

氏 名	いち かわ こう た ろう 市 川 光 太 郎
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 275 号
学位授与の日付	平 成 19 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	情 報 学 研 究 科 社 会 情 報 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Studies on behavioral ecology and protection measures of the dugongs based on analyses of marine acoustical information (海洋音響情報解析によるジュゴンの行動生態の解明と保護に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 守 屋 和 幸 教 授 田 中 克 己 教 授 片 井 修

論 文 内 容 の 要 旨

第1章は本論文の序論である。人類を含む多種多様の生物は気圏、水圏、地圏を包括した大小様々な生活環境において、互いに密接に関係し相関しながら複合的な生態系を築いている。特に沿岸域における漁業と希少海産哺乳類保護の両立は、海洋生物資源の持続的な利用を図る上で重要な課題である。本研究で取り上げたジュゴン *Dugong dugon* は、鳴音を発する草食性の海産哺乳類であり、熱帯から亜熱帯の沿岸海域に生息する。多くの生息地において個体数の減少が著しく、本種の絶滅を危惧する声は大きい。一般に、人間と野生動物の共存のために、野生動物の保護区を設定して人間活動を排除する規制が行われる。ジュゴン保護にも保護区設定がなされているが、従来の保護区ではジュゴンの生態情報のうち、分布域や生息個体数などの空間情報しか考慮されていない。より有効なジュゴン保護を実現するにあたって、ジュゴンが最もよく出現する時刻や活動海域での保護を強化し、その他の時間帯、海域に対する規制を緩和する、といった時間情報も同時に考慮することが望ましい。本研究ではジュゴンの海域利用特性を時空間スケールで把握し、それに応じた多元的な保護策の設定を目的とした。

第2章はジュゴンの行動観察手法の確立に関する研究結果である。ジュゴンの生態情報のうち時間情報の不足は、水中での行動を連続的に観察する手法が確立されていなかったことに起因する。個体数の少ないジュゴンの行動情報を得るためには、直接触れることなく行動観察する手法が求められていた。本研究では、ジュゴンの発する鳴音を利用した受動的音響観察手法の確立を試みた。受動的音響観察手法は、直接目視が困難な動物、例えば鯨類などで展開されてきた行動観察手法である。2003年から2006年にかけて、当該海域においてジュゴン鳴音の録音調査を行った。ジュゴン鳴音は、(1) 周波数が4 kHz付近で持続時間が100-500msの鳴音が全体の9割以上を占め、(2) 全鳴音件数の72%を占める505件の鳴音がおおよそ2秒間隔で発声されており、(3) 音源音圧はおおよそ142 dB re 1 μ Paであり、最大半径1.4kmの到達範囲を持つことが分かった。受動的音響観察手法の平均測位誤差は6.73m (n=8) であり、受信レンジ(最大約300m)の約10%であった。また、目視観察と比較した結果、観察エリア内で浮上した個体のうち、51.9%が音響観察でも検出されていた。これらは受動的音響観察の対象としては十分な音響特性であった。

第3章では受動的音響観察手法によるジュゴンの生態情報の収集と解析の結果を示した。第1節ではジュゴンの発声頻度は約25.6時間の周期性を示し早朝3:00-6:00の間に有意に多いことが分かった。また小潮時には大潮時よりも滞在個体数が多いことも示唆された。これより、沿岸域におけるジュゴンの行動は潮汐条件あるいは日周に影響を受けていることが示唆された。また、第2節ではジュゴンは他個体の鳴音に対して様々な鳴音で鳴き返しを行い、個体間で情報伝達を行っていることが示唆された。このときジュゴンの音源音圧は約140dBであり、最大の個体間音響通信範囲は1.4km以下と推測された。第3節では、ジュゴンの生息海域における船舶航行状況の把握と船舶に対するジュゴンの反応を検証した結果、船舶航行は朝夕2回のピークを持ち、ジュゴンは船舶航行に対して負の応答を示すことが示唆された。第4節ではジュゴンの餌場となる海草藻場および食み後の分布状況を網羅し、ジュゴンが摂餌来遊をする深度は水深2mが最も多いということが分かった。

第4章では上記の調査で得られたジュゴンの行動生態学的情報を分析・統合することで、ジュゴンの滞在確率が高くなる海域の経時的变化を可視化するシステムを構築した。ジュゴンの生息海域を500m間隔でメッシュ化し、それぞれのグリッドにおける存在確率指標を第3章で得たジュゴンの生態情報を要素とする線形回帰モデルにあてはめ重回帰分析を行った。ジュゴンの存在予測モデルの検出効率を算出した結果、存在確率指標が5以上の海域を保護することが最も効果的であることが分かった。本研究の結果より、ジュゴンの保護区設定において空間情報だけでなく時間情報を考慮することが可能であることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

- 1) 絶滅が危惧される動物を保護する手段として、保護区を設定して人間活動に何らかの規制をかけることが多い。従来、ジュゴンの保護に関して利用頻度の高い海域は常時規制対象となっていた。より有効な保護には来遊頻度の高い時間帯も特定することが必要になるが、水圏生物を対象とした場合、その生物の行動を長期間連続的に観察することは困難なため、十分な時間情報を得ることができなかった。本研究では、ジュゴンの生態情報に関する時間変動成分について明らかにすることを目的とし、ジュゴンの行動情報を取得するために、情報技術を取り入れたアプローチをとった。
- 2) ジュゴンの行動情報を取得するために受動的音響観察手法の確立を行った。タイ国タリボン島周辺海域に生息するジュゴンの鳴音音響特性を明らかにした。ジュゴンは受動的音響観察の対象として十分な条件で発声を行っていることが分かった。
- 3) 受動的音響観察手法を用いてジュゴンの行動情報取得を行った。ジュゴンの発声活動はおよそ24時間の周期性を示し、彼らの行動が概日リズムあるいは概潮汐リズムを持っていることを示唆した。また、ジュゴンは他個体の鳴音に対して音響的な反応を示すことが分かった。ジュゴン鳴音の音源音圧と背景雑音レベルとの関係からジュゴン鳴音を用いた個体間通信は最大でも1.4km程度であることが分かった。またジュゴンの行動に負の影響を与える船舶航行の状況及びジュゴンの摂餌特性を明らかにした。これらの調査結果から時間ごとに変動する環境要因（環境変動）への行動学的応答を抽出した。
- 4) 受動的音響観察手法によって得られたジュゴンの環境変動に対する応答を統合的に解釈し、タリボン島周辺海域500mメッシュにおけるジュゴンの存在確率指標を算出するモデルを提案した。本モデルは各応答を要素とする線形回帰モデルであり、任意の時間帯におけるジュゴンの存在予測を行う。
- 5) 水中に棲む動物の行動、生態、そして生存過程などを長期間連続的に捉えることは、従来の直接観察のみでは不可能である。本研究では、受動的音響観察手法を確立し、ジュゴンの環境変動に対する行動学的応答の定量的な情報を収集・解析することにより、空間情報だけでなく時間情報を考慮した保護区設定に関する提言を行った。本論文によって得られたジュゴンの環境応答に関する知見は、保護区設定に際して必要とされながらも、従来の手法では決して知りうることはできなかったものである。本論文では、情報技術、最新測器を用いた斬新な手法により、初めてこれを明らかにした。本研究は、課題としたジュゴンの保護のみならず、希少生物保護の観点からも非常に有意義な研究であり、水産学、海洋生物保全学における、情報学、情報技術の発展性を示すものである。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成19年8月27日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。