



しおり  
研究の葉

2021

令和3年10月

国立研究開発法人 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



## 「研究の葉（しおり）2021」の刊行に寄せて

国立研究開発法人水産研究・教育機構は、令和3年度から5年間の第5期中長期計画に基づいて、水産物の安定的な供給と水産業の健全な発展に貢献するための研究・開発に努めています。私たち水産工学部は、持続可能な水産物生産システムを構築するために、漁船や漁具など漁業生産技術の高度化、漁港の防災減災対策・長寿命化対策や漁場環境の整備に関する研究開発、並びにそれら新技術の水産業への早期還元を目的としてこれからも活動してまいります。引き続きご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

「研究の葉」では、私たちがどのような水産工学研究を行っているのかを読者の方に御理解いただけるように、最新の研究トピックスについて「研究の背景・目的」、「研究成果」、「波及効果」に整理してエッセンスを紹介しております。2006年（平成18年）から毎年発行しており、バックナンバーは水産研究・教育機構のWEB\*で閲覧・ダウンロードいただけるようになっています。

今号では、漁業の省エネルギー化や軽労化技術、水素燃料電池漁船、漁場環境の評価・保全技術、漁港施設の防災減災への取組みや機能診断などに関する研究成果を収録しております。本冊子が、水産業や水産研究の発展、水産工学研究への御理解に少しでもお役に立つことができれば幸いです。なるべく平易な言葉を用いるように努めたつもりですが、一般的な用語で表現することが難しい内容については専門用語を用いています。その点については御理解いただき、御容赦下さいますようお願い申し上げます。

令和3年10月1日

国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所  
環境・応用部門 水産工学部長 高尾芳三

\* "[http://nrife.fra.affrc.go.jp/reprint/reprint\\_index.html](http://nrife.fra.affrc.go.jp/reprint/reprint_index.html)"（2021.10.1現在）

# 「研究の栞（しおり）2021」

令和3年度 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部

## 主要研究成果情報リーフレット

### 目次

No	表 題	所属グループ等	著 者
1	キンメダイ立て縄漁具の深度変化	漁業生産工学グループ	山崎慎太郎・藤田 薫※ ※現・開発調査センター
2	省エネルギー型底びき網の開発	漁業生産工学グループ	藤田 薫※・山崎慎太郎 ※現・開発調査センター
3	アシストスーツを漁業の現場に	漁業生産工学グループ	高橋秀行・安田健二
4	種苗生産にとって効率的な光環境を調べる	漁業生産工学グループ	柴田玲奈
5	水素燃料電池養殖作業船の研究開発	漁業生産工学グループ	三好 潤・溝口弘泰・高橋竜三・安田健二・高橋秀行・澤田浩一 水産工学部：高尾芳三
6	計量スキャニングソナーを用いたサンマの調査	漁業生産工学グループ	高橋竜三・澤田浩一 水産資源研究所外洋資源グループ：巢山 哲
7	水素燃料電池漁船普及による地域振興効果	漁業生産工学グループ	安田健二・三好 潤・澤田浩一・高橋秀行・高橋竜三 水産工学部：高尾芳三
8	漁港・海岸における津波研究の10年	水産基盤グループ	大村智宏・古市尚基・大井邦昭
9	有機物で海底の生物環境を評価する	水産基盤グループ	宇田川 徹
10	碎石を利用したアサリ漁場造成の手引き	水産基盤グループ	井上誠章・佐藤允昭・多賀悠子
11	AIを活用した漁港施設の老朽化診断	水産基盤グループ	大井邦昭 水産工学部：三上信雄
12	広域藻場モニタリングの手引き	水産基盤グループ	佐藤允昭
13	塩分変化がヤマトシジミの潜砂行動に与える影響	水産基盤グループ	多賀悠子 企画調整部門：桑原久実
14	イセエビは植食魚の捕食者になり得るか	水産基盤グループ	川俣 茂

# キンメダイ立て縄漁具の深度変化

漁業生産工学グループ

## 研究の背景・目的

キンメダイは太平洋沿岸や離島域での重要な漁獲対象種の一つですが、資源量は減少傾向にあります。主に釣針を使って漁獲され、小型漁船では1本の幹糸に多数の枝糸・釣針をつけた立て縄漁具が多用されます(図1)。キンメダイの小型魚は大型魚よりも浅い深度に生息することが報告されているので、釣針の深度調整によりサイズ別に釣り分けができる可能性があります。そこで、若齢魚の多い小型魚を獲り控えて資源の回復を図ることを目標として、潮流の強さが釣針の設置深度に与える影響を調べました。

## 研究成果

千葉県銚子沖漁場で、キンメダイ漁船と立て縄漁具に小型の深度センサーを付け、通常と同様の操業方法により潮流の漁具深度への影響を調べました。幹糸や釣針は、おもりが着底してから比較的短時間で沈降し、海底に近づくことを確認しました。試験時の潮流は0.3-1.3 m/sで、潮流が強いほど、幹糸は速く海底に接近しました(図2)。

## 波及効果

若齢魚の多い小型魚は大型魚よりも浅い深度に生息することが報告されています。漁具の深度を調節することにより、資源加入で重要な若齢魚を釣り控えつつ単価の高い大型魚を選択的に釣ることで、資源の持続的利用と漁家経営の安定化の両立が期待されます。

(本研究は水産庁補助事業(E E Z内資源・漁獲管理体制強化事業(資源管理計画等の高度化に関する調査事業)の一環として実施しました。)

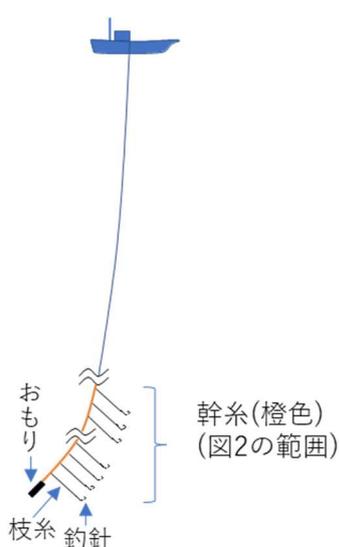
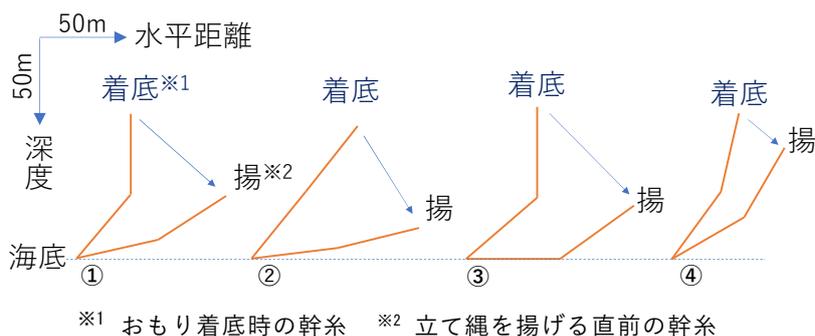


図1 立て縄漁具



操業回次	①	②	③	④
潮流(m/s)	1.3	1.0	0.8	0.3
時間 <sup>※3</sup> (s)	238	440	435	449

※3 おもり着底から立て縄を揚げるまで

図2 流速による幹糸(オレンジ)の深度変化への影響

(山崎慎太郎・藤田 薫<sup>※</sup>) ※現・開発調査センター

# 省エネルギー型底びき網の開発

漁業生産工学グループ

## 研究の背景・目的

底びき網漁業（図1）では、経費に占める燃料費の割合が高く、漁家経営を圧迫しています。底びき網漁業で燃料消費量を削減するためには、漁具が受ける水の抵抗を減らすことが有効です。一方で、水の抵抗を減らすために漁具の構造や運用方法を変更することにより、漁獲量や種組成が変化することが懸念されます。本研究では、漁獲試験に基づいて漁獲量を減らさずに省エネルギーになる底びき網を設計し、シミュレーションによってこの網が受ける水の抵抗を計算し、燃油消費量の削減効果を検討しました。

## 研究成果

省エネルギー型底びき網の開発フロー（図2）に従って、省エネルギー型底びき網を製作しました。まず、現用の網を通常でひく漁獲試験により、漁獲物のうち着底種<sup>\*1</sup>の割合が高いこと、また、網を遅くひくことにより、時間当たりの着底種の漁獲量が増えることを確認しました。次に、脇網を低くしても着底種の漁獲に与える影響が小さいと考えられることから、脇網の低い網を設計し、シミュレーションで抵抗を計算しました。すると、網をひく速さを通常<sup>3ノット</sup>から2.5ノットに減速することにより、着底種の漁獲量を減らさずに燃油消費量を9%削減できることがわかりました。

(\*1 カレイなど海底に接して生息する生物)

## 波及効果

燃油価格、漁獲される魚種、魚価などを考慮して漁具の仕様や運用方法を決定することで、漁家経営の安定化を図れるようになります。また、燃油消費量が少なくなることによって、温室効果ガスの排出量の削減も期待されます。

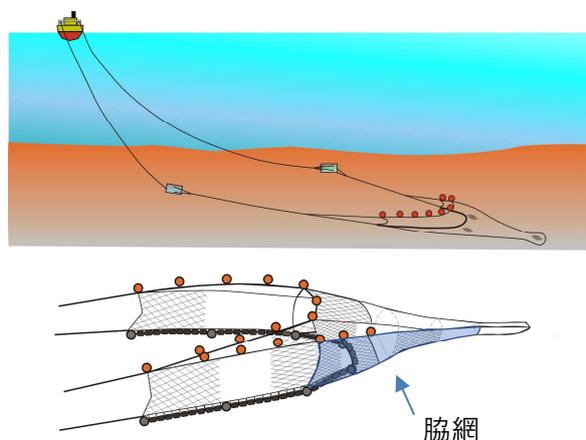


図1 底びき網の操業イメージと脇網

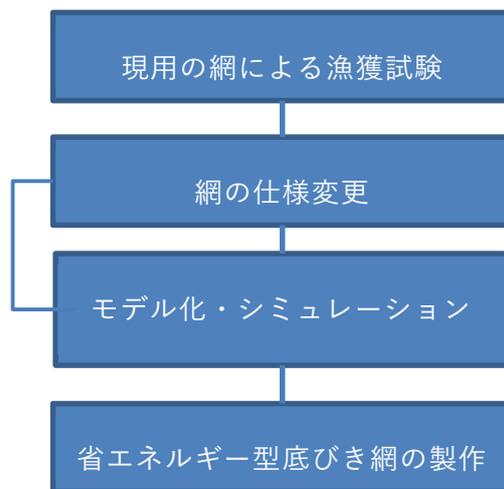


図2 省エネルギー型底びき網の開発フロー

(藤田 薫\*・山崎慎太郎) \*現開発調査センター

# アシストスーツを漁業の現場に

漁業生産工学グループ

## 研究の背景・目的

漁業現場では身体負担の大きい作業がまだ多く残されており、その改善が求められています。例えば生鮮かつおの陸揚げ作業では、狭い魚倉から人力で漁獲物を運び出す必要があります（図1）。近年、発達の著しいアシストスーツはこのような場面で役に立つと考えられます。本研究では、生鮮かつおの陸揚げ作業を屋内で再現し、アシストスーツによる身体負担軽減の効果について、実験的に検証しました。

## 研究成果

身体を支持する弾性体として繊維強化プラスチックの一種であるグラファイトFRPを採用したアシストスーツを試作しました。生鮮かつおの陸揚げ作業を模擬した動作において、アシストスーツ着用の有無によって腰まわりの筋肉の働きに違いが出るかどうかを筋電位計測により調べました（図2）。その結果、アシストスーツの利用によって腰まわりの筋肉の緊張度が最大で3割程度軽減されることがわかり、身体負担軽減への有効性が実証されました。

## 波及効果

水産工学部では漁業向けのアシストスーツの試作やその効果の検証、さらには普及啓発などの様々な取組を行ってきました。最近では、アシストスーツを業務に導入する漁業現場も徐々に増えてきています。引き続き、アシストスーツに対する正しい知識とともに普及啓発に努めて参ります。

（本研究の成果は日本水産工学会誌「水産工学」57(3)に掲載されました）



図1 生鮮かつお陸揚げ作業の例



図2 アシストスーツの効果を検証する実験

（高橋秀行，安田健二）

# 種苗生産にとって効率的な光環境を調べる

漁業生産工学グループ

## 研究の背景・目的

養殖や放流のために、仔魚<sup>※1</sup>や稚魚<sup>※2</sup>の種苗生産<sup>※3</sup>が行われていますが、一般に死亡率が高いことが問題となっています。自然環境では仔魚・稚魚は成長に伴って生息深度を変えています。深度に伴い光環境も変わるので、養殖場では天然と異なる光環境で飼育していることとなります。プランクトンを摂餌する仔魚にとって、養殖場の光環境では餌を見つけにくいのかもかもしれません。仔魚・稚魚にとって餌が見えやすい光環境を研究することにより、餌をよく食べ、成長や生残が改善されることが期待されます。そこで本研究では、海産魚の仔魚にとって見えやすい光（波長）を調べました。

※1 卵からふ化した直後のひれが未発達な状態、※2 仔魚の次の発達段階でひれの原型が出来たもの

※3 採卵から稚魚（種苗）まで人工的に管理育成し、大量に生産すること

## 研究成果

研究対象として、種苗生産が行われている底魚のクエ（岩場に生息）と、マコガレイ（砂泥域に生息）、および比較対象として浮魚のカタクチイワシを選びました。それぞれの魚の網膜に、さまざまな波長の光をあてて生理的な反応の変化を分析し、反応が高い光を調べました。その結果、相対的に反応が高い光の色の範囲は魚種間で多少の差はあるものの青～緑であり、その中でも最も反応が高く見えやすい光は3魚種とも緑であることがわかりました（図1）。

## 波及効果

飼育するときの照明に緑色のLEDを利用すれば、仔魚の生き残りや成長が改善され、効率的に安定した生産が可能になることが期待されます。また、電力消費量が少ないLEDを使用することで省エネにもつながり、生産の収益性向上も期待されます。

（本研究は開発事業連携強化プロジェクトおよび生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の一環として実施しました。）

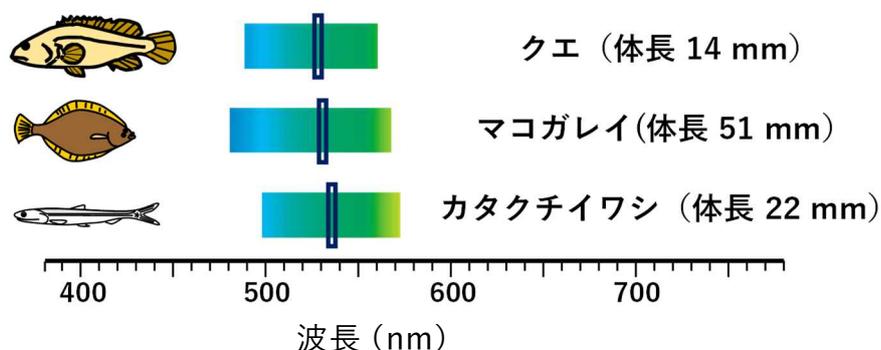


図1 クエ仔魚、マコガレイ稚魚、カタクチイワシ仔魚の見えやすい光。最も感度が高い範囲を四角で囲んだ。マコガレイは計測可能な最小のもの<sup>※4</sup>を用いた。

※4 マコガレイは眼球が小さいため、他の魚種よりサイズが大きい

(柴田玲奈)

# 水素燃料電池養殖作業船の研究開発

漁業生産工学グループ

## 研究の背景・目的

水素は利用時に CO<sub>2</sub> を排出しないエネルギーとして注目されています。本研究では養殖作業船を対象に、水素燃料電池を用いた漁船建造のための研究を行いました。水素燃料電池漁船の設計に必要な作業状況の調査や、主機出力データなどの収集を行い、既存船の能力を有した上で、水素燃料電池船の安全ガイドライン（国交省,2018）に沿った養殖作業船の設計が可能かどうかを検討することを目的としました。

## 研究成果

長崎県五島市の総トン数 19 トンのまぐろ養殖作業船を対象に、作業状況や主機出力の負荷変動（図 1）、燃料消費量データ（図 2）を収集し、養殖作業に必要な水素燃料電池出力や水素容量、モータ出力やリチウムイオンバッテリー容量を把握しました。また、水素燃料電池船の安全ガイドラインに沿って機器の一般配置や重量重心を検討し、水素燃料電池養殖作業船の基本設計が可能であることを確認しました（図 3、図 4）。

## 波及効果

水素燃料電池を用いた養殖作業船建造の第一歩となり、今後、さらなる詳細設計を検討することで実船建造が可能となります。また、本研究で用いた手法により、他の漁業種類の水素燃料電池漁船設計への応用を検討することができます。

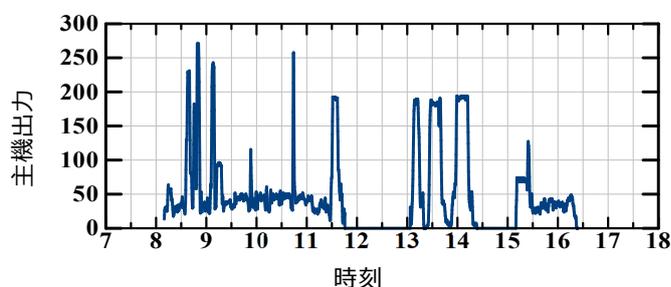


図 1 19 トン養殖作業船の 1 日あたりの主機出力負荷変動例

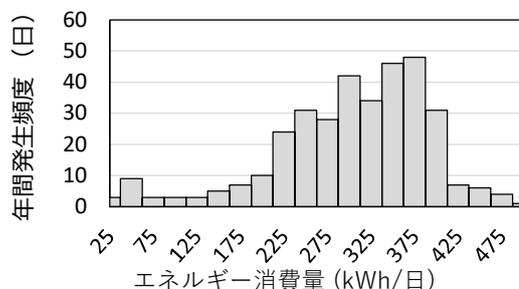


図 2 19 トン養殖作業船の 1 日あたりのエネルギー消費量

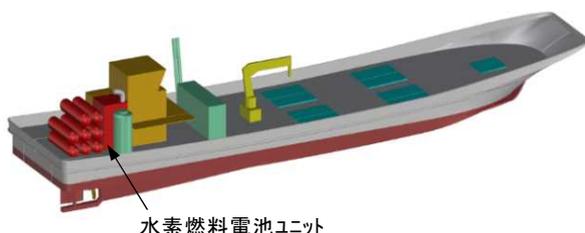


図 3 19 トン水素燃料電池養殖作業船の基本設計例

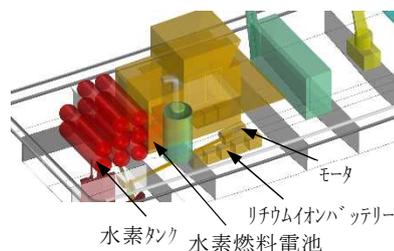


図 4 水素燃料電池ユニットの配置例

（三好潤、溝口弘泰、高橋竜三、高尾芳三、安田健二、高橋秀行、澤田浩一）

# 計量スキヤニングソナーを用いたサンマの調査

漁業生産工学グループ

## 研究の背景・目的

秋の味覚の代表格であるサンマは、歴史的な不漁により 2020 年の水揚量は最盛期の 1/10 となりました。近年のサンマ漁場は日本から離れている上に、大きなサンマ魚群が少なくなり、漁業者は厳しい状況に置かれています。そこで、サンマの現存量とともに漁場分布を広範囲に精度良く推定するため、探知範囲が広い漁業用全周スキヤニングソナーを較正し定量的な計測を行えるようにした計量スキヤニングソナー(以下、計量ソナー、図 1)を用いて、魚種判別やサンマの分布の推定を行うための技術開発を目的とする調査を実施しました。

## 研究成果

調査は 2020 年 9 月 26 日～10 月 13 日に、北海道大学附属練習船おしよろ丸を用いて行い、計量ソナーを用いて表層魚群の探査をすると共に、毎日 2 回の表層トロールを実施し魚種確認を行いました。トロールでは主にマイワシ、マサバ、サンマが採取され、それぞれ計量ソナーの反応(図 2)や、生息深度ならびに生息水温に違いが見られました。

## 波及効果

本手法をさらに発展させることで、調査船に限らず計量ソナーが搭載されている漁船を用いて、サンマやその他の浮魚類の、広域かつ連続的な分布量調査が可能となります。そのため、新たな漁場の発見や、サンマをはじめとする浮魚資源の持続的な利用管理の一助となることが期待できます。

(本研究は委託事業「令和 2 年度水産資源調査・評価推進委託事業」の一環として実施しました。)

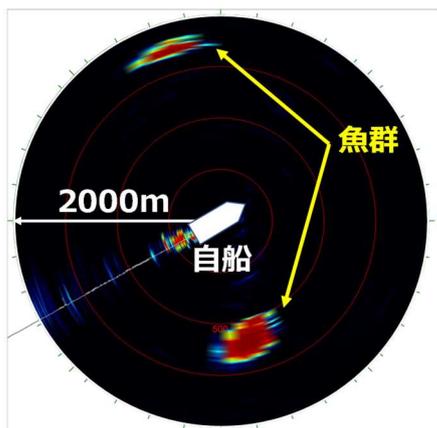


図 1 広範囲の魚群探知が可能な計量ソナー

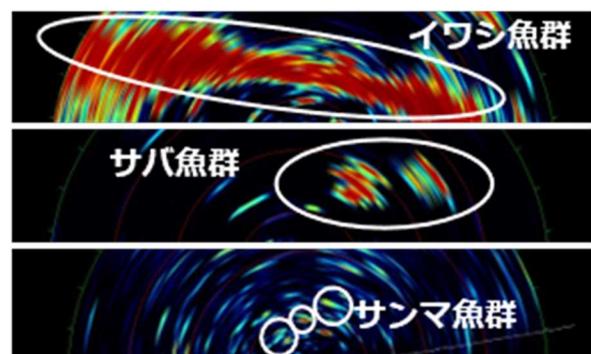


図 2 魚種による計量ソナーの反応の違い

(高橋竜三、澤田浩一、水産資源研究所外洋資源グループ：巢山 哲)

# 水素燃料電池漁船普及による地域振興効果

漁業生産工学グループ

## 研究の背景・目的

大気中のCO<sub>2</sub>を増加させないカーボンニュートラルの実現に向けて、再生可能エネルギー由来のエネルギーを利用する水素燃料電池漁船の開発を行っています。水素燃料電池漁船普及による地域振興効果を検討する取り組みの一つとして、水素燃料電池漁船導入が離島人口や漁業に与える影響を調べることを目的として、システム思考による分析を行いました。

## 研究成果

システム思考は、分析対象を一つのシステム構造と捉えてシステム全体の関係性を把握し、その振る舞いを分析する手法です。調査で得た情報にもとづいて作成した、ある離島の社会システム構造を図1に示します。線の太さはループ構造の強さを示しており、現状では人口減少によって「人口増減ループ」が減少する方向に支配的に働き、漁業経営体数の減少に繋がっていることがわかりました（図1左）。一方、水素燃料電池漁船普及後の社会システム（図1右）では、漁業操業時のCO<sub>2</sub>排出量が大幅に削減することが見込まれ、環境や漁業のイメージ向上により、人口減少のブレーキになるように「島のイメージループ」が働くことを示唆しています。

## 波及効果

本研究で作成したモデルによって、離島における水素燃料電池漁船の普及が人口減少に歯止めをかける可能性が示されました。このモデルを拡張・発展させ、地域特性に応じた水素燃料電池漁船の普及促進手法を明らかにしていくことが期待されます。

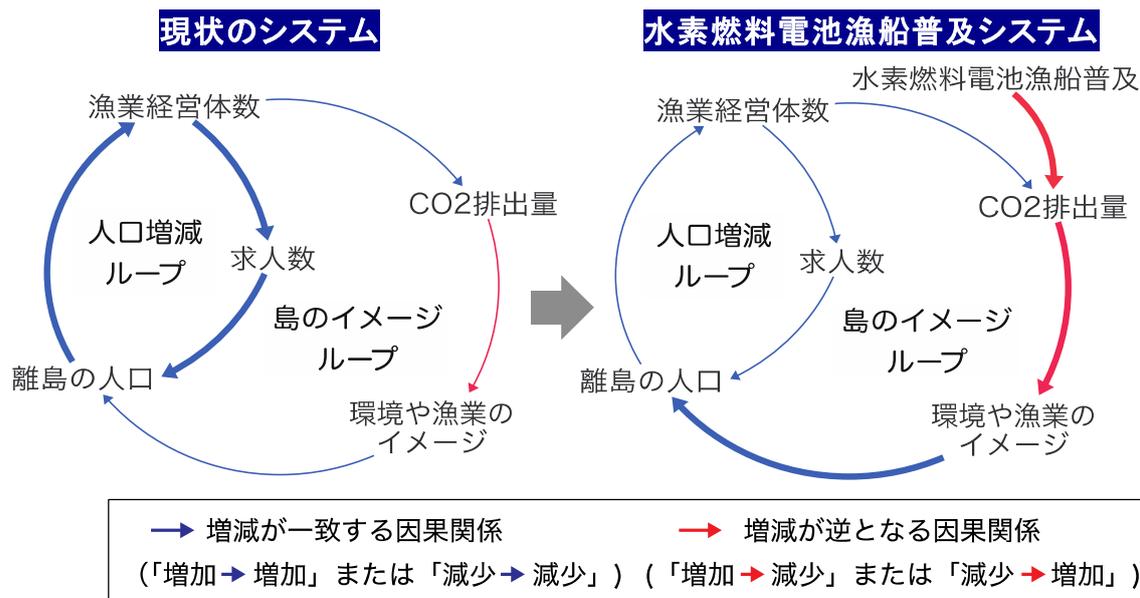


図1 離島人口と漁業の関係を表す社会システム構造の概略図

(安田健二、三好潤、高尾芳三、澤田浩一、高橋秀行、高橋竜三)

# 漁港・海岸における津波研究の 10 年

水産基盤グループ

## 研究の背景・目的

東日本大震災が発災してから 10 年が経ちました。本震災では巨大地震とそれに伴う巨大津波により、東北地方を中心に 319 漁港が被災を受けました。水産技術研究所（旧：水産工学研究所）では発災後、漁港施設・海岸保全施設の被災調査に参画し、被災実態を把握・分析しました。また、巨大津波に起因する漁業地域の災害を踏まえて、当組織の中長期計画課題に津波研究を位置付けることで、津波に対する漁港施設・海岸保全施設の安定性確保に関する研究開発に取り組んできました。

## 研究成果

①津波による防波堤の被災形態として、津波の波力による堤体の移動や転倒事例が多数確認されました。津波に対する防波堤の安定性確保のためには、堤体に作用する津波波力を正確に求めることが必要です。このため、津波作用時の防波堤の波力特性を解明するための水理模型実験を行い（図 1 左側）、津波波力算定法を作成しました。

②漁港の背後集落を守るために陸域に造られた防潮堤が津波によって多数被災しました。そこで、津波が防潮堤を乗り越えない場合の非越流時、および及び堤体を乗り越える場合の越流時のそれぞれに対する防潮堤の津波波力算定法を、水理模型実験等（図 1 右側）により検討し作成しました。

③上記の他、「津波が防波堤を越流する場合の港内側の被覆ブロック等の安定質量」、「直杭式横棧橋に作用する津波波力」等の算定手法について作成しました。また、設計津波を超える津波が来襲した場合でも、壊れにくい粘り強さを発揮する防波堤・防潮堤の構造検討を実施しました。現在、「強い津波流れに対する被覆ブロック等の安定質量」について、合理的な算定手法の作成に向けて研究開発を進めています。

## 波及効果

津波研究の成果は、水産庁所管の漁港の標準設計法に当たる「漁港・漁場の施設の設計参考図書（2015 年版）」、農林水産省・国土交通省所管の海岸保全施設の標準設計法である「海岸保全施設の技術上の基準・同解説（平成 30 年版）」に反映されています。将来、南海トラフ巨大地震津波等の発生が懸念される中、津波研究の成果が漁港・漁村・海岸における防災・減災、国土強靱化に貢献することを期待しています。

（本研究は水産基盤整備調査委託事業、海岸保全施設設計等技術検討調査委託事業等と併せて実施しました。）



図 1 構造物に作用する津波波力を把握するための水理模型実験（左側：防波堤、右側：防潮堤）  
（大村智宏・古市尚基・大井邦昭）

# 有機物で海底の生物環境を評価する

水産基盤グループ

## 研究の背景・目的

鹿島灘～九十九里はヒラメ・カレイ類・エビ類・カニ類などの底生魚介類の好漁場です。これら底生魚介類の餌となる小型甲殻類・多毛類や、チョウセンハマグリ・ウバガイなどの二枚貝類は、海底の有機物を食べています。海域の代表的な有機物の生産者は微細藻類なので、微細藻類量は海域の基礎生産および餌料環境の指標とされることがあります。しかし、餌料価値のある有機物は微細藻類だけではありません。一方、有機物には、生物の「栄養になる」易分解性と「栄養にならない」難分解性とがあり、堆積物では難分解性が半分以上を占めることもあります。「栄養になる」易分解性の有機物を、難分解性と区別して測定できれば、微細藻類の生産した有機物も含めて、餌料価値のある有機物を一括した漁場の餌料環境指標となるはずですが、本研究では、窒素源として重要な栄養成分であるタンパク質に着目し、微細藻類量と合わせて測定しました。

## 研究成果

鹿島灘～九十九里海域の水深 10 m と水深 30 m とで堆積物を採取し、易分解性有機物量として易分解性タンパク質量を（図 1）、微細藻類量としてクロロフィル a 量を（図 2）測定しました。易分解性タンパク質は九十九里の水深 10 m で特に多く、この海域の水深 30 m の約 2 倍、鹿島灘の水深 10 m の 3 倍以上であり、鹿島灘では水深 30 m の方が、九十九里では水深 10 m の方が多いことがわかりました（図 1）。微細藻類量は両海域ともに水深 30 m の方が多く、易分解性タンパク質とは挙動が異なりました（図 1、図 2）。易分解性有機物量は新たな餌料環境指標として使えるかもしれません。今後はさらに、生物の炭素源となる炭水化物などの他の有機物も調べる必要があります。

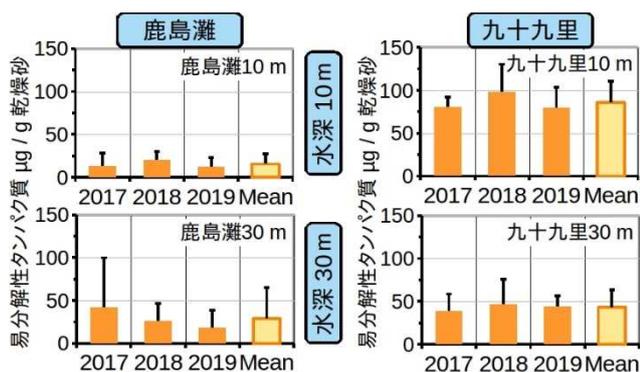


図 1 易分解性タンパク質量

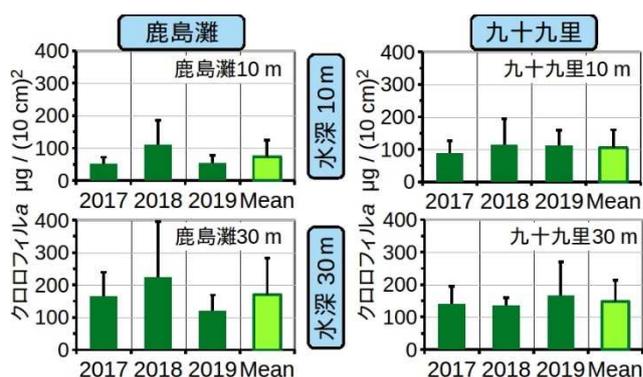


図 2 微細藻類量（クロロフィル a 量）

## 波及効果

微細藻類量に加え、易分解性有機物を難分解性有機物と区分して測定することにより、海底の生物環境をより詳細に検討できます。マウンド礁や浅海域沈設漁場などの造成漁場や漁港内水域において、底質環境や餌料環境の評価への適用が期待できます。

（本研究は科研費課題「気候変動による沿岸細粒土砂動態の温暖化レジームシフト予測と検出手法開発」(2017年～2019年、研究代表者：防衛大学校 八木 宏 教授)の一環として実施しました。）

(宇田川 徹)

# 砕石を利用したアサリ漁場造成の手引き

水産基盤グループ

## 研究の背景・目的

わが国のアサリの総漁獲量は、1983年の17万トンにピークに継続的に減少し、2016年には1万トンを下回ったことから、アサリ漁獲量の回復が求められています。各海域のアサリ死亡要因は様々ですが、多くの海域に共通する要因は波・流れによって稚貝が流失して死亡してしまうことです。このような海域の漁場に、波・流れで攪拌されにくい砕石を敷設して底質を安定させることで、稚貝を保護して死亡を減少させる効果が認められました。そこで、本技術の普及を目的に「砕石を利用したアサリ漁場造成の手引き\*」（以下、手引き）を作成し、砕石を用いたアサリ漁場整備に関する効果検証、敷設場所の適地選定方法、施工方法に関わる既存技術の整理、及び整備後の維持管理手法等について取り纏めました。

## 研究成果

手引きでは、主要産地ごとのアサリ資源動向を記述し、これまでに行われてきたアサリ漁場の環境改善手法について取り纏めたうえで、砕石効果の適用範囲を示しました。また、砕石効果として三河湾、伊勢湾及び東京湾での事例を示し（図1、2）、実際に砕石敷設を行う際の適地選定の手順、各種の施工方法の特徴や施工コストを示すとともに、施工後の維持管理手法についても記述しています。

## 波及効果

持続的なアサリ漁業活動を支えるためには数千トン規模の生産が必要とされており、このためにはアサリの生残・成長を高めるための漁場整備とその効果を維持管理することにより、アサリの生息適地を大規模に拡大することが必要です。それを可能とする技術として砕石敷設は大きな可能性があり、本手引きによる全国への普及が期待できます。



図1 三河湾衣崎地区に敷設された砕石（粒径2.5~5mm程度）

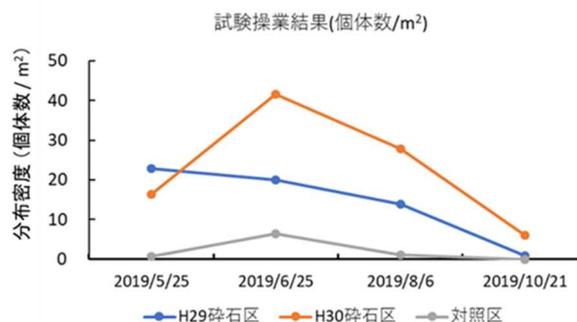


図2 東京湾 船橋地区の試験操業結果（H29とH30では砕石敷設場所が異なる）

(\*本手引きは水産基盤整備調査委託事業「アサリ漁業復活のための大規模整備技術・維持管理手法の開発」の一環として水技研と千葉県、愛知県、三重県、(株)東京久栄および(株)海洋エンジニアリングと共同で作成したもので、水産庁HPより公開されています：[https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko\\_gyozyo/g\\_gideline/index.html](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_gideline/index.html))

(井上誠章、佐藤允昭、多賀悠子)

# AI を活用した漁港施設の老朽化診断

水産基盤グループ

## 研究の背景・目的

漁港施設の老朽化の程度を把握する機能診断においては、調査員の目視調査による点検と、点検結果に基づく評価者の主観的な判断が基本となっています。しかし、これらの取組みは多くの時間と労力が必要なうえ、評価者によって結果のばらつきが生じます。このため、点検・診断の効率化・高度化を図ることが施設の維持管理を行う上での課題となっています。そこで、本研究では漁港管理者の負担が大きいとされる「コンクリート構造物のひび割れの評価」の効率化・高度化を目的とし、人工知能（AI）を用いて撮影画像から自動的にひび割れを判別するシステムを構築しました。

## 研究成果

構築したシステムは、「ひび割れ有無の判別」「ひび割れ幅の特定」「老朽化度の判定」「変状図の作成」などの機能を有しています。ひび割れ判別には深層学習というコンピューターによる多層階層の機械学習手法を用い、最小で 3mm 幅までのひび割れに対して 98.7%の確率でひび割れの有無を検出できました（図1）。その後、検出したひび割れの幅や密度を画像処理によって数値化し、施設の老朽化度を判断する指標に則った客観的な評価を行います。また、点検・診断結果の整理に必要なひび割れの分布図（変状図）も自動的に作成することができます。

## 波及効果

本研究で開発したシステムは、漁具の映り込みなどの漁港特有の環境でも適用できます。また、深層学習に用いる教師画像を追加・再区分することでさらなる汎用化・高精度化を図ることができ、全国の漁港の様々な環境に適用することも可能です。AIによる画像認識技術は魚礁の蝸集調査や養殖分野などでも活用が始まっていることから、今後さらに技術の発展や適用範囲の拡充が期待されます。

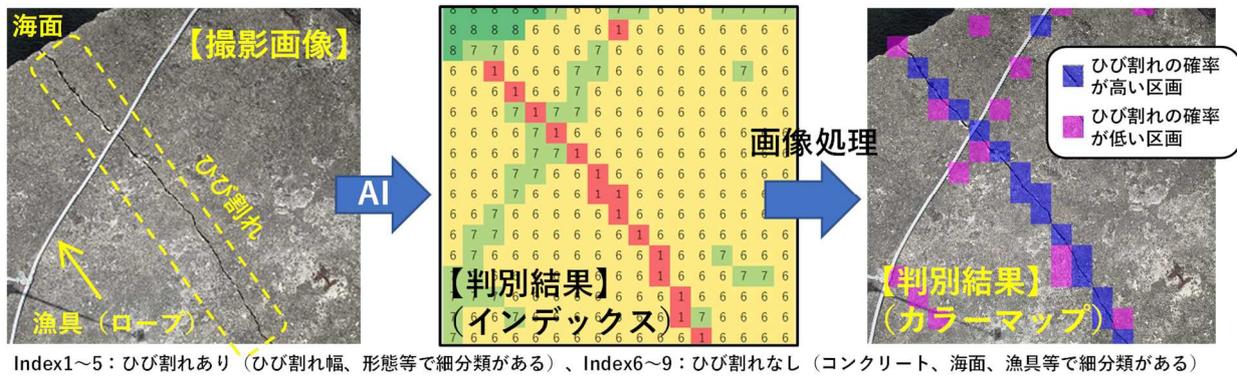


図1. ひび割れ検出の例

(本研究は水産基盤整備調査委託事業「漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」の一環として(一社)水産土木建設技術センターと共同で実施しました)

(大井邦昭、水産工学部：三上信雄)

# 広域藻場モニタリングの手引き

水産基盤グループ

## 研究の背景・目的

近年、磯焼けは全国的に進行し、急激に藻場の衰退や消失が起こっています。気候変動やそれに伴う植食動物の摂餌の活発化による藻場の分布の変化は広範囲に及ぶため、市町村、都道府県単位で確認が必要です。昨今、人工衛星、航空機、無人航空機（ドローン等）による空中写真から広域の海洋環境を把握する技術が飛躍的に発展し、広域的に藻場の分布や広がり把握することが可能となってきました。漁業者・漁協や市町村・都道府県の水産職員等の関係者が効率的に藻場を把握できるように、水産工学部では上記の技術を活用した「広域藻場モニタリングの手引き」を作成しました。（2021年3月に水産庁から公表、[https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko\\_gyozyo/g\\_guideline/](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_guideline/)）

## 研究成果

本手引きでは、藻場の広域調査の方法を対象海域の広さによって2段階に分けて整理しました。初めに地先の比較的狭い範囲を調べる手法としてドローン空撮・音響測量による調査を取り上げ、次に市町村・都道府県単位といったより広い範囲で効果的な手法として衛星画像・航空写真による調査を紹介しています（図）。また、これらの広域調査の方法で藻場を把握する際に必要となる現地データを潜水観察・船上観察で取得する方法についても説明しています。そして、各手法について取得情報や適用範囲、水深、コストや民間委託の概算を整理しています。

## 波及効果

「広域藻場モニタリングの手引き」を活用して、効率的に地先や市町村、都道府県の藻場のモニタリング・管理を行うことが可能になると期待されます。

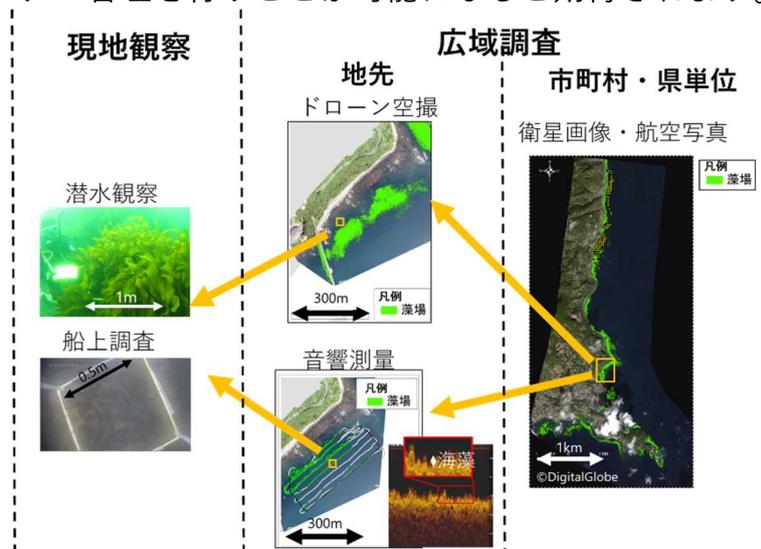


図.本手引きで紹介する各調査手法が対応する藻場情報と調査範囲のイメージ。

（本手引きは水産基盤整備調査委託事業「藻場回復・保全技術の高度化検討調査」の一環として神奈川県と水産土木建設技術センターと共同で作成したものです。）

（佐藤允昭）

# 塩分変化がヤマトシジミの潜砂行動に与える影響

水産基盤グループ

## 研究の背景・目的

ヤマトシジミは河口域等に生息する汽水性二枚貝です。漁獲量の減少した生息場所では、他産地の種苗を用いた放流が試されていますが、漁獲に結びつかない場合も多く、放流手法の検討が必要です。ヤマトシジミは砂に潜ること（潜砂）によって魚類から食害を受けにくくなるため、放流直後に速やかに潜砂することが生残率向上に貢献すると考えられます。一方、河口域は塩分の時間変化が激しく、種苗は放流前後に大きな塩分変化を経験する可能性があり、このストレスが潜砂に悪影響を及ぼす可能性が指摘されています。そこで、効率的な放流手法を検討するため、塩分変化が本種の潜砂行動に与える影響を室内実験で調べました。

## 研究成果

塩分 0、12.5、25 で馴致した成貝を、それぞれ塩分 0、6.25、12.5、18.5、25 の飼育水に曝露した際の潜砂行動を 24 時間観察しました（図 1）。その結果、塩分変化は潜砂行動を妨げる要因となり、塩分変化が小さい（塩分変化量: 0）と約 30 分で速やかに潜砂するのに対し、塩分変化が大きい（±25）と 24 時間も潜砂しないことが分かりました。潜砂行動を妨げない塩分変化量の範囲は -5~+10 と予測され、塩分が濃くなる変化のほうが、若干ではあるものの潜砂に影響を与えにくいことが分かりました（図 2）。

## 波及効果

ヤマトシジミの放流においては、①塩分環境が放流予定地と近い産地の種苗を用意する、②塩分環境が種苗産地と近い放流先や放流時刻を選定する、③放流前に放流先の塩分環境に馴致飼育する等、種苗が放流前後に経験する環境塩分の差を小さくする配慮が、放流直後の速やかな潜砂を促すためには有効であると言えます。ただし、放流前後の塩分変化が小さい場合には、ごく短時間に潜砂が起こるので、塩分の時間変化の激しい放流予定地では、放流時に塩分を観測し判断することが重要です。



図 1 潜砂するヤマトシジミ

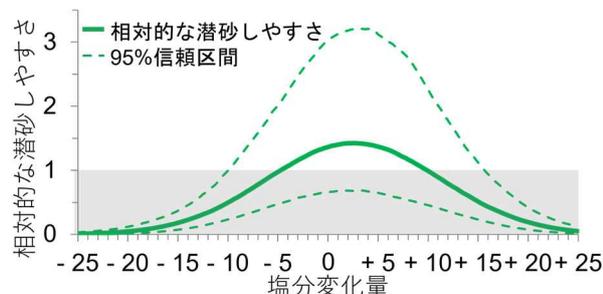


図 2 塩分変化量と潜砂しやすさの関係。潜砂しやすさが 1 より大きい時、潜砂行動が起こりやすい（多賀 悠子、企画調整部門；桑原 久実）

# イセエビは植食魚の捕食者になり得るか

水産基盤グループ

## 研究の背景・目的

ウニなどの植食動物の過剰な摂食により藻場が全国的に減少している中で、最近、ウニの密度がイセエビの捕食により減少し、藻場が維持されている例を高知県のイセエビ保護区で発見しました。西日本では、ウニのほかにブダイ、アイゴなどの植食魚による大型海藻の食害も問題になっていますが、イセエビのように定着性のある保護しやすい捕食者は知られていません。そのような中で、ブダイ、アイゴは夜間岩陰に隠れて眠るため、夜行性のイセエビはその捕食者になり得るといふ仮説の検証に取り組んでいます。

## 研究成果

高知県のイセエビ保護区とその周辺域で、絶滅して久しい大型海藻のカジメをタイムラプス撮影装置とともに設置して、食害状況を観察しました。カジメはいずれも1ないし2尾のブダイに食べられて消失しましたが、保護区外では食害が3、4日目に始まったのに対して保護区内では比較的長い期間（最長14日間）、植食魚が全く観察されない状態が続きました。しかもカジメを食べたブダイは全長46cmの大型個体1尾（図1）で、小型のブダイやアイゴは全く観察されませんでした。この結果は、当初の予想「保護区内では、大型のイセエビの捕食により植食魚は稚魚や幼魚の段階では生き残れず、生息しても、大型イセエビの捕食を免れることができる、他所から移動してきた大型個体に限られる」に合致するものとなりました。

## 波及効果

植食魚は、ウニと異なり、移動性が高いため、食害防止対策が難しい植食動物です。植食魚が夜間、物陰で眠るという点に着目し、イセエビがその捕食者になり得ることが明らかになれば、捕食者による植食動物の制御を通じての藻場保全という、将来目指すべき資源や漁場の管理方法として役立つものと期待されます。

（本研究はJSPS科研費JP20K06196の助成を受けたものです。）



図1 保護区内に設置したカジメの摂食に現れた超大型ブダイ（全長46cm）。カジメ周辺の枠やネットは、植食魚のサイズ測定用に開発した装置の一部。

（川俣 茂）

しおり  
研究の葉 2021

発行 令和3年10月

国立研究開発法人水産研究・教育機構

水産技術研究所 環境・応用部門

水産工学部 高尾 芳三

〒314-0408 茨城県神栖市波崎 7620-7

TEL. 0479-44-5929 FAX. 0479-44-1875

本誌の文章・画像の無断転載を禁じます。

