

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(/)

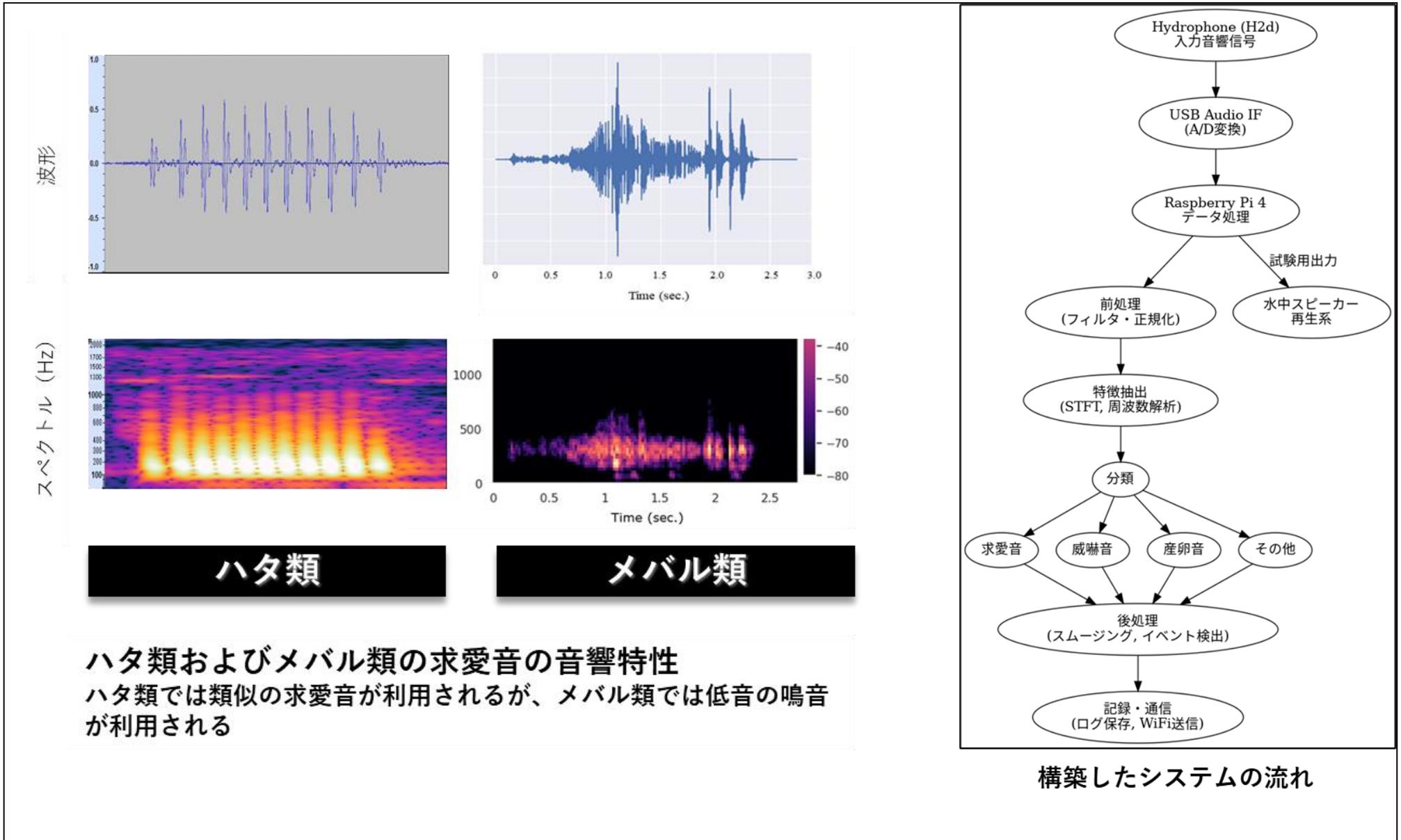
研究テーマ	高級魚「ハタ」の繁殖・産卵状況をモニタリングするソフトウェア・アプリの開発と生産現場での運用試験	報告書作成者	天谷貴史
研究従事者	天谷貴史		
研究目的	<p>背景:ハタ類はアジア・オセアニア地域を中心に市場価値の高い高級魚として取引されており、国内外で盛んに養殖がおこなわれている。ハタ類の養殖においては、人工授精させた受精卵から育成された人工種苗への依存度がほぼ 100%であり、養殖に加えて天然海域における資源量増加を目的とした放流事業においても人工種苗が利用されている。種苗生産は飼育環境下で親魚から得られた受精卵を幼魚まで育成することによって行われているが、養殖対象となるハタ類の多くは大型種である。日本では親魚が 10kg を超えるクエやヤイトハタが、海外ではさらに大型のタマカイなどが利用されており、成熟した親魚の確保と維持管理には大きなコストがかかる。さらに、ハタ類は雌性先熟型の性転換魚であり、成長の過程で最初にメスとして成熟・産卵したのちにオスへと転換して繁殖に参加する。また、近年の研究では、社会的地位の変化に応じてメスからオスへの逆方向への性転換も起こり得ることが確認されている。このように、親魚の性別や成熟状態は常に変化するため、安定的かつ計画的に採卵を行うには、飼育下における親魚の生理状態を継続的にモニタリングする必要がある。すなわち、ハタ類は高級魚として世界的に注目されている一方で、種苗生産にはいまだ多くの課題が残されており、計画的かつ安定的な生産体系の確立には至っていない。</p> <p>課題:上述したように、ハタ類の種苗生産では親魚の性別や成熟状態の把握が不可欠であるが、大型個体を扱うため人的コストが高く、効率的な生産を妨げている。さらに、水産業全体では生産者数の減少や高齢化が深刻化しており、養殖分野でも担い手不足が顕著である。親魚の性別や成熟状態の判断、さらには産卵開始や終了のタイミングの推定は、現場の作業による経験や熟練技術に依存しているのが現状である。こうした状況により、現行のハタ類養殖技術は持続的な発展が困難な局面を迎えており、新しい省力化技術や自動化技術の導入が強く求められている。</p> <p>目的:養殖魚の中でも特に種苗生産の難易度が高いハタ類において、同種間で交わされる音響コミュニケーションに着目し、それを活用して親魚の成熟状態をモニタリングする技術を開発することを目的とした。具体的には、以下の 3 つの課題を設定して研究を進めた。</p> <p>課題① ハタ類 3 種および比較対象としてメバル類 1 種における求愛音・威嚇音の音響特性を明らかにすること</p> <p>課題② 陸上水槽内での音響モニタリングを可能にするための専用デバイスおよび解析ソフトの開発</p> <p>課題③ 開発したデバイスおよびソフトを実際的水槽飼育現場に導入し、運用試験を実施すること</p>		

<p>研究内容</p>	<p>課題① ハタ類 3 種および比較対象としてメバル類 1 種における求愛音・威嚇音の音響特性を明らかにすること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・すでに繁殖に関連する音響特性が明らかになっているカンモンハタの求愛音および威嚇音を基準とし、その他の養殖対象種であるアカハタおよびキジハタにおいて、求愛音および威嚇音の有無とその音響特性を比較検討した。 ・さらに、ハタ類以外の養殖対象魚であるメバル類を対象に、雌雄間の鳴音を介したコミュニケーションの有無を確認し、加えて鳴音の音響特性を解析した。これにより、音響モニタリング技術がハタ類以外の魚種にも適用可能であるかどうかを検討した。 <p>課題② 陸上水槽内での音響モニタリングを可能にするための専用デバイスおよび解析ソフトの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水中マイク (Hydrophone H2d, Aquarian Audio Products 社製) と、小型 PC でありプログラミング言語 Python との親和性が高い Raspberry Pi 4 (Raspberry Pi 財団製、以下「ラズパイ」と記す) を組み合わせ、陸上養殖施設に設置可能な音響モニタリング用デバイスを作成した。 ・陸上養殖施設では湿度が高く電子機器の不具合や故障が発生しやすいため、防水性のある専用ハウジングを新たに作成し、デバイスが安定稼働することを確認した。 ・また、沿岸部や離島に立地する養殖施設における通信環境を考慮し、ラズパイに USB 型スティック WiFi を装着することで遠隔通信環境を整備した。 ・ソフトウェア開発においては、Python をベースとするプログラミング言語および数値計算プラットフォームである MATLAB と、その上で動作する Simulink を併用し、求愛音や威嚇音など繁殖行動に関連する音響を対象とした異音検知システムを構築した。 ・さらに、構築したプログラムをラズパイに移行し、デバイスに組み込んだ状態での実稼働を確認した。 <p>課題③ 開発したデバイスおよびソフトを実際の水槽飼育現場に導入し、運用試験を実施すること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・飼育水槽内ではエアレーションなどによる背景ノイズの影響で検知精度が低下することが想定されたため、水中スピーカーを用いて一定強度の求愛音を発生させ、エアレーションの強度の変化が検知精度に与える影響を実験的に検証した。 ・実際の繁殖期にハタ類を対象としたモニタリングを実施し、1 日あたりに検出される求愛音および威嚇音の発生回数を記録した。そのうえで、実際に観察された求愛行動や産卵の有無との対応関係を解析し、鳴音記録パターンと繁殖活動との関連性を評価した。 ・さらに、離島における養殖施設からの稼働および遠隔通信の実現可能性を検証するため、長崎市高島町の養殖施設に設置されたアカハタ水槽を対象に同様の運用試験を行い、現場環境下でのシステムの有効性を確認した。
-------------	--

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(/)

<p>研究のポイント</p>	<p>本研究は、ハタ類の種苗生産における大きな課題である親魚の性別や成熟状態の把握を効率化し、計画的かつ安定的な養殖生産を支援する技術開発を目的として実施した。従来、ハタ類の産卵期や性転換のタイミングは現場作業者の経験と観察眼に依存してきたが、担い手不足や高齢化の進行により、持続的な養殖技術の確立には自動化・省力化技術の導入が不可欠となっている。本研究では、ハタ類が繁殖行動の際に発する求愛音や威嚇音といった「音響コミュニケーション」に着目し、これを指標として親魚の成熟・産卵状況をモニタリングする新たなアプローチを試みた。具体的には、①カンモンハタ・アカハタ・キジハタおよび比較対象としてのメバル類における鳴音特性の調査、②水中マイクと小型 PC ラズパイを用いた音響モニタリングデバイスと解析ソフトの開発、③養殖施設における運用試験を行った点に特徴がある。これにより、養殖現場で実用可能な非侵襲的モニタリングシステムの開発基盤を築いた。</p>
<p>研究結果</p>	<p>課題①では、カンモンハタの求愛音・威嚇音の特性を基準に、アカハタ・キジハタにおいても繁殖に関連した鳴音を確認し、平均持続時間やピーク周波数に種ごとの特徴があることを明らかにした。また、比較対象としたメバル類についても雌雄間での鳴音が確認され、他魚種への応用可能性が示唆された。課題②では、水中マイクとラズパイを組み合わせた音響モニタリングデバイスを作成し、防水ハウジングや USB 型 WiFi による通信環境の整備を行った。さらに、Python と MATLAB/Simulink を用いた異音検知プログラムを構築し、ラズパイ上で稼働させることに成功した。課題③では、実際の繁殖期において 1 日あたりの求愛音・威嚇音の発生回数をモニタリングし、観察された求愛行動や産卵期との関連性を確認した。また、エアレーションによるノイズの影響を検証し、検知精度の限界や改善点を把握した。さらに、長崎市高島町の養殖施設における運用試験により、離島環境でもデバイスの稼働と通信が可能であることを実証した。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>本研究によって、ハタ類の繁殖行動に伴う鳴音特性の把握と、それを用いた音響モニタリングシステムの開発基盤が整備された。しかしながら、今後の実用化に向けてはいくつかの課題が残されている。第一に、ノイズ環境下での検知精度の向上である。エアレーションや給餌時の水流など、養殖施設特有の背景音を排除しつつ、求愛音や威嚇音を高精度に検出するアルゴリズムの改良が必要である。第二に、鳴音パターンと実際の産卵成功率との関係を長期的にモニタリングし、繁殖状況の予測モデルを構築することが求められる。第三に、対象魚種の拡大である。今回の研究では主にハタ類を対象としたが、メバル類での鳴音確認結果を踏まえれば、他の重要養殖魚種にも適用可能性があり、汎用的な技術への展開が期待できる。さらに、遠隔地にある養殖施設での安定稼働を可能にするための電源確保や通信安定化、クラウドを用いたデータ共有システムの構築も必要となる。これらを順次解決することで、養殖現場における生産効率向上と持続的養殖の実現に貢献できると考えられる。</p>



(注:フローチャート図, ブロック図, 構成図, 写真, データ表, グラフ等 研究内容の補足説明にご使用下さい。)