

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	Saliza binti Awang Bono
論文題目	Acoustic behaviour of small cetaceans in northwest Peninsular Malaysia in relation to behavioural, environmental and anthropogenic factors (マレーシア半島北西部における小型鯨類の発声と行動、環境及び人為的要因の関係)		
(論文内容の要旨)			
<p>小型鯨類は周囲の探索やコミュニケーションに鳴音を用いており、発声行動の研究は小型鯨類の生態解明を促進する。鳴音の音響特性は発声個体の行動、周囲の環境および人為的な影響を受けて変化することが知られている。海洋開発が盛んな東南アジアでは、小型鯨類の生態に関して知見が不足しており、騒音と周囲の環境が小型鯨類の発声行動に与える影響が懸念されている。本研究は、マレーシア半島の北西部に位置するランカウィ島と、半島側に位置するクアラプルリス州およびケダ州の周辺海域において、小型鯨類の発声行動について明らかにし、鳴音の変化に影響を与えると考えられる行動や環境要因、及び船舶騒音との関係を明らかにすることを目的とした。本論文は全5章から構成される。</p> <p>第1章では、小型鯨類全般の鳴音について、行動と環境に応じた音響特性の変化について概観した。また、当該海域に生息する小型鯨類、シナウスイロイルカ (<i>Sousa chinensis</i>)、カワゴンドウ (<i>Orcaella brevirostris</i>) およびハシナガイルカ (<i>Stenella longirostris</i>) を対象種とし、それらの先行研究の概要を述べた。</p> <p>第2章では、2019年から2021年にかけて、調査船によるフィールド調査を4回行い、3848.6kmを調査した。それぞれの対象種の鳴音データを抽出し、その音響特性を詳細に記述した。ホイッスルについて、シナウスイロイルカで4971個、カワゴンドウで17個、ハシナガイルカで46個計測することができた。算出した発声パラメータは、発声頻度、持続時間、ホイッスルの平均周波数、ホイッスル周波数変調係数 (COFM)、クリック間隔 (ICI) である。シナウスイロイルカのホイッスルの約73%がスweep音であり、周波数1.7-33.5 kHzで持続時間は約0.3秒であった。シナウスイロイルカとカワゴンドウのみバーストパルス鳴音を記録した。また、ウスイロイルカ属全体で初めて二声音を記録した。</p> <p>第3章では、シナウスイロイルカのホイッスルとクリックスについて、群れの行動、群れの大きさ、群れの形態、環境要因 (水深、潮汐、場所) との関係性について議論した。一般化線形混合モデルによる解析の結果、本種の発声頻度は、群れサイズが大きくなるにつれて減少することが明らかになった。また、発声頻度はクアラプルリス州およびケダ州の周辺海域においてランカウィ島よりも高かった。クリックスの発声率は摂餌行動中により高かった。水深と潮汐は、本種の鳴音特性にほとんど影響を与えなかった。本研究から、本種の発声について周波数変調係数や持</p>			

続時間などの周波数パラメータの可塑性はなく、発声頻度が場所により異なることが示された。

第4章では、船舶の存在がシナウスイロイルカの発声行動に与える影響について検証した。船舶が接近する前の方が、船舶が通り過ぎた後に比べて、ホイッスルの発声頻度が高く、接近する危険に対する警告を発していることが示唆された。また、船舶が存在している時に、クリックスの平均発声間隔が長くなった。船舶の騒音がシナウスイロイルカの発声行動に影響を与えていることを明らかにした。しかしながら、船舶の騒音がシナウスイロイルカを含む小型鯨類の発声行動にどの程度悪影響を及ぼしているかを定量的に判断するためには、さらなる研究を行う必要がある。

第5章では、本研究によって得られた主要な成果を集約し、統合的な議論をした。当該海域のシナウスイロイルカは行動、環境条件、人為的な騒音に対して、鳴音の周波数はあまり変化させず、発声頻度を変化させて対応することが示唆された。周波数成分を変えずに頻度をあげることで、聞き手が検出しやすい鳴音を発していると考えられる。本研究によって、シナウスイロイルカの音響的行動に関する基礎知見を得ることができた。それはマレーシアのみならず、東南アジア地域全体における今後の研究の重要な基礎情報となりうる。特に、船舶航行による発声行動の変化を明らかにしたことは、人間活動由来の騒音の影響評価に貢献する。このような騒音影響評価は海洋開発が盛んな東南アジアに共通する課題であり、本研究は沿岸性小型鯨類の保全を大きく促進することが期待される。

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。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

生物の出す音を記録して行動を観測する手法を受動的音響観測という。近年、受動的音響観測は、海産哺乳類などの直接観察が難しい生物の行動や、人間活動由来の騒音影響評価などに広く適用されている。沿岸域に生息する小型鯨類は人間活動の影響を受けやすく、特に、船舶音への恒常的な曝露が動物のコミュニケーションや個体群動態に影響する可能性が示唆されている。小型鯨類は索餌、周囲の探索、コミュニケーションに鳴音を利用するため、受動的音響観測による小型鯨類の音響学的研究は基礎生態の解明および適切な保全に貢献する。本論文は、マレーシア半島北西部に生息する小型鯨類3種について、鳴音の音響特性を詳細に記述した。また、代表種について鳴音と行動・環境・人為由来の要因との関係を明らかにした。主に以下の3点が評価される。

1. シナウスイロイルカ (*Sousa chinensis*)、カワゴンドウ (*Orcaella brevirostris*)、ハシナガイルカ (*Stenella longirostris*) についてそれぞれの鳴音の音響特性を詳細に記述した。特に、二声音については世界初の記載である。
2. 当該海域における沿岸性小型鯨類の代表種であるシナウスイロイルカの鳴音が行動と環境条件によって変化することを明らかにした。特に、背景雑音レベルの高い状況では、鳴音の周波数に関する要素は変化させず、発音頻度をあげることが示唆された。
3. シナウスイロイルカの鳴音に対する船舶航行の影響を評価した。本種は船舶航行時に周波数に関する要素を変化させず、発音頻度と持続時間を増加させることを明らかにした。騒音レベルの高い状況において音声コミュニケーションを成立させるための行動であることが考えられる。上記2とあわせて、本種のコミュニケーション戦略解明に貢献する知見である。

以上のように、本論文で得られた知見は当該海域における小型鯨類の生態解明に貢献するとともに東南アジア全域における小型鯨類の音響学的研究の先駆けといえるものであり、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大きい。

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 4年 9月 9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。

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）