

( 続紙 1 )

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                |    |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| 京都大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 博士（農学）                                                                                                                                                                                                                         | 氏名 | 小川 真由 |
| 論文題目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Assessment of the effects of vessel noise on sound characteristics and distribution of narrow-ridged finless porpoises using sound detectors based on machine learning approach<br>(機械学習による鳴音検出器を用いた船舶騒音がスナメリの鳴音特性と分布に及ぼす影響評価) |    |       |
| (論文内容の要旨)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                |    |       |
| <p>近年、航行船舶によって発生する人為音が海洋生物に与える影響が懸念されており、海洋騒音問題として注目されている。特に、周囲環境の認知やコミュニケーションに音を用いる小型鯨類に大きな影響があると考えられ、低・中周波を利用する種に着目した影響評価が行われてきた。しかし、高周波の観測は容易ではないことから、高周波のみを利用する小型鯨類への影響評価が不足している。この問題を解決するには、解析を容易にし、影響評価の結果や知見の不足を俯瞰できるプラットフォームの構築が有用だと考えられる。日本沿岸域の人間活動が活発な場所には、高周波のみを利用する小型鯨類スナメリ<i>Neophocaena asiaeorientalis sunameri</i>が分布する。スナメリは絶滅危惧種であるが、騒音影響評価はほとんど行われていなかった。本研究では、低周波から高周波まで約一週間録音できる音響記録計と、高周波を一ヶ月以上連続観測できるイベント記録計の二種の機材を用いて受動的音響モニタリングを実施した。海洋騒音問題の解決を促進するプラットフォームの構築に資するため、1)スナメリが発する鳴音特性を把握すること、2)膨大なデータの解析を効率化する鳴音検出器と、主な騒音源である船舶の高周波騒音検出器を開発すること、3)船舶音が日本沿岸域に生息するスナメリの鳴音特性と分布に及ぼす影響を解明することの三点を目的とした。第二章では、周囲環境の認知に使用するエコーロケーションクリックとコミュニケーションに使用するバーストパルスを収録し、鳴音特性を精査し、第三章、第四章で開発する鳴音検出器の参照値とした。さらに第二章では、スナメリの鳴音特性を二地点で比較し、船舶航行が少ない地点では船舶音がある時に音圧が小さくなり、多い地点では違いがないことを明らかにした。第三章では、周波数情報を取得できる音響記録計のデータについて深層学習を用いて鳴音検出器を開発し、95%以上の精度を達成した。第四章では、イベント記録計で取得したデータに対して機械学習を用い、スナメリの鳴音検出器および船舶の高周波騒音検出器を開発した。各々90%、85%以上の精度を達成した。本検出器を用いて、断続的に取得された約十年間の複数地点のデータを解析したところ、船舶はスナメリの分布に負の影響を与えていないことがわかった。</p> <p>本研究の主な成果は、以下の三点である。1)日本沿岸域に生息するスナメリの鳴音特性を初めて明らかにした点、2)スナメリの鳴音検出器二種類と、船舶の高周波騒音検出器を開発した点、3)船舶音がスナメリの鳴音特性と分布に与える影響を初めて評価し、同種でも周囲の環境により騒音影響の程度が異なり、地点ごとに影響評価と保全策の検討が必要であることを明らかにした点である。これらの知見は、今後の小型鯨類に対する船舶騒音影響評価およびその保全に有用であり、海洋騒音問題の解決を促進するプラットフォームの構築に貢献する。</p> |                                                                                                                                                                                                                                |    |       |

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

人間の海洋での活動の活発化に伴い、水中で発生する騒音が増加し、海洋騒音問題として世界的に注目されている。人為的騒音の騒音源は、船舶航行や洋上風力発電建設、探査等多岐にわたるが、数の多さから船舶航行によって発生する騒音の影響が最も大きいと考えられる。海洋中の人為騒音の影響を受ける生物として、聴力が高く発声が多い小型鯨類が挙げられる。その中でも特に、沿岸定住性の強い絶滅危惧種への影響が危惧されている。しかし、日本を含めアジアでは海洋騒音問題や、騒音影響評価についての研究があまり進んでおらず、基準の策定や影響軽減対応等が遅れていた。

本論文は、上記の背景を丁寧に調査し、日本沿岸に生息するスナメリという定住性の強い絶滅が危惧される小型鯨類に対して、音響学的手法を用いて航行船舶の騒音影響を評価した。また、世界規模で発生する問題の解決にはプラットフォーム化が有用である点に着眼し、先行する当該分野のプラットフォームを調査した。そして、対象音を検出する検出器の開発等が重要であることを指摘し、本論文でも検出器の開発に取り組んでいる。本論文の重要な成果として、主に次の3点が評価される。

1. 日本沿岸に生息するスナメリの発する音について、エコーロケーションクリックとバーストパルスという二種類の鳴音特性を明らかにした。特に、スナメリのバーストパルスは野生下で世界初の観測であり、軸上音の音響特性を報告した。
2. スナメリ鳴音および船舶の高周波騒音検出器を作成し、機械学習等の手法を活用することで、非常に高い検出率を達成した。今後、騒音影響評価は需要が増大すると予測されるため、波及効果が非常に高いと考えられる。対象音の検出器は、プラットフォームの中核となる技術であり、検出器の開発により3で挙げる長期間の騒音影響評価が可能となった。
3. 短期的影響（鳴音特性変化）と長期的影響（来遊）に着目して、スナメリに対する船舶騒音の影響を多角的に評価した。日本沿岸域におけるスナメリの船舶騒音影響評価は、本研究が初めてである。これまでは、近縁種について実施された騒音影響評価の報告値が参照されていたが、近縁種とスナメリでは船舶騒音の影響が大きく異なることを指摘した。その理由として聴力特性の違いを挙げている。

以上のように、本論文で得られた知見は、海洋における小型鯨類の保全管理ならびに我が国における今後の騒音影響評価に大きく貢献するものであり、生物音響学、保全生物学、動物行動学の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和6年1月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

おって、当該学生は、本学卓越大学院プログラム「社会を駆動するプラットフォーム学卓越大学院プログラム」を履修し、令和6年2月9日に同プログラムにおける学修内容と提出学位論文との関連性に関する事項について試問を行い、同プログラムの修了要件基準を満たしていることを確認し、次いで、令和6年2月28日に本学大学院横断教育プログラム運営委員会において、上記と同様の基準を満たしていることを確認し、それぞれ合格と認められていることを併せて報告する。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日：        年        月        日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)