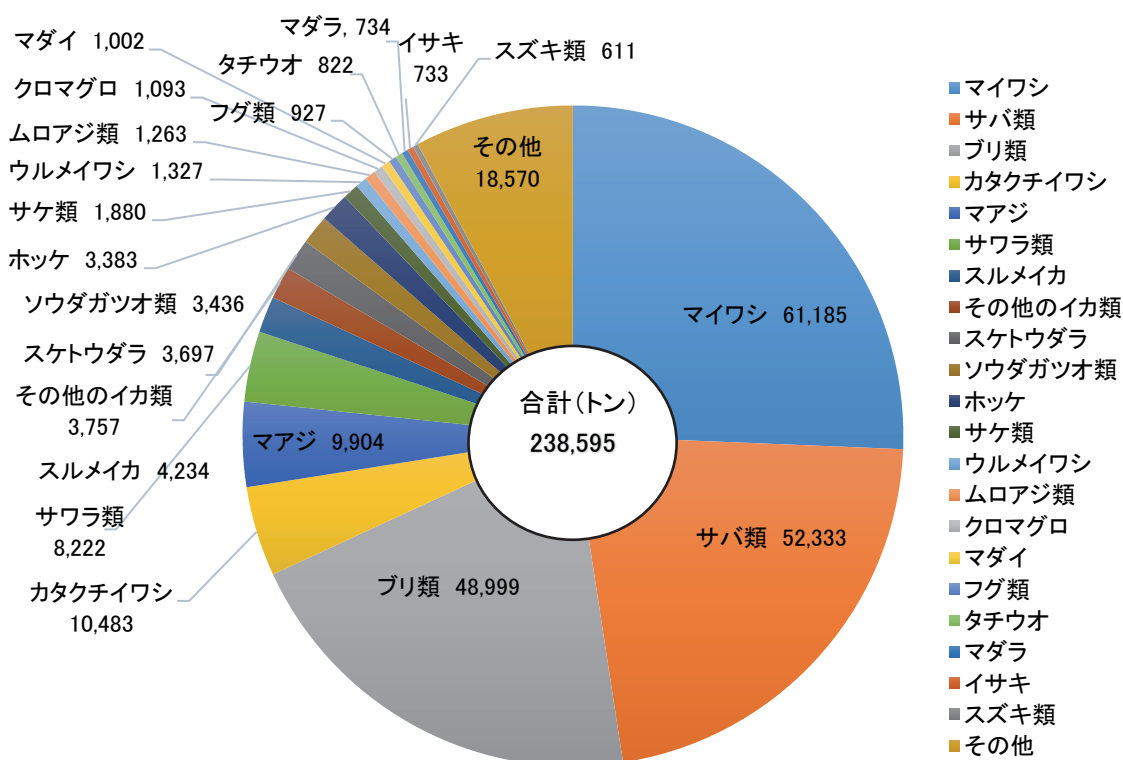
図表 2-3 大型定置網漁業の最近 5 年間の主な魚種別漁獲量

※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んでいる。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2年）を図表2-4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。



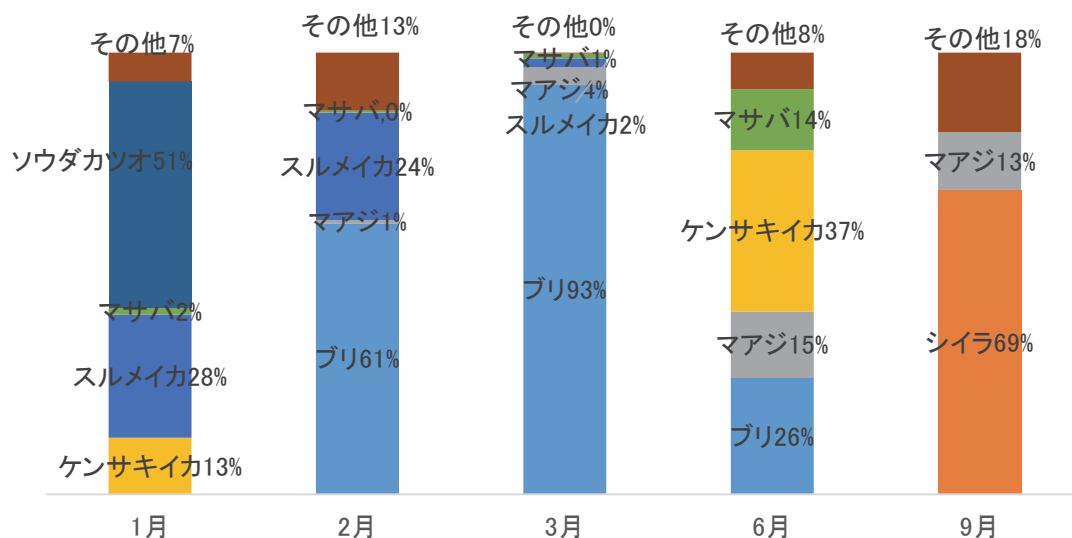
図表 2-4 大型定置網漁業の魚種別漁獲量（令和2年）

※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が多いが、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、長崎県の月別魚種別漁獲構成割合（平成30年）を図表2-5に示す。

図表2-5からわかるように、3月はブリが漁獲の93%を占めているのに対して、9月は全く漁獲がない。同年の三重県でも3月と4月はブリが漁獲の80%以上を占めていた。他県でブリ以外の魚種でも同様の現象が見られる



図表2-5 長崎県の月別魚種別漁獲構成割合（平成30年）＜抜粋＞

※長崎県「漁海況週報」2018年データに基づき日本定置漁業協会で作成

— 本章の情報提供：一般社団法人日本定置漁業協会 —

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は、9月下旬から11月初旬にかけて各道府県定置漁業協会宛に「定置漁業等における数量管理のための技術開発事業」に係る調査をアンケート方式で実施した。

17道府県から回答があり、全国の定置漁業権729件（北海道サケ定置を除く）の内、618件が該当道府県の定置漁業権であるので全体の85%を網羅している。アンケート調査の結果について、とりまとめたものを次に記す。

①魚種の特定について

- (1) 定置網内設置型の魚群探知機や水中カメラの機器導入をしているか。
 - ・魚群探知機の導入は、42ヶ統〔調査漁業権数の6.8%〕で確認された。
(北海道20、青森県3、宮城県2、千葉県1、静岡県2、石川県8、京都府3、三重県3)
 - ・水中カメラの導入は、1ヶ統（長崎県）で確認された。

- (2) 魚群探知機又は水中カメラを具備した場合、入網時にTAC対象又は導入が検討されている魚種の判別は可能であるか。
 - ・魚群探知機は有効回答の3~2割がブリとカタクチイワシで魚種判別が可能との見立てであった。
 - ・水中カメラは有効回答の3~2割がマダイ、ブリ、カタクチイワシ、サワラ、ムロアジの順に魚種判別が可能との見立てであった。
 - ・可能としなかった回答には、水中カメラを常時設置することが困難であることや判別が難しい、又は判別できるかわからないという意見があった。

- (3) 魚群探知機、水中カメラが無い場合にどのような魚種の判別方法があるか。
 - ・「単品魚種が大半を占める場合はほぼ目視できる」は有効回答の5割であった。
 - ・「季節ごとに入網魚種が特定されるのでわかる」は有効回答の3割であった。

- (4) どのような技術を導入すれば入網時の魚種判定が可能と考えられるか。
 - ・魚群探知機
大型魚（マグロ、ブリ等）や時期（イカ、イワシ等）によってある程度の判別は可能だが、数日前からの漁獲実績や探知機の画像の比較、さらに長年の経験者による判別が必要である。また、管理が大変で破損リスクも高いので、機器の精度向上や耐久性向上を求める。

- ・水中カメラ
大型定置網の箱網の大きさから水中カメラで全てを見るのは困難と考えられる。
慣れれば判別の精度が向上するかもしれない。
- ・他、金庫網の設置によりブリの魚種選別が可能であることやAIの利用、という意見があった。

②魚種の選別・放流について

(1) 洋上で生かした状態の選別・放流を行なうために、どのような方法があるか。

- ・船上に揚げてしまうと生かすことは難しい。
- ・厳格な数量管理が求められる場合は、タモ網による網内から網外への放流になるが、作業工程上、多大な労力や時間を伴うことになる。
- ・タモ網による放流は少量であることや魚種が限定される。
- ・活魚で流通できる魚種は手選別で放流は可能だが、それ以外の魚種は難しい。
- ・金庫網内のブリであれば、箱網へ戻す方法が可能である。
- ・浮魚類であれば、側張り沈下による放流が見込める。
- ・目合いの調整や網を仕切るによりカタクチイワシやウルメイワシの選別効果が見込める。

(2) 魚種と選別・放流の手段の関係についてどのように考えられるか。

回答数の多いものについて、次のような結果であった。

- ・カタクチイワシは目合変更と側張り沈下が有効回答の3割近くを占めた。
- ・ブリは金庫網対応・タモ網対応・側張り沈下でそれぞれが有効回答の30%前後を占めた。
- ・ウルメイワシとムロアジは側張り沈下が有効回答の3割前後を占めた。
- ・カレイ、サワラ、マダイ、ヒラメはタモ網対応が有効回答の3割前後を占めた。

(3) どのような魚種の小型魚の放流を実施しているか。

回答数の多いものについて、次のような結果であった。

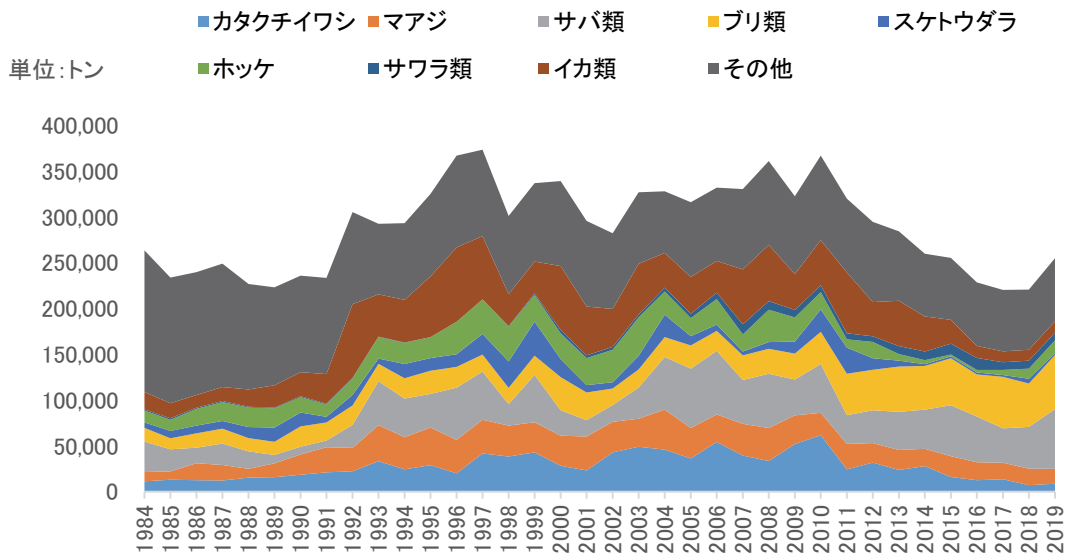
- ・マダイ、ヒラメ、カレイの小型魚は有効回答の2~1割が放流していることがわかった。
- ・他、有効回答の1割未満ではあるが、カタクチイワシ、トラフグ、ブリ、ウルメイワシの名前も見られた。
- ・北海道では、海洋水産資源開発促進法に基づく資源管理協定に基づき、マガレイ・ソウハチ・マツカワ・ヒラメの小型魚の保護について、各地で取り組んでおり、地域独自で取り組んでいる事例もある。

おわりに

沿岸漁業の漁獲量の4割を占める定置漁業は、資源状況の変化に応じて様々な魚種を漁獲してきており、年間の漁獲量は50～60万トンの水準で推移していた。

1984年から2019年までの35年間の漁獲量の推移（図表3）をみると、1996年の68万トン弱をピークに減少してきているが、全体的には漁獲量の中軸を占めるサケ・マスとマイワシの増減により大きく左右されている。このため、この2魚種を除く漁獲量の変化を見てみると、25～35万トンの水準にあって多少の上下はあるものの一定の漁獲量を確保しているものと見られる。これは、様々な魚種が年変動と地域変動を持ちつつ、全国的には魚類全体の生態系を反映しているものと推定される。

このことが、定置漁業経営が永く維持されてきた基盤ともいえる。



図表3 サケ・マス、マイワシを除く定置漁業の漁獲量の推移

※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

今回のアンケート調査は、生きたままで魚種の判別・数量把握と放流の方法について漁業現場としての現状と見通しを把握することを目的とした。

特に、魚種判別の方法として魚群探知機や水中カメラの普及状況と今後の可能性を探ることができた。

結果として、魚群探知機は全国的に7%弱の定置網で導入されていることがわかった。今後も導入数は増えていくものと推察される。水中カメラは試験調査中のもの以外は確認できなかったが、実用化の手法が明らかになれば、利用は広がっていくものと考えられる。

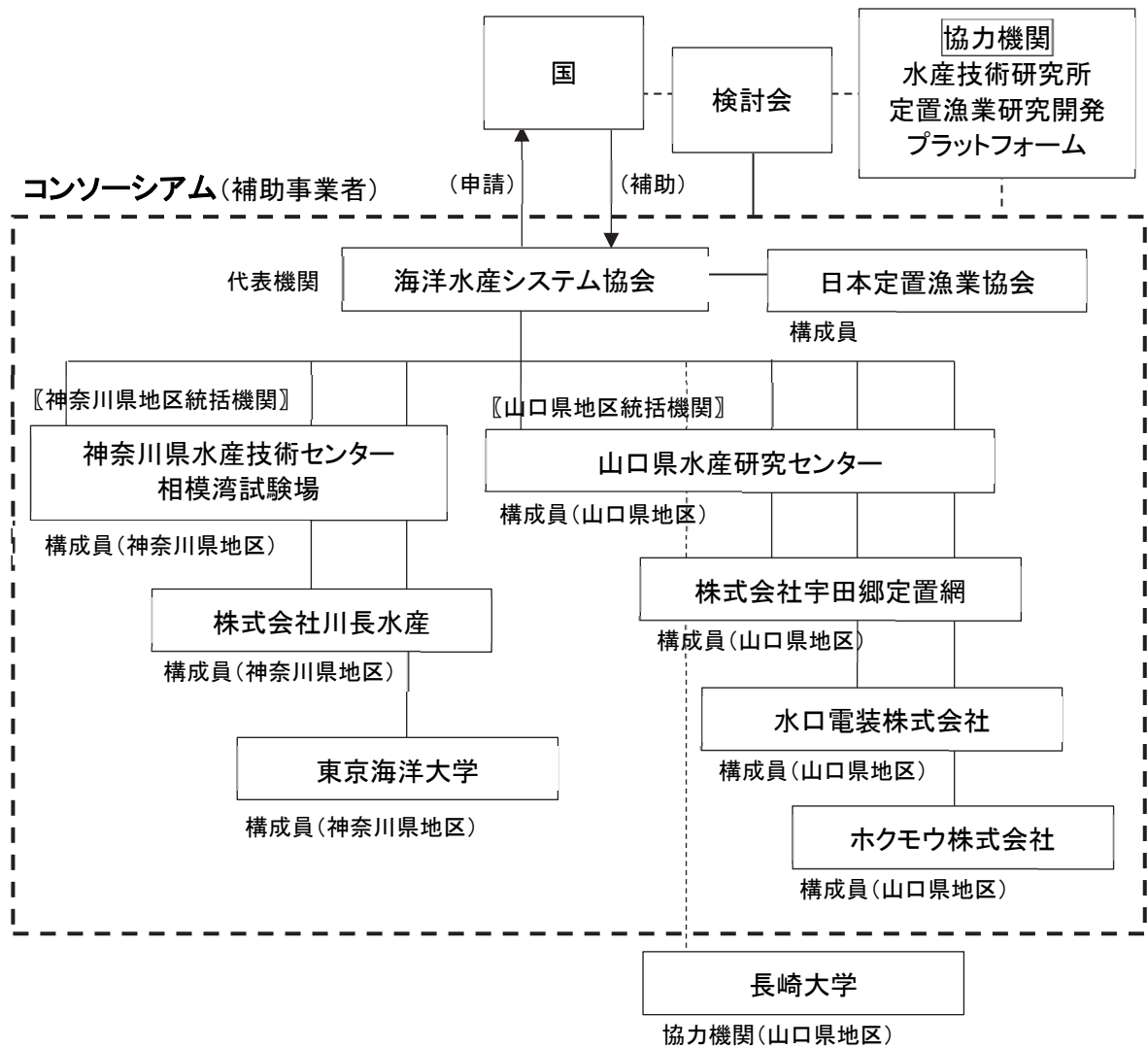
4 事業の目的と実施体制

(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。

(2) 実施体制

実施体制の関係図を図表4に示す。



図表4 実施体制の関係図

(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

検討会の開催	実施手段	実施内容
第1回 第2回 第3回 計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。また、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

氏名	所属	役職
秋山 清二※	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	長崎大学院 水産・環境科学総合研究科	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	水産研究・教育機構 水産技術研究所	主幹研究員

※ 委員長

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

(1) 神奈川県地区

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、東京海洋大学の3者で行った。

[神奈川県水産技術センター相模湾試験場]

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]

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。

[東京海洋大学]

神奈川県地区の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。

2. 技術開発の題目と目的

題目

「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」

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が強化されていく方向で動いているが、定置網漁業において数量管理が困難な理由の一つに、箱網内の魚の種組成と量が不明なことが挙げられる。そこで、全国的に普及が広がっている魚探ブイを活用し、魚探映像にカメラによる水中映像と漁獲情報を組み合わせることで、最終的に魚探映像から数量管理対象魚種を主体とした魚種や量の判別もできるような技術を開発することを目的として試験を行った。

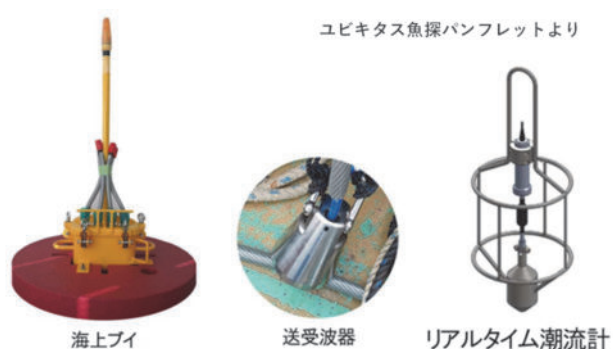
3. 技術開発の方法

漁具改良等技術開発計画およびデータ収集・分析計画はいずれも神奈川県茅ヶ崎市沖に敷設される大型定置網（川長漁場・二段落網）において行われたものである。

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日に定置網の第一箱網に設置した。バッテリーを搭載したブイは第一箱網付近の側張りに、魚探部分である送受波器は第一箱網の中央に設置した（図表5(1)3.①）。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。



※ユビキタス魚探の概要については「ユビキタス魚探の開発とクロマグロの入網判別の可能性. ていち 33, 1-10, 2018.」参照



図表5(1)3.① ユビキタス魚探の各機器と設置位置

ユビキタス魚探から伝送される魚探の画像や水温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、分析に必要な情報を抜き出すための準備を行った。

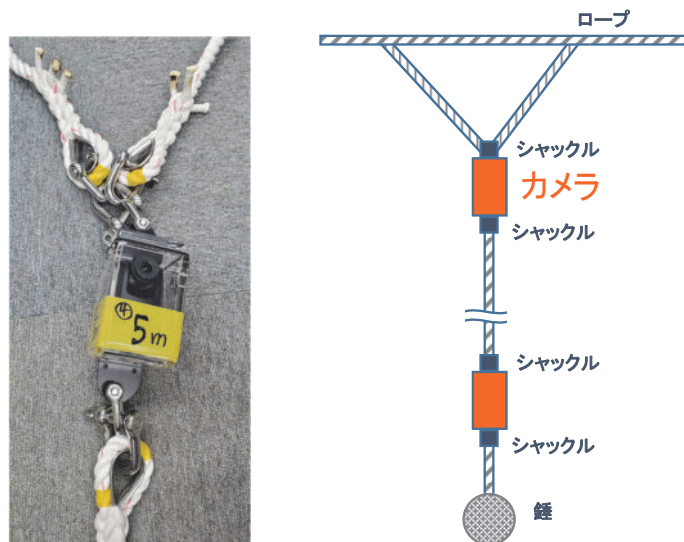
②カメラの設置方法と場所の検討

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 (1) 3. ②-1）。設定は明るい時間のみ、5 秒または 3 秒間隔で撮影するよう設定した。カメラは約 2 週間で交換した。

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、水深別の水中映像の取得を試みた。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た（図表 5 (1) 3. ②-2）。また、ロープが潮で吹かれないように 3kg の錘を取り付けた。

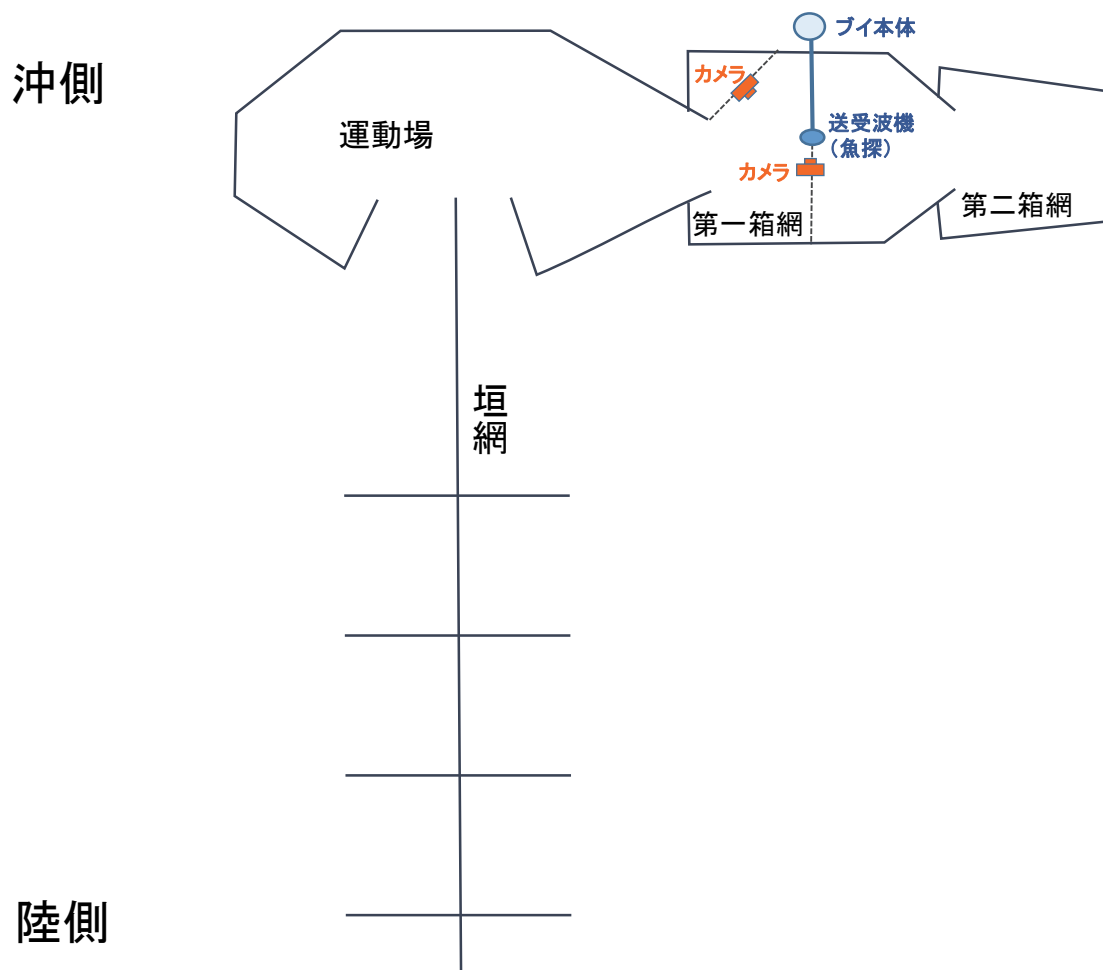


図表 5 (1) 3. ②-1 使用したタイムラプスカメラとハウジング



図表 5 (1) 3. ②-2 ロープへのカメラの取り付け

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、運動場から第一箱網へのじょうご先沖側の計2箇所とした（図表5（1）3. ②-3）。



図表5（1）3. ②-3 定置網模式図とカメラ設置場所

イ データ収集・分析

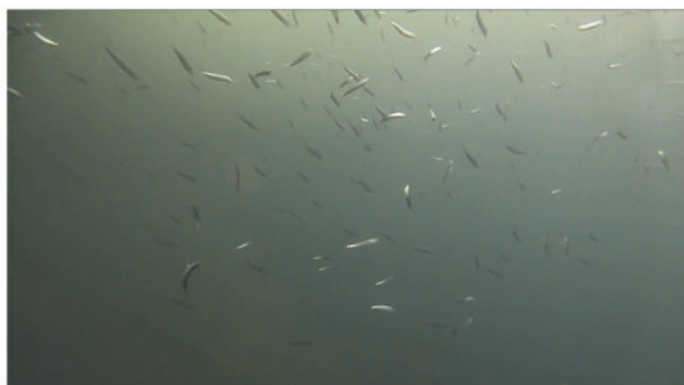
分析対象期間は2021年10月から12月までとして分析を行った。

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

ユビキタス魚探により得られた魚群反応画像は(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、魚群の反応がある時間をスクリーンショットにより画像を切り取り、年月日と日時がわかるように保存した。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(1)3.③)。魚群の反応のあった年月日と日時、その反応に対し水中映像で確認した魚群の有無、魚種についてExcelファイルに記録した。切り取った魚群反応画像を水中映像で確認できた魚種ごとに分別し、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。



魚探の切り取り画像



カメラによる水中映像

図表5(1)3.③ 魚探の魚群反応の切り取り画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

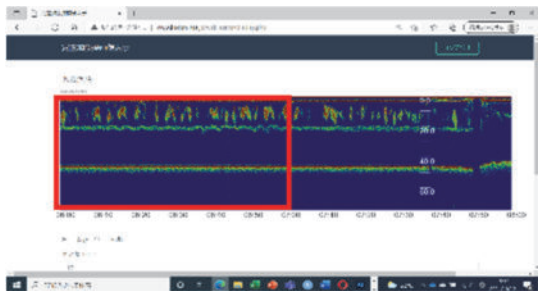
ここでは、ユビキタス魚探に表示された魚群反応を市販の画像編集ソフトにより数値化したものを魚群量指数とし、漁獲量との関係について検討した。魚群量指数の算出方法を図表5(1)3.④に示す。

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(①)。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(②)。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(③)。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(④)。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(⑤)。

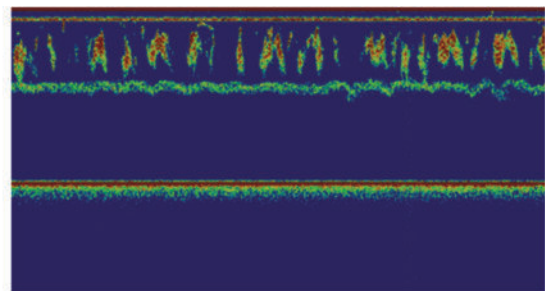
$$\text{魚群量指数} = (\text{赤のピクセル数} \times 3 + \text{黄のピクセル数} \times 2 + \text{青のピクセル数}) \times 10^{-3}$$

なお、上述の通り、解析に使用した1画像は1時間であるため、1日あたり24画像となる。また、ユビキタス魚探ではオフセット(感度調整)をデフォルトの16から1(高感度)に変更できるので、オフセット16の場合とオフセット1の場合の魚群量指数を求めた。以上より、本年度は10月7日から12月25日までに得られた画像のうち、2637画像を解析に使用した。

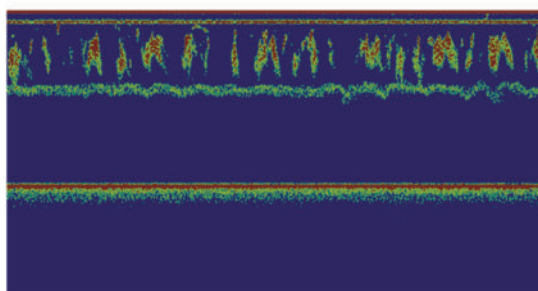
次に、上記より算出した魚群量指数と漁獲量の関係を求めた。ここで魚群量指数については、揚網前1時間の1画像から求めた魚群量指数、揚網前3時間の3画像から求めた平均魚群量指数、揚網前6時間の6画像から求めた平均魚群量指数、揚網前12時間の12画像から求めた平均魚群量指数、揚網前24時間の24画像から求めた平均魚群量指数を使用した。なお、平塚漁場における揚網時刻は深夜1:30でほぼ一定していた。



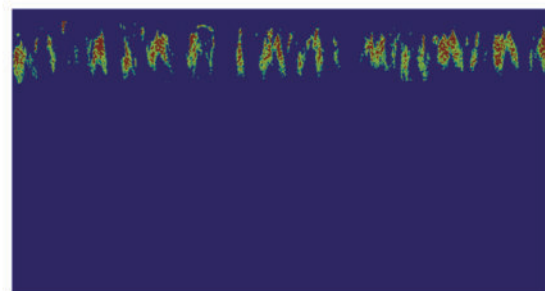
①ユビキタス魚探の画像をPCに保存



②水深表示部分を除外し、1時間分を抽出



③使用色を赤、黄、青、濃紺の4色に減色



④海面、海底、漁網等の反応を除去し、魚群の反応だけを抽出

⑤魚群反応のピクセル数を色別に求め、魚群量指数を算出

図表5 (1) 3. ④ 魚群量指数の算出方法*

※上記画像例は魚群量指数の算出方法を分かり易く説明するためのイメージであり、本事業で得られた画像例ではない。

4. 技術開発の結果

ア 漁具改良等技術開発

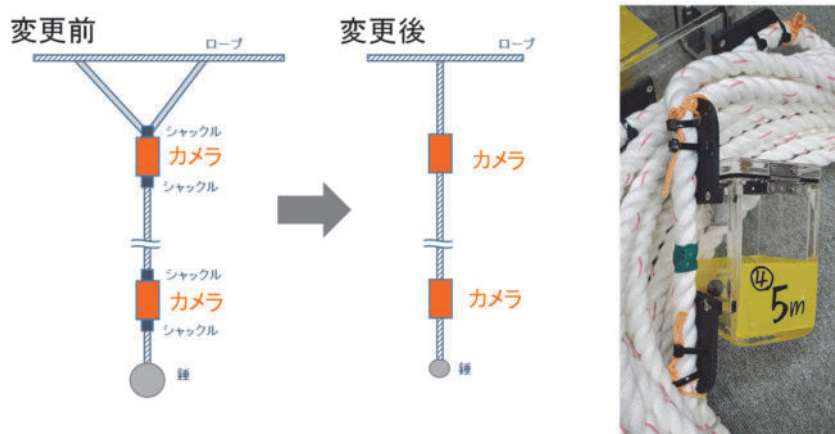
①ユビキタス魚探の設置について

第一箱網の中心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。この時期においては単一種で500kgを超える漁獲があることは稀であったが、そのような魚群量でも魚探に反応が見られていた。また、魚探映像等データの取得についても箱網内に設置してからバッテリー交換以外の時間は欠損なく取得できていた。一方、海況によって通信環境が乱れ、リアルタイムでのデータの取得が一時的に遅延する現象が時折見られた。ブイに搭載されたバッテリーは15日間ほどで交換推奨の11.4Vに低下した。また、送受波器への付着生物の付着状況により魚探画像に若干のノイズが確認されることがあった。

②水中カメラの設置方法と場所の検討

水中映像取得のためのカメラの吊下げ方法は、当初シャックルとロープを用いてカメラの連結を行っていた（図表5（1）3. ②-2）。しかし、カメラ交換の1回目に送受波器横に設置したカメラ、2回目にじょうご先に設置したカメラで10mと15mのカメラが網内に脱落する事態が起こった。そこで、これまでシャックルで連結していた方法をやめ、ハウジングを1本のロープに直接取り付けする方法に変更した（図表5（1）4. ②）。また、ある程度ロープが吹かれたほうが吹かれ上がってきた網底に引っかかるリスクが減るため、錘の重さも1kgに変更した。その結果、カメラの脱落がなくなり、各水深の水中映像を安定して取得できるようになった。

カメラの設置場所が適切かどうかを検討するため、魚探の魚群反応に対応した魚群をカメラで撮影できるか否かについて分析したところ、箱網の中央に設置したカメラの水中映像と魚探の魚群反応画像が時空間的に概ね合致していた。一方、運動場から第1箱網へのじょうご先沖側に設置したカメラの水中映像は、魚群の反応があった時間との乖離が見られる場合があった。



図表5（1）4. ② カメラの吊るし方とハウジングの取り付け方の変更

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

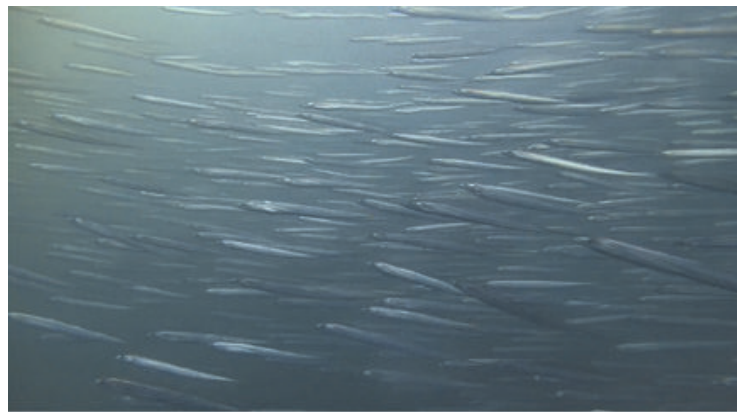
魚探により魚群の反応が確認された日時¹の魚群反応画像 138 件について、水中映像との照合と分析を行った。なお、水中映像については魚探の魚群反応画像と時空間的に合致しやすい送受波器横に設置したカメラの水中映像の分析結果を記載し、運動場から第一箱網へのじょうご先沖側に設置したカメラの水中映像は補足的に活用した。全 138 件の魚群反応画像のうち、水中映像により魚が確認できたものが 79 件、確認できなかったものが 50 件、カメラのシステム不具合によるデータ欠損が 9 件であった。確認できなかった 50 件の内訳を見ると、23 件はカメラ脱落等により水深 5m の映像しか取得できておらず、水深 10、15m の映像が得られなかったものだった。また、9 件はカメラのハウジングがロープに引っかかり、カメラが上方に向き水面しか映さない方向に固定されてしまったことによるものであった。このことから、設定したとおり各水深にカメラを吊下げた状態で魚が確認できなかったものは 18 件であった。よって、データ欠損の 9 件、魚が確認できなかった前述の 32 件を除外すると、魚群反応画像に対応して水中映像により魚が確認できた件数は、97 件中 79 件となり、81%と高い割合で魚を確認することができていた。

魚探に魚群反応があっても魚群を撮影できていない理由については前述に挙げたものの他に、速い潮流で吹かれ上がった網にカメラが押し上げられて撮影方向が変化してしまったこと、タイムラプスカメラの撮影間隔の問題、ハウジングに付着した付着生物による視野欠損が挙げられる。

次に、撮影された水中映像からの魚種の判別については、概ね可能であった（図表 5 (1) 4. ③-1）。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が多いために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。



サバ



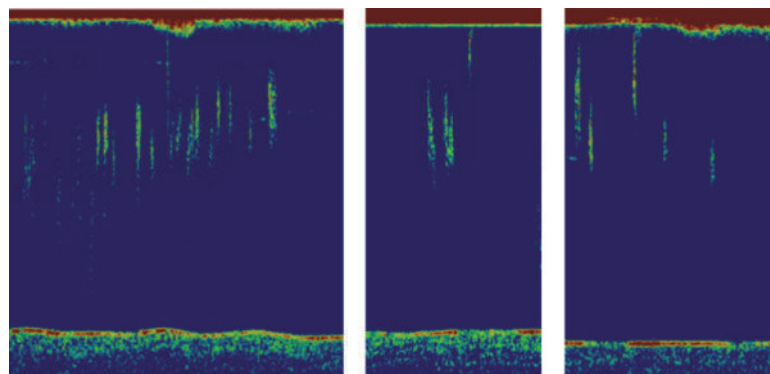
タチウオ



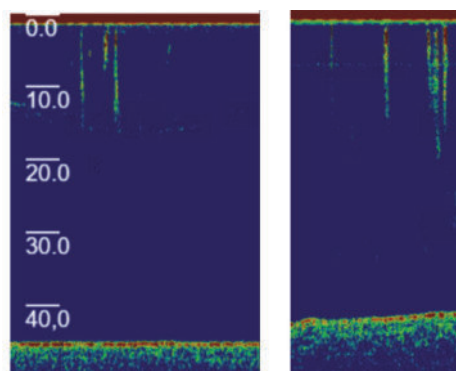
クロサバフグ

図表 5 (1) 4. ③-1 水中映像から判別できた魚と種類

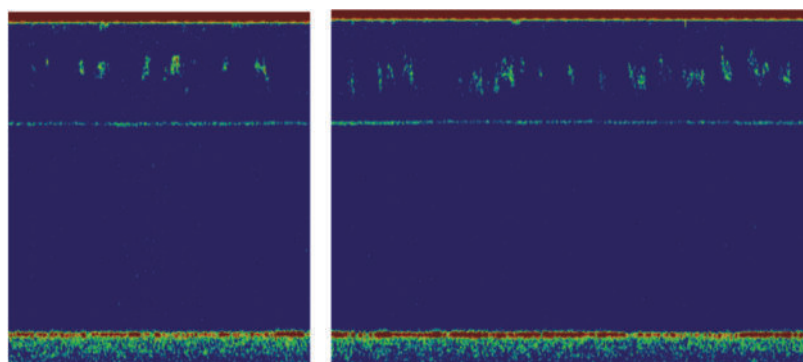
取得した魚探の反応画像のうち、ほとんどはサバやタチウオのもので、魚群反応の
 パターンにある程度の傾向が見られた。また、その他にクロサバフグも群れとしての
 パターンが見られた（図表 5 (1) 4. ③-2）。マアジについては魚探の魚群反応を確認
 することができなかった。



サバ



タチウオ



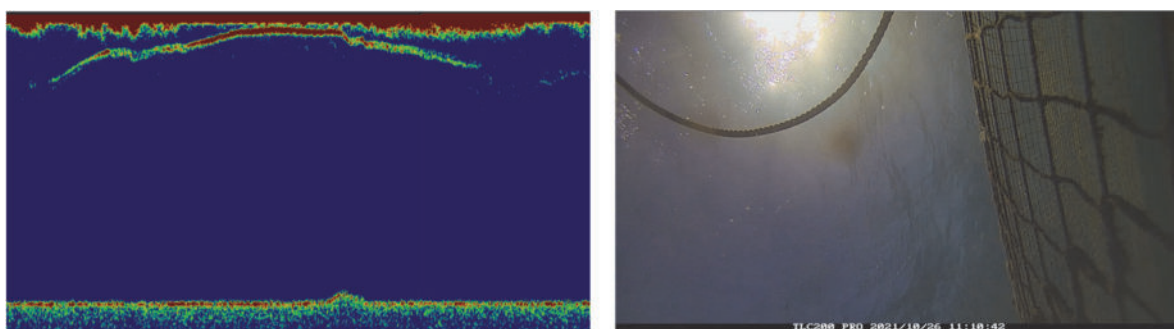
クロサバフグ

図表 5 (1) 4. ③-2 魚探の魚群反応画像で見られた魚種別の反応パターン

ii) 吹かれ上がった網が原因とされる魚探反応について

魚探の反応画像の中に、魚群とは別に吹かれ上がった網と考えられる連続した線のような強い反応が見られることがあった(図表5(1)4.③-3)。そこで、網と考えられる魚探の反応画像を切り取り、該当の日時の水中映像の確認を行った。その結果、網と考えられる魚探の反応画像は33件見つかった。そのうち6件の反応はカメラのデータ欠損やロープの引っ掛かりにより数日にわたってカメラが上方を向き水面方向のみを撮影してしまっている期間に該当したため、分析対象から除外した。残る27件の反応について水中映像を確認したところ、吹かれ上がる網が確認できたのは11件、カメラが水面方向を撮影していたものが14件、特に撮影方向等に変化がなく網も映っていないものが2件であった。カメラが水面方向を撮影していた現象は、吹かれ上がった網によってカメラが押し上げられて撮影方向が変わっていることが原因として考えられる。実際に、該当日時の前時間帯で徐々に吹かれ上がる網が水中映像に映っていることもあり、その後カメラが水面方向を撮影しているものがあった。また、特に変化がなかった2件については、魚探で反応が出ているのが10m以深であるのに対し、確認できる水中映像が水深5mのものしかなかったことから、実際には深い場所で網が吹かれ上がっていた可能性が考えられた。

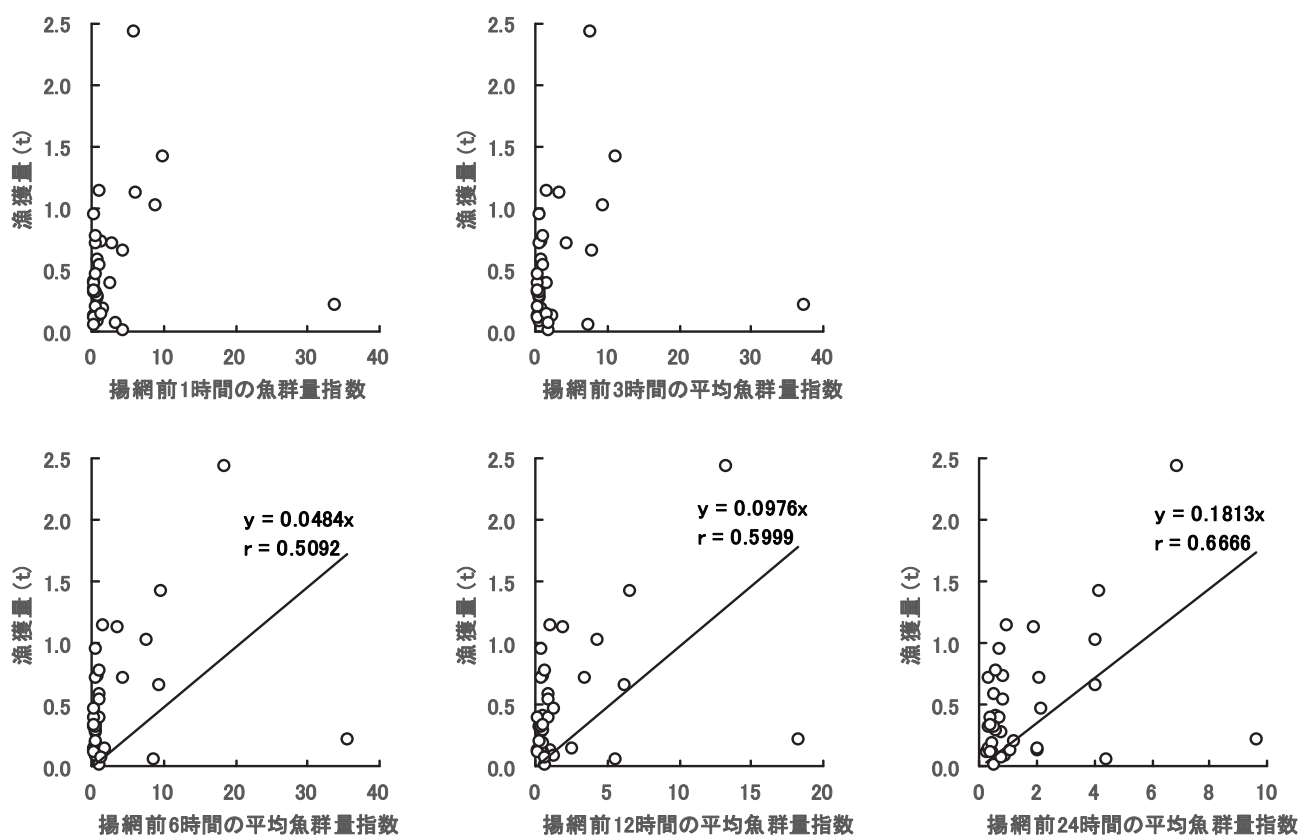
さらに、分析対象とした27件の反応について当時の流況を確認した。流向は東向きが19件、西向きが4件、南向きが2件、北向きが2件であった。また、東西方向の流速は30cm/s以上の速い流速が多く見られたのに対し、南北方向の流速は30cm/s未満の遅い流速が多く見られ、比較的遅い流速でも南北の流れの場合、送受波器が設置されている第一箱網中央部まで網が吹き上がりやすいことがわかった。以上のことから、連続した線のような強い魚探反応については、網の反応であることがわかった。



図表5(1)4.③-3 魚探で見られた網の反応画像と実際の水中映像

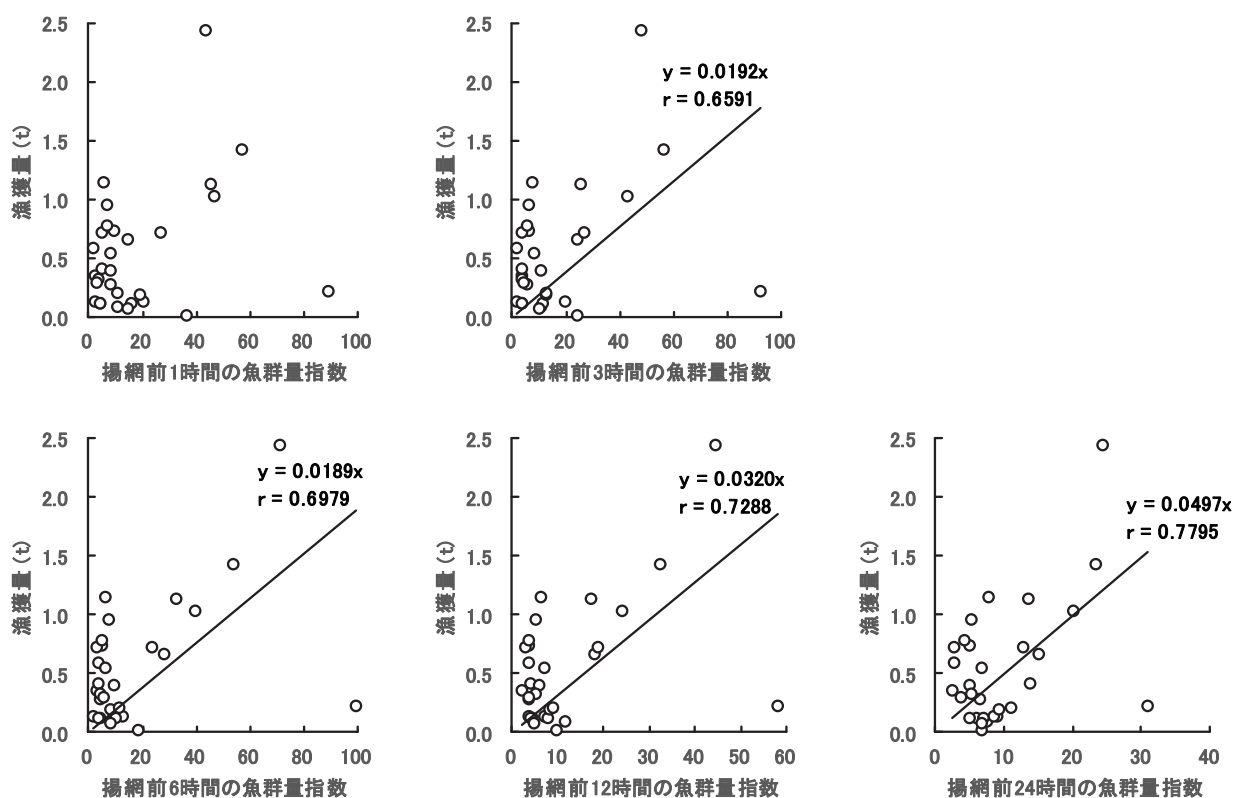
④ユビキタス魚探の画像から求めた魚群量指数と漁獲量の関係

オフセット16(デフォルト)の場合の魚群量指数と漁獲量の関係を図表5 (1) 4. ④-1に示す。揚網前1時間および揚網前3時間の平均魚群量指数と漁獲量の間には相関は認められなかった。一方、揚網前6時間、揚網前12時間および揚網前24時間の平均魚群量指数と漁獲量の間には相関関係が認められ($p < 0.05$)、また、魚群量指数の遡及時間が長くなるほど、相関係数が高くなる傾向がみられた。以上より、ユビキタス魚探の画像から漁獲量を推定するためには、揚網直前の画像だけを確認するのではなく、揚網前の画像を遡って確認することにより、より正確な漁獲量の推定が可能になるものと考えられた。



図表5 (1) 4. ④-1 オフセット16(デフォルト)の場合の魚群量指数と漁獲量の関係

オフセット1(高感度)の場合の魚群量指数と漁獲量の関係を図表4(1)5. ④-2に示す。揚網前1時間の魚群量指数と漁獲量の間には相関は認められなかった。一方、揚網前3時間、揚網前6時間、揚網前12時間および揚網前24時間の平均魚群量指数と漁獲量の間には相関関係が認められ($p < 0.05$)、相関係数はオフセット16の場合よりも全般に高い傾向がみられた。また、オフセット16の場合と同様に、魚群量指数の算出に用いた画像数が多くなるほど、相関係数が高くなる傾向がみられた。



図表5 (1) 4. ④-2 オフセット1(高感度)の場合の魚群量指数と漁獲量の関係

5. まとめ

【成果と課題】

魚探の魚群反応に対応して魚群をカメラで撮影できるか否かについて検討・分析したところ、送受波器横に設置したカメラでは時空間的に概ね合致して映ることが多かった。運動場から第一箱網へのじょうご先沖側に設置したカメラでも送受波器横のカメラで撮影された群れが映る場合もあり、送受波器横に設置したカメラにおいて魚種の判別が難しい場合に補足的なデータとして利用することができた。一方で、じょうご先沖側に設置したカメラではじょうご付近の網に沿って泳いでいる魚も映り込むことがあるため、魚探の魚群反応画像の対象である魚群かどうかの判断に迷うこともあった。このことから、魚探の魚群反応画像を水中映像から魚種判別するためには、送受波器横の水中映像のみに絞った方が適切であると考えられた。また、魚種判別についてはこの方法によって概ね判別が可能であり、漁獲情報も用いることでほとんどの場合において判別することが可能であった。一方で、魚探に魚群反応があっても魚を撮影できない場合も一部見られた。その改善案として、2台のタイムラプスカメラの背面同士を合わせて取り付けることで360°に近い映像を撮影することで死角を大幅に減らすことにより、魚群撮影および魚種判別がより高確率で可能となるのではないかと考えられた。その他にもカメラの交換頻度を上げる、撮影間隔を可能な限り短くするといった対策が考えられる。

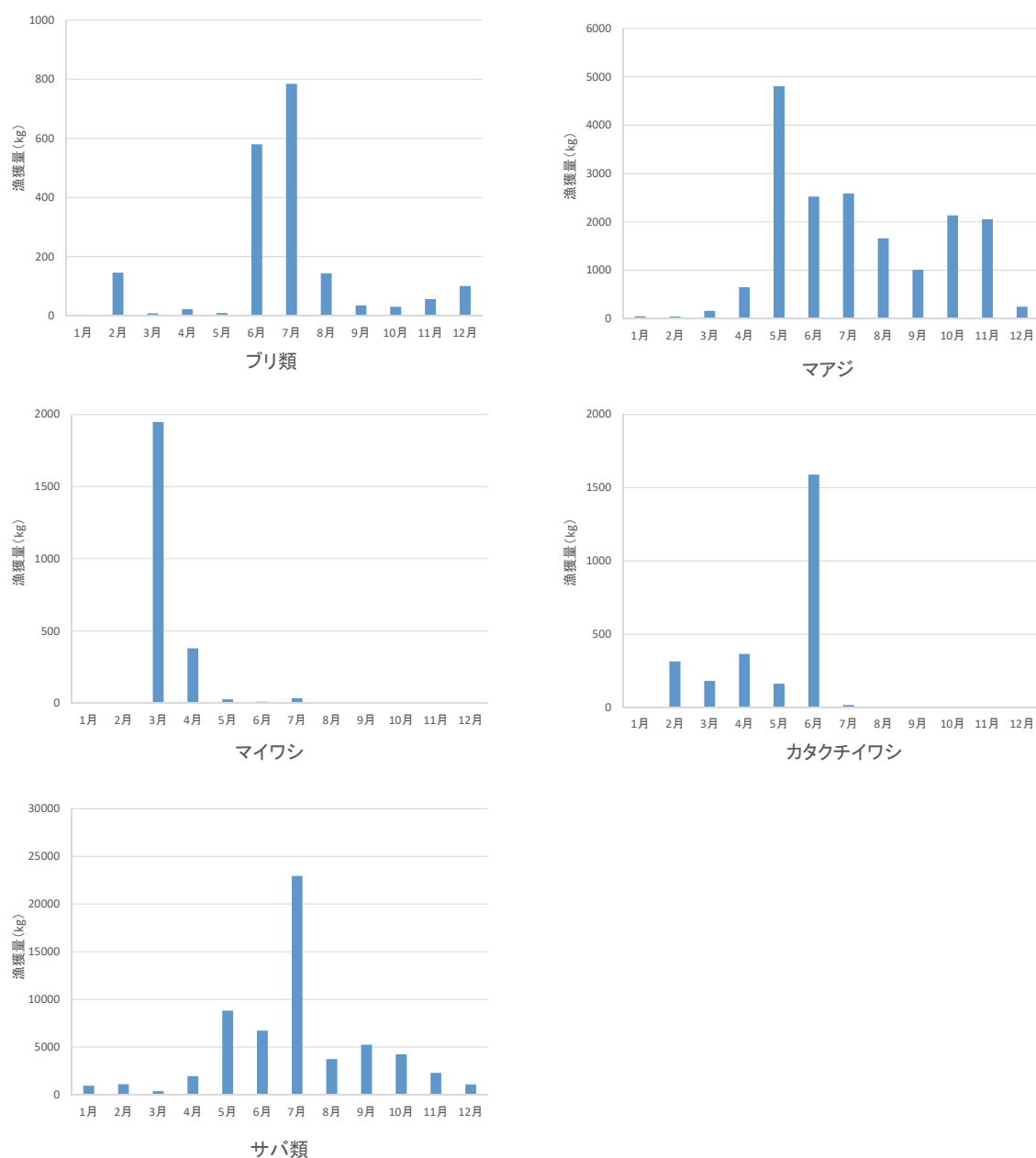
今回分析対象とした期間は実証漁場で漁獲される TAC 魚種および漁獲対象重要魚種のうちサバ、マアジが多く漁獲されていた。サバについてはその魚群を魚探の魚群反応画像としてとらえ、パターンを見ることができたが、今後も同様の傾向がみられるかどうか、データをさらに加えて分析する必要がある。また、マアジについては魚探による魚群反応画像をとらえることができなかった。その他に実証漁場で漁獲される TAC 魚種および漁獲対象重要魚種であるマイワシやカタクチイワシ、ブリは今回の分析期間はあまり漁獲がない時期だったため、分析を行うことができなかった(図表5(1)5)。今後、春から初夏にかけての漁期のデータを取ることで、それらの魚種に対する魚探の魚群反応画像を得られると考える。

ユビキタス魚探の画像から漁獲量を推定することについては、オフセットを16から1に変更し、また、揚網直前の画像だけを確認するのではなく、揚網前の画像を遡って確認することにより、より正確な漁獲量の推定が可能になるものと考えられた。なお、本年度は魚探の送受波器を第1箱網に設置したが、今後は送受波器を第2箱網に設置することにより、魚群量指数と漁獲量の関係がより明確になるものと考えられた。

今回分析対象とした期間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、マアジが多く漁獲されていた。サバについてはその魚群を魚探画像としてとらえ、パターンを見ることができたが、今後も同様の傾向がみられるかどうか、データをさらに加えて分析する必要がある。また、マアジについては魚群の魚探画像をとらえることができなかった。その他に実証漁場で漁獲される TAC 魚種および漁獲対象重要魚種で

あるマイワシやカタクチイワシ、ブリは今回の分析期間は漁獲されない時期だったため、分析を行うことができなかった（図 5 (1) 5）。今後、春から初夏にかけての漁期のデータを取ることによって、それらの魚種の魚探画像を得られると考える。

ユビキタス魚探の画像から漁獲量を推定することについては、オフセットを 16 から 1 に変更し、また、揚網直前の画像だけを確認するのではなく、揚網前の画像を遡って確認することにより、より正確な漁獲量の推定が可能になるものと考えられた。なお、本年度は魚探の振動子を第一箱網に設置したが、今後は振動子を第二箱網に設置することにより、魚群量指数と漁獲量の関係がより明確になるものと考えられた。



図表 5 (1) 5 実証漁場における各魚種の月別漁獲量 (2021 年)

(2) 山口県地区

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：山口県水産研究センター]

山口県地区の統括機関を務め、実証漁場である宇田郷定置網の漁獲量の調査、LED 水中灯を用いた小アジの水槽実験を行う。

[構成員：株式会社宇田郷定置網]

山口県地区の実証漁場として、入網した魚類のモニタリング調査と LED の効果調査を行い、データを収集する。

[構成員：水口電装株式会社]

実証漁場において、水中カメラ等を用いた魚類のモニタリングシステムを構築し、LED の効果調査を行って収集したデータの分析を行う。

[構成員：ホクモウ株式会社]

実証漁場である宇田郷定置網では当社の網が使用されており、その構造について把握しているため、魚類のモニタリングシステム構築におけるカメラの配置等の設定に関わるとともに、LED 効果調査の結果により、漁具の改良について検討する。

[協力機関：国立大学法人 長崎大学]

LED 水中灯を用いた小アジの水槽実験を行い、小アジに対する LED の効果を検証する。

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している。

本事業では、①実証漁場の宇田郷定置網において、入網した魚類の行動を水中カメラとケーブル等を使って陸上からモニタリングできるシステムを構築し、LED の効果調査に取り組んだ。また、そのための基礎調査として、②宇田郷定置網の漁獲量から対象魚種の入網時期を把握し、③水槽実験で小アジの LED 光源に対する行動から LED の効果を検証した。

3. 技術開発の方法

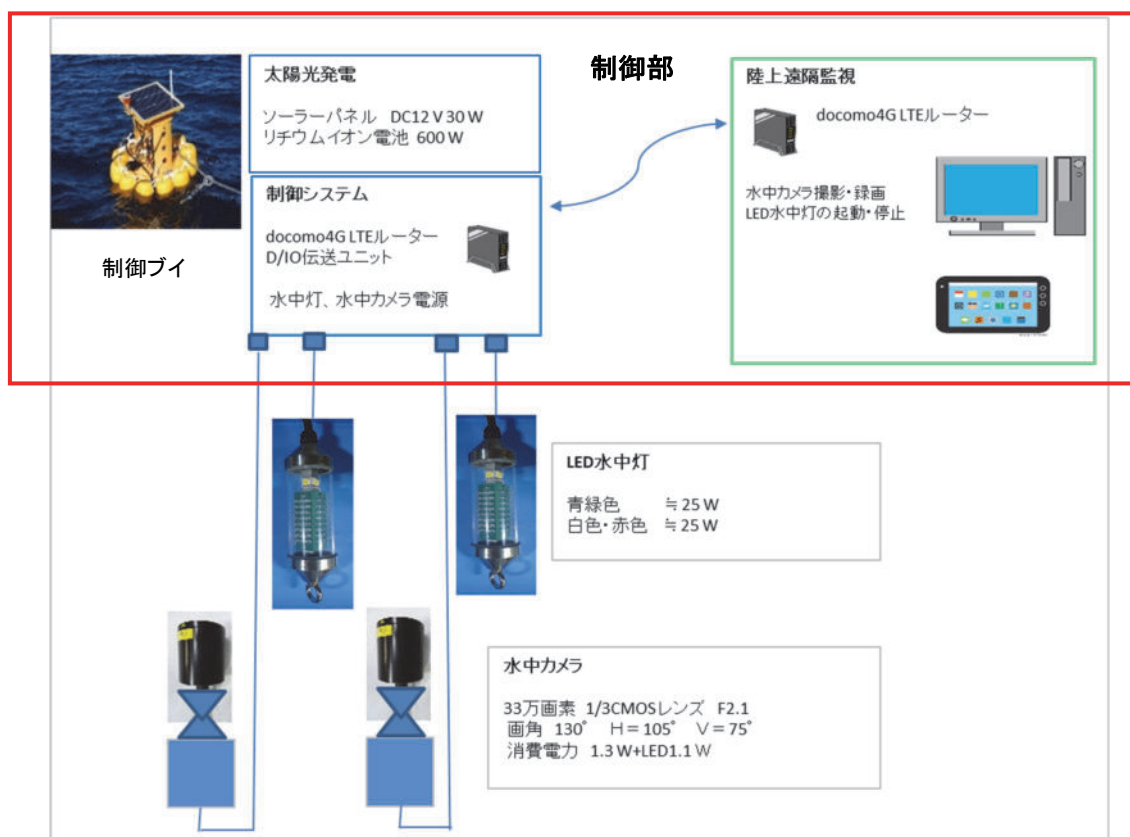
ア 漁具改良等技術開発

①モニタリングシステムの構築とLED効果調査

本システムは、カメラ画像伝送装置を主体に、海上で使用できるように機器を組み合わせて製作した。その主な構成は、docomo ルーター、画像伝送装置、リチウムイオン電池、これらを格納するアルミ製の水密容器、ソーラーパネル、浮き子からなる制御ブイおよび水中カメラ、LED 水中灯から成る（図表 5 (2) 3. ①-1）。電源は制御ブイ上部に設置したソーラーパネル（30W）で発電し、リチウムイオン電池（12 V 50 AH）で充電される。水中カメラ、LED 水中灯は 100m のケーブルで制御ブイとそれぞれ接続した。

陸上パソコンから遠隔操作により設定時刻に水中カメラと LED 水中灯の電源の ON/OFF ができるよう携帯電話（docomo4G 回線）を利用した電源制御器を制御ブイ内に取り付けた。水中カメラの画像・映像データは、docomo 回線を利用して陸上パソコンに送信され、日時順に LED 水中灯の ON/OFF の情報を付与されて記録される（図表 5 (2) 3. ①-2）。

制御ブイは第一箱網の側張りにロープで 4 方向を固定して設置した。LED 水中灯は第二箱網沖側のオタフクに近い水深 20~25m の場所に①青緑色②白色・赤色（2 色式）を設置した。水中カメラは LED 水中灯の数メートル下から上向きに併設し、LED 水中灯の ON/OFF 時に網付近を遊泳する魚類の観察を行った（図表 5 (2) 3. ①-3）。



図表 5 (2) 3. ①-1 モニタリングシステムの構成

LED 水中灯・水中カメラ設定画面

The interface consists of two main windows. The left window displays the overall system status, including a power supply table and a list of devices with their current states (all OFF). The right window provides a detailed configuration for the selected '箱網2外(白色)' device, allowing users to choose between '使用' (Use) and '不使用' (Do not use), and to set specific start and stop times for the device's operation.

取得データ管理画面

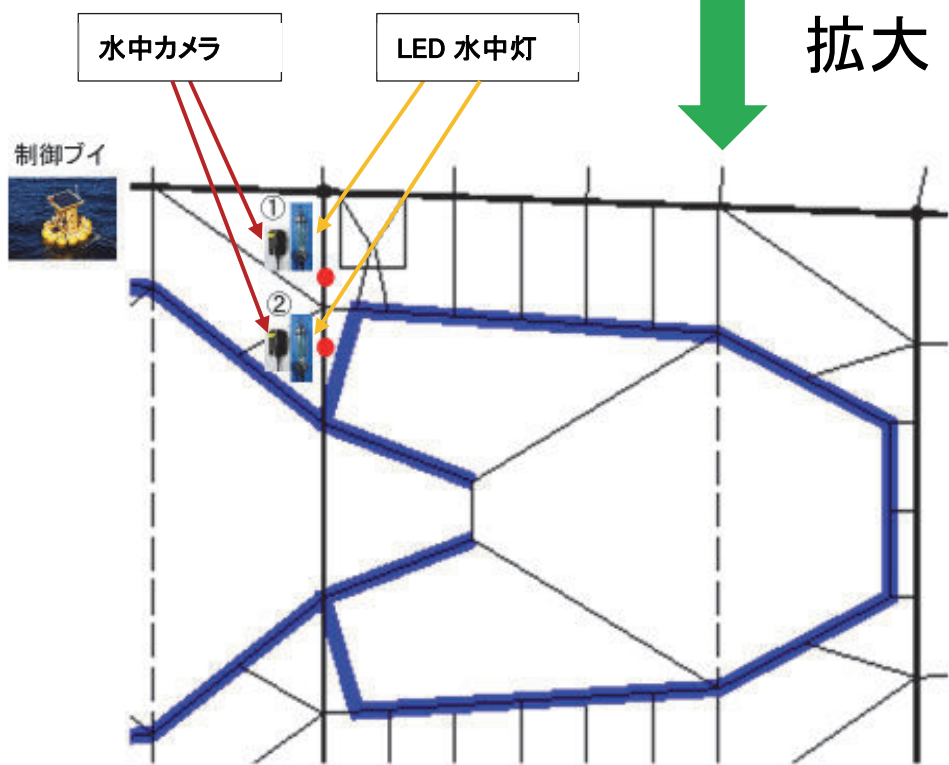
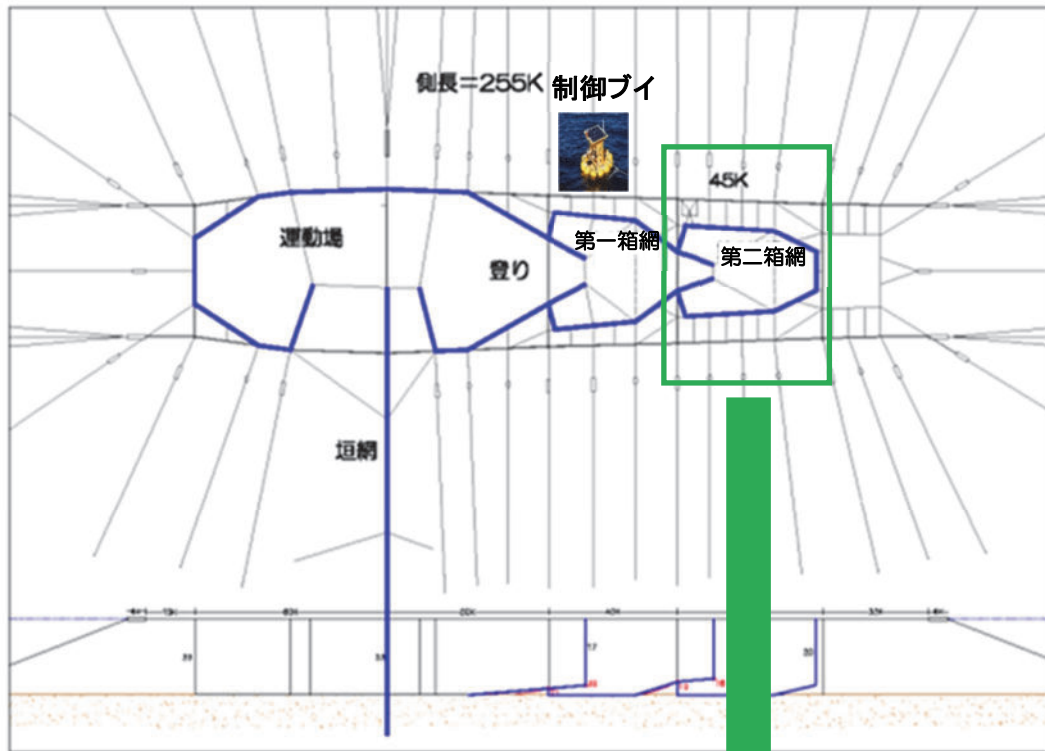
F_event_view

期間選択
2021年12月13日 から 2021年12月13日 まで表示

データ表示

画像	映像	日時	箱網2外(白色)	箱網2外(赤)	Column1	Column2	箱網2入口外(白)	カメラ箱網2外↑	カメラ箱網2入口外↓	洋上監視カメラ	
▶	表示	再生	2021/12/13 00:16:00	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	起動	停止	停止
			2021/12/13 00:17:17	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	停止	停止	停止
	表示	再生	2021/12/13 00:17:30	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	停止	起動	停止
	表示	再生	2021/12/13 00:19:01	消灯	消灯	消灯	消灯	点灯	停止	起動	停止
	表示	再生	2021/12/13 00:19:00	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	停止	起動	停止
			2021/12/13 00:18:11	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	停止	停止	停止
	表示	再生	2021/12/13 00:20:03	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	起動	停止	停止
			2021/12/13 00:21:03	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	停止	停止	停止
	表示	再生	2021/12/13 00:22:32	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	起動	停止	停止
			2021/12/13 00:24:02	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	停止	停止	停止
	表示	再生	2021/12/13 00:25:03	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	起動	停止	停止
			2021/12/13 00:26:32	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	停止	停止	停止
	表示	再生	2021/12/13 00:27:32	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	起動	停止	停止
			2021/12/13 00:29:02	消灯	消灯	消灯	消灯	消灯	停止	停止	停止

図表 5 (2) 3. ①-2 モニタリングシステムの画面



図表 5 (2) 3. ①-3 制御ブイ、水中カメラ、LED 水中灯設置位置 (①青緑色 LED②白色・赤色 LED)

イ データ収集・分析

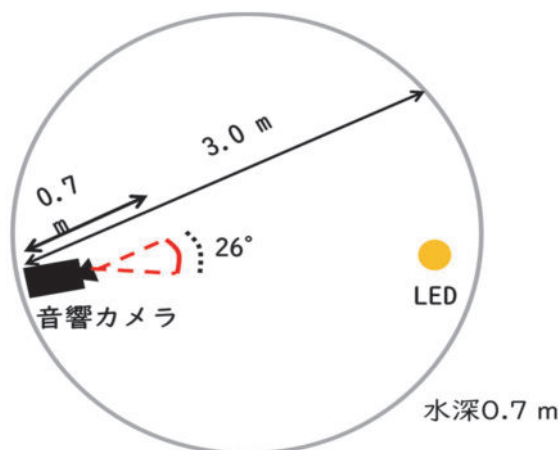
②宇田郷定置網の漁獲量の収集と解析

アジ、サバ、イワシ類の放流技術を開発するにあたり、宇田郷定置網におけるこれらの魚種の漁獲時期を把握するため、毎日の水揚げ伝票を魚種別に集計した。

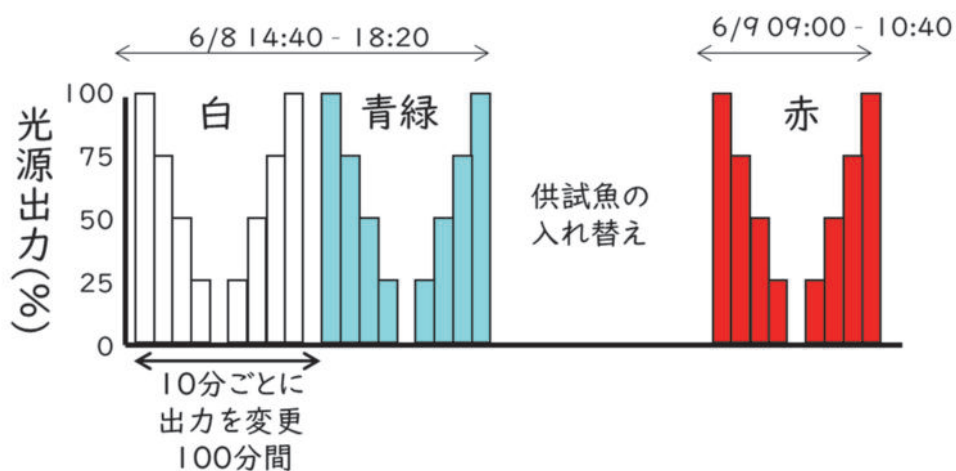
③LED 水中灯を用いた小アジの水槽実験

2021年6月8日14:40～18:20、9日09:00～10:40に山口県下関市の水口電装株式会社内に設置した円形水槽（直径3.0 m、水深0.7 m、図表5(2)3.③-1）にマアジ20個体（平均尾叉長88.2 mm、SD2.2 mm）を放流して、LED水中灯に対する行動を観察した。

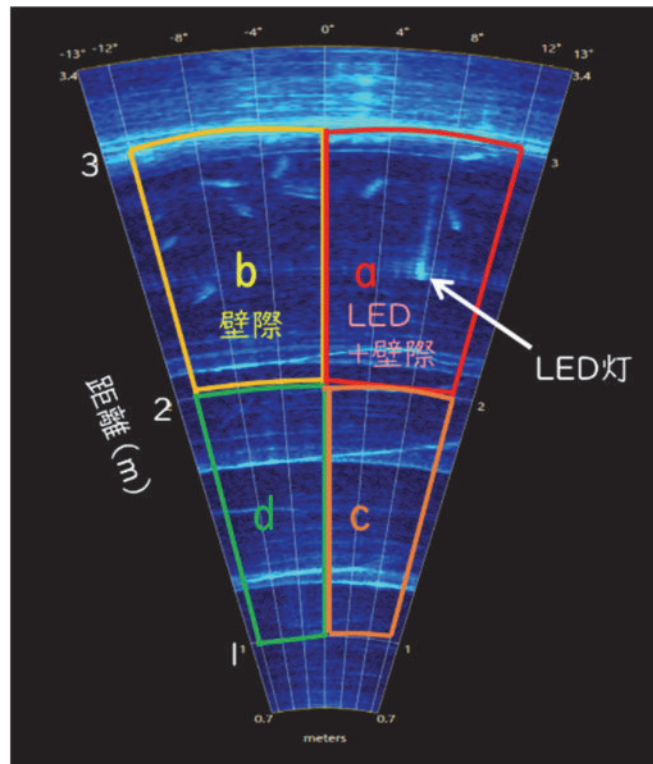
円形水槽の片方の端に3種類のLED水中灯（光色・出力：白・10 W、青緑・15 W、赤・6 W）を順に垂下して、出力を変えながら（出力の0、25、50、75、100%）点灯した（図表5(2)3.③-2）。また、LED水中灯とは逆方向の水槽の端には音響カメラ（ARIS、東陽テクニカ、ビーム幅26°、有効レンジ15 m）を設置して、光条件に関係なく水槽内のマアジの行動を観察した（図表5(2)3.③-3）。



図表5(2)3.③-1 水槽実験のセットアップ



図表5(2)3.③-2 LED水中灯の点灯方法



図表 5 (2) 3. ③-3 音響カメラの観察範囲内の区画分け方法.

今回使用した音響カメラによるマアジの行動観察は、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、水槽全域にいるマアジを観察することができない。この実験では音響カメラの観察範囲内を図表 5 (2) 3. ③-3 に示した a、b、c、d の 4 つの区画に分け、点灯条件（光色・出力）ごとに後半の 5 分間（直前の点灯条件の影響を低減するために前半の 5 分間は観察しない）にこれらの区画に出現したマアジの個体数を 10 秒ごとに計数した。そして各区画に出現した個体数の合計数を区画ごとの面積で除して、5 分間の単位面積当たりの出現数として各区画を比較した。

出力 100% の点灯は水槽全域が明るくなったと判断したため、上記の解析は行わなかった。また、出力 25、50、75% のデータは合算して比較した。

統計的比較方法は下記の通りである。

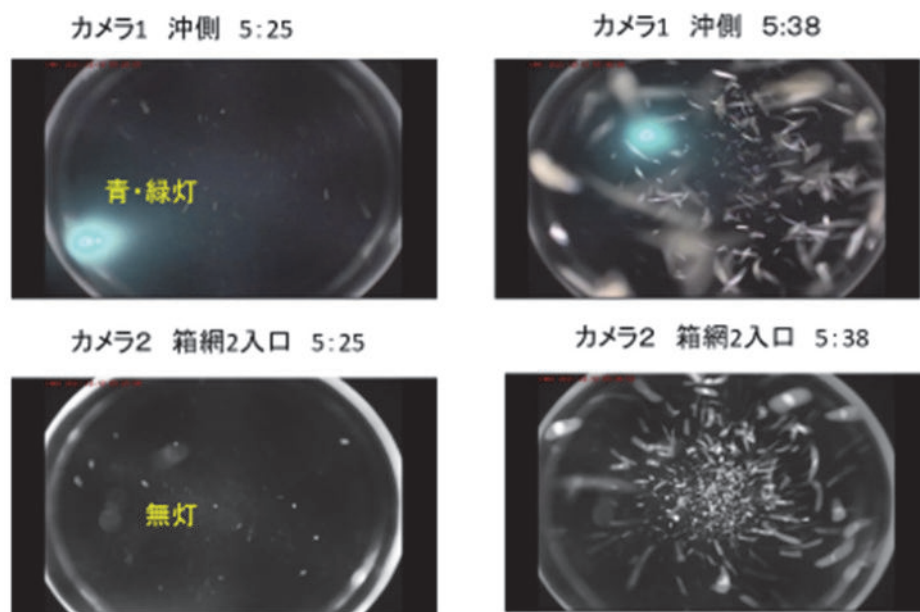
- ・観察範囲内の分布密度は光色で差があるか (Friedmantest)
- ・差があった場合、どの光色間であったか多重比較 (Kolmogorov-Smirnov test、Holland-Copenhaver の方法で危険率を調整 p=0.853%)
- ・各区画のマアジ密度分布が光色により異なるか多重比較 (Steel-Dwass test)

4. 技術開発の結果

ア 漁具改良等技術開発

①モニタリングシステムの構築とLED効果調査

2021 年は、新型コロナウイルス感染症の蔓延により、制御ブイの一部の部品が入手できず、機器の完成がずれこんだため、予定よりも遅れて 2021 年 11 月 29 日に制御ブイ、水中カメラ、LED 水中灯を宇田郷定置網に設置した。翌日の 11 月 30 日から LED 効果調査を開始し、2021 年 12 月 12 日までの期間モニタリングを行い、データを取得することができた。得られた画像例を図表 5 (2) 4. ①に示す。定置網の漁獲量から調査時は入網した魚群が少なかったと推定され、撮影された画像の中には魚影らしきものを確認できたものの、今回の設定では、魚種まで識別することはできなかった。



図表 5 (2) 4. ① モニタリング画像例

イ データ収集・分析

②宇田郷定置網の漁獲量の収集と解析

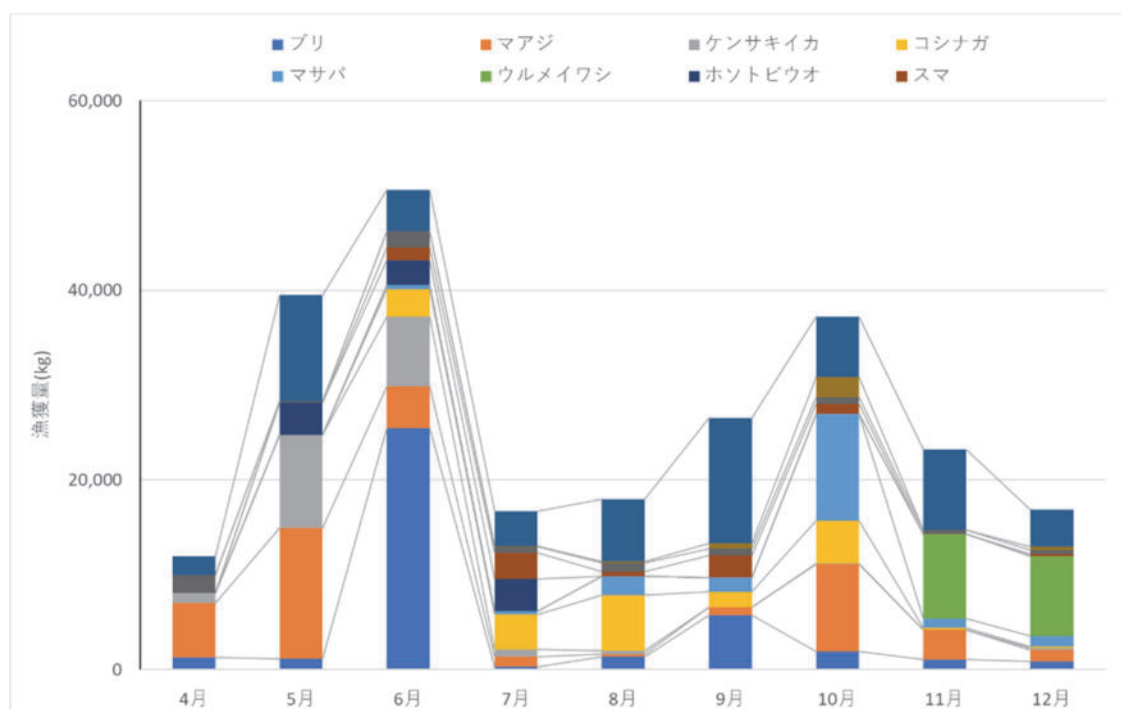
宇田郷定置網における調査期間中（2021 年 4 月から 12 月）の漁獲概要を図表 5 (2) 4. ②-1 に示す。宇田郷定置網では調査期間中に合計約 240 トンが漁獲された。漁獲物に占める放流対象魚種の漁獲量の割合をみると、マアジは第 1 位であり、マサバは第 5 位、ウルメイワシは第 6 位であった。

調査期間中の宇田郷定置網の月別の漁獲量を図表 5 (2) 4. ②-2 に示す。マアジ、マサバ、ウルメイワシが 5 トン以上漁獲された月は、マアジでは 4 月、5 月および 10 月、マサバでは 10 月、ウルメイワシでは 11、12 月であり、漁獲サイズはマアジでは 5～15 cm、マサバでは 10～25 cm、ウルメイワシでは 10～20 cmであった。

以上のことから、LED の効果調査に適した時期は、4～5 月および 10～11 月であることが分かった。

図表 5 (2) 4. ②-1 宇田定置網における調査期間中の漁獲概要

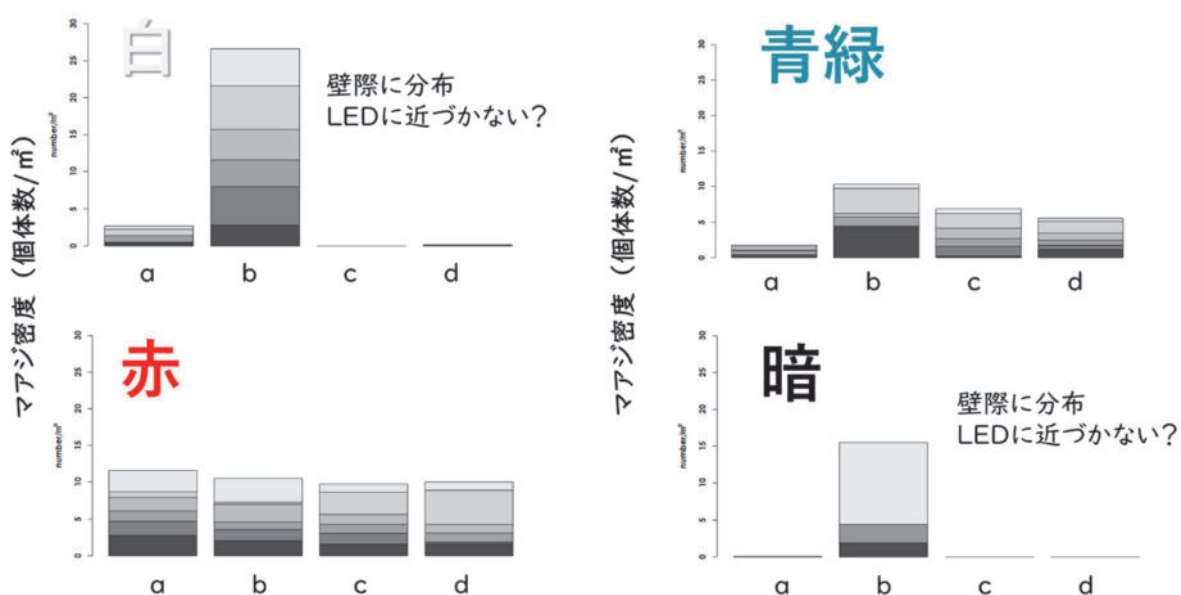
順位	魚種	漁獲量 (kg)	漁獲割合 (%)
1	マアジ	39,689	16.5
2	ブリ	39,019	16.2
3	ケンサキイカ	19,664	8.2
4	コシナガ	18,891	7.9
5	マサバ	17,795	7.4
6	ウルメイワシ	17,265	7.2
7	ホソトビウオ	9,318	3.9
8	スマ	8,270	3.4
9	ヒラマサ	7,646	3.2
10	シイラ	3,270	1.4
	その他	59,695	24.7
	合計	240,522	100.0



図表 5 (2) 4. ②-2 宇田郷定置網の月別魚種別漁獲量

③LED を用いた小アジの水槽実験

LED 光の有無、光色によって観察範囲内の分布密度は有意に異なった (Friedman test、 $p < 0.05$)。そして分布密度は、赤色 LED で LED が位置する a 区画で最も高く、一方で白色 LED 点灯時と暗条件では壁際の b 区画で多く観察され、分布密度に差が無いと結論された (Kolmogorov-Smirnov test、 $p > 0.05$)。また、各区画の分布密度は光色により異なることも示唆された (Steel-Dwass test、 $p < 0.05$)。LED 光色による各区画におけるマアジの分布密度を図表 5 (2) 4. ③に示す。



図表 5 (2) 4. ③ LED 光色による各区画におけるマアジの分布密度

※出力 25、50、75%のデータを合算した。

各棒グラフの積み上げは LED 出力ごとのデータを示す。

以上、マアジの水槽実験では下記の結果が得られた。

- ・ 白色光と暗条件ではマアジは LED 灯区画の隣の壁際区画 (b) で多い。
- ・ 赤色光と青緑色光を点灯したとき、マアジは壁際以外の区域 (c、d) でも観察された。
- ・ a (LED 区画) の密度は赤色光のときに高い。
- ・ 赤色光は他の光色よりマアジの群れの個体間距離が広がった。
- ・ a (LED 区画) に分布したマアジの密度は 赤 > 青緑 > 白 = 暗 の点灯条件の順で高くなった。

5. まとめ

【成果】

- ・宇田郷定置網において、水中カメラ等を用いて入網した魚類の行動を観察し、その画像・映像データを陸上パソコンに送信して記録できるシステムを構築した。
- ・宇田郷定置網の水揚げ伝票から放流対象魚種のマアジ、マサバの小型魚やウルメイワシの入網時期が明らかとなり、LED の効果調査に適した時期は、4～5 月および 10～11 月であることが分かった。
- ・LED 水中灯を用いた小アジの水槽実験では、3 色（白、青緑、赤）の LED 光源からマアジの分布密度を比較したところ、マアジを集める効果は赤 > 青緑 > 白 であった。

【課題】

- ・小アジの水槽実験では水槽サイズに対して LED の光量が大きかったため、マアジを集める効果は水槽内の明るさの勾配（青緑色や白色では水槽全域が明るかった）が影響した可能性が考えられる。今後は、実証漁場における効果を期待して、現在の直径 3m よりも大きな水槽で小サバを供試し、明るさの勾配が作れるように実験条件を検討する。
- ・実証漁場における LED 効果調査は、新型コロナウイルスの影響で魚群の少ない 12 月の短期間の調査になってしまった。このため、撮影された画像には魚影らしきものが見られたものの、魚種の識別まではできなかった。
- ・今後は、調査に適した 4～5 月や 10～11 月に LED 効果調査を行うとともに、現在使用している水中カメラの設定・設置方法等の検討に加え、照度の影響を受けない魚群探知機などを併用した行動観察を行う。

6 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。

①検討会

検討会の設置要領を以下に記す。

令和3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3年6月4日から実施する。

②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3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3年6月4日（金）10：00～12：00 （09：30開場）

開催場所 イオンコンパス東京八重洲会議室 Room D & オンライン（ZOOM）
東京都中央区京橋 1-1-6 越前屋ビル4階

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 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
 - （ア）神奈川県地区
 - （イ）山口県地区
 - （3）その他
- 4 閉会

令和3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 議事録

1. 開催日程

日 時：令和3年6月4日 10:00～12:00

場 所：イオンコンパス東京八重洲会議室 Room D 及び オンライン (ZOOM)

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
有限会社泉澤水産 代表者	泉澤 宏 (Web)
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 (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
水産研究・教育機構水産技術研究所 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】

増殖推進部研究指導課 海洋技術室 室長	長谷川 裕康
増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 課長補佐	石川 紘子
増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係	多田 真希子

【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	石黒 雄一 (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)
株式会社川長水産 代表取締役社長	磯崎 晴一 (Web)
山口県水産研究センター 海洋資源グループ 班長	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 取締役	水津 和弘 (Web)
ホクモウ株式会社 営業部	松平 良介 (Web)
水口電装株式会社 代表取締役	水口 千津雄 (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 技師補	岩田 佳之

2. 配布資料

- ・ 第1回検討委員会議事次第
- ・ 資料① 検討会名簿
- ・ 資料② 検討会設置要領
- ・ 資料③ 事業計画について
- ・ 資料④ 神奈川県地区発表資料
- ・ 資料⑤ 山口県地区発表資料

3. 議事内容

(1) 検討会について

- ・ 資料②の検討会設置要領について確認した。
- ・ 検討会の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) 事業について

- ・ 資料③の事業計画について確認した。
- ・ 水産庁より本補助事業は単年度で実施する。なお、全体の計画としては3年間の実施で考えているが、予算の獲得状況によるとの説明があった。

(3) 本事業の技術開発計画及び取り組み内容について

(ア) 神奈川県地区

- ・ 資料④の神奈川県地区の実施内容について確認した。
- ・ 神奈川県より本事業では魚探と映像を組み合わせて魚種判別を行うこととしているが、将来的に魚探のみで魚種判別が可能であればその方が望ましい。画像の補足により、より正確な魚種判別が可能になるのであればカメラ画像を合わせたシステムにしたいと考えている。また、将来的には必要性に応じて新たな通信機器等を活用したりリアルタイム式の動画撮影とすることについても検討したいと考えているとの説明があった。
- ・ 魚探の設置場所が一段箱であり操業が二段箱だけの場合、一段箱に入っている魚が全て二段箱に移動する訳ではないケースが想定されるため、漁獲データと魚探データが一致しない場合があるのではないかとの意見があり、水中カメラも設置することから毎日網締めを行う二段箱への設置は難しいが、操業に支障がない範囲で設置場所を検討することとした。
- ・ 水中カメラの設置方法について、シルエットが確認できるよう下から上に向けることや、複数台設置することについて提案があった。

(イ) 山口県地区

- ・資料⑤の山口県地区の実施内容について確認した。
- ・山口県より魚種や大きさによって光の感受性や違う行動を示すのかどうかについて、大きいアジについてのデータは多少あるため、今回の小アジの水槽試験によってサイズによって差があるかどうかの確認を行う。その他の対象魚種については全てのデータを調べている最中ではあるが、今回網の中でどのような行動をとるのか確認する。また、LED 水中灯の出力については、集魚のためではなく網の中に入った魚を逃がすのが目的となるため 25W 程度で問題ないと考えられるとの説明があった。
- ・水産庁より、神奈川県・山口県の両課題とも今年度は事業の最初の年であり、まずは実験・観測していくことに主眼を置くこととし、データを取得したうえで、その結果を来年度以降につなげていくことを確認した。

(4) その他

- ・今後の予定
- ・事業対象の場所について



図表 6-1 第1回検討会の様子（オンライン会議と併用）

以上

③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3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3年12月15日(水) 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(ZOOM)

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
 - (ア) 神奈川県地区
 - (イ) 山口県地区
 - (3) その他
- 5 閉会

令和3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回検討会議事録

1. 開催日程

日 時：令和3年12月15日13:00～15:00

場 所：平塚市漁業協同組合&オンライン（ZOOM）

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
有限会社泉澤水産 代表者	泉澤 宏 (Web)
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】

増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係長	富田智明
増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係	多田真希子

【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	石黒雄一
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
山口県水産研究センター 海洋資源グループ 班長	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 社長	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 営業部	松平良介 (Web)
水口電装株式会社 代表取締役	水口千津雄 (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 (Web)
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 技師補	岩田佳之

【オブザーバー】

平塚市漁業協同組合 総務部 主任	伏黒哲司
国立大学法人長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科	大沼空広

2. 配布資料

- 資料1 第2回 検討委員会議事次第
- 資料2 第1回検討委員会議事録
- 資料3 課題提案書（抜粋版）
- 資料4 神奈川県地区 中間報告
- 資料5 山口県地区 中間報告
- 資料6 LED 水中灯に対するマアジの行動に関する水槽実験解析結果（長崎大学）
- 資料7 モニタリングシステム構築とモニタリング調査（水口電装）

3. 議事内容

（1）本事業について

- ・資料3を基に本事業の内容及びスケジュールについて確認した。

（2）本事業の技術開発計画及び取り組み内容について

（ア）神奈川県地区

- ・資料4を基に神奈川県地区の実施内容について確認した。
- ・ユビキタス魚探のみで魚種の見分けができるか質問があり、ユビキタス魚探だけでは魚種判別は難しいためカメラと組み合わせて魚種判別ができるものを目指すとの回答があった。
- ・箱網の中の魚を全て捉えるには網の中だけでなく外側にもカメラを取付けてみてはどうかとの意見があった。
- ・カメラの取り付け方を見るとカメラが回ってしまうように見えるとの意見に対し、魚探に写る魚群であればカメラがどの方向を向いても群れを観測できると考えられるとの回答があった。これに対し、360度又は画角の広いカメラを使うこと、網の下からカメラを向けることの提案があった。
- ・箱網の中の周期を見ても魚種判別につながるのではないかと、漁獲情報と魚探の反応を比較するにはカメラを2箱に魚探の振動子をつけてみてはどうかとの意見があった。
- ・今後、カメラ映像と魚探映像のデータ収集と分析を2月まで続け、分析結果から魚探映像と漁獲量、カメラのデータとの関係性を分析する。

（イ）山口県地区

- ・バッテリーの持続時間について質問があり、日照時間0の場合は2日間程度持つとの回答があった。
- ・現地の定置網で実際に実験を行っているのかとの質問があり、行っているが実験期間が短いため効果が出ているか分からない、カメラは下から撮影して静止画と動画を転送して送っているとの回答があった。
- ・網の目掛かりについて質問があり、実験期間が短いため今のところ起きていないが今後起こる懸念はあるとの回答があった。

- ・ 水中灯はLEDを使っているとの説明があった。

4. その他

- ・ 今後の予定

第3回検討委員会の日程調整



図表 6-2 第2回検討会の様子（オンライン会議と併用）

④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3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4年3月1日（火）13：30～（13：00開場）

開催場所 イオンコンパス東京八重洲会議室 Room D 及び オンライン（ZOOM）
（東京都中央区京橋 1-1-6 越前屋ビル 4階）

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
 - （ア）神奈川県地区
 - （イ）山口県地区
 - （3）その他

3. 今後の進め方

4. 閉会

令和3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 議事録

1. 開催日程

日 時：令和4年3月2日 13:30～16:00

場 所：イオンコンパス東京八重洲会議室 & オンライン (ZOOM)

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
有限会社泉澤水産 代表者	泉澤 宏 (Web)
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 (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 (Web)
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 課長補佐	三橋 謙一 (Web)
増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係長	富田 智明
増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係	多田 真希子

【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	石黒 雄一 (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)
山口県水産研究センター 海洋資源グループ 班長	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 漁業事業部	松平 良介 (Web)
ホクモウ株式会社	川井 雄五 (Web)
水口電装株式会社 代表取締役	水口 千津雄 (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 技師補	岩田 佳之

2. 配布資料

資料 1. 第 3 回検討委員会議事次第

資料 2. 第 2 回検討委員会議事録

資料 3. 報告書（案）

資料 4. アンケート調査結果

3. 議事内容

(1) 本事業についてのまとめ方

- ・定置網の概要、技術の導入・必要性、神奈川県及び山口県地区における技術開発の報告並びに検討会議事録の項目毎に整理することとなった。

(2) 本事業についての各県地区からの報告

(ア) 神奈川県地区

- ・神奈川県より報告書（案）P6～19 について説明。
- ・魚群指数の算出方法に使われている画像（図表 5（1）3. ④）について、本事業により得られた画像ではないことを明記すること。どのようなデータ（画像）を解析してデータを得ているかの説明が必要である。
- ・魚群指数と漁獲量の関係から第一箱網に魚が滞留していないことが分かるため、今後第二箱網にカメラを設置する予定である。
- ・魚種毎の入網時間が分かれば、時間を決めて網を閉めることにより選択漁獲の可能性が生まれるのではないか。
- ・アジは漁網の底を通ることが多いため、魚探の反応が網とアジで区別しにくいことがある。
- ・撮影間隔が 5 秒だと長いため、短くすることにより魚の映像が撮れるのではないか。
（この問いに対して）5 秒でも想定より映像は撮れているが、今後撮影間隔を短くすることも視野に入れる。
- ・新しいツールを取り入れて解析していくことが必要である。
- ・魚種によって魚探の反応に差があるため、魚探の反応から魚種を判別するのは難しい。今後、漁獲物に特徴のある日の魚探の反応を記録し、判別できるようになることが望まれる。

(イ) 山口県地区

- ・山口県より報告書（案）P20～29 について説明を行なった。

- ・魚影らしきものを確認できたが魚種まで特定できなかったことに対して、どうすれば識別できるようになるか。

（この問いに対して）モニタリング時期が遅れて12月になり、魚影がなかった。また、今後は水中カメラの設定等も検討するが、夜のモニタリングはカメラだけでは難しいので魚探等も併用して調査を行う。

- ・音響カメラの観測可能範囲は約30°のビーム幅で距離40m位である。
- ・LEDの効果を確認することはハードルが高い。水槽実験の規模を大きくしてはどうか。

（この問いに対して）今後、現在よりも大きい水槽でマサバを使って実験する予定である。

（3）その他

- ・本事業は、現場で使用する選択技術を開発するもので、現在の取組みはそれを出口として実施しているものであることを確認した。

4. 今後の進め方について

- ・3月10日までに報告書の原稿を提出する。
- ・3月31日までに精算を終わらせられるように各県地区から実績報告書を提出する。



図表 6-3 第3回検討会の様子（オンライン会議と併用）

④現地調査

現地調査の実施概要を以下に記す。

令和3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の現地調査

1. 開催日時 現地調査 12月15日10時～11時半
2. 開催場所 現地調査 平塚新港（神奈川県平塚市千石河岸57）～平塚沖
3. 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】

増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係長	富田智明
増殖推進部研究指導課 海洋技術室 先端技術班 企画係	多田真希子

【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	石黒雄一
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
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 技師補	岩田佳之

【オブザーバー】

平塚市漁業協同組合 総務部 主任	伏黒哲司
国立大学法人長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科	大沼空広

現地調査（神奈川県地区）の概要

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株式会社川長水産及び平塚市漁業協同組合の協力をいただき、川長三晃丸と庄三郎丸の2隻の漁船により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。現地調査の様子を写真6-4～7に示す。



写真 6-4 川長三晃丸と現地調査参加者（庄三郎丸から撮影）



写真 6-5 川長水産 第一箱網に設置されているユビキタス魚探

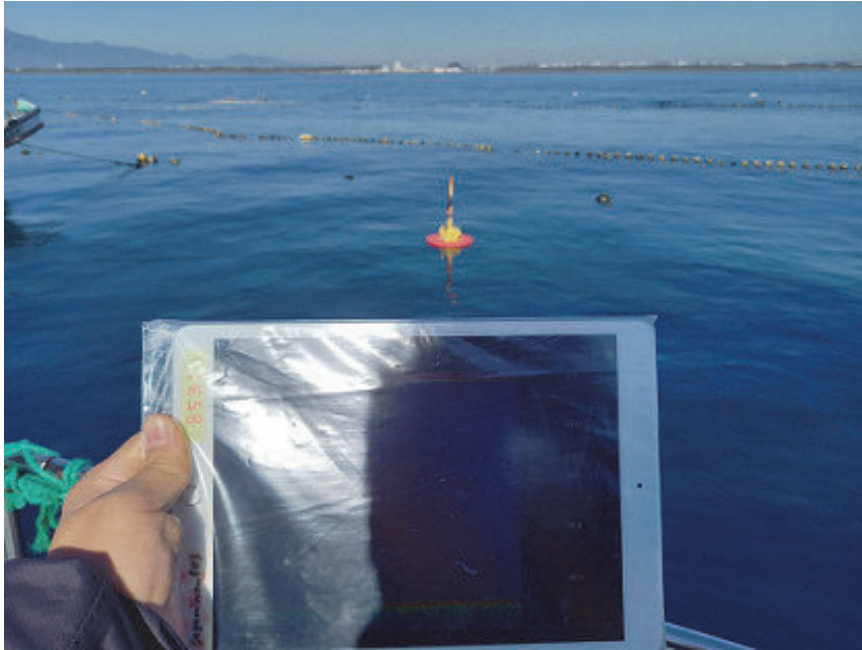


写真 6-6 海上ブイとモニター画面（タブレット）



写真 6-7 第一箱網内の魚探映像

令和3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4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]

