HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	目視手法と受動的音響手法を用いた知床半島周辺海域における海棲哺乳類の時空間分布の解明［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	古巻, 史穂
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第16078号
Issue Date	2024-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93477
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	FURUMAKI_Shiho_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏 名 古巻 史穂

審査委員　主査 教授 宮下 和士
副査 教授 仲岡 雅裕
副査 准教授 南 憲吏
副査 教授 三谷 曜子
（京都大学 野生動物研究センター）

学 位 論 文 題 名

目視手法と受動的音響手法を用いた知床半島周辺海域における
海棲哺乳類の時空間分布の解明
（Spatial-temporal distribution of marine mammals around Shiretoko Peninsula using sighting survey and passive acoustic methods）

近年，生態系の保全と人間による持続可能な利用と開発の両立が世界中で広く求められている．そのために生態系を構成する各生物種と周辺環境の相互関係を明らかにし，継続した生態系のモニタリングをすることが重要である．海棲哺乳類は海洋の高次捕食者であり，広範囲の様々な資源を利用するため生態系やその環境の変化の影響を受けると同時に，生態系の機能や構造に影響を与える．そのため海棲哺乳類の生態変化を調べることで，環境変動に生物がどのように反応するか明らかにすることができる．

北海道東部の知床半島周辺海域は，北半球の最南端の季節海氷域であること，海洋生態系と陸上生態系の相互関係がみられることなどから，世界自然遺産に登録されている．そのため，科学的知見に基づく海洋生態系の保全と持続的な海洋資源利用の両立が求められている．本海域には季節的にシャチやナガスクジラといった鯨類や，アザラシ類やトドなどの鰭脚類など，様々な海棲哺乳類が来遊し，観光資源として利用されている．一方で，漁業活動との軋轢や，海氷減少などの環境変動による影響が懸念されている．これらの問題を解決するためには，海棲哺乳類の生息地利用の解明や，分布に影響する海洋環境パラメータの解明などを含めた海棲哺乳類のモニタリングが必要である．本研究では知床半島周辺海域の海棲哺乳類各種の時空間分布を明らかにし，分布に影響する要因を把握した．

第2章では，2019，2021-2023年4-9月の調査船による目視観測データを使用して，生息適地モデルを作成し，海棲哺乳類の水平的な分布傾向と環境要因との関係を明らかにした．海棲哺乳類の種により利用海域は異なり，イシイルカやカマイルカのように知床半島東西のオホーツク海を広く利用する種，マッコウクジラやシャチのように知床半島周辺のみを利用する種，ナガスクジラやミンククジラのように半島西部が生息適地となる種がみられた．分布には水深，海底傾斜，距岸距離といった地理的要因が影響を及ぼすことが示された．また，計量魚群探知機の音響反応と地理的要因の関係から餌生物の分布が海棲哺乳類の分布に影響を及ぼしている可能性も示唆された．

第3章では，2020-2023年に知床半島東部において受動的音響モニタリングを行った．種特異的な鳴音が確認されたクラカケアザラシ，シャチ，カマイルカの画像データを対象に，深層学習を利用した検出器をもとに転移学習を用いて自動検出を行った．その後，鳴音の時系列変化を調べて，根室海峡内の海氷面積と比較した．クラカケアザラシでは，先行研究と同様に海氷のある時期にのみ出現が確認された．また，経年変動を初めて明らかにでき，海氷面積が大きい時に鳴音出現が増加する傾向があることを示した．カマイルカも比較的有用な結果を示し，10-12月の冬期に鳴音が検出された．シャチは鳴音が検出された期間の内，4-8月は観光船の観察記録や音響手法を用いた先行研究と一致していたが，これまでは発見記録が偶発的であった1-2月にも，海氷の少ない時期には頻繁に鳴音が検出された．これら鯨類2種について，冬期の分布情報はほとんどなかったが，受動的音響モニタリングを利用することで海棲哺乳類の分布をより正確に把握できることが示された．本章では，海氷の出現状況が海棲哺乳類の分布に影響を及ぼす可能性が示されたことから，将来的な気候変動の影響を評価するためには，今後も継続したモニタリングが必要であることを指摘した．

第4章では，海棲哺乳類を対象とした定期的な観光船が少なく，海棲哺乳類の分布情報が限られている半島西部において，2021年7-8月に受動的音響モニタリングを行った．得られた録音データの内，ハクジラ類のクリックスを対象に教師なし学習による自動検出・分類を利用して，在不在を調べた．結果，マッコウクジラ，シャチ，カマイルカのクリックスが確認された．特に，マッコウクジラとシャチは1ヶ月間，継続的に確認され，第2章で示された生息適地推定の結果と同様に，音響情報からも半島西部が重要な生息地であることが示唆された．今後は各種のクリックスパラメーターをもとに，種ごとの検出器を作成することで，より高精度の解析が可能となると考えられる．

本研究により，知床半島周辺海域は1年を通して様々な海棲哺乳類が利用する海域であることが改めて示された．世界自然遺産に登録されているのは知床半島周囲3 kmのみであるが，海棲哺乳類は沖合も含めた広範囲を生息地として利用していることが明らかになったことから，海域をシームレスにモニタリングし，保全策を講じる必要があると考えられた．そこで，将来的に持続可能なモニタリング手法を検討した．目視調査手法は広域モニタリングに適しているが，季節を通じた多回のモニタリングの実施に課題がある．本研究の生息適地推定の結果は，観光船による先行研究の結果と類似していたことから，観光船の発見データを用いた市民科学を推進することで，より効率的なモニタリングに寄与すると考えられる．受動的音響手法は鳴音を発する種の在データに限られるが，海氷期や夜間など，船舶による観測が難しい時期のモニタリングに有用である．また，今後は本研究で用いたような自動検出器をより高精度化することにより，モニタリングの省力化が可能となる．以上より，本研究で用いたようなマルチスケールのモニタリング手法を適用することで，本海域における海棲哺乳類を含む生態系保全に関わる課題解決に寄与することが期待される．

以上の通り，申請者の研究により知床半島周辺海域における海棲哺乳類の時空間分布についての理解が大きく進み，海棲哺乳類のモニタリングに関する目視手法と受動的音響手法の今後の有用性についても大きな進展がみられた．

審査員一同は，これらの成果を高く評価し，また研究者として誠実かつ熱心であり博士号を取得するに十分な資質を備えていると判定し，古巻史穂氏が博士（環境科学）にふさわしいとの結論に達した．