HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	鳴音計測による北海道沿岸性底魚類の資源・生態情報の把握に関する研究［全文の要約］
Author(s)	松原, 直人
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第13532号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74218
Type	doctoral thesis
File Information	Naoto_Matsubara_summary.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

主論文の要約

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）　　氏名：松　原　直　人

学 位 論 文 題 目

鳴音計測による北海道沿岸性底魚類の資源・生態情報の把握に関する研究

北海道周辺には多くの有用底魚類が生息する．特に，ごく沿岸の岩礁域においては，メバル類やアイナメ類を含むカサゴ目魚類が優占的で，定置網漁，刺網漁における重要種が多く含まれる．現在，これらの資源管理に資する様々な情報は，漁業情報に頼るところが大きく，漁獲前に資源の情報を把握できる直接的観察手法の必要性が論じられてきた．このような背景のもと，底魚類を対象とした資源・生態のモニタリング手法として，受動的音響計測（PAM：Passive Acoustic Monitoring）の適用が期待されている．PAM は，生物が発する音（以下，鳴音とする）を利用した観察手法で，底魚類の生息密度やサイズ組成，行動様式等の推定に有効であると考えられている．しかし，魚類鳴音に関する知見は少なく，PAM の効果的な運用のためには，対象種の発音能力，および鳴音の音響特性の把握が不可欠である．また，鳴音を資源・生態モニタリングに活かすためには，鳴音の発生頻度と生息密度との関係，生活史や行動に応じた音響特性の違いを明らかにする必要がある．

本研究では，カサゴ目魚類のうち，生息数が多く商業的価値があるものとして，メバル類からエゾメバル（*Sebastes taczanowskii*）とキツネメバル（*S. vulpes*），アイナメ類からアイナメ（*Hexagrammos otakii*）を選び，水槽実験と野外実験により，PAM による各種モニタリングの可能性について検討した．水槽実験では，PAM を適用するうえで前提となる，発音能力と鳴音の音響特性の把握を試みた．また野外実験では，分布量やサイズ組成，行動特性と関連付けた計測を試みた．特に，メバル類で優占するエゾメバルにおいては，鳴音の音響特性と体長との関係，鳴音の発生頻度と録音機周辺の個体数との関係について，アイナメでは繁殖行動と鳴音発生の関係について観察し，各種モニタリングへの可能性を検討した．

第 3 章では，エゾメバル，キツネメバル，アイナメの発音能力と音響特性を解明するため，水槽での鳴音の計測実験を行った．エゾメバルでは，供試魚 20 個体を，体長別に 2 個体ずつ組み合わせて録音を行った．キツネメバルでは，供試魚 4 個体（雄成魚 2 個体，雌成魚 1 個体，未成魚 1 個体）を，2 個体ずつの組み合わせで計 6 回録音を行った．またアイナメは，雄の成魚 1 個体と雌の成魚 2 個体の 3 個体を組み合わせ，1 回録音を行った．得られた音声データは，スペクトル表示を行いながら，鳴音を手動で検出した．検出した鳴音から音響特性として，パルス幅（パルス一つの持続時間），ピーク周波数（あるパルスに対し周波数分析をかけて検出された，最も強い周波数成分）について抽出した．水槽実験の結果から，いずれの音声データからも鳴音と考えられる低周波のパルスが確認され，発音能力を有していることが認められた．それぞれ鳴音の音響特性として，エゾメバル，キツネメバル，アイナメでは，パルス幅は，0.010-0.022 s，0.005-0.022 s，0.040-0.070 s，ピーク周波数は，約 400-1000 Hz，約 250-500 Hz，約 150-350 Hz で見られた．また特にエゾ

メバルでは，体長とピーク周波数の間に負の相関が見られ，PAM による鳴音の音響特性による体長推定への可能性を示していた．

第 4 章では, アイナメを対象に, 産卵生態モニタリングの実現のための基礎情報として，野外環境で鳴音の計測を行い，産卵期中特有の音響特性や発生頻度の日周性の把握を試みた．また本研究では，アイナメの鳴音の音響特性と産卵行動や卵保護中の行動との関係を把握するため，鳴音の録音に並行して水中カメラによる計測を行った．鳴音の観測は 2014-2016 年 10-11 月のアイナメの産卵期中に，北海道函館市臼尻町臼尻漁港周辺の沿岸域で行った．鳴音と行動の観測には，水中録音機（AUSOMS-mini-stereo）と水中カメラを使用し，雄個体が形成した産卵床付近に設置した．また設置機器回収時に，受精卵の一部を回収し，発生状態から産卵行動が行われた時間を推定した．野外実験で得られた音声データは，SNR を利用した検出法により鳴音の自動検出と音響特性の抽出を行った．また動画データから，アイナメの卵保護に関わる行動が見られたため，それぞれを定着（産卵床付近に定位，動いてもすぐ付近で定位），周回（産卵床付近を含む周辺域を遊泳），追いかけ（同種を含む他個体に対して，一直線に遊泳し追尾）に定義し，行動時の鳴音の音響特性について比較した（Wilcoxson Rank Test）．野外実験の結果から，アイナメの鳴音の発生頻度を見ると，夜間を中心として発生し，特に産卵行動が見られた日の夜に単一のパルスの鳴音を多く発生していた．また行動と音響特性の関係から，主に定着時に単一のパルスの鳴音を発生していることが分かった．これらのことから，産卵行動があった日の夜間は，単一のパルスの鳴音を発生させながら，主に産卵床に定着して卵保護を行う傾向が見られた．

第 5 章では，PAM によるメバル類の資源モニタリングの可能性を検証するため，野外環境で鳴音の計測と周辺のエゾメバルの個体数や体長と比較し，生息密度や体長組成推定の可能性を検討した．鳴音の観測は 2016-2018 年にかけて，建物内部の観測窓から野外環境の魚を直接観察できる北海道紋別市のオホーツクタワーや，その周辺の沿岸域で行った．タワーでは，水中録音機（AUSOMS-mini）を観察窓近傍（深度 7m）に設置し、録音と同時に窓の内側からカメラにより個体数を記録した. また沿岸では, タワー側（水深約 8 m），と岸側（水深約 6 m）の 2 か所に水中録音機（海底から約 2 m）を設置して録音した．また画像データから，体長のピクセル数を抽出し，窓枠の長さとピクセル数の関係から，推定体長を算出した．本研究の結果から，エゾメバルの鳴音は，まづめ時に発生頻度が増加し，主に夜間を中心として発生していることが分かった．また，鳴音の発生頻度と個体数の相関を確認すると，強い正の相関が見られ，PAM による生息密度推定の有効性が示された．沿岸域でも同様に鳴音の発生や発生頻度の日周性が確認され，沿岸域でも PAM による生息密度推定へ応用できる可能性が示された．またピーク周波数がまづめ時から真夜中にかけて，高周波帯から低周波帯に推移していたのに対し，体長は小さいほうから大きいほうに変化が見られ，野外実験でもピーク周波数と体長の間に負の相関が確認された．

第 6 章では，これまでの章の結果を踏まえ，PAM による資源・生態モニタリングの課題点を挙げ，課題解決に向けた展望を示した．アイナメの生態モニタリングでは，産卵期中に加え，産卵期前後の鳴音の計測を行うことで、それらの違いによる産卵期の開始・終了期の推定が期待できる．また卵保護中の行動だけでなく，求愛行動や産卵行動と鳴音の関係を把握することは，PAM による直接的な産卵行動推定につながる．またエゾメバルの資源モニタリングでは，一個体あたりの鳴音の発生頻度や録音機の測定範囲を把握することで，野外環境で得られた鳴音の発生頻度から密度換算により生息密度推定へ適用することができる．また体長推定の精度検証として，サンプリングや潜水や水中カメラ等による体長との比較は，今後実際に PAM による体長推定を適用していく上で重要である．これら

の課題の解決は，メバル類やアイナメ類の PAM による各種モニタリングの実現する上で重要である．