

気候変動がもたらす 水産業の**変化**

国立研究開発法人 水産研究・教育機構

第 21 回成果発表会

2024年11月29日（金）

13：00～17：00

東京証券会館ホール

（東京都中央区日本橋茅場町 1-5-8）



主催：国立研究開発法人水産研究・教育機構

後援：水産庁、（一社）大日本水産会、全国漁業協同組合連合会、（一社）マリノフォーラム 21、
（公社）全国豊かな海づくり推進協会、（一社）海洋水産システム協会

ごあいさつ



日頃より当機構の活動にご協力いただき、誠にありがとうございます。本日は国立研究開発法人水産研究・教育機構の成果発表会にお越しいただき、厚く御礼申し上げます。

私たち水産研究・教育機構は、「水産物の安定供給の確保」と「水産業の健全な発展」に貢献するため、調査研究、技術開発、人材育成に全力で取り組んでおります。私たちが取り組んでいる業務の成果発信も機構の重要な使命の一つです。このため、毎年水産関係者をはじめ、一般の皆様に向けた成果発表会を開催しております。

今回は「気候変動がもたらす水産業の変化」と題し、関連する話題を取り上げます。

気候変動に伴う地球規模での海洋環境の変化は、サンマやスルメイカ、サケ等でみられる極端な不漁や漁場の変化の形でわが国水産業に影響を及ぼし、その結果、水産業を取り巻く人々の活動は大きく翻弄されています。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) によると「人間活動が主に温室効果ガスの排出を通して地球温暖化を引き起こしてきたことには疑う余地がなく、大気、海洋、雪氷圏、及び生物圏に広範かつ急速な変化が起こっている。」とされ、いまや気候危機とも称される状況です。

このような中でも、水産業は水産資源を持続的に利用し、国民に水産物を安定的に供給していく使命があります。そのため当機構では、調査研究等を通じて、国の「水産基本計画」に基づき、地球温暖化等を要因とした海洋環境の変化が水産業へ及ぼす影響や原因を把握するとともに、変化に応じた具体的な取り組みの社会実装を進めております。

本日は、地球規模での海洋環境の変動というスケールの大きな事象、漁獲対象の分布域や産卵場所の変化、漁場や水揚げの歴史的経過、さらには冷水性のサケ科魚類の資源への影響、環境変動に対応する漁業を取り巻く課題について紹介いたします。

水産業が対応しなければいけない問題は山積みです。しかし、これらの問題に屈することなく、成長産業へと変貌を遂げるための研究や技術開発に積極的に取り組んでいく所存です。私たちの取り組みや本日の報告が、少しでも皆様のお役に立つことができれば幸いです。今後とも皆様のご理解と一層のご支援を賜りますようお願い申し上げます。

国立研究開発法人 水産研究・教育機構
理事長 中山 一郎

講演プログラム

13:00 ~	開会		
	理事長挨拶	.....	1
	基調講演		
13:10 ~	海洋の変動がもたらす漁業資源の変化	.....	3
	西田 宏 (水産資源研究所)		
13:35 ~	いま海洋で起こっていること	.....	5
	黒田 寛 (水産資源研究所)		
14:00 ~	サケ資源の現状と資源回復に向けた取り組み	.....	7
	佐藤俊平 (水産資源研究所)		
	(14:25~ 10分休憩)		
14:35 ~	海水魚の分布域変化と自然雑種の増加	.....	9
	高橋 洋 (水産大学校)		
15:00 ~	明治から令和まで、魚はどこで獲れていた?	.....	11
	亘 真吾 (水産資源研究所)		
15:25 ~	海洋環境変化に漁業はどのように適応したらよいのか?	.....	13
	中神正康 (開発調査センター)		
	(15:50~ 10分休憩)		
16:00 ~	総合討論		

海洋の変動がもたらす漁業資源の変化

水産資源研究所 所長 **にしだ ひろし**
西田 宏



1. 背景と目的

海洋環境の変化には、海水温の長期的な上昇傾向のほかにも、海流と水塊構造の変化、魚などの餌になるプランクトンの種類や量における変化などさまざまな要素が含まれます。漁業資源を対象とした研究においては、その加入（生き残り）や分布に見られる変動とそれを支える海洋環境との関係について、漁業資源それぞれの生活史や時空間分布に対応した切り口から解析を進めることが多いです。

本講演では、機構の資源・海洋研究分野における近年の研究課題の中から、①海水温上昇に関する将来シナリオのもとで予測される東北地方太平洋沖における主要底魚類の分布や藻場の変化、②日本海西部におけるズワイガニの産卵場から加入に至る過程における海流の影響、③北太平洋における小型浮魚類の資源変動を支える餌生物（動物プランクトン）に見られる変化、についての研究成果をピックアップして紹介いたします。

2. 研究の成果

①海水温上昇に関する将来シナリオのもとで予測される東北地方太平洋沖における主要底魚類の分布や藻場の変化

東北地方太平洋沖における主要底魚資源の分布が将来的（100年後まで）にどのように変化するかを予測しました。例として深海性のキチジでは、RCP2.6（21世紀末（2081～2100年）の世界の平均気温が、工業化以前と比べて0.9～2.3℃上昇する「2℃上昇シナリオ」。パリ協定の2℃目標が達成された状態に相当）のもとでも、分布域が現在より深い海域に移動し、RCP8.5（21世紀末の世界の平均気温が、工業化以前と比べて3.2～5.4℃上昇する「4℃上昇シナリオ」。）では浅海側の分布密度がさらに低下しました。ヒラメでは分布重心の緯度が北上しつつ、漁獲効率が現在より向上する海域の拡大が予測され、マダラでは緯度が北上し、漁場の縮小が予測されました。沿岸の資源では、エゾアワビの

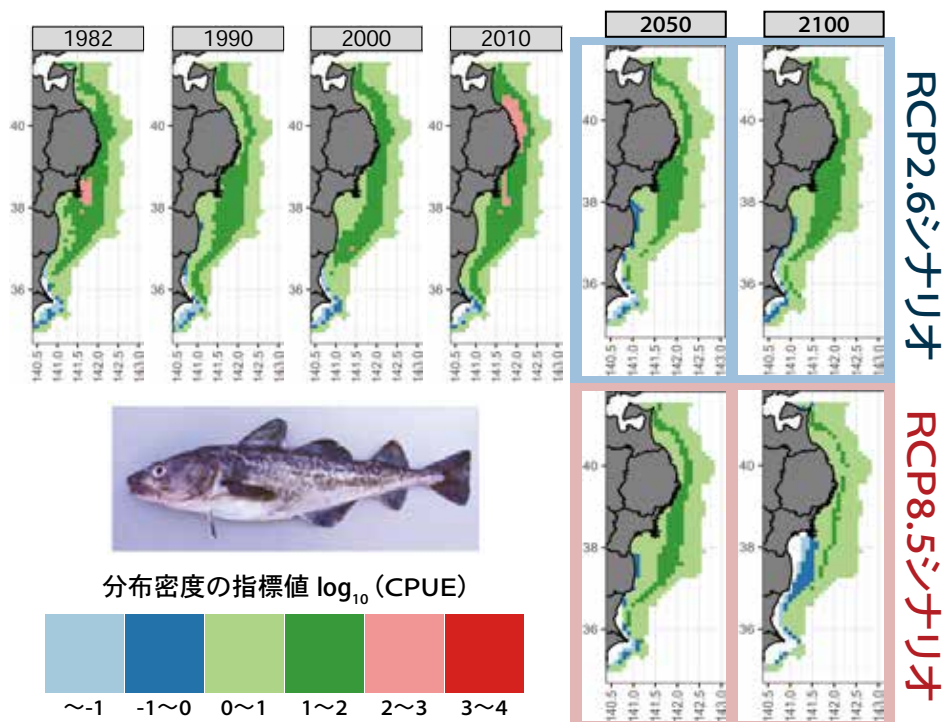


図. 東北地方太平洋沖におけるマダラの分布密度の変化予測結果¹⁾
(内容を一部省略。資料担当者：鈴木勇人、矢野寿和、川内陽平、八木佑太、瀬藤聡、木所英昭)

適水温域が三陸沿岸から北海道南部に北上し、その後北海道東部に移動しました。三陸沿岸ではコンブ場がアラメ場になり、その後アイゴ等植食魚の進出による磯焼け化が進む可能性も示されました。

②日本海西部におけるズワイガニの産卵場から加入に至る過程における海流の影響

ズワイガニ幼生を用いた遊泳実験から、浮遊する幼生が能動的に選択する最適水温が解明され、水温の鉛直プロファイルに対応する幼生の最適分布水深を考慮した粒子追跡実験（海中での移動を推測する実験）が可能になりました。年ごとの海中での流れのもとで、この実験から推定された、ズワイガニが最終的に着底する個体数の割合と、資源調査に基づく7年後（9齢時）の現存尾数を比較した結果、その変動は整合的（言い換えれば「7年後の予測が可能」）でした。また、隠岐東方域の暖水渦/冷水渦が、ズワイガニの加入の成否に影響することもわかってきました。

③北太平洋における小型浮魚類の資源変動を支える餌生物（動物プランクトン）の変化

北太平洋は、マイワシやマサバなどの小型浮魚類が加入時期（0歳魚、稚魚、幼魚の時期）に広く分布し、当該海域での餌（動物プランクトン）の環境はこれらの魚種の加入（生き残り）に大きく影響します。黒潮親潮移行域における動物プランクトン群集は、2010年以降に南からの暖水が強化された結果、相対的に冷水性の動物プランクトンで構成される亜寒帯群集の分布が北偏する等により大きく変化しました。餌の種類や分布が大きく変化し、さらに、加入時期における食性が良く似ているマイワシとマサバの間で餌をめぐる競争が生じることにより、これらの魚種での成長の遅れや肥満度の低下が起きていると推察されました。

3. 今後の展望

海水温は、年による変動はあるものの長期的に上昇傾向が続いており、その上昇の程度を正確に予測することは難しいものの、それに伴う漁業資源の分布の北偏や、これまでより深い海域への移動が予測されるため、それに応じた操業や資源利用における対策を進める必要があります。一方、海流や水塊構造も変化し、浮魚類はもとより、初期生活史において浮遊生活を送る漁業資源の年々の加入（生残）に大きな影響を及ぼしますので、長期的に海水温が上昇している状態をベースとしつつ、年ごとの変化や特徴を速やかに把握し、その影響を分析していく必要があります。当機構では海洋観測と漁業資源調査を継続し、学術的な貢献とともに、資源評価や漁海況情報等の形での速やかな情報発信に努めていきます。

4. 謝辞

今回ご紹介した内容は主に環境省「気候変動影響予測・適応評価の総合的研究¹⁾」と水産庁「資源量推定等高精度化推進事業²⁾」のもとで実施された研究の成果です。これらの研究実施に携わった全ての関係者に感謝申し上げます。

5. 参考資料

- 1)環境省「気候変動影響予測・適応評価の総合的研究」【2023年度】テーマ2 研究成果報告書
<https://s-18ccap.jp/>
- 2)水産庁「資源量推定等高精度化推進事業」
<https://abchan.fra.go.jp/kouseidoka/>

講演者プロフィール

日本海区水産研究所（新潟）、中央水産研究所（横浜）、水産庁漁場資源課、国際水産資源研究所（静岡）、再び中央水産研究所と異動し、日本周辺・国際を問わず漁業資源の調査や評価、漁況予測等に関する業務に携わってきました。令和3年から水産資源研究センター長、今年4月から水産資源研究所長を務めています。

いま海洋で起こっていること

水産資源研究所 水産資源研究センター
海洋環境部 寒流第1グループ長

くろだ ひろし
黒田 寛



1. 背景と目的

21世紀最初の10年はDecade of climate extremesと呼ばれ、極めてまれに起こる様々な現象（以下、極端現象）が世界中で観測されました。また、2000～2010年代前半には、全地球平均表面気温の上昇が緩やかになる状態が継続していましたが、2010年代中盤以降には地球温暖化が再び加速に転じており、過去には想定されなかった気候、海洋、水産資源の変動が日本周辺海域でも多発しています。さらに、2023年4月～2024年6月の間、日別の全地球平均海面水温は観測史上最高値を記録し続け、2023年夏には国連事務総長が「地球沸騰化」という言葉を使い世界中に警鐘を促しました。このように全地球規模で目まぐるしく変化する気候の中で、日本周辺の海では何が生じているのか？ 海洋変動の時間スケール別に事例を紹介しながら現況を説明します。

2. 研究の成果

100年規模ならびに数十年規模の長期変動の観点から、2000年以降の海面水温の状態を俯瞰するために、全球海面水温資料 (Kobe SST2) を用いて、1900年以降における黒潮親潮混合域の年平均海面水温の特徴を記述します。黒潮親潮混合域では100年間で約0.9℃の上昇トレンドがあり、これが地球温暖化による海面水

温の上昇と考えられます。また、北太平洋海域において同じレジームと判断される数十年の期間別に年平均海面水温を平均すると、黒潮親潮混合域では明瞭な寒冷と温暖レジームが繰り返されています。ちなみに、1998 / 1999年が直近で最後に明確なレジーム・シフトが検出された年であり、その後は温暖レジームが継続しており、少しの水温上昇を伴う短期変動であっても高水温化しやすい状況にあります。

次に、数十年規模よりも短い時間規模の変動のうち、特に、2000年以降、全球で頻発している極端現象に焦点を当て、稀な高水温が発生する「海洋熱波」と稀な低水温が発生する「海洋寒波」に注目します。

全球海面水温資料 (JMA MGDSST) に基づくと、日本周辺における海洋熱波は夏季に発生しやすく、長期的に増加傾向にあります (図1)。また、特に、2020年代以降、発生頻度は高いレベルで推移しています。ただし、海洋熱波の発生要因は一つではなく、大気や海洋に由来する複数の要因に起因しています。例えば、2021年7月中旬から8月初旬に北西太平洋で発生した観測史上最大かつ最強レベルの海洋熱波は、偏西風の極端な北上により太平洋高気圧が北日本周辺に大きく張り出し、晴天で海上風の弱い状態が継続したことで海面付近が強く成層化し、強い日射や高い気温の影響により加速度的に海面水温を上昇させました (図2)¹⁾。

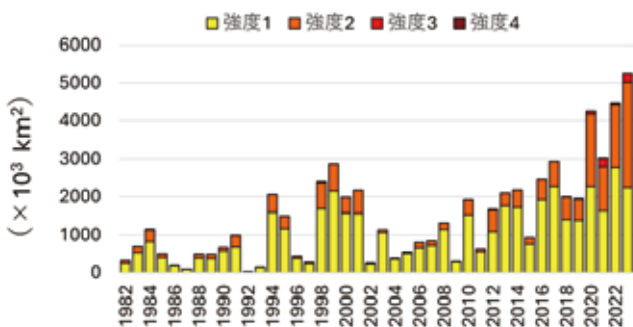


図1. 1982～2023年夏季の日本周辺海域（北緯20～50°，東経120～160°）における海洋熱波の面積（各年7～9月で日平均した面積を海洋熱波の強度別に表示）

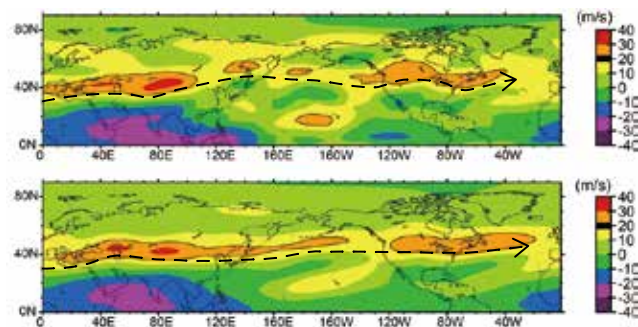


図2. 200hPa（約12km上空）における7月10～20日平均した西風の風速（上図は2021年、下図は1990～2019年の平年値）（黒点線は偏西風のおおよその位置）

加えて、この海洋熱波の終息した約1か月後、北海道東部太平洋海域で前例のない大規模赤潮が発生し、海洋熱波がその引き金となった可能性が指摘されています²⁾。さらに、2023年の夏以降、後述する親潮の弱化と黒潮続流の超極端な北上により、前代未聞の海洋熱波が北日本太平洋海域で発生・継続しています。

その一方で、2000～2014 / 15年において、黒潮を含む亜熱帯循環域や亜寒帯前線周辺海域では、季節平均した海面水温が十年規模で徐々に低下する寒冷化が報告されています³⁾。この寒冷化は特に冬春季を中心に生じていたことから、冬春季に卓越する十年規模の海洋寒波として解釈されます。加えて、この地域的・季節的な寒冷化により、日本周辺の主要な水産資源が同期的に増減した可能性も指摘されています。ちなみに、この十年規模の寒冷化は、前述した温暖・寒冷レジームの概念では説明できません。

さて、近年、極端現象が生じているのは海水温だけではなく、日本周辺の主要な海流系「黒潮」と「親潮」にも生じています(図3)。親潮は2010年代前後から夏季を中心に弱化的兆候が検出され始め^{4),5)}、2010年代中頃以降は季節を問わず弱い状態が継続しています。また、黒潮は2017年8月に大蛇行流路に遷移し、その後7年以上、大蛇行が継続しており、1960年代以降では最も長期の大蛇行です。ただし、その流路は非常に不安定であり、また、房総半島から離岸した後の黒潮続流

は、北緯37°を越えて極端に北上し、一時的に北緯40°を越えたこともあります。いずれにしても、現在のような親潮弱化和黒潮続流の極端な北上が同時に観測されるのは、海洋観測資料が充実した1960年代以降、初めてです。

3. 参考資料

1) Kuroda, H. and T. Setou (2021): Extensive marine heatwaves at the sea surface in the northwestern Pacific Ocean in summer 2021. *Remote Sensing*, 13, 3989.

2) Kuroda, H., T. Azumaya, T. Setou and N. Hasegawa (2021): Unprecedented outbreak of harmful algae in Pacific coastal waters off southeast Hokkaido, Japan, during late summer 2021 after record-breaking marine heatwaves. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9, 1335.

3) Kuroda, H., T. Saito, T. Kaga, A. Takasuka, Y. Kamimura, S. Furuichi and T. Nakanowatari (2020): Unconventional sea surface temperature regime around Japan in the 2000s-2010s: Potential influences on major fisheries resources. *Frontiers in Marine Science*, 7, 574904.

4) Kuroda, H., T. Wagawa, Y. Shimizu, S. Ito, S. Kakehi, T. Okunishi, S. Ohno and A. Kusaka (2015): Interdecadal decrease of the Oyashio transport on the continental slope off the southeastern coast of Hokkaido, Japan. *Journal of Geophysical Research*, 120, 2504-2522.

5) Kuroda, H. and K. Yokouchi (2017): Interdecadal decrease in potential fishing areas for Pacific saury off the southeastern coast of Hokkaido, Japan. *Fisheries Oceanography*, 26, 439-454.

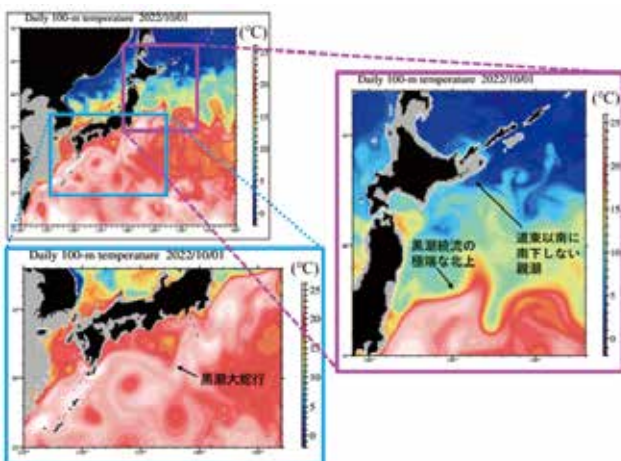


図3. GLORYS12再解析値に基づく2022年10月1日の100m水温

講演者プロフィール

2008年に採用以降、我が国周辺海況予測システムFRA-ROMSや日本周辺高解像度海洋モデル、水産資源を対象とする個体ベースモデルなどを開発し、2012年以降は漁業調査船を用いた海洋環境モニタリングを実施することで、気候・海洋変動と漁業との関係を調べています。

サケ資源の現状と資源回復に向けた取り組み



水産資源研究所 さけます部門 資源生態部 部長 さとう しゅんぺい
佐藤 俊平

1. 背景と目的

1) サケ資源の現状

サケは秋～冬にかけて我が国の北海道・東北地方等の沿岸に来遊し、主に定置網で漁獲される重要な水産資源の一つであり、各地で人工ふ化放流が行われています。日本へのサケ来遊数（沿岸漁獲数と河川捕獲数の合計）は、1970年代から1990年代前半にかけて右肩上がりに増加し、1996年に過去最高となる8800万尾に達しました（図1）。その後は4000万～7000万尾前後で推移しますが、2000年代中頃から減少に転じ、2016年以降は2000万尾前後と1980年代初頭の水準まで落ち込んでいます。一方、北太平洋におけるサケの漁獲量は、1990年代中頃～2010年代前半は30万トン前後で推移していましたが近年は15万～25万トン前後となっています。地域別では分布北側のロシア・アラスカでは高水準ですが、日本やカナダ、米国本土といった分布南限域では低水準となっており、地域間格差が大きくなっています。

2) 日本のサケを取り巻く海洋環境とその影響

近年の日本のサケ資源の減少をもたらす要因の一つとして考えられるのが、海洋環境の変化です。地球温暖

化に伴う海水温の上昇や親潮・沿岸親潮の弱勢化、海洋熱波の発生などの影響により、①サケ稚魚の回遊条件の変化、②サケ稚魚の餌環境の変化、③捕食者分布の変化、④サケ親魚回帰時の沿岸水温の高温化が生じ、それらが日本のサケの回帰率低下を引き起こしていると想定されています。例えば、北海道東部沿岸域の昆布森では2014年までは概ね冷水性の動物プランクトンが優占していましたが、2015年以降は暖水性の動物プランクトンが早い時期から出現する傾向が見られるようになり（図2）¹⁾、サケ稚魚が利用できる餌生物が変化してその成長等に影響している可能性があります。また、①～③は沿岸からオホーツク海に向かう時期のサケ稚魚の生残に影響すると考えられており、この時期の生き残りを良くすることが資源回復のカギではないかと考えています。

2. 研究の成果

—日本のサケ資源回復に向けた取り組み—

それでは、どうすればサケ稚魚の生残を向上させることができるのでしょうか。

1) 放流稚魚の大型化

取り組みの一つとして、放流するサケ稚魚の大型化

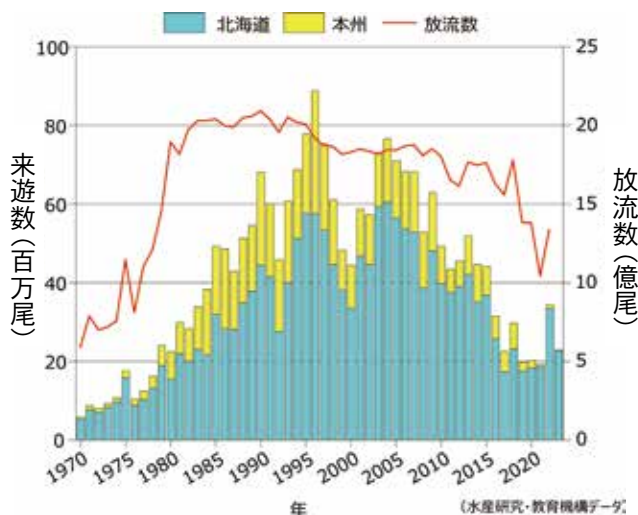


図1. 日本におけるサケ来遊数および放流数の変遷

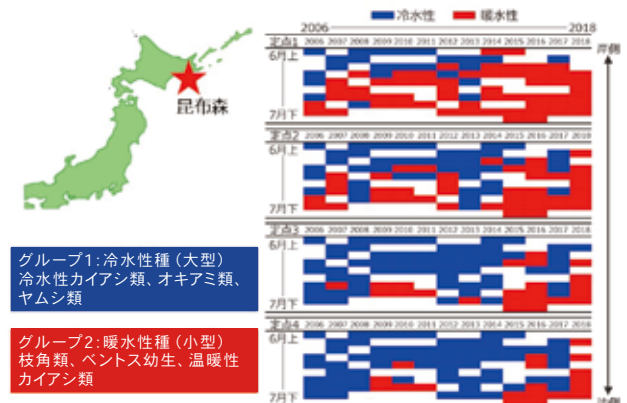


図2. 北海道東部沿岸域（昆布森）における動物プランクトン群集構造の季節変化

があります。これまでの放流試験データから、放流時期が同じであれば放流サイズが大きいほど回帰率が良いという結果が得られています(図3)。そこで、サケ稚魚をこれまでよりも大きく育てて放流することで、サケ稚魚の生残が良くなるのではとの仮説を立て、大型稚魚の育成技術の開発や実証放流試験等に取り組んでいます。また、近年はサケ稚魚の生育に適した沿岸水温5~13℃の期間が従来よりも短期化する傾向があるため、それらを踏まえた放流時期の見直しも検討しています。

2) 野生魚の保全

もう一つは野生魚の保全です。野生魚は自然産卵に由来するため、ふ化場生まれの放流魚とは異なる生物学的特性を持つとされています。また野生魚は野外における適応度が高く、環境変動にも強いと考えられています。実際に、ふ化放流に用いるサケ親魚に占める野生魚の割合が高くなると、その子の野外での生き残りが良くなるという研究結果が示されており(図4)^{2),3)}、放流魚における野生魚の血(遺伝子)を高めることで、その生残率が改善する可能性が示唆されています。しかし、現在の日本ではサケの野生資源は非常に少ないため、そのままふ化放流事業に用いると野生資源そのものが絶滅してしまう可能性があります。まずは適切な野生資源の保全が重要であり、そのために必要な調査・研究を実施しているところです。

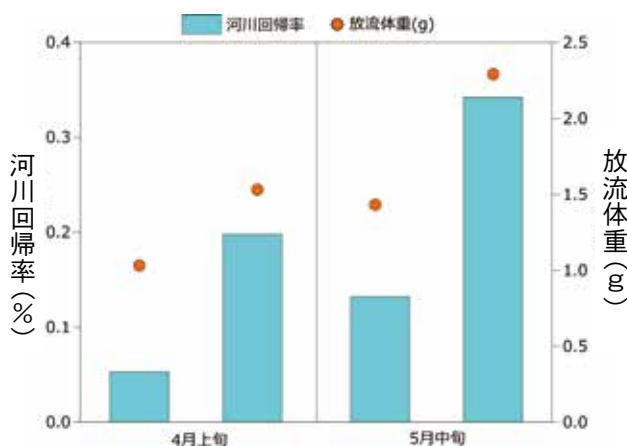


図3. 静内川におけるサケ比較放流試験結果
(図は2016年級の事例)

3. 今後の展望

近年、日本のサケ資源は大きく減少し、またそれらを取り巻く海洋環境も年々厳しさを増している状況です。その中で我々ができることは、海洋環境変動下でも生き残ることができるサケ稚魚を生産・放流するための技術開発と、放流魚の回帰率向上に寄与すると考えられる野生魚の保全です。これらは車の両輪の様な関係であり、どちらが欠けてもいけません。我々は、現在の取り組みを進めていくことで、厳しい海洋環境変動下にある日本のサケ資源の回復を目指していきたいと考えています。

4. 参考資料

- 1) Sato, T., T. Saito, K. Honda, and K. Watanabe (2021) Characteristics of prey environment during the early ocean life of juvenile chum salmon in two coastal areas around Hokkaido, northern Japan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep. 17: 65-66. doi:10.23849/npafctr17/65.66
- 2) 佐橋玄記 (2023) ふ化放流の効果をも高めるには野生魚の保全が重要だった: 野生魚は放流稚魚の回帰率を改善する. Salmon情報, 17: 9-12.
- 3) Sahashi, G. and K. Morita (2022) Wild genes boost the survival of captive-bred individuals in the wild. Front. Ecol. Environ, 20: 217-221. doi:10.1002/fee.2457

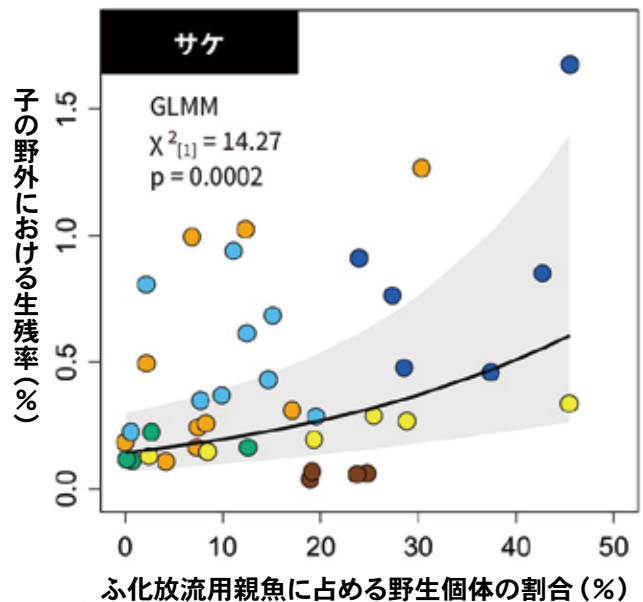


図4. サケふ化放流用親魚に占める野生魚の割合とその子の野外での生残率の関係
(佐橋 (2023) を改変)

講演者プロフィール

2005年に当時の(独)さけ・ます資源管理センターに採用され、主に日本系さけ・ます類の集団遺伝構造の把握と沖合域におけるサケの系群別資源豊度推定に取り組んできました。また、2007年から2017年までは夏のペーリング海における夏季さけ・ます資源生態調査を担当しました。2024年より現職を勤めています。

海水魚の分布域変化と自然雑種の増加



水産大学校 水産学研究科 教授 **たかはし ひろし**
高橋 洋

1. 背景と目的

近年、海水温の上昇に伴うサンゴの白化現象や藻場の衰退、北海道でのブリの豊漁に象徴される海水魚の分布域北上など、気候変動の海洋生態系への影響が顕在化しています。海の温暖化のもたらすさまざまな影響の中で、見落とされがちなものの一つが、分布域の急速な変化に伴う近縁種間の交雑現象です。例えば、海洋の温暖化ペースの速い(海面水温の上昇率が他の海域より大きい)アフリカ南西部沿岸の大西洋では、水産重要種であるニベ科の1種の分布域が高緯度海域に拡がり、近縁種と産卵場所が重なるようになった結果、交雑が増えています。同様に温暖化ペースの速い日本近海においても、水産重要種であるふぐ類やぶり類において、類似の交雑現象が報告されています。このような、海洋の温暖化に伴う分布域の変化および交雑の促進は、これからの水産物の取り扱い、流通、資源管理をより複雑で、難しいものにすると考えられます。今回、国内で起きたふぐ類やぶり類の交雑現象について説明し、今後の課題などについて考えたいと思います。

2. 研究の成果

まず、ふぐ類について説明します。2012年頃から、茨城県や福島県沖の東日本太平洋沿岸において、トラフグ属魚類の近縁な2種—ショウサイフグとゴマフグの間で、大規模な交雑現象が起きました¹⁾。2012年から2014年にかけての同海域における雑種混獲率(純粋な両親種と雑種を分母としたときの雑種の割合)は約4割であり、これはふぐ類のみならず、これまで知られている海水魚の自然交雑現象において最も高い割合になります。核ゲノム全体の変異を調べられる増幅断片長多型(AFLP)法を用いて雑種149個体を調べたところ、その多く(87.9%)が雑種第一世代(F1)でした(図1)。つまり、かつてない規模で、私たちの目の前で、大規模な交雑現象が起きたこととなります。また、F1の大半はゴマフグの母親とショウサイフグの父親から生まれており、交雑に明瞭な方向性があることがわかりました。交雑の方向性などから、主に日本海に分布していたゴマフグが、海水温の上昇に伴い津軽海峡を越えてショウサイフグの多い太平洋側に分布域を拡げたことが、大規模な交雑現象の原因ではないかと考えています。

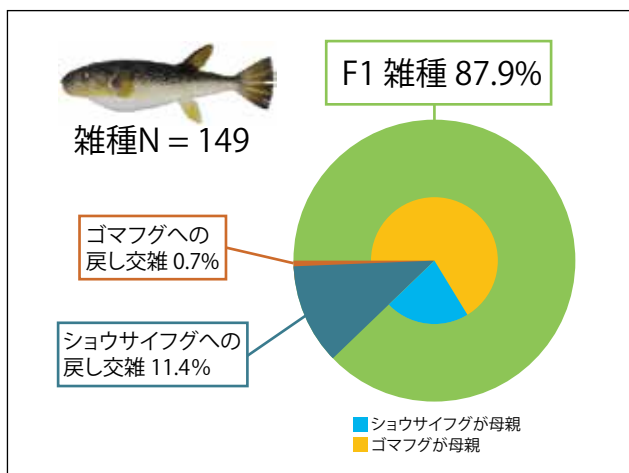


図1. ショウサイフグとゴマフグ間の雑種混獲率調査の結果

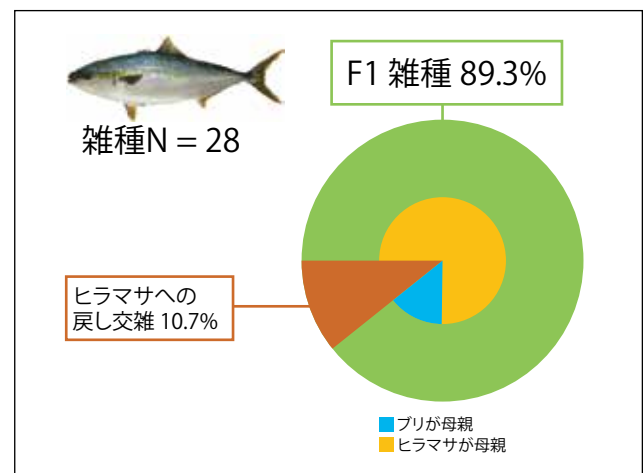


図2. ぶり類の雑種混獲率調査の結果

つぎに、ぶり類について説明します。漁獲対象種として、また養殖対象種としても極めて重要なブリは、水産にまつわるあらゆる分野で広く良く研究されています。しかしながら、これまで自然下で他種との間で交雑の記録はありませんでした。2016年から2017年にかけて、山口県の日本海沿岸においてぶり類の雑種と思われる31個体を採集し、上述のAFLP法で調べたところ、28個体がブリとヒラマサの雑種であり、3個体がブリとカンパチの雑種でした²⁾。このうち、前者の組み合わせにおいては、その多く(89.3%)がF1であり、またF1の大半(84%)がヒラマサの母親とブリの父親から生まれていました。ぶり類の交雑現象のはっきりとした要因は不明ですが、両親種の産卵海域の変化や、産卵集団での個体数の不均衡(ブリが多くヒラマサが少ない)が、種間交雑を増加させたと考えています(図2)。

3. 今後の展望

ふぐ類とぶり類の交雑現象は、いずれも分布域や産卵海域の大きな変化、そして自然下での雑種F1の急激な増加や交雑の一方向性という共通の特徴が見られました。ふぐ類においては、種によって毒のある部位が異なることから、食品安全行政面での対応が進められています。また近年、ヒトを含む多くの動物において、過去の種間交雑を介した遺伝子の交換(異種間浸透)が普遍的に起きており、その多様性進化に深く関わってきた可能性が示唆されています。今回見られたような大規模な交雑現象と、過去に起きた異種間浸透現象の比較を通じて、現状に応じた柔軟な対応策が見えてくるかもしれません。

4. 参考資料

1) Hiroshi Takahashi, Airi Toyoda, Taku Yamazaki, Shusaku Narita, Tsuyoshi Mashiko and Yukio Yamazaki. Asymmetric hybridization and introgression between sibling species of the pufferfish *Takifugu* that have undergone explosive speciation. *Marine Biology*. 164:90. 2017. DOI: 10.1007/s00227-017-3120-2

2) Hiroshi Takahashi, Taiki Kurogoushi, Ryo Shimoyama and Hiroyuki Yoshikawa. First report of natural hybridization between two yellowtails, *Seriola quinqueradiata* and *S. lalandi*. *Ichthyological Research*. 68:139-144. 2021. DOI: 10.1007/s10228-020-00752-8

講演者プロフィール

学生時代から一貫して魚類の交雑現象およびそれを通じた多様性進化に焦点を当てて研究を続けています。水産大学校では、生物学・遺伝学を中心とした教育の傍ら、下関名産のふく(フグ)をはじめ、さまざまな魚類の交雑現象・多様性進化について、飼育実験やゲノム解析を用いて研究しています。

明治から令和まで、魚はどこで獲れていた？

水産資源研究所 水産資源研究センター 社会・生態系システム部 グループ長

わたり しんご
亘 真吾



1. 背景と目的

近年日本の各地で、過去数十年の経験から、「これまで漁獲されていた魚種が獲れなくなった」という話や、「これまで漁獲されなかった魚種が増加した」といった報告を頻繁に耳にし、「海が変わった」という声を聞くことが多いです。我々の目の前で起こる海の変化は、19世紀末からの世紀を超えた長期の時間軸において、周期的変動の一部なのか？ それとも過去に私たちが経験していない状況なのか？ これらについて調べることは、今後の気候変動の影響への適応策を講じていく上で私たちの認識を深め、重要な示唆を与えてくれると考えています。本発表では私たちの最新の100年単位での長期的な視点に基づく研究の情報 (Watarai et al. 2024) も交え紹介します。

2. 研究の成果

日本では、明治時代から水産に関する統計が今日に至るまで継続して集計されています。この統計情報を用い、明治27年(1894年)から130年分の漁獲量を固着性の強く日本の沿岸で古くから漁獲していた魚種を中心に、魚類3種(ブリ、サワラ、ボラ)、貝類4種(アワビ、サザエ、アサリ、ハマグリ)、藻類2種(ワカメ、テングサ)、および水生無脊椎動物3種(イセエビ、タコ、ナマコ)の計12種について年別、都道府県別に集計しました。これらの魚種ごとの日本全体の漁場の位置の変遷をみるため漁獲量重心を計算し、長期の変化をグラフ化しました(図)。漁獲量重心は、年別、魚種別、都道府県別に漁獲された量を都道府県庁所在地に置いたとして、水平につり合いがとれる点を示します。

漁獲量重心は明治時代以降、西日本から北日本に広く点在し緯度方向、経度方向いずれも、長期間一定の位置にはとどまりませんでした。タコのように長期的に、漁獲量重心が南から北、西から東に直線的に変化するものもありますが、ブリやサザエなど周期的な変動傾向を

示す魚種や、アサリやハマグリのように一時的に大きく変化する魚種など様々なものがありました。魚種ごとの変動に共通の要素を探ると、海面水温やレジーム・シフトなどの海洋環境に関連する要因と、様々な人的要因も含む要因が関係すると考えられました。また、近年の状態に注目すると2019~2023年はブリやサワラ、イセエビなど漁獲量重心が北東の端に位置する魚種も多く、長期的にも北日本に漁獲量重心が推移していることがわかりました。

3. 今後の展望

漁獲量重心が西日本から北日本に移動し元に戻る変化は、過去100年の時間軸において、地域的な漁獲量の増減が、近年はじめて経験しているわけではなく、過去にも同様の経験を有したことを意味します。明治時代や、大正時代の文献を探ると、気候変動に伴う魚種の分布の変化は、単に生物学的な問題だけではなく、資源を漁獲する技術、食料として利用する方法、流通を支えるインフラと販路といった水産業全体の仕組みも重要であることが示唆され、それらは今日の水産業でも共通する課題と考えられました。現在、我々が直面する気候変動が海と資源に与える影響を踏まえ、既存の水産業全体の仕組みをどう活用、対応させていくか、社会のシステムを考えていく必要があります。ある魚種、ある地域において、その時に漁業現場がどう対応してきたか検証することは、私たちが直面している気候変動による急激な漁場の変化に適応するヒントを与えるものと考え、今後分析を進めていきます。

4. 参考資料

Watarai S, Takemura S and Oyaizu H (2024) Charting and analyzing the catch distribution of Japan's coastal fisheries resources based on centennial statistics. *Front. Mar. Sci.* 11:1265907.

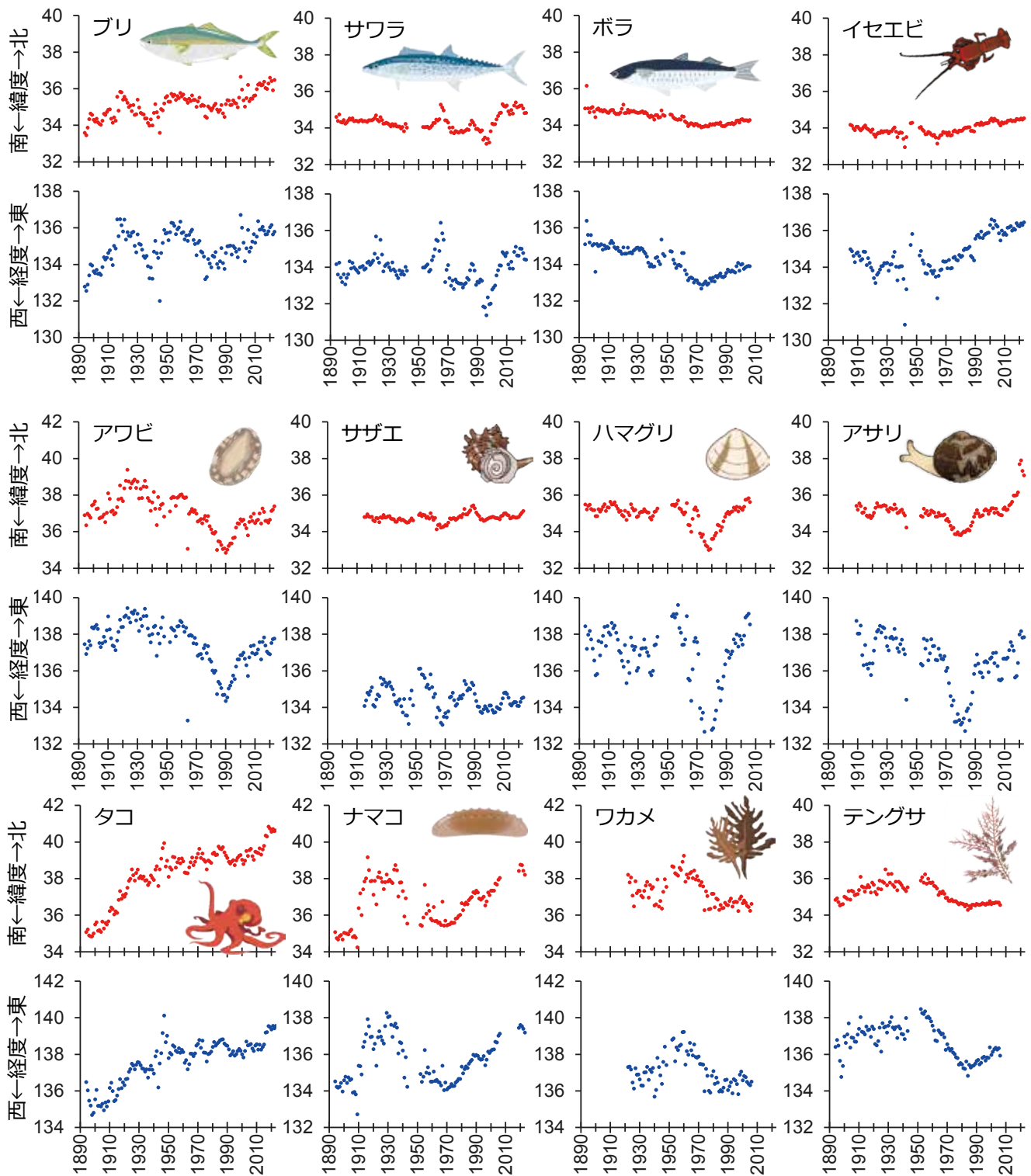


図. 1894～2023年の漁獲量重心の緯度と経度方向の変化

講演者プロフィール

2005年採用、2020年から現職。当機構では、瀬戸内海や太平洋を中心にハマ、タチウオ、ブリ、マアジ、キンメダイなどの多様な沿岸重要魚種の資源研究、資源評価に従事してきました。現在は資源管理や漁業管理を社会に実装するという視点も含め研究を進めています。

海洋環境変化に 漁業はどのように適応したらよいのか？

開発調査センター 副所長 なかがみ 中神 まさやす 正康



1. 背景と目的

近年、我が国周辺の重要な漁業対象魚種のサンマ、スルメイカは漁獲量を大きく減少しています。サンマやスルメイカを対象とした漁業は単一種を狙って操業することから、漁獲量の減少が直接漁業経営に負の影響を及ぼします。

また、日本周辺海域の海面水温の上昇が要因として考えられる、漁業対象魚種の分布の北上が見られます。例えば、北海道ではブリの漁獲量が2010年代には著しく増加しました（星野・藤岡2021）。漁獲対象種の分布回遊の変化は、漁業活動のみならず、水産物流通や加工業にも大きな影響を及ぼします。地域によっては、新しい魚種を扱う習慣がなく、流通経路の確保が難しいことや加工品製造のノウハウがないことから、新しい魚種を有効に活用できない例も生じています。

漁獲対象となる魚種の量や分布回遊の変化に対し、漁業がどう対応するのかを考える検討会が2023年3～5月に水産庁で開催されました。結果は「海洋環境の変化に対応した漁業の在り方に関する検討会取りまとめ」として公表されました。

このような背景から、開発調査センターは海洋環境変化に迅速かつ柔軟に適応できる漁業をめざすため、漁業者や地域の要望を受けて、既存漁業の対象魚種を増やしたり、漁業種類を増やす実証調査を行っています。

2. 研究の成果

—海洋環境変化に柔軟に適応できる漁船漁業を目指した実証調査—

今回は、①さんま棒受網船でいか釣り操業も可能とするための調査、②底びき網漁業で対象魚種を増やすための2つの調査、③近年の潮流変化でも操業可能な大中型まき網の改造網による調査を紹介します。

①さんま棒受網船でいか釣り操業も可能とするための調査

元々さんま棒受網漁業は、複数の漁業を組み合わせる周年操業する漁業形態でしたが、現在、主力である大型さんま棒受網船（100トン以上）の多くはサンマ操業のみの専業船です。従ってサンマ漁獲量の減少がさんま棒受網船の経営上大きなリスクになります。そこで、周年操業できる複数漁業形態へ再転換するため、アカイカ釣り試験を行います。

②底びき網漁業で対象魚種を増やすための2つの調査

青森県太平洋沖の沖合底びき網の2023年における水揚げ金額は約74%がスルメイカでした。資源が減少しているスルメイカ漁獲に依存することは漁業経営上大きなリスクがあります。そこで水揚げ魚種を増やすため、これまで活用されていなかった低利用・未利用魚を漁獲し八戸市内の加工原料として利用促進するための調査を行いました。青森県産業技術センター食品総合研究所との共同研究により、比較的多く漁獲されたげんげ類やテナガダラなどの加工品を試作し、八戸市内の展示試食会に出品しました。現在、連携できる加工品製造業者を探しています。

また、5～8月に日本海大和堆で操業する沖合底びき網はホッコクアカエビを狙って操業していますが、同時に漁獲されるどすいか類は利用されていませんでした。そこで加工原料不足に困っているいか類加工業者のため、どすいか類が活用できないかを探ることにしました。しかし、どすいか類がどの程度漁獲できるのか、また加工原料としてのどの程度利用可能なのかが不明確であったことから漁獲対象資源としての有用性を評価する調査を行いました。その結果、どすいか類は採算性が見込まれる単価となったことから、どすいか類を対象とした操業の有用性が明らかとなりました。

③潮流変化で操業できない日が増加した大中型まき網の操業日数を増やすための調査

近年、5～9月に東シナ海で操業する大中型まき網漁業の操業日数は、複雑な潮流による破網を恐れて月平均3.7～5.8日減少しました(2018～2022年)。そこで、一部の目合いを拡大した改造網を導入することで、操業日数を増やすことができました。

これらの調査は、既存漁業で活用可能な技術を活用した試験です。しかし、これまで経験のない環境変化に

適応するには、新技術や異分野の技術の導入などが必要かもしれません。開発調査センターは今後も多くの方からご意見をいただきながら社会実装につながる技術開発を行っていきます。

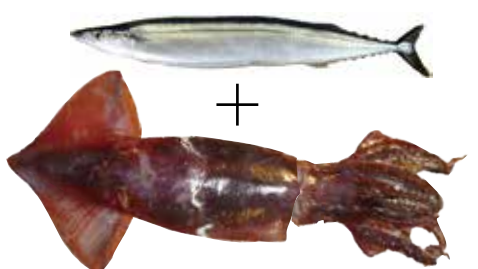
3. 参考資料

星野 昇・藤岡 崇(2021)2010年代の北海道周辺におけるブリの漁獲量変動の特徴(資料).北水試研報,100:71-82.

不漁に対応した操業体制緊急構築実証事業 (北太平洋)
新しい操業形態の検討 (R6～)

○操業調査


- ・サンマ改造船によるアカイカ操業 → 漁労装備や漁撈作業の検討
- ・複数漁業の収益性検討



深場漁場の未利用資源活用
(青森県太平洋沖)
いか類依存からの脱却 (R5～)


○底びき網操業調査

- ・漁場の評価
- ・漁具漁法最適化



○利用促進


- ・販路構築・試験販売
- ・採算評価
- ・利用加工技術の開発



大和堆操業の対象種多様化
(日本海大和堆)
ドスイカ資源の有効活用 (R6～)

○底びき網操業調査

- ・漁場の評価
- ・いか類加工原料としての製品形態の最適化



○利用促進

- ・販路構築・試験販売
- ・採算評価

海洋環境の変化等に対応
(東シナ海)
新しい操業形態の検討 (R6～)

○操業調査(大中型まき網)

- ・大目改造漁具による操業機会の増加
- ・潮流による操業可否判断の検証

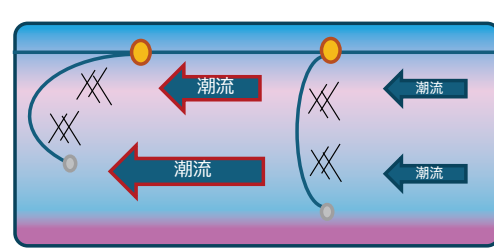


図. 開発調査センターが実施している環境変動に柔軟に対応する漁業を目指した実証調査

講演者プロフィール

2001年に東北区水産研究所八戸支所(当時)に配属後、サンマなど浮魚類の調査研究に従事しました。2021年には開発調査センターに移り、まき網、底びき網、かつお一本釣り、いか釣りなど我が国の代表的な漁業で活用される技術開発調査に携わっています。

水産研究・教育機構 第21回成果発表会 「気候変動がもたらす水産業の変化」

に参加いただきありがとうございました。

次回への参考とさせていただきたく、アンケートにご協力をお願いいたします。

第21回成果発表会アンケート



<https://forms.office.com/r/WeBPxPaLf1>

国立研究開発法人 水産研究・教育機構

〒221-8529

神奈川県横浜市神奈川区新浦島町1-1-25 テクノウェイブ100 6階

URL: <https://www.fra.go.jp/>

リサイクル適性 

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。